

**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**ZARARLI ALGLERDEN *GONIODOMA* (GONIODOMATACEAE) VE
CERATIUM (CERATIACEAE) CİNSLERİNİN DOĞU AKDENİZ ÇEVRE
BÖLGESİ'NDE (HATAY) MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ VE EKOLOJİSİ**

AYNUR GÖRÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTAKYA

ŞUBAT-2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
ÖNSÖZ.....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Araştırma Alanı.....	10
3.2. Örneklemeler ve Analizlerde Kullanılan Materyaller.....	10
3.3. Su ve Plankton Örneklerin Alınması.....	11
3.4. Laboratuvar Çalışması.....	12
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	13
4.1. İncelenen Ortamın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	13
4.2. Dinoflagellat Bireylerinin Günlük, Aylık ve İstasyonlara Göre Yüzde Dağılımı.....	21
4.2.1. <i>Goniodoma</i> Cinsi Bireylerinin Günlük, Aylık ve İstasyonlara göre Yüzde Dağılımı.....	25
4.2.2. <i>Ceratium</i> Cinsi Bireylerinin Günlük, Aylık ve İstasyonlara göre Yüzde Dağılımı.....	27
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	31
KAYNAKLAR.....	33
EKLER.....	36
Ek 1. Çalışmada Kullanılan Materyallerin Fotoğrafları.....	36
Ek 2. Çalışmada Tespit Edilen <i>Goniodoma</i> sp. Fotoğrafları.....	37
Ek 3. Çalışmada Tespit Edilen <i>Ceratium</i> spp. Fotoğrafları.....	38
Ek 4. Çalışmada Tespit Edilen Diğer Dinoflagellat Fotoğrafları.....	39
ÖZGEÇMİŞ.....	40

ÖZET

ZARARLI ALGLERDEN *GONIODOMA* (GONIODOMATACEAE) VE *CERATIUM* (CERATIACEAE) CİNSLERİNİN DOĞU AKDENİZ ÇEVLIK BÖLGESİ'NDE (HATAY) MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ VE EKOLOJİSİ

Yapılan çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi Çevlik kesiminde zararlı algler oldukları bilinen *Goniodoma* sp. ve *Ceratium* spp. bireylerinin mevsimsel dağılımı ve bunlar üzerine etkili olan fizikokimyasal faktörler araştırıldı. Kasım 2003-Ekim 2004 sürecinde, belirlenen 4 istasyondan alınan su örnekleri incelendi.

Türlerin dağılımı üzerine etkisi olabilen sıcaklık yıl boyunca 13,5-29,2 °C çözünmüş oksijen 3,2-16,4 mg L⁻¹, pH 6,54-8,42 tuzluluk 21,5-36,9 ‰ arasında değişkenlik gösterirken, başta fosfat olmak üzere nitrat ve fosfat miktarları da düşük olarak bulundu.

Elde edilen bulgulara göre, kış aylarının sonu ve ilkbahar döneminde dinoflagellatların bulunma yüzdesi daha fazla iken, yaz aylarına doğru sıcaklığın artışı ile birlikte dinoflagellat yüzdesinde bir düşüş gözlemlendi. Aralık, Mart, Nisan ve Mayıs ayları farklı türlerin en fazla gözlemlendiği aylar olması nedeniyle en verimli aylar olarak belirlendi.

Çalışma süresince *Goniodoma* ve *Ceratium* cinsi bireyleri açık bölgede kıyı bölgesine göre daha fazla bulundu. Hem sabah hem akşam örneklemelerinde *Goniodoma* sp. ilkbahar aylarında gözlenirken yaz aylarında bu organizmaya rastlanılmadı. *Ceratium* cinsi bireyleri ise sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde daha fazla gözlemlendi.

Ortamın fiziksel ve kimyasal özellikleri bu bölge için normal standart sınırlar içinde belirlendi. Çözünmüş oksijen ile *Goniodoma* sp. yüzdesi arasında pozitif bir korelasyon gözlenirken, sıcaklık ile negatif bir korelasyon bulundu. Sabah ve akşam alınan örneklemelerin her ikisinde de *Ceratium* ile sıcaklık arasında negatif korelasyon bulundu.

2006, 40 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Fitoplankton, *Goniodoma* sp., *Ceratium* spp., Doğu Akdeniz, Çevlik, Mevsimsel dağılım, Ekolojik faktörler

ABSTRACT

ECOLOGY AND SEASONAL CHANGE OF HARMFUL ALGAE *GONIODOMA* (GONIODOMATACEAE) AND *CERATIUM* (CERATIACEAE) IN CEVLIK REGION (HATAY) EASTERN MEDITERRANEAN

The seasonal distribution of *Goniodoma* sp. and *Ceratium* spp. and physico-chemical factors were investigated in Cevlik Region in Eastern Mediterranean. Water samples taken from 4 different stations were studied during November 2003-October 2004.

The temperature, dissolved oxygen, salinity that could be effective in the distribution pattern of species varied between 13.5-29.2 °C, 3.2-16.4 mg L⁻¹, pH 6.54-8.38, and 24.6-36.2 ‰, respectively. In general, both nitrate and phosphate concentrations were found low but phosphate concentration was lower than nitrate concentration.

The percentage abundance of dinoflagellate was observed high in quantity at the end of the winter and during spring, but it was found low in summer. The most productive months were December, March, April and May in terms of species diversity.

Goniodoma sp. and *Ceratium* spp. was found higher level in the open region than that in the shore region during this research. *Goniodoma* was observed in spring but wasn't observed in summer in the morning and evening samples. *Ceratium* was observed more in autumn and spring.

While physical and chemical characteristics of environment were found at normal standard range for the region. A positive correlation was found between the percentage abundance of *Goniodoma* sp. and dissolved oxygen, and negative correlation between the percentage abundance of *Goniodoma* sp. and temperature. In the morning and evening samples, a negative correlation was found between the percentage of *Ceratium* spp. and temperature.

2006, 40 Pages

Key Words: Phytoplankton, *Goniodoma* sp., *Ceratium* spp. Eastern Mediterranean, Cevlik, Seasonal Distribution, Ecological Factors

ÖNSÖZ

Bu çalışmada zararlı algler oldukları bilinen *Goniodoma* ve *Ceratium* cinsi bireylerinin günlük ve mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi ve dağılımları üzerinde etkili olan ortam faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda Doğu Akdeniz Çevlik bölgesinden aylık olarak su örnekleri toplanmış ve gerek sayımlar gerekse diğer laboratuvar analizleri Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji laboratuvarında yapılmıştır.

Üniversiteden ayrılmadan önce tez danışmanım iken, çalışmalarımın her aşamasında değerli fikir ve katkılarıyla çalışmalarımı yönlendiren sevgili hocam Yrd. Doç. Dr. Sibel BARGU ATEŞ'e, çalışma esnasında görüşlerinden yararlandığım danışman hocalarım Prof. Dr. Hayrettin OCAKVERDİ ve Yrd. Doç. Dr. Şükran YALÇIN ÖZDİLEK'e, çalışma sonucunda elde ettiğim türlerin belirlenmesinde yardımcı olan Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nden Prof. Dr. Tufan KORAY'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarında devamlı birlikte olduğumuz yüksek lisans arkadaşlarım Feryal ÖZKAYALAR'a ve Selma ALTUNDAĞ'a, lisans öğrencilerinden Murat GÜZELKOKAR'a, Mehmet DEMİREL'e ve Merih ÇAPAR'a, arazi çalışmalarında araç temin etme ve örnek alımlarında yardımlarını hiç esirgemeyen Sahil Güvenlik komutanı Üsteğmen Yücel KARAMAN'a, desteğini her zaman hissettiğim Cem SEVİM'e ve sevgili aileme sonsuz teşekkürler.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AgNO₃	Gümüşnitrat
GPS	Global Positioning System: Küresel Konumlama Sistemi (coğrafik yer belirleme sistemi)
GA	Goniodomin A
SD	Standart Sapma
var.	varyete

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Örnekleme İstasyonlarının Koordinat, Derinlik ve Kıyıdan Uzaklıkları.....	10
Çizelge 4.1. Sabah Alınan Su Örneklerinde Ölçülen Nitrat ve Fosfat Miktarının Aylara ve İstasyonlara Göre Dağılımı.....	19
Çizelge 4.2. Sabah ve Akşam Alınan Tüm Su Örneklerinde Ölçülen Fizikokimyasal Parametrelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	20
Çizelge 4.3. Sabah 4. İstasyon'dan Alınan Örneklerde Dinoflagellatların Aylara Göre Bolluk ve Sıklık Yüzdesi.....	23
Çizelge 4.4. Akşam 4. İstasyon'dan Alınan Örneklerde Dinoflagellatların Aylara Göre Bolluk ve Sıklık Yüzdesi	24

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 4.1. 1. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Sıcaklık Değişimi.....	13
Şekil 4.2. 2. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Sıcaklık Değişimi.....	14
Şekil 4.3. 3. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Sıcaklık Değişimi.....	14
Şekil 4.4. 4. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Sıcaklık Değişimi.....	14
Şekil 4.5. 1. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Çözünmüş oksijen Dağılımı.....	15
Şekil 4.6. 2. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Çözünmüş oksijen Dağılımı.....	16
Şekil 4.7. 3. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Çözünmüş oksijen Dağılımı.....	16
Şekil 4.8. 4. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Çözünmüş oksijen Dağılımı.....	16
Şekil 4.9. 4. İstasyonda Sabah ve Akşam Işık Geçirgenliğinin Aylık Değişimi	17
Şekil 4.10. Aylara ve İstasyonlara Göre Sabah Alınan Su Örneklerinin Tuzluluk Dağılımı.....	18
Şekil 4.11. Aylara ve İstasyonlara Göre Sabah Alınan Su Örneklerinin pH Dağılımı.....	18
Şekil 4.12. Sabah ve Akşam 2. ve 4. İstasyonlardan Alınan Örneklerde Ortalama Dinoflagellat Dağılım Yüzdesi.....	21
Şekil 4.13. Sabah Örneklerinde İstasyonlara Göre Dinoflagellat Dağılımı.....	22
Şekil 4.14. Akşam Örneklerinde İstasyonlara Göre Dinoflagellat Dağılımı.....	22
Şekil 4.15. Dinoflagellat Dağılımına Bağlı Olarak Işık Geçirgenliğinin Değişimi (4. istasyon).....	24
Şekil 4.16. Sabah ve Akşam 2. ve 4. İstasyonlardan Alınan Örneklerde Ortalama <i>Goniodoma</i> sp.'nin Dağılım Yüzdesi.....	25

Şekil 4.17.	Sabah Örneklerinde İstasyonlara Göre <i>Goniodoma</i> sp.'nin Dağılım Yüzdesi.....	26
Şekil 4.18.	Akşam Örneklerinde İstasyonlara Göre <i>Goniodoma</i> sp.'nin Dağılım Yüzdesi.....	26
Şekil 4.19.	Sabah 4. İstasyondan Alınan Su Örneklerinde Sıcaklık, Çözünmüş oksijen ve <i>Goniodoma</i> sp. İlişkisi.....	27
Şekil 4.20.	Akşam 4. İstasyondan Alınan Su Örneklerinde Sıcaklık, Çözünmüş oksijen ve <i>Goniodoma</i> sp. İlişkisi.....	27
Şekil 4.21.	Sabah ve Akşam 2. ve 4. İstasyonlardan Alınan Örneklerde Ortalama <i>Ceratium</i> sp.'nin Dağılım Yüzdesi.....	28
Şekil 4.22.	Sabah Örneklerinde İstasyonlara Göre <i>Ceratium</i> spp.'nin Dağılım Yüzdesi.....	28
Şekil 4.23.	Akşam Örneklerinde İstasyonlara Göre <i>Ceratium</i> spp.'nin Dağılım Yüzdesi.....	29
Şekil 4.24.	Sabah 4. İstasyondan Alınan Su Örneklerinde Sıcaklık, Çözünmüş oksijen ve <i>Ceratium</i> spp. İlişkisi.....	30
Şekil 4.25.	Akşam 4. İstasyondan Alınan Su Örneklerinde Sıcaklık, Çözünmüş oksijen ve <i>Ceratium</i> spp. İlişkisi.....	30

1. GİRİŞ

Denizlerin verimliliğinde önemli yeri olan fitoplanktonik organizmalar, besin zincirinin ilk halkasını oluşturmakta ve denizel ortamda oluşabilecek değişimleri saptamada büyük önem taşımaktadırlar. Fitoplankton (birincil üreticiler), suda asılı halde bulunan ve su hareketleri ile pasif olarak yer değiştirebilen, içerdikleri klorofil pigmenti sayesinde fotosentez yapabilen mikroalglerdir. Sucul bir ortamın verimliliği, ortamın plankton bolluğuna bağlıdır. Sucul ortamlardaki planktonik algler; zooplankton, midye ve balık gibi canlıların en önemli ve ilk besinidirler. Sucul ortamlarda besin zincirinin temelini oluşturan planktonların verimliliği besin zincirinin diğer halkalarını etkiler ve daha üst beslenme düzeyindeki üretimin de sınırlarını belirler. Fitoplanktonik organizmalar besin zinciri içindeki bu önemli rollerinin yanı sıra, besin döngüsünde de anahtar role sahiptirler. Ayrıca amonyak, üre, nitrat ve fosfat gibi besin elementleri, iz elementleri ve bazı vitaminleri kullanarak organik maddeleri oluştururlar. Ayrıca plankton türleri ekonomik su ürünlerini yetiştirmek amacıyla su kültürü çalışmalarında besleyici yem olarak da kullanılırlar.

Deniz suyunun fizikokimyasal özellikleri ile plankton populasyonları arasında fitoplanktonik organizmaların artışını kontrol eden sıkı bir ilişki vardır. Bu fizikokimyasal koşulların etkileri sonucu planktonun yoğunluğu; bulunduğu bölge, yöre, derinlik ve zamana göre farklı özellikler gösterir (ÖZEL, 1992).

Işık, fitoplanktonik organizmaların gelişimi üzerine en önemli fiziksel faktörlerden biridir. Fitoplankton büyümesi ve fotosentez hızları ışığın şiddeti ile ilgilidir. Planktonik alglerin vertikal ve horizontal yönlerdeki dağılımları ışığın kontrolündedir. Işık planktonun mevsimsel gelişmelerinde de etkilidir. İlkbahar aylarından itibaren ışığın artması ile plankton çoğalmaya başlar. Fitoplankton dağılımlarında diğer önemli fiziksel faktör de sıcaklıktır. Işıkla birlikte sıcaklık fitoplanktonun gelişmesi için birbirini tamamlayan iki önemli fiziksel faktördür. Sıcaklık sulardaki planktonun dağılımını etkiler. Optimal sıcaklık dereceleri organizmanın gelişimini hızlandırırken maksimum sıcaklığın üstünde ve minimum sıcaklığın altında gelişme yavaşlar. Fitoplanktonik organizmaların dağılımını etkileyen diğer fiziksel faktörler akıntılar, rüzgar, basınç, yoğunluk ve med-cezir olarak

sıralanabilir. Bu olaylar su hareketlerine neden olup, planktonun dağılımında önemli ölçüde etkindir (CİRİK ve GÖKPINAR, 1993).

Fitoplankton dağılımını etkileyen bir diğer önemli faktör de suyun kimyasal özellikleridir. Bunlar tuzluluk, çözülmüş gazlar, asit-baz özellikleri ve besleyici elementlerdir. Örneğin suda oksijenin $0,2 \text{ ml L}^{-1}$ altına düşmesi durumunda veya ortamda hidrojen sülfür bulunduğunda planktonik organizmalar varlıklarını sürdüremezler (ÖZEL, 1992). Besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fitoplanktonik organizmaların gelişebilmesi için ortamda yeteri kadar azot ve fosforun bulunması gerekmektedir. Yeterli miktarda azot ve fosfor içermeyen ortamlarda planktonik türlerin gelişimi durmaktadır. Sucul ortamlarda fitoplankton gelişimi ve türlerin süksesyonu yıl içinde besleyici elementlerin miktarındaki değişimler ile doğrudan ilişkilidir (GELDİAY ve KOCATAŞ, 2002).

Besleyici tuzlar bakımından zengin ve sıcaklığı fazla olan sularda aşırı alg üremeleri meydana gelir. Çoğu durumda planktonik alglerin hızla artışı kültür balıkçılığında olduğu kadar doğal balıkçılık için de oldukça yararlıdır. Fakat bazı durumlarda alg patlamalarının balıkçılığa olduğu kadar, turizme ve insan sağlığına olumsuz etkileri de olabilir. Aşırı alg üremeleri sonucunda su kalitesinde düşme, besin zinciri dengelerinin doğal yapısında bozulmalar, kalıcı veya geçici toksisiteler meydana gelebilir. Avrupa sularındaki türlerin yüzlercesi birçok ülkenin sahil ekonomisine zarar verdiği için bu zararlı oluşumlar uluslararası literatürde “Harmful Algal Blooms” (HAB) adını almaktadır. Günümüzde deniz ve tatlı su ekosistemlerinde UNESCO/IOC-HAB (Birleşmiş Milletler, Uluslar arası Deniz ve Okyanuslar Topluluğu, Zararlı Alg Üremeleri Bürosu) kararı ile ‘Zararlı Alg Aşırı Üremeleri’ genel adı ile sınıflandırılmaktadır (KORAY, 2002).

Böyle ekonomik ve insan sağlığını tehdit eden zararlarından ötürü zararlı alg patlamalarının kontrol edilmesi hatta önlenmesi günümüzün önemli bilimsel sorunlarından biri durumundadır. Bu konuda temel araştırmalar, patlama yapan alglerin tanımlanması ve ekolojik özelliklerinin incelenmesi üzerine yoğunlaşmıştır.

Zararlı alg patlamalarının nedenleri hala tartışılmakla beraber, genellikle tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerle denizlere fazla besin tuzu girdileri, iklimsel değişimler ve zararlı alglerin gemilerin atık suları ile başka bölgelere taşınmaları nedenler arasındadır (GRANELI ve ark. 1998). Sucul ekosistemlerde gözlenen zararlı

alg üreme olayları, ortamdaki besleyici tuzların arttığı, ışık ve sıcaklığın optimum olduğu ve suyun durulduğu ilkbahar-sonbahar döneminde yoğunlaşmaktadır. Bu ortamlarda besin tuzu oranlarının değiştiği dönemlerde tür içi rekabetin değişerek zararlı alg patlamalarına olanak sağladığı düşünülmektedir. Besin tuzlarından en az birinin sınırlayıcı konsantrasyona ulaşması, potansiyel toksik olabilecek alglerin strese girmesine ve toksisitelerinin artmasına neden olabilmektedir (KORAY, 2002).

Alg patlamaları, toksin üretmeyen ve toksin üreten olarak 2 şekilde sınıflandırılabilir. Toksin üretmeyen alg patlamaları ekosistemi farklı şekillerde olumsuz etkiler. Alg patlamaları, özellikle gün batımından sonra fotosentez yapılmadığından alglerin tükettikleri oksijen sabaha oranla daha fazla olduğu için deniz suyundaki oksijen düşmekte ve oksijensiz koşulların oluşması nedeniyle omurgalı ve omurgasız canlıların toplu ölümüne neden olmaktadır. Ayrıca alglerin yoğun olmaları, fiziksel olarak balıkların solungaçlarının tıkanarak zarar görmelerine ve balık ölümlerine sebebiyet vermektedir. Alg patlamalarının diğer bir zararlı etkisi de, çoğaldıklarında içerdikleri pigmentten dolayı suyun rengine hakim olarak suda red-tide olayına neden olmaları ve suda kötü kokulara yol açarak turizmi olumsuz yönde etkilemeleridir (ANDERSON, 1994). Bu olay dinoflagellat grubu tarafından meydana getirilir. Bu organizmalar *Gonyaulax* spp., *Gymnodinium* spp., *Peridinium* spp., *Noctiluca scintillans*, *Exuviaella* spp., *Ceratium* spp. gibi türlerdir (ÖZEL,1992). Red-tide olayı daima yüzey sularda en üstteki ince bir tabakada oluşur.

Toksin üreten algler doğrudan insanı etkilediği gibi deniz ürünlerinin toksinle kontamine olması sonucu dolaylı olarak da yine insan sağlığını etkiler. Yaklaşık 300 civarında mikroalg türünün aşırı olarak çoğaldığı rapor edilmiştir (HALLEGRAEFF ve ark., 1995). Bunlardan yaklaşık 65 kadar türü etkili toksin üreterek insan sağlığını olumsuz etkileyebilir (SMAYDA, 1989; HALLEGRAEFF, 1993; VAN DOLAH, 2000). Bazı türler ise düşük hücre yoğunluklarında dahi toksik etkiye sahiptirler. Toksin üreten alglerin toksinleri besin zinciri ile taşınarak ekosistemi olumsuz etkileyebilir. Su ortamındaki besin zincirinde taşıyıcı vektörler pelajik bölgede, herbivor zooplanktonlar, herbivor balık larvaları, bentik bölgede ise midye ve istiridyeler gibi suyu filtre ederek beslenen organizmalar olarak sınıflandırılabilir. Zehirlenme, mikroalglerin midye ve istiridyeler gibi suyu filtre ederek beslenen organizmalar tarafından alınması ve bu organizmaların insan tarafından tüketilmesi ile meydana gelmektedir (TEEGARDEN ve

CEMBELLA 1996; SHAW ve ark., 1997; TURNER ve TESTER 1997; TURNER ve ark., 2000). Ayrıca zehirli mikroalglerin hücre dışı toksinleri su ile balıkların solungaçlarından da geçerek merkezi sinir sistemini etkileyip balıkların etkisiz hale geçmesine sebep olmakta ve bunun sonucunda balıkların kolayca yakalanıp yenilmesi ile de zehirler insana kadar ulaşmaktadır.

Algal toksinlerle kontamine olmuş deniz ürünlerinin tüketimiyle meydana gelen zehirlenmeler; Felç Edici Zehirlenme (Paralytic Shellfish Poisoning, PSP), İshal Yapıcı Zehirlenme (Diarrhetic Shellfish Poisoning, DSP), Nörotoksik Zehirlenme (Neurotoxic Shellfish Poisoning, NSP), Hafıza Kaybına Neden Olan Zehirlenme (Amnesic Shellfish Poisoning, ASP) ve Siguatera Balık Zehirlenmesi (Ciguatera Fish Poisoning, CFP) dir. Ayrıca Okadaik asit ve Goniodomin (thymustoksik) adı altında yer alan zehirlerin de sentezlendiği saptanmıştır. (KORAY, 2002)

Fitoplanktonik organizmaların en önemli sınıflarından biri olan Dinoflagellat grubu, denizel fitoplanktonun önemli üyeleridir ve çoğu serbest yaşayan bir hücreli, mikroskopik canlılardır. Genellikle vücutlarını kuşatan enine kamçı ve buna dikey olarak yönelen boyuna kamçıları ile karakterize edilirler. Dinoflagellatların çoğu tropikal ve sub tropikal sularda yaşarlar.

Dinophyceae sınıfı, Gonyaulacales ordosu ve Ceratiaceae familyası üyesi olan *Ceratium* cinsi bireyleri diğer dinoflagellatlardan şekil ve büyüklük olarak kolayca ayrılacak karakteristik özellikler taşır. *Ceratium* cinsi bireylerinin uzun boynuz çıkıntıları vardır. 2 kamçısı olan *Ceratium* türleri, kamçıları sayesinde vücudunu çevirebilme özelliğine sahiptir. Deniz ve tatlı suların her ikisinde de yaşayabilen *Ceratium* türleri fotosentez için yeterli ışığın bulunduğu suyun üst tabakasında bulunurlar. *Ceratium* cinsi bireyleri aşırı patlama oluşturduğunda kamçıları olması nedeni ile balıkların solungaçlarını tıkayarak balıkların zarar görmesine neden olabilirler. Çoğaldıklarında bir diğer problem ise suda Red-tide'a neden olmalarıdır. Red-tide olayı toksik etki göstermez (JOHANNESSON, 2005). *Ceratium furca*, *C. tripos*, *C. longirostrum*, *C. candelabrum* denizde yaşayan türleridir (CİRİK ve GÖKPINAR, 1993)

Goniodomataceae familyası üyesi olan *Goniodoma* cinsi bireyleri subtropikal ve tropikal sularda yayılımı geniş olan organizmalardır. *Goniodoma* (Stein, 1883) cinsi başlıca *Goniodoma depressum*, *G. ostenfeldii*, *G. polyedricum*, *G. sphaericum* türlerini

içermektedir. Özellikle *G. pseudogonyaulax*, Doğu Atlantik, İtalya ve Japonya’da, ayrıca Avrupanın birkaç lokalitesinde; Fransa Akdeniz sahili, Kuzey Atlantik Denizi’nde rapor edilmiştir. Kıyısız bölgelerde ve hafif tuzlu su ortamlarında bulunan ve toksik bir tür olan *G. pseudogonyaulax*, antifungal etkiye sahip, tek phycotoxin, Goniodomin A (GA) üreticisidir. *G. ostenfeldii* ise genellikle, soğuk su kıyı türüdür. Kanada’nın Güneydoğusu ve Avrupa’nın batı kıyısı boyunca bulunan planktonik, nehir ağzı dinoflagellat türüdür (STEIDINGER ve TANGEN 1997; MONTRESOR ve ark. 1993). Çeşitli yıllara ait literatürlerde *Goniodoma* cinsi *Triadinium* veya *Heteraulacus* olarak değerlendirilirken bugünkü literatürlerde tekrar *Goniodoma* ismi kullanılmaktadır. *Goniodoma* türleri birçok literatürde sinonim ismi olan *Alexandrium* olarak da geçmektedir (MOESTRUP ve HANSEN, 1988; YUKI ve FUKUYO, 1992).

Goniodoma cinsine ait bazı türlerin salgıladığı ve zararlı bir madde olan Goniodomin, toksik etkisi olduğu bilinen *Dinophysis* cinsine ait bazı türlerin sentezlediği pectenotoxin’e benzer ve canlılarda karaciğer ve timüs bezine zarar verir. Ayrıca belirli miktarda Goniodomin A maddesinin mantar gelişimini engellediği de yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (MURAKAMI ve YAMAGUCHI, 1989).

Zararlı ve/veya zehirli alg üremelerinin önceden tahmin edilebilmesi arzu edilmesine rağmen, ortam koşullarının çeşitliliği nedeniyle detaylı bir çalışma sonucunda, ortam dinamiği tanımlanmadan bu müdahale mümkün olamamaktadır.

Önemli olmasına rağmen daha önce Doğu Akdeniz Bölgesinde zararlı algler üzerine çok az çalışma yapılmıştır. Bu yüzden bu çalışmada zararlı olduğu bilinen *Goniodoma* ve *Ceratium* cinsi bireylerinin Doğu Akdeniz Çevlik Bölgesindeki dağılım yüzdesi, bolluk ve sıklık değişimleri ve dağılımları üzerine etkili olan ortam koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yapılan bu çalışma ile ortamın biyolojik çeşitliliğine katkıda bulunulacak ve besin zincirinin dinamik yapısına zararlı olabilecek fitoplankton bireyleri teşhis edileceğinden tükettiğimiz deniz ürünlerinin mevsimsel olarak güvenli tüketilebilirliği hakkında bilgi edinilebilecek ve böylece yetkililerce halk önceden eğitilip uyarılabilecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Fitoplanktonik organizmaların gelişiminde fizikokimyasal faktörler önemli rol oynamaktadır. Doğu Akdeniz Bölgesi'ne yakın bölgelerde fitoplanktonun mevsimsel dağılımı ve dağılımını etkileyen fizikokimyasal faktörler üzerine birçok çalışma mevcuttur.

ŞALCIOĞLU (2000), Marmara Denizi'nde fitoplanktonların mevsimsel dağılımı üzerine yaptığı incelemede gözlenen türlerin çoğunluğunu dinoflagellatların oluşturduğunu belirtmiş ve en fazla tür sayısını Şubat 1995'te 97 türle, en az Ağustos 1994'te 48 türle saptamıştır.

POLAT ve ark. (2000)'nin İskenderun Körfezi'ndeki araştırmalarında fitoplankton tür sayısının Ağustos ayında, Ocak ayından daha az olduğu belirtilmiştir. Gözlenen organizmalar arasında *Ceratium* cinsi bireylerinin en yüksek yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir.

EKER ve KIDEYŞ (2000)'in Mersin körfezinde yaptıkları çalışmada filtre edilmiş örneklerde en yüksek dinoflagellat dağılımı (737 hücre l⁻¹) 1996 yılının Nisan ayında tespit edilmiştir.

BALKIS (2000), Marmara Denizi Büyükçekmece Koy'unda yaptığı çalışmada, Dinophyceae grubuna ait en yüksek birey sayısını Mayıs ayında (ortalama 6.6 x 10⁴ hücre l⁻¹) tespit etmiş ve genellikle besin elementlerinin düşük, sıcaklığın da yüksek olduğu ilkbahar ve yaz ile sonbahar başında Dinophyceae'nin gelişim gösterdiğini bildirmiştir.

POLAT ve IŞIK (2002) Kuzeydoğu Akdeniz'de Karataş kıyılarında yaptıkları çalışmada fitoplankton tür sayısının kışın yüksek, yazın düşük olduğu tespit edilmiştir. Fitoplankton değişiminin yazın en düşük düzeye indiği, besleyici element konsantrasyonunun en yüksek kış, en düşük yaz döneminde olduğu belirtilmiştir.

Zararlı alg üremeleri acı su, tatlı su ve deniz ekosistemlerinde sıkça gözlenen olaylardır. Günümüzde zararlı alg patlamaları üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu alglerden bazıları oldukça etkili toksin üreterek, bazıları da hızlı üremeleri nedeni ile ekosisteme zarar vermektedirler.

NOOR ve ark. (2000), Dünyada zararlı alg patlamalarına neden olan ilk organizmaların dinoflagellat olduğunu belirtmişler ve Malaysia'da zararlı alg

patlamalarının biyodeğişimi üzerine yaptıkları çalışmada dinoflagellatlar içerisinde potansiyel zararlı alg türleri arasında *Prorocentrum micans*, *P. sigmoides*, *Dinophysis caudata*, *D. miles*, *Ceratium furca*, *C. fusus* ve *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*'u saptamışlardır.

ANTON ve ark. (2000), Kabuklularda Paralytic Shellfish toksinlerini üreten organizmanın dinoflagellat grubundan *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* olduğunu ortaya koymuştur. Yağışlardan sonra su içerisinde besin maddesi konsantrasyonunun artışının, *P. bahamense* var. *compressum* patlamasının başlama nedeni olarak belirtilmiştir. Ayrıca 1976'dan beri insanlarda ölüme ve felce neden olduğu ve patlama olaylarının her yıl baskın hale gelmesinden dolayı kabukluların tüketiminin yasaklandığı belirtilmiştir.

KOUKARAS ve NIKOLAIDIS (2004)'in Yunanistan kıyı sularında yaptıkları zararlı alg patlamaları gözetleme programı çalışmasında DSP toksini ortaya çıkarılmıştır. Yapılan çalışmada DSP'ye neden olan *Dinophysis acuminata*'nın 2000 yılının Şubat ayında en yüksek düzeyde ($85,4 \times 10^3$ hücre L^{-1}) olduğu belirtilmiştir.

Goniodomataceae familyasına ait *Goniodoma* cinsinin bazı türlerinin ürettiği ve canlılarda zehirlenmeye neden olan zehir Goniodomin A'dır. KITA ve ark. (1985) zararlı Goniodomin A maddesini üreten dinoflagellat *Goniodoma pseudogonyaulax*'ın ilkbahar ve yaz ayları süresince Japonya'nın Pasifik kıyıları boyunca yüksek seviyede bulunduğunu ve bazen kaya içerisindeki su birikintilerinde patlama gösterdiklerini belirtmişlerdir.

METTING ve PAYNE'nin (1986) yaptıkları çalışmada *Goniodoma* türlerinin Goniodomin toksini ürettikleri ve icthyotoxic zararlara neden olduğu belirtilmiştir.

MOESTRUP ve HANSEN (1988)'nin Faroe Adaları ve Danimarka'da yaptıkları çalışmada ise *Goniodoma ostenfeldii* (= *Alexandrium ostenfeldii*) rapor edilmiştir. Fakat potansiyel toksisitesi hakkında bir bilgiye ulaşılmamıştır.

MURAKAMI ve ark. (1988) *Goniodoma pseudogonyaulax*'ın antifungal etkiye sahip tek polyeater makrolid olduğunu yaptıkları çalışmada belirtmişlerdir.

TERAO ve ark. (1989) Goniodomin A'nın etkilerini inceledikleri çalışmada, Goniodomin A'nın *Goniodoma pseudogonyaulax*'ın bir metaboliti olduğunu belirtmişlerdir. İlk defa Japonya kıyılarında bir dinoflagellat patlaması sırasında izole edilen Goniodomin maddesinin, deniz taraklılarının sindirim bezinden elde edilen

pectonotoxin benzeri yapıda olduğu ve bu maddenin farelere enjeksiyonundan sonra 0,7 mg/kg'nın 48 saatte, 1,2 mg/kg'nın 24 saat içinde farelerin %50'sinin ölümüne yol açtığı rapor edilmiştir.

MURAKAMI ve YAMAGUCHI (1989) ise Goniodomin maddesinin 0,5 mu g/ml miktarının *Mortierella ramannianus* ve *Candida albicans* mantarlarının gelişmesini engellediği ve 0,05 mu g/ml miktarının ise fertile olmuş deniz kestanesi yumurtalarının gelişmesinin engellenmesine neden olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca *Oryzias latipes* balığı üzerinde de toksik etkisi olduğu saptanmıştır.

TERAO ve ark. (1990) yaptıkları bir başka çalışmada Goniodomin A'nın hepatik zararlara neden olduğunu belirtmişlerdir. *Gambierdiscus toxicus* tarafından üretilen Maitotoksin ve Goniodomin A'nın, lenfotik dolaşımında göze çarpan bir azalma ve timusta şiddetli lenfotik nekrozis'e neden olduğu yapılan çalışmada vurgulanmıştır.

YUKI ve FUKUYO (1992) nun Japonya'nın Pasifik kıyı sularında Mayato körfezinde yaptıkları çalışmada *Alexandrium pseudogonyaulax* (=Goniodoma pseudogonyaulax) ın ilk defa bu bölgede bulunduğu rapor edilmiş ve vejetatif hücrelerin ilkbahar sonu ve yaz ayı başlarında bazen tek bazen çift zincir olarak düşük konsantrasyonlarda bulunduğu saptanmıştır.

Ceratiaceae familyası üyelerinden olan *Ceratium* cinsi bireyleri kamçıları olması nedeniyle aşırı çoğaldıklarında balıkların solungaçlarını tıkayarak balıkların zarar görmesine ve suda Red-Tide'a neden olabilirler. SEVCİK ve ark. (1985) tarafından Venezuela'da Carenero'da yapılan çalışmada *Ceratium* cinsinin Carenero da gözlenen balık ölümleri süresince ikinci derecede yüksek yoğunlukta bulunan cins olduğu belirtilmiştir.

KORAY (1992) yaptığı çalışmada *C. furca* var. *eugrammum* türünün ulaşmış olduğu maksimum hücre yoğunluklarının diğer dinoflagellatlara kıyasla oldukça düşük olmasına rağmen hücre boyutlarının büyük olması nedeniyle deniz suyunun rengini değiştirdiği ve yüzey sularında açık turuncu kümeler halinde bulunduklarını belirtmiştir. Yapılan araştırmada *C. furca* var. *eugrammum* türü Ocak ve Nisan ayında gözlenmiş olup, en yüksek hücre yoğunluğuna ilkbahar mevsiminde ulaşılmıştır.

RUNGSUPA (2000) İzlanda'da 1996-2000 yılları arası Red-tide'a neden olan plankterler üzerine yaptığı izleme çalışmalarında sıklıkla *Ceratium furca* patlamalarının artış gösterdiğini özellikle 2000 yılında maksimum yoğunluğa ulaştığını bildirmiştir.

OLSENG ve ark. (2002) Norveç'te *Ceratium* patlamasında heterotrofik dinoflagellat *Protoperdinium steinii*'nin beslenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, Ekim ayında gözlenen alg patlamalarında *Ceratium* türlerinin baskın olduğu belirtilmiştir. Özellikle *P. steinii* türünün Eylül ayında azalış gösterdiği, Ekim ayında en yüksek düzeye ulaşan *Ceratium* patlamaları sırasında ise arttığı yapılan çalışmada vurgulanmıştır.

SMALLEY ve ark. (2002) Chesapeake Körfezi'nde dinoflagellat *Ceratium furca*'nın ekolojisi üzerine yaptıkları çalışmada bu türün oluşturduğu patlamaların yaz sonunda (478 hücre/ml) körfezin orta bölgesinin aşağı kısımlarında yüksek tuzluluktaki alanda olduğunu gözlemişlerdir.

HENRIKSEN ve ark. (2004) Kattegat'ta yaptıkları çalışmada yaz patlamaları sırasında ortama *Ceratium* spp. ve *Rhizosolenia* spp.'nin hakim olduğunu belirtmişlerdir. Patlamaların nispeten düşük sıcaklık, rüzgar hızı, yüksek tuzluluk ve nütrient konsantrasyonu ile ilişkili olduğu; yaz patlamalarının ana nedeninin ise, nütrientçe zengin dip suyunun upwelling ile yüzeye çıkması sonucu olduğu belirtilmiştir.

Sucul ortamlarda besin zincirini oluşturan her canlı halkası diğer organizmalarla da ilişki içindedir. Toksin üreten fitoplanktonların toksinleri besin zinciri ile taşınarak ekosistemi olumsuz etkileyebilmektedir.

TURNER ve TESTER (1997) toksik denizel fitoplanktonik organizmaların besin zincirine olan etkilerini inceledikleri çalışmada zehirli fitoplankton ve onların herbivor zooplankton bireyleri arasındaki etkileşimin oldukça karmaşık olduğunu saptamışlardır. Üretilen toksinlerin herbivorların ölümüne neden olması şekilde direk etkilerinin olabileceği gibi, organizmalar içerisinde birikerek diğer deniz ürünlerine kadar taşınabileceği de vurgulanmıştır. Ayrıca daha yüksek düzeydeki tüketicilere de etki ederek balık, deniz kuşları ve deniz memelilerini zehirleyebileceği ortaya konulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanı

Akdeniz, batıda Atlas Okyanusundan doğuda Asya'ya kadar uzanan ve Avrupa'yı Afrika'dan ayıran kıtalararası bir denizdir. Akdeniz'de gelgit hareketleri önemli olmayıp genellikle 20-30 cm civarında yüzey sularında değişme görülür (ANONİM,1998). Araştırma alanı, Kuzeydoğu Akdeniz'in Hatay iline bağlı Samandağ ilçesinde yerleşim biriminin yoğun olduğu Çevlik Bölgesinde yer almaktadır. Samandağ sahilinin uzunluğu yaklaşık 14 km olup Çevlik Bölgesi bu sahilin yaklaşık 5 km'lik kısmını kapsamaktadır. Araştırma, Çevlik Bölgesi'nin yoğun yerleşimin olduğu yaklaşık 2 km uzunluktaki kesiminde dört istasyondan alınan su örnekleri kullanılarak yapıldı. Örneklerin alındığı istasyonlardan 1. istasyonun kıyıya olan uzaklığı 100 m, derinliği yaklaşık 2 m olup, Asi Nehri'nin denize döküldüğü bölgeye en yakın istasyondur. 2. istasyonun kıyıya olan uzaklığı 100 m, derinliği yaklaşık 4m ve limana yakın bölgede yer alır. 3. istasyon, liman içerisinde ve suyun durgun olduğu bölgedir. 4. istasyonun kıyıdan uzaklığı yaklaşık 600 m derinliği ise yaklaşık 35 m dir. (Çizelge 3.1)

Çizelge 3.1. Örnekleme İstasyonlarının Koordinatları, Derinlik ve Kıyıdan Uzaklıkları

İstasyon No	Koordinat	Derinlik (m)	Kıyıdan Uzaklık (m)
1	36° 07' 091" K 35° 55' 370" D	2	100
2	36° 07' 478" K 35° 54' 049" D	4	100
3	36° 07' 654" K 35° 54' 729" D	5	100
4	36° 07' 433" K 35° 54' 431" D	35	600

3.2. Örnekleme ve Analizlerde Kullanılan Materyaller

Su örneklerinin temini için Çevlik Sahil Güvenliğe ait Kontrol botundan (Ek 1) yararlanıldı. Mevki koordinat sisteminin belirlenmesinde GARMIN marka GPS

(Coğrafi Yer Belirleme Sistemi) kullanıldı. Su örneklerinin alınmasında 2 lt lik plastik su şişeleri, kimyasal analizler için ışık geçirmeyen 1 lt'lik kahverengi cam şişeler kullanıldı. Plankton örneklerinin alınmasında ise 35 µm por aralığına sahip plankton kepçesi (Ek 1) kullanıldı. Suyun ışık geçirgenliği SECCHI DISK (Ek 1) kullanılarak ölçüldü. Alınan suların sıcaklık ölçümleri TREACEA marka termometre, çözünmüş oksijen (ÇO) ölçümleri ise JENWAY 9071 marka oksijenmetre ile ölçüldü.

Su pH 'sı HANNA 211 marka pH metre ile, sudaki nitrat, fosfor tayinleri ise MERCK NO_3^{-1} , MERCK PO_4^{-3} standartları kullanılarak SQ 118 MERCK marka spektrofotometre ile ölçüldü. Yüzeyden ve plankton kepçesi ile alınan su örneklerindeki planktonik organizmaların incelenmesi ve sayımları, OLYMPUS marka ışık mikroskopunda (Ek 1) ve PALMER-MALONEY lamı kullanılarak gerçekleştirildi.

3.3. Su ve Plankton Örneklerinin Alınması

Kasım 2003-Ekim 2004 tarihleri arasında Çevlik Bölgesi'nin yoğun yerleşimin olduğu kesimde belirlenen 4 farklı istasyondan aylık olarak, sabah ve akşam olmak üzere günde 2 kez yüzey suyu alındı. Sadece 2. ve 4. istasyonlardan plankton kepçesi ile sabah ve akşam organizma örnekleri alındı. Ancak 2. istasyondan plankton kepçesi ile sabah ve akşam örnek alımı Mart ayından itibaren yapıldı. Akşam örnekleme tüm istasyonlardan Şubat ayından itibaren alınmaya başlandı.

Sabah erken saatlerde gidilen arazide ilk önce mevki koordinat yeri belirlendi. Yüzey suyu örnekleri yatay ve dikey olmak üzere karıştırılarak alındı. Plankton kepçesi ile örnek alımı sırasında, çemberi çekim halatına bağlayan ip ve bunların ortasında bulunan halatın kontrol botuna bağlanması ile suda plankton kepçesi yatay olarak 10 dakika boyunca sabit bir hızla çekilerek su örneği alımı sağlandı. Dikey olarak örneklerin alımı ise, bot hareket ettirilmeden kepçenin suda batması sağlanarak yapıldı. Alınan suların sıcaklık ve çözünmüş oksijen ölçümleri arazi yerinde su örneklerinin alınmasından hemen sonra yapıldı.

3.4. Laboratuvar Çalışması

Su örnekleri, MKÜ Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Laboratuvarında filtrasyon aletinde (Ek 1) 0,2 µm lik por açıklığındaki 47 mm çaplı milipore filtre kağıtları kullanılarak filtre edildi. Filtre kağıdı, filtrasyon sonucu filtre şişesinin içerisinde biriken sudan 45 ml alınarak bir beher içerisinde süspanse edildikten sonra 100 ml lik plastik kapaklı cam şişelere aktarıldı. Su örneklerinin uzun süre muhafaza edilebilmesi için 5ml %4'lük boraks ile tamponlanmış formaldehit (pH 8) kullanıldı. Su pH 'sı aynı laboratuvarda ölçüldü. Suların tuzluluk değerleri MOHR yöntemi (ASTM, 1980) ile ölçüldü. Bu yöntem AgNO_3 'ün örnek deniz suyuna titrasyonu ile yapıldı. Deniz suyunun tuzluluk analizi sadece sabah 2. ve 4. istasyonlardan alınan su örneklerinde yapıldı. Sudaki nitrat ve fosfor tayinleri ise MKÜ Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Kimya Analiz Laboratuvarında ölçüldü..

Tüm yüzey suyu örneklerinde organizma gözlenmediğinden 2. ve 4. istasyonlardan plankton kepçesi ile alınan su örnekleri değerlendirildi. Organizmaların incelenmesi ve sayımları 0,1 ml hacme sahip sayım lamında yapıldı. 3 kez sayım yapıldı ve her sayımda gözlenen dinoflagellatlar not edildi. Organizma teşhisinde TAYLOR (1976), HALLEGRAEFF (2002) kaynaklarından yararlanıldı. Organizmaların dağılım yüzdesi, bolluk ve sıklık değerleri günlük, aylık ve istasyonlara göre incelendi.

Organizmanın bolluk yüzdesi;

$$\text{Bolluk} = 100 \times [N_i/N] \quad \text{formülüne göre hesaplandı (ŞİŞLİ,1999).}$$

N_i = i organizmanın sayısı

N = toplam organizma sayısı

Organizmaların araştırma bölgesindeki sıklıkları;

$$F = 100 \times [N_a/N_n] \quad \text{formülüne göre hesaplandı (KOCATAŞ, 2003).}$$

F = sıklık

N_a = a organizmasını içeren örnekleme sayısı

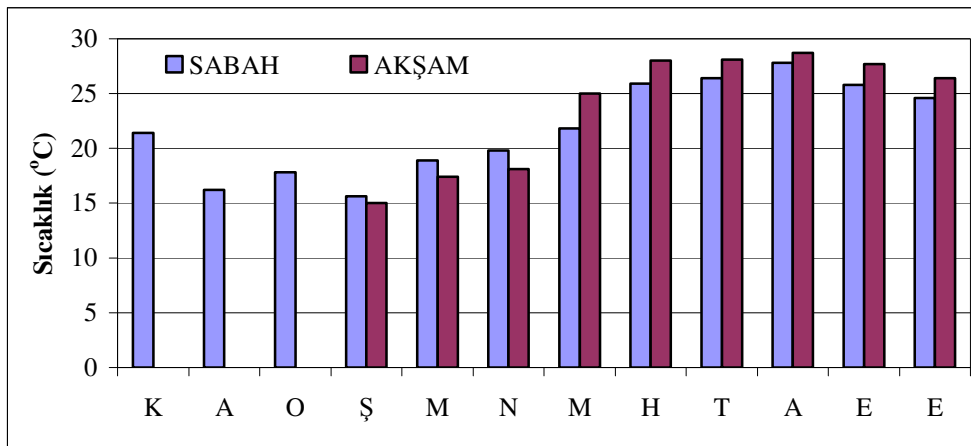
N_n = tüm örnekleme sayısı

Ortamın fizikokimyasal parametreler ile organizma yüzdesi arasındaki ilişkisi Pearson korelasyonu ile belirlendi. Bu belirlemede % 95 güven aralığı esas alınmıştır. Önem derecesi de t testi ile test edilmiştir (GARDINER, 1997).

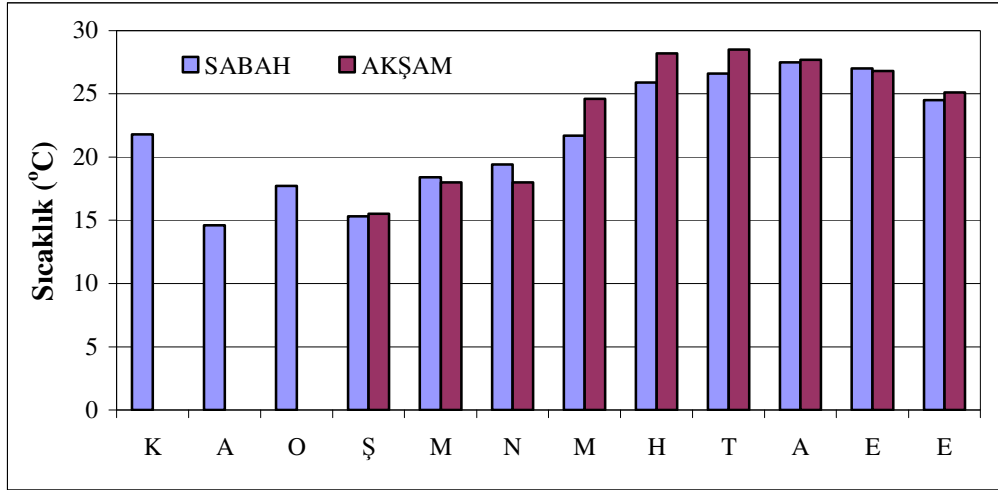
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. İncelenen Ortamın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

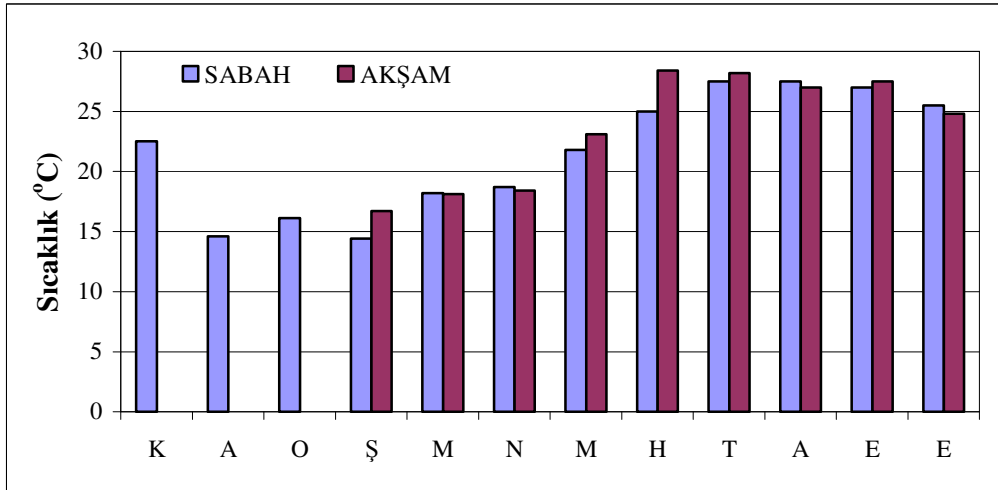
Örnekleme yapılan ortamın fiziksel ve kimyasal özellikleri ayda bir kez düzenli olarak sabah ve akşam yapılan ölçümlerle incelendi. Yapılan sıcaklık ölçümlerinde istasyonlar arasında önemli farklılıklar gözlenmedi. Araştırma periyodu süresince, 1. istasyondan alınan su örneklemelerinde en yüksek sıcaklık değeri sabah 27,8 °C ve akşam 28,7 °C olmak üzere Ağustos ayında (Şekil 4.1), 2. istasyonda ise en yüksek sıcaklık değeri sabah Ağustos ayında 27,5 °C, akşam Temmuz ayında 27,7 °C ölçüldü (Şekil 4.2). 3. istasyonda en yüksek sıcaklık değeri sabah Temmuz ve Ağustos aylarında 27,5 °C, akşam ise Haziran ayında 28,4 °C olarak ölçülürken (Şekil 4.3), 4. istasyonda ise en yüksek sıcaklık değeri Ağustos ayında 27,3 °C, akşam ise Haziran ayında 29,2 °C olarak ölçüldü (Şekil 4.4). DELCROIX (1993) yüzey suyu sıcaklığındaki değişimleri etkileyen en önemli faktörün iklim koşulları olduğunu bildirmektedir. Akdeniz’de sıcaklık koşulları bakımından batıdan doğuya gidildikçe suyun ortalama sıcaklığında bir artış görüldüğü ve Doğu Akdeniz’de Şubat ayında ortalama sıcaklığın 13-14 °C, Ağustos ayında ise ortalama 25-28 °C olduğu bildirilmiştir (ANONİM, 1998). POLAT ve IŞIK (2002)’ın Doğu Akdeniz, Karataş Bölgesi’nde yıl boyunca aylık olarak ölçülen en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri de bu çalışmadaki sıcaklık değerleri ile uyumaktadır.



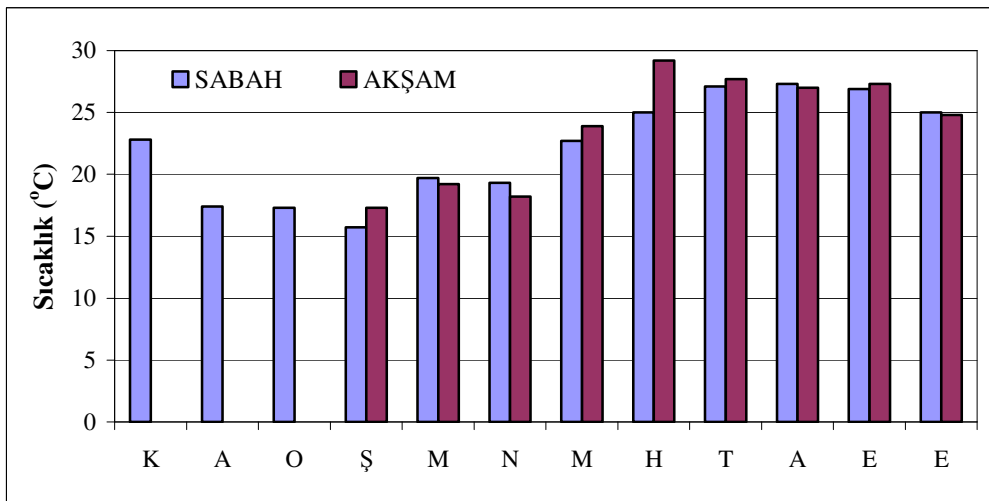
Şekil 4.1. 1. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Sıcaklık Değişimi



Şekil 4.2. 2. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Sıcaklık Değişimi

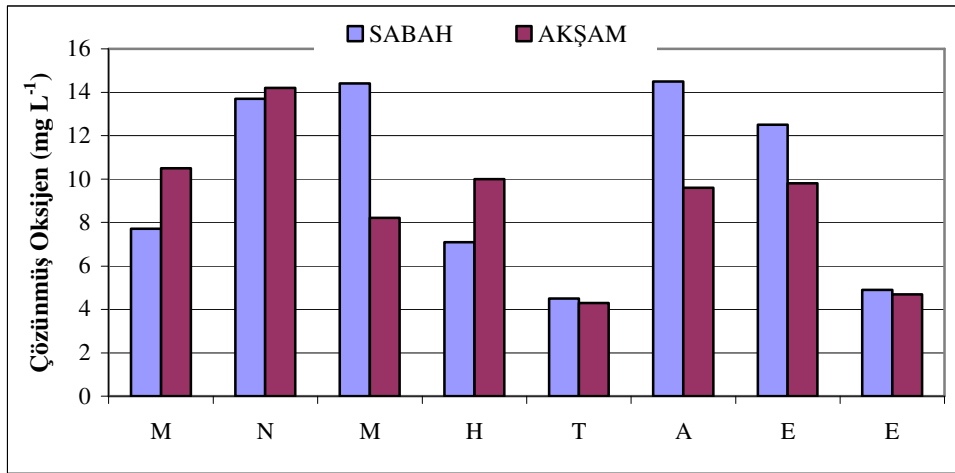


Şekil 4.3. 3. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Sıcaklık Değişimi

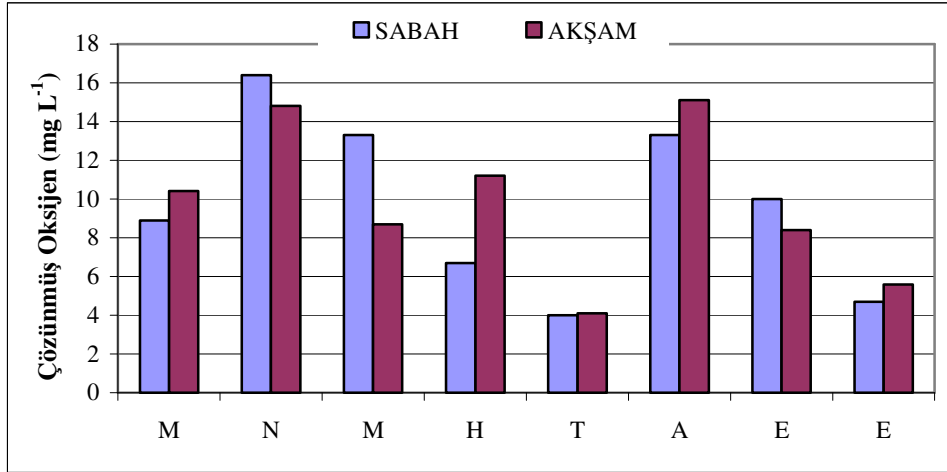


Şekil 4.4. 4. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Sıcaklık Değişimi

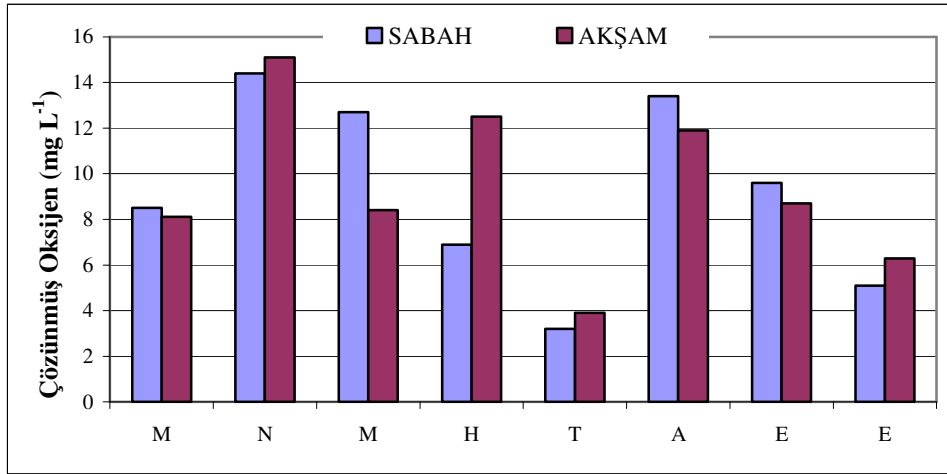
Su örneklerinin oksijen ölçümleri oksijenmetrenin olmayışı nedeniyle Mart ayından itibaren yapıldı. Buna göre sabah alınan yüzey su örneklerinde, en yüksek çözülmüş oksijen değeri, Nisan ayında 2. istasyonda $16,4 \text{ mg L}^{-1}$ (Şekil 4.6), en düşük çözülmüş oksijen değeri ise Temmuz ayında 3. ve 4. istasyonlarda $3,2 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçüldü (Şekil 4.7 ve 4.8). Akşam alınan su örneklerinde en yüksek çözülmüş oksijen değeri Nisan ayında 4. istasyonda $15,4 \text{ mg L}^{-1}$ (Şekil 4.8), en düşük çözülmüş oksijen değeri ise Temmuz ayında 3. istasyonda $3,9 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçüldü (Şekil 4.7). Genellikle yazın sıcaklık artışı çözülmüş oksijen miktarının azalmasına neden olur (GELDİAY ve KOCATAŞ, 2002). Sabah ve akşam örnekleme sırasında, tüm istasyonlarda Temmuz ayındaki çözülmüş oksijen düşüşünün aynı ayda gözlenen sıcaklık artışından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca fitoplankton yoğunluğundaki azalış ve Temmuz ayında örnek alımı sırasında suyun durgun olmasından da kaynaklı olabileceği düşünülebilir. Yazın Ağustos ayındaki çözülmüş oksijen artışının ise, örnekleme sırasında suyun dalgali olması ve fitoplankton grubundan olan Diatom yoğunluğunun ani artışı sonucu üretilen oksijenden kaynaklandığı söylenebilir.



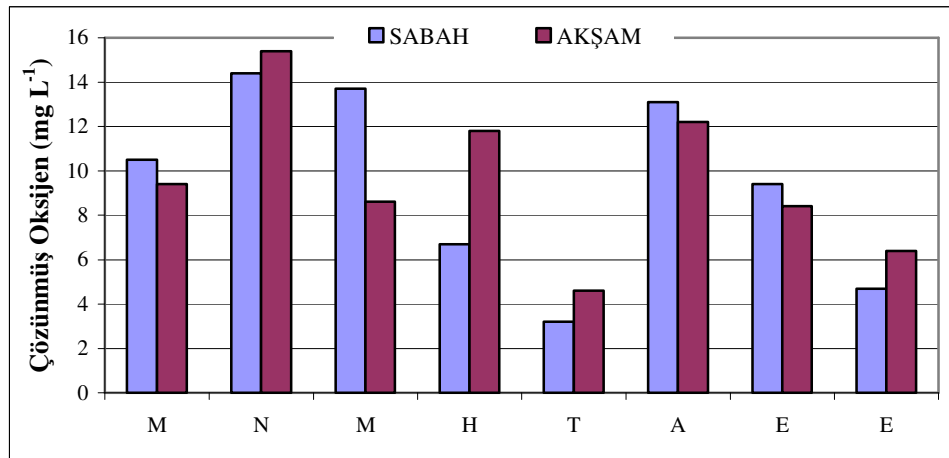
Şekil 4.5. 1. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Çözülmüş Oksijen Dağılımı



Şekil 4.6. 2. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Çözünmüş Oksijen Dağılımı

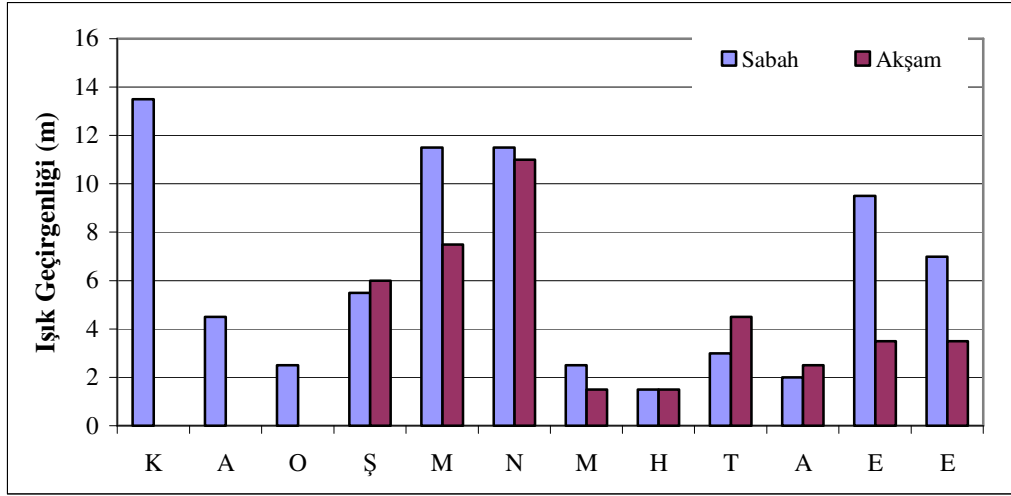


Şekil 4.7. 3. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Çözünmüş Oksijen Dağılımı



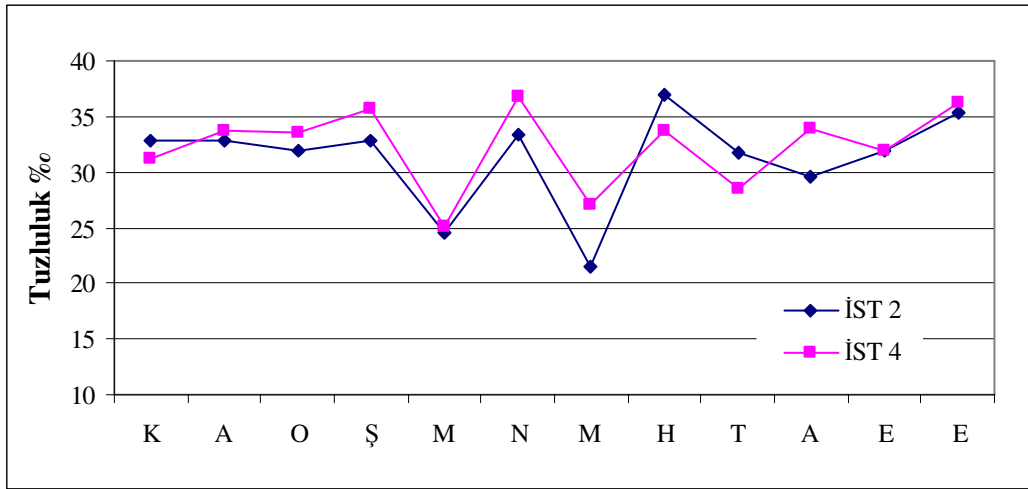
Şekil 4.8. 4. İstasyondan Sabah ve Akşam Alınan Su Örneklerinin Çözünmüş Oksijen Dağılımı

Işık geçirgenliği sabah ve akşam sadece 4. istasyonda ölçüldü. Sabah örneklemelerinde en yüksek ışık geçirgenliği derinliği Kasım ayında 13,5 m, en düşük ışık geçirgenliği derinliği ise Haziran ayında 1,5 m olarak ölçüldü. Akşam örneklemelerinde ise, en yüksek derinlik Nisan ayında 11 m, en düşük derinlik ise Mayıs ve Haziran aylarında 1,5 m olarak belirlendi (Şekil 4.9). Sabah ve akşam örneklemelerinde Kasım, Mart ve Nisan aylarında ışık geçirgenliğinin yüksek görülmesi suyun durgun ve bu aylarda organizma sayısının az görülmesinden kaynaklandığı söylenebilir.



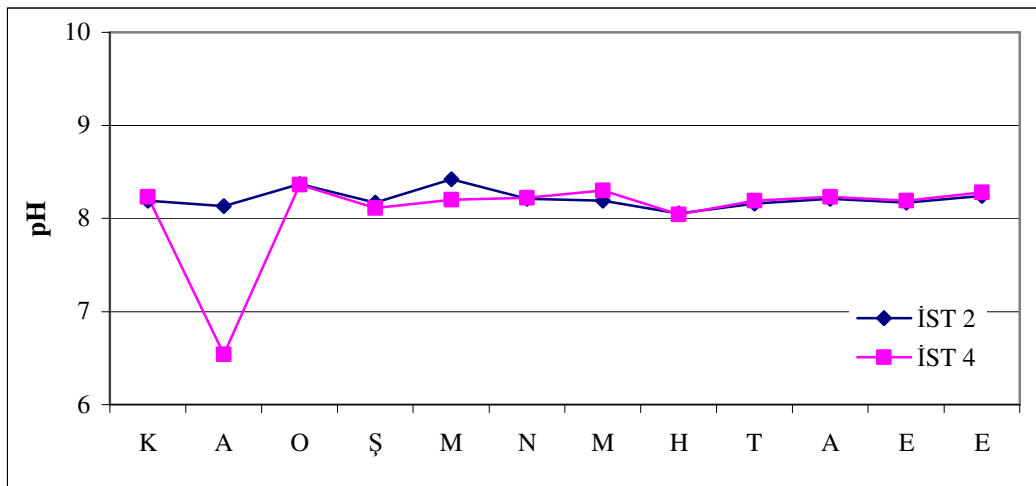
Şekil 4.9. 4. İstasyonda Sabah ve Akşam Işık Geçirgenliğinin Aylık Değişimi

Deniz suyunda tuzluluk değerleri sabah 2. ve 4. istasyonlardan alınan su örneklerinde ölçülmüş ve ‰ değeri hesaplanmıştır. Tuzluluk değerlerinin mevsimlere göre değişimi incelendiğinde en yüksek tuzluluk değeri Haziran ayında ‰ 36,9 en düşük tuzluluk değeri ise Mayıs ayında ‰ 21,5 olarak ölçüldü ve genel olarak yazın tuzluluk değerleri yüksek seviyede gözlemlendi (Şekil 4.10). Aynı durum POLAT ve ark. (2000)'nın bu bölgeye yakın olan İskenderun körfezindeki çalışmalarında da gözlemlenmiştir. Tuzluluğun azalmasına neden olan başlıca faktörlerden biri yağıştır (GELDİAY ve KOCATAŞ, 2002). Mayıs ayında gözlenen düşük tuzluluk değerinin örnekleme sırasında havanın yağışlı olmasından kaynaklandığı söylenebilir.



Şekil 4.10. Aylara ve İstasyonlara Göre Sabah Alınan Su Örneklerinin Tuzluluk Dağılımı

Yapılan çalışmada sabah alınan su örneklerinde suyun yıllık ortalama pH değeri 8,14 olarak tespit edilirken, yıl içinde en yüksek pH değeri Mart ayında 2. istasyonda 8,4 olarak, en düşük pH değeri ise Aralık ayında 4. istasyonda 6,54 olarak ölçüldü (Şekil 4.11). Deniz suyundaki fosfor genellikle kış aylarında yüksek seviyede gözlenir (GELDİAY ve KOCATAŞ, 2002). Aralık ayındaki pH düşüşü bu ayda asit özellikte olan fosfat miktarının az da olsa artmasıyla açıklanabilir (Çizelge 4.1). Ayrıca, bu ayda organizma bolluğunun düşük olması da dikkat çekicidir. Böylece organizmalar tarafından sınırlı besleyici element kullanımı ortamda fosfat miktarının artmasına sebep olmuş olabilir.



Şekil 4.11. Aylara ve İstasyonlara Göre Sabah Alınan Su Örneklerinin pH Dağılımı

Yapılan laboratuvar analizleri sonucunda aylar arasındaki nitrat değerlerinin başta 2. istasyon (kıyı bölgesi) olmak üzere, sonbahar döneminde ve yazın Haziran ve Temmuz aylarında yüksek olduğu tespit edildi (Çizelge 4.1). Bunun nedeninin bu aylarda turizmin artışı ile insanların kıyı bölgesini daha sık kullanması ve atık maddelerin artmasından kaynaklandığı söylenebilir. Fosfat değerlerinin ise genel olarak düşük olmakla birlikte Aralık ve Haziran aylarında biraz arttığı tespit edildi (Çizelge 4.1). Akdeniz’de genel olarak besleyici element miktarı azdır. Özellikle fosfat Akdeniz suları için sınırlayıcı bir faktördür (ANONİM, 1998).

Çizelge 4.1. Sabah Alınan Su Örneklerinde Ölçülen Nitrat ve Fosfat Miktarının Aylara ve İstasyonlara Göre Dağılımları

Aylar	NO ₃ ⁻¹ (mg L ⁻¹)		PO ₄ ⁻³ (mg L ⁻¹)	
	İst 2	İst 4	İst 2	İst 4
Kasım	-	-	-	-
Aralık	0,5	0,4	0,11	0,14
Ocak	1,8	<0,06	0,12	<0,01
Şubat	<0,06	<0,06	0,01	0,02
Mart	<0,06	1,1	0,01	<0,01
Nisan	1,4	<0,06	0,01	0,01
Mayıs	1,5	<0,06	<0,01	0,03
Haziran	2,2	<0,06	0,14	0,1
Temmuz	3,1	4,5	<0,01	<0,01
Ağustos	<0,06	<0,06	0,08	<0,01
Eylül	1,7	2,8	<0,01	0,01
Ekim	2,5	1,1	<0,01	<0,01

Ortamın tüm fiziksel ve kimyasal parametrelerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları Çizelge 4.2.’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.2. Sabah ve Akşam Tüm İstasyonlardan Alınan Su Örneklerinde Ölçülen Fizikokimyasal Parametrelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

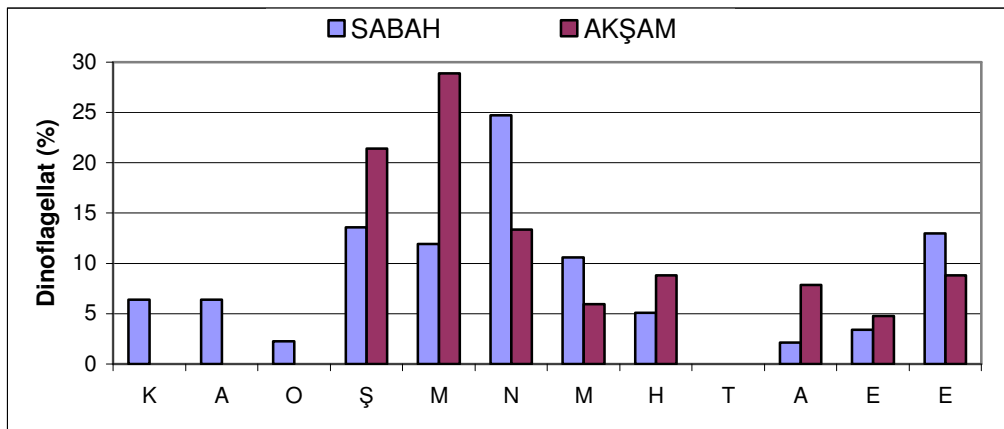
	SABAH	AKŞAM	SABAH	AKŞAM	SABAH	AKŞAM	SABAH	SABAH	SABAH	SABAH
AYLAR/ ORT±SD	SICAKLIK (°C)	SICAKLIK (°C)	OKSİJEN mg L ⁻¹	OKSİJEN mg L ⁻¹	Işık geçirgenliği (m)	Işık geçirgenliği (m)	pH	TUZLULUK (‰)	NİTRAT (mg L ⁻¹)	FOSFAT (mg L ⁻¹)
Kasım	22,26 ± 0,6	-	-	-	13,5	-	8,14 ± 0,10	32,03 ± 0,8	-	-
Aralık	15,7 ± 1,36	-	-	-	4,5	5,5	7,33 ± 0,80	33,27 ± 0,7	0,45 ± 0,07	0,12 ± 0,02
Ocak	17,22 ± 0,78	-	-	-	2,5	-	8,36 ± 0,05	32,75 ± 1,1	0,9 ± 1,27	0,06 ± 0,08
Şubat	15,2 ± 0,59	16,1 ± 1,05	-	-	5,5	6	8,13 ± 0,03	34,18 ± 2,01	0,00 ± 0,00	0,01 ± 0,00
Mart	18,3 ± 0,63	17,4 ± 0,68	8,9 ± 1,71	9,60 ± 1,11	11	5,5	8,38 ± 0,03	33,14 ± 0,37	0,55 ± 0,77	0,005 ± 0,00
Nisan	19,3 ± 0,45	18,1 ± 0,17	14,70 ± 1,16	14,8 ± 0,51	11,5	10,3	8,19 ± 0,03	35,00 ± 2,43	0,70 ± 0,98	0,01 ± 0,00
Mayıs	22,1 ± 0,46	24,1 ± 0,83	13,50 ± 0,71	8,40 ± 0,22	2,5	1,5	8,23 ± 0,06	24,35 ± 3,95	0,75 ± 1,06	0,01 ± 0,01
Haziran	25,48 ± 0,36	28,4 ± 0,52	6,80 ± 0,19	11,80 ± 0,65	1,5	1,5	8,01 ± 0,06	35,3 ± 2,34	1,10 ± 1,55	0,12 ± 0,02
Temmuz	26,9 ± 0,49	28,12 ± 0,33	3,70 ± 0,62	4,20 ± 0,29	3	4,5	8,17 ± 0,02	30,10 ± 2,26	3,80 ± 0,98	0,00 ± 0,00
Ağustos	27,50 ± 0,20	27,6 ± 0,8	13,50 ± 0,62	12,2 ± 2,25	2	2,5	8,22 ± 0,01	31,78 ± 3,04	0,00 ± 0,00	0,04 ± 0,05
Eylül	26,6 ± 0,58	27,3 ± 0,38	10,30 ± 1,43	8,80 ± 0,66	9,5	1,5	8,18 ± 0,01	33,52 ± 0,61	2,25 ± 0,77	0,005 ± 0,00
Ekim	24,98 ± 0,45	25,2 ± 0,76	4,80 ± 0,19	5,70 ± 0,78	7	3,5	8,26 ± 0,02	35,72 ± 0,68	1,8 ± 0,98	0,00 ± 0,00

4.2. Dinoflagellat Bireylerinin Günlük, Aylık ve İstasyonlara Göre Yüzde Dağılımı

Tüm istasyonlardan alınan yüzey suyu örneklerinde fitoplankton gözlenmediğinden yapılan çalışmada 2. ve 4. istasyonlardan plankton kepçesi ile alınan örnekler değerlendirildi. Buna göre plankton kepçesi ile alınan örneklerde günlük, aylık ve istasyonlara göre toplam Dinoflagellat, *Goniodoma* sp. ve *Ceratium* spp. dağılım yüzdeleri hesaplandı.

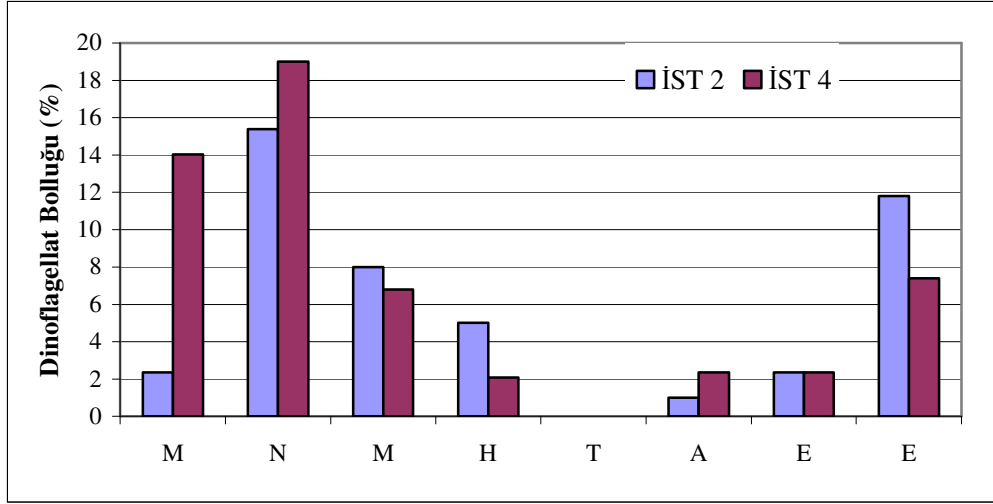
Günlük dağılıma bakıldığında, dinoflagellat bulunma yüzdesi sabah örneklerinde akşama göre daha fazla gözlemlendi. Sabah ve akşam örneklemelerinde Şubat, Mart ve Nisan aylarında organizmalar daha fazla gözlenirken, Temmuz ayında hiçbir organizmaya rastlanmadı (Şekil 4.12). ŞALCIOĞLU (2000) tarafından Marmara Denizi'nde yıl boyunca yapılan çalışmada toplam dinoflagellatta görülen en büyük gelişmenin Şubat 1995 döneminde olduğu belirtilirken, BALKIS (2000) yaptığı çalışmada Nisan ayından Eylül ayına kadar Dinoflagellat türlerinin baskın olduğu, ortalama birey sayısı bakımından Mayıs ayının en yüksek değeri oluşturduğunu saptamıştır. EKER ve KIDEYŞ (2000)'in Mersin Körfezinde yaptıkları çalışmada ise en yüksek dinoflagellat yoğunluğu Nisan ayında gözlenmiştir.

Genel olarak kış aylarının sonu ve ilkbahar aylarının başında dinoflagellat bulunma yüzdesi daha fazla iken yaz aylarına doğru sıcaklığın artışı ile birlikte dinoflagellat yüzdesinde bir düşüş gözlenmektedir. Yazın sularda bir karışım meydana gelmediğinden nütrientler derinde muhafaza edilir. Bu yüzden bu aylarda plankton gelişiminde bir durguluktan söz edilebilir.

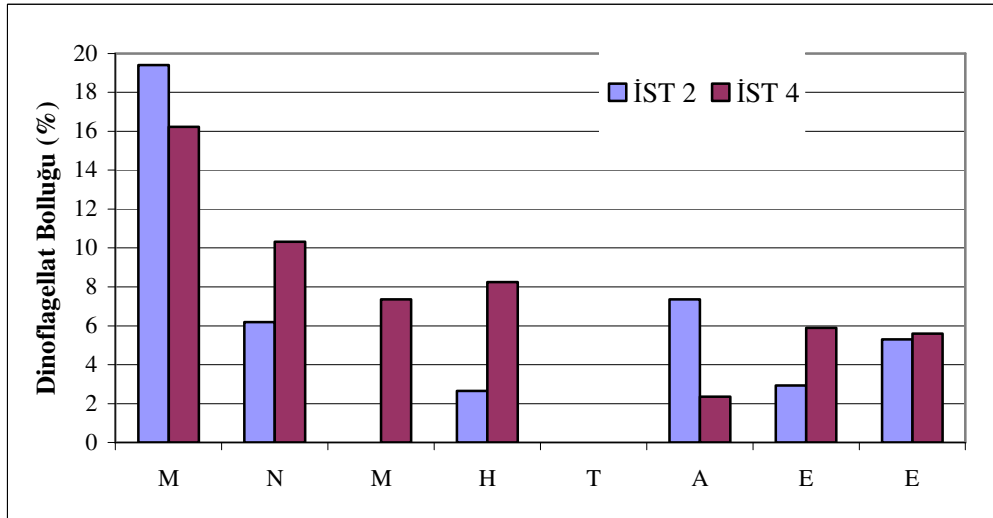


Şekil 4.12. Sabah ve Akşam 2. ve 4. İstasyondan Alınan Örneklerde Ortalama Dinoflagellat Dağılım Yüzdesi

Yıl boyunca istasyonlara göre dinoflagellat dağılım yüzdesi incelendiğinde, sabah alınan su örneklemelerinde sırasıyla Ekim (%11,8), Mayıs (%8) ve Haziran (%5,02) aylarında kıyı istasyonunda (2. istasyon) açık istasyondan (4. istasyon) daha fazla gözlenirken, diğer aylarda ise açık istasyonda daha fazla dinoflagellat saptandı (Şekil 4.13). Akşam alınan su örneklemelerinde ise kıyı istasyonda Mart (%19,4) ve Ağustos (%7,37) aylarında açık istasyondan daha yoğun gözlemlendi (Şekil 4.14). Açıkta ve kıyıda bulunan dinoflagellat dağılımı aylara göre değişkenlik göstermekle beraber genel olarak açıktan alınan akşam örneklemelerinde dinoflagellat dağılımı kıyıda alınan örneklemelere göre daha fazla bulundu.



Şekil 4.13. Sabah Örneklerinde İstasyonlara Göre Dinoflagellat Dağılımı



Şekil 4.14. Akşam Örneklerinde İstasyonlara Göre Dinoflagellat Dağılımı

Sabah açık istasyondan toplanan su örneklerinde toplam dinoflagellatlarda farklı türlerin en fazla gözlendiği ay Mayıs'tır. Bu ayı Aralık, Mart ve Nisan ayları takip etmektedir (Çizelge 4.3). Aylara göre bolluk dağılımına bakıldığında, *Ceratium* cinsi bireyleri %76,8 oranla başta Kasım ayı olmak üzere diğer aylar içinde de en bol bulunan organizma grubunu oluşturmuştur. Sıklık değerleri incelendiğinde *Ceratium* %91,6 *Gonyaulax* %83,3 *Podolampas* %66,6 *Goniodoma* ve *Protoperidinium* % 58,3 sıklıkla en fazla gözlenen organizmalar olarak belirlendi (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Sabah 4. İstasyon'dan Alınan Örneklerde Dinoflagellatların Aylara Göre Bolluk ve Sıklık Yüzdesi (x: teşhis edilemeyen dinoflagellatlar)

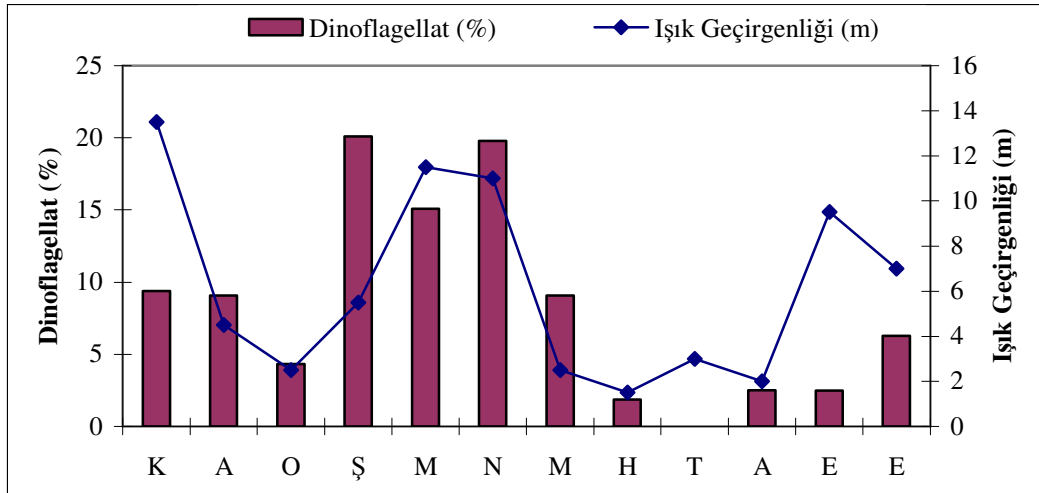
AYLAR	<i>Goniodoma</i>	<i>Ceratium</i>	<i>Gonyaulax</i>	<i>Dinophysis</i>	<i>Podolampas</i>	<i>Protoperidinium</i>	<i>Lingulodinium</i>	<i>Diplopsalis</i>	x
Kasım	6,6	76,8	6,61	3,3	6,61	-	-	-	
Aralık	6,85	45	6,85	6,85	3,42	6,85	-	-	24,1
Ocak	-	34,7	-	-	43,4	-	-	-	-
Şubat	6,2	54,7	9,38	9,38	7,78	12,4	-	-	-
Mart	13,6	33,3	13,6	2,25	10,3	22,7	8,3	-	-
Nisan	14,3	30,1	9,52	6,33	23,8	9,52	-	6,33	-
Mayıs	6,85	17,2	3,42	13,8	24,1	13,8	-	6,85	13,8
Haziran	-	33,3	33,3	-	-	-	33,3	-	-
Temmuz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ağustos	25	37,7	12,4	12,4	-	12,4	-	-	-
Eylül	-	25	25	-	-	25	25	-	-
Ekim	-	50	19,9	-	30,03	-	-	-	-
Toplam Bolluk	8,43	43	10	6,0	14,7	10,3	2,5	2,0	3,5
Toplam Sıklık	58,3	91,6	83,3	58,3	66,6	58,3	25	16,6	16,6

Akşam örneklemelerinde ise en fazla farklı dinoflagellat türlerinin gözlendiği aylar Şubat, Mart, Nisan ve Haziran aylarıdır (Çizelge 4.4). *Gonyaulax* Eylül ayında (%85,11), *Ceratium* Ekim ayında (%63,2) diğer dinoflagellatlar içerisinde en bol organizma gruplarını oluşturmuşlardır. Bununla birlikte *Ceratium* %88,8 *Gonyaulax* %77,7 sıklıkla en sık gözlenen organizmalar olarak belirlendi. (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Akşam 4. İstasyon'dan Alınan Örneklerde Dinoflagellatların Aylara Göre Bolluk ve Sıklık Yüzdesi

AYLAR	<i>Goniodoma</i>	<i>Ceratium</i>	<i>Gonyaulax</i>	<i>Dinophysis</i>	<i>Podolampas</i>	<i>Protoperdinium</i>	<i>Lingulodinium</i>
Şubat	4,43	50	8,87	12,2	15,54	8,87	-
Mart	10,3	24,1	20,7	22,4	-	13,7	8,6
Nisan	14,2	17,1	5,67	22,8	17,1	22,8	-
Mayıs	9,02	9,02	9,02	18,1	54,7	-	-
Haziran	7,1	14,28	10,74	3,54	50,05	14,28	-
Temmuz	-	-	-	-	-	-	-
Ağustos	-	12,4	37,5	-	-	12,4	37,5
Eylül	-	9,92	85,11	4,96	-	-	-
Ekim	-	63,2	-	26,2	10,4	-	-
Toplam Bolluk	6,78	30,71	16,78	15,35	17,85	10,35	2,14
Toplam Sıklık	55,5	88,8	77,7	77,7	55,5	55,5	22,2

Sabah 4. istasyondaki ışık geçirgenliği ilkbahar aylarında yüksek olarak tespit edilmiştir. Mart ve Nisan aylarında yüksek dinoflagellat yoğunluğuna rağmen ışık geçirgenliğinin yüksek çıkması örneklem zamanının yüksek ışık şiddeti ve deniz suyunun durgunluğundan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yaz döneminde dinoflagellat yoğunluğunda bir artış gözlenmezken, tespit edilen düşük ışık geçirgenliğinde buharlaşma ile sudaki madde yoğunluğunun artması ve kirleticilerin önemli rolü olabilir (Şekil 4.15).

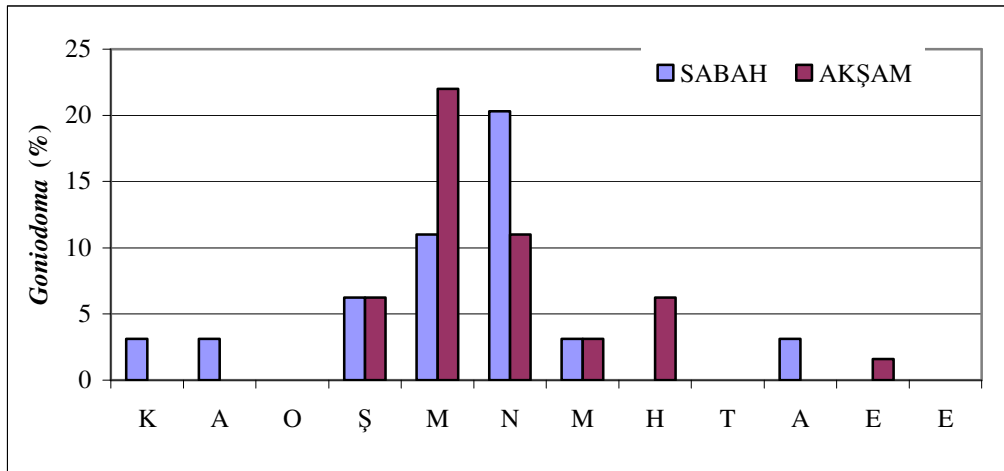


Şekil 4.15. Dinoflagellat Dağılımına Bağlı Olarak Işık Geçirgenliğinin Değişimi (4. İstasyon)

4.2.1. *Goniodoma* Cinsi Bireylerinin Günlük, Aylık ve İstasyonlara Göre Yüzde Dağılımı

Yapılan çalışmada *Goniodoma* cinsine ait bir tür tespit edilmiş ve tür adı belirlenemediğinden *Goniodoma* sp. olarak adlandırılmıştır (Ek 2). *Goniodoma* sp. gözlenen toplam organizmalar içinde tüm aylar bazında önemli bir yer oluşturmaz iken, TORRES (2002)'in yaptığı çalışmada *G. polyedricum* (%16,1) türünün gözlenen dinoflagellat içerisinde ikinci en yoğun organizma olduğu belirtilmiştir.

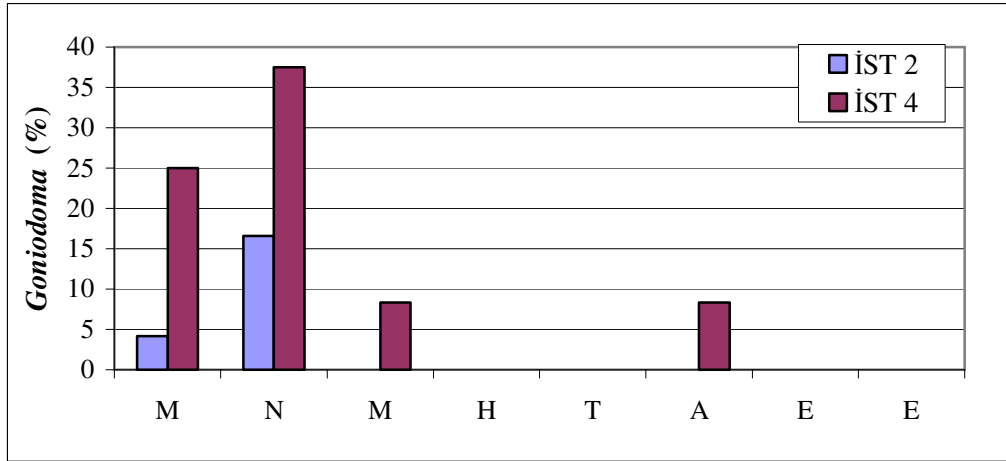
Günlük dağılıma bakıldığında sabah örneklemelerinde *Goniodoma* sp. Ocak, Haziran, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında rastlanmazken (Şekil 4.16) bu aylarda, ortamın çözünmüş oksijeni düşük ve ortama başka türlerin hâkim olduğu gözlemlendi. Yıl boyunca *Goniodoma* sp. yüzdesi sabah örneklemelerinde en yüksek Nisan (%21,6) ayında, akşam örneklemelerinde ise Mart (%23,3) ayında tespit edildi (Şekil 4.16). ŞALCIOĞLU (2000)'nun Marmara Denizi'nde yaptığı çalışmada ise *Goniodoma* cinsine ait sadece *G. polyedricum* türüne rastlanılmış ve bu türün Temmuz ve Ağustos aylarında gözlemlendiği rapor edilmiştir.



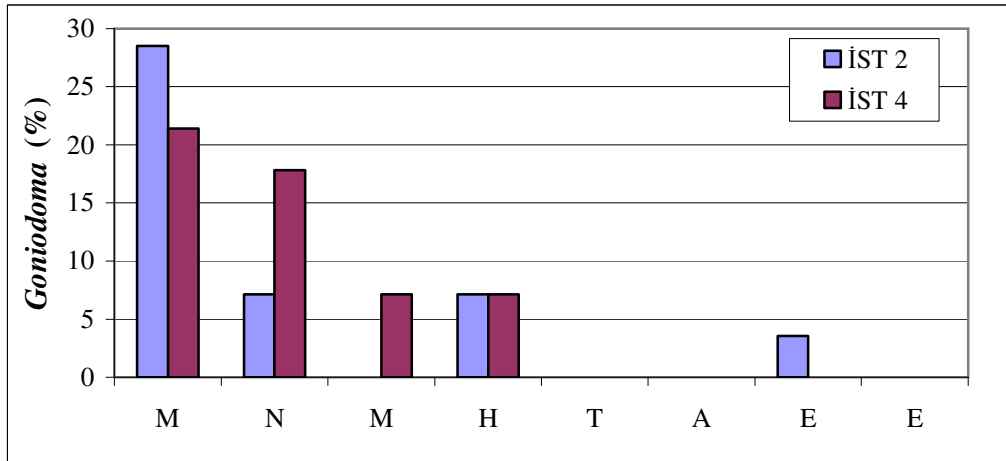
Şekil 4.16. Sabah ve Akşam 2. ve 4. istasyondan alınan örneklerde ortalama *Goniodoma* sp.'nin Dağılım Yüzdesi

İstasyonlara göre *Goniodoma* sp.'nin dağılım yüzdesi incelendiğinde açık istasyondan alınan su örneklerinde bu organizmaya daha fazla rastlandı (Şekil 4.17, 4.18) Sabah 4. istasyondan alınan su örneklerinde *Goniodoma* sp. sekiz ayın dört ayında gözlemlendiğinden sıklık oranı %50 olarak belirlendi. 2. istasyonda ise sadece Mart ve

Nisan ayında olmak üzere *Goniodoma* sp.'nin bulunma sıklığı % 25 olarak tespit edildi (Şekil 4.17). Elde edilen sonuçlara göre bu organizmanın denizin kıyı kesimlerinden ziyade açık suları tercih ettiği söylenebilir. Hem sabah hem akşam örneklerinde her iki istasyonda da *Goniodoma* sp. ilkbahar aylarında gözlenirken yaz aylarında bu organizmaya pek rastlanmadı (Şekil 4.17 ve 4.18).



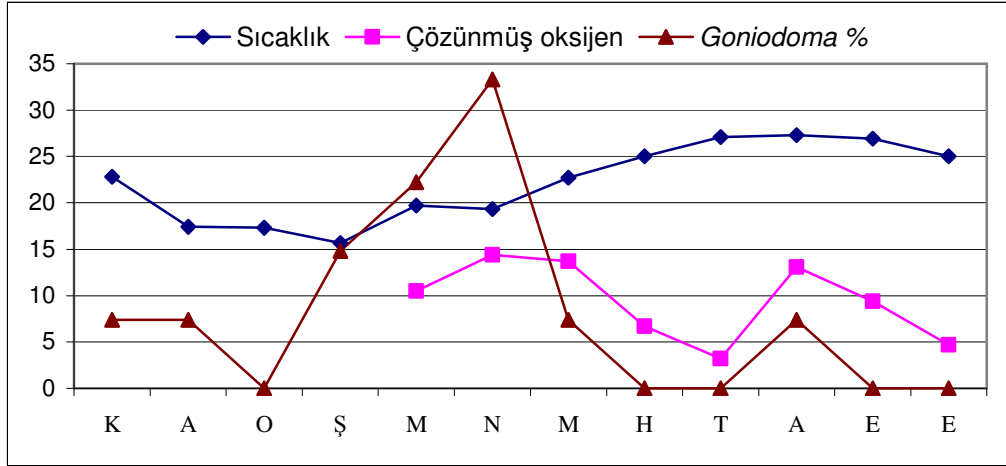
Şekil 4.17. Sabah Örneklerinde İstasyonlara Göre *Goniodoma* sp.'nin Dağılım Yüzdesi



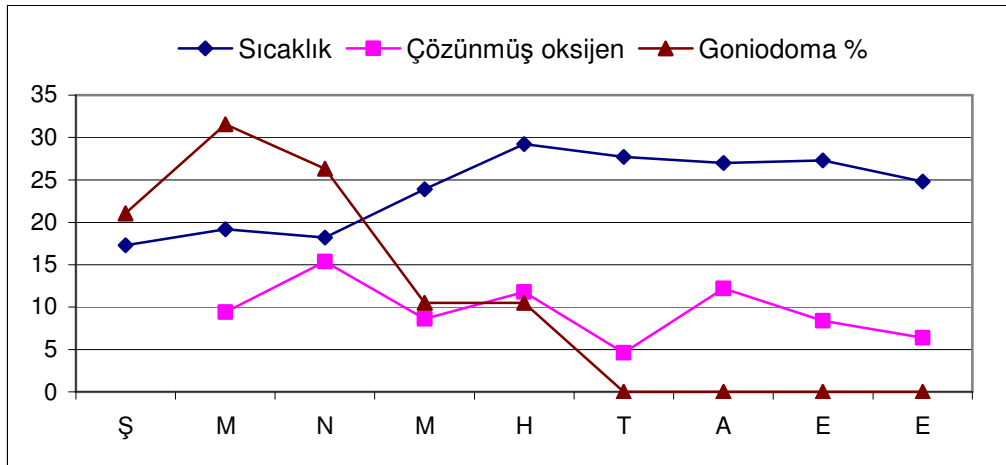
Şekil 4.18. Akşam Örneklerinde İstasyonlara Göre *Goniodoma* sp.'nin Dağılım Yüzdesi

Şekil 4.19 da 4. istasyonda *Goniodoma* sp.'nin ortamın fizikokimyasal parametreler ile ilişkisine bakıldığında, çözünmüş oksijen ve *Goniodoma* sp. yüzdesi arasında istatistiksel olarak önemli olmamakla beraber pozitif bir korelasyon bulundu ($r=0.66$; $p>0.05$). Akşam alınan su örneklerinde ise sıcaklık ile *Goniodoma* yüzdesi

arasında negatif bir korelasyon saptandı ($r=-0.83$; $p<0.005$). Bu nedenle *Goniiodoma* sp. sıcaklığın düşük, çözünmüş oksijenin yüksek olduğu ortamları tercih ettiği söylenebilir (Şekil 4.20).



Şekil 4.19. Sabah 4. İstasyondan Alınan Su Örneklerinde Sıcaklık, Çözünmüş oksijen ve *Goniiodoma* sp. ilişkisi

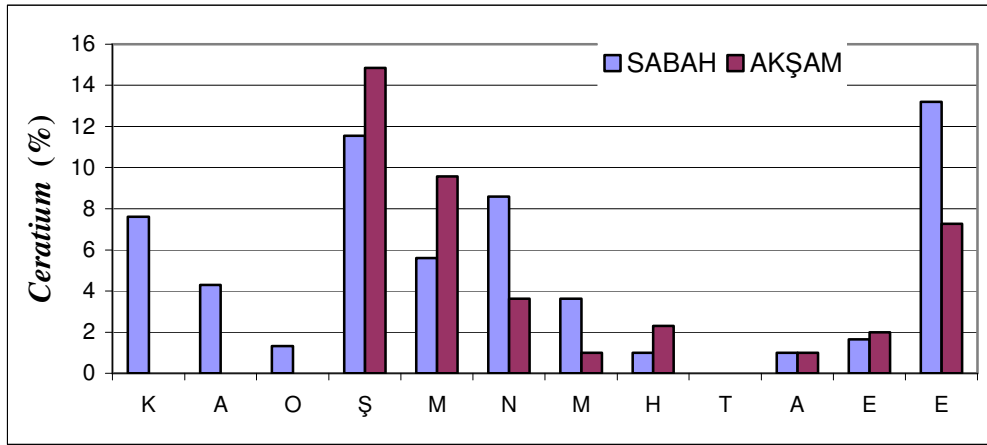


Şekil 4.20. Akşam 4. İstasyondan Alınan Su Örneklerinde Sıcaklık, Çözünmüş oksijen ve *Goniiodoma* sp. ilişkisi

4.2.2. *Ceratium* Cinsi Bireylerinin Günlük, Aylık ve İstasyonlara Göre Dağılım Yüzdesi

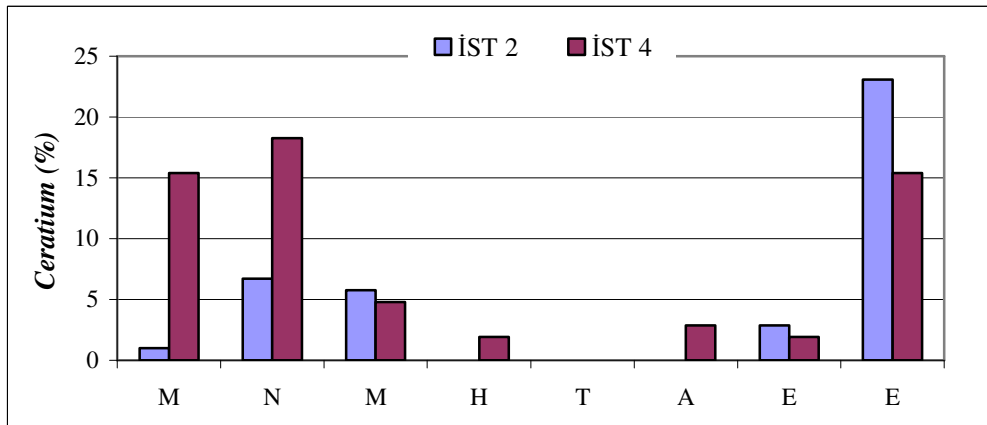
Yapılan çalışmada *Ceratium* cinsine ait birden fazla tür tespit edilmiştir (Ek 3). Dinophyceae sınıfından olan *Ceratium* cinsi bireyleri dinoflagellatlar içinde yıl boyunca en bol ve sık rastlanan organizma grubunu oluşturmuştur (Çizelge 4.3 ve 4.4).

Günlük dağılıma bakıldığında *Ceratium* cinsi bireyleri sabah %91,6 akşam %88,8 sıklıkla gözlemlendi. En yüksek *Ceratium* yüzdesi sabah örneklerinde Ekim (%13,2) ve Şubat (%11,55) aylarında, akşam örneklerinde ise Şubat (%14,85) ve Mart (%9,57) aylarında gözlemlendi (Şekil 4.21). *Ceratium* cinsi üyelerinin genel olarak sonbahar ve ilkbahar mevsiminde daha fazla gözlemlendiği tespit edildi. Bu durum POLAT ve ark. (2000)'nın İskenderun körfezinde yaptıkları çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir.



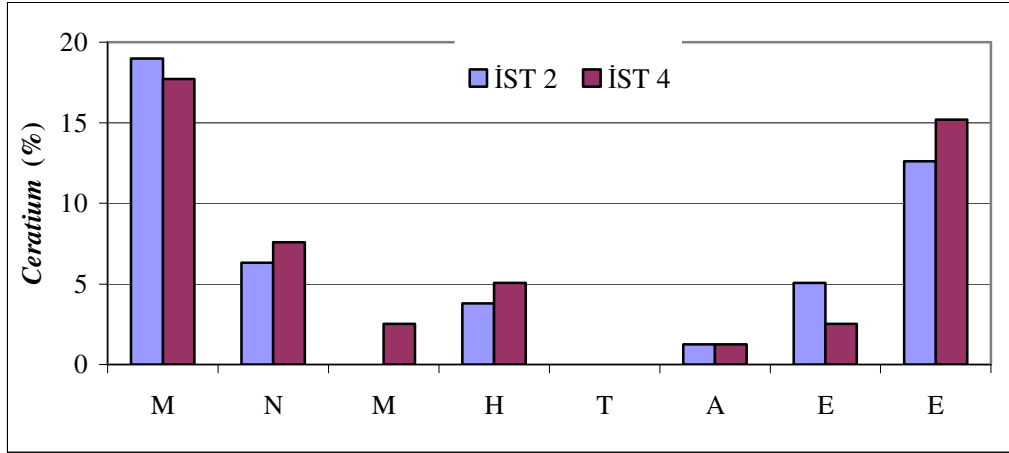
Şekil 4.21. Sabah ve Akşam 2. ve 4. İstasyondan Alınan Örneklerde Ortalama *Ceratium* spp.'nin Dağılım Yüzdesi

İstasyonlara göre dağılım yüzdesi incelendiğinde 2. istasyondan alınan su örneklerinde *Ceratium* cinsi bireyleri en yüksek Ekim ayında (%23,07) gözlenirken, 4. istasyondan alınan su örneklerinde ise Nisan ayında (% 18,26) daha fazla gözlemlendi (Şekil 4.22). İstasyonlar arası sıklık değerleri incelendiğinde *Ceratium* bireylerine açık istasyonda (% 87,5) kıyı istasyona (% 62,5) göre daha sıklıkla rastlanıldı.



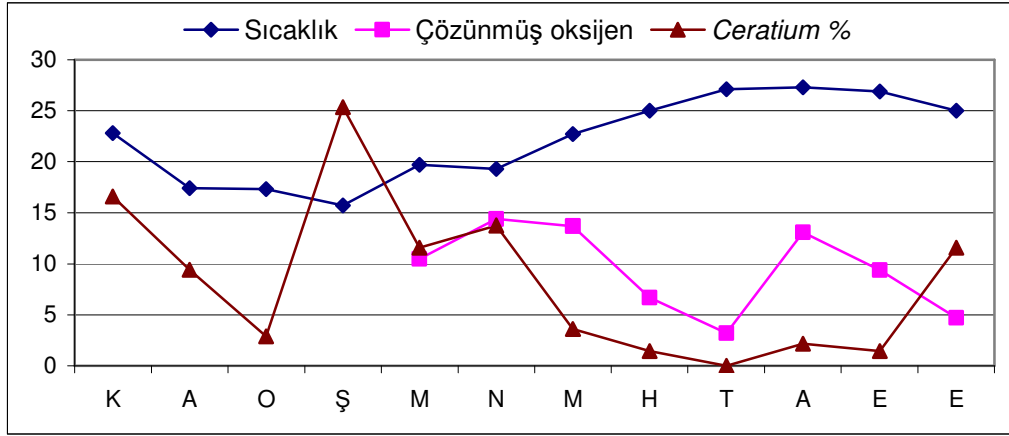
Şekil 4.22. Sabah Örneklerinde İstasyonlara Göre *Ceratium* spp.'nin Dağılım Yüzdesi

Akşam açık ve kıyı istasyonlarından alınan su örneklerinde her iki istasyonda da *Ceratium* cinsi bireyleri Mart ve Ekim aylarında daha fazla gözlemlendi (Şekil 4.23). *Ceratium* cinsi bireylerine açık istasyonda %87,5 sıklıkla kıyı istasyona göre daha sık rastlanıldı.

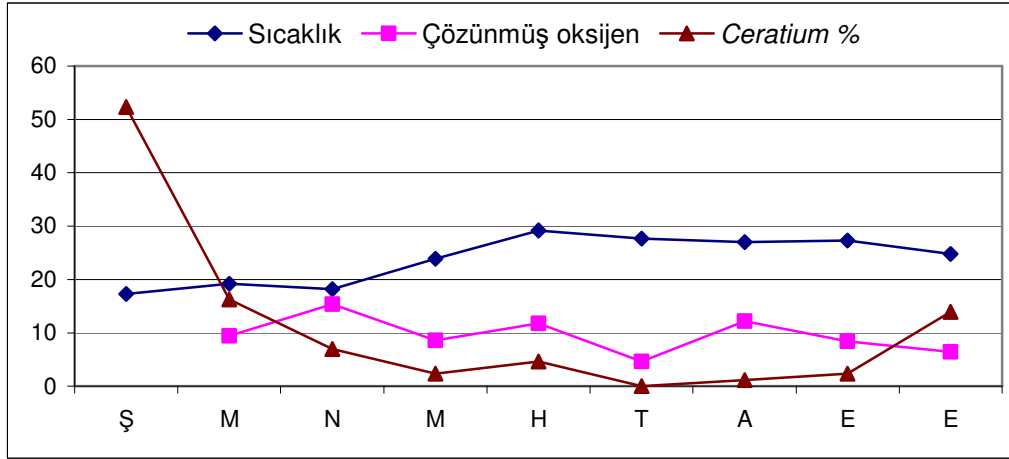


Şekil 4.23. Akşam Örneklerinde İstasyonlara Göre *Ceratium* spp.'nin Dağılım Yüzdesi

Ceratium cinsi bireylerinin yüzde dağılım değerleri ile fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkiye bakıldığında sabah ($r=-0.63$; $p<0.05$) ve akşam $r=-0.68$; $p<0.05$) açıktan alınan su örneklerinde *Ceratium* ile sıcaklık arasında negatif bir korelasyon saptandı. Genel olarak bakıldığında *Ceratium* cinsi bireylerinin geniş sıcaklık aralığında yaşayabildiği, bununla birlikte sıcaklığın düşük olduğu ortamlarda daha fazla bulunduğu gözlemlendi (Şekil 4.24 ve 4.25). Buna göre *Ceratium* cinsi bireylerinin fizikokimyasal parametrelere karşı toleransının fazla olduğu söylenebilir. Bu konuyla ilgili olarak GRAHAM (1941) da *Ceratium* türlerinin coğrafik dağılışında özellikle sıcaklığın etkili olduğu ve bu türlerin yıl içindeki sıcaklık değişikliklerinden fazla etkilenmediği ve geniş sıcaklık aralıklarında yaşayabildiklerini belirtmiştir.



Şekil 4.24. Sabah 4. İstasyondan Alınan Su Örneklerinde Sıcaklık, Çözünmüş oksijen ve *Ceratium* spp. İlişkisi



Şekil 4.25. Akşam 4. İstasyondan Alınan Su Örneklerinde Sıcaklık, Çözünmüş oksijen ve *Ceratium* spp. İlişkisi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Zararlı algler üzerine çok az çalışma yapılmış olan Doğu Akdeniz Bölgesi'nde zararlı fitoplankton türlerinin ve onların dağılımları üzerine etkili olan ortam koşullarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma ile ortamın biyolojik çeşitliliğine katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

Her tür veya organizma grubunun fiziksel ve kimyasal parametrelere karşı bir tolerans kapasitesi vardır. Bu tolerans ölçüsünde farklı canlıların ortamdaki dağılımı da değişir.

Doğu Akdeniz Çevik Bölgesi'nde yapılan çalışmada toplam dinoflagellatların günlük dağılımında en yüksek dinoflagellat dağılım yüzdesine hem sabah hem de akşam örneklemelerinde Şubat, Mart ve Nisan aylarında daha fazla rastlanıldı. Kış aylarının sonu ve ilkbahar aylarının başında dinoflagellat yoğunluğu daha fazla gözlenirken yaz aylarına doğru dinoflagellat yoğunluğunda bir düşüş saptandı. İstasyon bazında incelendiğinde, sabah örneklemelerinde kıyı istasyonunda dinoflagellat dağılım yüzdesi Ekim, Mayıs ve Haziran aylarında açık istasyona göre daha fazla gözlenirken, açık istasyonda ise Mart, Nisan ve Ağustos aylarında daha fazla gözlemlendi. Akşam örneklemelerinde ise en yüksek dinoflagellat dağılımı hem kıyı hem açık istasyonda Mart ayında gözlemlendi.

Ceratium cinsi bireylerinin günlük yüzde dağılımına bakıldığında sabah örneklerinde *Ceratium* cinsi bireylerinin dağılım yüzdesi daha fazla gözlemlendi. Sabah örneklemelerinde en yüksek *Ceratium* spp. dağılım yüzdesi Nisan, Mayıs ve Ekim aylarında akşama göre daha yüksek gözlemlendi. İstasyonlar bazında ise, açık istasyondan alınan su örneklerinde daha fazla gözlemlendi. Mevsimsel olarak genellikle sonbahar ve ilkbahar mevsiminde artış gösterdiği tespit edildi.

Sabah örneklemelerinde toplam dinoflagellatlar içinde *Ceratium* spp. Kasım ayında en baskın grubu oluştururken, *Goniodoma* sp. Ağustos ayında en baskın grubu oluşturmuştur. Yıl boyunca *Goniodoma* sp. dağılım yüzdesi sabah örneklemelerinde en yüksek Nisan ayında, akşam örneklemelerinde ise Mart ayında tespit edildi. İstasyonlar arasında, açık istasyondan alınan su örneklerinde *Goniodoma* sp. %50 sıklıkla gözlenirken, kıyı istasyonda ise sadece Mart ve Nisan ayında gözlenen *Goniodoma* sp.'nin bulunma sıklığı % 25 olarak belirlendi. Bununla birlikte hem sabah hem de

akşam örneklemelerinde her iki istasyonda da *Goniodoma* ilkbahar aylarında gözlenirken yaz aylarında bu organizmaya pek rastlanmadı.

Doğu Akdeniz Çevlik Bölgesi'nde *Ceratium* ve *Goniodoma* cinsi bireyleri dağılım bakımından bir tehlike oluşturmamaktadır. Bu durum özellikle hemen her ayda fazla olarak bulunan *Ceratium* cinsi ve daha az bulunmasına rağmen *Goniodoma* cinsi bireylerinin sonraki yıllarda tehlike oluşturmayaacağı anlamına gelmez. Bu yüzden bu cinslere ait türlerin belirlenerek özellikle sonbahar ve ilkbahar aylarında takip edilmesi önerilir.

Ortamın fiziksel ve kimyasal özellikleri bu bölge için normal standart sınırlar içinde belirlendi. Sabah alınan su örneklerinde çözünmüş oksijen ile *Goniodoma* sp. yüzdesi arasında az da olsa pozitif bir korelasyon gözlenirken, akşam alınan su örneklerinde ise sıcaklık ile *Goniodoma* sp. arasında negatif bir korelasyon tespit edildi. Bu nedenle *Goniodoma* sp.'nin sıcaklığı düşük, çözünmüş oksijeni yüksek olan ortamları tercih ettiği söylenebilir. Bununla birlikte hem sabah hem akşam alınan su örneklerinde de *Ceratium* spp. ile sıcaklık arasında negatif korelasyon saptandı. Buna göre *Ceratium* bireylerinin genellikle soğuk suları tercih ettiği söylenebilir.

Bu bilgilere ek olarak, yapılan mikroskobik gözlemlerde Dinoflagellat grubundan toksik türler arasında yer alan ve DSP'ye neden olan *Lingulodinium polyedricum* (Ek 4) türü de gözlenmiş fakat aşırı birey sayısına rastlanılmamıştır.

Çevlik bölgesinde yapılan bu çalışmada tür tayini, toksin analizleri ve fitoplankton ile zooplankton arasındaki besin ilişkisi incelenememiştir. Alglerin zararlı etkilerinin türlere göre değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca zararlı maddelerin besin zinciri boyunca taşınma risklerinin bulunması onları direk olarak tüketen herbivor canlıların ortamdaki dağılımı ve yoğunluklarına bağlıdır (FAUST ve GULLEDGE 2002). Bu sebeple durumun daha net aydınlatılabilmesi için özellikle tür tayini, toksin analizi ve fito-zooplankton besin ilişkisi gibi daha detaylı çalışmalar yapılması önerilebilir.

Ortam koşullarının çeşitliliği nedeniyle ancak detaylı bir çalışma sonucunda, ortam dinamiği tanımlanarak ortamdaki zararlı ve/veya zehirli alg üremeleri tespit edilebilir ve müdahalesi mümkün olabilir. Bu nedenlerden dolayı bu çalışma Hatay ili ve çevresinde bu ve buna benzer çalışmaların arttırılmasının teşvik edilmesi ve gelecekte bu konuda yapılacak yeni çalışmalara temel teşkil etmesi açısından önemlidir.

KAYNAKLAR

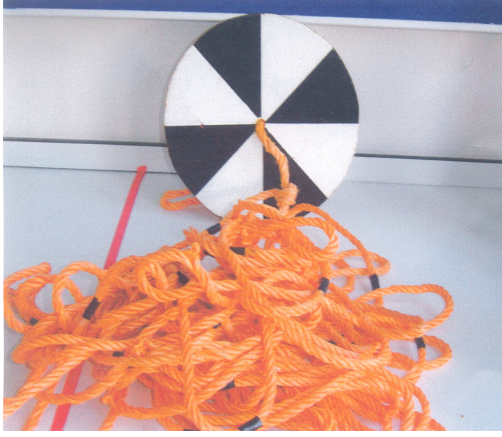
- ANDERSON, D.M., 1994. **Red Tides**, Scientific American. Vol. 271: 52-58
- ANTON, A., ALEXANDER, J., ESTIM, A., 2000. **Harmful Algal Blooms In Malaysia: Revisiting Kimanis Bay**. Ninth Conference on Harmful Algal Blooms Tasmania.
- ANONİM, 1998. **Akdenizi Kirlenmeye Karşı Koruma Sözleşmesi**. T.C. Baş. Devlet Arşivleri Gn. Md. Dök. Daire Bşk. Ankara
- ASTM, 1980. Annual Book of ASTM Standarts, Part 30 Easton, Md USA Basımevi.
- BALKIS, N., 2000. **Büyükçekmece koyu (Marmara denizi) fitoplankton türlerinin kalitatif, kantitatif yönden araştırılması ve dağılımlarını etkileyen ortam faktörleri**. İstanbul üniversitesi, Doktora tezi, 214 syf.
- CİRİK, S., GÖKPINAR, Ş., 1993. **Plankton Bilgisi ve Kültürü Ders Kitabı**. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 47, 159-178, İzmir
- DELCROIX, T., 1993. **Seasonal and interannual variability of sea surface temperatures in the Tropical Pasific, 1969-1991**. Deep-Sea Research, 40 (11-12) 2217-2228.
- EKER, E., KIDEYŞ, A.E., 2000. **Weekly variations in phytoplankton structure of a harbour in Mersin Bay (Northeastern Mediterranean)**. Turk J. Bot., 24(1):13-24.
- FAUST, A.M., GULLEDGE, R.A., 2002. **Identifying Harmful Marine Dinoflagellates**. Smithsonian Institution Contributions From the United States National Herbarium. Vol. 42 :1-144
- GELDİAY, R., KOCATAŞ, A., 2002. **Deniz Biyolojisine Giriş**. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları Serisi: 31, 116-149
- GARDINER, W.P., 1997. **Statistics for the Biosciences**. Prentice Hall. Europe 416 s.
- GRAHAM, H.W., 1941. **Anoceanographic Consideration of the Dinoflagellate Genus Ceratium**. Ecol. Monogr., 99-116
- GRANELI, E., CODD, G.A., DALE, B., LIPIATOU, E., MAESTRINI, S.Y., ROSENTHAL, H., 1998. **Harmful algal blooms in European marine and brackish waters**. Proceedings of EUROHAB Science Initiative European Initiative on Harmful Algal Blooms Kalmar, Sweden, November 1998.
- HALLEGRAEFF, G.M., 1993. **A review of harmful algal blooms and their apparent global increase**. Phycologia, 32 (2): 79-99.
-, CAUSLAND, M.A., BROWN, R.K., 1995. **Early warning of toxic dinoflagellate blooms of *Gymnodinium catenatum* in southern Tasmanian waters**. J Plankton Res 17:1163-76
-, 2002. **Aquaculturists' Guide to Harmful Australia Mikroalgae**. School of Plant Science.
- HENRIKSEN, P., CONLEY, D.J., 2004. **Frequency, composition and causes of Summer phytoplankton blooms in a shallow coastal ecosystem, the Kattegat**. Limnol. Oceanogr, 49(1): 190-201
- JOHANNESSON, B., 2005. **Ceratium-Dinoflagellates**. Aquascope.
- KITA, T., FUKUYO, Y., TOKUDA, H., HIRANO, R., 1985. **Life history and ecology of *Goniodoma pseudogoniaulax* (Pyrrhophyta) in a rockpool**. International symposium on marine plankton, Bulletin of marine science Vol. 37(2) pp. 643-651

- KORAY, T., 1992. **The toxic Red-tides Events in Izmir Bay and Their Importance in Term of The Public Health (in Turkish)**. Çevre Bülteni, 3:13-15
-, 2002. **Denizel Fitoplankton**. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:32, Bornova, İzmir
- KOCATAŞ, A., 2003. **Ekoloji Çevre Biyolojisi**. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:51 Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir
- KOUKARAS, K., NIKOLAIDIS, G., 2004. **Dynophysis blooms in Greek coastal waters**. Journal of Plankton Research, Vol.26 No:4 445-457
- METTING, B., PAYNE, J.W., 1986. **Biologically active compounds from microalgae**. Enz. Microb. Technol., 8: 386-394
- MOESTRUP, O., HANSEN, P.J., 1988. **On the occurrence of the potentially toxic dinoflagellates *Alexandrium tamarense* (=Gonyaulax excavata) and *A. ostenfeldii* in Danish and Farose waters**. Ophelia, Vol. 28(3) pp. 195-213
- MONTRESOR, M., ZINGONE, A., MARINO, D., 1993. The paratabulate resting cyst of *Alexandrium pseudogonyaulax* (Dinophyceae). (T.J. SMAYDA, Y. SHIMIZU Editör) In: **Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea**. Elsevier Science Publishers B.V. 159-164
- MURAKAMI, M., MAKABE, K., YAMAGUCHI, K., KONOSU, S., 1988. **Goniodomin A, a novel polyether macrolide from the dinoflagellate *Goniodoma pseudogoniaulax***. Tetrahedron letters, Vol. 29(10), pp. 1149-1152
-, YAMAGUCHI, K., 1989. **Biologically active compounds of microalgae, with special reference to a novel antifungal polyether macrolide from the dinoflagellate, *Alexandrium hiranoi***. Program of the first international marine biotechnology conference (IMBC'89) p.27
- NOOR, N.M., ANTON, A., NOOR, N.M., ALEXANDER J., 2000. **Biodiversity of HABs (Order Prorocentrales, Dinophysiales and Gonyaulacales) of Sabah, Malaysia**. Tenth Conference on Harmful Algal Blooms Tasmania.
- OLSENG, C.D., NAUSTVOLL, L.J., PAASCHE, E., 2002. **Grazing by the heterotrophic dinoflagellate *Protoperdinium steinii* on a *Ceratium* bloom**. Marine Ecology Progress Series, Vol. 225:161-167
- ÖZEL, İ., 1992. **Planktonoloji, Plankton Ekolojisi ve Araştırma Yöntemleri**. Ege Üniversitesi Fen Fak. Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı Yayınları, 145-270 Bornova, İzmir
- POLAT, S., SARIHAN, E., KORAY, T., 2000. **Seasonal changes in the phytoplankton of the northeastern Mediterranean (Bay of Iskenderun)**. Turk. J. Bot., 24(1):1-12.
-, IŞIK, O., 2002. **Phytoplankton Distribution, Diversity and Nutrients at the North-eastern Mediterranean Coast of Turkey (Karataş- Adana)**. Turk J. Bot., 26: 77-86
- RUNGSUPA, S., 2000. Synopsis on "Shift of *Noctiluca scintillas* to *Ceratium* spp. In the red-tide plankton Communities along the East Coast of the Upper Gulf of Thailand: 1996-2000"
- SEVCİK, C., MIJARES, A.J., BARBOZA, C.A., SAAVEDRA, J.A., 1985. **Ichthyotoxism by a paralytic toxin produced by marine dinoflagellates of the genus *Ceratium*: Relationship to fraction β isolated from the sponge *Tedania ignis***. Toxicon, 23(2) 221-233 Venezuela.

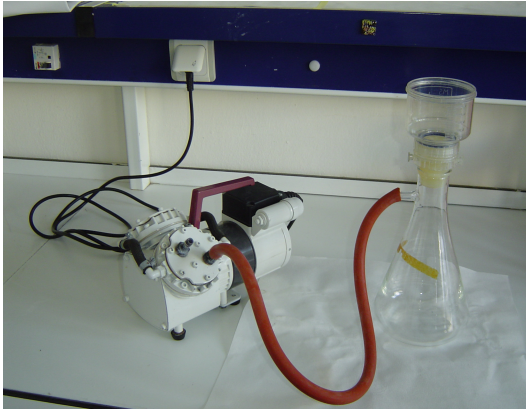
- SHAW, B.A., ANDERSEN, R.J., HARRISON, P.J., 1997. **Feeding deterrent and toxicity effects of apo-fucoanthinoids and phycotoxins on a marine copepod (*Tigriopus californicus*)**. Mar. Biol., 128: 273-280
- SMALLEY, G.W., COATS, D.W., 2002. **Ecology of the red-Tide Dinoflagellate *Ceratium furca*: Distribution, Mixotrophy and Grazing Impact on Ciliate Populations of Chesapeake Bay**. The Journal of Eukaryotic Microbiology, 49(1):63-73
- SMAYDA, T.S., 1989. Primary production and the global epidemic of phytoplankton blooms in the sea: a linkage?. (E.M. COSPER, Editör) In: **Novel phytoplankton blooms. Causes and impacts of recurrent brown tides and other unusual blooms**. Springer, p 449-483
- STEIDINGER, K. A., TANGEN, K., 1997. Dinoflagellates. (C.R. TOMAS, Editör). In: **Identifying Marine Phytoplankton**. A division of Harcourt Brace Company, Academic Press, 387-584, San Diego, USA.
- ŞALCIOĞLU, A.Ş., 2000. **Marmara Denizi'nin mevsimlik fitoplankton dağılımının incelenmesi**. İstanbul üniversitesi, Yüksek lisans tezi, 109 syf.
- ŞİŞLİ, M.N., 1999. **Ekoloji**. Gazi Kitabevi, Syf 492.
- TAYLOR, FJR., 1976. **Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition**. Bibliotheca Botanica, Stuttgart 132:234 p.
- TEEGARDEN, G.J., CEMBELLA, A.D., 1996. **Grazing of toxic dinoflagellates, *Alexandrium spp.*, by adult copepods of coastal Maine: Implications for the fate of paralytic shellfish toxins in marine food webs**. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 196: 145-176.
- TERAO, K., ITO, E., MURAKAMI, M., YAMAGUCHI, K., 1989. **Histopathological studies on experimental marine toxin poisoning-III. Morphological changes in the liver and thymus of male ICR mice induced by goniodomin A isolated from the dinoflagellate *Goniodoma pseudogonyaulax***. Toxicon, Vol.27(2), pp. 269-271
-, ITO, E., YASUMATO, T., YAMAGUCHI, K., 1990. Enterotoxic, hepatotoxic and immunotoxic effects of dinoflagellate toxins on mice. (E. GRANELİ, B. SUNDSTROEM, L. EDLER, D.M. ANDERSON, Editör). In: **Toxic marine phytoplankton**. pp. 418-423, Japan.
- TORRES, G., 2002. **Distribucion del plancton en el mar ecuatoriano durante septiembre/2001**. Acta Oceanografica del Pacifico (En Prensa). Trabajo presentado en las Jornadas Nacionales de Biologia de noviembre/2001.
- TURNER, J.T., TESTER, P.A., 1997. **Toxic marine phytoplankton, zooplankton grazers, and pelagic food webs**. Limnology Oceanogr., Vol. 42: 1203-1214.
-, DOUCETTE, G.J., POWELL, C.L., KULIS, D.M., KEAFER, B.A., ANDERSON, D.M., 2000. **Accumulation of red tide toxins in larger size fractions of zooplankton assemblages from Massachusetts Bay, USA**. Mar Ecol Prog Ser, 203:95-107
- VAN DOLAH, F.M., 2000. **Marine algal toxins: Origins, health effects, and their increased occurrence**. Environ Health Perspectives 108(supplement 1):133-141
- YUKI, K., FUKUYO, Y., 1992. ***Alexandrium-satoanum* New Species Dinophyceae from Matoya Bay Central Japan**. Journal of phycology, Vol. 28(3) pp. 395-399.

EKLER

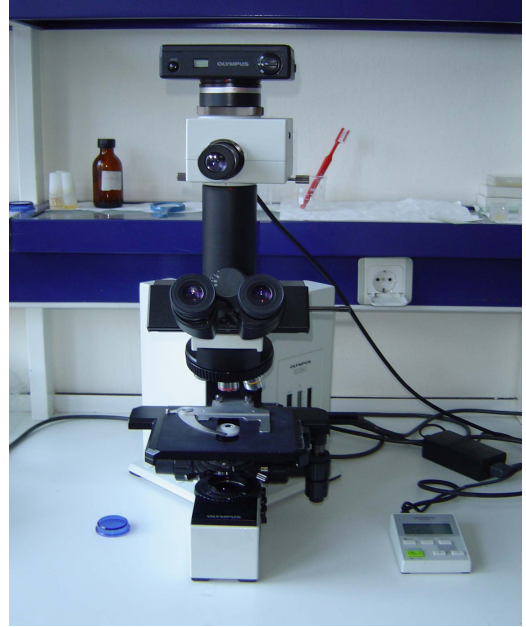
EK 1. Çalışmada Kullanılan Materyallerin Fotoğrafları



Secchi Disk



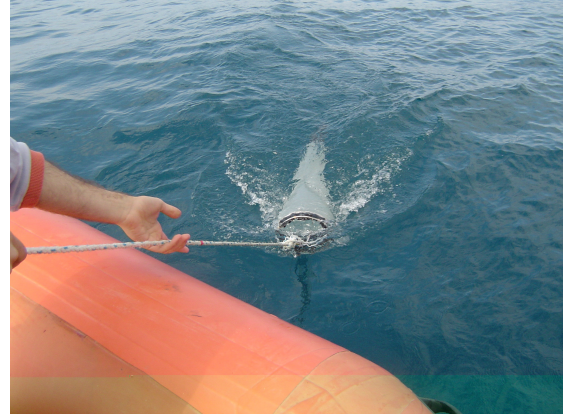
Filtrasyon Aleti



Işık Mikroskobu



Örnekleme Botu



Plankton Kepçesi ile örnek alımı

EK 2. Çalışmada Tespit Edilen *Goniodoma* sp. Fotoğrafları
(Farklı Açılardan Çekilmiş, 40x büyütme)



↔ 60 μ m ↑ 62,4 μ m



↔ 57,6 μ m ↑ 55,2 μ m

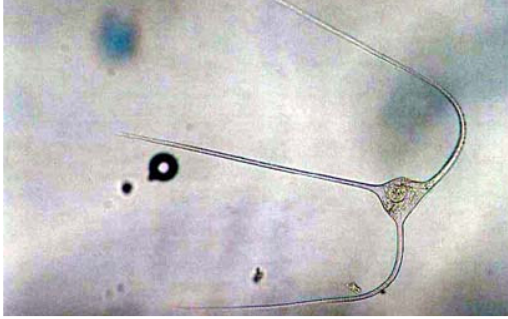


↔ 60 μ m ↑ 57,6 μ m



↔ 38,4 μ m ↑ 36 μ m

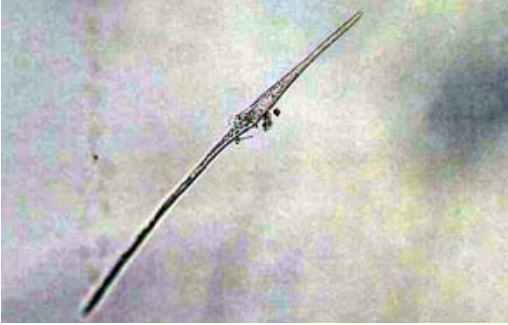
EK 3. Çalışmada Tespit Edilen *Ceratium* spp. Fotoğrafları
(40x büyütme)



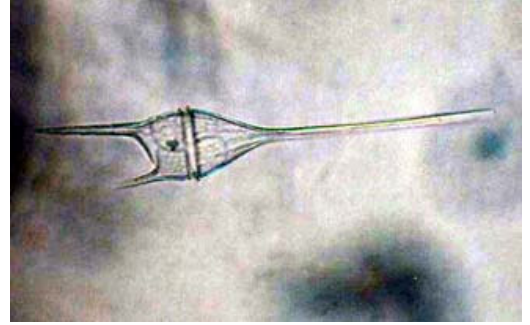
3a



3b



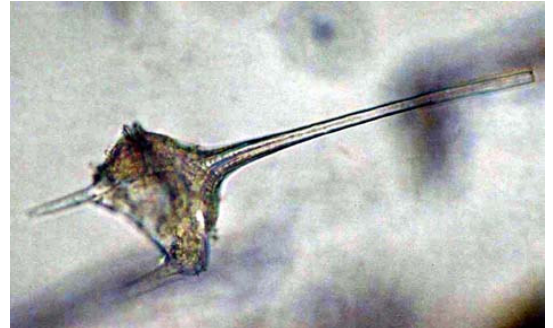
3c



3d



3e



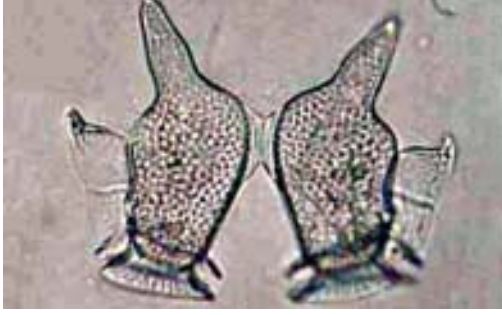
3f



3g

EK 4. Çalışmada Tespit Edilen Diğer Dinoflagellat Fotoğrafları

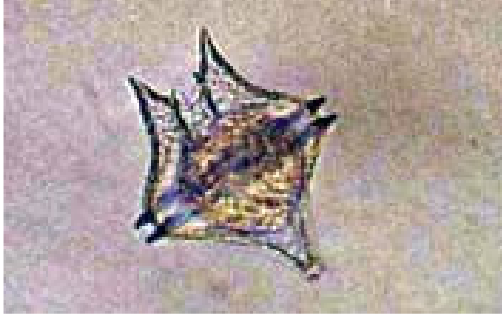
(a. *Dinophysis* spp. x40, b. *Lingulodinium polyedricum* x40, c. *Protoperidinium* spp. x40, d. *Podolampas* spp. x40, e.f. *Gonyaulax* spp. x40, g. *Diplopsalis lenticula* x40)



a



b



c



d



e



f



g

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Hatay ilinin Antakya ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı ilçede tamamladım. 1999 yılında girdiğim Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 2003 yılında Biyolog ünvanı ile bölüm ikincisi olarak mezun oldum. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans'a başladım. 2005 yılının Mart ayında Mustafa Kemal Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Merkez Laboratuvarında Sözleşmeli Biyolog olarak işe başladım. Halen aynı hastanede göreve devam etmekteyim.