

Received: 09.08.2019

Accepted: 30.09.2019

DOI: 10.30516/ bilgesci.604535

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

3(2), 121-134, 2019

Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz’de Dinoflagellat Kist Komünite Yapısının Araştırılması

Buse Bağatur^{1*}, Hilal Aydın²

Özet: Dinoflagellatlar yaygın olarak bilinen çok sayıda tür ile ifade edilen fitoplanktonun önemli bir sınıfıdır. Bazı dinoflagellat türleri hayat döngülerinin bir parçası olarak olumsuz çevre koşullarına uyum sağlamak için kalıcı kist üretirler. Dinoflagellatlar, okyanus ve denizlerde sıcaklık, tuzluluk, besleyici element gibi birçok çevresel faktörlere duyarlı olduklarından biyoidikatör özellikleri bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmada Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz’den seçilen 8 yüzey sediment örneğinde dinoflagellat kistlerinin dağılımı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda toplam 24 dinoflagellat kist tipi tanımlanmış (1 kist tipi literatürde daha önce tanımlanmamış), ve toplam kist konsantrasyonu 14-354 kist g⁻¹ kuru ağırlık sediment olarak kaydedilmiştir. Ayrıca çalışmada ilk kez Marmara Denizi’nden kayıt edilmiş olan potansiyel toksik *Cochlodinium sp.*, kistinin güneye doğru dağılım gösterdiği saptanmıştır. *Protoperdinium parthenopes* dinoflagellat kisti de Türkiye kıyı suları için ilk kez tespit edilmiştir. Aynı zamanda Kuzey Ege ve Akdeniz’de olası toksik dinoflagellat kistleri *Alexandrium affine* tip, *A. catanella/tamarense* kompleksi, *A. minutum*, *Cochlodinium sp.*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum* olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz’deki daha önce araştırma yapılmamış bölgelerdeki dinoflagellat kist topluluğunun yayılım haritalarının çıkarılmasıyla gelecekte olabilecek aşırı üreme olaylarını önceden tahmin edilmesi sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Dinoflagellat kisti, Fitoplankton, Kuzey Ege Denizi, Akdeniz

Investigation of Dinoflagellate Cyst Community Structure in North Aegean Sea and Mediterranean Sea

Abstract: Dinoflagellates are an important class of phytoplankton expressed by a large number of widely known species. Some species of dinoflagellate produce resting cysts to adapt to adverse environmental conditions as part of their life cycle. Dinoflagellates have bioindicator specialities because they are sensitive to many environmental factors such as temperature, salinity, nutrients in the oceans and seas. In this study, the distribution of dinoflagellate cysts was investigated in 8 surface sediment samples selected from North Aegean Sea and Mediterranean Sea. At the end of the study, a total of 24 dinoflagellate cyst types were identified (1 cyst type was unidentified in literature the before), and total cyst concentration was recorded as 14-354 kist g⁻¹ dry weight sediment. In addition, it was found that the potential toxic *Cochlodinium sp.* Cyst, which was recorded from Marmara Sea for the first time, was distributed to the south. *Protoperdinium parthenopes* dinoflagellate cyst for Turkey coasts have been detected for the first time in this study. At the same time potential toxic dinoflagellate cyst species were observed in the North Aegean Sea and Mediterranean Sea such as *Alexandrium affine* type, *A. catanella/tamarense* complex, *A. minutum*, *Cochlodinium sp.*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum*. As a result of this study, the propagation maps of the dinoflagellat cyst community in the previously unreported

¹ Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa, Türkiye

*Corresponding author (İletişim yazarı): busesatir16@gmail.com

Citation (Atıf): Bağatur, B., Aydın, H., (2019). Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz’de Dinoflagellat Kist Komünite Yapısının Araştırılması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 3(2): 121-134.

regions of the North Aegean Sea and the Mediterranean Sea will be predicted to predict future over-reproduction events.

Keywords: Dinoflagellate cyst, Phytoplankton, North Aegean Sea, Mediterranean Sea

1. Giriş

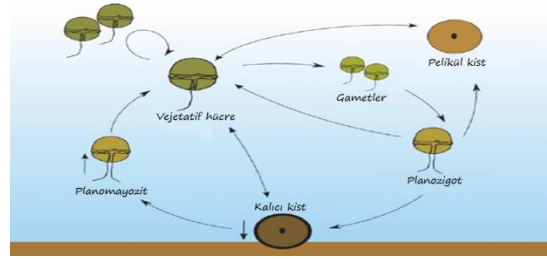
Dinoflagellatlar deniz ekosistemlerinin önemli bileşenlerinden olup fitoplankton grubuna dahildir. Dinoflagellat türlerinin %90'ı denizel olup tatlı sularda yaşayan türleri de mevcuttur. İlkbahar aylarını takiben yaz aylarında maksimum artışa ulaşan dinoflagellatların çoğu ılıman sularda bulunur. Ototrofik türleriyle fotosentez yapıp birincil üretime katkı sağlayan dinoflagellatların çoğu heterotroftir. Bazı türleri aşırı üreyip yapılarındaki pigment maddelerinden dolayı suda renk değişimine yani red-tide olayına sebep olurken bazı türleri toksiktir. Aşırı üremeye sebep olan dinoflagellat türleri aynı zamanda besin ağında birikebilen güçlü nörotoksin üretir (Hallegraeff, 1993; Polat ve Koray, 2007).

Red-tide terimi renk değişimine sebep olan türlerin içerisinde zarara neden olmayan türlerin de bulunmasından dolayı yanıltıcı olmuştur. Bunun sonucunda kıyı turizmüne ve deniz ürünleri tüketimine yani ekonomiye etkisinden dolayı red-tide terimi UNESCO/IOC-HAB (Birleşmiş Milletler Uluslararası Deniz ve Okyanuslar Topluluğu Zararlı Üremeleri Bürosu) kararı ile “Zararlı Alg Aşırı Üremeleri ” genel adı ile kullanılmaktadır (Aydm ve Uzar, 2009).

Dinoflagellatlar yaklaşık 2000 türdür ve toplam sayının %10 'u aşırı alg artışı ve zararlı alg üremesi ile ilişkilidir. Bunlardan yaklaşık %3'ünün toksik olduğu bildirilmiştir. Diğer gruplar arasında dinoflagellatlar grubu toksik olan fitoplankton türlerinin %75'ini oluşturur (Smayda ve Reynolds, 2003).

Dinoflagellatlar aynı zamanda yaşam döngüsünün belli bir kısmında dayanıklı-kalıcı kist üretirler. Kist üretmelerinin sebebinin çeşitli ekstrem koşullara dayanma, geniş çevresel koşullarda farklı habitatlara uyum sağlamak amacıyla olduğu bilinmektedir. Karmaşık yaşam döngüleri olan dinoflagellatların 2000 türü içerisinde %10'undan fazlası kist üretmektedir. Bu bentik evre, türlerin ekolojisinde önemli rol oynar. Pelajik-bentik bağlantının bir parçası olarak kistlerin, vejetatif büyüme için elverişsiz koşullar altında sediman tabakasında kist oluşturarak kaldığı, uygun koşullar tekrar oluştuğunda pelajik bölgeye

yeniden geçtiği araştırmalarla kanıtlanmıştır (Bravo ve Figueroa, 2014; Uzar, 2015).



Şekil 1. Dinoflagellat yaşam döngüsünün şematik diyagramı (Kremp, 2013).

Dinoflagellat kistlerinin tanınması, fosil dinoflagellat kistlerinin biyostratigrafik çalışmalarıyla başlamış olup 20. yüzyılın başlarına kadar uzanmaktadır. Reinsch (1905) kistleri fosilleşmiş dinoflagellat kalıntıları olarak tanımlayan ilk kişi olmuştur. Ne yazık ki önceki gözlemler gözden kaçırılmış olup 1940 ve 1950'lerde yaşayan (güncel) dinoflagellatların zırları tanımlandığında, ilk bildirimler yayınlanmıştır. Daha sonra gamet birleşiminde kistlerin oluştuğu bildirildi ve araştırmacılar, eşeyli üreme ile ilişkili olduğu sonucuna vardılar. Bununla birlikte 1960-1970'lerde kist üreten dinoflagellatların çevresel değişimlere duyarlı oldukları için aslında yaşam döngüsünde üremenin bir sonucu olarak kist oluşturduğu kanısına varmışlardır (Bravo ve Figueroa, 2014).

Dinoflagellat kistlerinin vejetatif evre ve kalıcı kist olarak adlandırılan iki yaşam evresinin bulunması, ayrı biyolojik ve paleontolojik sınıflandırma sisteminin oluşturulmasına neden olmuştur. Algler, mantarlar ve bitkiler için Uluslararası Adlandırma Kodunun (ICN) son açıklamalarında, fosil (veya kist aşamaları) ve yaşayan dinoflagellatlar için ayrı isimlendirme yapılmasını öngörmektedir (Penaud vd., 2018). Türkiye denizlerinde araştırmalar belirli bölgelerle sınırlı kalmaktadır. Uzar vd., (2010) İzmir Körfezi, Ege ve Doğu Akdeniz Bölgesinden alınan 20 istasyonda dinoflagellat tür kompozisyonu ve bolluğunu araştırmıştır. Araştırma sonucunda 9 cinse ait 28 kist tipi tanımlanmıştır. Baskın olan türler, *Quinquecuspis concreta*, *Lingulodinium machaerophorum* ve *Dubridinium caperatum*. Aynı zamanda çalışılan

bölgede potansiyel toksik türlerin de var olduğu bildirilmiştir.

Aydın vd., (2011) İzmir Körfezi yüzey sediment örneklerinde dinoflagellat tür kompozisyonu ve dağılımını incelemişlerdir. 36 kist tipi tespit edilmiş olup bu topluluklar çoğunlukla *Polykrikos kofoidii*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Quinquecuspis concreta*, *Gymnodinium cf. nolleri* ve *Operculodinium centrocarpum* olarak bildirilmiştir Körfezin iç ve orta kısımlarında kistlerin daha yoğun bulunduğu. Tek Yönlü Varyans Analizi testine göre ise istasyonlar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. ($p < 0.05$) Dinoflagellat kist türleri arasında *Gymnodinium cf. nolleri* ve *Oblea acanthocysta* Ege Denizi için ilk kez tespit edilmiştir. *Alexandrium minutum* ve *Alexandrium affine* tip gibi zararlı toksik kistler hemen hemen tüm örnekleme alanlarında gözlemlenmiş olup *Alexandrium tamarense/catenella* kistine ise sadece dış körfezde rastlandığı belirtilmiştir.

Aydın ve Uzar (2013) İzmir Körfezi'nde 2003-2011 yılları arasında potansiyel toksik dinoflagellat kistlerinin dağılımını incelemiştir. Potansiyel toksik kistler olarak bulunan türler; *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Alexandrium affine* tip ve *Alexandrium tamarense/catenella* olarak tespit edilmiştir.

Aydın ve Uzar (2014) Marmara, Ege ve Ege Denizi'nin doğusundan alınan örnekler de dinoflagellat kist dağılımı ve bolluğunu araştırmıştır. Çalışma bölgelerinde baskın olan *Quinquecuspis concreta*, *Polykrikos kofoidii*, *Lingulodinium machaerophorum* *Dubridinium caperatum* ve *Spiniferites bulloideus* türleridir. Marmara Denizi ve Fethiye Körfezi'nde bulunan potansiyel toksik olan türler; *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Alexandrium minutum* tip olup İzmir Körfezi'nde bulunan toksik türler ise *Alexandrium affine* tip ve *Alexandrium tamarense/catenella* kompleks olarak tespit edilmiştir.

Aydın vd., (2014) Homa Lagünü'nde ilk kez dinoflagellat kist tür kompozisyonu ve dağılımını araştırmış olup 12 kist tipi tespit etmişlerdir. Bölgede baskın olan türler *Spiniferites delicatus*, *Spiniferites bulloideus* ve *Alexandrium minutum* kistleri olarak bildirmişlerdir. Ayrıca Homa Lagünü sediment tipi kil ve siltli kum olup örnekleme sonucunda dinoflagellat kistleri

özellikle kil ve alüvyon çökeltilerinde dağılım yaptığı vurgulanmıştır.

Mertens vd., (2015) İzmir Körfezi'nde *Spiniferites pachydermus* kistine ait kültür çalışması yapmış ve vejetatif hücrelerini üretmişlerdir. Vejetatif hücrelerin morfolojisi *Gonyaulax spinifera* türüne benzemektedir. Benzeyen vejetatif hücrelerin moleküler filogenetik analizleri sonucunda bu kist tipinin *G. spinifera* kompleksine ait olmadığı ve dünya denizleri için yeni bir tür kaydı olan *Gonyaulax ellegaardia* ismi verilmiştir.

Aydın vd., (2015a) endüstriyel kirliliğin indikatörü olan dinoflagellat kistlerini Aliğa ve Nemrut Körfezi'nde sekiz yüzey sediment örneğinde analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda 42 kist tipi belirlenmiş olup Aliğa Körfezi'nde kist konsantrasyonu Nemrut Körfezi'ne göre daha yüksek, Nemrut Körfezi'nde ise kist tür çeşitliliği Aliğa Körfezi'ne göre daha yüksek olarak bulunmuştur. Toplam kist konsantrasyonu ve ototrofik kist konsantrasyonu metal kirliliğini işaret ederken toplam kist sayısı Cr (Krom) hariç herhangi bir metalle bağlantılı olmadığı vurgulanmıştır.

Aydın vd., (2015b) Güneybatı Karadeniz ve Çanakkale Boğazı'nda dinoflagellat kist topluluklarını araştırmış olup toplamda 25 kist tipi tanımlamışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada istatistiksel analizler sonucu ototrofik dinoflagellat kist konsantrasyonunu daha yüksek ve korelasyonu anlamlı bulmuşlardır ($p < 0.01$). *Alexandrium minutum* tip, *Lingulodinium machaerophorum* ve *Spiniferites bulloideus* türleri baskın türler olarak tespit edilmiştir. Karadeniz Bölgesi'ndeki tür çeşitliliğinin sediment tipinden kaynaklandığı ve Karadeniz'in Çanakkale Boğazı'na oranla sediment tipinin kum-alüvyon içeriğini belirtmişlerdir.

Aydın vd., (2015c) Endüstriyel kirliliğin İzmir Körfezi'nde dinoflagellat kistleri üzerindeki etkisini araştırmışlar ve. örnekleme alanından 12 cinse ait 42 kist tipi tespit etmişlerdir. *Gymnodinium nolleri*, *Lingulodinium machaerophorum* ve *Spiniferites bulloideus* kisti körfezde baskın olarak bulmuşlardır. En yüksek kist konsantrasyonu iç körfezde kaydedilmiş ve iç körfezde ağır metal seviyeleri orta ve dış körfeze oranla daha yüksek olarak kayıt edilmiştir. *Polykrikos kofoidii*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Dubridinium caperatum* türleri

bazı metallerle (Cd, Pb, Cu, Zn) ve organik karbon içeriğiyle pozitif korelasyon gösterdiği bildirilmiştir.

Balkıs vd., (2016) Gemlik Körfezi'nde mevsimsel aşırı alg artışı döneminde dinoflagellat kistlerini araştırmışlardır. Örneklem alanında 34 dinoflagellat kist tipi tespit edilmiş olup baskın olan türler *Selenopemphix quanta*, *Operculodinium centrocarpum* ve *Lingulodinium machaerophorum* olarak kayıt edilmiştir. Toksik olan dinoflagellat kistleri ise *Alexandrium* sp., *Scrippsiella trochoidea* ve *L. machaerophorum* ise sayıca fazla bulunmuştur. Toksik türler arasında bulunan *Cochlodinium* sp. kisti ise ilk kez Türkiye sularından rapor edilmiştir. Çalışma alanında bulunan zararlı alg aşırı üremesine sebep olan türler ise *A. tamarense*, *Protoceratium reticulatum*, *Heterocapsa triquetra* ve *Gymnodinium catenatum/nolleri* olarak bildirilmiştir. Dinoflagellat kistlerinin dağılımını etkileyen parametreler yüzey sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve toplam su derinliği olsa da tuzluluk en önemli etkenlerden biri olarak bulunmuştur.

Uzar vd., (2018) Türkiye kıyılarında yapılan dinoflagellat kist çalışmalarını derlemiş ve dinoflagellat kist çalışmalarının amaçlarını gözden geçirip sonuçlarını özetlemişlerdir.

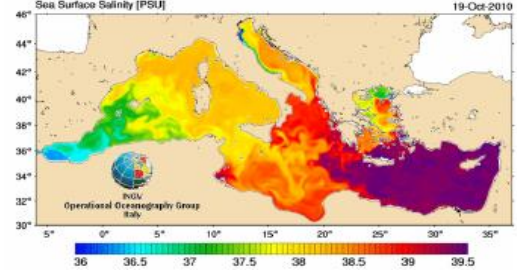
Yukarıda görüldüğü üzere Türkiye kıyılarında yapılan dinoflagellat kist çalışmaları oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada amaç Türkiye kıyı sularında Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz'den seçilen istasyonlarda dinoflagellat kist kompozisyonunu ve dağılımını belirlemek, daha önce araştırma yapılmamış alanların kist dağılım haritalarını çıkarmak ve potansiyel toksik dinoflagellat kistlerinin yayılım alanlarını belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

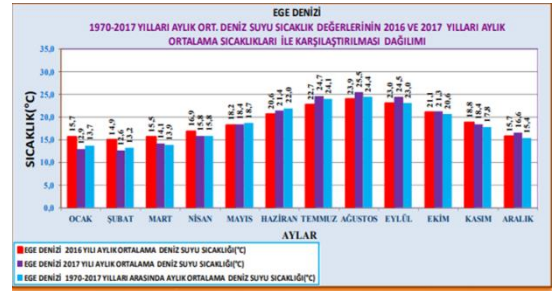
2.1. Çalışma bölgesinin özellikleri

Ege Denizi Türkiye ve Yunanistan kıyıları arasında yer almaktadır. Ege Denizi, Çanakkale Boğazı tarafından Marmara Denizi'ne bağlanırken, İstanbul Boğazı tarafından Karadeniz'e bağlanmıştır (Yüce, 1995). Bu nedenle, Doğu Akdeniz'in geri kalanı ile ilişkili olarak daha yüksek besin konsantrasyonları ile karakterizedir ve dünyanın en oligotrofik deniz bölgeleri arasındadır. Çevresel parametreler (sıcaklık, tuzluluk) 200 m altındaki eğiminde

(sırasıyla 13,5-14 °C ve ‰ 38,0-39,0) oldukça sabitken, çamurlu sediment genellikle 100 ile 1000 m derinliğindeki eğiminde sıklık bölgelerde baskındır (Şekil 2) (Labropoulou ve Papaconstantinou, 2000).



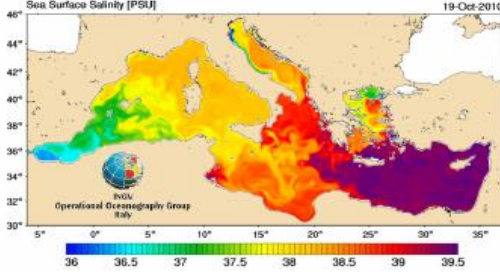
Şekil 2. Ege Denizi deniz suyu tuzluluğu haritası (Papadopoulou vd., 2011)



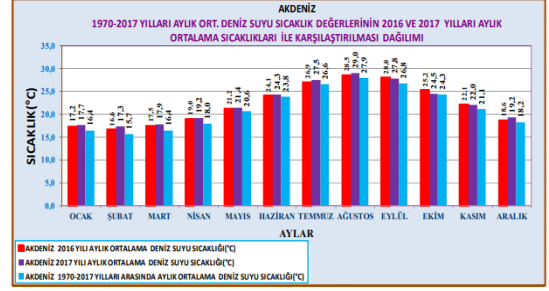
Şekil 3. Ege Denizi 1970-2017 yılları arasında aylık ortalama deniz suyu sıcaklık değerleri (MGM, 2018)

Akdeniz, Avrupa, Asya ve Afrika arasında neredeyse tamamen karaya oturmuş yarı kapalı bir denizdir. Akdeniz Cebelitarık Boğazı (600 m derinlik, 14 km genişlik) ile Atlas Okyanusu'na, Çanakkale Boğazı ile Marmara Denizi'ne bağlanır. Süveyş Kanalı ile Kızıldeniz'e oradan da Hint Okyanusu'na açılır. Deniz yüzey sıcaklığı ise kuzeyden güneye, batıdan doğuya doğru artış göstermektedir. Akdeniz sularının ortalama yüzey sıcaklığı 21 °C (doğu havzası) ile 15,5 °C (batı havzasındaki Lion Körfezi kıyısı) arasında değişmektedir. 1980'lerin başında Akdeniz'in en sıcak bölgesi, ortalama deniz yüzey sıcaklığı 21,8 °C olan Levant Havzası'ydı. En soğuk bölgeler ise 16,9 °C olan ortalama deniz yüzey suyu sıcaklığı ile Lion ve Ligurya Körfezi'dir. 18 °C izotermal hat Cebelitarık'tan Sardunya'nın kuzeyinde, Messina Boğazı'ndan Korint Körfezi'ne kadar uzanmaktadır. 200-500 m'nin altında sıcaklık, doğu havzasında 13,5-15,5 °C arasında, batı havzasında 12,7-13,5 °C arasında,

dipte hemen hemen eşit olarak kalmaktadır. Bu yüksek eş sıcaklık nispeten yüksek asgari sıcaklık (~ 13 °C) ve yüksek tuzluluklar (37,5-39,5 psu), Akdeniz'in derin denizi için karakteristikdir (Şekil 4) (Papadopoulou vd., 2011).



Şekil 4. Akdeniz deniz suyu tuzluluğu haritası (Papadopoulou vd., 2011)



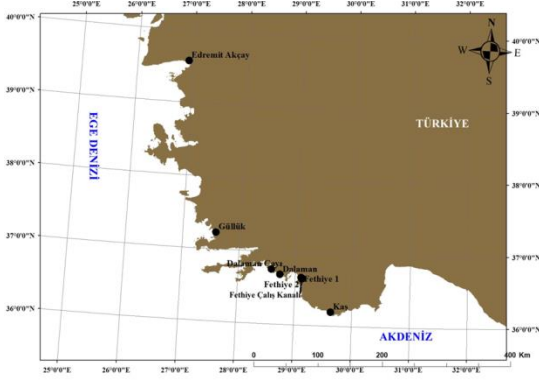
Şekil 5. Akdeniz 1970-2017 yılları arasında aylık ortalama deniz suyu sıcaklık değerleri (MGM, 2018)

2.2. Örneklem yöntemi

Bu çalışma Kuzey Ege ve Akdeniz bölgesinden seçilen 8 istasyondan 2015 yılı yaz mevsiminde örneklem yapılmıştır. Bu istasyonlardan örnekler TFO (Tokyo Üniversitesi Balıkçılık Oşinografi Laboratuvarı) kor aleti kullanılarak sediment örnekleri alınmıştır. Çalışmada istasyonların belirlenmesi rastgele örneklem olup daha çok sediment tipi çamurlu bölgeler olmasına özen gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışma bölgesi istasyonların konumları, derinlikleri ve sediment tipleri

No	İstasyon	Enlem	Boylam	Derinlik	Sediment Tipi
1	Dalaman Çayı	36°45'41.66"	28°34'45.39"	2	Çamur
2	Dalaman	36°41'32.98"	28°44'8.70"	3	Çamur
3	Edremit Akçay	39°34'40.16"	26°55'4.04"	7	Çamur
4	Fethiye 2	36°38'29.56"	29° 7'8.82"	3	Çamur
5	Fethiye Çalış Kanalı	36°39'33.26"	29° 6'13.43"	3	Çamur
6	Fethiye 1	36°38'58.28"	29° 6'54.81"	3	Çamur
7	Güllük	37°13'55.09"	27°34'59.04"	7	Kum+Çamur
8	Kaş	36°11'48.49"	29°38'17.92"	8	Çamur



Şekil 6. Örneklemeye istasyonlarının konumu

2.3. Sediment örneklerinin işlenmesi

TFO kor aleti ile alınan sediment örnekleri hızlı bir şekilde laboratuvara getirilerek +4 °C 'de karanlık ortamda kimyasal işlemler başlayıncaya kadar buzdolabında bekletildi. Aldığımız örnekler Matsuoka ve Fukuyo (2000) tarafından önerilen palinolojik yöntem basamaklarına göre işlemden geçirildi. Örneklerin en üst 2 cm'deki sediment örneğinden spatül yardımıyla 1 gr alınarak aside dayanıklı kauçuk beherlerin içerisine kalsiyum karbonat ve silikat gibi materyalleri uzaklaştırmak amacıyla %10'luk HCl (hidroklorik asit) ve %47'lik HF (hidroflorik asit) eklendi. Asitliğin azaltılması için pH derecesi 5-7 olana kadar yıkama işlemi yapıldı. Kistlere yapışmış partiküllerin uzaklaştırılması amacıyla 30 sn ultrasonik banyoya tabi tutulup önce 125 µm'den daha sonra 20 µm aralıklı eleklerden geçirildi. Final konsantrasyonu 10 ml olacak şekilde plastik tüplere aktararak sayım ve tayin işlemleri yapıncaya kadar bekletildi. Her bir istasyona ait örneklerden 5'er defa mikropipet yardımıyla 1'er ml örnek alınarak Sedgwick-Rafter sayım kamarasına konulan örnekler Olympus IX71-DIC ataçmanlı inverted mikroskopta kist tipleri tespit edilip sayım işlemi yapılmıştır. Kistlere ait fotoğraflar çekimleri mikroskoba bağlı Olympus DP25 numaralı dijital kamera ile 100x, 200x ve 400x büyütmede gerçekleştirilmiştir. Kistlere ait boy ölçümleri ise mikroskoba bağlı Olympus DP2- BSW programı ile yapıldı. Tek bir türe ait kist konsantrasyonu aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

Kist konsantrasyonu = (Türün bir istasyondaki kist sayısının toplamı/5) X 10/(Yaş ağırlık X (1- (Sediment su oranı- /100))

2.4. İstatiksel analizler

Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz'den kistlerin tür zenginliğini hesaplamak için her istasyona ait Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi hesaplandı (Özkan, 2016).

3. Bulgular

Bu çalışma sonucunda Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz'den 2015 yılında toplanan 8 yüzey sediment örneğinde toplam 24 kist tipi tespit edilmiştir (15 ototrofik, 8 heterotrofik). Toplam kist konsantrasyonu 14-354 kist g⁻¹ kuru ağırlık sediment olarak kaydedilmiştir. Bu kistlerden 1 tanesi literatürde tür seviyesinde tanımlanmamış kist tipi olup bazı kistler morfolojik karakterleri tam tanımlanamadığı için sadece cins seviyesinde belirtilmiştir.

Alexandrium affine tip örneklemeye istasyonlarının hepsinde çeşitli konsantrasyonlarda tespit edilmiş kozmopolit dağılım gösteren bir türdür.

Alexandrium catanella/tamarensense kompleks, *A.minutum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum*, *O. israelianum*, *Spiniferites bulloideus* ve *Spiniferites sp.* istasyonların büyük bir kısmında tespit edilmiş, geniş dağılım gösteren türlerdir.

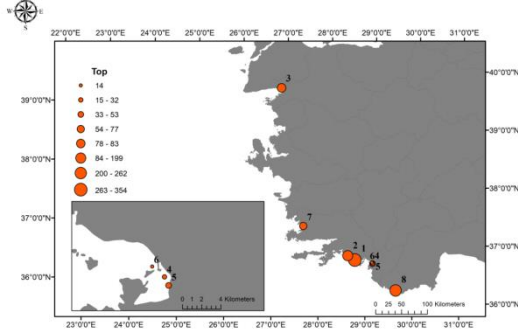
Spiniferites mirabilis, *Cochlodinium sp.*, *Gymnodinium sp.*, *Polykrikos schwartzii*, *Quinquecuspis concreta* ve A kist tipi, istasyonlarda diğer türlere göre daha sınırlı dağılım gösteren türlerdir.

Spiniferites delicatus, *S. ramosus*, *Gymnodinium nolleri*, *Scrippsiella sp.*, *Polykrikos kofoidii*, *Brigantedinium irregulare*, *Protopteridinium parthenopes*, *Protopteridinium sp.* *Selenopemphix quanta* ve *Votadinium spinosum* belirli istasyonlarda sınırlı dağılımı olan kist türleridir.

Çalışma alanlarında ototrofik kist tür çeşitliliği, heterotrofik kist çeşitliliğine oranla daha fazla olduğu saptanmıştır. Toplam kist sayısı en fazla 2. ve 3. istasyonda bulunurken en az tür sayısına sahip istasyon 6. istasyon olarak saptanmıştır (Şekil 7).

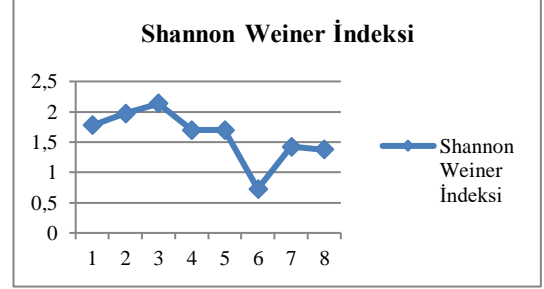
Çalışma bölgesinde toplam kist konsantrasyonu 14-354 kist g⁻¹ kuru ağırlık sediment aralığında hesaplanmıştır. Toplam kist konsantrasyonu Dalaman istasyonlarında daha yüksek olup Fethiye istasyonlarında daha az olduğu

saptanmıştır. Ototrofik kist konsantrasyonunun, heterotrofik kist konsantrasyonuna oranla daha baskın olduğu tabloda görülmektedir (Tablo 2.). Toplam ototrofik kist konsantrasyonu 14-354 kist g^{-1} kuru ağırlık olarak, heterotrofik kist konsantrasyonu 0-17 kist g^{-1} kuru ağırlık olarak saptanmıştır.



Şekil 7. Çalışma bölgesinde toplam kist konsantrasyonunun (kist g^{-1} kuru ağırlık sediment) örnekleme alanlarına göre dağılımı

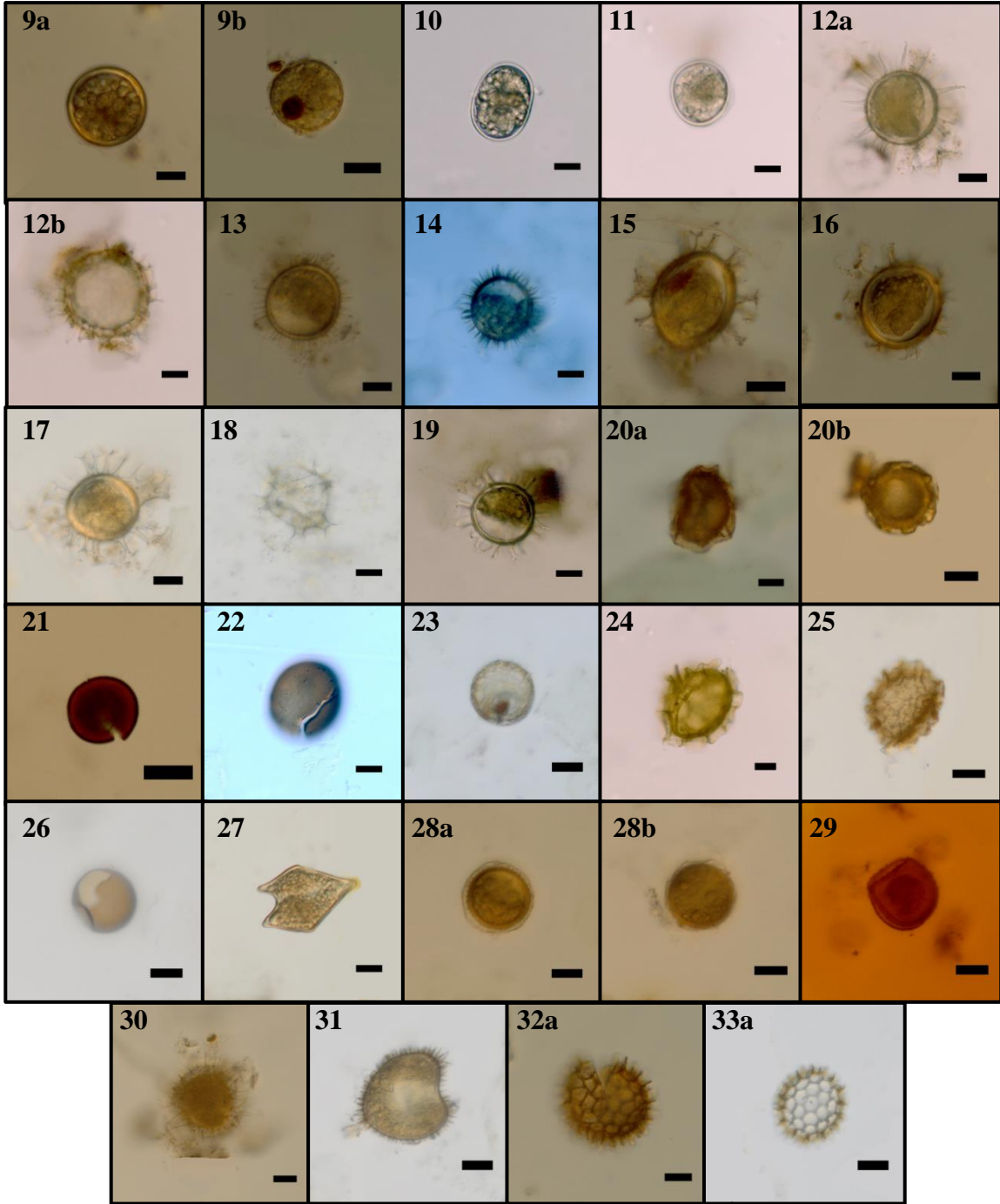
Shannon- Weiner çeşitlilik indisine göre kist tür çeşitliliği 0,72-2,13 değerleri arasında değişiklik göstermiştir. Tür çeşitliliği 1 ve 2. istasyonda artış gösterirken 3.istasyonda en fazladır. En düşük tür çeşitliliği ise 6.istasyonda bulunmuştur (Şekil 8.)



Şekil 8. Shannon- Weiner çeşitlilik indisinin istasyonlara göre değer dağılımı

Tablo 2. Çalışma bölgesindeki kist tür konsantrasyonlarının (kist g⁻¹ kuru ağırlık sediment) istasyonlara göre dağılımı

İstasyonlar								
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ototrofik Türler								
<i>Alexandrium affine</i> tip	108	56	21	4	22	6	8	132
<i>Alexandrium catanella/tamarense</i> kompleks	76	52	4	0	4	0	2	33
<i>Alexandrium minutum</i> tip	83	12	0	4	4	8	0	68
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0	8	7	0	0	47	8
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	7	8	4	0	0	0	0	10
<i>Operculodinium israelianum</i>	7	0	8	0	4	0	4	0
<i>Spiniferites bulloideus</i>	40	24	0	7	4	0	0	2
<i>Spiniferites delicatus</i>	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	4	4	0	0	0	0	6	0
<i>Spiniferites ramosus</i>	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Spiniferites sp.1</i>	11	0	0	0	9	0	2	2
<i>Cochlodinium sp.</i>	11	20	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnodinium nolleri</i>	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Gymnodinium sp.</i>	7	0	17	11	0	0	0	0
<i>Scrippsiella sp.1</i>	0	4	0	0	0	0	0	0
Heterotrofik Türler								
<i>Polykrikos kofoidii</i>	0	12	0	0	0	0	0	0
<i>Polykrikos schwartzii</i>	0	4	0	0	0	0	2	0
<i>Brigantedinium irregulare</i>	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Quinquecuspsis concreta</i>	0	0	8	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium parthenopes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Selenopemphix quanta</i>	0	0	0	0	0	0	6	0
<i>Votadinium spinosum</i>	0	0	8	0	0	0	0	0
Tanımlanamayan tür	0	0	0	4	0	4	0	0
Ototrofik Kist Konsantrasyonu	354	183	67	32	53	14	68	256
Heterotrofik Kist Konsantrasyonu	0	16	17	0	0	0	9	6
Toplam Kist Konsantrasyonu	354	199	83	32	53	14	77	262
Ototrofik Kist Sayısı	10	9	8	5	7	2	5	7
Heterotrofik Kist Sayısı	0	2	3	1	0	1	3	2
Toplam Kist Sayısı	10	11	11	6	7	3	8	9



Şekil 9-33. Kuzey Ege ve Akdeniz yüzey sedimentinde bulunan dinoflagellat kistleri, (9a-b) *Alexandrium affine* tip, (10) *Alexandrium catanella/tamarense* kompleks, (11) *Alexandrium minutum* tip, (12a-b) *Lingulodinium machaerophorum*, (13) *Operculodinium centrocarpum*, (14) *Operculodinium israelianum*, (15) *Spiniferites bulloideus*, (16) *Spiniferites delicatus*, (17) *Spiniferites mirabilis*, (18) *Spiniferites ramosus* (19) *Spiniferites sp*, (20a-b) *Cochlodinium sp*, (21) *Gymnodinium nolleri*, (22) *Gymnodinium sp*, (23) *Scrippsiella sp*, (24) *Polykrikos kofoidii*, (25) *Polykrikos schwartzii*, (26) *Brigantedinium irregulare*, (27) *Quinquecuspis concreta*, (28a-b) *Protopteridinium parthenopes*, (29) *Protopteridinium sp*, (30) *Selenopemphix quanta*, (31) *Votadinium spinosum*, (32a-b) Tanımlanamayan tür, Bar=20 µm

4. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada dinoflagellat kistlerinin kominite yapısı ve dağılım alanlarını belirlemek ve Türkiye denizleri için yeni veri sağlamak amacıyla seçilen 8 istasyondaki yüzey sediment örneğinden kist dağılımları rapor edilmiştir. Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz’de dinoflagellat kist dağılımını inceleyen diğer çalışmalarla kıyaslandığında kist türleri benzer özellik göstermesine rağmen, çalıştığımız bazı alanların çevresel faktörler açısından kendine has özellikleri nedeniyle farklı türlerin de bulunması dikkat çekmektedir. Toplam 24 kist tipi tespit edilmiş olup türlerin istasyonlardaki kist bolluğu en az 14 (istasyon 4) ve en fazla 354 (istasyon 1) kist g⁻¹ kuru ağırlık sediment arasında değişmektedir. Çalışmamızda toplam ototrofik kist konsantrasyonu (1027 kist g⁻¹ kuru ağırlık sediment) olup toplam heterotrofik kist konsantrasyonuna (48 kist g⁻¹ kuru ağırlık sediment) göre baskındır. Bu durumun çalışma alanlarındaki primer prodüktivite ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir (Uzar ve Aydın, 2019).

Çalışmamızda Türkiye kıyı suları için Fethiye istasyonları hariç diğer istasyonlar dinoflagellat kist çalışmaları için ilk kez örnekleme yapılan bölgelerdir. Türkiye’ye kıyısı olan Akdeniz’de yapılan fitoplankton araştırmalarında Gmez (2003) 673 dinoflagellat türünü rapor etmiştir. Bu türler içerisinde pelajik bölgede *Cochlodinium sp.* cinsine ait türler de bulunmaktadır. Balkıs vd., (2016) Gemlik Körfezi’nden alınan yüzey sediment rneklelerinde dinoflagellat kist topluluğunu araştırmıştır. *Cochlodinium sp* kist tipi ilk kez Gemlik Körfezi’nde tespit edilmiştir. Yaptığımız alışma yukarıda bahsedilen çalışmalar ile benzerlik göstermiş olup 1., 2. ve 3. istasyonlarda *Cochlodinium sp.* kist tipi tespit edilmiştir. Böylece Kuzey Ege ve Akdeniz bölgeleri için ilk kez rapor edilen bu tür aynı zamanda toksik bir tür olması ile dikkat çekmektedir. *Cochlodinium sp.* ihtiyotoksik olup balık ve deniz organizmaları için öldürücü olduğundan önemli bir HAB türüdür (Kudela ve Gobler, 2012).

Gmez (2003) Akdeniz dinoflagellat tür listesinde Tiren Deniz’inden *Protoperidinium parthenopes* dinoflagellat türünü bildirmiştir. Doğu Akdeniz Hayfa Limanı’nda yapılan araştırmada *P. parthenopes* kisti rapor edilmiştir (Rubino vd., 2017). Bu çalışmada 8. istasyon olan Kaş istasyonundan aldığımız yüzey sediment

rneğinde *P. parthenopes* kisti Türkiye kıyı sularında ilk kez rapor edilmiştir.

Türkiye denizlerinde daha önce yapılış kist çalışmalarında tespit edilen toplam kist konsantrasyonları ile karşılaştırdığımızda bu çalışma sonucunda belirlenen toplam kist konsantrasyonu (14-354 kist g⁻¹ kuru sediment) daha düşük değerlerdedir. Aydın vd., (2011) İzmir Körfezi’nde 13 istasyonda 41-3292 kist g⁻¹ kuru sediment, Aydın ve Uzar (2014) Marmara, Ege ve Doğu Ege’de 21 istasyondan 34-31352 kist g⁻¹ kuru sediment, Aydın vd., (2014) Homa Lagünü’nde 11 istasyonda 15-71 kist g⁻¹ kuru sediment, Aydın vd., (2015a) Aliağa ve Nemrut Körfezi’nden 8 istasyonda 11-2543 kist g⁻¹ kuru sediment, Aydın vd.,(2015b) Karadeniz ve Çanakkale Boğazı’ndan 8 istasyonda 8-346 kist g⁻¹ kuru sediment ve Aydın vd.,(2015c) İzmir Körfezi’nden yapılan başka bir çalışmada 12 istasyonda 384-9444 kist g⁻¹ kuru sediment olarak kist konsantrasyonu olarak rapor etmişlerdir. Yapılan alışmalar Aydın ve Uzar (2014) yaptığımız çalışma ile kist konsantrasyonu açısından benzerlik benzerlik göstermekte olup Fethiye Körfezi’nden aldıkları yüzey sediment rneği çalışmadaki en düşük kist konsantrasyonu (34 kist g⁻¹ kuru sediment) olarak tespit etmişlerdir. Bu alışmada Fethiye Bölgesinden seçilen 3 istasyonda (4,5 ve 6.) toplam kist konsantrasyonu 14-53 kist g⁻¹ kuru sediment olarak bulunmuştur. Kist konsantrasyonunun düşük olması, bölgenin jeolojik özelliği, fizikokimyasal parametreler, nehir ağzı yakınlığı, kirletici kaynak etkileri gibi birçok faktöre bağlı olabilir.

Çalışmada Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz ’den 24 kist tipi tespit edilmiş olup *Alexandrium* cinsine ait bireyler baskın türlerdir. Tür zenginliği istasyonlar arasında çeşitlilik göstermektedir. Shannon-Weiner indis değerleri 0,72-2,13 arasında olup 3. istasyonda en yüksek değerdeyken 6. İstasyonda en düşük değerdedir (şekil 8.). 3. istasyonun 6. istasyona göre daha yüksek tür çeşitliliğine sahip olmasının sebebi ve türlerin alandaki varlığını sürdürebilmesi yüzey suyu tuzluluğu, sıcaklık gibi diğer birçok fizikokimyasal parametrelerin etkisine bağlı olabilir.

Yaptığımız çalışmada ototrofik kist konsantrasyonun heterotrofik kist konsantrasyonuna baskın olduğu tespit edilmiştir. Aydın vd., (2015a, b) yaptıkları çalışma ile

benzerlik göstermiştir. Aydın vd., (2015a) ototrofik kist konsantrasyonu baskın olmasını besleyici element ve metal kirliliğin indikatörü olacağını savunmuştur. Yalnız metal kirliliği ve ötrofikasyonu birbirinden ayırmak çok zor olacağı için bu tarz ekolojik çalışmaların daha fazla yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Kuzey Adriyatik Denizi'nde yapılan başka bir çalışmada heterotrofik kist oranının ototrofik kist oranından daha yüksek olmasının sebebini, *Brigantedinium spp.* ve *Selenopemphix quanta* türlerinin ortamdaki baskınlığını nütrient bakımından zengin sularda ve upwelling bölgelerde ötrofikasyona işaret ettiğini etmişlerdir. Ayrıca bu türlerin sanayileşmeden kaynaklı ağır metallere (Zn, Pb) pozitif korelasyon gösterdiğini bu nedenle sedimentte indikatör olduğunu bildirmişlerdir (Sangıorgı ve Donders, 2004). Radi vd., (2007) İngiliz Kolombiyası'nda yaptığı çalışmada tatlı su girişlerinde daha baskın ototrofik kist taksonlarını belirlemiş ve bunun sebebini de Fraser Nehri'nden gelen sulardaki besleyici elementlerle ilişkilendirmiştir. Yaptığımız çalışmada bu iki tür sadece 7.istasyonda (Güllük) karşımıza çıkmaktadır. Ancak 2014-2016 örnekleme dönemi Ege Denizi kıyı ve açık deniz yüzey sularında TRIX değerleri İzmir İç Körfezi hariç “ Ötrofikasyon riski yok:<4” sınıfına girmiş olduğunu bildirmişlerdir. Balık çiftliklerinin baskısında olan Güllük Körfezi'nde 2007 yılında TRIX 1.0-3.5, 2008 yılında ise 1.6-4.8 aralığında bulunurken, 2009 yılında 2.4-4.4 olarak hesaplamışlardır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED Raporu, 2017). Örnekleme alanlarının kıyıda ve derinliği az bölgelerde bulunması sanayileşme ve antropojenik etkinin de var olması Kuzey Adriyatik Denizi'nde yapılan çalışmayla benzerlik gösterir niteliktedir. Tahminlerden ziyade yapılan çalışmalarda ağır metal ve besleyici element analizleri yapılacak olursa daha güvenilir ve anlamlı sonuçlar verecektir.

Alexandrium affine tip, *A. catanella/tamarensis* kompleksi, *A. minutum*, *Lingulodinium machaerophorum* ve *Spiniferites bulloideus* türlerinin kist konsantrasyonu bakımından diğer türlerden baskın olduğu yaptığımız çalışmada görülmektedir. *Alexandrium sp.* cinsine ait kist tipleri Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz'deki istasyonların birçoğunda görülmüştür. Zonneveld vd., (2013) *Alexandrium tamarensis* kistinin dünyada dağılım haritasını vermiş, bu türün Kuzey Yarım Kürede ılıman bölgelerde bulunduğunu bildirmiştir. Türkiye ılıman ve subtropikal kuşakta yer almasından dolayı bu olgu

çalışmamız ile benzerlik göstermiştir. *Lingulodinium machaerophorum* kisti Zonneveld vd., (2013) ve Mertens vd., (2009) dünya dağılım haritasında Kuzey Yarım Kürede ekvatorial ve subtropikal bölgelerde, kıyı yerleşim alanlarında bulunduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz'deki istasyonlarda *L. machaerophorum* kisti rapor edilmiştir.

Lingulodinium machaerophorum kisti kıyısız ve neritik bölgelerde bulunması ile birlikte bu tür aşırı üremeye red-tide sebebi olmaktadır. Smayda ve Reynolds (2003) dinoflagellat türlerini hayatta kalma stratejilerinde *Lingulodinium polyedrum* kistinin fiziksel olarak değişen su kolonunda upwelling bölgeleri temsil ettiği ve bu değişimlere karşı toleranslı olduğunu savunmuştur. Yaptığımız çalışmada *L. machaerophorum* toplam 71 kist g⁻¹ kuru sediment olarak tespit edilip Güllük istasyonunda en bol bulunan türdür. Deniz ekosisteminde çevresel parametrelerin türler üzerinde etkili olabildiğini bildirmişlerdir (Aydın vd., 2014). Balkıs vd., (2016). *L. machaerophorum* türünü düşük tuzluluk, ötrofik su ve red-tide ile ilişkilendirmişlerdir. Mertens vd., (2009) yaptıkları çalışmada *L. machaerophorum* kistinin sıcaklığa ve tuzluluğa bağlı olarak değişen proses boylarını incelemişler ve çalışma sonucunda proses boyları tuzluluk ile pozitif ilişkili sıcaklık ile negatif ilişkili bulunmuşlardır. Vink vd., (2000) Amazon Nehri bölgesinde *L. machaerophorum* kistinin düşük tuzluluktan etkilendiğini rapor etmiştir. Bu türün sıcaklık ve tuzluluk aralığı olarak en az 12.5 ila 42 psu ve sıcaklık 9 ila 31 °C'dir. Çalışmamızda ise Akdeniz %37,5-39,5 ve Ege Denizi %38,0-39,0 tuzlulukta (Labropoulou ve Papaconstantinou, 2000; Papadopoulou vd., 2011), Akdeniz 15,7-27,9 °C ve Ege Denizi 13,2-24,4 °C sıcaklık aralığında bulunmaktadır. Bunun sonucunda *L. machaerophorum* proses boyu tuzluluğun yüksek olduğu bölgelerde daha uzun proses boyuna sahiptir. 3 istasyon Edremit Akçay'da tespit edilen bu tür daha kısa proses boyuna sahip olduğu saptanmıştır. Tuzluluk oranları ve proses boyu yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz'den yaptığımız çalışmada olası toksik dinoflagellat kist türleri *Alexandrium affine* tip, *A. catanella/tamarensis* kompleksi, *A. minutum*, *Cochlodinium sp.*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum* olarak belirlenmiştir. Aydın ve Uzar (2013) İzmir

Körfezi'nde potansiyel toksik dinoflagellat kistlerinin dağılımını ve bolluğunu incelendiğinde *Alexandrium affine* tip, *A. catanella/tamarense* kompleksi, *A. minutum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum* türlerini potansiyel toksik kist olarak rapor etmiştir. Çalışmamızda da tespit edilen çok benzerlik gösteren bu türlerden; *A. minutum*, *A. catanella/ tamarense* kompleksi, *L. machaerophorum*, parolitik kabuklu zehirlenmesine (PSP) sebep olduğunu, besin ağındaki akümülyasyona bağlı olarak sucul canlılarda ölümlere ve insan sağlığının negatif etkilenmesine sebep olabileceği savunulmuştur (Aydın ve Uzar, 2009). Wang vd., (2004) *Alexandrium* cinsinin Çin kıyısulularında PSP'ye neden olduğunu bildirmiştir. Koray ve Sabancı (2001) yüzey suyu örneklerinden *A.minutum* ve *Lingulodinium polyedrum* toksik türler olarak rapor etmiş ve balık kırılmalarına sebep olduğunu bildirmiştir. *Operculodinium centrocarpum* yessotoksin salgıladığı aynı zamanda kozmopolit bir tür olduğu, sıcaklık ve tuzluluk aralığının geniş olduğu saptanmıştır (Sangıorgı ve Donders, 2004; Uzar vd., 2010). Joyce vd., (2005) Saldanha Körfezi'nde yaptığı çalışmada *O. centrocarpum* türünün büyük midye ölümlerinden sorumlu olduğunu bildirmişlerdir. Saldanha Körfezi'nde midye endüstrisine bir bakıma destek olan fitoplankton aşırı artışı aynı zamanda bu ortamda toksik türlerin bulunmasından kaynaklı bazı önemli risk faktörlerini arttırdığı da savunulmuştur. Çalışmamızda diğer bir toksik dinoflagellat türü olan *Cochlodinium sp.* Japonya ve Kuzey Kore'de balık ölümlerine kıyısularda sebep olmaktadır. Bunun gibi birçok ülkede kaydedilmiş raporlar vardır. Aynı zamanda deniz ekosisteminde mercan resiflerinin ölümüne ve deniz ekosisteminin doğal olarak bozunumuna yol açmış, Kore'de yıllık 100 milyon ABD dolarını aşan balıkçılık kayıplarına neden olmuştur. *Cochlodinium sp.* türünün aşırı üremesinin insan kaynaklı nütrient girdisi ve gemilerin balast sularıyla bir bölgeden başka bir bölgeye taşındığı düşünülmektedir (Kudela ve Gobler, 2012).

Kuzey Ege Denizi ve Akdeniz bölgesinde sediment dinoflagellat kist çeşitliliğinin ve konsantrasyonunun diğer çalışmalarla kıyaslandığında daha düşük olmasına rağmen, bu bölgelerde zengin sediment kist çeşitliliğinin olduğunu tahmin etmekteyiz. Bu çalışmada dinoflagellat kist konsantrasyonunun düşük çıkmasının sebebi nehir ağız yakınlığı ve

örnekleme alan derinliğinin düşük değerde bulunmasından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmaya ek olarak gelecek araştırmalarda suyun tuzluk ve sıcaklık değerlerinin yanı sıra, besleyici elementler, ağır metal konsantrasyonları ve diğer kirleticilerin birlikte çalışması kist türlerinin dağılımını etkileyen faktörlerin daha detaylı anlaşılmasını sağlayacaktır. Dinoflagellat kist türlerinin sedimentin yanı sıra pelajik bölgedeki vejetatif formları ve tür sayımları ile desteklenmesi tür tayinindeki belirsizlikleri ortadan kaldırması açısından fayda sağlayacaktır. Yeni tür kayıtlarının verilmesi, potansiyel toksik dinoflagellat kistlerinin dağılımlarının bu ve benzeri çalışmalarla ortaya konması izleme çalışmalarına büyük katkı sağlayacaktır.

Teşekkür

İstatiksel verilerinin hesaplanmasında TÜBİTAK ve Süleyman Demirel Üniversitesi İş birliği ile gerçekleştirilen TÜBİTAK 2229-BİDEB 1059B291700039 No'lu projeye teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Aydın, H., Uzar, S. (2009). Denizel mikroalg biyotoksinleri ve etkileri. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 5,(1), 87-100.
- Aydın, H., Matsuoka, K., Minareci, E. (2011). Distribution of dinoflagellate cysts in recent sediments from Izmir Bay (Aegean Sea, Eastern Mediterranean). Marine Micropaleontology, 80, 44-52.
- Aydın, H., Uzar, S. (2013). Some potentially toxic dinoflagellate cysts in recent sediments from İzmir Bay. Su Ürünleri Dergisi, 30(3), 109-114.
- Aydın, H., Uzar, S. (2014). Distribution and abundance of modern dinoflagellate cysts from Marmara, Aegean and Eastern Seas of Turkey. Journal Of Environmental Biology, 35, 413-419.
- Aydın, H., Yürür, E. E., Uzar, S. (2014). Dinoflagellate cyst assemblages in surface sediments from Homa Lagoon (Izmir Bay, eastern Aegean Sea, the Mediterranean). Fresenius Environmental Bulletin, 23(8), 1795-1801.
- Aydın, H., Yürür, E. E., Uzar, S., Küçüksezgin, F. (2015). Modern dinoflagellate cyst assemblages of Aliağa and Nemrut Bay: influence of industrial pollution. Turkish

- Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 15, 549-560.
- Aydin, H., Balci, M., Uzar, S., Balkis, N. (2015). Dinoflagellate cyst assemblages in surface sediments of southwestern Black Sea and Çanakkale Strait (Dardanelles). *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 4789-4798.
- Aydin, H., Yürür, E. E., Uzar, S., Küçüksezgin, F. (2015). Impact of industrial pollution on recent dinoflagellate cysts in İzmir Bay (Eastern Aegean). *Marine Pollution Bulletin*, 94, 144-152.
- Balkis, N., Balci, M., Giannakourou, A., Venetsanopoulou, A., Mudie, P. (2016). Dinoflagellate resting cysts in recent marine sediments from the Gulf of Gemlik (Marmara Sea, Turkey) and seasonal harmful algal blooms. *Phycologia*, 55(2), 187-209.
- Bravo, I., Figueroa, R.I. (2014). Towards an ecological understanding of dinoflagellate cyst functions. *Microorganisms*, 2, 11-32.
- Gómez, F. (2003). Checklist of Mediterranean free-living dinoflagellates. *Botanica Marina*, 46(3), 215-242.
- Hallegraeff, G.M., (1993). A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia*, 32 (2), 79-99.
- Joyce, L.B., Pitcher, G.C., Du Randt, A., Monteiro, P.M.S. (2005). Dinoflagellate cysts from surface sediments of Saldanha Bay, South Africa: an indication of the potential risk of harmful algal blooms. *Harmful algae*, 4(2), 309-318.
- Koray, T., Çolak Sabancı, F. (2001). Türkiye Denizlerinin toksik planktonik mikroalgleri. *Su Ürünleri Dergisi*. 18/1, 293-298.
- Kremp, A. (2013). Diversity of dinoflagellate life cycles: facets and implications of complex strategies. *Biological and Geological Perspectives of Dinoflagellates*, 5, 197-205.
- Kudela, R.M., Gobler, C.J. (2012). Harmful dinoflagellate blooms caused by *Cochlodinium* sp.: global expansion and ecological strategies facilitating bloom formation. *Harmful Algae*, 14, 71-86.
- Labropoulou, M., Papaconstantinou, C. (2000). Community structure of deep-sea demersal fish in the North Aegean Sea (northeastern Mediterranean). *Island. Ocean and Deep-Sea Biology*, 440, 281-296.
- Matsuoka, K., Fukuyo, Y., (2000). Technical guide for modern dinoflagellate cyst study. WESTPAC-HAB, Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo, Japan, 47.
- Mertens, K.N., Ribeiro, S., Bouimetarhan, I., Caner, H., Nebout, N.C., Dale, B., Vernal, A.D., Ellegaard, M., Filipova, M., Godhe, A., Goubert, E., Grosfeld, K., Holzwarth, Kotthoff, U., Leroy, S.A.G., Londeix, L., Marret, F., Matsuoka, K., Mudie, P.J., Naudts, L., Pena-Manjarrez, J.L., Persson, A., Popescu, S.M., Pospelova, V., Sangiorgi, F., Van Der Meer, M.T.J., Vink, A., Zonneveld K.A.F., Vencauteren, D., Vlassenbroeck, J., Louwye, S. (2009). Process length variation in cysts of a dinoflagellate, *Lingulodinium machaerophorum*, in surface sediments: investigating its potential as salinity proxy. *Marine Micropaleontology*, 70, 54-69.
- Mertens, K.N., Aydin, H., Uzar, S., Takano, Y., Yamaguchi, A., & Matsuoka, K. (2015). Relationship between the dinoflagellate cyst *Spiniferites pachydermus* and *Gonyaulax ellegaardiae* sp. nov. from Izmir Bay, Turkey, and molecular characterization. *Journal Of Phycology*, 51(3), 560-573.
- MGM, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/denizSuyu/Akdeniz-DenizSuyu-Sicakligi-Analizi.pdf> (erişim 05.09.2018)
- MGM, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/denizSuyu/Ege-DenizSuyu-Sicakligi-Analizi.pdf> (erişim 05.09.2018)
- Özkan, K. (2016). Biyolojik çeşitlilik bileşenleri nasıl ölçülür?. *SDÜ Basımevi*, Isparta, Türkiye, 142 s.
- Papadopoulou, K.N., Markantonatou, V., Smith, C.J. (2011). The Mediterranean Sea: Additional information on status of threatened ecological characteristics relevant to the Marine Strategy Framework Directive. ODEMM.
- Penaud, A., Hardy, W., Lambert, C., Marret, F., Masure, E., Servais, T., Siano, R., Wary,

- M., Mertens, K.N. (2018). Dinoflagellate fossils: geological and biological applications. *Revue de micropaleontologie*, 61, 235-254.
- Polat, S., Koray, T. (2007). Planktonic dinoflagellates of the northern Levantine Basin, northeastern Mediterranean Sea. *European Journal of Protistology*, 43, 193-204.
- Reinsch, P.F., (1905). Die palinospharien, ein mikroskopischer vegetabile organismus in der mukronatenkreide. *Cent. Miner. Geol. Palaeontol*, 402-407.
- Radi, T., Pospelova, V., de Vernal, A., Barrie, J. V. (2007). Dinoflagellate cysts as indicators of water quality and productivity in British Columbia estuarine environments. *Marine Micropaleontology*, 62, 269-297.
- Rubino, F., Belmonte, M., Galil, B.S. (2017). Plankton resting stages in recent sediments of Haifa port, Israel (Eastern Mediterranean)-Distribution, viability and potential environmental consequences. *Marine pollution bulletin*, 116, 258-269.
- Sangiorgi, F., Donders, T.H. (2004). Reconstructing 150 years of eutrophication in the north-western Adriatic Sea (Italy) using dinoflagellate cysts, pollen and spores. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60, 69-79.
- Smayda, T.J., Reynolds, C.S. (2003). Strategies of marine dinoflagellate survival and some rules of assembly. *Journal of Sea Research*, 49, 95-106.
- T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı Çed, İzin Ve Denetim Genel Müdürlüğü. (2017). Denizlerde bütünleşik kirlilik izleme işi 2014-2016 Ege Denizi özet raporu(Baskı No.5148704). Erişim adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/2014-2016%20YILI%20EgeDenizi_Ozet_Raporu.pdf
- Uzar, S., Aydın, H., Minareci, E. (2010). Dinoflagellate cyst assemblages in the surface sediments from İzmir Bay, Aegean Sea, Eastern Mediterranean. *Scientific Research and Essays*, 5(3), 285-295.
- Uzar, S. (2015). İzmir Körfezi'nde modern dinoflagellat kistlerinin dağılımını etkileyen çevresel faktörlerin incelenmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Manisa, 215 s. (Doktora Tezi).
- Uzar, S., Aydın, H., Yürür, E. E. (2018). Dinoflagellate cyst studies in the sediments of Turkish coastal waters and future aspects. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 2800-2808.
- Uzar, S., Aydın, H. (2019). Dinoflagellat Kistlerinin Deniz Yüzey Suyu Hidrografik Koşulları İle İlişkisi ve İndikatör Olarak Kullanımı. *Acta Aquatica Turcica*, 15(1), 99-107.
- Vink, A., Zonneveld, K.A.F., Willems, H. (2000). Organic-walled dinoflagellate cysts in western equatorial Atlantic surface sediments: distributions and their relation to environment. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 112, 247-286.
- Wang, Z., Matsuoka, K., Qi, Y., Chen, J. (2004). Dinoflagellate cysts in recent sediments from Chinese coastal waters. *Marine Ecology*, 25(4), 289-311.
- Yüce, H. (1995). Northern Aegean Water Masses. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 41:325-343.
- Zonneveld, K.A.F. vd., (2013) Atlas of modern dinoflagellate cyst distribution based on 2405 data points. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 191, 1-197.