

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DÜZCE VE ZONGULDAK İLLERİNDE BELİRLENMİŞ OLAN ALANLARDA  
KARASAL VE DENİZEL TARDİGRADA FAUNASININ TAKSONOMİK  
YÖNDEN İNCELENMESİ**

**Duygu BERDİ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2018**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Duygu BERDİ tarafından hazırlanan “**Düzce ve Zonguldak İllerinde Belirlenmiş Olan Alanlarda Karasal ve Denizel Tardigrada Faunasının Taksonomik Yönden İncelenmesi**” adlı tez çalışması 19/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ  
Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı

### Jüri Üyeleri:

**Başkan:** Prof. Dr. Tahir ATICI  
Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Anabilim Dalı

**Üye** : Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ  
Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı

**Üye** : Doç. Dr. Mehmet Borga ERGÖNÜL  
Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım.**

**Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN**  
Enstitü Müdürü

## ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

19/06/2018



Duygu BERDİ

## ÖZET

Yüksek lisans Tezi

### DÜZCE VE ZONGULDAK İLLERİNDE BELİRLENMİŞ OLAN ALANLARDA KARASAL VE DENİZEL TARDİGRADA FAUNASININ TAKSONOMİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Duygu BERDİ

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ

Bu tez çalışmasında; Düzce ve Zonguldak illerinde belirlenmiş olan karasal (yosun, liken ve yaprak döküntüsü) ve denizel alanlardan hem kıyı örnekleme hemde deniz dip sedimentinden bentik kepçe yardımı ile farklı derinliklerden örnekleme yapılmıştır. Örnekler Ekim 2016 ve Mayıs 2017 tarihlerinde toplanmıştır. Laboratuvar ortamına getirilerek elde edilen canlıların, Tardigrada faunasına ait türlerin morfolojik karakterlerinden yararlanılarak Faz Kontrast ve Elektron Taramalı Mikroskopları yardımı ile teşhisleri gerçekleştirilmiştir. Düzce ve Zonguldak illerinde sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde gerçekleştirilen arazi sonucunda her iki mevsimde Ramazottiidae familyasına ait 1, Macrobiotidae familyasına ait 6, Echiniscidae familyasına ait 2, Hypsibiidae familyasına ait 7, Milnesiidae familyasına ait 1 tür bulunmuş olup, toplamda 17 türün teşhisi yapılmıştır. Teşhisi yapılan türlerden 3 tanesi Türkiye için yeni kayıttır. Bu türler *Isohypsibius hadzii*, *Isohypsibius marcellinoi*, *Paramacrobiotus klymenki*'dir. Akçakoca İlkbahar mevsiminde deniz sediment örneklerinden Halechiniscinae alt familyasına ait *Halechiniscus sp.* cinsi 2 adet canlı elde edilmiştir.

**Haziran 2018. 95 sfa**

**Anahtar Kelimeler:** Karasal ve Denizel Tardigrada, Taksonomi, Türkiye

## ABSTRACT

Master Thesis

### TAXONOMIC STUDIES IN TERMS OF TERRESTRIAL AND MARINE TARDIGRADA FAUNA IN THE AREAS SPECIFIED WITH DÜZCE AND ZONGULDAK PROVINCE

Duygu BERDİ

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ

This study were carried out; The samples were taken from different depths with the help of benthic scoops both coastal (moss, lichen and foliage) and marine areas determined in Düzce and Zonguldak provinces as well as coastal sampling and sea bottom sediments. The sample were collected between October 2016 and May 2017. The animals obtained in the laboratory and were diagnosed with the help of Phase Contrast and Electron Scanned Microscopes by taking advantage of the morphological characteristics of species belonging to Tardigrada fauna. Düzce and Zonguldak provinces were examined not only in autumn but also in spring seasons in order the search for Tardigrada species. In the result of those examinations; totally 17 species were found. After applying required diagnosis techniques, it is found that 1(one) of those is belonging to Ramazottiidae family, 6(six) of those is belonging to Macrobiotidae family, 2(two) of those is belonging to Echiniscidae family, 7(seven) of those is belonging to Hypsibiidae family and 1(one) of those is belonging to Milnesiidae family. Moreover, it is found that 4(four) of those species are new records for Turkey. These species are *Isohypsibius hadzii*, *Isohypsibius marcellioni*, *Paramacrobiotus klymenki*, *Hypsibius dujardini*. Besides, among the samples of sea sediments which are obtained in Akçakoça on spring season, 2 (two) animals which belongs to Halechiniscinae subfamily *Halecheniscus sp.* genius are found.

**June 2018 95 pages**

**Key Words:** Terrestrial and Marine Tardigrada, Taxonomy, Turkey

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince her konuda desteğini gördüğüm, danışmanım olarak yaptığı öneriler ve eleştiriler ile tezimi hazırlamamda yön gösteren, laboratuvar ve arazi çalışmalarım ve mikroskop incelemelerimde yardımlarını esirgemeyen, deneyim ve bilgisi dışında insanlık adına da kendisinden çok şey öğrendiğim değerli hocam Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ'a (Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı) tez çalışmamın tamamlanabilmesi için bana her koşul ve desteği sağlayan bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak, yakınlık ve anlayış gösteren değerli hocam Prof. Dr. Mustafa KÜÇÜKÖDÜK'e (Selçuk Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı) ve Doç. Dr. Evren YILDIZTUGAY'a (Selçuk Üniversitesi Biyoteknoloji Anabilim Dalı) sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisansa başladığımdan bu yana desteğini esirgemeyip beni bu süreçte hiç yalnız bırakmayan, çalışmalarım süresince sabrımın tükendiğini hissedip zorlandığım anlarda bana yeniden güç veren, eşim Tolga BERDİ'ye minnettar olduğumu bildirir sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım esnasında koşulsuz destekçim annem Nebahat ÖZER'e, verdiği akıllarla yol göstericim ablam Burcu AYTEK'e, kardeşim Begüm ÖZER'e sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Diğer taraftan beni her daim motive etmeyi başaran ve hep yanımda olan meslektaşım Beste Gizem ÖZBEY'e ve konu ile ilgili tecrübelerini bana aktaran Çağrı TEKATLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Duygu BERDİ

Ankara, Haziran 2018

## İÇİNDEKİLER

### TEZ ONAYI SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
SİMGELER DİZİNİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
1.1 Evrim Süreci.....	2
1.2 Tardigrat ve Bakteri Arasındaki İlişki .....	8
1.3 Önemli Morfolojik Karakterler.....	9
1.3.1 Tırnak.....	9
1.3.2 Bukkal farinjiyal aygıt.....	14
1.3.3 Kütikül .....	17
1.3.4 Yumurta .....	19
1.4 Genel Biyolojisi.....	21
1.4.1 Sindirim sistemi.....	21
1.4.2 Sinir sistemi .....	21
1.4.3 Kas sistemi .....	22
1.4.4 Boşaltım sistemi.....	22
1.4.5 Solunum ve dolaşım .....	23
1.5 Ölü Devre (Kriptobiyozis) .....	23
1.5.1 Anoksibiyozis.....	23
1.5.2 Kriyobiyozis .....	24
1.5.3 Ozmobiyozis.....	24
1.5.4 Anhidrobiyozis .....	24
1.6 Diapoz.....	26
1.6.1 Kist oluşturma (Kese içine alma).....	26
1.6.2 Dinlenme yumurtaları .....	28
1.7 Üreme ve Gelişme.....	28

<b>1.8 Yaşam Döngüsü.....</b>	<b>31</b>
<b>1.8.1 Deri değişimi.....</b>	<b>31</b>
<b>1.8.2 Yaşam öyküsü.....</b>	<b>32</b>
<b>1.8.3 Siklomorfosis.....</b>	<b>32</b>
<b>1.9 Genel Ekolojileri ve Davranış Şekilleri.....</b>	<b>34</b>
<b>1.9.1 Habitatları ve dağılışları.....</b>	<b>34</b>
<b>1.9.2 Popülasyon dinamiği.....</b>	<b>36</b>
<b>1.9.3 Beslenme şekilleri.....</b>	<b>37</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>38</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>42</b>
<b>3.1 Arazi Aşaması.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2 Laboratuvar Aşaması.....</b>	<b>42</b>
<b>3.3 Elde Edilen Canlıların Teşhis Aşaması.....</b>	<b>43</b>
<b>4. ANALİZ VE BULGULAR.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1 Düzce Sonbahar Arazisinden Elde Edilen Bulgular.....</b>	<b>45</b>
<b>4.2 Zonguldak Sonbahar Arazisinden Elde Edilen Bulgular.....</b>	<b>48</b>
<b>4.3 Düzce İlkbahar Arazisinden Elde Edilen Bulgular.....</b>	<b>52</b>
<b>4.4 Zonguldak İlkbahar Arazisinden Elde Edilen Bulgular.....</b>	<b>55</b>
<b>5. SONUÇ.....</b>	<b>58</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>62</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>71</b>
<b>EK 1 Örneklemelerin Yapıldığı Alanlar.....</b>	<b>72</b>
<b>EK 2 Tardigrada Faunasına Ait Türlerin Fotoğrafları.....</b>	<b>75</b>
<b>EK 3 Tardigrada Faunasına ait Teşhis Anahtarı.....</b>	<b>90</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>95</b>



## SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat
mm	milimetre
%	yüzde
km <sup>2</sup>	kilometre kare
km	kilometre
µm	mikron metre

### Kısaltmalar

rRNA	Ribozomal Ribonükleik Asit
pH	Hidrojen Gücü
E	East (Doğu)
N	North (Kuzey)
MPa	Megapascal
UV	Ultraviöle
H <sub>2</sub> S	Hidrojen Sülfid
OSO <sub>4</sub>	Osmium Tetraoksit
sp.	Species
SEM	Taramalı Elektron Mikroskopu

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Echiniscus dorsal görüntüsü .....	7
Şekil 1.2 Macrobiotus yarı dorsal görüntüsü .....	8
Şekil 1.3 Bryodelphax parvuspolaris sp. (Heterotardigrada) cinsi tırnakların yandan görünüşü.....	10
Şekil 1.4 Bryodelphax parvuspolaris sp. (Heterotardigrada) cinsi tırnak .....	10
Şekil 1.5 Eutardigrada'ya ait tırnak yapısı <i>Milnesium argentinum</i> (Roszkowska 2015) .....	11
Şekil 1.6 Eutardigrada'ya ait tırnak yapısı <i>Isohypsibius coulsoni</i> sp.....	12
Şekil 1.7 3.çift bacaklarda bulunan tırnağın kütikular bar görüntüsü.....	12
Şekil 1.8 Tardigrada şubesine ait tırnak şekilleri (Nelson vd. 2010).....	13
Şekil 1.9 <i>Paramacrobiotus</i> 'a ait bukkal farinjiyal aygıtın faz kontrast mikroskop görüntüsü .....	14
Şekil 1.10 Tardigrada şubesine ait bukkal aygıtı SEM görüntüleri .....	15
Şekil 1.11 SEM' de Eutardigrada' nın Bukkal-Farinjiyal Aygıtı .....	15
Şekil 1.12 Heterotardigrada' ya ait Bukkal-Farinjiyal Aygıtı.....	16
Şekil 1.12.a. Echiniscus, b. Pseuduechiniscus .....	16
Şekil 1.13 <i>Isohypsibius coulsoni</i> bukkal aygıt ve makroplakoidler.....	17
Şekil 1.14 Heterotardigratların genel görünümü.....	18
Şekil 1.15 Areolatus tipi yumurtanın Faz Kontrast Mikroskopu Görüntüsü .....	19
Şekil 1.16 Eutardigrada'ya ait çeşitli yumurta süsleri .....	20
Şekil 1.17.a. <i>Diphascion sp.</i> yumurta kesesi içindeki yumurtaların serbest bırakılması, b. Yumurta kesesindeki yumurta embriyoları, c. Yenidoğanın yumurta kesesinden çıkma denemeleri d. yenidoğanın yumurtadan çıkışı (Nelson vd. 2015). .....	20
Şekil 1.18 Echiniscus testudo'nun aktif hali (Marchioro vd. 2013) .....	26
Şekil 1.19 Echiniscus testudo'nun tun hali (Marchioro vd. 2013).....	26
Şekil 1.20 Eutardigratlarda diapoz durumu (Guidetti vd. 2011).....	27
Şekil 1.20 a. normal plakoidler b. siklomorfosizli plakoidler.....	33
Şekil 4.1 Akçakoca uydu görüntüsü (www.duzce.gov.tr) .....	45
Şekil 4.1 Sahil kıyı örnekleme.....	49
Şekil 4.2 Zonguldak uydu görüntüsü (www.zonguldak.gov.tr).....	50
Şekil 4.3 Cehennem Ağzı Mağaraları girişi yosun örnekleri (www.ereglionder.com) ..	51
Şekil 4.4 Akçakoca İlkbahar arazisi denizel alan örnekleme.....	53

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Ötardigratlara ait taksonomik sınıflandırma .....	4
Çizelge 1.2 Heterotardigratlara ait taksonomik sınıflandırma .....	6
Çizelge 4.1 Düzce ili çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler .....	46
Çizelge 4.2 Liken, yaprak döküntüsü ve yosun örneklerinden elde edilen türler .....	47
Çizelge 4.3 Fakıllı Mağarası ve çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler.....	48
Çizelge 4.4 Zonguldak İli çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler.....	52
Çizelge 4.5 Düzce ili çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler.....	54
Çizelge 4.6 Akçakoca Şelalesi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler.....	54
Çizelge 4.7 Düzce ili çevresi liken,yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler.....	55
Çizelge 4.8 Zonguldak ili çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler.....	56
Çizelge 4.9 Zonguldak mağara ve çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler .....	57

## 1. GİRİŞ

Tardigratlar (su veya yosun ayısı olarak da bilinen), küçük su omurgasızları olarak adlandırılmışlardır (Degma vd. 2017). Neredeyse dünya çapında dağılıma sahip bir grup hayvanlardan oluşmaktadır. Bu küçük su omurgasızlarının boyutları denizel olanlarda 80 ile 800 µm, karasal olanlarda 0.05 ile 1.2 µm arasında değişmekte olup, tırnak ile sonlanan dört çift bacak ve 2 taraflı simetrik bir gövdeye sahiptirler (Miller 2011). Birinci segment, sefalik segment, bir ağız açıklığı, göz ve duyu organları içerir.

Dünyanın her yerinde dağ tepelerinden derin denize ve tropikal ormanlardan Antartika'ya kadar geniş yayılım göstermektedirler (Bordenstein 2016). 2017 yılına kadar 1250 türün üzerinde tür tanımlanmış olup (Degma vd. 2017) bunların çoğu tatlısu veya yarı karasal ortamlarda bulunmuştur (Zhang 2011, Degma vd. 2015).

İlk deniz tardigratı olan *Microlyda*'nın Dujardin (1851) tarafından keşfedilmesinden sonra bilim adamları tarafından bu mikroskopik canlı, deniz ekosisteminin nadir bir bileşeni olarak kabul edilmiştir (Kristensen ve Higgins 1984). Schultze (1865) tarafından deniz tardigratı *Echiniscoidea sigismundi* tayin edilmiştir. Bu tür ilk kez Linnaean terminolojisine uygun olarak isimlendirilmiştir.

Sucul tardigratlar, Heterotardigratların *Echiniscoidea* ve *Anisonyches* türlerinin tamamını ve Ötardigratlara ait 4 türü içermektedir. Bu canlılar genellikle yosun, liken, kum toprak ve yaprak döküntüsü üzerinde yaşam faaliyeti gösterirler (Brusca ve Brusca 2003, Ruppert vd. 2004).

Tardigratlar çoğunlukla sert ortamlara dayanma ve kriptobiyoz geçirme yetenekleri nedeniyle ilgi çekici canlılar haline gelmiştir.

Diğer organizmalar için ölümcül olan ekstrem koşullarda yaşam faaliyeti göstermekte olup sıcaklık toleransı yüksek olan bu canlı en düşük -272 °C en yüksek +150 °C sıcaklığa dayanabilmektedir. Ayrıca okyanusun en derin kısımlarında bulunan altı kat

daha büyük basınca ve insanı öldüren miktardan 1000 kat daha fazla x-ışını radyasyona maruz kalsalar bile yaşamlarını sürdürebilirler (Nelson 2002, Brusca ve Brusca 2003, Zhang 2011). Ortamda besin ve suyun mevcut olmadığı durumda tardigratlar vücutlarında % 3'lük bir su bırakarak kuru evreye geçerler ve bu evrede 30 yıldan fazla kalabilir, şartlar normale döndüğünde tekrar normal aktivitelerine devam edebilmektedirler (Dean 2015).

## 1.1 Evrim Süreci

Tardigratları tanımlayan en eski metin Almanca olarak yazılmıştır. Alman Zoolog Johann Conrad Eichhorn 1767 yılında tardigratları keşfetmiştir. Fakat keşfedilmesinin halka bildirilmesinde başarısız olması nedeniyle canlının ismini duyuramamıştır. Tardigratlar için “güzel ve sanatsal kabukları ve hareketleri ile diğer böceklerin aksine gözlemcinin gözüne cazip gelebilecek hiç birşeyleri yoktur” ifadesini kullanmış ve canlının bacak sayısını 10 olarak tanımlamış, fakat bu bilgi daha sonra 8 olarak düzeltilmiştir (Mach 2010).

Johann August Ephraim Goeze 1773 yılında Tardigratların keşfini ilk yayınlayan bilim adamı olmuştur. Goeze, Alman bir Zoolog olmasının yanı sıra küçük hayvanlara ilgisi nedeniyle Tardigratları küçük su ayısı anlamına gelen “ Ekleiner Wasserbär “ olarak adlandırmıştır (Mach 2010). Son olarak su ayıları, İtalyan biyolog Lazzaro Spallanzani tarafından 1776 yılında, yavaş adımlayan anlamına gelen isim “Tardigrada” olarak adlandırılmışlardır (Devasurmatt ve Arpitha 2016).

Hem moleküler hemde morfolojik incelemelere dayanan bir filum olarak kabul edilen tardigratlara ait 2 sınıf, 4 takım, 21 familya, 106 cins, 1250 üzerinde tür tanımlanmıştır.

18s rRNA ile yapılan moleküler çalışmalar tardigratların, eklem bacaklıların (Euarthropoda) kardeş grubu olduğunu onaylamıştır. Morfolojik çalışmalar sonucu tardigratların, Arthropoda ve Onychophora (kütük ayaklılar) ile ilişkili olduğuna dair 2 yeni teori ortaya konmuştur (Devasurmatt ve Arpitha, 2016). Yapılan analizler sonucu

bu üç filumun monofiletik takson olan Panarthropoda'yı içerdiği ortaya konulmuştur (Nelson vd. 2015).

Deri değiştiren hayvanların monofilistik bir kümesi olan Ecdysozoa'ya (dış iskeletli hayvanlar) ilişkin kanıtlar, tardigrat ve eklem bacaklılar arasındaki yakın ilişki için ek destek sağlamıştır. Ecarthiosisa'daki Panarthropoda'nın konumu önerilmiş ve yaygın olarak kabul edilmiştir (Garey 2001). Bununla birlikte, bazı bilim insanları hala Panarthropodların, Annelidleri ve eklem bacaklıları birleştiren segmentli hayvanların geleneksel sınıfı olan Articulata'ya dahil edilmesini savunmaktadırlar.

Moleküler çalışmalar, Heterotardigrada ve Eutardigrada sınıflarının tardigratlar ile kardeş gruplar olduklarını da doğrulamıştır. Heterotardigrada "diğer" tardigratlar anlamına gelmektedir. Önemli özellikleri baş kısmında bulunan sefalik ve kütiküler uzantılar, tırnakları ve dorsal kütiküler plakalar içermesidir (Şekil 1.1). Eutardigrada "gerçek" tardigratları ifade eder, dorsal plakaları yoktur ve vücutları çıplaktır (Şekil 1.2). Ayrıca farklı tırnak yapısı, bukkal farinjiyal aygıtı, granüllü, pürüzsüz veya tüberküllü kütikül yapısına sahip türleri içermektedir (Romano 2003).

Bununla birlikte 3.grup olan Mesotardigrada'nın ise durumu kuşkuludur, çünkü tek türü (*Thermozodium esakii*, Rahm 1937a) Japonyada kaplıcada bulunmuş ama yaşanan deprem sonrası tahribat nedeniyle bu tür yok olmuştur. Türün bulunma çabaları her yerde başarısız olmuştur.

Tardigrada ailesi arasındaki ilişkiler çoğunlukla çözülememiştir. Son yıllardaki özellikle Eutardigrada üzerindeki moleküler çalışmalar (Nichols vd. 2006) birçok polifiletik ve parafiletik taksonları ortaya koymuştur.

Tardigratlara, Heterotardigratların birçok türünün bulunduğu denizel alanda da rastlanılmıştır. Denizel ortamdan tatlısu ve karasal ortama uyum sağladıkları düşünülmektedir. Ötardigratlardan sadece birkaçı sucul ortamda ikinci derecede bulunmaktadır. Eutardigrada'ya ait olan zorunlu sucul türlerin ilk önce sucul olmayan

ortamdan sucul ortama geçtikleri ya da karasal ortamdan bağımsız olarak ortaya çıktıkları düşünülmektedir. Tardigratlara ait fosil kayıtlar sayıca çok azdır. Tanımlanan ilk fosil tür Cooper tarafından 1964 yılında *Cretaceous amber*'inden *Beorn leggi*'dir. Bu tür Hypsibidae familyasına ait yaşayan Tardigratlara çok benzemektedir. Buna ek olarak New Jersey'deki bir kehribardan fosil *Milnesium* türü (Milnesiidae) rapor edilmiştir. Tırnakları ve ağız parçalarının günümüzde yaşayan *Milnesium*'dan farklı olmadığı saptanmıştır (Cooper 1964, Grimaldi ve Engel 2005). Ötardigratlara ve Heterotardigratlara ait taksonomik sınıflandırma çizelge 1.1 -1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Ötardigratlara ait taksonomik sınıflandırma

Sınıf	Aile	Alt Aile	Cins	
	Coronarctidae		<i>Coronarctus</i>	
<b>Heterotardigrada</b>			<i>Halechiniscus</i>	
			<i>Pleocola</i>	
			<i>Euclavarctus</i>	
			<i>Echinursellus</i>	
		Halechiniscinae	<i>Tetrakentron</i>	
			<i>Styraconyx</i>	
			<i>Bathyechiniscus</i>	
		Halechiniscidae		<i>Florarctus</i>
				<i>Angursa</i>
			<i>Orzeliscus</i>	
		Tanarctinae	<i>Actinarctus</i>	
			<i>Tanarctus</i>	
	Batillipedidae		<i>Batillipes</i>	

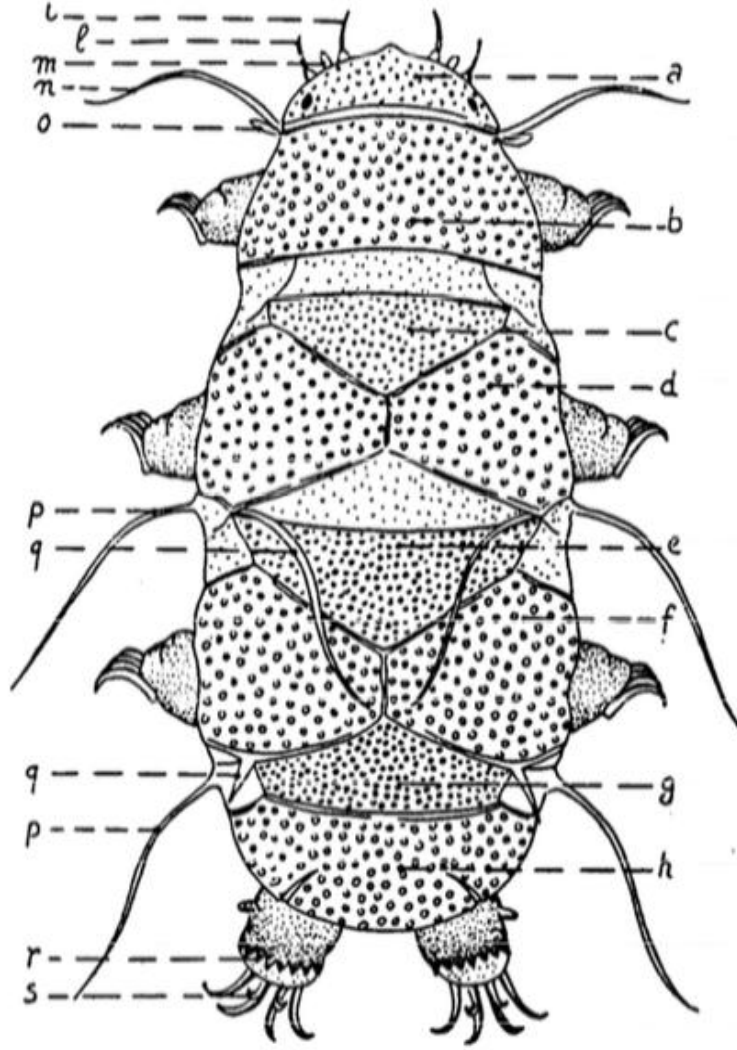
Çizelge 1.1 Ötardigratlara ait taksonomik sınıflandırma (devam)

	Stygartidae		<i>Stygartus</i>
			<i>Mesostygartus</i>
			<i>Parastygartus</i>
	Archechiniscidae		<i>Megastygartides</i>
			<i>Archechiniscus</i>
	Echiniscoidea	Orellidae	<i>Echiniscoide</i>
			<i>Orella</i>
			<i>Anisonyches</i>
			<i>Carphania</i>
		Echiniscidae	<i>Echiniscus</i>
			<i>Hypechiniscus</i>
			<i>Parechiniscus</i>
			<i>Pseudechiniscus</i>
			<i>Cornechiniscus</i>
			<i>Mopsechiniscus</i>



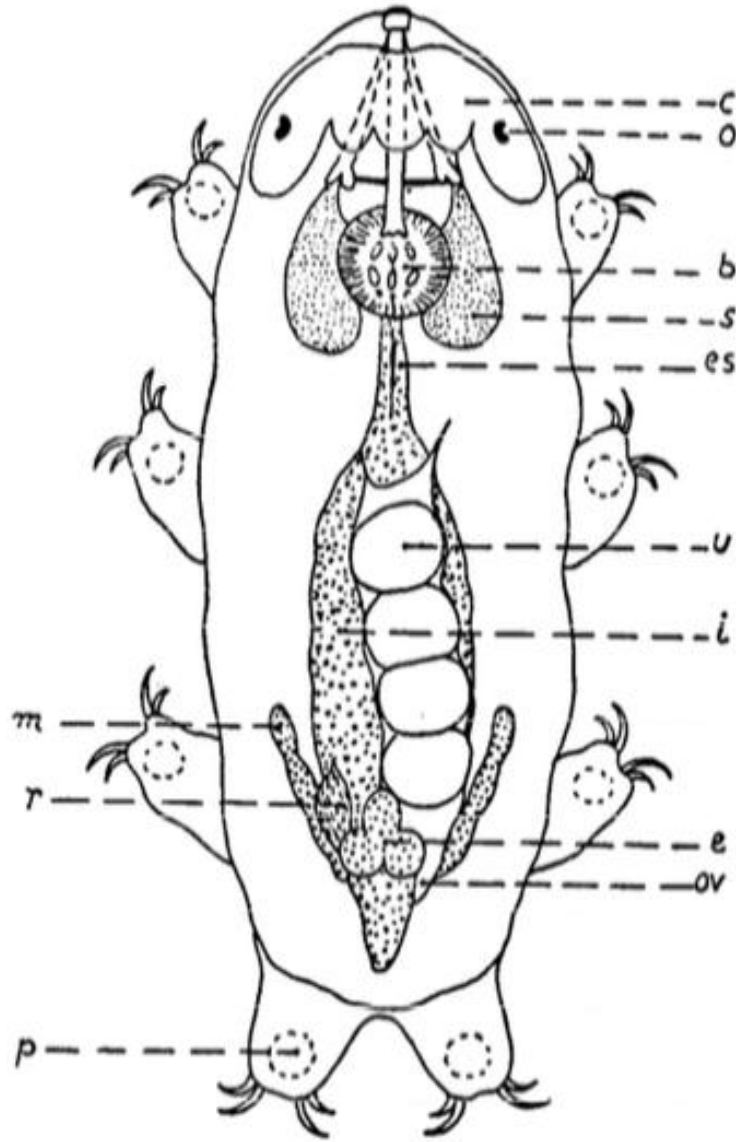
Çizelge 1.2 Heterotardigratlara ait taksonomik sınıflandırma

<b>Sınıf</b>	<b>Aile</b>		<b>Cins</b>	
	Macrobiotidae		<i>Macrobiotus</i>	
			<i>Pseudodiphascon</i>	
			<i>Dactylobiotus</i>	
			<i>Haplomacrobiotus</i>	
<b>Eutardigrada</b>			<i>Adorybiotus</i>	
	Calohypsibiidae		<i>Calohypsibius</i>	
			<i>Hexapodibus</i>	
			<i>Microhypsibius</i>	
			<i>Eohypsibius</i>	
			<i>Isohypsibius</i>	
		Hypsibiidae		<i>Doryphoribius</i>
				<i>Hypsibius</i>
			<i>Pseudobiotus</i>	
			<i>Diphascon</i>	
			<i>Itaquascon</i>	
	Necopinatidae		<i>Necopinatum</i>	
	Amphibolidae		<i>Necopinatum</i>	
	Milnesiidae		<i>Milnesium</i>	
			<i>Limmenius</i>	



Şekil 1.1 Echiniscus dorsal görüntüsü (Ramazotti ve Maucci 1983)

a.ön plaka, b.omuz plakası, c.birinci medyan plaka, d.birinci çift plaka, e.ikinci medyan plaka, f.ikinci çift plaka, g.üçüncü medyan plaka, h.son plaka, i. internal bukkal sirri, l. eksternal bukkal sirri, m. sephalik papilla, n. lateral sirri, o. klava, p, lateral filament (aygıt), q. dorsal filament veya diken, r.4.çift bacakta dişli yaka, s. internal tırnakta süslü yapı



Şekil 1.2 *Macrobiotus* yarı dorsal görüntüsü (Ramazotti ve Maucci 1983)

b. farinks, c. beyin, e. dorsal boşaltım bezi, es, özafagus, i. bağırsak, m. lateral boşaltım bezi o. göz, ov, yumurta kanalı, p. tırnak bezi r. sperm deposu, s. bukkal bezi, u. yumurta kesesi

## 1.2 Tardigrat ve Bakteri Arasındaki İlişki

Evrimsel ekolojide organizmanın çevreleriyle ne kadar ve hangi yolla etkileşime girdiğinin anlaşılması çok önemlidir (Vecchi vd. 2016). Organizmaların çoğu, patojenden simbiyotik ilişkilere kadar bakterilerle etkileşim halindedir (McFall-Ngai vd. 2013). Birkaç hayvan taksonu bu konuyla ilgili çok fazla bilimsel konuya dikkat çekmiştir, ancak şu anda bakteri-tardigrat ilişkileri üzerinde minimal araştırmalar

yapılmıştır (Vecchi vd. 2016). Bazı deniz Arthrotardigratlarının özel sefalik keseciklerde bakterileri taşıdığı gösterilmiştir. Kristensen (1984) tardigratların gıda bulamadığında bakteriler tarafından salgılanan maddeleri ikincil bir enerji kaynağı olarak kullanabileceğini öne sürmüştür. Ayrıca Ötardigratların vücutlarında bakteri bulunabileceği de ortaya konulmuştur. Bakteriler *Ramazzottius varieornatus* (Kinchin 1994) bağırsağında bulunmuştur fakat burada sindirilmiş olabildiklerine dair bir işaret bulunamamıştır. Bu bakterilerin mevcut bağırsak simbiyotikleri olabileceği sonucuna götürmektedir. Bazı az sayıdaki çalışma tardigratların fito-patojenik bakterileri yayabileceğini de öne sürmüştür (Vecchi vd. 2016). Fakat bu gözlemlerin hiçbiri ikna edici kanıtlar sunmamıştır, bu nedenle bu konu üzerinde daha fazla çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

### **1.3 Önemli Morfolojik Karakterler**

Tardigrada sistematigi tarihsel olarak bir takım morfolojik yapılara dayandırılmıştır. Tardigratlarda yer alan sınıfların mevcut anatomisi, tırnak boyutu, şekli, organizasyonu ve sayısı, bukkal farinjiyal aygıtın organizasyonu, stiletlerin uzunluğu; boyutları, şekilleri ve plakoid sayısı; yumurtaların morfolojisi, kütikular desenler ve süsleri önemli taksonomik karakterleri oluştururlar.

#### **1.3.1 Tırnak**

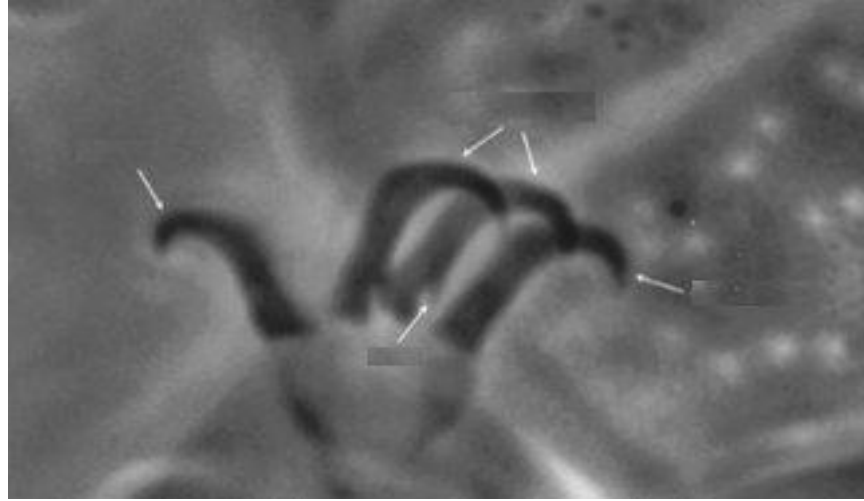
Tardigrat sistematiginde tırnakların yerleşim durumları, boyutu, yapısı ve sayısı çok önemlidir. Heterotardigratlarda tırnaklar bacaklara doğrudan eklenirken, Echiniscoidea ve Ötardigratlarda papillaya yerleşmiş durumdadır.

Heterotardigrada familyasına ait Echiniscidae'de yetişkin ve yavrularda her bir bacak 4 ayrı dallanmamış tırnak ile sonlanmaktadır. Sadece ilk yeni doğan bireyde her bir bacakta 2 tırnak bulunmaktadır. Yine Heterotardigrada familyasına ait Carphaniidae sınıfında, tatlısu cinsi olan *Carphaniada* 1 ve 3. bacak üzerinde bulunan tırnakların sayısı 2, 4.ncü bacak üzerinde ise sadece tek bir tırnak olarak bulunmaktadır. Tüm

tırnaklar da 2 tane aksesuar noktası ve 4 adet bazal çıkıntı bulunur (Nelson vd. 2015). Aksesuar noktaları tırnaktan bağımsız olarak distal kısımda uzayan ince kütiküler yapılardır (Şekil 1.3-1.4).

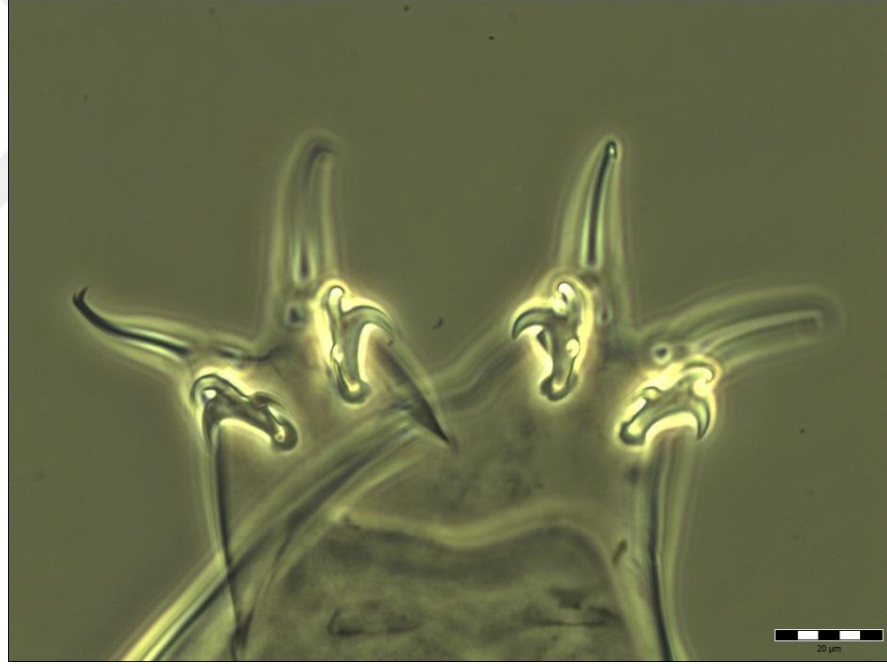


Şekil 1.3 *Bryodelphax parvuspolaris* sp. (Heterotardigrada) cinsi tırnakların yandan görünüşü (Kaczmarek vd. 2012)

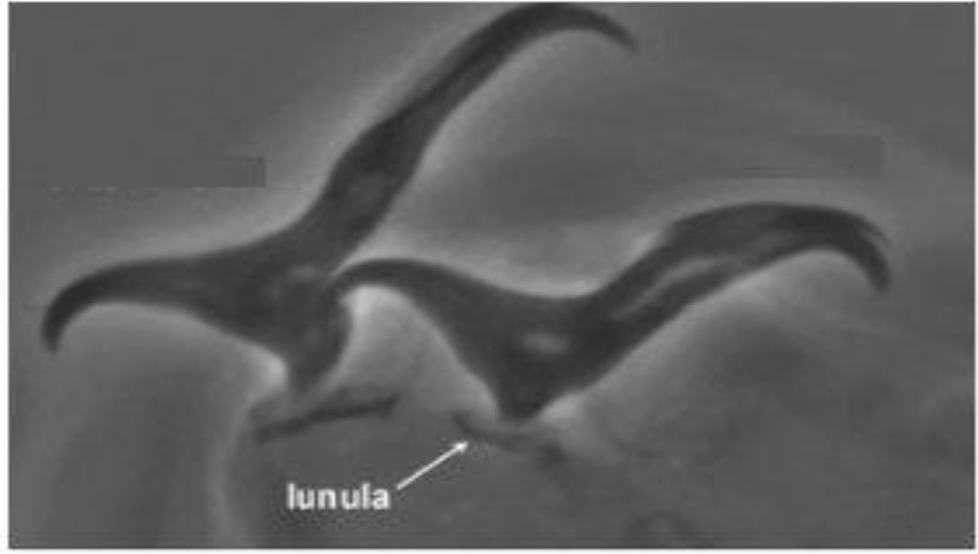


Şekil 1.4 *Bryodelphax parvuspolaris* sp. (Heterotardigrada) cinsi tırnak (Kaczmarek vd. 2012)

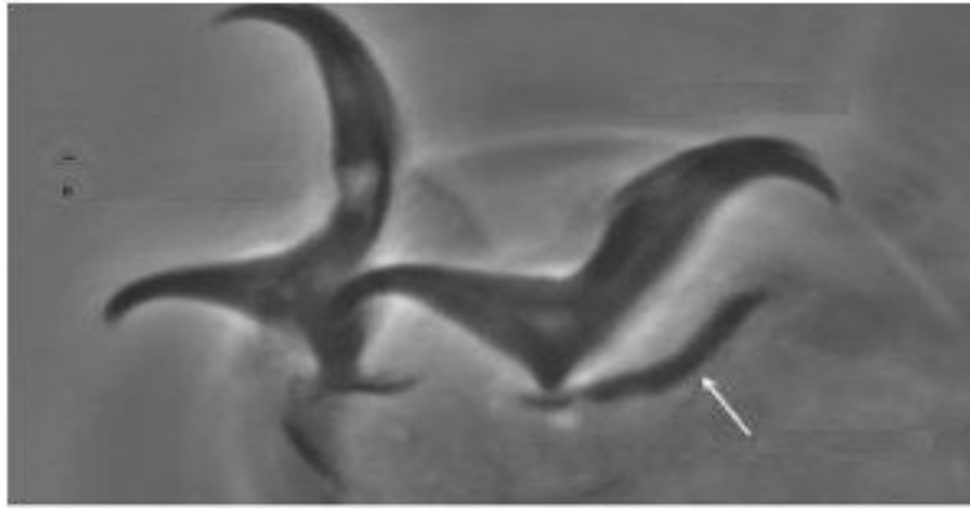
Ötardigratlar genellikle her bacak üzerinde 2 çift tırnak yapısı gösterirler. Bacakların ilk üç çiftinde, ön ve arka bacaklarda iç ve dış tırnaklar olarak sıralanmıştır. Her bacadaki tırnaklar şekil ve boyut açısından aynı veya farklı olabilmektedir. Yarı karasal olan Eurtardigratlarda tırnaklar genellikle çok uzundur (Şekil 1.5). Her bir çift tırnak iki aksesuar noktası olan uzun bir ana bölüm ve aksesuar noktası olmayan ikincil bir bölümden oluşmaktadır. Bazı türlerde, her çift tırnağın tabanını çevreleyen kütikülün incelmeye “lunula” olarak adlandırılan yapılar gözlemlenir (Şekil 1.6). Lunula farklı boyutta pürüzsüz, tırtıklı veya dişli yapıda olabilmektedir. Birkaç cinsten, bir veya iki adet kütikül bar olarak adlandırılan bu yapı Şekil 1.7’de gösterildiği gibi, bacaklarda tırnaklardan ayrı, fakat tabanının hemen altındaki çift tırnakların arasında veya iç tırnakların yanları boyunca bulunan kesik çubuk şeklindeki süslerdir (Nelson vd. 2015).



Şekil 1.5 Eurtardigrada’ya ait tırnak yapısı *Milnesium argentinum* (Roszkowska 2015)



Şekil 1.6 Eutardigrada'ya ait tırnak yapısı *Isohypsibius coulsoni* sp. (Kaczmarek vd. 2012)



Şekil 1.7 3.çift bacaklarda bulunan tırnağın kütikular bar görüntüsü (Kaczmarek vd. 2012)

Milnesiidae ve bazen Hypsibiidae familyasına ait türlerde ön tırnak cinsel dimorfizm sergileyebilir.

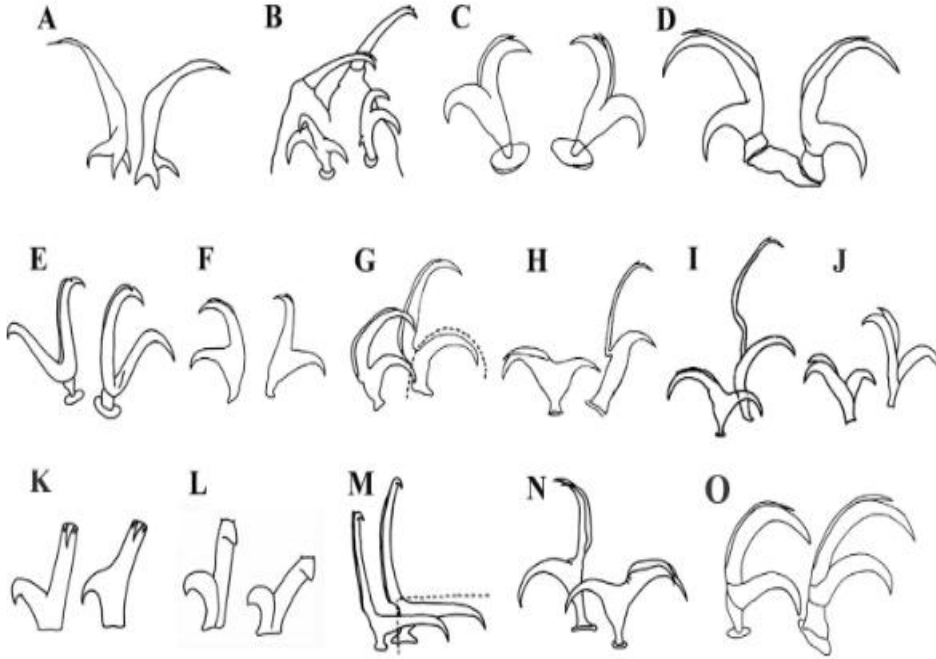
Parachela'da, Macrobiotidae ve Murrayidae aileleri simetrik tırnaklara sahiptir ve dizilimleri ikincil dalın dış tırnağı ve ana dalın ilk tırnağı ve iki tırnağın birincil ve ikincil dalı şeklinde sıralanmakta ve (2-1-1-2) dizilimi göstermektedir.

*Macrobiotus* Y şeklinde çift tırnağa, Murrayidae ise V şeklinde çift tırnağa sahiptir. Diğer tüm aileler asimetrik tırnak dizilimi olan dış tırnağın ikincil ve birincil dalı ile iç tırnağın ikincil ve birincil dalı 2-1-2-1 şeklinde sıralama göstermektedir.

*Hypsibius* tipi tırnakta, dış çift tırnağın ikincil dalı bazal bölge ile ortak bir yay oluşturur. Dış ve iç tırnaklarda şekil ve boyut birbirinden farklıdır.

*Ramazottius* tipi tırnakta bazal bölgede dış tırnak uzun, düz ve ilk dal uzun ve ince, iç ve dış tırnakların boyutları birbirinden farklıdır.

Özellikle arka ayaklardaki tırnak indirgenmesi, toprak habitatlarında yaşayanlar olmak üzere Ötardigratlarda bağımsız olarak gelişmiştir. Bazı türlerde tırnaklar azalabilir veya yok olabilmektedir.



Şekil 1.8 Tardigrada şubesine ait tırnak şekilleri (Nelson vd. 2010)

A. *Carphania*. (Heterotardigrada) B. *Milnesium*. C. *Macrobiotus*. D. *Dactylobiotus*. E. *Murrayon*. F. *Xerobiotus*. G. *Hypsibius*. H. *Ramazottius*. I. *Ramajendas*. J. *Microhypsibius*. K. *Calophsibius*. L. *Hexapodius*. M. *Isohypsibius*. N. *Thulinus*. O. *Bertolanius*. A,B-E, G, N-P: Bertolani 1982, F: Bertolani ve Biserov 1996, H: Bertolani vd. 1993, I: Pilato ve Binda 1990, J: Pilato 1998 tarafından çizilmiştir.

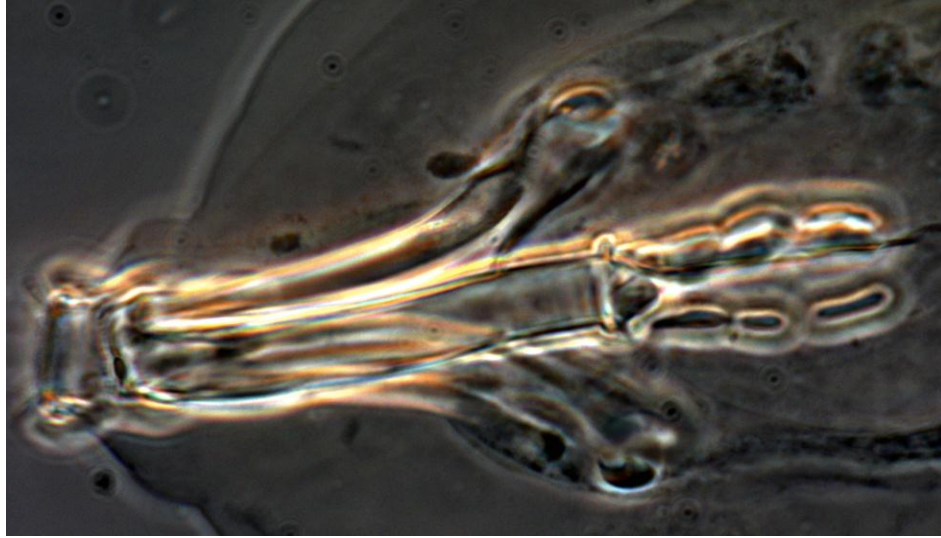


### 1.3.2 Bukkal farinjiyal aygıt

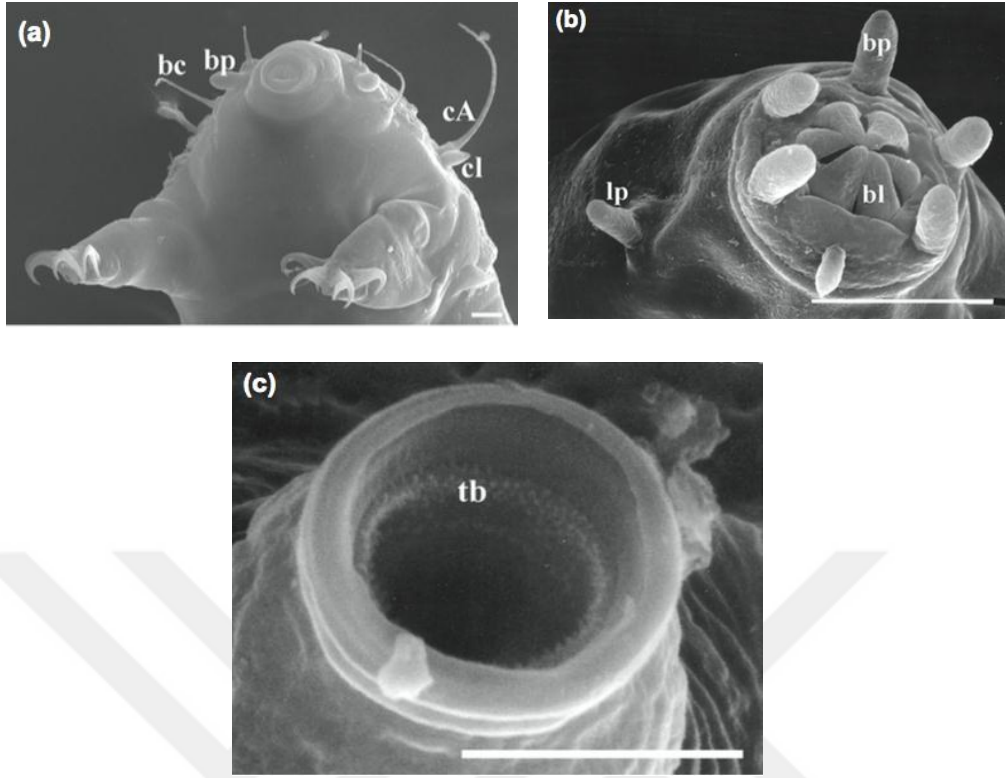
Bukkal farinjiyal aygıt özellikle Ötardigratlar için taksonomik bir karakter olup karmaşık bir yapıdadır. Ağız takip eden bukkal tüp, etçil türlerde geniş ve bazı *Macrobotus*'larda olduğu gibi ya da otçullarda daha dar olabilmektedir (Ramazzottius gibi) (Guidetti 2012a).

Temel olarak bir terminal veya yarı terminal ağız, bukkal halka, bukkal tüp ve çıkıntı şeklinde kas ekleri (stilet kasları), stilet mekanizması ve kaslı emici bir farinks içermektedir. Ağız çevresindeki dişli yapıların varlığı ve sayısı çok önemlidir. Milnesiidae familyasında 6 uzamış peribukkal papilla, 4 veya 6 peribukkal lamella mevcuttur (Şekil 1.9-1.11).

Spesifik olarak Heterotardigratlar şekil 1.12'de görüldüğü üzere dar bir bukkal tüpe sahiptir; ağızdan çıkmadan önce birbirini geçen uzunlamasına oluklu delici stiletler farinks çubukları ve farinks içindeki ikincil uzunlamasına kalınlaşmalar mevcuttur. Aksine Ötardigratlar bukkal tüpten daha kısa stiletlere sahiptir (Guidetti vd. 2013).

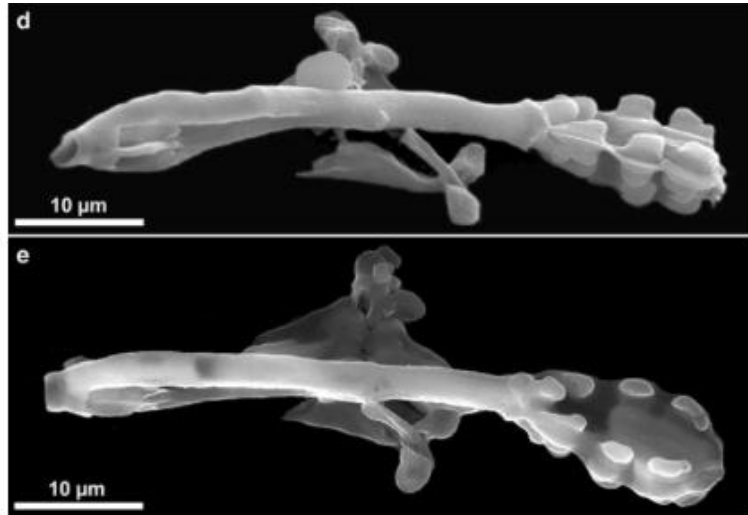


Şekil 1.9 *Paramacrobotus*'a ait bukkal farinjiyal aygıtın faz kontrast mikroskop görüntüsü

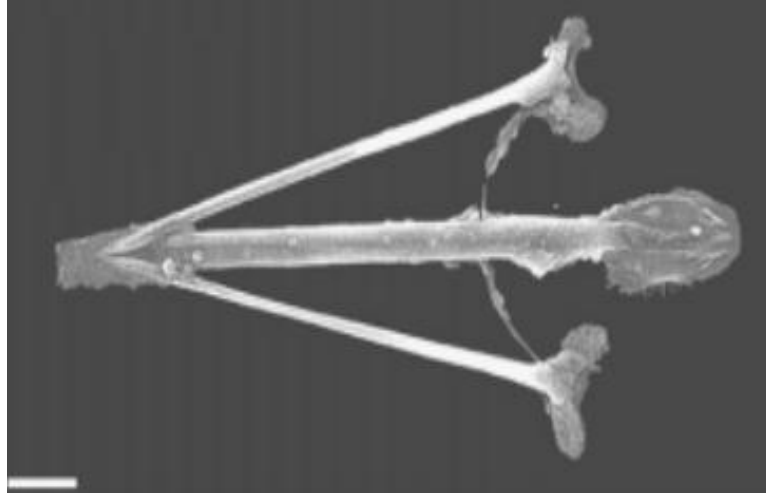


Şekil 1.10 Tardigrada şubesine ait bukkal farinjiyal aygıtın ağız yapısının SEM görüntüleri

a. Heterotardigrada *Antechiniscus parvisentus*; b. Eutardigrada *Milnesium tardigradum* (Bertolani vd. 2009). c. *Isohypsibius lunulatus* (Nelson vd. 2015). Not: bp.bukkal papilla, bc. bukkal cirri, cA.sirri A, cl.klava; bl.bukkal lamella, lp. lateral papilla, tb.diş bantları.

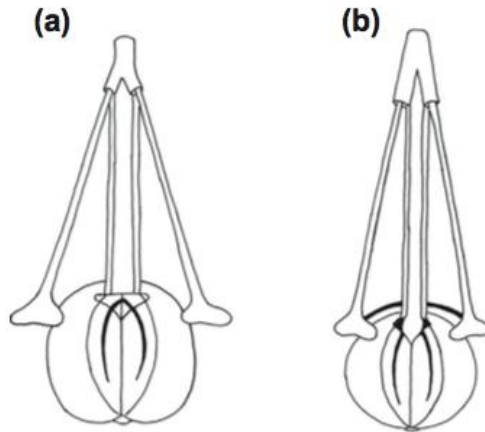


Şekil 1.11 SEM' de Eutardigrada'nın Bukkal Farinjiyal Aygıtı (Guidetti vd. 2012a)



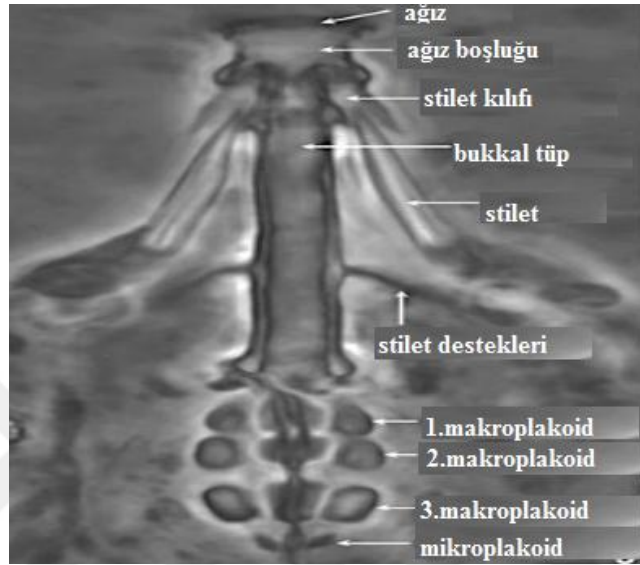
Şekil 1.12 Heterotardigrada'ya ait Bukkal-Farinjiyal Aygıtı (Rebecchi vd. 2008)

Bazı farklı cinsiyetteki ailelerde (Milnesiidae, Hypsibiidae, Macrobiotidae, Eohypsibiidae) ve bazı Echiniscid Heterotardigratlarda şekil 1.12'de olduğu gibi bukkal tüpten sonra, stilet desteklerinin hemen altında esnek halka şeklinde bir farinjiyal tüp ve farinks izlenmektedir. Stilet sistemi bitki ve hayvan hücrelerini parçalama görevini üstlenmiştir. Her biri 2 çıkıntıya sahip delici stilet ve stilet tabakası, stilet destekleri ve apofizlerden oluşmaktadır. Her bir çıkıntı kalsiyum karbonattan meydana gelmiştir. Stilet tabakası stilet kılıfına karşılık gelen bir ön silindirik bölümden ve çok ince bir tabaka ile bağlanmış olan stilet çatalına karşılık gelen arka bölümden oluşur. Stilet kasları iletilici kaslar ile stilet çatalını çektiğinde, delici stilet, stilet kılıfındaki deliklerden stilet tabakası boyunca dışarı itilir ve yiyecekler ağız boşluğuna girer (Guidetti 2012a).



Şekil 1.12.a. *Echiniscus*, b. *Pseudoechiniscus* (Kristensen 1987)

Farinjiyal lümeni kaplayan sucul Heterotardigrada'ya ait *Carphania fluviatilis* (Binda 1978) türünde çift sıralı üç kütiküler parça kütiküler kalınlaşma “plakoid” olarak adlandırılmaktadır ve bu plakoidler Ötardigratlar için taksonomik karakterlerdir (Şekil 1.13).



Şekil 1.13 *Isohypsibius coulsoni* bukkal aygıtı ve makroplakoidleri (Kaczmarek vd. 2012)

Makroplakoid olarak adlandırılan daha büyük ön plakoidler iki veya üç enine sıra halinde bulunmaktadır. Küçük arka plakoidler tek bir enine sıra halinde bulunabilirler. Aynı düzlemdeki her bir apofizle, mikroplakoid, bazı türlerde ise tek bir kalınlaşma septulum olarak bulunabilir. Mikroplakoid veya septulum mevcut ya da yok olabilir. Bunların varlığı veya yokluğu taksonomik olarak önem teşkil etmektedir (Nelson vd. 2015).

### 1.3.3 Kütikül

Suya karşı yüksek derecede dayanıklılık gösteren kütikül, ön ve arka bağırsak boyunca pürüzsüz, oyuklu veya kalınlaşmış plakalar halinde vücut yüzeyini örtmektedir. Epidermis tarafından salgılanan kütikül, kitin içeren 3 tabakadan oluşmaktadır bunlar; Epikütikül, İnttrakütikül ve Prokütikül'dür (Dewel vd. 1993).

Çoğu tatlısu tardigratları renksiz veya beyaz olmasına rağmen, bazı karasal türler bağırsak içeriği, vücut boşluğu hücreleri ve granüller nedeniyle, kırmızı, sarı, turuncu yeşil ve kahverengi pigmentasyon göstermektedirler.

Kütikül yapıları taksonomik sınıflandırmada önemli bir karakter olup, tardigratların iki sınıf olarak ayrılmasına neden olmuştur. Heterotardigratlarda baş kısmında yer alan sefalik sirri (saçak) bulunurken, Ötardigratlarda yoktur. Heterotardigratlar esas olarak deniz ve zırhlı karasal türleri içerirken, Ötardigratlar zırhsız tatlısu ve karasal türleri içermektedir. Yarı karasal heterotardigratlar boyut ve şekil olarak farklılık gösteren sefalik duyusal uzantı çiftine sahiptir. İç bukkal sirri, sefalik papilla, dış bukkal sirri ve yan sirrilerden oluşmaktadır.

Zırhlı tardigratlar cins ve türler arasında sayı ve şekil bakımından farklılık gösteren türe özgü desende olup, tek tek plakalara bölünmüş kalınlaşmış bir dorsal kütiküle sahip olan Heterotardigratlardır. Birkaç deniz taksonu ve karasal Echinisciidae familyası bu gruba dahil edilmiştir (Şekil 1.14).



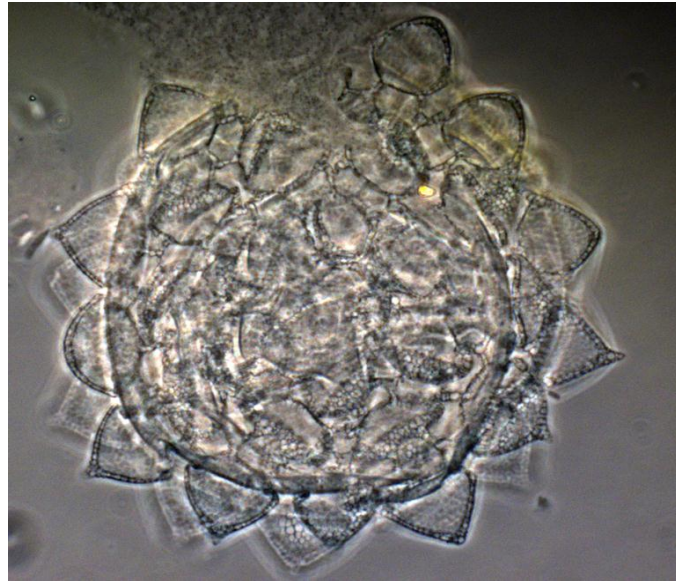
Şekil 1.14 Heterotardigratların genel görünümü

Zırhsız, çıplak türler tatlısu ve karasal Ötardigratlarla, Heterotardigratlara ait karasal Oreellidae ve tatlısu Carphaniidae türlerini içermektedir. Sefalik duyusal yapılar Ötardigratlarda sadece Apochela da mevcuttur. İki tane yan papilla ve 6 tane peribukkal (ağız) papilla bulunmaktadır. Diğer Ötardigratlar da ise duyusal uzantılar yoktur, fakat baş kısmında yer alan duyusal bölgelere sahiptirler.

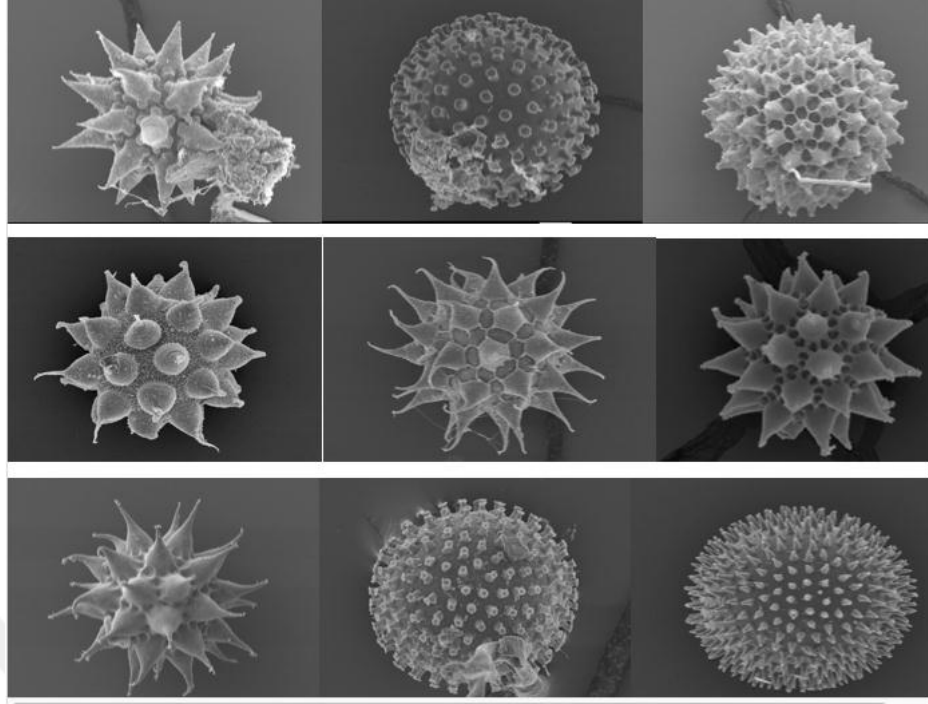
### 1.3.4 Yumurta

Yumurtalar özellikle tatlısu ve karasal türlerin tanımlanması ve benzer morfolojik özellik gösteren Ötardigrat türlerinin teşhisi için önemli morfolojik karakterlerdir.

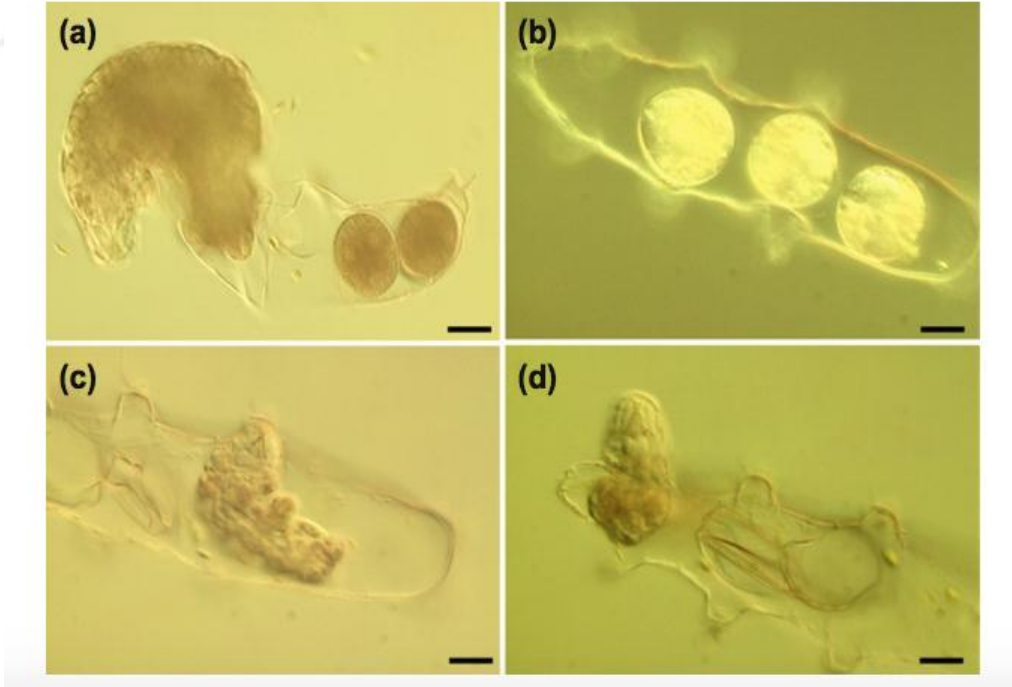
Yumurta süsleri *Macrobiotus*, *Paramacrobiotus*, *Murrayon*, *Minibiotus*, *Dactylobiotus*, *Acutuncus*, *Bertolanius*, *Eohypsibius*, *Ramazzottius*, *Hebesuncus* ve *Fractonotus*, Heterotardigrade ise *Oreella* türler için karakteristiktir. Süsler gözenek, ağısı yapı ve taksonomik önemi olan çok çeşitli şekiller içermektedir (Şekil 1.15-1.16 Yumurtalar küresel veya oval olup 50 ve 100 µm, bazen 235 µm büyüklükte olabilirler. Bunun dışındaki Ötardigratlar ve yarı karasal Heterotardigratların yumurtaları, yumurta kesesi içinde ve pürüzsüzdür (Şekil 1.17)



Şekil 1.15 Areolatus tipi yumurtanın Faz Kontrast Mikroskopi Görüntüsü



Şekil 1.16 Eutardigrada'ya ait çeşitli yumurta süsleri (Kaczmarek ve Jagadeesh 2017)



Şekil 1.17.a. *Diphascocon sp.* yumurta kesesi içindeki yumurtaların serbest bırakılması, b. Yumurta kesesindeki yumurta embriyoları, c. Yenidoğanın yumurta kesesinden çıkma denemeleri d. yenidoğanın yumurtadan çıkışı (Nelson vd. 2015)

## 1.4 Genel Biyolojisi

### 1.4.1 Sindirim sistemi

Sindirim sistemi ön, orta ve arka bağırsaktan oluşmaktadır (Dewel vd. 1993). Ön bağırsak (bukkal farinjiyal aygıt, özofagus) ve arka bağırsak kütikülle kaplıdır. Ötardigratlarda arka bağırsak ön kısımda, rektum ve kloaka bölünmektedir. Bu açıklık dördüncü çift bacakların hemen önündeki ventral enine yarık şeklindedir.

Heterotardigratlarda ise üreme ve sindirim sistemi birbirinden ayrılmıştır. Arka bağırsakta rektum, önde ise anüse açılan bir gonopor mevcuttur. Sindirimde bukkal tüpü, kütikül ile kaplı üçlü özofagus izler. Sindirim kanalının en büyük bölümü orta bağırsak olup kütikülle kaplı değildir. Sindirim bu kısımda gerçekleşmektedir. Ötardigratlar geniş bir orta bağırsak ve arka bağırsağa boşalan üç tane osmoregülasyon bezine (malphigi ) sahiptir.

Heterotardigratlarda osmoregülasyon düzenleyici bulunmamaktadır. Orta bağırsaktaki mide içeriği arka bağırsağa malphigi organlarından, osmoregülasyon ve idrar modifikasyonu için alınır. Ötradigratlarda arka bağırsakta bulunan rektum ve kloaka genital kanallarla boşaltımı yapılmaktadır.

### 1.4.2 Sinir sistemi

Sinir sistemi alt farinjiyal gangliona 3 ekle bağlanmış 3 loblu dorsal bir beyinden oluşmaktadır (Persson vd. 2012). Çoğu Arthrotardigratlar vücut segmenti duyu organlarıyla birlikte belirgin baş loblarına bölünmüştür (Hansen vd. 2012).

Heterotardigratlar, Ötardigratların aksine birçok sefalik duyu organları sergilemektedirler. Bunlar vücut boşluğundan uzayan sirri veya klava olarak adlandırılan duyu organı olarak işlev gören bir çift uzantıdan oluşmaktadır. *Macrobiotus* 'un ön baş bölgesinde bulunan 4 duyuusal bölge, ön-yanal duyuusal alan, ağız



bölgesi, alt ağız duyusal alan ve farinjiyal organda kemoreseptör ve mekanoreseptör olarak işlev görmektedir.

Birçok Ötardigrat ve Heterotardigrat türlerinde beyinde dorsa-lateral loblara gömülü pigment granülleri bulunan göz çukuru ve fotoreseptör bulunmaktadır

### **1.4.3 Kas sistemi**

Kas sistemi dorsal ve ventral uzunlamasına lifler, hareket için enine kaslar, stilet kasları ve bağırsak kaslarından, yumurtlamayı sağlayan kaslardan oluşmaktadır.

Her kas grubu, uzunlamasına iplikçikler ve enine kaslar içermektedir. Enine kaslar çoğunlukla bacaklarla ilişkilendirilmiştir. Sadece bir kısmı ventral ve lateral kas gruplarını kapsamaktadır.

Heterotardigratlarda *Echiniscus testudo* daha az sayıda kas lifiyle fakat daha büyük kalınlıkta basit bir kas yapısına sahiptir. *Echiniscus testudo*'nun her bir bağlantı noktası genellikle bir veya iki kas lifine bağlantılıdır (Marchioro vd. 2013).

### **1.4.4 Boşaltım sistemi**

Boşaltım, sırasıyla yanak bezlerinde besinin eritilmesi, birikmiş boşaltım granülleri içeren kütikülün dökülmesi, orta bağırsak ve boşaltım bezleri şeklinde gerçekleştirilir. Ötardigratlar malphigi adı verilen 3 tane salgı bezine sahiptir. Bu bezler osmoregülatör olarak işlev görmektedir. Bazı Echiniscidlerde boşaltım ve salgı organları, ikinci ve 3.ncü çift bacak seviyesinde vücut duvarının üzerinde yer alır ve vücut boşluğu içindeki malzemeyi kütiküle taşır.

### **1.4.5 Solunum ve dolaşım**

Özel solunum ve dolaşım sistemleri yoktur. Solunum kütikül yoluyla gerçekleşmektedir. Dolaşım vücut boşluğında sıvı ve vücut boşluğu hücreleri veya serbest yüzen depolama hücrelerinin hareketi ile sağlanmaktadır.

### **1.5 Ölü Devre (Kriptobiyozis)**

Tüm tardigratlar, habitatlarından bağımsız olarak suda aktif olmaları için vücudu saran bir su filmine ihtiyaç duydukları için sucullardır. Bununla birlikte çevresel koşullar elverişsiz durumdayken ölü duruma (durgunluk ve diapoza) girebilirler. Anoksibiyoz, Kriyobiyoz, Ozmobiyoz ve Anhidrobiyoz olarak 4 tip ölü devre geçirmektedirler (Guidetti vd. 2011b).

Diapoz; tardigratlarda çevresel faktörler tarafından indüklenir ve kistlenme, dinlenme yumurtası ile sonuçlanmaktadır. Bu evre organizmanın ekolojik rolü üzerinde önemli etkiye sahiptir (Guidetti vd. 2008).

#### **1.5.1 Anoksibiyozis**

Anoksiya olarak da adlandırılan kriptobiyotik durum, Tardigradayı çevreleyen suda düşük oksijen seviyelerinin neden olduğu bir haldir. Bu çevre stresine karşı tepki olarak canlı saatlerce veya günlerce ozmotik kontrol kaybından kaynaklanan su emilimi nedeniyle hareketsiz, şeffaf, sert ve uzamış bir yapı halini almaktadır. Bu duruma karşı birkaç saat veya 3 gün arasında değişen hayatta kalış süreleri vardır.

Ancak bazı türler 5 güne kadar yaşayabilmektedir. Ortama oksijen ilavesiyle canlılar birkaç saat içinde aktif duruma tekrar dönmektedirler. Anoksibiyozis karasal ve denizel tardigratlarda yaygın olarak görülmektedir.

### 1.5.2 Kriyobiyozis

Düşük sıcaklıklara bağlı olarak, kriyobiyozis canlının donma ve çözülme sürecine devam etmesini sağlayan, böylece kutup bölgelerinde yaşayan karasal tardigratların yaygınlaşmasını sağlayan bir kriptobiyozdur (Wright 2001, Hengher vd. 2009).

Donmuş tardigratlar birkaç yıl süreyle hayatta kalabilmektedirler. Karasal türlerde yapılan çalışma sonucunda anhidrobiyozis ve kriyobiyozise daha yatkın oldukları, sucul olanlarda daha az veya olmadığı gözlemlenmiştir (Guidetti vd. 2011a).

### 1.5.3 Ozmobiyozis

Yüksek ozmotik basınçlardan kaynaklanan bir kriptobiyoz türüdür. Özellikle deniz ve bazı yarı karasal türler geniş bir tuzluluğa tolerans gösterebilirler.

Çoğu tatlısu ve karasal tardigratlar iyonik güçlere sahip tuz çözeltisine konulduğunda kist (tun) oluştururlar (Şekil 1.18-1.19). Karasal tardigratların tun haline geçme süresi doğrudan iyon konsantrasyonuna bağlıdır. Deniz tardigratlarından *Echiniscoides sigismundi* (Schultze 1865), tatlısular da turgiz olarak ancak 3 gün hayatta kalabilmektedir. Canlılar normal ozmotik basınçta kaldıkları yerden hayatlarına devam etmektedirler.

### 1.5.4 Anhidrobiyozis

Buharlaşma sonucu su kaybıyla gerçekleşen kriptobiyoz şeklidir. Karasal Ötardigratlar ve Echiniscidlerde ortaya çıkan bir durumdur. Hemen hemen tüm deniz ve tatlısu tardigratları dehidrasyondan sağ olarak kurtulamaz ve kriptobiyoza giremez, ancak bununla ilgili deneysel kanıtlar çok az bulunmaktadır.

Canlıyı çevreleyen su buharlaştıkça, baş ve bacaklarını geri çekerek hareketsiz kalırlar. Serbest bağılı suyun % 95'ten büyük kısmını kaybederek metabolizmasını azaltır veya askıya alır. Su ekleme ile aktif hayata geri dönüşü çok yavaş şekilde yapılmalıdır.

Dehidrasyonun başarılı oluşu hücre koruyucu trehaloz, gliserol ve ısı şoku proteinlerinin sentezi ile ilişkilidir. Anhidrobiyotik durumda, tardigratlar çevresel faktörlere karşı oldukça dirençlidir.  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$   $+151\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklığa, yüksek basınç (600 MPa), vakum, radyasyon (X ışınları, gama) ışınları UV ve kimyasallar (Etanol,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{OSO}_4$ , metil bromür) (Rebecchi vd. 2011).

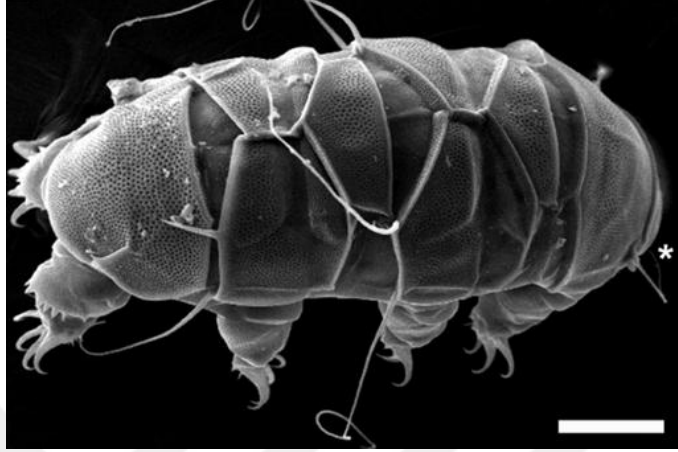
Yüksek kimyasal maddeler içeren suda, tardigratlar, çevresel toksinlere bir kriptobiyotik cevap olarak vücutlarını büzerek yanıt vermektedirler. Tunun oluşumu, anhidrobiyoz içine giren tardigratlar için kritik ve gerekli bir olaydır. Bu fizyolojik durumu on yıllar boyunca koruyabilmektedirler.

Tun oluşumu sadece kurumaya karşı değil çok düşük sıcaklıklara, vakum, yüksek basınç, radyasyon, aşırı pH seviyesine karşı dayanıklılık sağlamaktadır.

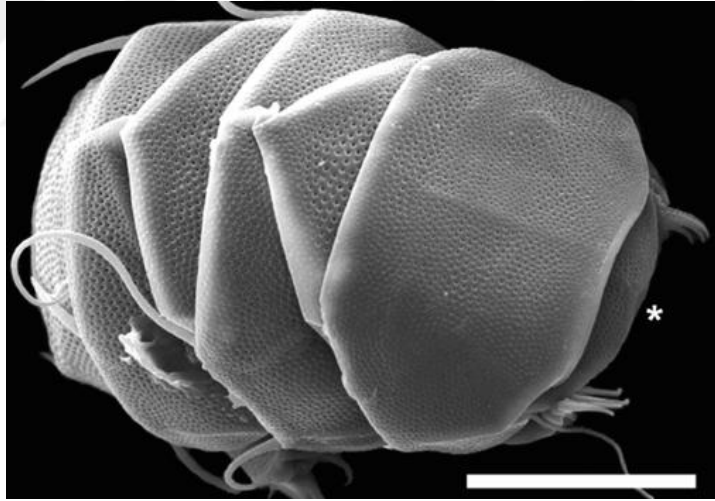
Anhidrobiyotik tardigratların ömrü, kriptobiyotik durumun içine girip çıkarak büyük ölçüde uzatılabilmektedir, yetişkinlerin ve yumurtaların atmosferdeki oksijen ve nem altında anhidrobiyozda uzun süreli kalmaları türlere bağılı olarak 20 yıla kadar sürmektedir (Rebecchi vd. 2007, Jorgensen vd. 2007). Bu aşırı durumlara karşı uyum seçici karbonhidrat ve proteinlerin sentezi, yüksek düzeyde antioksidan enzimler ve radikal toplayıcılar, fosfolipid içeren biyolojik membranlar ve güçlü DNA onarım mekanizmaları ile ilişkilendirilmiştir.

Tardigratların suda yaşayan canlılar oldukları, aktif beslenmeleri ve çoğalma hallerinde bulunmaları için suya bağımlı oldukları dikkat çekicidir. Gerçekten karasal türler kriptobiyozu girdikten sonra hayatta kalmaktadır. Tun evresine girme kabiliyetine sahip olan karasal türlerin yanında, sucul tardigratları denizel ortamda çevresel şartlar

kriptobiyoz durumuna zorlamamaktadır (Mobjerg vd. 2011). Ancak bunlarla ilgili çalışmalar çok azdır.



Şekil 1.18 Echiniscus testudo'nun aktif hali (Marchioro vd. 2013)



Şekil 1.19 Echiniscus testudo'nun tun hali (Marchioro vd. 2013)

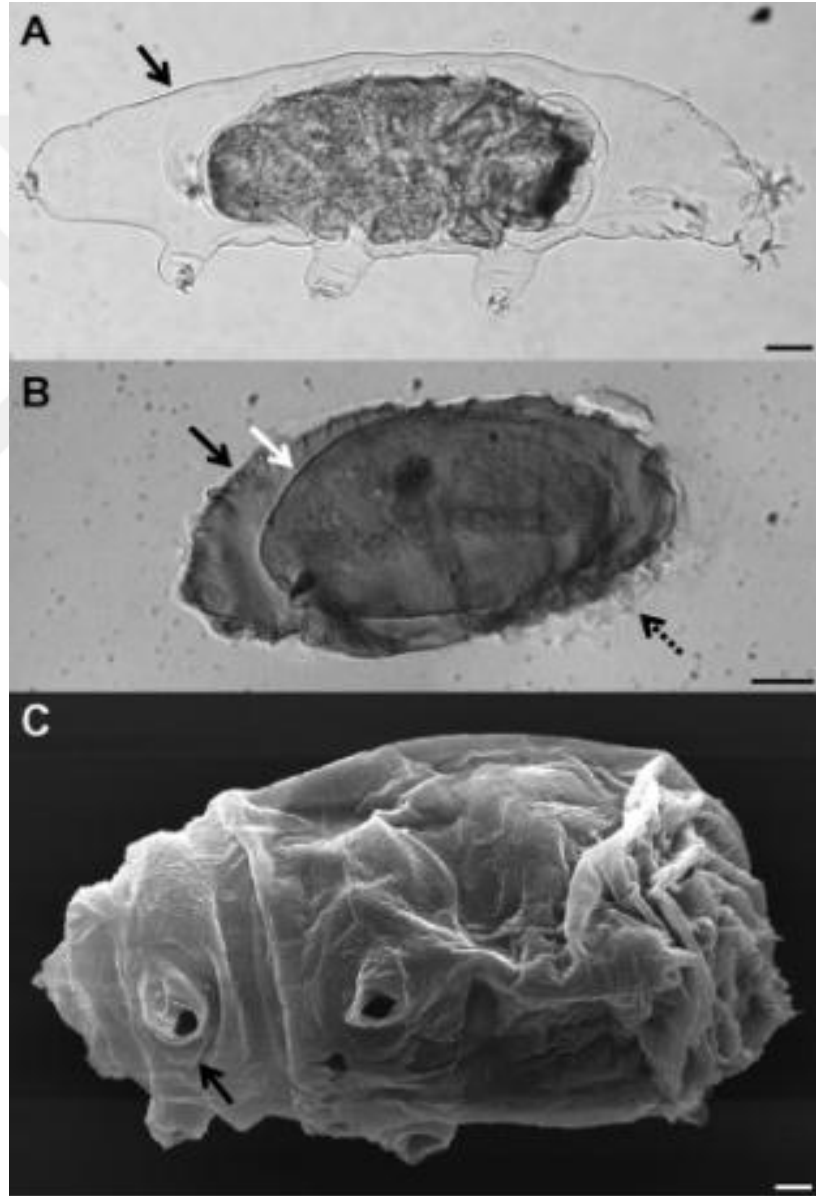
## 1.6 Diapoz

### 1.6.1 Kist oluşturma (Kese içine alma)

Bazı tatlısularda, yosunlarda ve toprak tardigratlarında kist hali gözlemlenmiştir. Tatlısu türlerinde bir tür kist tespit edilirken, karasal türlerde 2 tip bulunabilir (Guidetti vd.

2008). Kist oluşumunu tetikleyen faktörler bilinmemektedir. Ancak stresli çevresel koşullar bu oluşumu tetikleyebilmektedir.

Kistler kalın bir kütikular tabaka ile çevrelenmiş oval ve opak formdadır (Şekil 1.20). Canlının bacakları geri çekilir, tırnaklar değişikliğe uğrar, karanlık bir evre olan hareketsiz oval bir şekle dönüşür. Bu halde metabolik hızları yavaştır. Gıda rezervlerini tamamen tüketmeden aylar boyu hayatta kalabilmektedirler.



Şekil 1.20 Eutardigratlarda diapoz durumu (Guidetti vd. 2011)

## 1.6.2 Dinlenme yumurtaları

Yumurthanın dinlenme evresi tatlısuda bulunan *Paramacrobiotus richtersi* ile yapılan kültürle doğrulanmıştır (Altiero vd. 2010). Yumurtaların % 90'ı yumurtlamadan 30-62 gün sonra yumurtadan çıkarken, diğer morfolojik olarak benzer yumurtalar çevresel şartlar nedeniyle 90 gün sonunda yumurtadan çıkamamışlardır. *Bertolanius nebulosus*'un (Dastych 1983) yaşam döngüsünde iki tür yumurtası olduğu (kış ve yaz) bilinmektedir. Tardigratların dinlenme yumurtaları olumsuz koşullarla başa çıkmak için uyarılma stratejisi olarak kabul edilmektedir. Kriptobiyotik yumurtalar canlılar gibi fiziksel ve kimyasal strese dayanabilmektedirler.

## 1.7 Üreme ve Gelişme

Denizel tardigratlar neredeyse her zaman biseksüeldir. Hermafroditik türler çok nadirdir ve partenogenez yoktur. Biseksüel sucül ve karasal türlerde, özellikle Ötardigratlarda benzer sayıda erkek ve dişi olabilmektedir. Daha sık olarak yarı karasal türler yalnızca partenogenezle çoğalan dişilerden oluşmuştur. Örnek olarak Murrayidae familyası verilebilir. Bugüne kadar hiçbir erkek birey bulunamamıştır. Bu olay üç cinsin 26 tanımlı türünde cinsel üreme olmadan farklılaştığını ve aseksüel devamlılığı ortaya koymaktadır.

Diğer tatlısu ve karasal Ötardigrat ailelerinde aynı morfolojik türdeki bireyler biseksüel veya aseksüel popülasyon sergileyebilmektedir.

Üreme aparatı, tekli dorsal kaudal gonad, bir veya iki üreme kanalı bir gonopor ve bazı durumlarda seminal kaplar ve seminal keseler içermektedir (Rebecchi vd. 2000). Orta bağırsağa dorsal uzanan ve ligamentler tarafından vücut duvarına bağlı bir yumurtalık, testis veya ovotestis bulunmaktadır.

Gonad morfolojisi yaş, cinsiyet, tür ve üreme evresi ile değişmektedir. Örneğin yumurtalık boyutu oositler olgunlaştıkça önemli ölçüde artmaktadır.

Erkek Ötardigratlar kloaka açılan iki vasdeferense sahiptir. Dişide ise kloaka açılan bağırsağın sağ ya da sol tarafında sadece bir yumurtalık vardır.

Heterotardigratlarda gonopor şeklindeki cinsel dimorfizmine ek olarak, bazı ikincil cinsel karakterlerde gözlemlenmiştir (Rebecchi ve Nelson 1998). Erkekler genellikle dişilerden daha küçüktür bununla birlikte, olgun erkekler aynı popülasyonda olgunlaşmamış dişilerden daha büyük olabilir.

Bazı Heterotardigratlarda ilave cinsel dimorfizm olarak sefalik uzantılar özellikle klava bulunmaktadır. Birkaç Ötardigratta olgun erkekler ilk bacak çifti üzerinde modifiye edilmiş tırnaklara sahiptir. *Ramazottius oberhaueseri* ve *Macrobotus*'un bazı türlerinde erkeklerin arka bacaklarında lateral konik papilla bulunmaktadır.

Spermatogenezis genellikle bir veya ikinci deri değişiminden sonra başlamaktadır. Tüm tardigratların spermatozoaları flagellattır. Genellikle uzunlukları 25–100 µm uzunluğunda olup, akrozom ve nükleusla sarılmış olan uzun bir baş, bir orta parça ve 9-11 ince filamentten oluşan bir püskülle sonlanan kuyruktan oluşmaktadır. İlkel olarak kabul edilen Heterotardigrada spermatozoası daha kısadır. Küresel bir baş, gelişmemiş bir orta parça ve sivri bir flagellumdan oluşmaktadır. Bazı sucul Eutardigrada türlerinde orta parça yoktur ve spermler filiform yapıdadır.

Oogenez genellikle 2. deri değişiminden sonra ortaya çıkar. Karasal ve sucul türlerde oosit grupları senkronize olarak olgunlaşır. Çoğu türde, birlikte olgunlaşan oosit sayısı 2 ile 10 arasındadır. Otomatik sentezleme, mikropinositoz ve oositlere besin transferine yardımcı hücreler yumurta sarısı oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Birkaç *Macrobotus* türünün erkeklerinde, gamet gruplarının sürekli veya döngüsel olgunlaşması, yaşamın sonuna kadar olabilmektedir. Ötardigratların dişileri ve erkeklerde dahil olmak üzere ömürleri boyunca birkaç kez oosit üretebilirler.

Çiftleşme sadece birkaç tardigrat türünde gözlemlenmiştir. Ötardigratların spermatozoası iç dölleneğe uygundur. Tatlısu Ötardigratlarında ise modifiye spermin



transferi eş zamanlı ortaya çıkar ve dişi yumurtalıklarında spermatozoa bulunmaktadır (Rebecchi vd. 2000).

Bazı tatlısu türleri erkeğin bir veya daha fazla deri değiştirme öncesinde veya sırasında dişinin eski kütikülünün kloakal açıklığına spermlerini bırakır.

Deniz tardigratlarının spermatozoası dış dölleme için uygundur. Heterotardigratlarda dış dölleme çoğu zaman dişi gonopordan uzak, ventral kütikül içinde görülmektedir. Heterotardigratlarda sefalik duyu yapıları genellikle erkeklerde büyür ve çiftleşmede rol oynayabilir.

Dölleme çeşitlerinden çapraz dölleme biseksüel popülasyonlarda ortaya çıkar ve iki farklı genomun füzyonu nedeniyle genetik rekombinasyon avantajı sağlamaktadır. Hermafroditizm Ötardigratlarda nadirdir ve sadece birkaç deniz tardigratlarında görülmektedir.

Partenogenez ile çoğalma deniz türlerinde bilinmemektedir. Ancak sucül ve karasal türlerde daha fazla görülür (Bertolani 2001). Partenogenez her durumda sürekli gibi görünmektedir. Hem otomiktik hemde apomiktik partonegenез tespit edilmiştir. Karasal ve limnik ortamlarda ampimiktik diploid popülasyonları ve apomiktik poliploid veya nadiren diploid popülasyonları içerir. Otomiks kendi kendine döllemede olduğu gibi birkaç kuşak sonra homozigotluğa, genetik çeşitliliğin kaybolmasına yol açar. Apomiksis, sadece mutasyonların bir sonucu olarak heterozigot seviyesini korur. Partenogenez, yeni habitatları istila etmek için avantajlıdır.

Yarı karasal türlerin çoğunda, ince kabuklu pürüzsüz oval yumurtalar kütikül içinde biriktirilir (Rebecchi vd. 2000). Bu pürüzsüz yumurtalar Heterotardigrada ve çoğu Eutardigratlarda Apochela ve Parachela İsohypsibius, Hypsiibidae, Calohpsibiidae tipik örnekleridir. Bunlarda ebeveyn bakımı çok sınırlıdır ve bazı sucül tardigratlarda bulunabilir (Bertolani ve Rebecchi 1999). Hermafrodit *Borealibius zetlandicus* (Murray

1907) yumurtayla dolu olan yumurta keselerini terk etmezler. Yumurtalar yılın herhangi bir zamanında kara yosunu, liken ve toprakta bulunabilirler (Nelson 1982).

Tardigratlarda embriyonik gelişimin süresi, sıcaklığa göre değişmektedir. Embriyonik gelişim tamamlandığında olgunlaşmamış tardigrat yumurtadan arka bacaklarının hareketi ile ya da hidrostatik basınçtaki artış ile ortaya çıkmaktadır. Postembriyonik gelişim, hücrelerin deri değiştirmesi ve büyümesi ile gerçekleşmektedir. Yavru ve yetişkinlerin hücre sayısında belirgin bir değişiklik yoktur. Ötardigratlarda gelişim direktir. İlk yavrular yetişkinlere benzer fakat daha küçüktür ve olgunlaşmamış gonadlara, tırnaklarda ve bukkal aygıtta farklılıklar vardır.

Yarı karasal Heterotardigratlar iki gelişim aşaması göstermektedirler. Yenidoğan tardigratlar hem anüs hemde gonopora sahip değildir, sadece iki iç tırnağa sahiptir. İlk deri değişiminden sonra yetişkin evre 4 tırnaklı olup ve bir anüse sahiptir. İkinci deri değişiminden sonra olgun bir gonopora, anüse ve 4 tırnağa sahip bir birey halini alır. Heterotardigratlarda filament ve diken sayısı yaşla birlikte artmaktadır.

## **1.8 Yaşam Döngüsü**

### **1.8.1 Deri değişimi**

Genellikle 5-10 gün süren deri değiştirme tardigratların ömrü boyunca periyodik olarak ortaya çıkmaktadır. Bukkal tüp, plakoidler, stiletler ve stilet destekleri dahil tüm ön bağırsak bukkal açıklıktan dışarı atılır. Ağız açıklığı kapanır ve hayvan beslenemez. Bu simplex form bukkal farinjiyal aygıtın yokluğu ile karakterize edilmektedir.

Bukkal bezler, bukkal tüpün, stiletlerin ve stilet desteklerinin kesik yapılarını reforme ederken aparatın arka tarafı farinks ve özafagusun epitelyumu tarafından yeniden yapılandırılır. Aynı zamanda yeni vücut kütikülü altta bulunan epidermis tarafından sentezlenir ve yeni tırnaklar bacaklardaki tırnak bezleri tarafından üretilir. Yeni kütikül

üretimi tamamlandığında bukkal aparat ve tırnaklar görünür hale gelir. Değişim eski kütikülün terk edilmesiyle sona erer. Bu exuvium yumurta kesesi olarak kullanılır.

Tardigratların genel olarak vücut boyu her bir deri değişimi ile artarken maksimum boyuta ulaşana kadar devam etmektedir ve bazı durumlarda yiyecek eksikliği boyutta bir azalmaya neden olabilmektedir. Erken dönemde büyüme daha hızlı olmasına rağmen, cinsel olgunluktan sonra bile büyüme devam etmektedir.

### **1.8.2 Yaşam öyküsü**

Yaşam öyküsü özellikleri belirli bir üreme modu ile sıkı bir şekilde ilişkili görünmemektedir. Ancak farklı türler arasında değişiklik göstermektedir (Lemloh vd. 2011). Bazı tardigratların yaşam öyküsü vücut uzunluğu, bukkal tüp uzunluğu ve 4 ile 12 arasında değişen deri değiştirme sayısına göre tahmin edilmiştir.

Cinsel olgunluğa ikinci veya üçüncü deri değiştirme sonucu ulaşılır. Dişiler bireyin türüne, yaşına ve beslenme durumuna bağlı olarak her yumurtlamada 1 ile 60 yumurta bırakabilmektedir. Yumurta üretimi yetişkin hayatı boyunca devam eder. Aktif tardigratların yaşam ömrü (kriptobiyotik dönemler hariç) 3 ile 30 gün olduğu tahmin edilmektedir. Bu süre latent durumlar ile uzatılabilmektedir.

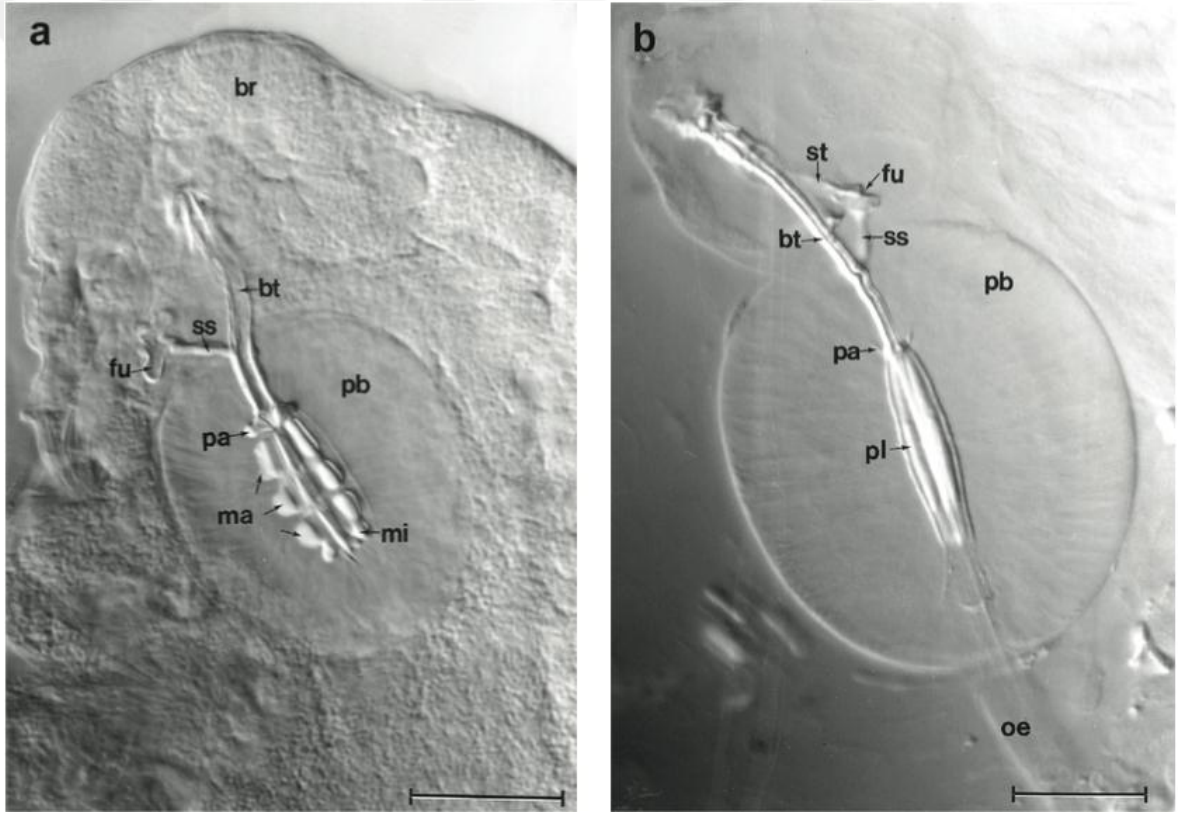
Suda yaşayan tardigratların anhidrobiyoz geçirme kabiliyeti çok az veya hiç olmadığından Deniz türleri için 3-4 aylık ömürler önerilmiştir. *M. hufelandi hufelandi* 3 ile 7 ay, *Echiniscus testudo* (Doyere 1840) 3 aydan fazla fakat laboratuvar ortamında 2 yıla kadar yaşam göstermiştir.

### **1.8.3 Siklomorfosis**

Bireylerdeki yıllık morfolojik ve fizyolojik değişiklikler olarak adlandırılan siklomorfosis denizde bulunan *H. crispae* de belgelenmiştir (Halberg vd. 2009). Süreç 3 aşamadan oluşmaktadır. Tam gelişmiş bukkal farinjiyal aygıt ve gonad ile aktif evre,

neredeyse hareketsiz olan eski kütikül ve dejenere olmuş bukkal farinjiyal aygıt simplex 1 evresi, ve tanımlayıcı karakterler de dahil olmak üzere eski kütikül olmadan bir cinsel olgunlaşma aşaması olan psödosimplex 2 aşaması (Şekil 1.20).

Siklomorfosis her popülasyonun bulunduğu yerle ilişkilidir. Örneğin simplex 1 aşaması sıcaklıklara dayanacak bir adaptasyon gibi görünen ve hayvanın yaz aylarında oksijen tükenmesi ve ısı stresinin sürelerini tolere etmesini sağlayan donma toleransıdır. Siklomorfosis özellikle canlının dağılımı bilinmediği için tanımlanmasını zorlaştırmıştır.



Şekil 1.20.a. normal plakoidler, b. siklomorfosisli plakoidler (Mobjerg vd. 2007)

br. beyin, bt. bukkal tüp, fu. furka ma. macroplakoid, mi. microplakoid, oe. özafagus, pa. farinjiyal apofiz, pb. farinjiyal ampül, pl. plakoid, ss. stilet desteği, st. stilet. Scale bars: a = 30  $\mu$ m, b = 20  $\mu$ m.

## 1.9 Genel Ekolojileri ve Davranış Şekilleri

### 1.9.1 Habitatları ve dağılışları

Tüm aktif bireyler suya gereksinim duysalarda tardigratların yaşadığı ortamlar genellikle deniz ve acı su, tatlısu, karasal ve yarı karasal habitatlardır. Yüksek sayıda türler karasal habitatlarda, geri kalanlar ise deniz ve yarı karasal alanlarda yaşayan türleri içermektedir. Birkaç istisna haricinde, denizel tardigratlar Heterotardigrada sınıfına aittir.

Deniz tardigratları kıta sahanlığı, sığ suları yanı sıra derin denizde bentik çökelti ve manganez yumruları üzerinde veya interdital zonda yaşamaktadır. Heterotardigratlar tatlısuda çok nadirdir. *Styraconyx hallasi* Kristensen (1977) tarafından deniz türü olmasına rağmen tatlısuda da bulunmuştur.

Eutardigrada sınıfı hem karasal hemde tatlısularda bulunmaktadır. Bazı türler her iki ortamda da yaşayabilmektedir. Plankton örneklerinde ara sıra bulunsalarda su bitkilerinin yüzeylerinde havuzda göllerde, nehirlerde, akarsuların kumlu çökeltilerin ara yüzeylerinde yer alan bentik organizmalardır. Çoğu tür littoral bölgede yaşarken bazı bireyler 150 metreye kadar olan göllerden de toplanmıştır.

Denizde bentik algler, Antartika gölleri akarsuları tardigratlar için verimli ortamlar oluşturmaktadır. Yeraltı sularının yanı sıra yeraltı mağaralarında da yaşarlar. Gerçek sucul Ötardigratların bacakları ve tırnakları oldukça uzundur. *Dactylobiotus*, *Macroversum*, *Pseudobiotus*, and *Thulinus* başlıca sucul türlerdir. Diğer türleri tipik olarak veya çoğu zaman suda yaşayan bir ya da daha fazla türe sahiptir. *Milnesium*, *Macrobiotus*, *Paramacrobiotus*, *Murrayon*, *Bertolanius*, *Eohypsibius*, *Doryphoribius*, *Microhypsibius*, *Mixibius*, *Ramajendas*, *Acutuncus*, *Hypsibius*, *Diphascon* ve *Isohypsibius*.

Isının absorbe edilmesiyle buzullarda oluşan delikler tardigratlar için özel bir yaşam alanı sağlar (Grongard vd. 1999 ) üç tardigrada türü *Hypsibius klebelsbergi* Mihelcic (1959) *Hypsibius janetscheki* Ramazzotti (1968), *Hypsibius thaleri* Dastych (2004) bu ortamda bulunmuştur.

Tatlısu tardigratları karasal türlere göre çok daha az incelenmiştir. Tatlısu tardigratlarının incelenmesi sırasında sediment, göllerde, yer altı sularında, nehirlerde, buzullarda sucul bitki örtüsünden toplanan 44 türün 17 si hidrofilik olarak teşhis edilmiştir (McFatter vd. 2007). Nearktik türleri içeren listede 72 tür tanımlanmış bunlardan 31'i hidrofilik olarak kaydedilmiştir.

Tardigrat türlerinin çoğu yosunlar, ciğerler ve çiçekli bitkiler, liken, gibi nemli karasal yaşam alanlarında yaşamaktadır. Nemli yosunlar üzerinde yaşayan hidrofilik tardigratlar ve çok çeşitli nem koşullarında yaşayan eutopik türler genellikle su yaşam alanlarında bulunur.

Ötardigratlar yüksek miktarda yaprak fosilleri altında bulunurken heterotardigratlar nadirdir veya hiç yoktur. Ağaç gövdelerinde kayalarında, duvarlarında çatlaklarında yaşayan yosunlar zaman zaman kurumaya maruz kalırlar ve çok çeşitli türler barındırırlar. Ama bu türler sucul tardigrat türleride içerebilir fakat uzun tırnaklı türler ile karakterize edilmezler (*Dactylobiotus*, *Pseudobiotus*). Buna karşılık aynı bölgede yaşayan yosun toplulukları ağaçlardaki likenlerden farklılık göstermektedir. Özellikle Arktik ve Antartik bölgede zengin türler yer almaktadır. Sucul türlerin aksine inorganik topraklarda yaşayan karasal Ötardigratlar kısa tırnaklı ve arkadaki tırnakların azalması hatta yokluğu ile karakterize edilmektedir. Genellikle likenler de *Ramazzottius*, *Echiniscus*, and *Milnesium* türleri sıklıkla görülmektedir.

Tardigratların tipik karasal habitatu, yeterli hava (düşük oksijene duyarlıdır), ıslak kuru koşullar, uygun yeterli yiyecek şeklindedir. Tardigratların az geçirgen veya geçirimsiz killi topraklarda veya kalın hücre duvarına sahip yoğun yosun gruplarında yaşaması daha az olasıdır. Genel olarak yosun ortamında yaşayan tardigratlar kutup ve ılıman bölgelerde daha yaygındır.

Yağmur taşkınlar eriyen karlar, kriptobiyotik formların yanı sıra aktif olarak taşınabilmesine rağmen, yumurtalar rüzgarla pasif olarak taşınmaktadır.

Karada yaşayan topluluklarda kuşlar, salyangozlar, akarlar, kırkayaklar ve böcekler tardigratların dağılmasına yardımcı olabilir. Boyutu, hareket hızı ve çevre habitatu tardigratların dağılımını etkileyen unsurlar arasındadır.

Tardigratların dağılımında diğer bir unsur yüksekliktir (Kaczmarek vd. 2011). Fakat bazı raporlar yükseklikle farklılık göstermemiştir. Herhangi bir yükseklikte tardigratların dağılımı esas olarak mikrohabitatları inceleyen sıcaklık ve nem gibi abiyotik faktörler tarafından belirlenmektedir.

### **1.9.2 Popülasyon dinamiği**

Hem karasal hemde tatlısulara popülasyon yoğunluğu farklıdır. Nüfus yoğunluğu için minimal ve optimal şartlar bilinmemektedir. Tardigrat popülasyonu yoğunluklarındaki değişiklikler, sıcaklık, nem, oksijen, hava ve su kirliliği, gıda mevcudiyeti, rekabet, predasyon ve parazitizm gibi çevresel koşullarla ilişkilidir.

Popülasyondaki mevsimsel değişimler liken, yaprak döküntüsü, toprak gibi karasal ortamda yaşayan türlerde gözlemlenir. Tatlısulardaki popülasyon dinamiği az bilinmektedir. Göllerde ve nehirlerde psammon bölgesinde nüfus yoğunluklarında da mevsimsel hidrofilik türler gözlemlenmektedir. Genellikle yüksek popülasyonun özellikle sonbahar ve ilkbahar aylarında, yaz mevsiminde ise daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Fakat *Dactylobiotus* sp. türü yaz aylarında soğuk bölgede yer alan sularda yüksek nüfusa sahip olabilmektedir (Schuster vd. 1977).

Kum sedimentte tardigrat yoğunluğu derinlikle artar ve dominant bir fauna haline gelebilmektedir. Tardigratlar hava ve su kirliliğinin etkilerini göstermek için biyoindikatör türler gibi görünmektedir. Yüksek ağır metal içeren kara yosunlarında tür

sayısı azalmıştır. Benzer şekilde sudaki SO<sub>2</sub> seviyesinin artması ile de tür çeşitliliğinin azaldığı tespit edilmiştir.

### 1.9.3 Beslenme şekilleri

Yarı karasal tardigratlar predatör olarak av besin zincirinde birincil tüketiciler olabilirler (Ramazzotti ve Maucci 1983, Schmid-Araya ve Schmid 2000, Hohberg ve Traunspurger 2005). Tardigrada yırtıcıları arasında oligoketler, nematodlar, akarlar, örümcekler, böcek larvaları ve diğer tardigratlar bulunmaktadır.

Parazitik protozoa ve mantarlar genellikle tardigratları enfekte etmektedir. *Milnesium tardigradum*, diğer mikrometazoları, özellikle nematodları ve rotiferleri avlarlar. Av olarak Nematodlarla yapılan kültürde *Paramacrobrotus richerti* 4 saat içinde 4.6 mg av tüketmiştir (tardigratların vücut kütlelerinin % 43'ü). Diğerleri bakteri ve detritus ile beslenirken, birçok tardigrat türü otçul, alg ve yosun gibi bitki materyali ile de beslenmektedir.

Denizel tardigratların beslenmeleri ile ilgili çok az bilgi edinilmiştir. Denizel tardigrat türü olan *Batillipes* alg ve diatomlarla beslendiği, yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.

Gıda ağları arasındaki beslenme etkileşimlerinin incelenmesi zordur. PCR aktif örneklerin bağırsağında bir kloroplast geninin sekansını tanımlamak için oldukça hassas bir yöntemdir (Schill vd. 2011). *Macrobrotus sapiens* bağırsağında bulunan diziler yosun ailelerinden elde edilmiştir. *Macrobrotus persimilis* (Binda ve Pilato 1972) ve *Echiniscus granulatus* (Doyere 1840) dizilerinde, yosun alglerinden Pottiaceae ve Erpodiaceae elde edilmiştir. Aynı Tardigrat türlerine besin olarak farklı türlerde alg türleri sunulmuş ve gıda tercihleri için PCR yöntemi kullanılmıştır. Buna ilave olarak sindirim hızını, kloroplastlardan gelen yeşil ışığın otofloresan emisyonu ile 48 saatlik bir süre boyunca takip edilmiştir. Yiyeceklerin mevcudiyeti ve seçimi yaşam tarihi parametrelerini ve popülasyon dinamiklerini etkilediği ortaya konmuştur.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tardigratları tanımlayan en eski metin Almanca olarak yazılmıştır. Alman Zoolog Johann Conrad Eichhorn 1767 yılında tardigratları keşfetmiştir fakat halka duyurmada başarısız olmuştur.

Tardigratlarla ilgili ilk araştırmalar 1773-1776 yılları arasına dayanmaktadır. Tardigratları ilk bulan ve tatlısu tardigratlarını tarif ettiği düşünülen Johann August Ephraim Goeze “küçük su ayısı” olarak adlandırma yapmış ve canlının bir taslağını çıkarmıştır.

Tardigratlar Lazzaro Spallanzani tarafından 1776 yılında yavaş adımlayan anlamına gelen “İl Tardigrada” olarak adlandırılmışlardır. Spallanzani bu canlının ilgi çekici özellikle kriptobiyozise girme özelliklerini keşfetmiş ve daha sonra 1776’da Lazzaro Spallanzani, rotiferlerin ve nematodların yeniden canlanması üzerine son derece algılayıcı gözlemlerini yayınlamıştır. Deneylei çok geniş bir ölçekte çeşitli sıcaklıklarda, farklı nem oranlarında, vakumda ve atmosferik basınçlarda ve farklı maddelerin, çeşitli gazların ve buharların varlığında gerçekleştirmiştir. Canlının kuruma aşamasından sonra aktif hayata geri dönüşünü, gerçek bir “diriliş” olarak yorumlamıştır.

Tardigratlarla ilgili yapılan diğer deneylerde, Rahm 26 saat boyunca sıvı hidrojen (-253 °C) içinde bir kriptobiyotik durumda Tardigradayı kullanmış, daha sonra 8 saat daha (yaklaşık -272 °C) sıvı helyuma maruz bırakmıştır ve sıcaklıkta kuvvetli değişiklikler meydana getirmiştir. (5 dakika boyunca -190 °C’de yosunla soğutmak ve sıcaklığı aniden 15 dakika içinde 151 °C’ye yükseltmek gibi). Her iki durumda da tardigratların testlerden kurtulduğunu ve tekrar aktif hayata döndüklerini ortaya koymuştur (Ramazotti ve Maucci 1983).

İlk deniz Tardigradası *Microlyda*’nın 1851 yılında Dujardin tarafından keşfedilmesinden sonra bilim adamları tarafından bu mikroskobik canlı deniz ekosisteminin nadir bir bileşeni olarak kabul edilmiştir (Kristensen ve Higgins 1984). 1865 yılında ise Schultze

tarafından deniz tardigradı *Echiniscoides sigismundi* tayin edilmiştir. Bu tür ilk kez Linnaean terminolojisine uygun olarak isimlendirilmiş bir tardigrat türüdür.

Schulz ise (1935,1951,1955) bir çok tür tanımlamış olmasına rağmen en önemli katkısı Renaud Mornant (1982) yapmıştır. 32 yayın üretmiş, 9 cins ve 27 türü literatüre kazandırmıştır. 1984 yılına kadar toplamda 22 cins ve 56 tür tanımlanırken, bugün 8 aile, 43 cins ve 198 türün teşhisi yapılmıştır. Bu sayı bilinen tardigratların sadece % 16' sını kapsamaktadır (Guidetti ve Bertolani 2005, Degma ve Guidetti 2007, Degma vd. 2015).

Deniz tardigratlarının kriptobiyozisten sağ çıkma oranları karasal türlere oranla düşük olduğu deneylerle ortaya konulmuştur (Marcus 1927).

Karasal ortamda yaşayan türlerin çevresel koşullara karşı çok yüksek sıcaklığa dayanması ve kriptobiyozis özellikleri nedeniyle günümüz uzay çalışmalarında yer almalarını sağlamıştır. 2007 yılında Jönsson bu çalışmalardan elde edilen bilgilere dayanarak astrobiyolojik çalışmalar için uygun model organizmalar olabileceğini göstermiştir. O zamandan beri uzay araştırmalarında tardigratların kullanılabilmesine dair bir çok makale yayınlanmıştır. Ayrıca kültüre daha rahat alınmaları ve yavru elde etme kolaylığı, potansiyel bir model türü olarak önemlerini dahada artırmıştır. 2008 yılında Horikawa vd. tarafından *Ramazzottius varieornatus* astrobiyoloji çalışmaları için model tür olarak önerilmiştir. Aynı yıl tardigratların geniş bir göktaşı boyunca uzayda dolaşabileceği ve panspermia teorisini doğrulayabileceği ileri sürülmüştür (Ono vd. 2008).

2007 yılında Foton M3 misyonu çalışmaları sırasında 3 proje yürütülmüştür. Uzay etkilerine karşı "Tardigrada Direnç Projesi" (TARSE), Foton M3 ün misyonunda ilk sırada yer almıştır. Amacı çevresel stresin, yaşam öyküsü özelliklerinin ve DNA hasarlarının uzay gemisinde bulunan Ötardigratlar üzerindeki etkisini incelemektir. Bu projede aktif ve anhidrobiyotik tardigratlar yerçekimi koşullarında radyasyona maruz bırakılmıştır ve yüksek sağ kalım oranı elde edilmiştir (Rebecchi vd. 2009c, 2011a).

Diğer bir proje Foton M3 misyonu olarak “Tardigrada Uzayda” (TARDİS) dır. Başlıca hedefi 2 türün *Milnesium tardigradum* ve *Richtersius coronifer*’in açık uzay alanından kurtulma şekillerini kontrol edebilmektir. Deneyle tardigratların uzay vakumuna maruz kalmadan hayatta kalabildiğini göstermiştir. Ancak UV güneş ışınması, galaktik kozmik radyasyon gibi faktörlerin eklenmesi sağ kalım oranını önemli ölçüde azaltmıştır (Jönsson vd. 2008).

3.ncü projenin misyonu ise “RoTaRad” (Rotifers, Tardigrada ve Radyasyon) olup, bilim adamları aşırı stres koşullarında seçilmiş türlerin uzun vadeli sağ kalım oranları ve doğurganlık üzerindeki etkilerini incelemiştir (Persson vd. 2011).

2011 yılında yapılan çalışmanın hedefi ise TARDİKİSS (Uzaydaki Tardigrada) uzayda uçuş stresine maruz kalma sırasında yaşam öyküsü özellikleri ve DNA hasarını tamir mekanizmalarını genişletmek olmuştur (Rebecchi vd. 2011b, Vukich vd. 2012). İlk olarak yerçekimi ve kozmik radyasyonun tardigratların sağ kalım oranını etkilemedikleri gözlemlenmiştir (Rebecchi vd. 2011b, Vukich vd. 2012). Bununla birlikte Rizzo vd. 2015 yılında ROS süpürücü enzimlerin aktivitelerinde, glutatyonun toplam içeriğinde yağ asitleri kompozisyonunda önemli farklılık gözlemlenmiştir.

Tardigratları içeren son uzay araştırma projesi “Phobos Yaşam Projesi”dir. Bilim adamları 34 ay süren gezegenler arası uçuş sırasında seçili organizmaların canlılığını test etmek istemişler fakat 15 Ocak 2012 yılında bütün aparatı taşıyan uzay aracı çarpmış ve Pasifik Okyanusu üzerinde yanmıştır (Erdmann ve Kaczmarek 2017).

Mobjerg vd. (2007), tardigratların siklomorfosizi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada *Halobiotus crispae*, Hysibiidae’ye ait bir deniz Ötardigratı kullanılmıştır. Bu türün bir özelliği, morfoloji ve fizyolojide, yani siklomorfosizde mevsimsel döngüsel değişikliklerin ortaya çıkmasıdır. *Halobiotus crispae* ilk olarak Grönland’da tanımlanmıştır. Yapılan çalışma Danimarka’da gerçekleştirilmiş olup Grönland’da pseudosimpleks 1 aşaması uzun kış döneminde meydana gelirken başka bir Danimarka’da bu aşama yaz aylarında ortaya çıkmıştır. Hatta uzamış bir pseudosimpleks 2 evresi bulunmaktadır. Burada ağız yapısında belirgin farklar

gözlemlenmiştir. Bunun nedeni yaz mevsiminde oksijenin tükenmesi ve ısı stresi dönemlerini tolere etmek amacıyla olduğu düşünülmektedir.

Türkiye tardigratları hakkında çok az kayıt bulunmaktadır. Türkiye’de bulunan türlere katkıda bulunan araştırmacılar Maucci tarafından (1973, 1975, 1978, 1979, 1980, 1981, 1985), Morgan (1977), Maucci ve Ramazotti (1981), Binda (1988), Kaczmarek ve Michalczyk (2009), Kaczmarek ve arkadaşları (2012), Kharkevych ve Sergeeva (2013), Ürkmez vd. (2018) olmuştur.

Türkiye’de sucul tardigratlarla ilgili çalışmalar çok sınırlı olup 2013 yılında Kharkevych ve Sergeeva’nın İstanbul Boğazında yaptıkları çalışma sonucunda *Dipodarctus subterraneus* (Renaud-Debyser 1959) and *Tanarctus ramazzottii* (Renaud-Mornant 1975) türleri Türkiye literatürüne kazandırılmıştır.

Ürkmez vd. (2018) ise Sinop kıyılarında *Megastygarctides sezginii* sp. türünü bularak katkıda bulunmuşlardır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

Çalışma; arazi, laboratuvar ve teşhis aşaması olmak üzere üç bölümden oluşmuştur.

#### **3.1 Arazi Aşaması**

İlk arazi çalışması sonbahar mevsiminde 08/10/2016-09/10/2016 ile 29/10/2016-30/10/2016 tarihleri arasında, ilkbahar arazisi; 08/05/2017-09/05/2017 ile 27/05/2017-28/10/2017 tarihleri arasında, Düzce ve Zonguldak ili çevresinde gerçekleştirilmiştir. Seçili arazilerden karasal alana ait örnekler ağaç ve kaya üzerinde bulunan liken, kara yosunu ve yaprak döküntüsünden toplanarak çalışılmıştır.

Denizel alana ait örnekleme ise kıyı şeridinde 1 metre derinlikten, denizel alandan tekne ile açılarak 10 metre derinliğe kadar bentik kepçesi yardımı ile dip sedimentten farklı derinliklerden, farklı lokasyonlardan örnekler alınarak inceleme yapılmıştır.

Araziden toplanan örneklerin çoğu ıslak veya nemli olduğu için laboratuvarda tezgah üzerine konulup kurutulmuştur. Su örnekleri ise % 4'lük formaldehit ile fiske edilip incelenmek üzere muhafaza edilmiştir. Daha sonra da örnekler etiketlenip çalışılmıştır. Arazi esnasında örnekleme yapılan yerin koordinatları, o anki hava sıcaklığı ve hava durumu gibi fiziksel faktörler not edilmiştir.

#### **3.2 Laboratuvar Aşaması**

Araziden getirilen karasal örnekler (kara yosunu, liken ve yaprak döküntüsü) ağzı su dolu bir kabın içine alınmış ve bir gün boyunca bekletilmiştir. Daha sonra 50 ve 600 µm'lik elekler kullanılarak örnekler süzülüp elekte kalan tortu kısım petri kabına alınmış ve Leica MZ16 A stereo mikroskopta incelenerek tardigratlar ve canlıların yumurtaları toplanmıştır. Elde edilen tardigratlar ve yumurtaları % 85'lik alkol çözeltisinde fiksasyon işlemine tabi tutulmuştur. Fikse edilen canlılar Hoyer's sıvısı (Blackman ve Eastop 2000) kullanılarak kalıcı preparatları yapılmıştır. Yapılan kalıcı

preparatların en az dört hafta kuruması beklenildikten sonra teşhis işlemi gerçekleştirilmiştir.

Denizel alana ait örnekler ise % 7'lik formaldehit ile fikse edilip Boraks ile nötrale edilmiştir. Laboratuvarında musluk suyu altında yıkanarak 45 µm'lik elekten geçirilmiştir. Süzüldükten sonra geriye kalan kısım petri kabına alınarak stereo mikroskobun altında incelenmiştir. Kalıcı preparatlar Hoyer's sıvısı ile hazırlanmıştır. Kalıcı preparatlar kuruduktan sonra Faz Kontrast Mikroskobu'nda teşhisleri yapılmıştır (Grimaldi ve D'Addabbo Gallo 2001).

Yumurtaların açılma süresi türden türe farklılık göstermektedir. Genellikle yumurtaların açılması minimum bir hafta, maksimum ise üç haftayı almaktadır (Alterio ve Rebecchi 2001). Canlı yumurtladığı anda hem yumurtalarının hem de canlının kalıcı preparatları yapılmıştır. Tür teşhisi yapılırken hem canlının morfolojik yapısı hem de süslü yumurtanın şekli kullanılarak tür düzeyinde tayin yapılmış, canlının sadece morfolojik yapısı kullanılarak ise cins düzeyinde tayini gerçekleştirilmiştir.

### **3.3 Elde Edilen Canlıların Teşhis Aşaması**

Kalıcı preparatları yapılan canlıların teşhisi Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü'nde bulunan Zeiss AxioVision 4.3 marka Faz Kontrast Mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Faz Kontrast Mikroskobu'nun yetersiz kaldığı durumlarda canlılar ve yumurtalar Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılarak teşhis edilmiştir. Örnekler Lorena ve Guidi'nin 1991 yılında yayınladığı teknik kullanılarak SEM mikroskobu için hazırlanmıştır. SEM mikroskopu için Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden hizmet alımı yapılmıştır.

Teşhis işleminde; Ramazzotti ve Maucci (1983), Guidetti vd. (2009), Pilato ve Binda (2010), Degma vd. (2015), Fontuora vd. (2017)'nin yayınlamış olduğu teşhis anahtarları kullanılmıştır. Bu kaynaklarının yanı sıra teşhis işleminin yapılamadığı durumlarda Modena ve Reggio Emilia Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü'nde bulunan Tardigrada şubesine ait holotip örnekleri kullanılarak tür teşhisleri yapılmıştır. Ayrıca

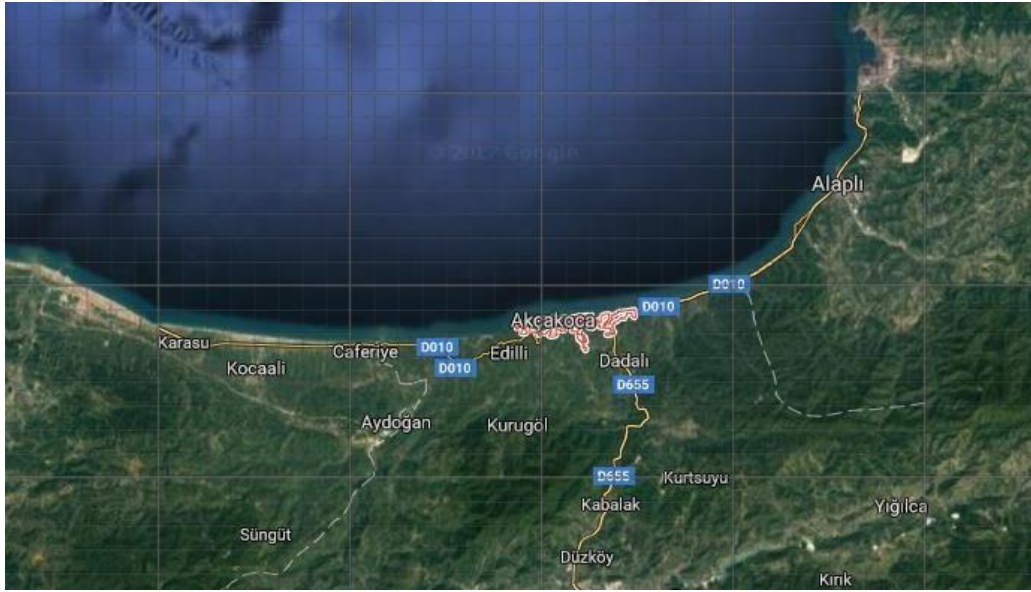
teşhisinde sorun yaşanan türlerin morfolojik yapılarının fotoğrafları mikroskop altında çekilmiş Prof. Dr. Lorena Rebecchi, Dr. Roberto Guidetti ve ayrıca su örnekleri için Porto Üniversitesi Fen Fakültesi'nden Prof. Dr. Paulo Fontoura ile internet ortamından veriler paylaşılıp fikirleri alınmıştır.



## 4. ANALİZ VE BULGULAR

### 4.1 Düzce Sonbahar Arazisinden Elde Edilen Bulgular

Sonbahar arazi çalışması 08/10/2016 - 09/10/2016 tarihleri arasında ilk olarak Düzce ili çevresi, Akçakoca Aktaş Şelalesi ve Fakıllı Mağarası'ndan örnekler alınarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen arazi alanlarına yapılan çalışmalarda herhangi bir problem ile karşılaşılmaş olup, daha önceden belirlenen plana sadık kalınmıştır. Sonbahar mevsiminde toplamda 72 canlı ve 19 yumurta elde edilmiştir. Elde edilen bazı canlıların teşhisinde kullanılan taksonomik yapılara rastlanılmadığı için cins düzeyinde teşhis edilmiştir. Alınan su örneklerinden herhangi bir canlıya rastlanılmamıştır.



Şekil 4.1 Akçakoca uydu görüntüsü (www.duzce.gov.tr 2017a)

Akçakoca, Batı Karadeniz coğrafi bölümünün en batısında ve Düzce ilinin deniz kenarındaki tek ilçesidir. Doğudan Zonguldak'ın Alaplı ilçesi, batıdan Sakarya'nın Kocaali ilçesi, güneyden Düzce'nin Yığılca ve Cumayeri ilçeleri, kuzeyden ise Karadeniz ile çevrilidir. 41.05 derece kuzey paraleli ile 31.07 doğu boylamı üzerinde yer alan Akçakoca 30 km'lik bir sahil şeridinde sahiptir (Şekil 4.1). Arazi günü hava sıcaklığı 24 °C'dir. Deniz suyu sıcaklığı, 20 °C ve pH: 8.5 olarak ölçülmüştür.



Akçakoca çevresi, Aktaş şelalesi şelale duvar örnekleri kara yosunu, liken, yaprak döküntüsü ve Fakıllı mağarasından ise mağara içi ve çevresi kaya üzeri kara yosunu, ağaç üzeri liken ve yaprak döküntüsü örnekleri toplanmıştır.

**Akçakoca Sahil Kıyısı ve Denizel Dip Sediment Örneklerinden Elde Edilen Bulgular:**Akçakoca sahil kenarı boyunca belirlenen 41°05'26.1"N 031°08'19.6"E, 41°05'26.0"N 031°08'20.00"E ve 41°05'26.0"N 031°08'17.5"E koordinatlarındaki 3 bölgeden örnekleme yapılmıştır.

Kıyıda tekneyle açılarak ise 2 metre derinlik ve 41°05'531"N 031°07'129"E, 3 metre derinlik ve 41°05'608"N 031°08'529"E, 4 metre derinlik ve 41°05'439"N 031°07'261"E koordinatlarında bulunan 3 ayrı bölgeden denizel örnekler toplanmıştır. Toplanan örneklerde yumurta elde edilmiş fakat canlıya rastlanmadığından canlı teşhisi yapılamamıştır.

**Düzce ili Çevresinden Elde Edilen Bulgular:** Kara yosunu, liken ve yaprak döküntüsünden alınan örneklerden toplamda 38 canlı ve 11 yumurta elde edilmiştir (Çizelge 4.1). İnceleme sonunda *Macrobotus hufelandi hufelandi*, *Hypsibius dujardini*, *Ramazottius oberhauseri* olmak üzere 3 canlının tür düzeyinde, *İsohypsibius* sp. ise cins düzeyinde teşhisi yapılmıştır.

Çizelge 4.1 Düzce ili çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler

	Liken Örnekleri	Yaprak Döküntüsü	Kara Yosunu Örnekleri
<i>Macrobotus hufelandi hufelandi</i>	8	9	7
<i>İsohypsibius</i> sp.		2	1
<i>Hypsibius dujardini</i>		4	2
<i>Ramazottius oberhauseri</i>	5		

**Akçakoca Aktaş Şelalesi ve Civarından Elde Edilen Bulgular:** Aktaş Şelalesi, İstanbul ve Ankara'nın sahille kesiştiği noktada 41°0'32.13"N ve 31° 2'34.83"E

koordinatlarında bulunan Düzce'nin Akçakoca ilçesinin Aktaş köyü sınırlarındadır. Akçakoca şehir merkezine 11 km'dir. Yürüyüş parkuru yaklaşık 10 km alanı kapsamaktadır. Bu alandan ağaç üstü liken, kaya ve şelale yanı duvar üzeri kara yosunu ve yaprak döküntüsü örnekleri toplanmış bunun sonucunda 14 canlı ve 1 yumurta elde edilmiştir (Çizelge 4.2). Bunlardan *Echiniscus merokensis merokensis*, *Hypsibius dujardini*, *İsohypsibius sismicus*, *İsohypsibius hadzii* türlerinin teşhisleri yapılmış olup, yumurta elde edilemediğinden *Macrobiotus* sp., cins düzeyinde teşhis edilebilmiştir. Teşhisi yapılan türlerden *İsohypsibius hadzii* ise Türkiye için yeni kayıttır.

Çizelge 4.2 Liken, yaprak döküntüsü ve yosun örneklerinden elde edilen türler

	Liken Örnekleri	Yaprak Döküntüsü	Kara Yosunu Örnekleri
<i>Echiniscus merokensis merokensis</i>			4
<i>Hypsibius dujardini</i>		2	
<i>İsohypsibius sismicus</i>			2
<i>Macrobiotus</i> sp.	1	3	
<i>İsohypsibius hadzii</i>		2	

**Akçakoca Fakıllı Mağarası ve Çevresinden Elde Edilen Bulgular:** Fakıllı Mağarası ve çevresi 1995 yılında 1. Derece Doğal Sit Alanı olarak tescil edilmiştir. Düzce'nin kuzeyinde, Akçakoca ilçesi sınırları içerisinde 41°03'134"N ve 031°10'656"E koordinatlarında yer alan Fakıllı Mağarası Bölgesi Doğal Sit Alanı, 2,40 hektar büyüklüğe sahiptir. Yerleşim yeri ve tarım alanlarının bulunduğu alan, flora ve fauna özelliklerinin yanında karstik özellikteki Fakıllı Mağarası ile önem kazanmaktadır.

Fakıllı Mağarası, yatay olarak gelişmiş, yer yer geçit özelliği gösteren düden karakterinde bir mağaradır. Birbirine bağlı iki ayrı girişi bulunmaktadır. Mağaranın uzunluğu 1012 metre olarak haritalanmıştır. Mağaranın içerisindeki bazı galerilerde aktif damlataş oluşumu devam etmektedir.

Fakıllı mağarasından mağara içi kaya üzeri kara yosunu, mağara içi yaprak döküntüsü, mağara çevresi kaya üzeri kara yosunu ve yaprak döküntüsü örnekleri toplanmıştır. Toplamda 20 canlı ve 5 yumurta elde edilmiştir (Çizelge 4.3). *Diphascon nobilei*, *Hypsibius microps*, *Hypsibius dujardini*, *Paramacrobotus richtersi*, *İsohypsibius sismicus* türlerinin teşhisi yapılmıştır. *Ramazottius* sp. ise canlı parçalanmış olduğundan sadece tırnak yapısı ile cins düzeyinde teşhis edilmiştir.

Çizelge 4.3 Fakıllı Mağarası ve çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler

	Liken Örnekleri	Yaprak Döküntüsü	Kara Yosunu Örnekleri
<i>Diphascon nobilei</i>		1	
<i>Hypsibius microps</i>			4
<i>Paramacrobotus richtersi</i>		2	5
<i>Hypsibius dujardini</i>		2	
<i>İsohypsibius sismicus</i>			4
<i>Ramazottius</i> sp.	2		

#### 4.2 Zonguldak Sonbahar Arazisinden Elde Edilen Bulgular

Sonbahar arazi çalışması 29/10/2016 - 30/10/2016 tarihleri arasında Zonguldak Karadeniz Ereğli, Zonguldak Merkez ve Cehennem Ağız Mağaraları'ndan örnekler alınarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen arazi alanlarına yapılan çalışmalarda herhangi bir problem ile karşılaşılma olmamış olup daha önceden belirlenen plana sadık kalınmıştır. Sonbahar mevsiminde toplamda 60 canlı ve 15 yumurta elde edilmiştir (Çizelge 4.4). Elde edilen bazı canlıların teşhisinde kullanılan taksonomik yapılara rastlanılmadığı için cins düzeyinde teşhisleri yapılmıştır. Karadeniz Ereğli ve Kapuz Plajı'ndan alınan su örneklerinden herhangi bir canlıya rastlanılmamıştır.

**Zonguldak Sahil Kıyısı ve Denizel Dip Sediment Örneklerinden Elde Edilen Bulgular:** Zonguldak Kapuz Plajı sahil kenarı boyunca belirlenen koordinatlardaki  $41^{\circ}28.322'N$   $031^{\circ}48.179'E$ ,  $41^{\circ}28.292'N$   $031^{\circ}48.185'E$  ve  $41^{\circ}28.274'N$   $031^{\circ}48.175'E$  3 bölgeden örnekleme yapılmıştır (Şekil 4.1). Karadeniz Ereğli Limanı kıyından tekne ile 3 metre derinlik ve  $41^{\circ}16.471' N$   $031^{\circ}25.183'E$ , 4 metre derinlik ve  $41^{\circ}16.689' N$   $031^{\circ}24.963' E$ , 3 metre derinlik ve  $41^{\circ}16.471' N$   $031^{\circ}25.183'E$  koordinatlarında bulunan 3 ayrı bölgeden denizel örnekler toplanmıştır. Sonbahar arazisinde olduğu gibi herhangi bir canlıya rastlanılmamıştır.



Şekil 4.1 Sahil kıyı örnekleme

**Zonguldak İli ve Çevresinden Alınan Örneklerden Elde Edilen Bulgular:** Zonguldak, Batı Karadeniz Bölgesi'nde, Karadeniz'e batı ve kuzeyden kıyısı olan bir ildir.  $3.310 \text{ km}^2$ 'lik yüzölçümüyle Türkiye topraklarının binde altısını kaplar. Karadeniz kıyılarından başlayan il toprakları, kuzeyden Karadeniz, kuzeydoğudan Bartın, doğudan Karabük, güneyden Bolu, batıda Düzce illeriyle çevrilidir (Şekil 4.2).

Zonguldak ili ılıman Karadeniz ikliminin etkisi altındadır. Her mevsimi yağışlı ve ılık olan Zonguldak'ta kurak mevsime rastlanılmamaktadır. En fazla yağış sonbahar ve kış mevsimlerinde görülür. Yıllık ortalama sıcaklıklarda il genelinde önemli bir farklılaşma

yoktur. Haziran, temmuz ve ağustos ayları ilin en fazla güneşli günlerin yaşandığı aylardır. Arazi günü hava sıcaklığı 13 °C'dir. Deniz suyu sıcaklığı, 19 °C ve pH: 8.0 olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.2 Zonguldak uydu görüntüsü (www.zonguldak.gov.tr 2017b)

Zonguldak Cehennem Ağızı Mağara içi ve çevresinden kara yosunu, liken, yaprak döküntüsü örnekleri toplanmıştır (Şekil 4.3).

Karadeniz Ereğli merkezde bulunan Cehennem Ağızı Aağaraları Karadeniz Ereğli Müzesi'ne yanyana sıralanmış üç mağaradan oluşmaktadır. Bu mağaralardan alınan kaya üzeri kara yosunu örneklerinden toplamda 38 canlı ve 10 yumurta elde edilmiştir. Teşhisi yapılan canlılar arasında *Paramacrobionus areolatus* türü Türkiye için nadir bulunan bir türdür. Ayrıca yumurtası olmadığı için cins düzeyinde *Macrobionus sp.*, *Paramacrobionus richerti* ise tür düzeyinde teşhis edilmiştir.



Şekil 4.3 Cehennem Ağız Mağaraları girişi yosun örnekleri (www.eregionder.com 2018)

Zonguldak ili ve mağara çevresi yaprak döküntüsü örneklerinden toplamda 16 canlı 3 yumurta elde edilmiştir. Bunlardan *Macrobiotus hufelandi hufelandi*, *Hypsibius dujardini*, *Isohypsibius hadzii* tür düzeyinde, cins düzeyinde ise *Macrobiotus* sp.'nin teşhisi yapılmıştır. Ayrıca mağara yosun örneklerinden Türkiye için yeni kayıt olan *Paramacrobiotus klymenki* türüne bu alanda rastlanılmıştır.

Mağara çevresinden toplanan liken örneklerinden toplamda 6 canlı ve 2 yumurta elde edilmiş olup *Paramacrobiotus areolatus*, *Paramacrobiotus klymenki* türlerinin teşhisleri yapılmıştır.

Çizelge 4.4 Zonguldak İli çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler

	Liken Örnekleri	Yaprak Döküntüsü	Kara Yosunu Örnekleri
<i>Macrobotus hufelandi hufelandi</i>		8	6
<i>Paramacrobotus areolatus</i>	2		3
<i>Hypsibius dujardini</i>		6	
<i>İsohypsibius hadzii</i>		1	
<i>Paramacrobotus richertsi</i>			5
<i>Paramacrobotus klymenki</i>	2		3
<i>Macrobotus sp.</i>	2	9	13

### 4.3 Düzce İlkbahar Arazisinden Elde Edilen Bulgular

Düzce ilkbahar arazi çalışması 14/05/2017 - 15/05/2017 tarihleri arasında belirlenen arazi alanlarına yapılan çalışmalarda herhangi bir problem ile karşılaşılmamış olup daha önceden belirlenen plana sadık kalınmıştır. Sonbahar mevsiminde olduğu gibi Akçakoca çevresi, Aktaş Şelalesi, şelale duvar örnekleri kara yosunu, liken ve yaprak döküntüsü, Fakıllı Mağarası'ndan ise mağara içi ve çevresi kaya üzeri kara yosunu, ağaç üzeri liken ve yaprak döküntüsü örnekleri toplanmıştır.

İlkbahar mevsiminde toplamda 108 canlı ve 23 yumurta elde edilmiştir. Elde edilen bazı canlıların teşhisinde kullanılan taksonomik yapılara rastlanılmadığı için cins düzeyinde teşhis edilmiştir.

**Akçakoca Sahil Kıyısı ve Denizel Dip Sediment Örneklerinden Elde Edilen Bulgular:** Akçakoca sahil kenarı boyunca belirlenen 41°05'428"N 031°08'428"E, 41°05'428"N 031°08'336"E ve 41°05'420"N 031°08'184"E koordinatlardaki 3 bölgeden örnekleme yapılmıştır. Kıyıdan tekneyle açılarak 5 metre derinlik ve 41°05'869"N 031°05'573"E, 5 metre derinlik ve 41°05'531"N 031°07'129"E, 7 metre

derinlik ve 41°05'439"N 031°07'261"E koordinatlarında bulunan 3 ayrı bölgeden denizel örnekler toplanmıştır (Şekil 4.4). Arazi günü hava sıcaklığı 27 °C'dir. Deniz suyu sıcaklığı, 21 °C olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.4 Akçakoca İlkbahar arazisi denizel alan örnekleme

Yapılan örnekleme sonucunda 2 adet sucul Tardigrada'ya rastlanılmıştır. Bulunan 2 canlının cinsi Halechiniscinae alt ailesine ait *Halechiniscus* sp. olarak belirlenmiştir.

**Düzce ili ve çevresinden elde edilen bulgular:** Düzce ili çevresinden toplanan kara yosunu örneklerinden 16 canlı 3 yumurta, ağaç üstü liken örneklerinden 53 canlı 12 yumurta ve yaprak döküntüsü örneklerinden 8 canlı 1 yumurta elde edilmiştir. Bunlardan *Macrobiotus persimilis*, *Macrobiotus areolatus*, *Hypsibius dujardini*, *Hypsibius microps*, *Isohypsibius macrodactylus*, *Ramazottius oberhauseri* ve *Milnesium tardigradum* türlerinin teşhisi yapılmıştır (Çizelge 4.5).



Çizelge 4.5 Düzce ili çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler

	Liken Örnekleri	Yaprak Döküntüsü	Kara Yosunu Örnekleri
<i>Macrobotus persimilis</i>	9		
<i>Milnesium tardigradum</i>	5		
<i>İsohypsibius macrodactylus</i>	3	2	
<i>Hypsibius dujardini</i>	7	3	
<i>Hypsibius microps</i>		2	
<i>Ramazottius oberhauseri</i>	3		2
<i>Paramacrobotus areolatus</i>	4		2
<i>Macrobotus</i> sp.	11		4
<i>İsohypsibius</i> sp.	6		5
<i>Macrobotus hufelandi hufelandi</i>	5	1	3

Akçakoca şelale örneklerinden elde edilen yosun, liken ve yaprak döküntüsü örneklerinden 16 canlı 4 yumurta ve bir yumurta kesesi toplanmıştır (Çizelge 4.6). Bunlardan *Macrobotus hufelandi hufelandi*, *İsohypsibius marcellinoi* türlerinin teşhisi yapılmıştır. Teşhisi yapılan türler arasında *İsohypsibius marcellinoi* Türkiye için yeni kayıttır.

Çizelge 4.6 Akçakoca Şelalesi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler

	Liken Örnekleri	Yaprak Döküntüsü	Kara Yosunu Örnekleri
<i>Macrobotus hufelandi hufelandi</i>	3		
<i>İsohypsibius marcellinoi</i>		3	
<i>Macrobotus</i> sp.	2	4	4

Mağara kara yosunu, liken ve yaprak döküntüsü örneklerinden 13 canlı ve 3 yumurta elde edilmiştir (Çizelge 4.7). *Hypsibius microps*, *İsohypsibius sismicus*, *Macrobiotus hufelandi hufelandi* türü teşhis edilmiştir. *Hypsibius* sp.'nin ise cins düzeyinde teşhisi yapılabilmektedir.

Çizelge 4.7 Düzce ili çevresi liken,yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler

	Liken Örnekleri	Yaprak Döküntüsü	Kara Yosunu Örnekleri
<i>Hypsibius microps</i>		3	
<i>İsohypsibius sismicus</i>			3
<i>Macrobiotus hufelandi hufelandi</i>	1		2
<i>Hypsibius</i> sp.		4	

#### 4.4 Zonguldak İlkbahar Arazisinden Elde Edilen Bulgular

Zonguldak ilkbahar arazi çalışması 27/05/2017-28/05/2017 tarihleri arasında belirlenen arazi alanlarına yapılan çalışmalarda herhangi bir problem ile karşılaşılmamış olup daha önceden belirlenen plana sadık kalınmıştır. İlkbahar mevsiminde toplamda 136 canlı ve 13 yumurta elde edilmiştir. Elde edilen bazı canlıların teşhisinde kullanılan taksonomik yapılara rastlanılmadığı için canlılar cins düzeyinde teşhis edilmiştir.

**Zonguldak Sahil Kıyısı ve Denizel Dip Sediment Örneklerinden Elde Edilen Bulgular:** Zonguldak Kapuz Plajı sahil kenarı boyunca 41°28'16.8"N 031°48'10.9"E, 41°28'16.0"N 031°48'10.7"E 41°28'15.6"N 031°48'10.3"E belirlenen koordinatlardaki 3 bölgeden örnekleme yapılmıştır. Karadeniz Ereğli Limanı kıyından tekne ile 2 metre derinlik ve 41°16.330'N 031°25.029'E, 3 metre derinlik ve 41°16.390'N 031°25.121'E, 4 metre derinlik ve 41°16.512'N 031°25.123'E koordinatlarında bulunan 3 ayrı bölgeden denizel örnekler toplanmıştır. Sonbahar arazisinde olduğu gibi herhangi bir canlıya rastlanılmamıştır.

Arazi günü hava sıcaklığı 28 °C'dir. Deniz suyu sıcaklığı, 21.2 °C olarak ölçülmüştür. Zonguldak çevresi kara yosunu, liken ve yaprak döküntüsü örneklerinden 33 canlı ve 3 yumurta elde edilmiştir (Çizelge 4.8). *Macrobiotus* sp., *Hypsibius* sp. cinsleri, *Hypsibius dujardini* ve *İsohypsibius macrodactylus* türünün teşhisi yapılmıştır.

Çizelge 4.8 Zonguldak ili çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler

	Liken Örnekleri	Yaprak Döküntüsü	Kara Yosunu Örnekleri
<i>Macrobiotus</i> sp.	10		
<i>Hypsibius</i> sp.	1		1
<i>Hypsibius dujardini</i>		3	
<i>İsohypsibius macrodactylus</i>			6
<i>Macrobiotus hufelandi hufelandi</i>			12

Cehennem Ağız Mağaraları ve çevresinden toplanan kara yosunu, liken ve yaprak döküntüsü örneklerinden 103 canlı ve 10 yumurta elde edilmiştir (Çizelge 4.9). *Paramacrobriatus areolatus*, *Echiniscus testudo*, *Echiniscus merokensis merokensis*, *Paramacrobriatus richerti*, *İsohypsibius prosostomus prosostomus* türleri ve Türkiye için yeni kayıt olan *Paramacrobriatus klymenki*'ye bu alanda da rastlanılmıştır. *Paramacrobriatus* sp. ve *İsohypsibius* sp. cins seviyesinde teşhis edilebilmiştir.

Çizelge 4.9 Zonguldak mağara ve çevresi liken, yaprak döküntüsü ve kara yosunu örneklerinden elde edilen türler

	Liken Örnekleri	Yaprak Döküntüsü	Kara Yosunu Örnekleri
<i>Paramacrobiotus areolatus</i>			3
<i>Echiniscus testudo</i>			5
<i>Echiniscus merokensis merokensis</i>	3		
<i>Paramacrobiotus richerti</i>		2	
<i>İsohypsibius prosostomus prosostomus</i>	2		
<i>Paramacrobiotus</i> sp.	18	13	35
<i>İsohypsibius</i> sp.	3	4	9
<i>Paramacrobiotus klymenki</i>	2		4

## 5. SONUÇ

Sonbahar mevsiminde Düzce ili ve çevresine yapılan arazi çalışmaları sonucunda Ramazzottiidae familyasına ait 1 türün, Macrobiotidae familyasına ait 2 türün, Echiniscidae familyasına ait 1 türün ve Hysibiidae familyasına ait 5 türün olmak üzere toplamda 9 türün tayini gerçekleştirilmiştir. Tayini yapılan bu türler sırasıyla; *Macrobiotus hufelandi hufelandi*, *Echiniscus merokensis merokensis*, *Paramacrobrotus richertsi*, *Diphascon nobilei*, *Hypsibius dujardini*, *Hypsibius microps*, *Ramazottius oberhauseri*, *İsohypsibius hadzii* ve *İsohypsibius sismicus*'dur. Teşhis edilen türler arasında içlerinde en sık rastlanılan *Macrobiotus hufelandi hufelandi* ve *Hypsibius dujardini*, *Paramacrobrotus richertsi* türleri olmuştur. Bunun yanı sıra türler arasında bulunan *İsohypsibius hadzii* türü Türkiye için yeni kayıttır.

İlkbahar mevsiminde yapılan Düzce ili ve çevresi arazi çalışmaları sonucunda ise; Macrobiotidae familyasına ait 3 türün, Hysibiidae familyasına ait 5 türün, Milnesiidae familyasına ait 1 türün, Ramazzottiidae familyasına ait 1 türün olmak üzere toplamda 10 türün tayini gerçekleştirilmiştir. Tayini yapılan bu türler arasında sırasıyla; *Paramacrobrotus areolatus*, *Macrobiotus persimilis*, *Macrobiotus hufelandi hufelandi*, *Hypsibius dujardini*, *Hypsibius microps*, *Milnesium tardigradum*, *İsohypsibius sismicus*, *Ramazottius oberhauseri*, *İsohypsibius macrodactylus*, *İsohypsibius marcellinoi* türleri yer almaktadır. Şimdiye kadar Türkiye'de nadir olarak bulunan *Paramacrobrotus areolatus* türüne bu mevsimde de rastlanılmış olup *İsohypsibius marcellinoi* türü Türkiye için yeni kayıttır.

Sonbahar mevsiminde Zonguldak ili ve çevresine yapılan arazi çalışmaları sonucunda Macrobiotidae familyasına ait 4 türün ve Hysibiidae familyasına ait 2 türün olmak üzere toplamda 6 türün tayini gerçekleştirilmiştir. Tayini yapılan bu türler arasında sırasıyla *Macrobiotus hufelandi hufelandi*, *Paramacrobrotus areolatus*, *Paramacrobrotus richertsi*, *Hypsibius dujardini*, *İsohypsibius hadzii*, *Paramacrobrotus klymenki* türleri bulunmaktadır. Bu türler arasında bulunan *Paramacrobrotus klymenki* türü Türkiye için yeni kayıttır.

İlkbahar mevsiminde Zonguldak ili ve çevresine yapılan arazi çalışmaları sonucunda Macrobiotidae familyasına ait 3 türün ve Hypsibiidae familyasına ait 4 türün, Echiniscidae familyasına ait 2 türün olmak üzere toplamda 9 türün tayini gerçekleştirilmiştir. Tayini yapılan bu türler arasında sırasıyla; *Paramacrobiotus areolatus*, *Hypsibius dujardini*, *İsohypsibius macrodactylus*, *Echiniscus testudo*, *Echiniscus merokensis merokensis*, *İsohypsibius prosostomus prosostomus* türleri bulunmaktadır.

İlkbahar mevsiminde her iki arazide de tür çeşitliliği artış göstermiştir. İlkbahar ve sonbahar aylarında en çok rastlanılan türler *Hypsibius dujardini*, *Macrobiotus hufelandi hufelandi*, *Paramacrobiotus klymenki* ve *Paramacrobiotus areolatus* türleri olmuştur.

Düzce ve Zonguldak illerinde gerçekleştirilen sonbahar arazisi sırasında toplanan liken örnekleri arasında *Macrobiotus hufelandi hufelandi*, *Ramazottius oberhauseri* türlerine en fazla rastlanmış olup, Türkiye için yeni kayıt olan *Paramacrobiotus klymenki* türü de liken örneklerinden elde edilmiştir.

Her iki ilde gerçekleştirilen sonbahar arazisi kara yosunu örneklerinde en fazla rastlanılan türler *Macrobiotus hufelandi hufelandi*, *Paramacrobiotus richertsi*, *İsohypsibius sismicus* olmuştur. Heterotardigrada familyasına ait ise *Echiniscus merokensis merokensis* kara yosunu örneklerinden elde edilmiştir.

Yaprak döküntüsü örnekleri arasında *Macrobiotus hufelandi hufelandi* ve *Hypsibius dujardini* türleri sayıca daha baskın olup Türkiye için yeni kayıt olan *İsohypsibius hadzii* yaprak döküntüsü örneklerinden elde edilmiştir.

Düzce ve Zonguldak illerinde gerçekleştirilen ilkbahar arazisi liken örnekleri arasında *Macrobiotus persimilis*, *Macrobiotus hufelandi hufelandi*, *Milnesium tardigradum* ve *Hypsibius dujardini* türlerine sıklıkla rastlanılmış olup, *Paramacobiotus klymenki* liken örnekleri arasında bulunmuştur.

Kara yosunu örnekleri arasında *Macrobiotus hufelandi hufelandi*, *Isohypsibius macrodactylus* ve *Paramacrobiotus areolatus* türlerine sıklıkla rastlanılmıştır. Heterotardigrada familyasına ait *Echiniscus testudo* türünün teşhisi kara yosunu örnekleri arasında yapılmıştır. Ayrıca Türkiye için yeni kayıt olan *Paramacrobiotus klymenki* türüne yosun örneklerinde rastlanılmıştır.

Yaprak döküntüsü örnekleri arasında sayıca fazla olan tür *Hypsibius microps* ve Türkiye için yeni kayıt olan *Isohypsibius marcellinoi* türü yaprak döküntüsü örneklerinden elde edilmiştir.

Sonuç olarak bugüne kadar incelenen çalışma alanlarında toplamda 17 tür teşhis edilmiş olup *Paramacrobiotus klymenki*, *Isohypsibius marcellinoi*, *Isohypsibius hadzi*, türleri Türkiye için yeni kayıt olarak bulunmuştur.

Türkiye'ye ait bulunan yeni kayıtların detaylı açıklanması;

Şube: Tardigrada

Sınıf: Eutardigrada Richters 1926

Ordo: Parachela Schuster vd.1980

Aile: Macrobiotidae Thulin 1928

Cins: *Paramacrobiotus* Guidetti vd.2009

Tür: ***Paramacrobiotus klymenki***

Canlının dış yüzeyi pürüzsüz olup, tüm bacaklarda küçük noktalar bulunmaktadır. Gözler yoktur. 3 makroplakoid mevcut fakat mikroplakoid bulunmamaktadır. Bukkal tüp çok geniş değildir; Hufelandi tipi tırnak, ana dallardaki aksesuar noktaları mevcut, lunula mevcut ve dişli yapı sergiler. Yumurta kabuğu areolat ve yumurta süsünün yüzeyi düz çizgi kenarları olan, uzamış ağısı yapıdan oluşan belirgin retikular yapıdadır (Pilato vd. 2012). Doğu Avrupa'da yer alan Belarus'da rastlanılmıştır. Türkiye'de ise Zonguldak ve Düzce'de bulunmuştur.

Aile: Hypsibiidae Pilato 1969

Cins: *Isohypsibius* Thulin 1928.

Tür: *Isohypsibius marcellinoi* (Binda ve Pilato 1971)

Vücut yüzeyi pürüzsüz ve renksiz olup, göz mevcuttur. Farinks kısa ve ovaldir. 2 makroplakoid bulunur. Sicilya'da kara yosunu örneklerinde rastlanmış olup, sucul çevre olan Sicilya'daki Simeto Nehri'nde de rastlanmıştır. Türkiye'de ise Akçakoca Aktaş Şelalesi'nde kara yosunu örneğinden elde edilmiştir.

Cins: *Isohypsibius* Thulin 1928.

Tür: *Isohypsibius hadzii* (Mihelcic 1938)

Renksiz veya grimsi bir göz mevcuttur. Kütikül altıgen şeklinde oyuklara sahiptir. Dorsal olarak farklı boyutta gibbositiler vardır ve düzensiz bir şekilde dizilim göstermektedir. Dalgalı bir yapı sergiler. Makroplakoidler birbirine eşit ve sayısı 3'dür. Mikroplakoid yoktur. Bacaklar kısa ve *Isohypsibius* tiptir. Avusturya, Romanya ve Yugoslavya'da bulunmuştur. Türkiye'de ise Akçakoca Aktaş Şelalesi civarından elde edilen örneklerde yeni kayıt olarak bulunmuştur.

Türkiye tardigratları hakkındaki çalışmalar 1973 yılına kadar dayanmaktadır. Daha sonrasında 2012 yılına kadar çalışmalar devam etmiş olup, toplamda 11 makale yayınlanmış ve 56 türün teşhisi yapılmıştır. BAP (Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü) sayesinde gerçekleştirilen bu tez çalışması ile Türkiye'de teşhis edilen tür sayısı artarak 59 türe çıkmıştır. Türkiye tardigratlarının taksonomisi üzerine yapılan bu tez çalışması ile kazanılan bilgi ve deneyimler sayesinde sadece il bazında değil bölge bazında geniş kapsamlı çalışmaların yapılmasına olanak sağlayacaktır. Bunun yanı sıra oldukça zengin bir floraya sahip olan Türkiye'de tardigratlar üzerine sadece taksonomik değil diğer birçok alanda (Ekolojik, Biyocoğrafyası, Moleküler Biyolojisi ve Toksikolojisi üzerine) araştırmaların yapılmasına da olanak sağlayacağı düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Anonim 2017a. Web sitesi: <http://www.duzce.gov.tr/>. Erişilme Tarihi 28.08.2017
- Anonim 2017b. Web sitesi: <http://www.zonguldak.gov.tr/cografya>. Erişilme Tarihi 27.08.2017
- Anonim 2018. Web sitesi: <http://www.Ereglionder.com.tr/guncel/magaralara-ziyaretci-akini-h399946.html>. Erişilme Tarihi: 14.03.2018
- Altiero, T. and Rebecchi, L. 2001. Rearing tardigrades: results and problems. In *Zool. Anz.*, 240: 217 – 221.
- Altiero, T., Bertolani, R. and Rebecchi, L. 2010. Hatching phenology and resting eggs in *Paramacrobotus richtersi* (Eutardigrada, Macrobiotidae). *J. Zool.* 280, 290–296.
- Blackman, R.L. and Eastop, V.F. 2000. *Aphids on the World's Crops: An identification and information guide*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Bertolani, R. and Biserov, V.I. 1996. Leg and claw adaptations in soil tardigrades, with erection of two new genera of Eutardigrada, Macrobiotidae: *Pseudohexapodibius* and *Xerobiotus*. *Invertebrate Biology*, 115, 299–304.
- Bertolani, R. and Rebecchi, L. 1999. *Tardigrada*. University of Modena.
- Bertolani, R. 2001. Evolution of the reproductive mechanisms in tardigrades a review. *Zool. Anz.* 240, 247–252.
- Bertolani, R., Altiero, T. and Nelson, D.R. 2009. Tardigrada (Water Bears). In: Likens, G.E. (Ed.), *Encyclopedia of Inland Waters*, vol. 2. Elsevier, Oxford, UK, pp. 443–455.
- Binda, M.G. and Pilato, G. 1971. Nuovo contributo alla conoscenza dei Tardigradi di Sicilia. *Boll. Sed. Accad. Gioenia Sc. Nat.*, Catania, 10:869-909.
- Binda, M.G. and Pilato, G. 1972. Tardigradi muscicoli di Sicilia (IV Nota). *Bollettino Accademia Gioenia Scienza Naturali*, Catania, S. IV, XI, 3-4, 47-60.
- Binda, M.G. 1978. Risistemazione di alcuni Tardigradi con l'istituzione di un nuovo genere di Oreellidae e della nuova famiglia Archechiniscidae. *Animalia*, Catania. 5: 307-314.
- Binda, M.G. 1988. Redescrizione di *Macrobiotus echinogenitus* Richters, 1904 e sul valore di buona specie di *Macrobiotus crenulatus* Richters, 1904 (Eutardigrada). *Animalia*, 15, 201–210
- Brusca, R. and Brusca, G. 2003. *Invertebrates (2nd Edition)*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Bordenstein, S. 2016. Tardigrades (Water Bears). <http://serc.carleton.edu/microbelife/topics/tardigrade/index.html> Erişilme tarihi: 20.02.2018

- Bertolani, R. 1982. Tardigradi. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque Italiane. Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Verona, Italy. 104 pp. (In Italian).
- Bertolani, R., Guidetti, R. and Rebecchi, L. 1993. Tardigradi dell'Appennino umbromarchigiano *Biogeographia*, 17, pp. 223-245
- Cooper, K.W. 1964. The first fossil tardigrade: Beorn leggi, from Cretaceous Amber. *Psyche –Journal of Entomology*. 71 (2): 41.
- Dastych, H. 1983. Two new Eutardigrada from West Spitsbergen and the Tatra Mts. *Bulletin de la Société des amis des Sciences et des lettres de Poznan, Series D, sciences biologiques*, 23, 195–200.
- Dastych, H. 2004. Redescription of the glacier tardigrade *Hypsibius janetscheki* Ramazzotti, 1968 (Tardigrada) from the Nepal Himalayas, vol. 14, *Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum, Hamburg* pp. 181–194
- Degma, P., Bertolani, R. and Guidetti, R. 2015. Actual checklist of Tardigrada species (Version 29: 15-12-2015).
- Degma, P. and Guidetti, R. 2007. Notes to the current checklist of Tardigrada. *Zootaxa*, 1579, 41–53.
- Dean, C. 2015. The Tardigrade: Practically Invisible, Indestructible ‘Water Bears’. <http://www.nytimes.com/2015/09/08/science/the-tardigrade-water-bear.html> New York Times. Erişilme tarihi: 21.04.2018
- Degma, P., Bertolani, R. and Guidetti, R. 2017. Actual checklist of Tardigrada species. pp. 45
- Devasurmurt, Y. and Arpitha, B. 2016. An Introduction to phylum Tardigrada - Review. *Ijltemas*, 5(5), pp.48-52.
- Dewel, R.A., Nelson, D.R. and Dewel, W.C. 1993. Tardigrada. In: Harrison, F.W., Rice, M.E (Eds.), *Microscopic Anatomy of Invertebrates. Onychophora, Chilopoda and Lesser Protostomata*, Wiley-Liss, 12: pp. 143–183.
- Doyère, L. 1840. Mémoire sur les Tardigrades. *Annales des Sciences Naturelles, Serie 2*, 14, 269–361.
- Dujardin, F. 1851. Surles Tardigrades et surune especea longs pieds vivant dans l'eau de mer. *Ann. Sci.Nat. Zool., Ser. 3*, 15: 160-166.
- Erdmann, W. and Kaczmarek, L. 2017 Tardigrades in Space Research Past and Future *Origins of Life and Evolution of Biospheres Volume 47, Issue 4*, pp 545–553
- Fontuora, P., Bartels, P.J., Jorgensen, A., Kristensen, R.M. and Hansen, J.G. 2017. A dichotomous key to the genera of the Marine Heterotardigrades (Tardigrada) *Zootaxa* 4294 (1): 001–045
- Garey, J. 2001. Ecdysozoa: the relationship between Cycloneuralia and Panarthropoda. *Zool Anz.* 2001;240:321–330.
- Grimaldi de Zio, S. and D'Addabbo Gallo, M. 2001. *Zoologischer Anzeiger*, “Further data on the Mediterranean Sea Tardigrade Fauna”

- Grimaldi, D.A. and Engel, M.S. 2005. Evolution of the Insects. Cambridge University Press. pp. 96–97. ISBN 0-521-82149-5.
- Grongaard, A., Pugh, P. and McInnes, S. 1999. Tardigrades, and other cryoconite biota, on the Greenland ice sheet. *Zool. Anz.* 238, 211–214.
- Goeze, J.A.E. 1773. *Hern Karl Bonnets Abhandlungen aus der Insektologie aus d. Franz. übers. u. mit einigen Zusätzen hrsg. v. Joh. August Ephraim Goeze Gebauer,*
- Guidetti, R. and Bertolani, R. 2005. Tardigrade taxonomy: an updated check list of the taxa and a list of.
- Guidetti, R., Boschini, D., Altiero, T., Bertolani, R. and Rebecchi, L. 2008. Diapause in tardigrades: a study of factors involved in encystment. *J. Exp. Biol.* 211, 2296–2302.
- Guidetti, R., Schill, R.O., Bertolani, R., Dandekar, T. and Wolf, M. 2009. New molecular data for tardigrade phylogeny, with erection of *Paramacrobotus* gen. n. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 47: 315 – 321.
- Guidetti, R., Altiero, T. and Rebecchi, L. 2011. On dormancy strategies in tardigrades *Journal of Insect Physiology* 57 (2011) 567–576
- Guidetti, R., Altiero, T., Bertolani, R., Grazioso, P. and Rebecchi, L. 2011a. Survival of freezing by hydrated tardigrades inhabiting terrestrial and freshwater habitats. *Zoology* 114, 123–128.
- Guidetti, R., Altiero, T. and Rebecchi, L. 2011b. On dormancy strategies in tardigrades. *J. Insect Physiol.* 57, 567–576.
- Guidetti, R., Altiero, T., Marchioro, T., Amadè, L.S., Avdonina, A.M., Bertolani, R and Rebecchi, L. 2012a. Form and function of the feeding apparatus in Eutardigrada (Tardigrada). *Zoomorphology* 131, 127–148.
- Guidetti, R., Bertolani, R. and Rebecchi, L. 2013. Comparative Analysis of The Tardigrade Feeding Apparatus: Adaptive Convergence and Evolutionary Pattern of The Piercing Stylet System 12.Th International Symposium On Tardigrada Vol:72 No 1S
- Hansen, J.G., Kristensen, R.M. and Jørgensen, A. 2012. The armoured marine tardigrades (Arthrotardigrada, Tardigrada). *Sci Dan B* 2:1–91.
- Halberg, K.A., Persson, D., Ramlov, H., Westh, P., Kristensen, R.M. and Mobjerg, N. 2009. Cyclomorphosis in Tardigrada: adaptation to environmental constraints. *J. Exp. Biol.* 212, 2803–2811.
- Hengherr, S., Worland, M.R., Reuner, A., Brümmer, F. and Schill, R.O. 2009. Freeze tolerance, supercooling points and ice formation: comparative studies on the subzero temperature survival of limno-terrestrial tardigrades. *J. Exp. Biol.* 212, 802–807.
- Hohberg, K. and Traunspurger, W. 2005. Predator-prey interaction in soil food web: functional response, size-dependent foraging efficiency, and the influence of soil texture. *Biol. Fert. Soils* 41, 419–427.

- Horikawa, D.D., Kunieda, T., Abe, W., Watanabe, M., Nakahara, Y., Yukuhiro, F., Sakashita, T., Hamada, N., Wada, S., Funayama, T., Katagiri, C., Kobayashi, Y., Higashi, S. and Okuda, T. 2008. Establishment of a rearing system of the extremotolerant tardigrade *Ramazottius varieornatus*; a nem model animal for astrobiology, *Astrobiology* 8 (3), 549-556.
- Jorgensen, A., Mobjerg, N. and Kristensen, R.M. 2007. A molecular study of the tardigrade *Echiniscus testudo* (Echiniscidae) reveals low DNA sequence diversity over a large geographical area. *J. Limnol.* 66 (Suppl. 1), 77–85.
- Jönsson, K.I. and Schill, R.O. 2007. Induction of Hsp70 by desiccation, ionizing radiation and heat-shock in the eutardigrade *Richtersius coronifer*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 146 (B): 456-460.
- Kaczmarek, L. and Michalczyk, L. 2009. Redescription of *Hypsibius microps* Thulin, 1928 and *H. pallidus* Thulin, 1911 (Eutardigrada: Hypsibiidae) based on the type material from the Thulin collection. *Zootaxa*, 2275, 60–68.
- Kaczmarek, L., Gołdyn, B., Wełnicz, W. and Michalczyk, L. 2011. Ecological factors determining Tardigrada distribution in Costa Rica. *J. Zoolog. Syst. Evol. Res.* 49 (Suppl. 1), 78–83
- Kaczmarek, L., Zawierucha, K., Smykla, J. and Michalczyk, L. 2012. Of The Revdalen (Spitsbergen) With The Descriptions Of Two New Species: *Bryodelphax Parvuspolaris* (Heterotardigrada) and *Isohypsibius coulsoni* (Eutardigrada) *Polar Biol.* 35:pp, 1013–1026
- Kaczmarek, L. and Jagadeesh, M.K. 2017. Can tardigrades theoretically survive on Mars or on some of the recently discovered exoplanets? EANA 2017. Denmark.
- Kharkevych, Kh.O. and Sergeeva, N.G. 2013. Deep-Water Tardigrada of The Istanbul Strait's (Bosporus) Outlet Area of The Black Sea *Vestnik zoologii* 47(3): E-17—E-27,
- Kinchin, I.M. 1994. *The Biology of Tardigrades*. Blackwell Publishing Co., London, 186 pp.
- Kristensen, R.M. 1977. On the marine genus *Styraconyx* (Tardigrada, Heterotardigrada, Halechiniscidae) with description of a new species from a warm spring on Disko Island, West Greenland. *Astare*, 10: 87- 91
- Kristensen, R.M. and Higgins, R.P. 1984. Revision of *Styraconyx* (Tardigrada: Halechiniscidae) with description of two new species from Disko Bay, West Greenland. *Smithson. Contrib.*
- Kristensen, R.M. 1984. On the biology of *Wingstrandarctus corallinus* nov. gen. et spec., with notes on the symbiotic bacteria in the subfamily Florarctinae *Forening* 145: 201-218.
- Kristensen, R.M. 1987. Generic revision of the Echiniscidae (Heterotardigrada), with a discussion of the origin of the family. In: Bertolani, R., (Ed.), *Biology of Tardigrades*, Sel. Symp. Monogr. U.Z.I. Mucchi, Modena, vol. 1, pp. 261–335.

- Lemloh, M., Brümmer, F. and Schill, R.O. 2011. Life history traits of the bisexual *tardigrades Paramacrobiotus tonolli* and *Macrobiotus sapiens*. *J. zoolog. Syst. Evol. Res.* 49 58-61.
- Mach, M. 2010. The Water Bear web base Still Images I. Overview. <http://www.baertierchen.de/tardigrada.html> (2017-01-02)
- Marchioro, T., Rebecchi, L., Cesari, M., Hansen, J.G., Viotti, G. and Roberto, G. 2013. Somatic musculature of Tardigrada: phylogenetic signal and metameric patterns. *Zoological Journal of the Linnean Society*, Volume 169, Issue 3, 1, Pages 580–603
- Marcus, E. 1927. Zur Anatomie und Ökologie mariner Tardigraden. *Zool. Jahrb.*, 53: 487-588
- Maucci, W. 1973. *Macrobiotus spallanzanii* sp. nov. and Redescription of *Macrobiotus tenuis* *Boll. di Zool.*, 40: 261-267.
- Maucci, W. 1975. Tardigradi muscicoli della Turchia (secondo contributo). *Bollettino Museo civico Storia naturale, Verona*, 1, 255–275.
- Maucci, W. 1978. Tardigradi muscicoli della Turchia (terzo contributo). *Bollettino Museo civico Storia naturale, Verona*, 5, 111–140.
- Maucci, W. 1979. I Pseudechiniscus del gruppo cornutus, con descrizione di una nuova specie (Tardigrada, Echiniscidae). *Zeszyt Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Zoologiczne Krakow*, 25, 107–124.
- Maucci, W. 1980. Analisi preliminare di alcuni dati statistici sulla ecologia dei tardigradi muscicoli. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale, Verona*, 7, 1–47.
- Maucci, W. 1981. Analisi di alcune biocenosi relative a Tardigradi muscicoli. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale, Verona*, 8, 67–83.
- Maucci, W. and Ramazzotti, G. 1981. *Adorybiotus* gen. nov.: nuova posizione sistematica per *Macrobiotus granulatus* Richters, 1903 e per *Macrobiotus coronifer* Richters, 1903 (Tardigrada, Macrobiotidae). *Memorie dell' Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza*, 39, 153–159
- Maucci, W. 1985. Materiali per una revisione del genere *Echiniscus* Schultze, 1840. I. Il complesso blumi (Heterotardigrada, Echiniscidae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale, Verona*, 12, 109–139
- McFall-Ngai, M., Hadfield, M., Bosch, T., Carey, H., Domazet-Loaso, T., Douglas, A., Dübilier, N., Eberl, G., Fukami, T., Gilbert, S., Hentschel, U., King, N., Kjelleberg, S., Knoll, A., Kremer, N., Mazmanian, S., Metcalf, J., Neelson, K., Pierce, N., Rawls, J., Reid, A., Ruby, E., Rumpho, M., Sanders, J., Tautz, D. and Wernegreen, J. 2013. Animals in a bacterial world, a new imperative for the life sciences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(9), pp. 3229-3236.
- McFatter, M.M., Meyer, H.A. and Hinton, J.G. 2007. Nearctic freshwater tardigrades: a review. *J. Limnol.* 66 (Suppl. 1), 84–89.

- Miller, W. 2011 Tardigrades. <http://www.americanscientist.org/issues/pub/2011/5/tardigrades/1> American Scientist. (2016-09-02)
- Mihelcic, F. 1938. Beitrage zur Kenntnis der Tardigrada Jugoslawiens. I. Zool. Anz., 121: 95-96.
- Mihelcic, F. 1959. Zwei neue Tardigraden aus der Gattung *Hypsibius* Thulin aus Osttirol (\_sterreich). Systematisches zur Gattung *Hypsibius* Thulin. Zool. Anz., 163: 254-261.
- Mobjerg, N., Halberg, K.A, Jorgensen A., Persson, D., Bjorn, M., Ramlov, H. and Kristensen, R.M. 2011. Survival in extreme environments on the current knowledge of adaptations in tardigrades
- Mobjerg, N., Jørgensen, A., Jacobsen, J.E., Halberg, K.A., Persson, D. and Kristensen, R.M. 2007. New records on cyclomorphosis in the marine eutardigrade *Halobiotus crispae* (Eutardigrada: Hypsibiidae) 2007. Proceedings of the Tenth International Symposium on Tardigrada J. Limnol., 66(Suppl. 1): 132-140.
- Morgan, C.I. 1977. Population dynamics of two species of Tardigrada, *Macrobiotus hufelandi* (SCH.) and *Echiniscus testudo* (DOY.), in roof moss from Swansea. J. Anim. Ecol., 46: 263-279.
- Murray, J. 1907. Arctic Tardigrada. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 45, 669–681.
- Nelson, D.R. 1982. Developmental biology of the Tardigrada. In: Harrison, F., Cowden, R. (Eds.), Developmental Biology of Freshwater Invertebrates. Alan R. Liss, New York, NY, USA, pp. 363–398.
- Nelson, D. 2002. Current status of the Tardigrada: Evolution and ecology. Integrative and Comparative Biology, 42/3: 652-659.
- Nichols, P.B, Nelson, D.R, and Garey, J.R. 2006 A family level analysis of tardigrade phylogeny. Hydrobiologia. ;558:53–60.
- Nelson, D.R., Guidetti, R. and Rebecchi, L. 2010. Phylum Tardigrada. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates Chapter 14 pp. 455-484.
- Nelson, D.R., Guidetti, R. and Rebecchi, L., 2015. Phylum Tardigrada. In: Thorp, J., Rogers, D.C. (Eds.), Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates, Academic Press, 347–380.
- Ono, F., Saigusa, M., Uozumi, T., Matsushima, Y., Ikeda, H., Saini, NL. and Yamashita, M. 2008. Effect of high hydrostatic pressure on to life of the tiny animal tardigrade. J Phys Chem Solids 69:2297–2300
- Persson, D.K., Halberg, K.A., Jorgensen, A., Mobjerg, N. and Kristensen, R.M. 2012. Neuroanatomy of *Halobiotus crispae* (Eutardigrada:Hypsibiidae): tardigrade brain structure supports the clade Panarthropoda. J. Morphol. 273, 1227–1245.
- Persson, D., Halberg, K.A., Jorgensen, A., Ricci, C., Mobjerg, N. and Kristensen, R.M. 2011. Extreme stress tolerance in Tardigrades: surviving space conditions in

low earth orbit. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 49, 90-97

- Pilato, G. 1969a. Su un interessante Tardigrado esapodo delle dune costiere siciliane: *Hexapodibius microynx* n.g.n sp. *Boll. Sedute Accad. Gioneia, Catania*, IX: 619-622.
- Pilato, G. and Binda, M.G. 1990. Tardigradi dell'Antartide. I. *Ramajendas*, nuovo genere di Eutardigrado. Nuova posizione sistematica di *Hypsibius remaudi* Ramazzotti, 1972 e descrizione di *Ramajendas frigidus* n. sp *Animalia*, 17 (1990), pp. 61-71
- Pilato, G. 1998. Microhypsibiidae, new family of eutardigrades, and description of the new genus *Fractonotus*. *Spiziana* 21, 129–134.
- Pilato, G. and Binda, M.G. 2010. Definition of families, subfamilies, genera and subgenera of the Eutardigrada, and keys to their identification. *Zootaxa*, 2404, 1–54.
- Pilato, G., Kiosya, Y., Lisi, O. and Sabella G., 2012. New records of Eutardigrada from Belarus with the description of three new species. *Zootaxa* 3179: 39–60
- Rahm, G. 1937a. Kologische Bemerkungen zur anabiotischen Fauna Chinas (Nematoden und Tardigraden). *Peking Natur. Hist. Bull.*, 11: 233-248.
- Ramazzotti, G. 1968. Tardigradi dei pozzetti glaciali di fusione (Kryokonitl'cher) dell'Himalaya. In: "Khumau Himal". Ed. Universit@tsverlag Wagner, Innsbruck-Mhnchen. Vol. 3: 1-3.
- Ramazzotti, G. and Maucci, W. 1983. Il Phylum Tardigrada. III edizione riveduta e aggiornata. *Mem. dell'Istituto Ital. Idrobiol.* 41, 1–1012 (An English translation, edited by Dr. Clark Beasley (deceased)).
- Rebecchi, L. and Nelson, D.R. 1998. Evaluation of a secondary sex character in eutardigrades. *Invertebr. Biol.* 117, 194–198.
- Rebecchi, L., Tiziana, A., Jacobsen, J.E., Bertolani, R. and Kristensen, M.R. 2008. A new discovery of *Novechiniscus armadilloides* (Schuster, 1975) (Tardigrada, Echiniscidae) from Utah, USA with considerations on non-marine Heterotardigrada phylogeny and biogeography 8, 58-65.
- Rebecchi, L., Guidi, A. and Bertolani, R. 2000. Tardigrada. In: Jamieson, B.G.M. (Ed.), *Progress in Male Gamete Ultrastructure and Phylogeny*. In: Adiyodi, K.G., Adiyodi, R.G. (Eds.), *Reproductive Biology of Invertebrates*, vol. IX, Part B. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, India, pp. 267–291.
- Rebecchi, L., Altiero, T. and Guidetti, R. 2007. Anhydrobiosis: the extreme limit of desiccation tolerance. *Invertebr. Surviv. J.* 4, 65–81.
- Rebecchi, L., Boschini, D., Cesari, M., Lencioni, V., Bertolani, R. and Guidetti, R., 2009c. Stress response of a boreo-alpine species of tardigrade, *Borealibius zetlandicus* (Eutardigrada, Hypsibiidae) *Journal of Limnology*, 68, pp. 64-70
- Rebecchi, L., Altiero, T., Cesari, M., Bertolani, R., Rizzo, A.M., Corsetto, P.A. and Guidetti, R. 2011. Resistance of the anhydrobiotic eutardigrade

- Paramacrobotus richtersi* to space flight (LIFE-TARSE mission on FOTON-M3). J. Zoolog. Syst. Evol. Res. 49 (Suppl.1), 98–103.
- Rebecchi, L., Altiero, T., Guidetti, R., Caselli, V. and Cesari, M. 2011a. Resistance of the anhydrobiotic eutardigrade *Paramacrobotus richtersi* to space flight (LIFE–TARSE mission on FOTON-M3). J Zool Syst Evol Res. ;49 Suppl 1: 1–132.
- Rebecchi, L., Altiero, T., Cesari, M., Marchioro, T., Giovannini, I. and Rizzo, A.M. 2011b. TARDIKISS: tardigrades in the mission STS-134, the last of the shuttle Endeavour. Abstract of V National meeting of ISSBB: Spazio, la Nuova Frontiera per l’Umanita, Padova,;17.
- Renaud-Debyser, J. 1959. Sur quelques Tardigrades du bassin d’Arcachon. Vie et Milieu, Bull. Lab. Arago Univ. Paris, 10: 135-146.
- Renaud-Mornant, J. 1975a. Deep-sea from the “Meteor” Indian Ocean Expedition. “Meteor” Forsch.-Ergeb., 21: 54-61.
- Renaud, M.J. 1982. Species diversity in marine Tardigrada. In Nelson, D., ed., Proc. Third Int. Symp. Tardigrada, Johnson City, Tennessee, U.S.A. 1980, East Tenn. State Univ. Press, pp. 149-178.
- Richters, F. 1926. Tardigrada. In: Kükenthal, W. & Krumbach, T. (Eds.) Handbuch der Zoologie, 10: 1-100.
- Rizzo, A.M., Altiero, T., Corsetto, P.A, Montorfano, G., Guidetti, R. and Rebecchi, L. 2015. Space flight effects on antioxidant molecules in dry tardigrades: The TARDIKISS experiment. BioMed Res Int 167642:1–7.
- Romano, F. 2003. On Water Bears. Florida Entomologist, 86(2), PP134-137
- Roszkowska, M., Ostrowska, M. and Kaczmarek, Ł. 2015. The genus *Milnesium* Doyère, 1840 (Tardigrada) in South America with descriptions of two new species from Argentina and discussion of the feeding behaviour in the family Milnesiidae. Zoological Studies, 54: 12.
- Ruppert, E.R. and Fox, R.B. 2004. Invertebrate zoology: A functional evolutionary approach (7th Edition). Belmont, CA: Thomson-Brooks/Cole.
- Schmid-Araya, J.M. and Schmid, P.E. 2000. Trophic relationships: integrating meiofauna into a realistic benthic food web. Freshw. Biol. 44, 149–163.
- Schill, R.O., Jönsson, K.I., Pfannkuchen, M. and Brümmer, F. 2011. Food of tardigrades: a case study to understand food choice, intake and digestion. J. Zoolog. Syst. Evol. Res. 49 (Suppl. 1), 66–70.
- Schultze, M. 1865. *Echiniscus sigismundi*, ein Arctiscoide der Nordsee. Archiv für mikroskopische Anatomie, 1,428-436.
- Schulz, E. 1935. *Actinarctus doryphorus* nov. gen. nov. spec. ein merkwürdiger Tardigrad aus der Nordsee. Zool. Anz., 111: 285-288
- Schulz, E. 1951. Über *Stygarctus bradypus* n. g. n. sp., einen Tardigraden aus dem Kiistengrundwasser
- Schulz, E. 1955. Studien an marinen Tardigraden. Kiel. Meeresforsch., 11: 74-79.



- Schuster, R.O., Toftner, E.C. and Grigarick, A.A. 1977. Tardigrada of Pope Beach, Lake Tahoe, California. *Wasmann J. Biol.* 35, 115–136.
- Schuster, R.O., Nelson, D.R. Grigarick., A.A. and Christenberry, D. 1980. Systematic Criteria of the Eutardigrada. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 99: 284-303.
- Spallanzani, L. 1776. *Opuscoli di fisica animale, e vegetabile*, Vol. 2, Il Tardigrado etc., Opusc. 4, sez, spec., pp. 181 - 253, Modena, Italy.
- Thulin, G. 1928. Über die Phylogenie und das system der Tardigraden. *Hereditas*, 11, 207-266.
- Ürkmez, D., Ostrowska M., Roszkowska M., Gawlak, M., Krzysztof, Z., Reinhardt Kristensen, R.M. and Kaczmarek, L. 2018. Description of *Megastygartides sezginii* sp. nov. (Tardigrada: Arthrotardigrada: Stygarctidae) from the Turkish Blacksea Coast and a key to the genus *Megastygartides*. *Marine Biology Research*, vol. 14, no. 1, 1–16
- Vecchi, M., Vicente, F., Guidetti, R., Bertolani, R., Rebecchi, L. and Cesari, M. 2016. Interspecific relationships of tardigrades with bacteria, fungi and protozoans, with a focus on the phylogenetic position of *Pyxidium tardigradum* (Ciliophora). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 178(4), pp.846-855.
- Vukich, M., Ganga, P.L., Cavalieri, D., Rivero, D., Pollastri, S., Mugnai, S., Mancuso, S., Pastorelli, S., Lambreva, M., Antonacci, A., Margonelli, A., Bertalan, I., Johan- Ningmeier, U., Giardi, MT., Rea, G., Pugliese, M., Quarto, M., Roca, V., Zanin, A., Borla, O., Rebecchi, L., Altiero, T., Guidetti, R., Cesari, M., Marchioro, T., Bertolani, R., Pace, E., De-Sio, A., Casarosa, M., Tozzetti, L., Branciamore, S, Gallori, E., Scarigella, M., Bruzzi, M., Bucciolini, M., Talamonti, C., Donati, A. and Zolesi, V. 2012. BIODIS: a model payload for multidisciplinary experiments in microgravity. *Microgravity Sci. Technol* 24(6):397–409
- Wright, J.C. 2001. Cryptobiosis 300 years on from van Leeuwenhoek: what have we learned about tardigrades? *Zool. Anz.* 240, 563–582.
- Zhang, Z.Q. 2011. Animal biodiversity: An introduction to higher-level classification and taxonomic richness. *Zootaxa.* 3148: 7–12.

## **EKLER**

EK 1 Örneklemelemler Yapıldığı Alanlar

EK 2 Tardigrada Faunasına Ait Türlerin Fotoğrafları

EK 3 Tardigrada Faunasına Ait Teşhis Anahtarı

## EK 1 Örneklemelerin Yapıldığı Alanlar



Şekil 1 Yaprak Döküntüsü örnekleri



Şekil 2 Mağara içi kaya üzeri kara yosunu örnekleri



Şekil 3 Mağara içi kaya üzeri kara yosunu örnekleri görüntüsü



Şekil 4 Şelale yanı kara yosunu örnekleri



Şekil 5 Kaya üzeri kara yosunu örnekleri

## EK 2 Tardigrada Faunasına Ait Türlerin Fotoğrafları



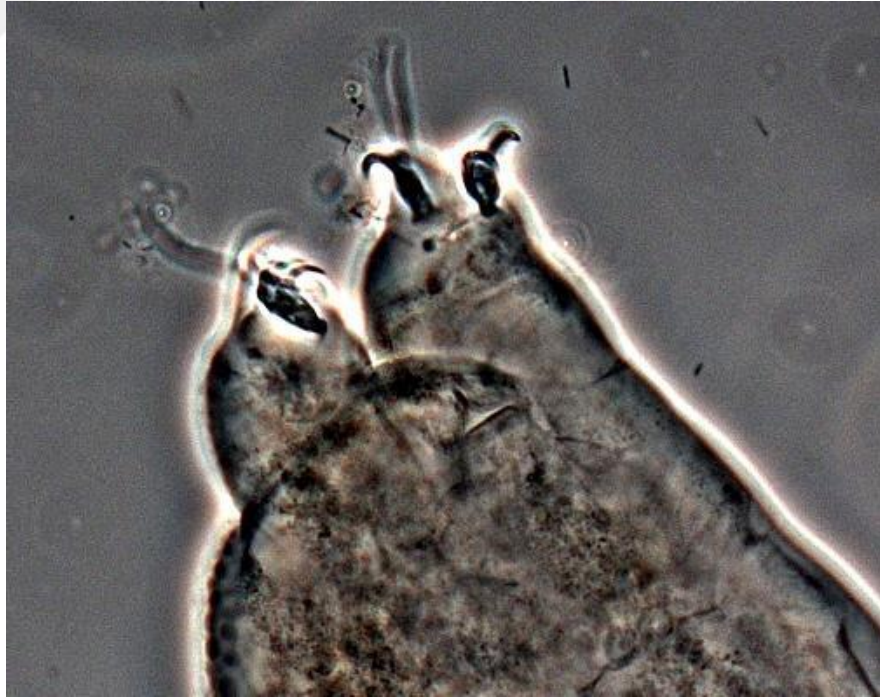
Şekil 1 *Isohypsibius* sp. cinsine ait bukkal farinjiyal aygıtın Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



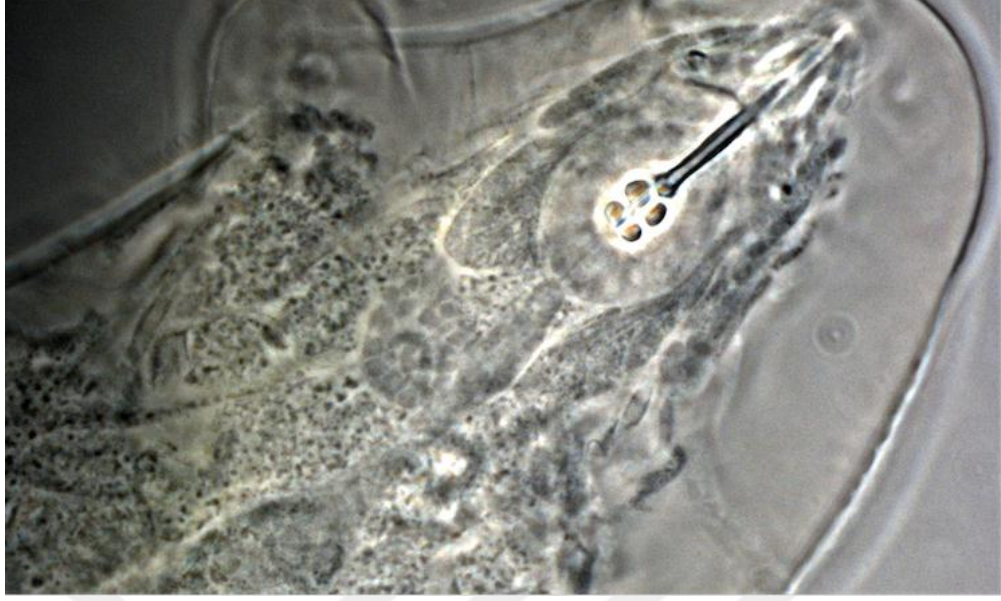
Şekil 2 *Isohypsibius* sp. cinsine ait yumurta kesesinin Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 3 *Isohypsibius* sp. cinsi tırnak yapısının Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 4 *Ramazottius oberhauseri* türüne ait tırnak yapısının Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü

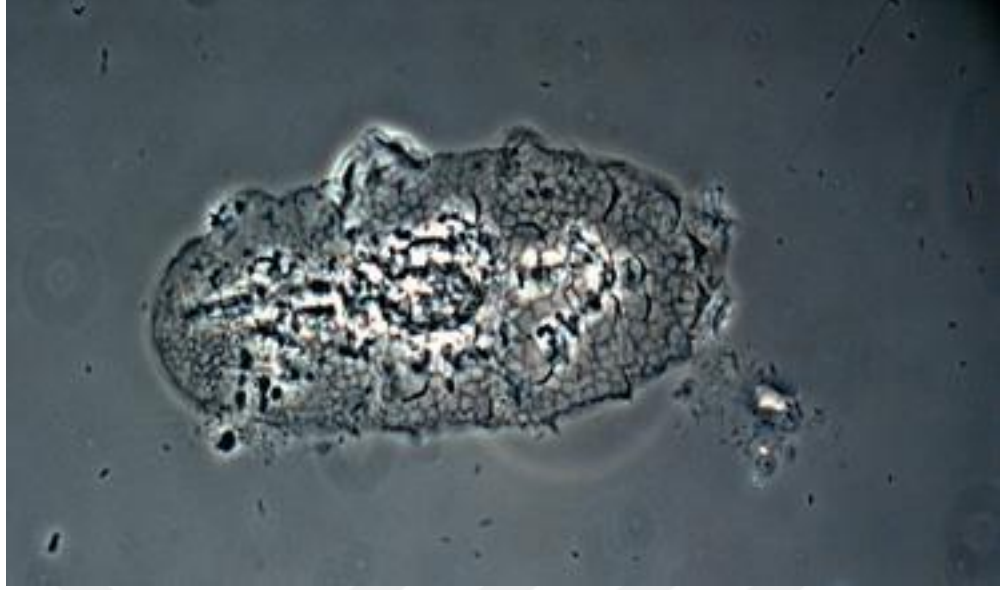


Şekil 5 *Ramazottius oberhauseri* türüne ait makroplakoid yapısının Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 6 *Isohypsibius sismicus* türüne ait Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü





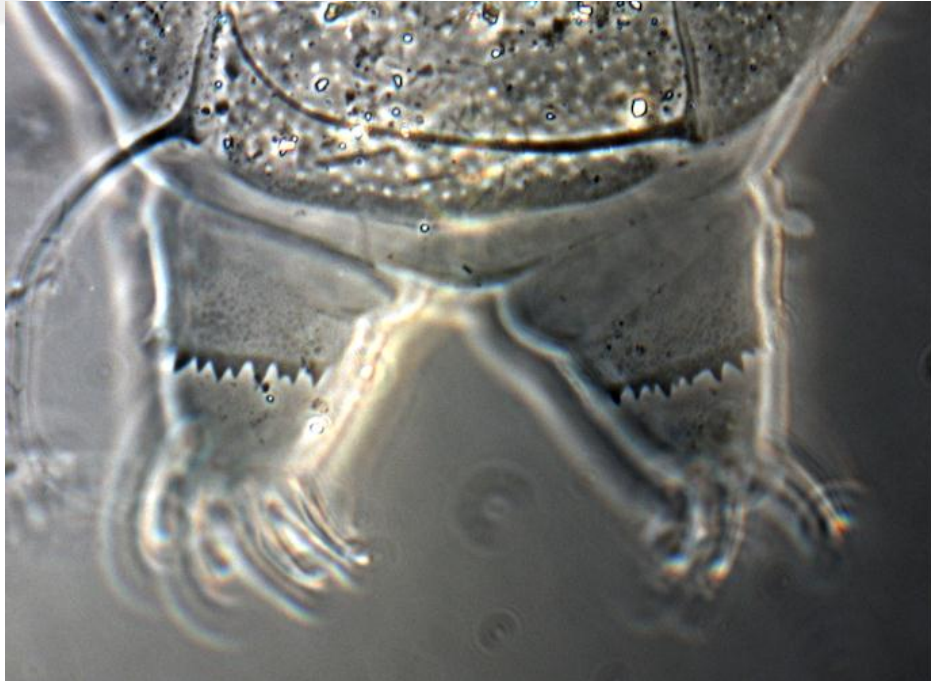
Şekil 7 *Isohypsibius hadzii* türüne ait Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



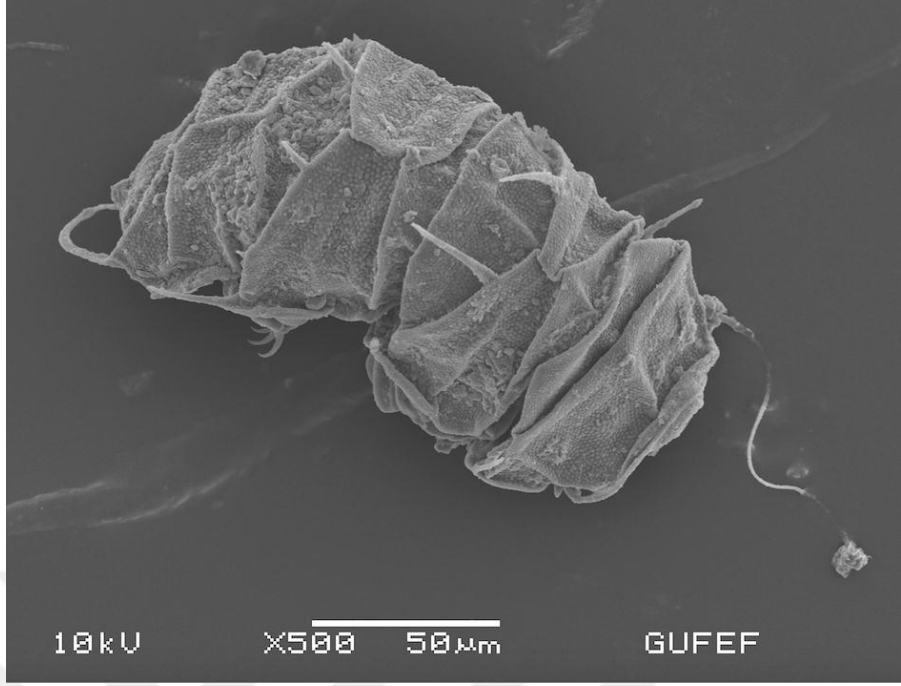
Şekil 8 *Isohypsibius hadzii* türüne ait bukkal farinjiyal aygıtın Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 9 *Echiniscus merokensis merokensis* türüne ait Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



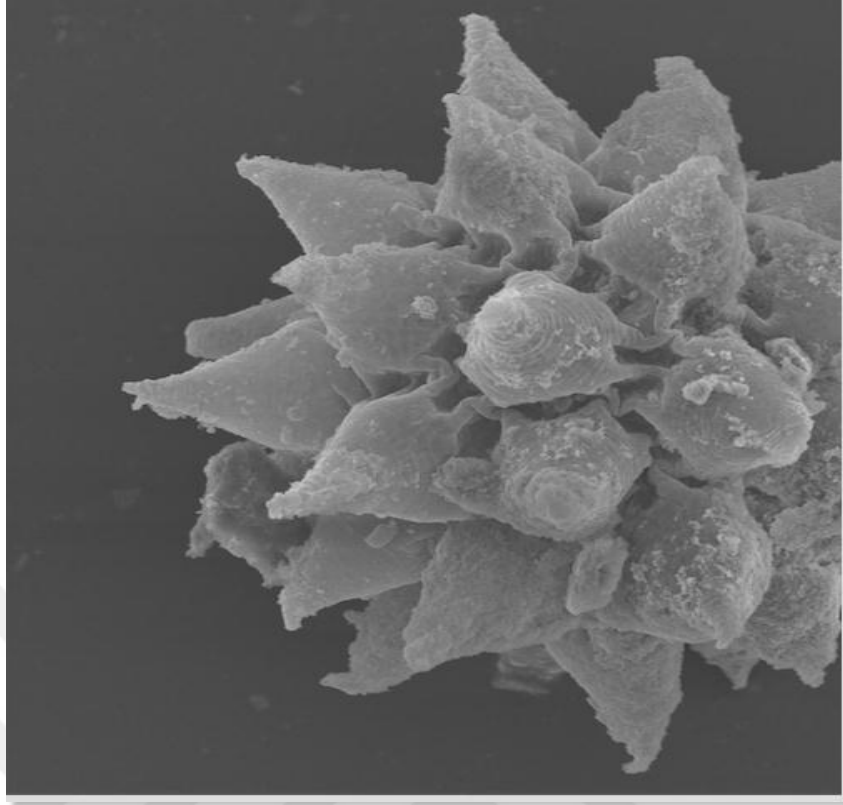
Şekil 10 *Echiniscus merokensis merokensis* türüne ait tırnak yapısı Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



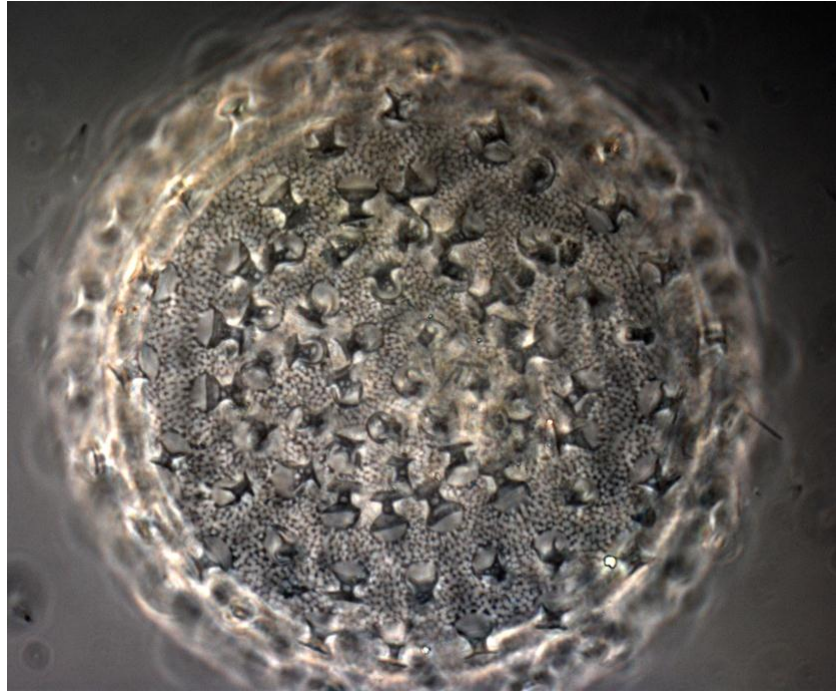
Şekil 11 *Echiniscus merokensis merokensis* türüne ait SEM Mikroskop Görüntüsü



Şekil 12 *Paramacrobrotus richtersi* türüne ait bukkal farinjiyal aygıtın Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



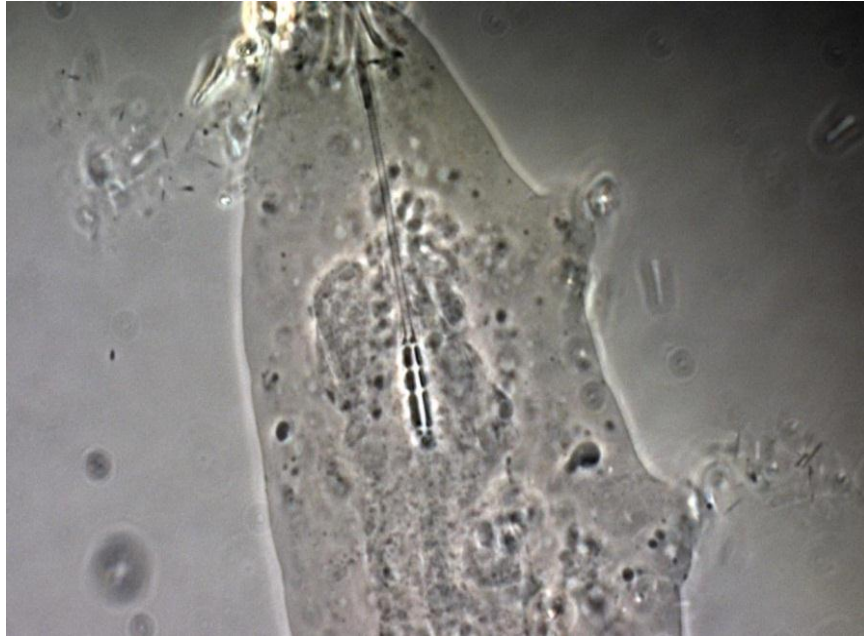
Şekil 13 *Paramacrobiotus richtersi* türüne ait yumurtanın SEM Mikroskop Görüntüsü



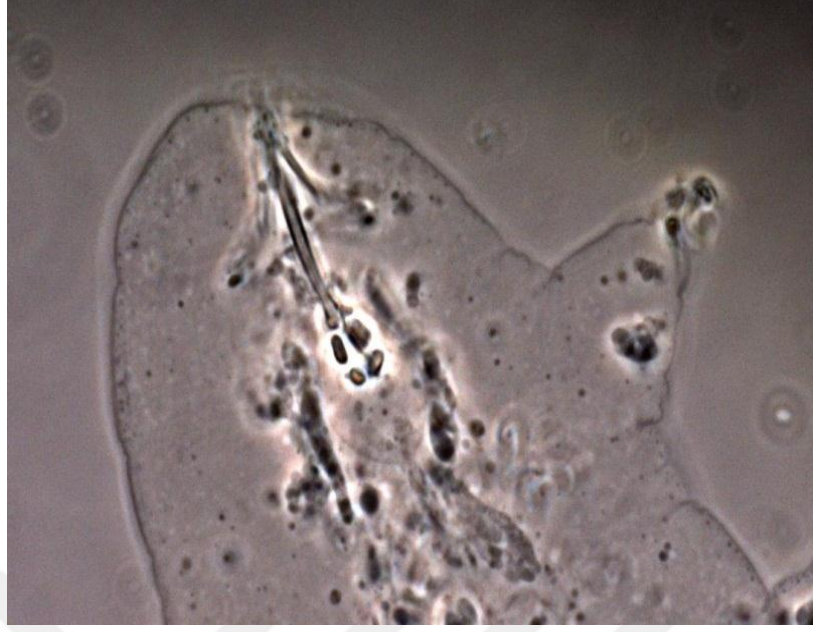
Şekil 14 *Macrobiotus hufelandi hufelandi* türüne ait yumurtanın ağısı yapısı Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 15 *Isohypsibius macrodactylus* türünün Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 16 *Diphascon nobilei* türünün Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



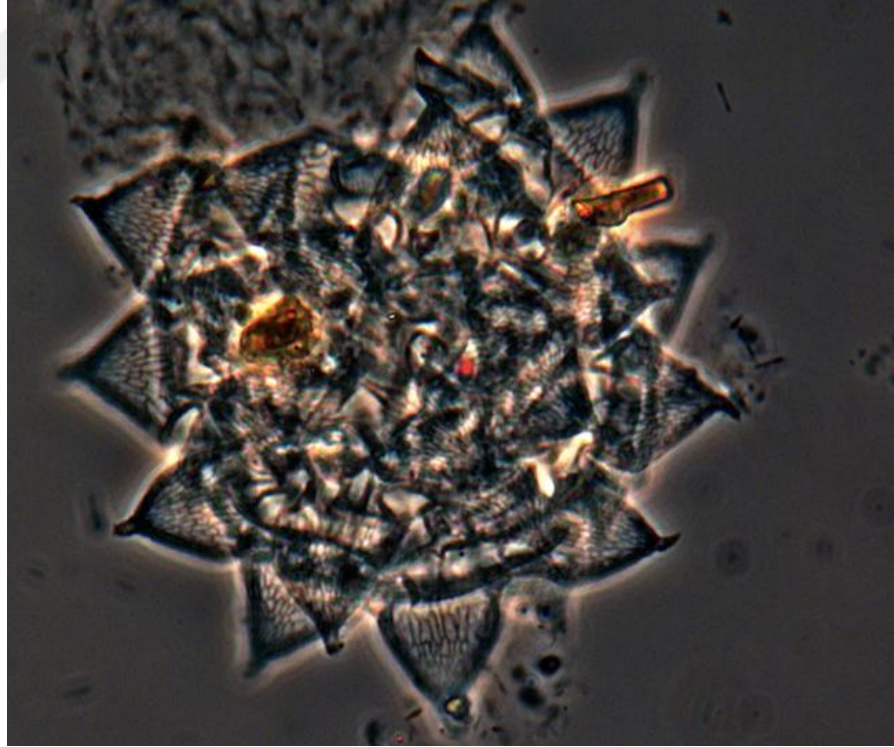
Şekil 17 *Hypsibius microps* türünün Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



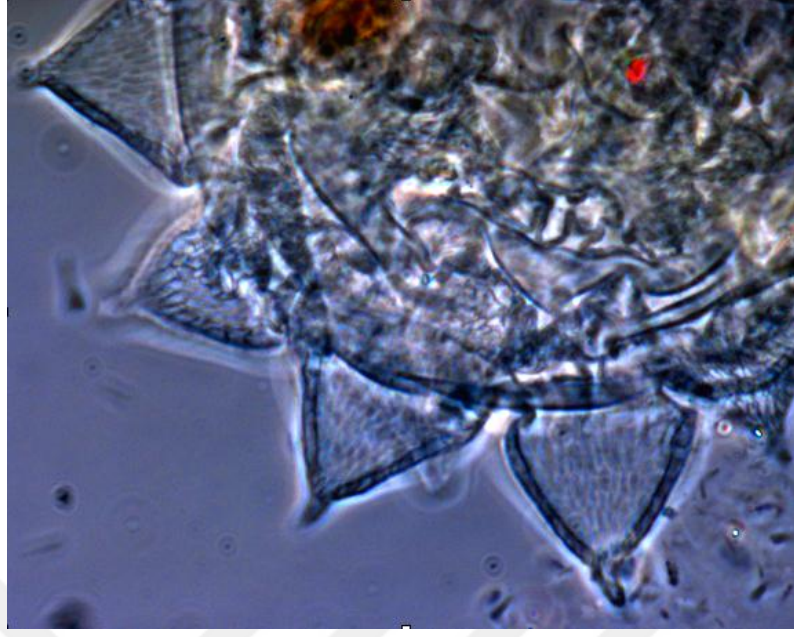
Şekil 18 *Paramacrobiotus klymenki* türüne ait tırnak yapısı Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 19 *Paramacrobiotus klymenki* türüne ait bukkal farinjiyal aygıtın Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 20 *Paramacrobiotus klymenki* türüne ait yumurtanın Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 21 *Paramacrobiotus klymenki* türüne ait yumurta süsü detayı Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü

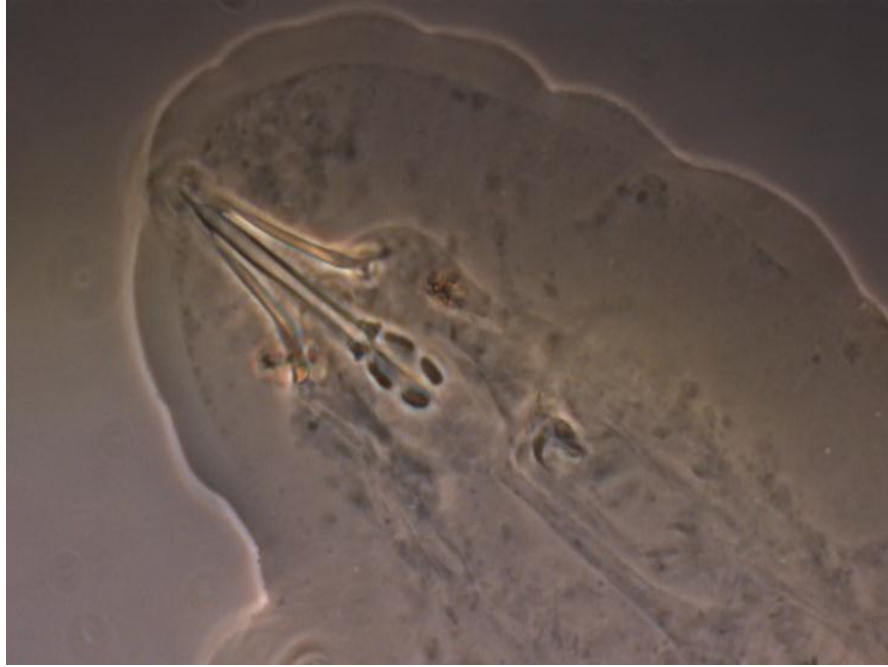


Şekil 22 *Halechiniscus* sp. cinsine ait Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü

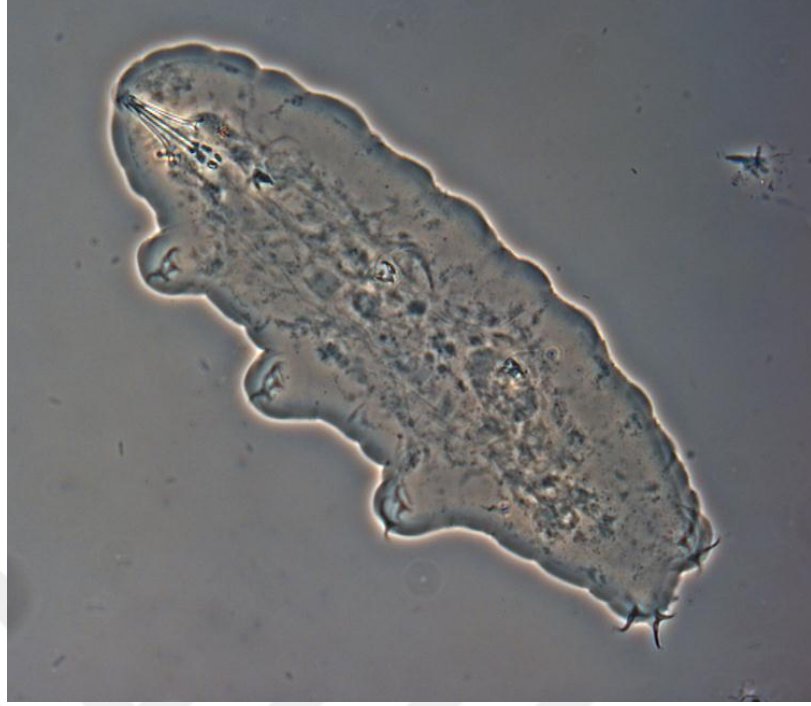




Şekil 23 *Milnesium tardigradum* türüne ait Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 24 *Isohypsibius marcellinoi* türüne ait bukkal farinjiyal aygıtın Faz Kontrast Mikroskopu Görüntüsü



Şekil 25 *Isohypsibius marcellinoi* türüne ait Faz Kontrast Mikroskopu Görüntüsü



Şekil 26 *Milsenium* sp. cinsine ait tırnak yapısı Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 27 *Isohypsibius sismicus* türüne ait Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 28 *Echiniscus merokensis merokensis* türüne ait Faz Kontrast Mikroskopu Görüntüsü



Şekil 29 *Isohypsibius prosostomus prosostomus* türüne ait Faz Kontrast Mikroskop Görüntüsü



Şekil 30 *Echiniscus testudo* türüne ait Faz Kontrast Mikroskopu Görüntüsü

### EK 3 Tardigrada Faunasına ait Teşhis Anahtarı

1.	Yanal sirri A mevcut.....	2
	Yanal sirri A yok.....	33
2(1).	Plakoidler farinksten ayrı ve araları açık Thermo- zodium Farinks ve plakoidler ayrı ayrı değil, devamlı kütikül olarak adlandırılan daha ziyade ince bir çubuk şeklinde,.....	3
3(2).	Bacaklar parmaklı.....	4
	Bacaklar parmaksız.....	16
4(3).	Tırnak yok; son ayak geniş ve bıçak şeklinde; düz plaka.....	5
	Tırnak mevcut.....	6
5(4).	Ayak parmakları uzamış spatula formu, geniş, her bacakta 4. parmak eşit, 4.çift bacakta papilla ile birlikte dikensi tepe mevcut (bazen eksik) ama dikensi değil.....	<i>Orzeliscus</i>
	Ayak parmağının terminal genişlemesi az çok geniş, yuvarlak, kare ya da kalp şeklinde; her bacakta 4.parmak eşit değil, 4.çift bacakta dikenler mevcut.....	<i>Batillipes</i>
6(4).	Her bacakta 2 parmak; medyan sirri mevcut değil.....	<i>Archechiniscus</i>
	Her bacakta 4 parmak; medyan sirri mevcut veya değil.....	7
7(6).	Vücudu saran ve çevreleyen kanat şeklinde yan ve ön kütiküler genişlemeler....	8
	Vücudu çevreleyen kanat şeklinde genişlemeler mevcut değil.....	9
8(7).	Küçük tüp formasyonlarının bulunduğu jelatin tabaka ile kaplı dorsal kütikül yanal sirri A veya yanındaki çıkıntı A mevcut.....	<i>Actinarctus</i>
	Dorsal yüzey pürüzsüz, veya büyük papillalı, jelatinsi tabaka yok; sirri A yok.....	<i>Florarctus</i>
9 (7).	Tırnaklarda tepe 2 ye katlanır ve 2 adet çengel ile sonlanır, boyutları eşit.....	<i>Angursa</i>
10(9).	Tırnaklarda süs mevcut.....	11
	Tırnaklarda süs yok.....	13
11(10).	Vücut dorsa ventral olarak yassılaştırmış, medyan sirri mevcut.....	<i>Tetrakentron</i>
	Vücut yassı değil.....	12
12(11).	Medyan tırnaklar dişli 4 nokta taşır.....	<i>Bathyechiniscus</i>

Medyan tırnaklar 3 noktalıdır, tepe ve 2 süs içerir.....	<i>Styraconyx</i>
13(10). Sefalik cirri, huni şeklinde sirriphor, bir basal kılıf ana kısım ve keskin ince distal kısımdan oluşur,.....	<i>Euclavarctus</i>
Sefalik sirriden farklı bir çift uzantı.....	14
14(13). 4.çift bacağıın tabanında geniş bir şekilde dallanmış veya membranı genişleten oldukça uzun ve esnek bir diken mevcuttur.....	<i>Tanarctus</i>
4.çift bacak tabanında papilla veya kısa diken mevcuttur (bacaktan kısa).....	15
15(14) Klava yanal sirri A dan kısadır.....	<i>Pleocola</i>
Klava yanal sirri A dan uzundur.....	<i>Halechiniscus</i>
16(3) Medyan sirri mevcuttur.....	17
Medyan sirri mevcut değildir.....	22
17(16) Zırhsız; her bir tarafta çıkıntı tektir.....	18
Zırhlı; her tarafta 2 çıkıntı mevcut.....	19
18(17) Ventral ve dorsal yüzey küçük tüp yapısında jelatin tabaka ile örtülü; tatlısu türü.....	<i>Echinursellus</i>
Vücut yüzeyi jelatin tabaka ile kaplı değil.....	<i>Coronarctus</i>
19(17). Her bir bacak 4 tırnak içerir; klava önde, kamış şeklinde dik veya katlanmış.....	19
Her bir bacak 4 tırnaktan az içerir; veya seta olmaksızın klava yuvarlak.....	21
19(a) 2 İnternal tırnak uzun esnek seta içerir.....	20
İnternal tırnakta seta mevcut değil.....	<i>Mesostygarctus</i>
20(19a) Sefalik plaka nerdeyse 2 kat genişlik ve uzunluğunda.....	<i>Stygarctus</i>
Sefalik plaka neredeyse 3 kat genişlik ve uzunluğunda.....	<i>Parastygarctus</i>
21(19) Her bir bacak seta olmaksızın 3 tırnak; 2 kat genişlik ve uzunluğunda sephalik plaka içerir.....	<i>Pseudostygarctus</i>
4.çift bacakta seta içeren 2 tırnak mevcut; sephalik plakanın genişlik ve uzunluğu eşit.....	<i>Megastygarctide</i>
22 (16). Bacaklar 5 veya daha fazla tırnak içerir; veya ilk çift 4, ve sonuncu 3, veya ilk 3 çift 2 tırnağa sonuncu 1 tırnağa sahip; zırhsız.....	23
Bütün bacaklar 4 tırnak içerir; zırhlı veya zırhsız.....	25
23(22). Her bir bacakta tırnak sayısı 5 ile 11 arası.....	<i>Echiniscoides</i>
Bütün bacaklarda tırnak sayısı 5 ten azdır.....	24

24(23). İlk 3 çift bacakta 4 tırnak, son çiftte ise 3 tırnak mevcut.....	<i>Anisonyche</i>	
İlk 3 çift bacakta 2 tırnak, son çiftte ise sadece 1 tanedir, tatlı su.....	<i>Carphania</i>	
25(22) Zırhsız.....	<i>Oreella</i>	
Zırhlı.....		26
26(25) Zırh vücudun ön kısmında iyi tanımlanmamıştır, kaudal kısımda belirgindir;		
terminal plaka belirgin bir şekilde ayrılmıştır.....	<i>Parechiniscus</i>	
Zırh iyi gelişmiştir, farklı plakalara ayrılmış, ve tüm sırt üzeyinde uzanır.....		27
27(26) 2. eşleştirilmiş plaka veya 3.medyan plakadan sonra terminal tabaka		
gelir.....		28
2.plaka ve 3.medyan plakadan sonra pseudosegmental tabaka, çift veya değil ve		
terminal plaka ile sonlanır.....		31
28(27). Medyan plaka 1,2,3 şeklinde sıralanır, 3 medyan plaka gözlemlenir (3.plaka		
bazen eksik olabilir).....	<i>Echiniscus</i>	
Medyan plaka 1 ve 2 olarak bölünmüş, hatta bazen 3. enine bölünür bu		
nedenle toplamda 5 veya 6 plaka görülür.....		29
29(28) Medyan plaka 1, 2 ve 3 olarak enine bölünmüş ve 6 medyan plaka olarak		
görülmekte; terminal plaka hariç.....	<i>Bryochoerus</i>	
Medyan plaka 1 ve 2 ye bölünmüş, toplamda 5 medyan plaka görülmektedir...		30
30(29) Terminal plaka mevcut değil, lateral ve dorsal aygıtlar yok		
(sirri A hariç).....	<i>Bryodeplhax</i>	
Terminal plaka mevcut; medyan dorsal çıkıntı mevcut.....	<i>Hypechiniscus</i>	
31(27) İnternal ve eksternal bukkal sirri mevcut değil.....	<i>Mopsechiniscus</i>	
Bukkal sirri mevcut.....		32
32(31) Lateral sirri A normal filament yapıda.....	<i>Pseudechiniscus</i>	
Lateral sirri A kısa, kalın, içeriye kıvrık, oyuk,kılıç şeklinde....	<i>Cornechiniscus</i>	
33(1) Çift tırnaklar birincil ve ikincil dallanma şeklinde birbirinden belirgin olarak		
ayrı; birincil ince, uzun ve düz, ikincil dal ise kısa 2 veya 3 parçaya bölünmüş;		
farinkste plakoid mevcut değil.....		34
Bacaklar çift tırnağa sahip; ikincil dalda bölünme yoktur.....		35
34(33) 6 peribukkal papilla ve 2 küçük arka papilla; 6 peribukkal lamella bukkal		
diyaframda operkulum oluşturur.....	<i>Milnesium</i>	
Peribukkal papilla mevcut değil; bukkal diyafram açıklığı etrafını saran 4		

lamella içerir.....	<i>Limmenius</i>	
35(33) Bazen bacakların medyan düzlemine yerleştirilen ve bir çeşit kısaç görevi yapan 2 sertleşmiş parçanın yerini aldığı bacakların 1. çifti hariç tırnaklar eksiktir,.....	<i>Necopinatum</i>	
Bacaklarda 4.çift bacak hariç, çift tırnak vardır.....		36
36(35) 3.çift bacaklarda 1.tırnak basit yapıda, 2.dallanma yok, 4.çift bacakta tırnakta bazal süs mevcuttur.....	<i>Haplomacrobotus</i>	
I,II,III. bacaklardaki çift tırnaklar normal gelişmiştir.....		37
37(36). Her bacadaki 2 çift tırnak eşit boyut ve yapıdadır, ve bacağın medyan plakasında simetriklerdir ve 2-1-1-2 dizilimindedir.....		38
Her bir bacadaki çift tırnaklar aynı değildir, medyan plakada asimetriktir, 2-1-2-1.....		41
38(37) Bukkal tüp stilet destekleri ve farinks arasında esnektir.....	<i>Pseudodiphason</i>	
Bukkal tüp tüm uzunluğu boyunca serttir.....		39
39(38) Çift tırnaklar uzun ve kıvrık, ikincil dal kısa veya çok kısa, tabanın yanına yerleşmiş, her bir tırnağın tabanı arasında kütiküler yapı mevcut, lunula yok, tatlısu türü.....	<i>Dactylobiotus</i>	
İkincil daldaki tırnak ilk dalın ortasına veya tabanın yakınına yerleştirilirse 2 dal arası eşittir; lunula mevcuttur (özellikle 4.bacak çiftinde).....		40
40(39) Stilet kasının sokulmasında bir tepe yoktur; ancak bukkal tüpün ventral tarafında güçlendirilmiş bir çubuk desteği vardır.....	<i>Macrobotus</i>	
Bukkal tüpün ventral ve dorsal kısmında dalgalı kenarlar ile eşleştirilmemiş bir veya ayrılmayabilir, lunula büyük ve oldukça dişli.....	<i>Adorybiotus</i>	
41(37) Bukkal tüp sert ve pekiştirici bir çubukla bölünmüş.....		42
Bukkal tüp sert veya esnek, fakat ventral tüp desteğine sahip değil.....		45
42(41) 4.çift bacak gelişmemiş veya yok, tırnak yok veya tırnak diğer bacaklarla karşılaştırıldığında oldukça küçük veya tek bir çift tırnaktan ziyade 2li; tırnak dallanmaları onlar arasında sert bağlantılı.....	<i>Hexapodibius</i>	
4.çift bacak ve tırnaklar diğerlerinden az gelişmiş değildir, tırnaklar Calohypsibius tip değildir.....		43
43(42) Tırnaklar <i>Calohypsibius</i> tip.....		44
Tırnaklar farklı.....		46



- 44(43). Bükülmez bir yapıya sahip ve esnek parçalı bukkal tüp; lunula mevcut;  
peribukkal lamella mevcut.....*Eohypsibius*  
Bukkal tüpün tüm uzunluğu sert.....45
- 45(44) Kütikül oldukça oyuntulu; 2 makroplakoid.....*Calohypsibius*  
Kütikül pürüzsüz; 3 makroplakoid.....*Microhypsibius*
- 46(43) Bukkal tüp sert ve spiral yapıda değil.....47  
Bukkal tüp sert bir bukkal tüp (rostral kısım) ve esnek bir farinjiyal tüpe ayrılır;  
ikinci bölüm sarmal bir yapıya sahiptir (zaman zaman sarmal yapıyı tanımlamak  
zordur.....51
- 47(46) Dallanan tırnaklar sert bağlantıya sahiptir ve her tırnak 3 farklı bölüme  
ayrılmıştır, peribukkal lamella mevcuttur;  
yumurtalar yumurta kesesinde yumurtlar ve süslüdür.....*Amphibolus*  
Birincil dal ve bazal dala ikincil dal tarafından esnek şekilde bağlanır,.....48
- 48(47) Her bacağın pençeleri birbirinden biraz farklıdır;  
dış çift tırnak bir ana dal ile ikincil daldan ayrılır, bu dallar birincil  
dalın içine sokulur, bazal ve ikincil dallar kıvrıktır orak şekillidir  
(*Hypsibius* tip tırnak); lunula yok; bukkal açıklıkta lamella mevcut değildir;  
stilet kasları kanca şeklinde yerleşmiştir.....*Hypsibius*  
Tırnaklar her bir bacakta farklıdır, bazal dal ve ikincil dal arasında belirgin bir  
açı vardır hemen hemen 90 ° C dir ( *İsohypsibius* tip).....49
- 49(48) Bukkal tüpte destekleyici bir çubuk mevcuttur.....*Doryphoribius*  
Destekleyici çubuk yoktur; stilet kası arma şeklindedir.....50
- 50(49) Tırnak oldukça büyük, dallara ayrılmış; lunula yok;  
peribukkal lamella mevcut, tatlısu türü.....*Pseudobiotus*  
Tırnak normal boyutta, bazen lunula mevcut; peribukkal lamella genellikle yok  
nadiren var; kütikül oyuklu ve granüllü veya şişkinlikler mevcut...*İsohypsibius*
- 51(46) Farinkste makroplakoid mevcut, mikroplakoid veya  
septula var veya yok.....*Diphascoscon*  
Farinkste plakoid yok, kesintisiz ince sert sınırla kaplıdır.....*İtaquascon*

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Duygu BERDİ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 16.07.1989

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

### **Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)**

Lise : Çankaya Lisesi (2006)

Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü (2011)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı  
(Haziran 2018)

### **Çalıştığı Kurum / Kurumlar ve Yıl**

2011-2012 : Düzen Laboratuvarı

2013-2017 : Türk Cerrahi Derneği

Şubat 2018- : Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı  
Araştırma Görevlisi

### **Uluslararası Kongrelerde sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler**

Tekatlı, Ç., **Özer, D.**, Yıldız, P., Fikirdeşici Ergen, Ş., Altındağ, A. 2016. New Records of Tardigrada species from the Turkish fauna Verçenik Turkey. International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences, 03-05 November, Antalya/Turkey

**Özer, D.**, Tekatlı, Ç., Altındağ, A., 2017. Küresel Isınmanın Sucul Ekosistem Üzerindeki Etkisi. 5. Çevre Günleri uluslararası Sempozyumu 07-08 Haziran Ankara P05.