

Antalya Körfezi deniz deşarj sahasında mikroplankton ve ekolojik indeks değerlendirilmesi

Assessment of microplankton and ecological index around sea outfall in Antalya Bay

Gönül Tuğrul İçemer

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 07058, Kampus, Antalya, Türkiye
gicemer@akdeniz.edu.tr

Abstract: This research, treatment plants before and after receipt of the operation, covering the years in 1999-2001 and conducted a regional pollution monitoring program is part. In the point of discharge and it's around, mikroplankton communities and using ecological indices of species diversity change are explained. During the three years, number of species varies between 25 and 6, while the range of 1.09 to 5.23 species diversity indices in sampling stations. The results, after the discharge reduced, species diversity and species dominance have shown increase.

Keywords: Diversity Index, Ecological Index, Phytoplankton, Antalya bay, Wastewater Discharge

Özet: Bu araştırma, arıtma tesisinin işletmeye alınmasından önce ve sonrasını kapsayan ve 1999-2001 yılları arasında yürütülen bölgesel kirlilik izleme programının bir bölümünü oluşturmaktadır. Arıtılmış atıksuların deşarj edildiği nokta ve çevresinde mikroplankton topluluklarının mevcut durumu ve ekolojik indeksler kullanılarak tür çeşitliliği değişimi açıklandı. Üç yıllık süreçte, örnekleme istasyonlarındaki tür sayısı 25 ile 6 arasında değişirken tür çeşitlilik indeksleri 5.23 ile 1.09 aralığındadır. Sonuçlar, deşarj sonrasında tür çeşitliliğinde azalma olduğunu ve tür baskınlığının hafifçe arttığını göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Diversite indeksi, Ekolojik indeks, Fitoplankton, Antalya Körfezi, Atıksu Deşarjı

GİRİŞ

Antalya Körfezi 650 km uzunluğunda ve 2000 yılı nüfus sayımlarına göre 1,631.392 nüfusu barındırmaktadır. Antalya kıyıları kendi il nüfusunun dışında, turizm merkezlerinde, yıllık ortalama 7.2 milyon yabancı turist ve 3 milyon yerli turist ile birlikte toplam 10.2 milyon nüfusu barındırmakta ve bunun karşılığı dolar turizm geliri sağlanmaktadır. Turizm sezonunda nüfustaki bu ani artış, deniz suyunda kirliliği de beraberinde getirmektedir. Bu kaynaklardan gelen organik madde ve besin tuzlarındaki artış; arıtma tesislerinin deniz deşarjları ve dereler denize döküldüğü çevrede ekosistem ve halk sağlığını tehdit eder bir hale getirmektedir. Ayrıca, gemi kaynaklı evsel atık sular ve gemilerin sintine-balast-tank yıkama suları da yüzeysel akıntılarla kıyılarda oluşabilecek mikrobiyal ve besin elementleri kirliliğine katkıda bulunmaktadır. Besin elementleri ile deniz suyunun zenginleşmesi sonucu biyo-çeşitlilikte azalma gözlenmektedir. Derin deniz deşarjının deniz ekosistemine olası etkileri askıda katı maddelerin zamanla deniz tabanında çamur tabakası oluşturarak bentik canlılar ve besin tuzları etkisiyle fotosentezin %90'ından sorumlu olan fitoplankton tür çeşitliliğinde değişime neden olmaktadır.

Bu konuda Ege denizi (Koray 1992, 1994, Gençay ve Büyükkışık, 2004; Yurga, 2005) ve akdenizde (Polat ve Sarıhan, 2000; Eker ve Kideys, 2000; Ediger vd. 2005) fitoplankton toplulukları ve fizikokimyasal değişkenlerle olan ilişkiyi inceleyen araştırmalar yapılmıştır.

2001 yılına kadar oligotrofik düzeydeki Antalya körfezi canlı toplulukları üzerine sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır. Antalya deniz deşarjı çevresinde çeşitli su kalitesi parametreleri (Muhammetoğlu vd. 2001), mevsimsel fitoplankton tür kompozisyonu ise Tuğrul-İçemer vd. (2000, 2003) tarafından belirlenmiştir.

Karasal kökenli besin elementleri ve diğer mikrobiyolojik kaynaklı yüklemeleri bölgenin ekosistem dengesinde değişimlere neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, arıtma tesisinin işletmeye alınmasından önce ve sonrasını kapsayan ve bölgesel kirlilik izleme programının bir kısmını oluşturan bu çalışmada, 1999-2001 yılları arasında mikroplankton topluluk yapısı, temel fiziko kimyasal değişkenler ve ekolojik indeksler incelenmiştir. Atıksuların deşarj edildiği nokta ve çevresinde; deşarj öncesi ve sonrası mikroplankton topluluklarının tanımı ve ekolojik indekslerdeki değişimler tartışılmıştır.

Tablo 1. 1999, 2000 ve 2001 yılları arasında Antalya Körfezi'nde belirlenen mikroplankton türler

DINOPHYCEAE	<i>Chaetoceros constrictus</i> Gran
<i>Ceratium arietinum</i> var <i>arinetium</i>	<i>Chaetoceros convolutus</i> Castracane
<i>Ceratium extensum</i> (Gourret) Cleve	<i>Chaetoceros costatus</i> Pavillard
<i>Ceratium furca</i> var. <i>Furca</i>	<i>Chaetoceros curvicutus</i> Cleve
<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin	<i>Chaetoceros decipens</i> Cleve
<i>Ceratium fusus</i> var <i>fuscus</i>	<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg
<i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i> (Ehrenberg) Schiller	<i>Chaetoceros laciniosus</i> Schütt
<i>Ceratium horridum</i> var <i>horridum</i>	<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow
<i>Ceratium inflatum</i> (Kofoid) Jörgensen	<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell
<i>Ceratium teres</i> Kofoid	<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder
<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid	<i>Chaetoceros teres</i> Cleve
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>pulchellum</i> f. <i>pulchellum</i>	<i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran
<i>Ceratium pentagonum</i> Gourret	<i>Chaetoceros wighami</i> Bright
<i>Ceratocorys horrida</i> Stein	<i>Coscinodiscus</i> sp. Ehrenberg 1839
<i>Dinophysis amandula</i> Sournia	<i>Dactylosolen blavyanus</i> (H. Peragallo) Hasle
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent	<i>Dactylosolen mediterraneus</i> H. Peragallo
<i>Gonyaulax</i> sp. Diesing 1866	<i>Dactylosolen</i> sp. Castracane 1886
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Claparede & Lachmann) Diesing	<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H. Peragallo
<i>Gymnodinium</i> sp. Stein 1878	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle
<i>Heterocapsa</i> sp. Stein 1878	<i>Hemialus hauckii</i> Grunow in Van Heurck
<i>Lingulodinium polyedrum</i> Stein	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve
<i>Ornithocercus heteropus</i> Kofoid	<i>Licmophora abbrevita</i> C. Agardh
<i>Ornithocercus magnificus</i> Stein emend. Schütt	<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp) Hasle
<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein	<i>Probisca alata</i> f. <i>Alata</i>
<i>Podolampas spinifera</i> Okamura	<i>Probisca alata</i> f. <i>gracilima</i> (Cleve) Gran
<i>Proocentrum compressum</i> (Bailey) Abé	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström
<i>Proocentrum micans</i> (Bailey) Abé	<i>Rhizosolenia delicatula</i> Cleve
<i>Protoperidinium conicoides</i> (Paulsen) Balech	<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell
<i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech	<i>Rhizosolenia stolterforthii</i> H. Peragallo
<i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech	<i>Thalassiosira</i> sp. Grunow in Van Heurck 1881
<i>Protoperidinium granii</i> (Ostenfeld in Paulsen) Balech	BACILLARIOPHYCEAE
<i>Protoperidinium heterocanthum</i> (Dangeard) Balech	<i>Climacosphenia monilifera</i> Ehrenberg
<i>Protoperidinium mediterraneum</i> (Kofoid) Balech	<i>Navicula</i> spp. Bory de St. Vincent 1822 emend. Cox 1979b
<i>Protoperidinium oceanicum</i> (Van Höffen) Balech	<i>Pleurosigma</i> sp. Wm. Smith 1852
<i>Protoperidinium pallidum</i> Bergh 1881	<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Smith
<i>Protoperidinium</i> sp. (Ostenfeld) Balech	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> P.T. Cleve Heiden in Heiden & Kolbe
<i>Protoperidinium steinii</i> (Jörgensen) Balech	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex. P.T. Cleve) Halse
<i>Pyrophacus horologicum</i> Stein	EUGLENAPHYCEAE
DICTYOPHYCEAE	<i>Euglena viridis</i>
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	<i>Eureptiella gymnastica</i> Thronsen
FRAGILARIOPHYCEAE	PRASINOPHYCEAE
<i>Asterionella glacialis</i> Castracane	<i>Pyromimonas</i> sp. Schmarda 1850
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann&Lewin	Tanımlanmamış flagellat
<i>Fragilaria</i> sp. Lyngbye 1819	DENİZ PROTOZOOPANKTON
<i>Grammatophora angulosa</i> Ehrenberg	ZOOMASTIGOPHORA
<i>Thalassionema nitzschiodes</i> (Grunow) Mereschkowsky	GRANULORETICULOSA
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve&Grunow	<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny
<i>Thalassiothrix fraufeldii</i> (Grunow) Hallegraeff	ACANTHAREA
COSCINODISCOPHYCEAE	<i>Amphiprora gigantea</i> var <i>sulcata</i> (O'Meara) Cleve
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve	<i>Heliosphaera echinoides</i> Haeckel
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder	<i>Sethocryrtis oxycephalus</i> Haeckel
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	<i>Sphaerouzoum punctatum</i> Müller
<i>Chaetoceros atlanticus</i> var <i>atlanticus</i>	CILIATA
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder	<i>Codonella aspera</i> Kofoid et Campbell
<i>Chaetoceros coarctus</i> Lauder	<i>Climacocylis scalama</i> (Brandt) Kofoid et Campbell
<i>Chaetoceros concavicornis</i> Mangin	<i>Codonellopsis schabi</i> (Brandt) Kofoid et Campbell

Coxiella ampla (Jörgensen)

Coxiella annulata (Daday) Brandt

Dictycysta mitra Haeckel

Epiplocypris blanda (Jörgensen) Kofoid et Campbell

Epiplocypris undella (Ostenfeld et Schmidt) Jörgensen

Eutintinnus dilatatus Massuti

Eutintinnus lusus-undae (Entz) Kofoid et Campbell

Favella campanula (Schmidt) Jörgensen

Favella fistulicauda Jörgensen

Rhabdonella brandti Kofoid et Campbell

Rhabdonella elegans Jörgensen

Rhabdonella spiralis (Fol) Brandt

Steenstrupiella steenstrupii (Claparède et Lachmann) Kofoid et Campbell

Tintiniopsis compressa (Daday) Lackmann

Tintiniopsis cylindrica Daday

Tintiniopsis sp. Stein 1867

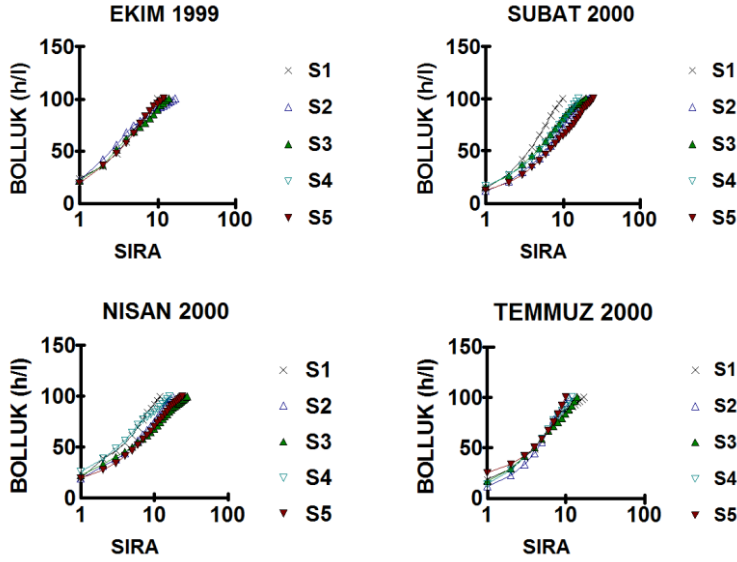
Xystonella longicauda (Brandt) Laackmann

Tanımlanmamış cilliat

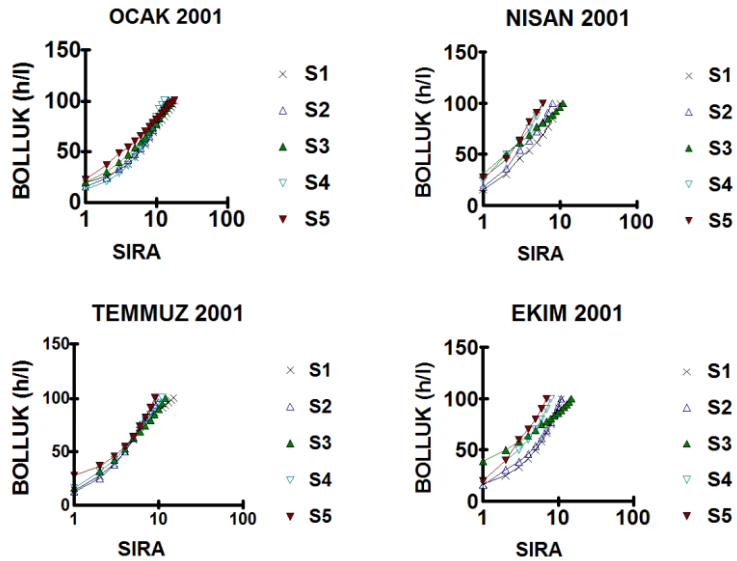
Mevsimsel olarak değişkenlik olsa da, genel olarak Bacillariophyceae sınıfı tür sayısı ve bolluk olarak dinoflagellatlarla oranla daha baskındır.

Örneklem istasyonlarındaki tür sayısı 25 ile 6 arasında değişirken tür diversite indeksleri 5.23 ile 1.09 aralığındadır.

Özikleme örneklemeleri (Ekim99) Nisan 2001örneklemelerine göre tür sayısında, azalma saptanmıştır. 2000 yılında tür sayısı 18–47 iken 2001 yılında 14–20 türe düşmüştür. Şekil 2 ve 3'de gösterildiği gibi, 2001 yıllık-dominansi eğrilerinde tür sayısında azalma ve 7-12 türün etkinliği gözlenmektedir.



Şekil 2. Ekim 1999 ve Temmuz 2000 yılları arasında istasyonların k-dominans eğrileri.



Şekil 3. Ocak 2001 ve Kasım 2001 döneminde istasyonların k-dominans eğrileri.

Ekim 1999 ile Ekim 2001 yıllarına ait ekolojik indeksler ve fiziko kimyasal değişkenler Tablo 2-9'da özetlenmektedir. Ekim ayında (1999) tür sayısı ve çeşitliliği açısından istasyonlar arasında bariz fark gözlenmemiş olup sadece zincir oluşturan *Chaetoceros* spp. (150 h lt⁻¹) ve *Navicula* spp. (300 h lt⁻¹) baskınlığı gözlenmiştir. *P. oceanicum* ve *Gonyaulax* spp. türleri deşarj noktası olan 1.istasyonda yoğunlaşmıştır (Tablo 2).

2000 yılı örneklemelerinde, kış döneminde *Chaetoceros* spp., *Bacteriastrium* spp., *L. danicus* ve *T. nitchooides* türlerinin yoğunluğuna karşı bahar döneminde fitoplankton artışının göstergesi olarak *Oxytoxum* spp. ve *P. micans* türlerinin 30 h lt⁻¹ yoğunlukları gözlenmiş olup henüz toksisite düzeylerine erişmemiştir. Deşarj noktası açığında ise İstasyon 3'de tür çeşitliliğinin yüksek olması yanında Naviculoid formların baskınlığı da gözlenmektedir. 2001 yılında, DSP sentezleyen *O. scolopax* ve *G. polyedricum* ve *P. steinii* türlerine 2001 yılının bahar döneminden itibaren daha sık rastlanmaya başlanmış ve hücre yoğunlukları henüz yüksek oranlara ulaşmayıp diatomlarda ise tür sayısında azalma gözlenmiştir. Yaza aylarında da (Temmuz 2001) dinophyceae baskınlığı devam etmekte olup, DSP sentezleyen *D. caudata*, ile *P. steinii* 30-45 h lt⁻¹ arasında değişmekte ve *C. furca* var. *furca*'nın ise en yüksek hücre sayısı 180 h lt⁻¹ civarındadır. Sonbahar da ise (Ekim 2001) *P. micans* görülmeye devam etmekle birlikte zincir oluşturan *Chaetoceros* spp türlerinin baskınlığı gözlenmiştir.

Deşarj sonrası bölgede, buldukları ortamda aşırı oksijenlenme ve oksijensizliğe neden olan *P. micans* türü 1., 2. ve 5. istasyonlarda, diğer dinophyceae üyeleri ise bütün istasyonlarda hemen eşit dağılmıştır. Diatomlar ise bütün

istasyonlarda eşit dağılım sergilemekle birlikte *B. delicatulum* 30-300 h lt⁻¹ hücre yoğunluğuna ulaşmıştır. Tür çeşitliliğinde azalma gözlenmekle birlikte tür baskınlığında artış gözlenmiştir.

Tür çeşitliliği indeksleri bölgenin topluluk yapısı değişimlerini incelemek ve atıksu deşarjı ile kirlilik derecesi ile fitoplankton ekosisteminde değişimleri ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır. Klasik Shannon-Weiner indexine göre 1999 yılı örneklemede yüksek tür çeşitliliğinin zamanla 3., 4. ve 5. istasyonlarda hassasiyet artışına neden olarak azalma göstermiştir. Tür çeşitliliği(D) ve tür dominansi indexleri (simpson) 3., 4. ve 5. istasyonlarda artış eğilimi göstermektedir.

TRIX indeksi, 0-10 aralığında değişim gösterir. TRIX<3 değerleri oligotrofik, 3-4 aralığı mezotrofik duruma yönelim, <4-6 aralığı mesotrofik ve TRIX >6 ise ötrofik özellik göstergesidir. Tüm lokasyonlarda 1.36-2.0 aralığında Trix indeksi değerleri hesaplanmıştır (Tablo 2-9). Bunun nedeni ise toplam azot ve toplam fosfor ve konsantrasyonlarının çok düşük düzeyde olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda, bu suların ışık geçirgenliği yüksektir. Fakat, fitoplankton hücre sayıları dikkate alındığında zaman zaman 10²-10³ e çıktığı gözlemlendi. Bu durum, klorofil a konsantrasyonuna dayalı olmayan fitoplankton yoğunluklarına işaret etmektedir. Bahar patlamalarında yoğun hücre sayısına sahip olan türler zehirli mikroalglerden olmasa da bazı diatomların ekosistem hasarına neden oldukları bilinmektedir. Araştırma sahası değerlendirildiğinde, deşarjdan etkilenme olasılığı yüksek olan 1. ve 3. noktaların mikroplankton ekosisteminde ciddi bir hasar gözlenmemiştir.

Tablo 2. Ekim 1999 tarihli örneklemin ekolojik indeksleri (S, tür sayısı; N, toplam hücre sayısı; D, Margalef indeksi; J', Pielou düzenlilik indeksi; H', Shannon-Weiner indeksi; 1-lambda', Simpson dominansi indeksi)

Ist.No:	S	N	D	J'	H'	1lambda'	ÇO (%)	Sıcakl. (°C)	Sal (‰)	TP (mg lt ⁻¹)	TN (mg lt ⁻¹)	TRIX
1	10	2550	2.739	0.947	3.146	0.128	89.4	23.4	38.4	<0.01	<1	1.56
2	17	11100	2.307	0.818	3.342	0.133	92.4	23.4	38.4	<0.01	<1	1.56
3	14	7050	2.425	0.895	3.408	0.117	91.2	23.2	38.2	<0.01	<1	1.52
4	12	6300	2.456	0.920	3.297	0.117	90.2	23.1	38.5	<0.01	<1	1.36
5	12	6300	2.456	0.920	3.297	0.117	90.7	23.2	38.4	<0.01	<1	1.41

Tablo 3. Şubat 2000 tarihli örneklemin ekolojik indeksleri (S, tür sayısı; N, toplam hücre sayısı; D, Margalef indeksi; J', Pielou düzenlilik indeksi; H', Shannon-Weiner indeksi; 1-lambda', Simpson dominansi indeksi)

Ist.No:	S	N	D	J'	H'	1lambda'	ÇO (%)	Sıcakl. (°C)	Sal (‰)	TP (mg lt ⁻¹)	TN (mg lt ⁻¹)	TRIX
1	10	8062	3.622	0.972	3.229	0.972	87.5	16.7	39.1	<0.01	<1	1.60
2	22	18375	3.318	0.934	4.167	0.934	86.2	16.6	39.1	0.03	<1	1.80
3	20	504	5.235	0.905	3.909	0.905	87.3	16.7	39.2	<0.01	<1	1.65
4	16	14062	3.411	0.955	3.822	0.955	88.8	16.6	39.2	0.03	<1	1.80
5	25	12562	3.452	0.945	4.389	0.945	90.7	16.4	39.1	<0.01	<1	1.60

Tablo 4. Nisan 2000 tarihli örneklemin ekolojik indeksleri (S, tür sayısı; N, toplam hücre sayısı; D, Margalef indeksi; J', Pielou düzenlilik indeksi; H', Shannon-Weiner indeksi; 1-lambda', Simpson dominansi indeksi)

Ist.No:	S	N	D	J'	H'	1lambda'	ÇO (%)	Sıcakl. (°C)	Sal (‰)	TP (mg lt ⁻¹)	TN (mg lt ⁻¹)	TRIX
1	11	2100	4.318	0.921	3.173	0.105	85.7	16.9	39.0	<0.01	<1	1.56
2	9	1800	4.117	0.934	3.312	0.079	85.6	17.1	38.8	0.09	<1	2.00
3	10	3750	3.868	0.874	1.981	0.085	85.7	17.1	39.1	<0.01	<1	1.64
4	6	1200	4.223	0.879	2.589	0.114	84.6	16.9	39.0	<0.01	<1	1.72
5	6	1650	3.906	0.920	2.878	0.064	86.5	17.2	38.7	<0.01	<1	1.68

Tablo 5. Temmuz 2000 tarihli örnekleminin ekolojik indeksleri (S, tür sayısı; N, toplam hücre sayısı; D, Margalef indeksi; J', Pielou düzenlilik indeksi; H', Shannon-Weiner indeksi; 1-lambda', Simpson dominansi indeksi)

Ist.No:	S	N	D	J'	H'	1lambda'	ÇO (%)	Sıcakl. (°C)	Sal (‰)	TP (mg lt ⁻¹)	TN (mg lt ⁻¹)	TRIX
1	17	8250	4.085	0.892	2.054	0.097	73,4	29,7	39,0	0,01	<1	1,94
2	11	2700	4.663	0.981	1.469	0.098	98,5	29,2	38,8	0,09	<1	1,38
3	13	3600	3.499	0.947	1.856	0.093	84,7	27,0	39,1	0,01	<1	1,47
4	12	3300	4.547	0.962	1.575	0.099	84	29,4	39,0	0,06	<1	1,75
5	10	1800	4.915	0.960	1.399	0.125	84,2	29,5	38,7	0,05	<1	1,88

Tablo 6. Ocak 2001 tarihli örnekleminin ekolojik indeksleri (S, tür sayısı; N, toplam hücre sayısı; D, Margalef indeksi; J', Pielou düzenlilik indeksi; H', Shannon-Weiner indeksi; 1-lambda', Simpson dominansi indeksi)

Ist.No:	S	N	D	J'	H'	1lambda'	ÇO (%)	Sıcakl. (°C)	Sal (‰)	TP (mg lt ⁻¹)	TN (mg lt ⁻¹)	TRIX
1	18	4800	1.717	0.948	3.953	0.078	93,7	18,5	39,1	<0,01	<1	1,47
2	15	5100	1.705	0.972	3.797	0.078	94,6	18,3	38,9	<0,01	<1	1,45
3	17	6150	1.668	0.932	3.809	0.087	96,7	18,7	39,2	0,02	<1	1,40
4	13	3750	1.769	0.987	3.654	0.081	95,1	18,4	38,9	0,03	<1	1,52
5	18	10350	1.575	0.888	3.701	0.103	93,4	18,6	39,1	0,02	<1	1,47

Tablo 7. Nisan 2001 tarihli örnekleminin ekolojik indeksleri (S, tür sayısı; N, toplam hücre sayısı; D, Margalef indeksi; J', Pielou düzenlilik indeksi; H', Shannon-Weiner indeksi; 1-lambda', Simpson dominansi indeksi)

Ist.No:	S	N	D	J'	H'	1lambda'	ÇO (%)	Sıcakl. (°C)	Sal (‰)	TP (mg lt ⁻¹)	TN (mg lt ⁻¹)	TRIX
1	11	2100	1.178	0.977	3.379	0.102	92,4	18,9	39,1	<0,01	1	1,43
2	9	1800	1.202	0.973	3.085	0.125	93,1	19,1	38,5	<0,01	1	1,59
3	10	3750	1.095	0.864	2.869	0.177	94,1	18,9	39,1	<0,01	<1	1,48
4	6	1200	1.271	0.967	2,5	0.187	94,2	18,8	38,9	<0,01	<1	1,58
5	6	1650	1.216	0.96	2.482	0.19	95,8	19,2	38,8	<0,01	1	1,69

Tablo 8. Temmuz 2001 tarihli örnekleminin ekolojik indeksleri (S, tür sayısı; N, toplam hücre sayısı; D, Margalef indeksi; J', Pielou düzenlilik indeksi; H', Shannon-Weiner indeksi; 1-lambda', Simpson dominansi indeksi)

Ist.No:	S	N	D	J'	H'	1lambda'	ÇO (%)	Sıcakl. (°C)	Sal (‰)	TP (mg lt ⁻¹)	TN (mg lt ⁻¹)	TRIX
1	17	8250	1.230	0.892	3.646	0.134	83,5	29,7	38,7	0,06	1,5	2,00
2	11	2700	1.404	0.981	3.392	0.136	85,4	29,2	38,4	0,03	1	1,87
3	14	3600	1.354	0.947	3.615	0.395	86,9	27,0	38,8	0,03	1	1,89
4	12	3300	1.369	0.962	3.447	0.188	84,1	29,4	38,6	0,06	2	1,83
5	10	1800	1.480	0.960	3.189	0.172	89,7	29,5	38,6	0,03	2	1,97

Tablo 9. Kasım-2001 tarihli örnekleminin ekolojik indeksleri (S, tür sayısı; N, toplam hücre sayısı; D, Margalef indeksi; J', Pielou düzenlilik indeksi; H', Shannon-Weiner indeksi; 1-lambda', Simpson dominansi indeksi)

Ist.No:	S	N	D	J'	H'	1lambda'	ÇO (%)	Sıcakl. (°C)	Sal (‰)	TP (mg lt ⁻¹)	TN (mg lt ⁻¹)	TRIX
1	11	1800	1.849	0.988	0.134	0.097	93,6	23,5	39,4	0,04	1	1,54
2	11	1950	1.830	0.981	0.136	0.100	93,3	23,4	39,4	<0,01	<1	1,53
3	15	5400	1.613	0.811	0.395	0.187	96,7	23,5	39,4	<0,01	<1	1,38
4	8	1500	1.896	0.974	0.188	0.139	93,3	23,5	39,4	<0,01	<1	1,51
5	7	1500	1.896	0.970	0.172	0.159	92,2	23,7	39,4	<0,01	1	1,49

Tür zenginliği 2000 yılından itibaren azalma eğilimi göstermiştir. Deniz deşarjı açığını temsil eden 3. İstasyon ve akıntıların Kemer bölgesine doğru etkisini gösteren 4. İstasyon aynı zamanda numune alımları sırasında faaliyet gösteren bir balık çiftliği yakınlarındır. Bu nedenle tür çeşitliliği ve dominansi analizleri bu noktaların çok faktörlü etki altında olduğuna işaret etmektedir. Deşarj etkisinin güney yönde etkisini sınamak için seçilen 5. İstasyon'da 4. İstasyon ile benzer mikrop plankton topluluk eğilimleri gözlenmiştir.

H' tür çeşitliliği ise 3. 4. ve 5. istasyonlarda diğerlerine göre daha düşüktür. Bu durumu simpson çeşitlilik ve dominansi indeksi de desteklemektedir. Geçmişte ötrofik İzmir Körfezi'nde arıtma tesisinin devreye girmesi ile fitoplankton yapısında beklenenden hızlı bir düzelmeye olabileceği bildirilmiştir (Sabancı ve Koray, 2005).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Antalya deşarj sahası izleme çalışması kapsamında, deşarj öncesi ve sonrası değişimleri gözlemek için Fitoplankton ve protozooplankton topluluk yapısı analizleri sonucu dinoflagellatlar ve diatomlarda dinamik yapıda olduğu gözlemlendi. Zehirli olan DSP nedeni *D. caudata*, *L. polyedrum*, *O. scolopax* ve *G. polyedricum* ve *P. steinii* türlerine 2001 yılından itibaren daha sık varlıklarını göstermişlerdir.

Ekolojik indekslerde özellikle tür genel çeşitliliği ve baskınlığın göstergesi olan simpson indeksi 2000 yılından itibaren tür baskınlığında artış eğilimine girerken tür zenginliğinde ise azalma göstermiştir. Fiziksel ve kimyasal veriler oligotrofik yapı sergilemelerine rağmen mikrop planktonda potansiyel tehlikeli türlerin zaman zaman üst sınırlara çıkması dikkate değerdir. Fiziksel ve kimyasal

değişkenler yanında Chl a, fitoplankton biyokütlesinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamasına karşın, verilerin, ekolojik indeksler ve hücre sayımlarıyla destelenerek ekosistem dinamikleri üzerine bilgi edinilebilir. Bölgede hesaplanan Trix indeksi (> 2.0) ise ötrofikaston olmadığını işaret etmektedir. Trix indeksi de tek başına yeterli olmasa da Avrupa Su Çerçeve Direktifi'nde (2000/60/EEC) belirtilen hidrografik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik elementlerin

(fitoplankton, bentos, balık türleri) ekosistem değerlendirmesi uzun süreli izleme çalışmalarına dayanmalıdır.

TEŞEKKÜR

Çalışmada mikroplankton tür tayinlerinde yardım ve desteğini esirgemeyen Prof.Dr. Tufan KORAY'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Bendoricchio, G., De Boni, G., 2005. A water quality model for the Lagoon of Venice, Italy. *Ecological modeling*, 184: 69-81. doi: [10.1016/j.ecolmodel.2004.11.013](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.11.013)
- Cupp, E.E., 1977. *Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America*. Otto Koeltz Science Publishers, Koenigstein, 237 s.
- Ediger, D., Tuğrul, S., Yılmaz, A., 2005. Vertical profiles of particulate organic matter and its relationship with chlorophyll-a in the upper layer of northeastern Mediterranean. *Journal of Marine Systems*, 55: 311-326. doi: [10.1016/j.jmarsys.2004.09.003](https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2004.09.003)
- Eker, E., Kideys, E., 2000. Weekly variation in phytoplankton structure of harbour in Mersin Bay (Northeastern Mediterranean). *Turkish Journal of Botany*, 24: 13-24.
- Gençay, H.A., Büyüksık, B., 2004. Effects of Sewage Outfall on Phytoplankton Community Structure in Izmir Bay (Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(1-2):107-111.
- Koray, T., 1992. Noxious blooms in the Bay of Izmir, Aegean Sea, UNESCO, IOC Newsletter on Toxic Algae and Algal Blooms, Suppl. to Ims Newsletter No: 63,2, 1-2.
- Koray T., 1994. The nuisance bloom algae in aquatic ecosystems and monitoring strategies (in Turkish). *E.U. Fen Fakültesi Dergisi*, Seri, B. Ek 16/1, 329-342.
- Koray T., Gökpınar, Ş., 1983. The qualitative and quantitative features of the genus *Ceratium* Schrank found in Izmir Bay. (in Turkish with English abstract). *Journal of Faculty of Science*, Supplement, Series B, Vol I, 178-200.
- Koray, T., S. Gokpinar, L.Yurga, M. Turkoglu, S. Polat (7th Apr. 1999): Microplankton species of Turkish Seas. <<http://bornova.ege.edu.tr/~korayt/plankweb/chklists.html>> (28.12/2010)
- Koray, T., 2001. A Check-list for Phytoplankton of Turkish Seas. (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1-1): 1-23.
- Margalef, R.M., 1978. Diversity. In Sournia A.(ed.) *Phytoplankton Manuel*, Paris, UNESCO.251-260 pp.
- Muhammedoğlu, H., Topkaya, B., Muhammedoğlu (Bayar), A., 2001. Monitoring of Sea Water Quality around Antalya Sea Outfall. Final Report, Measurements in 2000, Technical Report No. RU. 00-03-10, January, 2001, Antalya.
- Pielou, E.C., 1975. *Ecological diversity*. John Wiley and Sons, 165 p.
- Polat, S., Sarihan, E., Koray, T., 2000. Seasonal changes in the phytoplankton of the Northeastern Mediterranean (Bay of Iskenderun). *Turkish Journal of Botany*, 24:1-12.
- Rampi, L., Bernhard, M., 1978. Key For The Determination of Mediterranean Pelagic Diatoms, C.N.E.N., ITALY, 71 s.
- Sabancı F.Ç., Koray, T., 2005. The Planktonic Species Diversity Variation in the Bay of Izmir Between Years 1998-2001. (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22 (3-4):273-280.
- Tuğrul-İcemer, G., Levent, H., Özgün, K., Yılmaz, V., 2003. Microbiological Water Quality in Antalya Bay. 12th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, October 4-8, Antalya, Turkey. Abstract Book pp 101.
- Tomas, C.R., 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press, San Diego, USA. 835p.
- Tuğrul-İcemer, G., Okudan, E.S., Kurt, P.B., 2000. A Study on Plankton Communities around Antalya Sea Outfall. XV. National Biology Congress, 5-9 September 2000, Ankara, Summary Program and Abstract Book, 38p.
- Tregouboff, G., Rose, M., 1957. *Manuel de Planctologie Méditerranéenne*. Centre National De la Resherche Scientifique, I.,II., 587 p., 207 pl. PARIS
- Vollenweider, R.A., Giovanardi, F. Montanari, G., Rinaldi, A., 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*,9, 329-357. doi:[10.1002/\(SICI\)1099-095X\(199805/06\)9:3<329::AID-ENV308>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-095X(199805/06)9:3<329::AID-ENV308>3.0.CO;2-9)
- Washington, H.G., 1984. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*, 18(6):653-694. doi: [10.1016/0043-1354\(84\)90164-7](https://doi.org/10.1016/0043-1354(84)90164-7)
- Yurga, L., Koray, T., Başaran-Baymakçı, A., Egemen, Ö., 2005. The variations in microplanktonic species diversity and TRIX indexes in a sea cage fish farming locality. (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(1-2):177-186.