

T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

HALİÇ EKOSİSTEMİNDE FİTOPLANKTON'UN  
YAPISI VE EKOLOJİK ETKENLERİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

133088

M. Sc. Seyfettin TAŞ  
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı

Danışman  
Doç. Dr. Erdoğan OKUŞ

133088

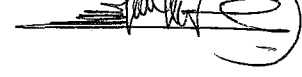
Ocak, 2003

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

**T.C.**  
**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ**  
**DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ**

SEYFETTİN TAŞ tarafından hazırlanmış ve sunulmuş olan bu tez FİZİKSEL OŞİNOGRAFI VE DENİZ BİYOLOJİSİ Anabilim Dalı'nda DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı  
Doç. Dr. Erdoğan OKUŞ




Jüri Üyesi  
Prof. Dr. Güler AYKULU



Jüri Üyesi  
Prof. Dr. Tufan KORAY



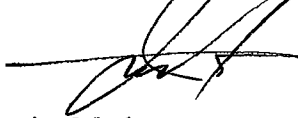
Jüri Üyesi  
Prof. Dr. Nurettin MERİÇ



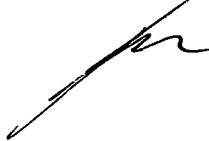
Jüri Üyesi  
Yard. Doç. Dr. Ahsen YÜKSEK



Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi  
Anabilim Dalı Başkanı  
Prof. Dr. Halil İbrahim SİR



Enstitü Müdürü  
Prof. Dr. Mahmut Cefal BARLA



## ÖNSÖZ

Bu çalışma Haliç ekosisteminde fitoplanktonun kalitatif ve kantitatif dağılımı ve buna etki eden ekolojik etkenleri incelemek amacıyla Mayıs 1998-Mayıs 2002 dönemleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Araştırmalarım süresince her konuda bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam sayın Doç. Dr. Erdoğan OKUŞ'a, uygulama sahasında deneyimlerinden yararlandığım sayın Yrd. Doç. Dr. Ayhan UYSAL'a ve katkılarından dolayı sayın Yrd. Doç. Dr. Ahsen YÜKSEK'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu tezin teknik olarak değerlendirilmesindeki katkı ve ilgilerinden dolayı sayın Prof. Dr. Tufan KORAY'a teşekkürü bir borç bilirim.

Göstermiş oldukları ilgiden ve katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Nuray Balkıs ve Yrd. Doç. Dr. Selma ÜNLÜ'ye, Araş. Gör. Noyan YILMAZ ve Araş. Gör. Aslı ASLAN YILMAZ'a, saha ve laboratuvar çalışmalarındaki katkılarından dolayı teknisyenler Sezgin ÇAMURCU ve Özkan ÇAMURCU'ya teşekkür ederim.

Araştırmalarım için gerekli olan tüm saha ve laboratuvar olanaklarından yararlandığım İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'ne teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	..... <u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
EK LİSTESİ.....	viii
I. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışma alanının genel özellikleri.....	2
1.2. Halic’te rehabilitasyon çalışmaları.....	3
1.2.1. Dip çamurunun temizlenmesi.....	4
1.2.2. Güney Halic Projesi.....	4
1.2.3. Kuzey Halic Projesi.....	5
1.3. Çalışmanın amaç ve kapsamı.....	5
II. MATERYAL ve METOD.....	7
2.1. Örnekleme alanı.....	7
2.1.1. Örneklerin toplanması.....	9
2.1.2. Örneklerin korunması.....	10
2.2. Fizikokimyasal analizler.....	10
2.2.1. Tuzluluk, sıcaklık ve görünürlük.....	10
2.2.2. Besin elementleri.....	10
2.2.3. Çözünmüş oksijen.....	11
2.2.4. pH değeri.....	11
2.3. Biyolojik analizler.....	12
2.3.1. Klorofil <i>a</i> .....	12
2.3.2. Fitoplanktonun kantitatif analizi.....	12
2.3.3. Fitoplanktonun kalitatif analizi.....	13
2.3.4. Çeşitlilik indeksleri.....	14
III. BULGULAR.....	16
3.1. Tuzluluk ve sıcaklık değerleri.....	16
3.2. Görünürlük değerleri.....	18
3.3. Besin elementleri .....	22
3.3.1. Nitrit .....	24
3.3.2. Nitrat+nitrit ve Nitrat .....	27
3.3.3. Fosfat .....	36
3.3.4. Silikat .....	43
3.4. Çözünmüş oksijen .....	46
3.5. pH değeri.....	51
3.6. Klorofil <i>a</i> .....	52
3.7. Fitoplankton dağılımı.....	59
3.7.1. Kantitatif analiz sonuçları.....	59
3.7.2. Kalitatif analiz sonuçları.....	77
3.7.3. Diyatomların dağılımı.....	95



3.7.4. Dinoflagellatların dağılımı.....	96
3.7.5. Zararlı ve toksik alg dağılımı.....	97
3.8. Çeşitlilik indeksleri.....	140
IV. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	148
KAYNAKLAR.....	168
EKLER.....	174
ÖZGEÇMİŞ.....	183



## ÖZET

Bu çalışma; Haliç'te 1998 yılında başlatılan "Su Kalitesi İzleme Projesi" kapsamında Haliç ekosistemindeki biyolojik değişimin boyutlarını, fitoplankton dağılımını esas alarak ortaya koymaktadır. 1998-2002 dönemleri arasındaki 48 aylık bir örnekleme periyodu boyunca, aylık olarak alınan örneklerde fitoplanktonun kalitatif ve kantitatif dağılımı, grup ve tür kompozisyonu, yıllık döngüsü ile bunları etkileyen ekolojik faktörler incelenmiştir. Fizikokimyasal (sıcaklık, tuzluluk, görünürlük, çözünmüş O<sub>2</sub>, besin elementleri) ve biyolojik (klorofil *a*) parametreler çalışma periyodu boyunca eş zamanlı olarak ölçülmüştür.

Mayıs 1998-Haziran 2000 periyodunda ötrofikasyonun üst sınırında bulunan Haliç'te besin elementleri konsantrasyonları özellikle iç kesimlerde oldukça yüksek değerlerde bulunmuştur. Haziran 2000-Mayıs 2002 döneminde ise girdilerin azalması ve fitoplanktonik aktivitedeki artışlara bağlı olarak nutrient değerlerinde önemli düşüşler olduğu saptanmıştır.

Mayıs 1998-Haziran 2000 döneminde fitoplanktonun özellikle birey sayısı açısından oldukça fakir bir yapıya sahip olduğu saptanmıştır. Haziran 2000-Mayıs 2002 döneminde Haliç'te gözlenen ekolojik değişimle birlikte sürekli fitoplankton aşırı üremeleri meydana gelmiştir. Dinoflagellatların özellikle yaz aylarında, diyatomların ise kış sonu, ilkbahar ve sonbahar aylarında baskın grupları oluşturdukları saptanmıştır. Tüm çalışma periyodu boyunca kalitatif ve kantitatif örneklerde 8 sınıfta toplam 143 fitoplankton türü belirlenmiştir. Yıllara göre tür sayısında sürekli artış görülmüştür. Buna bağlı olarak çeşitlilik indeksi değerleri de yıllara göre artmıştır. Çalışma periyodu boyunca çeşitlilik indeksi (H') değerleri 0.00-3.35 aralığında bulunmuştur.

Bu çalışma sonucunda rehabilitasyon çalışmaları ile kirlenmenin büyük ölçüde önlendiği, tür çeşitliliğinin arttığı ve fitoplanktonik aktivitenin yüksek oranda mevcut olduğu saptanmıştır. Ancak tüm bu olumlu yöndeki gelişmelere rağmen özellikle iç kesimlerde zaman zaman kirliliğin etkili olduğu ve toksik alg gelişiminin meydana geldiği dikkati çekmektedir. Bu nedenle rehabilitasyon çalışmalarıyla sağlanan kontrolün aralıksız olarak devam etmesi ve su sirkülasyonunun daha iyi sağlanabilmesi için ek önlemlerin alınması, Kağıthane ve Alibey derelerinden kaynaklanan girdilerin azaltılması yönünde çalışmalar yürütülmesi gerekmektedir.

## ABSTRACT

This study concerns biological aspects of Golden Horn rehabilitation studies, particularly considering phytoplankton composition, within the framework of water quality monitoring studies, being conducted at the estuary since 1998. In this study qualitative and quantitative distribution of phytoplankton, species and group composition, annual cycles and influence of ecological factors were investigated for a period of 48 months (1998-2002). Physicochemical (temperature, salinity, secchi disc, dissolved oxygen, nutrients) and biological (chlorophyll *a*) parameters were recorded simultaneously.

Nutrient concentrations appeared to be very high, particularly at the inner parts of the estuary, in May 1998-June 2000 period. Within this period the estuary could be classified as highly eutrophicated. However, in June 2000-May 2002 period, the decrease in inputs and increase in phytoplanktonic activity resulted in significant decreases in nutrient concentrations.

Phytoplankton composition and abundance was very poor in May 1998-June 2000 period, however ecological alterations in June 2000-May 2002 period resulted in on going phytoplankton blooms at the estuary. Dinoflagellates are recorded as the dominant fraction of samples in summer, while diatoms dominated samples in late winter, spring and autumn. 143 species of phytoplankton, belonging to eight classes, were identified in qualitative and quantitative samples. Species numbers, and therefore diversity ( $H'$ ), increased annually throughout the sampling period. Diversity fluctuated within the range 0.00-3.35.

This study points out that rehabilitation studies in the estuary decreased pollution in great fold, increased phytoplankton species number and persistence of a high phytoplanktonic activity in the region was recorded. Mean while, pollution appeared to be still an important problem in some periods of the year, particularly at the inner parts and development of toxic species must be primarily concerned. Therefore rehabilitation studies must continue at the estuary. Particularly circulation must be improved by additional action plans and discharge load of Kağthane and Alibeyköy streams must be reduced.

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. İstasyonların koordinatları ve derinlikleri.....	8
Tablo 3.1. Haliç'te aylara göre ölçülen seki diski derinlikleri.....	21
Tablo 3.2. Görünürlük değerlerine bağlı olarak hesaplanan öfotik zon derinliği.....	21
Tablo 3.3. 2001 yılındaki fitoplankton aşırı üremelerinde ölçülen klorofil <i>a</i> değerleri.....	53
Tablo 3.4. 2001 yılında fitoplanktona hakim olan gruplar ve türlerin bolluğu.....	64
Tablo 3.5. Haliç'te tüm çalışma periyodu boyunca saptanan fitoplankton tür listesi.....	80
Tablo 3.6. Kepçe örneklerinde tespit edilen fitoplankton tür listesi.....	84
Tablo 3.7. 2000 yılında vertikal olarak alınan kepçe örneklerindeki türlerin dağılımı.....	86
Tablo 3.8. 2001 yılında vertikal olarak alınan kepçe örneklerindeki türlerin dağılımı.....	88
Tablo 3.9. 2002 yılında vertikal olarak alınan kepçe örneklerindeki türlerin dağılımı.....	92
Tablo 3.10. Mayıs 1998 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	101
Tablo 3.11. Haziran 1998 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	101
Tablo 3.12. Temmuz 1998 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	102
Tablo 3.13. Ağustos 1998 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	102
Tablo 3.14. Eylül 1998 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	103
Tablo 3.15. Kasım 1998 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	103
Tablo 3.16. Aralık 1998 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	104
Tablo 3.17. Şubat 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	104
Tablo 3.18. Mart 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	105
Tablo 3.19. Nisan 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	105
Tablo 3.20. Mayıs 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	106
Tablo 3.21. Haziran 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	106
Tablo 3.22. Temmuz 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	107
Tablo 3.23. Ağustos 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	107
Tablo 3.24. Eylül 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	108
Tablo 3.25. Ekim 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	108
Tablo 3.26. Kasım 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	109
Tablo 3.27. Aralık 1999 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	110
Tablo 3.28. Ocak 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	110
Tablo 3.29. Şubat 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	111
Tablo 3.30. Mart 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	111
Tablo 3.31. Nisan 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	112

Tablo 3.32. Mayıs 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	112
Tablo 3.33. 13 Haziran 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	113
Tablo 3.34. 23 Haziran 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	114
Tablo 3.35. 11 Temmuz 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	115
Tablo 3.36. 26 Temmuz 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	116
Tablo 3.37. Ağustos 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	117
Tablo 3.38. Eylül 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	118
Tablo 3.39. Ekim 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	119
Tablo 3.40. Kasım 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	120
Tablo 3.41. Aralık 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	122
Tablo 3.42. Ocak 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	123
Tablo 3.43. Şubat 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	124
Tablo 3.44. Mart 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	125
Tablo 3.45. Mayıs 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	127
Tablo 3.46. Haziran 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	128
Tablo 3.47. Temmuz 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	129
Tablo 3.48. Ağustos 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	130
Tablo 3.49. Eylül 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	131
Tablo 3.50. Ekim 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	132
Tablo 3.51. Kasım 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	133
Tablo 3.52. Aralık 2001 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	135
Tablo 3.53. Ocak 2002 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	135
Tablo 3.54. Şubat 2002 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	136
Tablo 3.55. Mart 2002 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	137
Tablo 3.56. Nisan 2002 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	138
Tablo 3.57. Mayıs 2002 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları.....	139
Tablo 3.58. H1 istasyonunda çeşitlilik indeksi değerlerinin aylık değişimleri.....	144
Tablo 3.59. H2 istasyonunda çeşitlilik indeksi değerlerinin aylık değişimleri.....	145
Tablo 3.60. H3, H4 ve H5 istasyonlarında çeşitlilik indeksi değerlerinin aylık değişimleri.....	146
Tablo 3.61. H6 ve H7 istasyonlarında çeşitlilik indeksi değerlerinin aylık değişimleri.....	147

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Haliç'te köprülerin konumu ve örnekleme istasyonları.....	7
Şekil 2.2. Çalışma sahasındaki örnekleme istasyonları.....	8
Şekil 3.1. Sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin mevsimsel dikey kesitleri.....	17
Şekil 3.2. Haliç'te ölçülen seki diski derinliklerinin zamana bağlı değişimi.....	20
Şekil 3.3. 1999 yılında nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	23
Şekil 3.4. 2000 yılında nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	24
Şekil 3.5. 2001 yılında nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	25
Şekil 3.6. 2002 yılında nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	26
Şekil 3.7. 1998-99 yıllarında nitrat+nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	28
Şekil 3.8. 2000 yılında nitrat+nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	29
Şekil 3.9. 2001 yılında nitrat+nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	30
Şekil 3.10. 2002 yılında nitrat+nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	31
Şekil 3.11. 1999 yılında nitrat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	32
Şekil 3.12. 2000 yılında nitrat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	33
Şekil 3.13. 2001 yılında nitrat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	34
Şekil 3.14. 2002 yılında nitrat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	35
Şekil 3.15. 1998-99 yıllarında fosfat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	37
Şekil 3.16. 2000 yılında fosfat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	38
Şekil 3.17. 2001 yılında fosfat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	39
Şekil 3.18. 2002 yılında fosfat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	40
Şekil 3.19. 1998-99 yıllarında silikat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	42
Şekil 3.20. 2000 yılında silikat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	43
Şekil 3.21. 2001 yılında silikat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	44
Şekil 3.22. 2002 yılında silikat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.....	45
Şekil 3.23. İstasyonlara göre yüzey suyunda toplam fitoplankton , çözünen O <sub>2</sub> ve klorofil <i>a</i> konsantrasyonları arasındaki ilişki.....	49
Şekil 3.24. Haliç'te ölçülen pH değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	52
Şekil 3.25. 2000 yılı klorofil <i>a</i> değerlerinin istasyonlara göre dikey dağılımları.....	54
Şekil 3.26. 2001 yılı klorofil <i>a</i> değerlerinin istasyonlara göre dikey dağılımları.....	55
Şekil 3.27. 2002 yılı klorofil <i>a</i> değerlerinin istasyonlara göre dikey dağılımları.....	56



Şekil 3.28. İstasyonlara göre klorofil <i>a</i> değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	57
Şekil 3.29. H1 istasyonunda fitoplanktonun zamana ve derinliğe bağlı değişimi.....	67
Şekil 3.30. H2 istasyonunda fitoplanktonun zamana ve derinliğe bağlı değişimi.....	68
Şekil 3.31. H3, H4, H5 ist.ları yüzey suyunda fitoplanktonun zamana bağlı değişimi.....	69
Şekil 3.32. H6 ve H7 ist.ları yüzey suyunda fitoplanktonun zamana bağlı değişimi.....	70
Şekil 3.33. 1998 yılında yüzey suyundaki fitoplankton yoğunluğunun dağılımı.....	71
Şekil 3.34. 1999 yılında yüzey suyundaki fitoplankton yoğunluğunun dağılımı.....	72
Şekil 3.35. 2000 yılında yüzey suyundaki fitoplankton yoğunluğunun dağılımı.....	73
Şekil 3.36. 2001 yılında yüzey suyundaki fitoplankton yoğunluğunun dağılımı.....	74
Şekil 3.37. 2002 yılında yüzey suyundaki fitoplankton yoğunluğunun dağılımı.....	75
Şekil 3.38. Yıllara göre su örneklerinde saptanan türlerin grup olarak yüzde dağılımı.....	76
Şekil 3.39. Su örneklerinde saptanan tür sayısı ve grup kompozisyonu.....	77
Şekil 3.40. Kepçe örneklerinde saptanan türlerin istasyonlara göre grup kompozisyonu...	94
Şekil 3.41. Haliç iç kesimlerinde tuzluluk ile <i>Microcystis</i> dağılımı arasındaki ilişki.....	99
Şekil 3.42. Yağış miktarı ile <i>Microcystis</i> dağılımı arasındaki ilişki.....	99
Şekil 3.43. İstasyonlara göre Shannon-Wie. indeks değerlerinin zamana bağlı değişimi...	142
Şekil 3.44. Shannon-Wie. indeks değerleri ile toplam fitoplankton arasında ilişki.....	143

## EK LİSTESİ

Sayfa

### EK 1. PROKARYOTİK ORGANİZMALAR ..... 174

#### Cyanophyceae

Foto. 1. <i>Microcystis</i> sp. ....	174
Foto. 2. <i>Microcystis</i> sp. ....	174

### EK 2. ÖKARYOTİK ORGANİZMALAR ..... 174

#### A- Dinophyceae

Foto. 1. <i>Ceratium candelabrum</i> .....	174
Foto. 2. <i>C. furca</i> .....	174
Foto. 3. <i>C. fusus</i> .....	174
Foto. 4. <i>C. horridum</i> .....	174
Foto. 5. <i>C. tripos</i> .....	175
Foto. 6. <i>Dinophysis caudata</i> .....	175
Foto. 7. <i>D. caudata</i> .....	175
Foto. 8. <i>D. acuta</i> .....	175
Foto. 9. <i>D. hastata</i> .....	175
Foto. 10. <i>D. punctata</i> .....	175
Foto. 11. <i>Phalocrama rotundatum</i> .....	175
Foto. 12. <i>Gymnodinium sanguinum</i> .....	175
Foto. 13. <i>Protoperidinium claudicans</i> .....	176
Foto. 14. <i>P. divergens</i> .....	176
Foto. 15. <i>P. depressum</i> .....	176
Foto. 16. <i>P. pallidum</i> . ....	176
Foto. 17. <i>P. cf. thorianum</i> .....	176
Foto. 18. <i>P. sp.</i> .....	176
Foto. 19. <i>Prorocentrum micans</i> .....	176
Foto. 20. <i>P. minimum</i> .....	176
Foto. 21. <i>P. scutellum</i> .....	177
Foto. 22. <i>P. cordatum</i> .....	177
Foto. 23. <i>Podolampas palmipes</i> . ....	177
Foto. 24. <i>Scippsiella trochoidea</i> .....	177
Foto. 25. <i>Heterocapsa triquetra</i> .....	177
Foto. 26. Dinoflagellatlar .....	177

#### B- Bacillariophyceae

Foto. 1. <i>Caloneis</i> sp. ....	178
Foto. 2. <i>Chaetoceros affinis</i> .....	178
Foto. 3. <i>C. decipiens</i> .....	178
Foto. 4. <i>Coscinodiscus perforatus</i> .....	178
Foto. 5. <i>C. concinnus</i> .....	178



Foto. 6. <i>C. radiatus</i> .....	178
Foto. 7. <i>C. concinnus</i> .....	179
Foto. 8. <i>C. radiatus</i> .....	179
Foto. 9. <i>C. perforatus</i> .....	179
Foto. 10. <i>Ditylum brightwellii</i> .....	179
Foto. 11. <i>Detonula convervacea</i> .....	179
Foto. 12. <i>Guinardia delicatula</i> .....	179
Foto. 13. <i>Leptocylindrus danicus</i> .....	180
Foto. 14. <i>Thalassionema nitzschioides</i> .....	180
Foto. 15. <i>Pleurosigma normanii</i> .....	180
Foto. 16. <i>Nitzschia</i> sp. ....	180
Foto. 17. <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> .....	180
Foto. 18. <i>Surirella gemma</i> .....	180
Foto. 19. <i>Skeletonema costatum</i> .....	181
Foto. 20. <i>Melosira nummuloides</i> .....	181
Foto. 21. Sentrık diyatomlar .....	181
Foto. 22. Diyatom ve dinoflagellat grubu .....	181

### **C. Dictyochophyceae**

Foto. 1. <i>Dictyocha speculum</i> .....	181
Foto. 2. <i>D. speculum</i> .....	181
Foto. 3. <i>D. fibula</i> .....	182

### **D. Prasinophyceae**

Foto. 1. <i>Halosphaera viridis</i> .....	182
---	-----

### **E. Raphidophyceae**

Foto. 1. <i>Fibrocapsa</i> sp. ....	182
-------------------------------------	-----

### **F. Euglenophyceae**

Foto. 1. Öglenofit flagellat .....	182
------------------------------------	-----

### **G. Chlorophyceae**

Foto. 1. <i>Pediastrum</i> sp. ....	182
-------------------------------------	-----

## I. GİRİŞ

Sucul ortamların verimliliği ve ekolojik yapılarının belirlenmesi plankton araştırmalarına dayanmaktadır. Planktonik organizmalar sucul ortamlarda meydana gelen fizikokimyasal değişimlere ani reaksiyonlar göstermeleri nedeniyle, su kalitesini izleme çalışmalarında indikatör organizma olarak kullanılabilirler (Ünlü vd., 1972). Bilindiği gibi plankton biyoması yönünden zengin olan denizlerin balık stokları açısından da en verimli alanları oluşturması, günümüzde plankton araştırmalarına olan ilgiyi daha da arttırmaktadır.

Fitoplankterler besin zincirinde inorganik materyalden organik maddeyi üreten birincil üreticilerdir. Fotosentez sürecinde  $H_2O$  ve  $CO_2$ 'den organik maddeyi üretmek için ışık enerjisi kullanılır. Sonrasında su moleküllerinin parçalanmasıyla son ürün olarak  $O_2$  serbest kalır. Organik maddenin oluşumu dolayısıyla diğer plankterler için besin tabanını meydana getirirler ve  $O_2$ 'nin serbest kalmasıyla da diğer canlıların solunumuna imkan verirler (Sommer, 1996).

Fitoplankterler son derece zengin karbonhidrat, özellikle yağ içeriğine sahiptirler. Besin değeri yüksek olan bu organizmalar sucul kommuniteler için makronütrient, vitamin ve iz elementlerin en önemli kaynağıdır. Aynı zamanda balık ve omurgasızlarda renklenmenin gelişmesinde gerekli olan temel pigmentleri sağlarlar. Dolayısıyla fitoplanktonun sucul ortamlardaki temel organik üreticiler olmaları, bunların ekolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini çalışmak için yeterli nedenlerdir (Cirik ve Gökpınar, 1993).

Fitoplankton gıda zincirinin ilk halkasını teşkil ettiğinden ve kirletici diye tabir ettiğimiz elementleri bünyelerinde kolayca ve büyük miktarda biriktirebildiklerinden, ayrıca fizikokimyasal ve biyolojik baskılara reaksiyon gösterdiklerinden indikatör organizma olarak seçilebilirler (Ünlü vd., 1972).

## 1.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Haliç, Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi tarafından çevrelenen Çatalca Yarımadası'nda 28° 41' ve 29° 01' E boylamları ile 41° 01' ve 41° 15' N enlemleri arasında yer almaktadır. Haliç yaklaşık olarak 2.5x10<sup>6</sup> m<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır. Haliç'in en önemli özelliklerinden birisi de Çatalca Yarımadası'nın çok geniş besleme alanına sahip başlıca iki büyük akarsuyu olan Alibey ve Kağıthane derelerinin buraya akmasıdır. Çatalca sağnak şeklinde yağış alan bir bölgede bulunduğundan bu derelerle Haliç'e zaman zaman büyük oranda su gelmektedir. Ayrıca Dolapdere, İplikhane Deresi, Piripaşa Deresi gibi sel yatakları sağnak yağışlarda Haliç'e önemli miktarlarda tatlı suyun akışını sağlamaktadır (Artüz ve Korkmaz, 1976).

Haliç; kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan, 7.5 km uzunluğunda bir menderes şeklinde olan Haliç'in iç kesimlerdeki en geniş yeri 700 metreyi bulan Kasımpaşa-Cibali arasındadır. İstanbul Boğazı'na açılan ağız kısmında genişliği 1010 metreye yaklaşır (Baştürk vd., 2001). Boğaz yönüne doğru derinliği artan Haliç'in en derin yeri Galata Köprüsü ile Atatürk Köprüsü arasında 42 metredir. İç kesimlerinde ise derinlik iyice azalmakta 4 metre civarına düşmektedir (Sur vd., 2001).

Haliç'te 1998 yılından itibaren yapılan oşinografik çalışmalarda 1998-2000 dönemine ait olarak elde edilen aylık verilere göre Haliç'te yaklaşık 25 metre derinlikte bir üst tabaka ve genellikle 25 metreden daha derinde kalan alt tabaka olmak üzere, iki tabakalı bir sistemin varlığı söz konusu olmaktadır. Bu durum eski Galata Köprüsü'nün taşınmasından sonra, Haliç'te iki tabakalı bir sistem oluştuğuna işaretir (Sur vd., 2001).

Haliç'in hidrodinamik yapısı ile ilgili olarak Müftüoğlu (2002) tarafından yapılan çalışma son dönem özelliklerini yansıtmaması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada 2001 yılı akıntı ölçümü verilerine dayanarak günümüzdeki Haliç'in hidrodinamik yapısı ortaya konulmaktadır. Buna göre Haliç'in dinamik yapısının kararsız olduğu ve genel olarak üst ve alt katmanlardan içeri giren suyun daha yüksek bir debiyle ikisinin arasından Boğaz'a doğru çıktığı saptanmıştır. Farklı akıntı şekilleri de gözlenmiştir. Haliç girişinden Camialtı'na kadar olan kısım dinamik bir yapıya sahip olup su sirkülasyonu yeterli gözükmemektedir. Bu

çalışmayla Haliç'teki akıntı rejimini oldukça dinamik olduğu ortaya konmaktadır. Bu durum, Haliç'in tuzlulukları oldukça farklı olan Akdeniz ve Karadeniz sularının karşılaştığı bir bölgede bulunmasından ileri gelmektedir. Boğaz üst akıntısını oluşturan Karadeniz suyu ve alt akıntıyı oluşturan Akdeniz suyu Haliç'e girmektedir (Müftüoğlu, 2002).

Günümüzdeki Haliç'in hidrodinamik yapısındaki değişimi daha iyi anlayabilmek için geçmiş yıllarda bu konuda yapılmış olan çalışmaların sonuçlarının incelenmesinde fayda görülmektedir. Yüce (1975), yüzeyden aşağı doğru inildikçe düzgün tabakalaşmış bir su kitlesi olduğunu ileri sürmüştür. Yapılan deneysel incelemede, iç kısımlara doğru gidildikçe yüzeyde sıcaklığın arttığı, tuzluluğun azaldığı görülmüştür. Marmara yönünden gelen alt su akıntısının, yüksek tuzluluktaki suları Haliç'in içersine kadar sürüklediği ve bu suların Haliç'in dip topoğrafyası nedeniyle Kasımpaşa civarında hapsoldüğü bildirilmektedir.

Orhon (1990), yüzey tabakasının kirli oluşu ve yüksek askıda madde içeriği nedeniyle radyasyonu üst 1-2 metrede tamamen emdiğini ve bunun üst akımın sıcaklığını artırarak yoğunluğunu daha da azalttığını ileri sürmektedir. Isınma olayı ve Galata Köprüsü'nün dubaları ile yatay karışım engellenirken, düşük yoğunluk da düşey karışımı azaltmakta ve dolayısıyla Boğazdaki iki tabakalı sistem Haliç'te üç tabakalı sisteme dönüşmektedir. Bu tabakalar, kirli olan 2-3 metre kalınlığındaki "Yüzey tabakası", Karadeniz suyunun özelliklerine sahip 3-25 metre arasındaki "Orta tabaka" ve 25 metreden daha derinde 38 psu tuzluluktaki "Alt tabaka" olarak ifade edilmektedir (Orhon, 1990).

Müftüoğlu (2002), Haliç'in geçmişte kirlilik nedeniyle üç tabakalı olan yapısının son zamanlarda çok yağış alan aylar hariç iki tabakalı bir yapıya dönüştüğünü, dubalı sistemdeki Eski Galata Köprüsünün yerine kazıklı sisteme sahip yeni köprünün inşa edilmesiyle Haliç'teki akıntı rejiminin büyük ölçüde değiştiğini ve Haliç suyunun fiziksel engeller kaldırıldıktan sonra yer yer 25-30 cm/s lik akıntı hızlarına ulaştığını ve belli oranlarda yenilendiğini bildirmektedir.

## **1.2. Haliç'te Rehabilitasyon Çalışmaları**

Haliç'te kirlilik, 1950'li yıllardan itibaren sanayinin Haliç kıyılarına taşınmasıyla başlamıştır. Bu yıllardan sonra Haliç çevresine kontrolsüzce yerleşen sanayi, altyapısız

konutlar ve buna bağlı olarak yeşil alanların azalmasıyla Haliç'in görünümü bütünüyle değişmeye başladı. 1996 yılına gelindiğinde, Haliç'in Balat-Hasköy hattı üzerinde kalan bölgede su akıntısı normal günlerde 20 cm derinliğinde ve 20 m eninde bir kanaldan sağlanmaktaydı. Haliç'ten yayılan ağır koku çevre sakinlerini önemli ölçüde rahatsız etmekteydi (Baştürk vd., 2001).

Tüm bu olumsuz şartlar Haliç'i yeniden kazanabilmek ve eski haline dönmesini sağlamak amacıyla iyileştirme çalışmalarını zorunlu hale getirmiştir.

### **1.2.1. Dip Çamurunun Taranması**

Haliç'te kirlilik konusu özellikle 1980'li yıllardan itibaren ciddi olarak ele alınmaya başlamıştır. 1984-89 yılları arasında Haliç çevresinin sanayiden arındırılarak boşalan yerlere yeşil alan yapılması ve yine aynı dönemlerde Güney Haliç kollektörünün bir kısmının ve Ahırkapı deniz deşarjının yapılması bu konuda atılmış önemli adımlar olarak sayılabilir.

1994 yılında Haliç Islah Projesi'ne yeniden başlanarak, ilk etapta Haliç'te biriken çamurun uygun şekilde uzaklaştırılması için bilimsel anlamda araştırma ve öneriler gündeme gelmiştir. Bu proje kapsamında 1997 yılı sonunda Haliç'te biriken dip çamurunun temizlenmesine başlanmıştır. Taranan çamurlar boru hattıyla taşınarak Alibeyköy'de bu amaca uygun olarak inşa edilen bir baraja pompalanmıştır. 1999 yılına kadar devam eden bu çalışmalar sonunda Balat-Hasköy ekseninden itibaren dere ağızlarına kadar su derinliğinin en az 4 m olması, çevreye yayılan pis kokunun tamamen yok olması, çevresinin yeşil alan ve kültür merkezi olmasına imkan vermesi, canlı hayatın yeniden başlaması, gemi seferlerinin tekrar başlaması, Eyüp ve Söğütçe iskelelerinin açılması, somut sonuçlar olarak sıralanabilir (Baştürk vd., 2001).

### **1.2.2. Güney Haliç Projesi**

Bu proje ile Haliç'in güneyinde kalan ilçelerinden kaynaklanan atıksular boru hatları ve tünellerle Yenikapı Tasfiye Tesisi'ne iletilmekte ve burada ön arıtmadan geçirilerek çelik borularla Ahırkapı'dan İstanbul Boğazı'nın dip akıntısına verilmektedir.

### 1.2.3. Kuzey Haliç Projesi

Kuzey Haliç Kolektörü'nün devreye girmesiyle Haliç'in kuzeyindeki ilçelerin boru hatları ve tünellerle Baltalimanı Tasfiye Tesisi'ne getirilerek burada ön arıtmadan geçirildikten sonra, Baltalimanı'ndan İstanbul Boğazı'nın dip akıntısına verilmektedir. Böylece Haliç'e gelişigüzel olarak verilen evsel ve endüstriyel atıksu girişi önlenerek rehabilitasyon çalışmalarında önemli sonuçlar elde edilmiştir (Eroğlu vd., 2001).

### 1.3. Çalışmanın amaç ve kapsamı

Haliç bir zamanlar İstanbul'un en güzel yerlerinden biri olan, Lale devri eğlenceleri ile mesire alanı olarak tarihe geçen ve çok yakın bir geçmişte ünlü Fransız edebiyatçısı Pierre Loti'nin kalemi ile güzelliği "Altın Boynuz" diye dile getirilen bir su ortamıydı (Güçlüer ve Doğusal, 1976). Ancak 1950'li yıllardan itibaren gelişen sanayileşme ve bunun beraberinde getirdiği çarpık kentleşme Haliç çevresinde yoğunlaşarak, 1980'li yıllara doğru kirliliğin içinden çıkılması güç bir hal almasına yol açmıştır.

1980'li yıllara gelindiğinde insan kaynaklı kirleticilerin (evsel, sanayi v.b.) Haliç'e doğrudan deşarjı sonucu kirlenme en üst seviyeye çıkarak İstanbul'un en önemli çevre problemi haline gelmiştir. Önceki yıllarda da Haliç'in kurtarılmasına yönelik çeşitli projeler üretilmiş ancak bunlar bir türlü hayata geçirilememiştir.

1980'li yılların ortalarından itibaren bu konu yerel yönetimlerce ciddi olarak ele alınmış ve bu anlamda Haliç çevresinin sanayiden arındırılması ve bu arazilerin yeşil alana dönüştürülmesi gibi ilk adımlar atılmıştır. 1984-1989 yıllarını kapsayan bu dönemde ayrıca Güney Haliç Kolektörlerinin bir kısmının ve Ahırkapı Deniz Deşarjının da yapılması önemli bir adımdır (Baştürk vd., 2001). Ancak asıl önemli gelişmeler, 1997 yılı sonlarında başlatılan "Haliç'in Rehabilitasyonu Projesi" kapsamındaki çalışmalar sonucunda elde edilmeye başlanmıştır.

1995 yılında Haliç'te yapılan bir araştırmada fitoplankton populasyonunun hem kalitatif hemde kantitatif açıdan çok düşük değerlerde bulunduğu, iç kesimlerde fitoplankton türüne dahi rastlanmadığı ve bu durumun kirlilikle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Taş. 1996).

Bu alışma, Haliç'in iyileştirme öncesi ve sonrasında, Haliç ekosistemindeki fitoplankton populasyonunun dağılımı ve bunu etkileyen ekolojik etkenlerle birlikte, sucul ortamdaki ekolojik gelişmeleri takip etmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla Mayıs 1998-Mayıs 2002 tarihleri arasındaki 4 yıllık bir zaman dilimini kapsayan bir çalışma periyodu oluşturulmuştur.

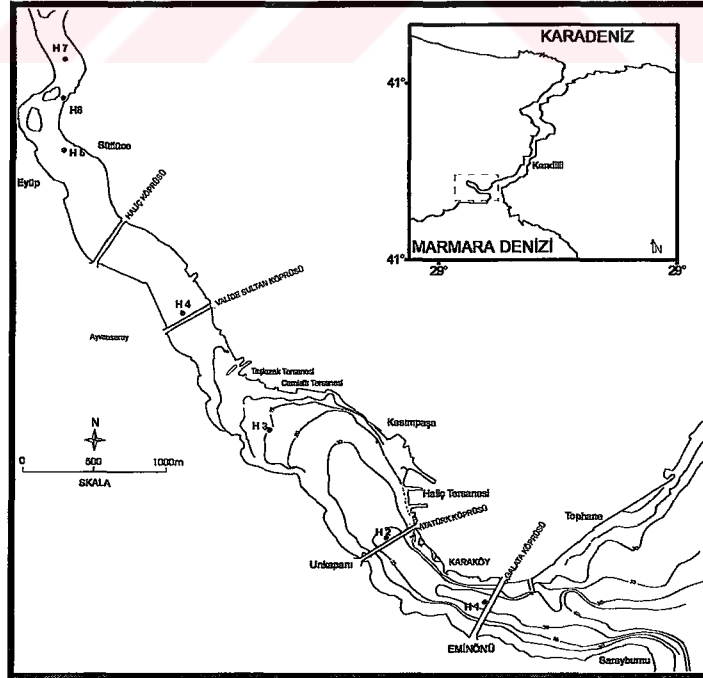




## II. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Örnekleme Alanı

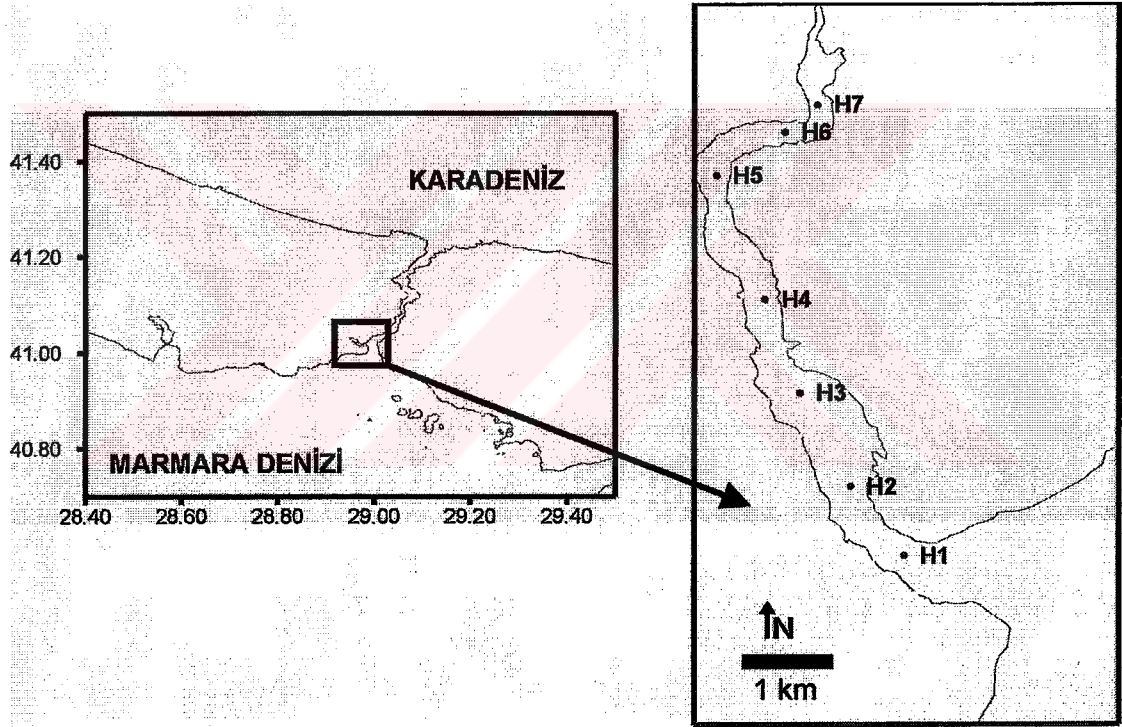
Haliç'te 28.05.1998-28.05.2002 tarihleri arasındaki 4 yılı kapsayan bu çalışma periyodunda önceden belirlenen noktalardan oşinografik ölçümlerle birlikte, fitoplanktonun kalitatif ve kantitatif analizine yönelik örnekleme yapılmıştır. Haliç'te rehabilitasyon çalışmalarının henüz başladığı ve fitoplankton komünitesinde önemli bir gelişmenin görülmediği dönem (Mayıs 1998-Haziran 2000) ilk 5 istasyonda çalışılmıştır. Rehabilitasyon çalışmalarının ilerlemesiyle Haliç'te görülen ekolojik değişimlerin boyutlarını daha iyi gözlemlemek amacıyla, mevcut oşinografik istasyonlara ek olarak 2 istasyon daha konulmuştur. Böylece Haliç'in derelere yakın olan iç kısımlarındaki fitoplankton dağılımı da incelemeye tabi tutulmuştur. Galata Köprüsü'nden iç kesimlerdeki adacıkların sonuna kadar olan çalışma sahası aşağıdaki istasyonlardan (Şekil 2.1.) oluşmaktadır:



Şekil 2.1. Haliç'teki köprülerin konumu ve örnekleme istasyonları



- H1: Galata Köprüsü'nün iç tarafındaki istasyon,
- H2: Unkapanı Köprüsü'nün iç tarafındaki istasyon,
- H3: Camialtı Tersanesi'nin önlerindeki istasyon,
- H4: Valide Sultan Köprüsü'nün iç tarafındaki istasyon,
- H5: Eyüp-Sütlüce arasındaki istasyon,
- H6: İki adacığın ön tarafındaki istasyon,
- H7: Adacıklar sonrası derelere yakın olan istasyon.



Şekil 2.2. Çalışma sahasındaki örnekleme istasyonları

Tablo 2.1. İstasyonların koordinatları ve derinlikleri

	Boylam(E°)	Enlem(N°)	~Derinlik(m)
<b>H1</b>	28.9742	41.0220	40
<b>H2</b>	28.9648	41.0245	36
<b>H3</b>	28.9665	41.0323	14
<b>H4</b>	28.9487	41.0404	5
<b>H5</b>	28.9402	41.0487	5
<b>H6</b>	28.9406	41.0530	5
<b>H7</b>	28.9444	41.0561	5

### 2.1.1. Örneklerin toplanması

Haliç'te 1998-2002 yıllarını kapsayan dönemde Şekil 2.2.'de görülen istasyonlarda aylık periyotlar halinde örnekleme ve oşinografik ölçümler yapılmıştır. Çalışmada İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'ne ait olan Arar-I araştırma teknesi kullanılmıştır. Tüm su örnekleri 5 L hacimli Niskin şişeleri ile alınmıştır

Besin elementleri (nitrit, nitrat+nitrit, orto-fosfat, silikat) için su numuneleri Niskin şişeleri ile alınıp yoğun askıda madde ve kirlilik nedeniyle Minisart şırınga ile prefiltrasyondan geçirildikten sonra temiz polietilen şişelere aktarılıp analiz edilene kadar – 20°C'de saklanmıştır.

Kantitatif amaca yönelik olarak alınan fitoplankton su numuneleri 1 litrelik polietilen şişelere aktarılmıştır. Fitoplankton su örnekleri 1. Örnekleme döneminde (Mayıs 1998-Haziran-2000) ilk 5 istasyonda vertikal olarak H1 istasyonunda 0.5, 5, 10, 20, 25 ve 35 metreden H2 istasyonunda 0.5, 10, 20 ve 30 metreden, H3 istasyonunda 0.5 ve 10 metreden, H4 ve H5 istasyonlarında ise sadece 0.5 metreden alınmıştır. 2. Örnekleme döneminde (Temmuz 2000-Mayıs 2002) ise H1 istasyonunda 0.5, 2.5, 5, 10, 20, 25 ve 38 metreden H2 istasyonunda 0.5, 2.5, 5, 10, 20 ve 34 metreden, H3 istasyonunda 0.5, 2.5, 5, ve 13 metreden, H4, H5, H6 ve H7 istasyonlarında ise 0.5, 2 ve 4 metreden fitoplankton su örnekleri alınmıştır. Böylece 1. Örnekleme döneminde 5 istasyondan ayda bir olmak üzere toplam 14 su örneği alınırken, 2. Örnekleme döneminde ise 7 istasyondan ayda bir olmak üzere toplam 29 su örneği alınmıştır.

Kalitatif amaca yönelik olarak kepçe örnekleri de alınmıştır. 2. Örnekleme döneminde Haliç'te gözlenen ekolojik değişim, fitoplankton popülasyonunun kalitatif yönden değerlendirilmesini de gerekli kılmıştır. Bu amaçla Temmuz 2000'den itibaren Haliç'in derin istasyonlarında aylık periyotlar halinde fitoplankton kepçesiyle vertikal çekimler yapılmıştır. Bu kepçe örneklemeinde çapı 57 cm olan, 55 µm göz açıklığına sahip standart plankton kepçeleri kullanılarak örnekler alınmıştır.

### 2.1.2. Örneklerin korunması

Besin elementlerinden Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ -N) için alınan numuneler yöntem gereği vakit geçirmeden teknede analize alınmıştır. Diğer besin elementi numuneleri ise analiz edilinceye kadar  $-20^\circ \text{C}$ 'de saklanmıştır (Parsons vd., 1984).

Kantitatif amaca yönelik olarak alınan 1 litrelik fitoplankton su örnekleri, içindeki organizma yoğunluğuna bağlı olarak 1 litreye 5-10 ml. boraks ile tamponlanmış formaldehit ilave edilmiştir. Daha sonra laboratuvarında 100 ml ye konsantre edilen örneğe uzun süreli muhafazası için 2 ml formaldehit ilave edilerek fikse edilmiştir. Kalitatif analizler için alınan kepçe örneklerine ise sonuç konsantrasyonu % 4-5 olacak şekilde (yaklaşık 9 birim örneğe 1 birim) boraks ile tamponlanmış formaldehit ilave edilerek fikse edilmiştir (Thronsen, 1978).

## 2.2. Fizikokimyasal analizler

### 2.2.1. Tuzluluk, sıcaklık ve seki disk

Tuzluluk ve sıcaklık ölçümleri teknede örnekleme sırasında SBE 25 Sealogger CTD prob sisteminden yararlanılarak yapılmıştır. Yağış verileri Kandilli Rasathanesi'nden alınmıştır.

Işık geçirgenliğinin bir göstergesi olan seki disk derinliği 30 cm çapındaki beyaz boyalı bir disk yardımıyla ölçülmüştür.

Öfotik zon derinliğinin belirlenmesinde, Koray (1985)'a göre Parsons vd., (1977)'nin önerdiği  $D_c = 2.7 T$  formülü kullanılmıştır. Burada  $D_c$  öfotik zon derinliği (m), T seki diski derinliği (m)'dir.

### 2.2.2. Besin elementleri

Azot formlarından biri olan nitrit azotu ( $\text{NO}_2^-$ -N), yöntem gereği saha çalışması sırasında vakit geçirmeden analize alınmıştır. nitrit deneyi, 50 ml deniz suyuna 1 ml sülfanilamid konularak asidik şartlarda N-1 naftiletilediamine ile tepkimeye girerek pembe renkli diazo boyası oluşturması esasına dayanır. Daha sonra örnek spektrofotometrede 543 nm dalga boyunda okunarak nitritin absorbansı ölçülür (Parsons vd., 1984).

Nitrat+nitrit azotu ( $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- - \text{N}$ ) analizinde Skalar model otoanalizörden yararlanılmıştır. Analizin prensibi, bakır-kadmiyum kolonundan geçirilerek nitrite indirgenen nitratın asidik şartlarda sülfanilamid ve N-1 naftiletilediamine ile tepkimeye girerek pembe renkli diazo boyası oluşturması esasına dayanır. Sonuçlar Nitrat-nitrit azotu ( $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- - \text{N}$ ) olarak hesaplanır (Parsons vd., 1984).

Nitrat azotu ( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ), hesaplanan Nitrat-nitrit azotu ( $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- - \text{N}$ ) değerlerinden Nitrit azotu ( $\text{NO}_2^- - \text{N}$ ) değerleri düşülerek elde edilmiştir.

Fosforun denizel ortamlardaki çözülmüş inorganik formu olan orto-Fosfat ( $\text{o-PO}_4^{3-} - \text{P}$ ) analizinde spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Yöntem mavi renkli fosfomolibdenyum kompleksinin oluşumuna dayanır. Oluşan kompleks spektrofotometrede 885 nm dalga boyunda okunur (Parsons vd., 1984).

Silisyumun denizlerdeki bulunuş şekillerinden olan çözülmüş haldeki reaktif Silikat spektrofotometrik yöntemle ölçülmüştür. Deniz suyuna ilave edilen molibdat çözeltisiyle silikomolibdik asit oluşur. Oluşan bu kompleks daha sonra askorbik asit ile molibdenyum maviye indirgenerek spektrofotometrede 810 nm dalga boyunda okunarak silikatın absorbanısı ölçülür (Parsons vd., 1984).

Tüm nütrient analizlerinde 5 cm lik küvet kullanılarak, gerekli kalibrasyon ve blank okumaları her analiz periyodunda gerçekleştirilmiştir.

### **2.2.3 Çözülmüş oksijen**

Niskin kaplarından ilk olarak çözülmüş oksijen ölçümleri için gerekli olan su örneği alınmıştır. Çözülmüş oksijen konsantrasyonları Kıratlı, N. ve Balkıs, N. (2001) tarafından Winkler titrasyon yöntemine göre ölçülmüştür (Greenberg vd., 1985).

### **2.2.4. pH değeri**

Suyun asidik yada alkali karakterde olduğunu belirlemede gerekli olan pH ölçümleri Kıratlı, N. ve Balkıs, N. (2001) tarafından, WTW pH 526 model pH metre ile direkt olarak yapılmıştır.

## 2.3. Biyolojik analizler

### 2.3.1. Klorofil *a*

Ortamdaki fotosentetik fitoplankton biyomasının dolaylı yoldan bir göstergesi sayılan klorofil *a* ölçümleri Parsons vd., (1984)'e göre analiz edilmiştir. Klorofil *a* miktar tayini için alınan su örnekleri fitoplankton yoğunluğuna bağlı olarak 0.45 µm göz açıklığı ve 47 mm çapındaki GF/C filtrelerden (Sartorius) belli miktarlarda süzölmüştür. Süzöntü plastik petri kutuları içinde -20° C'de dondurulmuş ve laboratuvarında aseton ekstraksiyonu yöntemiyle analiz edilerek spektrofotometrede 750, 664, 647 ve 630 nm dalga boylarında absorpsanları okunmuştur. Bulanıklık değeri olan 750 nm de okunan absorpsan değeri diğer dalga boylarında elde edilen değerlerden çıkarılır. Elde edilen değerler aşağıdaki formülle hesaplanarak klorofil *a* konsantrasyonu ölçölmüştür:

$$(Ca) \text{ Klorofil } a = 11.85 E_{664} - 1.54 E_{647} - 0.08 E_{630}$$

E = Farklı dalga boylarındaki absorpsan değerleri

$$\text{mg klorofil/m}^3 = (C \times v) / (V \times 10)$$

v = Kullanılan asetonun ml cinsinden miktarı (10 ml)

V = Süzölen suyun hacmi (L)

Not: µg/L = mg/m<sup>3</sup>

### 2.3.2. Fitoplanktonun kantitatif analizi

Kantitatif analizlerde kullanılmak üzere formaldehitte fikse edilmiş su numuneleri laboratuvarında Utermohl tekniğine uygun bir şekilde en az 1 gün süreyle çökmeye bırakıldı (Utermöhl, 1931). Daha sonra üst kısımdaki fazla su, ucunda 55 µm göz açıklığına sahip plankton bezi bulunan bir cam pipet aracılığıyla sifonlanarak az miktarda örnek (80-90 ml) konsantre oluncaya kadar boşaltıldı (Sukhanova, 1978). Konsantre edilen örnekler kahverengi cam şişelerde oda sıcaklığında saklandı. Bu örnekler Olympus CH-2 marka ışık mikroskobu altında Sedgwick-Rafter sayım kamarası kullanılarak 10x, 20x yada 40x objektifle sayıldı (Semina, 1978; Guillard, 1978).

**Sedgwick-Rafter sayım kamarası**, 50 x 20 mm ebadında ve 1mm derinlikte dikdörtgen şekilli bir kamaradır. Kamara içersine konsantre edilmiş örnekten 1ml konulur.

Üzerine çapraz şekilde yerleştirilmiş lamel kaydırılarak kapatılır. Toplam 1000 kare bulunan kamarada en az 200 kare sayıldı. Sayım sonunda elde edilen birey sayısı 5 ile çarpılarak 1 ml deki birey sayısı bulundu. Daha sonra 1 litrelik deniz suyunun konsantre edilen hacmiyle çarpılarak yoğunluk “birey/L” olarak hesaplanmıştır (200 karedeki birey sayısı x 5 x konsantre edilen hacim/L = birey/L). Sayımlar sonuç değerleri arasında %70-80 yakınlık derecesi olacak şekilde en az 2 kez yapılmış, gerektiğinde 3. sayım gerçekleştirilmiştir.

Diğer fitoplanktonik organizmalara göre farklı büyüklükteki (>5 µm) prokaryot hücrelere sahip olan siyanobakterilerin sayımında farklı bir yöntem uygulanmıştır. Siyanobakterilerin (*Microcystis* sp.) sayımında şu yöntem izlenmiştir: *Microcystis* sp. kolonilerinin homojen hale getirilmesi ve böylece hücrelerin tek tek sayılması amacıyla önceden fikse edilerek yoğunlaştırılmış örneklerden 5 ml alınarak sonifikasyon işlemine (50-60 Hz, 60 s) tabi tutulmuştur (Oudra vd., 1997). Bu işlemden sonra hücreler ışık mikroskobu altında kan sayım kamarası olarak ta bilinen **Neubauer hemositometresi** kullanılarak 40x büyütmede sayılmıştır. Bu kamara 3 mm x 3 mm x 0.1 mm boyutlarında olup  $9.10^{-4}$  ml örnek alır. Yoğunluğu yüksek olan örneklerde belirli oranlarda (1/10, 1/20) seyreltme yapılmıştır. Sayım sonuçları  $10^4$  ile çarpılarak konsantrasyon hücre/ml cinsinden hesaplanmıştır (Özel, 1992; Guillard, 1978).

### 2.3.3. Fitoplanktonun kalitatif analizi

Kalitatif amaca yönelik olarak alınan örneklerden 1-2 damla lam lamel arasına konularak laboratuvarında Olympus CH-2 marka ışık mikroskobuyla (10x, 40x, 100x büyütmede) incelenerek tür tayini yapılmıştır. Fotoğraf çekimleri kamera ataçmanlı Nikon marka Diaphot 300 modeli faz kontrast inverted mikroskop altında yapılmıştır.

Türlerin saptanmasında şu kaynaklardan yararlanılmıştır: Cupp (1943), Gerhard (1974), Hasle vd., (1997), Hendey (1964), Priddle ve Fryxell (1985), Rehakova (1974), Ricard ve Dorst (1987), Tréqouboff ve Rose (1957).

Fotoğraf ve kamera ataçmanlı Nikon Diaphot 300 faz kontrast inverted mikroskop yardımıyla görüntüsü alınabilen türlerin resimleri bilgisayar ortamına aktarılarak türlerin kaydedilmesinde kullanılmıştır. Görüntüsü alınabilen türlerin resimleri Ekler bölümünde verilmiştir.



Diyatom türlerinde daha sağlıklı tayin ve net görüntüler elde edebilmek için temizleme işlemleri Hasle (1978) tarafından önerilen yöntemle uygulanmıştır.

- 1- Kepçe örneği 1-2 ml kadar yoğun bir şekilde alınarak santrifüj tüpüne kondu. Örnek 1-2 defa santrifüj edilerek distile su ile yıkandı.
- 2- Üst kısımdaki su bir damlalıkla uzaklaştırıldı. Tüpe örnek kadar  $KMnO_4$  ilave edilerek bu şekilde 24 saat bırakıldı.
- 3- Örneğe eşit miktarda HCl konarak yavaşça ısıtıldı. Renk berraklaşmaya ve beyaz asit dumanları azalmaya kadar ısıtma işlemine devam edildi.
- 4- Örnek soğutuldu ve 3 kez distile suyla santrifüj edilerek yıkandı.
- 5- Üst kısımdaki su bir damlalıkla uzaklaştırıldı ve örnek amaca uygun şekilde fikse edilerek koyu renkli cam şişeye alındı.
- 6- Bu örnekten bir miktar alınıp lam lamel arasına konarak hazırlanan preparatın incelenmesi Fotoğraf ve kamera ataçmanlı Nikon Diaphot 300 faz kontrast inverted mikroskop kullanılarak yapılmıştır.

#### 2.3.4. Çeşitlilik indeksleri

Bir ortamın biyolojik özelliklerinin ortaya konulmasında gerekli olan unsurlardan biri de ortamın tür çeşitliliği ve dağılımının belirlenmesidir. Bu suretle kirlenmenin organizmalar üzerindeki etkileri de önemli ölçüde saptanmaktadır. Fitoplankton tür çeşitliliğinin saptanmasında Shannon-Wiener indisi ( $H'$ ) (Zar, 1984) kullanılırken, tür zenginliğinin belirlenmesinde Margalef indisi (D) (Margalef, 1978), çeşitliliğin düzenliliği ve homojenlik dağılımında ise Pielou Evenness indisi (J) (Pielou, 1975) kullanılarak oransal dağılımları aşağıda verilen formüllerle hesaplanmıştır.

**Shannon-Wiener indeks,**

$$H' = - \sum_{i=1}^k p_i \log_2 p_i$$

k = tür sayısı,

$p_i$  = i nci gruptaki frekansın toplam frekansa oranı ( $p_i = f_i/n$ ),

$f_i$  = i nci türün birey sayısı,

n = toplam birey sayısı.

**Margalef indeks,**

$$D = (S-1) / \ln N$$

S = tür sayısı,

N = toplam birey sayısı.

**Pielou Evenness indeks,**

$$J = H' / \log_2 S$$

$H'$  = hesaplanan Shannon-Wiener indeksi

S =  $\log_2$  tabanına göre tür sayısı

Bulgular bölümünde bu üç indeks ayrı ayrı hesaplanarak tablo halinde sunulmaktadır.





### III. BULGULAR

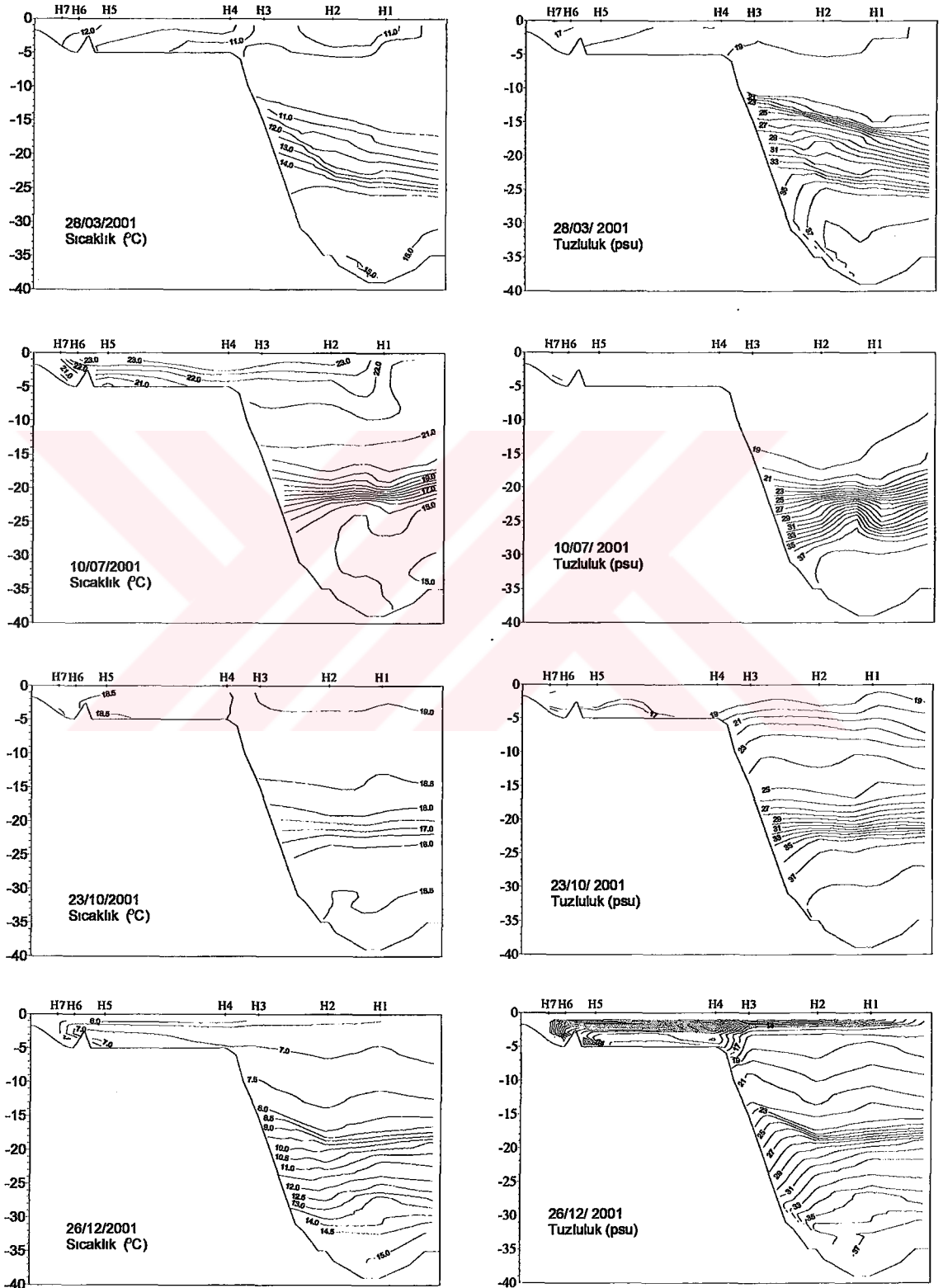
#### 3.1. Tuzluluk ve sıcaklık değerleri

Tuzluluk deęerleri 1998-2000 zaman diliminde H1 istasyonunun yzeyinde en dűk Őubat-99'da 9.90 psu, en yksek Temmuz-98'de 19.04 psu olarak olęűlműtűr. Halię'teki mevcut iki tabakalı sistemden dolayı genellikle 25 metrenin altındaki dip suyunun tuzluluęu 38 psu civarındadır. H4 istasyonundan itibaren ię kesimlere doęru gidildikęe yzey suyu tuzluluęu tatlı su seyrelmesine baęlı olarak dűsmektedir. H5 (Eyűp-Sűtlűce) istasyonunda tuzluluk deęerleri 01.84 psu (Őubat 99) ile 17.30 psu (Temmuz 99) aralıęında olęűlműtűr (Sur vd., 2001).

Sıcaklık deęerleri de istasyonlar arasında deęiŐkenlik gűstermektedir. En dűk sıcaklık Őubat ve Mart aylarında gűzlemlenirken, en yksek sıcaklık Temmuz ve Aęustos aylarında gűrűlmektedir. Boęaz suyu ile sűrekli etkileŐim halindeki H1 istasyonunda yzey suyu sıcaklık deęerleri en dűk 6.12°C (Őubat 99), en yksek 24.6°C (Aęustos 99) olarak olęűlműtűr. Derinlięe baęlı olarak deęiŐim gűsteren su sıcaklıęı, űzellikle yaz aylarında belirgin bir termoklin tabakasından sonra aniden dűsmektedir. Yzey suyu sirkűlasyonlarının giderek azaldıęı ię kesimlerde sıcaklık daha yksek deęerlere ulaŐmaktadır. Eyűp-Sűtlűce kesiminde sıcaklık deęerleri 6.34 °C ile 27.39°C arasında olęűlműtűr (Sur vd., 2001).

Halię'in fiziksel űzellikleri konusunda Műftűoęlu (2002) tarafından yapılan ęalıŐma son dűnemi yansıtan en űnemli ęalıŐmadır. Bu ęalıŐmada 2001 yılı Mart ayında gűneyli rűzgarların etkisiyle dikey karıŐım oluŐtuęu ve űst tabakanın yaklaŐık 18 metreye indięi gűrűlmektedir. Yine bu ayda ara tabakanın karıŐımın etkisiyle 10 metre kalınlıęa ulaŐtıęı ve alt tabaka tuzluluęunun 38 psu olduęu saptanmıŐtır. Yaz aylarında űst tabaka suyu hava sıcaklıęının yűkselmesiyle artarken, Temmuz 2001'de 20 metre derinlięe kadar inen 18-19 psu tuzluluęa sahip oldukęa homojen űst tabakanın hemen altında 10 metre kalınlıęında ara geęiŐ tabakası mevcuttur. Ekim ayında hava sıcaklıęının dűmesiyle birlikte űst tabaka suyu biraz daha soęuyarak termoklinin bozulmaya baŐladıęı gűrűlmektedir. 2001 yılı Aralık ayında ęalıŐma űncesi esen rűzgarların etkisiyle alt ve űst tabaka suları arasında dikey karıŐım meydana gelmiŐtir. űst tabaka suyu sıcaklıęı Aralık ayında 7°C ye kadar dűműtűr. Aralık

ayında görülen yoğun yağış etkisiyle bütün Haliç'i kaplayacak şekilde üstte az tuzlu bir tabaka oluşmuştur (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin mevsimsel dikey kesitleri (Müftüoğlu, 2002)

### 3.2. Görünürlük değerleri

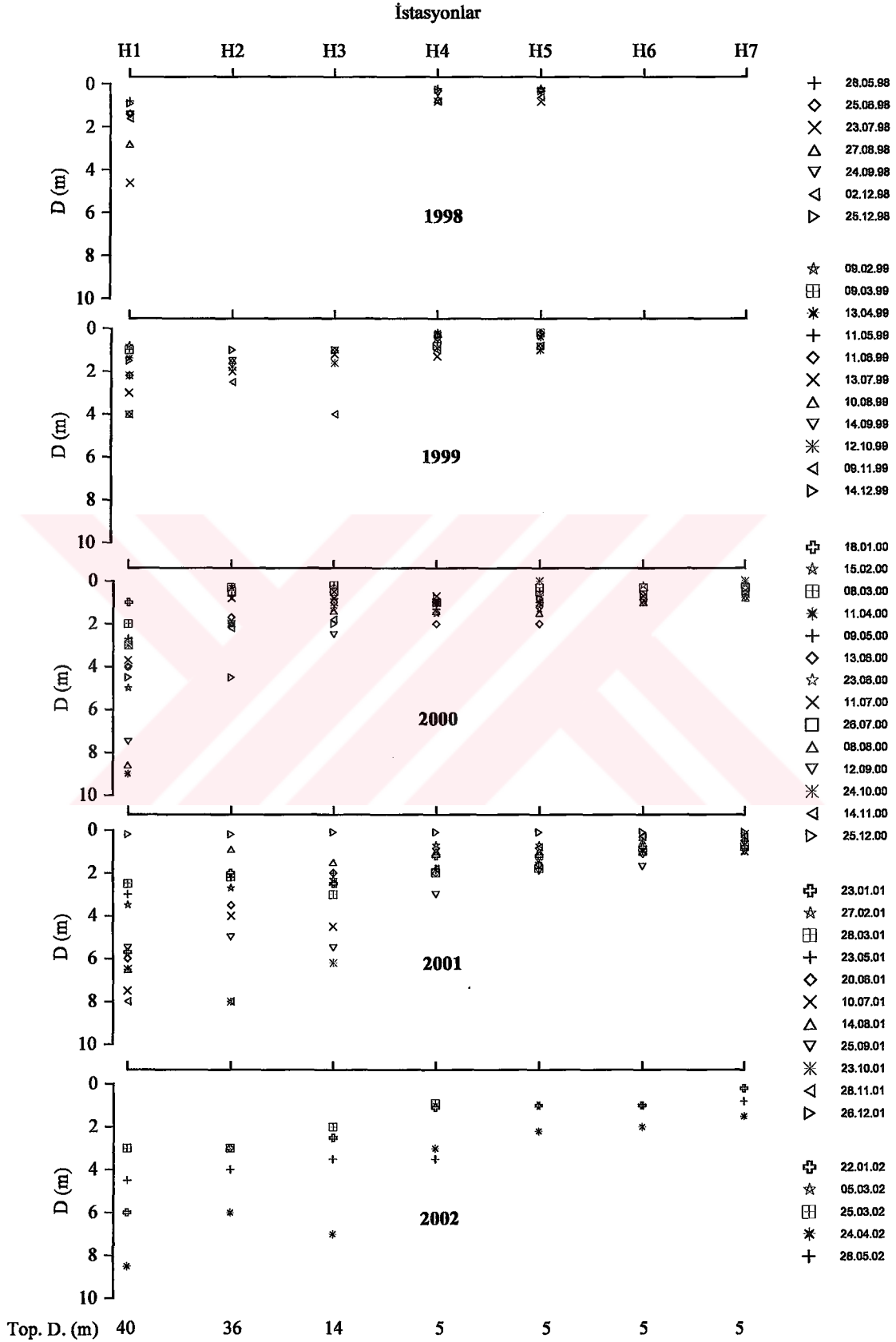
Haliç'te seki diski ile yapılan ölçümlerde görünürlük değerlerinin yıllara göre önemli oranda değiştiği tespit edilmiştir. Temmuz 1999'a kadar üç istasyonda (H1, H4, H5), Temmuz 2000'e kadar ilk beş istasyonda, bu tarihten itibaren ise yedi istasyonda seki diski ölçümleri yapılmıştır. Özellikle 1998-99 yılları arasında ölçülen görünürlük değerlerinin düşüklüğü dikkati çekmektedir (Şekil 3.2.). Rehabilitasyon çalışmalarının halen devam ettiği bu dönemde yüzey girdilerinin çokluğu nedeniyle özellikle yüzey tabakasında bulanıklığın arttığı ve dolayısıyla ışık geçirgenliğinin iyice zayıfladığı düşünülmektedir. Bu dönemde görünürlüğün iç kesimlerde bazen 0.5 metreden daha az olduğu dikkati çekerken, Haliç girişinde (ist. H1) ise su sirkülasyonunun yüksek oluşu, boğaz suyu ile etkileşim ve askıda katı madde miktarlarının düşüklüğü gibi etkenlerden dolayı görünürlük değerlerinin yüksek olduğu göze çarpmaktadır.

Rehabilitasyon çalışmalarının ilerlemesinden sonra ortaya çıkan gelişmelerle birlikte 2000 yılı ortalarından itibaren görünürlük değerlerinin giderek artmaya başladığı net bir şekilde görülmektedir (Şekil 3.2.). Bu dönemde H1 istasyonunda seki diski derinliğinin zaman zaman 8 metre derinliğin altına indiği dikkati çekmektedir. Ancak özellikle yüzey suyunda fitoplanktonda aşırı üremelerin gerçekleştiği dönemlerde görünürlüğün iyice azaldığı da dikkati çekmektedir.

Genellikle Haliç girişinden itibaren derinliğin iyice azaldığı iç kesimlere doğru horizontal yönde ışık geçirgenliğinin önemli ölçüde azaldığı gözlenmektedir. Mevsimsel olarak en yüksek ölçüm değerlerine fitoplanktonda aşırı çoğalmanın olmadığı yaz ve bahar aylarında ulaşıldığı, kış aylarında ise yağış ve girdilerin etkisiyle artan türbiditenin ışık geçirgenliğini önemli ölçüde azalttığı sonucuna varılmıştır.

Görünürlük değerleri üzerinden hesaplanan öfotik zonun kalınlığı derin istasyonlarda mevsimsel farklılıklar göstermektedir. Nisan 2000'de 24.3 metre olarak hesaplanan öfotik zon kalınlığının, Aralık 2001'de mevcut fiziksel koşulların yüzey suyunda meydana getirdiği yoğun askıda maddeden dolayı 0.5 metreye düşmesi söz konusu olmaktadır (Tablo 3.1.). Seki diski derinlikleri özellikle fitoplankton aşırı üremelerinin meydana geldiği yer ve zamanlarda belirgin bir düşüş göstermektedir.

23 Haziran 2000'de rastlanan diyatom çoğalması sırasında Haliç girişinde 4 metre olarak ölçülen seki diski derinliği, aşırı çoğalmanın en yoğun olduğu H5 istasyonunda 0.6 metre olarak ölçülmüştür. 26 Temmuz 2000'de görülen dinoflagellat ani artışında ışık geçirgenliği aşırı üreme alanında 0.5 metreye düşmektedir. Ekim 2000'de görülen öglenofit çoğalmasında H7'de görünürlük değerleri sıfıra inmektedir. Temmuz 2001'de H1 istasyonunda 7.5 metre olarak ölçülen seki diski derinliği dinoflagellat aşırı üremesinin gerçekleştiği H5 istasyonunda 1 metre olarak ölçülmüştür (Tablo 3.1.). Bu örnekler Haliç'te özellikle II. Örnekleme döneminde sıkça rastlanan fitoplankton aşırı çoğalmalarının ışık geçirgenliğini azaltan önemli bir ekolojik etken olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.2. Haliç'te ölçülen seki diski derinliklerinin zamana bağlı değişimi

Tablo 3.1. Haliç'te aylara göre ölçülen seki diski derinlikleri (m)

İst. No.	M 98	H 98	T 98	A 98	E 98	A 98	A 98	Ş 99	M 99	N 99	M 99	H 99
H1	0.8	1.4	4.6	2.8	1.4	1.6	0.9	0.8	1.0	1.4	2.2	2.2
H4	0.2	0.3	0.8	0.7	0.4	0.8	0.3	0.2	0.8	0.2	0.4	0.3
H5	0.2	0.3	0.8	0.2	0.3	0.6	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2
	T 99	A 99	E 99	E 99	K 99	A 99	O 00	Ş 00	M 00	N 00	M 00	H 00
H1	3.0	4.0	4.0	2.2	4.0	1.5	1.0	5.0	2.0	9.0	2.7	4.0
H2	2.0	1.5	1.5	1.8	2.5	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.3	2.0
H3	1.2	1.0	1.0	1.6	4.0	1.0	*	1.3	0.5	1.0	1.0	2.0
H4	1.3	0.5	0.5	0.9	1.0	0.3	*	0.3	0.3	0.3	0.7	1.7
H5	1.0	0.8	0.8	1.0	0.8	0.3	*	0.3	0.2	0.2	*	1.0
	H 00	T 00	T 00	A 00	E 00	E 00	K 00	A 00	O 01	Ş 01	M 01	M 01
H1	4.0	3.7	3.0	8.6	7.5	3.0	2.8	4.5	5.7	3.5	2.5	3.0
H2	2.0	0.8	0.5	2.0	2.0	2.0	2.2	4.5	2.0	2.7	2.2	2.2
H3	1.3	0.5	0.5	1.4	2.5	1.0	1.8	2.0	2.5	2.3	3.0	2.0
H4	1.0	0.7	1.0	1.4	1.0	1.0	1.0	0.8	1.2	0.7	2.0	1.8
H5	0.6	1.0	0.3	1.5	1.3	0.0	1.0	0.8	1.2	0.7	1.8	1.8
H6	0.2	0.7	0.3	1.0	1.0	1.0	0.8	0.6	0.8	0.5	1.0	1.0
H7	0.2	0.6	0.3	0.8	0.8	0.0	0.5	0.5	0.8	0.4	0.8	0.5
	H 01	T 01	A 01	E 01	E 01	K 01	A 01	O 02	Ş 02	M 02	N 02	M 02
H1	6.0	7.5	6.5	5.5	6.5	8.0	0.2	6.0	7.5	3.0	8.5	4.5
H2	3.5	4.0	0.9	5.0	8.0	8.0	0.2	3.0	8.0	3.0	6.0	4.0
H3	2.0	4.5	1.5	5.5	6.2	2.5	0.1	2.5	4.0	2.0	7.0	3.5
H4	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.8	0.1	1.1	2.5	0.9	3.0	3.5
H5	1.6	1.0	1.0	1.9	1.5	0.8	0.1	1.0	2.0	*	2.2	1.0
H6	1.1	1.0	1.0	1.7	0.5	0.3	0.1	1.0	1.2	*	2.0	1.0
H7	0.5	1.0	0.4	1.0	0.2	0.3	0.1	0.2	1.2	*	1.5	0.8

\* Teknik arıza nedeniyle ölçümlü yapılamadı.

Tablo 3.2. Görünürlük değerlerine bağlı olarak hesaplanan öfotik zon derinliği

Aylar	Görünürlük (m)		Öfotik zon (m)		Aylar	Görünürlük (m)		Öfotik zon (m)	
	H1	H2	H1	H2		H1	H2	H1	H2
T 99	3.0	2.0	8.1	5.4	A 00	4.5	4.5	12.2	12.2
A 99	4.0	1.5	10.8	4.1	O 01	5.7	2.0	15.4	5.4
E 99	4.0	1.5	10.8	4.1	Ş 01	3.5	2.7	9.5	7.3
E 99	2.2	1.8	5.9	4.9	M 01	2.5	2.2	6.8	5.9
K 99	4.0	2.5	10.8	6.8	M 01	3.0	2.2	8.1	5.9
A 99	1.5	1.0	4.1	2.7	H 01	6.0	3.5	16.2	9.5
O 00	1.0	1.0	2.7	2.7	T 01	7.5	4.0	20.3	10.8
Ş 00	5.0	0.3	13.5	0.8	A 01	6.5	0.9	17.6	2.4
M 00	2.0	0.3	5.4	0.8	E 01	5.5	5.0	14.9	13.5
N 00	9.0	0.3	24.3	0.8	E 01	6.5	8.0	17.6	21.6
M 00	2.7	0.7	7.3	1.9	K 01	8.0	8.0	21.6	21.6
H 00	4.0	1.7	10.8	4.6	A 01	0.2	0.2	0.5	0.5
T 00	3.7	0.8	10.0	2.2	O 02	6.0	3.0	16.2	8.1

Tablo 3.2. Devamı

A 00	8.6	2.0	23.2	5.4	Ş 02	7.5	8.0	20.3	21.6
E 00	7.5	2.0	20.3	5.4	M 02	3.0	3.0	8.1	8.1
E 00	3.0	2.0	8.1	5.4	N 02	8.5	6.0	23.0	16.2
K 00	2.8	2.2	7.6	5.9	M 02	4.5	4.0	12.2	10.8

### 3.3. Besin elementleri

#### 3.2.1. Nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N)

1999 yılında Haliç'te yapılan nitrit ölçümlerinde derin istasyonların (H1, H2) ilk 5 metrelik yüzey tabakasında yüksek değerlerdeki nitritin daha derinlere inildikçe düşük değerlerde bulunduğu ve 5 metreden dibe doğru homojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Yatay olarak iç kesimlere doğru nitrit konsantrasyonu artış göstermektedir. Mevsimsel olarak yağışların ve karasal girdilerin etkisiyle kış aylarında yükselen nitrit değerleri, yaz aylarında ise düşmektedir. 1999 yılında ölçülen nitrit değerleri Haliç girişinde (H1) 0.44-2.78 µM, iç kesimlerde (H5) 0.41-6.74 µM aralığında bulunmuştur (Şekil 3.3.).

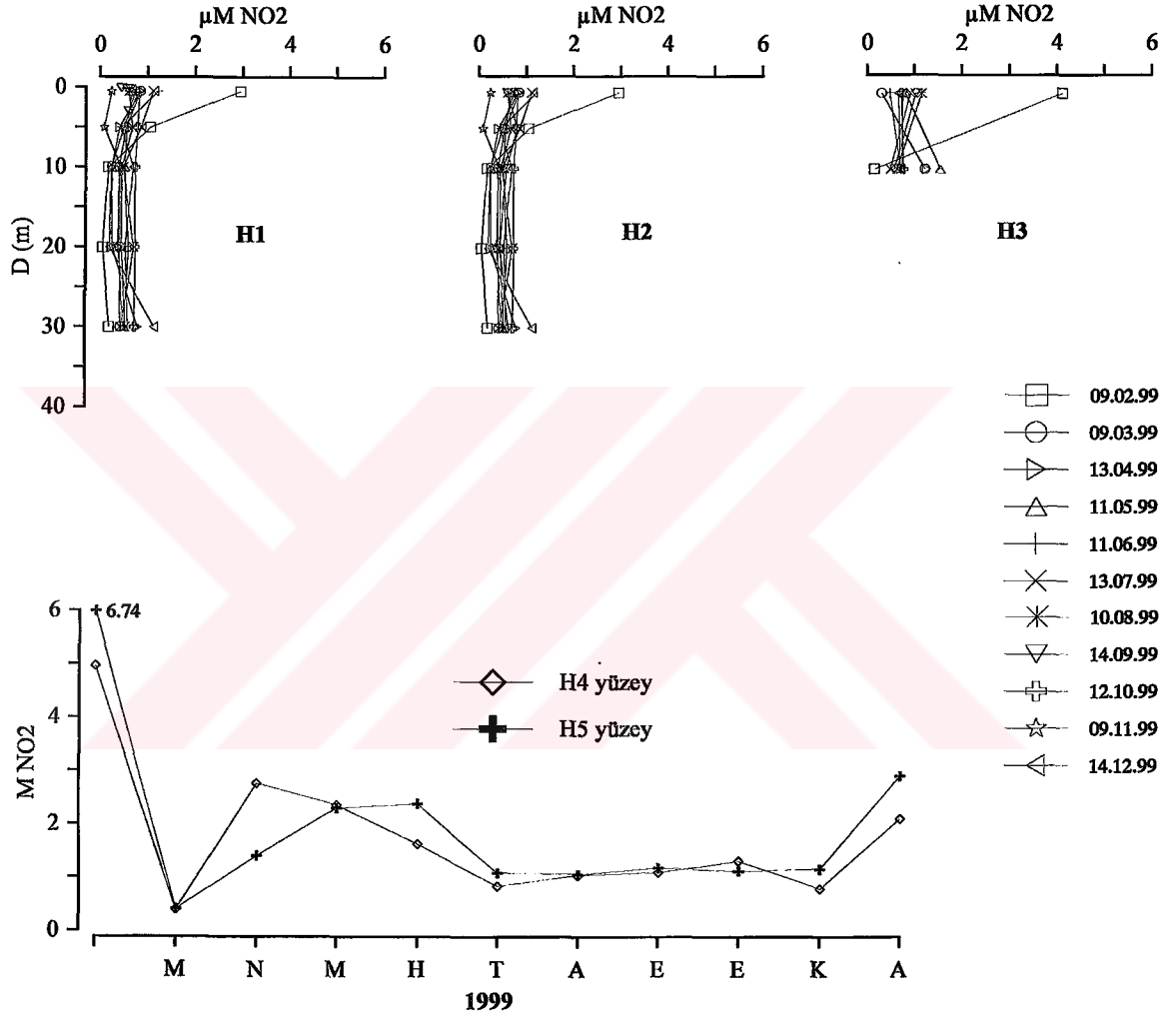
2000 yılında nitrit değerlerinin ilk altı aylık dönemde önceki yılda olduğu gibi düzensiz ve yüksek dağılım gösterdiği, son altı aylık dönemde ise fitoplanktonik aktivitenin artışı ve girdilerin azalmasına paralel olarak düşmeye başladığı dikkati çekmektedir. Sığ istasyonlarda NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N konsantrasyonu su kolonunda homojen bir dağılım göstermektedir. 2000 yılı boyunca nitrit değerleri Haliç girişinde (H1) 0.06-2.27 µM, iç kesimlerde (H4) 0.11-12,5 µM aralığında ölçülmüştür. 2000 yılı içerisinde en yüksek değerler Mayıs ayında H4 istasyonunda (12.5 µM NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N) elde edilmiştir (Şekil 3.4.).

2001 yılında ölçülen nitrit değerlerinin önceki yıllara oranla daha düzenli ve mevsimsel bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Yıl boyunca nitrit değerleri H1'de 0.12-2.45 µM, H7'de 0.47-7.84 µM aralığında bulunmuştur. Vertikal olarak dibe doğru azalma devam etmekle birlikte daha geniş bir su kolonunun belirli miktarlarda nitrit taşıdığını görmekteyiz. Yatay olarak iç kesimlerde NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N değerleri nispeten yükselmektedir. 2001 yılında en yüksek nitrit değerleri (7.84 µM) Şubat ayında H7'de ölçülmüştür (Şekil 3.5.).

2002 yılının ilk 5 aylık döneminde nitrit değerleri azalarak Haliç girişinde yüzeyde 0.35-1.77 µM, iç kesimlerde ise 0.51-5.82 µM aralığında ölçülmüştür. Genel olarak

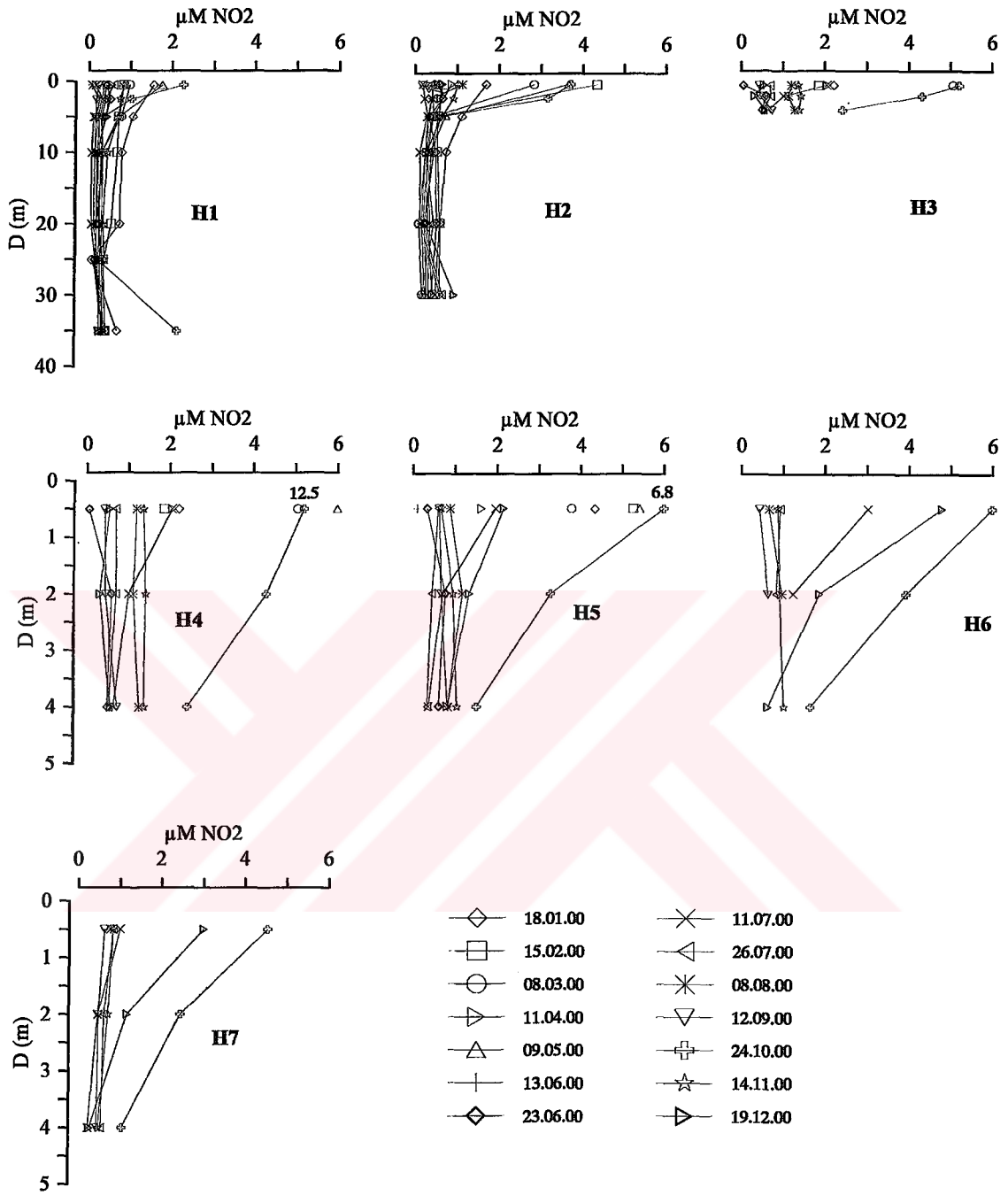


konsantrasyonunda gözlenen düşüşlerin, girdilerin büyük oranda kontrolünün sağlanması ve belli oranda da fitoplanktonik aktivite artışından kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 3.6).

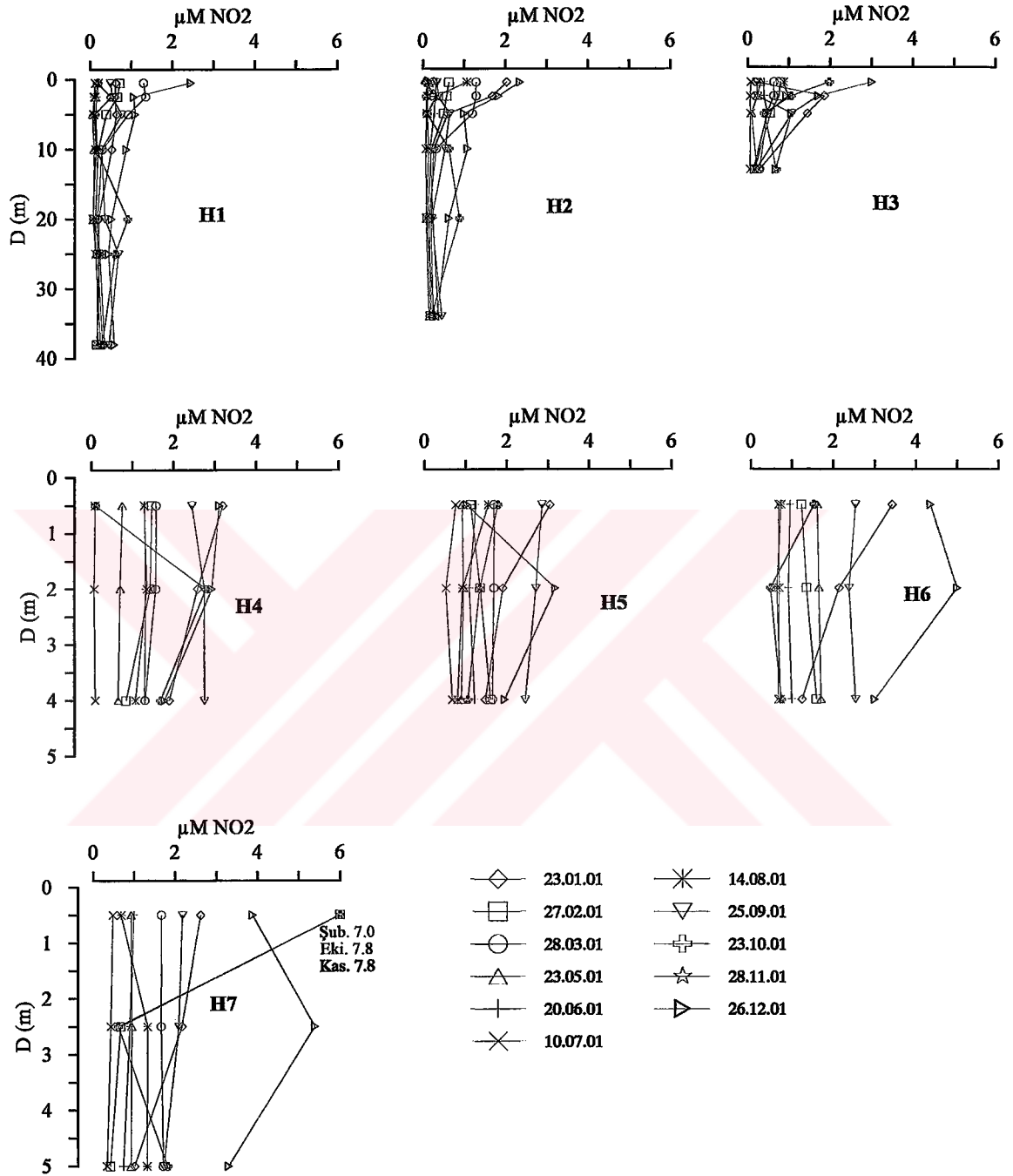


Şekil 3.3. 1999 yılında nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.

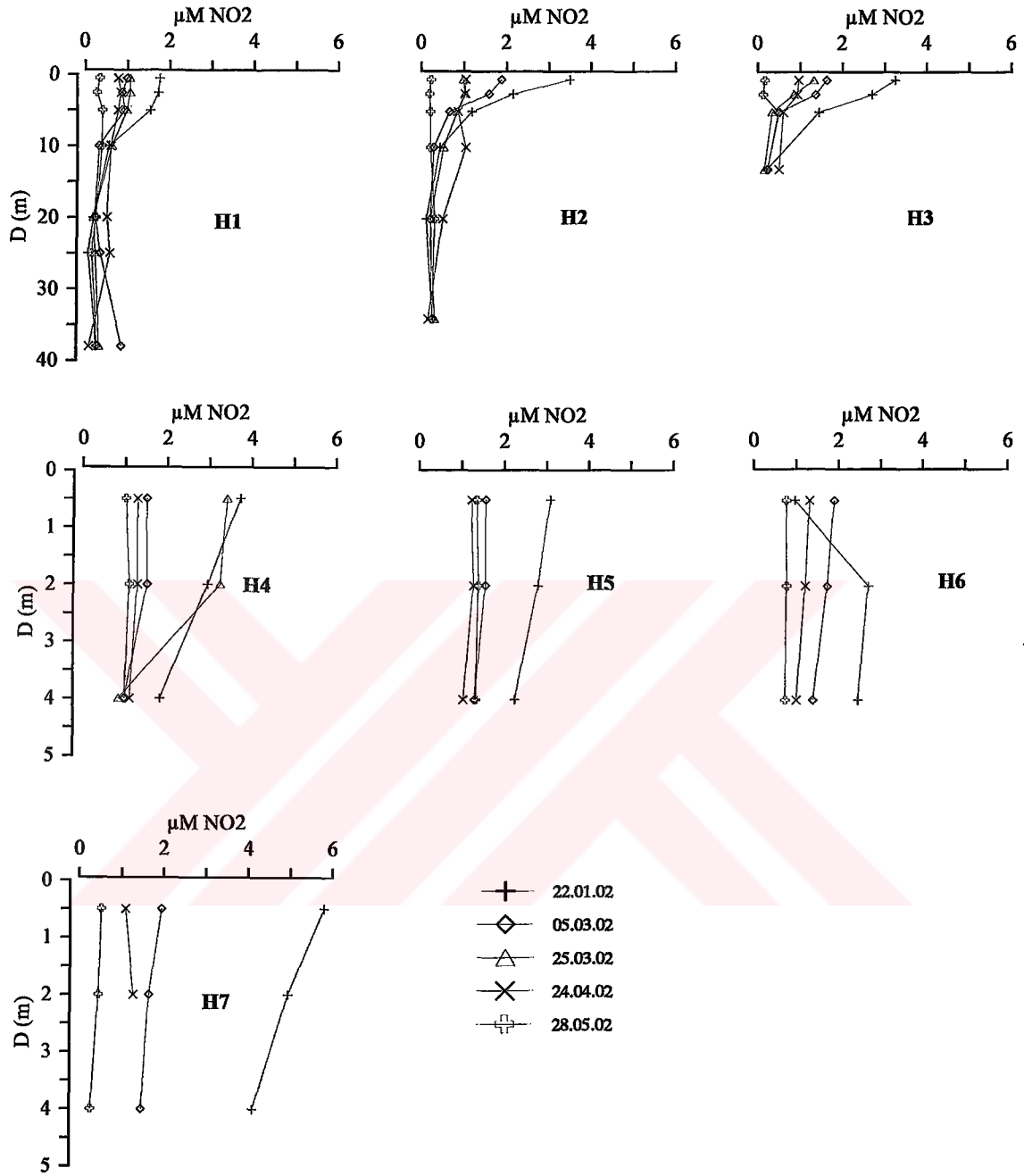




Şekil 3.4. 2000 yılında nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi.



Şekil 3.5. 2001 yılında nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi



Şekil 3.6. 2002 yılında nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi

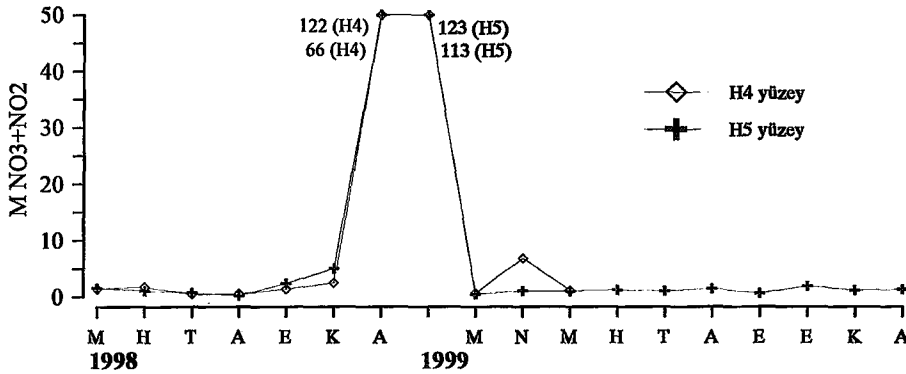
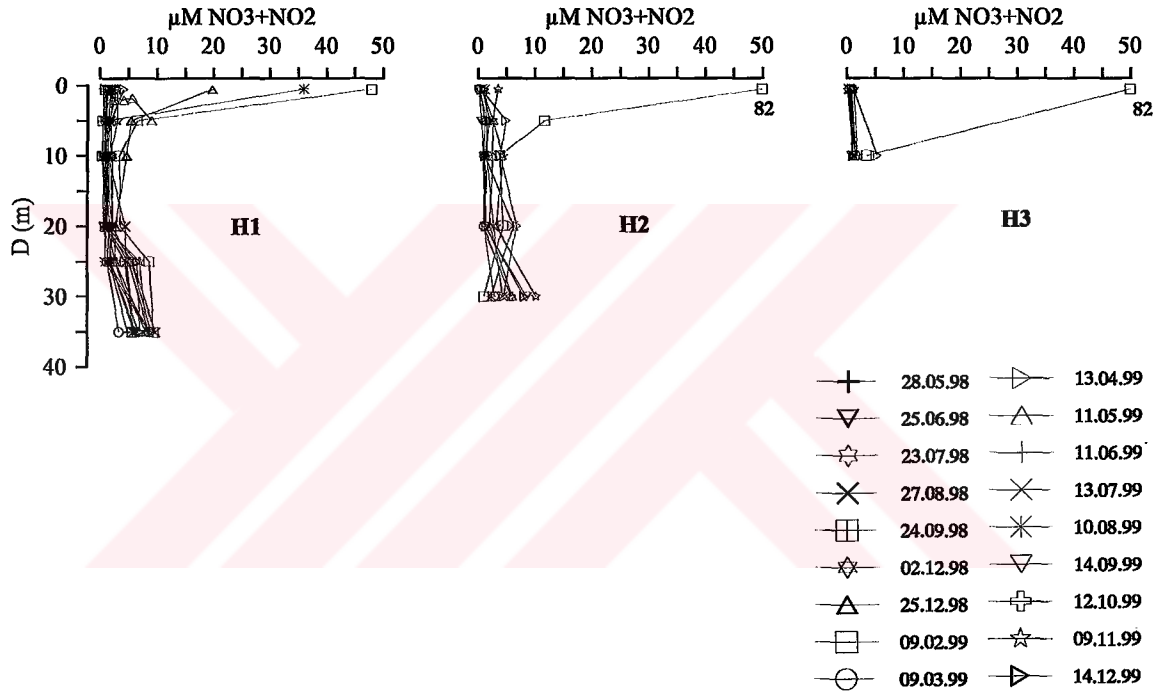
### 3.3.2. Nitrat+Nitrit ( $\text{NO}_3^-+\text{NO}_2^-$ -N) ve Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ -N)

Çalışma periyodu boyunca Haliç'te ölçülen nitrat+nitrit konsantrasyonundan örnekleme esnasında ölçülen nitrit değerlerinin düşülmesiyle nitrat konsantrasyonu elde edilmiştir. Dolayısıyla fitoplankton dağılımı ile ilgili yorumlamalarda nitrat değerlerinin kullanılması tercih edilmiştir. Sucul ekosistemlerde çözülmüş inorganik azot formlarından biri olan ve fitoplankton tarafından tercih edilen nitratın ortamdaki konsantrasyonu birincil üretimin varlığı ve devamı açısından büyük bir önem arz etmektedir. Fitoplankton dağılımı ile ilgili yorumlarda  $\text{NO}_3^-$ -N değerlerinin kullanılması daha çok tercih edilmiştir. Haliç'teki  $\text{NO}_3^-$ -N konsantrasyonu diğer denizel ortamlara nazaran oldukça yüksek değerlerde bulunmuştur. 1999 yılında ölçülen  $\text{NO}_3^-$ -N değerleri Haliç girişinde 0.02-45.28  $\mu\text{M}$  iç kesimlerde 0.00-116.71  $\mu\text{M}$  aralığında bulunmuştur. Yatay yönde düzensiz bir dağılım gösteren nitrat konsantrasyonu dikey olarak yüzeyden 20 m derinliğe kadar giderek düşmekte, ancak ara tabakadan itibaren dip suyuna kadar tekrar yükselmektedir (Şekil 3.11.)

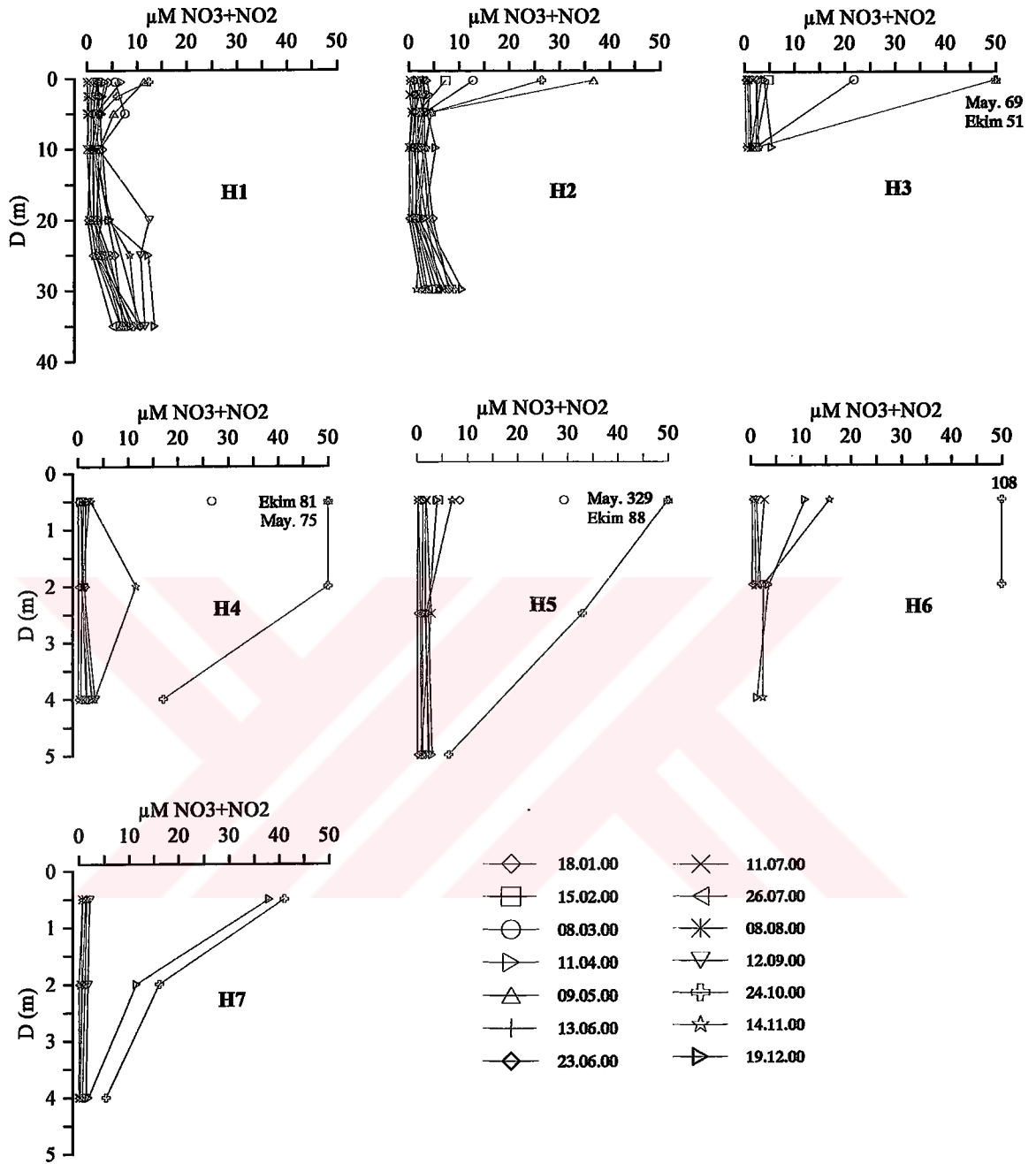
2000 yılı nitrat konsantrasyonu vertikal olarak önceki yıla benzer özellikler göstermektedir. Horizontal olarak en yüksek değerlerin iç kesimlerde ölçülmesi ve ilk altı aylık dönemde sürekli sapmalar olması yüzey girdilerinin etkilerini göstermektedir. Haziran 2000'den itibaren iyileştirme çalışmalarının etkileri son altı aylık dönemde açık bir şekilde görülmektedir. 2000 yılı içinde ölçülen nitrat değerleri H1'de 0.04-10.06  $\mu\text{M}$ , H5'te 0.00-323.41  $\mu\text{M}$  arasında bulunmuştur.. Mevsimsel olarak özellikle bol yağışlı dönemlerde tatlı su girdilerinin artmasına paralel olarak nitrat konsantrasyonunda da artış olduğu gözlenmektedir. Sığ istasyonlarda su kolonunun genellikle homojen yapıda bulunmaktadır (Şekil 3.12.).

2001 yılında ölçülen nitrat konsantrasyonunun önceki yıllara oranla yüksek değerlerde (0.16-206  $\mu\text{M}$ ) olduğu görülmektedir. Vertikal olarak yüzeyden ara tabakaya kadar azalan değerler, ara tabakadan itibaren alt tabakada tekrar yükselmektedir. Horizontal olarak ise değerler iç kesimlere doğru nitrat değerleri artmaya devam etmektedir. Aralık ayında gözlenen uzun süreli yağışların etkisiyle nitrat değerlerinin oldukça yükseldiğini görmekteyiz. Bu ayda mevcut meteorolojik koşullardan dolayı oluşan ters akıntının etkisiyle taşınım sonucu tüm Haliç'in yüzey suyunda  $\text{NO}_3^-$ -N değerlerinin (134-206  $\mu\text{M}$ ) yükseldiği göze çarpmaktadır (Şekil 3.13.).

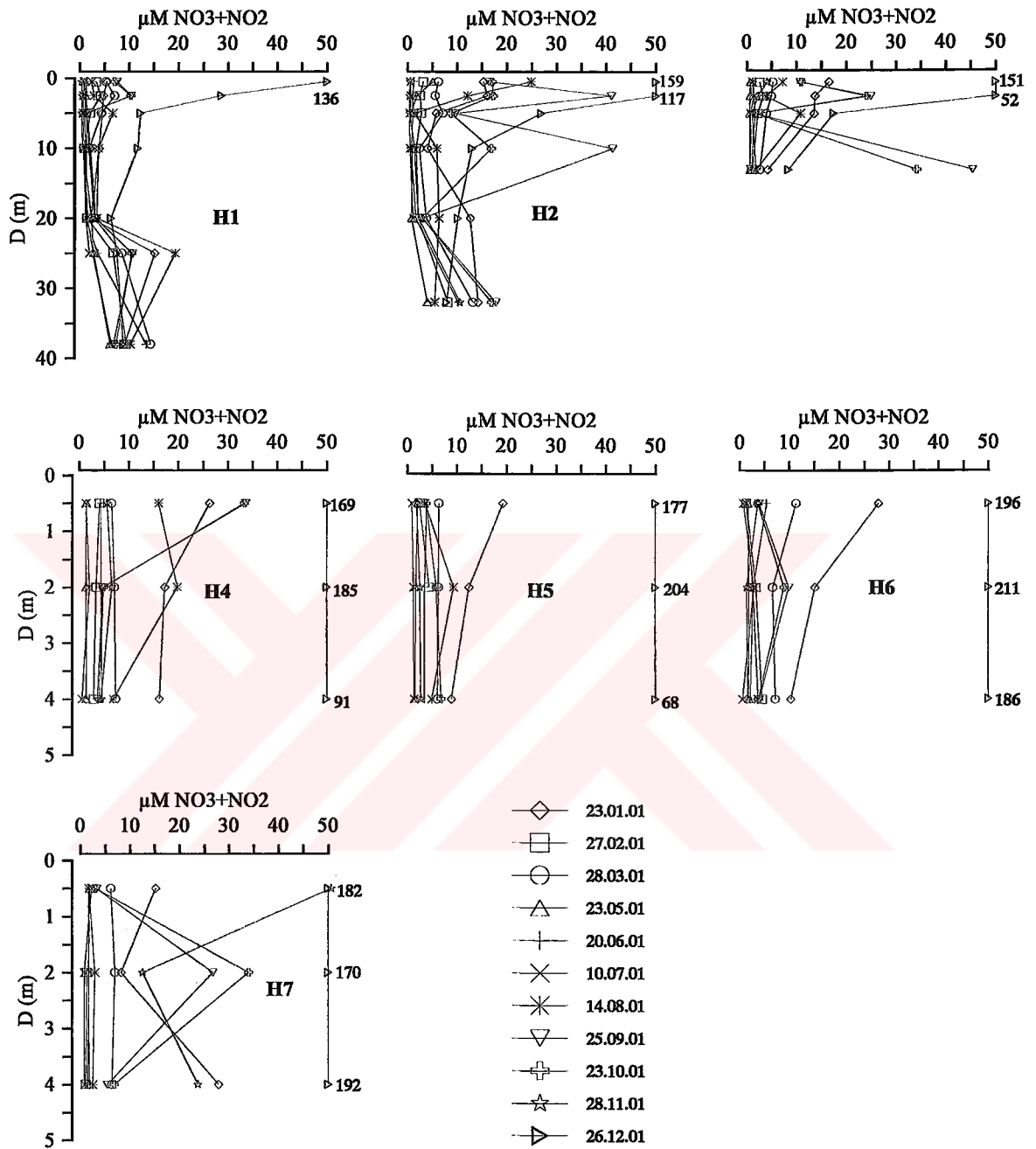
2002 yılı  $\text{NO}_3^-$ -N konsantrasyonu (Şekil 3.14.) ilk 5 aylık dönemde önceki yıla oranla belirgin bir düşüş göstermektedir. Bu 5 aylık dönemde Haliç girişinde 2-9.55  $\mu\text{M}$  arasında ölçülen nitrat değerlerinin, iç kesimlerde 0.2-19.14  $\mu\text{M}$  aralığında bulunduğu tespit edilmiştir. Şubat 1999'da iç kesimlerde yaklaşık 117  $\mu\text{M}$  olarak ölçülen nitrat konsantrasyonu, 2002 yılında en fazla 19.14  $\mu\text{M}$  olarak tespit edilmiştir. Zaman içerisinde nitrat konsantrasyonunda gözlenen bu belirgin düşüş rehabilitasyon çalışmalarıyla girdilerin büyük oranda kontrol altına alındığını ve bunun yanı sıra fitoplanktonik aktivitenin arttığını göstermektedir.



Şekil 3.7. 1998-99 yıllarında nitrat+nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi

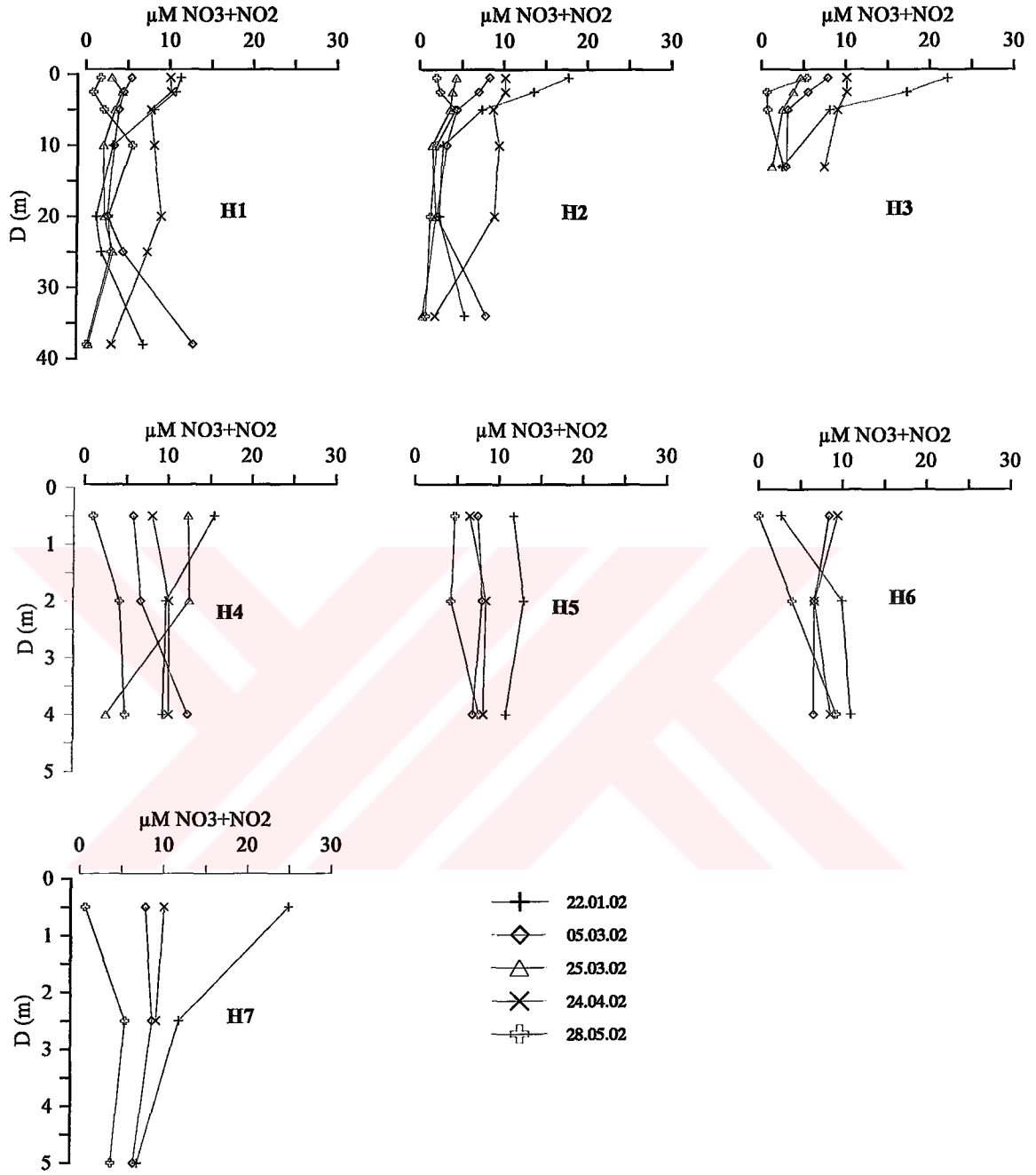


Şekil 3.8. 2000 yılında nitrat+nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi

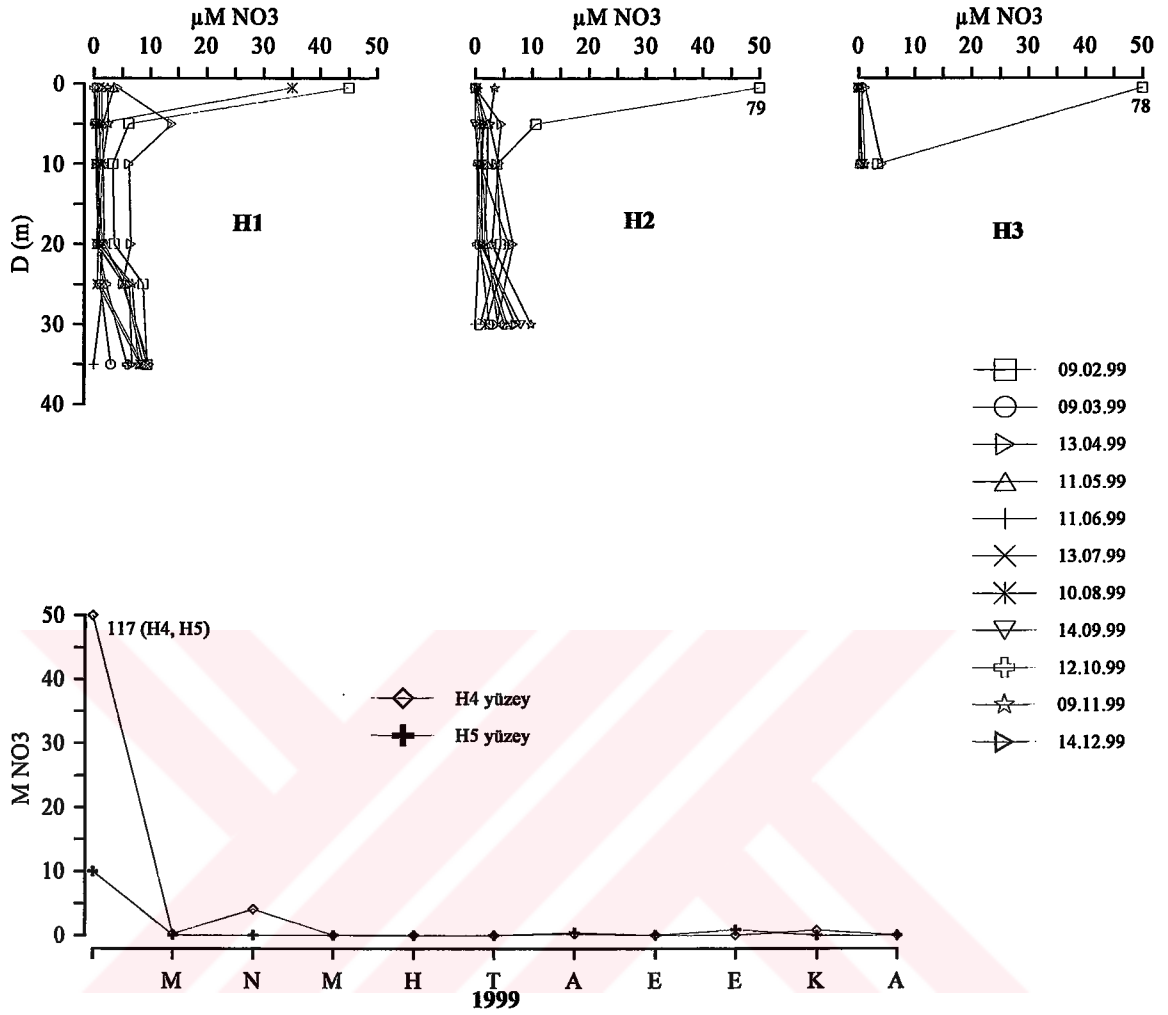


Şekil 3.9. 2001 yılı nitrat+nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi

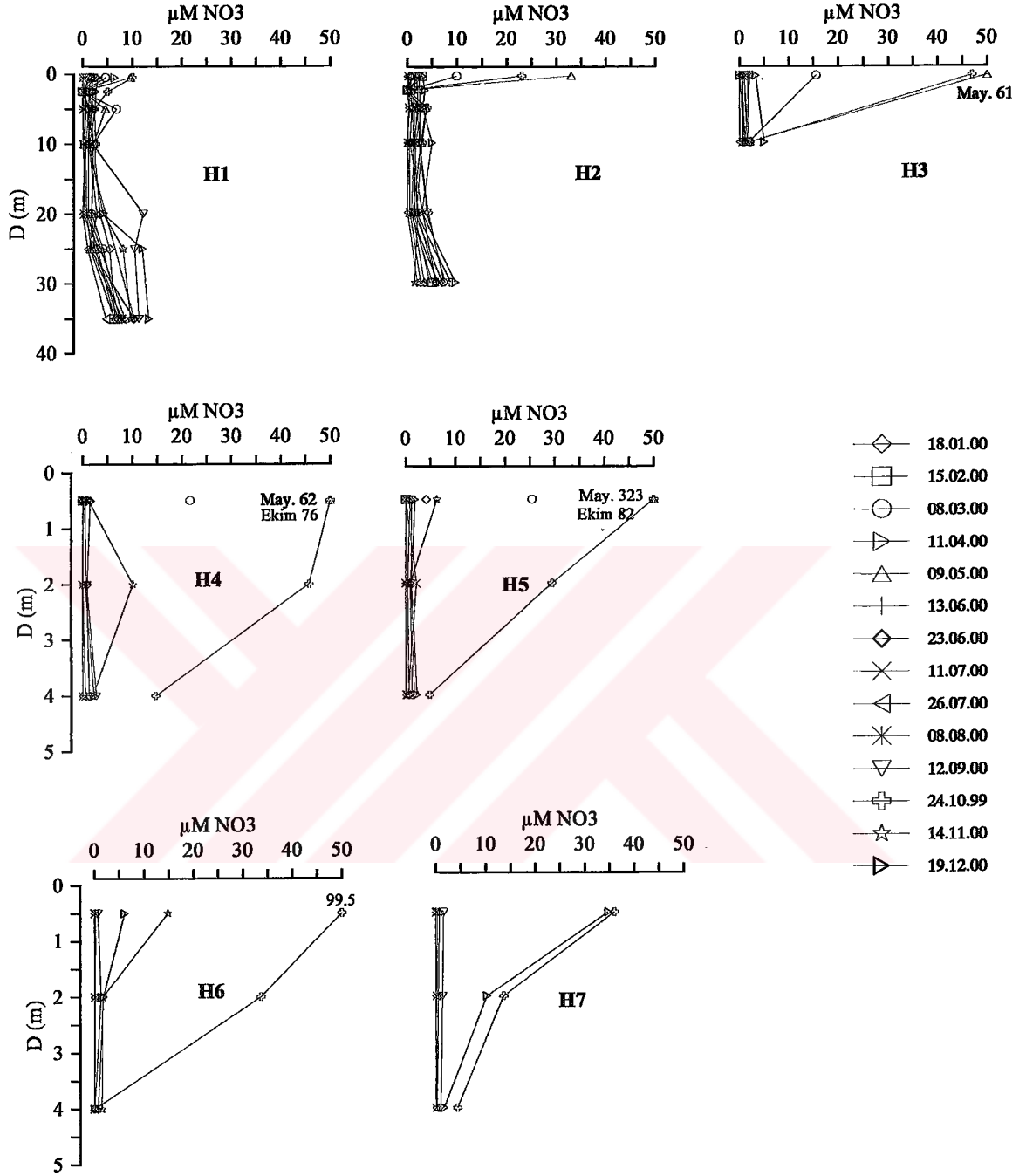




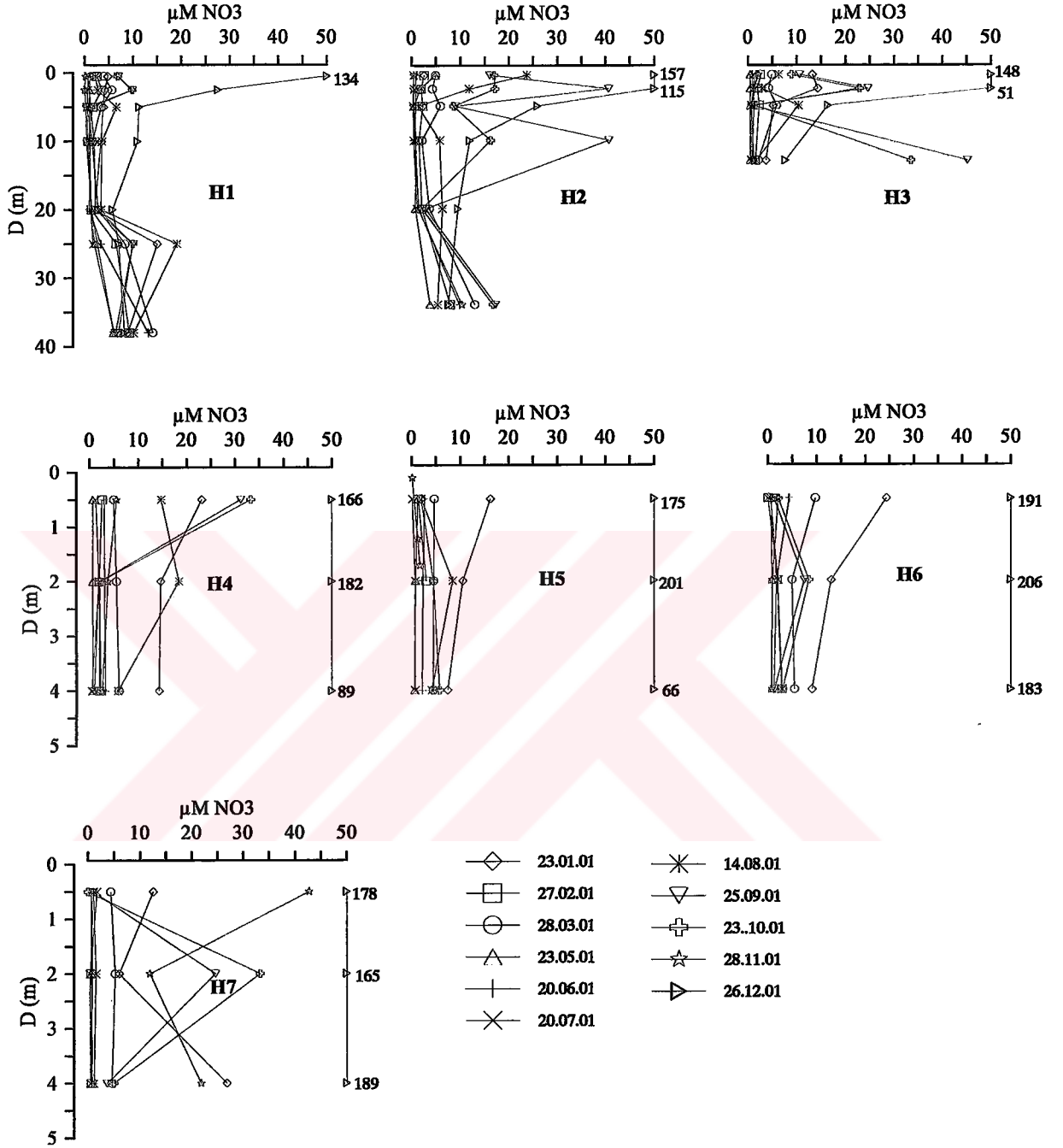
Şekil 3.10. 2002 yılı nitrat+nitrit konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi



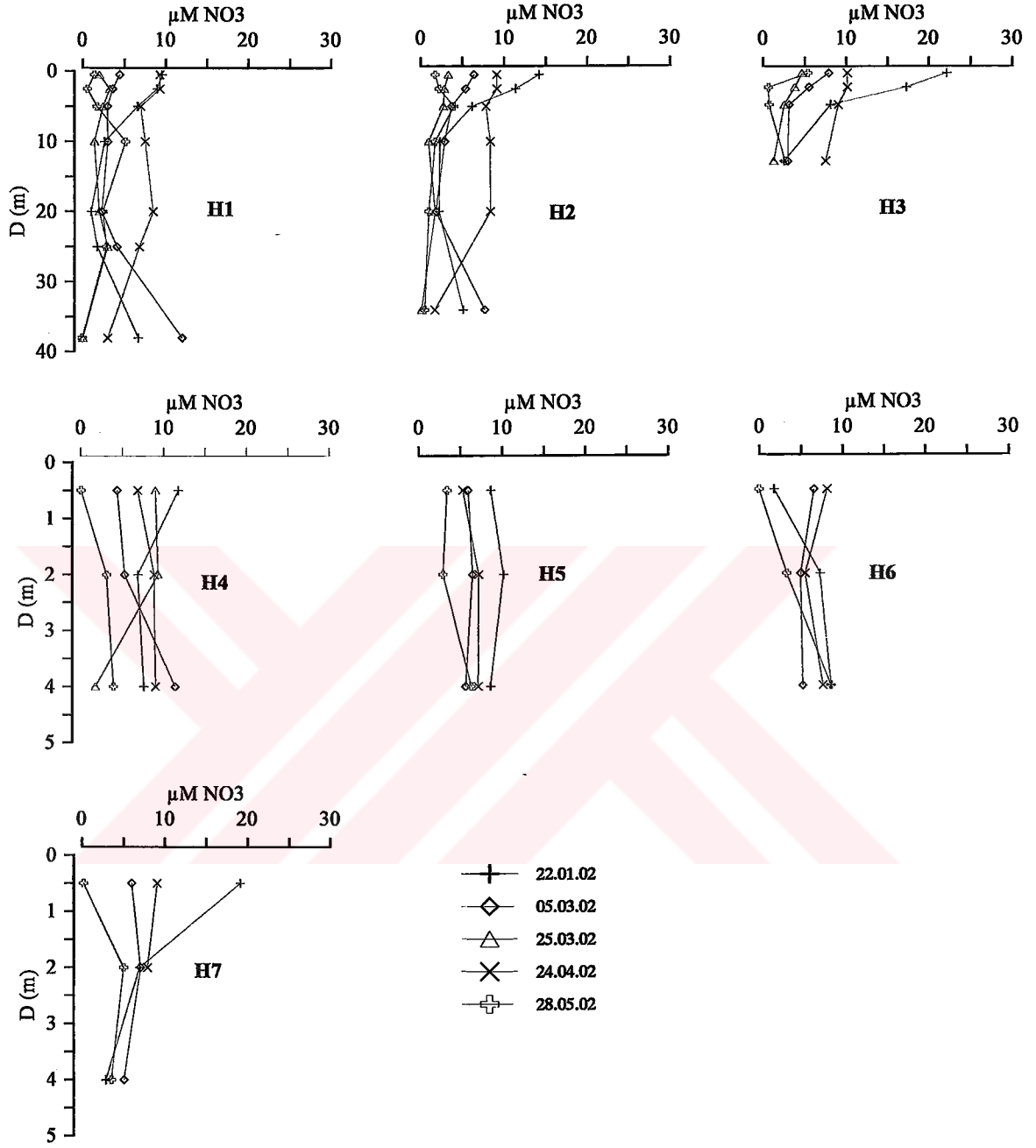
Şekil 3.11. 1999 yılı nitrat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi



Şekil 3.12. 2000 yılı nitrat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi



Şekil 3.13. 2001 yılı nitrat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi



Şekil 3.14. 2002 yılı nitrat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi

### 3.3.3. Fosfat ( $PO_4^{-3}-P$ )

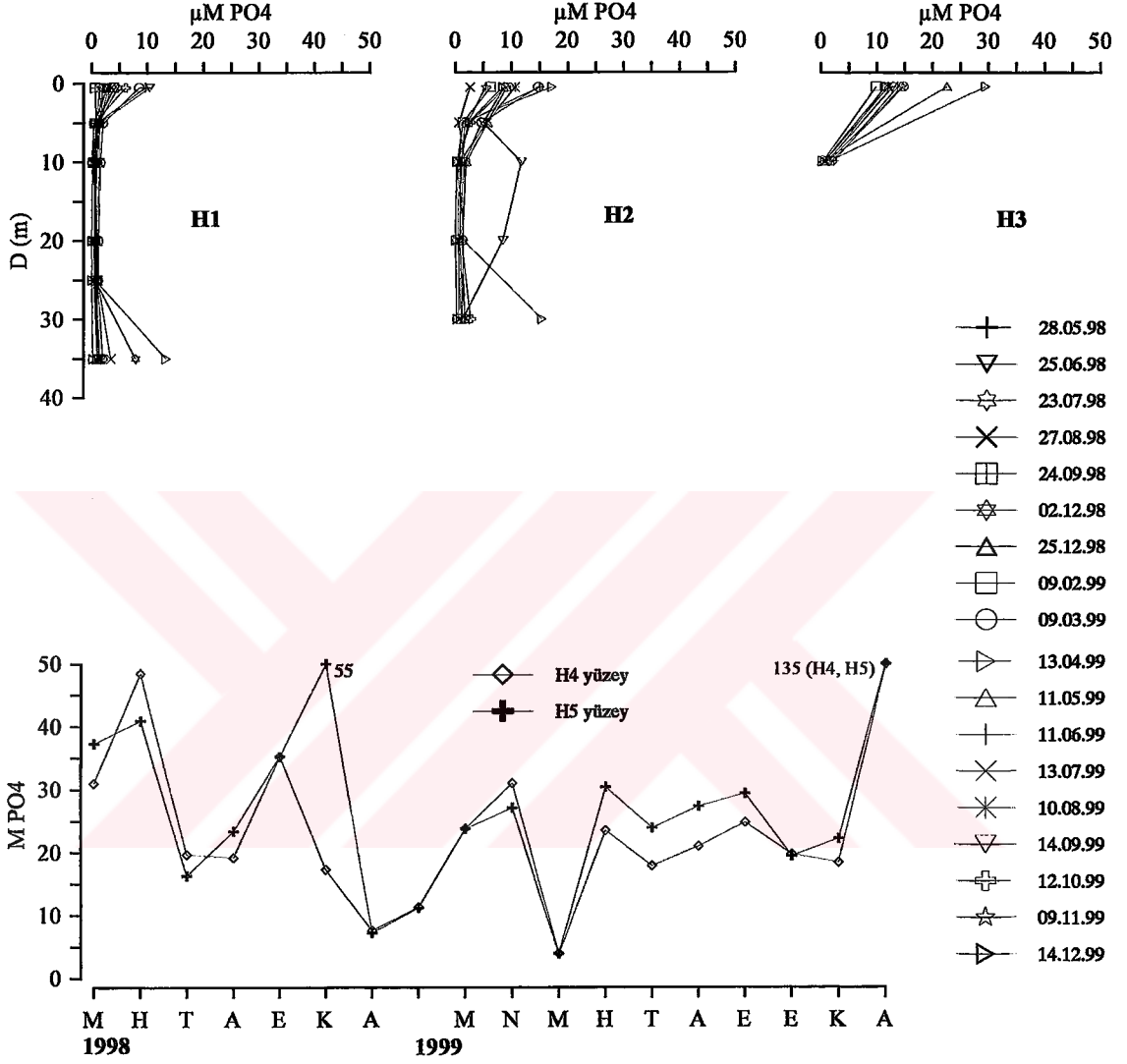
Ötrofik bir su ortamı olan Haliç'te 1998 yılından itibaren ölçülen fosfat konsantrasyonu doğal su ortamlarına oranla oldukça yüksek değerlerde bulunmaktadır. Yüzey tabakasında yüksek olan değerler 5 metreden derine doğru azalmakta ve su kolonu boyunca azalarak devam etmektedir. 1998-99 yılları arasında ölçülen fosfat konsantrasyonu Haliç girişinde 1.43-10.36  $\mu M$ , iç kesimlerde 3.91-135.21  $\mu M$  aralığında değişmektedir. Bu dönemde mevsimsel açıdan büyük farklılıklar olmamakla birlikte yağışların ve karasal girdilerin etkili olduğu aylarda  $PO_4^{-3}-P$  değerlerinde artış görülmektedir (Şekil 3.15.).

Haliç'te 2000 yılı ortalarına kadar yüzey girdilerinin çokluğu ve birincil üretimin azlığı nedeniyle yüksek olan  $PO_4^{-3}$  konsantrasyonu, Haziran 2000'den itibaren fitoplanktonik aktivitenin artması ve girdilerin azalmasıyla birlikte düşmeye başlamıştır. Buna rağmen doğal su ortamlarına oranla yüksek değerlerde bulunan fosfatın, vertikal olarak yüzeyden dibe doğru azaldığı ve sığ istasyonlarda ise homojen bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Önceki yıllarla karşılaştırıldığında düşük değerlerde bulunan fosfat konsantrasyonu 2000 yılında Haliç girişinde 0.09-2.32  $\mu M$ , iç kesimlerde (H4) 0.31-29.62  $\mu M$  aralığında değişmektedir. En yüksek  $PO_4^{-3}-P$  konsantrasyonu ekolojik değişimin tam olarak gerçekleşmediği dönemde Nisan ayında H4 istasyonunda 29.62  $\mu M$  olarak ölçülmüştür (Şekil 3.16.).

2001 yılında da  $PO_4^{-3}-P$  konsantrasyonunun hızla düşmeye devam ettiği ve geçmiş yıllara göre en düşük değerlerde bulunduğu saptanmıştır. Bu durum Haliç'te su kalitesinin yükselmesi, girdilerin kontrol altına alınmasıyla birlikte ışık geçirgenliğinin artması ve buna paralel olarak artan fitoplanktonik aktivitenin bir sonucu olarak düşünülmektedir. Bu dönemde vertikal yönde ara tabakadan dibe doğru fosfat konsantrasyonunda artış gözlenmektedir. Dip suyunda saptanan yüksek konsantrasyonlar boğaz derin deşarjının etkisini yansıtmaktadır. Sığ sulardaki mevcut homojen yapı özelliğini korumaktadır. Bu dönemde fosfat konsantrasyonu Haliç girişinde 0.01-1.12  $\mu M$ , iç kesimlerde (H7) 0.73-19.39  $\mu M$  aralığında değişmektedir. (Şekil 3.17.).

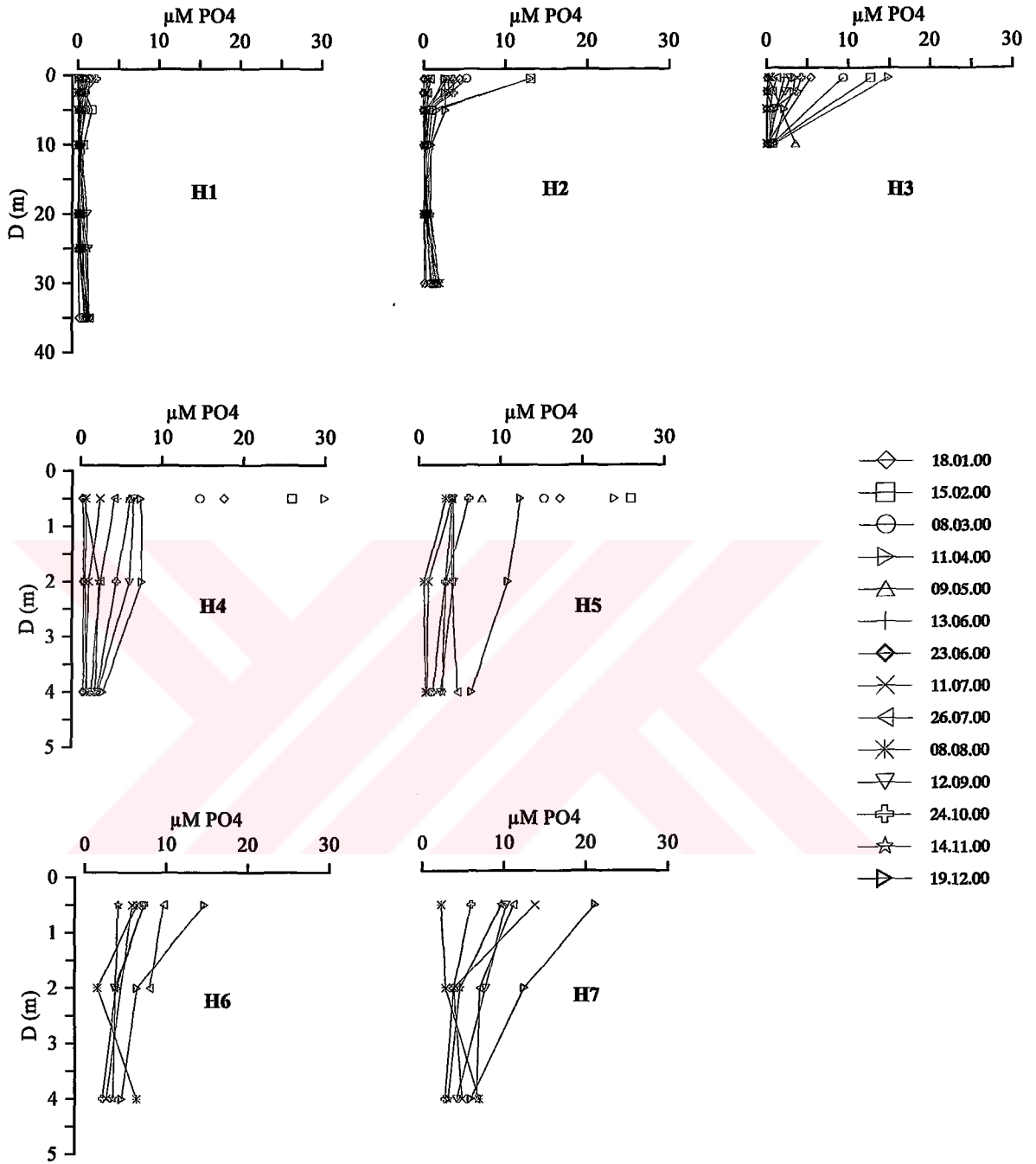
2002 yılı  $PO_4^{-3}-P$  konsantrasyonunda önemli miktarda bir düşüş (0.19-6.74  $\mu M$ ) gözlenmektedir (Şekil 3.18.). 1999 sonunda iç kesimlerde 135  $\mu M$  değerine ulaşan fosfatın, 2002 yılında H4 istasyonunda en yüksek değeri olan 6.4  $\mu M$  konsantrasyonuna kadar

gerilemesi Haliç'teki ekolojik değişimin boyutlarını ortaya koymaktadır. 2002 yılı değerleri su kalitesindeki iyileşmenin bir göstergesi olarak düşünülmektedir.

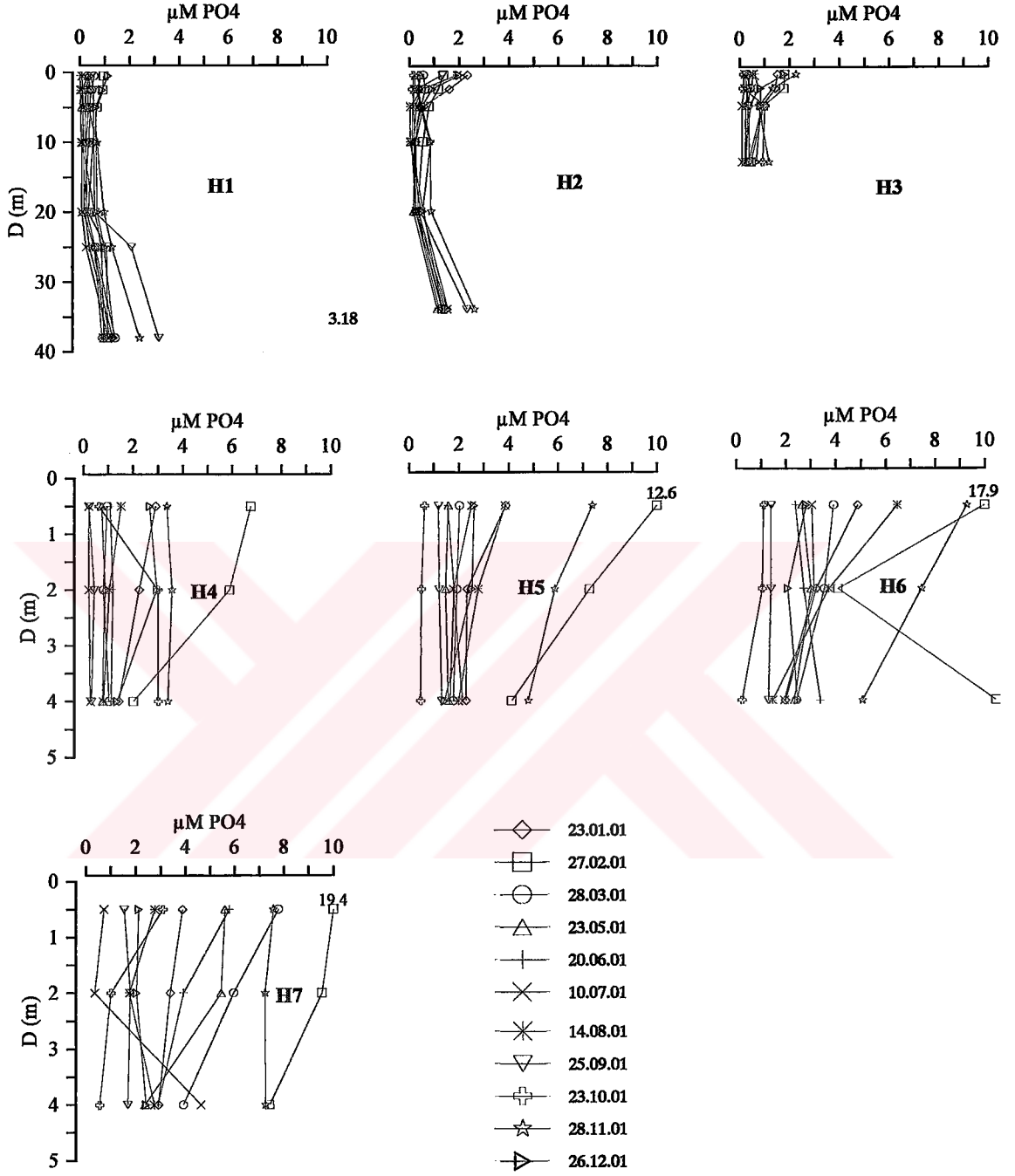


Şekil 3.15. 1998-99 yılları arasında fosfat konsantrasyonunun zamana bağlı değişim

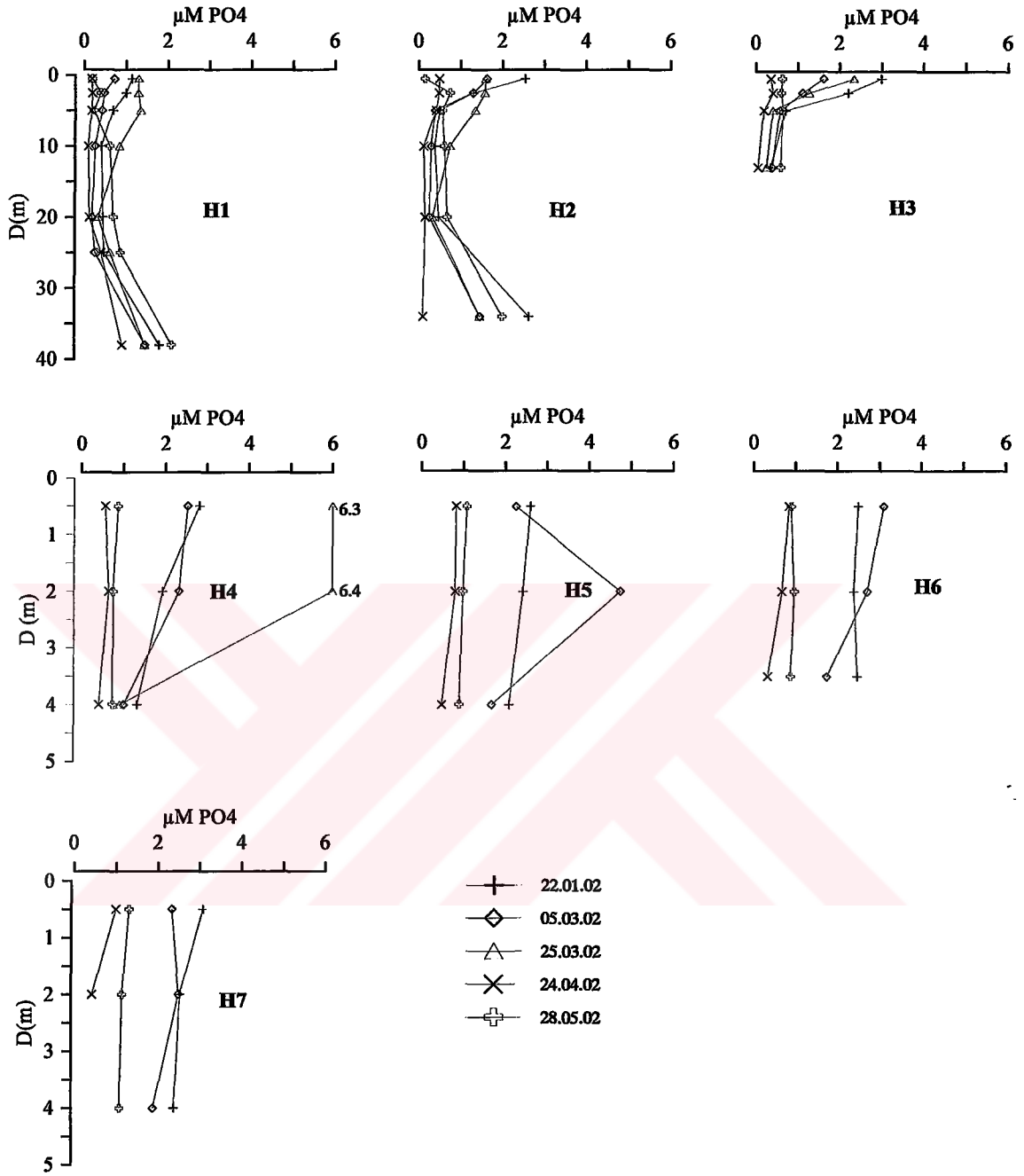




Şekil 3.16. 2000 yılında fosfat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi



Şekil 3.17. 2001 yılı fosfat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi



Şekil 3.18. 2002 yılı fosfat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi

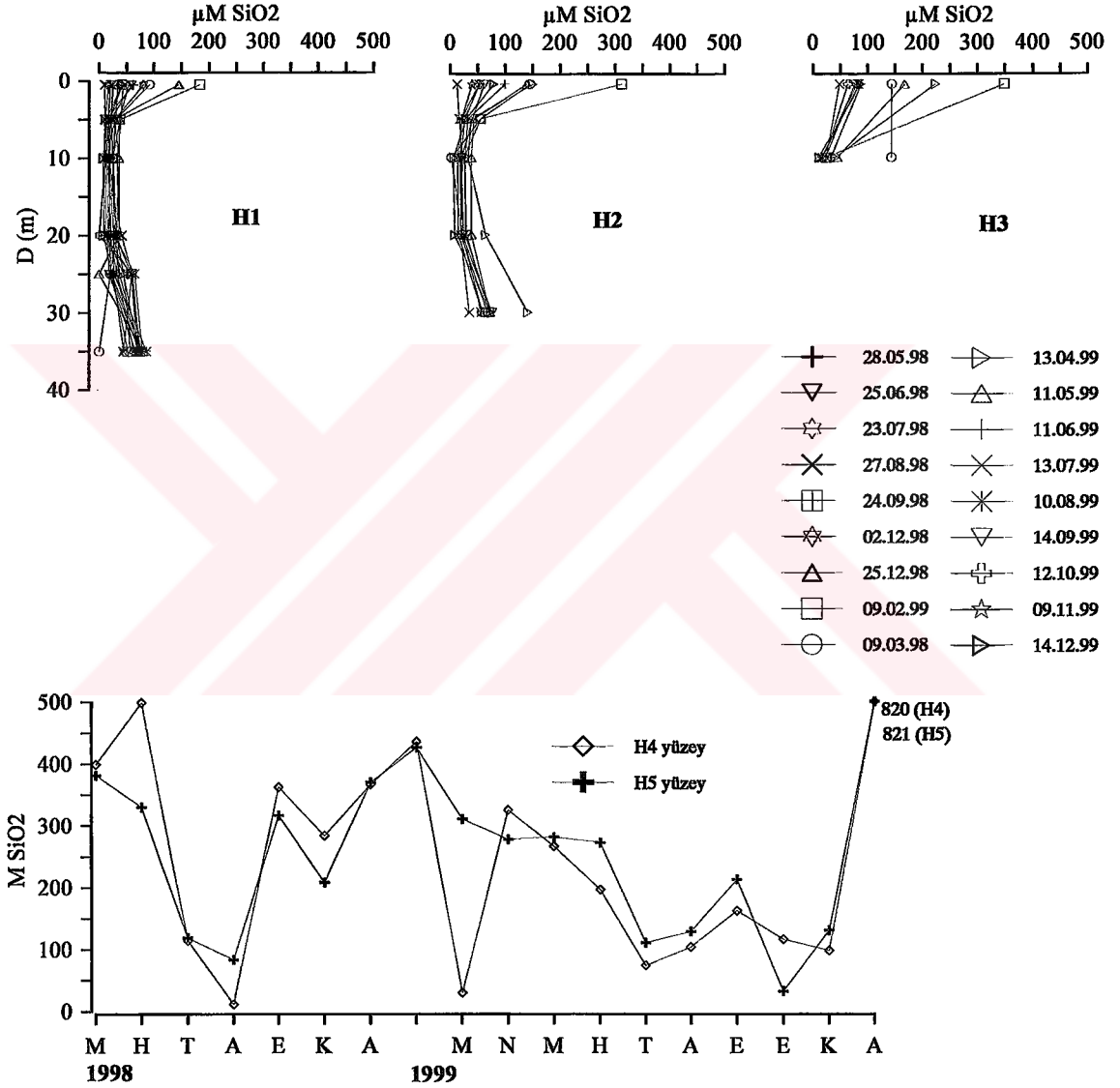
### 3.3.4. Silikat (SiO<sub>2</sub>-Si)

1998-99 yılları içinde ölçülen silikat konsantrasyonunun genellikle yüksek değerlerde olduğu dikkati çekmektedir. Vertikal yönde yüzeyden ara tabakaya kadar azalan değerlerin ara tabakadan itibaren dibe doğru artış göstermesi, dibe çöken silis yapılı ölü organizmaların oksitlenerek parçalanması sonucu tekrar çözünmüş hale geçmesi olayına işaretir. Bu dönemde tespit edilen diyatom yoğunluğunun ortamdaki SiO<sub>2</sub>-Si konsantrasyonunu azaltacak düzeyde olmadığı ortaya çıkmaktadır. Yatay yönde iç kesimlere doğru ilerledikçe silikat değerlerinde görülen artışlar dereler ve karasal girdilerin bir sonucu olarak düşünülmektedir. Mevsimsel olarak bol yağışlı kış ve bahar aylarında silikat değerlerinin yükseldiği göze çarpmaktadır. Bu dönemdeki silikat konsantrasyonu Haliç girişinde 10.1-182.8 µM, iç kesimlerde 32.2-821.7 µM aralığında değişmektedir. En yüksek SiO<sub>2</sub>-Si konsantrasyonu (821.7 µM) Aralık 1999'da iç kesimlerde ölçülmüştür (Şekil 3.19.).

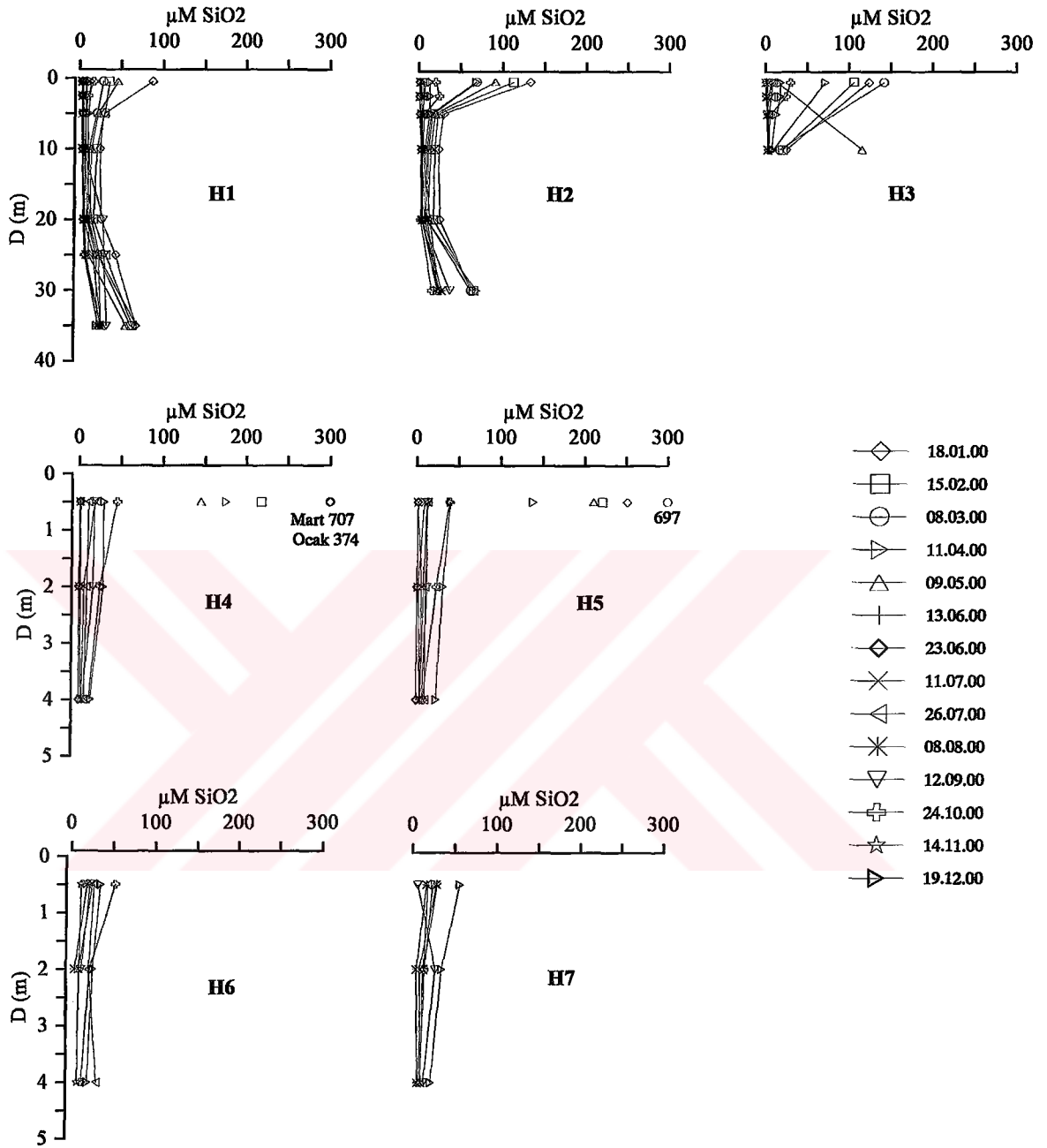
2000 yılının ikinci yarısından itibaren Haliç'te gözlenen diyatom aşırı üremeleri sırasında ortamdaki silikat konsantrasyonu ani düşüşler göstermektedir. Bu durum diyatom patlamasının en üst düzeye çıktığı 23 Haziran'da özellikle iç kesimlerde açık bir şekilde kendini göstermektedir. Bu ayda minimum değerlerde bulunan silikat, patlamanın en yoğun olduğu H5 istasyonu yüzey suyunda 1.86 µM ölçülmüştür. Vertikal olarak derin istasyonlarda önceki döneme benzer bir dağılım gösteren silikatın, sığ istasyonlarda homojen bir yapıda olduğu görülmektedir (Şekil 3.20.). Bu dönemde ölçülen SiO<sub>2</sub>-Si değerleri H1'de 2.41-87.3 µM, H4'te 1.57-707 µM aralığında ölçülmüştür. En yüksek değerlere (707 µM SiO<sub>2</sub>-Si) Haliç'te henüz ciddi boyutta ekolojik değişimin gerçekleşmediği Mart ayında H4 istasyonunda rastlanmaktadır.

2001 yılının diğer besin elementlerinde olduğu gibi silikat konsantrasyonu açısından da önceki yıllara göre en düşük değerlerde olduğu göze çarpmaktadır. Dikey ve yatay yöndeki dağılım önceki yıllarla benzerlikler taşımaktadır. Bu dönemde ortamdaki silikat değerlerinin düşmesinde diyatom yoğunluğundaki artışların etkin bir rol oynadığı düşünülmektedir. 2001 yılında silikat değerleri H1'de 1.38-25.50 µM, H7'de 0.82-110.40 µM olarak ölçülmüştür. En yüksek değerlere yağışların etkili olduğu Kasım ayında rastlanırken, diyatom patlamasının görüldüğü Haziran ayında iç kesimlerde en düşük değerlerde bulunmuştur. (Şekil 3.21.).

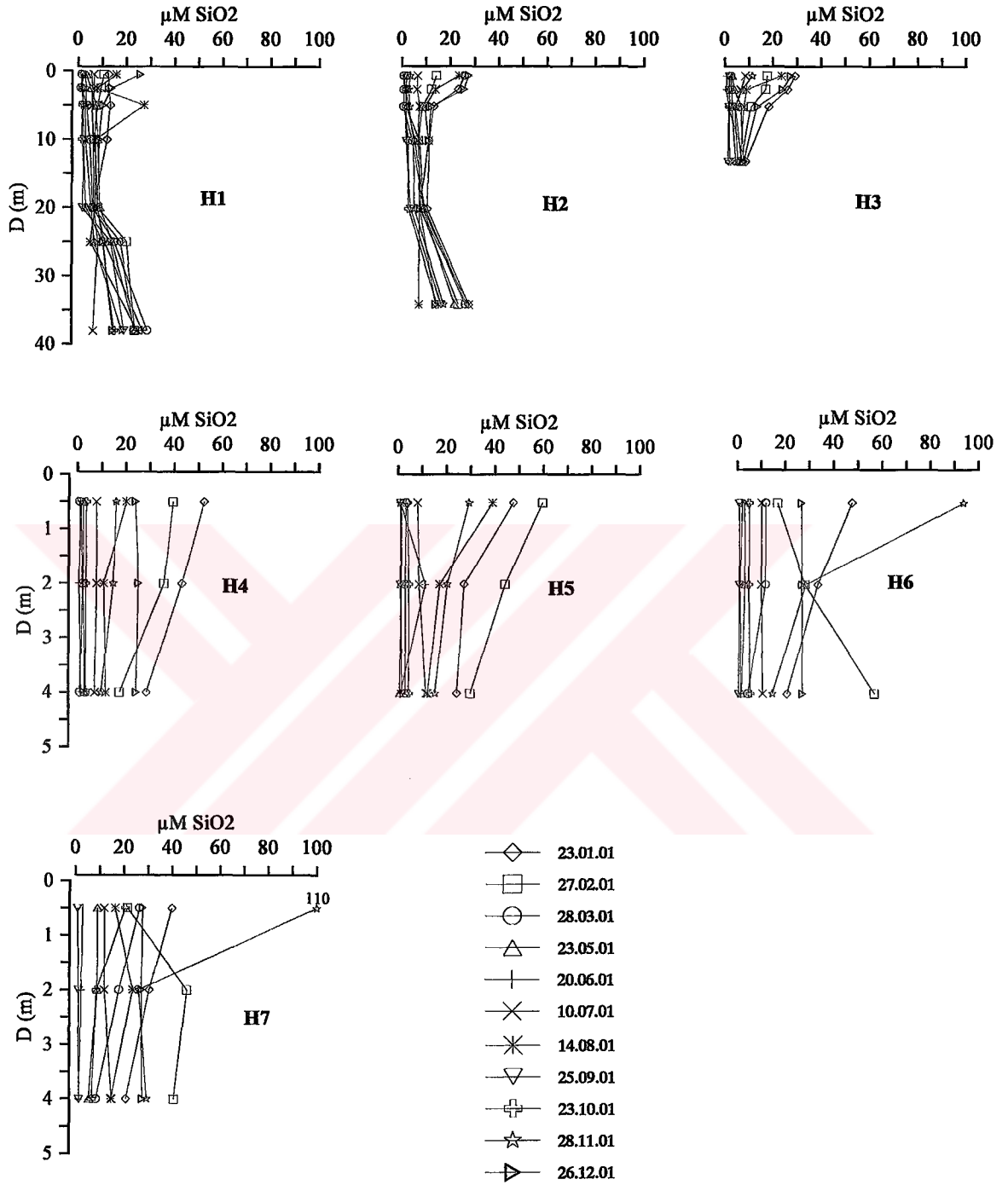
2002 yılı silikat değerleri karasal girdilerin büyük oranda azaldığı ve fitoplanktonda diyatom grubunun önemli bir yer teşkil ettiğini göstermektedir. Aralık 1999'da iç kesimlerde maksimum 821.7  $\mu\text{M}$   $\text{SiO}_2\text{-Si}$  ölçülürken, bu değer 2002 yılında iç kesimlerde maksimum 29.83  $\mu\text{M}$ 'a kadar düşmektedir. 2002 yılında silikat değerleri H1 yüzey suyunda 6.06-15.42  $\mu\text{M}$ , H7'de ise 8.10-29.83  $\mu\text{M}$  aralığında ölçülmüştür (Şekil 3.22.).



Şekil 3.19. 1998-99 yıllarında silikat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi

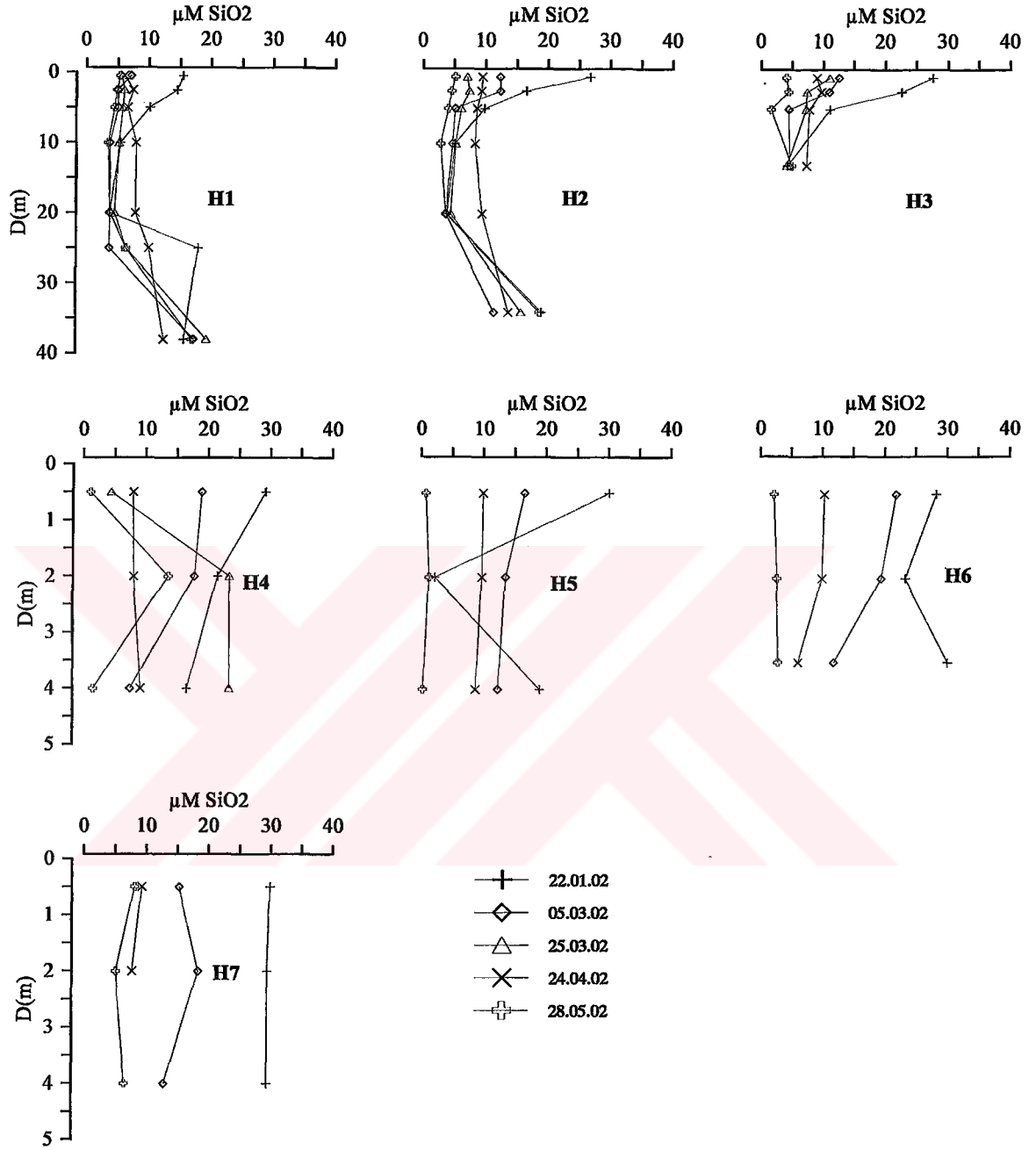


Şekil 3.20. 2000 yılı silikat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi



Şekil 3.21. 2001 yılı silikat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi





Şekil 3.22. 2002 yılı silikat konsantrasyonunun derinliğe bağlı değişimi

### 3.4. Çözünmüş oksijen

1998-99 döneminde ölçülen çözünmüş oksijen (ÇO) değerlerinin yere ve zamana bağlı olarak değişim gösterdiği saptanmıştır. Haliç'in girişinden itibaren iç kesimlere doğru ÇO değerleri giderek düşmekte ve genellikle H4 ve H5 istasyonlarında nitrifikasyon sınırı olan 0.3 mg/L'nin altına düşmektedir. H1 istasyonu yüzey suyunda ölçülen en düşük ÇO değeri 02.16 mg/L (Ekim-99), en yüksek 8.67 mg/L (Nisan-99) olarak kaydedilmiştir. Yüzeyin altında 5 metre derinlikten sonra ÇO değerlerinde artış gözlenmektedir. ÇO konsantrasyonları en yüksek değerine H1 istasyonu 10 metre derinlikte Aralık-98'de (10.55 mg/L ÇO) ulaşmaktadır. 25 metre derinlikten itibaren dip suyunda ÇO değerleri aniden düşmektedir (Kıratlı ve Balkıs, 2001).

Mart 2000'e kadar Haliç ile boğazın ÇO değerleri uyumlu değildir. Bu durum Haliç'le boğazın yüzey suları arasında bu dönemde etkin bir su alışverişi olmadığını göstermektedir. Üç yıllık dönemde ÇO nin değişimi 2-11 mg/L arasındadır. Üst tabakayı temsilen 10 metredeki ÇO değerleri yüksektir ve 8 mg/L civarındadır. ÇO miktarı alt tabakada düşüktür. 30 metreden daha derindeki ÇO değerleri genellikle 2 mg/L veya daha azdır (Sur vd., 2001). Şubat 2000'e kadar iç kesimlerde (H4 ve H5) ÇO değerleri genellikle sıfıra yakın olup aynı anda H<sub>2</sub>S gazının varlığı belirlenmiştir (Kıratlı ve Balkıs, 2001).

23 Haziran 2000'den itibaren Haliç'te gözlenen biyolojik değişimin boyutları, fitoplanktonik aktivitenin artmasına paralel olarak ortamdaki ÇO konsantrasyonunun yükselmesiyle de açık bir şekilde görülmektedir. Haliç'teki mevcut ekolojik koşullar nedeniyle ÇO konsantrasyonu istasyonlara göre farklılar göstermektedir.

**H1 istasyonu:** Haliç'in giriş kısmını temsil eden bu istasyonda yüzey tabakasında boğaz suyu ile etkileşim ve yüzey suyu sirkülasyonundan dolayı ÇO yüksek değerlerde bulunmaktadır. Bu istasyonda yüzey suyundaki en düşük ÇO değeri Ekim 1999'da 02.16 mg/L olarak ölçülürken, 2. Örnekleme döneminde ÇO konsantrasyonu 5.5 mg/L ile 21.7 mg/L (Şekil 3..23.) aralığında ölçülmektedir (Kıratlı ve Balkıs, 2001).

**H2 istasyonu:** Unkapanı Köprüsü'nün mevcut dubalı sistemi özellikle yüzey suyu sirkülasyonunu engellemektedir. Bu yapı aynı zamanda Haliç'in iç ve orta kesimlerinde

meydana gelen plankton patlamalarının sınırını oluşturmaktadır. Bu istasyonda 2. Örneklem döneminde ÇO değerleri 2.94-20.1 mg/L aralığında ölçülmüştür. En düşük değerlere (0.00 mg/L) Haziran 1999'da rastlanmıştır (Kıratlı ve Balkıs, 2001). 11.7.2000 ve 26.7.2000 deki dinoflagellat patlamalarında ÇO konsantrasyonu sırasıyla 17.8 mg/L ve 20.1 mg/L'ye çıkarak süper saturasyona (aşırı doygunluk) yol açmıştır (Şekil 3.23.). Bu istasyonda su hareketleri nispeten azalmaktadır. Dolayısıyla fitoplanktonik aktivitedeki artışlar ortamdaki ÇO değerlerini önemli ölçüde etkileyen bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır

**H3 istasyonu:** Derinliğin 14 metreye indiği bu istasyondan itibaren iç kesimlere kadar derinlik iyice azalarak 5 metre civarına düşmektedir. Dolayısıyla alt tabakadaki 38 psu tuzluluktaki dip suyunun sınır noktasını teşkil etmektedir. Fitoplankton patlamalarının yoğun olarak görüldüğü bu istasyonda ÇO konsantrasyonu büyük oranda fitoplanktonik aktiviteye bağlı olarak değişmektedir. 26.7.2000'deki dinoflagellat patlamasında ÇO konsantrasyonu 29 mg/L'ye çıkmaktadır (Şekil 3.23.). Bu istasyondaki ÇO değerleri 2. Örneklem döneminde 2.23-29 mg/L aralığında ölçülmüştür. En düşük değerlere (0.00 mg/L) Nisan, Haziran ve Ekim 1999'da rastlanmıştır (Kıratlı ve Balkıs, 2001).

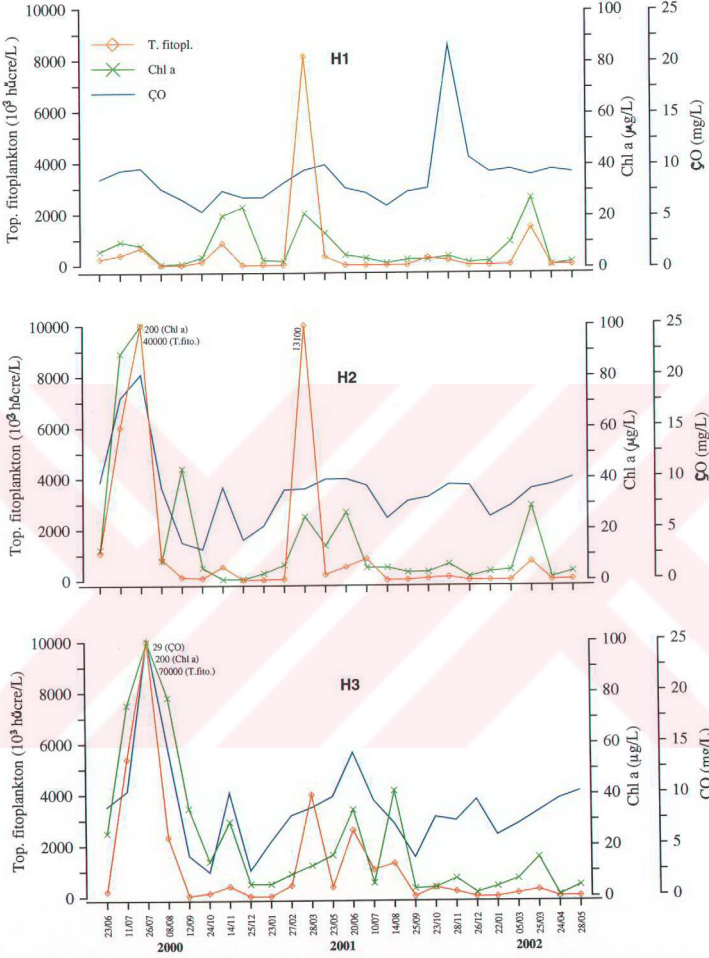
**H4 istasyonu:** Bu istasyondan itibaren H7'ye kadar derinliğin 5 metre civarında olduğu bir sığ su ortamı söz konusudur. Haliç'in iç kesimlerini oluşturan bu bölümü, biyolojik ve fizikokimyasal yönden genellikle benzer özellikler taşıyan homojen yapıda bir su kitlesine sahiptir. Düzensiz bir dağılım gösteren fitoplanktonda sıkça patlamalara rastlanmaktadır. Önceki yıllarda ÇO konsantrasyonunun sifıra yakın değerler içerdiği bu istasyonda 23 Haziran 2000'den itibaren önemli artışlar kaydedilmiştir. Temmuz 2000'deki dinoflagellat patlamasında 12.2 mg/L'ye çıkan ÇO değerleri, Temmuz 2001'deki dinoflagellat patlamasında 19.61 mg/L olarak ölçülmüştür (Şekil 3.23.). 1998-99 yılları arasında ÇO konsantrasyonu 0.00-6.78 değerleri arasında bulunmakla birlikte genellikle sifıra yakın değerler elde edilmiştir (Kıratlı ve Balkıs, 2001).

**H5 istasyonu:** Fitoplankton patlamalarının sıkça rastlandığı bu istasyonda özellikle kış aylarında yağışların etkisiyle düşük tuzlulukta toksik alg gelişimi de söz konusu olmaktadır. 23 Haziran 2000'de gözlenen diyatom patlamasında ortamdaki ÇO değeri 20.35 mg/L'ye çıkarak süper saturasyon meydana gelmiştir. Aynı şekilde Temmuz 2000'deki dinoflagellat patlamasında ÇO konsantrasyonu 19.40 mg/L, Temmuz 2001'deki dinoflagellat patlamasında

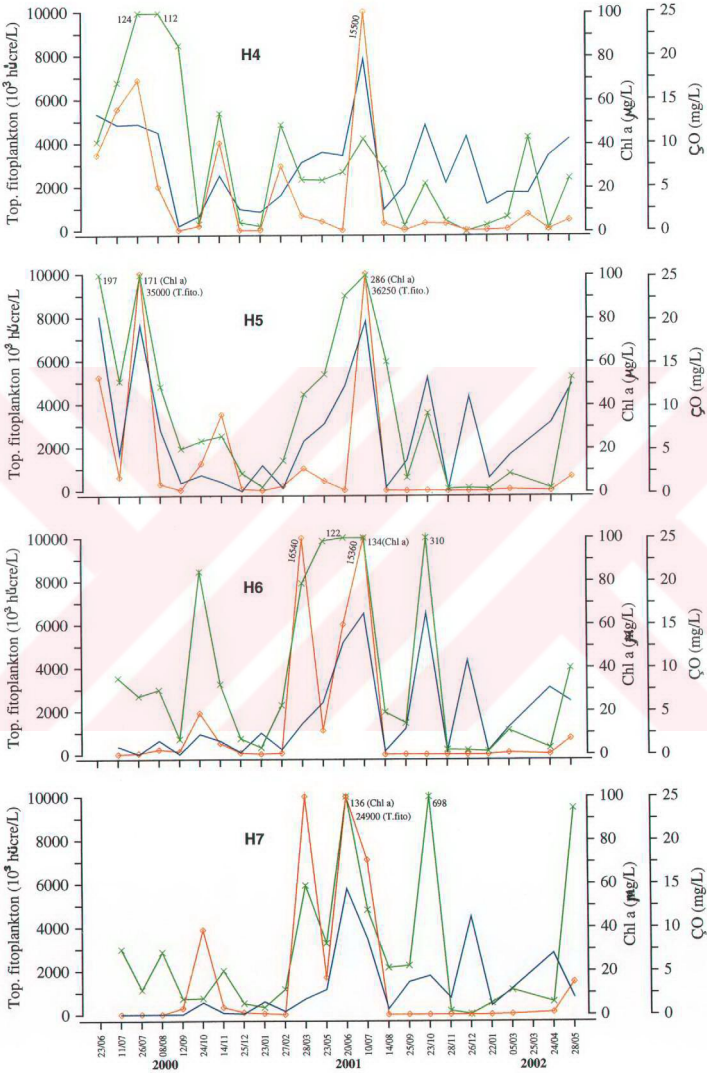
ise O konsantrasyonu 19.86 mg/L olarak ölçülmüştür (Şekil 3.23.). 1. Örnekleme döneminde genellikle O değeri 0.00 mg/L seviyesinde bulunmaktadır (Kıratlı ve Balkıs, 2001). Buna göre O konsantrasyonu mevsimsel koşullar dışında daha çok fitoplanktonik aktivitenin kontrolünde değişmektedir.

**H6 istasyonu:** Derelerle gelen kirletici maddelerin etkilerine büyük ölçüde maruz kalan bu istasyonda, yağış sonrası tuzluluğun iyice düştüğü kış aylarında toksik nitelikteki siyanobakterilerin sık sık patlama yaptığı gözlenmektedir. Özellikle 2001 yılında bu istasyonda gözlenen fitoplankton patlamalarının O değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Haziran 2001'deki diyatom patlamasında O değerleri 12.93 mg/L, Temmuz 2001'deki dinoflagellat patlamasında 16.26 mg/L, Ekim 2001'deki siyanobakter patlamasında ise 16.28 mg/L olarak ölçülmüştür (Şekil 3.23.). En düşük değerler (0.00 mg/L O) 26.7 2000 ve 12.09.2000'de bulunmuştur. Bu durum ortamdaki O değerlerinin, yağış ve tatlı su girdilerinin dışında tamamen fitoplanktonik aktiviteye bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

**H7 istasyonu:** Bir önceki istasyona benzer karakterde bir su kütesine sahiptir. Haliç'te derelere en yakın konumda bulunan, tuzluluğun düşük değerlerde olduğu ve girdilerin etkisiyle kirlenmenin en çok hissedildiği ortamdır. O'in zaman zaman sıfıra yakın değerlerde bulunduğu, bir kaç ay dışında fitoplankton gelişiminin yetersiz kaldığı, ancak siyanobakteri gelişiminin en yoğun olduğu bu istasyonda O konsantrasyonu, diyatom patlamasının olduğu Haziran 2001'de 14.41.mg/L ölçülerek en yüksek değerine ulaşmaktadır. Temmuz 2001'deki dinoflagellat patlamasında O değerleri 8.63 mg/L, Aralık 2001'deki siyanobakteri patlamasında ise 11.14 mg/L O ölçülmüştür (Şekil 3.23.). En düşük değerler ise Temmuz ve Eylül 2000 tarihleri arasında bulunmuştur (Kıratlı ve Balkıs, 2001).



Şekil 3.23. İstasyonlara göre yüzey suyuunda toplam fitoplankton, çöz.O<sub>2</sub> ve klorofil a konsantrasyonları arasındaki ilişki



Şekil 3.23. Devamı

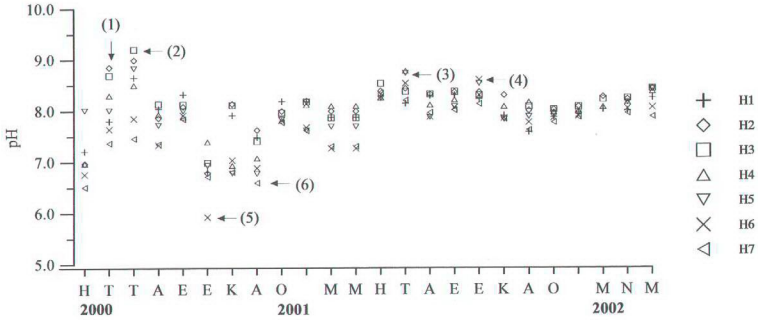


### 3.5. pH değeri

Haliç'te Haziran 2000'den itibaren ekolojik yapıda gözlenen değişimlerle birlikte su kalitesini belirleyen parametrelerden biri olarak sudaki pH değerleri de ölçülmeye başlanmıştır. Haliç'te pH değerlerinin genellikle tatlı su girdisinin yüksek ve tuzluluğun düşük olduğu iç kesimlere doğru asitlik yönünde düştüğü gözlenmiştir. Karadeniz suyunun özelliklerini taşıyan Galata köprüsünde 7.9-8.3 aralığında bulunan pH değerleri iç kesimlerde yağışla birlikte 7.6 civarında ölçülmüştür. Kış aylarında yağışların etkisiyle tuzluluk seyrelmesine bağlı olarak pH değerlerinin düştüğü, yaz aylarında ise pH'nın yükseldiği tespit edilmiştir. Temmuz 2000'de 15 gün arayla rastlanan dinoflagellat aşırı üremelerinde pH değerleri ilk patlamada 8.85, ikinci patlamada ise 9.2 olarak ölçülmüştür. Aynı şekilde Temmuz 2001'de gözlenen dinoflagellat patlaması da pH'yı yükseltmektedir. 2000 yılında çok düzensiz bir dağılım gösteren pH değerlerinin 5-9.2 aralığında değişmektedir. 2001 yılında ise daha düzenli bir seyir izlemekte ve 7.26-8.77 aralığında ölçülmektedir (Şekil 3.24.). Yatay yönde Haliç'in girişinden iç kesimlere doğru ilerledikçe pH değerleri girdilerin etkisiyle düşmektedir (Doğan vd., 2001; Sur vd., 2002).

Şekil 3.24.'te (1), (2) ve (3) ile gösterilen ok işaretleri *Prorocentrum minimum* türünün neden olduğu dinoflagellat çoğalmasını, (4) siyanobakteri çoğalmasını, (5) ve (6) ise yağışların etkisiyle pH değerlerinin düşmesini göstermektedir. Burada da görüldüğü gibi fitoplankton aşırı üremeleri pH'yı arttıran bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.





Şekil 3.24. Haliç'te ölçülen pH değerlerinin zamana bağlı değişimi

### 3.6. Klorofil a

Haliç'te devam eden oşinografik çalışmalarda fitoplanktonik aktivitenin bir göstergesi olarak fitoplankton biyomasını belirlemek amacıyla, ekolojik değişimin gözlemlendiği Haziran 2000'den itibaren klorofil *a* ölçümleri yapılmıştır. Klorofil *a* değerleri fitoplankton yoğunluğunu büyük oranda desteklemektedir. Unkapanı Köprüsü'nden (H2) itibaren yüksek yoğunluklara ulaşan fitoplankton popülasyonu doğal olarak klorofil *a* değerlerinin de yükselmesine yol açmaktadır (Şekil 3.25.). 23 Haziran 2000'de tespit edilen diyatom patlamasında *Skeletonema costatum* türünün yoğunluğu  $5 \times 10^6$  hücre/L'nin üzerine çıkarken klorofil *a* konsantrasyonu 197  $\mu\text{g/L}$  olarak ölçülmüştür. Temmuz 2000'de meydana gelen fitoplankton patlamasında özellikle Unkapanı Köprüsünden itibaren klorofil *a* en yüksek konsantrasyonuna ulaşmaktadır. Dinoflagellatlardan *Prorocentrum minimum* türünün dominant olduğu bu patlamada klorofil *a* konsantrasyonu 200  $\mu\text{g/L}$ 'yi aşmaktadır. Ağustos ayında ist. H4'te klorofil *a* konsantrasyonunun yüksek çıkması,  $2 \times 10^6$  hücre  $\text{L}^{-1}$  yoğunluğa ulaşan bir Öglenofit flagellat türünden kaynaklanmaktadır. Ekim ayında iç kısımlarda Öglenofit flagellat türlerinin ani bir artış göstermesi ( $3.9 \times 10^6$  hücre  $\text{L}^{-1}$ ) ölçülen klorofil *a* değerleriyle de desteklenmektedir. Kasım ayında iç kesimlerde patlama yapan ve bir diatom türü olan *Skeletonema costatum* benzer şekilde klorofil *a* konsantrasyonuna yansımaktadır (Tablo 3.3.).

2001 yılı içinde ölçülen klorofil *a* değerlerinin genel olarak ortamdaki fitoplankton biyomasını yansıttığı görülmektedir. İstasyonlara göre dağılımda yüzey suyundaki klorofil *a* konsantrasyonunun Haliç'in giriş kısmından içlere doğru artarak devam ettiği bu durumun da fitoplanktonik aktivitenin bir sonucu olduğu ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.26.). Ekim 2001'de iç kesimlerde gözlenen siyanobakteri patlamasında klorofil *a* 698 µg/L ölçülmüştür.

2001 yılında Haliç'te meydana gelen fitoplankton patlamalarında ölçülen yüksek klorofil *a* değerleri Tablo 3.3.'te görülmektedir. Horizontal yönde Valide Sultan Köprüsü'nden Adalar sonrasına kadar olan kısımda klorofil *a*'nın Haliç'in giriş bölümüne göre genel olarak daha yüksek değerlerde olduğu göze çarpmaktadır.

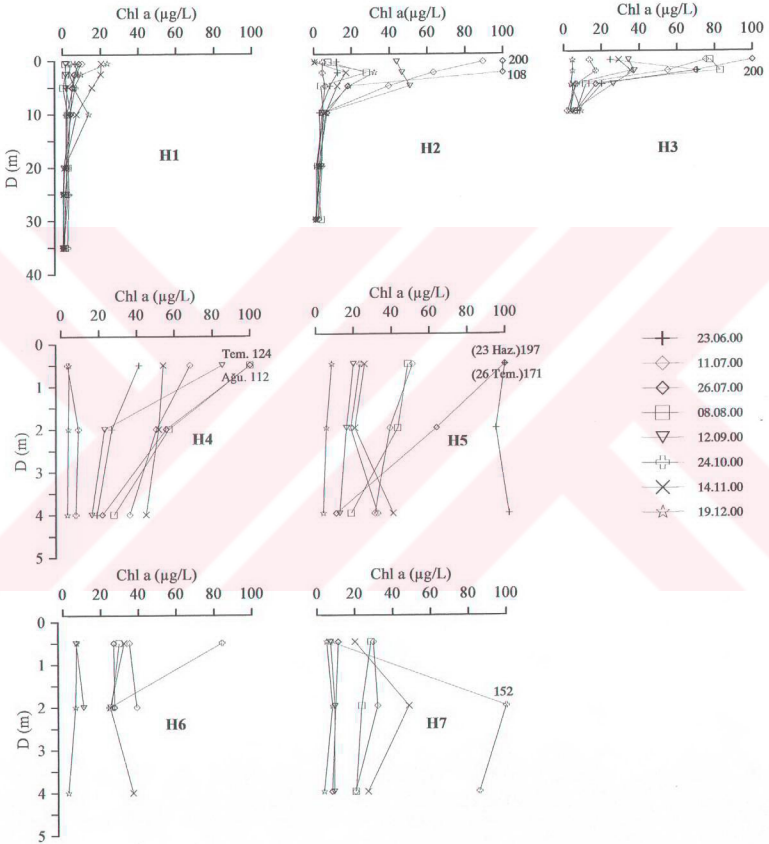
Klorofil *a* konsantrasyonu vertikal yönde fitoplankton dağılımına bağlı olarak yüzeyden dibe inildikçe azalmakta, derin istasyonlarda 20 metreden itibaren dibe doğru aniden düşmektedir. Derinliğin azaldığı iç kesimlerde ise genellikle homojen bir dağılım görülmekle beraber ilk 2 metrelik yüzey tabakasının dip suyuna oranla nispeten daha yüksek konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.28.).

Tablo 3.3. 2001 yılındaki fitoplankton aşırı üremelerinde ölçülen klorofil *a* konsantrasyonları

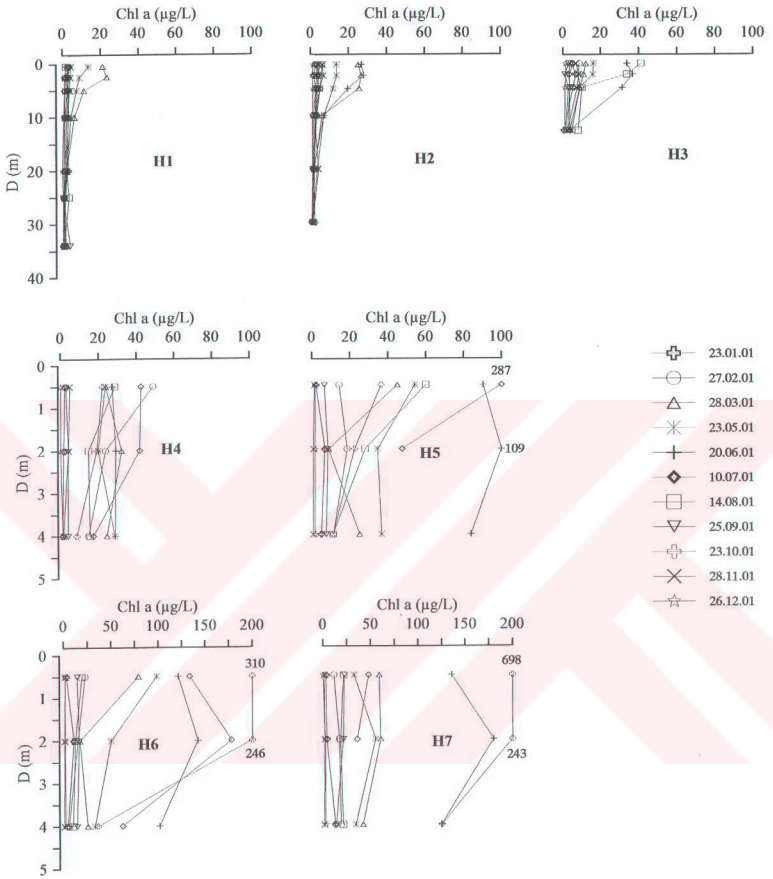
Aylar	Dominant tür	Bolluk (hücre/L)	Chl <i>a</i> (µg/L)
Şubat	Öglenofit flagellat	2.9x10 <sup>6</sup>	48.94
Mart	<i>Skeletonema costatum</i>	25x10 <sup>6</sup>	78.92
Haziran	<i>Thalassiosira allenii</i>	10x10 <sup>6</sup>	180.24
Temmuz	<i>Prorocentrum minimum</i>	36x10 <sup>6</sup>	286.61
Ağustos	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	1.3x10 <sup>6</sup>	41.30
Ekim	<i>Microcystis</i> sp.	1.5x10 <sup>9</sup>	698.35

Çalışma periyodu kapsamında 2002 yılının ilk 5 aylık döneminde ölçülen klorofil *a* konsantrasyonları da dikkate alınmıştır. Ocak 2002'deki dikey dağılımlarda özellikle derin istasyonlarda ilk 5 metrelik yüzey tabakasında düşük değerlerde olan klorofil *a*'nın 10 ile 25 metre arasındaki su kolonunda yüksek değerlerde bulunduğu dikkati çekmektedir (Şekil 3.27.). Bu durum diyatolardan *Pseudo-nitzschia delicatissima* ve *P. pungens* türlerinin 10

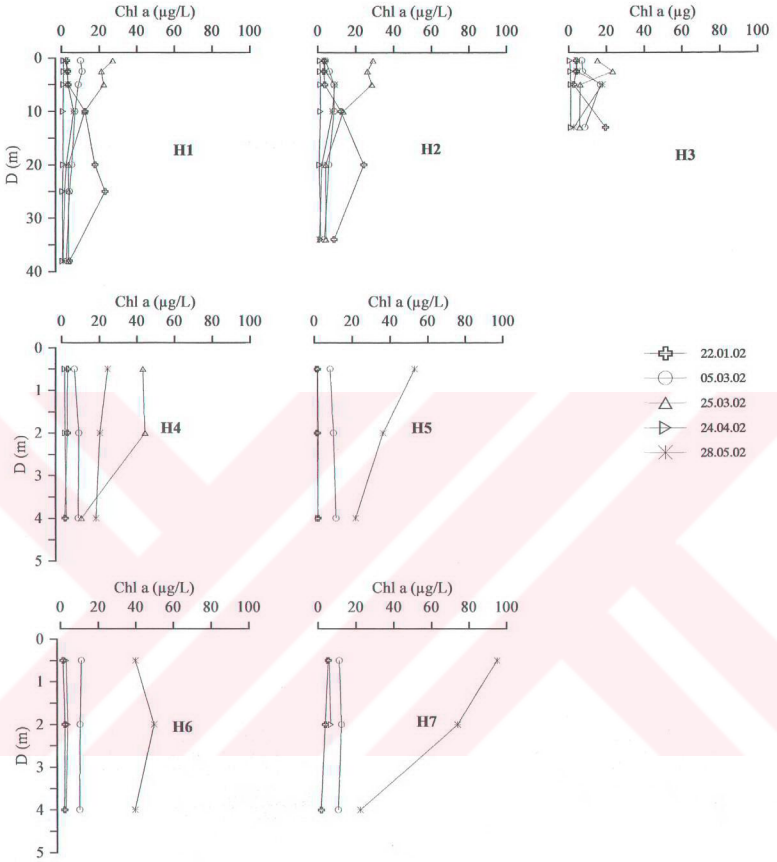
metre derinlikten itibaren 25 metreye kadar dağılım göstermesinden kaynaklanmaktadır. Bu dönemde yağış ve karasal girdilerle türbiditesi artan yüzey tabakasında ışık geçirgenliğinin düşmesiyle fotosentetik aktiviteyi imkansız kılması yüzey suyunda fitoplankton dağılımını engellemektedir.



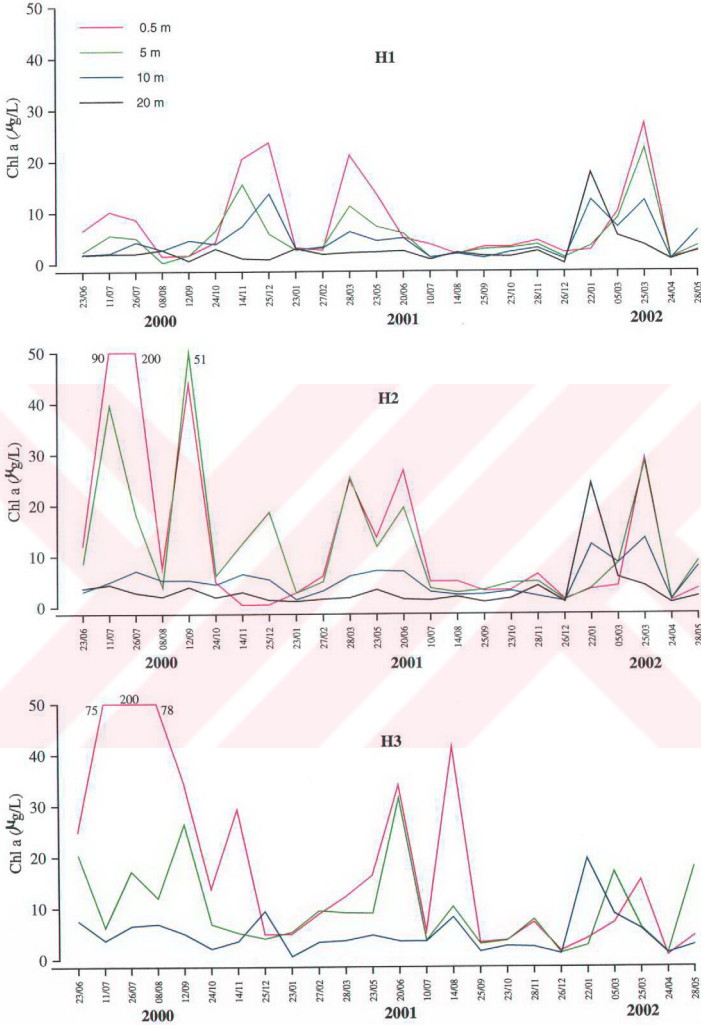
Şekil 3.25. 2000 yılı klorofil a değerlerinin istasyonlara göre dikey dağılımları



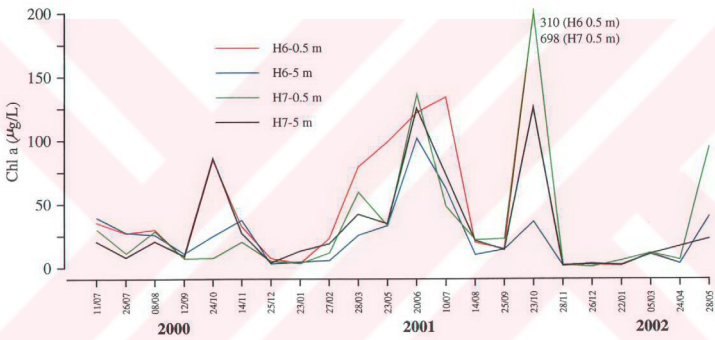
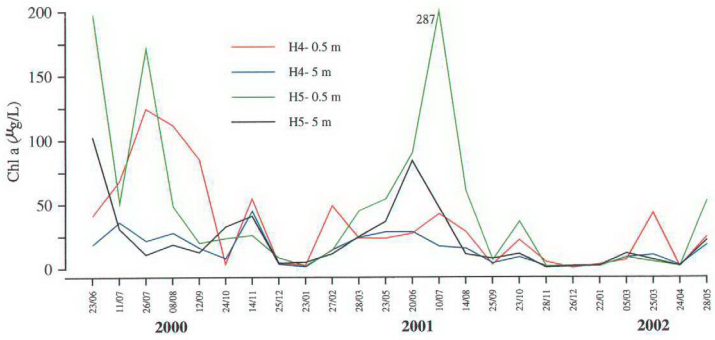
Şekil 3.26. 2001 yılı klorofil a değerlerinin istasyonlara göre dikey dağılımları



Şekil 3.27. 2002 yılı klorofil *a* değerlerinin istasyonlara göre dikey dağılımları



Şekil 3.28. İstasyonlara göre klorofil *a* değerlerinin zamana bağlı değişimi



Şekil 3.28. Devamı



### 3.7. Fitoplankton dağılımı

Tüm çalışma periyodu boyunca Haliç'te saptanan fitoplanktonun dağılımında zamana bağlı olarak çok büyük değişimler söz konusu olmuştur. Haliç'te 1997 yılı sonlarında başlatılan iyileştirme çalışmalarının sonuçlarının gözlenmeye başlandığı 23 Haziran 2000 tarihine kadar olan dönemde fitoplankton yeterli bir gelişim gösteremediğinden kalitatif ve kantitatif yönden fakir bir yapıda bulunmuştur. Bu tarihten itibaren Haliç'te gözlenen biyolojik değişimin ilk olarak fitoplanktonik aktivitede ani artışlara yol açmasıyla birlikte fitoplankton dağılımında yeni bir döneme girilmiştir. Bundan dolayı 4 yılı kapsayan tüm çalışma periyodunu iki ayrı örnekleme dönemi halinde incelemenin daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir. Buna göre 28.05.1998-13.06.2000 tarihleri arasındaki çalışma periyodu I. Örnekleme dönemi, 23.06.2000-28.05.2002 tarihleri arasındaki çalışma periyodu da II. Örnekleme dönemi olarak değerlendirilecektir.

#### 3.7.1. Kantitatif analiz sonuçları

##### Birinci örnekleme dönemi (28.05.1998-13.06.2000)

**1998** yılı Mayıs ayından itibaren yapılan 7 aylık örnekleme sonuçlarına göre fitoplanktonun en fakir olduğu dönemi oluşturmaktadır. Bu dönemde az sayıda türle temsil edilen fitoplankton topluluğu genel olarak  $10^4$  hücre/L'nin altında kalmaktadır.

1998 yılında genel olarak fitoplankton biyomasının çok düşük olduğu toplam fitoplankton içinde dinoflagellatların diyatomlara oranla daha yoğun dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Dinoflagellat grubu içinde *Ceratium* spp., *Prorocentrum* spp., *Protoperdinium* spp. ye, diyatom grubu içinde ise *Coscinodiscus* spp. ve *Rhizosolenia* spp. ile *Skeletonema costatum* türlerine daha sık rastlanmaktadır. Derin istasyonlarda (H1 ve H2) fitoplankton yoğunluğunun sığ istasyonlardan daha fazla olduğu, iç kesimlere doğru gidildikçe birey sayısının iyice azaldığı ve H4, H5 istasyonlarında fitoplanktona nadiren rastlandığı sonucuna varılmıştır (Tablo 3.10.-3.17.). Eylül ayından itibaren iç kesimlerde bir siyanobakteri olan *Microcystis* sp. türü özellikle yüzey suyunda aşırı üremelere neden olmakta ve Aralık ayında  $1425 \times 10^6$  hücre/L'ye ulaşmaktadır. Bu durum özellikle H4 ve H5 istasyonlarında başka türlerin gelişimini engellemektedir.



Fitoplanktonun dikey dağılımı ışığın erişebildiği derinliğe kadar mümkün olmaktadır. 1998 yılında seki diski derinliğinin oldukça düşük değerlerde (Şekil 3.2.) bulunması fitoplanktonik canlıların fotosentez kabiliyetini azaltmakta, bu da fitoplanktonun yeterli gelişim göstermesine engel olmaktadır. Bu dönemde fitoplanktonun yaz aylarında (özellikle Ağustos) nispeten daha zengin yapı sergilediği ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.33.).

**1999** yılı oşinografik çalışmaları Şubat ayında başlamakta ve 11 aylık bir örnekleme dönemini kapsamaktadır. Bu çalışma dönemi boyunca yapılan incelemelerde fitoplanktonun kantitatif olarak önceki yıla oranla az da olsa bir artış gösterdiği ancak esasen fakir bir yapı sergilediği tespit edilmiştir. Temmuz ve Eylül ayları dışında hücre yoğunluğu genellikle  $10^4$  hücre/L'nin altında kalmaktadır. İç kesimlerde hakim grubu oluşturan siyanobakterilerin bu dönemde de aşırı üreme gösterdikleri saptanmış ve Şubat ayında yoğunlukları H5 istasyonunda  $2720 \times 10^6$  hücre/L'ye ulaşmıştır .

1999 yılında fitoplanktonun birey sayısında Temmuz ve Eylül aylarında bir artış gözlenmektedir (Şekil 3.34.). Bu artışlar diyatomlardan *Skeletonema costatum* türünün çoğalmasından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde dinoflagellatlar içinde *Ceratium* spp., *Dinophysis* spp., *Prorocentrum* spp., *Protoperdinium* spp. ye, diyatom grubu içinde ise *Coscinodiscus* spp., *Rhizosolenia* spp., *Thalassiosira* spp. ile *Skeletonema costatum* türlerine sıkça rastlanmaktadır.

Bu çalışma döneminde Temmuz 1999'dan itibaren fitoplanktonda dinoflagellatların tür ve birey sayısı bazında baskınlığının azaldığı ve diyatom türlerinin artış gösterdiği dikkati çekmektedir (Şekil 3.29.). Özellikle H3 istasyonundan itibaren fitoplankton hücre sayısının hızla düştüğü ve iç kesimlerde sadece siyanobakterilerin dağılım gösterdiği saptanmıştır. Dikey yönde 20 metre derinliğin altında fitoplanktona nadiren rastlanmaktadır. Derin istasyonlar sığ istasyonlara oranla daha zengin bir tür kompozisyonuna sahiptirler (Tablo 3.17.-3.27.).

**2000** yılının ilk yarısında fitoplankton dağılımı kantitatif olarak önceki dönemlere benzer bir yapı sergilemekte ve birey sayısının düşüklüğü dikkati çekmektedir (Tablo 3.28.-3.33.). Bu dönemde de H2 istasyonundan itibaren siyanobakterilerin varlığı söz konusu olmakta ve iç kesimlerde Haziran ayına kadar siyanobakteriler dışında fitoplanktona

rastlanmamaktadır (Şekil 3.35.). 2000 yılının ilk yarısında az sayıda türle temsil edilen fitoplanktonda dinoflagellatlardan *Ceratium* spp. ve *Protoperdinium* spp., diyatom grubu içinde ise, *Thalassiosira* spp., *Leptocylindrus* spp. ile *Skeletonema costatum* türlerine daha çok rastlanmaktadır.

#### **İkinci örnekleme dönemi (23.06.2000-28.05.2002)**

Haliç'te ekolojik yönden büyük bir değişimin gözlenmeye başladığı 2000 yılının ikinci yarısında fitoplanktonik aktivitede ani artışların ortaya çıktığı belirlenmiştir (Tablo 3.34-3.41). Bu durum özellikle H4 ve H5 istasyonlarında gözlenen diyatom artışıyla kendini göstermiştir (Şekil 3.35.). Bu ani değişimler 23 Haziran 2000'den itibaren 2 ay süreyle 15'er günlük periyotlar halinde örnekleme yapmamızı zorunlu kılmıştır. Haliç ekosisteminin biyolojik anlamda iyileşmeye başladığı 2000 yılının ikinci yarısında alınan su örneklerinde tayin edilen *Skeletonema costatum* türünün  $5 \times 10^6$  hücre/L'nin üzerine çıkmasıyla ÇO konsantrasyonlarında süper saturasyonun oluştuğu (20 mg/L ÇO) ortaya çıkmıştır (Şekil 3.23.). Bu durum *S. costatum* türünün temiz sularda daha iyi gelişebildiğinin bir göstergesi olarak düşünülmektedir. 2000 yılının ikinci yarısından itibaren fitoplankton aşırı üremelerinin sürekli devam ettiği dikkati çekmektedir.

Temmuz 2000'de yapılan 15'er günlük iki örnekleme periyodunda da bir dinoflagellat türü olan *Prorocentrum minimum* türünde aşırı çoğalma saptanmıştır. 11 Temmuz tarihli su örneklerinde  $6 \times 10^6$  hücre/L yoğunluğa ulaşan bu türün 26 Temmuz'da ise  $70 \times 10^6$  hücre/L'ye ulaşarak fitoplankton topluluğunda (siyanobakteriler dışında) görülen en yüksek hücre sayısını oluşturmuştur (Şekil 3.31.). Bu dönemde dinoflagellatların baskın grubu oluşturmaları ortamdaki fizikokimyasal şartlara bu türlerin daha iyi adapte oldukları ve hızla çoğaldıkları şeklinde yorumlanmaktadır. 11 Temmuz'dan itibaren Haliç'in derelere yakın olan iç kesimlerine iki oşinografi istasyonu (H6 ve H7) daha ilave edilerek buralardan da fitoplankton örnekleri alınmaya başlanmıştır (Şekil 2.2.).

Ağustos ayında dinoflagellat ve diyatom türlerinin yanısıra özellikle H4 istasyonunda Euglenophyceae sınıfına üye bir öglenofit flagellat türünün aşırı üremeye  $2 \times 10^6$  hücre/L yoğunluğa ulaştığı saptanmıştır. Bol sayıda kloroplast taşıyan ve yüksek fotosentetik aktiviteye sahip oldukları bilinen (Koray, 2002) bu türlerin varlığı Haliç'te tür kompozisyonu

ve kommunité yapısının değişmeye başladığının bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Aşırı reme dönemlerinde bu türün su yüzeyinde yeşilimsi bir renk oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu türün Eylül ayında da özellikle iç kesimlerde yayılım gösterdiği ve H7'de  $425 \times 10^3$  hücre/L yoğunluğa ulaştığı saptanmıştır.

Ekim 2000'de gözlenen fitoplankton aşırı üremesinde yine öglenofit flagellat türünün dominant olduğu ve H5 istasyonunda oldukça yüksek yoğunlukta ( $4 \times 10^6$  hücre/L) bulunduğu belirlenmiştir (şekil 3.35.). Bu dönemde özellikle iç kesimlerde başka bir fitoplankton türüne rastlanmamıştır (Tablo 3.38.).

Kasım 2000'de alınan su örneklerinde *Skeletonema costatum* türünün baskın olduğu bir diyatom artışı saptanmıştır. Bu artışın iç kesimlere doğru artarak devam ettiği dikkati çekmektedir (şekil 3.35.). Diyatomların hakim grubu oluşturduğu bu dönemde H5 istasyonundan itibaren öglenofit flagellatlara rastlanması da göze çarpmaktadır. Aralık ayında fitoplankton birey sayısının azaldığı ve iç kesimlerde öglenofit flagellatların hakim grubu oluşturdukları saptanmıştır (Tablo 3.40.).

2000 yılının ikinci yarısında fitoplanktonun dikey dağılımı incelendiğinde daha geniş bir su kolonunda fitoplanktona rastlandığı ortaya çıkmaktadır. Yüzeyden 10 metre derinliğe kadar azalarak devam etmekte olan fitoplanktona, 25 metreden daha derinlerde ise yetersiz ışıktan dolayı nadiren rastlanmaktadır. Sığ istasyonlarda ise genellikle su kolonu homojen bir dağılım göstermektedir.

Fitoplanktonik aktivitenin yükseldiği 2000 yılının ikinci yarısında en sık rastlanan türler diyatomlarda, *Guinardia delicatula*, *Leptocylindrus danicus* ve *Skeletonema costatum*; dinoflagellatlarda *Ceratium* spp., *Prorocentrum micans* ve *P. minimum* olurken, Ağustos ayından itibaren özellikle iç kesimlerde öglenofit flagellat türü de sık rastlanan türler arasında bulunmaktadır.

**2001** yılı da fitoplanktonda patlamaların devam ettiği ve zengin bir tür kompozisyonu ile kantitatif yönünden belirgin artışların olduğu bir dönem özelliğini taşımaktadır (Tablo 3.42.-3.52.). 2001 yılı çalışma yapılamayan Nisan ayı dışında 11 aylık bir örnekleme dönemini kapsamaktadır. Ocak 2001'de mevsimsel koşullar itibariyle düşük olan

fitoplanktonik aktivitenin Şubat ayından itibaren artış gösterdiği saptanmıştır. Bu ay da H4 istasyonunda öglenofit flagellat türünün aşırı üreyerek yaklaşık  $3 \times 10^6$  hücre/L'ye ulaştığı görülmektedir (Şekil 3.36.).

Uygun ekolojik koşulların oluşmaya başladığı Mart ayında Haliç'in tümünde etkili olan bir diyatom artışı meydana gelmiştir (Şekil 3.36.). *Skeletonema costatum* türünün dominant olduğu bu dönemde H2 istasyonunda hücre yoğunluğu  $10 \times 10^6$  hücre/L olarak hesaplanmıştır. Haliç'in tamamında etkili olan bu durum su kalitesindeki olumlu değişimin bir göstergesi olarak düşünülmektedir.

Mayıs 2001'de bir diyatom türü olan ve zincir koloni oluşturan *Thalassiosira hyalina*'nın fitoplanktonun baskın türünü oluşturduğu ve iç kesimlerde (H6, H7) hücre sayısının arttığı (yaklaşık  $10^6$  hücre/L) göze çarpmaktadır (Şekil 3.36.). Haziran ayında nanoplanktonik bir diyatom türü olan *Thalassiosira allenii*'nin aşırı üreyerek H2'den itibaren Haliç'in tamamında yüksek yoğunluklara (H7'de  $10 \times 10^6$  hücre/L) ulaştığı saptanmıştır (Şekil 3.36.). Önceki yıllarda anoksik nitelikte bir su ortamı olan ve siyanobakteriler dışında fitoplanktona dahi rastlanmayan Haliç'in bu kesimlerinde böyle bir durumun ortaya çıkması olumlu yönde bir gelişme olarak dikkate alınmaktadır.

Temmuz ayında bir önceki yılın aynı döneminde olduğu gibi *P. minimum* türünün dominant olduğu bir dinoflagellat artışı saptanmıştır. Bu türün hücre yoğunluğu Haliç'in girişinden itibaren iç kesimlere doğru gidildikçe artarak H7'de en yüksek seviyesine ( $7 \times 10^6$  hücre/L) ulaşmaktadır (Şekil 3.36.).

Ağustos ayında da dinoflagellatların baskın grubu oluşturdukları ve dinoflagellatlardan *Scripsiella trochoidea* türünün H3 istasyonunda yaklaşık  $10^6$  hücre/L yoğunluğa sahip olduğu saptanmıştır (Şekil 3.36.). Bu ayda iç kesimlerde siyanobakterilerin gelişim gösterdiği de dikkati çekmiştir. Eylül ve Ekim aylarında fitoplanktonda bulunan ökaryot grupların Haliç'in orta kesimlerine kadar dağılım gösterdikleri, iç kesimlerde ise siyanobakterilerin yeniden ortama hakim oldukları belirlenmiştir. Yağışların etkisiyle tuzluluğun iyice düştüğü dönemlerde özellikle iç kesimlerde siyanobakterilerin aşırı çoğalması sık sık gözlenen bir durum olarak ortaya çıkmaktadır.

Kasım ayında alınan su örneklerinde yapılan analizler sonucu Haliç'te siyanobakterilerden sonra toksik nitelikte bir türün daha ortaya çıktığı saptanmıştır. Raphidophyceae (=rafidofitler)'ye mensup bir tür olan *Fibrocapsa* sp. bu dönemde baskın türü oluşturmakta ve yoğunluğu H4 istasyonunda yaklaşık  $3 \times 10^5$  hücre/L'ye ulaşmıştır. İç kesimlerde ise siyanobakteriler dışında herhangi bir türe rastlanmamıştır (Şekil 3.36.). Aralık ayında örnekleme öncesi ve örnekleme sırasında etkili olan uzun süreli yağışlar ile şiddetli rüzgarların etkisiyle Haliç'in iç kesimlerinden dışa doğru ilk 5 metrelik yüzey tabakasında ters yönde bir akıntı saptanmıştır. Bunun sonucunda iç kesimlerde patlama yapan siyanobakterilerin H1 istasyonuna kadar taşınarak tüm yüzey tabakasını kapladığı gözlemlenmiştir. Bu durum diğer fitoplanktonik türlerin gelişimini engellediği için bu dönemde özellikle yüzey suyunda fitoplanktonun diğer gruplarına rastlamak mümkün olmamıştır (Şekil 3.36.).

2001 yılında fitoplanktonun dikey dağılımları bir önceki dönemle benzer özellikler taşımaktadır. Yukarıda sözünü ettiğimiz Aralık ayında oluşan durumdan dolayı yüzeyde fitoplanktona rastlanılmamakta, ancak 2.5 metre derinlikten itibaren 25 metre derinliğe kadar olan su kolonunda fitoplanktona rastlanmaktadır (Tablo 3.52.)

Tablo 3.4. 2001 yılında fitoplanktona hakim olan gruplar ve türlerin bolluğu

Aylar	Baskın Grup	Baskın Tür	İstasyon	Bolluk (hücre/L)
Ocak	Dinophyceae	<i>Gymnodinium sanguinum</i>	H3	$35 \times 10^3$
Şubat	Euglenophyceae	Öglenofit flagellat*	H4	$2.9 \times 10^6$
Mart	Bacillariophyceae	<i>Skeletonema costatum</i> *	H7	$25 \times 10^6$
Mayıs	Bacillariophyceae	<i>Thalassiosira rotula</i> *	H7	$1.1 \times 10^6$
Haziran	Bacillariophyceae	<i>Thalassiosira allenii</i>	H7	$10 \times 10^6$
Temmuz	Dinophyceae	<i>Prorocentrum minimum</i> *	H5	$36 \times 10^6$
Ağustos	Dinophyceae	<i>Scrippsiella trochoidea</i> *	H3	$1.3 \times 10^6$
Eylül	Cyanophyceae	<i>Microcystis</i> sp.*	H7	$265 \times 10^6$
Ekim	Cyanophyceae	<i>Microcystis</i> sp.*	H7	$1.5 \times 10^9$
Kasım	Raphidophyceae	<i>Fibrocapsa</i> sp.*	H4	$2.9 \times 10^5$
Aralık	Cyanophyceae	<i>Microcystis</i> sp.*	H4	$12 \times 10^9$

2001 yılında dinoflagellatlardan *Ceratium* spp., *Gymnodinium sanguinum*, *Heterocapsa triquetra*, *Prorocentrum* spp., *Scrippsiella trochoidea* türleri; diyatomlardan *Chaetoceros* spp., *Rhizosolenia* spp., *Thalassiosira* spp. ve *Skletonema costatum*; silikoflagellatlardan *Dictyocha* spp. ile öglenofit flagellat türlerine sıkça rastlanmıştır.

**2002** yılının ilk 5 aylık döneminde alınan su örnekleri değerlendirilmiştir. Bu çalışma periyodunda, Aralık 2001'de gözlenen olumsuz ortam şartların Ocak ayına da yansıdığı belirlenmiştir. Bu ayda yüzey suyunda fitoplanktona nadiren rastlanırken, 5-25 metre arasındaki su kolonunda fitoplanktonun dağılım gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Bu ayda diyatomlardan *Pseudo-nitzschia* spp.'nin dominant olduğu ve 20-25 metre derinliklerde daha yoğun bir dağılım gösterdikleri saptanmıştır. Mart ayından itibaren uygun ortam koşullarının oluşmasına paralel olarak fitoplanktonun gelişim gösterdiği göze çarpmaktadır (Tablo 3.53.-3.57.). Optimum ortam koşullarının oluşmaya başladığı Mart ayında *S. costatum* türü hızla çoğalmaya başlamıştır. Mayıs ayında uygun şartlar altında birey sayısında artışlar gözlenmeye başlamıştır (Şekil 3.37.). Bu dönemde dinoflagellatlardan *Ceratium* spp., *Heterocapsa triquetra*, *Prorocentrum micans*, *Scrippsiella trochoidea* türleri; diyatomlardan *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus* spp., *Pseudo-nitzschia* spp. ve *Skletonema costatum* türleri ile özellikle iç kesimlerde öglenofit flagellat türlerinin sık rastlanan türler olduğu saptanmıştır.

48 aylık bir örnekleme kapsayan bu çalışma periyodunda I. Örnekleme döneminde 336, II.örnekleme döneminde 676 olmak üzere toplam olarak 1012 adet su örneği analiz edilmiştir. Bu örneklerde saptanan türlerin yıllara göre dağılımı aşağıdaki gibidir:

1998 yılında alınan 7 aylık örneklemede elde edilen su örneklerinde 3 sınıfta toplam olarak **43 tür** saptanmıştır. Bunlar Cyanophyceae sınıfında cins düzeyinde 1 tür, Dinophyceae sınıfında 3'ü cins düzeyinde 27 tür, Bacillariophyceae sınıfında 3'ü cins düzeyinde 15 tür olarak gruplandırılmaktadır.

1999 yılı 11 aylık bir örnekleme periyodunu kapsamaktadır. Bu dönemde alınan su örneklerinde 4 sınıfta toplam olarak **57 tür** saptanmıştır. Bunlar Cyanophyceae sınıfında cins düzeyinde 2 tür, Dinophyceae sınıfında 2'si cins düzeyinde 28 tür, Bacillariophyceae sınıfında 7'si cins düzeyinde 26 tür ve Prasinophyceae'de 1 tür olarak gruplandırılmaktadır.



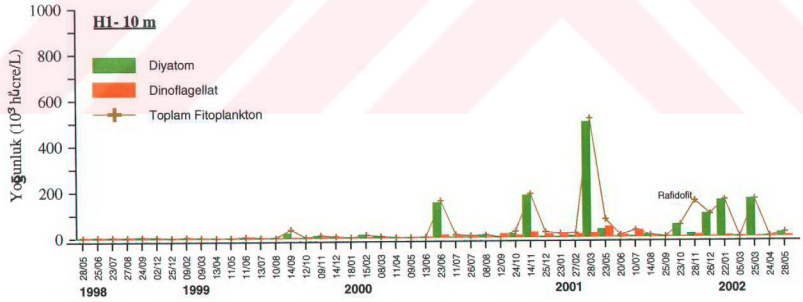
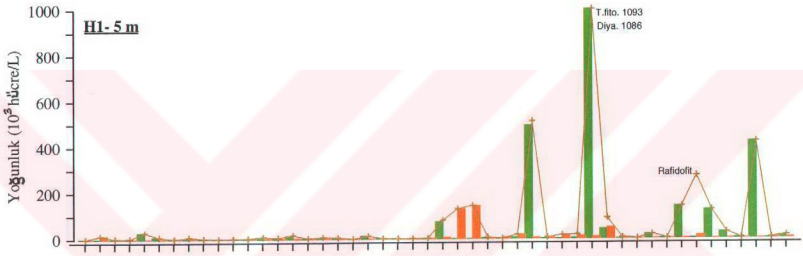
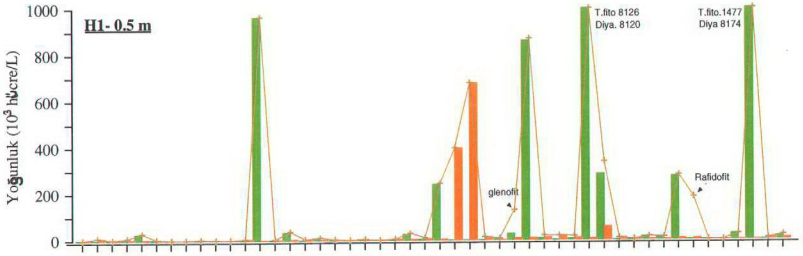
2000 yılı genelinde toplam 14 örnekleme yapılmıştır. Bu dönemde alınan su örneklerinde 7 sınıfta toplam olarak **81 tür** saptanmıştır. Bunlar Cyanophyceae sınıfında cins düzeyinde 2 tür, Dinophyceae sınıfında 3'ü cins düzeyinde 38 tür, Bacillariophyceae sınıfında 8'i cins düzeyinde 35 tür, Dictyochophyceae sınıfında 2 tür, Prasinophyceae sınıfında 1 tür, Euglenophyceae sınıfında cins düzeyinde 1 tür, Chlorophyceae sınıfında cins düzeyinde 2 tür olmak üzere gruplandırılmaktadır.

2001 yılında yapılan 11 aylık örneklemede elde edilen su örneklerinde 8 sınıfta toplam olarak **92 tür** saptanmıştır. Bunlar Cyanophyceae sınıfında cins düzeyinde 2 tür, Dinophyceae sınıfında 3'ü cins düzeyinde 37 tür, Bacillariophyceae sınıfında 7'si cins düzeyinde 43 tür, Dictyochophyceae sınıfında 1'i cins düzeyinde 4 tür, Prasinophyceae sınıfında 1 tür, Raphidophyceae sınıfında cins düzeyinde bir tür, Euglenophyceae sınıfında cins düzeyinde 1 tür, Chlorophyceae sınıfında cins düzeyinde 3 tür olmak üzere gruplandırılmaktadır.

2002 yılında yapılan 5 aylık örneklemede alınan su örneklerinde 6 sınıfta toplam olarak **60 tür** saptanmıştır. Bunlar Cyanophyceae sınıfında cins düzeyinde 1 tür, Dinophyceae sınıfında 2'si cins düzeyinde 24 tür, Bacillariophyceae sınıfında 6'sı cins düzeyinde 32 tür, Dictyochophyceae sınıfında 1 tür, Prasinophyceae sınıfında 1 tür, Euglenophyceae sınıfında cins düzeyinde 1 tür olmak üzere gruplandırılmaktadır.

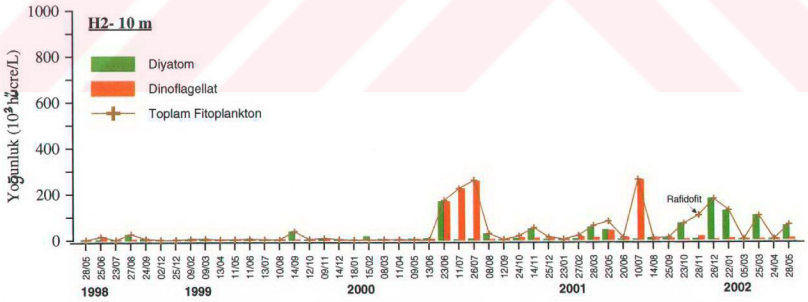
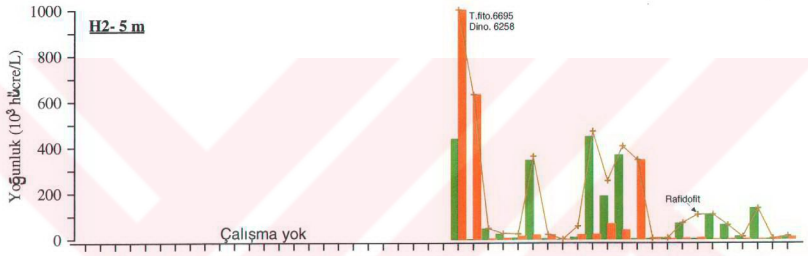
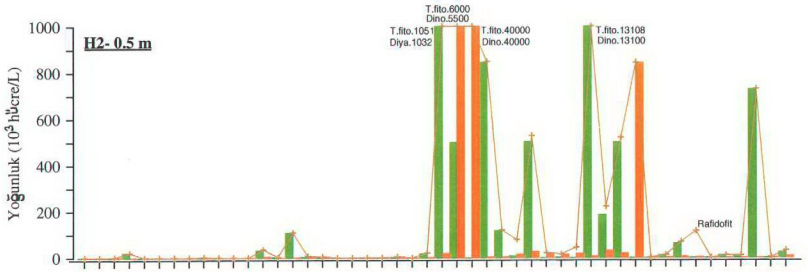
Yıllara göre kantitatif örneklerde elde edilen tür sayıları dikkate alındığında Haliç ekosistemindeki biyolojik değişimin boyutları net bir şekilde görülmektedir (Şekil 3.39.). 1998'de 43 olan toplam tür sayısının, 1999'da 57'ye, 2000'de 81'e, 2001'de 92'ye çıktığı, 2002 yılının ilk 5 aylık döneminde ise 60 türün tayin edildiği görülmektedir. Yıllara göre tür çeşitliliğinde gözlenen bu artış su kalitesindeki düzelmelerin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Şekil 3.38'de görüldüğü gibi 1998'de toplam fitoplankton içinde % 35 oranında bir paya sahip olan diyatom türlerinin, 2002 yılında payı %53'e yükselirken, dinoflagellatların payı 1998'de %63'ten, 2002 yılında % 40'a gerilemiştir. Ayrıca 1998'de sadece 3 sınıfla temsil edilen fitoplanktonun 2001'de 8 sınıfla temsil edilmesi, diyatom ve dinoflagellatlar dışındaki grupların toplam tür sayısı içindeki paylarının % 2'den % 13'e çıkması dikkat çekicidir.

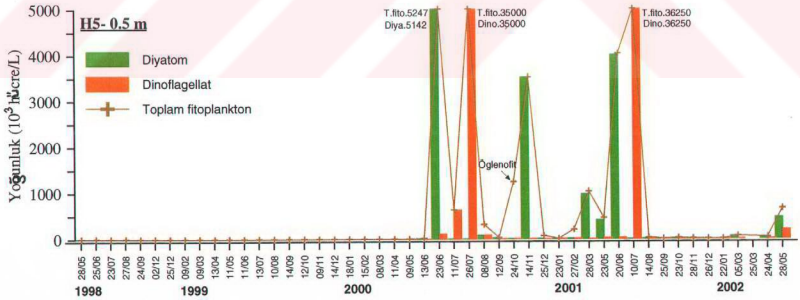
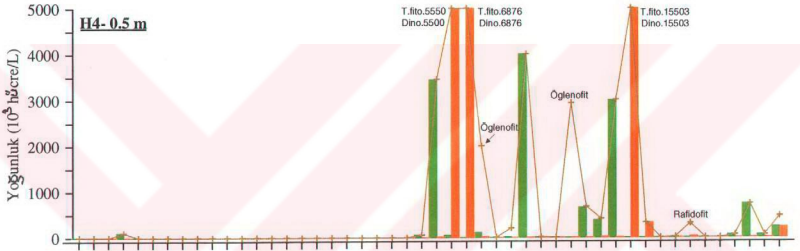
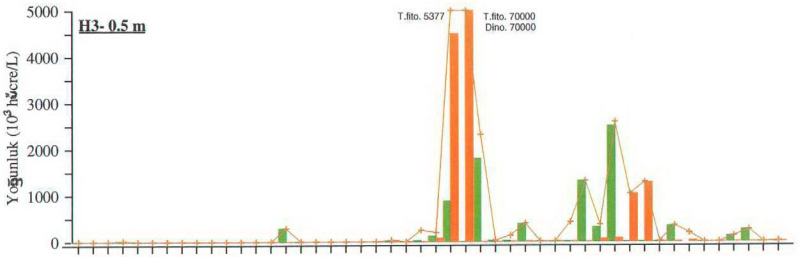


Şekil 3.29. H1 istasyonunda fitoplanktonun zamana ve derinliğe bağlı değişimi

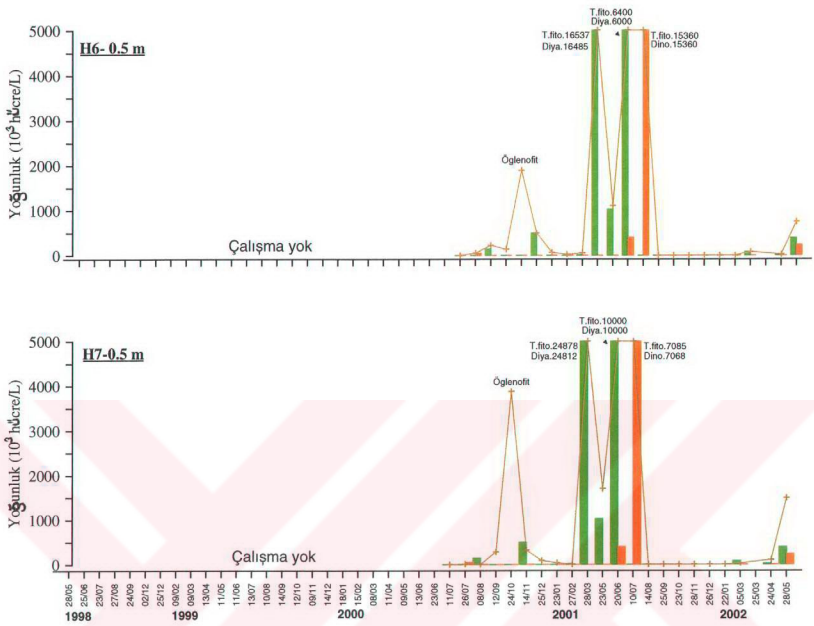




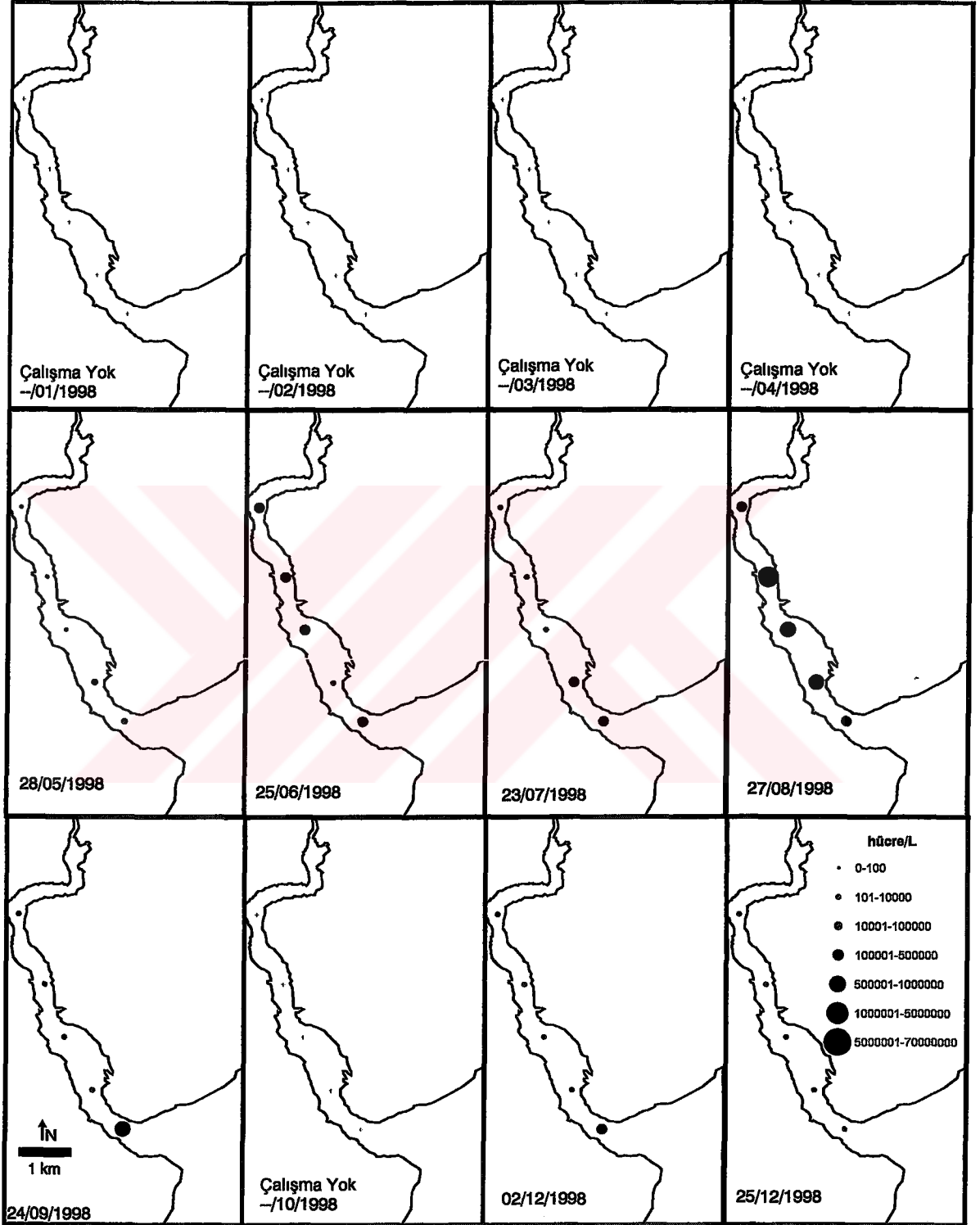
Şekil 3.30. H2 istasyonunda fitoplanktonun zamana ve derinliğe bağlı değişimi



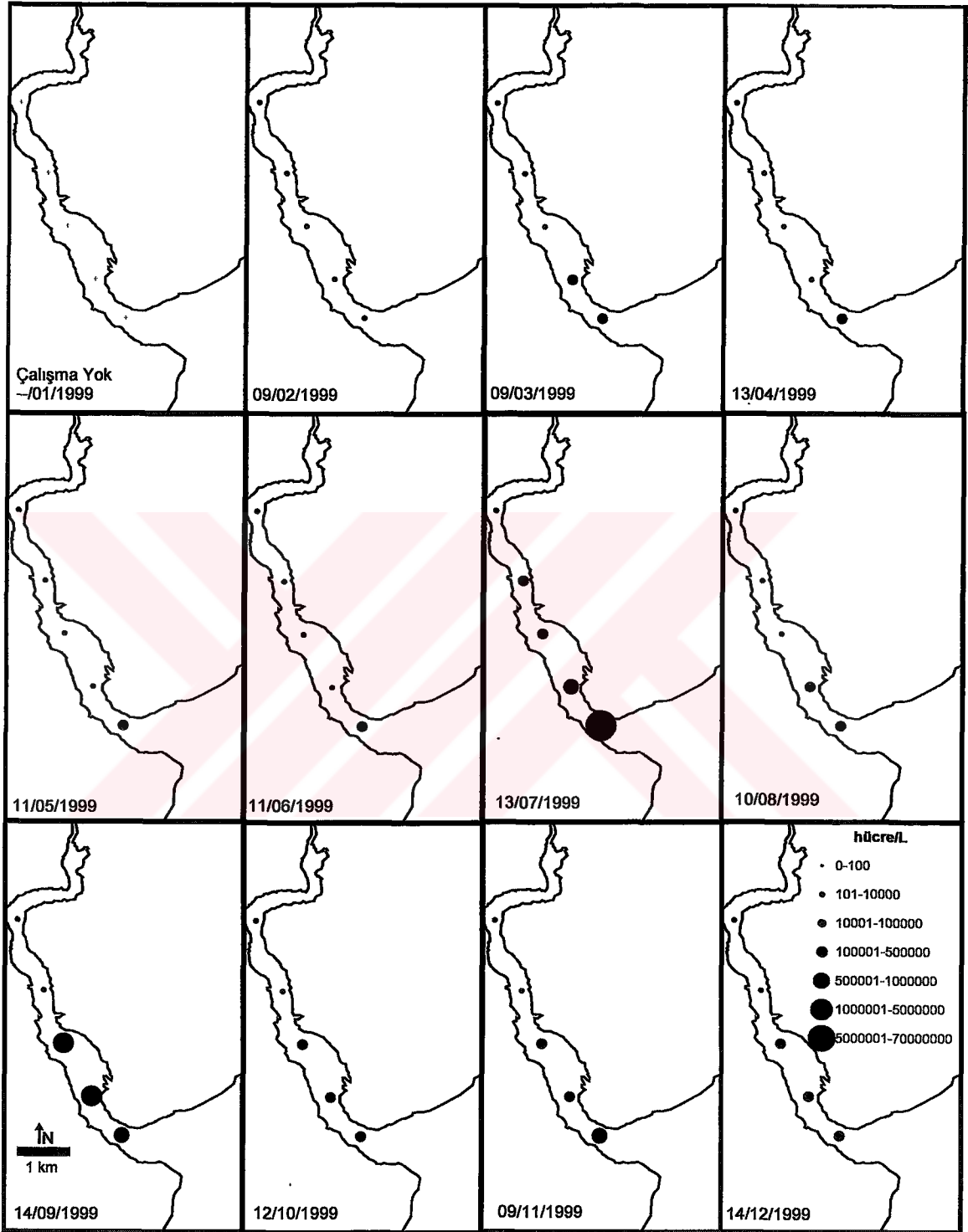
Şekil 3.31. H3, H4 ve H5 istasyonları yüzeyinde fitoplanktonun zamana bağlı değişimi



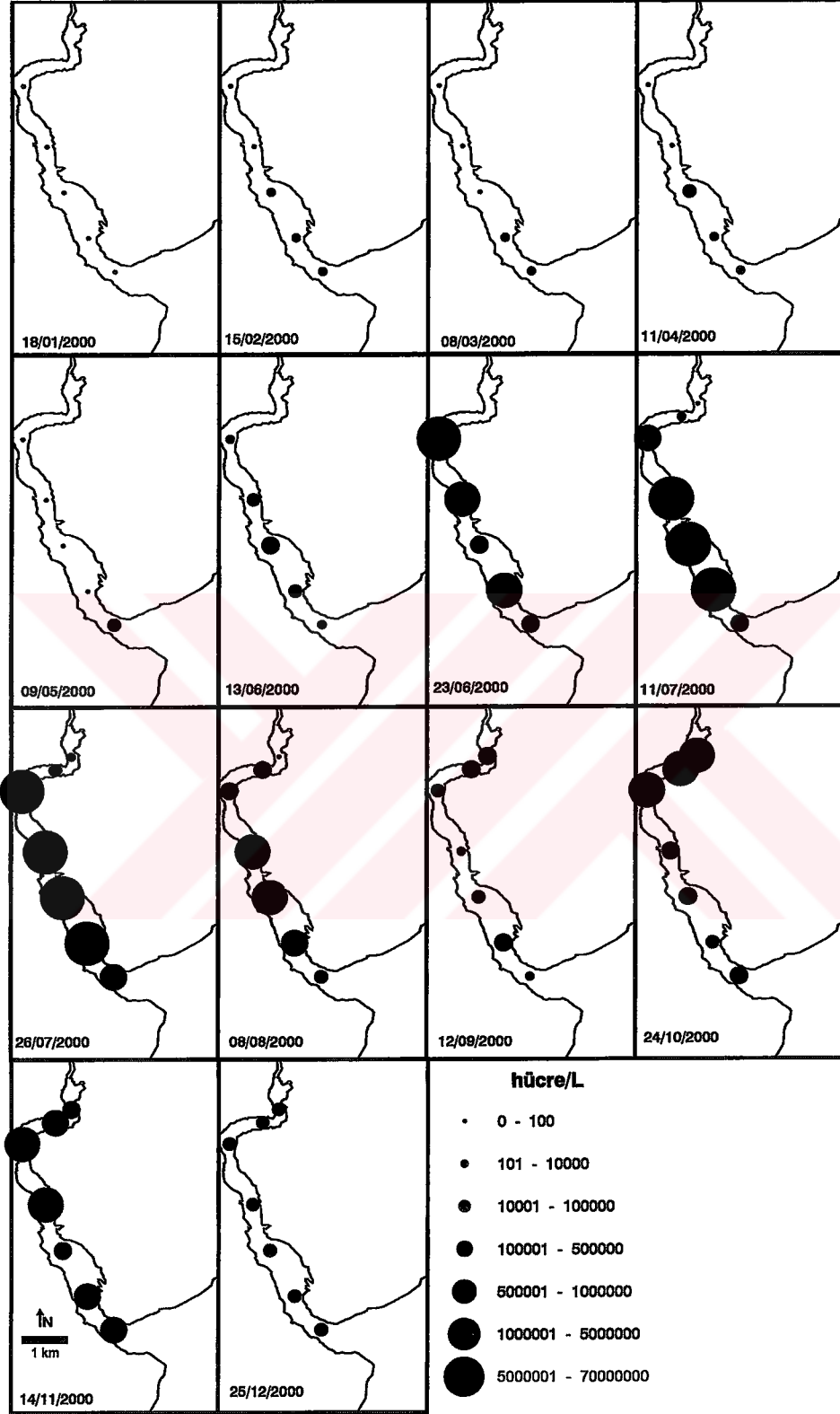
Şekil 3.32. H6 ve H7 istasyonları yüzeyinde fitoplanktonun zamana bağlı değişimi



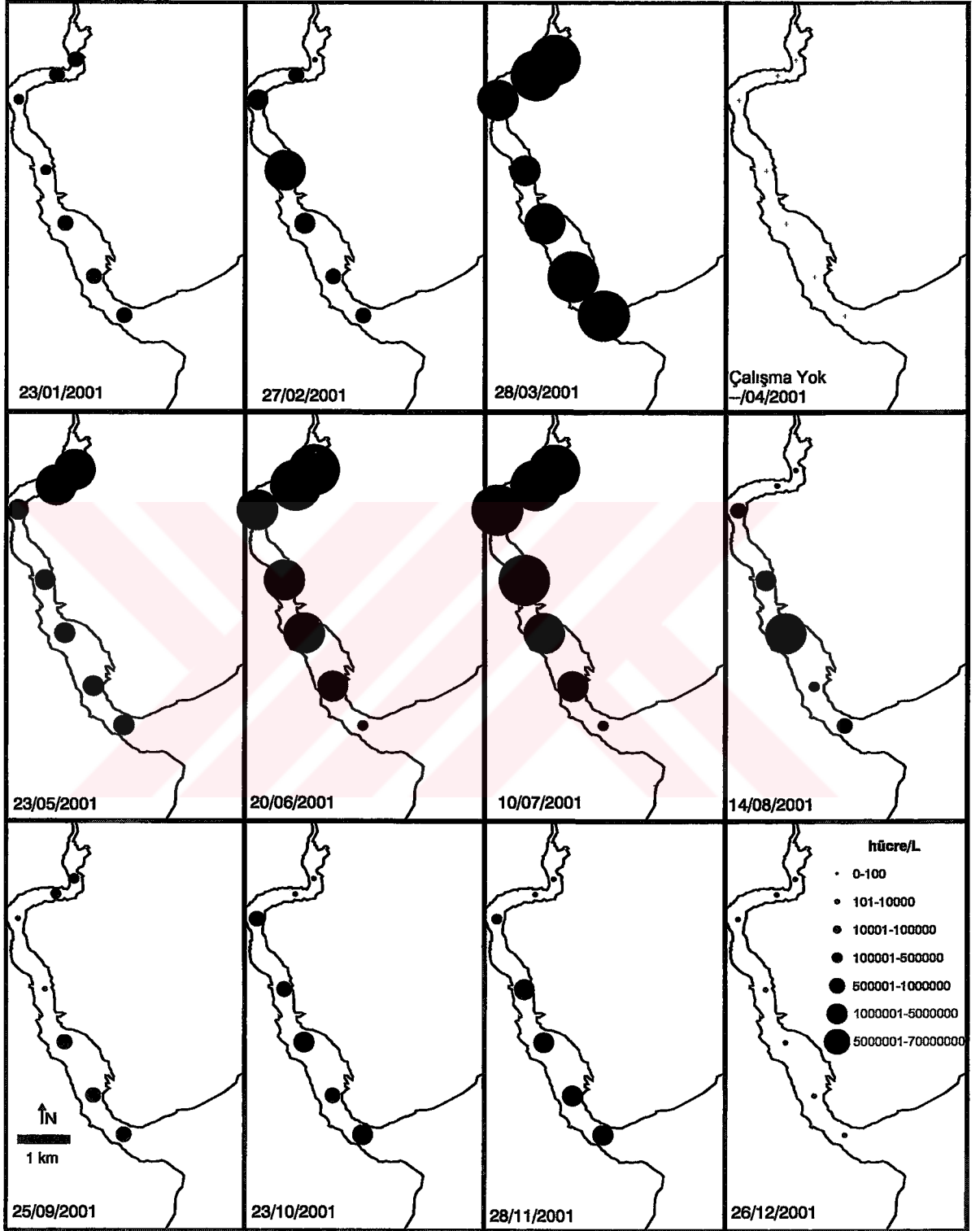
Şekil 3.33. 1998 yılında yüzey suyundaki fitoplankton yoğunluğunun dağılımı



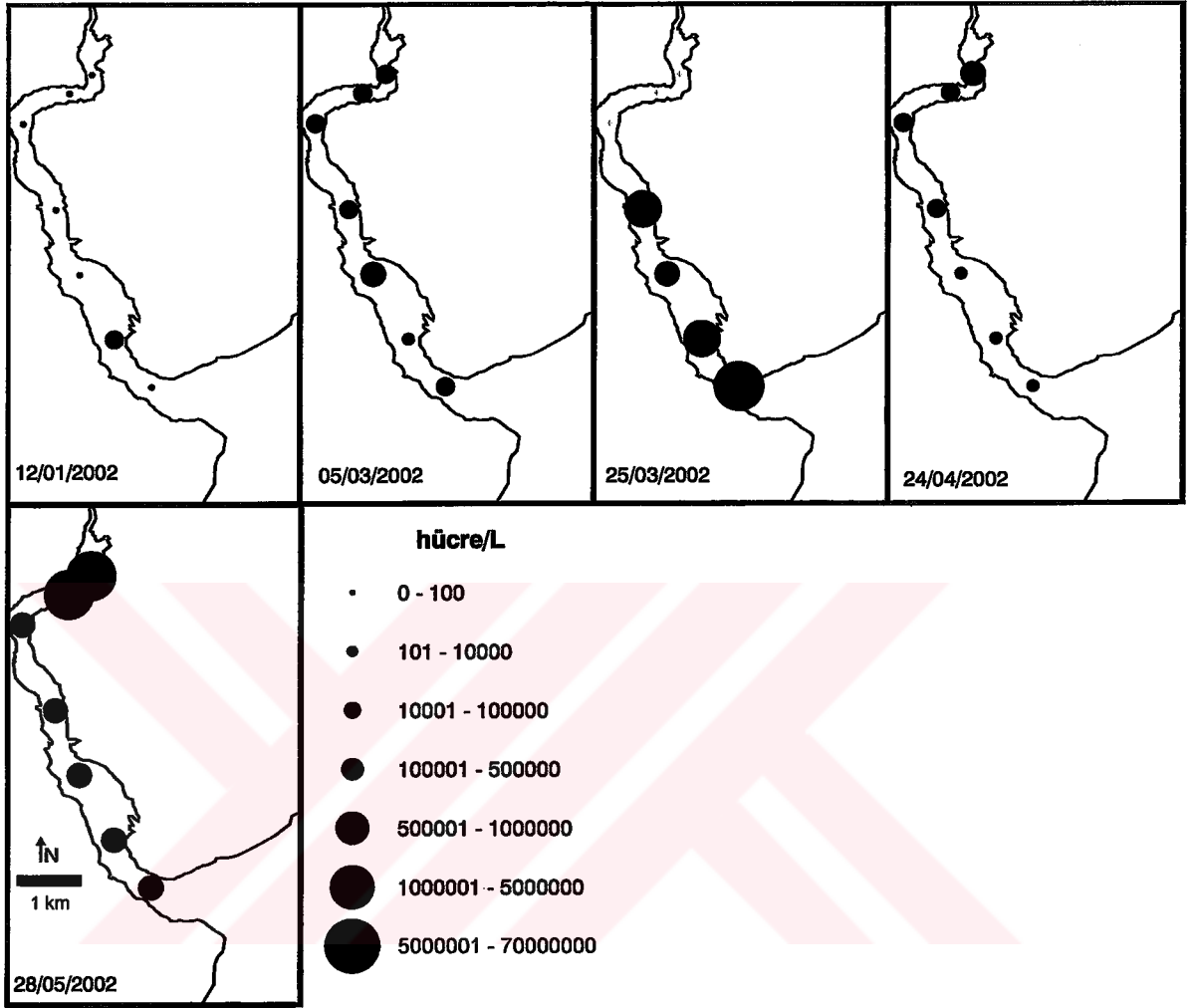
Şekil 3.34. 1999 yılında yüzey suyundaki fitoplankton yoğunluğunun dağılımı



Şekil 3.35. 2000 yılında yüzey suyundaki fitoplankton yoğunluğunun dağılımı

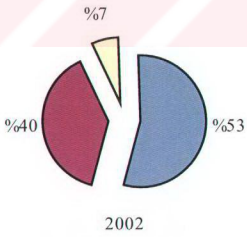
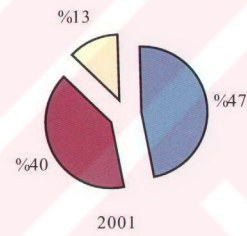
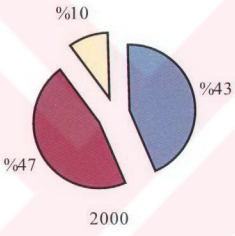
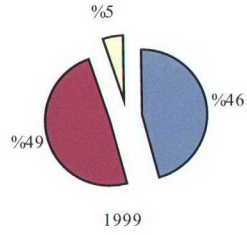
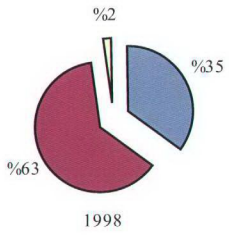


Şekil 3.36. 2001 yılında yüzey suyundaki fitoplankton yoğunluğunun dağılımı



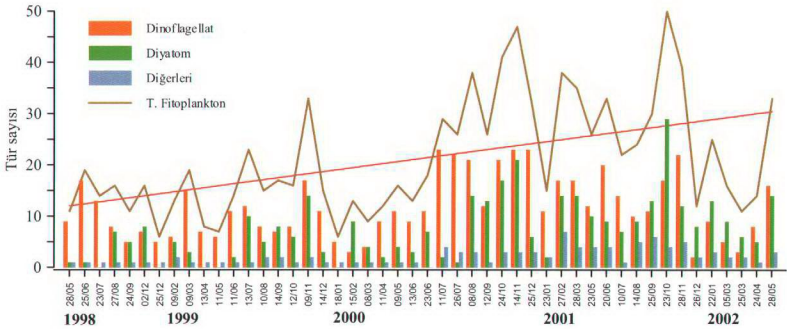
Şekil 3.37. 2002 yılında yüzey suyundaki fitoplankton yoğunluğunun dağılımı





- Bacillariophyceae
- Dinophyceae
- Diğerleri

Şekil 3.38. Yıllara göre su örneklerinde saptanan türlerin grup olarak yüzde dağılımı



Şekil 3.39. Su örneklerinde yıllara göre saptanan tür sayısı ve grup kompozisyonu

### 3.7.2. Kalitatif analiz sonuçları

Haliç'te Haziran 2000'den önceki dönemlerde özellikle yüzey suyundaki kirlenmenin yüksek boyutlarda olması plankton keşfiyle örnek alımını imkansız kılıyordu. Ancak 2000 yılının ikinci yarısında gözlenen biyolojik değişimin hemen sonrasında Temmuz ayından itibaren Haliç'in ilk 3 istasyonunda (H1, H2, H3) fitoplankton keşfiyle vertikal çekimler yapılmıştır. Fitoplankton komunitasinin kalitatif yapısını belirlemeye yönelik olarak yapılan bu örneklemelelerde, su örneklerinde rastlanmayan önemli sayıda fitoplankton türü tayin edilmiştir.

Temmuz 2000-Mayıs 2002 arasındaki 22 aylık örnekleme periyodunda toplam olarak 66 adet keşfe örneği alınmıştır. Alınan keşfe örneklerinde 6 sınıfta 17'si cins düzeyinde olmak üzere toplam olarak 108 tür belirlenmiştir. Bunların 38'i (2'si cins) Dinophyceae, 63'ü (11'i cins) Bacillariophyceae, 3'ü Dictyochophyceae (1'i cins), cins düzeyinde olmak üzere 2'si Chlorophyceae ve 1'i Euglenophyceae sınıflarından oluşmaktadır (Tablo 3.6.).

2000 yılında alınan 6 aylık keşfe örneklerinde 6 sınıfta toplam olarak 72 fitoplankton türüne rastlanmıştır. Bunların içerisinde 11 tür su örneklerinde rastlanmayıp sadece keşfe örnekleriyle saptanmıştır (Tablo 3.7.). Bu türlerin sınıflara göre dağılımı şu şekildedir: Dinophyceae 2'si cins düzeyinde 32 tür, Bacillariophyceae 4'ü cins düzeyinde 35 tür ,

Dictyochophyceae 2 tür, Prasinophyceae 1 tür, Euglenophyceae cins düzeyinde 1 tür, Chlorophyceae cins düzeyinde 1 tür.

Dinoflagellat grubunda en sık rastlanan türler; *Ceratium* spp., *Dinophysis* spp., *Noctulica scintillans*, *Prorocentrum micans*, *Protoperidinium* spp.'dir. Diyatom grubunda en sık rastlanan türler; *Chaetoceros* spp., *Leptocylindrus minimus*, *Rhizosolenia* spp., *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*'tir (Tablo 3.7.).

2000 yılı kalitatif analiz sonuçlarına göre Temmuz ve Ağustos aylarında tür çeşitliliğinin arttığı ve Haliç girişinin (H1) genel olarak diğer istasyonlara göre daha yüksek bir çeşitliliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Aralık ayında dinoflagellatların daha zengin bir çeşitliliğe sahip olduğu diğer aylarda ise diyatom ve dinoflagellat grupları arasında genellikle eşit bir tür çeşitliliği göze çarpmaktadır.

2001 yılında fitoplankton topluluğu kantitatif yönden olduğu kadar kalitatif yönden de zengin bir yapı sergilemektedir. 2001 yılında alınan 11 aylık kepçe örneklerinde 6 sınıfta toplam olarak 82 fitoplankton türüne rastlanmıştır. Bunların içerisinde 20 tür su örneklerinde rastlanan türlerin dışında sadece kepçe örnekleriyle saptanmıştır (Tablo 3.8.). Bu türlerin sınıflara göre dağılımı şu şekildedir: Dinophyceae 2'si cins düzeyinde 30 tür, Bacillariophyceae 9'u cins düzeyinde 46 tür, Dictyochophyceae 2 tür, Prasinophyceae 1 tür, Euglenophyceae cins düzeyinde 1 tür, Chlorophyceae cins düzeyinde 2 tür.

Dinoflagellat grubunda en sık rastlanan türler; *Ceratium* spp., *Dinophysis* spp., *Gymnodinium sanguinum*, *Noctulica scintillans*, *Protoperidinium* spp.'dir. Diyatom grubunda en sık rastlanan türler; *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus* spp., *Rhizosolenia* spp., *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*'tir (Tablo 3.8.).

2001 yılındaki tür kompozisyonu dikkatle incelendiğinde önceki yıla oranla diyatom türlerinde bariz bir şekilde artış olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum Haliç'te gözlenen ekolojik değişimin olumlu sonuçlarından biri olarak düşünülmektedir. Bunun yanısıra yıl boyunca her üç istasyonda da dinoflagellatlardan *Ceratium* spp. ve *Protoperidinium* spp.'ye sürekli rastlandığı da dikkati çekmektedir. Bu dönemde tür çeşitliliği yönünden istasyonlar arasında önemli farklılıklar görülmemektedir. Bu durum Haliç'te su kalitesinin fitoplanktona

daha geniş bir alanda yaşam olanağı sağladığını göstermektedir. Dinoflagellatların yaz aylarında, diyatomların ise Ekim ve Kasım aylarında daha yüksek tür çeşitliliğine sahip oldukları da dikkati çekmektedir.

2002 yılında yapılan 5 aylık örneklemede 4 sınıfta toplam olarak 65 fitoplankton türüne rastlanmıştır. Bunların içerisinde 29 tür su örneklerinde rastlanan türlerin dışında sadece kepçe örnekleriyle saptanmıştır (Tablo 3.9.). Bu türlerin sınıflara göre dağılımı şu şekildedir: Dinophyceae 1'si cins düzeyinde 25 tür, Bacillariophyceae 5'i cins düzeyinde 38 tür , Dictyochophyceae 1 tür, Prasinophyceae 1 tür.

Dinoflagellat grubunda en sık rastlanan türler; *Ceratium* spp., *Noctulica scintillans*, *Protoperidinium* spp.'dir. Diyatom grubunda en sık rastlanan türler; *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus* spp., *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp.'dir (Tablo 3.9.).

Plankton kepeciyle yapılan toplam 22 aylık örnekleme sürecinde genellikle H1'den H3 istasyonuna doğru ilerledikçe tür sayısında azalma olduğu görülmektedir. Bu süre zarfında en fazla tür 2002 yılı Ocak ayında H1 istasyonunda saptanmıştır. Bu ayda 23'ü diyatom, 14 dinoflagellat ve 1 prasinofit olmak üzere toplam 38 tür tayin edilmiştir (Şekil 3.40.)

Tüm çalışma periyodu boyunca (1998-2002) kantitatif ve kalitatif örneklerde 8 sınıfta 31'i cins düzeyinde olmak üzere toplam olarak **143 fitoplankton türü** tayin edilmiştir Bu türlerin genel listesi Tablo 3.5.'te verilmiştir.

Belirlenen türlerin sayısı ve sınıflara göre dağılımı şu şekildedir: **Cyanophyceae** cins düzeyinde 2 tür, **Dinophyceae** 6'sı cins düzeyinde 55 tür, **Bacillariophyceae** 17'si cins düzeyinde 76 tür , **Dictyochophyceae** 1'i cins düzeyinde 4 tür, **Prasinophyceae** 1 tür, **Raphidophyceae** cins düzeyinde 1 tür, **Euglenophyceae** cins düzeyinde 1 tür, **Chlorophyceae** cins düzeyinde 3 tür.

Tablo 3.5. Haliç'te çalışma periyodu boyunca (1998-2002) saptanan fitoplankton tür listesi

**PROKARYOTA**

***Cyanophyta***

**CYANOPHYCEAE**

*Microcystis* sp

*Oscillatoria* sp.

**EUKARYOTA**

***Chromophyta***

**DINOPHYCEAE**

- Amylax triacantha* (Jørgensen) Sournia  
*Ceratium candelabrum* (Ehrenberg) Stein  
*Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparedé & Lachmann  
*Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin  
*Ceratium horridum* (Cleve) Gran  
*Ceratium lineatum* (Ehrenberg) Cleve  
*Ceratium macroceros* (Ehrenberg) Vanhöffen  
*Ceratium trichoceros* (Ehrenberg) Kofoid  
*Ceratium tripos* (O.F. Müller) Nitzsch  
*Dinophysis acuminata* Claparedé & Lachmann  
*Dinophysis acuta* Ehrenberg  
*Dinophysis caudata* Saville-Kent  
*Dinophysis fortii* Pavillard  
*Dinophysis hastata* Stein  
*Dinophysis sacculus* Stein  
*Dinophysis* sp.  
*Diplopsalis lenticula* Bergh  
*Dissodium* sp.  
*Gonyaulax* sp.  
*Gymnodinium catenatum* Graham  
*Gymnodinium sanguineum* Hirasaka  
*Gymnodinium* sp.  
*Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg) Stein  
*Noctulica scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy  
*Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid  
*Oxytoxum* sp.  
*Phalacroma rotundatum* (Claparedé & Lachmann) Kofoid Michener  
*Podolampas palmipes* Stein  
*Polykrikos kofoidi* Chatton  
*Prorocentrum arcuatum* Issel

Tablo 3.5. Devamı

*Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) Dodge  
*Prorocentrum gracile* Schütt  
*Prorocentrum micans* Ehrenberg  
*Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller  
*Prorocentrum scutellum* Schröder  
*Prorocentrum triestinum* Schiller  
*Protoperidinium brevipes* (Paulsen) Balech  
*Protoperidinium claudicans* (Paulsen) Balech  
*Protoperidinium conicum* (Gran) Balech  
*Protoperidinium depressum* (Bailey) Balech  
*Protoperidinium divergens* (Ehrenberg) Balech  
*Protoperidinium grande* (Kofoid) Balech  
*Protoperidinium leonis* (Pavillard) Balech  
*Protoperidinium minutum* (Kofoid) Löblich III  
*Protoperidinium oblongum* (Aurivillius) Parke & Dodge  
*Protoperidinium pallidum* (Ostenfeld) Balech  
*Protoperidinium pellucidum* Bergh  
*Protoperidinium pentagonum* (Gran) Balech  
*Protoperidinium punctulatum* (Paulsen) Balech  
*Protoperidinium pyriforme* (Paulsen) Balech  
*Protoperidinium* sp.  
*Protoperidinium steinii* (Jørgensen) Balech  
*Protoperidinium* cf. *thorianum* (Paulsen) Balech  
*Pyrophacus horologium* Stein  
*Scrippsiella trochoidea* Stein Löblich III

#### **BACILLARIOPHYCEAE**

*Actinocyclus* sp.  
*Asterionellopsis glacialis* Castracane  
*Bacteriastrum hyalinum* Lauder  
*Caloneis* sp.  
*Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendeby  
*Chaetoceros affinis* Lauder  
*Chaetoceros affinis* var. *willei* (Gran) Hustedt  
*Chaetoceros brevis* Schütt  
*Chaetoceros compressus* Lauder  
*Chaetoceros curvisetus* Cleve  
*Chaetoceros debilis* Cleve  
*Chaetoceros decipiens* Cleve  
*Chaetoceros diadema* (Ehrenberg) Gran  
*Chaetoceros didymus* Ehrenberg

Tablo 3.5. Devamı

*Chaetoceros fragile* Meunier  
*Chaetoceros holsaticus* Schütt  
*Chaetoceros messanensis* Castracane  
*Chaetoceros similis* Cleve  
*Chaetoceros socialis* Lauder  
*Chaetoceros* sp.  
*Chaetoceros tortissimus* Gran  
*Chaetoceros wighami* Brightwell  
*Coscinodiscus concinnus* Wm. Smith  
*Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg  
*Coscinodiscus perforatus* (Forti) Hustedt  
*Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg  
*Coscinodiscus* sp.  
*Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Lewin & Reimann  
*Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle comb. nov.  
*Detonula confervacea* (Cleve) Gran  
*Detonula* sp.  
*Ditylum brightwellii* (T. West) Grunow in Van Heurck  
*Fragilaria* sp.  
*Guinardia delicatula* (Cleve) Hasle  
*Guinardia flaccida* (Castacane) Peragallo  
*Guinardia* sp.  
*Gyrosigma* sp.  
*Hemialus membranaceus* Cleve  
*Leptocylindrus danicus* Cleve  
*Leptocylindrus minimus* Gran  
*Licmophora flabellata* Agardh  
*Licmophora* sp.  
*Melosira moniliformis* (Müller) Agardh  
*Melosira nummuloides* C. A. Agardh  
*Melosira* sp.  
*Navicula* sp.  
*Nitzschia longissima* (Brébison, in Kützing) Ralfs in Pritchard  
*Nitzschia* sp.  
*Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve  
*Pleurosigma normanii* Ralfs in Pritchard  
*Pleurosigma* sp.  
*Proboscia alata* (Brightwell) Sundström  
*Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström  
*Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden in Heiden & Kolbe  
*Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex P.T. Cleve) Hasle



Tablo 3.5. Devamı

*Raphoneis* sp

*Rhizosolenia hebetata* (Hensen) Gran

*Rhizosolenia imbricata* Brightwell

*Rhizosolenia setigera* Brightwell

*Rhizosolenia* sp.

*Rhizosolenia styliformis* Brightwell

*Schroderella schroederi* (Bergon) Pavillard

*Skeletonema costatum* (Greville) Cleve

*Stellerima stellaris* (Roper) Hasle & Sims

*Surirella gemma* (Ehrenberg) Kützing

*Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky

*Thalassiosira allenii* Takano

*Thalassiosira anguste-lineata* (A. Schmidt) G. Fryxell & Hasle

*Thalassiosira decipiens* (Grunow in Van Heurck) Jörgensen

*Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve

*Thalassiosira gravida* Cleve

*Thalassiosira hyalina* (Grunow) Gran

*Thalassiosira rotula* Meunier

*Thalassiosira* sp.

*Thalassiothrix frauenfeldii* Grunow

*Thalassiothrix longissima* Cleve & Grunow

*Triceratium* sp.

#### **DICTYOCOPHYCEAE**

*Dictyocha fibula* Ehrenberg

*Dictyocha* sp.

*Dictyocha speculum* Ehrenberg

*Octactis octonaria* (Ehrenberg) Hovasse

#### **RAPHIDOPHYCEAE**

*Fibrocapsa* sp.

*Chlorophyta*

#### **PRASINOPHYCEAE**

*Halosphaera viridis* Scmitz

#### **EUGLENOPHYCEAE**

Öglenofit flagellat

#### **CHLOROPHYCEAE**

*Asterionella* sp.

*Pediastrum* sp.

*Scenedesmus* sp.



Tablo 3.6. Kepçe örneklerinde tespit edilen fitoplankton tür listesi

<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>DINOPHYCEAE</b>
<i>Actinocyclus</i> sp.	<i>Ceratium candelabrum</i>
<i>Caloneis</i> sp.	<i>Ceratium furca</i>
<i>Cerataulina pelagica</i>	<i>Ceratium fusus</i>
<i>Chaetoceros affinis</i>	<i>Ceratium horridum</i>
<i>Chaetoceros affinis</i> var. <i>willei</i>	<i>Ceratium trichoceros</i>
<i>Chaetoceros brevis</i>	<i>Ceratium tripos</i>
<i>Chaetoceros compressus</i>	<i>Dinophysis acuminata</i>
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	<i>Dinophysis acuta</i>
<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Dinophysis caudata</i>
<i>Chaetoceros decipiens</i>	<i>Dinophysis fortii</i>
<i>Chaetoceros diadema</i>	<i>Dinophysis hastata</i>
<i>Chaetoceros fragile</i>	<i>Gymnodinium sanguinum</i>
<i>Chaetoceros holsaticus</i>	<i>Heterocapsa triquetra</i>
<i>Chaetoceros messanensis</i>	<i>Noctulica scintillans</i>
<i>Chaetoceros sociale</i>	<i>Oxytoxum</i> sp.
<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Phalacroma rotundatum</i>
<i>Chaetoceros tortissimus</i>	<i>Podolampas palmipes</i>
<i>Chaetoceros wighami</i>	<i>Prorocentrum cordatum</i>
<i>Coscinodiscus concinnus</i>	<i>Prorocentrum micans</i>
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>	<i>Prorocentrum minimum</i>
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	<i>Prorocentrum scutellum</i>
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	<i>Prorocentrum triestinum</i>
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Protoperidinium brevipes</i>
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	<i>Protoperidinium claudicans</i>
<i>Detonula</i> sp.	<i>Protoperidinium conicum</i>
<i>Ditylum brightwellii</i>	<i>Protoperidinium depressum</i>
<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Protoperidinium divergens</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Protoperidinium grande</i>
<i>Guinardia flaccida</i>	<i>Protoperidinium leonis</i>
<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Protoperidinium oblongum</i>
<i>Hemialus membranaceus</i>	<i>Protoperidinium pallidum</i>
<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Protoperidinium pellucidum</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Protoperidinium pentagonum</i>
<i>Licmophora flabellata</i>	<i>Protoperidinium punctulatum</i>
<i>Melosira moniliformis</i>	<i>Protoperidinium pyriforme</i>
<i>Melosira nummuloides</i>	<i>Protoperidinium</i> sp.
<i>Melosira</i> sp.	<i>Protoperidinium steinii</i>
<i>Navicula</i> sp.	<i>Scrippsiella trochoidea</i>
<i>Nitzschia</i> sp.	
<i>Paralia sulcata</i>	<b>DICTYOCHOPHYCEAE</b>
<i>Pleurosigma normanii</i>	<i>Dictyocha fibula</i>
<i>Proboscia alata</i>	<i>Dictyocha</i> sp.
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	<i>Dictyocha speculum</i>
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	<b>PRASINOPHYCEAE</b>
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	<i>Halosphaera viridis</i>
<i>Rhizosolenia setigera</i>	
<i>Rhizosolenia styliiformis</i>	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>
<i>Skeletonema costatum</i>	Öglenofit flagellat
<i>Stellarima stellaris</i>	
<i>Surirella gemma</i>	<b>CHLOROPHYCEAE</b>

Tablo 3.6.Devamı

<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Scenedesmus</i> sp.
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	<i>Pediastrum</i> sp.
<i>Thalassiosira gravida</i>	
<i>Thalassiosira hyalina</i>	
<i>Thalassiosira rotula</i>	
<i>Thalassiosira</i> sp.	
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	
<i>Thalassiothrix longissima</i>	
<i>Triceratium</i> sp.	

Tablo 3.7. 2000 yılında vertikal olarak alınan kepçe örneklerindeki türlerin dağılımı

İstasyonlar	H1						H2					H3					
	15-0						15-0					10-0					
Çekim derinliği (m)																	
Aylar	T.	A.	E.	E.	K.	A.	T.	E.	E.	K.	A.	T.	A.	E.	E.	K.	A.
<b>DINOPHYCEAE</b>																	
<i>Ceratium furca</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ceratium fusus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ceratium trichoceros</i>										*	*						
<i>Ceratium tripos</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Dinophysis acuminata</i>	*	*	*							*			*				
<i>Dinophysis acuta</i>	*	*				*	*	*				*		*	*		
<i>Dinophysis caudata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*
<i>Dinophysis fortii*</i>					*												
<i>Gymnodinium sanguinum</i>				*		*				*	*				*	*	
<i>Noctulica scintillans</i>	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*		*	*	*	*
<i>Oxytoxum sp.</i>											*						
<i>Phalacroma rotundatum</i>	*	*			*			*				*			*		
<i>Podolampas palmipes*</i>		*					*										
<i>Prorocentrum cordatum</i>		*															
<i>Prorocentrum micans</i>		*		*	*	*		*		*	*						
<i>Prorocentrum minimum</i>	*						*					*					
<i>Prorocentrum scutellum</i>	*				*		*				*						
<i>Prorocentrum triestinum</i>					*												
<i>Protoberidinium brevipes</i>										*							
<i>Protoberidinium claudicans</i>		*		*		*						*	*				*
<i>Protoberidinium conicum*</i>												*					
<i>Protoberidinium depressum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*			
<i>Protoberidinium divergens</i>	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
<i>Protoberidinium oblongum</i>							*										
<i>Protoberidinium pallidum</i>	*					*	*					*					*
<i>Protoberidinium pellucidum</i>	*															*	
<i>Protoberidinium pentagonum</i>					*						*				*		
<i>Protoberidinium punctulatum</i>		*			*		*										
<i>Protoberidinium pyriforme</i>	*											*					
<i>Protoberidinium sp.</i>	*	*				*	*				*	*	*	*		*	*
<i>Protoberidinium steinii</i>	*	*			*	*	*				*	*	*	*		*	
<i>Scripsiella trochoidea</i>	*																
<b>Toplam dinoflagellat türü</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>																	
<i>Cerataulina pelagica</i>	*	*										*					
<i>Chaetoceros affinis</i>	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*				
<i>Chaetoceros affinis var. willei</i>	*						*					*					
<i>Chaetoceros brevis</i>								*									
<i>Chaetoceros compressus</i>	*	*	*	*		*	*	*			*	*		*			
<i>Chaetoceros curvisetus</i>			*											*			
<i>Chaetoceros debile*</i>	*	*					*	*								*	
<i>Chaetoceros decipiens</i>																*	
<i>Chaetoceros diadema</i>		*	*	*								*		*			

Tablo 3.7. Devamı

<i>Chaetoceros fragile</i>	*	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	
<i>Chaetoceros holsaticus</i>	*												*				
<i>Chaetoceros messanensis*</i>		*											*				
<i>Chaetoceros sociale*</i>				*				*							*		
<i>Chaetoceros sp.</i>			*		*			*					*			*	
<i>Coscinodiscus concinnus</i>								*					*				
<i>Coscinodiscus radiatus*</i>	*			*	*			*	*						*		
<i>Coscinodiscus sp.</i>				*		*				*	*					*	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>							*										
<i>Detonula sp.</i>															*	*	
<i>Ditylum brightwellii</i>				*	*	*		*	*	*				*	*	*	
<i>Guinardia delicatula</i>				*													
<i>Gyrosigma sp.</i>	*						*					*					
<i>Leptocylindrus danicus</i>	*						*		*								
<i>Leptocylindrus minimus</i>	*	*	*	*	*			*	*				*	*	*	*	
<i>Proboscia alata</i>	*	*						*				*	*	*	*		
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	*	*					*	*		*			*	*			
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima*</i>		*	*	*			*						*		*		
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	*	*											*	*			
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	
<i>Rhizosolenia imbricata</i>			*														
<i>Rhizosolenia setigera*</i>		*			*												
<i>Rhizosolenia styliiformis*</i>								*									
<i>Skeletonema costatum</i>	*	*			*	*		*		*		*	*	*	*	*	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	*	*	*	*				*	*	*			*	*	*		
<i>Thalassiothrix longissima</i>				*													
<b>Toplam diyatom türü</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>2</b>
<b>DICTYOCOPHYCEAE</b>																	
<i>Dictyocha fibula</i>											*						
<i>Dictyocha speculum</i>		*											*				
<b>PRASINOPHYCEAE</b>																	
<i>Halosphaera viridis</i>				*					*								
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>																	
Öglenofit flagellat									*						*		
<b>CHLOROPHYCEAE</b>																	
<i>Scenedesmus sp.</i>		*											*				
<b>Toplam fitoplankton türü</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>15</b>	<b>11</b>

(\*) sadece kepçe örneklerinde tespit edilen türlerdir.

Tablo 3.8. 2001 yılında vertikal olarak alınan kepçe örneklerindeki türlerin dağılımı

İstasyonlar	H2																					H3																
	H1										H2										H3																	
	15-0					15-0					15-0					10-0					10-0																	
Aylar	O.	Ş.	M.	H.	T.	A.	E.	E.	K.	A.	O.	Ş.	M.	M.	H.	T.	A.	E.	E.	K.	A.	O.	Ş.	M.	M.	H.	T.	A.	E.	E.	K.	A.						
<b>DINOPHYCEAE</b>																																						
<i>Ceratium furca</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Ceratium fusus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Ceratium horridum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Ceratium trichoceros</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Ceratium tripos</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Dinophysis acuta</i>																																						
<i>Dinophysis caudata</i>																																						
<i>Dinophysis fortii*</i>																																						
<i>Dinophysis hastata*</i>																																						
<i>Gymnodinium sanguinum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Heterocapsa triquetra</i>																																						
<i>Noctulica scintillans</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Oxytoxum sp.</i>																																						
<i>Phalacroma rotundatum</i>																																						
<i>Podolampas palmipes</i>																																						
<i>Prorocentrum minimum</i>																																						
<i>Prorocentrum cordatum</i>																																						
<i>Prorocentrum micans</i>																																						
<i>Prorocentrum scutellum</i>																																						
<i>Prorocentrum triestinum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Protoperidinium claudicans</i>																																						
<i>Protoperidinium conicum*</i>																																						
<i>Protoperidinium depressum</i>																																						
<i>Protoperidinium divergens</i>																																						
<i>Protoperidinium pallidum</i>																																						









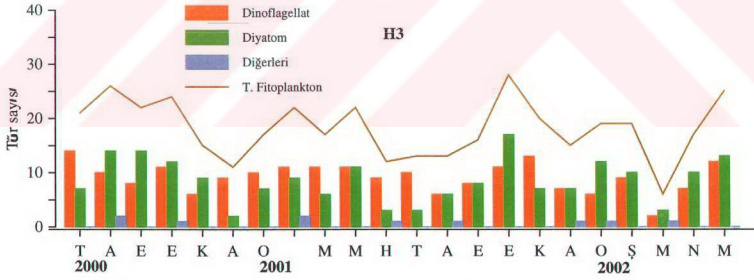
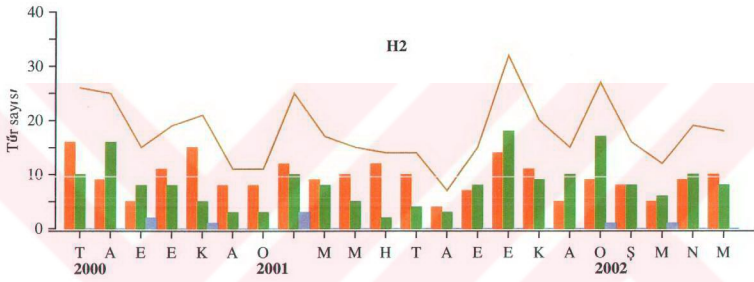
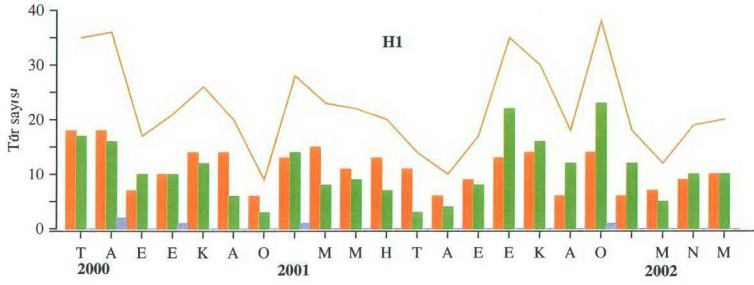
Tablo 3.9. 2002 yılında vertikal olarak alınan kepçe örneklerindeki türlerin dağılımı

İstasyonlar	H1					H2					H3				
	15-0					15-0					10-0				
Aylar	O.	Ş.	M.	N.	M.	O.	Ş.	M.	N.	M.	O.	Ş.	M.	N.	M.
<b>DINOPHYCEAE</b>															
<i>Ceratium candelabrum</i> *					*					*					
<i>Ceratium furca</i>	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*		*	*
<i>Ceratium fusus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*
<i>Ceratium horridum</i>	*	*	*	*		*	*				*	*		*	
<i>Ceratium trichoceros</i> *	*	*			*	*	*			*					*
<i>Ceratium tripos</i>	*		*	*		*		*	*	*				*	*
<i>Dinophysis acuta</i>					*										*
<i>Dinophysis caudata</i> *											*				*
<i>Noctulica scintillans</i>		*		*	*	*		*	*		*		*	*	
<i>Phalacroma rotundatum</i> *	*														*
<i>Podolampas palmipes</i> *	*														
<i>Proocentrum micans</i>	*									*					
<i>Protoperdinium brevipes</i> *												*			
<i>Protoperdinium claudicans</i> *	*														
<i>Protoperdinium conicum</i>		*													
<i>Protoperdinium depressum</i>		*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*
<i>Protoperdinium divergens</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Protoperdinium grande</i> *									*						
<i>Protoperdinium leonis</i> *	*	*		*		*			*						*
<i>Protoperdinium pallidum</i>		*	*	*	*			*	*			*			*
<i>Protoperdinium pellucidum</i>			*												
<i>Protoperdinium punctulatum</i>	*	*		*		*	*				*	*			
<i>Protoperdinium sp.</i>	*					*									
<i>Protoperdinium steinii</i>					*					*					
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	*														
<b>Toplam dinoflagellat türü</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>12</b>
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>															
<i>Actinocyclus sp.</i> *	*														
<i>Caloneis sp.</i> *								*							
<i>Chaetoceros affinis</i>				*	*				*	*				*	*
<i>Chaetoceros affinis var. willei</i>				*					*					*	
<i>Chaetoceros brevis</i> *	*			*	*				*	*				*	*
<i>Chaetoceros curvisetus</i>				*	*				*					*	*
<i>Chaetoceros debile</i> *	*			*	*	*			*	*	*			*	*
<i>Chaetoceros decipiens</i>	*					*					*				
<i>Chaetoceros diadema</i>	*			*	*	*			*	*	*			*	*
<i>Chaetoceros holsaticus</i>	*			*	*	*			*	*				*	*
<i>Chaetoceros messanensis</i>	*			*	*	*			*	*				*	*
<i>Chaetoceros sp.</i>				*					*					*	
<i>Chaetoceros tortissimus</i> *	*					*					*				
<i>Chaetoceros wighami</i>				*											*
<i>Coscinodiscus concinnus</i>		*	*				*	*				*	*		
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> *	*										*	*			

Tablo 3.9. Devamı

<i>Coscinodiscus perforatus*</i>										*					
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	*	*	*				*	*				*	*		
<i>Coscinodiscus sp.</i>	*		*				*	*	*			*	*		*
<i>Ditylum brightwellii</i>	*	*					*	*				*	*		
<i>Guinardia flaccida*</i>	*						*								
<i>Melosira nummuloides*</i>									*						*
<i>Pleurosigma normanii*</i>				*						*					*
<i>Proboscia alata</i>	*							*							
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	*	*					*					*			
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	*						*					*			
<i>Pseudosolenia calcar-avis*</i>	*						*					*			
<i>Rhizosolenia hebetata</i>					*										
<i>Rhizosolenia imbricata*</i>	*														
<i>Skeletonema costatum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Stellerima stellaris*</i>	*						*						*		
<i>Surirella gemma*</i>											*				*
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	*						*					*	*		
<i>Thalassiosira eccentrica*</i>		*						*				*			*
<i>Thalassiosira gravida*</i>				*			*	*	*			*		*	
<i>Thalassiosira hyalina*</i>		*													
<i>Thalassiosira rotula</i>	*		*				*								
<i>Thalassiosira sp.</i>	*														
<b>Toplam diyatom türü</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>13</b>
<b>PRASINOPHYCEAE</b>															
<i>Halosphaera viridis</i>	*						*				*		*		
<b>DICTYOCOPHYCEAE</b>															
<i>Dictyocha speculum*</i>								*							
<b>Toplam fitoplankton türü</b>	<b>38</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>25</b>

(\*) sadece keçe örneklerinde tespit edilen türlerdir.



Şekil 3.40. Kepçe örneklerinde saptanan türlerin istasyonlara göre grup kompozisyonu

### 3.7.3. Diyatomların dağılımı

Haliç'te tüm çalışma periyodu boyunca rastlanan en önemli iki fitoplankton grubundan biri olan diyatomların dağılımı ortamdaki ekolojik etkenlere bağlı olarak değişim göstermektedir. 1998 yılı diyatomların gerek birey sayısı gerekse de türce en fakir olduğu dönemdir. Bu dönemde diyatom türlerinden sadece *Skeletonema costatum*'un özellikle yaz sonu ve sonbahar başlarında uygun şartlarda çoğaldığı, bunun dışında diyatomların herhangi bir varlık gösteremediği ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.33.)

1999 yılında da diyatom grubunda önemli bir gelişme olmamakla birlikte önceki yıla oranla nispeten bir artış sergilemektedir. Temmuz 1999'da Haliç girişinde *S. costatum* türünün  $10^6$  hücre/L yoğunluğa ulaştığı tespit edilmiştir. Eylül ayında yine aynı türün H3 istasyonuna kadar dağılım gösterdiği, iç kesimlerde ise fitoplanktona dahi rastlanmadığı ortaya çıkmıştır (Şekil 3.34.). 1999 yılında *S. costatum* türü dışında *Thalassiosira* spp. ve *Thalassionema nitzschioides* türleri göze çarpmaktadır.

2000 yılı Haziran ayına kadar olan I. Örnekleme döneminde diyatom türlerinde önemli bir artış kaydedilmemektedir. Bu dönemde toplam fitoplanktonda olduğu gibi diyatom türlerinin de ancak H1'den H3'e kadar olan bölgede bulunduğu, iç kesimlerde ise sadece siyanobakterilere rastlandığı ortaya çıkmaktadır. Haliç'te biyolojik değişimin gerçekleştiği 2000 yılının ikinci yarısında diyatom grubunda kalitatif ve kantitatif olarak ani artışlar meydana geldiği ve baskın grubu oluşturdukları tespit edilmiştir (Şekil 3.40.). Haliç'te iyileştirme çalışmalarının ilerlediği dönemde Alibeyköy Barajı'ndan tatlı su verilmesi, iç kesimlerde yüzey suyu sirkülasyonunu engelleyen Valide Sultan Köprüsü'nün kısmen açılması gibi uygulamalar ekosistemde önemli değişimlere yol açmıştır. Bunun ilk yansımaları da iç kesimlerde meydana gelen diyatom artışlarında kendisini göstermiştir (Şekil 3.31.-3.32.). Bu dönemde *S. costatum* türünün H5 istasyonunda  $5 \times 10^6$  hücre/L yoğunluğa ulaşarak çözünmüş oksijen konsantrasyonlarında süper satürasyon meydana getirmiştir.

Dinoflagellat aşırı üremesinin gerçekleştiği Temmuz 2000'de ise diyatom türleri oldukça düşük sayıda kalmıştır. Ağustos ayında *Guinardia delicatulum* türünün  $2 \times 10^6$  hücre/L yoğunluğa ulaştığı, Kasım ayında ise özellikle iç kesimlerde *S. costatum* aşırı ürettiği ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.35.)

Fitoplanktonun zengin bir yapı sergilediği 2001 yılında özellikle diyatom türlerinde önemli miktarda hücre çoğalmaları gerçekleşmiştir. Mart ayında *S. costatum* türünün aşırı üreyerek  $8 \times 10^6$  hücre/L'ye ulaştığı, Mayıs ayında *Thalassiosira hyalina*, Haziran'da ise nanoplanktonik *Thalassiosira allenii* türünün aşırı ürediği saptanmıştır. Yaz aylarında dinoflagellatların baskın grubu oluşturdukları, ancak Ekim ayında diyatomlarda tekrar bir artış olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.36.).

2002 yılı Mart ve Mayıs aylarında diyatomlardan *S. costatum* ve *Thalassiosira* sp. türlerinde hücre çoğalması olduğu dikkati çekmektedir (şekil 3.37.).

II. Örneklem döneminde diyatom türlerinin sıkça patlama yapmaları ve iç kesimlere kadar dağılım göstermeleri su kalitesinde gözlenen iyileşmenin bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Bu çalışma periyodu boyunca diyatom türlerinin mevsimsel olarak kış sonu ve ilkbahar ayları ile sonbaharda ani artışlara yol açtıkları görülmektedir. Bu diyatom patlamalarından genellikle zincir koloni oluşturan ve uygun şartlar altında hızla çoğalan nanoplanktonik formdaki *S. costatum* ve *Thalassiosira allenii* ile *Guinardia delicatula* türlerinin sorumlu oldukları dikkati çekmektedir.

#### 3.7.4. Dinoflagellatların dağılımı

Haliç'te fitoplankton biyomasının oldukça fakir durumda olduğu I. Örneklem döneminde dinoflagellatların diyatomlara oranla ortamdaki hakim grubu oluşturdukları ve diatomların aksine iç kesimlere kadar dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir (Tablo 3.10.-3.32.). Bu durum o dönemdeki kirlenmenin boyutları göz önüne alındığında dinoflagellatların diğer gruplara nazaran ortam şartlarına daha toleranslı oldukları şeklinde yorumlanmaktadır. Bu dönemde en sık rastlanan türlerin *Ceratium* spp., *Dinophysis acuta*, *Gymnodinium sanguinum*, *Prorocentrum* spp., *Protoberidinium* spp.'dir.

II. Örneklem döneminde Haliç'te gözlenen ekolojik değişimin dinoflagellat türlerinde önemli ölçüde biyomas artışına yol açtığı ve Temmuz 2000'deki her iki örneklemede de dinoflagellat aşırı üremesinin meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 3.31.). Bu patlamalarda *Prorocentrum minimum* türünün dominant olduğu ve 26.7.2000 tarihli örneklerde H3

istasyonunda yoğunluğunun  $70 \times 10^6$  hücre/L'ye çıktığı ve 5 metrelik yüzey suyunda etkili olduğu saptanmıştır.

2001 yılı Temmuz ayında yine *Prorocentrum minimum* türünün patlama yaptığı ve iç kesimlerde  $7 \times 10^6$  hücre/L'ye ulaştığı tespit edilmiştir. Ağustos ayında ise diğer bir dinoflagellat türü *Scrippsiella trochoidea*'nin patlama yaptığı H3 istasyonunda  $10^6$  hücre/L'ye ulaştığı görülmektedir (Şekil 3.36.). Kış aylarında birey sayısı azalan dinoflagellatların geniş bir alanda dağılım gösterdikleri ortaya konulmaktadır.

2002 yılı Mayıs sonunda su sıcaklığının artmasına paralel olarak dinoflagellat grubunda kalitatif ve kantitatif olarak artış görülmesi sıcaklık artışının dinoflagellat gelişimini hızlandırdığını ve patlamalara yol açtığını göstermektedir.

II. Örneklem döneminde dinoflagellatların çok sayıda türle temsil edildiği ve H1'den H7'ye kadar birey sayısı yönünden zengin bir yapı sergilediği dikkati çekmektedir. Bu dönemde *Ceratium* spp., *Dinophysis* spp., *Heterocapsa triquetra*, *Gymnodinium sanguinum*, *Prorocentrum* spp., *Protoperdinium* spp. *Scrippsiella trochoidea* türlerine sıkça rastlanmaktadır.

### 3.7.5.. Zararlı ve toksik alg dağılımı

#### ***Microcystis* sp.**

Toksik bir siyanobakteri olan *Microcystis* sp. hücre yoğunluğu, Mayıs 98'den Mayıs 2000'e kadar olan sürede minimum  $3.3 \times 10^4$  ml<sup>-1</sup> ile maksimum  $2.7 \times 10^6$  ml<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Özellikle bol yağışlı sonbahar ve kış aylarında daha yaygın olarak rastlanan *Microcystis*'in yoğunluğu Haliç'in iç kesimlerinde (H4 ve H5) artmakta ve en yüksek değerlere ulaşmaktadır. İki önemli aşırı üreme döneminde *Microcystis* sp.'nin yoğunluğu Aralık 1998'de ist. H4'te  $1.4 \times 10^6$  hücre ml<sup>-1</sup>'ye, Şubat 1999'da ise ist. H5'te  $2.7 \times 10^6$  hücre ml<sup>-1</sup>'ye ulaşmaktadır. Yağışların azalmasına paralel olarak tuzluluk değerlerinin yükseldiği yaz aylarında ise yoğunluğun iyice düştüğü ve hatta bazı aylarda bu türe rastlanmadığı tespit edilmiştir (Şekil 3.42.).

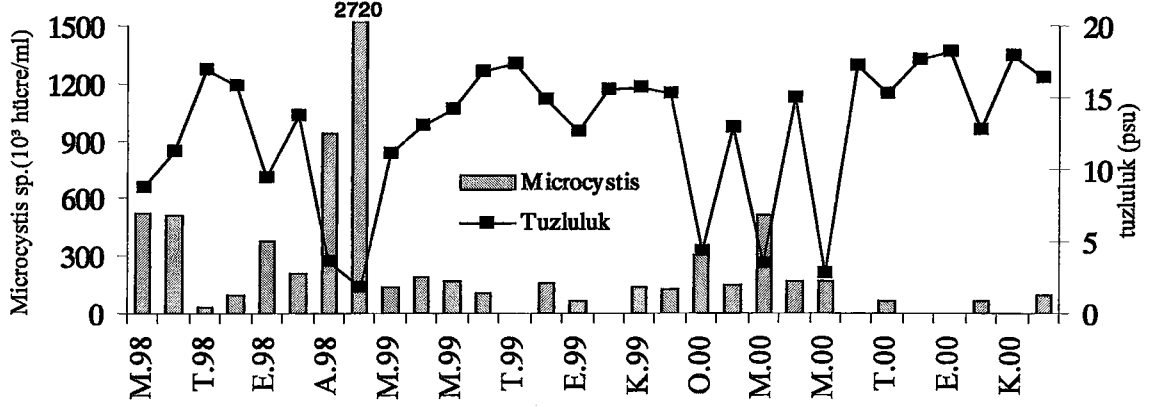


Çalışma dönemi boyunca H1 istasyonundan H5 istasyonuna doğru gidildikçe yüzeyde tuzluluğun azalmasına paralel olarak *Microcystis* sp. konsantrasyonu da artış göstermektedir. Özellikle Valide Sultan Köprüsü'nün dubalı oluşuyla yüzey suyu sirkülasyonuna engel teşkil etmesi, iç kesimlerden H4'e kadar olan kısımda *Microcystis* sp.'nin birikim yapmasına ve genellikle bu bölgede yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Örnekleme periyodu süresince tuzluluk değerleri meteorolojik şartlara göre oldukça değişken (1.80-18.15 psu) bir yapı sergilemektedir (Sur vd., 2001). Kış aylarında yağışlarla birlikte düşen tuzluluğun yaz aylarında ise yükseldiği görülmektedir. En yüksek *Microcystis* sp. yoğunluğuna tuzluluğun en düşük olduğu dönemde (Şubat 1999 ist. H5) rastlanmakta, buna karşılık yaz aylarında ise artan tuzluluk değerlerine paralel olarak *Microcystis* sp. yoğunluğunun azaldığı dikkati çekmektedir (Şekil 3.41.).

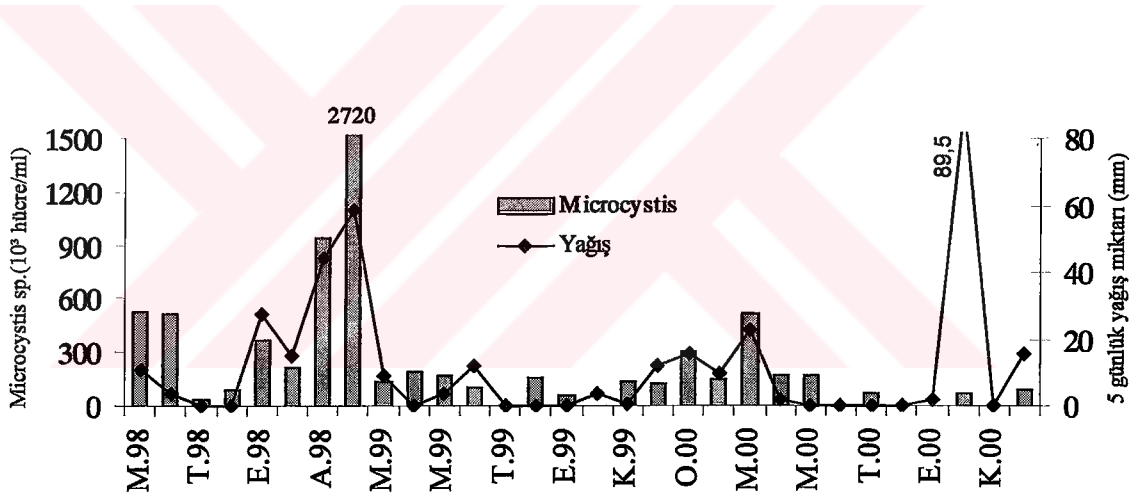
*Microcystis* sp. nin aşırı ürediği Aralık 1998'de toplam fitoplankton sadece 5 türle temsil edilirken, *Microcystis* sp.'ye rastlanmayan Kasım 2000'de ise fitoplanktonda toplam 47 tür tespit edilmiştir. Dolayısıyla *Microcystis* sp. nin varlığı tür çeşitliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Tuzluluk azalmasına neden olan yağış ve tatlı su girdileri, örnekleme öncesi 5 günlük yağış verileri dikkate alınarak değerlendirilmektedir. Şekil 3.42.'te görüldüğü gibi çalışma dönemi boyunca yağış miktarı ile *Microcystis* sp. konsantrasyonu arasında pozitif bir ilişki gözlenmektedir. *Microcystis* aşırı üreme dönemleri aynı zamanda yoğun yağış dönemlerine rastlamaktadır. Yüksek yağışa rağmen *Microcystis*'e rastlanmayan Ekim 2000'de öglenofit flagelatların aşırı ürediği bu türün dominant olduğu saptanmıştır (Şekil 3.31.-3.32.).

Toksik nitelikteki mavi-yeşil alg zehirleri herbivor zooplankterler üzerinde zararlı ve ölümcül etkiye sahiptir. Microcystin adında hepatotoksik karakterde bir zehir üreten *Microcystis*'in yoğun olduğu sulardan içen hayvanlarda karaciğerin oldukça zarar gördüğü ve yüksek dozlarda öldürücü etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Sommer, 1996).



Şekil 3.41. Haliç iç kesimlerinde tuzluluk ile *Microcystis* dağılımı arasındaki ilişki



Şekil 3.42. Yağış miktarı ile *Microcystis* dağılımı arasındaki ilişki

### *Fibrocapsa* sp.

Raphidophyceae'den üye *Fibrocapsa* adlı bir ihtiyotoksin üreten toksik bir tür olduğu bilinmektedir. 2001 yılı içinde Kasım ayında rastlanan bu türün yoğunluğu H4'te  $2.9 \times 10^5$  hücre  $L^{-1}$ 'ye çıkmaktadır. Diğer toksik türlerin aksine *Fibrocapsa* sp. türünün H1 ile H4 arasındaki kısımda ve 10 metre derinliğe kadar dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu dönemde suyun yeşilimsi bir renge sahip olduğu da gözlenmiştir.



### ***Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller**

Dinoflagellatlar arasında bulunan *Prorocentrum minimum* türünün aşırı üredikleri dönemlerde fotosentetik aktivitelerinden dolayı gündüzleri aşırı oksijen konsantrasyonlarına (hyperoxia), geceleri ise aşırı oksijen tüketimine (anoxia) yol açarak ekosistem için zararlı olabilirler. Bu şekilde zararlı etkiye sahip olan bu tür özellikle yaz aylarında aşırı üreme göstermektedir. 2000 yılı Temmuz ayında H3'te  $70 \times 10^6$  hücre  $L^{-1}$  olan yoğunluk, 2001 yılı Temmuz ayında H5'te  $36 \times 10^6$  hücre  $L^{-1}$  olarak bulunmuştur (Şekil 3.31.). Aynı zamanda 2001 yılı boyunca en yüksek klorofil *a* konsantrasyonu da H5'te ölçülmüştür. Aşırı üreme durumu etkisini H2'den itibaren H7'ye kadar göstermekte (Şekil 3.36.) ve suyun rengi yeşilden kahverengine doğru değişmektedir.

Tablo 3.10. Mayıs 1998 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No.:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 28.05.1998														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )	29						150				258		715	525
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>			250	250										
<i>Ceratium fusus</i>							250							
<i>Ceratium tripos</i>			250											
<i>Dinophysis acuta</i>				250										
<i>Gymnodinium sanguinum</i>			250	250			250							
<i>Prorocentrum micans</i>			250	250										
<i>Prorocentrum scutellum</i>							250							
<i>Prorocentrum triestinum</i>				250										
<i>Protoperidinium</i> sp.			250				250					250		
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	250													
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	0	0	1250	1250	0	0	1000	0	0	0	0	250	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	250	0	1250	1250	0	0	1000	0	0	0	0	250	0	0

Tablo 3.11. Haziran 1998 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No.:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 25.06.1998														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )	42						90				167		675	512
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>			250					1000			250			
<i>Ceratium fusus</i>	250												250	
<i>Ceratium tripos</i>				250				250						
<i>Dinophysis acuta</i>	500							750						
<i>Gonyaulax</i> sp.		250												
<i>Gymnodinium sanguinum</i>	2000			250					250		250	250		
<i>Gymnodinium</i> sp.		2500	250	2000	500	4000							750	500
<i>Heterocapsa triquetra</i>				1000	500			250						
<i>Prorocentrum micans</i>	750	1750	750	1250		1250		2750	500				250	
<i>Prorocentrum minimum</i>				250										
<i>Prorocentrum scutellum</i>	5250	7500	500	9000	5500	5250		7000	2750	250			250	1000
<i>Prorocentrum triestinum</i>								250						
<i>Protoperidinium brevipes</i>		500						250	250					
<i>Protoperidinium depressum</i>								250						250
<i>Protoperidinium punctulatum</i>					250									
<i>Protoperidinium steinii</i>	250		250											
<i>Scrippsiella trochoidea</i>		1000												
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Coscinodiscus radiatus</i>												250		
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	9000	13500	2000	14000	6750	10500	0	12750	3750	250	500	250	1500	1750
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	9000	13500	2000	14000	6750	10500	0	12750	3750	250	500	500	1500	1750

Tablo 3.12. Temmuz 1998 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 23.07.1998														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )														33
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>			250											
<i>Ceratium fusus</i>			250											
<i>Ceratium tripos</i>		500												
<i>Dinophysis acuta</i>	250	250		250										
<i>Gonyaulax</i> sp.	250													
<i>Noctulica scintillans</i>							1000							
<i>Prorocentrum micans</i>	500	250	500				500							
<i>Protoberidinium claudicans</i>			250											
<i>Protoberidinium divergens</i>	250													
<i>Protoberidinium pyriforme</i>		250	250											
<i>Protoberidinium</i> sp.				250										
<i>Protoberidinium steinii</i>		250	250											
<i>Pyrophacus horologium</i>			250											
<b>Toplam Dinophyceae</b>	1250	1500	2000	500	0	0	1500	0	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	1250	1500	2000	500	0	0	1500	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 3.13. Ağustos 1998 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 27.08.1998														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )													51	90
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>			250											
<i>Ceratium fusus</i>	1000	250	1250		250			1250				250		
<i>Dinophysis acuta</i>								250						
<i>Noctulica scintillans</i>	500													
<i>Prorocentrum micans</i>	1000													
<i>Protoberidinium depressum</i>												250		
<i>Protoberidinium pyriforme</i>	250													
<i>Protoberidinium steinii</i>	250													
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Coscinodiscus concinnus</i>				500										
<i>Coscinodiscus perforatus</i>		500						500	250					
<i>Coscinodiscus</i> sp.			250											
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>			250											
<i>Skeletonema costatum</i>						32000	20000	20500			18500	11000	101000	1100
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		1000						1750				1000		
<i>Thalassiosira</i> sp.	5500													
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	5500	1500	500	500	0	32000	20000	22750	250	0	18500	12000	101000	1100
<b>Toplam Dinophyceae</b>	3000	250	1500	0	250	0	0	1500	0	0	0	500	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	8500	1750	2000	500	250	32000	20000	24250	250	0	18500	12500	101000	1100

Tablo 3.14. Eylül 1998 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 24.09.1998														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )						80					90		297	375
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium fusus</i>	750	250	500											
<i>Dinophysis acuta</i>	500													
<i>Gymnodinium sanguinum</i>	250													
<i>Prorocentrum micans</i>	1000	250												
<i>Prorocentrum scutellum</i>	500													
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Nitzschia longissima</i>								250						
<i>Rhizolenia hebetata</i>			500	250										
<i>Rhizolenia styliformis</i>	250	500												
<i>Skeletonema costatum</i>	25000	25000		28500	2500							1250		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1000	2250	3000	2750				4000				750		
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	26250	27750	3500	31500	2500	0	0	4250	0	0	0	2000	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	3000	500	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	29250	28250	4000	31500	2500	0	0	4250	0	0	0	2000	0	0

Tablo 3.15. Kasım 1998 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 02.12.1998														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )							295				315		342	210
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>				250										
<i>Ceratium fusus</i>					250									
<i>Dinophysis acuminata</i>					250									
<i>Dinophysis caudata</i>		250												
<i>Phalocrama rotundata</i>				250										
<i>Prorocentrum cordatum</i>									250					
<i>Prorocentrum micans</i>	500								250			250		
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Ditylum brightwellii</i>	1000	2500	2500	2250	1250	250								
<i>Nitzschia</i> sp.	250													
<i>Rhizolenia hebetata</i>		500				250								
<i>Skeletonema costatum</i>	1500			4250	1250					9000				
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		2000												
<i>Thalassiosira eccentrica</i>									250					
<i>Thalassiosira</i> sp.			500											
<i>Thalassiothrix longissima</i>		1750												
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	2750	6750	3000	6500	1250	1750	0	0	250	9000	0	0	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	500	250	0	500	500		0	0	500		0	250	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	3250	7000	3000	7000	1750	1750	0	0	750	9000	0	250	0	0

Tablo 3.16. Aralık 1998 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 25.12.1998														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )	312						760				900		1425	942
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>		250												
<i>Gymnodinium sanguinum</i>		250												
<i>Prorocentrum cordatum</i>						250								
<i>Prorocentrum micans</i>			250	250		250								
<i>Protoperidinium steinii</i>						250								
<b>Toplam Dinophyceae</b>	0	500	250	250	0	750	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	0	500	250	250	0	750	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 3.17. Şubat 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 09.02.1999														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )	312						1850				1665		2280	2720
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Gymnodinium sanguinum</i>		500												
<i>Heterocapsa triquetra</i>		250			250									
<i>Prorocentrum scutellum</i>		2750	2750	1250	750			2250	500			500		
<i>Protoperidinium divergens</i>		500												
<i>Protoperidinium pallidum</i>			250											
<i>Protoperidinium</i> sp.		1500												
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Coscinodiscus perforatus</i>			250	250	250									
<i>Detonula confervacea</i>									250					
<i>Thalassiosira hyalina</i>		1000												
<i>Thalassiosira rotula</i>		1250		2250	1250			750				1750		
<i>Thalassiosira</i> sp.									500					
<b>Prasinophyceae</b>														
<i>Halosphaera viridis</i>									250					
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	0	2250	250	2500	1500	0	0	750	750	0	0	1750	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	0	5500	3000	1250	1000	0	0	2250	500	0	0	750	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	0	7750	3250	3750	2500	0	0	3000	1250	0	0	2500	0	0

Tablo 3.18. Mart 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 09.03.1999														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )	33						86				95		160	135
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>	250		500					250						
<i>Ceratium fusus</i>	250					500								
<i>Dinophysis acuta</i>							500	500						
<i>Diplopsalis lenticula</i>				500										
<i>Gymnodinium sanguinum</i>			250					500	250			500		
<i>Heterocapsa triquetra</i>								250						
<i>Phalocrama rotundata</i>								250						
<i>Prorocentrum micans</i>		250			750	500	750	500	1000					
<i>Prorocentrum scutellum</i>	1750	750		750		500								
<i>Prorocentrum triestinum</i>								500						
<i>Protoperdinium divergens</i>		250		250										
<i>Protoperdinium pallidum</i>									250					
<i>Protoperdinium pellucidum</i>		250												
<i>Protoperdinium steinii</i>							500							
<i>Scripsiella trochoidea</i>									750					
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Coscinodiscus</i> sp.				250	250									
<i>Navicula</i> sp.								500						
<i>Thalassiosira</i> sp.					2000									
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	0	0	0	250	2250	0	0	500	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	2250	1500	750	1500	750	1500	2000	4000	2000	0	0	0	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	2250	1500	750	1750	3000	1500	2000	3500	2000	0	0	0	0	0

Tablo 3.19. Nisan 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 13.04.1999														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )											120		182	185
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium fusus</i>								250						
<i>Noctulica scintillans</i>		250												
<i>Prorocentrum micans</i>							750							
<i>Prorocentrum scutellum</i>	250	250												
<i>Protoperdinium claudicans</i>	250													
<i>Protoperdinium depressum</i>							250							
<i>Protoperdinium divergens</i>	250													
<b>Toplam Dinophyceae</b>	750	500						250						
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	750	500						250						

Tablo 3.20. Mayıs 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 11.05.1999														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )							68					129	143	168
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium fusus</i>		250						250						
<i>Gymnodinium sanguineum</i>		250												
<i>Heterocapsa triquetra</i>		250												
<i>Prorocentrum micans</i>	250													
<i>Protoperdinium</i> sp.								250						
<i>Scripsiella trochoidea</i>								250						
<b>Toplam Dinophyceae</b>	250	750	0	0	0	0	0	750	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	250	750	0	0	0	0	0	750	0	0	0	0	0	0

Tablo 3.21. Haziran 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 11.06.1999														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )													127	103
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>	250	250												
<i>Ceratium tripos</i>			250											
<i>Dinophysis acuta</i>												250		
<i>Gymnodinium sanguineum</i>	1250	1750	1250	500				1750	750					
<i>Heterocapsa triquetra</i>	1250													
<i>Prorocentrum micans</i>			750											
<i>Protoperdinium depressum</i>	250													
<i>Protoperdinium pellucidum</i>	250													
<i>Protoperdinium</i> sp.	250													
<i>Protoperdinium steinii</i>	500		500					500						
<i>Scripsiella trochoidea</i>	250	250	1000											
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Coscinodiscus</i> sp.	250													
<i>Melosira nummuloides</i>								1000						
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	250	0	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	4750	2250	3750	500	0	0	0	2250	750	0	0	250	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	4500	2250	3750	500	0	0	0	3250	750	0	0	250	0	0



Tablo 3.22. Temmuz 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 13.07.1999														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )														
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>	200						500	250	250					
<i>Ceratium fusus</i>	200	800	250				750	250	500					
<i>Ceratium tripos</i>			250				250	250	250					
<i>Dinophysis caudata</i>									250					
<i>Dinophysis fortii</i>												500		
<i>Phalocrama rotundata</i>									250					
<i>Prorocentrum micans</i>	200	400	250				2500		250		250			
<i>Protoperdinium depressum</i>		200					250							
<i>Protoperdinium pellucidum</i>									250					
<i>Protoperdinium pyriforme</i>	200													
<i>Protoperdinium</i> sp.	350								250					
<i>Protoperdinium steinii</i>				250			250							
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Coscinodiscus</i> sp.	1750													
<i>Melosira nummuloides</i>									2000					
<i>Nitzschia</i> sp.	200													
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>		600					250							
<i>Raphoneis</i> sp.									250					
<i>Rhizosolenia hebetata</i>			250						250					
<i>Skeletonema costatum</i>	874000	61700					20000		6000					
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1050	1000												
<i>Thalassiosira gravida</i>	86600	1600												
<i>Thalassiosira</i> sp.							11500		2000				500	
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	963600	64900	250	0	0	0	31750		10500	0	0	0	500	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	1150	1400	750	250	0	0	68000	1000	23000	0	250	500	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	964750	66300	1000	250	0	0	36250	1000	12500	0	250	500	500	0

Tablo 3.23. Ağustos 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 10.08.1999														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )													198	156
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>		1000												
<i>Ceratium tripos</i>									250					
<i>Dinophysis acuta</i>		250	250	250					250					
<i>Gymnodinium</i> sp.	250													
<i>Prorocentrum micans</i>	750	250	250				250							
<i>Prorocentrum triestinum</i>	250													
<i>Protoperdinium claudicans</i>		250												
<i>Protoperdinium pellucidum</i>		250												
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Coscinodiscus</i> sp.									250					
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	500	250												
<i>Skeletonema costatum</i>							2250							
<i>Thalassiosira eccentrica</i>				250										
<i>Thalassiosira</i> sp.	1000	2250					750							
<b>Prasinophyceae</b>														
<i>Halosphaera viridis</i>										250				
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	1500	2500	0	250	0	0	3000	250	250	0	0	0	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	1250	2000	500	250	0	0	250	250	250	0	0	0	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	2750	4500	500	500	0	0	3250	500	500	0	0	0	0	0



Tablo 3.24. Eylül 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
<b>Derinlik (m):</b>														
<b>Tarih: 14.09.1999</b>														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )													79	61
<i>Oscillatoria</i> sp.						25000								
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>	250	250	500		250									
<i>Dinophysis caudata</i>	250	250	250		250			250						
<i>Prorocentrum cordatum</i>								250						
<i>Prorocentrum micans</i>	2000	1500	500					250						
<i>Protoperidinium brevipes</i>								250						
<i>Protoperidinium divergens</i>						250								
<i>Protoperidinium steinii</i>	500													
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Cerataulina pelagica</i>		2250	4250		6250			4000						
<i>Chaetoceros</i> sp.	3750		3750					3750						
<i>Ditylum brightwellii</i>		250	250											
<i>Gyrosigma</i> sp.		500												
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>			1500		3000									
<i>Skeletonema costatum</i>	17500						107500				290000			
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	2750	1000		3000	1750				2500					
<i>Thalassiosira</i> sp.	2000						1000							
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	26000	14000	9750	7000	11000	0	108500	35750	27500	0	290000	0	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	55000	2000	1250	0	1000	0	750	250	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	37250	16000	36000	7000	30500	0	109250	36000	27500	0	290000	0	0	0

Tablo 3.25. Ekim 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
<b>Derinlik (m):</b>														
<b>Tarih: 12.10.1999</b>														
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>	500													
<i>Ceratium fusus</i>		250		250			250	250			250			
<i>Ceratium trichoceros</i>	250													
<i>Dinophysis caudata</i>							250							
<i>Dinophysis fortii</i>												250		
<i>Phalocrama rotundata</i>							250							
<i>Prorocentrum cordatum</i>	250										500	250		
<i>Prorocentrum micans</i>	3000		500				3250	250			250			
<i>Protoperidinium divergens</i>								250						
<i>Protoperidinium pellucidum</i>											250			
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Chaetoceros</i> sp.					2500									
<i>Coscinodiscus</i> sp.		250			500									
<i>Gyrosigma</i> sp.					250									
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	250													
<i>Skeletonema costatum</i>							3500							
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		1250	500									1000		
<b>Prasinophyceae</b>														
<i>Halosphaera viridis</i>	250													
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	250	1500	500	0	3250	0	3500	0	0	0	0	1000	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	4000	250	500	250	0	0	4250	750	0	0	1250	500	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	4250	1750	1000	250	3250	0	7750	750	0	0	1250	1500	0	0

Tablo 3.26. Kasım 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 09.11.1999														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )														131
<i>Oscillatoria</i> sp.						15000				125000				
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>										250				
<i>Ceratium fusus</i>	250	500	250							250				
<i>Ceratium tripos</i>	250				250					250	250			
<i>Dinophysis caudata</i>				500						250				
<i>Dinophysis fortii</i>			250						500	500				
<i>Heterocapsa triquetra</i>	250													
<i>Prorocentrum cordatum</i>		500			750			1000					500	
<i>Phalocrama rotundata</i>	250													
<i>Prorocentrum micans</i>	500			1000				1500				750		
<i>Prorocentrum scutellum</i>												250		
<i>Prorocentrum triestinum</i>								250						
<i>Protoperdinium claudicans</i>	250													
<i>Protoperdinium depressum</i>		250												
<i>Protoperdinium divergens</i>			250											
<i>Protoperdinium pellucidum</i>													250	
<i>Protoperdinium</i> sp.	250		250		250						250			
<i>Protoperdinium steintii</i>	250													
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Chaetoceros holsaticus</i>	2500													
<i>Chaetoceros</i> sp.				1500										
<i>Coscinodiscus concinnus</i>	250	250			250									
<i>Coscinodiscus</i> sp.							500							
<i>Ditylum brightwellii</i>	750	250								250				
<i>Navicula</i> sp.		500												
<i>Rhizosolenia alata</i>	250	250												
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	250			250										
<i>Rhizosolenia hebetata</i>							250		500	250				
<i>Skeletonema costatum</i>				3500										
<i>Thalassionema nitzschioides</i>					500									
<i>Thalassiosira eccentrica</i>										250				
<i>Thalassiosira rotula</i>	750		750											
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	3750	3750	7500	7750				5000	3250			250		
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	8500	5250	7250	13000	750	750	0	5750	3750	0	0	250	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	2250	1500	2250	1000	250	0	4250	750	250	0	1000	750	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	10750	6750	9500	14000	1000	750	4250	6500	4000	0	1000	1000	0	0

Tablo 3.27. Aralık 1999 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 14.12.1999														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. ( $\times 10^6$ )													152	121
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>	500	1500	250					500					250	
<i>Ceratium fusus</i>		750	250	250										
<i>Ceratium trichoceros</i>				250										
<i>Dinophysis acuta</i>			250											
<i>Dinophysis caudata</i>											250			
<i>Noctulica scintillans</i>		500		250										
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>										250				
<i>Prorocentrum cordatum</i>	500		250											
<i>Prorocentrum micans</i>	750	250	250											
<i>Prorocentrum scutellum</i>	1750	1750	2750	750			250	750		250				
<i>Prorocentrum triestinum</i>								250						
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Chaetoceros similis</i>											250			
<i>Rhizosolenia hebetata</i>			500											
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>		750	250											
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	0	750	750	0	0	0	0	0	0	0	0	250	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	3500	3750	4000	1500	0	0	250	1500	0	500	500	250	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	3500	4500	4750	1500	0	0	250	1500	0	0	500	500	0	0

Tablo 3.28. Ocak 2000 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 18.01.2000														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. ( $\times 10^6$ )							58				106		310	300
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>			500										250	
<i>Ceratium fusus</i>													250	
<i>Dinophysis caudata</i>				500									250	
<i>Noctulica scintillans</i>				250										
<i>Prorocentrum micans</i>												250		
<b>Toplam Dinophyceae</b>	0	0	500	750	0	0	0	0	0	0	0	1000	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	0	0	500	750	0	0	0	0	0	0	0	1000	0	0

Tablo 3.29. Şubat 2000 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 15.02.2000														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )							41					65	144	143
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium fusus</i>												250		
<i>Prorocentrum cordatum</i>								250						
<i>Prorocentrum scutellum</i>				250	250		250	250			500			
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Coscinodiscus concinnus</i>				1250	250					1500				
<i>Coscinodiscus</i> sp.								250	750					
<i>Detonula</i> sp.		2500	500	2250	250				500				1000	
<i>Pleurosigma</i> sp.													1250	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		1500	1250		1250					1750				
<i>Thalassiosira decipiens</i>										2250			1250	
<i>Thalassiosira eccentrica</i>					250									
<i>Thalassiosira rotula</i>	3500	8000	8750	36500	500		1250	14000	2250				5000	
<i>Thalassiosira</i> sp.	500		500										2000	
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	4000	12000	11000	40000	2500		1250	14250	9000	0	0	10500		
<b>Toplam Dinophyceae</b>	0	0	0	250	250		250	500	0	0	500	250	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	4000	12000	11000	40250	2750		1500	14750	9000	0	500	10750	0	0

Tablo 3.30. Mart 2000 örnekleme döneminde su örneklerinde türlerin rastlanan birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 08.03.2000														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )							67					168	545	512
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>	250													
<i>Ceratium fusus</i>				250										
<i>Protoperdinium pellucidum</i>				250										
<i>Protoperdinium</i> sp.		250			250									
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Chaetoceros</i> sp.				1500										
<i>Detonula</i> sp.	750	1000	5000	5000	1000		1000	2500	3250	1000				
<i>Leptocylindrus danicus</i>			250											
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>									1500					
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	750	1000	5250	6500	1000	0	1000	2500	4750	1000	0	0	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	250	250	500	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	1000	1250	5000	6500	1250	0	1000	2500	4750	1000	0	0	0	0

Tablo 3.31. Nisan 2000 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 11.04.2000														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )							58				109		208	165
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium fusus</i>		500						750			500	500		
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>							4000				32500			
<i>Phalacroma rotundatum</i>							250							
<i>Prorocentrum micans</i>							500							
<i>Protoperidinium depressum</i>								250				250		
<i>Protoperidinium pallidum</i>			250											
<i>Protoperidinium pellucidum</i>				250								250		
<i>Protoperidinium punctulatum</i>												250		
<i>Protoperidinium</i> sp.	250	500												
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Detonula</i> sp.										500				
<i>Rhizosolenia hebetata</i>												2000		
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500	0	2000	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	250	1000	250	250	0	0	4750	1000	0	0	33000	1250	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	250	1000	250	250	0	0	4750	1000	0	500	33000	3250	0	0

Tablo 3.32. Mayıs 2000 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 09.05.2000														
<b>PROKARYOTA</b>														
<b>Cyanophyceae</b>														
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )							57				113		134	168
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>								250						
<i>Ceratium fusus</i>	750	250						500						
<i>Ceratium tripos</i>		500							250			250		
<i>Dinophysis acuta</i>	250							500				500		
<i>Diptopsalis lenticula</i>								250						
<i>Heterocapsa triquetra</i>	1750													
<i>Phalacroma rotundatum</i>	250													
<i>Protoperidinium pellucidum</i>				250										
<i>Protoperidinium</i> sp.	250													
<i>Pyrophacus horologium</i>								250				250		
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	250	250												
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Chaetoceros holsaticus</i>				2000										
<i>Chaetoceros</i> sp.				2500				2500						
<i>Leptocylindrus danicus</i>								250						
<i>Thalassiosira</i> sp.												1500		
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	0	0	0	4500	0	0	0	2750	0	0	0	1500	0	0
<b>Toplam Dinophyceae</b>	3500	1000	0	250	0	0	0	1750	250	0	0	1000	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	3500	1000	0	4750	0	0	0	4500	250	0	0	2500	0	0

Tablo 3.33. 13 Haziran 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1						H2				H3		H4	H5
	0.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	10	0.5	0.5
Derinlik (m):														
Tarih: 13.06.2000														
<b>EUKARYOTA</b>														
<b>Dinophyceae</b>														
<i>Ceratium furca</i>		500						500						
<i>Ceratium fusus</i>	500	250	500				250	1250	1000		1000			
<i>Ceratium macroceros</i>												500		
<i>Ceratium tripos</i>	1000													
<i>Dinophysis acuta</i>	1500	500	500				250	250			500			
<i>Phalacroma rotundatum</i>		250												
<i>Protoperdinium depressum</i>							250							
<i>Protoperdinium sp.</i>	250													
<i>Scripsiella trochoidea</i>	3000						1000							
<b>Bacillariophyceae</b>														
<i>Leptocylindrus danicus</i>	250													
<i>Skeletonema costatum</i>	3000						17750	3750			19000		55000	6250
<i>Thalassiosira sp.</i>							500							
<b>Englenophyceae</b>														
Öglenofit flagellat							1000				225000			
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	3250	0	0	0	0	0	18250	3750	0	0	19000	0	55000	6250
<b>Toplam Dinophyceae</b>	6250	1500	1000	0	0	0	1750	2000	1000	0	1500	500	0	0
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	9500	1500	1000	0	0	0	21000	5750	1000	0	245500	500	55000	6250

Tablo 3.34. 23 Haziran 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (nücre/L)

İstisyon No:	H1						H2						H3						H4						H5					
	0.5	2.5	5	10	20	25	35	0.5	10	20	30	0.5	2.5	5	10	0.5	2.5	5	10	0.5	2.5	5	0.5	2.5	5	0.5	2.5	5		
Derralık (m):																														
Tarih: 23.06.2000																														
EUKARYOTA																														
Dinophyceae																														
<i>Ceratium furca</i>	450	2500	400	600				5200	400	450		600	2700	3050																
<i>Ceratium fusus</i>	1350	3400	3650	8100	14950	16950	650	4600	4050	26400	1300	600	650	1750	2050	4500														
<i>Ceratium tripos</i>	400		400	400				400	400	400				150																
<i>Dinophysis acuminata</i>								400						350	450	150														
<i>Dinophysis acuta</i>		1250						400				400																		
<i>Gymnodinium</i> sp.	900	450				200		3950					71700	86500	47000	150	4500	15000	12000	99000	51000	12750								
<i>Phalacrocoma rotundatum</i>			400					400																						
<i>Prorocentrum micans</i>	450		400		250			1650	200			800	350	200																
<i>Prorocentrum depressum</i>								400																						
<i>Prorocentrum divergens</i>	250																													
<i>Prorocentrum minutum</i>			400			200		1650				200	200	200																
Bacillariophyceae																														
<i>Coscinodiscus</i> sp.			400	400		200		200																						
<i>Detonula</i> sp.														200																
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>																														
<i>Rhizosolenia alata</i>	900	900	900					6250	800																					
<i>Skeletonema costatum</i>	240000	150000	73000	147500	29500	31000	4000	163250	576000	32200	121000	130000	205500	134000	38400	846500	58400	20000	137500	38000	25000									
<i>Thalassiosira angustic-lineata</i>														900																
<i>Thalassiosira rotula</i>	650	1600		1600				9350	400	9600		2200	4700	3500	2550	144000	115000	20000	137500	38000	25000									
Toplam Bacillariophyceae	241550	152500	74300	149500	29500	31200	4000	164450	585600	32200	123200	134700	245500	147700	38400	866500	58400	20000	137500	38000	25000									
Toplam Dinophyceae	3800	6700	5250	9100	15200	17350	650	18650	5650	26800	1750	74900	91150	52850	2500	9000	15000	12000	104500	51000	12750									
Toplam Fitoplankton*	245250	159200	79550	158600	44700	48550	4650	186100	612400	33950	197900	225850	298350	150200	38400	878500	58400	20000	137500	38000	25000									



Tablo 3.35. 11 Temmuz 2000 döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1										H2					H3					H4					H5					H6					H7													
	0.5	2.5	5	10	20	35	25	20	10	5	0.5	2.5	5	10	20	30	0.5	2.5	5	10	0.5	2.5	5	10	20	30	0.5	2.5	5	10	20	30	0.5	2.5	5	10	20	30	0.5	2.5	5	10	20	30	0.5	2.5	5	10	20
Derhalik (m):																																																	
Tarih: 11.07.2000																																																	
<b>PROKARYOTA</b>																																																	
Cyanophyceae																																																	
<i>Microcystis</i> sp.(x10 <sup>6</sup> )																																																	
<i>Oscillatoria</i> sp.	20000																																																
<b>EUKARYOTA</b>																																																	
Dinophyceae																																																	
<i>Ceratium furca</i>	1250																																																
<i>Ceratium fusus</i>	5750 3250 2000 10500 35000 28500 1000 2250 4750 6750 17250																																																
<i>Ceratium lineatum</i>																																																	
<i>Ceratium tripos</i>	1250																																																
<i>Dinophysis acuminata</i>																																																	
<i>Dinophysis acuta</i>	500 250 750																																																
<i>Dinophysis sacculus</i>																																																	
<i>Heterocapsa triquetra</i>	500																																																
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	250																																																
<i>Oxytoxum</i> sp.	250																																																
<i>Prorocentrum cordatum</i>	500																																																
<i>Prorocentrum micans</i>	2750 250 500 1500 1000 1250 500 500																																																
<i>Prorocentrum minimum</i>	387500 275000 125000																																																
<i>Prorocentrum scutellum</i>	250 250 250 250																																																
<i>Prorocentrum triestinum</i>	250 250 500 250																																																
<i>Protoperidinium claudicans</i>	250																																																
<i>Protoperidinium depressum</i>	250																																																
<i>Protoperidinium divergens</i>	250																																																
<i>Protoperidinium pallidum</i>	250																																																
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	250																																																
<i>Protoperidinium sp.</i>	250 500																																																
<i>Protoperidinium stictii</i>	750 250 250																																																
<i>Scrippsiella trochoidea</i>																																																	
Bacillariophyceae																																																	
<i>Coscinodiscus</i> sp.	250																																																
<i>Thalassiostris</i> sp.	500000 500000 437500																																																
Euglenophyceae																																																	
Oögenofiti flagellat																																																	
Chlorophyceae																																																	
<i>Pediastrum</i> sp.	250																																																
<b>Toplam Bacillariophyceae</b>	0 0 250 0																																																
<b>Toplam Dinophyceae</b>	398750 279750 129750 10750 36000 29250 1000 68+06 68+06 221750 132500 0 5E+06 2E+06 43250 11250 6E+06 5E+06 877500 625000 625000 1500 0 4500 0 750 0																																																
<b>Toplam Fitoplankton*</b>	399000 279750 130000 10750 36000 29250 1000 6E+06 6E+06 7E+06 221750 132500 0 5E+06 2E+06 43250 11250 6E+06 5E+06 877500 625000 625000 1500 250 14500 0 18750 15000																																																





























Tablo 3.45. Mayıs 2001 örnekleme döneminde su örneklerinde rastlanan türlerin birey sayıları (hücre/L)

İstasyon No:	H1					H2					H3					H4					H5					H6					H7				
	0.5	2.5	5	10	20	25	35	0.5	2.5	5	10	20	30	0.5	2.5	5	10	0.5	2.5	5	0.5	2.5	5	0.5	2.5	5	0.5	2.5	5	0.5	2.5	5			
Derinlik (m):																																			
Tarih: 23.05.2001																																			
<b>PROKARYOTA</b>																																			
Cyanophyceae																																			
<i>Microcystis</i> sp. (x10 <sup>6</sup> )																																			
<b>EUKARYOTA</b>																																			
Dinophyceae																																			
<i>Ceratium furca</i>						500																													
<i>Ceratium fusus</i>						500	1000	500																											
<i>Dinophysis acuta</i>						250	250																												
<i>Gymnodinium sanguineum</i>						50000	37000	47000	43500	16000	3000	3000	0	24500	75500	58750	35000	4250																	
<i>Heterocapsa triquetra</i>						2500	1250							1750	5000	1250																			
<i>Prorocentrum cordatum</i>														250																					
<i>Prorocentrum micans</i>						250																													
<i>Prorocentrum brevipes</i>						250																													
<i>Prorocentrum divergens</i>																																			
<i>Prorocentrum pallidum</i>																																			
<i>Prorocentrum</i> sp.																																			
<i>Sciphiella trochoidea</i>						3500	2250	500						4750	5750	5000	1500	250																	
Bacillariophyceae																																			
<i>Coscinodiscus</i> sp.						500																													
<i>Dactylosolen fragillissimus</i>																																			
<i>Leptocylindrus danicus</i>																																			
<i>Proboscis alata</i>																																			
<i>Skeltomena costatum</i>						13500	3000																												
<i>Thalassionema nitzeichoides</i>						8500																													
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>						9750	3000	2000																											
<i>Thalassiosira gravida</i>						251750	74500	39750	32500																										
<i>Thalassiosira hyalina</i>						750	3500																												
<i>Thalassiosira</i> sp.																																			
Dietrichophyceae																																			
<i>Dietricha</i> sp.																																			
<i>Dietricha speculum</i>																																			
Englenophyceae																																			
<i>Oglenofit flagellat</i>																																			
Toplam Bacillariophyceae						284750	84000	41750	32750	0	0	0	0	186000	417250	187500	41250	7500	0	311250	129000	61000	16100	110750	149000	403750	694250	610000	18+06	960000	28+06	28+06			
Toplam Dinophyceae						57000	41750	48000	43500	16000	3000	3000	0	31500	86500	66250	38150	4500	0	62500	32750	14750	17750	15000	7750	15500	19250	12500	5000	2500	0	0			
Toplam Fitoplankton*						339250	125750	89750	76250	16000	3000	250	221250	503750	255000	79400	12000	0	374250	162250	76000	17750	410000	118500	164500	451000	729750	630000	18+06	969500	28+06	28+06			

































### 3.8. Çeşitlilik indeksleri

Bu çalışmada denizel araştırmalarda en çok kullanılan diversite (=çeşitlilik) indekslerinden olan Shannon-Wiener indeks ( $H'$ ) (tür çeşitliliği), Margalef indeks ( $D$ ) (tür zenginliği) ve Pielou Evenness indeksleri ( $J$ ) (değişmezlik, homojenlik veya göreceli çeşitlilik) toplam fitoplankton (siyanobakteriler hariç) üzerinden hesaplanmıştır. Hesaplamalar aylara göre H1 ve H2 istasyonlarında 0.5, 5, 10 ve 20 metrelerde, H3 istasyonlarda 0.5 ve 10 metrelerde, diğer sığ istasyonlarda ise sadece 0.5 metrede yapılmıştır. Bu diversite indekslerinin istasyonlar arasındaki aylara ve derinliğe bağlı olarak göreceli karşılaştırmalarını yapabilmek için tablolar düzenlenmiştir (Tablo 3.58.-3.61.).

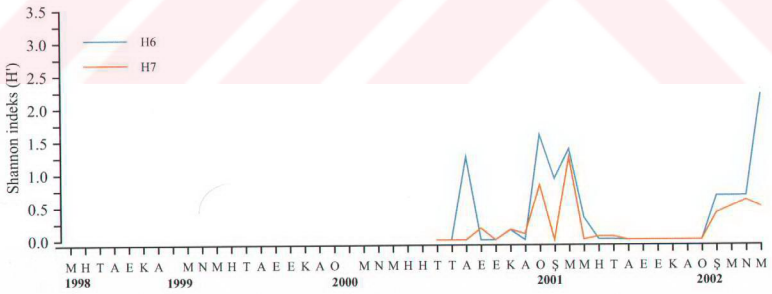
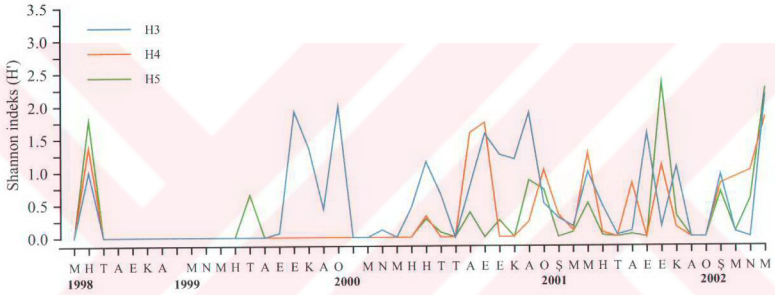
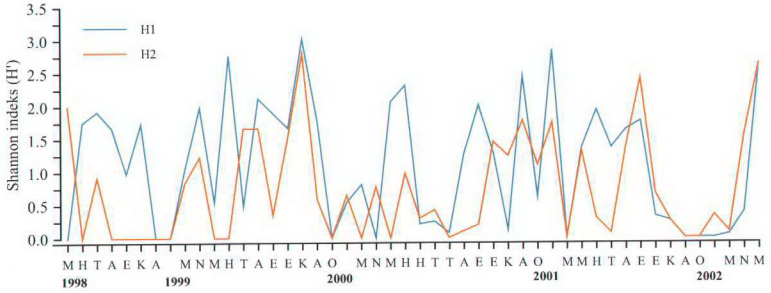
Yapılan araştırmalar sonucunda Shannon-Wiener indeksinin diğer indekslere göre en duyarlı indeks olduğu bulunmuştur (Tüfekçi, 2000). Sucul ekosistemlerde tür çeşitliliğinin belirlenmesi o ortamın ekolojik yapısı hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu çalışmada tür çeşitliliğini belirlemek amacıyla kullanılan Shannon-Wiener indeksi değerleri mevsimsel ve yerel olarak farklılıklar göstermektedir. Genellikle kış aylarında düşük olan değerlerin yaz aylarında yükseldiği görülmektedir. Bununla beraber fitoplanktonda aşırı üremenin meydana geldiği aylarda bir türün baskınlığından dolayı  $H'$  değerlerinin sıfıra indiği dikkati çekmektedir (Şekil 3.44.).

Tüm çalışma periyodu boyunca  $H'$  değerleri 0.00 ile 3.35 aralığında bulunmuştur. 23 Haziran 2000'de gözlenen diyatom patlamasında  $H'$  değerlerinin H5'te 0.32'ye düştüğü, 26 Temmuz 2000'deki dinoflagellat aşırı üremesinde ise H3'te 0.00 olarak hesaplandığı görülmektedir (Tablo 3.60.). Şubat 2001'de H1 istasyonunda 2.85 olan  $H'$  değerinin Mart ayındaki diyatom artışıyla birlikte 0.01'e düştüğü tespit edilmiştir (Tablo 3.58.).

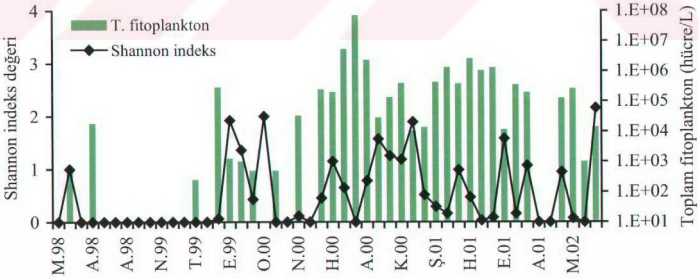
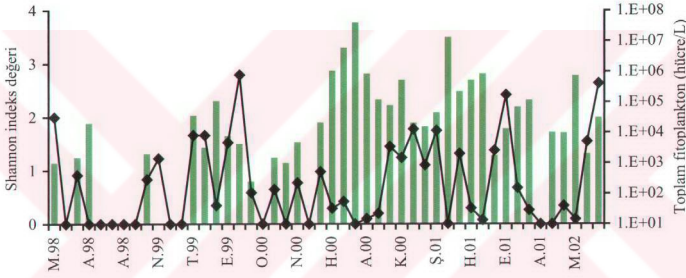
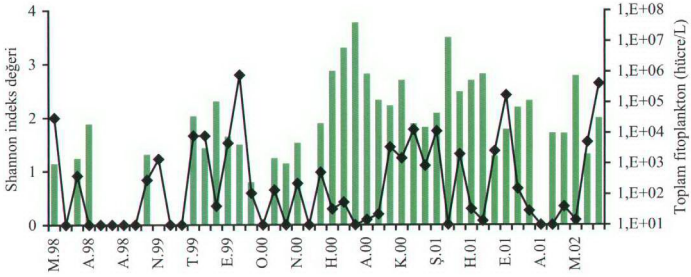
1998 yılında düşük olan  $H'$  değerlerinin (0.00-2.75), 1999 yılında nispeten yükseldiği (0.00-3.02) gözlenmektedir. Aşırı üreme dönemlerinde düşük değerlerde bulunan çeşitlilik indeksinin yüzey suyundaki en yüksek değerine Kasım 1999'da ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Dikey olarak 5 ve 10 metre derinliklerdeki  $H'$  değerlerinin çoğu zaman yüzey suyundan daha

yüksek değerlere ulaştığı (Tablo 3.58.), yatay olarak incelendiğinde H' değerlerinin Haliç'in girişinden iç kesimlere doğru gidildikçe düştüğü görülmektedir (Şekil 3.43.).

Tür zenginliğinin hesaplanmasında kullanılan Margalef indeks (D) değerlerinin tüm çalışma periyodu boyunca 0.00 ile 1.53 aralığında bulunmuştur. En yüksek D değerinin (1.53) H' değerinde olduğu gibi Şubat 2001'de H1 istasyonu 10 metre derinlikte saptanmıştır. I. Örnekleme döneminde 1.0 değerinin üzerine nadiren çıkan Margalef indeksinin, II. Örnekleme döneminde ise 1.0 değerinin üzerine sıkça çıktığı görülmektedir. Yatay yönde H1'den H7'ye doğru azalan Margalef indeks D değerlerinin, dikey olarak ta 5 ve 10 metrelerde yüzey suyundan daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır (Tablo 3.58.-3.61.).



Şekil 3.43. İstasyonlara göre Shannon-Wiener indeks değerlerinin zamana bağlı değişimi



Şekil 3.44. Shannon-Wiener indeksi ( $H'$ ) değerleri ile toplam fitoplankton arasında ilişki



Tablo 3.58. H1 istasyonunda çeşitlilik indeksi değerlerinin aylık değişimleri

İST. H1	SHANNON-WIENER İNDEKS (H')				PIELOU EVENNESS İNDEKS (J)				MARGALEF İNDEKS (D)			
	0.5m	5m	10m	20m	0.5m	5m	10m	20m	0.5m	5m	10m	20m
Aylar												
M.98	0.00	0.00	2,32	2,32	0.00	0.00	1,00	1,00	0.00	0.00	0.56	0.56
H.98	1.75	1.86	2.16	1.71	0.68	0.72	0.93	0.61	0.55	0.53	0.53	0.63
T.98	1.92	2.25	2.75	1.00	0.96	0.97	0.98	1.00	0.42	0.55	0.79	0.16
A.98	1.67	1.38	1.55	0.00	0.65	0.87	0.77	0.00	0.55	0.27	0.39	0.00
E.98	0.98	0.67	1.06	0.49	0.33	0.29	0.67	0.31	0.68	0.39	0.24	0.19
K.98	1.74	1.99	0.65	1.31	0.87	0.86	0.65	0.65	0.37	0.45	0.12	0.34
A.98	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
Ş.99	0.00	2.69	1.19	1.23	0.00	0.90	0.59	0.78	0.00	0.77	0.37	0.24
M.99	1.06	1.79	0.92	1.84	0.53	0.90	0.92	0.92	0.33	0.41	0.15	0.40
N.99	1.98	1.57	0.00	0.00	0.99	0.99	0.00	0.00	0.43	0.31	0.00	0.00
M.99	0.54	1.58	0.00	0.00	0.54	1.00	0.00	0.00	0.13	0.30	0.00	0.00
H.99	2.77	0.99	2.15	0.00	0.87	0.62	0.93	0.00	0.95	0.26	0.49	0.00
T.99	0.49	0.53	2.00	0.00	0.15	0.19	1.00	0.00	0.65	0.54	0.43	0.00
A.99	2.12	2.14	1.00	1.00	0.91	0.76	1.00	1.00	0.51	0.71	0.16	0.16
E.99	1.89	2.33	2.10	0.00	0.63	0.83	0.75	0.00	0.68	0.69	0.64	0.00
E.99	1.67	1.15	1.00	0.00	0.65	0.72	1.00	0.00	0.59	0.27	0.14	0.00
K.99	3,02	2.22	1.54	1.75	0.77	0.70	0.55	0.68	1.51	0.91	0.65	0.52
A.99	1.78	2.34	2.14	1.79	0.89	0.90	0.71	0.90	0.37	0.58	0.83	0.41
O.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
Ş.00	0.54	1.39	1.02	0.56	0.54	0.69	0.51	0.28	0.12	0.32	0.32	0.28
M.00	0.81	0.72	0.77	0.78	0.81	0.72	0.38	0.78	0.14	0.14	0.35	0.11
N.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
M.00	2.06	1.50	0.00	1.24	0.80	0.95	0.00	0.78	0.61	0.29	0.00	0.24
H.00	2.31	1.92	1.00	0.00	0.82	0.96	1.00	0.00	0.66	0.41	0.14	0.00
H.00	0.21	0.63	0.46	0.97	0.07	0.20	0.18	0.61	0.64	0.71	0.42	0.19
T.00	0.25	0.33	0.16	0.21	0.08	0.11	0.16	0.13	0.70	0.59	0.11	0.19
T.00	0.08	0.30	0.74	1.26	0.02	0.13	0.37	0.42	0.89	0.34	0.34	0.71
A.00	1.27	2.49	1.77	0.27	0.40	0.79	0.59	0.12	0.84	0.93	0.76	0.37
E.00	2.01	1.50	0.00	0.00	0.72	0.95	0.00	0.00	0.68	0.29	0.00	0.00
E.00	1.28	2.90	2.64	2.77	0.34	0.81	0.69	0.80	1.10	1.12	1.28	1.06
K.00	0.12	1.00	0.35	0.92	0.04	0.28	0.11	0.29	0.51	0.84	0.66	0.79
A.00	2.45	3,08	1.86	1.50	0.71	0.93	0.56	0.95	1.01	1.04	0.90	0.29
O.01	0.62	0.21	0.25	0.00	0.39	0.21	0.16	0.00	0.20	0.10	0.21	0.00
Ş.01	2.85	2.70	3,35	2.61	0.75	0.75	0.84	0.93	1.34	1.13	1.53	0.74
M.01	0.01	0.08	0.11	2,99	0.00	0.03	0.10	0.90	0.19	0.50	0.09	1.04
M.01	1.38	1.21	1.01	0.20	0.38	0.52	0.64	0.20	0.86	0.35	0.18	0.10
H.01	1.94	2.14	2.13	1.96	0.69	0.83	0.76	0.76	0.66	0.59	0.68	0.58
T.01	1.37	0.00	0.92	1.61	0.86	0.00	0.33	0.81	0.26	0.00	0.58	0.34
A.01	1.64	1.68	1.46	0.00	0.59	0.72	0.92	0.00	0.63	0.40	0.22	0.00
E.01	1.77	1.37	1.00	2.40	0.63	0.86	1.00	0.85	0.64	0.28	0.14	0.68
E.01	0.33	0.34	1.58	2.53	0.09	0.12	0.46	0.76	0.96	0.51	0.92	0.95
K.01	0.26	0.42	0.88	0.75	0.08	0.11	0.24	0.27	0.74	1.12	1.00	0.56



Tablo 3.58. Devamı

A.01	0.00	0.04	0.11	0.08	0.00	0.03	0.11	0.05	0.00	0.17	0.09	0.18
O.02	0.00	0.50	1.19	0.70	0.00	0.25	0.32	0.23	0.00	0.29	1.00	0.52
Ş.02	0.00	1.06	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
M.02	0.05	0.07	0.19	0.10	0.03	0.04	0.09	0.10	0.21	0.15	0.25	0.10
N.02	0.39	0.47	0.72	0.00	0.39	0.47	0.72	0.00	0.11	0.13	0.14	0.00
M.02	2.64	1.61	1.65	0.00	0.74	0.57	0.59	0.00	1.12	0.63	0.61	0.00

Tablo 3.59. H2 istasyonunda çeşitlilik indeksi değerlerinin aylık değişimleri

İST. H2	SHANNON-WIENER İNDEKS (H')				PIELOU EVENNESS İNDEKS (J)				MARGALEF İNDEKS (D)			
	0.5m	5m	10m	20m	0.5m	5m	10m	20m	0.5m	5m	10m	20m
M.98	2.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.43		0.00	0.00
H.98	0.00		2.04	1.24	0.00		0.64	0.62	0.00		0.85	0.36
T.98	0.92		0.00	0.00	0.92		0.00	0.00	0.14		0.00	0.00
A.98	0.00		0.88	0.00	0.00		0.38	0.00	0.00		0.40	0.00
E.98	0.00		0.32	0.00	0.00		0.32	0.00	0.00		0.12	0.00
K.98	0.00		0.00	1.58	0.00		0.00	1.00	0.00		0.00	0.30
A.98	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
Ş.99	0.00		1.41	1.92	0.00		0.89	0.96	0.00		0.23	0.41
M.99	0.84		3.09	1.41	0.42		0.98	0.89	0.32		0.98	0.26
N.99	1.23		0.00	0.00	0.78		0.00	0.00	0.25		0.00	0.00
M.99	0.00		1.45	0.00	0.00		0.72	0.00	0.00		0.39	0.00
H.99	0.00		1.42	0.00	0.00		0.90	0.00	0.00		0.25	0.00
T.99	1.66		2.00	2.44	0.52		1.00	0.68	0.76		0.43	1.17
A.99	1.66		1.35	0.17	0.83		0.85	0.17	0.35		0.28	0.11
E.99	0.35		1.17	0.00	0.14		0.74	0.00	0.43		0.22	0.00
E.99	1.53		1.58	0.00	0.66		1.00	0.00	0.45		0.30	0.00
K.99	2.80		1.22	0.99	0.88		0.53	0.50	0.93		0.46	0.36
A.99	0.59		1.46	0.00	0.59		0.92	0.00	0.13		0.27	0.00
O.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
Ş.00	0.65		0.37	2.42	0.65		0.19	0.94	0.14		0.31	0.55
M.00	0.00		0.00	0.90	0.00		0.00	0.90	0.00		0.00	0.12
N.00	0.77		0.81	0.00	0.49		0.81	0.00	0.24		0.14	0.00
M.00	0.00		2.10	0.00	0.00		0.75	0.00	0.00		0.71	0.00
H.00	0.98		1.38	0.00	0.35		0.69	0.00	0.60		0.35	0.00
H.00	0.30		0.33	0.38	0.09		0.10	0.19	0.72		0.66	0.23
T.00	0.42	0.36	0.31	0.74	0.15	0.11	0.10	0.26	0.38	0.64	0.57	0.51
T.00	0.00	0.09	0.23	0.15	0.00	0.03	0.10	0.09	0.00	0.45	0.32	0.20
A.00	0.10	0.34	0.16	0.99	0.03	0.15	0.10	0.99	0.59	0.37	0.20	0.10
E.00	0.20	1.53	1.00	0.00	0.07	0.55	1.00	0.00	0.60	0.59	0.16	0.00
E.00	1.45	1.12	2.63	1.40	0.38	0.77	0.76	0.50	1.15	0.93	1.04	0.63
K.00	1.24	0.40	0.72	0.56	0.34	0.12	0.26	0.24	0.91	0.70	0.55	0.41
A.00	1.78	1.01	2.29	0.00	0.59	0.36	0.72	0.67	0.71	1.25	0.87	0.00
O.01	1.11	0.82	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	0.41	0.52	0.00	0.00
Ş.01	1.75	2.24	2.45	3.06	0.51	0.57	0.74	0.88	0.93	1.28	0.92	1.16
M.01	0.01	0.42	1.06	2.55	0.00	0.15	0.41	0.74	0.24	0.46	0.64	1.24
M.01	1.32	1.33	1.56	1.55	0.37	0.48	0.49	0.67	0.89	0.48	0.71	0.43
H.01	0.30	0.90	1.72	1.59	0.10	0.24	0.61	0.69	0.53	0.93	0.66	0.44

Tablo 3.59. Devamı

T.01	0.07	0.09	0.15	0.73	0.02	0.03	0.06	0.36	0.59	0.39	0.40	0.33
A.01	1.38	1.27	1.62	1.11	0.87	0.80	0.81	0.70	0.27	0.24	0.34	0.22
E.01	2.42	1.46	2.75	0.97	0.81	0.73	0.83	0.97	0.74	0.35	0.99	0.14
E.01	0.68	1.23	1.48	1.74	0.20	0.32	0.47	0.67	0.81	1.16	0.72	0.52
K.01	0.26	0.47	0.82	0.66	0.09	0.13	0.26	0.33	0.60	0.95	0.69	0.31
A.01	0.00	0.07	0.03	0.41	0.00	0.04	0.03	0.16	0.00	0.17	0.08	0.42
O.02	0.00	1.09	1.14	0.98	0.00	0.47	0.36	0.42	0.00	0.36	0.68	0.29
Ş.02	0.34	0.88	0.00	0.00	0.22	0.38	0.00	0.00	0.22	0.43	0.00	0.00
M.02	0.09	0.30	0.22	0.00	0.04	0.19	0.14	0.00	0.22	0.17	0.17	0.00
N.02	1.55	0.50	0.92	0.00	0.77	0.50	0.92	0.00	0.39	0.13	0.15	0.00
M.02	2.64	1.61	1.65	0.00	0.65	0.82	0.5	0.00	1.12	0.63	0.61	0.00

Tablo 3.60. H3, H4 ve H5 istasyonlarında çeşitlilik indeksi değerlerinin aylık değişimleri

İst. No.	SHANNON-WIENER (H')				PIELOU EVENNESS (E)				MARGALEF İNDEKS (D)			
	H3		H4		H3		H4		H3		H4	
Aylar	0.5m	10m	0.5m	0.5m	0.5m	10m	0.5m	0.5m	0.5m	10m	0.5m	0.5m
M.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H.98	1.00	1.00	1.79	1.38	1.00	1.00	0.90	0.87	0.16	0.16	0.41	0.27
T.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.98	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00
E.98	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
K.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ş.99	0.00	1.55	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00
M.99	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
N.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
M.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H.99	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
T.99	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00
A.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.99	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00
E.99	1.92	1.25	0.00	0.00	0.96	0.79	0.00	0.00	0.42	0.27	0.00	0.00
K.99	1.36	1.50	0.00	0.00	0.86	0.95	0.00	0.00	0.26	0.29	0.00	0.00
A.99	0.43	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
O.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00
Ş.00	0.00	2.13	0.00	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00
M.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N.00	0.11	1.70	0.00	0.00	0.11	0.73	0.00	0.00	0.10	0.49	0.00	0.00
M.00	0.00	1.57	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00
H.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00
H.00	1.15	0.65	0.28	0.32	0.38	0.22	0.14	0.16	0.57	0.59	0.20	0.19
T.00	0.65	0.15	0.07	0.00	0.25	0.15	0.05	0.00	0.32	0.11	0.13	0.00
T.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.28	0.13	0.00
A.00	0.78	0.02	0.38	1.58	0.34	0.02	0.15	0.68	0.27	0.09	0.34	0.32
E.00	1.57	0.00	0.00	1.74	0.56	0.00	0.00	0.75	0.58	0.00	0.00	0.40
E.00	1.25	0.74	0.26	0.00	0.40	0.37	0.26	0.00	0.67	0.30	0.08	0.07
K.00	1.18	0.81	0.00	0.01	0.31	0.35	0.00	0.02	1.01	0.40	0.13	0.07
A.00	1.89	1.47	0.86	0.23	0.57	0.43	0.23	0.00	0.65	0.50	0.32	0.09

Tablo 3.60. Devamı

O.01	0.51	0.00	0.72	1.02	0.32	0.00	0.72	0.65	0.21	0.00	0.13	0.22
Ş.01	0.29	3.01	0.00	0.34	0.08	0.84	0.00	0.17	0.93	1.19	0.13	0.25
M.01	0.16	1.36	0.08	0.10	0.05	0.68	0.03	0.05	0.71	0.38	0.30	0.22
M.01	0.99	0.83	0.52	1.28	0.35	0.41	0.26	0.38	0.47	0.31	0.23	0.69
H.01	0.47	0.92	0.02	0.07	0.12	0.92	0.01	0.03	0.88	0.15	0.47	0.26
T.01	0.03	0.06	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.29	0.62	0.06	0.06
A.01	0.09	0.00	0.04	0.82	0.06	0.00	0.02	0.52	0.14	0.00	0.16	0.20
E.01	1.58	1.10	0.00	0.00	0.68	0.69	0.00	0.00	0.43	0.25	0.00	0.00
E.01	0.16	0.96	2.35	1.10	0.04	0.34	0.74	0.69	0.86	0.56	0.86	0.21
K.01	1.07	0.57	0.32	0.14	0.20	0.27	0.22	1.00	0.75	0.75	0.50	1.00
A.01	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
O.02	0.00	1.18	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00
Ş.02	0.95	0.00	0.68	0.81	0.37	0.00	0.43	0.51	0.43	0.00	0.18	0.18
M.02	0.07	0.00	0.08	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.24	0.00	0.30	0.00
N.02	0.00	0.00	0.58	1.01	0.00	0.00	0.36	0.63	0.00	0.00	0.18	0.19
M.02	2.16	0.00	2.26	1.82	0.77	0.00	0.68	0.78	0.63	0.00	0.69	0.30

Tablo 3.61. H6 ve H7 istasyonlarında çeşitlilik indeksi değerlerinin aylık değişimleri

Aylar/İst.No.	SHANNON-WIE. (H')		PIELOU EVEN. (J)		MARGALEF (D)	
	H6	H7	H6	H7	H6	H7
T.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.00	1.26	0.00	0.45	0.00	0.49	0.00
E.00	0.00	0.18	0.00	0.11	0.00	0.16
E.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K.00	0.15	0.16	0.03	0.11	0.05	0.17
A.00	0.00	0.09	0.16	0.00	0.00	0.16
O.01	1.59	0.83	0.69	0.83	0.40	0.09
Ş.01	0.93	0.00	0.93	0.00	0.09	0.00
M.01	1.38	1.25	0.01	0.00	0.29	0.14
M.01	0.34	0.01	0.59	0.79	0.06	0.12
H.01	0.01	0.05	0.34	0.00	0.12	0.25
T.01	0.01	0.05	0.01	0.02	0.12	0.25
A.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ş.02	0.66	0.40	0.33	0.26	0.27	0.20
M.02	*	*	*	*	*	*
N.02	0.67	0.60	0.67	0.60	0.10	0.09
M.02	2.20	0.50	0.73	0.50	0.52	0.07

(\*) Çalışma yapılamadı.

#### IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Uzun yıllar boyunca aşırı kirlenmenin etkisiyle İstanbul'un en önemli çevre sorunu haline gelen Haliç, son yıllarda uygulamaya konan iyileştirme çalışmaları sonucunda çok hızlı değişimler geçirerek bugünkü halini almıştır. Bu çalışma Haliç'in geçmiş yıllardaki durumu ile iyileştirme çalışmalarının ilerlediği son dönemlerdeki durumunu ortaya koymak açısından büyük bir önem taşımaktadır. Periyodik olarak ayda bir olmak üzere toplam 4 yıllık bir örnekleme süresini kapsayan bu çalışmada Haliç'in hidrografik ve oşinografik özellikleri ışığında fitoplanktonun mevsimsel değişimleri dikkate alınarak incelenmiştir. Elde edilen veriler ışığında Haliç ekosistemindeki fitoplankton komunitasinin kalitatif ve kantitatif dağılımı, yıllık döngüsü, tür kompozisyonu ve ortamdaki fizikokimyasal olaylara karşı davranışları araştırılmıştır.

Haliç ekosistemi fitoplankton dağılımı açısından ele alındığında 3 farklı ekolojik yapının mevcut olduğu söylenebilir. Buna göre Galata Köprüsü (GK) ile Unkapanı Köprüsü (UK) arasında kalan kısım **Giriş kısmı**, Unkapanı Köprüsü ile Valide Sultan Köprüsü (VSK) arasındaki kısım **Orta kısım** ve VSK.'nden Adalar sonrasına kadar olan kısımda **İç kısım** olarak adlandırılabilir (Şekil 2.1.). Bu ayırım özellikle aşırı üreme dönemlerinde daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu durum dubalı sistemlere sahip olan UK ve VSK'nün özellikle yüzey suyu sirkülasyonlarını engelleyerek farklı hidrografik-oşinografik özelliklere sahip olması ve fitoplankton dağılımında gözlenen farklılıktan kaynaklanmaktadır.

**Giriş kısmı** ortalama 40 metre derinlikte ve iki tabakalı bir sisteme sahip olan, boğazdan gelen Karadeniz suyu ile kuvvetli etkileşim halinde, ışık geçirgenliği ve su kalitesinin yüksek olduğu bir ortamdır. Bu bölge fitoplankton komunitasinin tür çeşitliliği açısından zengin olmasıyla diğer bölgelerden ayrılmaktadır.

**Orta kısım** UK'nün dubalı sisteminin yüzey suyu sirkülasyonunu engellediği ve denizle olan etkileşimin azaldığı bir ortama sahiptir. Bu bölgedeki mevcut dinamik yapı uygun ekolojik koşullarda fitoplanktonda aşırı üreme olaylarına yol açmaktadır. Bu durum özellikle UK'ne kadar etkisini göstermektedir.

İç kısım derinliğin azalarak 4-5 metreye kadar düştüğü, VSK'nden dolayı yüzey suyu sirkülasyonunun iyice azaldığı, derelerden gelen evsel ve sanayi atıklarıyla, organik ve inorganik madde yükünün fazla olduğu ötrofik bir ortamdır. Bu özelliklerinden dolayı sık sık toksik alg aşırı üremeleri gerçekleşmekte ve ekolojik yönden olumsuz koşullara sahip olmaktadır.

Haliç ortamlarının doğal yapısının korunması olayına tüm dünyada büyük önem verilmektedir. Ülkemizde 1970'li yıllardan itibaren Haliç'te kirlenmenin önlenmesine yönelik olarak bir çok proje üretilmiş ancak bunların bir çoğu uygulanamamıştır. 1980'li yıllarda bu konuda önemli bazı atılımlar yapılmış, 1990'lı yılların sonlarında ise kalıcı çözümler üretilerek bu konuda ciddi çalışmalar başlatılmıştır.

Sucul ekosistemlerde besin zincirinin ilk halkasını teşkil eden fitoplankton popülasyonunun Haliç'teki yapısını konu alan çalışmalar oldukça az sayıdadır. Geçmiş yıllarda Haliç'te özellikle yüzey tabakasının aşırı kirli oluşu, iç kesimlerde derinliğin 1 metrenin de altına düşmesi ve anoksik ortam koşullarının fitoplankton gelişimini olumsuz yönde etkilemesi gibi nedenler bu konudaki çalışmaları imkansız kılmıştır.

1998-2002 yılları arasındaki dönemde yapılan bu çalışma, fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin bir arada değerlendirildiği uzun bir periyodu kapsamaktadır. 48 aylık bir örnekleme periyodunu kapsayan bu çalışmada fizikokimyasal ve biyolojik yönden farklı iki örnekleme dönemi söz konusu olmaktadır. I. Örnekleme döneminde besin elementleri konsantrasyonlarının oldukça değişken karakterde olduğu ve özellikle ötrofikasyonun en üst seviyede olduğu iç kesimlerde çok yüksek değerlerde ölçüldüğü görülmektedir. Ancak rehabilitasyon çalışmalarının büyük ilerleme kaydettiği Haziran 2000'den itibaren II. Örnekleme döneminde, girdilerin büyük oranda azalması ve fitoplanktonik aktivitenin artmasıyla birlikte nütrient konsantrasyonlarının önemli miktarda düştüğü gözlenmiştir.

### **Besin elementleri**

**Nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N):** 1999 yılında Haliç'te yapılan nitrit ölçümlerinde derin istasyonların (H1, H2) ilk 5 metrelik yüzey tabakasında yüksek değerlerde bulunduğu, dibe doğru inildikçe



değerlerin düştüğü, yatay olarak iç kesimlere doğru nitrit konsantrasyonunun artmaya başladığı gözlenmektedir. Mevsimsel olarak yağışların ve karasal girdilerin yüksek olduğu kış aylarında nitrit değerlerinin yükseldiği, yaz aylarında ise en düşük değerlerde bulunduğu tespit edilmiştir. 1999 yılında ölçülen en yüksek  $\text{NO}_2^-$  konsantrasyonu Şubat ayında iç kesimlerde (İst.H4 ve H5)  $6.74 \mu\text{M}$  olarak ölçülmüştür.

2000 yılında nitrit değerlerinin ilk altı aylık dönemde önceki yılda olduğu gibi düzensiz ve yüksek dağılım gösterdiği, rehabilitasyon çalışmalarının ilerlediği ve biyolojik bir değişimin görüldüğü Haziran 2000'den itibaren  $\text{NO}_2$  konsantrasyonunun düşmeye başladığı dikkati çekmektedir. Sığ istasyonlarda  $\text{NO}_2$  konsantrasyonu yaklaşık 5 metrelik su kolonunda homojen bir dağılım göstermektedir. 2000 yılındaki en yüksek değerler Mayıs ayında H4 istasyonunda ( $12.5 \mu\text{M NO}_2^-$ -N) elde edilmiştir. 2001 yılında ölçülen nitrit değerlerinin önceki yıllara oranla daha düzenli ve mevsimsel olarak dengeli bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. 2001 yılındaki en yüksek nitrit değerleri Şubat ayında H7 istasyonunda  $7.8 \mu\text{M}$  olarak ölçülmüştür. 2002 yılı nitrit konsantrasyonunun giderek düştüğü ve genellikle  $3 \mu\text{M}$  değerinin altında kaldığı dikkati çekmektedir (Şekil 4.4.). Bu durum özellikle girdilerin kontrol altına alındığı II. Örnekleme döneminde su kalitesindeki düzelmeye paralel olarak fitoplanktonik aktivitenin artmasına bağlanmaktadır.

Nitrit diğer azot formlarına nazaran fitoplankton tarafından daha az tercih edilmektedir. Nitrit konsantrasyonu daha çok ortama giren kirleticilerin (özellikle evsel atık sularının) etkisiyle yüksek değerlere ulaşmaktadır.

**Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ -N):** Çalışma periyodu boyunca Haliç'te ölçülen nitrat konsantrasyonu diğer denizel ortamlara nazaran oldukça yüksek değerlerde bulunmuştur. 1999 yılında ölçülen en yüksek değer iç kesimlerde  $117 \mu\text{M NO}_3^-$ -N olarak bulunmuştur. Yatay yönde düzensiz bir dağılım gösteren nitrat konsantrasyonu dikey olarak derin istasyonlarda (İst. H1 ve H2) yüzeyden 20 metre derinliğe kadar giderek düşmekte, ancak ara tabakadan itibaren tekrar yükselmektedir. Alt tabakada ölçülen yüksek değerlerin Ahırkapı derin deşarjının etkileri ile bakteriyel oksitlenme sonucu oluşan nitrifikasyon olayından kaynaklandığı düşünülmektedir.

2000 yılı ilk altı aylık döneminde en yüksek  $\text{NO}_3^-$ -N değerlerinin iç kesimlerde ölçülmesi ve sürekli sapmalar olması yüzey girdilerinin etkilerini göstermektedir. En yüksek

nitrat konsantrasyonu ( $323 \mu\text{M NO}_3^- \text{-N}$ ) Mayıs 2000'de Eyüp-Sütlüce'de (H5) kaydedilmiştir. Bu duruma Valide Sultan Köprüsünün açılmasından önce Alibeyköy Barajı'ndan verilen tatlı su ile taşınan oksijen ve aerobik bakterilerin Haliç'in iç kesimlerinde daha önceleri anoksik olan, nütrientçe zengin su tabakasında faaliyete geçerek oksijenlenmiş azot formlarının artmasına sebep olduğu düşünülmektedir (Okuş vd., 2001).

Denizde bulunan azot formlarından nitrit ve nitratın deniz ortamında protein ve amonyumun biyolojik parçalanması (oksitlenme) sonucunda oluştuğu ve bu maddelerin kara kaynaklı atıklarla da denize taşındığı (Yılmaz vd.,1989) bilinmektedir. Haliç'te de mevsimsel olarak özellikle bol yağışlı dönemlerde tatlı su girdilerinin artmasına paralel olarak nitrat konsantrasyonunda da artış olduğu ve genel olarak iç kesimlerde nitrat konsantrasyonunun derelerden kaynaklanan girdilere bağlı olarak orta ve giriş kesimlerine oranla daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Haliç'teki duruma benzer şekilde Cape Fear halicinde (Kuzey Carolina) yapılan çalışmada da nitrat konsantrasyonları, tuzluluk değerlerinin çok düşük olduğu (0-10ppt) iç haliçte en yüksek değerlere ulaşmakta ve halicin dış kesimlerine doğru tuzluluk artışına paralel olarak nitrat konsantrasyonunun azaldığı bildirilmektedir (Mallin vd., 1999).

Perdido koyunda (Alabama-Florida) akarsu girişinin olduğu ve tuzluluk değerlerinin 2 psu ya kadar düştüğü iç haliç bölümünde çözünmüş inorganik azot konsantrasyonları en yüksek değerde ( $24.2 \mu\text{M}$ ) bulunurken, dış halice doğru azalarak devam etmekte ve orta bölümde  $6.3 \mu\text{M}$ , aşağı bölümde ise  $4.5 \mu\text{M}$ 'a kadar düştüğü tespit edilmiştir (Flemer vd., 1998).

Koray (1995) tarafından İzmir Körfezi'nde yapılan bir çalışmada nitrat konsantrasyonlarının en yüksek değerlere Mart ve Aralık aylarında ulaştığı, Nisan ve Eylül aylarında ise düşük değerlerde ölçüldüğü, bununda ilkbahar ve yaz sonunda meydana gelen fitoplankton patlamaları sırasında nitratın kullanımıyla ilgili olduğu ileri sürülmektedir.

Yaptığımız bu çalışmada ise Haliç'te özellikle Haziran 2000 döneminde ilerleme kaydeden iyileştirme çalışmalarıyla birlikte yüksek olan nitrat konsantrasyonu, girdilerin azalmasıyla birlikte özellikle patlama dönemlerinde fitoplanktonik aktivitenin artmasına



paralel olarak düşmeye başlamıştır. Mayıs 2000'de 323  $\mu\text{M}$   $\text{NO}_3^-$ -N olarak ölçülen en yüksek değer diatom patlamasının görüldüğü 23 Haziran 2000'de 0.89  $\mu\text{M}$   $\text{NO}_3^-$ -N konsantrasyonuna kadar düşmektedir. 2001 yılında ölçülen nitrat konsantrasyonunun önceki yıla oranla yüksek değerlerde olduğu ancak patlama dönemlerinde tekrar düşmeye başladığı görülmektedir. Aralık ayında gözlenen uzun süreli yağışların etkisiyle ortaya çıkan fiziksel koşullar nitrat değerlerinin yükselmesine yol açmıştır. Genel olarak sığ istasyonlarda homojen bir dağılım söz konusu olmaktadır. 2002 yılında nitrat konsantrasyonunun belirgin bir düşüş gösterdiği ve genellikle 10  $\mu\text{M}$  değerinin altında kaldığı göze çarpmaktadır.

**Fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ -P):** Haliç'te 1998 yılından itibaren ölçülen fosfat konsantrasyonu doğal su ortamlarına oranla yüksek değerlerde bulunmuştur. Haliç girişinde yüzey tabakasında yüksek olan değerlerin 5 metreden dibe doğru azalarak devam ettiği gözlenmiştir. 1998-99 yılları arasında ölçülen en yüksek  $\text{PO}_4^{3-}$ -P konsantrasyonu Aralık 1999'da iç kesimlerde 135  $\mu\text{M}$  olarak ölçülmüştür. Birincil üretimin oldukça düşük değerlerde olduğu bu dönemde yağışların ve karasal girdilerin etkili olduğu aylarda  $\text{PO}_4^{3-}$ -P değerlerinde artış görülmektedir

2000 yılı ortalarına kadar yüzey girdilerinin etkisi ve birincil üretimin azlığı nedeniyle yüksek olan  $\text{PO}_4^{3-}$ -P konsantrasyonu, Haziran 2000'den itibaren girdilerin azalması ve fitoplanktonik aktivitenin artmasıyla birlikte düşmeye başlamıştır.  $\text{PO}_4^{3-}$ -P konsantrasyonu derin istasyonlarda vertikal olarak yüzeyden dibe doğru azalmakta, sığ istasyonlarda ise homojen bir dağılım göstermektedir. Önceki yıllara göre düşük değerlerde bulunan fosfat, 2000 yılındaki en yüksek konsantrasyonuna (30  $\mu\text{M}$   $\text{PO}_4^{3-}$ -P) Nisan ayında ulaşmıştır. Ancak patlama dönemlerinde oldukça düşük değerlerde bulunmaktadır.

2001 yılında da  $\text{PO}_4^{3-}$ -P konsantrasyonunun hızla düşmeye devam ettiği ve 2002 yılında ise geçmiş yıllara göre en düşük değerlerde bulunduğu saptanmıştır. Bu durum Haliç'te su kalitesinin yükselmesi, girdilerin kontrol altına alınmasıyla birlikte ışık geçirgenliğinin artması ve buna paralel olarak artan fitoplanktonik aktivitenin bir sonucu olarak yorumlanmaktadır. Bu dönemde derin istasyonlarda vertikal yönde ara tabakadan dibe doğru fosfat konsantrasyonunda artış gözlenmektedir. Dip suyunda saptanan yüksek konsantrasyonlar boğaz derin deşarjının etkisini yansıtmaktadır. Sığ sulardaki homojen

dağılım söz konusu olmaktadır. 2002 yılına ait 5 aylık dönemde fosfat konsantrasyonu en yüksek değerine ( $19.4 \mu\text{M PO}_4^{-3}\text{-P}$ ) Şubat ayında ulaşmaktadır.

Deniz suyunda fosfatın kaynağını mikrobiyolojik faaliyetler, endüstriyel, tarımsal ve evsel atıkların oluşturduğu (Yılmaz vd., 1989) dikkate alındığında, Haliç'te I. Örnekleme dönemindeki yüksek  $\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$  konsantrasyonlarının derelerden ve karasal girdilerden kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır.

Mallin vd., (1999) tarafından Cape Fear halicinde yapılan çalışmada türbidite ile toplam fosfor (TP) arasında pozitif bir korrelasyon olduğu ve en yüksek TP değerlerinin maksimum türbiditede elde edildiği sonucuna varılmaktadır. Aynı zamanda denize doğru tuzluluğun artması ile orto-fosfat konsantrasyonunun azalmakta olduğu da tespit edilmiştir. Cloern, (1987) tarafından diğer haliçlerde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

**Silikat ( $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ):** Diyatom hücrelerinin iskelet maddesini oluşturan silisyumdioksit sucul ekosistemlerde ayrı bir öneme sahiptir. Buna göre ortamdaki silikat konsantrasyonu diyatom türlerinin gelişimi ve çoğalmasını yakından ilgilendirmektedir.

1998-99 yılları içinde ölçülen silikat konsantrasyonunun özellikle Haliç'in iç kesimlerinde yüksek değerlerde olduğu dikkati çekmektedir. Vertikal yönde yüzeyden ara tabakaya kadar azalan değerlerin ara tabakadan itibaren dibe doğru artarak devam etmektedir. Bu durum dibe çöken silis iskelete sahip organizmaların oksitlenerek parçalanması ve silikatın çözünmüş hale geçmesi şeklinde yorumlanmaktadır. Bu dönemde tespit edilen diyatom yoğunluğunun ortamdaki  $\text{SiO}_2\text{-Si}$  konsantrasyonunu azaltacak düzeyde olmadığı ortaya çıkmaktadır. Yatay yönde iç kesimlere doğru ilerledikçe silikat değerlerinde görülen artışlar dereler ve karasal girdilerin bir sonucu olarak düşünülmektedir. Mevsimsel olarak kış ve bahar aylarında silikat değerlerinin yükseldiği göze çarpmaktadır. Bu dönemdeki en yüksek değerler Aralık 1999'da iç kesimlerde  $821 \mu\text{M SiO}_2\text{-Si}$  olarak ölçülmüştür.

2000 yılının ikinci yarısından itibaren Haliç'te girdilerin azalmasının yanı sıra gözlenen diyatom artışları sırasında ortamdaki silikat konsantrasyonu ani bir düşüş göstermiştir. Diyatom aşırı üremesinin en yoğun olduğu H5 istasyonu yüzey suyunda  $1.86 \mu\text{M SiO}_2\text{-Si}$  ölçülmüştür. Diğer besin elementlerinde olduğu gibi sığ istasyonlarda silikat konsantrasyonu

homojen bir dağılım göstermektedir. Bu dönemde ölçülen en yüksek değerlere (707  $\mu\text{M SiO}_2\text{-Si}$ ) Mart 2000'de H4 istasyonunda rastlanmaktadır.

2001 yılında silikat konsantrasyonu önceki yıllara göre düşük değerlerde olduğu gözle çarpılmaktadır. Bu dönemde ortamdaki silikat konsantrasyonunun düşmesinin diyatom yoğunluğundaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. 2001 yılında en yüksek değerler (110  $\mu\text{M SiO}_2\text{-Si}$ ) yağışların etkili olduğu Kasım ayında ölçülürken, diyatom aşırı üremesinin görüldüğü Haziran ayında iç kesimlerde en düşük seviyesine (2.3  $\mu\text{M SiO}_2\text{-Si}$ ) inmektedir. Silikat konsantrasyonundaki düşüşler 2002 yılında da hızla devam etmekte ve genel olarak 30  $\mu\text{M}$  değerinin altında kalmaktadır. Bu durumun özellikle karasal girdilerin büyük oranda azalmasıyla birlikte diyatomların ortamdaki hakim grubu oluşturmalarıyla da ilgili olduğu düşünülmektedir.

Konu ile ilgili olarak yapılan diğer çalışmalarda da silikatın mevsimsel döngüsü ile ilgili olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir. Koray (1995) tarafından İzmir Körfezi'nde yapılan çalışmalarda çözünmüş inorganik silikatın yaz ayları boyunca en düşük, kış ortası ve ilkbahar başlarında yağışlardan dolayı yüksek değerlerde bulunduğu tespit edilmiştir.

Mallin vd., (1999) tarafından Cape Fear halicinde yapılan çalışmalar, silikat konsantrasyonunun genellikle akarsu girişinin bulunduğu bölgede yüksek değerlerde olduğu ve tuzluluk artışı ile silikat konsantrasyonunun düştüğünü göstermektedir. Silikat konsantrasyonunun tatlı su girişinin olduğu bölümde yağış sonrası ve erken kış mevsimi boyunca en yüksek değerlerde olduğu, ilkbahar sonunda minimum değerlere düştüğü saptanmıştır

İzmit Körfezi'nde yapılan çalışmalarda nütrient konsantrasyonlarının sürekli alg patlamalarının yaşandığı orta ve iç körfezde düşük seviyelerde olduğu, yoğun alg gelişimi sonucunda oluşan organik maddenin çöküşü sırasında parçalanmasıyla nütrient döngüsünün hızlandığı ve yeni alg gelişimlerine kaynak oluşturduğu ileri sürülmektedir (Güven vd., 2000).

Okuş vd., (2001) silikat ve fosfat konsantrasyonlarındaki değişime özellikle dikkat çekerek Haliç'te 2000 yılının ikinci yarısına kadar düzensiz ve yüksek olan değerlerin hızla

düşmeye başladığı ve bu durumun ortamdaki özellikle fitoplanktonik aktivitenin artmasına bağlı olduğu vurgulanmaktadır.

Tüm bu verilere dayanarak Haliç'teki nütrient döngüsünün özellikle II. Örnekleme döneminden itibaren girdilerin kontrol altına alınmasıyla birlikte, büyük ölçüde fitoplankton patlamalarına bağlı olarak değişim gösterdiği, kış aylarında yağış ve karasal girdilerin etkisiyle yükselen değerlerin ilkbahar ve yaz aylarında fitoplanktonik aktivite artışıyla düştüğü ve sonbahar ortalarından itibaren yağışların etkisiyle tekrar yükselmeye başladığı tespit edilmiştir.

**Çözünmüş oksijen (ÇO):** Rehabilitasyon çalışmalarına yeni başladığı ve henüz etkilerinin görülmediği dönemlerde (1998-99) ölçülen ÇO değerlerinin Haliç'in girişinden itibaren iç kesimlere doğru giderek düştüğü ve genellikle H4 ve H5 istasyonlarında nitrifikasyon sınırı olan 0.3 mg/L'nin altına indiği tespit edilmiştir (Kıratlı ve Balkıs, 2001).

23 Haziran 2000'den itibaren fitoplanktonik aktivitenin artmasına paralel olarak ortamdaki ÇO konsantrasyonunun da yükseldiği açık bir şekilde görülmektedir. 23 Haziran 2000'de gözlenen diatom aşırı üremesinde ortamdaki ÇO konsantrasyonu 20.35 mg/L'ye, 26.7 2000'deki dinoflagellat aşırı üremesinde ÇO konsantrasyonunun 29 mg/L'ye çıkarak süper satürasyon meydana gelmiştir (Şekil 3.23.). Önceki yıllarda anoksik koşulların hüküm sürdüğü iç kesimlerde bu dönemde fitoplanktonik aktiviteye bağlı olarak oksik ortam koşullarının söz konusu olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum Haliç'te Haziran 2000'den itibaren gözlenen ekolojik değişimin olumlu sonuçları olarak yorumlanmaktadır.

**pH değerleri:** Haliç'te yapılan çalışmalarda fitoplankton aşırı üremelerinin olduğu dönemlerde pH'nın yükseldiği, tuzluluğun azaldığı iç kesimlerde ise özellikle yağış sonrası tatlı su girişi ile birlikte pH değerlerinin düştüğü ortaya çıkmaktadır.

Birincil üretimin solunum ve mineralizasyon süreçleri sucul sistemin CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> konsantrasyonlarının değişiminde önemli rol oynar. Bunlarda ortam pH'sının yükselmesine sebep olur (Parsons ve Seki, 1970).

Fitoplankton aşırı üremeleri sonrası pH değerlerinin yükselmesi denizel ortamlarda fotosentez sırasında açığa çıkan O<sub>2</sub>'nin solunumda kullanımı sonrası CO<sub>2</sub>'in açığa çıkması ile ilgilidir. Sucul ortamdaki çözülmüş CO<sub>2</sub>, önce CO<sub>3</sub> ve HCO<sub>3</sub>'lara daha sonra H<sup>+</sup> iyonunu kullanarak H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Karbonik asit)'e dönüştürler. Böylece ortamdaki H<sup>+</sup> iyonu konsantrasyonu azalarak pH değeri alkalilik yönünde yükselmeye başlar (Pinet, 1992).

**Klorofil a:** Haziran 2000'den önceki dönemlerde yüzey suyunun çok kirli olması, askıda katı maddenin yüksek miktarlarda bulunması klorofil *a* analizlerini imkansız kılmaktaydı. Haziran 2000'den itibaren ölçülen klorofil *a* konsantrasyonlarının fitoplankton dağılımını destekler nitelikte olduğu ortaya çıkmaktadır. Unkapanı Köprüsü'nden (H2) itibaren yüksek yoğunluklara ulaşan fitoplankton topluluğu ortamdaki klorofil *a* konsantrasyonunu yükseltmektedir. 23 Haziran 2000'de tespit edilen diatom artışında klorofil *a* konsantrasyonu 197 µg/L ölçülmüştür. Temmuz 2000'de meydana gelen dinoflagellat artışında klorofil *a* konsantrasyonu 200 µg/L'yi aşmaktadır.. Ekim ayında iç kısımlarda Öglenofit flagellat türlerinin ani bir artış göstermesi ölçülen klorofil *a* değerleriyle de desteklenmektedir. Klorofil *a* dağılımları dikey yönde incelendiğinde Haliç'in tamamında çok yüksek fitoplanktonik gelişimin etkili olduğu ve ötrofikasyonun üst sınırını dahi zorladığı ortaya çıkmaktadır.

2001 yılı içinde ölçülen klorofil *a* değerlerinin genel olarak ortamdaki fitoplankton biyomasını yansıttığı görülmektedir. Yatay yönde yüzey suyundaki klorofil *a* konsantrasyonu Haliç'in giriş kısmından içlere doğru sürekli artış göstermekte ve iç kısımlarda klorofil *a* konsantrasyonu genel olarak daha yüksek değerlerde bulunmaktadır. Derin istasyonlarda fitoplankton dağılımına bağlı olarak 20 metreden itibaren dibe doğru klorofil *a* konsantrasyonu aniden düşmektedir.

Saptanan yüksek klorofil *a* değerleri ötrofikasyonu yansıtırken, bu durum anoksik şartlardan ötrofik şartlara geçişi sergilemekte ve olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmektedir (Okuş vd., 2001).

Haliç'te söz konusu olan duruma benzer şekilde Perdido koyunda yapılan çalışmada, nütrient konsantrasyonuna paralel olarak, fitoplankton biyomasının bir göstergesi olan klorofil

*a* değerlerinin iç haliç bölgesinden tuzluluk değerlerinin yükseldiği dış bölgelere doğru azalarak devam ettiği ortaya koyulmaktadır (Flemer vd., 1998).

Ocak 2002'deki klorofil *a*'nın dikey dağılımlarında özellikle derin istasyonlarda ilk 5 metrelik yüzey tabakasında düşük değerlerde olan klorofil *a*'nın 5 metreden itibaren 25 metre derinliğe kadar giderek artış gösterdiği ve 25 metreden dibe doğru azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.25.). Bu durumun bu dönemde Marmara Denizi'nde yoğunluk artışı gösteren *Pseudo-nitzschia* spp.nin, kuzeyli rüzgarların etkisiyle yüzey tabakasında oluşan ters akıntıyla, dibe çökmesi ve taşınımıyla, derin istasyonlarda 5-25 metrelik su kolonunda yoğun dağılım göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu dönemde yağış ve karasal girdilerin yüzey tabakasında türbiditeyi arttırdığı ve bunun da fotosentetik aktiviteyi engelleyerek fitoplanktonun yüzey suyundaki dağılımını olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmaktadır.

**Çeşitlilik indeksleri:** Tüm çalışma periyodu boyunca Shannon indeks (**H'**) değerleri 0.00 ile 3.35 aralığında bulunmuştur. Fitoplanktonun aşırı üreme gösterdiği dönemlerde H' değerleri düşmektedir. 1998 yılında düşük olan H' değerlerinin (0.00-2.75), 1999 yılında nispeten yükseldiği (0.00-3.02) gözlenmektedir. 2000 yılında H' değerlerinin 0.00-3.08 aralığında olduğu 2001 yılında ise yükselerek 0.00-3.35 değerlerinde bulunduğu hesaplanmıştır.

Dikey yönde 5 ve 10 metre derinliklerde genel olarak çeşitliliğin daha yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Özellikle kış aylarında 2-3 metre kalınlığındaki yüzey tabakasında yağışlarla ve derelerle taşınan kirleticilerin etkisiyle bulanıklık artmaktadır. Bu durum fitoplankton türlerinin bu tabakanın altındaki derinliklerde gelişim göstermelerine yol açmaktadır. En yüksek H' değerlerinin (3.35) Şubat 2001'de H1 istasyonu 10 metre derinlikte bulunması bu durumu açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Yatay olarak incelendiğinde Haliç'in girişinden iç kesimlere doğru gidildikçe H' değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bu durumun fitoplankton aşırı üremelerinin H3 istasyonundan itibaren daha etkili olması, baskınlığın artması ve en iç kesimlerde ise çoğunlukla ortam şartlarına toleranslı siyanobakteriler dışında sadece bir kaç türün gelişebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Margalef indeksi (D) değerleri tüm çalışma periyodu boyunca 0.00 ile 1.53 aralığında bulunmuştur. I. Örnekleme döneminde 1.0 değerinin üzerine nadiren çıkan Margalef indisinin, II. Örnekleme döneminde ise 1.0 değerinin üzerine daha sık çıktığı görülmektedir. Bu durum önceki yıllara oranla II. Örnekleme döneminde fitoplanktonun türce zenginleştiğini göstermektedir. Yatay yönde ist. H1'den ist. H7'ye doğru gidildikçe tür zenginliğinin azalmaktadır. Bunu da iç kesimlerde sık rastlanan fitoplankton aşırı üremelerine ve bir türün baskınlığının artmasına bağlamak mümkündür.

**Toplam fitoplankton:** Dört yılı kapsayan bu çalışma periyodunda fitoplanktonun kommunite yapısı, grup ve tür kompozisyonu, mevsimsel dağılımı ve yıllık döngüsü incelenmiştir. I. Örnekleme döneminde fakir bir yapıya sahip olan fitoplankton populasyonunu, özellikle 2000 yılının ikinci yarısından itibaren su kalitesinde gözlenen düzelmeyi takiben büyük gelişmeler göstermiştir. Bu süreç içinde Haliç'te görülen ekolojik değişimlere yol açan etkenler (iç kısımlarda tarama ile derinliğin arttırılarak sirkülasyonun hızlandırılması, ayrıca Valide Sultan Köprüsünün kısmen açılması ve Taşkızak tersanelerinde bulunan havuzların kaldırılması suretiyle yüzey suyu sirkülasyonunun arttırılması, Alibeyköy Barajından tatlı su verilmesi ve girdilerin kontrol altına alınması) fitoplankton gelişimini hızlandırarak birincil üretimin artmasına neden olmuştur. Böylece doğal haliçlerde gözlenen yüksek verimliliğin ortaya çıktığı saptanmıştır.

**1998** yılında genel olarak fitoplankton biyomasının çok düşük olduğu toplam fitoplankton içinde dinoflagellatların diyatomlara oranla daha yoğun dağılım gösterdikleri saptanmıştır. Derin istasyonlarda (H1 ve H2) fitoplankton yoğunluğunun sığ istasyonlardan daha fazla olduğu, i kesimlere doğru gidildikçe birey sayısının bariz bir şekilde azaldığı ve H4, H5 istasyonlarında fitoplanktona nadiren rastlandığı sonucuna varılmıştır. Eylül ayından itibaren i kesimlerde bir siyanobakteri olan *Microcystis* sp. türü özellikle yüzey suyunda toksik alg patlamalarına neden olmakta ve Aralık ayında  $1425 \times 10^6$  hücre/L'ye ulaşmaktadır. Bu durum iç kesimlerde diğer alg türlerinin gelişimini engellemektedir.

1998 yılında seki diski derinliğinin oldukça düşük değerlerde bulunması yüzey girdileri ve kirliliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra özellikle iç kesimlerde hüküm süren anoksik şartların fitoplanktonik aktiviteyi olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmaktadır.



**1999** yılı boyunca yapılan incelemelerde fitoplanktonun kantitatif olarak önceki yıla oranla az da olsa bir artış gösterdiği, ancak esasen fakir bir yapı sergilediği belirlenmiştir. Temmuz ve Eylül ayları dışında hücre yoğunluğu genellikle  $10^4$  hücre/L'nin altında kalmaktadır. İç kesimlerde siyanobakteriler haricinde fitoplanktona nadiren rastlandığı ortaya çıkmaktadır. Şubat 1999'da *Microcystis* sp.  $2720 \times 10^6$  hücre/L yoğunluğa ulaşmıştır. 1999 yılında fitoplanktonun birey sayısında Temmuz ve Eylül aylarında bir artış gözlenmekte bu da daha çok diyatomlardan *Skeletonema costatum* türünden kaynaklanmaktadır. Özellikle yüzey girdileri ve kirliliğin artmaya başladığı H3 istasyonundan itibaren fitoplankton birey sayısının hızla düştüğü ve iç kesimlerde sadece siyanobakterilerin dağılım gösterdiği saptanmıştır.

**2000** yılının ilk yarısında fitoplankton popülasyonu kantitatif olarak önceki dönemlere benzer bir şekilde fakir bir yapı sergilemektedir. Bu dönemde de H2 istasyonundan itibaren siyanobakterilerin varlığı söz konusu olmakta ve iç kesimlerde Haziran ayına kadar siyanobakteriler dışında fitoplanktona rastlanmamaktadır.

Fitoplankton popülasyonunun fakir biyomas ve tür çeşitliliğine sahip olduğu I. Örnekleme döneminde en sık rastlanan türler dinoflagellatlar içinde *Ceratium* spp., *Dinophysis* spp., *Prorocentrum* spp., *Protoperdinium* spp., diyatom grubu içinde ise *Coscinodiscus* spp., *Rhizosolenia* spp., *Thalassiosira* spp. ile *Skeletonema costatum* türleridir.

I. Örnekleme döneminde iç kesimlerde sıkça rastlanan siyanobakteri aşırı üremeleri dışında fitoplanktonda kayda değer bir artış meydana gelmemiştir. Bu dönemde en fazla birey sayısı Temmuz 1999'da  $10^6$  hücre/L'ye ulaşmaktadır. Görüldüğü gibi 1998-99 yıllarında ortam şartları yeterli bir fitoplankton gelişimine imkan tanımamaktadır.

I. Örnekleme döneminde özellikle girdilerin yüksek düzeyde olduğu iç kesimlerde sık sık toksik alg patlamaları meydana gelmekte patlama sonrası ölen organizmaların dibe çökmesiyle anoksik bir ortamın oluşmasına yol açmaktadır. Bu özellikleriyle I. Örnekleme döneminden, fitoplanktonda birey ve tür sayısı açısından nadir olarak artışların görüldüğü, fakir bir dönem olarak söz etmek mümkündür.

Haliç'te ekolojik yönden büyük bir değişimin gözlenmeye başladığı 2000 yılının ikinci yarısında fitoplankton yoğunluğunda ani artışların ortaya çıktığı saptanmıştır. Bu durum

özellikle H4 ve H5 istasyonlarında gözlenen diyatom patlamasıyla kendini göstermiştir. 2000 yılının ikinci yarısından itibaren fitoplankton aşırı üremelerinin süreklilik arzettiği dikkati çekmektedir. Bu durum Haziran 2000'den itibaren büyük ilerleme kaydeden rehabilitasyon çalışmalarının bir sonucu olarak yorumlanmaktadır.

Temmuz 2000'de yapılan her iki örneklemede de bir dinoflagellat türü olan *Prorocentrum minimum* türünde aşırı üreme saptanmıştır. 11 Temmuz tarihli su örneklerinde  $6 \times 10^6$  hücre/L yoğunluğa ulaşan bu türün 26 Temmuz'da ise  $70 \times 10^6$  hücre/L'ye ulaştığı ve fitoplanktondaki en yüksek birey sayısını oluşturduğu saptanmıştır. Bu dönemde dinoflagellatların baskın grubu oluşturmaları ortamdaki fizikokimyasal şartlara bu türlerin daha iyi adapte oldukları ve hızla çoğaldıkları şeklinde yorumlanmaktadır. Koray, (2002) tarafından yapılan çalışmalarda *Prorocentrum* türlerinin aşırı miktarda çoğalması durumunda "Hiperoxia-Anoxia" da denilen, gündüzleri ortamda aşırı oksijen nedeniyle oksijen zehirlenmeleri, geceleri ise aşırı oksijen tüketimi sonucu oksijensiz bir ortam oluşturmak suretiyle zararlı olabildikleri ileri sürülmektedir. Bu durum aşırı üreme sonucu ortam için zararlı olabilen bu türlerin gelişiminin yakın takibe alınmasını gerekli kılmaktadır.

Ağustos ayında özellikle H4 istasyonunda Euglenophyceae sınıfına üye bir öglenofit flagellat türünün aşırı ürediği ( $2 \times 10^6$  hücre/L) tespit edilmiştir. Bu türlerin varlığı Haliç'te fitoplankton tür kompozisyonu ve kommunité yapısının değişmeye başladığını göstermektedir. Aşırı üreme dönemlerinde bu türün su yüzeyinde yeşilimsi bir renk oluşturduğu gözlemlenmiştir. Ekim 2000 'de gözlenen fitoplankton patlamasında yine öglenofit flagellat türünün dominant olduğu ve H5 istasyonunda oldukça yüksek yoğunlukta ( $4 \times 10^6$  hücre/L) bulunduğu saptanmıştır. Suya koyu yeşil bir renk veren bu türlerin bol sayıda kloroplast taşımaları ve yüksek fotosentetik aktiviteye sahip olmaları nedeniyle gündüzleri aşırı oksijen, geceleri ise yetersiz oksijen olaylarına yol açtıkları saptanmıştır (Koray vd., 1992 ). Bu anlamda Haliç'te daha çok iç kesimlerde sıkça rastlanan ve yüksek yoğunluklara ulaşabilen bu türlerin de takibinin ekolojik açıdan gerekli olduğu düşünülmektedir.

Kasım 2000'de alınan su örneklerinde *S. costatum* türünün baskın olduğu bir diyatom artışına yol açtığı saptanmıştır. Bu artışın iç kesimlere doğru artarak devam ettiği ve H5

istasyonundan itibaren öglenofit flagellatlara rastlandığı göze çarpmaktadır. Aralık ayında fitoplankton birey sayısının azaldığı ve iç kesimlerde öglenofit flagellatların hakim grubu oluşturdukları saptanmıştır.

Vertikal yönde genel olarak 25 metreden daha derinlerde yetersiz ışıktan dolayı fitoplanktona nadiren rastlanmaktadır. Sığ istasyonlarda ise genellikle su kolonu boyunca fitoplankton homojen bir dağılım göstermektedir.

**2001** yılının da fitoplanktonda aşırı üremelerin devam ettiği ve zengin bir tür kompozisyonu ile kantitatif yönden belirgin artışların olduğu bir dönem özelliğini taşıması, Haliç'te gözlenen ekolojik değişimin boyutlarını sergilemesi açısından önem taşımaktadır. 2001 yılında fitoplanktonik aktivitenin Şubat ayından itibaren artış gösterdiği ve bu ay da H4 istasyonunda öglenofit flagellatların aşırı çoğaldığı ( $3 \times 10^6$  hücre/L) görülmektedir.

Uygun ekolojik koşulların oluşmaya başladığı Mart ayında Haliç'in tümünde etkili olan diyatom patlamasında *S. costatum* türünün dominant olduğu ve  $10^7$  hücre/L yoğunluğa ulaştığı saptanmıştır. Haliç'in tamamında etkili olan bu durum su kalitesindeki olumlu değişimin bir göstergesi olarak düşünülmektedir.

Mayıs 2001'de bir diyatom türü olan ve zincir koloni oluşturan *Thalassiosira hyalina*'nın, Haziran ayında ise nanoplanktonik bir diyatom türü olan *Thalassiosira allenii*'nin aşırı üreyerek Haliç'in tamamında yüksek yoğunluklara (H7'de  $10 \times 10^6$  hücre/L) ulaştığı saptanmıştır. İzmir Körfezi'nde yapılan bir çalışmada *Thalassiosira allenii* türünün Haliç'teki duruma benzer şekilde Mayıs sonundan Haziran ortalarına kadar aşırı üreme gösterdiği ve karakteristik olarak yüzey altında maksimum hücre yoğunluğu sergiledikleri saptanmıştır. Kısa süreli aşırı üreme gösterdikleri ve bilinen toksik etkilerinin olmadığı ileri sürülmektedir (Koray, 1992).

Önceki yıllarda anoksik nitelikte bir su ortamı olan ve siyanobakteriler dışında fitoplanktona dahi rastlanmayan Haliç'in iç kesimlerinde böyle bir durumun gözlenmesi olumlu bir gelişme olarak dikkate alınmaktadır.

Temmuz ayında bir önceki yılın aynı döneminde olduğu gibi *P. minimum* türünün dominant olduğu bir dinoflagellat artışı saptanmıştır. Bu türün hücre yoğunluğu Haliç'in girişinden itibaren iç kesimlere doğru gidildikçe artarak ist. H7'de en yüksek seviyesine ( $7 \times 10^6$  hücre/L) ulaşmaktadır.

Sinop Körfezi'nde yapılan bir fitoplankton çalışmasında dinoflagellat patlamalarının ilkbahar sonu ve yaz ortalarında gerçekleştiği ve Temmuz-Ağustos aylarında *Prorocentrum* spp. nin dominant olduğu tespit edilmiştir. Yine bu çalışmada kalitatif açıdan kış aylarında diyatomların, yaz aylarında ise dinoflagellatların daha zengin bir yapıda oldukları ortaya koyulmaktadır. Kantitatif olarak Temmuz ayında dinoflagellatların, Nisan ayında ise diyatomların en yüksek hücre sayısına ulaştıkları saptanmıştır. Bunun yanısıra bu çalışmada dinoflagellat hücre yoğunluğu ile sıcaklık arasında pozitif korelasyon bulunurken, diyatom hücre yoğunluğu ile sıcaklık arasında çok düşük negatif korelasyon olduğu belirtilmektedir (Türkoğlu ve Koray, 2002).

İzmir Körfezi'nde yapılan bir çalışmada dinoflagellatların Nisan ortalarında çoğalmaya başladıkları ve Temmuz ortalarında maksimum yoğunluğa ulaştıkları saptanmıştır (Koray, 1995).

17 Ağustos 1999 depremi sonrası İzmit Körfezi'nde yapılan çalışmada fitoplankton populasyonunda dinoflagellatların baskınlığına dikkat çekilmekte ve fitoplanktonik gelişimin daha çok dinoflagellatların kontrolü altında olduğu ileri sürülmektedir. Mevsimsel olarak dinoflagellatların yaz aylarında, diyatomların ise kış aylarında fitoplanktonda daha sık rastlandıkları belirtildiği bu çalışmada sıcaklık değişimlerine karşı dinoflagellatların daha geniş bir tolerans gösterdikleri ileri sürülmektedir. (Okuş ve Taş, 2001).

Ağustos ayında da dinoflagellatlardan *Scrippsiella trochoidea* türünün H3 istasyonunda yaklaşık  $10^6$  hücre/L yoğunluğa sahip olduğu saptanmıştır. Yağışların etkisiyle tuzluluğun iyice düştüğü dönemlerde özellikle iç kesimlerde siyanobakterilerin aşırı çoğalması sık sık gözlenen bir durum olarak ortaya çıkmaktadır.

Kasım ayına ait su örneklerinde yapılan analizler sonucu Haliç'te siyanobakteriler dışında toksik nitelikte bir türün daha ortaya çıktığı saptanmıştır. Raphidophyceae sınıfına üye

bir tür olan *Fibrocapsa* sp. bu dönemde H4 istasyonunda yaklaşık 287500 hücre/L yoğunluğa ulaşmıştır. Yapılan çalışmalarda *Fibrocapsa* sp. nin brevetoksin türevine benzer toksinler ürettiği ve patlama dönemlerinde balık ölümlerine yol açtığı belirlenmiştir (Tomas, 1997).

**2002** yılının ilk 5 aylık döneminde alınan su örneklerinde düzelen ortam şartlarına paralel olarak diyatom türlerinin diğer gruplara göre daha yoğun bir dağılım gösterdikleri saptanmıştır. Optimum ortam koşullarının oluşmaya başladığı Mart ayında *S. costatum* türü hızla çoğalmaya başlamıştır. Mayıs ayında uygun şartlar altında birey sayısında artışlar gözlenmeye başlamıştır. Geçmiş yıllarda bu konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda Haliç'te fitoplankton topluluğunun kantitatif yönden özellikle II. Örneklenme döneminde oldukça zengin bir yapı sergilediği ortaya çıkmaktadır.

Haliç'te fitoplankton dağılımı ile ilgili olarak yapılan önemli çalışmalardan biri Uysal (1987) tarafından Ekim 1985 ile Ocak 1987 tarihleri arasında ikişer aylık periyotlar halinde yapılmıştır. Bu dönemde Haliç'te yüzey tabakasının (0-3 m) kirli oluşu ve yüksek askıda katı madde içeriği dolayısıyla yüzey suyu örneklemesinin mümkün olmadığı bu çalışmada 10, 20 ve 30 metre derinliklerden toplam 20 su örnekleme yapılarak Haliç'teki diyatom türlerinin kompozisyonu ve bolluğu incelenmiştir. Uysal (1987), Haliç'te yapmış olduğu bu çalışmalarda en yüksek diyatom yoğunluğunu Ocak 1986'da 10 metre derinlikte (yaklaşık  $250 \times 10^3$  hücre/L) saptanmıştır. Bu konsantrasyonda pennat diyatomlardan *Nitzschia delicatissima* türünün dominant olduğu ve 30 metre derinliğe kadar rastlandığı da ortaya konulmaktadır. En yüksek değerleri Ocak-Mart 1986 periyodunda, en düşük değerleri ise Temmuz 1986'da elde etmiştir. En sık rastlanan türlerin *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus* spp., *Ditylum brightwellii*, *Rhizosolenia* spp., *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp. ve *Nitzschia* spp. olduğu bu çalışmada toplam olarak 35 diyatom türü tayin edilmiştir.

Taş (1996), Ocak 1995-Aralık 1995 döneminde aylık periyotlar halinde Haliç'te yüzey suyu fitoplanktonunu kalitatif ve kantitatif açıdan incelemiştir. Başlangıçta 7 istasyonda düşünülen örnekleme, iç kesimlerde derinliğin 1 metrenin altına düşmesi sebebiyle ancak 5 istasyonda yapılabilmektedir. 1995 yılında yapılan bu çalışmada yıl boyunca tüm Haliç'te 16 diyatom, 8 dinoflagellat olmak üzere toplam 24 fitoplankton türü saptanmıştır. Birey sayısının Temmuz ve Ağustos ayları dışında  $10^3$  hücre/L'nin altında kaldığı ve fitoplankton



kommunitésinin oldukça fakir bir yapı sergilediği ortaya konulmaktadır. Fitoplanktonun en yüksek yoğunluğa ( $146 \times 10^3$  hücre/L) Temmuz ayında ulaştığı ve diyatomlardan *Leptocylindrus minimus* türünün dominant olduğu saptanmıştır (Taş, 1996).

Taş (1996) tarafından yapılan çalışmada fitoplanktondaki tür ve birey sayısının Haliç girişinden iç kesimlere doğru ilerledikçe hızla azaldığı ve hatta iç kesimlerde yıl boyunca fitoplanktona nadiren rastlandığı bildirilmektedir. Diyatomlardan *Coscinodiscus* sp., dinoflagellatlardan *Ceratium* spp. sürekli rastlanan türler olduğu bildirilmektedir.

Önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında Haliç'teki fitoplankton birey ve tür sayısının geçmiş yıllara oranla önemli miktarda artış gösterdiği ve fitoplankton topluluğunun Haliç'in büyük bir bölümünde dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır.

1998 yılında alınan 7 aylık örneklemede 3 sınıfta toplam olarak **43 tür**, 1999 yılı 11 aylık bir örnekleme periyodunda ise 4 sınıfta toplam olarak **57 tür**, 2000 yılı genelinde alınan 14 aylık su örneklerinde 7 sınıfta toplam olarak **81 tür**, 2001 yılında yapılan 11 aylık örneklemede elde edilen su örneklerinde 8 sınıfta toplam olarak **92 tür**, 2002 yılında yapılan 5 aylık örneklemede alınan su örneklerinde ise 6 sınıfta toplam olarak **60 tür** saptanmıştır.

Yıllara göre kantitatif örneklerde elde edilen tür sayıları dikkate alındığında Haliç ekosistemindeki biyolojik değişimin boyutları net bir şekilde görölmektedir. Bu durum su kalitesinde meydana gelen olumlu gelişmelerin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Kantitatif örneklerde tespit edilen tür sayıları dikkate alındığında 1998'de toplam fitoplankton içinde diyatomların oranının % 35'ten, 2002 yılında %53'e yükseldiği, ayrıca diyatom ve dinoflagellatlar dışındaki diğer grupların toplam tür sayısı içindeki paylarının % 2'den % 13'e çıktığı ve 1998'de sadece 3 sınıfla temsil edilen fitoplanktonun 2001'de 8 sınıfla temsil edildiği dikkati çekmektedir (3.39.). Bu durum, düzelen ekolojik şartların, fitoplankton kommunité yapısına ve tür kompozisyonuna olan olumlu yansımalarının bir sonucu olarak görölmektedir.

Temmuz 2000-Mayıs 2002 arasındaki 22 aylık örnekleme periyodunda alınan kepçe örneklerinde 6 sınıfta 17'si cins düzeyinde olmak üzere toplam olarak 106 tür saptanmıştır.

2000 yılında alınan 6 aylık kepçe örneklerinde 6 sınıfta toplam olarak **73 tür**, 2001 alınan 11 aylık kepçe örneklerinde 6 sınıfta toplam olarak **82 tür**, 2002 yılında alınan 5 aylık kepçe örneklerinde 4 sınıfta toplam olarak **65 tür** saptanmıştır. Bunların içerisinde sadece kepçe örnekleriyle saptanan çok sayıda tür mevcuttur (Tablo 3.6.-3.9.).

Uysal (1987) çalışmasında 10, 20 ve 30 metre derinliklerden aldığı su örneklerinde toplam olarak 35 diyatom türü belirlemiştir.

Taş (1996) tarafından 1995 yılında Haliç yüzey suyunda yapılan fitoplankton çalışmasında ise bir yıl boyunca tüm Haliç'te sadece 24 fitoplankton türüne rastlandığını bildirmektedir. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında günümüzde Haliç'te fitoplankton tür çeşitliliğinin bariz bir şekilde arttığı ortaya çıkmaktadır

2000 yılı kalitatif analiz sonuçlarına göre Temmuz ve Ağustos aylarında tür çeşitliliğinin arttığı ve Haliç girişinin (ist. H1) genel olarak diğer istasyonlara göre daha yüksek bir çeşitliliğe sahip olduğu saptanmıştır. Bunun da boğaz suyunun Haliç girişi ile sürekli olarak etkileşim halinde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

2001 yılında önceki yıla oranla diyatom türlerinde bariz bir şekilde artış olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum Haliç'te gözlenen ekolojik değişimin olumlu sonuçlarından biri olarak düşünülmektedir. Dinoflagellatların yaz aylarında, diyatomların ise Sonbahar aylarında daha yüksek tür çeşitliliğine sahip oldukları da dikkati çekmektedir.

2002 yılının sadece ilk 5 aylık dönemindeki kepçe örneklerinde 65 türe rastlanması Haliç'te fitoplankton biyomasına paralel olarak türce zenginliğin de büyük ölçüde arttığını göstermektedir.

Bu çalışmada özellikle Haliç'in iç kesimlerinde çoğu zaman rastlanan ve uygun ortam şartlarında patlama yaparak diğer canlılar için tehdit unsuru olabilen toksik siyanobakter *Microcystis* sp. türü sürekli göze çarpmaktadır.

Tatlı su ekosistemlerinde saptanmış olan önemli zehirli mikro-alglerden olan *Microcystis aeruginosa* türü polipeptidlerden ibaret olan bir zehir sentezler (Koray, 1994). Özellikle *Microcystis aeruginosa* ve *M. flos-aqua* türlerinin patlamaları yaz aylarında



nütrientçe zengin göllerde karakteristiktir. Toksik algler arasında sayılmaktadır. Toksik nitelikteki mavi-yeşil alg zehirleri herbivor zooplankterler üzerinde zararlı ve ölümcül etkiye sahip olduğu ileri sürülmektedir (Sommer, 1996).

Haliç'te özellikle H4 istasyonundan itibaren iç kesimlere doğru olan bölümlerde, genellikle yağış sonrası ve kış aylarında, tuzluluğun düşmesine paralel olarak I. Örnekleme döneminde daha sık olmakla beraber belli aylarda *Microcystis* sp. aşırı üremeleri söz konusu olmuştur. Özellikle Aralık 1998 ve Şubat 1999 dönemlerinde oldukça yüksek yoğunluklara ulaşarak ekosistem için büyük bir tehlike oluşturmuştur. İkinci örnekleme döneminde bu duruma daha seyrek rastlanmakla birlikte, özellikle bol yağışlı dönemlerde aşırı üremelere neden olduğu gözlenmektedir.

Haliç'te yapılan bu çalışmalarda *Microcystis*'te görülen aşırı üremelerin fitoplanktonda bulunan diğer türlerin gelişmesini olumsuz yönde etkilediği ve tür çeşitliliğinin azalmasına yol açtığı ortaya koyulmaktadır.

Haliç'in günümüzdeki durumu geçmiş yıllarla kıyaslandığında geline noktanın önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Taş (1996), 1995 yılında yaptığı çalışmasının sonuç kısmında Haliç'in genel durumu hakkında özet olarak şu tespitlerde bulunmaktadır: Haliç'in giriş kısmından iç kesimlere doğru ilerledikçe kirliliğin bariz bir şekilde arttığı, yüzey suyu sirkülasyonunun azaldığı ve su derinliğinin yer yer 1 metrenin de altına düştüğü iç kesimlere doğru gidildikçe, çevreyi rahatsız edecek boyutta ağır bir kokunun olduğu, sedimandan kaynaklanan zehirli gazların su yüzeyinde yoğun bir hava kabarcığı meydana getirdiği ve anoksik ortam şartlarının söz konusu olduğunu bildirmektedir. Bu durumdan dolayı Haliç'in bir an önce kalıcı çözümlere kavuşturulmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (Taş, 1996).

Günümüzde Haliç'te, önceki yıllarda başlatılan rehabilitasyon çalışmalarının izleyen "Su Kalitesi İzleme Çalışmaları" ile elde edilen veriler sonucunda, kirlenmenin oldukça azaldığı, su kalitesinin yükseldiği, çevreyi rahatsız edici fiziksel görünümün (renk, koku, çamurlu üst tabaka) ortadan kalktığı ve böylece biyolojik çeşitliliğin arttığı söylenebilir. Fitoplanktonik aktivitenin artması sonucu birincil üretim miktarı artmakta, bu da besin zinciri yoluyla diğer canlıların gelişmesine yol açmaktadır.

Özellikle son yıllarda yapılan ihtiyoplankton çalışmalarında Haliç'te balık yumurta ve larva bolluğunun ve tür çeşitliliğinin önemli düzeyde artış gösterdiği saptanmıştır (Yüksek vd., 2001). Bu gelişmeler de Haliç'te kirlenmenin önlenmesi ve su kalitesinin artmasına paralel olarak gözlenen ekolojik değişimin bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır.

Ancak tüm bu iyi yönde gelişmelere rağmen Haliç'in iç kesimlerinde kirlenme zaman zaman tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Bu durum ötrofik şartların oluşmasına yol açarak toksik alg aşırı üremelerine yol açmaktadır. Aşırı üreme sonucu yoğun organik maddenin parçalanmasıyla çözülmüş O<sub>2</sub> tüketilerek anoksik bir ortam meydana gelmesi söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle Haliç'te önceki yıllarda başlatılan ve büyük aşama kaydeden iyileştirme çalışmalarıyla, girdilerde sağlanan kontrolün devam etmesi, su kalitesinin periyodik olarak takip edilmesi ve su sirkülasyonuna engel teşkil eden Valide Sultan Köprüsü'nün uygun bir yere taşınması, Unkapanı Köprüsü'nün ise kazıklı sisteme geçmesi gerekmektedir

## **KAYNAKLAR**

ARTÜZ, İ., KORKMAZ, K. Haliç'in Kirlenmesinde Su Hareketlerinin Rolü. İstanbul Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu. 11-13 Şubat 1976, s.75-96, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

BAŞTÜRK, A., ÖZTÜRK, M., ERDEN, Ş., DİNÇER, İ. (2001): Haliç'te rehabilitasyon projesi. Haliç 2001 Sempozyumu. 3-4 Mayıs 2001, s.1-20, İstanbul.

CİRİK, S., GÖKPINAR, Ş. (1993): Plankton bilgisi ve kültürü. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yay. No:47, s.197-207, Bornova, İzmir.

CLOERN, J. E. (1987): Turbidity as a control on phtoplankton biyomass and productivity in estuaries. Continental Shelf Research 7:1367-1381.

CUPP, E.E. (1943): Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America. University of California Press, Berkeley, California, USA.

DOĞAN, E., SUR, H.İ., GÜVEN, K.C., OKUŞ, E., YÜKSEK, A., UYSAL, A., ÜNLÜ, S., ALTIOK, H., TAŞ, S., ASLAN, A., YILMAZ N. vd. (2000): Su Kalitesi İzleme Çalışması Sonuç Raporu (1999), İstanbul.

DOĞAN, E., SUR, H.İ., GÜVEN, K.C., OKUŞ, E., YÜKSEK, A., UYSAL, A., ÜNLÜ, S., ALTIOK, H., TAŞ, S., ASLAN, A., YILMAZ N. vd. (2001): Su Kalitesi İzleme Çalışması Sonuç Raporu (2000), İstanbul.

EROĞLU V., SARIKAYA H., ELDEMİR, M. Güney ve kuzey Haliç çevre koruma projeleri, Haliç 2001 Sempozyumu, 3-4 Mayıs 2001, İstanbul, 21-35.

FLEMER, D. A., LIVINGSTON R. J., MCGLYNN, S. E. (1998): Seasonal growth stimulation of sub-temperate estuarine phytoplankton to nitrogen and phosphorus: An outdoor microcosm experiment. Estuaries 21 (1) p. 145-159.

GERHARD, D. (1974): Marines phytoplankton eine Auswahl der Helgolander planktonalgen (Diatomeen, Peridineen). Georg Thieme Verlag Stuttgart.

GREENBERG A.G., TRUSSEL R.R., CLESCERI L.S., FRANSON M.A.H. (1985): Standard methods for the examination of water and wastewater, American Water Work Association (APHA, AWWA and WPCF). 16<sup>th</sup> ed., Washington.

GUILLARD R.R.L. (1978): Counting slides. In: Phytoplankton manual, Sournia, A., (ed.). UNESCO, p 182-189.

GÜÇLÜER, Ş., DOĞUSAL, M. Haliç'te Fiziksel Oşinografik Durumun İncelenmesi. İstanbul Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu. 11-13 Şubat 1976, s.61-74, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

GÜVEN, K.C., SUR, H.İ., OKUŞ, E., YÜKSEK, A., UYSAL, A., BALKIS, N., KIRATLI, N., ÜNLÜ, S., ALTIOK, H., TAŞ, S., ASLAN, A., YILMAZ, N., MÜFTÜOĞLU, A.E., GAZIOĞLU, C. ve CEBECİ, M. (2000): İzmit Körfezi'nin Oşinografisi. 17 Ağustos Depremi sonrası İzmit Körfezi'nde ölçme ve izleme programı. Sonuç Raporu, İstanbul.

HASLE, G.R. (1978): Some specific preparations. Diatoms. In: Phytoplankton manual, Sournia, A., (ed.). UNESCO, p 141.

HASLE, G.R., SYVERTSEN, E.E., STEIDINGER, K.A., TANGEN, K., THRONDSSEN, J., HEİMDAL, B.R. (1997). Identifying marine phytoplankton. Edited by TOMAS, C.R. Academic Press, USA.

HENDEY, N.I. (1964): An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal Water Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). London.

KIRATLI, N., BALKIS, N. (2001): Haliç'te çözünmüş oksijen, askıda katı madde ve H<sub>2</sub>S dağılımı. Haliç 2001 Sempozyumu. 3-4 Mayıs 2001, s.329-338, İstanbul.

KORAY, T. (1985): İzmir Körfezi'nin mikroplanktonunda meydana gelen değişimlerde ortam faktörlerinin rolü. Doktora Tezi. E. Ü. Fen Fak., Biyoloji Bölümü, İzmir.

KORAY, T. (1992): İzmir Körfezinde deniz suyu kalitesini etkileyen tek hücreli organizmalar: Red-tide ve diğer aşırı üreme olayları. Doğa-Tr. J. of Biology 16, 135-157, Tübitak.

- KORAY, T. (1994): Sucul ekosistemlerde aşırı üreyen zararlı-zehirli algler ve izlenmelerinde takip edilecek stratejiler. E.Ü. Fen Fak. Dergisi Seri B, Ek 16/1, 1994.
- KORAY, T. (1995): Phytoplankton species succession, diversity and nutrients in neritic Waters of the Aegan Sea (Bay of İzmir). Tr. J. of Botany 19, 531-544 , Tübitak.
- KORAY, T. (2002): Denizel Fitoplankton. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi . Yay. No: 32, Bornova, İzmir.
- KORAY, T. (2002): Toxic and harmful phytoplanktonik species in the Aegean (Including Dardanelles) and northeastern Mediterranean coastline. Workshop on Lessepsian Migration, 20-21 July, Gökçeada-Turkey.
- MALLIN, M. A., CAHOON, L. B., MCIVER, M. R., PARSONS, D. C., SHANK, G. C. (1999): Alternation of faktors limiting phytoplanktonpProduction in the Cape Fear River Estuary. Estuaries 22 (4), p.825-836.
- MALLIN, M. A., G. C. SHANK, M. R. MCIVER ve J. F. MERRİTT (1996): Water quality in the lower Cape Fear River system, 1995-96. Center for Marine Science Research, University of North Carolina at Wilmington, Wilmington, North Carolina.
- MARGALEF, R. (1978): Diversity. In: Phytoplankton manual, Sournia, A., (ed.). UNESCO, pp 251-260
- MÜFTÜOĞLU, A. E. (2002): Haliç'in Fiziksel Oşinografisi. Yüksek Lisans Tezi. İ. Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- OKUŞ, E., ASLAN, A., TAŞ, S., YILMAZ, N., POLAT, Ç. (2001): Haliç'te nutrient ve klorofil *a* dağılımı. Haliç 2001 Sempozyumu. 3-4 Mayıs 2001, s.145.152, İstanbul.
- OKUŞ, E., TAŞ, S. İzmit Körfezinde fitoplankton dağılımı. IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. 5-8 Ekim 2001, s.31-42, Bodrum.

ORHON, D. Haliç'te Su Kirlenmesi ve Haliç Suyunun Marmara'ya Taşınması Olayı Temel Bilgiler ve Özellikleri. İstanbul'un Çevre Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu. İTÜ Maçka Kampüsü, 9-13 Nisan 1990, s.181-205, İstanbul.

LOUDRA, B., LOUDİKİ, M., SBİYYA, B., VANCONCELOS, V., ZERROUK, H., EL ANDALOUSSİ-DADI, M., DARLEY, J. Occurrence of Hepatotoxic *Microcystis aeruginosa* Waterblooms in a Eutrophic Moroccan Lake Reservoir. VIII. International Conference on Harmful Algae. Vigo, Spain, 25-29 June 1997.

PARSONS T.R., MATTA Y. ve LALLI C.M. (1984): A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, Oxford, UK.

PARSONS, T.R. ve SEKI, H. (1970): Importance and general implications of organic matter in aquatic environments. In "Symposium on Organic Matter in Natural Waters" (D.W. Hood, ed.), pp.1-27. Institute of Marine Sciences University of Alaska.

PIELOU, E.C. (1975): Ecological Diversity. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia. Printed in the USA. pp 14-18.

PINET, P.R. (1992): Oceanography. An Introduction to the Planet Oceanus. pp. 148-151, USA.

PRIDDLE, J., FRYXELL, G. (1985): Handbook of common plankton diatoms of the Southern Ocean: Centrales except the genus *Thalassiosira*. Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge.

REHAKOVA, Z. (1974): Marine diatoms in helvetion sediments of the Central Paratethys Thira Symposium on recent and marine diatoms. September, 9-13, Qk 569 DS 4SIM.

RİCARD, M., DORST, J. (1987): Atlas du phytoplancton marin diatomophycées. Membre de l'Institut. Vol.II: Editions Du Centre National De La Recherche Scientifique Paris.

SEMİNA, H.J. (1978): Treatment of an aliquot sample. In: Phytoplankton manual, Sournia, A., (ed.). UNESCO, p 181

SOMMER, U. (1996): Algen, quallen, wasserfloh. Die Welt des planktons. pp.35-102, Springer Verlag, Berlin, 1996.

SUKHANOVA, I.N. (1978): Settling without the inverted microscope. In: Phytoplankton manual, Sournia, A., (ed.). UNESCO, p 97.

SUR, H.İ., GÜVEN, K.C., OKUŞ, E., YÜKSEK, A., UYSAL, A., ÜNLÜ, S., ALTIOK, H., TAŞ, S., ASLAN, A., YILMAZ N. vd. (2002): Su Kalitesi İzleme Çalışması. Sonuç Raporu (2001), İstanbul.

SUR, H.İ., OKUŞ, E., ALTIOK, H., MÜFTÜOĞLU, A.E. : Haliç'in fiziksel oşinografisi ve ıslah çalışmalarının etkileri. Haliç 2001 Sempozyumu. 3-4 Mayıs 2001, s.131-144, İstanbul.

TANGEN, K. (1978): Nets. In: Phytoplankton manual, Sournia, A., (ed.). UNESCO, pp 50-58.

TAŞ, S. (1996): Haliç yüzey suyunda fitoplankton dağılımının incelenmesi. Yüksek Lisans tezi. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşl. Enst. Deniz Biyolojisi Bilim dalı, İstanbul.

THRONDSSEN, J.(1978): Preservation and storage. In: Phytoplankton manual, Sournia, A., (ed.). UNESCO, pp 69-74

TOMAS, C.R. (1997): Blooms of Potentially Harmful Raphidophyceae Flagellates in Florida Coastal Waters. Harmful Algae. VIII. International Conference, p.101-103. Vigo, Spain.

TRÉGOUBOFF, G., ROSE, M. (1957): Manuel de planktonologie Méditerranéenne Tome II. Illustrations. Centre National De La Recherche Scientifique, Paris.

TÜFEKÇİ, V. (2000): İstanbul Boğazı ile Boğazın Marmara Denizi ve Karadeniz Girişlerindeki Fitoplankton Dağılımı. Doktora Tezi. İ.Ü. Deniz Bil. ve İşl. Enst., İstanbul.

TÜRKOĞLU, M. ve KORAY, T. (2002): Phytoplankton species succession and nutrients in southern Black Sea (Bay of Sinop). Tr. J. of Botany 26,235-252, Tübitak.



UTERMÖHL, H. (1931): Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. Verh. Int. Ver. theor. Angew. Limnology 5:567-597.

UYSAL, Z. (1987): "Fate and Distribution of Plankton Around the Bosphorus, Golden Horn, North-eastern Marmara and the Bay of İzmit". Yüksek Lisans Tezi. The Middle East Technical University. Institute of Marine Sciences. Erdemli, İçel.

ÜNLÜ, M.Y., TOPÇUOĞLU, S., ANIL, Y.D. (1972): Fitoplankton Kültürlerinin Boğaz, Haliç, Büyükçekmece, Marmara ve Karadeniz Sularının Kirlenme Olayında İndikatör Olarak Kullanılması. İ.Ü. Fen Fak. Araştırma Enst. Yay., 5, 1-25, İstanbul.

VENRICK, E. (1978): Sampling techniques. In: Phytoplankton manual, Sournia, A., (ed.). UNESCO, pp 33-40.

YILMAZ, A., SALİHOĞLU, İ., ACARA, A., KONUK, Y.T. (1989): Denizlerde ölçüm ve izleme standart yöntemler el kitabı. Tübitak, Ankara, 1989.

YÜCE, R. Haliç ve Kirlenme. Haliç Sempozyumu Tutanakları, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, 10-11 Aralık 1975, İstanbul.

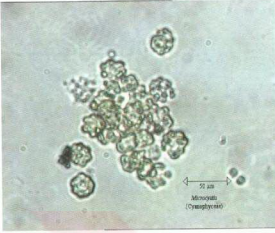
YÜKSEK, A., OKUŞ, E., UYSAL, A. ve YILMAZ, N. Haliç'in rehabilitasyon sürecinde balık çeşitliliği. Haliç 2001 Sempozyumu. 3-4 Mayıs 2001, s.179.192, İstanbul.

ZAR, J.H. (1984): Bioistatistical analysis. Second edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

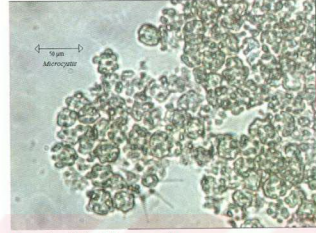
## EKLER

### EK 1. PROKARYOTİK ORGANİZMALAR

#### CYANOPHYCEAE



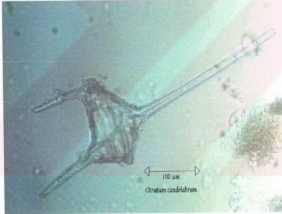
Fotoğraf 1. *Microcystis* sp.



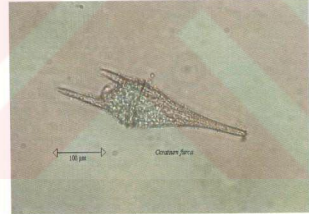
Fotoğraf 2. *Microcystis* sp

### EK 2. ÖKARYOTİK ORGANİZMALAR

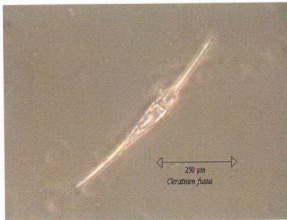
#### A- DINOPHYCEAE



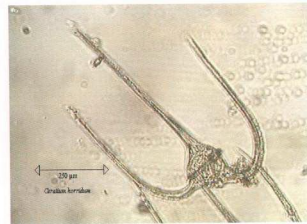
Fotoğraf 1. *Ceratium candelabrum*



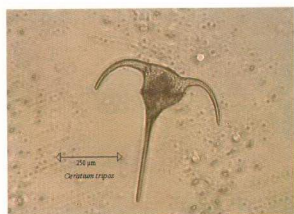
Fotoğraf 2. *Ceratium furca*



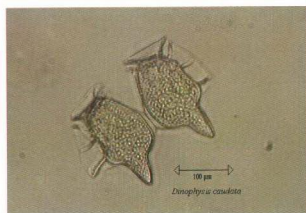
Fotoğraf 3. *Ceratium fusus*



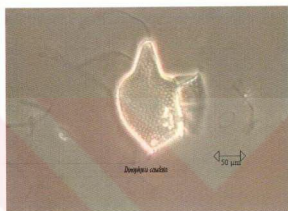
Fotoğraf 4. *Ceratium horridum*



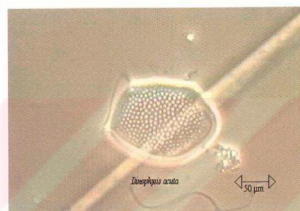
Fotoğraf 5. *Ceratium tripos*



Fotoğraf 6. *Dinophysis caudata*



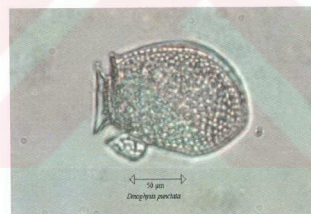
Fotoğraf 7. *Dinophysis caudata*



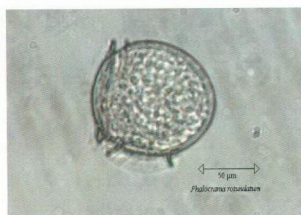
Fotoğraf 8. *Dinophysis acuta*



Fotoğraf 9 *Dinophysis hastata*



Fotoğraf 10. *Dinophysis punctata*



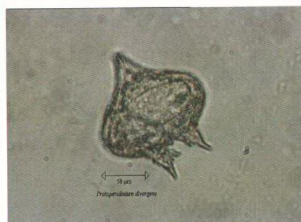
Fotoğraf 11. *Phalocrama rotundatum*



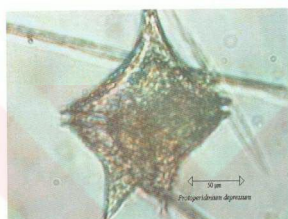
Fotoğraf 12. *Gymnodinium sanguineum*



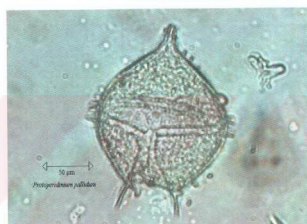
Fotoğraf 13. *Protoperdinium claudicans*



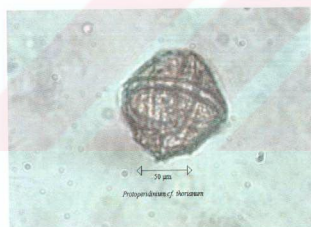
Fotoğraf 14. *Protoperdinium divergens*



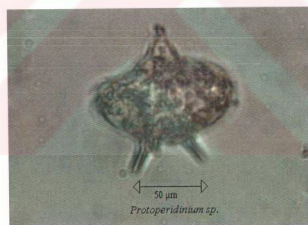
Fotoğraf 15. *Protoperdinium depressum*



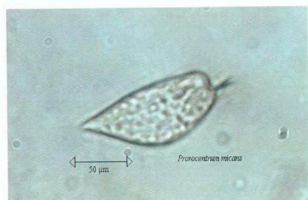
Fotoğraf 16. *Protoperdinium pallidum*



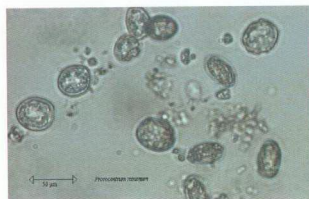
Fotoğraf 17. *Protoperdinium cf. thorianum*



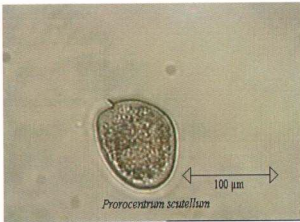
Fotoğraf 18. *Protoperdinium sp.*



Fotoğraf 19. *Proocentrum micans*



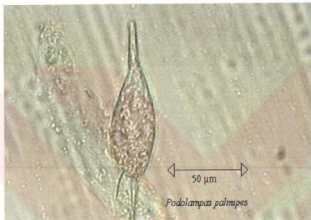
Fotoğraf 20. *Proocentrum minimum*



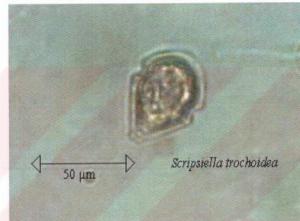
Fotoğraf 21. *Prorocentrum scutellum*



Fotoğraf 22. *Prorocentrum cordatum*



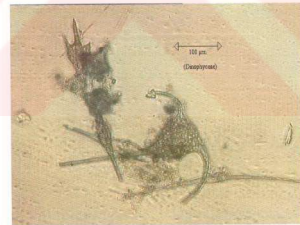
Fotoğraf 23. *Podolampas palmipes*



Fotoğraf 24. *Scripsiella trochoidea*



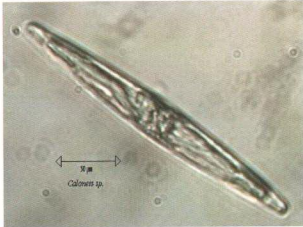
Fotoğraf 25. *Heterocapsa triquetra*



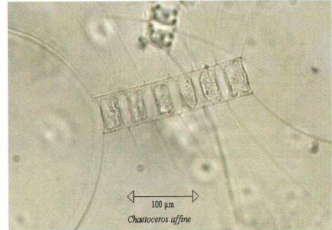
Fotoğraf 26. Dinoflagellatlar



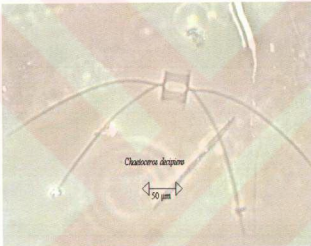
## B- BACILLARIOPHYCEAE



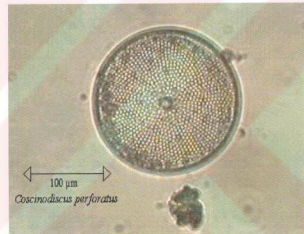
Fotoğraf 1. *Caloneis* sp.



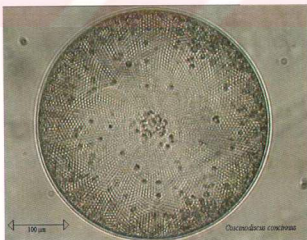
Fotoğraf 2. *Chaetoceros affinis*



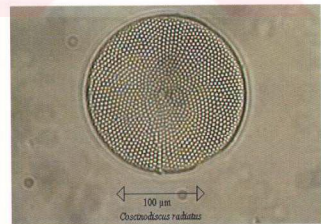
Fotoğraf 3. *Chaetoceros decipiens*



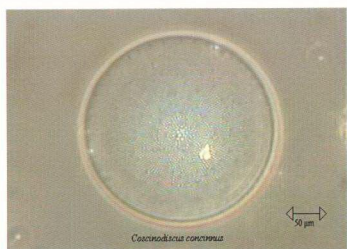
Fotoğraf 4. *Coscinodiscus perforatus*



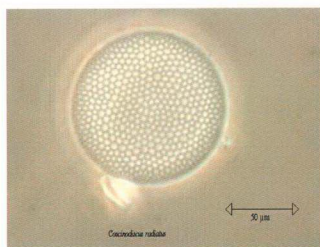
Fotoğraf 5. *Coscinodiscus concinnus*



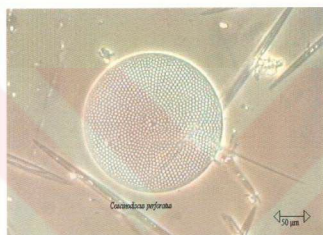
Fotoğraf 6. *Coscinodiscus radiatus*



Fotoğraf 7. *Coscinodiscus concinnus*



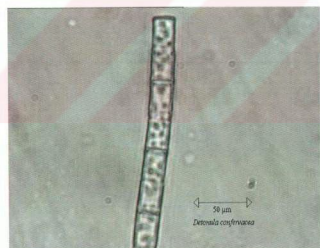
Fotoğraf 8. *Coscinodiscus radiatus*



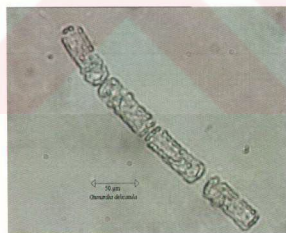
Fotoğraf 9. *Coscinodiscus perforatus*



Fotoğraf 10. *Ditylum brightwellii*



Fotoğraf 11. *Detonula confervacea*

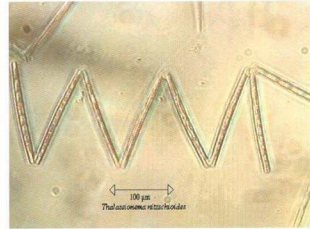


Fotoğraf 12. *Guinardia delicatula*

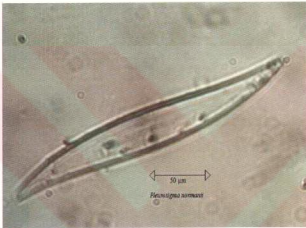




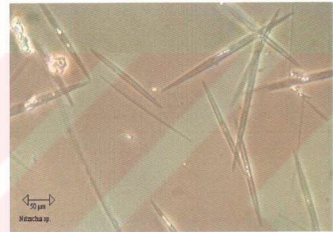
Fotoğraf 13. *Leptocylindrus danicus*



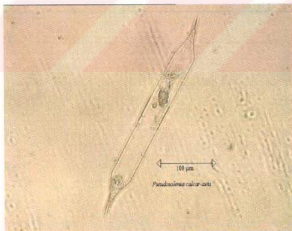
Fotoğraf 14. *Thalassionema nitzschioides*



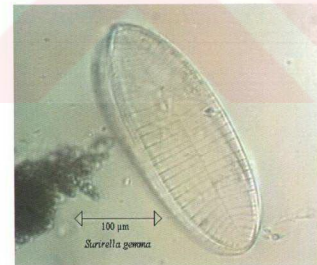
Fotoğraf 15. *Pleurosigma normanii*



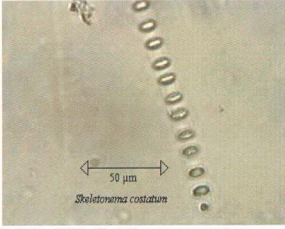
Fotoğraf 16. *Nitzschia* sp.



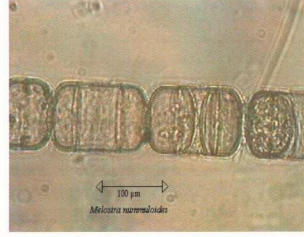
Fotoğraf 17. *Pseudosolenia calcar-avis*



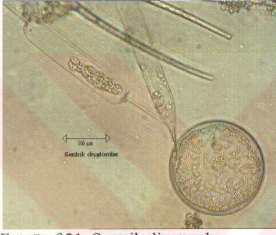
Fotoğraf 18. *Surirella gemma*



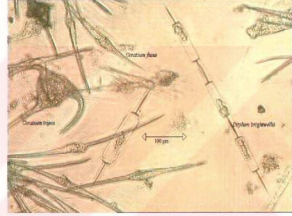
Fotoğraf 19. *Skeletonema costatum*



Fotoğraf 20. *Melosira nummuloides*

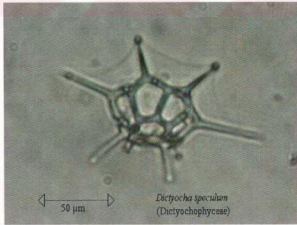


Fotoğraf 21. Sentrrik diyatamlar

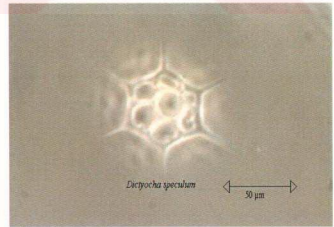


Fotoğraf 22. Diyatom ve dinoflagellatlar

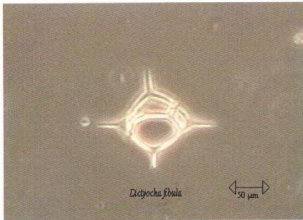
### C- DICTYOCHOPHYCEAE



Fotoğraf 1. *Dictyocha speculum*

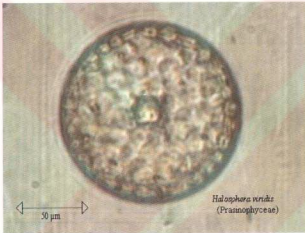


Fotoğraf 2. *Dictyocha speculum*



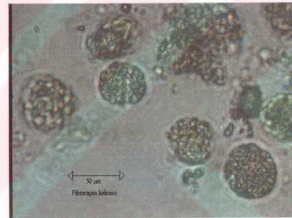
Fotoğraf 3. *Dictyochoa fibula*

### D- PRASINOPHYCEAE



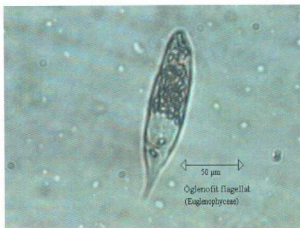
Fotoğraf 1. *Halosphaera viridis*  
(Prasinophyceae)

### E- RAPHIDOPHYCEAE



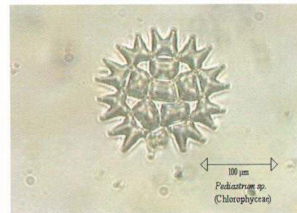
Fotoğraf 1. *Fibrocapsa* sp.

### EUGLENOPHYCEAE



Fotoğraf 1. Öglonofit flagellat

### CHLOROPHYCEAE



Fotoğraf 1. *Pediatrum* sp.  
(Chlorophyceae)

## ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi : 01.01.1966

Doğum yeri : Diyarbakır

Lise : (1980-1983) Diyarbakır Ticaret Lisesi

Lisans : (1983-1987) Akdeniz Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Y.O.

Yüksek Lisans : (1993-1996) İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü

Çalıştığı Kurum: (1999, devam ediyor) İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşl. Enstitüsü.