



Baraj Gölü Ekosisteminde Dinoflagellatlardan *Peridiniopsis cf. cunningtonii* (Lemmermann) Lemmermann Patlaması Üzerine Bir Çalışma

İskender GÜLLE^{1*} , F. Banu YALIM² , Merve ÜLKÜ² 

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Burdur

²Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya

Ö Z

Bu çalışmada, Türkiye'nin batı Akdeniz Bölgesi'nde yer alan; enerji, taşkın kontrolü ve sulama amacıyla kurulmuş olan, ayrıca balıkçılık ve turizm faaliyetleri için de yararlanılan Karacaören I Baraj Gölü'nü besleyen iki önemli kaynak olan Isparta Çayı ve Göksu Deresi'nin baraj gölüne karışım noktasında aşırı alg çoğalmaları (fitoplankton patlaması) incelenmiştir. Yoğun algal gelişim, ilkbahar başlarında Isparta Çayı ve Göksu Deresi'nin baraj gölüne karıştığı nehir ağızı bölgesinde kızıl-kahverengi belirgin bir bant olarak gözlemlenmiştir. Görsel olarak, alg patlaması yoğunluğunun nehir ağızı bölgesinden lakustrin bölgeye doğru azaldığı kaydedilmiştir. 18 Mart 2014'de bu ortamdan alınan plankton ve su örneklerinde plankton patlamasına neden olan organizmanın Dinoflagellata'dan *Peridiniopsis cf. cunningtonii* (Lemmermann) Lemmermann olduğu tespit edilmiştir. Bu türün en yüksek yoğunluğu Isparta Çayı ağızında 26.997; Göksu Deresi ağızında ise 22.262 hücre/ml olarak belirlenmiştir. Ayrıca alg patlamasının tespit edildiği sırada yoğun balık ölümleri gözlemlenmiştir. Bu sonuçlardan hareketle, özellikle Isparta Çayı'ndan gelen kentsel atıkların ve Göksu Çayı'ndan gelen balık yetiştiriciliği atıklarının baraj gölünde alg patlamalarını tetikleyebileceği ve bu durumun gelecekte de ortaya çıkabileceği öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Alg patlaması, Dinophyceae, fitoplankton, tatlısu

MAKALE BİLGİSİ

DERLEME

Geliş : 04.03.2020
Düzeltilme : 16.05.2020
Kabul : 03.06.2020
Yayım : 29.12.2020



DOI:10.17216/LimnoFish.698911

* SORUMLU YAZAR

igulle@mehmetakif.edu.tr
 Phone : +90 248 213 30 28

A study on the Bloom of Dinoflagellates *Peridiniopsis cf. cunningtonii* (Lemmermann) Lemmermann in a Dam Lake Ecosystem in Turkey

Abstract: Karacaören I Dam Lake is located in the South-Western Mediterranean of Turkey. Although it has been established for energy, flood control, and irrigation, it is also used for fishing and recreational activities. An intense algal bloom was observed at the riverine zone of Isparta and Göksu streams, two important sources feeding this reservoir. The phytoplankton bloom was observed in the early spring as a dense reddish-brown band at the riverine zone of Isparta Stream and Göksu Creek were mixed into the reservoir. Visually, it was determined that the intensity of algal bloom decreased from the riverine zone to the lacustrine zone of the reservoir. On 18 March 2014, the organism causing the bloom in the plankton and water samples was determined to be *Peridiniopsis cf. cunningtonii* (Lemmermann) Lemmermann from Dinoflagellata. The maximum cell density of species was determined as 26,997 cells/ml in the mouth of Isparta Stream and 22,262 cells/ml in the mouth of Göksu Creek. Besides, intense fish deaths were observed at these dates during an algal bloom. Based on these results, it is predicted that especially urban wastes from Isparta Stream and fish farming wastes from Göksu Stream may trigger algal blooms in the reservoir, and this situation may occur in the future.

Keywords: Algal bloom, Dinophyceae, phytoplankton, freshwater

Alıntılama

Gülle İ, Yalım FB, Ülkü M. 2020. Baraj Gölü Ekosisteminde Dinoflagellatlardan *Peridiniopsis cf. cunningtonii* (Lemmermann) Lemmermann Patlaması Üzerine Bir Çalışma. LimnoFish. 6(3): 223-230. doi: 10.17216/LimnoFish.698911

Giriş

Tüm dünyada dinoflagellatların 259 cinsine ait 2377 takson tespit edilmiş (Gomez 2012a) olup, bunların 250-300 kadarı tatlısularında dağılım göstermektedir (Carty 2003). Dinoflagellatlar tatlısu ekosistemlerine nazaran deniz ve geçiş sularında

daha fazla yayılış göstermektedirler. Bu grubu temsil eden türlerin çoğu planktonik olup, bunların %17'si iç sularda yaşamaktadır (Gomez 2012b). Tatlısu sistemlerinde yaygın bilinen bir alg grubu olan Dinoflagellatlar, yaşam döngülerinin vejetatif evresinde planktonik formda yoğun gelişim

gösterirken, kist (dinlenme) evresinde bentikte bulunurlar (Rengefors 2001).

Dinoflagellatlar tatlısu fitoplankton komünitesinin yaygın temsilcileri olmakla birlikte, tatlısulara denizlerden daha az sayıda türle temsil edilirler. Bazı denizel türler çeşitli toksinler üretebilmeleriyle tanınırken, tatlısu türleri zararsız olarak bilinir. Tatlısu temsilcileri bu zararsız oluşlarına rağmen, patlama yaptıklarında suya balıksı tat-koku salmaları ve filtrasyon ünitelerini tıkamaları gibi nedenlerle özellikle evsel su temininde sorunlara yol açabilmektedirler (Bowling 2009). Tatlısu dinoflagellatları ototrofik ve heterotrofik yollarla beslenmektedir (Carty 2003).

Tatlısu dinoflagellatları denizel formlara nazaran genellikle toksik olmayan, zararsız alg grubu (Rengefors 2001; Rengefors ve Legrand 2001; Carty 2003) olarak bilinmelerine rağmen, toksik dinoflagellat artışları da rapor edilmiştir (Rengefors 2001; Rengefors ve Legrand 2001). *Peridinium bipes*'in algisit fonksiyonunun *Microcystis aeruginosa*'nın çoğalması üzerinde inhibe edici bir etki oluşturduğu bildirilmiştir (Wu vd. 1998), yine bazı *Peridinium* türlerinin patlama yapmasının, içme suyunda istenmeyen kokulara ve tarım endüstrisinde ekonomik sorunların ortaya çıkmasına neden olabileceği kaydedilmiştir (Kawabata ve Hirano 1995).

Dünyada ve Türkiye'de, tatlısulara siyanobakteri türlerinin aşırı gelişimine yönelik çok sayıda kayıt bildirilmesine rağmen, dinoflagellat türleri ile ilgili bildirimler daha azdır (Furnas vd. 1990; Rengefors ve Legrand 2001; Viner-Mozzini vd. 2003; Mohebbi vd. 2012; Zohary vd. 2012). Türkiye tatlısu sistemlerinde *Peridiniopsis* cinsi üyelerinin patlama yapmasıyla ilgili bir bildirim bulunmamakta olup, çalışmamız bu açıdan ilk olma özelliği taşımaktadır.

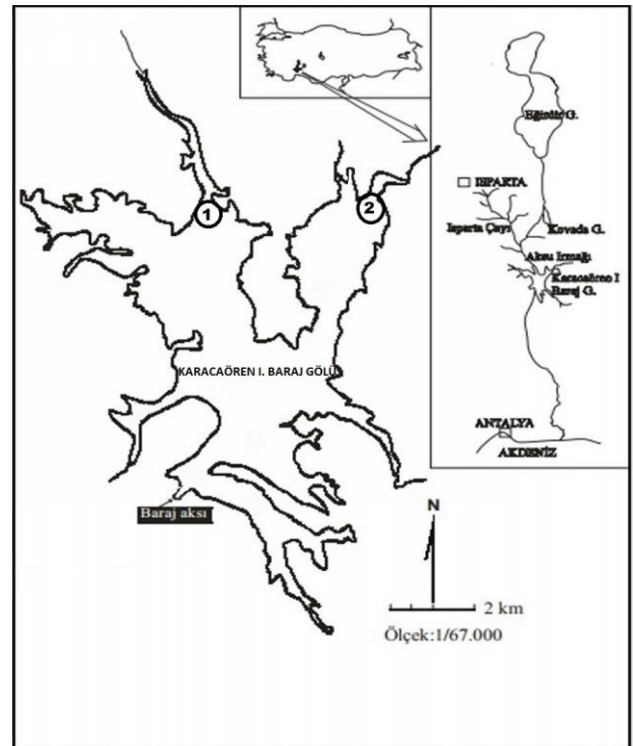
Bu çalışmada, Türkiye'nin batı Akdeniz kesiminde yer alan; balıkçılık, sulama ve turizm faaliyetleri için kullanılmakta olan Karacaören I Baraj Gölü sisteminde, gölü besleyen iki önemli akarsuyun nehir ağzı bölgelerinde (Isparta Çayı ve Göksu Deresi) fitoplankton patlamasına yol açan Dinoflagellata türünün durumu ve baraj gölü ekolojisine ilişkin bulgularımız değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metot

Karacaören I Baraj Gölü (KBG) 1990 yılında Isparta, Burdur ve Antalya illerinin kesiştiği noktada Aksu Nehri üzerine sulama, taşkın kontrol ve enerji amaçlı kurulmuştur. Baraj gölünün yüzey alanı 45,5 km², ortalama derinliği 27 m'dir (DSİ 2019). KBG'nin başlıca su gelirini Isparta Çayı, Göksu Deresi ve küçük mevsimsel dereler oluşturmaktadır. Yaklaşık 6 bin km² drenaj alanına sahip olan Isparta

Çayı, Isparta ve Eğirdir yerleşimlerinin drenaj sularını göle taşımakta olup, çeşitli araştırma ve raporlarda kirliliğin en yüksek olduğu sıcak noktalar olarak bildirilmektedir. Göksu Deresi ise evsel ve endüstriyel atıklardan ziyade, yoğun kültür balıkçılığı (gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği) faaliyetlerinden gelen organik madde, azot ve fosfor yükü ile sistemi kirletmektedir.

Dinoflagellat patlaması sırasında, 18 Mart 2014 tarihinde, plankton ve su örnekleri Isparta Çayı ve Göksu Deresi'nin göle karışım bölgesinden, yani aşırı alg gelişiminin tespit edildiği iki noktadan alınmıştır (Şekil 1). Nicel amaçlı örnekler doğrudan göl suyundan alınarak 0,5 L hacimli plastik kaplarda %1'lik Lugol çözeltisi ile tespit edilmiş, tür tayini için dijital kamera donanımlı Nikon marka ışık mikroskobu ve invert mikroskobu kullanılarak fotoğrafları çekilmiştir. Patlama gösteren dinoflagellat taksonunun teşhisinde Carty (1989, 1993, 2003, 2014), Lewis ve Dodge (2002), Hansen ve Flaim (2007), Cavalcante vd. (2017) ile Guiry ve Guiry (2020)'den yararlanılmıştır. Fitoplankton yoğunluğunun belirlenmesinde improved Neubauer tipi sayım hücresi kullanılarak binoküler ışık mikroskopunda x100 ve x200 büyütmede sayımlar yapılarak sonuçları hücre/ml olarak verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı haritası ve örnekleme noktaları 1: Isparta Çayı mansabı, 2: Göksu Deresi mansabı.

Figure 1. Map of the study area and sampling points 1: Downstream of Isparta Stream, 2: Downstream of Göksu Creek.

Ayrıca, bazı fiziko-kimyasal parametreler (su sıcaklığı, pH, çözülmüş oksijen, oksijen

doğunluğu, Secchi diski görünürlüğü, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk) taşınabilir cihazlar ile yüzey suyundan yerinde (*in situ*) ölçülmüştür. Toplam N ve Toplam P için yüzey suyundan alınan numuneler spektrofotometrik yöntemler ile analiz edilmiştir. Klorofil-*a* analizleri için 2,5 L hacimli koyu renkli plastik şişelere 0,5 m derinden alınan göl suyu örnekleri anında %0,1'lik Mg(HCO₃)₂ ilavesi ile tamponlanarak %90'lık aseton özüt yöntemiyle APHA (2005)'ya göre analiz edilmiştir.

Bulgular

KBG'yi besleyen Isparta Çayı ve Göksu Deresi'nin nehir ağzı (riverin) bölgesinde 18 Mart 2014'de plankton patlaması esnasında yapılan ölçüm ve analiz Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre, Isparta Çayı mansabında ölçülen su sıcaklığı ve elektriksel iletkenlik hariç diğer fiziko-kimyasal parametrelerin Göksu Deresi mansabına göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 1. Karacaören I Baraj Gölü'nü besleyen Isparta Çayı ve Göksu Deresi mansapları örnekleme noktalarının bazı su kalitesi değerleri.

Table 1. Some water quality values of sampling points of downstreams of Isparta Stream and Göksu Stream which feed Karacaören I Dam Lake.

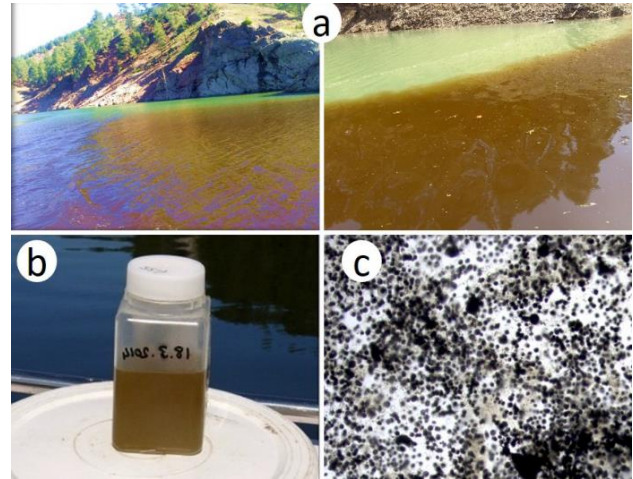
Parametre	Isparta Çayı nehir ağzı	Göksu Deresi nehir ağzı
Su sıcaklığı (°C)	16,1	17,5
pH	7,5	9,0
Çözünmüş oksijen (mg/L)	23,3	10,9
Çöz. oks. doygunluğu (%)	235	110
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	495	334
Tuzluluk (‰ S)	0,20	0,20
Toplam azot (mg N/L)	1,250	0,120
Toplam fosfor (mg P/L)	0,235	0,020
Klorofil <i>a</i> (µg/L)	136,49	112,407
Secchi diski görünürlüğü (m)	0,6	1,4

Alg patlamasına neden olan dinoflagellat bireylerinin doğrudan ışık mikroskopunda yaptığımız morfolojik inceleme ve metrik ölçümlerine göre *Peridiniopsis cf. cunningtonii* (Lemmermann) Lemmermann 1910 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Hücre armadı biçimli, epiteka konik yapılı ve hipotekadan biraz daha uzun, canlı hücreler haki-altuni renkli ve göz noktasına sahiptir (Şekil 2a,b,c). Hipoteka yuvarlak veya bazen hafif köşeli ve genellikle 4 adet bariz ve güçlü diken bulundurmakta, bu dikenler nadiren 6 adet olabilmektedir. Plakalar üzerinde şifil benzeri çıkıntılar ile özellikle hipotekada bazı bireylerde ana

dikenler arasında yer yer küçük dikencikler bulunabilmektedir. Apikal por çıkıntısı belirgin olup, hafifçe boynuzumsu bir görünüm almıştır. Işık mikroskobu ile tespit edebildiğimiz epitekal plaka deseni Po, X, 4', 1a, 6" şeklindedir (Şekil 2d-j). Hücre uzunluğu 27-31 (ort. 29) µm ve genişliği 23-25 (ort. 24) µm büyüklüğündedir.

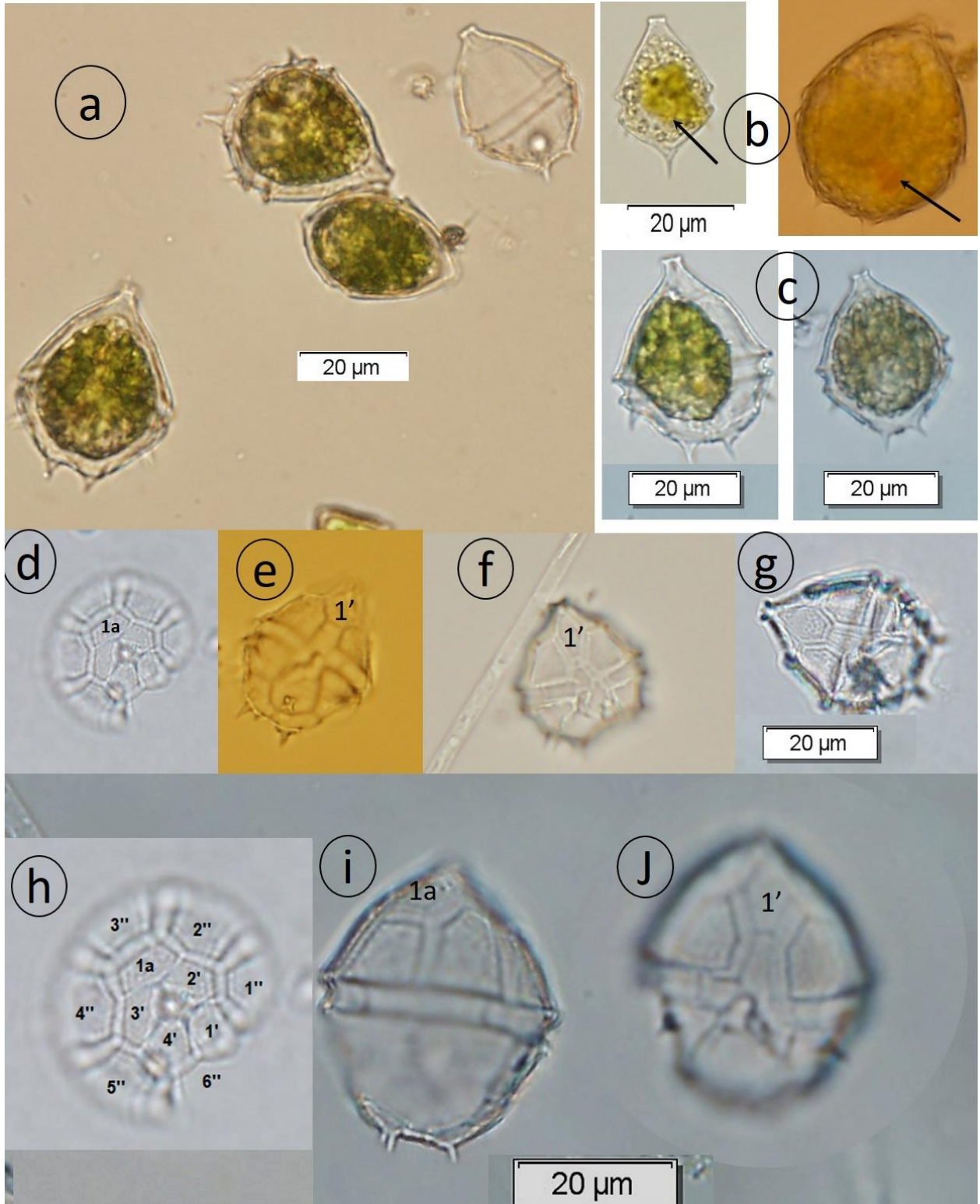
Türün teşhisi konusunda; *P. cunningtonii* ile *P. quadridens* ve *P. thompsonii* taksonlarının benzerliği oldukça fazla olduğundan sıklıkla yanlış tanımlamalar yapılabilmektedir (Carty 1989, 2014; Hansen ve Flaim 2007). Bu konunun farkında olarak, yaptığımız epitekal plaka formülasyonu, hücre büyüklüğü ve diğer anatomik özellikler türün *P. cf. cunningtonii* olduğunu göstermiştir. Yine de, dinoflagellatların tanısında çok önemli bir yöntem olan, plakaların elektron mikroskobu görüntüleme tekniğinin de kullanılması, türün tanımlanması konusunda daha kesin sonuç alınmasını sağlayabilirdi.

Aşırı üreme (alg patlaması) olayları Isparta Çayı ve Göksu Deresi'nin baraj gölüne karıştığı alanda kızılımsı-kahverengi bir bant veya bölge olarak gözlemlenmiştir. Bu belirgin duruma sadece baraj gölünün geçiş (riverin-transisyonal) bölgesinde rastlanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. a: Isparta Çayı mansabında *P. cf. cunningtonii* patlaması sırasında yüzey suyunda görülen değişimler b: alg patlaması anında doğrudan alınmış göl suyu örneği, c: göl suyundaki *P. cf. cunningtonii* hücrelerinin sudaki doğal yoğunluk durumlarının ışık mikroskobu altındaki görüntüsü.

Figure 3. a: Changes in the surface water downstream of Isparta Stream. during the: *P. cf. cunningtonii* bloom b: lake water sample taken directly at the time of algal bloom, c: Image of natural density of *P. cf. cunningtonii* cells in lake water under light microscopy.



Şekil 2. *P. cf. cunningtonii* hücrelerinin ışık mikroskobu görüntüleri a, b, c: genel hücre morfolojisi, oklar göz noktasını göstermektedir; d, h: epiteka interkalari (ara) plaka apikal görünüş ve tabülasyon; e, f, j: boş teka ventral görünüş; g, i: boş teka dorsal görünüş.

Figure 2. Light microscopy images of *P. cf. cunningtonii* cells a, b, c: general cell morphology, arrows show eyepoint; d, h: epiteka intercalari (intermediate) plate apical view and tabulation; e, f, j: empty frustule ventral view; g, i: empty frustule dorsal view.

P. cf. cunningtonii yoğunluğu Isparta Çayı mansabında maksimum 26.997 (ort.12.905) hücre/ml olarak sayılmıştır. Göksu Deresi mansabında ise

maksimum 22.262 (ort. 7.985) hücre/ml olarak tespit edilmiştir. Her iki bölgedeki *P. cf. cunningtonii*'nin fitoplankton kompozisyonu içerisindeki anlık

baskınlık durumu sırası ile %96,26 ve %90,43 olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Alg patlaması anında *P. cf. cunningtonii* hücre sayısı ve baskınlık durumu.
Table 2. Cell number and dominance state of *P. cf. cunningtonii* during algal bloom.

Örneklem mesafesi	1. istasyon Isparta Çayı Mansabı		2. istasyon Göksu Deresi Mansabı	
	Sayı (hücre/ml)	Baskınlık* (%)	Sayı (hücre/ml)	Baskınlık (%)
1- Alg patlamasının en yoğun yeri	26.997	96,26	22.262	90,43
2- Alg patlaması noktasına 100 m	9.325	90,30	875	60,47
3- Alg patlaması noktasına 200 m	2.394	71,42	819	65,52
Ortalama	12.905	92,79	7.985	87,70

Tartışma ve Sonuç

Peridiniopsis cinsinden dünyadan 15 (Gomez 2012a) Türkiye’den ise 8 tür (Gönüloğlu 2020) kaydı verilmiş olup, *P. cunningtonii*’ye ve birbirlerine çok benzeyen *P. quadridens* ve *P. thompsonii* (Hansen ve Flaim 2007; Carty 2014) türleri de Türkiye florasında yer almaktadır (Gönüloğlu 2020). Ancak, ülkemiz tatlısu ekosistemlerinde *Peridiniopsis* patlamasına ilişkin literatüre rastlanılmamıştır. Bu türün Dünya genelinde tatlısularda patlama yaptığına dair kayıtlar çok fazla olmayıp, Carty (2003) Japonya’daki bir baraj gölünde, yaz aylarında 17 °C’nin üstündeki su sıcaklığında, patlama sırasındaki yoğunluğu 40.000 hücre/ml olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda da su sıcaklığının 16-17 °C olması literatür ile benzeşmektedir. Fakat, İtalya içsularında bu türün Temmuz-Ağustos dönemlerinde ortaya çıktığı bildirilmektedir (Hansen ve Flaim 2007).

Cinsin başka bir taksonunun, *Peridiniopsis penardii*, Japonya’da kış-ilkbahar döneminde patlama yaptığı bildirilmiştir (Carty 2003). Shimokubo Baraj Gölü’nde 1972 ve 1973 yıllarında Şubat sonundan Mayıs’a kadar akarsu girişinden 20-40 m uzağa kadar olan mesafede, şiddetli *Peridinium* sp. patlaması sırasında en yüksek yoğunluk 93×10^3 hücre/ml ve klorofil *a* değeri 2700 µg/l olarak kaydedilmiş; bunun nedeninin uygun güneş ışığı, su sıcaklığı, suyun sertliği ve kanalizasyon deşarjına bağlı olabileceği bildirilmiştir (Nakamoto 1975). Çalışmamızda belirlenen en yüksek hücre yoğunluğu (26.997 hücre/ml) yukarıda verilen, Nakamoto (1975) ve Carty (2003)’nin verilerinden daha düşük bulunmuştur.

P. cunningtonii Amerika, Japonya (Carty 2003), Norveç (Nordic Microalgae and Aquatic Protozoa 2013), Brezilya (Cavalcante vd. 2017), İtalya (Hansen ve Flaim 2007) ve İsrail (Zohary vd. 2012; 2014) gibi birçok ülkede sıkça rastlanılan ve zaman zaman yoğun gelişim gösterebilen bir türdür. Rengefars (2001), fotosentetik tatlısu dinoflagellat popülasyonlarının yıl içinde sürekli olmadığını, en yüksek popülasyon yoğunluğuna ılıman bölgelerde

yaz veya kış sonunda; subtropikal bölgelerde ise karışım döneminin sonunda rastlandığını bildirmektedir. İsrail’de bulunan tatlısu özelliğindeki Kinneret Gölü’nün baskın fitoplankton gruplarından biri de dinoflagellatlardır. Bu gruptan patlama oluşturan başlıca dinoflagellat taksonları; *Peridinium*, *Ceratium*, *Peridiniopsis cunningtonii* ve *Peridiniopsis elpatiewskyi*’dir. Son ikisinin özellikle Mart-Haziran ayları arasında etkili patlama oluşturabildiği bildirilmektedir (Zohary vd. 2012). Kawabata ve Hirano (1995) tarafından, Japonya’daki Ishitegawa rezervuarında red-tide olayına sebep olan *Peridinium penardii*’nin spesifik büyüme hızı, hücresel azot ve fosfor içeriklerindeki değişiklikler araştırılmış, en yüksek *P. penardii* yoğunluğu; 8 °C’de $2,5 \times 10^4$ hücre/ml olarak kaydedilmiştir. Çalışmamız sırasında, her iki örnekleme noktasında çözülmüş oksijen konsantrasyonunun yüksek ölçülmesi fotik bölgedeki yoğun fotosentez etkinliğinden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde *M. aeruginosa*’nın aşırı üremesinin tespit edildiği Aras Baraj Gölü’nde çözülmüş oksijen değeri (17,2 mg/l) yüksek bulunmuştur (Mohebbi vd. 2012).

Çeşitli trofik sınıflandırma indekslerine göre; her iki örnekleme noktası incelendiğinde klorofil *a*, toplam azot, toplam fosfor ve Secchi diski görünürlüğü değerleri Nürnberg (1996)’e göre ortamın hipertrofik, OECD (1982)’ye göre ötrofik olduğuna işaret etmektedir. Ancak bir ortamın doğru ve gerçek trofik durum sınıflandırmasının yıl boyu elde edilecek veriler ışığında yapılabileceği unutulmamalıdır. Çalışma alanı sadece akarsu mansapları ile sınırlı olduğundan, göl geneli için doğru bir öngörü vermese de, önceki yıllarda göl için yapılan trofik sınıflandırmalarda rezervuarın mezotrofik durumda olduğu bildirilmiştir (Gülle 2005; Yalım vd. 2014). Hansen ve Flaim (2007), *P. cunningtonii*’nin İtalya içsularında mezotrofik-ötrofik koşulların göstergesi olduğunu bildirmektedir.

Aksu (Isparta) Çayı’nın su kalitesi ve fiziko-kimyasal parametrelerinin makro-omurgasız

çeşitliliği üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, evsel atıksu karışımının yoğun olduğu Isparta Çayı'nda (Şekil 4) su kalitesi parametrelerine göre kirlilik yükünün çok daha yüksek olduğu bulunmuştur (Kalyoncu vd. 2008). Özel vd. (2019), Isparta Çayı'nın baraj gölüne yaklaştığı bir bölgesinde, saprobi indeksine göre akarsuyun beta-mezosaprobik aralıkta olduğunu belirlemişlerdir. Bulut vd. (2012), Göksu Deresi (Şekil 5) üzerinde toplam 820 ton/yıl porsiyonluk ve 58 milyon adet/yıl yavru alabalık üretim kapasitesine sahip olan işletmelerin fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler açısından akarsuyu kabul edilemez derecede kirletmekte olduğunu bildirmiştir. Ancak, bu saptamanın tam tersi yönde bir bulgu olarak, Isparta Çayı mansabı yıllık ortalama BOİ (4,9 mg/l O₂) ve KOİ (17,1 mg/l O₂) değerleri ile Göksu Deresi mansabı yıllık ortalama BOİ (1,8 mg/l O₂) ve KOİ (6,2 mg/l O₂) değerlerinin, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri RG: 29327) açısından I. sınıf su kalitesini işaret ettiği belirtilmiştir (Ülkü 2016).



Şekil 4. Evsel ve kentsel atıkların baraj gölüne giriş yaptığı Isparta Çayı mansabı (sol) ve yoğun alabalık üretim çiftliklerinden çıkan suları göle taşıyan Göksu Deresi (sağ).

Figure 4. Downstream of Isparta Stream (left), where domestic and urban wastes enter the reservoir, and Göksu Stream (right), which carries water from intensive trout farms to the reservoir.

P. cf. cunningtonii patlamasının, Isparta Çayı'ndan ve Göksu Deresi'nden gelen inorganik ve organik madde yükü fazla olan soğuk suların, daha sıcak (16-17 °C) ve durgun olan baraj gölü suyu ile karıştığı geçiş bölgesinde olduğu ve lakustrin bölgede etkisini kaybettiği görülmüştür. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere; ani artan su sıcaklığı ile kistlerin uyanma sürecine girmesi ve karma beslenme (ototrofik+heterotrofik) yeteneğinin *P. cf. cunningtonii*'nin aşırı çoğalmasına neden olduğu düşünülebilir.

Isparta Çayı ve Göksu Deresi'nin baraj gölü karışım bölgesinde alg patlaması sırasında ve sonrasında, zaman zaman halkın ve yöneticilerin de

dikkatini çekecek biçimde, büyük boyutlu toplu balık ölümleri gözlemlenmiştir (Şekil 5).

Balık ölümlerinin dinoflagellat kaynaklı mı, yoksa anaerobik koşullardan veya başka bir toksik ajandan mı kaynaklandığını belirlemek mümkün olamamıştır. Ancak birbirinden oldukça uzak mesafede yer alan her iki akarsu ağzında da balık ölümlerinin görülmüş olması, göl genelinde etkili olan bir durumu çağrıştırmaktadır.

Literatürde yaygın olarak bilindiği şekliyle, her ne kadar tatlısu dinoflagellatlarının toksik etkiye neden olmadığı (Carty 2003; Bowling 2009) bildirilmekle birlikte, bu görüşün sorgulanması gerektiğini gösteren kanıtlar da bulunmaktadır.

Bu bağlamda, tatlısu dinoflagellatlarının neden olduğu toksik patlamalara ilişkin bazı bildirimlere göre; *Peridinium* ve *Peridiniopsis* cinslerine ait türlerin toksin üretebileceği öngörülmüştür. *Peridiniopsis polonicum*'un Japonya'daki bir rezervuarda balık ölümlerine neden olduğu; *Peridinium bipes*'in *M. aeruginosa* üzerinde algisit bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Yine, *Peridinium aciculiferum* tarafından üretilen toksinlerin, İsveç'in Mälaren Gölü'ndeki ticari önemi olan balık larvalarının büyük ölçekli ölümünde etkili olabileceğini gösteren kanıtlar söz konusudur (Rengefors 2001).

Toksik tatlısu dinoflagellatlarının balık ölümlerine ve alg türleri üzerine algisit etkisi (alelopatik etki) gösterdiğine yönelik araştırmalar bulunmasına rağmen, *P. cunningtonii*'nin toksisitesi ile ilgili bir kayda rastlanılmamıştır (Kawabata ve Hirano 1995; Wu vd. 1998; Rengefors ve Legrand 2001; Viner-Mozzini vd. 2003; Zohary vd. 2012).



Şekil 5. Çalışmamız sırasında Isparta Çayı mansabı (sol) ve Göksu Çayı mansabında (sağ) görülen kitlesel balık ölümleri.

Figure 5. Mass fish mortality observed downstream of Isparta Stream (left) and downstream of Göksu Stream (right) during our study.

Tatlısulardaki toksik dinoflagellat patlamaları muhtemelen kayda geçen vakalardan daha sık görülmekte olup, bu durum habitatın biyotası üzerinde büyük bir etkiye neden olabilmektedir. Dinoflagellat patlamasının ve toksisitesinin yol açtığı

potansiyel balık ölümlerine ek olarak, içme suyu kaynağı olarak kullanılan sistemlerde su kalitesi yönetimi açısından da kaygıya neden olduğu bildirilmektedir (Rengefors 2001).

04/07/2017 tarih ve 311 sayılı Orman ve Su İşleri Bakan oluru ile onaylanan “Karacaören I-II Baraj Gölleri Özel Hükümleri” çerçevesinde içme ve kullanma suyu rezervuarı olan her iki baraj gölü için su kalitesinin korunması ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması kapsamında hukuki ve teknik esaslar oluşturulmuştur. Bunun yanında balıkçılık, turizm ve tarımsal amaçlı faaliyetler için de kullanılan baraj gölünde nütrient konsantrasyonu, fitoplankton kompozisyonu ve diğer limnolojik parametrelerin insan ve çevre sağlığının bir göstergesi olarak izlenmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (Proje No: TAGEM/HAYSUD/2013/A11/P-02/7) ve Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi BAP koordinatörlüğü (220-YL-13) tarafından desteklen projelerden üretilmiştir.

Kaynaklar

APHA 2005. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition. Washington, DC: American Public Health Association 1368 p.

Bowling L. 2009. Freshwater phytoplankton: diversity and biology. In: Suthers IM, Rissik D, editors. Plankton: A Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing. p. 115-140.

Bulut C, Akçimen U, Uysal K, Çınar Ş, Küçükkara R, Savaşer S. (2012). Isparta Çandır Gökusu Kaynağı Üzerindeki Alabalık İşletmelerinin Dere Suyuna Olan Etkileri. *Journal of Fisheries Sciences.com*. 6(4):331-340.
[doi: 10.3153/jfsc.com.akdeniz007](https://doi.org/10.3153/jfsc.com.akdeniz007)

Carty S. 1989. *Thompsodinium* and two species of *Peridiniopsis* (Dinophyceae): Taxonomic notes based on scanning electron microscopy. *T Am Microsc Soc*. 108(1):64-73.
[doi: 10.2307/3226208](https://doi.org/10.2307/3226208)

Carty S. 1993. Contribution to the Dinoflagellate Flora of Ohio. *Ohio J Sci*. 93(5):140-146.

Carty S. 2003. Dinoflagellates. In: Wehr JD, Sheath RG, editors. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Boston, USA: Academic Press. p. 685-714.

Carty S. 2014. *Freshwater dinoflagellates of North America*. Ithaca, New York: Comstock Publishing Associates - Cornell University Press 272 p.

Cavalcante KP, Craveiro SC, Calado AJ, Ludwig TAV, Cardoso LS. 2017. Diversity of freshwater

dinoflagellates in the State of Paraná, southern Brazil, with taxonomic and distributional notes. *Fottea*. 17(2):240-263.
[doi: 10.5507/fot.2016.026](https://doi.org/10.5507/fot.2016.026)

DSİ 2019. Türkiye’deki Barajlar Albümü; [Erişim tarihi 2019 Nis 05]. Erişim adresi: <http://www2.dsi.gov.tr/baraj/detay.cfm?BarajID=135>

Furnas MJ, Smayda TJ, Tomas R. 1990. Persistent Dinoflagellate Blooms in a small marine cove. *Marine Nature*. 3:9-28.

Gomez F. 2012a. A Checklist and Classification of Living Dinoflagellates (Dinoflagellata, Alveolata). *Cicmar Oceanides*. 27(1):65-140.

Gomez F. 2012b. A Quantitative Review of The Lifestyle, Habitat and Trophic Diversity of Dinoflagellates (Dinoflagellata, Alveolata). *Syst Biodivers*. 10(3):267-275.
[doi: 10.1080/14772000.2012.721021](https://doi.org/10.1080/14772000.2012.721021)

Gönülol A. 2020. Türkiye algleri; [Erişim tarihi 2020 Şub. 05]. Erişim adresi: turkiyealgleri.omu.edu.tr/results.php?veri=species&empire_id=2&kingdom_id=3&phylum_id=13&class_id=30&ordo_id=66&family_id=520&genus_id=1309

Guiry MD, Guiry GM. 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway [Erişim tarihi 2020 Oca 24]. Erişim adresi <http://www.algaebase.org>

Gülle İ. 2005. Karacaören I Baraj Gölü (Burdur) Planktonunun Taksonomik ve Ekolojik Olarak İncelenmesi [Doktora Tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi. 199 s.

Hansen G, Flaim G. 2007. Dinoflagellates of the Trentino Province, Italy. *J Limnol*. 66(2):107-141.
[doi: 10.4081/jlimnol.2007.107](https://doi.org/10.4081/jlimnol.2007.107)

Kalyoncu H, Yorulmaz B, Barlas M, Yıldırım Z, Zeybek M. 2008. Aksu Çayı'nın Su Kalitesi ve Fizikokimyasal Parametrelerinin Makroomurgasız Çeşitliliği Üzerine Etkisi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 20(1):23-33.

Kawabata Z, Hirano Y. 1995. Growth pattern and cellular nitrogen and phosphorus contents of the dinoflagellate *Peridinium penardii* (Lemm.) Lemm. causing a freshwater red tide in a reservoir. *Hydrobiologia*. 312:115-120.
[doi: 10.1007/BF00020767](https://doi.org/10.1007/BF00020767)

Lewis M, Dodge JD. 2002. Phylum Pyrrophyta (Dinoflagellates) Order Peridinales. In: John DM, Whitton BA, Brook AJ, editors. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. London: Cambridge University Press. p. 198-205.

Mohebbi F, Azari AM, Heidari M, Asem A. 2012. Cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* Bloom in Aras Dam Reservoir. *Int J Environ Res*. 6(1):309-312.
[doi: 10.22059/IJER.2011.496](https://doi.org/10.22059/IJER.2011.496)

Nakamoto N. 1975. A Freshwater Red Tide on a Water Reservoir. *Japanese Journal of Limnology*. 36(2):55-64. [doi: 10.3739/rikusui.36.55](https://doi.org/10.3739/rikusui.36.55)

Nordic Microalgae and Aquatic Protozoa 2013. *Peridiniopsis Lemmerm* [Erişim tarihi: 2020 Şub. 05]. Erişim adresi <http://nordicmicroalgae.org/taxon/Peridiniopsis>

- Nürnberg GK. 1996. Trophic state of clear and colored, soft and hardwater lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. *Lake Reserv Manage.* 12(4): 432-447.
[doi: 10.1080/07438149609354283](https://doi.org/10.1080/07438149609354283)
- OECD. 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, Assessment and Control. OECD, Paris.
- Özel B, Yay T, Tekin Özcan S. (2019). Isparta Deresi'nin Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Simuliidae Faunasına Göre Belirlenmesi. *Acta Aquatica Turcica.* 15(4): 487-498.
[doi: 10.22392/actaquatr.558391](https://doi.org/10.22392/actaquatr.558391)
- Rengefors K. 2001. Freshwater dinoflagellates – life history and HAB potential. In: Garcés, Esther & Zingone, Adriana & Montresor, Marina & Reguera, Beatriz & Dale, Barrie. LIFEHAB: Life history of microalgal species causing harmful blooms. Report of a European workshop. Calvià, Majorca, Spain, October 24-27, 2001, 208 p.
- Rengefors K, Legrand C. 2001. Toxicity in *Peridinium aciculiferum* - an adaptive strategy to outcompete other winter phytoplankton? *Limnol Oceanogr.* 46(8):1990-1997.
[doi: 10.4319/lo.2001.46.8.1990](https://doi.org/10.4319/lo.2001.46.8.1990)
- Ülkü M. 2016. Karacaören I Baraj Gölü Siyanobakteri (Mavi-Yeşil Alg) Florası ve Mikrosistin Düzeyinin Belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi. 177 s.
- Viner-Mozzini Y, Zohary T, Gasith A. 2003. Dinoflagellate bloom development and collapse in Lake Kinneret: a sediment trap study. *J Plankton Res.* 25(6):591-602.
[doi: 10.1093/plankt/25.6.591](https://doi.org/10.1093/plankt/25.6.591)
- Wu JT, Kuo-Huang LL, Lee J. 1998. Algicidal Effect of *Peridinium bipes* on *Microcystis aeruginosa*. *Curr Microbiol.* 37:257-261.
[doi: 10.1007/s002849900375](https://doi.org/10.1007/s002849900375)
- Yalım FB, Güllü İ, Pak F, Aktaş Ö, Uysal R, Bayoğlu M. 2014. Changes in the Trophic State of Karacaören I Dam Lake (Burdur, Turkey). Sunulduğu yer: International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences; Trabzon, Turkey.
- Zohary T, Nishri A, Sukenik A. 2012. Present-absent: a chronicle of the dinoflagellate *Peridinium gatunense* from Lake Kinneret. *Hydrobiologia.* 698:161-174.
[doi: 10.1007/s10750-012-1145-6](https://doi.org/10.1007/s10750-012-1145-6)
- Zohary T, Yacobi YZ, Alster A, Fishbein T, Lippman S, Tibor G. 2014. Phytoplankton. In: Zohary T, Sukenik A, Berman T, Nishri A, editors. *Lake Kinneret, Ecology and Management.* Switzerland: Springer, Dordrecht. p. 161-190.