



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

Tekirdağ Topraklarından İzole Edilen İki Dileptid Siliyat Türünün (Ciliophora, Litostomatea, Rhynchostomatia) Morfolojik Karakterizasyonu

Hilal URAL¹, Naciye Gülkız ŞENLER^{*2}

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 59030, Tekirdağ, Türkiye

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 59030, Tekirdağ, Türkiye

Hilal URAL, ORCID No: 0009-0004-9928-7626, Naciye Gülkız ŞENLER, ORCID No: 0000-0002-5035-0880

*Sorumlu yazar e-posta: ngulkiz@nku.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 17.08.2023
Kabul: 22.12.2023
Online Nisan 2024

DOI:10.53433/yyufbed.1344576

Anahtar Kelimeler

Dileptid siliyatlar,
Rimaleptus mucronatus,
Rurikoplites armatus,
Tekirdağ,
Toprak siliyatları,
Türkiye

Öz: Tekirdağ'ın (TÜRKİYE) doğal ve doğal olmayan alanlarından alınan toprak örneklerindeki iki dileptid siliyat türü (*Rimaleptus mucronatus* ve *Rurikoplites armatus*) ve dinlenme kistleri standart yöntemler kullanılarak morfoloji ve morfometri bakımından incelenmiştir. *R. mucronatus* (i) yaklaşık 261-466 × 38-83 µm büyüklüğünde; (ii) hortum uzunluğunun vücut uzunluğuna oranı %35'tir; (iii) dorsalde konumlanmış, yaklaşık 15 adet küçük kontraktıl vakuol; (iv) büyüklük bakımından farklı, biçim bakımından aynı iki tip ekstruzom; (v) 16-22 sil sırası; (vi) çok sıralı, düzensiz ve atlamalı dorsal fırça, *R. armatus* (i) yaklaşık 133-202 × 17-29 µm büyüklüğünde; (ii) hortum uzunluğu ile vücut uzunluğu oranı %30; (iii) dorsalde 2 kontraktıl vakuol; (iv) iki tip ekstruzom; (v) 9-12 sil sırası; (vi) iki sıralı ve atlamalı dorsal fırça ile karakterize edildi. *R. armatus* Türkiye siliyat faunası için yeni kayıttır. Dinlenme kisti ilk kez bu çalışmada tanımlanmıştır. *R. mucronatus* ve *R. armatus*'un morfolojik ve morfometrik özellikleri ile *R. mucronatus*'un kist morfolojisi daha önce çalışılmış popülasyonlara benzerdir. Farklılıkların coğrafik bölge ve habitat farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Morphological Characterization of Two Dileptid Ciliate Species (Ciliophora, Litostomatea, Rhynchostomatia) Isolated from Tekirdağ Soils

Article Info

Received: 17.08.2023
Accepted: 22.12.2023
Online April 2024

DOI:10.53433/yyufbed.1344576

Keywords

Dileptid ciliates,
Rimaleptus mucronatus,
Rurikoplites armatus,
Soil ciliates,
Tekirdağ,
Türkiye

Abstract: Two species of dileptid ciliates (*Rimaleptus mucronatus* and *Rurikoplites armatus*) and resting cysts in soil samples taken from natural and unnatural areas of Tekirdağ (TÜRKİYE) were examined in terms of morphology and morphometry using standard methods. *R. mucronatus* is (i) a size of about 261-466 × 38-83 µm; (ii) the ratio of proboscis length to body length is 35%; (iii) dorsally located about 15 small contractile vacuoles; (iv) two types of extrusomes different in size but identical in shape; (v) about 16-22 ciliary rows; and (vi) multi-row, irregular and staggered dorsal brush, *R. armatus* is: (i) about 133-202 × 17-29 µm; (ii) proboscis length to body length ratio is 30% (iii) 2 contractile vacuoles dorsally; (iv) 2 types of extrusome; (v) ciliary rows, 9-12; and (vi) staggered and 2 rowed dorsal brush characterized by. *R. armatus* is a new record for the Turkish ciliate fauna. Resting cyst is first described in this study. The morphological features and morphometric features of *R. mucronatus* and *R. armatus* and the resting cyst morphology of *R. mucronatus* are similar to previously studied populations. However, the differences here may be caused by geographical region and habitat differences.

Bu çalışma Prof. Dr. Naciye Gülkız ŞENLER'in danışmanlığında yapılan Hilal URAL'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Dileptidler hücre yüzeyleri tümüyle sillerle kaplı (holokroz) litostomatean siliyatlardır. Hücre yapılarını farklı kılan hortuma, gövdeye ve bazı türlerinde kuyruğa sahiptirler (Lynn & Small, 2000; Lynn, 2008; Vd'áčný & Foissner, 2012). Karasal, yarı karasal ve sucul habitatlarda siliyatlar, diğer protistler ve hatta mikroskopik çok hücreliler üzerinden beslenen predatör siliyatlardır. Bu yüzden mikrobiyal besin ağının en önemli fagotrofik organizmalarıdır (Vd'áčný ve ark., 2006).

Dileptid siliyatlar, genellikle iğne yapraklı ağaçların yaprak döküntülerinde, kara yosunu örtüsü ile mineral içerikli toprak gibi karasal habitatlarda bulunurlar ve geniş küresel dağılıma sahiptirler. Hücre yapılarının oldukça esnek, eğilip bükülebilen, uzun ve ince olmaları ön adaptasyondur (Vd'áčný & Foissner, 2008; Vd'áčný & Foissner, 2012). Bu özellikler sayesinde toprak partikülleri arasındaki küçük boşluklarda dahi yaşamlarını sürdürebilirler. Böylece dileptid siliyatların karasal habitatlardaki çeşitlenmesine de olanak sağlar. Dileptidlerin coğrafik dağılımı az bilinmektedir. Birçoğu holoarktik bölgede bulunmuştur. *Dimacrocaryon amphileptiodes*'in, *Rimaleptus alpinus*'un ve *R. mucronatus*'un kayıtları coğrafik bölgelerin hepsinde bulunmaktadır (Vd'áčný & Foissner, 2012). Bununla birlikte çoğu türün gerçek yayılışı bilinmemektedir. Bu organizma grubuna ait ilk çalışmalar sucul ortamlardaki siliyat çalışmaları içinde yer almakta ve çoğunlukla canlı incelemeye dayanmaktadır (Kahl, 1931 ve 1935; Vuxanovici, 1959; Dragesco, 1963). Uzun yıllar vücut biçimi, büyüklüğü, nükleer aparey, hortumun uzunluğu ile hortuma ait uzunluk oranları, kontraktıl vakuollerinin sayısı ve kontraktıl vakuollerin lokalizasyonu gibi özelliklerinin yanı sıra biyotopu da diyagnostik özellik olarak kullanılmıştır. Böylece birbirlerinden ayırt edilmişlerdir. Vd'áčný & Foissner (2012), tür ayırımında kullanılabilecek 4 yeni özellik daha ilave etmişlerdir: dorsal fırça (monomorfik/dimorfik), oral açıklık biçimi, mikronukleus biçimi ve sirkamoral dikinetidleri arasındaki mesafe. Dileptid siliyatlar ile ilgili çalışmalar çok eskiye dayanmakla birlikte, ülkemiz dileptid siliyat taksonları hakkında kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır. Şimdiye kadar bir dileptid türü (*Dileptus mucronatus*) rapor edilmiştir (Çapar, 2007). Bu çalışmada Tekirdağ topraklarından izole edilen, Dileptida takımı Dimacrocaryonidae familyasına ait iki tür, canlı ve gümüş boyama teknikleri uygulanarak incelenmiştir. Çalışmanın hem yerel hem de küresel siliyat çeşitliliği ve dağılışı ile ilgili mevcut bilgiye katkı sağlaması beklenmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Toprak örnekleri 2016-2017 yılları arasında, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Yerleşkesi (40°59'48" K; 27°34'59" D) ve Atatürk Orman Mesire Alanı (40°59'34" K; 27°35'24"D) sınırları içerisinde yer alan doğal ve doğal olmayan çayırılık ve çamlık alanlardan, yüzeye yakın kısımdan (yüzeyden 5-10 cm derinliğe kadar), rastgele yöntemle 10 farklı noktadan yaprak döküntüleri, humus tabaka ile bitkilerin ince kökleri birlikte alınarak karıştırılmıştır.

Kompozit toprak örnekleri, laboratuvarında direkt güneş ışığı almayan bir yerde kurutulup muhafaza edilmiştir. Kistlerin yeniden aktivasyonu için "non-flooded Petri dish" yöntemiyle toprak kültürleri yapılmıştır (Foissner ve ark., 2002; Vd'áčný & Foissner, 2012). Siliyatlar canlı inceleme ile gümüş boyama tekniklerinin birlikte kullanılmasıyla araştırılmıştır (Foissner, 2014). Hücreler önce canlı olarak stereomikroskop altında, sonra Olympus CX41 araştırma mikroskobu ile 100-1000X büyütmede gözlenmiştir. Infrasiliyatür gümüş boyama yöntemleriyle ortaya çıkarılmıştır. Hücrelerin karakteristik özelliklerinin incelenmesi, ölçümlerinin alınması ve fotoğraflanması araştırma mikroskobuna uyumlu Olympus SC30 model dijital kamera, Cell Software mikro görüntüleme ve ölçüm sistemiyle gerçekleştirilmiştir. Canlı örnekler için çizimler, video görüntü kayıtları ve canlı fotomikrograflar; siliyatür ve diğer özelliklere ait çizimler ise çeşitli gümüş boyama teknikleri uygulanmış preparasyonlardan elde edilmiş ve fotomikrograflar esas alınarak çizilmiştir. Fotomikrograflar Photoshop (CC2023) programı ile bilgisayar ortamında, asıl ölçümlere ve oranlara dikkat edilerek işlenmişlerdir. Ölçüm ve sayısal verilere ait betimsel istatistik SPSS 15.0 (IBM Corp., 2007) ile yapılmıştır. Teşhis, taksonomi ve terminoloji için Lynn & Small (2000), Foissner ve ark. (2002), Lynn (2008), Vd'áčný & Foissner (2012)'dan yararlanılmıştır. Toprak örneklerinin analizleri TNKÜ Ziraat Fakültesi'nin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Kist oluşumu için “besin” sınırlayıcı faktör olarak kullanılmıştır. Stereomikroskop altında seçilen hücreler, filtre edilmiş ve otoklavlanmış ortam suyu içeren saat camına alınmışlardır. Ortamdan besini mümkün olduğu kadar uzaklaştırmak için, ortam suyu birkaç kez değiştirilmiş ve yaklaşık 12 saat bekletilmiştir. Besin olmayan ortamda, çoğu bireyin kist oluşturduğu (enkistasyon) gözlenmiştir. Kistler direkt alınarak ya da çeşitli boyama yöntemlerinin uygulanması sonrasında (protargol ile boyama ve methyl green-pyroninle supravital boyama) incelenmişlerdir.

3. Bulgular

3.1. Çalışma alanlarından alınan toprak örneklerine ait fiziksel ve kimyasal analizler

Çalışma alanlarına ait toprakların analiz sonuçlarına göre (Çizelge 1), iki alanın da toprağı hafif asit reaksiyonu gösterip, tuzsuzdur; fosfor, azot ve potasyum içerikleri az düzeydedir. Çayırılık alan (TNKÜ Yerleşkesi) çok kireçli, organik madde içeriğı çok az, mesire alan toprağı ise organik madde miktarı az düzeyde ve orta kireçli toprak sınıfındadır.

Çizelge 1. Toprak örneklerinin fiziko-kimyasal parametreleri

İstasyon	Tekstür	pH (Toprak Reaksiyonu)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	EC mikrosiemens/cm	P ppm (Fosfor)	N % (Azot)	K ppm (Potasyum)	İzole edilen türler
TNKÜ-Yerleşkesi çayırılık alan	Killi Tın	6.32	17.24	0.85	345	4.3	0.04	78	<i>Rimaleptus mucronatus</i>
Atatürk Ormanı Mesire Yeri	Kumlu Killi Tın	6.37	6.47	1.58	370	5.4	0.08	82	<i>Rurukoplites armatus</i>

3.2. Tür tanımı

Takım: Dileptida Jankowski, 1978

Familiya: Dimacrocaryonidae Vd'ačný ve ark., 2011

Cins: *Rimaleptus* Foissner, 1984

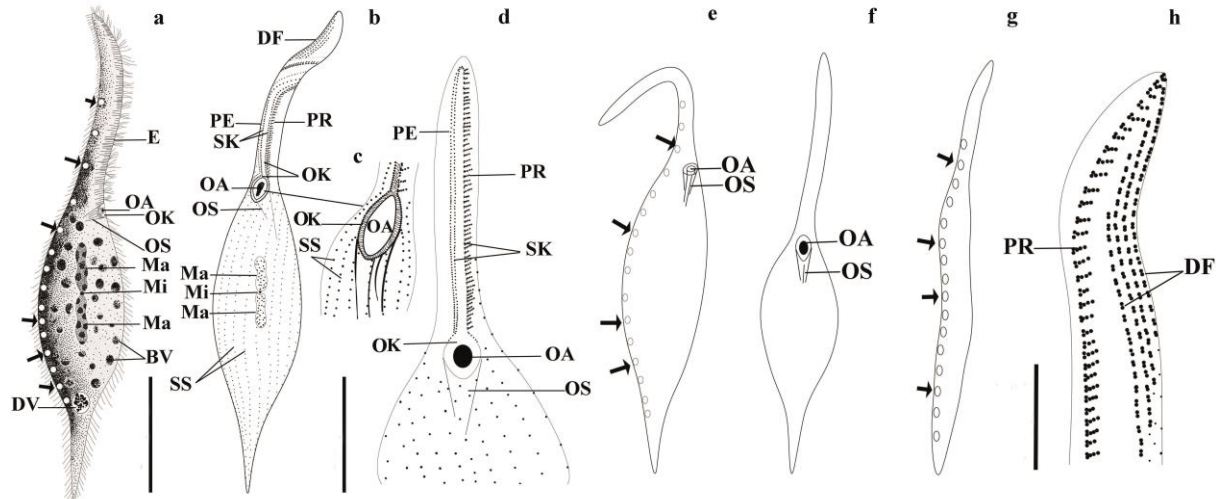
3.2.1. *Rimaleptus mucronatus* (Penard, 1922) Vd'ačný ve ark. (2011)

Hortum, gövde ve belirgin kuyruğı olan tipik dileptidir (Şekil 1a, 1b, 1e-g, 2a-c). Canlı büyüklüğü ortalama $260.60-465.90 \times 37.50-83.10 \mu\text{m}$ (N=16) olup, genellikle $335 \times 53 \mu\text{m}$ 'ye yakındır. Hücre genişliğı, hücre uzunluğunun yaklaşık %16'sı kadar olup oldukça değışkendir (%11-24). Protargol ile boyanmış örneklerde fiksasyon süreci hücrelerin küçülmesine neden olduğundan dolayı hücre uzunluğı daha küçük ölçülmüştür (Çizelge 2). Hortum uzunluğı canlı bireylerde, yaklaşık $21-46 \mu\text{m}$ olup vücut uzunluğunun yaklaşık %35'i kadardır. Vücudun ortalama %10'unu oluşturan kuyruğun uzunluğı oldukça değışkendir (yaklaşık $21-46 \mu\text{m}$). Vücut yapısı oldukça esnek, ileri derecede katlanma eğilimi gösterir, kontraktil değıldir (Şekil 2b, 2c). Makronukleus oblong, iki fragmentten oluşur, hücre gövdesinin orta kısımlarında yer alır (Şekil 1a, 1b, 2e). Her iki fragmentin uzunluk ve genişliğı birbirine yakındır. Mikronukleus tektir. İki fragment arasında, hemen hemen küreseldir (çapı $\sim 2 \mu\text{m}$) (Şekil 1a, 1b, 2e). Dorsal tarafta 15 kadar küçük kontraktil vakuol bulunur (Şekil 1a, 1e, 1g, 2b). Genellikle 4 tanesi hortumda, kalanları gövde kısmında yer alır. Çoğunlukla kuyruğun proksimalinde granüler içerikli olan defekasyon vakuolü vardır (Şekil 1a). Sopa biçimli, uzun ve kısa ekstruzomlara sahiptir (Şekil 1a, 2f-j). Uzun ekstruzomlar (Şekil 2g, 2h, 2j) ortalama $6.64 \times 0.74 \mu\text{m}$ ($5.60-7.90 \times 0.50-1.00$; N=17), kısa ekstruzomlar (Şekil 2i) ortalama $3.23 \times 0.69 \mu\text{m}$ 'dir ($2.63-3.70 \times 0.50-0.90$; N=15). Korteks küçük, renksiz granüller (mukosist?) içerir (Şekil 4c).

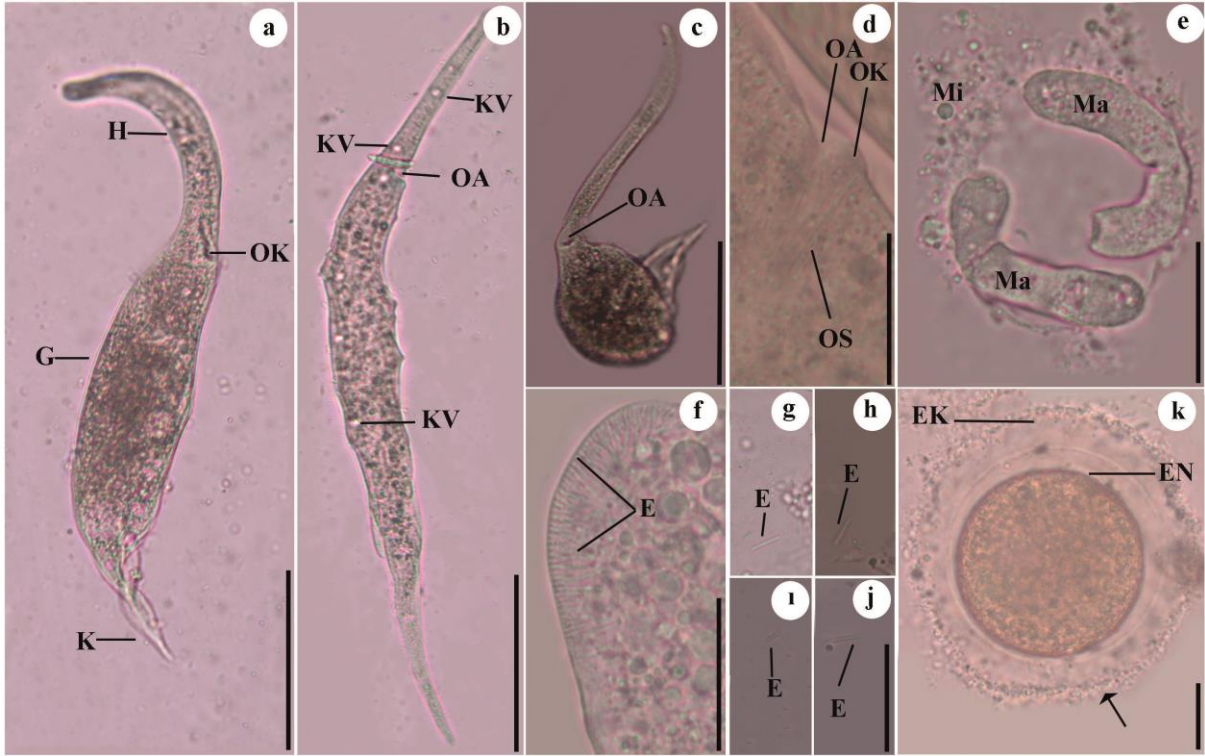
Sitoplazma renksizdir, lipid damlası, besin vakuolleri ve çok sayıda değişken büyüklükte (1-13 µm çaplarında) granül ile doludur. Ovalimsi oral açıklığın genişliği yaklaşık 8 µm olup (4.20-10.60, N=16), anteriyor vücut ucuna uzaklığı hemen hemen 117 µm'dir (Şekil 1c, 1d, 2a, 2c, 2d, 3a, 3b, 4a, 4b). Oral kabartı oldukça belirgindir (Şekil 2a, 2d), canlı örneklerin genişliği oral açıklığın çevresinde yaklaşık 2 µm iken; hortumda 4 µm'dir. Oral sepet obkonik biçimlidir, iç ve dış sepetten oluşur (Şekil 2d, 3b, 4a, 4b). Boyanmış ve canlı örneklerinde ayırt edilebilen oral sepet, tespitli örneklerde yaklaşık 13 µm (N=25) uzunluğundadır (Çizelge 2).

Hücrenin yüzeyini örten siller 6-10 µm uzunluğundadır (Şekil 1a). Somatik kineti (sil sırası) sayısı nispeten karardır (CV=%10), 16-22 arasında değişir. Kinetozomları, dar aralıklar oluşturacak şekilde sıralanmış, hücrede orta kısımdan 10 µm'lik alanda 7 ila 10 adet kinetozom sayılmıştır (Şekil 1b, 3a). Oral kabartı kaidesi takip eden sirkamoral kineti, oral açıklık ile hortumun sağ ve solunda devam eder (Şekil 1b, 1d). Sil sıraları (somatik) ventralde oral kabartı çevresinde kısalarak sonlanır (Şekil 1c, 1d). Hortumun uç kısmına kadar uzanan perioral kineti ise oral kabartının sağ tarafında bulunan ilk kinetiden devam ederek oluşur ve sirkamoral kinetiyle paraleldir (Şekil 1b, 1d, 3b, 3d). Hortumda sirkamoral kinetin sol dalı boyunca uzanan preoral kineti ise sirkamoral kinetiye eğimli bir biçimde devam eder (Şekil 1b, 1d, 1h, 3d). Her biri 3-4 kinetiden oluşur. Dorsal fırça, hortumun dorsal ve dorsolateralinde uzun (yaklaşık olarak hücre uzunluğunun %19-35'i, hortum uzunluğunun %56-77'si kadardır) ve geniş özelleşmiş bir alan oluşturur (Şekil 1h, 3b, 3c). Çok sıralıdır ve kinetidleri düzensiz aralıktır. Fırça sıraları hortumun ucundan kademeli olarak başlar (Şekil 1b, 1h), sıkı paketlenmiş mono- ve dikinetidlerden oluşur. Kılı yapılarının uzunluğu 2 µm kadardır (Şekil 3c). Monokinetidal kuyruk, dorsal fırçanın en sağındaki kinetiden meydana gelir ve hücre gövdesinin ortalarına kadar uzanır.

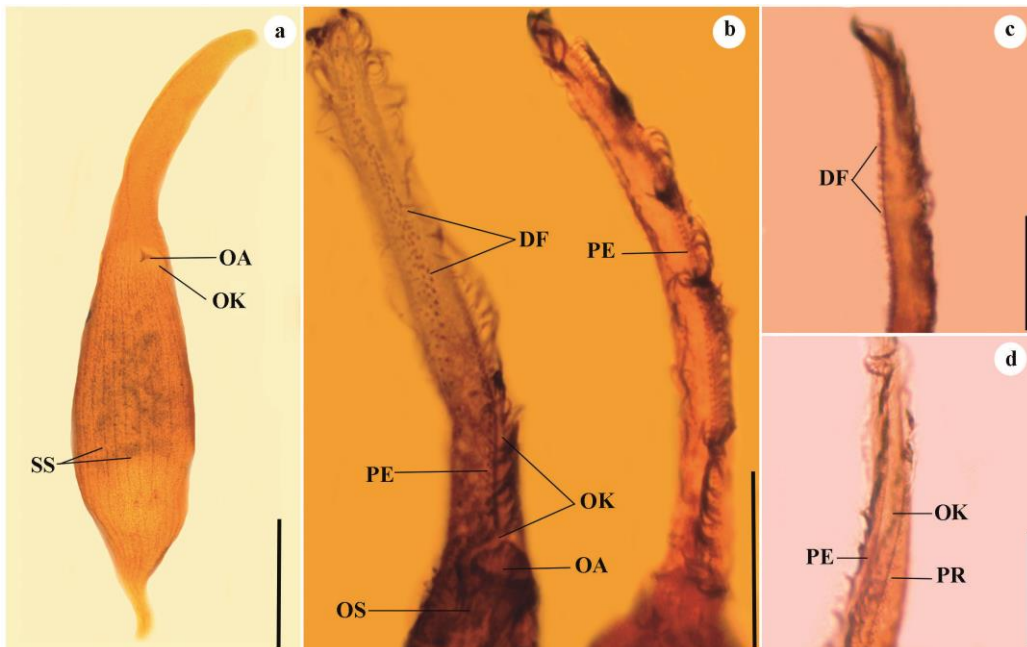
Kist hemen hemen küreseldir. İçte yaklaşık 1 µm kalınlığında (1.10-1.30 µm; N=4) düz, sarımsı kahverengi bir duvar ve dışta 6.48 µm (5.3-9.0 µm; N=4) kalınlığında hiyalin bir tabaka ile çevrilidir. Kistin etrafında amorf ihraç materyali içeren belirgin bir mukoz tabaka bulunur. Mukoz tabaka hariç yaklaşık 58-67 × 45-66 µm (uzunluk: ortalama 63.23 µm; genişlik: ortalama 57.22 µm; N=4), mukoz tabakayla birlikte 53-85 × 50-80 µm'dir (uzunluk: ortalama 69.61 µm; genişlik: ortalama 66.20 µm; N=4). Makronukleus vejetatif bireylerde olduğu gibi iki parçalıdır. Kontraktıl vakuoller, ekstruzom, oral sepet ve siller ayırt edilmez (Şekil 2k, 4d-f).



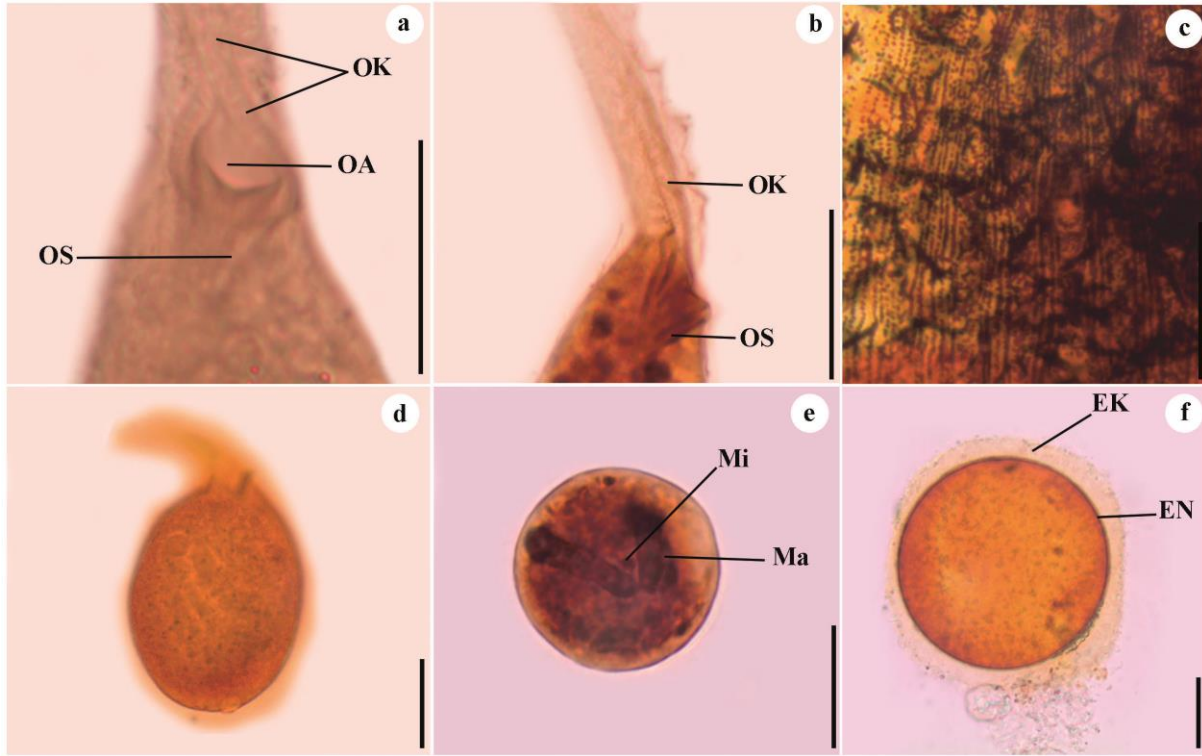
Şekil 1. *Rimaleptus mucronatus*'un çizimleri. a: sağ lateral görünüş, canlı; b: ventral somatik siliyatür; c, d: oral siliyatür; e-g: vücut şekli çeşitliliği ve kontraktıl vakuol modeli; h: sol lateraldeki oral siliyatür. BV: besin vakuölü; DF: dorsal fırça; DV: defekasyon vakuölü; E: ekstruzom; Ma: makronukleus; Mi: mikronukleus; OA: oral açıklık; OK: oral kabartı; OS: oral sepet; PE: perioral kineti; PR: preoral kineti; SS: sil sıraları; SK: sirkamoral kineti; oklar: kontraktıl vakuol. Barlar, 50 µm.



Şekil 2. *Rimaleptus mucronatus*'un canlı fotomikrografları. a-c: genel vücut şekli; d:oral bölge; e: makro- ve mikronükleus; f-j: sopa biçimli uzun ve kısa ekstruzomlar; k: kist. H: hortum; G: gövde; E: ekstruzom; EK: ektokist; EN: endokist; K: kuyruk; KV: kontraktıl vakuol; Ma: makronükleus; Mi: mikronükleus; OA: oral açıklık; OK: oral kabartı; OS: oral sepet; ok: ihraç materyali. Barlar, a-c: 50 μ m; f-k: 20 μ m.



Şekil 3. *Rimaleptus mucronatus*'un fotomikrografları (a: gümüş nitrat boyama; b-d: protargol boyama). a: somatik siliyatür; b-d: oral siliyatürü. DF: dorsal fırça; OA: oral açıklık; OK: oral kabartı; OS: oral sepet; PE: perioral kineti; PR: preoral kineti; SS: sil sıraları. Barlar, 20 μ m.



Şekil 4. *Rimaleptus mucronatus*'un fotomikrografları (a, b, d-f: protargol boyama; c: gümüş karbonat). a, b: oral yapı; c: kortikal granüller; d-f: kist oluşum safhaları. EK: ektokist; EN: endokist; Ma: makronukleus; Mi: mikronukleus; OA: oral açıklık; OK: oral kabartı; OS: oral sepet. Barlar, 20 µm.

Cins: *Rurikoplites* Vd'ačný & Rajter, 2015

3.2.2. *Rurikoplites armatus* (Foissner & Schade, 2000) Vd'ačný & Rajter, 2015

Vücut hortum ve gövdeden ibarettir (Şekil 5a, 5b, 6a-d). Canlı hücre boyutları $133-202 \times 17-29$ µm arasında değişmekte olup ortalama 166×24 µm'dir (N=10). Protargol tekniği ile boyanmış hücreler fiksasyondan kaynaklanan büzülmeden dolayı canlı hücrelerden biraz daha küçük ölçülmüştür (Çizelge 2). Genişliğin uzunluğa oranı oldukça değişkendir. Canlı örneklerde yaklaşık %12-18, boyanmış örneklerde %10-19'dur (Çizelge 2). Hortum canlı bireylerde vücudun ortalama %30'unu oluşturur (27-44; N=10). Vücut biçimi oldukça değişkendir (Şekil 5d-f), hücre esnek ve kırılmandır, kontraktil değildir (Şekil 6b-d). Hücre gövdesinin orta kısımlarında nuklear aparey yer alır. Makronukleus iki fragment halinde, dar-silindirik ve sosis biçimlidir (Şekil 5a, 5b, 6f). Her iki fragmentin boyutları hemen hemen aynıdır (Çizelge 2). Mikronukleus tek ve küreseldir, makronukleus fragmentleri arasında yer alır (Şekil 5a, 5b, 6f). Biri anterior, diğeri posterior yarımda, iki kontraktil vakuol dorsal olarak konumlanmışlardır (Şekil 5a, 5d-f, 6a-c). Hücrenin posteriyöründe granüler içeriği olan defekasyon vakuölü bulunur (Şekil 5a, 5b). İki tip ekstruzoma sahiptir. Sopa biçimli ekstruzomlar (tip 1) (Şekil 5a, 6g) çok sayıdadır ve yaklaşık $2-5 \times 1$ µm büyüklüğündedir (ortalama 3.58×0.93 µm; N=20). Klavat biçimli ekstruzomlar (tip 2) (Şekil 5a, 6h) daha az sayıdadır ve canlı büyüklüğü hemen hemen $2-4 \times 1$ µm'dir (ortalama $3.78-1.07$; N=20). Fırlatılmış ekstruzom mızrak biçimlidir. Oral açıklık ovalimsi olup (Şekil 5a-c, 6a, 6b, 6e, 7a, 7e, 8a, 8b), en geniş kısmı $4.50-6.90$ µm'dir (N=8). Canlı örneklerde oral açıklık ile anterior vücut ucu arasındaki mesafe ortalama 56.09 µm'dir ($46.40-69.90$ µm; N=10). Oral kabartının oral açıklığı çevreleyen kısmında genişliği (canlı örneklerde) $2.0-2.9$ µm olarak ölçülmüştür. Oral sepet obkonik biçimindedir, iç ve dış sepetten oluşur (Şekil 5a-c, 7a, 7e). Tespitli örneklerinde yaklaşık olarak 9 µm ($7.20-10.60$ µm; N=19) uzunluğundadır (Çizelge 2).

Somatik siller yaklaşık $5-8$ µm uzunluğunda olup, ortalama 10 kineti (sil sırası) oluştururlar ($9.00-12.00$; N=20) (Şekil 5b, 7a, 7b) somatik kineti sayısı çok az değişkenlik gösterir (CV=5.90).

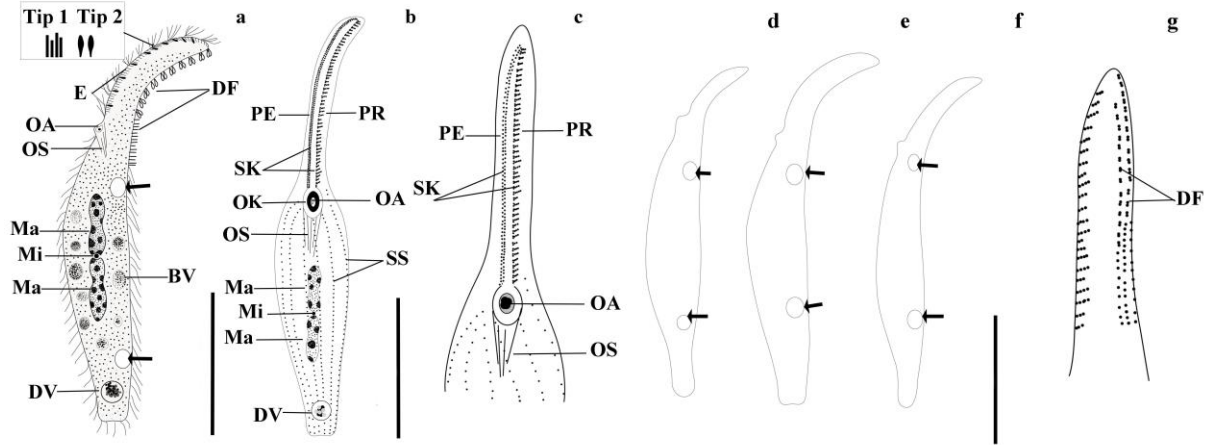
Somatik kinetiler sık düzenlenmiş kinetozom sırasından oluşur, hücrenin orta kısmında 10 µm'lik aralıkta 8-10 kinetozom sayılmıştır (Çizelge 2). Preoral kinetiler 2-3, genellikle 3 kinetiden oluşur (Şekil 5b, 5c, 5f, 7e). Dorsal fırça iki kinetozom sırasından oluşur (Şekil 5g, 7c) (N=16) ve kılsı uzantıları (Şekil 5a, 7e) 2 µm uzunluğundadır. Hücrenin yaklaşık olarak %20-28'i, hortumun %62'si kadar uzunlukta olan dorsal fırça sıraları, bazı örneklerinde hortum boyunca uzanırlar. Dikinetidlerin sayısı yaklaşık 15 ila 16'dır. Monokinetidleri dikinetidler takip eder ve monokinetidlerin aralarındaki boşluk posteriyora doğru gidildikçe artar. Monokinetidal kuyrukla birlikte, dorsal fırça sıralarından bir tanesi hücre gövdesinin ortalarına kadar gelir. Sadece bir bireyde iki dorsal fırça sırasına ek olarak 7-8 dikinetidten ibaret daha kısa bir sıra daha gözlenmiştir (Şekil 7d).

Kistleri küreseldir, çapı 35-40 µm'dir (ortalama 37.14 µm; N=10). Düz, renksiz kist duvarı ortalama 0.6-1.0 µm genişliğindedir (ortalaması: 0.85 µm; N=10). Makronukleusu vejetatif bireylerdeki gibi iki parçadan oluşur (Şekil 6a, 8c-e). Önceki türün aksine lam-lamel arasında sıkıştırılarak patlatılmış kistlerde klavat tip ekstruzomlara rastlanmıştır.

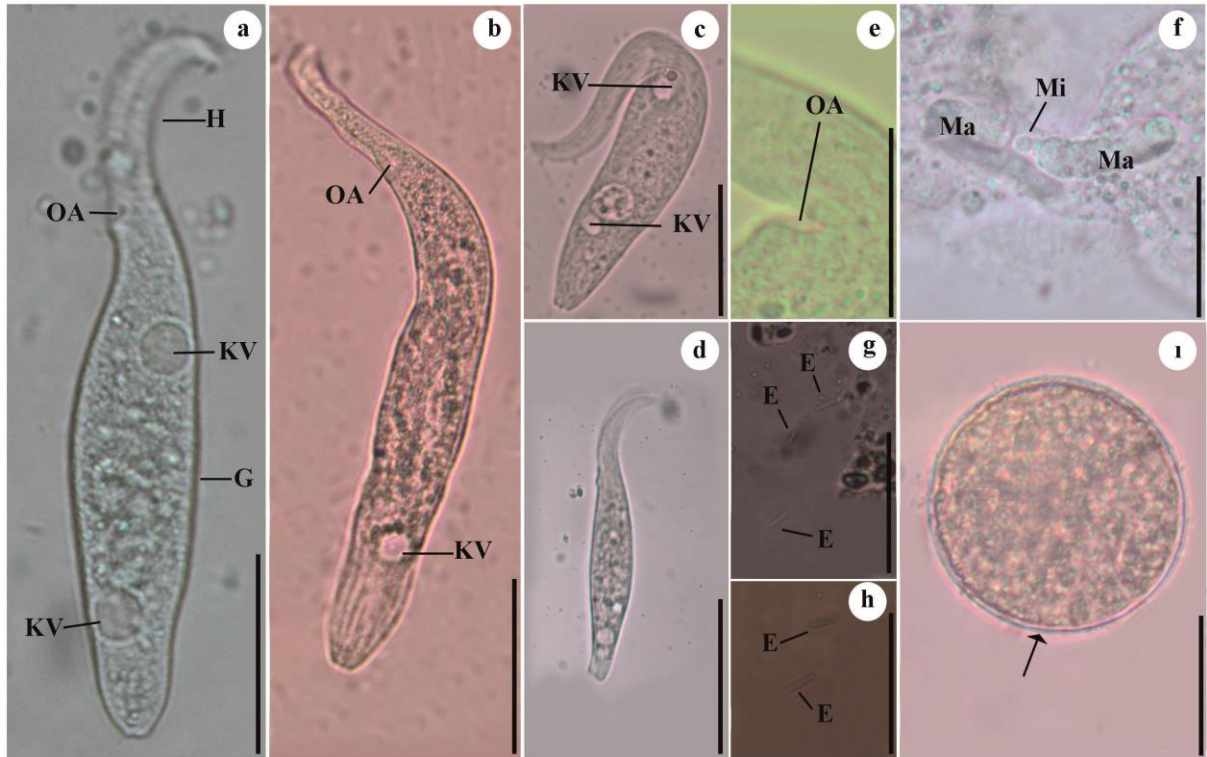
Çizelge 2. *R. mucronatus* (ilk satır) ve *R. armatus*'un (ikinci satır) morfometrik karakterizasyonu. \bar{X} : aritmetik ortalama; CV: varyasyon kat sayısı; M: medyan; Max: maksimum; Min: minimum; N: ölçülen birey sayısı; SD: standart sapma; SE: ortalamanın standart hatası

Özellik	\bar{X}	M	SD	SE	CV	Min	Max	N
Vücut, uzunluk (µm)	191.97	189.80	28.13	5.63	14.82	144.32	258.53	25
	130.19	130.45	17.24	3.86	13.22	95.30	165.0	20
Vücut, genişlik (µm)	40.87	40.80	7.14	1.43	17.50	30.10	57.00	25
	17.41	17.20	2.21	0.50	12.85	13.50	23.50	20
Vücut genişliği/uzunluğu, oran (%)	21.45	21.69	3.40	0.68	15.68	15.01	30.07	25
	13.65	12.73	2.78	0.62	21.84	9.88	19.01	20
Oral kabartı açıklığının anterior uca uzaklığı (µm)	83.18	83.80	15.01	3.00	17.91	45.30	108.89	25
	45.89	46.20	4.96	1.11	10.81	37.60	56.80	20
Hortum uzunluğu/Vücut uzunluğu (%)	36.65	36.39	5.85	1.17	16.08	24.51	47.61	25
	29.12	28.72	4.53	1.01	15.77	23.00	44.07	20
Kuyruk, uzunluk	34.24	33.35	7.62	1.91	22.85	20.70	45.90	16
Nükleer figür, uzunluk (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-
	40.23	40.10	9.40	1.88	23.44	24.90	58.10	25
Makronükleer fragmentlerinin sayısı	29.22	29.10	7.49	1.67	25.74	13.80	43.90	20
	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	20
Makronükleusun 1. fragmenti, uzunluk	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	20
	37.90	38.59	6.45	2.04	16.71	28.10	50.00	10
Makronükleusun 2. fragmenti, uzunluk	23.34	23.20	3.45	1.04	14.87	19.60	31.10	11
	35.97	34.30	7.54	2.38	21.98	27.50	53.60	10
Makronükleus 1. fragment, genişlik	23.22	23.70	3.42	1.03	14.43	17.00	28.40	11
	6.51	6.55	1.01	0.32	15.42	4.80	8.00	10
Makronükleus 2. fragmenti, genişlik	3.26	3.40	0.48	0.14	14.12	2.60	3.80	11
	5.92	5.75	0.86	0.27	14.96	4.60	7.00	10
Mikronükleus, sayısı	3.06	3.20	0.46	0.14	14.38	2.40	3.90	11
	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	11
Mikronükleus, çap	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	11
	2.09	2.10	0.19	0.06	9.05	1.80	2.40	11
Somatik kineti sayısı, gövdenin orta kısmında	1.61	1.60	0.24	0.06	15.00	1.20	2.00	14
	18.55	18.00	1.88	0.42	10.44	16.00	22.00	20
Kinetozom sayısı, gövdenin orta kısmında 10 µm'de	10.15	10.00	0.59	0.13	5.90	9.00	12.00	20
	8.30	7.00	1.26	0.28	18.00	7.00	10.00	20
	8.75	9.00	0.72	0.16	8.00	8.00	10.00	20

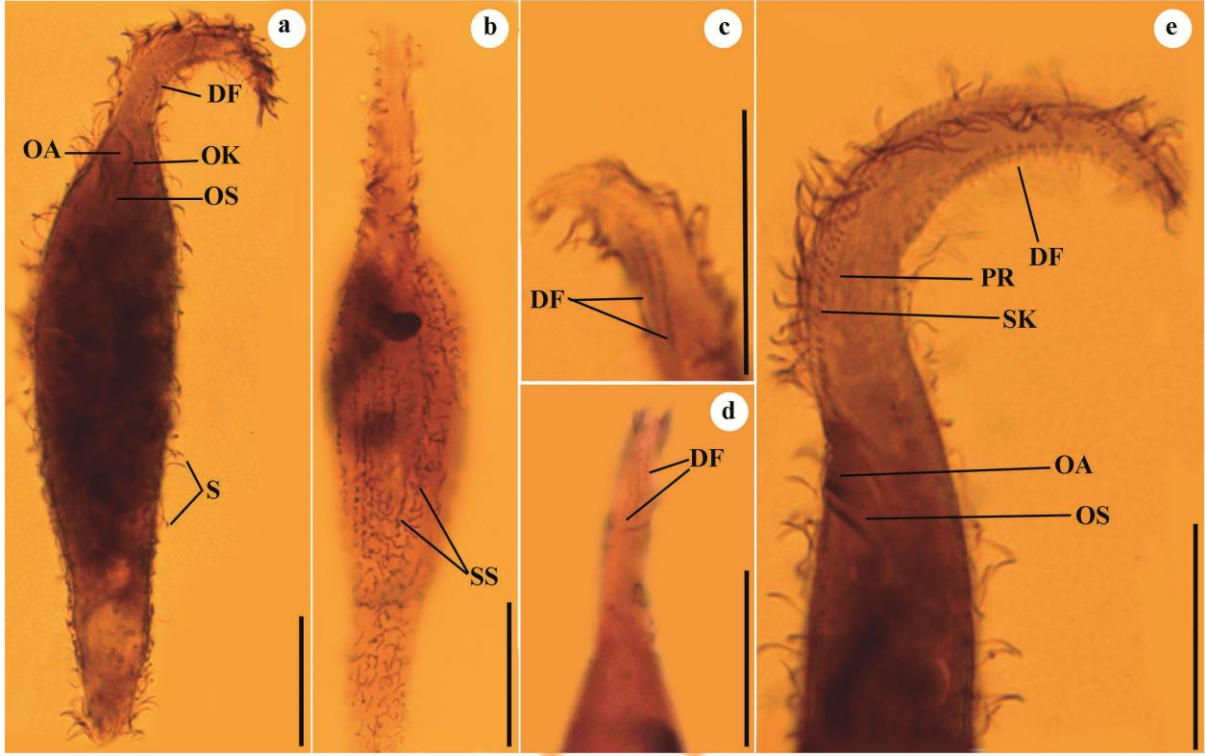
* Bütün ölçümler protargol boyama uygulanmış bireylerden alınmıştır.



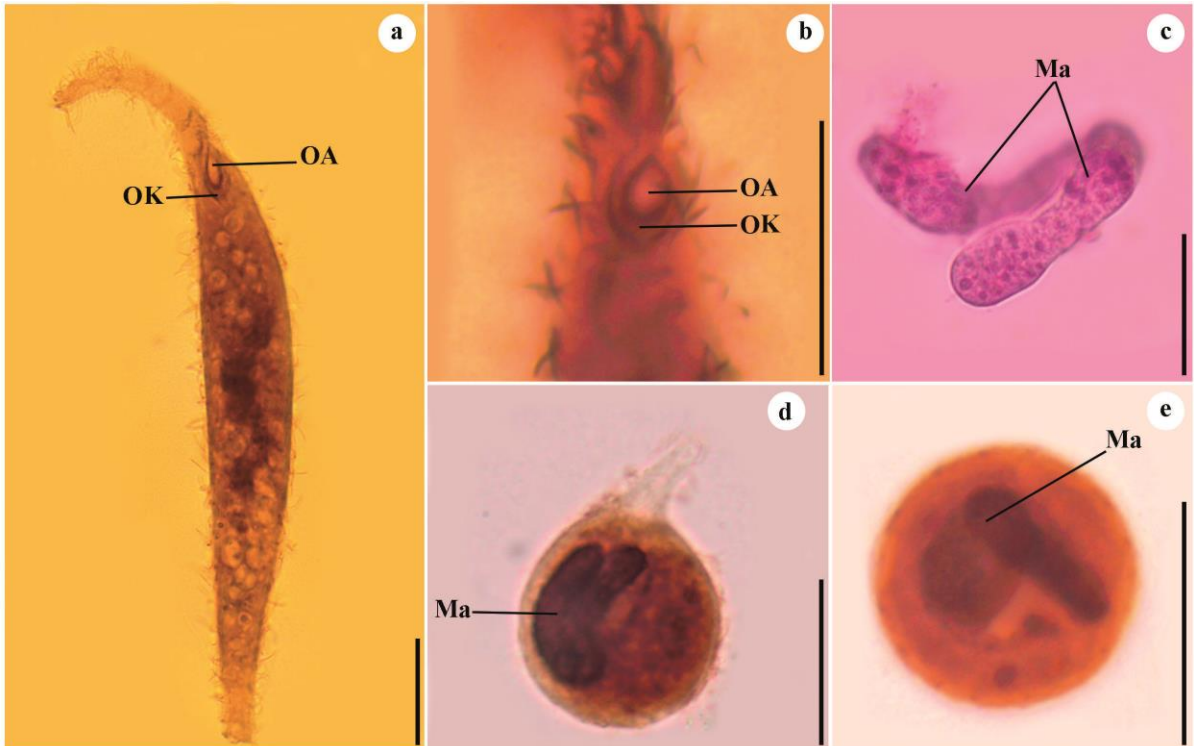
Şekil 5. *Rurikoplites armatus*'un çizimleri. a: sol lateral görünüş, canlı; b: ventral somatik siliyatür; c: ventral oral siliyatür; d-f: vücut şekli çeşitliliği ve kontraktıl vakuol modeli; g: sol lateral oral siliyatürü. BV: besin vakuölü; DF: dorsal fırça; DV: defekasyon vakuölü; E: ekstruzom; Ma: makronukleus; Mi: mikronukleus; OA: oral açıklık; OK: oral kabartı; OS: oral sepet; PE: perioral kineti; PR: preoral kineti; SS: sil sıraları; SK: sirkamoral kineti; oklar: kontraktıl vakuol. Barlar, 50 µm.



Şekil 6. *Rurikoplites armatus*' un canlı fotomikrografları. a-d: genel vücut şekli ve kontraktıl vakuoller; e: oral bölge; f: nuklear model; g: (sopa biçimli), h (klavat biçimli) ekstruzom; i: kist. H: hortum; G: gövde; E: ekstruzom; KV: kontraktıl vakuol; Ma: makronukleus; Mi: mikronukleus; OA: oral açıklık; ok: kist duvarı. Barlar, 100 µm (d), 50 µm (a-c), 20 µm (e-1).



Şekil 7. *Rurikoplites armatus*'un fotomikrografları (protargol boyama). a: genel görünüş; b: somatik siliyatür; c-e: oral siliyatürü. DF: dorsal fırça; OA: oral açıklık; OK: oral kabartı; OS: oral sepet; PR: preoral kineti; S: sil; SK: sirkomoral kineti; SS: sil sıraları. Barlar, 20 µm.



Şekil 8. *Rurikoplites armatus*'un fotomikrografları (a, b, d, e: protargol boyama; c: methyl green-pyronin). a, b: genel görünüş ve oral bölge; d, e: kist oluşum safhaları; c: kist nükleusu. OA: oral açıklık; OK: oral kabartı; Ma: makronükleus, Barlar, 20 µm.

4. Tartışma ve Sonuç

R. mucronatus ilk defa Cenevre'deki bir kanaldan tanımlanmış olup, *Dileptus mucronatus* olarak isimlendirilmiştir (Penard, 1922). Daha sonra, Vďačný ve ark. (2011) obkonik oral sepeti olan iki parçalı makronukleuslu türler için Foissner (1984)'in oluşturduğu *Rimaleptus* cinsine transfer etmişlerdir.

R. mucronatus'a ait ilk kayıtlar sucul ortamlara aittir (Penard, 1922; Kahl, 1931; Dragesco, 1960 ve 1963; Foissner, 1984; Blatterer, 1994). Ayrıca Türkiye iç sularından da kayıt altına alınmıştır (Çapar, 2007). Bu rapor ülkemizden ilk kayıt niteliği taşır. Burada tanımlanmış yeni popülasyona ait materyal NKÜ-çayırılık alanı (pH=6.32 ve tuzsuz) döküntü ve topraklarından izole edilmiştir. Bu türe ait mevcut kayıtlar Avustralya karasal habitatları ile Venezuela yarı karasal ve karasal habitatlardandır (pH=5.8 ila 7.3 ve tuzluluğunun değerleri %30-50) (Blatterer & Foissner, 1988; Foissner, 2016). *Rimaleptus mucronatus* türünün dört ana biyocoğrafik bölgeyi içeren kayıtlarının olması bu türün kozmopolit dağılışı gösterdiğine işaret eder. Bu kayıtlara bakıldığında türün tuzlu çevrelerde bulunduğu gibi tuzsuz çevrelerde de bulunduğu görülmektedir. Veriler, bu türün tuza toleransının genişliğini ortaya koyar.

R. mucronatus'un Tekirdağ popülasyonu genel morfolojik yapı, somatik ve oral siliyatür bakımından, tanımlanmış diğer popülasyonlara benzerdir. Canlı hücre boyutları oldukça değişkendir (261-466 µm) ve Vďačný & Foissner (2012)'a göre "orta boy" dileptid sınıfına dahildir. Tip örneklerinin büyüklüğü 240 µm ila 275 µm arasındadır (Penard, 1922). Fransa popülasyonunun vücut uzunlukları 240 µm'dir (Dragesco, 1960 ve 1963). Avusturya popülasyonu büyüklüğü 300-500 × 40-60 µm (Foissner, 1984) ve Zanzibar popülasyonu uzunluğu 250-500 µm'dir (Foissner ve ark., 2002). Karasal habitattan izole edilmiş ve protargol ile boyanmış Avusturya örnekleri ise 150-210 × 20-25 µm büyüklüğündedir (Blatterer & Foissner, 1988). Büyüklüğe ait değerler dikkate alındığında çalıştığımız Tekirdağ popülasyonunun, Avusturya (Foissner, 1984) ve Zanzibar'ın (Foissner ve ark., 2002) popülasyon değerlerine yakinken, sucul ortamlardan izole edilen popülasyonlardan (Cenevre ve Fransa popülasyonları) daha büyük değerlere sahiptir. Boyutlar açısından birbirlerine benzer olan üç popülasyon (Avusturya'daki popülasyon, Afrika'daki popülasyon ve Tekirdağ'a ait popülasyon) karasal ortamlara ait topraklardan izole edilmiştir. İnce ve küçük vücut yapısı toprakta yaşayabilme kolaylığı sağladığı için (Çapar, 2008; Vďačný & Foissner, 2008), vücut büyüklüğünün daha küçük olması beklenir. Toprakta yaşayan *R. mucronatus*, esnek vücut yapısı ile bu durumu tolere etmektedir.

Dileptidlerin önemli taksonomik karakteri olan ekstruzom Tekirdağ, Zanzibar ve Kenya popülasyonlarında benzerdir (Foissner ve ark., 2002). Bu üç popülasyonda da biçimsel olarak aynı (sopa biçimli), büyüklüğü farklı (uzun ve kısa) iki tip ekstruzom gözlenmiştir (Tekirdağ popülasyonu: uzun 5.6-7.9 µm, kısa 2.6-3.7 µm; Zanzibar popülasyonu: uzun 6-7 µm, kısa 2.5-3 µm; Kenya popülasyonu: uzun 5-8 µm, kısa 2-4 µm). Foissner (1984) Avusturya popülasyonunda 7 µm uzunluğunda sopa biçimli tek tip ekstruzom olduğunu belirtmesine rağmen daha sonraki çalışmalarında kısa ekstruzomları gözden kaçırdığını ifade etmiştir.

İncelemiş olduğumuz popülasyonu diğer popülasyonlar ile karşılaştırdığımızda en önemli farkın vakuol dizisinde olduğu görülür. Cenevre popülasyonunda ilk vakuolün konumu oral kabartıya yakın (Penard, 1922), Avusturya ile Zanzibar örneklerinin ilk vakuolü ise hortumun ortalarına doğru bir yerde konumlanmıştır (Foissner, 1984; Foissner ve ark., 2002). Popülasyonların kontraktıl vakuolleri karşılaştırıldığında sayılar oldukça değişkendir. Cenevre'deki popülasyonda 5 ila 6 (Penard, 1922; Dragesco, 1963), Zanzibar ve Avusturya popülasyonlarında yaklaşık 6 tanedir (Foissner, 1984; Foissner ve ark., 2002). Tekirdağ popülasyonunda ise yaklaşık 15 olduğundan, diğer popülasyonlarla karşılaştırıldığında oldukça fazladır.

Somatik kineti sayıları popülasyonlar arasında değişkenlik gösterir (Tekirdağ popülasyonunun: 16-22, Fransa popülasyonunun: 22-26, Avusturya popülasyonunun: 21-30, Zanzibar popülasyonunun: 19-26) (Foissner, 1984; Foissner ve ark., 2002). Hortumun yaklaşık yarısından fazlasını işgal etmesine karşın, dorsal fırçasının vücut uzunluğuna oranı "normal" sınırlar dahilindedir (Vďačný & Foissner, 2012). Avusturya ve Zanzibar popülasyonlarına benzerlik göstermekle birlikte, Tekirdağ popülasyonunda kinetidler arasındaki boşluklar ve fırça sıraları daha az düzenlidir.

Rurikoplites armatus Foissner ve Schade tarafından ilk kez tanımlanarak, *Dileptus armatus* şeklinde isimlendirilmiştir (Foissner, 2000). Vďačný & Foissner (2012) iki fragmentli makronukleusa ve alışılmış oral sepete sahip olmasından dolayı *Rimaleptus* cinsine aktarmışlardır. Vďačný & Rajter

(2015) daha sonrasında *Rimaleptus armatus*'un sahip olduğu iki makronuklear fragmenti ve atlamalı iki sıralı dorsal fırça nedeniyle, yeni oluşturdukları *Rurikoplites* cinsi ile birleştirmişler. Bu cinsin tip türü olarak *Rurikoplites armatus*'u bildirmişlerdir.

R. armatus'un karasal ve yarı karasal çevrelerden izole edilen 3 popülasyonunun deskripsiyonları yapılmıştır. Bunlar, tip popülasyonu olan Almanya'dan 2 popülasyon (Helgoland ve Berlin popülasyonları) (Foissner, 2000) ile Japonya'daki 1 popülasyondur (Vďačný & Foissner, 2012). Helgoland popülasyonunun toprağı kayın ağaçlarının bulunduğu ormandan, Berlin popülasyonu kanalizasyon sulama alanından (pH=4.8-6.5) ve Japonya popülasyonu tarladan (tuzlu, pH=5.5) izole edilmiştir. Ayrıca Maldivler'in kıyısız çalılıklarına (tuzlu, pH=7.7) (Foissner, 2000), Avusturya'nın doğal ormanlarına (Foissner ve ark., 2005) ve Slovakya'nın kavak ormanı ve karasal yosunlarına ait (Vďačný & Rajter, 2015) kayıtlar mevcuttur. Tekirdağ popülasyonunun izole edildiği toprak, doğal olmayan çam ormanındandır (tuzsuz ve pH=6.37). *R. armatus*'un tuzluluğı fazla olan çevrelerde bulunup, tuzsuz çevrelerde de bulunmasından dolayı, bu türü tuz toleransı geniş euryhalin türlere dahil eder. Bunun yanında, bu türün kayıtları bölge düzeyinde bakıldığında kozmopolittir ve ülkemiz için ilk kayıttır.

Tekirdağ popülasyonu, tip popülasyon ve diğer popülasyonlar birlikte değerlendirildiğinde *R. armatus* "kısa hortumlu" ve "küçük" dileptid sınıfına dahildir (Vďačný & Foissner, 2012). Morfoloji ve morfometri bütün popülasyonlarda benzerdir. Tip popülasyonu canlı 140-250 × 20-40 µm, Japonya popülasyonu 120-190 × 20-30 µm, Tekirdağ popülasyonu 133-202 × 17-29 µm'dir. Sil sırası sayısı tip popülasyonunda 10-17, Berlin ve Japonya popülasyonunda ise 10-15'tir. Kinetidler arasındaki mesafe diğer 3 popülasyonla karşılaştırıldığında oldukça azdır, kinetidler sıklığı ise normal sınırlardadır (Vďačný & Foissner, 2012). Dorsal fırçayı oluşturan sil sırası 2'dir. Dikinetidlerin sayısı iki dorsal fırça sırasında da 15 ila 16'dır. İlk sıra 14, ikincisi 16 olan Japon popülasyonu ile benzerlik gösterir. Japonya ve Tekirdağ popülasyonlarında normalde 2 sıralı olan dorsal fırça sırasına ek olarak sadece tek bireyde kısa bir sıra (Japonya popülasyonuna ait fotomikrograflarda, 3 dikinetidden oluşan) daha gözlenmiştir (Vďačný & Foissner, 2012). Bu sıranın uzunluğu Japonya popülasyonundakinin aksine Tekirdağ bireyinde biraz daha fazladır (7-8 dikinetid).

R. mucronatus'un dinlenme kisti sadece Kenya popülasyonunda tanımlanmıştır (Foissner ve ark., 2002). Tekirdağ'a ait popülasyonun kist morfolojisi Kenya popülasyonuna benzerdir. Kenya popülasyonda kistin çapı ortalama 60 µm, duvar kalınlığı ise yaklaşık 2 µm olarak ölçülmüştür. Buradaki popülasyonun kisti, Kenya popülasyonunun kistinden daha büyüktür. *R. armatus*'a ait kist morfolojisi ilk defa bu popülasyonda tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, ülkemizde dileptid siliyatlar göz ardı edilmiş olmasına rağmen, dünyanın birçok bölgesinden rapor edilmiş, iyi bilinen siliyat türleridir. Yine de yerel çeşitlilik envanterinin belirlenmesine önemli bilimsel katkı sağlanmıştır. Tekirdağ (Türkiye) popülasyonlarının morfolojik ve morfometrik verileri ilk kez bu çalışmayla ortaya konulmuştur. *R. armatus* kistiyle alakalı veriler de ilk defa dünya literatürüne sunulmuş ve bu türe ait bir eksiklik giderilmiştir. Yeni popülasyonlar, morfoloji ve morfometri bakımından genel olarak öncekilere benzerdir. Farklılıklar, coğrafik ve habitat farklılıkları ile açıklanabilir. Biyocoğrafyanın, farklı habitat ve coğrafik bölgelerden gelen güvenilir verilere ihtiyacı vardır. Çalışmamızın siliyatlar ve daha büyük ölçekte protistlerin dağılışı ile ilgili devam eden tartışmaya (kozmpolit model-ılımlı endemisi modeli) (Lynn, 2008) katkısı olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmaya, NKUBAP.01.GA.16.079 numaralı araştırma projesi kapsamında maddi destek veren Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nin Bilimsel Araştırma Proje Birimi'ne teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- Blatterer, H. (1994). Die Ciliaten oberösterreichischer Fließgewässer mit besonderer Berücksichtigung der südlichen Inn-Zubringer. Kataloge des OÖ. Landesmuseums Linz (N. F.), 71, 149-163.
- Blatterer, H., & Foissner, W. (1988). Beitrag zur terricolen Ciliatenfauna (Protozoa: Ciliophora) Australiens. *Stapfia*, 17, 1-84.

- Çapar, S. (2007). Checklist for ciliate species (Protozoa, Ciliophora) living in Turkish in land waters and flooded zones. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 24, 207-212.
- Çapar, S. (2008). Sulak alan siliyatları (Protozoa, Ciliophora) ve morfolojik farkları. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25, 359-364.
- Dragesco, J. (1960). Les Ciliés mesopsammiques littoraux (systematique, morphologie, ecologie). *The Station Biologique de Roscoff*, 12, 1-356.
- Dragesco, J. (1963). Révision du genre *Dileptus*, Dujardin 1871 (Ciliata Holotricha) (système, cytologie, biologie). *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique*, 97, 103-145.
- Foissner, W. (1984). Infraciliatur, Silberliniensystem und Biometrie einiger neuer und wenig bekannter terrestrischer, limnischer und mariner Ciliaten: (Protozoa: Ciliophora) aus den Klassen Kinetofragminophora, colpodea und polyhymenophora. *Staphia*, 12, 1-165.
- Foissner, W. (2000). A compilation of soil and moss ciliates (Protozoa, Ciliophora) from Germany, with new records and descriptions of new and insufficiently known species. *The European Journal of Protistology*, 36, 253-283. doi:10.1016/S0932-4739(00)80003-6
- Foissner, W., Agatha, S., & Berger, H. (2002). Soil Ciliates (Protozoa, Ciliophora) from Namibia (Southwest Africa), with Emphasis on two Contrasting Environments, the Etosha Region and the namib desert. *Denisia*, 5, 1-1459. ISBN: 1608-8700
- Foissner, W., Berger, H., Xu, K., & Zechmeister-Boltenstern, S. (2005). A huge, undescribed soil ciliate (Protozoa: Ciliophora) diversity natural forest stands of Central Europe. *Biodiversity & Conservation*, 14, 617-701. doi:10.1007/s10531-004-3923-6
- Foissner, W. (2014). An update of 'basic light and scanning electron microscopic methods for taxonomic studies of ciliated protozoa'. *The International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64, 271-292. doi:10.1099/ijs.0.057893-0
- Foissner, W. (2016). Terrestrial and serriterristral ciliates (Protozoa, Ciliophora) from Venezuela and Galapagos. *Denisia*, 28 p, Namibia, Southwest Afrika.
- IBM Corp. (2007). IBM SPSS Statistics for Windows (Version 15.0). <https://www.ibm.com/support/pages/downloading-ibm-spss-modeler-150>
- Kahl, A. (1931). Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 2, Holotricha außer den im 1. Teil behandelten Prostomata. *Tierwelt*, 21, 181-398.
- Kahl, A. (1935). Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 4, Peritricha und Choanotricha. *Tierwelt*, 30, 651-886.
- Lynn, D. H. & Small, E. B. (2000). Phylum Ciliophora Doflein, 1901. In J. J. Lee, G. F. Leedale, P. Bradbury (Eds.), *The Illustrated Guide to the Protozoa* (pp. 371-656). Lawrence, Kansas, USA: Society of Protozoologists.
- Lynn, D. H. (2008). *The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification, and Guide to The Literature* (pp. 339-440). Canada, USA: Springer.
- Penard, E. (1922). *Études Sur Les Infusoires D'eau Douce* (pp. 80). Cenevre, İsviçre: Georgia & Cie.
- Vďačný P., Hlúbiková D., & Tirjaková E. (2006): *Spathidium seppelti foissneri* nov. subspec., *Spathidium simplinucleatum* nov. stat., and *Dileptus americanus* Kahl, 1931, one new and two poorly known gymnostome ciliates from soils of Slovakia. *The European Journal of Protistology*, 42, 175-189. doi:10.1016/j.ejop.2006.02.002
- Vďačný, P., & Foissner, W. (2008). Description of four new soil dileptids (Ciliophora, Haptoria), with notes on adaptations to the soil environment. *Acta Protozoologica*, 47, 211-230.
- Vďačný, P., Orsi, W., Bourland, A. B., Shimano, S., Epstein, S. S., & Foissner, W. (2011). Morphological and molecular phylogeny of dileptid and tracheliid ciliates: resolution at the base of the class Litostomatea (Ciliophora, Rhynchostomatia). *The European Journal of Soil Biology*, 47, 295-313. doi:10.1016/j.ejop.2011.04.006
- Vďačný, P., & Foissner, W. (2012). Monograph of the dileptids (Protista, Ciliophora, Rhynchostomatia). *Denisia*, 31, 1-529.
- Vďačný, P., & Rajter, L. (2015). Reconciling morphological and molecular classification of predatory ciliates: Evolutionary taxonomy of dileptids (Ciliophora, Litostomatea, Rhynchostomatia). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 90, 112-128. doi:10.1016/j.ympev.2015.04.023
- Vuxanovici, A. (1959). Contributii la studiul unor infuzori holotrichi. *Revista Studii Şi Cercetări De Biologie*, 11, 307-335.