

**CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İZMİR KÖRFEZİ'NDE  
MODERN DİNOFLAGELLAT KİSTLERİNİN  
DAĞILIMININ İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Serdar UZAR**

**Anabilim Dalı : Biyoloji**

**Programı : Hidrobiyoloji**

**MANİSA 2010**

**CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İZMİR KÖRFEZİ'NDE  
MODERN DİNOFLAGELLAT KİSTLERİNİN  
DAĞILIMININ İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı**

**Serdar UZAR**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03 Haziran 2010**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Haziran 2010**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Hilal AYDIN**

**Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Tufan KORAY  
Yrd. Doç. Dr. Şükran YILDIZ**

**MANİSA 2010**

## İÇİNDEKİLER:

<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>III</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b>	<b>V</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b>	<b>VI</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	<b>VII</b>
<b>ÖZET</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>IX</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>10</b>
<b>2. TEORİK BİLGİ</b>	<b>14</b>
2.1. Dinoflagellatların Genel Özellikleri	14
2.2. Dinoflagellatların Hayat Döngüsü ve Kistlerin Ekolojik Önemleri	15
2.3 Kist Çalışmaları ve Önemi	19
2.4. Dinoflagellat Kistlerinin Tanımsal Terminolojileri	20
2.4.1. Kist Morfolojisi	22
2.4.2. Duvar Rengi	24
2.4.3. Yüzey Süsleri	24
2.4.4. Arkeopil Tipleri	25
2.5. Zararlı Deniz Dinoflagellatlarının Tanımlanması	27
2.6. İzmir Körfezinde Daha Önce Yapılmış Olan Dinoflagellat Çalışmaları	28
<b>3. MATERYAL VE METOD</b>	<b>31</b>
3.1. Çalışma Bölgesinin Özellikleri	31
3.2. Örneklem ve Analiz Yöntemleri	33
<b>4. BULGULAR</b>	<b>37</b>
4.1. Dinoflagellat Kist Türlerinin Morfolojik Özellikleri	37
4.2. Kist Türlerin Dağılımı	69
4.3. Kist Türlerin Bolluğu	71
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>79</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>88</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b>	<b>90</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>98</b>

## ŞEKİL LİSTESİ:

- Şekil 2.2.1: Dinoflagellatların Hayat Döngüsü (Matsuoka and Fukuyo, 2000) 16
- Şekil 2.2.2: *Lingulodinium machaerophorum* kistinin boş ve canlı formu (Bar= 20 µm) 17
- Şekil 2.3.1: Dinoflagellatların Pelajik Bölgedeki Döngüleri (Cho, 2000) 18
- Şekil 2.4.1: Dinoflagellatların Vejetatif Formları ve Kist Şekilleri (de Vernal and Marret, 2007) 21
- Şekil 2.4.1.1: Kist tanımlarken kullanılan kist duvar özellikleri (Matsuoka and Fukuyo, 2000) 22
- Şekil 2.4.1.2: Temel kist şekilleri: proksimet, proksimokoret, koret (Sarjeant, 1984) 23
- Şekil 2.4.2.1: Canlı hücre ve kist yapısının morfolojik karşılaştırılması (Matsuoka and Fukuyo, 2000) 24
- Şekil 2.4.3.1: Kist Yüzey ve Süs Morfolojileri 25
- Şekil 2.4.4.1: Arkeopil Tipleri (Matsuoka and Fukuyo, 2000) 26
- Şekil 3.1.1: İzmir Körfezi Genel Haritası 31
- Şekil 3.2.1: Örnekleme İstasyonlarının İzmir Körfezi'ndeki Konumları 33
- Şekil 3.2.2: Palinolojik Yöntem Uygulama Basamakları 36
- Şekil 4.1.1: *Alexandrium affine* kist tipi (Bar = 10 µm) 38
- Şekil 4.1.2: *Alexandrium catenella/tamarense* kompleksi (Bar = 15 µm) 39
- Şekil 4.1.3: *Alexandrium minutum* tip (Bar = 15 µm) 40
- Şekil 4.1.4: *Lingulodinium machaerophorum* (Deflander & Cookson) Wall (Bar = 20 µm) 41
- Şekil 4.1.5: *Operculodinium centrocarpum* (Deflander & Cookson) Wall (Bar = 15 µm) 42
- Şekil 4.1.6: *Operculodinium israelianum* (Deflander & Cookson) Wall (Bar = 15 µm) 43
- Şekil 4.1.7: *Spiniferites belerius* Reid (Bar = 10 µm) 44
- Şekil 4.1.8: *Spiniferites bentorii* (Rossignol) Wall & Dale (Bar = 10 µm) 45
- Şekil 4.1.9: *Spiniferites bulloideus* (Deflander & Cookson) Sarjent sensu Wall & Dale (Bar = 15 µm) 46
- Şekil 4.1.10: *Spiniferites cf. delicatus* (Deflander & Cookson) Sarjent sensu Wall & Dale (Bar = 10 µm) 47
- Şekil 4.1.11: *Spiniferites hypercanthus* (Rossignol) Sarjent (Bar = 20 µm) 48
- Şekil 4.1.12: *Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjent (Bar = 15 µm) 49
- Şekil 4.1.13: *Scripsiella sp1.* (Bar = 15 µm) 50
- Şekil 4.1.14: *Scripsiella sp2.* (Bar = 10 µm) 51
- Şekil 4.1.15: *Polykrikos kofoidii* (Chatton) Matsuoka (Bar = 20 µm) 52
- Şekil 4.1.16: *Polykrikos schwartzii* (Butschlii) Matsuoka (Bar = 15-10 µm) 53
- Şekil 4.1.17: *Brigantedinium asymmetricum* Matsuoka (Bar = 20 µm) 54
- Şekil 4.1.18: *Brigantedinium irregulare* Matsuoka (Bar = 20 µm) 55
- Şekil 4.1.19: *Brigantedinium simplex* Reid (Bar = 20 µm) 56
- Şekil 4.1.20: *Diplopelta parva* (Abé) Matsuoka (Bar = 15 µm) 57

- Şekil 4.1.21: *Dubridinium caperatum* (Pavillard) Elbröchter (Bar = 20 µm) 58
- Şekil 4.1.22: *Protoperidinium nudum* (Meunier) Balech (Bar = 10 µm) 59
- Şekil 4.1.23: *Protoperidinium obtosum* (Karsten) Parke & Dodge (Bar = 15 µm) 60
- Şekil 4.1.24: *Quinquecuspis concreta* (Reid) Head (Bar = 20 µm) 61
- Şekil 4.1.25: *Selenopemphix quanta* (Bradford) Matsuoka (Bar = 20 µm) 62
- Şekil 4.1.26: *Stelladinium stellatum* (Wall & Dale) Reid (Bar = 20 µm) 63
- Şekil 4.1.27: *Votadinium calvum* Reid (Bar = 15 µm) 64
- Şekil 4.1.28: *Votadinium spinosum* Reid (Bar = 15 µm) 65
- Şekil 4.1.29: *Xandarodinium xanthum* Reid (Bar = 20 µm) 66
- Şekil 4.1.30: Tip A (Bar= 20 µm) 67
- Şekil 4.1.31: Tip B (Bar= 15 µm) 68
- Şekil 4.3.1: Ototrofik ve Heterotrofik türlerin istasyonlardaki konsantrasyon oranları 71
- Şekil 4.3.2: Gonyaulacales, Peridinales ve Gymnodinales ordolarının toplam konsantrasyon oranları 74
- Şekil 4.3.3: Gonyaulacales, Peridinales ve Gymnodinales ordolarının istasyonlara göre konsantrasyon oranları 74
- Şekil 4.3.4: *Lingulodinium machaerophorum* kistininin toplam konsantrasyon oranı 75

## **ÇİZELGE LİSTESİ:**

Çizelge 3.1.1: 1998-2008 yılları arasında körfezdeki sıcaklık ve tuzluluk değerleri 32

Çizelge 3.2.1: Çalışma bölgesinde seçilen istasyonların konumları, derinlikleri ve sediment tipi  
34

Çizelge 4.1.1: Kist türlerinin paleontolojik ve biyolojik isimleri 37

Çizelge 4.2.1: Türlerin istasyonlara göre dağılımları 69

Çizelge 4.3.1: Kist Türlerinin Hesaplanmış konsantrasyon oranları 72

## **KISALTMALAR LİSTESİ:**

ASP: Amnesic Shellfish Poisoning

AZP: Azaspiracid Shellfish Poisoning

CFP: Ciguatera Fish Poisoning

C (1, 2, 3, 4): N-sülfokarbomo toksin türevleri

dcGTX: Dekarbomilo Gonyautoksin

dcSTX: Dekarbomilo Saksitoksin

DIC: Differential Interference Contrast

DSP: Diaretic Shellfish Poisoning

GTX: Gonyautoksin

HAB: Harmful Algal Bloom

HCl: Hidroklorik asit

HF: Hidroflorik asit

NeoSTX: Neosaksitoksin

NSP: Neurolytic Shellfish Poisoning

PSP: Paralytic Shellfish Poisoning

STX: Saksitoksin

TFO Tokyo University of Fisheries Oceanography

UNESCO/IOC-HAB: United Nations Educational, Scientific and Cultural  
Organization/Intergovernmental Oceanographic Commission-Harmful Algal Bloom

VSP: Venerupin Shelfish Poisoning

## TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminde ve çalışmanın yürütülmesi sırasında beni yönlendirip yardımını, çalışma ile ilgili tecrübelerini, ilgisini ve bilgisini benden esirgemeyen, bana her türlü imkânı sunan ve paylaşan, sayın danışmanın Yrd. Doç. Dr. Hilal AYDIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma örneklerimin toplanmasında bana yardımcı olan Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Baha BÜYÜKİŞİK ve ekibine, örneklerimin hazırlanması sırasında benden laboratuvar olanaklarını esirgemeyen Celal Bayar Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Funda DEMİRHAN, Öğretim Görevlisi Yrd. Doç. Dr. Ümran HIÇSÖNMEZ ve Yrd. Doç. Dr. Şebnem E. SÖZERLİ'ye, fotoğraflarımın düzenlenmesinde bana yardımcı olan Dr. Ersin MİNARECİ'ye, tez çalışmalarım ve yazımım sırasında yanımda olarak desteklerini benden esirgemeyen Celal Bayar Üniversitesi Arş. Görevlisi Sevilay Öztürk ULUCAY'a, Uzman Biyolog Hale GÜNER, Yüksek Lisans Öğrencisi Gözde KÜÇÜK, Gaye ÜNAL ve Celal Mert AKÇORA'ya gönül dolusu teşekkür ederim.

Bugüne kadar yaptığım bütün çalışmalarda bana maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan ve sabırla bekleyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.



## ÖZET

Dinoflagelatlar, diyatomlarla birlikte denizel fitoplanktonun en önemli gruplarından biridir. Bazı dinoflagelatlar, hayat döngülerinde zor çevresel koşullarda sağ kalabilen kalıcı bir kist üretir. Dinoflagelat kistleri yüzey suyu parametreleri (tuzluluk, sıcaklık, nütrient, birincil üretim) indikatörü olarak kullanılır ve modern dinoflagelat kistleri kısa ve uzun zaman aralıklarında yüzey suyu koşullarının değişiminin yeniden incelenmesi için bir veritabanı olabilir. Kist dağılım ve bolluk çalışmaları zararlı ve kalıcı kist üreten türlerin neden olduğu zararlı alg çoğalmalarını değerlendirmek için önemlidir.

İzmir Körfezi, Ege Denizi'nin en büyük doğal körfezlerinden biridir. Bu çalışmada, 2008-2009 yılları arasında kistlerin horizontal dağılımı ve bolluğunu belirlemek için 16 adet yüzey sediment örneği toplanmıştır. 31 dinoflagelat kist tipi (2 kist tipi literatürde daha önce tanımlanmamıştır) tanımlanmış ve 80-31532 kist/g kuru ağırlık sediment olarak kaydedilmiştir. *Lingulodinium machaerophorum*, *Polykrikos kofoidii*, *Quinquecuspsis concreta*, *Dubridinium caperatum* ve *Spiniferites bulloideus* türleri kist konsantrasyonu bakımından diğer türlerden baskındır. *Alexandrium minutum*, *A. catanella/tamarense* kompleksi, *A. affine* tip, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum* ve *Operculodinium israelianum*, *Spiniferites hypercanthus* ve *Spiniferites mirabilis* İzmir Körfezi'nde olası toksik kist türleri olarak belirlenmiştir. Daha yüksek bolluklarda bulunan bu kistlerin varlığı gelecek üremelerin tetiklenmesi ve sonraki toksik veya diğer aşırı üreme olayları için olası tohum bankası oluşturabileceğine işaret etmektedir.

İzmir Körfezi özellikle yüksek biyomaslı dinoflagelat üremeleri ve zararlı alg üremelerinin oluşmasına uygun bir ortamdır. Bu üremelerden ve bu alanın karakteristik özelliklerinden dolayı kist oluşumu ve kist konsantrasyonunun araştırmamız sonucunda yüksek olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kalıcı Kist, Ötrofikasyon, Red-tide, İndikatör Tür, Su Kalitesi, Toksik Kist.

## ABSTRACT

Dinoflagellates, together with diatoms, represent one of the most important groups in the marine phytoplankton. Some dinoflagellates produce a resting cyst which can survive harsh environmental conditions in their life cycle. Dinoflagellate cysts are used as indicators of sea surface parameters (temperature, salinity, nutrient and primer production) and modern dinoflagellate cysts can be a database to reconstruct the evolution of sea surface conditions in decadal and millennial time scales. Studies of cyst distribution and abundance is important to evaluate harmful algal blooms which harmful and resting cyst producer species cause.

Izmir Bay is one of the greatest natural bays of Aegean Sea. In this study, 16 surface sediment samples have been collected in Izmir Bay between 2008-2009 to determine horizontal distribution and abundance of the cysts. A total of 31 dinoflagellate cyst type (two cysts were unidentified in literature before) have been identified and recorded concentrations between 80-31532 cyst/g dry weight sediments. *Lingulodinium machaerophorum*, *Polykrikos kofoidii*, *Quinquecuspsis concreta*, *Duridinium caperatum* and *Spiniferites bulloideus* species are dominated over other species to cyst concentration. *Alexandrium minutum* A. *catanella/tamarense* complex, A. *affine* type, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum* and *Operculodinium israelianum*, *Spiniferites hypercanthus* and *Spiniferites mirabilis* potentially toxic cyst species were observed in the sediments of Izmir Bay. The presence of these cysts, in particular where higher abundances were found, indicates potential seedbeds for initiation of future blooms and subsequent outbreaks of toxic or other harmful events.

The Izmir Bay is especially susceptible to the formation of HABs attributed to high biomass dinoflagellate blooms. Owing to these blooms and the relative characteristic features of this area, cyst formation and concentration is high in numbers.

**Key words:** Resting Cyst, Eutrophication, Red-tide, Indicator Species, Water Quality, Toxic Cyst.

## 1. GİRİŞ

Yapılarında birbirinden farklı iki kamçı taşıyan bir hücreli ökaryotik organizmalar olan dinoflagellatlar, fitoplanktonik gruplardan olan diatom ve kokkolitoforitlerle birlikte deniz ve tatlısu ekosistemlerinde büyük öneme sahiptir. Üyelerinin çoğu denizlerde planktonik ve bentik formlar halinde bulunan, tropik ve yarı tropik sularda geniş dağılıma sahip bu grup, besleyici element zenginliği bakımından upwelling bölgelerini oluşturan denizlerin sahile yakın kısımlarında, açık okyanus ve denizlere göre daha çeşitli ve boldur. Bugün yaklaşık 2000 fosil, 2000'den fazla da yaşayan dinoflagellat türü bilinmektedir. Yaşayan türlerin yaklaşık 1550'si denizlerde dağılım gösterirken geriye kalanı da tatlı sularda bulunur (Taylor, 1987).

Bazı dinoflagellat türleri su kolonunda aşırı derecede üreyerek suyun renginin kırmızı-kahverengi görünmesini sağlarlar. Bu olaya "red tide" veya "bloom" denir. Günümüzde deniz ve tatlısu 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). Bu aşırı üremeler suda balık kırimına, kuş ve balina gibi sucul ekosistemle bağlantılı diğer canlıların ölüm ve zehirlenmelerine neden olur. Bilinen türlerin yaklaşık %10'u aşırı mikroalg üremelerine neden olurken bunların büyük bir kısmı mikroalgal toksin üretir. Üretilen bu toksinler sudaki canlılara özellikle de kabuklulara geçerek buradan da besin zinciri yoluyla insanlara kadar ulaşır ve insan sağlığını tehdit eder. Bu toksinler, Paralize edici kabuklu zehirlenmesi (**PSP**), Nörotoksik kabuklu zehirlenmesi (**NSP**), Diyaretik kabuklu zehirlenmesi (**DSP**) ve Siguatera balık zehirlenmesi (**CFP**) gibi vakalara neden olur.

Dinoflagellatlar genellikle eşeyli ve eşeysiz olarak ürerler. Eşeysiz üremede hücreler genellikle boyuna bölünür ve bölünme sonunda iki eşit hücre oluşur. Bunun yanında zoospor ve aplanospor gibi oluşumlar da görülür. Eşeyli üreme izogami veya anizogami şeklinde meydana gelir. Karanlıkta bölünme yeteneğine sahip olmalarına rağmen bu ortamda uzun süre kist oluşturmadan canlılıklarını koruyamazlar (Taylor, 1987).

Laboratuvar ve doğal ortamda yapılan çalışmalar, bazı dinoflagellatların hayat döngülerinin bir kısmını oluşturan iki farklı hareketsiz hücre oluşturabildiklerini göstermektedir: mekanik olaylar (ani ve kuvvetli darbe) sonucu oluşan **geçici (temporary) kist** ve zor ortam koşullarına dayanarak canlılıklarını devam ettirebilen ve tekrar uygun koşullarda yeni popülasyonları oluşturabilen **kalıcı (resting) kist** (Matsuoka and Fukuyo, 2000). Ekolojik açıdan baktığımızda esas öneme sahip olan kist kalıcı kisttir. Bugüne kadar 200'den fazla deniz dinoflagellatının kalıcı kist ürettiği bildirilmiştir (Head, 1996). Kist oluşturan türlerden 16'dan fazlasının red-tide neden olduğu ve 7'sinin toksik olduğu bilinmektedir (Matsuoka and Fukuyo, 2000).

Yapılan çalışmalar, kistlerin denizel ekosistem araştırmalarında, evrimsel süreçte, bir bölgede iklim değişikliklerini saptamada, indikatör olarak deniz kirliliği ve ötrofikasyonu belirlemede, kist bolluklarını hesaplayarak bölgede olabilecek aşırı üremeleri tahmin etmede ve jeolojik araştırmalarda (fay hatlarının tespiti gibi) kullanıldığını göstermektedir (Nehring, 1993; Head, 1996; Dale et al., 1999; Matsuoka, 1999; Dale, 2001). Kist oluşturma, dinoflagellatların hayat döngülerinde canlılıklarını sürdürmek için önemli bir olaydır. Çünkü uygun olmayan ortam koşulları altında canlı, kist oluşturarak hayatta kalabilir ve zorunlu bir dinlenme döneminden sonra ortam koşulları tekrar uygun duruma döndüğünde kistten çıkarak yeni popülasyonları oluşturabilir. Bu yüzden modern dinoflagellat kist çalışmalarını, dinoflagellatların su ekosistemindeki yerlerini anlamak için günümüzde birçok bilim adamı tarafından yapılmaktadır. Yaygın olarak çalışılan ülkeler sırasıyla: Birleşmiş Milletler, Japonya, Avustralya, Yeni Zelanda, Avrupa, Çin, Hindistan, Rusya ve diğer bölgeler (Wall and Dale, 1968; Pospelova et al., 2004; Mudie and Rochon, 2001; Matsuoka 1999; Bolch and Hallegraff, 1990; Sonneman and Hill, 1997; Nehring, 1997; Persson et al., 2000; Ekberg et al., 2001; Cho et al., 2001; Kawamura, 2004; Wang et al., 2004; Godhe et al., 2000; Orlova et al., 2004; Devillers and de Vernal, 2000; Sprangers et al., 2004; Richter et al., 2007; Holzwarth, 2007). Bu çalışmalarda, ekolojik öneme sahip kistler çevresel faktörlerle değerlendirilerek bölgesel veriler ortaya konmaktadır. Marret ve Zonnaveld (2003), dünya üzerinde yapılmış çalışmalardaki bu verileri bir araya getirerek dinoflagellat kistleri dağılım haritaları oluşturmuştur. Bunun yanında bu araştırmacılar, çevresel verileri de ele alarak kist türlerinin dağılımındaki ortam faktörleri ile ilişkilerini değerlendirmiştir.

İzmir Körfezi'nde ilk fitoplankton çalışması Nümann (1955) tarafından balık kırımı olayının rapor edilmesi ile başlamıştır. Daha sonra takip eden yıllarda Acara ve Nalbantoğlu (1960) tarafından körfezde meydana gelen aşırı üreme olayı rapor edilmiştir. İzmir Körfezi zaman içerisinde evsel ve endüstriyel atıkların etkisinde kalmış ve körfezdeki tür kompozisyonları bu değişimden etkilenmiştir. Körfezde günümüze kadar meydana gelen bu değişimler çeşitli araştırmacılar tarafından gözlenmiştir olup, aşırı üremeler, zararlı üremeye neden olan türlerin ortamdaki değişimi, türlerin ortam faktörleri ile olan ilişkileri ve türlerin üremelerini sınırlayan ortam faktörleri üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Koray, 1984; Büyükişik ve Koray, 1984; Koray ve Büyükişik, 1988; Koray, 1990; Koray ve diğerleri, 1992; Yurga, 1992; Koray, 1995; Koray ve diğerleri, 1996; Gencay ve Büyükişik, 2004; Kükrer ve Aydın, 2006). İzmir Körfezi mikrop planktonunun kalitatif ve kantitatif dağılımına bakıldığında Dinophyceae ve Bacillariophyceae sınıflarının diğer sınıflara oranla tür ve birey sayısı bakımından daha baskın olduklarını belirlenmiş ve Dinophyceae sınıfına ait 104 tür tespit edilmiştir Sabancı (2000). Bir başka araştırmada; körfez silikat değerinin ortama temininden dolayı diatom türleri baskın olarak belirlenmekle birlikte, dinoflagellat türlerinin ilkbahar ve yaz aylarında düşük silikat yüksek azot ve fosfor konsantrasyonları nedeniyle baskın rekabetçi türler olduğu saptanmıştır (Gençay ve Büyükişik, 2004).

İzmir Körfezi'nde yapılan çalışmalarda aşırı üremeye neden olan 11 dinoflagellat türü tespit edilmiştir (Koray ve diğerleri, 1992). Bunlar; *Alexandrium minutum*, *Ceratium furca*, *Lingulodinium polyedrum*, *Gonyaulax spinifera*, *Noctiluca scintillas*, *Oxytoxum scolopax*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum triestinum*, *Protoperidinium longipes*, *Protoperidinium steinii*, *Scrippsiella trochoidea* türleridir. Bunun yanında Türkiye denizlerinde yapılan dinoflagellat ve aşırı üreme çalışmalarında aşırı üremeye neden olan 20 dinoflagellat türü tespit edilmiştir (Koray, 2004).

İzmir Körfezi, endüstriyel ve evsel atık yönünden zamanla kirlenmeye başlamış, bu nedenle 1996 yılında % 60 verimlilikle arıtıma başlayan ve 2000 yılında tam kapasite ile devreye giren atık su arıtma tesisi ile körfeze giren aşırı kirlilik yükü azaltılmak istenmiştir. Sabancı ve Koray (2005) İzmir Körfezi'nde atıksu arıtma tesisi devreye girdikten sonraki iyileşme süreci içerisinde 1998-2001 yılları arasındaki fitoplankton tür çeşitliliği değişimini incelemiş ve dinoflagellat topluluklarındaki değişimlerin yıllara göre artan bir tür çeşitliliğine neden olduğunu vurgulamıştır. Son yıllarda yapılan körfez izleme çalışmalarında, dış körfezin iç körfeze göre daha temiz olduğu, ancak kirliliğin iç körfezden dış körfeze doğru yayılmakta olduğu görülmüştür (Kontaş, 2004; Küçüksezgin ve diğerleri, 2005; 2006). Bununla beraber atıksu arıtma tesisinin fosfat arıtma yönünden yetersiz olduğunu belirtilmiştir (Küçüksezgin ve diğerleri, 2006).

İzmir Körfezi'nde fitoplankton ile ilgili yapılan çalışmalar içerisinde kist türleri tespit ve dağılım çalışmaları yer almamakla birlikte, Türkiye kıyılarındaki kist türleri tespit ve dağılım çalışmaları paleontolojik araştırmalarla sınırlı kalmaktadır (Mudie et al, 2001; 2002; 2004). Mudie ve diğerleri (2001) yaptıkları çalışmada Ege Denizi, Karadeniz ve Marmara Denizi'ne ait örneklerde kist morfolojilerinin çeşitliliği ve tuzluluk ile ilişkisini eski dönemlere ait verileri değerlendirmişlerdir. Mudie ve diğerleri (2002) Ege, Marmara ve Karadeniz'e ait yüzey suyunda meydana gelmiş değişimlerin tarihsel gelişimini dinoflagellat kist topluluklarına dayanarak araştırmışlardır ve Karadeniz'in tuzluluğuyla ilgili iki olası senaryoyu oluşturmaya çalışmışlardır. Mudie ve diğerleri (2004) fosil ve modern kist topluluklarını Ege denizi, Marmara ve Karadeniz arasındaki geçiş bölgesini istatistiksel olarak değerlendirmiş ve Nuh tufanı ile ilgili hipotez ortaya atmışlardır. Bu çalışma dışında dünya denizlerinden örnekler toplanarak *Lingulodinium machaerophorum* türünün kist duvar süslerinin morfolojisi üzerine bir araştırma yapılmış ve bu çalışmada Marmara ve Karadeniz'e ait örnekler de değerlendirilmiştir (Mertens et al, 2009).

İzmir Körfezi'nde yapılan bu çalışmada, körfezdeki modern dinoflagellat kist tür topluluklarının belirlenmesi, dinoflagellat kistlerinin bolluğu ve kistlerin yüzey sedimentindeki horizontal dağılımlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Türkiye denizlerindeki modern kist çalışmalarının sınırlı olmasından dolayı bundan sonra yapılacak diğer çalışmalara ve bununla birlikte, dünya denizleri dinoflagellat kist atlasına (Zonnaveld ve Marret, 2003) Ege Denizi ve

Doğu Akdeniz'den veri tabanı oluşturma açısından katkı sağlamak bu araştırmanın bir diğer amacını oluşturmaktadır.

## 2. TEORİK BİLGİ

### 2.1. Dinoflagellatların Genel Özellikleri

**Sınıf:** Dinophyceae (West & Fritsch, 1927)

Dinoflagellatlar denizel fitoplanktonun önemli üyelerindedir. Dinoflagellatların yaşadıkları habitatlar çok çeşitlidir. Yaklaşık % 90'ı tropik sularda büyük dağılım oranı ile denizel planktonlar ve bentik formlar halinde bulunur. Bunun yanında kutup suları, deniz buzulları ve hatta karada da bulunan türleri vardır. Dinoflagellatların çoğu sıcak sularda bulunur ve yılın daha sıcak aylarında sayı olarak artarlar. Denizel dinoflagellatların fitoplanktonun bir bölümünü oluşturan serbest formlar ve diğer organizmaların dokuları içinde yaşayan simbiyotik formlar olmak üzere başlıca iki grubu vardır: Fotosentez yapan organizmalar arasında bioluminesans sadece dinoflagellatlarda vardır. Dikey göç yapmaları nedeni ile hem yüzeydeki sulardan hem de besin bakımından zengin dip sularından faydalanabilmektedir. Türlerin büyük çoğunluğu %2-3'den büyük nadiren % 4'den büyük tuzlulukta okyanus sularında yaşarlar. Dinoflagellatların kutup, ılıman ve tropik sularda oldukları bilinmesine rağmen tümü daha çok ılık su ortamlarında yaşama eğilimindedir. Dinoflagellatların en büyük azami çeşitliliği ve bolluğu okyanusların sahile yakın kısımlarındadır. Çünkü burada karadan gelen besleyici elementler daha boldur ve bu zenginlik upwellingden kaynaklanabilir (Koray, 2002).

1970'li yılların sonuna doğru 2000 canlı, 2000 de fosil dinoflagellat türü tanımlanmıştır (Taylor, 1987). Serbest yaşayan deniz dinoflagellatları 1555 tür (117 cins) ile temsil edilir (Gomez, 2005). Geri kalan 450 tür tatlısu ve acisularda bulunur. Dinoflagellatların yaklaşık 2000 tür ve 425 cinsi kapsayan çok sayıda fosil formu bilinmektedir. Esas olarak fitoplankton içinde çok sayıda türle temsil edilirken daha az sayıda olmakla birlikte bentik olan türleri de bilinmektedir (*Gambierdiscus toxicus*) (Koray, 2002).

Dinoflagellat türlerinde sabit bir beslenme şekli olmayıp, ototrofik, heterotrofik (fagositoz), mikсотrof beslenme tipleri gözlenebilir. Hareketli hareketsiz tipleri olabileceği gibi simbiyotik hatta parazitik yaşama uyum göstermiş olan türleri de bulunmaktadır. Fotosentez yapmayan türlerde holozoik ve saprozoik beslenme görülür.

Dinophyceae sınıfında yer alan türlerin büyük bir kısmı klorofil pigmentinden yoksundur ve bu nedenle, bu pigmente sahip olmayı fitoplankton grubunda yer almak için şart koşan çeşitli araştırmacılarca bu gruba dahil edilmezler ve bir hücreli hayvanlar olarak mikrozooplankton grubuna alınırlar. Ancak, bu konu biyoloji temel biliminin botanik ve zooloji bilim dallarında akademik bir tartışma olup, günümüzde sadece evölüsyoner açıdan önemlidir.

Deniz ve tatlı sularda fitoplanktonik organizmaların ilkbahar sonları ve sonbahar başları arasındaki ani ısınma periyodu sırasında hücre sayılarının aşırı artışı ile suyun renginin kırmızı-

kahverengi gözükmesine neden olurlar. Bu olaya kısaca “red-tide” veya “bloom” denir. Ancak bu terim zarara neden olmayan; ancak, suyun renginin değiştiği birçok üremeyi içermediği için 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. Bu üremelerin bazılarında aşırı üreme gösteren mikroalg türüne bağlı olarak çeşitli zehirler sentezlenmekte ve zehirlenmeler meydana gelmektedir. Bu zehirlenmeler Amnezik kabuklu zehirlenmesi (AZP), Paralitik kabuklu zehirlenmesi (PSP), Nörotoksik kabuklu zehirlenmesi (NSP), Diyaretik kabuklu zehirlenmesi (DSP), Siguatera balık zehirlenmesi (CFP), Azaspirasit kabuklu zehirlenmesi (AZP), Venerupin kabuklu zehirlenmesi (VSP) genel başlıkları altında toplanmaktadır (Koray, 2002). Bu zararlara ve zehirlenmelere neden olan fitoplanktonik organizmalar 200 tür olup, AZP dışındakiler dinoflagellatlardan 80 tür tarafından oluşturulmaktadır (Zingone and Enevoldsen, 2000; Smayda and Reynolds, 2003).

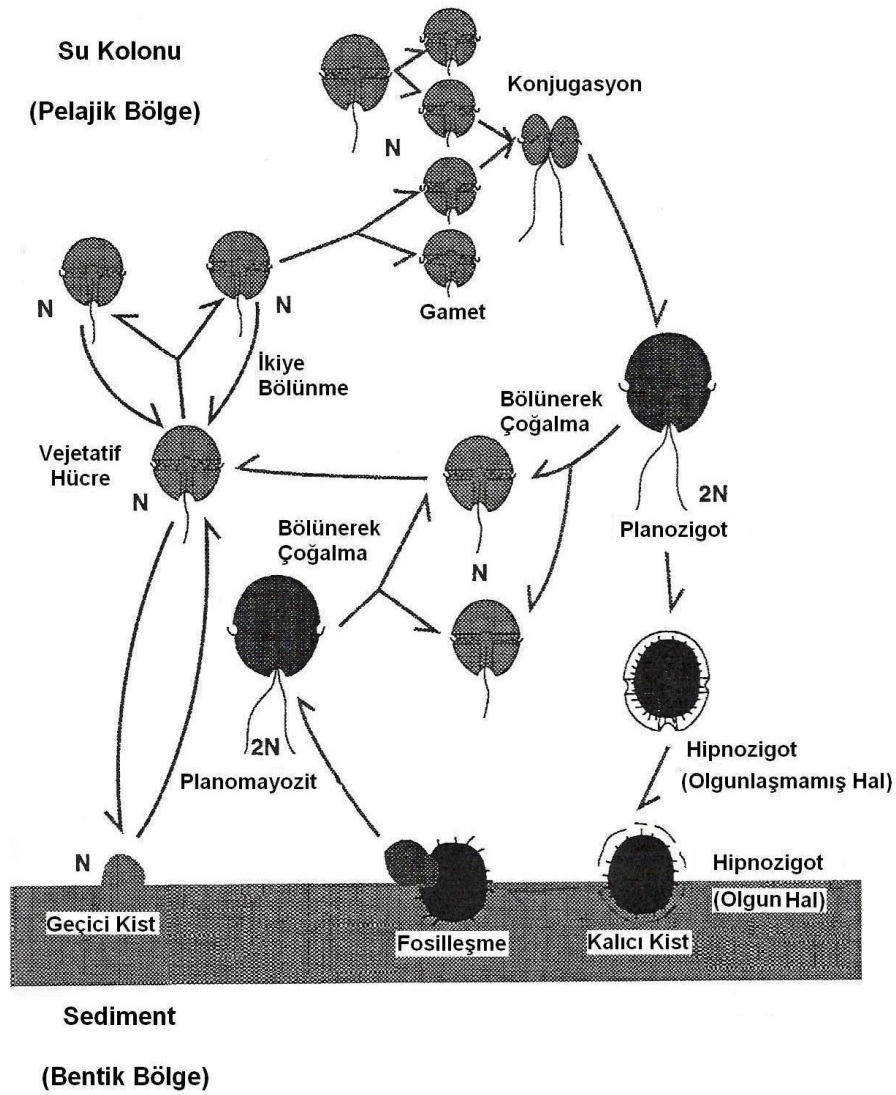
## 2.2. Dinoflagellatların Hayat Döngüsü ve Kistlerin Ekolojik Önemi

Dinoflagellatlar eşeyli ve eşeysiz olarak ürerler. Dinoflagellat türlerinde en çok rastlanan üreme tipi boyuna hücre bölünmesidir. Bu durumda zırh da ikiye bölünerek paylaşılr. Ancak *Ceratium spp.* ve *Glenodinium spp.* türlerinde eşeyli üreme, *Gymnodinium spp.* ve bazı parazitik türlerde zoosporla üreme de bilinmektedir. Bunun yanında aplanospor gibi oluşumlar da görülür. Eşeyli üreme izogami ve anizogami şeklinde görülür. Dinoflagellatlar, sadece zigot çekirdeğinin diploid olduğu haplontik bir yaşam döngüsü sürer (Koray, 2002).

Kist terimi genellikle kamçısı ve hareket etme yeteneği olmayan hareketsiz hücreler için kullanılır. Doğada ve laboratuvar kültürlerinde 2 tip kist gözlenmiştir.

**Geçici (temporary) kist:** Kamçı kaybına uğrayan veya fizyolojik olaylara bağlı olarak hareket etme yeteneğini kaybeden hücreler geçici kist olarak adlandırılırlar. Kamçı kaybı, mekanik etkiler (güçlü su hareketleri, ani ve kuvvetli darbe gibi dış kuvvetler) ve hücre yoğunluğu veya sıklığı ile meydana gelebilmektedir. Örneğin, bu tip hareketsiz dinoflagellatlar ağ ile toplanan yeni plankton örneklerinde sıklıkla görülmüştür. Plankton ağının hücreler için yaptığı şoklar aniden kamçıyı kesebilir ve hatta bazı zırhlı türlerin teka plaklarının dökülmesine neden olabilir. Ayrıca uzun stres koşullarına maruz kalma sonucu da hareket kaybı görülebilir.



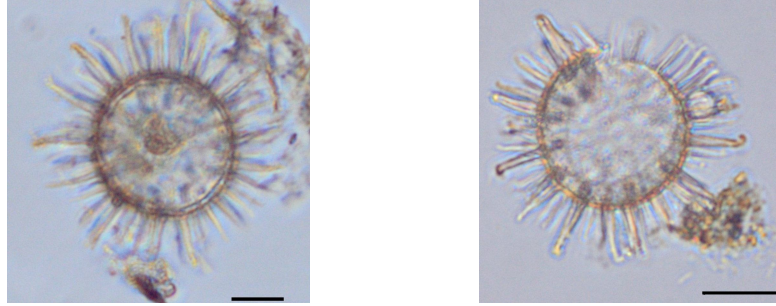


Şekil 2.2.1: Dinoflagellatların Hayat Döngüsü (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

**Kalıcı (resting) kist:** Kalıcı kist eşeyli üreme sonrasında oluşan hareketsiz zigot (hipnozigot) formudur. Gametlerin büyümesiyle ve daha sonra eşeyli üremesiyle oluşan planktonik zigot formu (planozigot), doğal plankton popülasyonu aktif çoğalma periyodu sırasında sık sık görülür. Eşeyli üremeden sonra planozigot plankton gibi yüzer ve sonra uygun olmayan ortam koşullarında hareketliliğini kaybederek hipnozigotu meydana getirmeye başlar. Hipnozigotlar sonunda deniz ve göl tabanına batarlar. Kistler bulunduğu yere yerleştikten sonra tekrar su kolonuna dönebilir, yüzebilir ve su hareketleriyle herhangi bir yere taşınabilir. Uygun koşullar oluştuğunda canlı tekrar su kolonuna geçer. Ancak üremeden önce kistler zorunlu hareketsiz

dönemler geçiriler (türlerine bağlı olarak 2 haftayla 5 ay olan periyotlarda). Bu kistlerin düşük oksijen ve sıcaklığına sahip, sabit koşullar altında altı yıl sedimentte dayandığı bildirilmiştir (Dale, 1996). Ortam şartları canlılığın yaşaması için uygun olmadığı durumlarda kist, zamanla tabakalar arasına sıkışarak fosilleşir. Sıcaklık değişimleri, ışığa maruz kalma, su tabakasıyla taşınma kistin üremesini tetikleyen faktörler olarak düşünülmüştür. Bununla birlikte, iç mekanizma ve biyolojik saat gibi faktörler de üremeyi kontrol eder.

Yapılan çalışmalarda asıl olarak incelenen kalıcı kisttir. Sedimentte iki tip kalıcı kist formu vardır: Canlı (living) ve boş (empty) kist. Canlı kistler protoplazma bulunduran, yaşayan ve uygun koşullarda çoğalabilen kistlerdir. Boş kistler protoplazması ayrılmış kist olarak tarif edilir.

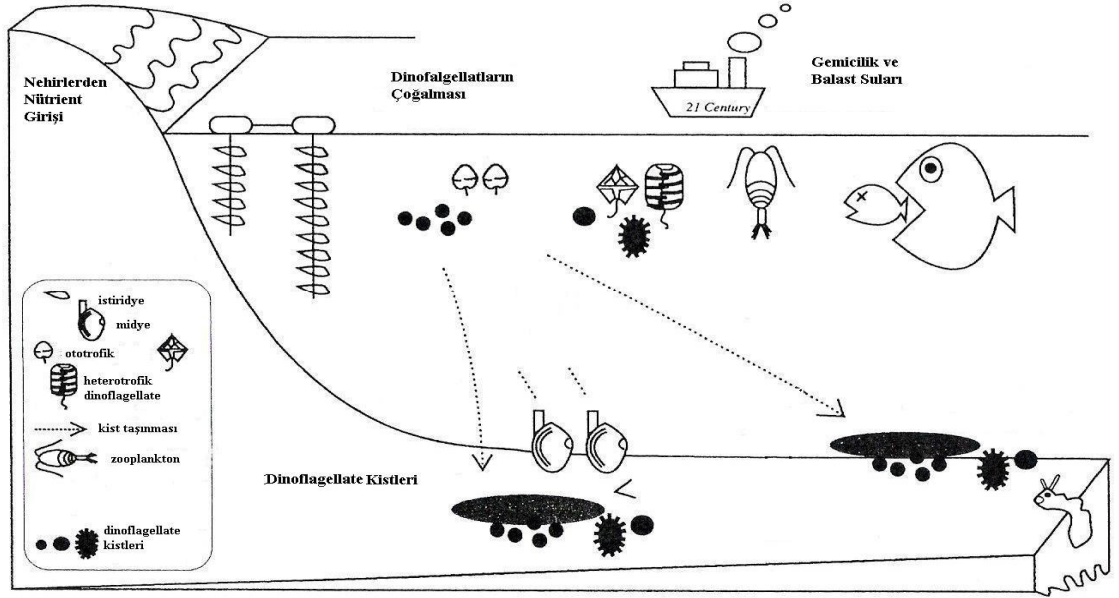


Şekil 2.2.2: *Lingulodinium machaerophorum* kistin canlı ve boş formu (Bar=20 µm)

### 2.3. Kist Çalışmaları ve Önemi

Kistler:

- Dinoflagellat türlerinin üreme döngüsü ve biyoçeşitlilik için bir kaynaktır.
- Türlerin coğrafik dağılımında yayılma için vektördür.
- Devamlılığı sağlamak için yetersiz ortam koşullarına karşı direnen bir canlı formudur.
- Değişen ortam koşullarında biyoindikatör görevindedir.
- Deniz kirliliği ve ötrofikasyon için belirleyicidir.
- Jeolojik devirlerden bugüne kadar geçen süre içerisinde bir bölgede meydana gelmiş iklim değişiklikleri ve evrimsel süreçleri belirlemede kullanılır.
- Yer hareketlerine bağlı fay hatlarında meydana gelmiş değişimleri saptamada kullanılır.
- Toksin oluşturan türlerin kistleri kabuklular için diğer bir toksin kaynağıdır.
- Sediment içerisinde kistlerin tespit edilmesi aslında tespit edilen türlerin pelajik bölgede de var olduğunun kanıtıdır.
- Bir ortamdaki toksik ve aşırı üremeye neden olan türlerin kist varlığı ve yoğunluğu, o bölgedeki olası bir çoğalma için erken uyarı niteliği taşımaktadır.



Şekil 2.3.1: Dinoflagellatların Pelajik Bölgedeki Döngüleri (Cho, 2000)

#### 2.4. Dinoflagellat Kistlerinin Tanımsal Teknik Terimleri

Dinoflagellat kistleri için iki farklı taksonomik sistem vardır: paleontoloji ve planktonoloji. Fosil dinoflagellatlar 1938 yılında Ehrenberg isimli araştırmacı tarafından bulunduğundan sonra, bu organizmalar morfolojik özelliklerine göre sınıflandırılmıştır ve paleontologlar kendi sınıflandırma sistemini geliştirmiştir. Wall ve Dale (1968), plankton ve yüzey sedimentinde fosilleriyle benzer morfolojideki modern kistleri bulmuş ve daha sonra bunların bazıları modern dinoflagellatların hayat döngüsünde bir safha olarak gözlemlemişlerdir. Kist oluşturan denizel türler aşağıda liste olarak verilmiştir (Matsuoka and Fukuyo, 2000).

##### **Prorocentrales**

*Prorocentrum lima*

*Prorocentrum marinum*

*Prorocentrum pyrenoideum*

##### **Dinophysiales**

*Dinophysis acuta*

*Dinophysis tripos*

##### **Gymnodiniales**

*Amphidinium carterae*

*Cochlodinium sp.*

*Cochlodinium sp.*

*Gymnodinium catenatum*

*Gymnodinium nolleri*

*Gymnodinium microreticulatum*

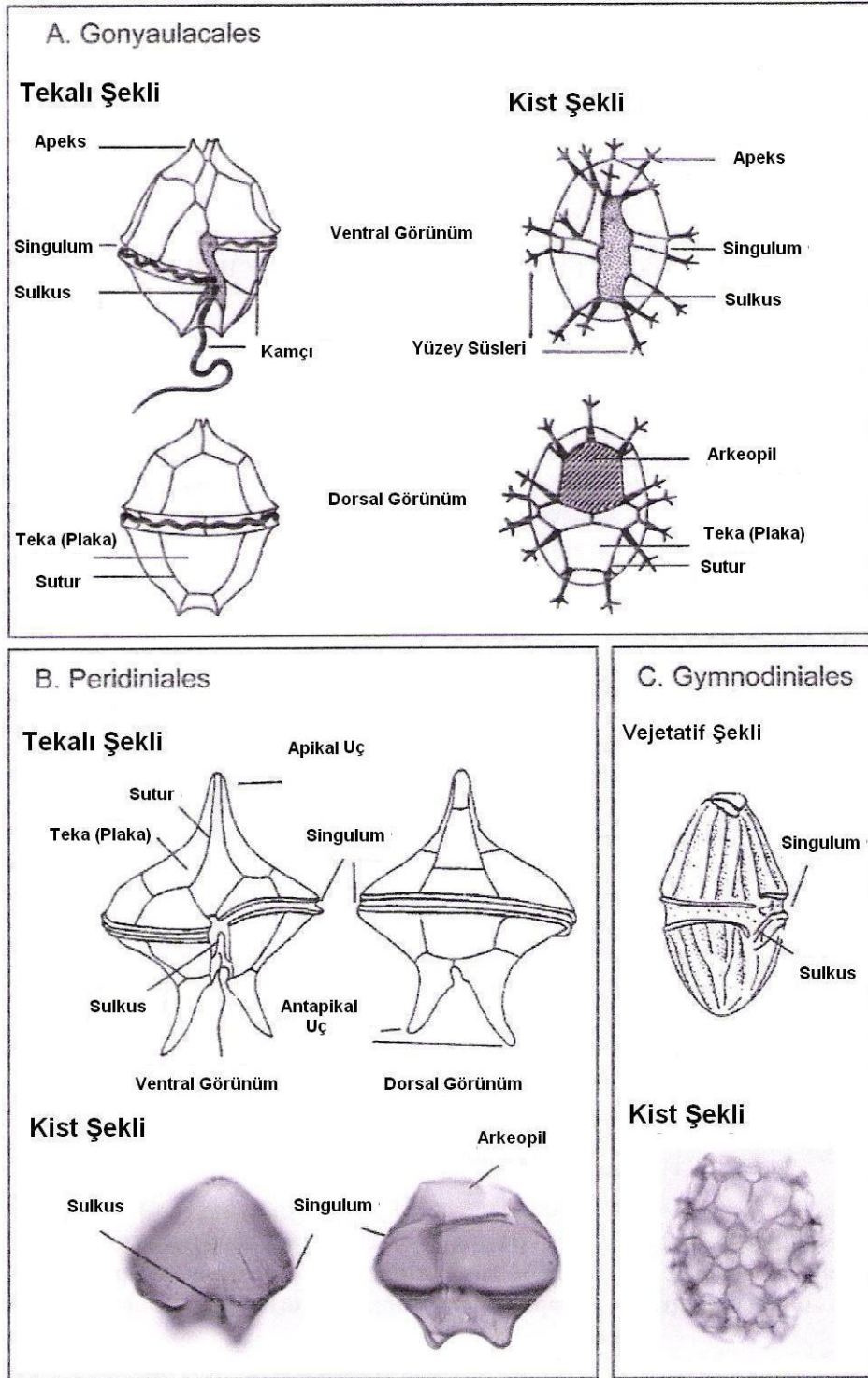
*Gymnodinium* sp.  
*Gyrodinium impudicum*  
*Gyrodinium instratum*  
*Gyrodinium resplendens*  
*Gyrodinium uncatenatum*  
*Gyrodinium* sp.  
*Pheopolykrikos hartmannii*  
*Polykrikos kofoidii*  
*Polykrikos schwartzii*  
*Woloszynskia* sp.  
*Katodinium fungiforme*  
*Pfiesteria piscimorte*  
**Gonyaulacales**  
*Gonyaulax digitalis*  
*Gonyaulax scrippsae*  
*Gonyaulax spinifera*  
*Gonyaulax* cf. *spinifera*  
*Gonyaulax verior*  
*Gonyaulax* sp.  
*Lingulodinium polyedrum*  
*Protoceratium reticulatum*  
*Alexandrium affine*  
*Alexandrium andersonii*  
*Alexandrium catenella*  
*Alexandrium cohorticula*  
*Alexandrium fundyense*  
*Alexandrium globosum*  
*Alexandrium hiranoi*  
*Alexandrium leei*  
*Alexandrium lusitanicum*  
*Alexandrium margalefi*  
*Alexandrium minutum*  
*Alexandrium monilatum*  
*Alexandrium osterfeldii*  
*Alexandrium pervianum*  
*Alexandrium pseudogonyaulax*  
*Alexandrium tamarense*  
*Helgolantium subglobosum*  
*Fragilidium heterolobum*  
*Pyrodinium bahamense* var. *bahamense*  
*Pyrodinium bahamense* var. *compressum*  
*Pyrophacus horologium*  
*Pyrophacus steinii*  
**Peridiniales**  
*Scrippsiella crystallina*  
*Scrippsiella lachrymosa*  
*Scrippsiella minima*  
*Scrippsiella pentagonica*  
*Scrippsiella precaria*  
*Scrippsiella ramonii*  
*Scrippsiella rotunda*  
*Scrippsiella trifida*  
*Scrippsiella trochoidea*  
*Scrippsiella sweeneyae*  
*Ensiculifera* cf. *mexicana*  
*Ensiculifera carinata*  
*Ensiculifera imariensis*  
*Pentapharsodinium dalei*  
*Pentapharsodinium tyrrhenicum*  
*Peridinium hangoei*  
*Cachonina hallii*  
*Coolia monotis*  
*Heterocapsa triquetra*  
*Protoperidinium acromaticum*  
*Protoperidinium americanum*  
*Protoperidinium avellanum*  
*Protoperidinium antarcticum*  
*Protoperidinium brochii*  
*Protoperidinium claudicans*  
*Protoperidinium compressum*  
*Protoperidinium conicoides*  
*Protoperidinium conicum*  
*Protoperidinium denticulatum*  
*Protoperidinium divaricatum*

<i>Protoberidinium excentricum</i>	<i>Protoberidinium thorianum</i>
<i>Protoberidinium expansum</i>	<i>Protoberidinium thulesense</i>
<i>Protoberidinium grandii</i>	<i>Protoberidinium cf. divergens</i>
<i>Protoberidinium latissinum</i>	<i>Protoberidinium sp.</i>
<i>Protoberidinium leonis</i>	<i>Diplopelta parva</i>
<i>Protoberidinium minutum</i>	<i>Diplopelta symmetrica</i>
<i>Protoberidinium monospinum</i>	<i>Diplopsalis lenticula</i>
<i>Protoberidinium nudum</i>	<i>Diplopsalis lebourae</i>
<i>Protoberidinium oblongum</i>	<i>Diplopsalis orbicularis</i>
<i>Protoberidinium obtosum</i>	<i>Diplopsalopsis latipeltata</i>
<i>Protoberidinium pentagonum</i>	<i>Gotoius abei</i>
<i>Protoberidinium punctulatum</i>	<i>Oblea rotunda</i>
<i>Protoberidinium subinerme</i>	<i>Zygabikodinium lenticulatum</i>

Modern dinoflagellat kistleri ilk olarak paleontolojik sistem altında sınıflandırılıp tanımlanmıştır. Aynı zamanda plankton araştırmacıları da türleri sınıflandırmış böylece iki farklı isimlendirme ortaya çıkmıştır.

Modern dinoflagellat kist taksonomisi ve kistlerin tanımlanma teknikleri, fosil kist konusunda derin bilgiye sahip bilim adamları tarafından bütünüyle geliştirilmiştir. Modern kistleri tanımlamak için fosil kistleri tanımlamada kullanılan ortak terminoloji kabul edilmiştir. Aslında modern kistlerin tanımlanmaları için modern planktonolojide bilimsel yeni terim yoktur. Bu yüzden fosil kistler için uygun olan bu terimler tamamiyle kullanılmaktadır.

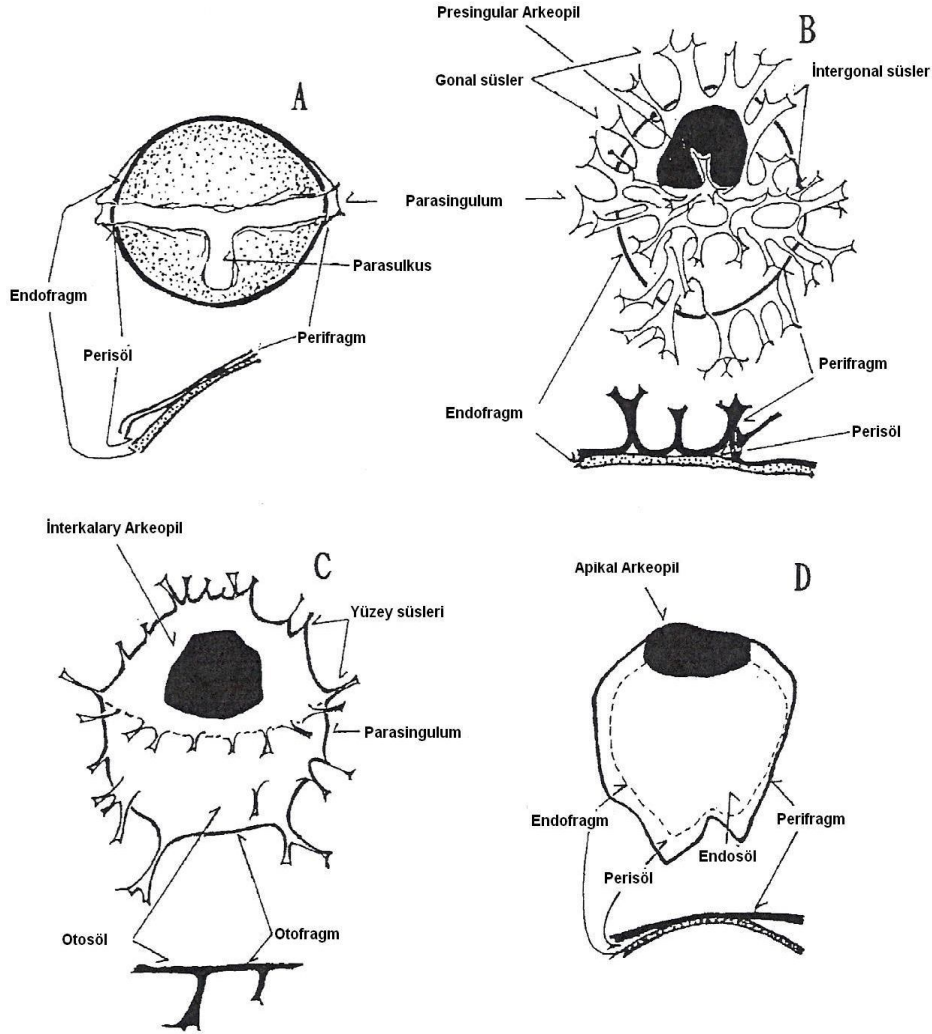
Kist yapısına bakıldığında önemli morfolojik yapılar; kistin şekli, süslemeleri, duvar yapısı, rengi ve arkeopil açıklığıdır.



Şekil 2.4.1: Dinofalgellatların Vejetatif ve Kist Şekilleri (de Vernal and Marret, 2007)

### 2.4.1. Kist Morfolojisi

Modern dinoflagellat kist taslağı fosil formları ile karşılaştırıldığında basittir ve bu kistler temelde küresel, yarı küresel, ovoid, elipsoid veya peridinoid şekilidir. Her bir tür için nutrient, sıcaklık, tuzluluk gibi çevresel parametreler kist morfolojisinde dikkate değer çeşitler üretebilir (Kazumi and Fukuyo, 2000).



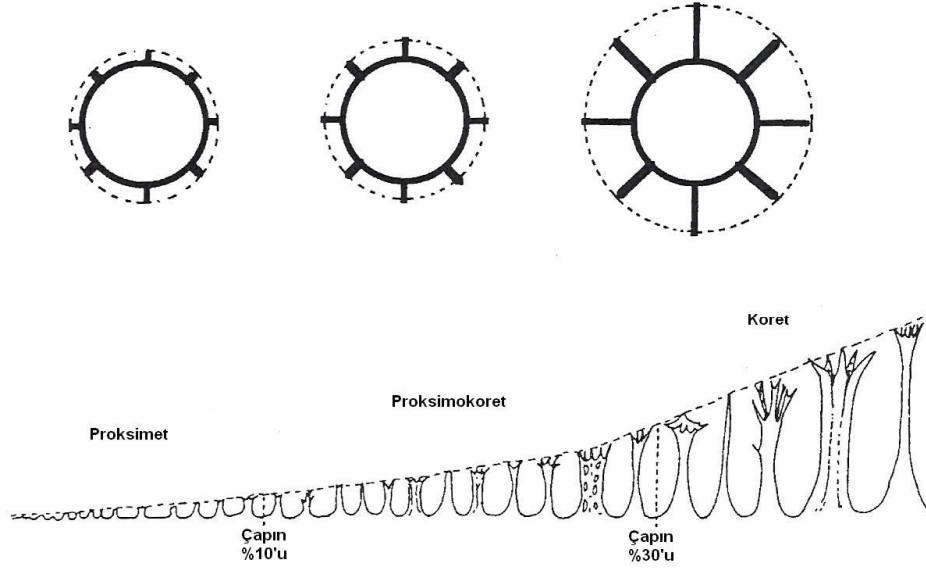
Şekil 2.4.1.1: Kist Tanımlarken Kullanılan Kist Duvar Özellikleri (Matsuoka and Fukuyo, 2000)  
 A) İki tabakalı proksimet kist, B) İki tabakalı ve süslü koret kist, C) Tek tabakalı proksimokoret kist, D) İki tabakalı proksimet kist (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

Kistler, planozigottaki kist şeklinin duruşuna göre 3 ana grup altında sınıflandırılmıştır.

**Proksimet:** Bu kist tipi doğrudan planozigot tekasının altından şekillenir ve böylece kist kısımları orijinal zigotun yaklaşık yarısı veya 1/3'ünü işgal eder. Bu tip bazı kistler karakteristik bir teka şekli, singulum, sulkus ve canlı formdaki apikal kısımlar gibi diğer özellikleri taşıyan süslere sahiptir. Proksimet kist yapısı küreselden peridinoide çok çeşitli şekildedir ve yüzeyde bazı çıkıntılara sahiptir.

**Koret:** Kist yüzeyinden oluşan çeşitli süslerle karakterizedir. Bu süsler planozigotun hücre duvarını destekler ve morfolojik olarak çok çeşitlidir. Planozigot ile hipnozigot arasındaki olgunlaşma sırasındaki yüzey süsleri şekli *Lingulodinium polyedrum* türünde gözlemlenmiştir. Genellikle bu tip kist yapısı küresel, yarıküresel veya ovaldir. Kist oyuğunun miktarı planozigot ile birleşerek azaltılmıştır (genellikle orijinal kısmının 1/3'ünden daha az).

**Kavet:** Bu kist tipi açıkça ayrılmış ikiden fazla kist duvarından meydana gelmiştir ve genellikle bir kısmi oyuk veya bütün kist yapısı sahiptir. Bu yüzden kist taslağı çok çeşitlidir. Protoplasma içeren kistin bir kısmı planozigotun hipnozigota olgunlaşması sırasında çok azalmıştır ve en iç kist yapısı orijinalin 1/5'inden daha azdır.

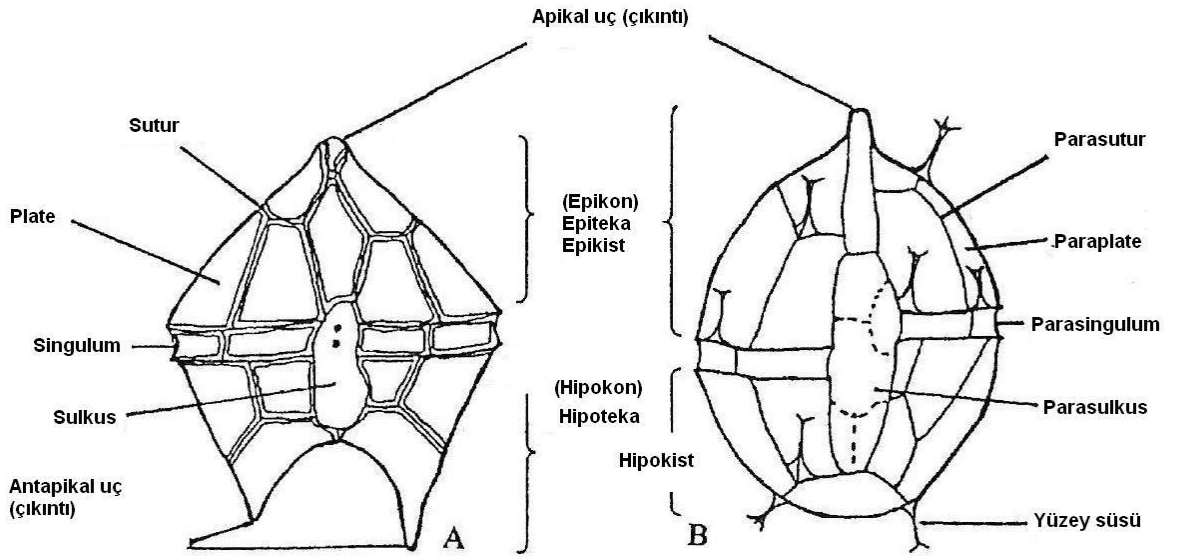


Şekil 2.4.1.2: Temel Kist Şekilleri Proksimet, Proksimokoret, Koret (Sarjeant, 1984)



### 2.4.2. Duvar Rengi ve Yüzeyi

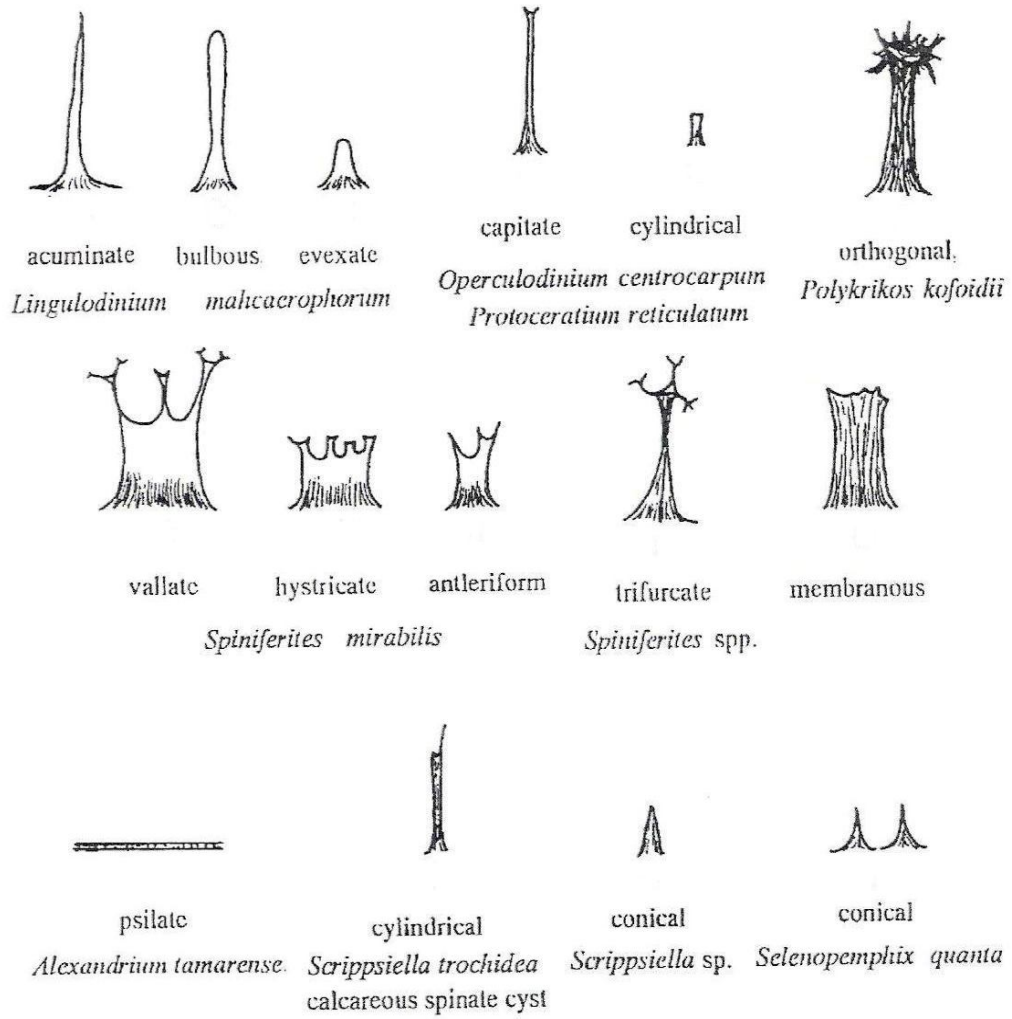
Yüksek bitkilerdeki polen tanesi ve sporların sporopoleniyle benzer kimyasal yapıda ve çoğunlukla sıkışmış biyopolimerden oluşan modern kist duvarı, 1, 2 veya 3 tabakadan meydana gelir. Ama nadiren kalsiyum karbonattır (örneğin, *Scripsiella sp.*). Kist duvarı 3 veya 4 tabakadan oluşabilir; otofragm, perifragsm, mesofragm ve endofragm (Evitt, 1985). Ayrıca kist duvarının rengi çeşitlidir; genellikle şeffaf, açık sarı, açık kahverengi, kahverengi veya koyu kahverengi olabilir. *Scripsiella trochoidea* türündeki gibi parçalı kalsiyum karbonat içeren kistler koyu kahverenginden siyaha değişmektedir.



Şekil 2.4.2.1: Canlı ve Kist Hücresinin Morfolojik Karşılaştırılması (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

### 2.4.3. Yüzey Süsleri

Kistlerin modern yüzey süslerini tanımlamak için polen ve spor terimleri kabul edilmiştir. Bunlar; akümünat, bulbus, eveksat, kapitat, silindirik, vallat, histrikat, anterioform, trifurkat, psilat. Bazı türlerde (örneğin, *Lingulodinium machaerophorum*) birbirinden farklı yüzey süslerine rastlanılabilir. Bazı *Scripsiella* türlerine ait kistlerin yüzey süsleri kalsiyum karbonattan oluştuğu için palinolojik teknik sonrası bu süsler erimektedir.

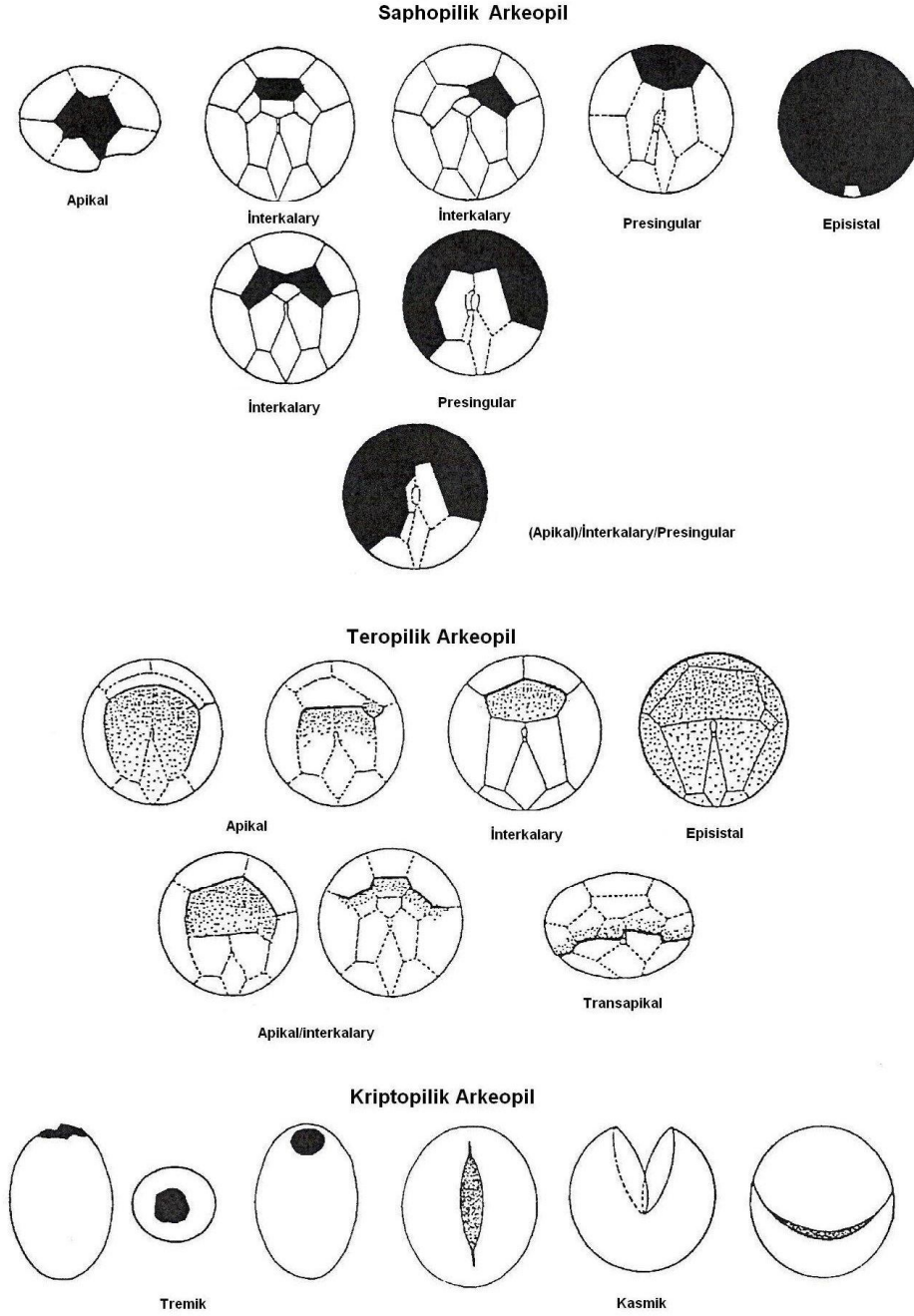


Şekil 2.4.3.1: Kist Yüzey Süs Morfoloji Terimleri

#### 2.4.4. Arkeopil Tipleri

Arkeopil terimi Evitt (1963) tarafından üreme aşamasında olan dinoflagelat kistin kist açıklığı olarak tanımlanmıştır. Dinoflagelat kistlerinde apikal, interkalari, presingular ve hiposistal arkeopil tipleri ve bu serilerin birleşmesiyle oluşan arkeopil şekilleri tanımlanmıştır. Ancak, vejetatif formda tipik tekalari oluşturmayan Gymnodinian türlerin kistlerinin tanımlanması için bu tanımlar kullanılamamaktadır.

Matsuoka (1985), modern kistlerin arkeopilleri için yeni terimler önermiş ve bu terimleri saphopilik, teropilik ve kriptopilik olarak ayırmıştır.



Şekil 2.4.4.1: Arkeopil Tipleri (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

**Saphopilik arkeopil:** Arkeopil kenarları operkulum ve paraplate karşılık gelmektedir. Arkeopile denk gelen kist duvarının kısımları her zaman kist yapısından ayrılmıştır. Arkeopil tipi apikal, interkalary, presingular ve bir veya daha fazla teka serisinin birleşmesinden oluşmuş olabilir. Peridinales ve Gonyaulaceales ordosuna ait bütün modern kistler bu tip arkeopile sahiptir.

**Teropilik arkeopil:** Arkeopil sınırı paraplate sınırını takip eder. Genellikle operkulum kiste bağlantılıdır. Bunun nedeni arkeopil sınır gelişiminin tamamlanmamasıdır. Bu arkeopil tipi **sutur (sınırı)** duruma göre birçok alt bölüme ayrılabilir. Matsuoka ve ark. (1989) bu arkeopil tipi için çok görülen alt bölümleri oluşturmuştur. Ama dahası bu durumların tamamlanmasının dikkatli örneklenmesi gerekir. Diplopsalid ve Calciodinellid türler tarafından oluşmuş modern kistler bu tip arkeopile sahiptir.

**Kriptopilik arkeopil:** Arkeopil sınırı hiçbir teka sınırıyla etkileşmez. Operkulum canlı formda teka plaklarının yokluğundan dolayı bağımsız veya serbesttir. Bazı modern Gymnodiniales veya Gonyaulacales ordosuna ait kistler bu arkeopil tipine sahiptir. Bu arkeopil tipi kasmik (kesik benzeri açıklık) ve tremik (delik benzeri açıklık) olmak üzere iki formda sınıflandırılmıştır. Muhtemelen kırılğan doğal kist duvarından dolayı bazı modern kistlerde üremeden sonra hiç farklı **excystment** (üreyen hücre açıklığı) açıklığı görülmemesi dikkat çekicidir. Bu arkeopil tipi Alexandrium türlerinin tümünde, *Peridinium faeroense* ve *Ensiculifera imariense* kistlerinde görülür.

Arkeopil tipleri kist tanımlamada önemli bir karakteristik özellik olmasına rağmen canlı kistlerin arkeopile sahip olmamasından dolayı türlerin tayininde bu özelliği kullanmayı imkânsız yapar. Canlı formların karşılaştırılmasında kistler genellikle basit, çoğunlukla küresel ve peridinoid şekillidir.

Sonuç olarak, kist türlerinin tanımlanmasında tek bir morfolojik özellik her zaman güvenilir değildir ve kist morfolojisi, yüzey süs morfolojisi, duvar yapısı, duvar rengi ve arkeopil tipi beraber kullanıldığında daha doğru tayin yapılabilir.

## 2.5. Zararlı Deniz Dinoflagellat Kistlerinin Tanımlanması

Balık ölümleriyle birlikte renk değişimine ve kabuklularda toksin kontaminasyonu gibi zararlı olaylara neden olan bazı türlerin kist oluşturduğu kaydedilmiştir. Bu türlerle ilgili araştırmalar sürmesine rağmen bilinen türler şöyledir:

**Procentrales:** Procentrales ordosunda sadece 2 türün kist ürettiği kaydedilmiştir. Bu türler *P. lima* ve *P. marina* türleridir (Faust 1990; 1993). Faust herhangi morfolojik benzerlik ve farklılıkları tartışmasa da, bu iki türün aynı olma ihtimali vardır. Eğer bu türler aynıysa bu ordoya ait kist üreten tür sayısı bir tanedir. Bu türlerin kistleri morfolojik olarak basit, küresel ve birbirlerine benzerler. Bu kistler muhtemelen korunmadığı için modern sedimentte kayıtları yoktur (Matsuoka and Fukuyo, 2000).

**Dinophysiales:** McLachlan (1993) *Dinophysis* cf. *acuminata* türünde eşeyli üreme sırasında kamçı oluşumundan planozigot oluşuncaya kadar geçen aşamada kist oluşumu kaydetmiştir. Ama bu tür için kalıcı kist veya hipnozigot kanıtı yoktur. Diğer iki tür *D. acuta* ve *D. tripos* Moita

ve Sampayo (1993) tarafından kalıcı kist üretimine kadar gözlemlenmiştir. Bu kistler içerdikleri duvar morfolojisi ve arkeopil özellikleriyle henüz tam olarak çalışılmamıştır ve modern sedimentte hiç kaydedilmemiştir.

**Gymnodiniales:** Kist şekli çoğunlukla küresel, oval ve bazen elipsoidal, hücre duvarı spinat veya retikulat süslü veya süssüzdür. Kist duvarı organik ve açık kahverengi, kahverengi ve nadiren kırmızımsı kahverengidir. Hücre duvarı çoğunlukla bir tabakalıdır. Bazen iki tabakadan oluşur. Arkeopil tipi kriptopilik, kasmik ve tremiktir. *Gymnodinium breve*, *Gymnodinium catenatum*, *Gyrodinium instriatum*, *Gyrodinium impudicum*, *Cochlodinium sp.*, *C. cf. polykrikoides*, *Pheopolykrikos hartmannii*, *Polykrikos kofoidii* ve *Polykrikos schwartzii* kist oluşturan türlerdir.

**Gonyaulacales:** Temel olarak kist şekli küresel, eliptik nadiren diskoidal, kist duvarı yüzeyi süslü veya süssüz olarak değişir. Kist duvarı organik, renksiz ve bazen şeffaf, nadiren tek tabaka, genellikle iki tabaka içerir. Arkeopil tipi genellikle safopilik veya presingular, ama bazen episistal veya bileşimleri şeklindedir. *Alexandrium spp.* ve *Gonyaulax verior* kistinde tipik arkeopil formu yoktur. *Lingulodinium polyedrum*, *Gonyaulax scrippsae*, *G. spinifera*, *G. verior*, *Protoceratium reticulatum*, *Pyrodinium bahamense var. compressum*, *Alexandrium affine*, *A. andersoni*, *A. catanella*, *A. minutum*, *A. pseudogonyaulax*, *A. tamarense* kist oluşturan türlerdir.

**Peridiniales:** Kist şekli temel olarak küresel, eliptik, peridinoid ve nadiren diskoidal, çoğunlukla yüzey süslemesine sahip değildirler. Kist duvarı organik, koyu renkli, nadiren şeffaf ve bazen kalkerli, duvar çoğunlukla bir nadiren iki tabaka içermektedir. Arkeopil tipi intercalary safopilik ve bazen teropilik tip veya apikal, intercalary, episistal ve bileşimleri şeklindedir. *Scripsiella trochoidea*, *Cachonina halli*, *Heterocapsa triquetra*, *Peridinium hangoei*, *Peridinium cunningtonii* kist oluşturan türlerdir.

## 2.6. İzmir Körfezi'nde Daha Önce Yapılmış Olan Fitoplankton Çalışmaları

İzmir Körfezi'nde fitoplankton toplulukları, red-tide ve türlerin ekolojisi üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Körfezde yapılan kist çalışmaları bunlarla sınırlandırılmış olup bu çalışma kist türleri tespiti ve dağılımı için bir ilk niteliği taşımaktadır.

Ege Denizi'nin neritik kuzey bölümünün doğu kıyılarında yer alan İzmir Körfezi'nde biyolojik modelleşme sürecinin en önemli aşamasını oluşturan nanoplankton ve bir hücreli mikropilankton kompozisyon ve dinamikleri ile ilgili ilk bilimsel araştırma Nümann (1955) tarafından tür adı verilmeksizin balık kırılması Red-tide olayı üzerine yapılmıştır. Daha sonraki çalışma yine tür adı verilmeksizin Acara ve Nalbantoğlu (1960) tarafından diğer bir aşırı üreme olayı olarak rapor edilmiştir.

Koray (1984), 1980-1984 yılları arasında İzmir Körfezi'nde Red-tide olayına neden olan organizmaların türlerini saptamış, bunların arasında dinoflagellatlardan *Alexandrium minutum*

Halim türünü birinci derecede sorumlu olduğunu rapor etmiştir ve bu çalışmada Red-tide esnasında gözlenen sıcaklık, tuzluluk ve pH gibi birincil ekolojik faktörleri de incelemiştir.

Büyükişik ve Koray (1984), İzmir Körfezi'nde aşırı biyolojik aktivitenin oluşturduğu oksijen tüketiminin neden ve sonuçları üzerine bir çalışma gerçekleştirmişler ve bu araştırmada, İzmir Körfezi liman bölgesinde ilkbahar aylarında gözlenen Dinophyceae türlerinin aşırı üremesi sonucu artan oksijen tüketimi değerleri ile bu organizmaların ve nütrientlerin ilişkilerini incelemiştir.

Koray ve Büyükişik (1988), İzmir Körfezi'nde kirletilmiş bölgelerdeki Dinophyceae türlerinin bolluğu ve dağılışı ve bu dağılışı ile ilgili regregasyon modeli üzerine bir çalışma yapmıştır.

Koray (1990), İzmir Körfezi'nde aşırı çoğalarak deniz suyunda çeşitli renklenmeler oluşmasına yol açan planktonik bir hücreliler üzerine yaptığı araştırmasında, Dinophyceae sınıfından 10 türün Red-tide olayına neden olduğunu belirlemiştir.

Koray ve diğerleri (1992), İzmir Körfezi'nde deniz suyu kalitesini etkileyen tek hücreli organizmalar üzerine yaptıkları araştırmada, aşırı üreme gösteren 23 fitoplankton türünü tespit etmişlerdir. İzmir Körfezi'nde aşırı üreme olaylarına sebep olan organizmaları ve bu organizmaların suda meydana getirdiği etkileri incelemişler, 12 tür Dinophyceae üyesinin deniz suyu rengine etki edecek şekilde yoğun bir şekilde ürediğini ve PSP veya DSP'ye neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu türler; *Alexandrium minutum*, *Ceratium furca*, *Gonyaulax polyedra*, *Gonyaulax spinifera*, *Noctulica scintillans*, *Oxytoxum scolopax*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum triestinum*, *Protoperdinium longipes*, *Protoperdinium steinii*, *Scrippsiella trochoidea* olarak belirtilmiştir.

Yurga (1992), İzmir Körfezi'nde bazı kanalizasyon girişleri civarında yaptığı çalışmada, körfeze kanalizasyon atığı boşalan bölgelerdeki kirliliğin mikroplankton kalitesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu çalışmada, Dinophyceae sınıfından 15 tür saptanmıştır.

Koray (1995), 1978-1990 yılları arasında Ege Denizi İzmir Körfezi'nin kıyusal sularındaki fitoplanktonun tür sükseksiyonu, çeşitliliği ve besleyici elementlerin mevsimsel değişimlerini araştırmıştır. Bu araştırmada, yıllık fitoplankton dağılışını içeren bir tür listesi hazırlanmış, topluluk yapısı, biyomas ve çeşitlilikteki değişimler su kolonunda fizikokimyasal özellikleri ile bağdaştırılarak tartışılmıştır ve Dinophyceae sınıfından 19 cins, 98 tür, 34 varyete ve 5 forma tespit edilmiştir.

Koray ve diğerleri (1996), İzmir Körfezi'nde ötrofikasyon süreçleri ve algal aşırı üremeleri inceledikleri çalışmalarında, Dinophyceae sınıfından 22 türün 1990-1992 yılı boyunca İzmir Körfezi'nde aşırı üreme yaptıklarını belirtmişlerdir.

Çolak (2000), İzmir Körfezi mikroplanktonunun kalitatif ve kantitatif dağılımı çalışmasında, Dinophyceae sınıfından 104 tür saptanmış olup, Dinophyceae ve

Bacillariophyceae sınıflarının öteki sınıflara oranla tür ve birey sayısı bakımından baskın olduklarını belirtmiştir.

Bizsel ve Bizsel (2002), İzmir Körfezi'ndeki bazı mikroalg patlamalarını incelemişler ve yeni toksik türler (*Heterosigma* cf. *akashiwo* ve *Gymnodinium* cf. *mikimotoi*) rapor etmişlerdir. Ayrıca organizmalarla su kalitesi parametrelerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Ancak Koray (2001), Türkiye denizleri fitoplankton kontrol listesinde bu türleri yetersiz veri ve uygun olmayan metotlardan dolayı kabul etmemiştir.

Gençay ve Büyükkışık (2004), körfez silikat değerinin ortama temininden dolayı diyatom türleri baskın olarak belirlenmekle birlikte, dinoflagellat türlerinin ilkbahar ve yaz aylarında düşük silikat yüksek azot ve fosfor konsantrasyonları nedeniyle baskın rekabetçi türler olduğunu saptamışlardır.

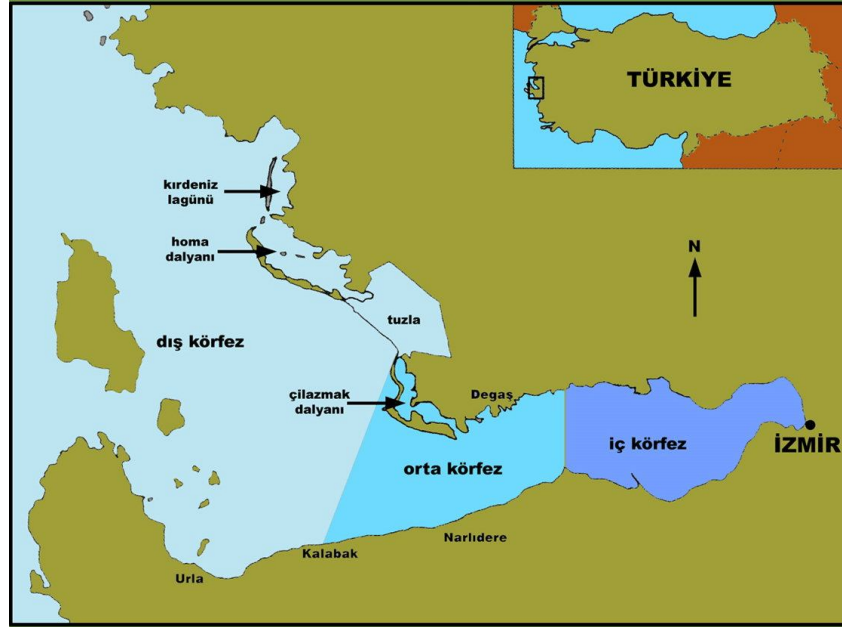
Sabancı ve Koray (2005), İzmir Körfezi'nde 1998-2001 yılları arasındaki fitoplankton tür çeşitliliği değişimini incelemiş ve dinoflagellat tür çeşitliliğinin daha fazla varyasyon gösterdiğini bu nedenle ötrofikasyon belirlenmesi ve izlenmesinde duyarlı bir ölçüm olmadığını vurgulamışlardır. Ancak bu araştırmanın sonuçlarına göre dinoflagellat topluluklarındaki değişimlerin de diyatomlarda olduğu gibi yıllara göre artan bir tür çeşitliliğine neden olduğu izlenmiştir.

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Çalışma Bölgesinin Özellikleri

Ege Denizi'nin Anadolu kıyılarına derinlemesine sokulmasından oluşan İzmir Körfezi,  $26^{\circ} 50'$  ve  $27^{\circ} 10'$  doğu boylamları ile  $38^{\circ} 20'$  ve  $38^{\circ} 40'$  kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Körfezin uzun kolu yaklaşık 20 km genişliğinde ve 40 km uzunluğunda, tabanı ise 5-7 km genişliğinde ve 24 km uzunluğunda bir "L" harfi şeklindedir (Sayın 2003).

Körfez; hidrolojik ve topografik özellikleri göz önüne alınarak iç körfez, orta körfez ve dış körfez olarak üç bölgeye ayrılmıştır. Dış körfez de kendi içinde dış körfez I, dış körfez II ve dış körfez III olarak farklı bölgelere ayrılır.



Şekil 3.1.1: İzmir Körfezi Genel Haritası

Dış körfez'in derinliği genellikle 45-70 m arasında değişir ve en derin yeri 71 m'dir. İç ve orta körfezde derinlik doğudan batıya doğru artar. Orta körfezin ortalama derinliği 40 m iken, İç körfezin derinliği 8 ile 20 m arasındadır.

İzmir Körfezi'nin hidrografisi asıl olarak sekiz faktör tarafından belirlenir. Bunlar; iç körfeze insan kaynaklı tatlı suların girmesi, atmosfer ve deniz etkileşimi, Ege Denizi ile su alışverişi, körfezdeki topografi çeşitliliği, Ege Denizi'ndeki geniş ölçülü hareketlere bağlı olarak deniz



seviyesi değişimleri, egemen rüzgâr hareketleri sonucunda suyun birikimi ve kış ısı alışverişi (Sayın, 2003).

Çizelge 3.1.1: 1998-2008 Yılları Arasında Körfezdeki Sıcaklık ve Tuzluluk Değerleri

<b>Körfez Bölgesi</b>	<b>Kaynak</b>	<b>Yıl</b>	<b>Sıcaklık (°C)</b>	<b>Tuzluluk (‰)</b>
Tüm körfez	Çolak, 2000	1998	12,18-25,97	37-65-39,16
Tüm körfez	Öztürk et al., 2003	1998-1999	14-20	37,02-39,46
Tüm körfez	Kucuksezgin et al, 2005	2000-2001	11,36-27,23	35,67-39,95
Tüm körfez	Bergin et al, 2006	2002	17,33-19,75	30,49-39,66
Dış körfez 2	Duralı, 2004	2004	13,5-27,5	32,18-38,40
Tüm körfez	İnanan, 2007	2004-2005	8,6-27,85	31,45-39,72
İç körfez	Garip, 2006	2006	10,1-27,0	37,1-41,6
İç körfez	Kocataş, 2008	2008 (Kış)	10,05-15,9	20,6-42,8

İzmir Körfezi deniz suyu beş farklı su yapısı içerir. Bunlar; (1) Antropojenik olarak kirli iç körfez suyu, (2) Gediz Nehri ve Ege Denizi etkisi altındaki dış körfez suyu, (3) Gülbahçe Körfezi'ndeki upwelling suyu (dış körfez II), (4) dış körfez I'de saptanmış tuzlu sığ bölge, (5) İç körfez ile dış körfez I arasında geçiş bölgesi olan orta körfez suyu. Genelde Ege Denizi yüzey suyu körfeze Karaburun ile Foça arasından girer. Esas Ege Deniz suyu dış körfez III'de bulunur. Bu bölüm körfezin en derin kısmı olduğu için en geniş alana sahiptir. Yüksek antropojenik etkili iç körfez suyu bütün mevsimler boyunca vertikal ve horizontal olarak tabakalıdır ve körfezin en küçük bölümüdür.

Su kolonunda yazın iki farklı su tabakası meydana gelmektedir. Yaz ve baharın erken ayları sırasında erken kış suları bulunmaktadır. Bu iki tabaka su ısı değişimleri ve çalkantılı karışımlar sonucu geç bahar ve kış aylarında yok edilmiş olur. Deniz seviye yükselmesi önemli olduğundan dolayı İzmir Körfezi'ndeki sirkülasyon sadece rüzgarla belirlenmez aynı zamanda yoğunluk da etkilidir.

İç körfezin kuzey kesimleri 19. yy'ın ikinci yarısına kadar Karşıyaka'nın hemen batısına dökülen Gediz Nehri'nin taşıdığı alüvyonlarla dolmuş ve sığlaşmıştır. Bu nedenle dolma tehlikesi yaşayan körfez; Gediz Nehri'nin dış körfeze doğru akıtılmasıyla kısmen kontrol altına alınmıştır. 1960 yılında İç körfezin tabanı temiz bir kum katmanı ile kaplıyken yıllarca kentsel ve endüstriyel atıkların artılmadan deniz ortamına verilmesi sonucunda iç körfez, canlıların yaşayamadığı ve çevreye pis kokular veren, dipte anaerobik hale gelmiş çamur tabakası ile kaplı bir durumda gelmiştir.

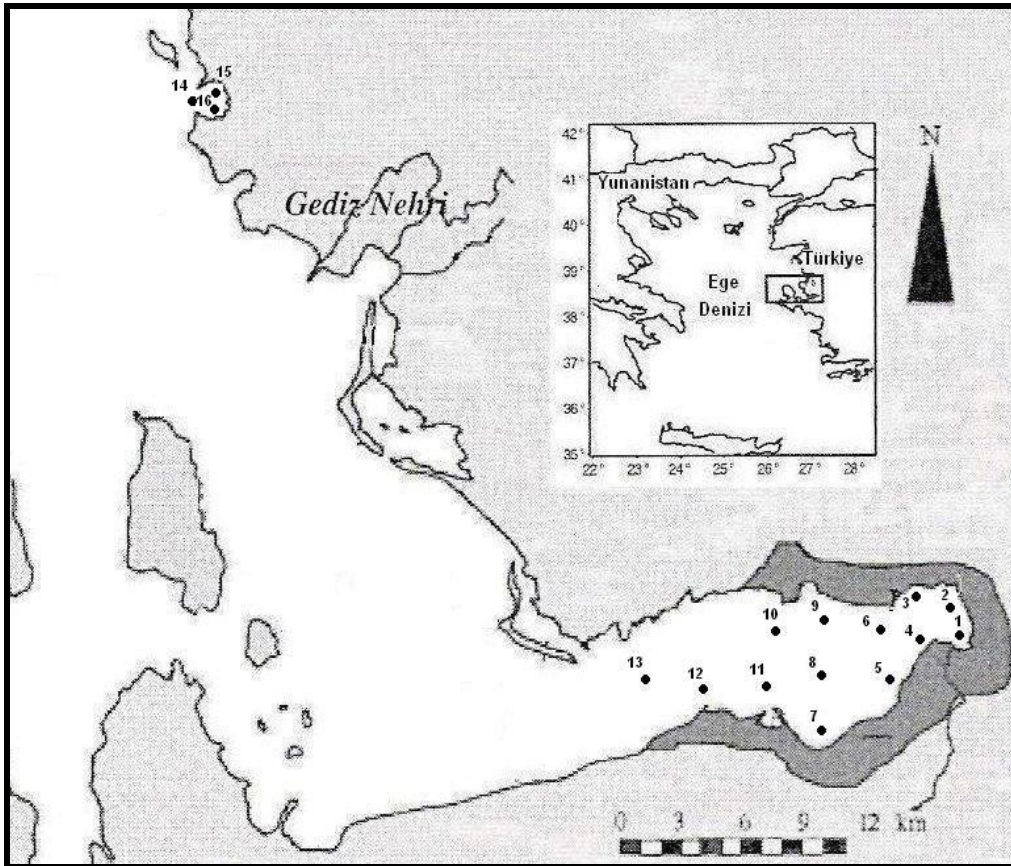
İzmir Körfezi'nde kuvvetli deniz akıntılarının bulunmaması, en derin yerin 20 m'yi geçmemesi ve kuvvetli akarsularla beslenmemesi gibi olumsuz faktörler kirlenmeye uygun fiziksel ve jeolojik ortam yarattığı gibi, körfezin kendi kendini temizlemesini de büyük ölçüde engellemektedir.

İzmir'de oluşan evsel ve endüstriyel atık suların tümü, körfeze açılan 128 kanalizasyon ve 10 dere vasıtasıyla iç körfeze boşaltılmaktaydı. Bu yüzden, 1996 senesinde % 60'lık verimle arıtıma başlayan 2000 yılında da tam kapasiteyle çalışmaya başlayan Çiğli atıksu arıtma tesisi yapılarak körfeze giren evsel ve endüstriyel atık su yükü azaltılmak istenmiştir.

Son yıllarda yapılan izleme çalışmalarında, dış körfezin iç körfeze kıyasla daha temiz olduğu; ancak, kirliliğin iç körfezden dış körfeze doğru yayılmakta olduğu görülmüş, arıtma tesisinin fosfat arıtımı yönünden yetersiz olduğu belirtilmiştir (Kontas et al, 2004; Küçüksezgin et al, 2005; 2006).

### 3.2. Örnekleme ve Analiz Yöntemleri

Bu çalışmada, İzmir Körfezi'nde ( $26^{\circ} 50'$  ve  $27^{\circ} 10'$  E -  $38^{\circ} 20'$  ve  $38^{\circ} 40'$  N) 16 tane istasyon belirlenmiş ve bu istasyonlardan TFO (Tokyo Üniversitesi Balıkçılık Oşinografi Laboratuvarı) kor aleti kullanılarak sediment örnekleri alınmıştır. Kor aleti içerisinde 3 cm çap ve 40 cm boyunda şeffaf akrilik borular kullanılmıştır.



Şekil 3.2.1: Örnekleme İstasyonlarının İzmir Körfezi'ndeki Konumları

Alınan sediment örnekleri derhal laboratuvara getirilerek +4 °C de ve karanlık ortamda kimyasal işlemler başlayıncaya kadar bekletilmiştir. Sediment örnekleri Matsuoka ve Fukuyo (2000) tarafından önerilen palinolojik yöntemle işleminden geçirilmiştir. Kimyasal işlemlere ek olarak örneklerin yaş ve kuru sediment ağırlıkları belirlenmiştir.

Çizelge 3.2.1: Çalışma Bölgesinde Seçilen İstasyonların Konumları, Derinlikleri ve Sediment tipi

No	İstasyon	Derinlik (m)	Enlem (N)	Boylam (E)	Sediment tipi
1	Meles	5	38 27 08	27 09 90	Çamur
2	Bayraklı	6	38 27 70	27 09 40	Çamur
3	Alaybey	9	38 27 59	27 08 41	Çamur
4	Alsancak	10	38 26 71	27 08 37	Çamur
5	Pasaport	15	38 25 61	27 07 44	Çamur
6	Karşıyaka	13	38 26.50	27 06 72	Çamur
7	Göztepe 1	13	38 24 45	27 04 99	Çamur
8	Göztepe 2	18	38 25 94	27 04 97	Çamur
9	Bostanlı (Barınak)	5	38 27 43	27 04 99	Çamur
10	Mavişehir	11	38 27 11	27 03 27	Çamur
11	Balçova 1	10	38 25 47	27 03 03	Çamur
12	Balçova 2	16	38 25 39	27 01 08	Çamur
13	Narlıdere	11	38 26.08	26 59 04	Çamur
14	Foça (Liman Açık)	9	38 40 16	26 45 11	Çamur
15	Foça (Liman İç)	7	38 40 12	26 45 15	Çamur
16	Foça (İskele Orta)	6	38 39 53	26 44 46	Çamur

Sediment ağırlıklarının belirlenmesi için kor aletinin 3 cm'lik çapa sahip polietilen tüpleriyle alınan örnekler, en üst 2 cm'den kesilir ve her örnekten 1 gr alınarak 70 °C'de 24 saat etüvde bekletilmiştir. Ağırlıklar yaş ve kuru olarak kaydedilip sedimentin içerdiği su oranı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Sediment su içerik oranı} = (\text{Yaş Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}) / \text{Yaş Ağırlık} \times 100$$

Palinolojik yöntemle göre örneklerin kimyasal işlemine başlanması için en üst 2 cm'deki sediment örneğinden 2 gr alınarak kauçuk beher içerisinde saf su ile muamele edilmiştir. Örneklerin çökmesi beklenmiş ve çökelen örneklerden su çekilerek yıkama adı verilen bu işlem tuzun uzaklaştırılması için 2-3 kez tekrarlanmıştır. Yıkama işleminden sonra kalsiyum

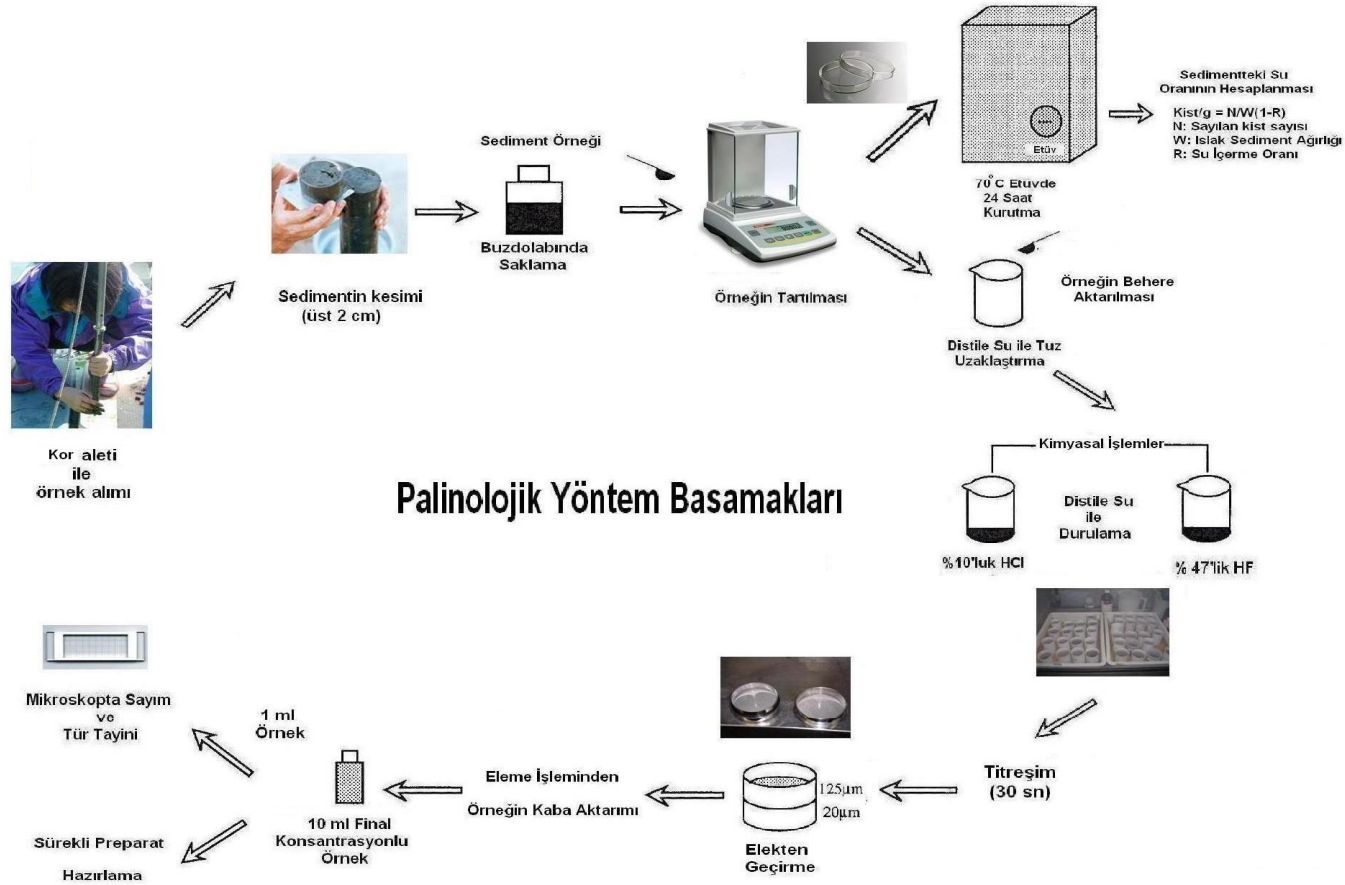
karbonatı uzaklaştırmak için (bunlar kalkerli nanoplankton, foraminifera vb.) örneklerle 10 ml % 10'luk HCl asit eklenmiş ve 24 saat sonra asit uzaklaştırılarak asitli örnek tekrar yıkama işlemine tabi tutulmuştur. HCl asitten arınan örnek daha sonra silikat içeren yapıları uzaklaştırmak için (kum, diyatom, silikaflagellat gibi) 10 ml % 47'lik HF asit eklenerek 24 saat bekletilmiştir. Bu işlemleri yıkama işlemleri takip etmiş, örneklerin pH derecesi 7 olana kadar yıkamaya devam edilmiştir. pH'ı yükselen örnekler 50 ml cam behere aktarılarak eleme işlemine hazırlanmıştır.

Örnekler 30 sn ultrasonic (Bandalin Sonarex) titreşime tabi tutularak sırasıyla 125 ve 20 µm aralıklı eleklerden geçirilmiştir. 20 µm üzerinde kalan örnek saat camında kum partiküllerinden ayıklanarak final konsantrasyonu 10 ml olacak şekilde plastik tüplerde sayım yapıncaya kadar bekletilmiştir. Her bir istasyona ait örnekten 5'er defa mikropipet ile 1'er ml örnek alınarak (toplam 5 ml) Olympus BX 71 marka DIC (Differential Interference Contrast) ataçmanlı inverted mikroskopta Sedgwick-Rafter sayım kamarasında kist tipleri tespit edilmiş ve sayılmıştır. Kistlere ait fotoğraf çekimleri 100x, 200x ve 400x büyütmede gerçekleştirilmiştir.

Tek bir türe ait kist konsantrasyonu aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

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

Kist tür tayininde Modern Dinoflagellat Kist Çalışma Kitabından (Matsuoka and Fukuyo, 2000) ve Atlası'ndan (Matsuoka et al, 2004) yararlanılmıştır.



Şekil 3.2.2: Palinolojik Yöntem Basamakları

#### 4. BULGULAR

##### 4.1. Kist Türlerinin Morfolojik Özellikleri ve Tanımlanması

Bu çalışma sonucunda, İzmir Körfezi'nden 2008-2009 yılında toplanan 16 yüzey sediment örneğinde toplam 31 farklı kist tipi tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.1.) Bu kistlerden 2 kist tipi literatürde tür seviyesinde tanımlanmamış kist tipidir. Tespit edilen bu kistlerden 14 tanesi ototrofik gruba, 15 kist tipi de heterotrofik gruba aittir.

Yeni tespit edilmiş türler, tanımlanmamış türler, toksik türler ve baskın türlerin detaylı ve açıklamalı kist morfolojik özellikleri aşağıda verilmiştir.

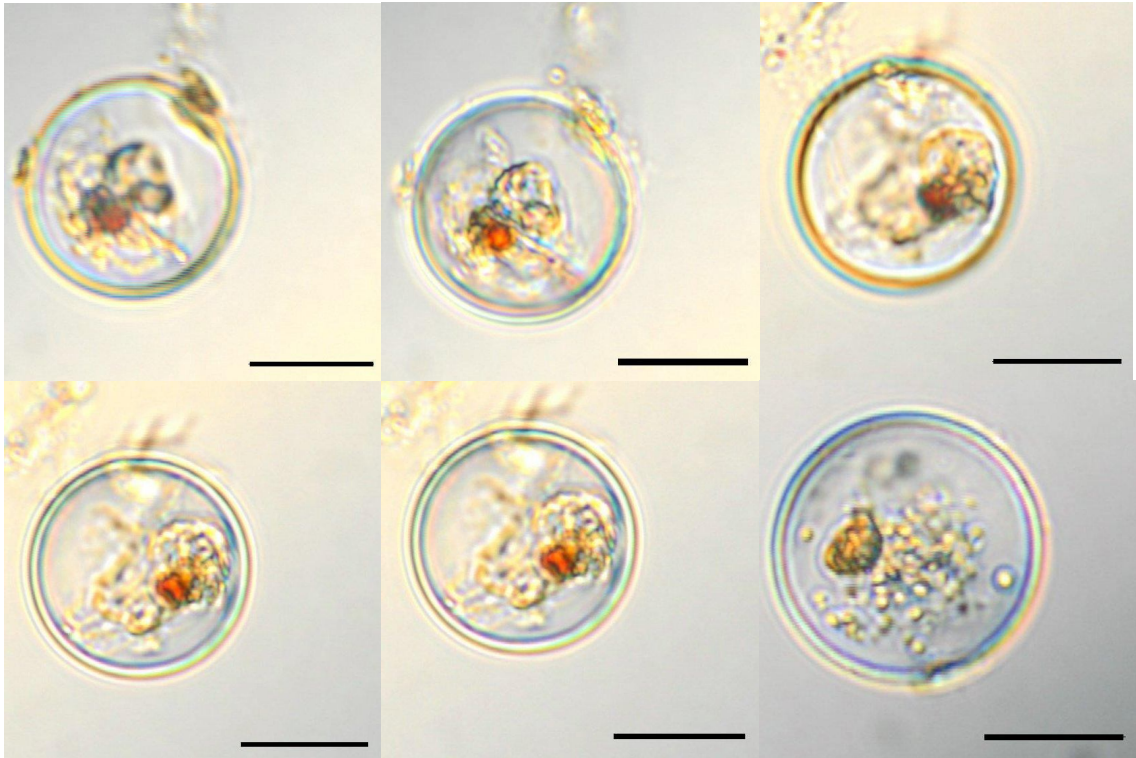
Çizelge 4.1.1: Kist Türlerinin Paleontolojik ve Biyolojik İsimleri

Paleontolojik isim	Biyolojik isim	Kaynak
<b>Gonyaulacoid Grup</b>		
-	<i>Alexandrium affine</i>	Fukuyo et al (1985), Hallegraeff et al. (1991)
-	<i>Alexandrium minutum</i>	Bolch et al, 1991
-	<i>Alexandrium catanella/ Alexandrium tamarense</i>	Yoshimatsu (1981), Fukuyo (1985)/Dale (1977b), Fukuyo (1985)
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	<i>Lingulodinium polyedrum</i>	Wall and Dale, 1968; Nehring, 1997
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>Protocentrum reticulatum</i>	Wall and Dale, 1968; Sonneman and Hill, 1997; Nehring, 1997
<i>Operculodinium israelianum</i>	<i>Protocentrum reticulatum</i>	Esper and Zonneveld, 2002, Zonneveld and Marret, 2003.
<i>Spiniferites belerius</i>	<i>Gonyaulax scrippsae</i>	Zonneveld and Marret, 2003.
<i>Spiniferites bentorii</i>	<i>Gonyaulax digitalis</i>	Wall and Dale, 1968
<i>Spiniferites bulloideus</i>	<i>Gonyaulax scrippsae</i>	Wall and Dale, 1968
<i>Spiniferites cf. delicatus</i>	<i>Gonyaulax sp.</i>	
<i>Spiniferites hypercanthus</i>	<i>Gonyaulax spinifera</i>	Matsuoka and Fukuyo, 2000
<i>Spiniferites mirabilis</i>	<i>Gonyaulax spinifera</i>	Sonneman and Hill, 1997
<b>Peridinoid Grup</b>		
-	<i>Scripsiella spp.</i>	Matsuoka ve Fukuyo, 2000
<b>Gymnodinoid Grup</b>		
-	<i>Polykrikos kofoidii</i>	Matsuoka et al., 2009
-	<i>Polykrikos schwartzii</i>	Matsuoka et al., 2009
<b>Peridinoid Grup</b>		
<i>Brigantedinium asymmetricum</i>	<i>Protopteridinium sp.</i>	Matsuka et al., 2004
<i>Brigantedinium irregulare</i>	<i>Protopteridinium denticulatum</i>	Wall and Dale, 1968a
<i>Brigantedinium simplex</i>	<i>Protopteridinium conicoides</i>	Lewis et al., 1984, Nehring, 1997, Sonneman and Hill, 1997
-	<i>Diplopelta parva</i>	Matsuoka, 1988; Bolch and

		Hallegraeff, 1990,
<i>Dubridinium caperatum</i>	<i>Preperidinium meunieri</i>	Wall and Dale, 1968a, Matsuoka 1988; Bolch and Hallegraeff, 1990
-	<i>Protopteridinium nudum</i>	Wall and Dale, 1968a; Wall and Dale, 1968a
-	<i>Protopteridinium obtosum</i>	Matsuka et al., 2004
<i>Quinquecupis concreta</i>	<i>Protopteridinium leonis</i>	Wall and Dale, 1968a;
<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>Protopteridinium conicum</i>	Bolch and Hallegraeff, 1990
<i>Stelladinium stellatum</i>	<i>Protopteridinium compressum</i>	Matsuoka and Fukuyo, 2000
<i>Votadinium calvum</i>	<i>Protopteridinium oblongum</i>	Wall and Dale, 1968; Lewis et al., 1984
<i>Votadinium spinosum</i>	<i>Protopteridinium claudicans</i>	Bolch and Hallegraeff, 1990; Sonneman and Hill, 1997
<i>Xandarodinium xanthum</i>	<i>Protopteridinium divaricatum</i>	Bolch and Hallegraeff, 1990; Nehring, 1997

### **Alexandrium affine Kist Tipi**

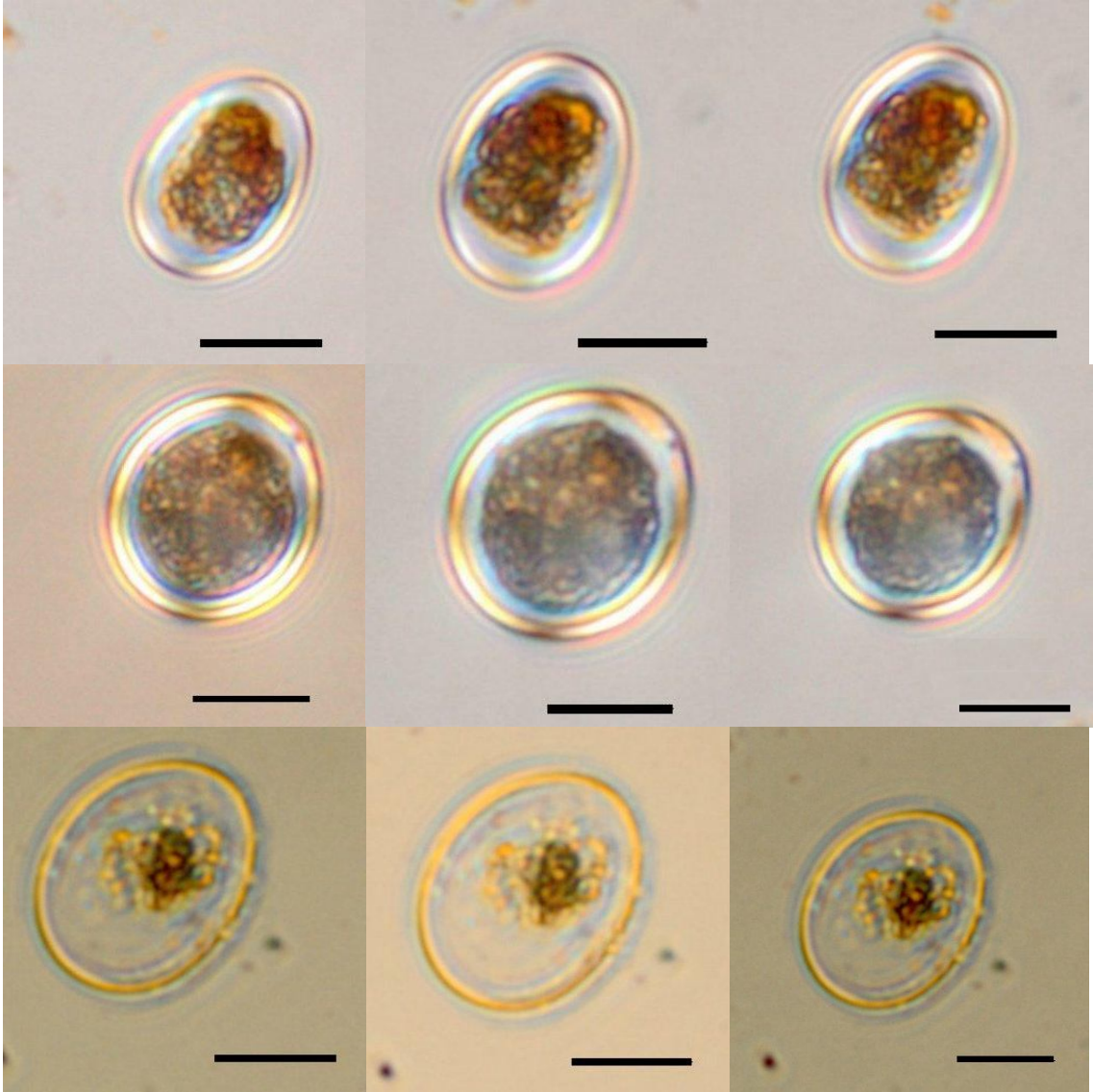
Kist yüzey süslemeleri yoktur. Kist şekli ovaldir. Kist red-body denilen kırmızı-turuncu protoplazmik yapıyı içerir ve bazı örnekler müsilajlı ve detritus parçacıklarıyla çevrilidir. Kist çapı 21-49 µm'dir (n=14).



Şekil 4.1.1: *Alexandrium affine* Kist Tipi (Bar = 10 µm)

***Alexandrium catenella/tamarense* Kompleksi**

Kist şekli elips, oval ve uzunlamasıdır. Kist duvarı düzdür ve yüzey süsü içermez. Bazı örneklerde müsilajımsı yapı ile çevrilidir ve red-body içerir. Birden fazla *Alexandrium* türü bu tip kist oluşturduğundan, türlerin doğru tespit edilebilmesi için kültür çalışması ile desteklenmesi gerekmektedir. Kist boyu 23-49  $\mu\text{m}$  ve eni 20-41  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=11).

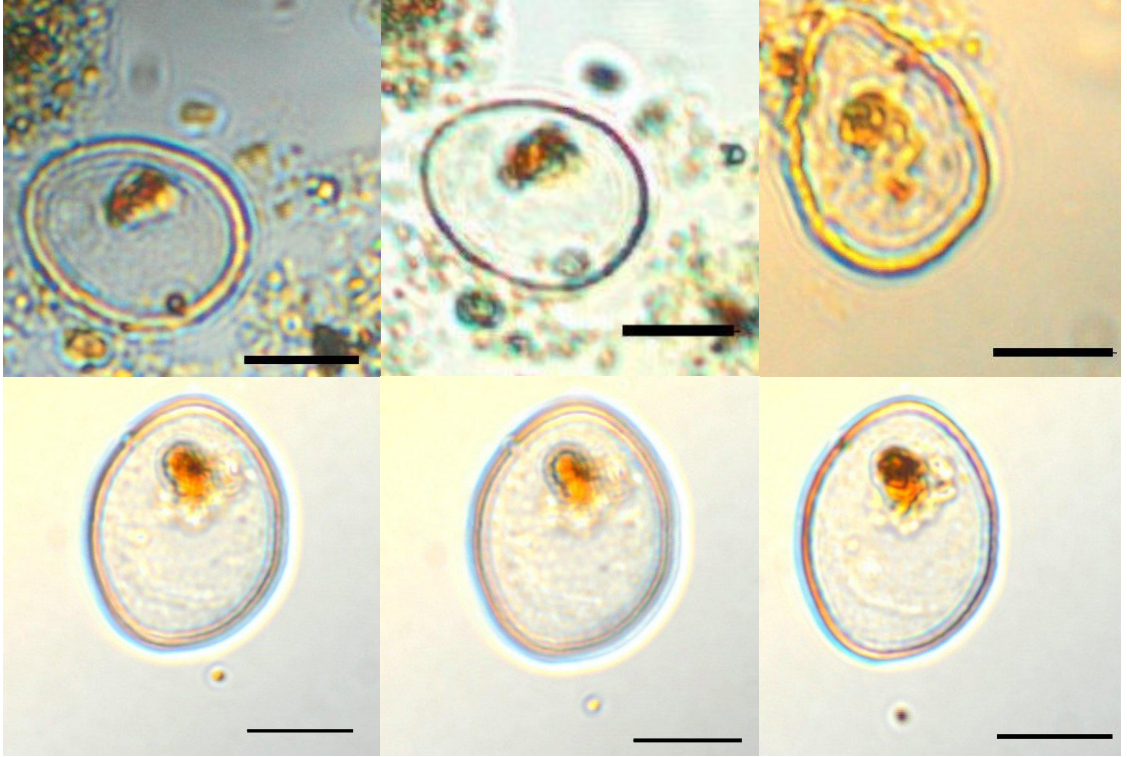


Şekil 4.1.2: *Alexandrium catenella/tamarense* Kompleksi (Bar = 15  $\mu\text{m}$ )



***Alexandrium minutum* Kist tipi**

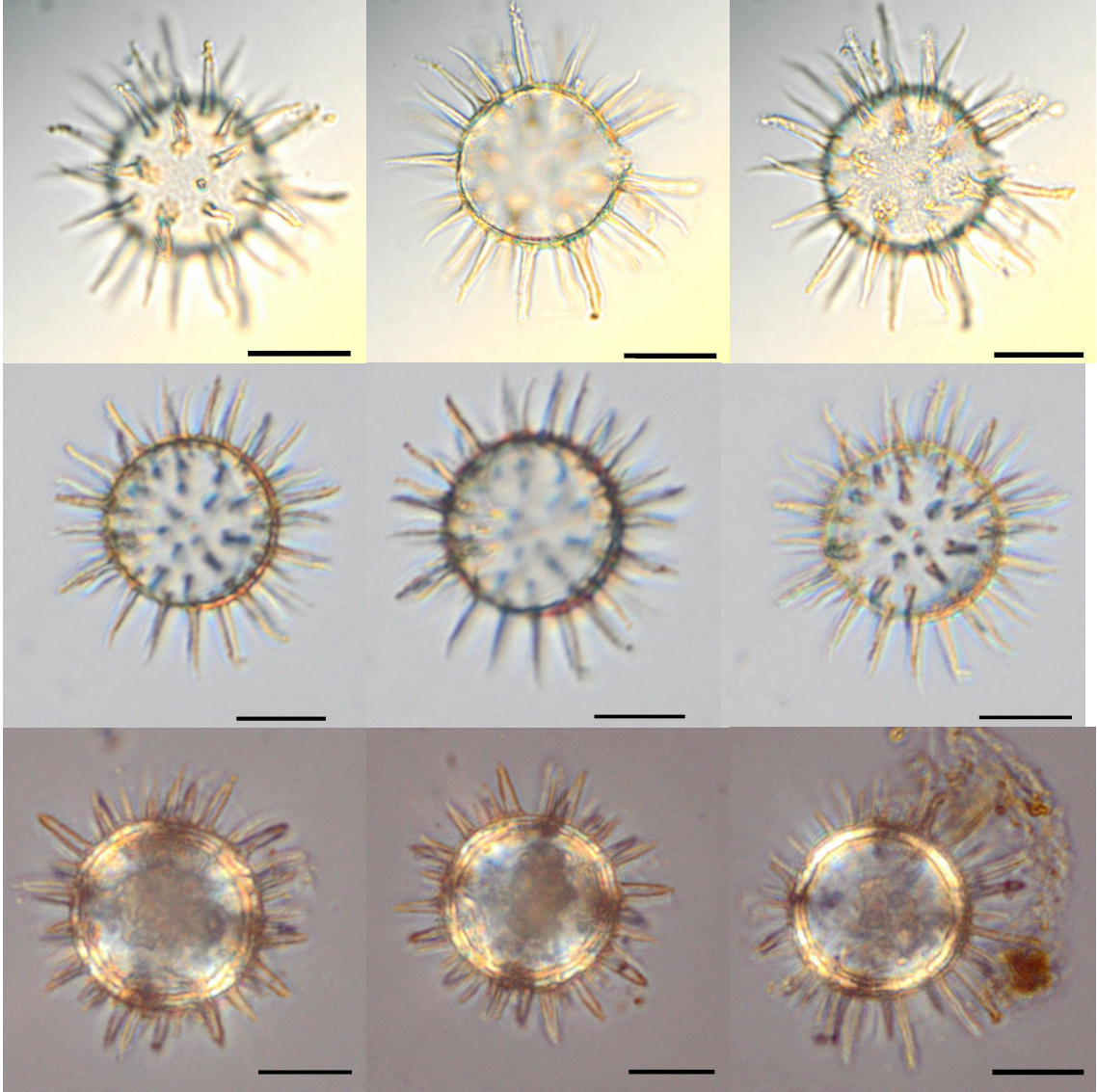
Kist şekli eliptik veya ovaldir. Kist yüzey süslemeleri yoktur ve kist duvarı düzdür. Bazı hücreler düzensiz, şeffaf, müsilaj madde ile çevrilidir. Canlı hücreler “red-body” denilen fonksiyonu kesin olmayan protoplazmik yapılar içerir. Kist boyu 21-34  $\mu\text{m}$ , eni 19-29  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.3: *Alexandrium minutum* Kist Tip (Bar = 15  $\mu\text{m}$ )

***Lingulodinium machaerophorum* (Deflander & Cookson) Wall**

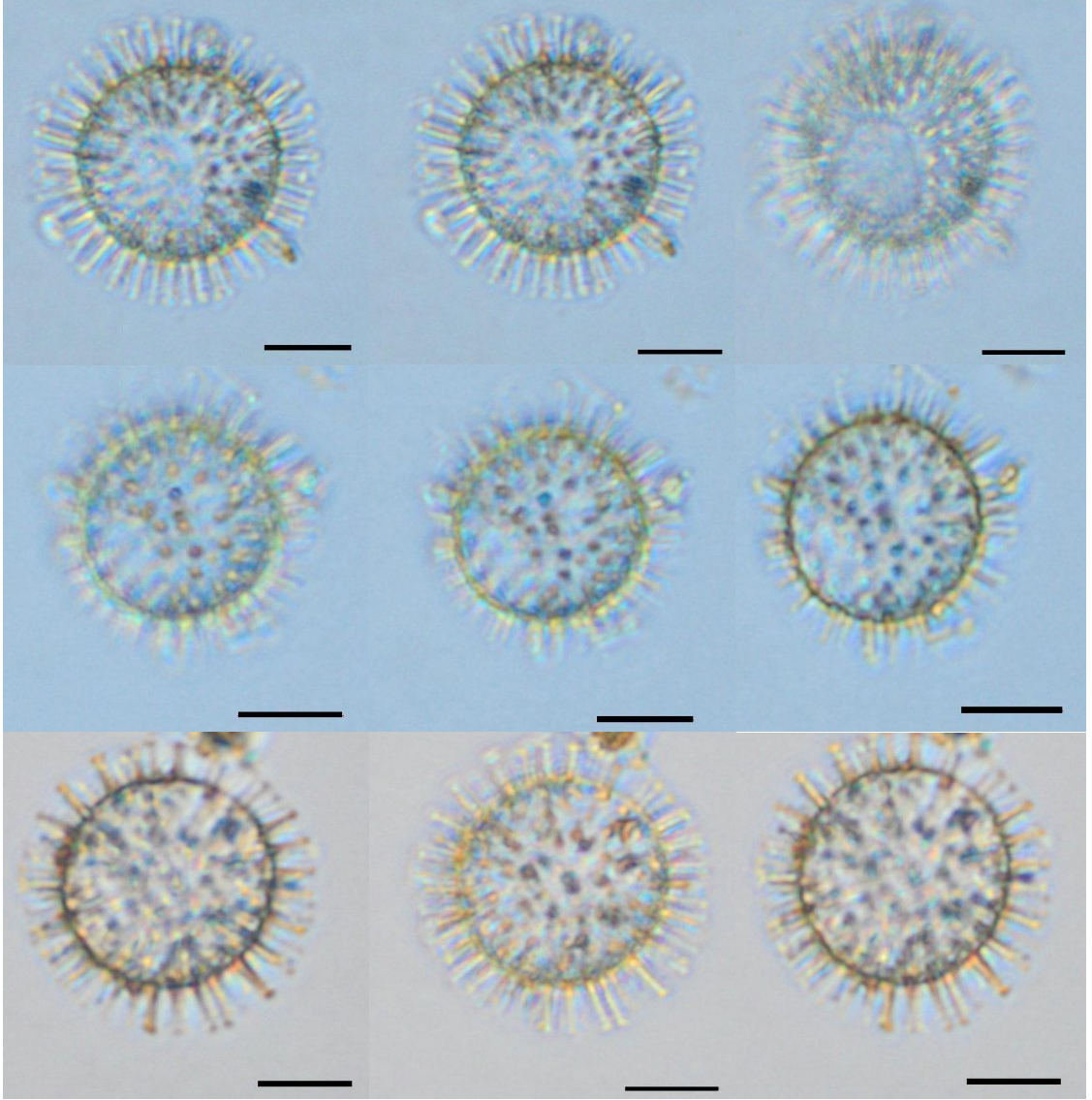
Kist şekli küreseldir. Kist duvarı renksizdir. Hücre yüzeyinde düzenli dağılmış retikulat (genellikle uca doğru sivrilerek sonlanan) yüzey süsleri görülmektedir. Bu kist tipinin ortam koşullarına (tuzluluk ve sıcaklık) bağlı olarak yüzey süslerinin boyu değişiklik gösterebilir. Kist çapı 32-44 µm arasındadır (n=50). Kist yüzey süsü uzunluğu 8-20 µm arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.4: *Lingulodinium machaerophorum* (Deflander & Cookson) Wall (Bar = 20 µm)

***Operculodinium centrocarpum* (Deflander & Cookson) Wall**

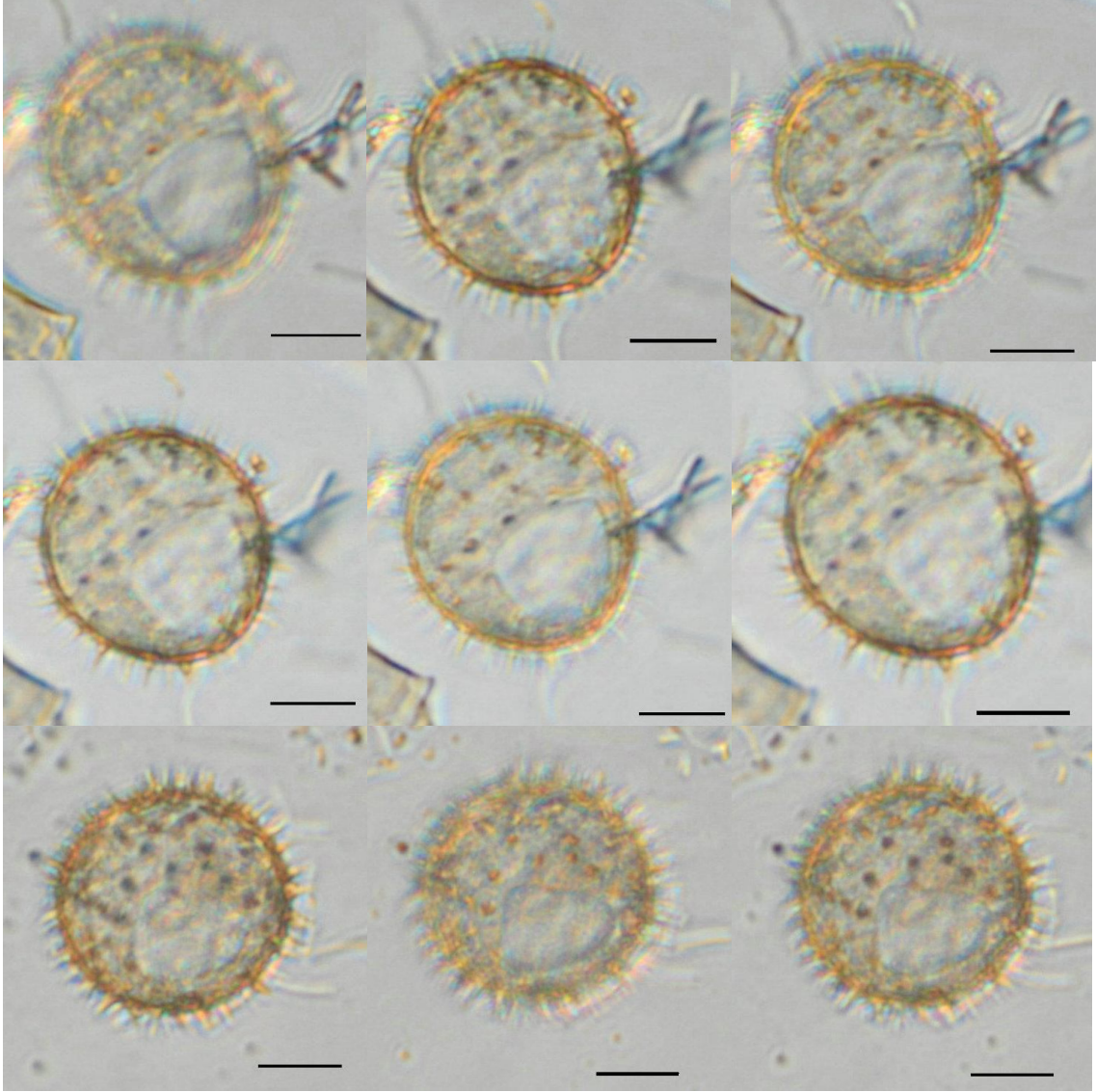
Kist şekli küreseldir ve renksiz kist duvarına sahiptir. Yüzey süsleri düzenli dağılmış ve akümülat (ince uzun ve uç kısmı başçıklı) tiptedir. Altıgen arkeopil görülür. Kist çapı 27-38  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=50). Kist yüzey süs uzunluğu 3-10  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=25).



Şekil 4.1.5: *Operculodinium centrocarpum* (Deflander & Cookson) Wall (Bar = 15  $\mu\text{m}$ )

***Operculodinium israelianum* (Deflander & Cookson) Wall**

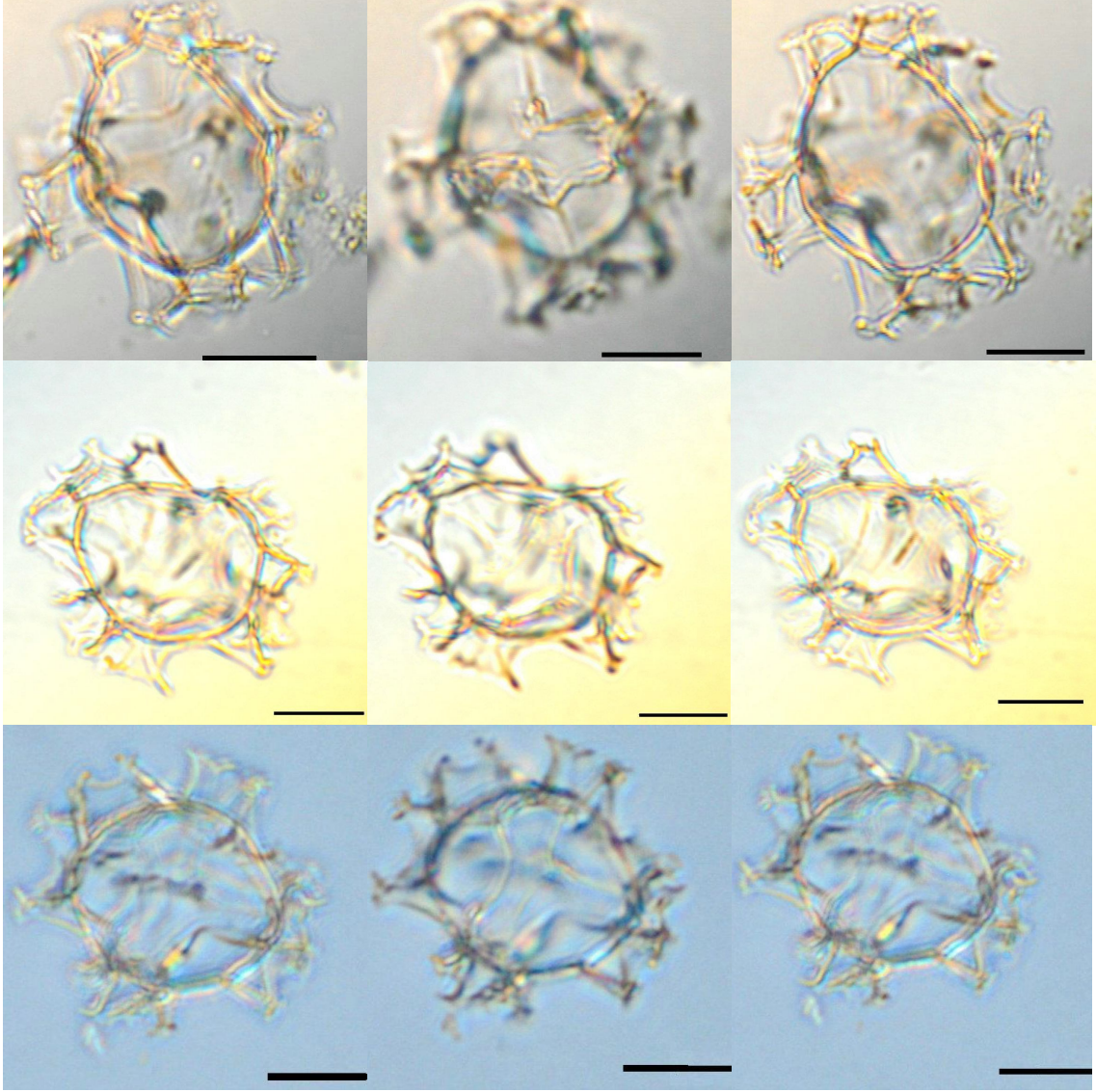
Kist şekli küresel veya ovaldir. Kist duvarı şeffaftır. Yüzey süsleri düzenli dağılmış, kısa konik çıkıntılar şeklindedir. Bu kist tipinin ortam koşullarına göre kısa ve uzun yüzey süslü morfolojileri olduğu bilinmektedir. Altıgen arkeopil tipi görülür. Kist çapı 38-65  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=18). Kist yüzey süs uzunluğu 2-5  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.6: *Operculodinium israelianum* (Deflander & Cookson) Wall (Bar = 15  $\mu\text{m}$ )

***Spiniferites belerius* Reid**

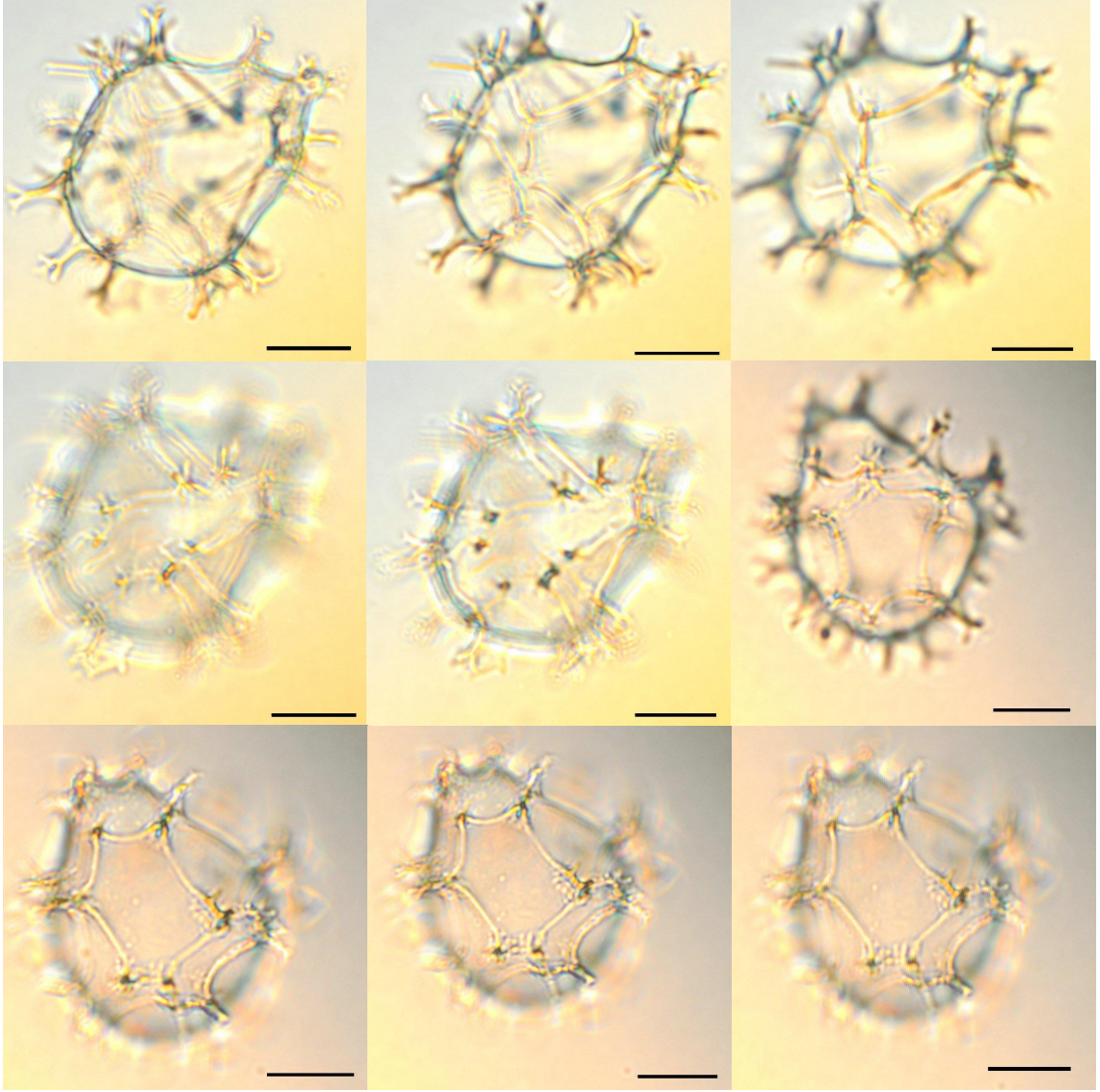
Kist şekli küreseldir. Kist duvarı şeffaftır. Kist yüzey süsleri kısa, geniş ve membranimsı yapıdadır. Kist boyu 20-38 µm, eni 18-29 µm arasındadır (n=19).



Şekil 4.1.7: *Spiniferites belerius* Reid (Bar = 10 µm)

***Spiniferites bentorii* (Rossignol) Wall & Dale**

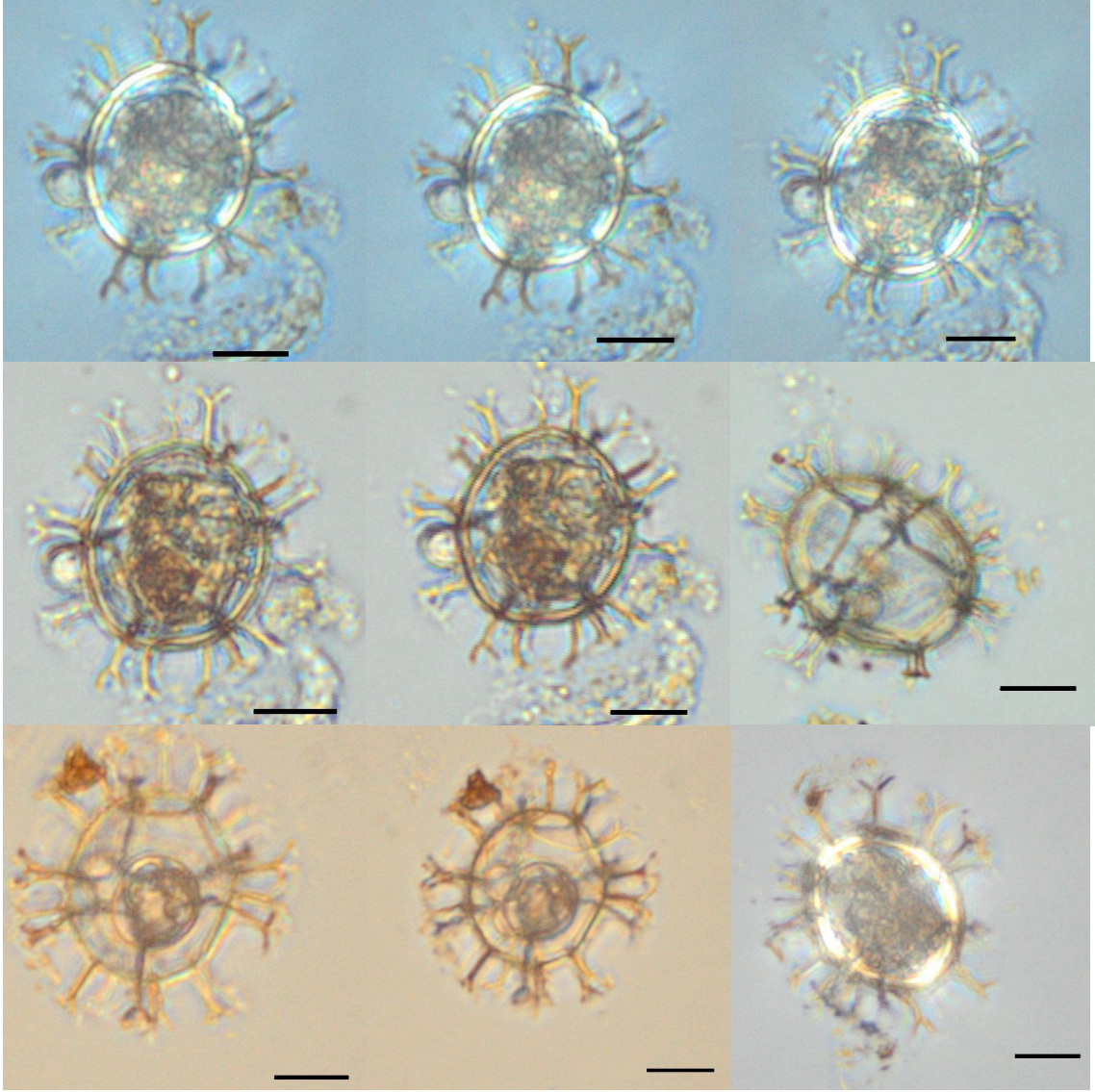
Kist şekli oval veya küreseldir. Kist duvarı şeffaftır. Kistin antapikal kısmı şişkindir. İntergonal ve gonal yüzey süslerine sahiptir. Kist boyu 37-65 µm, eni 33-51 µm arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.8: *Spiniferites bentorii* (Rossignol) Wall & Dale (Bar = 10 µm)

***Spiniferites bulloideus* (Deflander & Cookson) Sarjent sensu Wall & Dale**

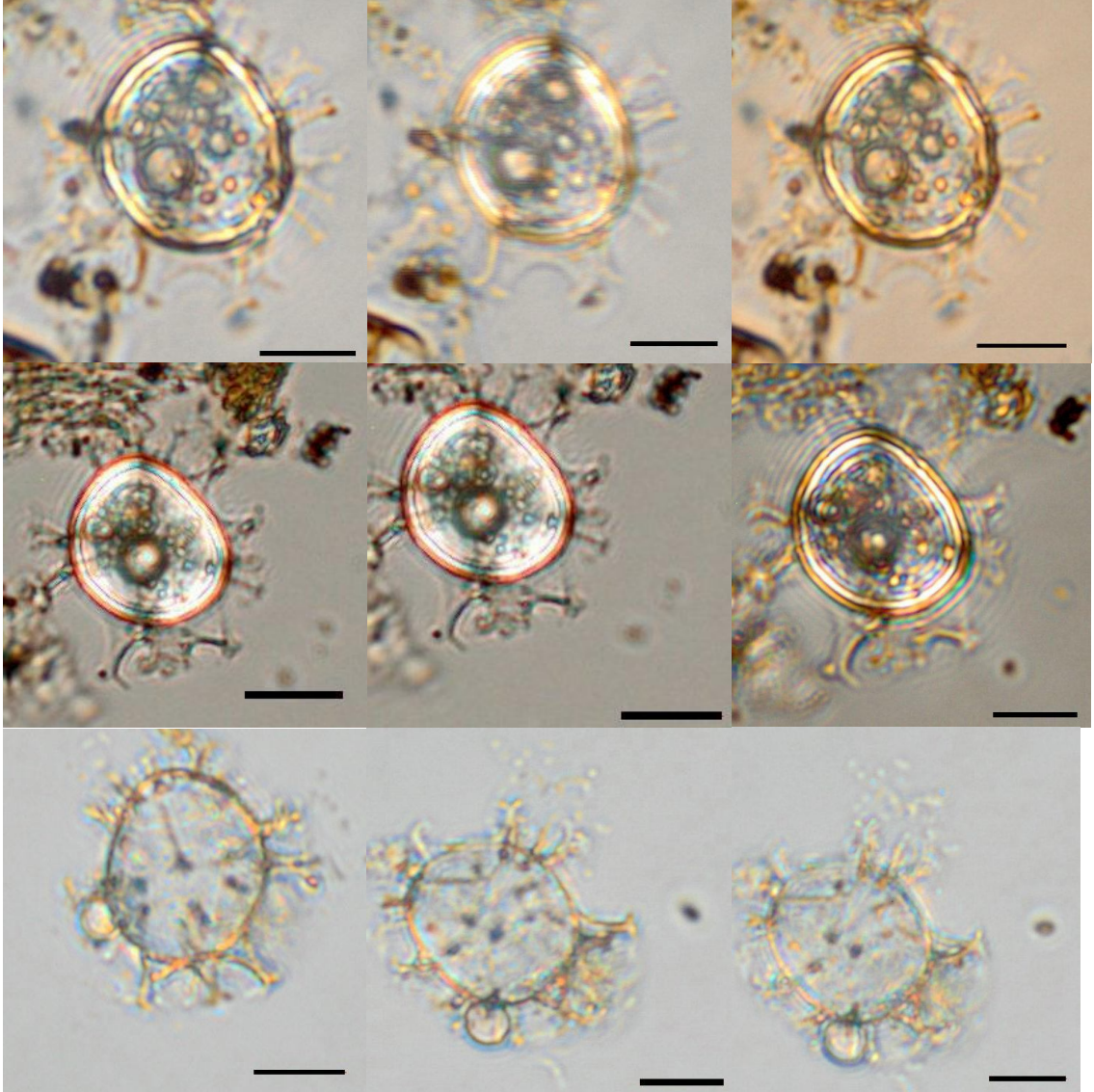
Kist şekli oval ve küreseldir. Kist duvarı şeffaftır. Kist yüzeyi düzdür ve çapı 40 µm'den küçüktür. Kist çapı 24-39 µm arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.9: *Spiniferites bulloideus* (Deflander & Cookson) Sarjent sensu Wall & Dale  
(Bar = 15 µm)

***Spiniferites cf. delicatus* (Deflander & Cookson) Sarjent sensu Wall & Dale**

Kist şekli oval veya küreseldir. Kist duvarı şeffaftır. Antapikal bölgedeki gonal süslerden 3 tanesi kalın ve petalloid şekilde olması ile karakterizedir. Kist boyu 31-42  $\mu\text{m}$ , eni 27-36  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=50).

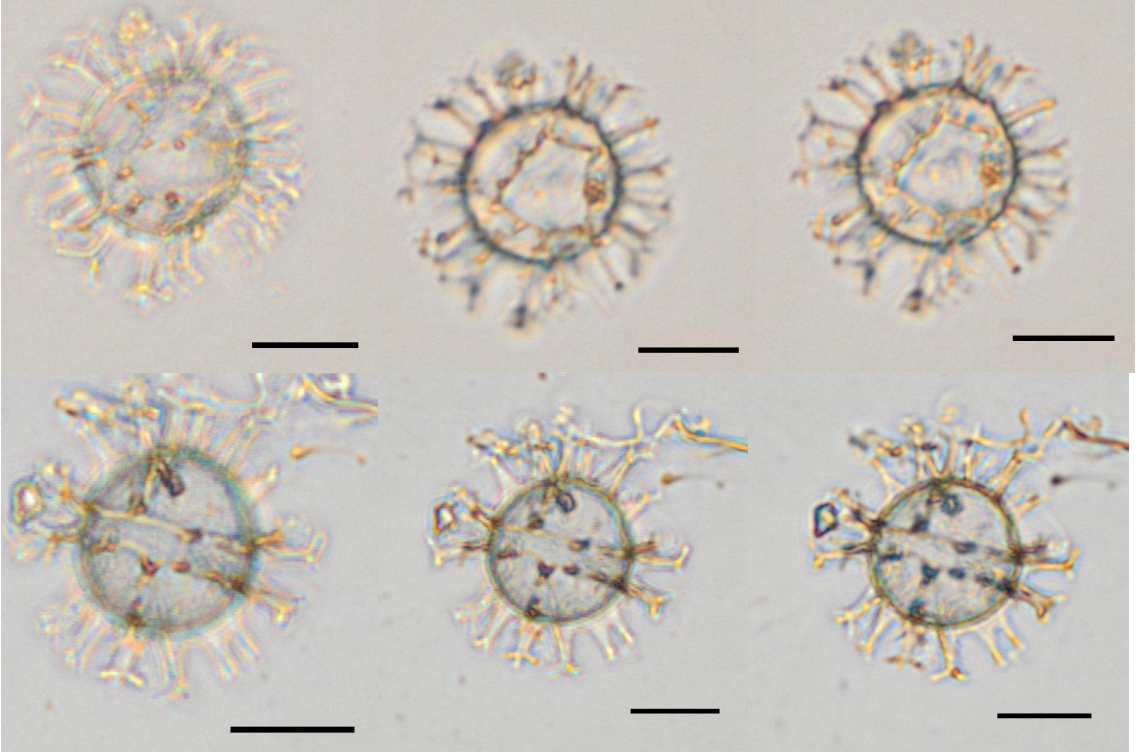


Şekil 4.1.10: *Spiniferites cf. delicatus* (Deflander & Cookson) Sarjent sensu Wall & Dale  
(Bar = 10  $\mu\text{m}$ )



***Spiniferites hypercanthus* (Rossignol) Sarjent**

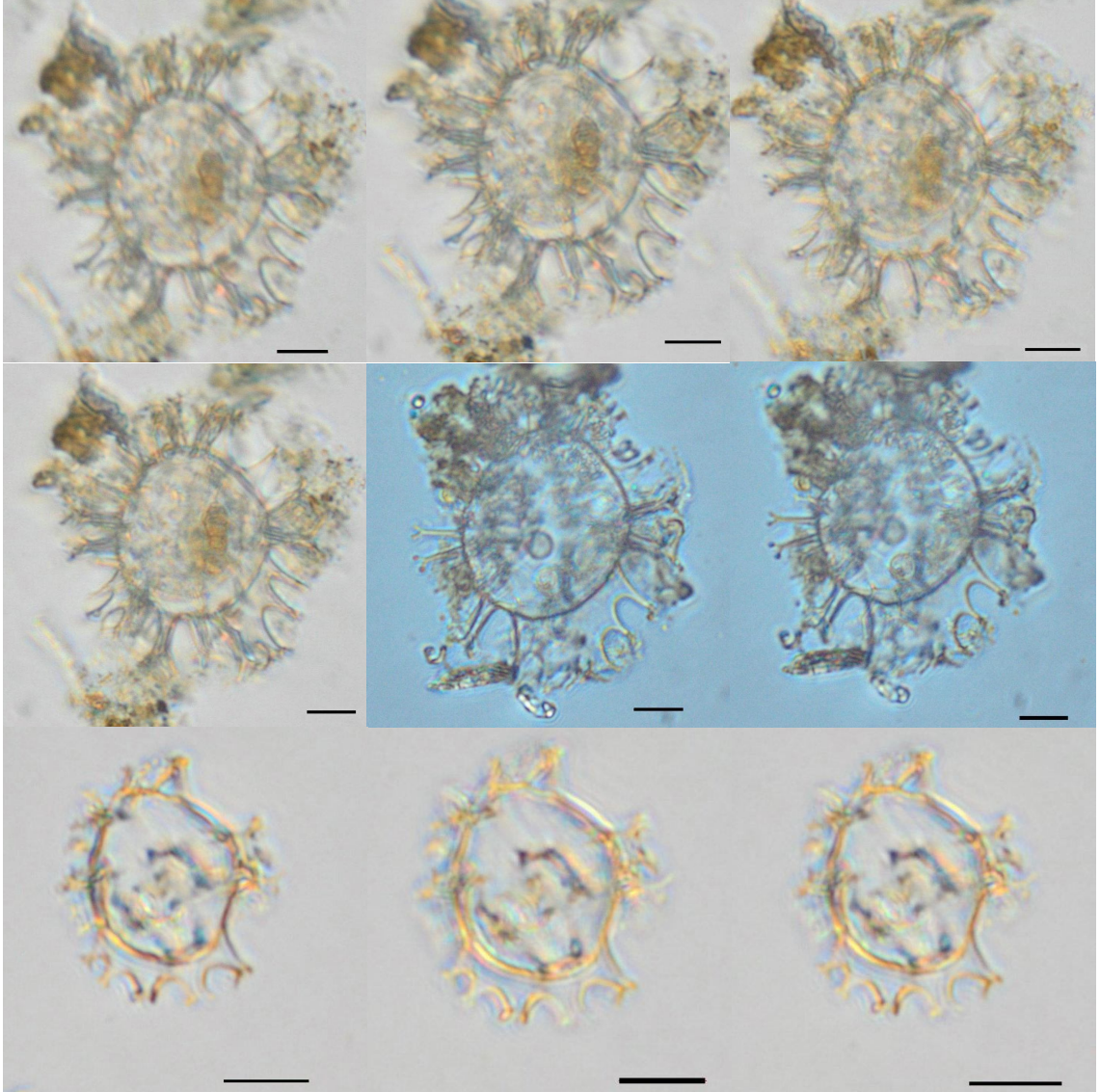
Kist şekli küreseldir. Sadece gonol süsleri vardır. Kist duvarı şeffaftır ve yüzeyi düzdür. Kist çapı 20-36 µm arasındadır (n=35).



Şekil 4.1.11: *Spiniferites hypercanthus* (Rossignol) Sarjent (Bar = 20 µm)

***Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjent**

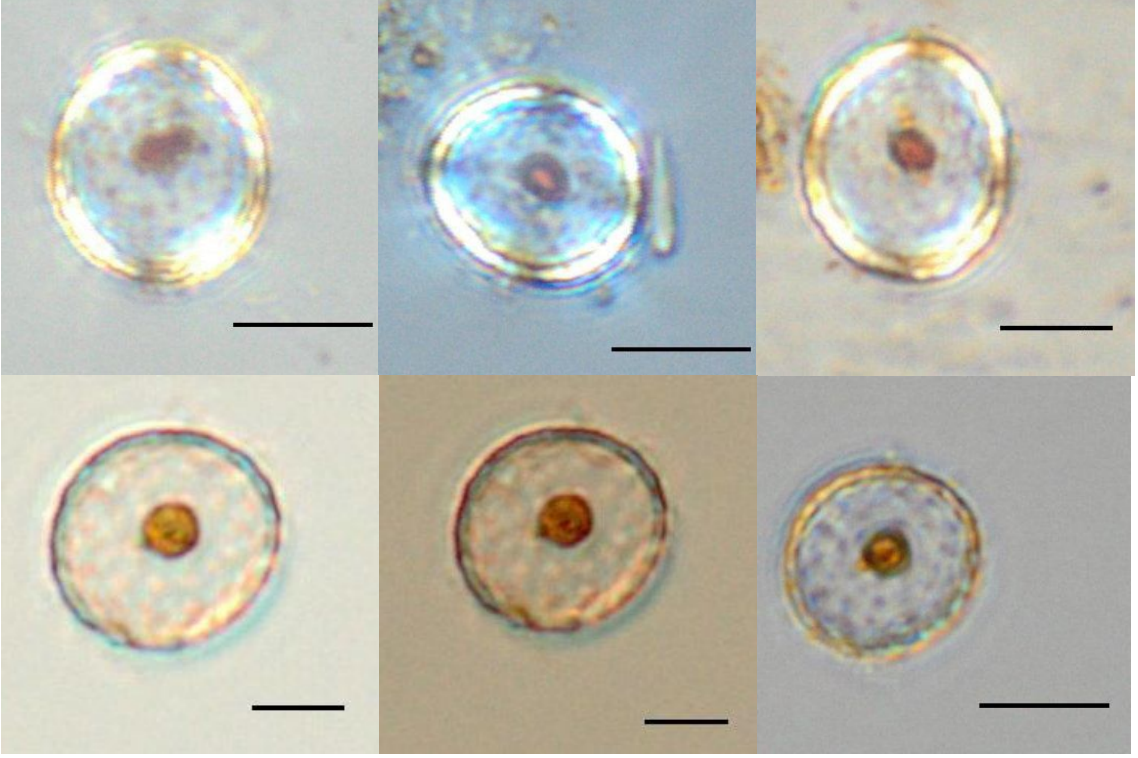
Kist şekli küreseldir. Sadece gonal süsleri vardır ve kist duvarı şeffaftır. Kistin antapikal bölgedeki yüzey süslerinden bir kısmı birleşerek membransı bir yüzey süsü oluşturur. Bu yüzey süs yapısı ile diğer kist türlerinden ayrılır. Kist boyu 36-50  $\mu\text{m}$ , eni 29-47  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=4).



Şekil 4.1.12: *Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjent (Bar = 15  $\mu\text{m}$ )

***Scripsiella sp1.***

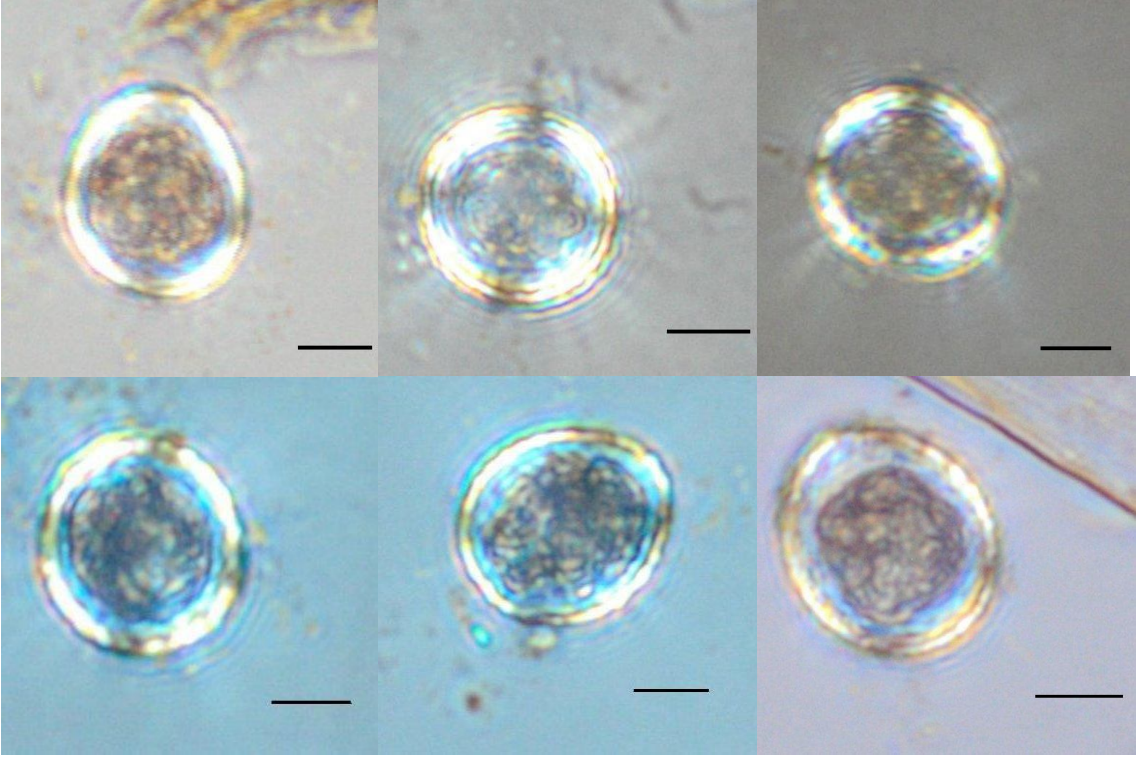
Kist şekli oval veya küreseldir. Kist yüzeyi düz değildir ve oyuklu yapıdadır. Kist içerisinde kırmızı renkli protoplazmik yapı vardır. Kist boyu 22-32  $\mu\text{m}$ , eni 21-28  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.13: *Scripsiella sp1.* (Bar = 15  $\mu\text{m}$ )

***Scripsiella sp2.***

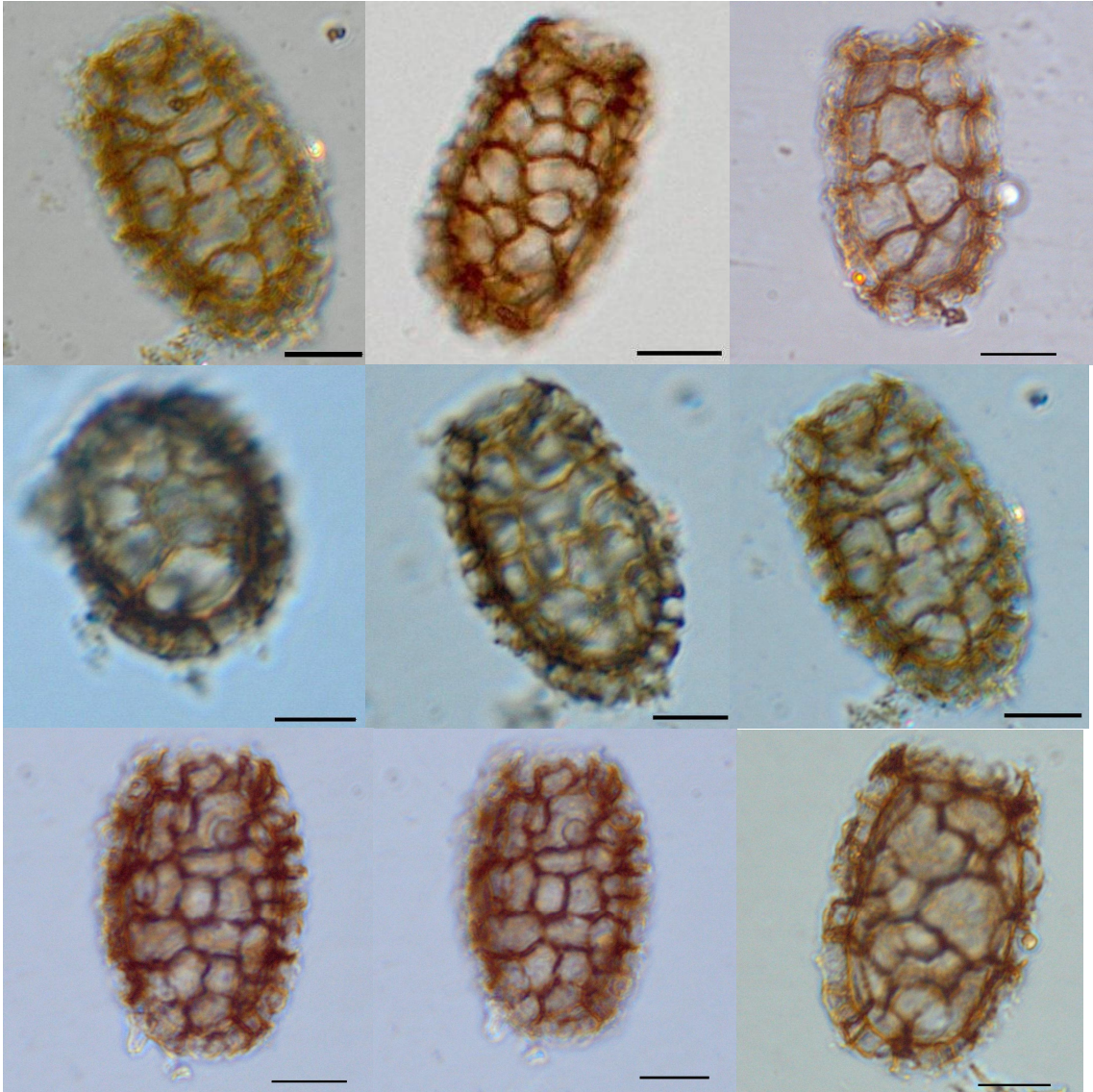
Kist şekli oval veya küreseldir. Kist yüzeyi oyuklu bir yapıya sahiptir. Kist içerisinde büyük miktarda mavi-yeşil renkli protoplazmik yapı bulunmaktadır. Kist boyu 23-30  $\mu\text{m}$ , eni 20-27  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.14: *Scripsiella sp2.* (Bar = 10  $\mu\text{m}$ )

***Polykrikos kofoidii* (Chatton) Matsuoka**

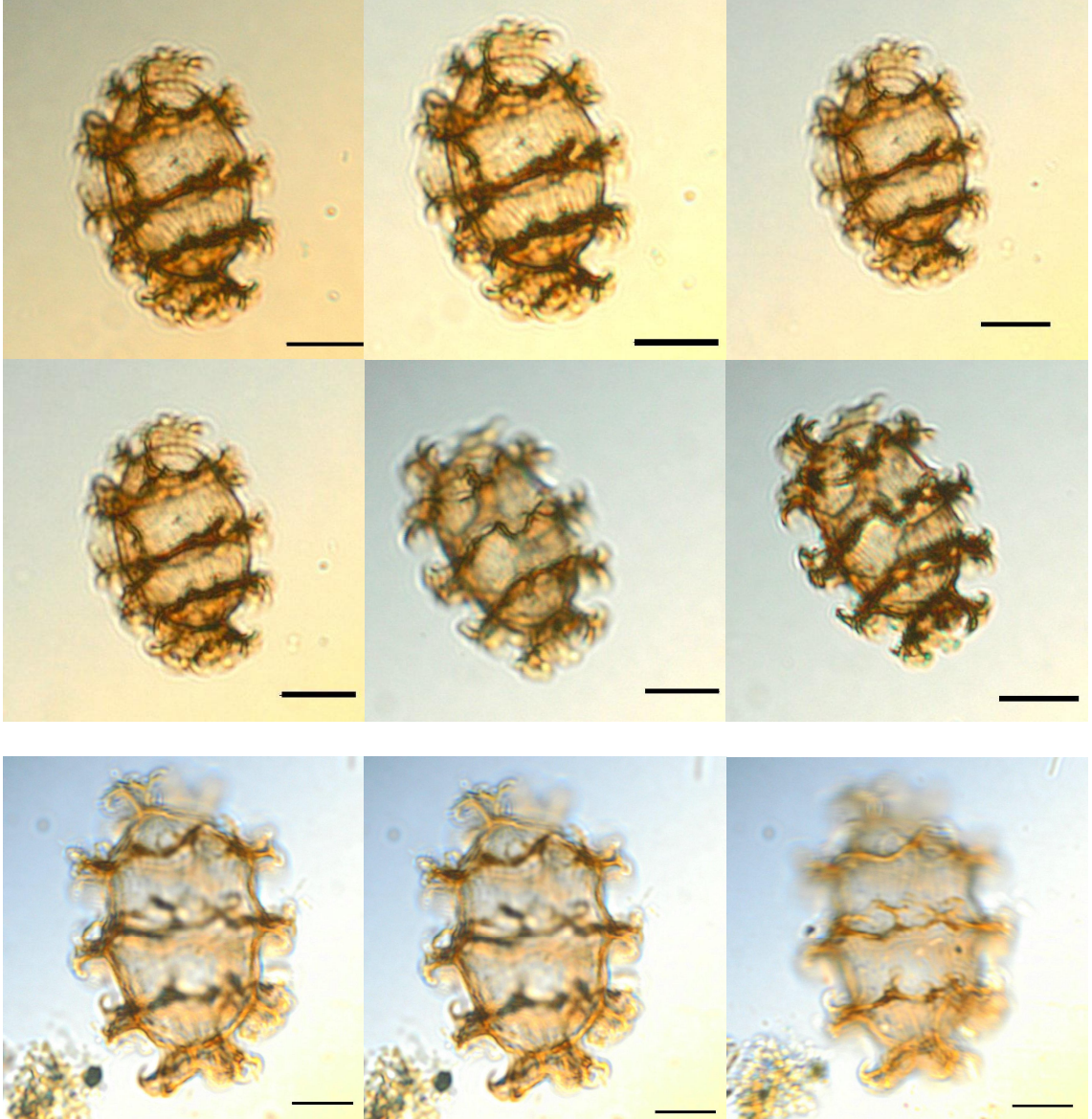
Kist şekli elipstir. Kist koyu kahverengi-kırmızı renklidir. Kist yüzey süsleri yoktur ve yüzeyindeki çıkıntılar körelmiş durumdadır. Arkeopil genellikle apikal uçta ve poligonal şekildedir. Kist boyu 57-92  $\mu\text{m}$ , eni 41-60  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.15: *Polykrikos kofoidii* (Chatton) Matsuoka (Bar = 20  $\mu\text{m}$ )

***Polykrikos schwartzii* (Butschlii) Matsuoka**

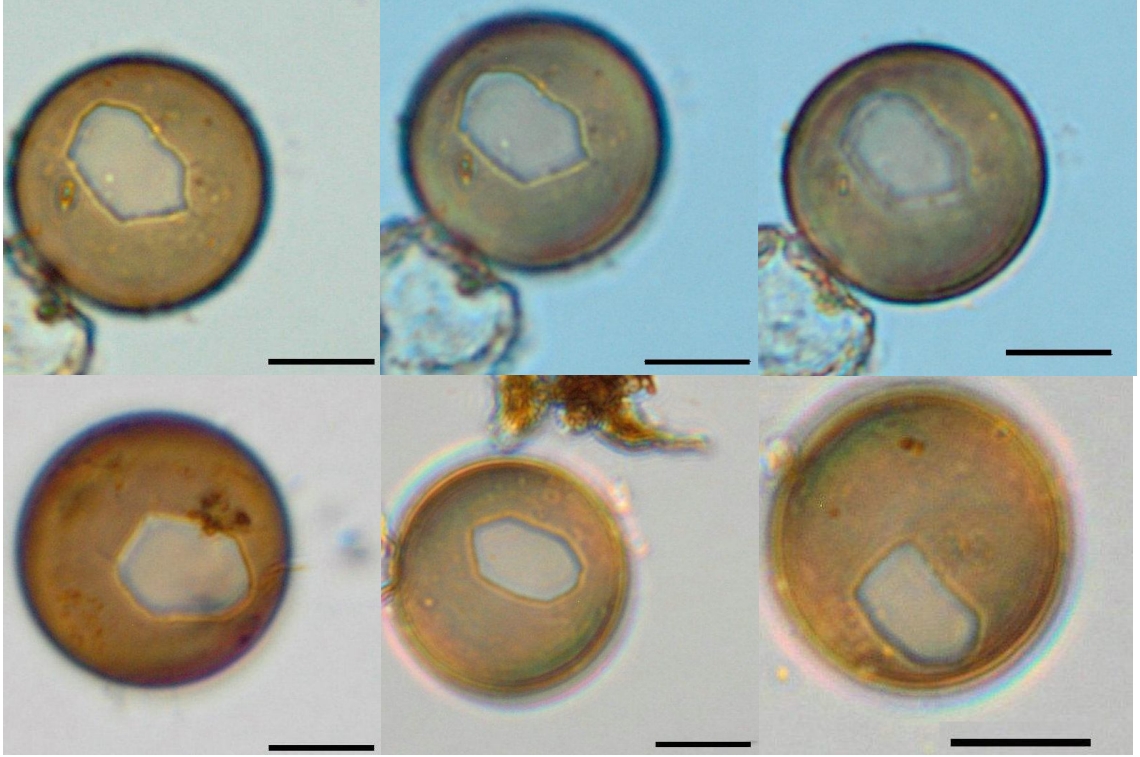
Kist şekli elipstir. Kist duvar rengi kahverengi-kırmızıdır. Kist yüzeyinde tabaka şeklinde yüzey süsleri vardır. Kist boyu 79-88 µm, eni 53-57 µm arasındadır (n=8).



Şekil 4.1.16: *Polykrikos schwartzii* (Butschlii) Matsuoka (Bar = 15-10 µm)

***Brigantedinium asymmetricum* Matsuoka**

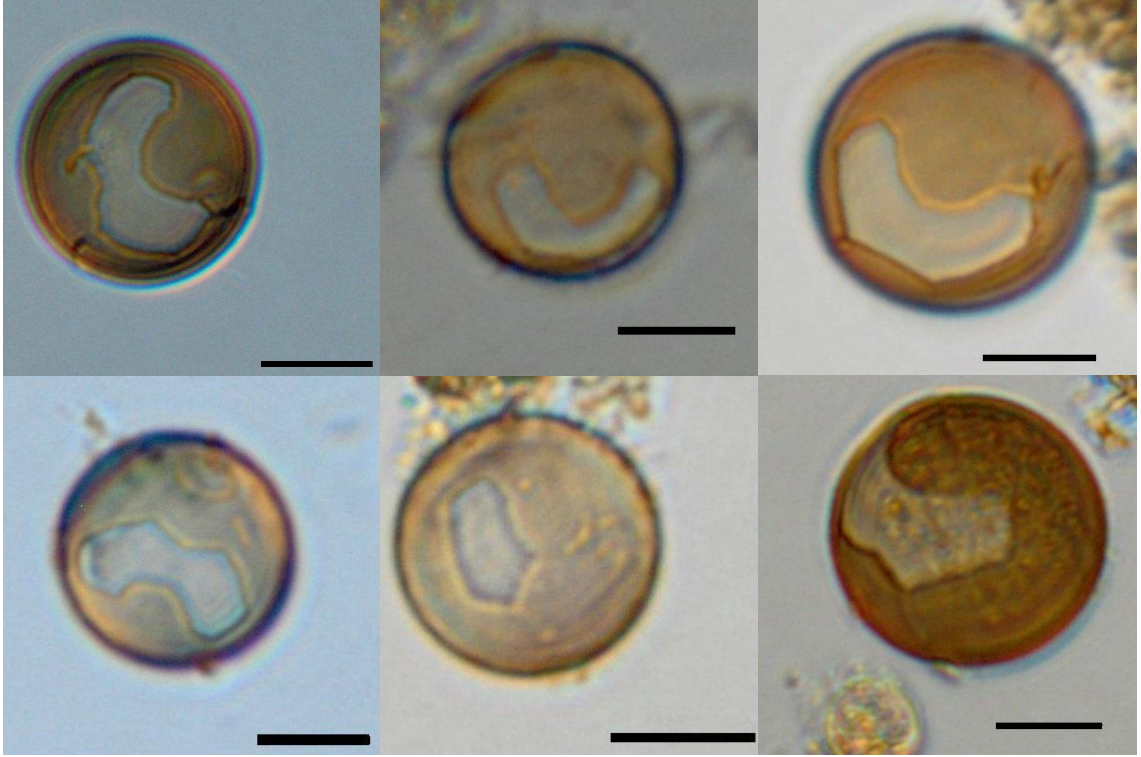
Kist şekli küreseldir. Kist duvarı düz koyu kahverengidir. Kist yüzey süsü bulundurmaz. Kist tek tabakalı duvara sahiptir. Bu kist türüne ait arkeopil şekli yaklaşık altıgen biçiminde ancak düzensiz ve simetrik olmayan biçimdedir. Kist çapı 34-54 µm arasındadır (n=35).



Şekil 4.1.17: *Brigantedinium asymmetricum* Matsuoka (Bar = 20 µm)

***Brigantedinium irregulare* Matsuoka**

Kist şekli küreseldir. Kist duvarı düz, koyu kahverengi ve yüzey süsü bulundurmaz. Kist duvarı tek tabakalıdır. Bu kist türüne ait arkeopil açıklığı altıgen şekilli iki simetrik parçadan meydana gelmiş biçimdedir. Kist çapı 27-43 µm arasındadır (n=45).

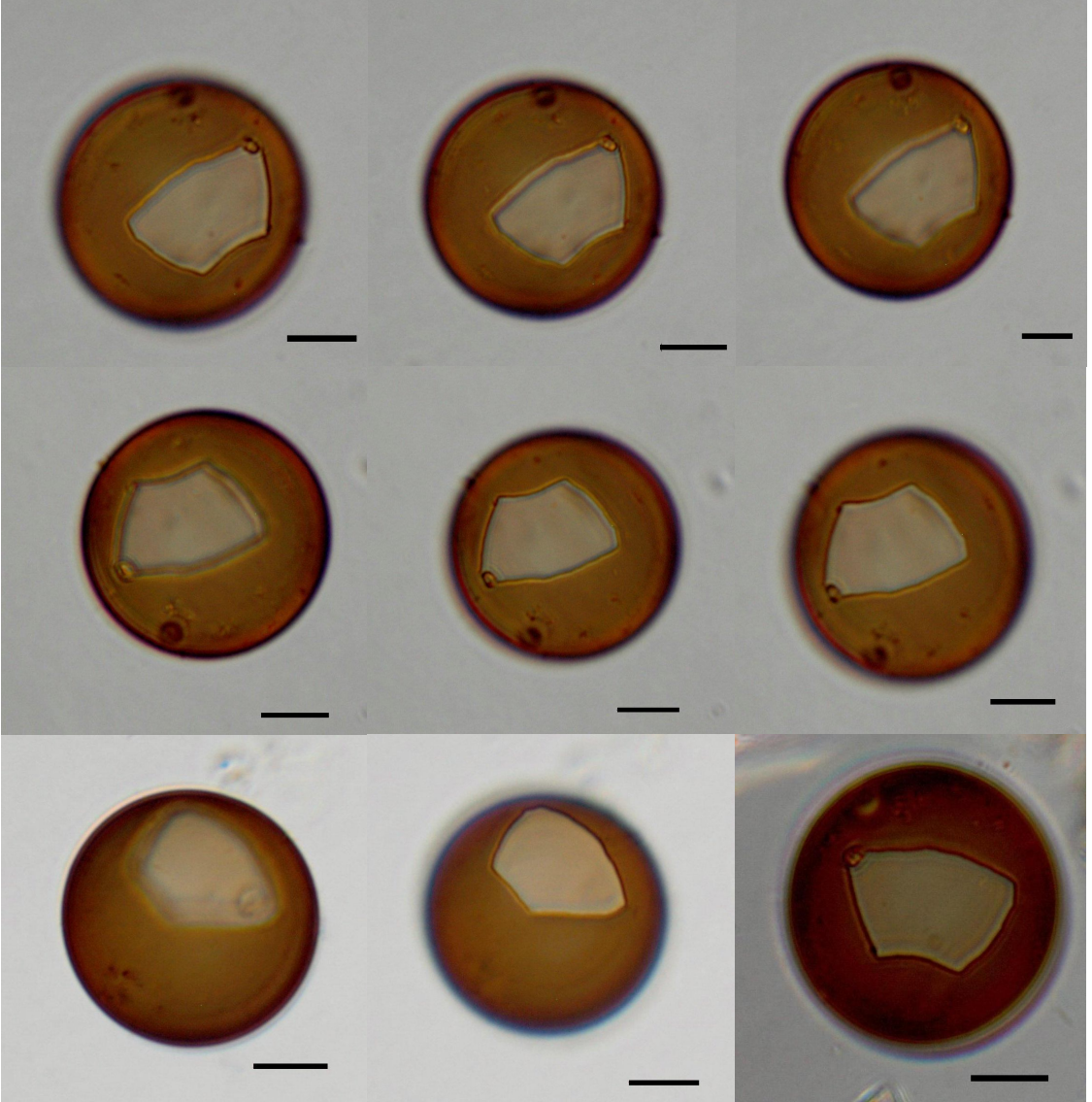


Şekil 4.1.18: *Brigantedinium irregulare* Matsuoka (Bar = 20 µm)



***Brigantedinium simplex* Reid**

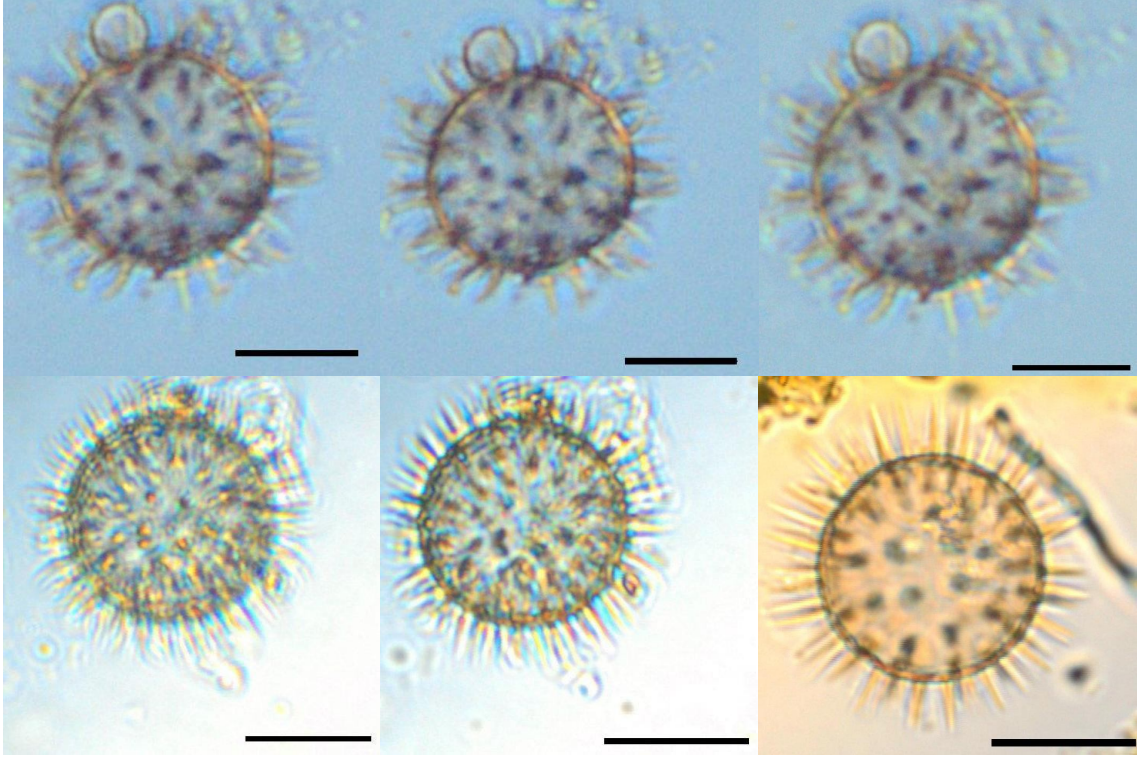
Kist şekli küreseldir. Kist duvarı düz, koyu kahverengidir ve yüzey süsü bulundurmaz. Kist duvarı tek tabakalıdır. Bu kist türüne ait arkeopil açıklığı iki kısa, dört uzun kenardan oluşan altıgen biçimindedir. Kist çapı 30-75 µm arasındadır (n=19).



Şekil 4.1.19: *Brigantedinium simplex* Reid (Bar = 20 µm)

***Diplopelta parva* (Abé) Matsuoka**

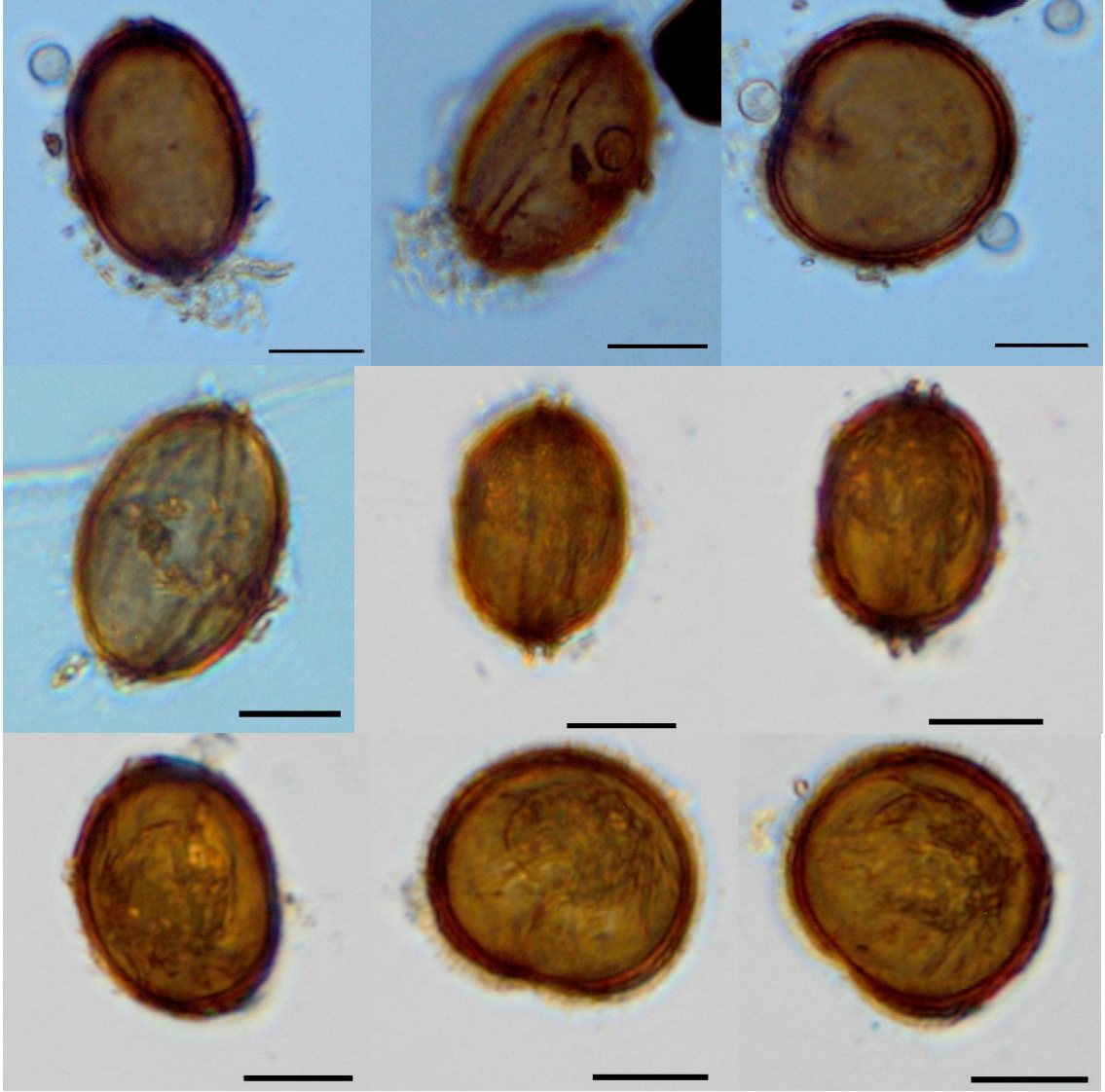
Kist şekli küreseldir. Kist yüzey süsleri düzenli dağılmış geniş çıkıntılar şeklindedir. Kist duvarı koyu renklidir. Kist çapı 25-38 µm arasındadır (n=50). Kist yüzey süs uzunluğu 3-9 µm arasındadır (n=25).



Şekil 4.1.20: *Diplopelta parva* (Abé) Matsuoka (Bar = 15 µm)

***Dubridinium caperatum* (Pavillard) Elbröchter**

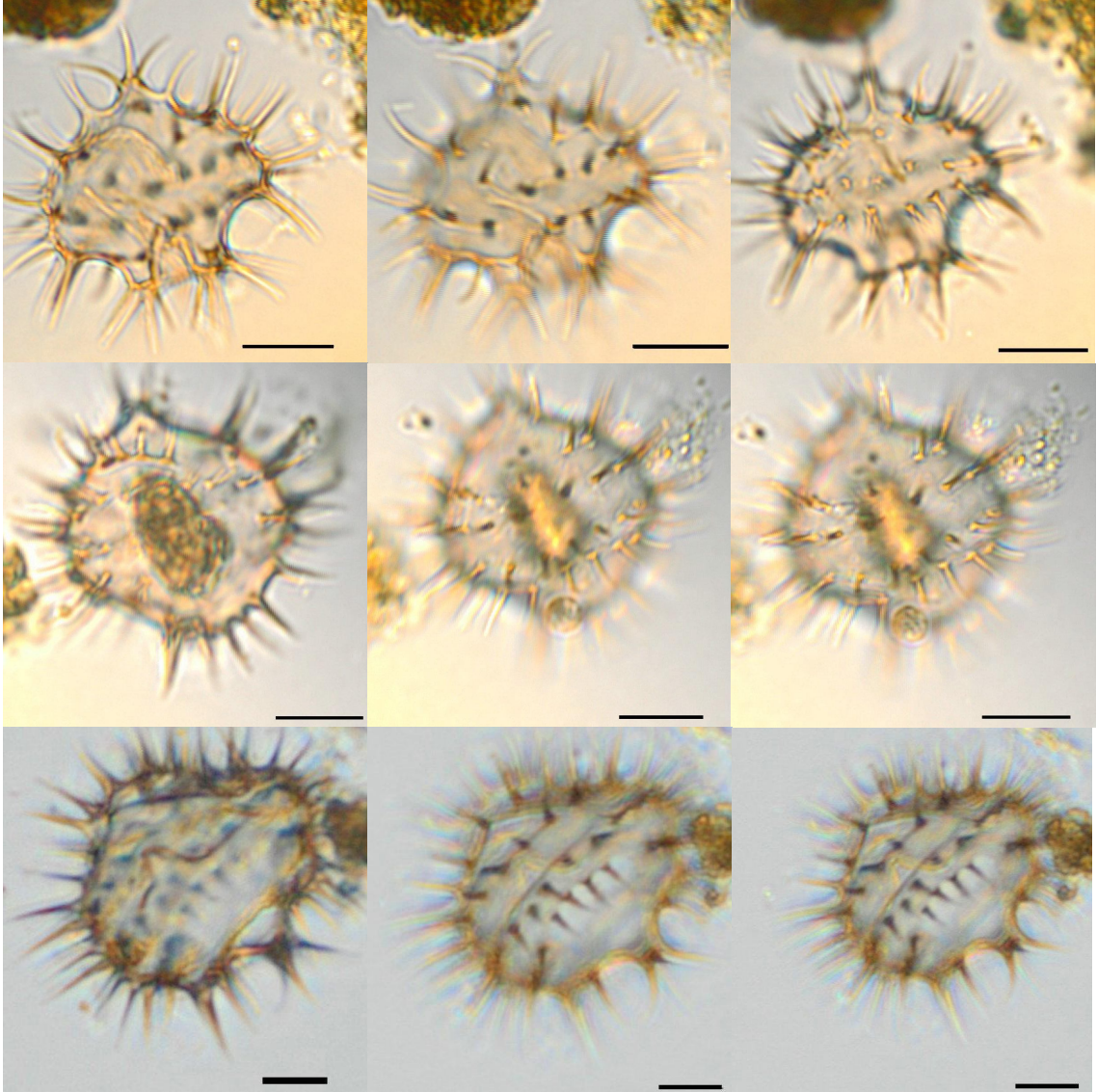
Kist şekli küresel veya yarı küreseldir. Kist genellikle ventral ve dorsalden basıktır. Kist duvarı koyu renklidir. Kist yüzey süslemeleri yoktur. Kistte parasingulum ve parasulkus belirgindir. Arkeopil teropilik episistaldır. Kist boyu 31-52  $\mu\text{m}$ , eni 28-47  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.21: *Dubridinium caperatum* (Pavillard) Elbröchter (Bar = 20  $\mu\text{m}$ )

***Protoperidinium nudum* (Meunier) Balech**

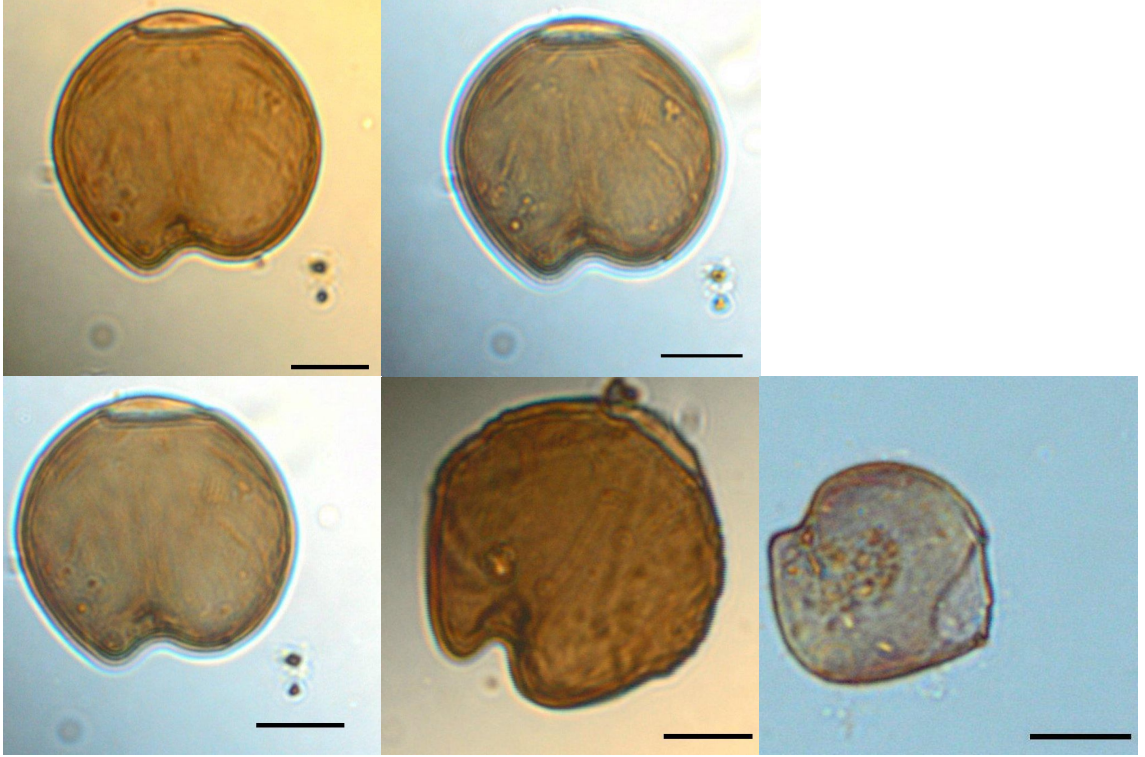
Kist şekli yarı küreseldir. Kist duvar rengi açık kahvrenge-kırmızıdır. Duvar süslemeleri düzensizdir ve iğne benzeri yüzey süslerine sahiptir. Kist boyu 28-59  $\mu\text{m}$ , eni 26-56  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.22: *Protoperidinium nudum* (Meunier) Balech (Bar = 10  $\mu\text{m}$ )

***Protoperidinium obtosum* (Karsten) Parke & Dodge**

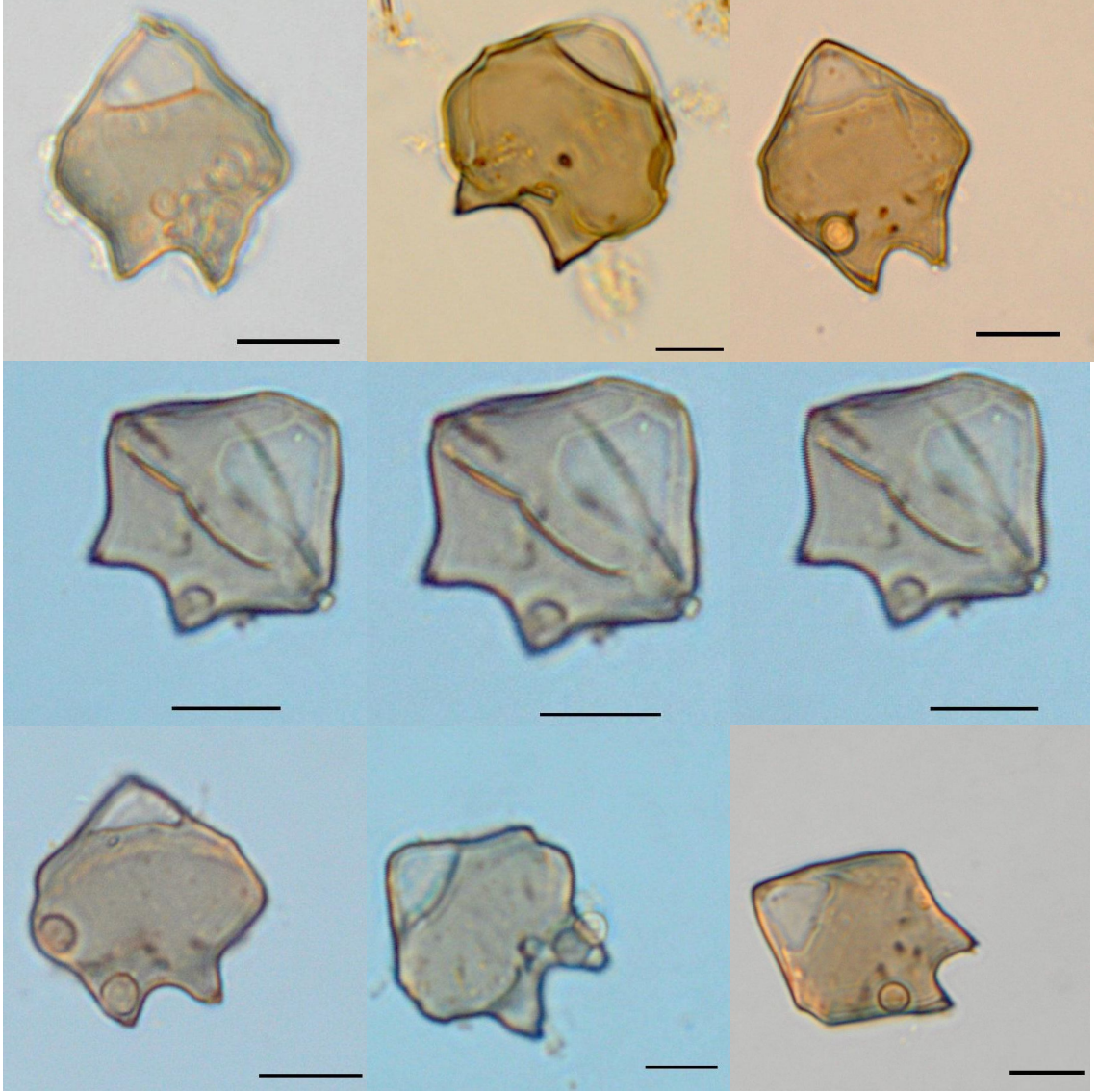
Kist şekli peridinoid veya kalp biçimindedir. Yüzey süslemeleri yoktur. Antapikal çıkıntıları kısa ve kist duvar rengi koyu kırmızı ve kahverengidir. Kist boyu 35-65  $\mu\text{m}$ , eni 35-64  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=9).



Şekil 4.1.23: *Protoperidinium obtosum* (Karsten) Parke & Dodge (Bar = 15  $\mu\text{m}$ )

***Quinquecuspis concreta* (Reid) Head**

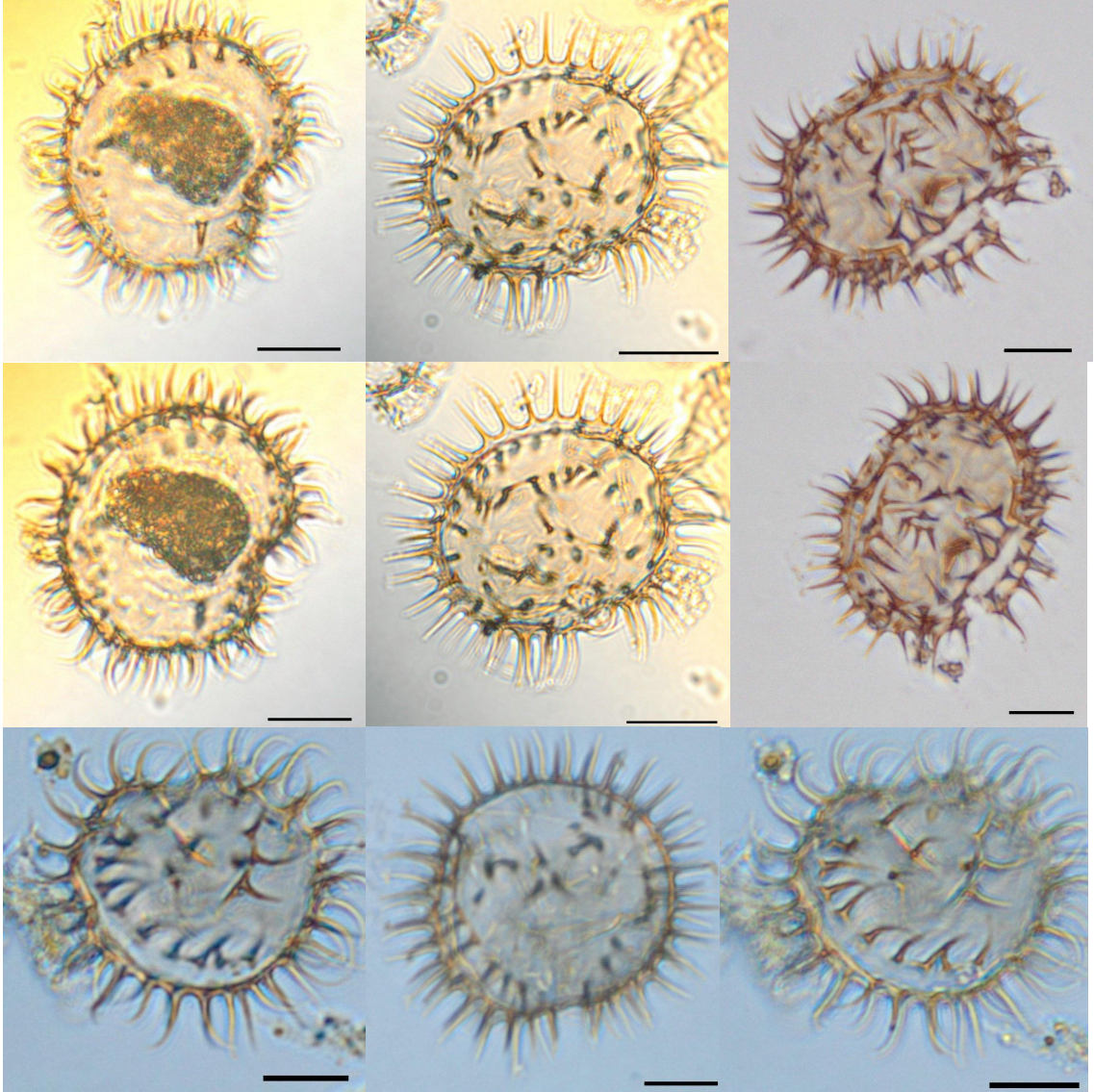
Kist peridinoid şeklindedir. Yüzey süslemeleri yoktur ve duvar rengi açık sarı-kahverengidir. Altıgen arkeopil tipi vardır. Kist boyu 46-69  $\mu\text{m}$ , eni 42-71  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=25).



Şekil 4.1.24: *Quinquecuspis concreta* (Reid) Head (Bar = 20  $\mu\text{m}$ )

***Selenopemphix quanta* (Bradford) Matsuoka**

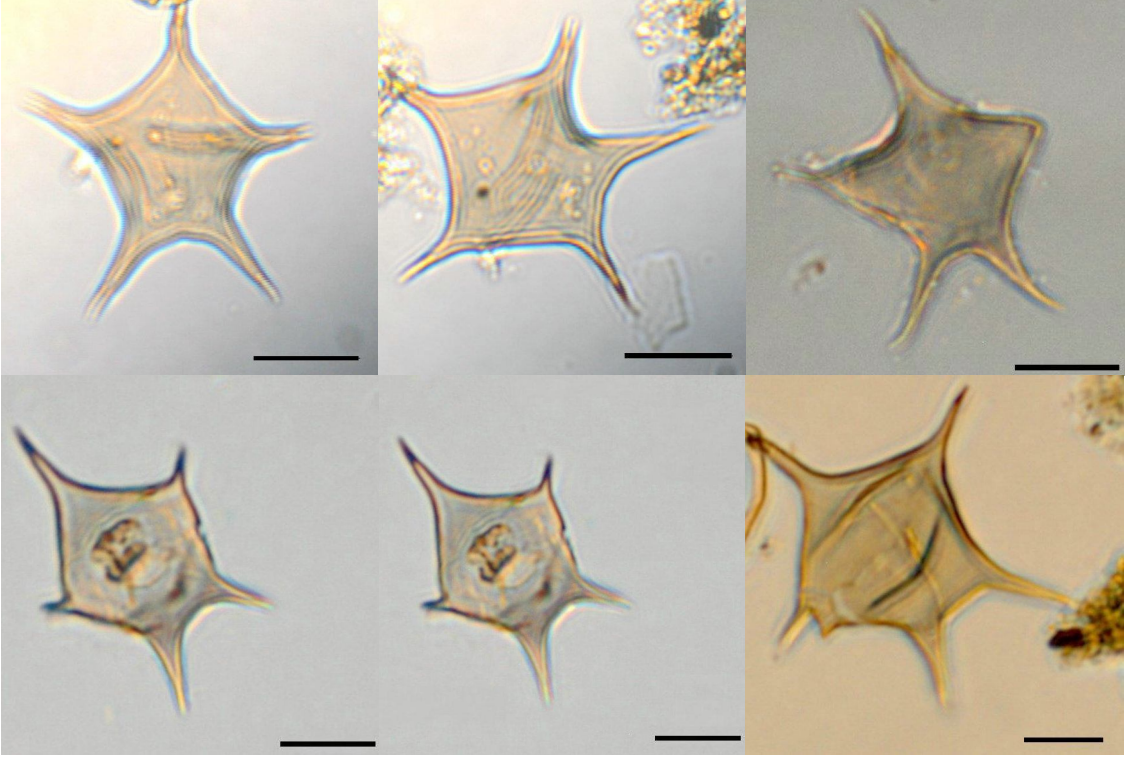
*Protoperidinium nudum* kistinden büyük yapıda olması ve antapikal ve apikal bölgeden basık olması ile ayrılır. İğne benzeri yüzey süslerine sahiptir. Kist boyu 44-86 µm, eni 41-78 µm arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.25: *Selenopemphix quanta* (Bradford) Matsuoka (Bar = 20 µm)

***Stelladinium stellatum* (Wall & Dale) Reid**

Kist, yıldız şeklindedir. Kist duvarı düzdür ve yüzey süsleri yoktur. Kist duvar rengi açık kahverengi veya sarıdır. Kist boyu 60-68  $\mu\text{m}$ , eni 41-60  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=5).

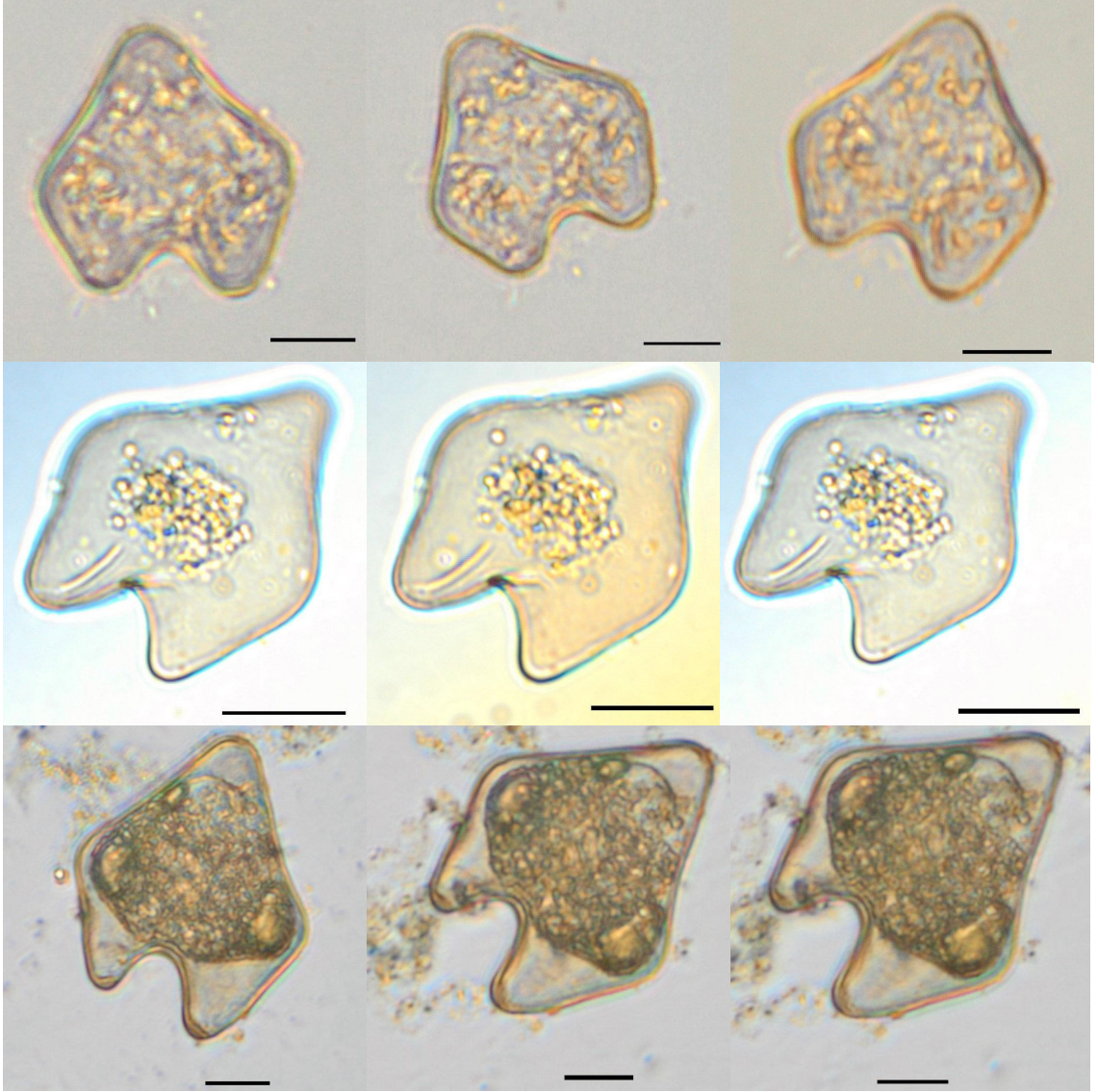


Şekil 4.1.26: *Stelladinium stellatum* (Wall & Dale) Reid (Bar = 20  $\mu\text{m}$ )



***Votadinium calvum* Reid**

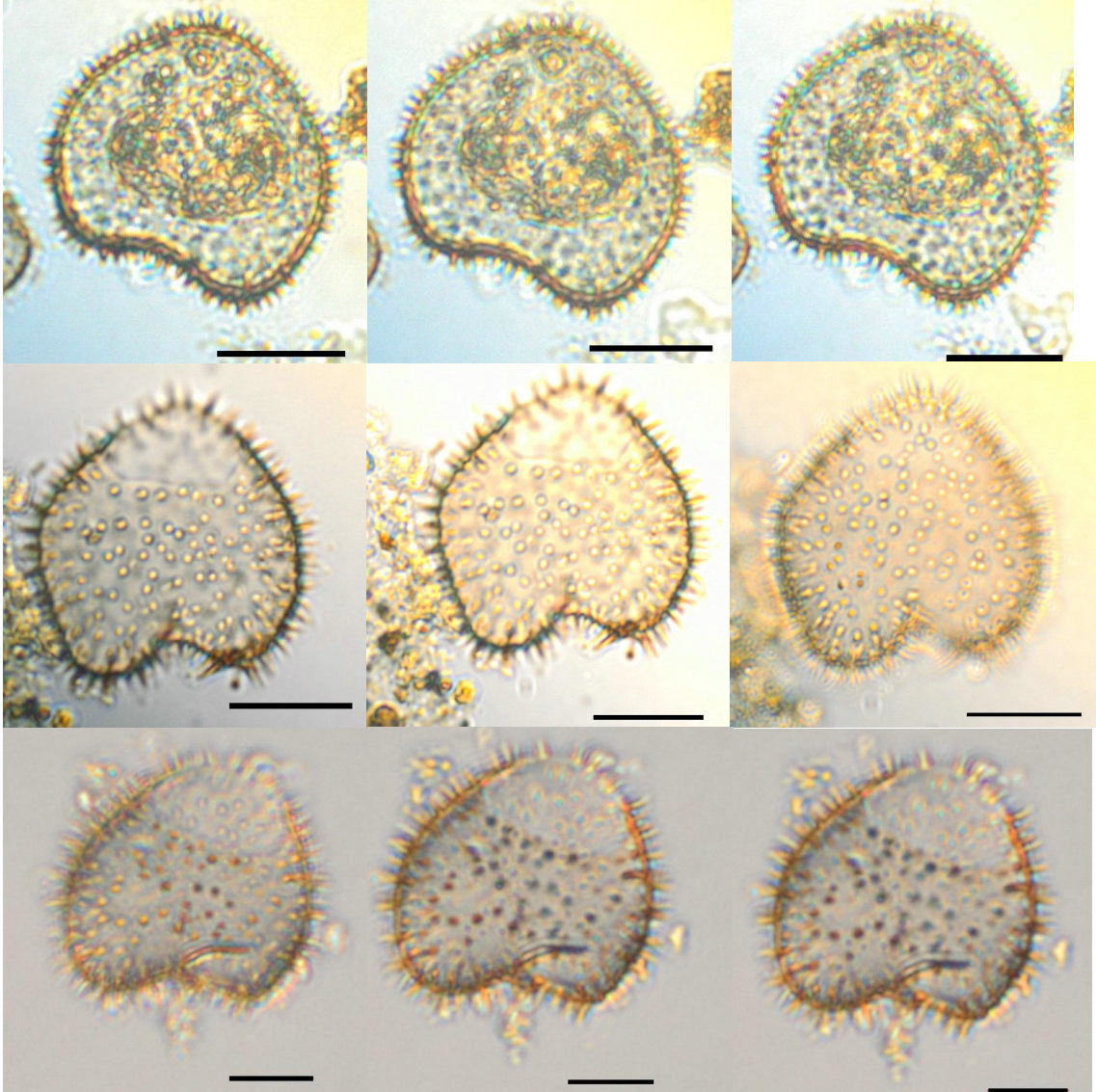
Kist şekli peridinoid veya kalp biçimindedir. Kist duvarı düz ve rengi koyudur. Geniş bir arkeopil açıklığı vardır. Kist boyu 38-77  $\mu\text{m}$ , eni 29-65  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=7).



Şekil 4.1.27: *Votadinium calvum* Reid (Bar = 15  $\mu\text{m}$ )

***Votadinium spinosum* Reid**

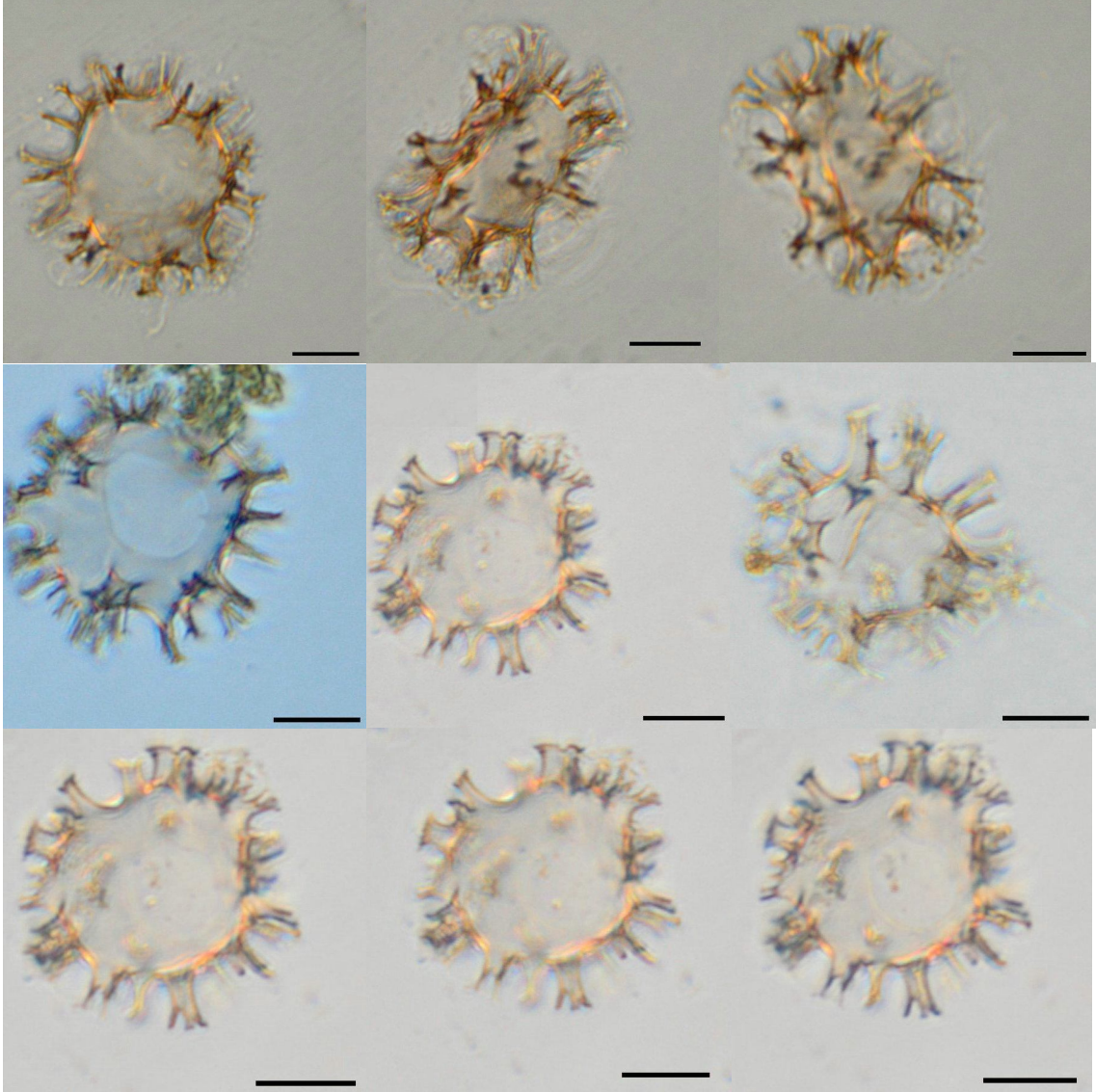
Kist şekli peridinoid veya kalp biçimindedir. Kist duvarı düz ve koyu renklidir. Kist yüzeyinde sayısız kısa çıkıntı vardır. Geniş bir arkeopil açıklığı vardır. Kist boyu 37-57  $\mu\text{m}$ , eni 36-59  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=7).



Şekil 4.1.28: *Votadinium spinosum* Reid (Bar = 15  $\mu\text{m}$ )

***Xandarodinium xanthum* Reid**

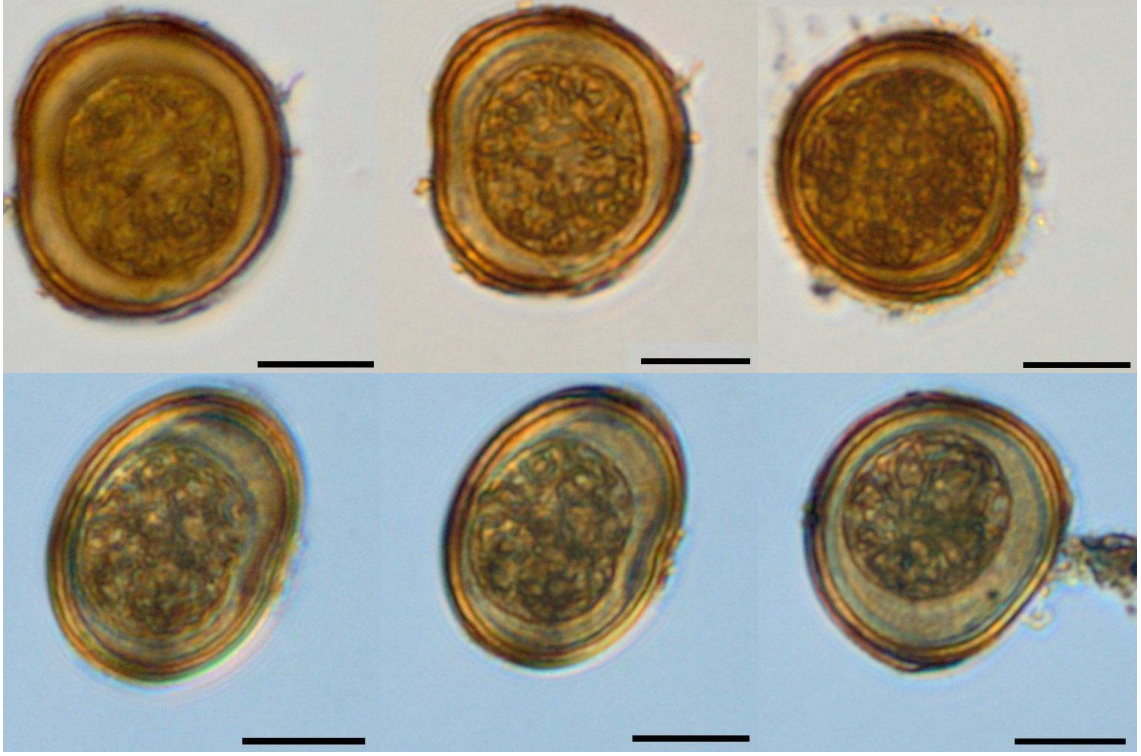
Kist şekli yaklaşık altıgendir. Ventral ve dorsalden eğimlilik vardır. Kist duvar rengi açık kahverengi-kırmızıdır. Kist duvarı düz ve yüzey süsleri çatallı yapıdadır. Kist çapı 51-69  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=8).



Şekil 4.1.29: *Xandarodinium xanthum* Reid (Bar = 20  $\mu\text{m}$ )

**Tip A**

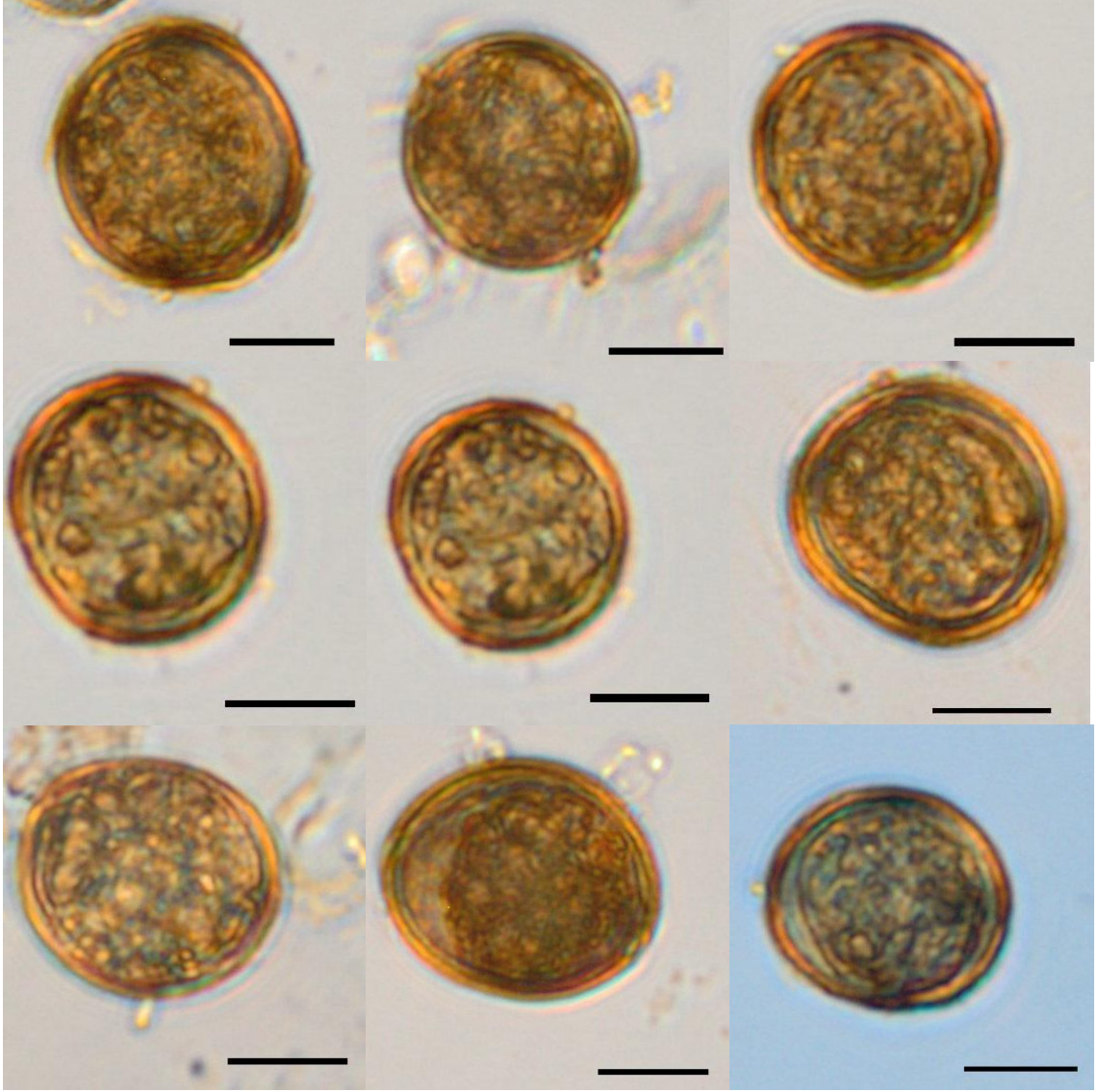
Kist şekli elipstir. Kist yüzeyi düzdür. Kist duvarı koyu renklidir. Protoplazmik içeriği belirgindir. Kist boyu 42-53  $\mu\text{m}$ , eni 41-53  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=18).



Şekil 4.1.30: A tip kist(Bar = 20  $\mu\text{m}$ )

**Tip B**

Kist şekli oval veya küreseldir. Kist duvar rengi koyudur. Protoplazmik içerik belirgindir. Kist boyu 25-39  $\mu\text{m}$ , eni 25-36  $\mu\text{m}$  arasındadır (n=50).



Şekil 4.1.31: B tip kist (Bar = 15  $\mu\text{m}$ )

#### 4.2. Türlerin Dağılımı

Yapılan çalışma sonucunda, İzmir Körfezi'nde seçilen 16 istasyona ait yüzey sediment örneklerinde toplam 31 farklı kist tipi tanımlanmış ve kistlerin körfez istasyonlarındaki dağılımı Çizelge 4.2.1'de verilmiştir. Bunlardan 12 kist tipi Gonyaulacales, 15 kist tipi (13 heterotrofik, 2 ototrofik takson) Peridinales ve 2 kist tipi Gymnodiniales ordosuna aittir. Örneklerde daha önce literatürde sınıflandırılmamış 2 farklı kist tipi tespit edilmiştir. Tespit edilen 29 kist içinde sadece 2 kist cins seviyesinde, 27 kist tipi tür seviyesinde tanımlanmıştır.

Çizelge 4.2.1: Türlerin İstasyonlara Göre Dağılımları

İstasyonlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Ototrofik Türler</b>																
<b>Gonyaulacales</b>																
<i>Alexandrium affine</i> tip	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Alexandrium catanella/tamarense</i> tip	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Alexandrium minutum</i> tip	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Operculodinium israelianum</i>	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Spiniferites belerius</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
<i>Spiniferites bentorii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Spiniferites bulloideus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Spiniferites cf. delicatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Spiniferites hypercanthus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Spiniferites mirabilis</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<b>Peridinales</b>																
<i>Scrippsiella sp1</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Scrippsiella sp2.</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Heterotrofik Türler</b>																
<b>Gymnodiniales</b>																
<i>Polykrikos kofoidii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Polykrikos schwartzii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<b>Peridinales</b>														-		
<i>Brigantedinium asymmetricum</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Brigantedinium irregulare</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-

<i>Brigantedinium simplex</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+
<i>Diplopelta parva</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Dubridinium caperatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Protoperidinium nudum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Protoperidinium obtosum</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Quinquecuspis concreta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Selenopemphix quanta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Stelladinium stellatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Votadinium calvum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Votadinium spinosum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Xandarodinium xanthum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Tanımlanmamış Kistler</b>																
<i>Tip A</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
<i>Tip B</i>	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-

Heterotrofik kist çeşitliliğinin ototrofik kist çeşitliliğinden fazla olduğu gözlemlenmiştir. Körfezde belirlenen istasyonlar genelinde Peridinales (14 kist tipi) ve Gonyaulacales (12 kist tipi) ordolarına ait türlerin baskın kist toplulukları olduğu saptanmıştır.

Gonyaulacales ordosunda tür olarak Spiniferites türleri baskın gözükmemektedir ve bu çalışmada 6 farklı Spiniferites tipi (*Spiniferites belerius*, *Spiniferites bentorii*, *S. bulloideus*, *S. cf. delicatus*, *S. hypercanthus* ve *S. mirabilis*) tanımlanmıştır. Peridinales ordosuna ait Protoperidinoid türlerin (11 tür) kistleri diğer türlere oranla baskın olduğu tüm körfez istasyonlarında gözlemlenmiştir.

*L. machaerophorum*, *S. bulloideus*, *S. hypercanthus* türleri örnekleme istasyonlarının hepsinde çeşitli konsantrasyonlarda tespit edilmiş kozmopolit dağılım gösteren türlerdir.

*O. centrocarpum*, *O. israelianum*, *Spiniferites belerius*, *S. bentorii*, *S. cf. delicatus*, *S. mirabilis*, *Scrippsiella sp1.*, *Polykrikos kofoidii*, *P. schwartzii*, *Brigantedinium asymmetricum*, *B. irregulare*, *Diplopelta parva*, *Dubridinium caperatum*, *Protoperidinium nudum*, *P. obtosum*, *Quinquecuspis concreta*, *Selenopemphix quanta*, *Stelladinium stellatum*, *Votadinium calvum*, *V. spinosum*, *Xandarodinium xanthum* ve A kist tipi, belirtilen istasyonların büyük bir kısmında tespit edilmiş, geniş dağılımlı türlerdir.

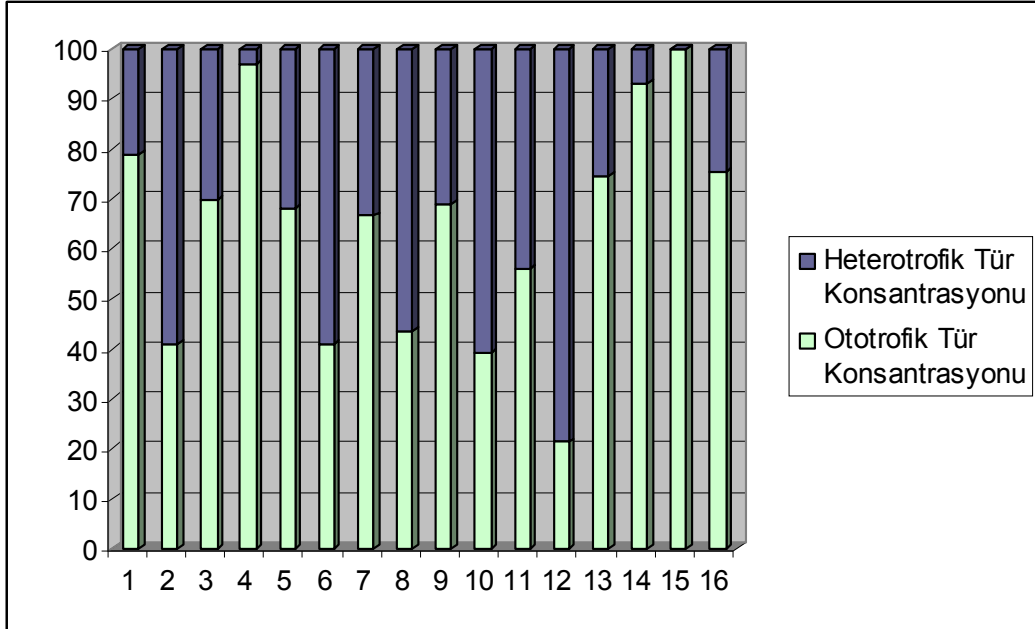
*Alexandrium affine* ve *A. minutum* tip, *Scrippsiella sp2.*, *B. simplex* ve B kist tipi, körfez istasyonlarında diğer türlere göre daha sınırlı dağılıma sahip türlerdir. *A. affine* ve *A. minutum* tip kistler körfezde dağılımı belirli istasyonlarla sınırlı olan kist tipleridir.

En fazla kist çeşitliliği 28 kist tipi ile 8. istasyonda, en az çeşitlilik ise 9 kist tipi ile 15. ve 16. istasyonda olduğu belirlenmiştir.

### 4.3. Türlerin Bolluğu

Yapılan çalışmada, körfezde belirlenen **16** istasyondaki toplam kist konsantrasyonu **142026** kist/g kuru ağırlık sediment olarak hesaplanmıştır. Kist türlerinin konsantrasyon değerleri Çizelge 4.3.1.'de gösterilmiştir.

Yapılan sayımlarda, körfezde 85010 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile ototrofik türlerin toplam kist konsantrasyonunun daha bol olduğu saptanmıştır. Heterotrofik türler toplam 55016 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile ototrofik türlerin toplam konsantrasyonlarından daha düşük konsantrasyona sahiptir. Daha önce tanımlanmayan kistler ototrofik ve heterotrofik türlerden ayrı olarak hesaplanmış ve körfezdeki toplam kist konsantrasyonları 5985 kist/g kuru ağırlık sediment olarak bulunmuştur.



Şekil 4.3.1: Ototrofik ve Heterotrofik Türlerin İstasyonlardaki Konsantrasyon Oranları

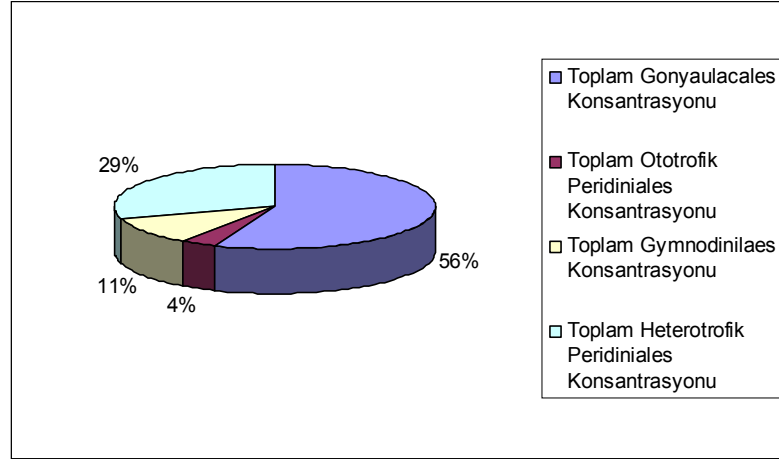
Ototrofik türler toplam konsantrasyon bakımından istasyonların çoğunluğunda baskındır. Ototrofik türlerin konsantrasyon açısından en yüksek değere ulaştığı istasyon 20987 kist/g kuru ağırlık sediment ile 7. istasyondur. En düşük kist konsantrasyonuna 56 kist/g kuru ağırlık sediment ile 16. istasyonda rastlanmaktadır. Ototrofik türler toplam 80 kist/g kuru ağırlık ile 15. istasyonda %100 oranında tespit edilmiştir. Heterotrofik türlerin, istasyon 2, 6, 8, 10 ve 12'de ototrofik türlerden baskın olduğu gözlemlenmektedir. Heterotrofik türlerin en yüksek konsantrasyona sahip olduğu istasyon 17401 kist/g kuru ağırlık sediment ve %56,29 oran ile 8. istasyondur. 12. istasyon heterotrofik türlerin ototrofik türlere göre en yüksek orana sahip olduğu istasyondur (%78,6).



Çizelge 4.3.1: Kist Türlerinin Hesaplanmış konsantrasyon oranları

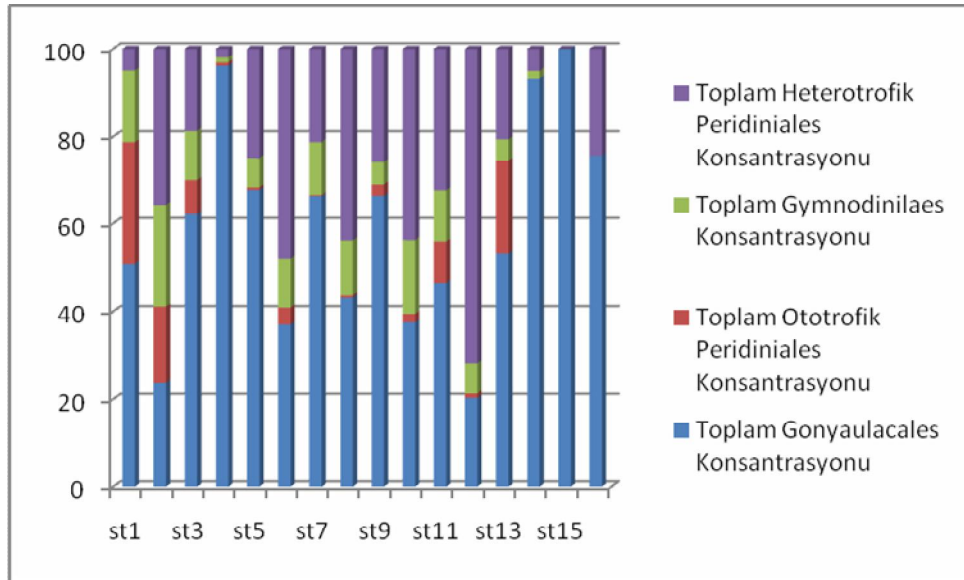
<b>İstasyonlar</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Gonyaulacales</b>							
<i>Alexandrium affine</i> tip	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alexandrium catanella/tamarense</i> tip	2	0	2	8	0	0	0
<i>Alexandrium minutum</i> tip	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	1163	226	6144	6584	6586	1119	17936
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	67	35	267	48	232	79	437
<i>Operculodinium israilenum</i>	0	4	0	0	37	14	37
<i>Spiniferites belerius</i>	63	11	67	123	65	4	52
<i>Spiniferites bentorii</i>	258	88	623	58	248	30	1289
<i>Spiniferites bulloideus</i>	279	54	1087	183	476	593	829
<i>Spiniferites cf. delicatus</i>	22	4	73	82	71	12	37
<i>Spiniferites hyperacanthus</i>	26	21	211	32	118	123	281
<i>Spiniferites mirabilis</i>	10	0	12	16	31	4	15
<b>Peridinales</b>							
<i>Scropsiella sp1</i>	1027	324	917	34	51	167	74
<i>Scropsiella sp2</i>	0	2	150	20	16	46	0
<b>Ototrofik Tür Konsantrasyonu</b>	2918	769	9552	7189	7931	2190	20987
<b>Gymnodinales</b>							
<i>Polykrikos kofoidii</i>	594	431	1515	56	749	591	3799
<i>Polykrikos schwartzii</i>	10	2	31	30	39	8	44
<b>Peridinales</b>							
<i>Brigantedinium asymmetricum</i>	0	4	25	10	20	26	141
<i>Brigantedinium irregulare</i>	0	4	27	4	114	44	178
<i>Brigantedinium simplex</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplopelta parva</i>	0	0	644	14	303	77	570
<i>Dubridinium caperatum</i>	12	89	297	20	319	1304	444
<i>Protoperidinium nudum</i>	35	60	190	6	718	341	978
<i>Protoperidinium obtosum</i>	0	0	0	0	55	6	311
<i>Quinquecuspsis concreta</i>	61	441	1083	50	997	601	2792
<i>Selenopemphix quanta</i>	63	53	169	4	234	113	518
<i>Stelladinium stellatum</i>	2	1	13	4	16	20	193
<i>Votadinium calvum</i>	6	2	33	18	51	2	44
<i>Votadinium spinosum</i>	2	4	21	14	51	26	81
<i>Xandarodinium xanthum</i>	4	12	50	4	22	2	452
<b>Heterotrofik Tür Konsantrasyonu</b>	789	1101	4098	235	3687	3161	10545
<b>Tanımlanmamış Kistler</b>							
Tip A	0	9	35	14	179	187	111
Tip B	0	0	1461	111	0	1995	0
<b>Tanımlanmamış Kist Konsantrasyonu</b>	0	9	1496	125	179	2182	111
<b>Toplam Kist Konsantrasyonu</b>	3708	1869	13650	7424	11619	5351	31532

8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	0	0	0	0	0	28	14	7
0	0	0	0	0	0	33	14	15
3007	0	0	0	0	0	6	3	0
8607	4867	1793	1543	324	2316	94	37	7
489	347	55	57	40	124	17	3	0
74	116	41	4	22	28	0	0	0
37	13	0	8	0	24	6	0	0
141	307	70	57	31	128	0	3	0
711	67	2097	514	67	928	89	3	22
7	40	48	37	13	36	6	0	0
252	84	297	73	13	236	44	3	7
30	22	28	8	9	56	6	0	7
			0					
156	231	234	469	27	1540	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
13511	6094	4663	2770	546	5416	329	80	65
3778	427	1979	576	173	356	6	0	0
74	31	14	4	4	0	0	0	0
148	58	28	37	107	60	0	0	0
119	31	103	24	44	40	0	0	0
7	13	55	0	9	0	0	0	7
881	347	179	188	80	124	0	0	7
6304	618	2138	220	409	260	0	0	0
1015	156	379	94	40	128	0	0	7
511	71	117	41	27	40	6	0	0
3733	791	1821	816	982	584	6	0	0
341	71	228	106	76	192	6	0	0
74	22	14	37	18	28	0	0	0
119	53	62	20	18	20	0	0	0
119	53	48	20	22	24	0	0	0
178	0	0	0	0	0	0	0	0
17401	2742	7165	2183	2009	1856	24	0	21
178	31	76	33	0	56	0	0	0
511	329	669	0	0	0	0	0	0
689	360	745	33	0	56	0	0	0
30912	8836	11828	4953	2555	7272	353	80	86



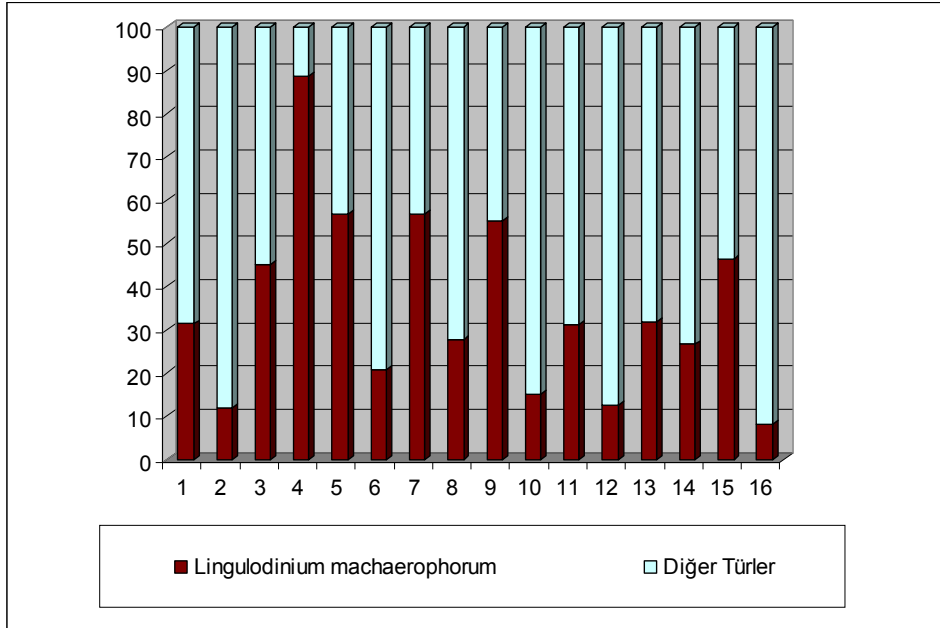
Şekil 4.3.2: Gonyaulacales, Peridinales ve Gymnodiniales Ordolarının Toplam Konsantrasyon Oranları

İstasyonlar genelinde 79525 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile toplam kist konsantrasyonunun %56'sını Gonyaulacales ordosuna ait türler oluşturmaktadır. Bununla birlikte heterotrofik Peridinales üyeleri 41697 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile toplam kist konsantrasyonunun %29'unu oluşturmaktadır. Gymnodiniales (15319 kist/g kuru ağırlık sediment) ve ototrofik Peridinales türleri (5485 kist/g kuru ağırlık sediment) istasyonlar genelindeki konsantrasyonlarının diğer gruplardan daha düşük olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.3.3: Gonyaulacales, Peridinales ve Gymnodiniales Ordolarının İstasyonlara Göre Konsantrasyon Oranları

*Lingulodinium machaerophorum* toplam 59345 kist/g kuru ağırlık sediment ile seçilen istasyonlarda en yüksek konsantrasyon değerine sahip kist türüdür. Bu kist, toplam kist konsantrasyonunun % 41,78'sini oluşturmaktadır. Bu kist türünün istasyonlarda 7-17936 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon aralığında olduğu hesaplanmıştır ve en yüksek konsantrasyonuna 7. istasyonda, en düşük konsantrasyonuna da 16. istasyonda ulaştığı görülmektedir. Bu kisti diğer kist türlerinden daha yüksek konsantrasyon değerine sahip *Polykrikos kofoidii* (15029 kist/g kuru ağırlık sediment), *Q. concreta* (14759 kist/g kuru ağırlık sediment) ve *D. caperatum* (12435 kist/g kuru ağırlık sediment) türleri takip etmektedir.



Şekil 4.3.4: *Lingulodinium machaerophorum* Kistinin Toplam Konsantrasyon Oranı

*Alexandrium affine* ve *A. catanella/tamarense* kompleksi, *Brigantedinium simplex*, *Scrippsiella sp2*, *S. mirabilis* ve *P. schwartzii* kistleri körfez genelinde en düşük kist konsantrasyonuna sahip türlerdir (49, 74, 91, 234, 254, 290 kist/g kuru ağırlık sediment).

İstasyonlardaki toplam kist konsantrasyonu baz alındığında en yüksek 31532 ve 30912 kist/g kuru ağırlık sediment olarak hesaplanan 7. ve 8. istasyonlardır. İstasyon 7 toplam kist konsantrasyonunun % 22,20'sini oluştururken, istasyon 8 % 21,76'sını oluşturmaktadır. 80 ve 86 kist/g kuru ağırlık sediment ile körfezde en düşük kist konsantrasyonu 15. ve 16. istasyonlara aittir.

Gonyaulacales ordosuna ait kistler içerisinde *L. machaerophorum* türünün dışında Spiniferites türleri konsantrasyon bakımından diğer türlerden baskındır. *L. machaerophorum*, Gonyaulacales ordosuna ait toplam konsantrasyonun % 74,62'sini, Spiniferites türleri %18,06'sını meydana getirmektedir. Operculodinium (%3,36) ve Alexandrium türleri (%3,94) diğer kist türlerine göre daha düşük oranlara sahiptir. *Spiniferites bulloideus* 7999 kist/g kuru

ağırlık sediment ile Spiniferites türleri içerisinde en yüksek konsantrasyona sahip kist türü olduğu görülmektedir. Bu türün 10. istasyonda 2097 kist/g kuru ağırlık sediment ile en yüksek konsantrasyon değerinde olduğu görülmektedir. *Alexandrium minutum* tipi kist toplam 3016 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile *S. bulloideus* türünden sonra en yüksek konsantrasyona sahip kist türüdür ve bu kist en yüksek konsantrasyonuna 8. istasyonda ulaşmıştır (3007 kist/g kuru ağırlık sediment). Spiniferites türleri arasında en düşük konsantrasyona *S. mirabilis* sahiptir. *S. mirabilis* türü 56 kist/g kuru ağırlık sediment ile en yüksek konsantrasyona 13. istasyonda ulaştığı görülmektedir.

Ototrofik peridiniales türleri % 4'lük oran ile toplam kist konsantrasyonunun en az değerini meydana getirmektedir. *Scrippsiella sp1* 0-1540 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon aralığı ile *Scrippsiella sp2* türünden daha yüksek oran göstermektedir. *Scrippsiella sp2* %4.26'lık oran ile toplam ototrofik Peridiniales ordosunun en düşük değerine sahiptir.

Gymnodiniales ordosu toplam kist konsantrasyonu bakımından düşük bir orana sahip olmasına rağmen, *Polykrikos kofoidii* türü toplam kist konsantrasyonu bakımından *L. machaerophorum* türünden sonra en yüksek konsantrasyona sahip diğer türdür. Bu kist, 0-3799 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon aralığında hesaplanmış ve en yüksek konsantrasyonuna 7. istasyonda ulaştığı görülmektedir.

Heterotrofik Peridiniales üyelerinin Gonyaulacales ordosuna ait türlerden sonra istasyonlara göre en yüksek toplam kist konsantrasyonuna sahip olduğu görülmektedir (57017 kist/g kuru ağırlık sediment). Bu ordoya ait kist konsantrasyonları içerisinde *Q. concreta* türünün en yüksek toplam kist konsantrasyona sahip olduğu ve Protoperidinioid türlerin toplam konsantrasyonlarının *D. parva* ve *D. caperatum* kistlerine oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Protoperidinioid kistler içerisinde *Q. concreta*, *P. nudum* ve *S. quanta* türlerinin konsantrasyon bakımından diğer protoperidinioid türlere baskın olduğu görülmektedir. Bu kist türleri dışında *D. caperatum* 12435 kist/g kuru ağırlık sediment ve *D. parva* 3414 kist/g kuru ağırlık sediment ile Peridiniales ordosuna ait türlerdir. *B. simplex* 91 kist/g kuru ağırlık sediment ile en düşük kist konsantrasyonuna sahip türdür.

*Lingulodinium machaerophorum* 1163 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile istasyon 1'de en baskın kist türüdür ve bu istasyonda *Scrippsiella sp1*. (1027 kist/g kuru ağırlık sediment) konsantrasyonunun *L. machaerophorum* türüne yakın bir değerinde olduğu görülmektedir. Bu istasyonda toplam ototrofik tür konsantrasyonu 2918 kist/g kuru ağırlık sediment ile % 78,7'lik bir oranı oluşturmaktadır. Heterotrofik türler ise 789 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon değerindedir.

İstasyon 2'de, toplam kist konsantrasyonu bakımından *Quinquecuspis concreta* (441 kist/g kuru ağırlık sediment) en yüksek değere sahiptir ve bu türü *Polykrikos kofoidii* 435 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon değeri ile takip eder. Bu istasyonda bu kist türlerinin

konsantrasyonlarının yüksek olmasına bağılı olarak heterotrofik türler 1101 kist/g kuru ağırlık sediment ile % 58,9'luk bir oran oluşturmaktadır. Bu istasyonda toplam ototrofik kist konsantrasyonu 768 kist/g kuru ağırlık sedimenttir.

*L. machaerophorum* 6144 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon değeri ile 3. istasyonda en yüksek kist konsantrasyonuna sahip türdür. *P. kofoidii* türü 1515 kist/kuru ağırlık sediment ile *L. machaerophorum* türünden sonraki en yüksek ikinci konsantrasyona sahip türdür. İstasyon 3'de *L. machaerophorum* kist konsantrasyonu ile diğer türlerin kist konsantrasyonları arasındaki fark çok fazladır ve bu tür toplam kist konsantrasyonunun % 40, 57 sini oluşturur. Bu istasyondaki ototrof kist oranı %69,98'lik oranla toplam 9552 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyona sahiptir. Heterotrofik kist konsantrasyonu toplam 4098 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile % 30.02'lik bir oran oluşturur.

4. istasyona baktığımızda *L. machaerophorum* (6584 kist/g kuru ağırlık sediment, % 87,30) kisti ile birlikte ve *Spiniferites bulloideus* (183kist/g kuru ağırlık sediment) ve *S. belerius* (123 kist/g kuru ağırlık sediment) türlerini içeren ototrofik türlerin baskın olduğu görülmektedir. Bu istasyondaki %96,8'lik oranla ototrofik kist konsantrasyonu heterotrofik türlere göre çok yüksektir.

5. istasyonda, *L. machaerophorum* (6586 kist/g kuru ağırlık sediment) toplam kist konsantrasyonunun % 55.82'sini oluşturmaktadır. Konsantrasyon bakımından *L. machaerophorum* türüne göre oldukça düşük olsa da bu istasyonda heterotrofik türlerden *Q. concreta* (997 kist/g kuru ağırlık sediment) ve *P. kofoidii* (749 kist/g kuru ağırlık sediment) en yüksek konsantrasyona sahip diğer kist türleridir. Bu istasyondaki ototrofik kistler (% 68,26) heterotrofiklere göre (31,74) baskındır.

B kist tipi'nin 1995 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile 6. istasyonun baskın kist tipi olduğu görülmektedir. *D. caperatum* 1304 kist/g kuru ağırlık sediment ve *L. machaerophorum* 1119 kist/g kuru ağırlık sediment türleri en yüksek konsantrasyon olarak takip eden türlerdir.

*L. machaerophorum* 17936 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile 7. istasyonda en baskın türdür. Ayrıca bu kist türü bu konsantrasyon değeri ile körfezdeki bütün istasyonlardaki en yüksek konsantrasyonuna ulaşmıştır. Heterotrofik tür olan *P. kofoidii* 7. istasyonda 3799 kist/g kuru ağırlık sediment ile en yüksek konsantrasyona sahip diğer bir türdür. Bu istasyonda ototrofik türler (20987 kist/g kuru ağırlık sediment) toplam konsantrasyonun %66,56'sını meydana getirir ve heterotrofik türlerden (20545 kist/g kuru ağırlık sediment) baskındır.

*L. machaerophorum* 8607 kist/g kuru ağırlık sediment ile 8. istasyondaki en yüksek konsantrasyona sahip kist türüdür. Ayrıca bu kist ile beraber *D. caperatum* 6304 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile 8. istasyonda en yüksek konsantrasyona sahip diğer bir türdür ve bu kist türü 8. istasyonda kendi kist konsantrasyonunun en yüksek değerine

ulaşmıştır. Bu istasyonda, % 56,29'luk oranla heterotrofik türler 17401 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyonla baskındır.

*L. machaerophorum* 4867 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile 9. istasyondaki en baskın türdür. Bu istasyonda tespit edilen diğer kist türleri konsantrasyon olarak bu türden daha düşük sayılarda hesaplanmıştır. 791 kist/g kuru ağırlık konsantrasyon sediment ile *Q. concreta* 9. istasyonda en yüksek konsantrasyona sahip diğer bir kist türüdür. Bu istasyonda 6094 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile ototrofik türler heterotrofik türlere baskındır.

İstasyon 10'da, 2138 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile *D. caperatum* en yüksek değere sahiptir ve diğer istasyonlardan farklı olarak bu istasyonda ototrofik *S. bulloideus* kisti 2097 kist/g kuru ağırlık sediment ile konsantrasyon bakımından baskın olan diğer bir kist türüdür.

İstasyon 11'de, en yüksek kist konsantrasyonu 1543 kist/kuru ağırlık sediment ile *L. machaerophorum* türüne aittir. *Q. concreta* kisti 816 kist/g kuru ağırlık sediment ile en yüksek konsantrasyona sahip diğer bir kist türüdür. Bu istasyonda 2770 kist/g kuru ağırlık sediment ile ototrofik türler % 56,9'luk bir orana sahiptir ve heterotrofik türlere göre baskındır.

*Q. concreta* (982 kist/g kuru ağırlık sediment) ve *D. caperatum* (409 kist/g kuru ağırlık sediment) 12. istasyonda konsantrasyon bakımından en yüksek değere sahip kist türleridir. Bu istasyonda % 78,6 oranla heterotrofik türler baskındır. Ototrofik türler toplam 546 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyona sahiptir.

*L. machaerophorum* ve *Scripsiella sp1* 13. istasyonda en yüksek kist konsantrasyonuna sahip kist türleridir. Bu istasyonda ototrofik türler toplam 5416 kist/g kuru ağırlık sediment, heterotrofik türler toplam 1856 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyona sahiptir ve ototrofik türler heterotrofik türlere baskındır.

*L. machaerophorum* (94 kist/g kuru ağırlık sediment) ve *S. bulloideus* (89 kist/g kuru ağırlık sediment) konsantrasyon bakımından 14. istasyonda en baskın kist türleridir. Bu istasyonda %93'lük bir oran oluşturan ototrofik türler 329 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyonla heterotrofik türlerden baskındır.

15. istasyonda, *L. machaerophorum* 37 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyon ile en yüksek değere sahiptir. Bu istasyonda *A. affine* ve *A. catenella/tamarense* kompleksi kistler 14 kist/g kuru ağırlık konsantrasyonuna sahiptir ve bu istasyondaki diğer baskın türlerdir. Bu istasyonda, sadece ototrofik kistler 80 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyona sahiptir ve heterotrofik türe rastlanmamıştır.

16. istasyonda, *A. affine*, *L. machaerophorum*, *S. hypercanthus* ve *S. mirailis*, *B. simplex* ve *D. parva* türleri 7 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyonluk değere sahiptir ve en yüksek orandadır. Bu istasyonda, ototrofik kist konsantrasyonunun % 76'lık oranla heterotrofik kistlere baskın olduğu görülmektedir.

## 5. TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada endüstrileşme süreci ile birlikte evsel ve endüstriyel atık yönünden zamanla hızlı bir kirliliğe maruz kalan İzmir Körfezi'nde, fitoplanktonun önemli bir kısmını oluşturan dinoflagellatların yaşam döngüsünün bir kısmı olan kalıcı kistlerin morfolojisi, dağılımı ve bolluklarının araştırılması amaçlanmış ve çalışma sonunda körfez için önemli veriler elde edilmiştir.

Koray (2001), Türkiye kıyılarında tespit edilen fitoplankton türlerini Türkiye denizleri fitoplankton tür kontrol listesi şeklinde yayınlamıştır. İzmir Körfezi'nde yapılan bu çalışmaya göre, vejetatif formları kontrol listesinde yer almayan fitoplankton türlerinin kist tipleri tespit edilmiştir. *Gonyaulax digitalis*, *G. scrippsae*, *A. affine*, *A. tamarense/catanella*, *Protoperidinium compressum*, *P. denticulatum*, *P. divaricatum*, *P. nudum*, *P. obtosum*, *Diplopelta parva*, *Preperidinium meunierii* kistleri kontrol listesinde yer almayan türlerdir. İzmir Körfezi'nde günümüze kadar fitoplankton taksonomisi ve ekolojisi ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır (Koray, 1983; Koray ve Büyükkışık, 1988; Koray ve diğerleri, 1992; Yurga, 1992; Gençay ve Büyükkışık, 2004; Kükrer ve Aydın, 2006). Bu araştırmalar sonucunda tespit edilen dinoflagellat türlerine bakıldığında bu çalışmada vejetatif formu Türkiye denizlerinde tespit edilen fakat İzmir Körfezi'nde tespit edilmeyen dinoflagellat türlerine ait 4 yeni kist türü bulunmuştur; *Polykrikos kofoidii*, *P. schwartzii*, *Protoperidinium conicoides* ve *P. oblongum*. Vejetatif hücrelerin ışık mikroskopundaki tanımlanmasındaki güçlükler, kullanılan tespit solüsyon ve yöntemlerinden kaynaklanan morfolojik değişimler, türlerin su kolonunda kısa bir hayat devri olması, nadir türler olması, gözden kaçma gibi sebepler fitoplankton türlerinin tespitlerini zorlaştırmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda, dinoflagellat kistlerinin bir bölgede bulunan türleri belirlemede iyi bir yöntem olduğu ve bu araştırmaların sonucunda yeni türlerin tür kontrol listelerine eklenmesinin olası olduğu görülmüştür (Dale, 1983; Ellagard, 2000).

Sabancı ve Koray (2001), İzmir Körfezi'nde yaptıkları çalışmada, Dinophyceae sınıfına ait 104 taksa tespit etmiş, bu taksonlardan 43 türün *Ceratium* cinsine, 22 türün *Protoperidinium* cinsine ve 13 türün de *Dinophysis* türüne ait olduğunu belirlemişlerdir. Sabancı ve Koray (2005) yaptıkları diğer bir çalışmada, körfezdeki tür çeşitliliğinin 1998-2001 yılları arasındaki değişimini incelemişler Dinophyceae sınıfına ait 16 cins, 66 tür, 15 varyete ve 1 form, Bacillariophyceae sınıfına ait 56 tür, 1 varyete ve 3 forma belirlemişlerdir. İzmir Körfezi'ne ait sonuçlarda, dinoflagellat tür kompozisyonu bu sınıflardan oluşurken, kist çalışmalarında körfezde belirlenen *Protoperidinium* cinsine ait türlerin kistlerine bakıldığında kist araştırmaları bu cinse ait türlerin belirlenmesi çalışmalarının gerekliliğini kanıtlamaktadır. İzmir Körfezi'nde dinoflagellat türlerindeki çeşitliliğinin yıllara göre artış gösterdiği belirlenmiştir (Sabancı ve Koray, 2005). Bu yüzden daha detaylı verilerin elde edilebilmesi için körfezde tür izleme çalışmalarında dinoflagellat kistlerinin kullanılması bu çalışma ile önem kazanmaktadır.



Bu araştırmada, İzmir Körfezi'nden toplanan 16 yüzey sedimentinde 31 dinoflagellat kist tipi tespit edilmiştir. Tespit edilen 29 kist tipi (9 genus) Peridinales, Gymnodinales, Gonyaulacales ordosuna ait türlerdir. Diğer 2 kist tipi literatürde daha önce tanımlanmamış kist tipindedir. Kist tür çeşitliliği istasyonlar arasında 9-28 arasında değişmektedir. Körfezde belirlenen dış körfezde bulunan 14, 15 ve 16. İstasyonlarda tür çeşitliliğinin diğer istasyonlara göre daha az olduğu görülmüştür (9-14 kist tipi). Diğer istasyonlarda ise tür çeşitliliği 20-28 kist tipi arasındadır. Yapılan kist türleri dağılım çalışmaları türlerin dağılımını etkileyen iki hidrografik özellik üzerinde durmaktadır; kistlerin su kolonunda çamur parçacıkları gibi hareket edebildiği ve su hareketleri ile bir bölgeden diğer bölgeye taşınabilir yapıda olduğu. Bu yüzden bölgesel verileri değerlendirirken o bölgenin sediment partikül yapısı, bölgeyi etkileyen akarsu, nehir, kanalizasyon gibi su girişleri büyük önem taşımaktadır. İzmir i körfezi yıl boyunca çeşitli su girişleriyle beslense de körfezi etkileyen en büyük su kaynağı dış körfeze açılan Gediz Nehri'dir. Bu yüzden dış körfezin Ege Denizi'nden ve Gediz Nehri'nden etkilendiği, i körfez ve orta körfez bölgelerinin dış körfeze göre daha stabil bir yapı taşıdığı belirlenmiştir (Sayın, 2003). Dünya denizlerinde yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi körfezin sediment yapısı özelliğinden dolayı körfezdeki kist tür çeşitliliğinin istasyonlara göre farklılığının kistlerin sediment partikülleri gibi hareket etme özelliği ve çamur yapısı gösteren sedimentte daha fazla kist yoğunluğu bulunmasıyla ilişkilendirebiliriz (Matsuoka, 1999; Cho and Matsuoka, 2001; Orlova, 2004; Joyce, 2005).

Körfez genelinde tespit edilen kist tür konsantrasyonlarına bakıldığında, en yüksek konsantrasyona ototrofik bir tür olan *Lingulodinium machaerophorum* türünün ulaştığı görülmüştür. Bu türü takiben *Polykrikos kofoidii*, *Quinquecupis concreta* ve *Dubridinium caperatum* heterotrofik taksonları körfez genelinde en baskın kist türleridir. *Spiniferites bulloideus* kisti ise bu türlere oranla daha düşük konsantrasyonda bulunmasına rağmen körfez genelinde ikinci en baskın ototrofik taksondur. Yapılan araştırmalar, kist türlerinin bolluğunu planktonik formlarının su kolonundaki konsantrasyonlarının ve kist yapabilme yeteneklerinin-hızlarının etkilediğini vurgulamaktadır (Bolch et al 1983; Nehring, 1993; Matsuoka, 2000; Cho and Matsuoka, 2001; Orlova et al, 2004; Joyce et al, 2005). Neritik, ötrofik ve tabakalı bir yapı özelliği taşıyan İzmir Körfezi, bu türlerin vejetatif formlarının gelişimi için uygun bir yapıdadır ve yukarıda değinilen literatürlerde belirtilen baskın kist türlerinin dağılım özellikleriyle örtüşmektedir.

*Lingulodinium machaerophorum* kistinin vejetatif formunun (*Lingulodinium polyedrum*) körfez sularında daha önce tespit edildiği bildirilmiş ve hücre konsantrasyonunun  $5.10^4$  hücre/litre olduğu saptanmıştır. Bu türün kistlerinin nisan ayı başlarında planktonik örneklerde gözlemlendiğini belirtilmiş ve aynı zamanda bu türün planktonik baskınlık s resinin kısa olduğuna (iki gün-bir hafta) değinilmiştir (Koray ve diğerleri, 1992). Marret ve Zonnaveld (2003) yaptıkları çalışmada, bu kist türün dünya üzerindeki dağılımını incelemiştir. Bu kist tipinin

açık deniz ve okyanuslarda tespit edilmediğini, kıyusal sularda yüksek konsantrasyonlarda dağılım gösterdiğini belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada, bu tür için yaz sıcaklığının sınırlayıcı faktör olduğu belirtilmiş ve bu türün tuzluluk aralığının (‰ 10-40) çok geniş olduğuna, türün dağılımının nütrient girişlerine göre arttığına değinmişlerdir. *L. polyedrum* türü karanlık ortamda da nütrientleri kullanabildiği için ekolojik açıdan diğer türlerden daha avantajlıdır. Bu türün ortamdaki durumunu yüzey suyundaki turbülansın etkilediği görülmesine rağmen, bu türün kistinin özellikle upwelling bölgelerinde yüksek oranlarda bulunması şaşırtıcı olmuştur. Marret ve Zonneveld (2003), bu kist türünün fiyord, körfez, koy ve kıyusal alanlar gibi tabakalı, karışmış ve upwelling özellikteki sularda yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu belirlemişlerdir. Tüm bu çalışmalar göz önüne alındığında, *L. machaerophorum* kistinin İzmir Körfezi'nin ötrofik karakterini yansıttığını, planktonda yüksek yoğunlukta bulunmasıyla sedimentteki yoğunluğunun paralellik gösterdiğini, sıcaklık ve tuzluluk değişimlerine karşı hassas olmadığını ve ekolojik valansının yüksek olduğunu çalışmamız da doğrulamaktadır.

*Polykrikos kofoidii* türünün vejetatif formunun körfezde daha önce kayıtları bulunmamaktadır. Ancak kist konsantrasyonunun çok yüksek olması dikkat çekicidir. Vejetatif formunun ılık sulardan tropikal sulara kadar kozmopolit bir dağılım gösterdiği bilinmektedir. *Polykrikos kofoidii* ve *Polykrikos shwartzii* türünün kist formlarının yapılan bir kültür çalışması ile yanlış isimlendiriliği, aslında *Polykrikos kofoidii* kistinin *Polykrikos shwartzii* türüne, *Polykrikos shwartzii* kistinin *P. kofoidii* türüne ait olduğu ortaya konmuştur (Matsuoka et al, 2009). Bu isimlendirme farklılığına dayanarak, *P. schwartzii* kistinin dağılımına baktığımızda neritik ve okyanus, soğuk ve ılık olarak sınıflandırılan sularda dağılım gösterdiği belirtilmiştir (Marret and Zonneveld, 2003).

*Quinquecuspis concreta* (*Protoperidinium leonis*) ve *Dubridinium caperatum* (*Preperidinium meunierii*) körfezde baskın diğer kist türleridir. Bu iki kistin vejetatif formu ılık ve tropik sularda dağılım gösterirken, *Protoperidinium leonis* türünün kıyusal ve açık bölgelerde, *Preperidinium meunierii* türünün ise kıyusal ve eustiarine bölgelerde dağılım gösterdiği bilinmektedir. *Quinquecuspis concreta* kistinin dağılım özellikleri hakkında detaylı bilgi bulunmamasına rağmen bu kist tipi yapılan birçok çalışmada tespit edilmiştir. Marret ve Zonneveld (2003), kist dağılım atlasında *Dubridinium caperatum* kist tipini *Brigantedinium* türleri ile birlikte kahverengi kistler olarak değerlendirmişler ve bu grubun kozmopolit dağılım gösterdiğini belirtmişlerdir.

Diğer bir ototrofik kist olan *Spiniferites bulloideus*, Spiniferit türleri için de en yüksek konsantrasyona sahip türdür. Bu türün vejetatif formu olan *Gonyaulax scrippcea* körfezde daha önce tespit edilmemiş türlerdendir. Bu türün geniş dağılımlı, neritik nadir olarak okyanus ta dağılım gösterdiği bildirilmiştir. Bu kist tipinin dağılımı modern kist atlasında *Spiniferites ramosus* ile birlikte değerlendirilmiş ve bu kist tiplerinin kozmopolit bir dağılım gösterdiklerine, geniş tuzluluk, sıcaklık ve nütrien aralıklarında bulunabildiklerine ve upwelling veya karışmış tabakalı

sularla karakterize ötrofik veya mesotrofik özellikli bölgelerle karakterize olduklarına dikkat çekilmiştir.

Dinoflagellat kistleri ile ilgili Türkiye denizlerinde yapılan çalışmalara bakıldığında, modern kist çalışmaları sınırlı sayıda olup paleontolojik çalışmalar ağırlıktadır (Mudie et al., 2001; 2002; 2004). İzmir Körfezi'nde yapılan bu çalışma, paleontolojik çalışmalarla karşılaştırıldığında Gonyaulacales ordosuna ait *L. machaerophorum*, *O. centrocarpum*, *O. israelianum*, *S. bentorii*, *S. bulloideus*, *S. delicatus*, *S. mirabilis*, Gymnodiniales ordosuna ait *Polykrikos kofoidii* ve *P. schwartzii*, Peridinales ordosuna ait *Brigantedinium* spp., *Selenopemphix quanta*, *Stelladinium stellatum* ve *Votadinium calvum* tespit edilen ortak türler olduğu görülmektedir. Buna göre, bu türlerin Karadeniz, Ege Denizi ve Marmara Denizi'nde farklı bölgesel koşullara sahip ve değişen zaman sürecinde bölgenin koşullarına uyum sağlamış türler olduğunu söyleyebiliriz.

Akdeniz ve Ege Denizi havzalarındaki modern ve paleontolojik kist çalışmaları da İtalya kıyıları ve Yunanistan'ın Ege Denizi kıyıları ile sınırlı kalmıştır (Montresor et al., 1998; Moscatello et al., 2004; Sangiorgi et al., 2005; Zonneveld et al., 2009; Rubino et al., 2010; Sata et al., 2010; Giannakourou et al., 2005). Yunanistan'ın Ege Denizi kıyılarında yapılan çalışmada, bu çalışma ile tür düzeyinde örtüşen 15 kist tipi tespit edilmiştir. İtalya'nın çeşitli bölgelerinde yapılan çalışmalara bakıldığında, 23 kist tipinin tür düzeyinde ortak olduğu görülmektedir. Akdeniz (İtalya) ve Ege (Yunanistan ve bu çalışma) havzalarında yapılan bu çalışmaları birlikte değerlendirdiğimizde, *Lingulodinium machaerophorum* ve *Selenopemphix quanta* kistlerinin bölgede kozmopolit olduğunu söyleyebiliriz. Bunun yanında *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites bulloideus*, *S. mirabilis*, *Polykrikos kofoidii*, *P. schwartzii*, *Q. concreta*, *Stelladinium stellatum* ve *Votadinium calvum* kist tiplerinin yapılan bu çalışmalara göre geniş dağılımlı türler olduğu görülmektedir.

İzmir Körfezi'nde toplam kist konsantrasyonu 80-31538 kist/g kuru ağırlık sediment aralığında tespit edilmiştir. Dünya denizlerinde yapılan çalışmalardaki kist konsantrasyon değerleriyle karşılaştırıldığında İzmir Körfezi'nde tespit edilen değer, diğer bölgelere oranla daha yüksektir. Örneğin, Çin Sarı Deniz'de 13 istasyonda 0-7566, Changning Nehri açıklarında 15 istasyonda 12-587, diğer bir bölgesinde 128 istasyonda 258-25037, Japonya Tokyo Körfezi'nde 13 istasyonda 238-8384, Avustralya'da 15 istasyonda 61-345, İrlanda Celtic Denizi'nde 7 istasyonda 1250-10780, İsveç 19 istasyonda 250-1689, diğer bir bölgede 19 istasyonda 5000-101000, İtalya Adriatik Denizi'ndeki bir çalışmada 5 istasyonda 3000-120000, Syracuse Körfezi'nde 4 istasyonda, 43-828, Greenland'de 8 istasyonda 10-8000 ve Kanada British Kolombia bölgesinde 60 istasyonda 400-13000 kist/g kuru ağırlık sediment olarak belirlenmiştir (Cho and Matsuoka, 2001; Wang et al., 2004a; 2004b; Matsuoka, 1999; McMin, 1992; Marret and Scourse, 2002; Persson et al, 2000; Godhe and McQuoid, 2003; Sangiorgi et al., 2005, Rubino et al., 2010; Boessenkool et al., 2001; Radi et al., 2007). Bu çalışmada, İzmir

Körfezi'nde tespit edilen kist konsantrasyonu diğer bölgelerin birçoğundan yüksek değerdedir. Bunda körfezin sediment yapısı (seçilen istasyonların çamur içeriği), özellikle iç ve orta körfezde akıntı hızının az olması, aşırı çoğalan ve kist oluşturan türlerin bulunduğu bölgede sedimente çökmesi gibi özelliklerin rol oynayabileceği ortaya çıkmaktadır.

Ötrofik karakterdeki İzmir Körfezi'nde yapılan çalışmalara göre, körfezde diyatom ve dinoflagellat türleri fitoplanktonun baskın üyelerini oluşturmaktadır (Koray ve diğerleri, 1992; Sabancı ve Koray, 2001; 2005; Gençay ve Büyükkışık, 2004). Kore, Çin, Japonya gibi ülkelerin kıyılarındaki ötrofik körfezlerde yüzey suyunda diyatom biomassının yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu yüksek biyomasın nütrientleri diyatomların dinoflagellatlara göre daha avantajlı kullanmasıyla açıklanmış ve diyatomlarla beslendiği için heterotrofik kist oranının ototrofik dinoflagellat kistlerine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Matsuoka, 1999; Shin et al., 2007; Kim et al., 2009). Ancak fitoplanktonda diyatom ve dinoflagellat türlerinin baskın olduğu bilinen İzmir Körfezi'nde ototrofik kistlerin daha baskın olduğu görülmektedir. Bu yüzden ototrofik türler ile heterotrofik kist türlerinin dağılımlarını değerlendirirken yüzey suyundaki diyatom biyomasının da ölçülmesi ötrofik körfezlerin değerlendirilmesinde daha açıklayıcı nedenler ortaya koyabilir. Ayrıca bölgesel veriler için çalışılan alanda silikat değerleri ve girdilerinin belirlenmesi ortamda diyatom türlerinin gelişmesine neden olan sınırlayıcı faktörleri ortaya koyacağından değerlendirme açısından daha doğru sonuçlar çıkarılmasını sağlayacaktır.

Körfez koşullarını değerlendirdiğimizde, uzun bir endüstrileşme süreci sonunda körfezin zamanla hiperötrofik bir yapı kazandığı daha sonra atıksu arıtma tesisi ile birlikte körfezin ötrofik yapısına zamanla geri dönüp temizlenmeye başladığı tespit edilmiştir. Ancak son zamanlarda yapılan çalışmalara göre, körfezin ötrofik yapısını koruduğu, atıksu arıtma tesisinin fosfat arıtımı yönünden yetersiz olduğu ve iç körfez ile orta körfezin dış körfeze göre daha kirli olduğu belirlenmiştir (Kontaş et al, 2004; Küçüksezgin et al., 2005; 2006). İzmir Körfez kirliliğinin diversite indekslerinin kullanımı ile belirlenmesinde diyatom türlerinin kullanılmasının dinoflagellat ve total fitoplankton kullanılmasından daha iyi sonuçlar vereceğini vurgulanmıştır (Sabancı ve Koray, 2005). Bunun yanında, dünya denizlerinde yapılan çalışmalarda, *Lingulodinium machaerophorum* kist konsantrasyonunun ötrofikasyonla bağlantılı olarak arttığı tespit edilmiştir (Dale ve Fjellsa, 1994; Saetre et al., 1997; Dale et al., 1999; Matsuoka, 1999). *L. machaerophorum* kistin konsantrasyonuna baktığımızda, diğer türlere göre çok yüksek konsantrasyonda bulunması ve baskın olması körfezin ötrofik yapısı hakkındaki değerleri doğrular düzeydedir. Özellikle iç ve orta körfez bölgelerinde, bu kist dış körfezde seçilen istasyonlara göre çok büyük konsantrasyon farklılıkları göstermektedir. Dünya denizlerinin ötrofik kıyılarında biyoindikatör olarak kullanılan bu türün İzmir Körfezi için de aynı özelliği gösterdiği çalışmamız ile kanıtlanmıştır. Bu yüzden, körfezin ötrofik yapısının değerlendirilmesinde diatom diversite indeks çalışmalarının yanında bu türün sedimentteki konsantrasyonunun belirlenmesi de önemli bir yöntem olacaktır.

*Selenopemphix quanta* türü yüksek birincil üretime sahip ve endüstriyel kirlilik etkisindeki Tokyo Körfezi ve Norveç fjordlarında yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Dale et al., 1999, Matsuoka, 1999). Bu türün konsantrasyon açısından yüksek olmasının yüzeysel suya bağlı olarak özellikle yüksek diatom biyomasiyle ilişkili olduğu vurgulanmıştır. Yapılan çalışmalar ,ototrofik kistlerin düşük konsantrasyonlarda olduğunu, birincil üretimin yüksek değerlerde ve *Selenopemphix quanta* türünün yüksek konsantrasyonlarda olduğu alanlarda bu türün endüstriyel kökenli kirlilik ve birincil üretim için indikatör olduğunu göstermektedir (Seatre et al., 1997, Vink et al., 2000). İzmir Körfezi birincil üretim açısından yüksek değerlere sahip bir körfez olup, körfez genelinde diatom ve dinoflagellat türleri baskındır (Büyükişik et al., 1994, Sunlu et al., 2008). Bu çalışma sonucunda *S. quanta* türünün körfez genelinde toplam 2174 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyonuna ulaştığı hesaplanmıştır. Ancak bu türün konsantrasyonunun körfezdeki diğer türlere göre düşük olması ve körfez genelinde büyük farkla *Lingulodinium machaerophorum* kistinin baskın olması körfezdeki kirliliğin daha çok evsel atıklara bağlı ötrofikasyonla bağlantılı olduğuna işaret edebilir. Bu verilerin doğruluğunun kanıtlanması için kist konsantrasyon değerlerinin fizikokimyasal parametrelerle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kist yüzey süsleri gibi morfolojik karakterlerin tuzluluk, sıcaklık gibi ortam koşullarında meydana gelen değişimlerden etkilendiği yapılan birçok araştırmada tespit edilmiştir. *Operculodinium centrocarpum* ve *Operculodinium israelianum* türlerinin yüzey suyu değişimlerine bağlı olarak kısa yüzey süslü morfolojilerinin bulunduğu bilinmektedir (Marret ve Zonnaveld, 2003). Benzer olarak, Spiniferites türlerinin membranimsi yüzey süsleri oluşturmasının düşük tuzluluğa bağlı olduğu düşünülmüştür (Ellegard, 2000). *Lingulodinium machaerophorum* küresel yapıda ve duvar yüzeyinde ince uzun yüzey süsleri bulduran bir kist türüdür ve yüzey süs uzunluklarının ortam faktörleri ile ilişkisi incelendiğinde sıcaklık ve tuzluluk değerleriyle bağlantılı olduğu görülmüştür (Mertens et al., 2009). Yapılan çalışmada, *L. machaerophorum* türünün yüzey süslerinin tuzluluk ile doğru sıcaklık ile ters bir orantıya bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. Mertens ve diğerleri (2009), Karadeniz ve Marmara Denizi'ni de içeren dünya denizlerinden topladıkları, örneklerde bu türün yüzey süsleri ile sıcaklık ve tuzluluk arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Karadeniz ve Marmara bölgesine ait örneklerin ortalama uzunluklarının 15 µm, kist çapının 46,3 µm olduğu tespit edilmiş (n=5196), 30 metre derinlikteki ortalama sıcaklık değeri 12,22 °C ve tuzluluk değeri ‰ 20,08 olarak belirtilmiştir. Akdeniz ve Kızıldeniz'e ait örneklerde, kist uzunluğu ortalama 19,6 µm ve kist çapı 45,6 µm (n=3507) olduğu tespit edilmiş olup 30 m derinliğe ait ortalama sıcaklık değerleri 18,39 °C ve tuzluluk değeri ‰ 37,57 olarak hesaplanmıştır. İzmir Körfezi'nden toplanan sediment örneklerinde, bu türün yüzey süs uzunluğu ortalama 14 µm ve kist çapı 38 µm'dur. Körfez yüzey su sıcaklığının 10,05-15,9 °C ve tuzluluk değerlerinin ‰ 20,6-42,8 olduğu tespit edilmiştir. Mertens ve diğerlerine (2009), göre sıcaklık bakımından Karadeniz ve Marmara Denizi değerlerine yakın

olan körfez değerleri, tuzluluk olarak Akdeniz ve Kızıldeniz değerlerine yakınlık göstermektedir. Körfez örneklerinde ölçülen değerlerde, kist çapı Karadeniz ve Marmara bölgesine ait örneklerle yakınsken ortalama kist çapının iki alandan farklı değerde olduğu görülmektedir.

Dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi İzmir Körfezi'nde de her yıl ilkbahar ve yaz mevsiminin başlarında aşırı alg üremeleri meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda, *A. minutum*, *Lingulodinium polyedrum* (*Gonyaulax polyedra*) türlerinin, körfezde aşırı üremeye neden oldukları tespit edilmiştir (Koray ve Büyükişık, 1988; Koray ve diğerleri, 1992). Yapılan bu çalışmada, kistlerine rastlanan *A. minutum*, *L. polyedrum* ve *Protoceratium reticulatum*, *Gonyaulax spinifera* olası toksik türlerdir. Bu türlere ait kistlerin körfez sedimentinde tespit edilmesi ilerleyen zamanlar için bir uyarı niteliğindedir. *Lingulodinium polyedrum* türünün yessotoksin ve homoyessotoksin ürettiği kanıtlanmış ve bunun yanında yessotoksinin diğer analogları, homoyessotoksin, 45 hidroksihomotoksin ve karboksihomoyessotoksinin Akdeniz midyesinden (*Mytilus galloprovincialis*) izole edildiği bildirilmiştir (Landsber, 2007).

*Alexandrium minutum* türü körfezde daha önceki yıllarda tespit edilmiş olup bu türün PSP türevi toksin ürettiği bildirilmiştir (Koray, 1984; Koray ve diğerleri 1992). Bu türün körfezde nisan ayı ortalarından mayıs ayı başlarına kadar yüzey altı sularda aşırı hücre yoğunluğuna ulaştığı tespit edilmiştir. Ancak bu türe bağlı red-tide olaylarının belirli bir yıllık periyodu yoktur ve tamamen tesadüfi olarak meydana gelir. Bu türün yağda çözünen endotoksinleri içeren hücreleri midye ve istiridyeler üzerinde etkisini gösterirken, suda çözünen eksotoksinleri ile hem türler arası rekabeti yok eder hem de pelajik balıkların uyuşmalarına neden olarak kıyıya vurmalarına neden olur (Koray ve diğerleri, 1992). Bu türün su kolonunda üremesi körfezde geniş bir dağılım gösterse de yaptığımız çalışmada, sadece 8. istasyonda bu kist tipi en yüksek konsantrasyonuna ulaşmış (3007 kist/g kuru ağırlık sediment), diğer iç körfez istasyonlarında bu kist tipine rastlanmamıştır. *A. minutum*, Akdeniz kıyılarında en yaygın olarak bilinen *Alexandrium* türüdür ve GTX1, GTX2, GTX3 ve GTX4 ürettiği bildirilmiştir (Oshima et al., 1989; Ignatiades et al., 2007). Bunun dışında NeoSTX, dcSTX (decarbomil saksitoksin), türevi paralitik kabuklu zehirleri ürettiği de bildirilmiştir (Landsberg, 2002; Lim et al., 2007).

*Operculodinium centrocarpum* kisti 16. istasyon dışında belirlenen istasyonların tümünde kaydedilmiştir. İstasyonlarda hesaplanan konsantrasyonlarının diğer türlere oranla daha düşük olduğu görülmektedir (0-489 kist/g kuru ağırlık sediment). Marret ve Zonneveld (2003), hazırladıkları modern kist atlasında, bu türün bütün çalışma bölgelerinde tespit edildiğini bildirmişlerdir. Derinden kıyasal sulara kadar soğuk-ılıman, nütrient zengin sularda yüksek bolluklarda tespit edilen bu türün tropik bölgelerde düşük konsantrasyonlarda olduğu görülmüştür. Bu kist türünün kozmopolit dağılım göstermesi vejetatif formunun dağılımıyla ilişkilendirilmiştir. Yessotoksin ve türevlerini üreten *Protoceratium reticulatum* türünün denizel hayvan ölümlerine neden olduğu gözlenmiştir. Bu türün denizel fauna için öldürücü olabileceğini gösterirken, birçok midye ve kabuklunun bu türün ürettiği toksinleri içerdiği görülmüştür

(Landsberg, 2007). Ancak bu türün insanlarda ölüme neden olduğuna dair herhangi bir kayıt bulunmamaktadır.

Spiniferites spp. körfezde geniş dağılım ve toplamda 14368 kist/g kuru ağırlık sediment ile yüksek konsantrasyon değerine sahiptir. *S. bulloideus*, Spiniferites türlerinin toplam konsantrasyonlarının %56'sını meydana getirmektedir. *Spiniferites hypercanthus* ve *Spiniferites mirabilis* türleri körfezde geniş dağılım gösteren türlerdir. Bu türler körfez genelinde toplam 2075 kist/g kuru ağırlık sediment konsantrasyonuna sahiptir. Bu türlerin vejetatif formu olan *Gonyaulax spinifera* türü körfezde daha önceki çalışmalarda tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu türün körfezde aşırı üremeye neden olduğu, üreme döneminin ilkbahar başları ile yaz ortalarına kadar fitoplanktonda bulunduğu tespit edilmiştir (Koray ve diğerleri, 1992). *Protoceratium reticulatum* ve *Lingulodinium polyedrum* türü dışında bu türün de yessotoksin ürettiği ilk kez Waitaria Körfezi'nde (Yeni Zelanda) yapılan çalışmalarla belirlenmiş ve bölgede tespit edilen *Protoceratium reticulatum* türünden 20 kat daha fazla toksin ürettiği tespit edilmiştir (Rhodes et al., 2006). Yessotoksin türevleri başlangıçta diyaretik kabuklu zehirlenmesine neden olan grupta yer almasına rağmen son yapılan çalışmalarda diyare edici okadaik asit ve türevlerinden ayrı olarak sınıflandırılmaktadır (Tubaro et al., 2009).

Bu türlere ilaveten olası toksik kistler olan *Alexandrium catenella/tamarese* kompleksine iç ve dış körfezde, *A. affine* kist tipine sadece dış körfez istasyonlarında rastlanmıştır. Yamaguchi ve diğerleri (1995) *Alexandrium* kist türlerini daha iyi tayin edebilmek için kistleri primülin ile boyayarak epifloresan mikroskopta inceleyerek bu tip kistleri tayin yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yüzden bu kist tiplerinin sedimentte tespitlerinin zor olması ve farklı tekniklerle çalışılması daha uygun olduğundan daha detaylı araştırılması gerekmektedir. Bununla birlikte, türlere ait kültür çalışmaları ve PCR çalışmaları ile türlerin doğru teşhisleri yapılabilir. *A. affine* türünün Halong Körfezi'nde (Vietnam) toksik ve toksik olmayan çoğalmalara neden olduğu tespit edilmiştir. Ancak yapılan ölçümlerde toksin miktarının çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Neosaksitoksin (NeoSTX), Saksitoksin (STX), Gonyautoksin türevleri (GTX1, GTX2, GTX3 ve GTX4) toksinler ürettiği tespit edilmiştir (Nguyen-Ngoc, 2004). *Alexandrium catenella* Hong Kong sularında izole edilmiş ve C1(N-sülfokarbomil toksin), C2, GTX1, GTX3, GTX4, GTX5, GTX6, dcGTX3 (dekarbomil gonyautoksin), STX, neoSTX ürettiği belirlenmiştir (Wang et al., 2006). C1, C2, GTX1, GTX2, GTX3, GTX4, GTX5, NeoSTX, ve STX üreten *Alexandrium tamarense* Güney Çin Denizi'nden izole edilmiştir. C3, C4, GTX2, GTX3, GTX4, GTX5, aynı alanlarda tespit edilmiştir (Wang and Hseig, 2005).

Yapılan bu çalışmada, seçilen istasyonlarda 2 farklı *Scrippsiella* kist tipi tespit edilmiştir. Bu kist tipleri kullanılan yöntemden dolayı tür bazında tespit edilememektedir. Bunun yanında, körfezde yapılan daha önceki çalışmalar sırasında *Scrippsiella trochoidea* sıklıkla rapor edilen ve aşırı üremeye neden olan bir türdür (Koray, 1984; Koray ve diğerleri, 1992). Bu yüzden elde ettiğimiz çalışmadaki kist türlerinden birinin *Scrippsiella trochoidea* türünün kisti olması

muhtemeldir. Ancak yaptığımız çalışmadaki kist türlerinden birinin bu türe ait olduğunun kanıtlanması kültür çalışmaları ile mümkün olabilecek durumdadır.

Körfezde dinoflagellat kist çalışmalarının ilklerinden biri olan bu araştırma, dinoflagellat kistlerinin hem canlı hem de boş kist olarak bulunduğu, dağılımı ve bolluğu hakkında ilk verileri oluşturmaktadır. Bununla birlikte, kist dağılımına etki eden çevresel faktörler, kist kültür çalışmaları ve daha sonraki aşamalarda PCR teknikleriyle desteklenen filogeni çalışmalarına gereksinim olduğu, yaptığımız bu araştırma ile ortaya konmuştur.



## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

İzmir körfezi zaman içerisinde su kalitesi ve fitoplanktonik araştırmalar için önemli bir bölge haline gelmiş ve körfezdeki kirliliğın zamanla artması ve bu artan kirliliğe karşı alınan önlemler doğrultusunda çeşitli izleme çalışmaları ile körfezdeki su kalitesi parametreleri daha önceki araştırmalarda ölçülmüştür.

Körfezde yapılan diğer çalışmalara katkı olarak bu çalışmada, denizel ortamda önemli bir yere sahip olan dinoflagellatların uygun olmayan ortam koşullarında oluşturdukları kalıcı kistler incelenmiş ve körfez içerisinde seçilen istasyonlardaki dağılım ve bollukları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda bu çalışmanın günümüze kadar tür tespiti ve dağılımı ile ilgili bu bölgede yapılan araştırmalara katkı sağlayacak düzeyde olduğu görülmüştür. Kist konsantrasyonu 16 istasyonda toplam 142026 kist/g kuru ağırlık sediment olarak hesaplanmıştır. Türkiye fitoplankton tür listesine göre türleri kist formlarına göre değerlendirildiğinde 11 yeni tür kaydı, İzmir Körfezi için 4 yeni tür kaydı verilmiştir. İzmir Körfezi'nde yapılan bu çalışma, Türkiye ve İzmir Körfezi için yeni tür girişlerinin olduğunu göstererek pelajik bölgedeki çalışmaları destekler.

Yapılan çalışmalar, türlerin ve kistlerinin gemilerin balast sularıyla da bir bölgeden diğer bir bölgeye taşındığını göstermektedir (Doblin and Dobbs, 2006). Elde edilen sonuçlar, bazı türlerin körfezde var oluşları, eğer yabancı türler veya yeni kaydedilmiş türler ise hangi yollarla ve nereden taşındıkları, türlerin körfezde devamlılığı açısından önemlidir. Bu yüzden tespit edilen kist türleri filogenetik çalışmalarla desteklenmelidir. Buna ek olarak, benzer cinslerdeki (*Alexandrium*, *Scropsiella* gibi) bazı türlerin aynı morfolojik yapıda olmaları ve cins düzeyinde tespit edilmeleri, türlerin doğru tayin edilmesini zorlaştırdığı için kültür çalışmalarıyla desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca körfezde tespit edilen *Alexandrium* gibi türlerin farklı tekniklerle daha kolay tayin edilmesinden dolayı körfezdeki dağılım ve bolluklarının tekrar değerlendirilerek bu çalışmaya destek sağlayabilir. Yamaguchi ve diğerleri (1995), *Alexandrium* kist türlerini daha iyi tayin edebilmek için kistleri primülin ile boyayarak epifloresan mikroskopta incelemişler ve bu tip kistler için ayrı bir tayin yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yüzden bu kist tiplerinin sedimentte tespitlerinin zor olması ve farklı tekniklerle çalışılması daha uygun olduğundan daha detaylı araştırılması gerekmektedir.

Kist türlerinin dağılımı, bolluğu ve üremesi üzerine ortam faktörlerinin rolü birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Genel olarak sıcaklık, tuzluluk ve nütrientlerle kist konsantrasyonları bir arada değerlendirilerek kist türleri hakkında daha doğru sonuçlara varılmaktadır. Bu yüzden bu çalışma, körfezdeki kist türlerinin tespiti, dağılımı ve bolluğunu araştırmayı amaçlarken, çevre faktörlerinin kist dağılımı üzerine etkileri ile ilgili detaylı araştırmalar gelecek çalışmaların hedefleri arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, kistlerin

ortamdaki ağır metal ölçümleri ile de ilişkileri incelenmektedir (Sangiorgi ve Dongers, 2004). Bu yüzden yapılacak çalışmalarda, ağır metal konsantrasyonlarının da ölçülmesi türlerin dağılımı ve bolluğunu değerlendirmede önem taşıyacaktır.

Bu çalışma ile, seçilen istasyonların birçoğunda vejetatif formu daha önce toksik olduğu bildirilen kist formları tespit edilmiştir. Bununla birlikte, dünya literatüründe toksik veya aşırı üremeye neden olan türler de tespit edilmiştir. Bu türlerin körfezdeki dağılımları meydana gelebilecek olası aşırı çoğalmalara dikkat çekmektedir.

*Lingulodinium machaerophorum* birçok ötrofik özellikteki denizde tespit edilmiş indikatör bir kist türüdür. Bu kist türünün körfezde yüksek oranda bulunması ötrofik karakterde olan İzmir Körfezi açısından kirliliğin devam ettiğine dikkat çekmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

- Acara, A., and Nalbantoğlu, U., Preliminary report on the red-tide Outbreak in the Gulf of İzmir, Rapp. P. v Reun. Comn. int. Explor. Scient, Mer Mediterranae. 15(3): 33- 38, 1960.
- Bergin, F., Kucuksezgin, F., Uluturhan, E., Barut, I.F., Meric, E., Avsar, N., And Nazik, A., The Response of Benthic Foraminifera and Ostrocooda Heavy Metal Pollution in Gulf of Izmir (Eastern Aegean Sea), Estuarine, Coastal and Shelf Science, 66, 368-386, 2006.
- Bizsel, N, and Bizsel, K.C., New records of toxic algae *Heterosigma* cf. *akashiwo* and *Gymnodinium* cf. *mikimotoi* in the hypereutrophic Izmir Bay (Aegean Sea): Coupling between organisms and water quality parameters, Israel Journal of Marine Science, 8: 165-178, 2002.
- Boessenkool, K.P., van Gelder, M.J., Brinkhuis, H., and Troelstra, S.R., Distribution of Organic-Walled Dinoflagellate Cysts in Surface Sediments from Transects across the Polar Front Offshore Southeast Greenland, Journal of Quaternary Science, 16(7), 661-666, 2001
- Bolch, C.J., and Hallegraaff, G.M., Dinoflagellate cysts in recent marine sediments from Tasmania, Australia, Botanica Marina, 33: 173-192, 1990.
- Bolch, C.J.S., Blackburn, S.I., Cannon, J.A., and Hallegraeff, G.M., The Resting cyst of the red-tide dinoflagellate *Alexandrium minutum* (Dinophyceae), Phycologia, 30: 215-219, 1991.
- Büyükişik, B., and Koray, T., The causes and consequences of oxygen utilization caused by extremely high biological activity in Izmir Bay, V. Turk-Alman Çevre Muh. Sempozyumu, Izmir, 11-16 Haziran 1984, Bildiriler, 1984:E13-E15.
- Büyükişik, B., Koray, T., and Parlak, H., The Primary productivity of Izmir Bay in the red-tide season, E.U. Fen. Fak. Dergisi. Seri B, 16/1: 1161-1167, 1984.
- Cho, H.J., 2000, Utility of Dinoflagellate in Studying the Marine Environment: the case of the East China Sea and Adjacent Areas, Graduate School of Marine Science and Engineering, Nagasaki University, Japan.
- Cho, H.J., and Matsuoka, K., Distribution of dinoflagellate cysts in surface sediments from Yellow Sea and East Chine Sea, Marine Micropaleontology, 42: 103-123, 2001.
- Cho, H.J., Matsuoka, K., Lee, J.B., and Moon C.H., Dinoflagellate cyst Assemblages in the Surface Sediments from the Northwestern East China Sea, J. Fish. Sci. Tech, 4(3), 120-129, 2001.
- Çolak, F., 2000, İzmir Körfezi Mikroplanktonunun Kalitatif ve Kantitatif Dağılımı, Yüksek Lisans Tezi, EÜ, Fen Bil. Ens.
- Dale, B., New observations on *Peridinium faroense* Paulsen (1905) and classification of small orthoperidinoïd dinoflagellates, Br. Phycol. J., 12: 241-253, 1977.
- Dale, B., 1983, Dinoflagellate resting cysts: benthic plankton, In Fryxell, G.A. (ed.), Survival Strategies of the algae, Cambridge University Pres, Cambridge, UK, 69-137, 1983.

- Dale, B., Marine Dinoflagellate Cysts As Indicators of Eutrophication and Industrial Pollution: a Discussion, *The Science of the Total Environment*, 264, 235-240, 2001.
- Dale, B., and Fjellsa, A., 1994, Dinoflagellate cysts as paleoproductivity indicators: state of the art, potential, and limits. NATO ASI Series, Vol. I, pp. 521–537 Vol. 17, 1994.
- Dale, B., Thorsen, T.A., and Fjellså, A., Dinoflagellate Cysts as Indicators of Cultural Eutrophication in the Oslofjord, Norway, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48: 371-382, 1999.
- de Vernal, A., and Marret, F., Organic-Walled Dinoflagellate Cysts: Tracer of Sea-Surface Conditions, *Developments of Marine Geology*, Chapter 9, 1, 371-408, 2007.
- Devillers, R.A., and de Vernal, A., Distribution of Dinoflagellate Cysts in Surface Sediments of The Northern North Atlantic in Relation to Nutrient Content and Productivity in Surface Waters, *Marine Geology*, 166, 103-124, 2000.
- Doblin, M.A., and Dobbs, F.C., Setting a Size-Exclusion Limit to Remove Toxic Dinoflagellate Cysts From Ships Ballast Water, *Marine Pollution Bulletin*, 52, 259-263, 2006.
- Duralı, E., 2005, Urla Limanı Civarında Bazı Fiziko-Kimyasal ve Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, EÜ, Fen Bil. Ens.
- Ellegaard, M., Variations in dinoflagellate cyst morphology under conditions of changing salinity during the last 2000 years in the Limfjord, Denmark, *Review of Palaeobotany and Palynology* 109, 65-81, 2000.
- Esper, O. and Zonneveld, K.A.F., Distribution of Organic-Walled Dinoflagellate Cysts in Surface Sediments of The Southern Ocean (Eastern Atlantic Sector) Between the Subtropical Front and the Weddell Gyre, *Marine Micropaleontology*, 46, 177-208, 2002.
- Evit, W.R., A discussion and proposal concerning fossil dinoflagellates, hysterozoans and Acritarchs, *National Academy of Science Proceedings*. 49, 158-164: 293-302, 1963.
- Evit, W.R., 1985, Sporopollenin dinoflagellate cysts: Their morphology and interpretation: Tulsa, Oklahoma. *American Association of Stratigraphic Palynologists*, 333 p., 1985.
- Faust, M.A., 1990. Cysts of *Prorocentrum marinum* (dinophyceae) in floating detritus at Twin Cays, Belize mangrove habitats, In Granéli E. et al. (Ed), *Toxic Marine Phytoplankton*, 138-143, 1990.
- Faust, M.A., 1993, *Protoperdinium conicum* (Gran) Balech, In the Working party on Taxonomy in the Akashiwo Kenkyukai. Synopsis of red-tide organisms. 59., 1993.
- Fukuyo Y., Morphology of *Protogonyaulax tamarensis* (Lebour) Taylor and *Protogonyaulax catanella* (Whedon and Kofoid) Taylor from Japanese Coastal Waters, *Bulletin of Marine Research*, 37: 529-537, 1985.
- Fukuyo, Y., Yoshida, K., and Inoue, H., 1985. *Protogonyaulax* in Japanese Coastal Waters. In Anderson D.M. et al. (eds), "Toxic Dinoflagellates". 11-25, NY. 1995.
- Garip, N., 2006, İzmir İç Körfezi Fitoplankton Toplulukları Üzerine İzmir Büyük Kanal Projesinin Oluşturduğu Etkiler, Yüksek Lisans Tezi, EÜ, Fen Bil. Ens.

Gençay, H.A., ve Büyükişik, B., İzmir Körfezi'nde Kirliliğin Fitoplankton, Komünite Yapısı Üzerine Etkisi, E.U. Su Ürünleri Dergisi, 21: 1- 2, 107-111, 2004.

Giannakourou, A., Orlova, T.Y., Assimakopoulou, G., and Pagou, K., Dinoflagellate Cysts in Recent Marine Sediments From Thermaikos Gulf, Greece: Effects of Resuspension Events on Vertical Cyst Distribution, Continental Shelf Research, 25, 2585-2596, 2005.

Godhe A. and McQuoid M.R., Influence of Benthic and Pelagic Environmental Factors on the Distribution of Dinoflagellate Cysts in Surface Sediments Along the Swedish West Coast, Aquatic Microbial Ecology, 32, 185-201, 2003.

Godhe, A., Karunasagar, I., Karunasagar, I. and Karlson, B. Dinoflagellate Cysts in Recent Sediments from SW India, Botanica Marina, 43, 39-48, 2000.

Gomez, F., A List of Free-living Dinoflagellate Species in the World's Oceans, Acta Bot. Croat., 64(1), 129-212, 2005.

Hallegraaf, G.M., Bolch, C.J., Blackburn, S.I., and Oshima, Y., Species of Toxic Dinoflagellate genus *Alexandrium* in Southern Australia waters, Botanica marina, 34: 575-587, 1991.

Head, M.J., 1996, Modern Dinoflagellate Cysts and Their Biological Affinities, in: Jansonius & McGregory, D. C. (ed) Palynology: Principles and Applications American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 3, 1197-1248, 1996.

Holzwarth, U., Esper, O., and Zonneveld, K., Distribution of Organic-Walled Dinoflagellate Cysts in Shlef Surface Sediments of Benguela Upwelling System in Relationship to Enviromental Conditions, Marine Micropaleontology, 64, 91-119, 2007.

Ignatiades, L., Gotsis-Skretas, O., Metaxatos, A., Field and culture studies on the ecophysiology of the toxic dinoflagellate *Alexandrium minutum* (Halim) present in Greek coastal waters, Harmful Algae, 6(2): 153-165, 2007.

İnanan, B.E., 2007, İzmir Körfezi Fitoplankton Kompozisyonu ve Kompozisyonun Etkileyen Parametreler, Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bil. Ens.,

Joyce, B., Pitcher, G.C., du Randt, A., and Monteiro, P.M.S., Dinoflagellate Cysts From Surface Sediments of Saldanha Bay, South Africa: an Indication of the Potential Risk of Harmful Algal Blooms, Harmful Algae, 4, 309-318, 2005.

Kim, S-Y., Moon, C-H., and Lim, D-I., Dinoflagellate cysts in coastal sediments as Indicators of Eutrofication: A case of Gwangyang Bay, South Sea of Korea, Estuaries and Coasts, 32: 1225-1233, DOI 10.1007/s12237-009-9212-6, 2009.

Kocataş, A., Sunlu, U., Büyükişik, B., Metin, C., Lök, A. Gündoğdu, V., Özkan, E.Y., Yürür, E.E., Özgül, A., Aydın İ., Benal G., Spanacı, M., Kükrer, S., ve Kutlu, B., İzmir İç Körfezinde Büyük Kanal Projesi Sonrasında Biojeokimyasal Süreçlerin İncelenmesi ve Görsel Durumun Ortaya Konulması Projesi., Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 2008.

Kontas, A., Kucuksezgin, F., Altay, O., Uluturhan, E., Monitoring of Eutrophication and Nutrient Limitaion in the Izmir Bay (Turkey) Before and After Wastewater Treatment Plant, Environmental International, 29, 1057-1062, 2004.

Koray, T., The Occurence of Red-Tides and Causative Organisms in İzmir Bay, E. U. Faculty of Science Journal, B VII, 75-83, 1984.

- Koray, T., Planktonik protista associated with "color-tides" in Izmir Bay (Aegean Sea). Rapp. Comm. int. Mer Medit. 32: 1, 212, 1990.
- Koray, T., Phytoplankton species succession, diversity and nutrients in neritic waters of the Aegean Sea (Bay of Izmir), Tr. J. of Botany, 19: 531-544, 1995.
- Koray, T., Türkiye Denizleri Fitoplankton Türleri Kontrol Listesi, E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 18(1-2), 1-23, 2001.
- Koray, T., 2002. Denizel Fitoplankton, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:32. 1. Bas. İzmir, 2002.
- Koray, T., 2004, Potentially Toxic and Harmful Phytoplankton Species Along the Coast of Turkish Seas, Steidinger, K. A. , J. H. Lansberg, C. R. Tomas, G. A. Vargo (eds.), Harmful Algae, 2002, 335-337, 2004
- Koray, T., and Büyükişik, B., Toxic Dinoflagellate Blooms in the Harbour Region of İzmir Bay (Aegean Sea), Revue Internationale d'Océanographic Medicale, 141: 25-42, 1988.
- Koray, T., Büyükişik, B., Parlak, H., ve Gökpınar, Ş., İzmir körfezinde Deniz Suyu Kalitesini Etkileyen Tek Hücreli Organizmalar: Red-Tide ve Diğer Aşırı Üreme Olayları, Doğa-Tr.J.of Biology, 16, 135-157, 1992.
- Koray, T., Büyükişik, B., Parlak, H., and Gökpınar, S., Eutrophication processes and algal blooms (red-tides) in Izmir Bay, UNEP MAP Technical Reports Series, 104: 1-26, 1996.
- Kucuksezgin, F., Kontas, A., Altay, O., and Uluturhan, E., Elemental Composition of Particulate Matter and Nutrient Dynamics in the Izmir Bay (Eastern Aegean), Journal of Marine Systems, 56, 67-84, 2005.
- Kucuksezgin, F., Kontas, A. Altay, O. Uluturhan, E., and Darılmaz, E., Assessment of Marine Pollution in Izmir Bay: Nutrient, Heavy Metal and total Hydrocarbon Concentrations, Environmental International, 32, 41-51, 2006.
- Kükreler, S., ve Aydın, H., Karşıyaka Yat Limanı (İzmir İç Körfezi) Fitoplankton'unda Görülen Zamana Bağlı Değişimlerin Araştırılması, E. U. Su Ürünleri Dergisi, 23(1- 2): 139-144, 2006.
- Kawamura, H., Dinoflagellate Cyst Distribution Along a Shelf to Slope Tarnsect of an Oligotrophic Tropical Sea (Sunda Shelf South China Sea), Phycological Research, 52, 355-375, 2004.
- Landsberg, J.H., The effectes of harmful algal blooms on aquatic organisms. Reviews in Fisheries Science, 10(2): 113-390, 2002.
- Lewis, J., Dodge, J.D., and Tett, P. Cyst-theca relationships in some Protoperidinium species (Peridinales) from Scottish Sea lochs. J. Micropalaentol., 3: 25-34, 1984.
- Lim, P.T., Sato, S., Thuoc, C.V., Tu, P.T., Huyen, N.T.M., Takata, Y., Yoshida, M., Kobiyama, A., Koike, K., and Ogata, T., Toxic *Alexandrium minutum* (Dinophyceae) from Vietnam with new gonyautoxin analogue. Harmful Algae. 6(3): 321-331, 2007.
- Marret, F., and Zonneveld, K.A.F., Atlas of Organic-Walled Dinoflagellate Cyst Distribution, Rewiev of Palaeobotany and Palynology, 125, 1-200, 2003.

- Matsuoka, K., Archeopyle structure in modern Gymnodinian dinoflagellate cysts, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 44: 217-231, 1985.
- Matsuoka, K., Cyst-theca relationships in the diplopsalid group (Peridinales, Dinophyceae), *Rev. Paleobo. Palynol.*, 56: 95-122, 1988.
- Matsuoka, K., Eutrophication Process Recorded in Dinoflagellate Cyst Assemblages-a Case of Yokohama Port, Tokyo Bay, Japan, *The Science of the Total Environment*, 231, 17-35, 1999.
- Matsuoka, K., and Fukuyo, Y., 2000, *Technical Guide for Modern Dinoflagellate Cyst Study*.
- Matsuoka, K., Fukuyo, Y., and Anderson, D.M., 1989, Methods for modern dinoflagellate cyst studies, In: (T.Okaichi, D.M. Anderson and T. Nemoto, eds) *Red tides: biology, environmental science and toxicology*, Elsevier, Amsterdam. Pp. 461-479, 1989.
- Matsuoka, K., Fukuyo, Y., and Fuji, R., 2004, *Atlas of Modern Dinoflagellate cysts for Dinoflagellate cysts mapping*. WESTPAC/IOC, Japan Society of Promotion of science. Tokyo, 2004.
- Matsuoka, K., Kawami, H., Nagai, S., Iwataki, M., and Takayama, H., Re-examination of cyst-motile relationships of *Polykrikos kofoidii* Chatton and *Polykrikos schwartzii* Bütschli (Gymnodinales, Dinophyceae), *Review of Paleobotany and Palynology*, 154, 79-90, 2009.
- McLachlan, J.L., 1993, Evidence for sexuality in a species of *Dinophysis*, In Smayda, T.J. and Shimizu, Y. Ed. *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. 153-157, 1993.
- Mcminn, A., Recent and Late Quaternary dinoflagellate cysts distribution on the continental shelf and slope of southeastern Australia, *Palynology*, 16, 13-24, 1992.
- Mertens, K.N., Riberio, S., Bouimetarhan I., Caner, H., Nebout, N.C., Dale, B., de Vernal, A., Ellegaard, M., Filipova, M., Godhe, A., Goubert, E., Gorsfeld, K., Holzwarth, U., Kotthoff, U., Leroy, S.A.G., Londeix, L., Marret, F., Matsuoka, K., Mudie, P.J., Naudts, L., Pena-Marjarrez, J.L., Persson, A., Popescu, S-M., Pospelova, V., Sangiorgi, F., Van der Meer, M.T.J., Vink, A., Zonneveld, K.A.F., Vercauteren, D., Vlassenbroeck, J., and Louwye, S., Process length variation in cysts of a dinoflagellate, *Lingulodinium machaerophorum*, in surface sediments: Investigating its potential as salinity proxy, *Marine Micropaleontology*, 70, 54-69, 2009.
- Moita, M.T., and de M Sampayo, M.A., Are these cysts in the genus *Dinophysis*? In Smayda, T.J. and Shimizu, Y. Ed. *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. 143-146, 1993.
- Montresor, M., Zingone, A., and Sarno, D., Dinoflagellate Cyst Production at a Coastal Mediterranean Site, *Journal of Plankton Research*, 20, 2291-2312, 1998.
- Moscattello, S., Rubino, F., Saracino, O. D., Fanelli, G., Belmonte, G., and Boero, F., Plankton biodiversity around the Salento Peninsula (South East Italy): an Integrated water/sediment approach, *Scientia Marina*, 68, 85-102, 2004.
- Mudie, P.J., and Rochon, A., Distribution of Dinoflagellate Cysts in the Canadian Arctic Marine Region, *Journal of Quaternary Science*, 16(7), 603-620, 2001.
- Mudie, P.J., Aksu, A.E., and Yasar, D., Late Quaternary Dinoflagellate Cysts from the Black, Marmara and Aegean seas: Variations in Assemblages, Morphology and Paleosalinity, *Marine Micropaleontology*, 43, 155-178, 2001.

- Mudie P.J., Rochon, A., Aksu, A.E., and Gillespie, H., Dinoflagellate Cysts, Freshwater Algae and Fungal Spores As Salinity Indicators in Late Quaternary Cores From Marmara and Black Seas, *Marine Geology*, 190, 203-231, 2002.
- Mudie P. J., Rochon, A., Aksu, A.E. and Gillespie, H., Late Glacial, Holocene and modern Dinoflagellate cyst assemblages in the Aegean, Marmara, Black Sea corridor: statistical analysis and re-interpretation of the early Holocene Hypothesis, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 128, 143-167, 2004,
- Nehring, S., Mechanisms for Recurrent Nuisance Algal Blooms in Coastal Zones Resting Cyst Formation as Life- Strategy of Dinoflagellates, In Sterr, H. Hofstade, J., Plag, H.-P. (Eds.) *Proceedings of the International Coastal Congress on Interdisciplinary Discussion of Coastal Research and Coastal Management Issues and Problems*, Kiel, 1992, Lang, Frankfurt/M, 454-467, 1993.
- Nehring, S., Dinoflagellate resting cysts from Recent German coastal sediments. *Botanica Marina*. 40: 307-324, 1997.
- Nguyen-Ngoc, L., An autoecological study of the potentially toxic dinoflagellate *Alexandrium affine* isolated from Vietnamese waters. *Harmful Algae*. 3: 117-129, 2004.
- Nümann, W., İzmir Körfezi'nde "Balık Kırılması" Hadisesi, *Hidrobiyoloji Mec.*, A. 3: 2, 90- 93, 1955.
- Orlova, T.Y., Morozova, T.V., Gribble, K.E, Kulis, D.M., and Anderson, D.M., Dinoflagellate Cysts in Recent Marine Sediments From the East Coast of Russia, *Botanica Marina*, 47, 184-201, 2004.
- Oshima, Y., Hirota, M., Yasumoto, T., Hallegraeff, G., Blackburn, S. and Steffensen, D., Production of paralytic shellfish toxins by the dinoflagellate *Alexandrium minutum* Halim from Australia. *Nipp. Suis. Gakk.*, 55: 925, 1989.
- Öztürk, M., Bizsel, N., Steinnes, E., Iron Speciation in Eutrophic and Oligotrophic Mediterranean Coastal Waters; Impact of Phytoplankton and Protozoan Blooms on Iron Distribution, *Marine Chemistry*, 81, 19-36, 2003.
- Persson, A., Godhe, A., and Karlson, B., Dinoflagellate Cysts in Recent Sediments From the West Coast of Sweden. *Botanica Marina*. 43: 69-79, 2000.
- Pospelova, V., Chmura, G.L., and Walker, H.A., Environmental Factors Influencing the Spatial Distribution of Dinoflagellate Cyst Assemblages in Shallow Lagoons of Southern New England (USA), *Review of Palaeobotany And Palynology*, 128, 7-34, 2004.
- Radi, T., Pospelova, V., de Vernal, A., and Barrie J.V., Dinoflagellate Cysts as Indicators of Water Quality and Productivity in British Columbia Estuarine Environments, *Marine Micropaleontology*, 62, 269-297, 2007.
- Rhodes, L., Nabb, P.M., De Salas, M., Briggs, L., Beuzenberg, V., and Gladstone, M., Yessotoxin production by *Gonyaulax spinifera*, *Harmful Algae*, 5: 148-155, 2006.
- Richter, D., Vink, A., Zonneveld, K.A.F., and Kuhlmann, H.H., Calcareous Dinoflagellate Cyst Distributions in Surface Sediments From Upwelling Areas Off NW Africa, and Their Relationships with Environmental Parameters of the Upper Water Column, *Marine Micropalaeontology*, 63, 201-228, 2007.



- Rubino, F., Belmonte, M., Caroppo, C., Giacobbe, M., Dinoflagellate cysts from surface sediments of syracuse Bay (Western Ionian Sea, Mediterranean), *Deep sea Research II*, 57, 243-247, Doi:10.1016/j.dsr2.2009.09.011, 2010.
- Sabancı, F.Ç., ve Koray, T., İzmir Körfezi (EgeDenizi) Mikroplanktonunun Vertikal ve Horizontal Dağılımına Kirliliğin Etkisi, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18(1-2), 187-202, 2001.
- Sabancı, F.Ç., ve Koray, T., İzmir Körfezinde 1998-2001 Yılları Arasında Fitoplanktonik Tür Çeşitliliği Değişimi, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 22(3-4), 273-280, 2005.
- Sangiorgi, F., and Donders, T.H., Reconstructing 150 Years of Eutrophication in the North-Western Adriatic Sea (Italy) Using Dinoflagellate Cysts, Pollen and Spores, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60, 69-79, 2004.
- Sangiorgi, F., Farrabi, D., Comandini, M., Gabbianelli, G., and Tagliavini, E., The distribution of sterols and organic-walled dinoflagellate cysts in surface sediments of the North-Western Adriatic Sea (Italy), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64, 395-406, 2005.
- Sarjenat, W.A.S., Dinoflagellate cyst terminology: a discussion and proposals. *Canadian Journal of Botany*. 60: 922-945, 1984.
- Sata, C.T., Angles, S., Garces, E., Luglie, A., Padedda, B.M., and Sechi, N., Dinoflagellate cysts in recent sediments from two semi-enclosed areas of the western Mediterranean Sea subject to high human impact, *Deep Sea Research II*, 57, 256-267, Doi:10.1016/j.dsr2.2009. 09. 013. 2010,
- Sayın, E., Physical Features of the Izmir Bay, *Continental Shelf Research*, 23, 957-970, 2003.
- Sætre, M.M.L., Dale, B., Abdullah, M., and Sætre, G.P., Dinoflagellate cysts as Potential Indicators of Industrial Pollution in a Norwegian Fjord, *Marine Environmental Research*, 44, 167-189, 1997.
- Shin, H.H., Yoon, Y.H., and Matsuoka, K., Modern dinoflagellate cysts distribution off the eastern part of geoje Island, Korea, *Ocean Science Journal*, 42, 1, 31-39, 2007.
- Sonneman, J.A., and Hill, D.R.A., A taxonomic survey of cyst-producing dinoflagellates from recent sediments of Victorian coastal waters, Australia. *Bot. Mar.* 40: 149-177, 1997.
- Sprangers, M., Dammers, N., Brinkhuis, H., Van Weering T.C.E., and Lotter, A.F., Modern Organic-Walled Dinoflagellate Cyst Distribution Offshore NW Iberia; Tracing the Upwelling System, *Review of Paleobotany and Palynology* 128, 97-106, 2004.
- Smayda, J.S, and Reynolds, C.S., Strategies of marine dinoflagellate survival and some rules of assembly. *Journal of Sea Research*. 49: 95-106, 2003.
- Sunlu, U., Aksu, M., Buyukısık, B., and Sunlu, S.F., Spatio-temporal variations of organic carbon and chlorophyll degradation product in the surficial sediments of Izmir Bay (Aegean Sea/Turkey). *Environ. Monit. Assess.* DOI 10.1007/s 10661-007-0088-2, 2007.
- Targarona, J., Warnaar, J., Boessenkol, K.P., Brinkhuis, H., and Canals, M., Recent Dinoflagellate Cyst Distribution in the North Canary Basin, NW Africa, *Grana*, 38, 170-178, 1999.
- Taylor, F.J.R. 1987 "The Biology of Dinoflagellates", *Botanical Monographs*, Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1st Ed.. pp. 1-23.

- Tubaro, A. Dell'ovo, V., Sosa, S., and Florio, C., Yessotoxins: A toxicological overview. *Toxicon*. 1-10, Doi:10.1016/j.toxicon, 2009.07.038, 2009.
- Vink, A., Zonneveld, K.A.F., and Willems, H., Organic-Walled Dinoflagellate Cysts in Western Equatorial Atlantic Surface Sediments: Distributions and Their Relation to Environment, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 112, 247-286, 2000.
- Wall, D., and Dale, B., Modern Dinoflagellate Cysts and Evolution of the Peridinales, *Micropaleontology*, 14, 265-304, 1968.
- Wang, Z., Qi, Y., Lu, S., Wang, Y., and Matsuoka, K. Seasonal Distribution of Dinoflagellate Resting Cysts in Surface Sediments From Changjiang River Estuary, *Phycological Research*, 52, 387-395, 2004a.
- Wang, Z., Matsuoka, K., Qi, Y., and Chen, J., Dinoflagellate Cysts in Recent Sediments From Chinese Coastal Waters, *Marine Ecology*, 25 (4), 289-311, 2004b.
- Wang, D.Z., and Hsieh, D.P.H., Growth and toxin production in batch cultures of a marine dinoflagellate *Alexandrium tamarense* HK9301 isolated from the South China Sea. *Harmful Algae*. 4 (2): 401-410, 2005.
- Wang, D.Z., Zhang, S.G., Gu, H.F., Chan, L.L., and Hong, H.S., Paralytic shellfish toxin profiles and toxin variability of genus *Alexandrium* (Dinophyceae) isolated from Southeast China Sea. *Toxicon*. 48: 138-151, 2006.
- Yamaguchi, M., Itakura, S., Imai, I., and Ishida, Y., A rapid and precise technique for enumeration of resting cysts of *Alexandrium* spp. (Dinophyceae) in natural sediments. *Phycologia*. 34: 207-214, 1995.
- Yoshimatsu, S. Sexual reproduction of *Protogonyaulax catanella* in culture Heterothallism. *Bulletin of Plankton Society of Japan*, 28: 131-139, 1981.
- Yurga, L., 1992, İzmir Körfezinde Bazı Kanalizasyon Girişleri Çevresindeki Mikroplankton Toplulukları Üzerine Ekolojik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, EÜ, Fen Bil. Ens.
- Zingone, A., and Enevoldsen, H.O., The diversity of harmful algal blooms: a challenge for science and management. *Ocean and Coastal Management*.; 43: 725- 748, 2000.
- Zonneveld, K.A.F., Chen, L., Möbius, J., and Mahmoud, M.S., Environmental significance of dinoflagellate cysts from the proximal part of the Po-river discharge plume (off southern Italy, Eastern Mediterranean), *Journal of Sea Research*, 62, 189-213, 2009.

**ÖZGEÇMİŞ**

SERDAR UZAR

Doğum tarihi : 31.07.1986

Doğum yeri : İZMİR

Mezun olduğu ilköğretim : Osmangazi İlköğretim Okulu, Bornova, İzmir

Mezun olduğu lise : Bornova Mustafa Kemal Lisesi, Bornova, İzmir

Mezun olduğu Üniversite : Celal Bayar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa