



İSTANBUL HALIÇ'ININ KİRLİLİK DURUMU,

DOLAŞIM VE YENİLENME ÖZELLİKLERİ

A. C. Saydam, Ö. Baştürk, E. Özsoy, M. A. Latif, T. Oğuz ve M. Ünsal
ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, P.K.28, Erdemli, İçel

ÖZET:

İstanbul Haliç'inde sürmekte olan çalışmalarda fiziksel, ve kirlenme ile ilgili kimyasal parametreler birer aylık aralıklarla izlenmektedir. Eldeki ilk sonuçlar kirliliğin özellikle Haliç köprülerinin yüzer dubalarının akımı engellediği yüzey sularında (3-4 m derinliğe kadar) olağanüstü boyutlarda olduğunu; buna karşılık daha derinlerde Haliç özelliklerinin büyük ölçüde İstanbul Boğazı ile çevre denizlerin koşullarını yansıttığını ortaya çıkarmaktadır. Yüzey tabakasının hemen altında ve Haliç kesitinde yoğunluk farklarınca yaratılan yavaş bir dolaşım gözlemlendiği gibi rüzgarlar ve İstanbul Boğazı ile etkileşim sonucunda oluşan iç dalga hareketleri de önemli yer tutmaktadır. Ancak bunların hiçbirisi yüzeydeki birkaç metrelik kesimin yeterli düzeyde yenilenmesini sağlayamamaktadır.

Yüzeyden 3-4 m derinliğe kadar olağanüstü düzeylerde bulunan asılı katı maddeler ve organik yükler güneş ışığının hızla sönmelenmesine bunun sonucunda özellikle yaz aylarında bu tabakanın normalden 1-2°C daha fazla ısınmasına ve mevcut oksijenin tümüyle tüketilerek anoksik ortamın oluşmasına neden olmaktadır. Haliç'in 1-4 m derinliğe kadar sığılaştığı iç kesimlerde güneş ışığının taban çamuruna kadar ulaşması ile tüm su kütlesi anoksik hale gelerek ek olarak dip çamurundan gelen bozunma ürünleri nedeniyle Eyüp Sütluçe yörelerinde yoğun kokulara sebep olmaktadır.

SUMMARY:

THE STATE OF POLLUTION IN THE GOLDEN HORN AND CIRCULATION/RENEWAL CHARACTERISTICS

Physical, chemical and pollution related parameters are being monitored at monthly intervals in continuing studies of the Golden Horn. Initial results suggest that the levels of pollution are extraordinarily high in the surface layers (top 3-4 meters) where the flow is obstructed by the various pontoons of the Golden Horn bridges, while at greater depths, the characteristics of the Bosphorus and adjoining seas are fully reflected. Immediately below the surface layer, a density-driven circulation is observed, and internal wave activity driven by either winds or interaction with the Bosphorus seems to be important. However, neither of these two types of activity can cause a sufficient renewal of the surface layer.

The extremely heavy loads of suspended particulates, organic matter in the surface 3-4 meters of the water column cause a rapid extinction of sunlight, which, especially in summer months, results in an excess heating by 1-2°C in this layer. As a result of increased temperature and microbiological activities. In the shallow upper reaches of the Golden

Horn , where the maximum depths are down to 1-4 m, sunlight may reach the bottom and be responsible for further decomposition in the bottom muds. Therefore, around the Eyüp-Sütlüce area, dense odors are quite frequent.

ISTANBUL HALIÇ'ININ KİRLİLİK DURUMU, DOLAŞIM VE YENİLENME ÖZELLİKLERİ

1. GİRİŞ

Bir zamanlar doğal güzelliği ile ünlü olan İstanbul Haliç'i son yüzyıl içerisindeki endüstrileşme ve nüfus artışı sonucu hızla kirlenmiş , doğal kaynakları giderek bozunmuş ve tükenmeye yüz tutmuştur. Günümüzde Haliç'e ilişkin çevre sorunları artık İstanbul kentinin sağlığını ve gelişmesini olumsuz yönde etkileyen kronik bir boyuta ulaşmış bulunmaktadır. Bununla birlikte, doğal savunma ve temizleme mekanizmalarının yeterince araştırılarak değerlendirilmesi halinde Haliç'in iyileştirilmesi çabaları zaman ve verim açısından büyük bir aşama kaydedilebilecektir.

Haliç'in çok boyutlu çevre sorunlarının tanımlanması ve giderilmesi yönünde yapılan araştırmalar incelendiğinde kaynak kirliliği, sosyo-ekonomik koşullar, ulaşım, arazi kullanımı vs. gibi konularda önemli bir bilgi birikimi bulunmaktaysa da (Tezcan ve diğerleri, 1979) Haliç'in genel osinografik koşulları, hidro-kimyasal ve kirlilik parametrelerinin dağılımları gibi konularda yeterli bir bilgi bazının bulunmadığı anlaşılmaktadır. Haliç'in osinografik durumu hakkında bugüne değin elde edilebilen bilgiler çoğunlukla Kor (1963), Yüce (1970), Damoc (1971), Artuz ve Korkmaz (1976), Güçlüer ve Doğusal (1976) tarafından yapılan araştırmalara dayanmaktadır.

Bu bildiride Haliç'in hidro-kimyasal yapısının yeterince incelenmesi ve kirlenme durumunun saptanması amacıyla ODTU Deniz Bilimleri Enstitüsü (DBE) tarafından yaklaşık bir yıldır sürdürülen araştırmaların bazı ilk sonuçları ana hatları ile sunulmaktadır.

2. HALIÇ'IN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

1985 yılı içinde Şekil.1'de gösterilen istasyonlarda ayda bir kez olmak üzere elde edilen tuzluluk, sıcaklık, oksijen gibi temel hidrografik ölçümler ile Galata köprüsünün Haliç tarafında çeşitli derinliklerde yapılan akıntı ölçüm sonuçları bu bölümde sunulmaktadır.

Yapılan gözlemlerde, önceki araştırmalardan elde edilen sonuçlara uygun olarak , Haliç'in derin kesimlerinde yaklaşık 25 metre derinlikte bulunan bir ara tabakanın üstünde Karadeniz kaynaklı İstanbul Boğazı üst suları ile bunun altında Marmara Denizi alt suları görülmüştür. Bu tabakalar üst sulara % 18-20 ve alt sulara % 38 tuzluluk değerleri ile belirlenmektedir. Sıcaklık ise her dönemde İstanbul boğazı koşullarını yansıtmakta olup yaz aylarında sadece yüzeydeki (0-4 m) duragan

sularda daha alt seviyedeki sulara oranla 1-2 C daha fazla ısınma görülmektedir. İstanbul Boğazında aynı ölçüde görülmeyen bu durum, Haliç yüzey sularının alt sularla karışımının ve dolayısıyla yenilenmesinin yetersiz düzeyde olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, yaz aylarında 25 metre derinliklerde Haliç ağzından içeri doğru giren 12.5°C sıcaklıkta Karadeniz kaynaklı soğuk ara tabaka suları izlenmektedir. Tuzluluk ve sıcaklık dağılımlarına örnek olarak Temmuz 1985 ayına ait kesitler Şekil.2 de sunulmaktadır. Kasım 1985 ölçümlerinde ise anılan iki tabakalı olagan durumdan farklı bir tabakalaşma belirlenmiş olup, bu kez tuzluluk yüzeyden ara tabakaya kadar dogrusal olarak artmaktadır. Üst tabakadaki karışımın varlığını gösteren bu durum yine aynı dönemdeki Haliç-İstanbul Boğazı bağlantısındaki şartları yansıtmakta ve böylece Haliç'in köprüler bölgesindeki derin kesimlerinde üst tabaka sularının yenilendiğini göstermektedir. Öte yandan önceki çalışmalarda (Artüz ve Korkmaz 1976) ortalama 3-5 m sıklıktaki iç kesimlerde deniz yönünde ve tabana doğru giderek artan ve dip bölgelerde % 17-20 değerlerine ulaşan tuzluluğun gözlenmesi yüzey sularının en iç kesimlere kadar ulaşabildiğini göstermektedir.

Haliç'de tatlı su girdisi ve gel-git etkilerinin belirgin olmaması nedenleriyle yoğunluk farkları tarafından yaratılan zayıf bir dolaşım sistemi gerçekleşebilmektedir. Daha önce yapılan akıntı ölçümlerine göre (DAMOC, 1971) ortalama 1-10 cm/s sınırları içinde oldukça zayıf üç-tabakalı bir dolaşım sistemi izlenmiştir. Buna göre yüzeyden Haliç'e giren Karadeniz kaynaklı sular ile dip kesimlerden giren Marmara kaynaklı alt sular daha sonra orta derinliklerde dışa doğru akmaktadırlar. 9 Ağustos-2 Eylül 1985 tarihleri arasında Galata köprüsünde 10, 14 ve 22 metre derinliklerde ölçülen akıntılar bu tür bir sistemin varlığını doğrular niteliktedir. Bu ölçümlerde ortalama akıntıların genellikle 10 metrede Haliç içerisine doğru, 14 ve 22 metrelerde ise Haliç dışına doğru oldukları ve yaklaşık 5 cm/s mertebesinde bulundukları gözlenmiştir (DBE, 1986). Bu sistem Cameron ve Pritchard (1963) tarafından başka haliçlerde gözlenen ve Hansen ve Festa (1974) tarafından modellenen dolaşım sistemine benzemektedir.

Haliç'teki çözünmüş oksijen dağılımları Şekil.2'de Temmuz 1985 için verilen kesit ile örneklenmektedir. Burada ilk üç metre içinde oksijen 3 mg/lit değerinin altına düşmekte ve yüzeyde yer yer tümüyle tüketilerek anoksik koşulların olduğu görülmektedir. Yüzey tabakasının altındaki Karadeniz kaynaklı üst sularda oksijen 5-7 mg/lit değerlerine ulaşmakta, 25 metrenin altındaki Marmara kaynaklı sularda ise Marmara alt sularının tipik değerleri olan 1-3 mg/lit düzeyine düşmektedir. Aşırı organik madde yüklü taban çamurunda ve bunun hemen üzerindeki sularda oksijenin tümüyle yok olduğu gözlenmektedir.

Haliç'in çeşitli kesimlerinde daha önce yapılan ölçüm sonuçları DBE'nin 1985 ölçümleri ile karşılaştırıldığında buradaki kirlenmenin son yıllarda önemli ölçüde artış kaydettiği sonucu ortaya çıkmaktadır. 1967'de Haliç'in derin bölgesinin yüzey sularında gözlenen 6-7 mg/lit oksijen miktarının (DAMOC, 1971) Aralık 1975'de yapıldığı bildirilen ölçümlerde 1.3-5.0 mg/lit değerleri arasında değişmekte olduğu (Artüz ve Korkmaz, 1976), 1985 ölçümlerinde ise Haliç'in yüzey sularında bunlara göre daha düşük oksijen değerlerine rastlanıldığı görülmektedir. 1967'de yüzeyde % 70'den fazla olan doyma oranı 1975'de % 10-45 arasında

bulunmuş iken 1985 ölçümlerinde bu oran % 1-20 sınırları arasında değişmektedir. Bununla birlikte, yüzeydeki yoğun oksijen tüketimine karşın, Haliç'in derin kesimlerinde üst tabakanın ortalarına doğru boğazdan giren suların etkisiyle yaklaşık % 70 doyma oranı görülmesi Haliç'in hiç olmazsa bir bölümünde biyolojik üretimin oksijenle sınırlandırılmadığı gerçeğini yansıtmaktadır.

3. HALIÇ'IN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

1985 yılı içinde Şekil.1'de gösterilen istasyonlarda çeşitli derinliklerde yapılan ölçümlerde elde edilen pH, toplam asılı katı madde, humik madde, poliaromatik hidrokarbonlar, ısı geçirgenliği gibi kimyasal parametrelerin dağılımları ile tabandan alınan çamur örneklerinde incelenen bentik organizmalara ilişkin sonuçlar bu bölümde sunulmaktadır.

Haliç boyunca çeşitli istasyonlarda yüzey, ara tabaka ve dip sularındaki toplam asılı katı madde miktarlarının aylara göre değişimleri Şekil.3'de sunulmuştur. Ölçüm sonuçları 2-3 metre kalınlığındaki yüzey sularının Haliç'e boşaltılan çok çeşitli evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları sonucu olağanüstü seviyelere varan asılı katı maddelerle yüklendiğini ortaya çıkarmaktadır. İstanbul Boğazı üst tabaka sularında toplam asılı katı madde yükü 1.5 mg/lt dolaylarında ölçülmüş iken bu değer Haliç yüzey sularında ortalama 15-30 mg/lt arasında değişmektedir. Yüzey sularındaki bu derece yüksek asılı katı madde yükü kısmen de olsa etkisini Haliç'in alt tabaka sularında hissettirebilmektedir. Öte yandan, Şekil.3' den de görüldüğü gibi, yaz ayları boyunca her üç tabakada yüksek olan asılı katı madde değerleri sonbahar-kış dönemlerinde oldukça azalmaktadır.

Haliç'te değişik istasyonlarda Mayıs, Temmuz, Eylül aylarında fotoselli-radyasyon ölçer cihazı ile yapılan ölçümlerde ısı şiddetinin yaklaşık 3 metre derinlikte yüzey değerinin % 1'ne indiği görülmüştür (Şekil.5). Güneş ışıması şiddeti hem yüzeyden yansıma yoluyla hemde yüzey tabakası içerisinde aşırı miktardaki asılı katı madde yükü ve bu tabaka içinde yoğunlaşan diğer renk verici organik maddelerce emilmesi sonucunda hızla azalmaktadır.

Şekil.4'de Haliç yüzey sularının farklı aylarda güneş ışığını yansıtma yüzdeleri gösterilmektedir. Yüzeysel geri yansıma yüzdeleri Galata köprüsü civarında % 20-30 arasında iken Kasımpaşa-Tersaneler açıklarında % 70 ve Haliç'in en iç kesimlerine doğru % 80-95 civarında olduğu görülmektedir. Güneş ışığının Haliç içlerine doğru daha fazla yansımalarının nedeni su yüzeyini ince bir film halinde kaplıyan petrol kökenli yağ, gres ve hidrokarbonların artması olup, bu durum Haliç yüzey sularının özellikle iç kesimlerde ne derece kirlendiğinin göstergesidir.

Haliç istasyonlarında farklı üç derinlikte (yüzey, 10 m ve 30 m) ölçülen humik madde miktarları incelendiğinde yaz ayları boyunca 3 metre kalınlığındaki en üst tabakanın ara ve alt tabakalara oranla, çok daha

fazla hümik madde içerdigi ortaya çıkmaktadır. Genelde renk verici özelliği olan bu maddeler gurubuna bitkilerin ve deniz canlılarının biyolojik parçalanma ürünleriyle, Endüstriyel bazı boyalar ve pigmentler dahildir. Ayrıca yüzey sularındaki hümik ve benzeri madde konsantrasyonu Kasımpaşa-Tersaneler yöresinden başlayarak Haliç içlerine doğru bir artış göstermektedir. Kış aylarında ise yaz aylarına göre bütün tabakalardaki hümik ve benzeri madde konsantrasyonlarında göreceli olarak bir azalma ortaya çıkmaktadır.

Temmuz 1985'de Haliç'in orta ekseni boyunca (Şekil.1) her istasyonda en az iç derinlikte olmak üzere (1 m, 10 m , 30 m) yapılan kimyasal parametre ölçümlerinin aylık ortalamaları, aynı dönemde Marmara Denizi ile İstanbul Boğazında yapılan ölçümlerin ortalamaları ile kıyaslanabilmesi amacıyla Tablo-1'de sunulmuştur.

Haliç'in yüzey, 10 metre ve 30 metre derinliklerinde yapılan pH ölçümleri, yüzey (0-3 m) suları pH'nın Karadeniz ve Marmara üst tabaka (0-20 m) sularının pH'ından tüm aylarda daha düşük olduğunu göstermektedir. Organik maddelerce aşırı derecede yüklü yüzey sularında biyolojik parçalanma sonucu açığa çıkan karbonik asit ve hidrojen sülfür nedeniyle pH 7.0-7.5 değerlerine düşmektedir. Bu değer Karadeniz kaynaklı ara tabaka sularında 7.5-8.4 değerlerine ulaşmaktadır. Dip tabaka sularının pH'si ise 7.95 olup Marmara denizi alt sularında yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar ile aynıdır.

Tablo-2'de ise Mart 1986 tarihinde Haliç'in farklı tabakalarında ve dip çamurlarında yapılan fosfat-fosforu ölçüm sonuçları sunulmuştur. Aynı dönemde İstanbul Boğazı üst tabaka sularında ölçülen PO_4-P değerleri ortalama $13.9 \pm 4.2 \mu gP/l$, Marmara Denizi alt tabaka sularında ise $28.7 \pm 2.8 \mu gP/l$ olarak ölçülmüştür. Haliç dip çamurunun Marmara Denizi dip çamuruyla kıyaslarsak Marmara tabanında ortalama $202 \mu gP/l$ olan PO_4 miktarı Haliç tabanında ortalama $1937.1 \mu gP/l$ değerine ulaşmaktadır.

Galata köprüsü ile Haliç köprüsü arasında kalan alanda çeşitli istasyonlardan alınan sediman örneklerinde bentik organizmalar seçilerek yaş ağırlıkları belirlenmiş ve böylece birim alandaki biyokütle saptanmıştır. Bentik organizmaların büyük çoğunluğunu "Annelid" adı verilen kurtların oluşturduğu görülmektedir. Genellikle denizdeki bakterilerle beslenen bu kurtlar evsel atıkların bol bulunduğu yerlerde daha iyi beslenip çoğalabilmektedirler. Tablo.3'de görüldüğü gibi bentik organizma miktarı Galata köprüsünden Haliç köprüsüne doğru gidildikçe azalmaktadır. Oldukça kirli bölgelerde dahi yaşayabilen Annelidlerin Haliç'in içlerine doğru bir azalma göstermesi Haliç'e deşarj edilen atık suların önemli boyutlarda toksik madde içerdigini ve bölgedeki kirliliğin ne kadar ciddi bir duruma ulaştığını belirtmektedir.

4. REFERANSLAR

Artuz.M.I. ve K.Korkmaz, 1976. Haliç'in kirlenmesinde su hareketlerinin rolü. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul Haliç sorunları ve çözüm yolları Ulusal Sempozyumu, p.75-96.

Cameron.W.M. ve D.W.Pritchard, 1963. Estuaries, The Sea (Ed.M.W.Hill), V.2, p.306-324, Interscience Publ.

DAMOC Report, 1971. Master plan and feasibility report for water supply and sewerage for the Istanbul region, V.3, Part 2.

DBE, 1986. ISKI İstanbul kanalizasyon projesi, Atıksu sistemlerinin işletme öncesi ve sonrası izlenmesi deniz çalışmaları, 1. Ara Rapor.

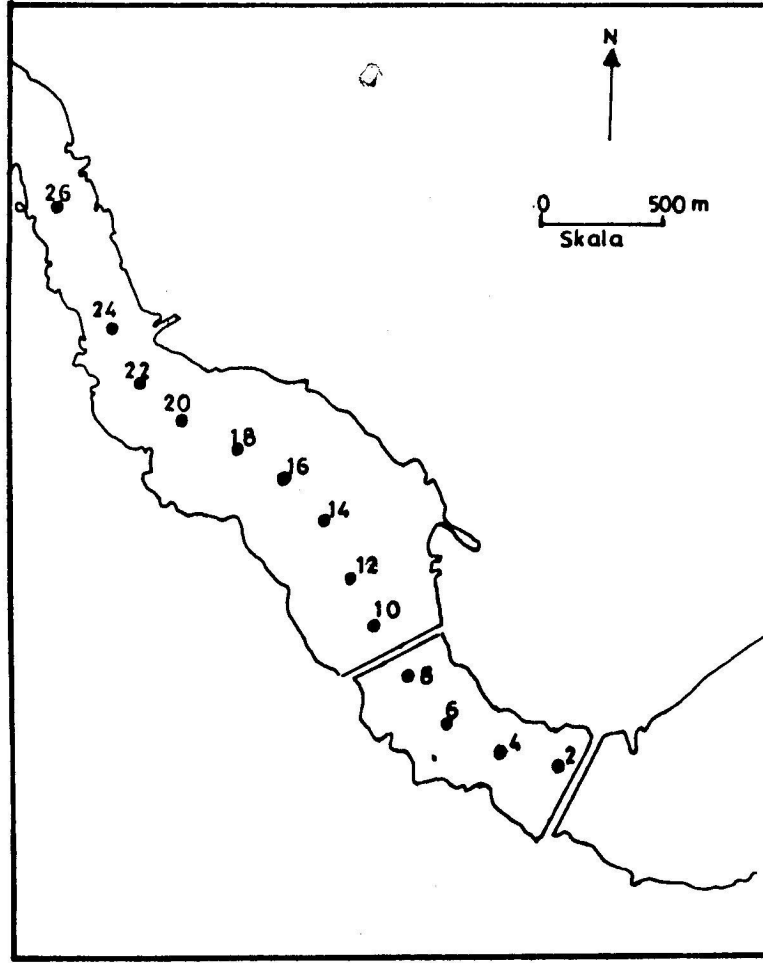
DBE, 1986., Yüce.R., 1970."Haliç'in Hidrografik Durumu". Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü, PR-DZK/10-70.

Güçlüer.S. ve M.Dogusal, 1976. Haliç'te fiziksel oşinografik durumun incelenmesi. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul Haliç sorunları ve çözüm yolları Ulusal Sempozyumu, p.61-74.

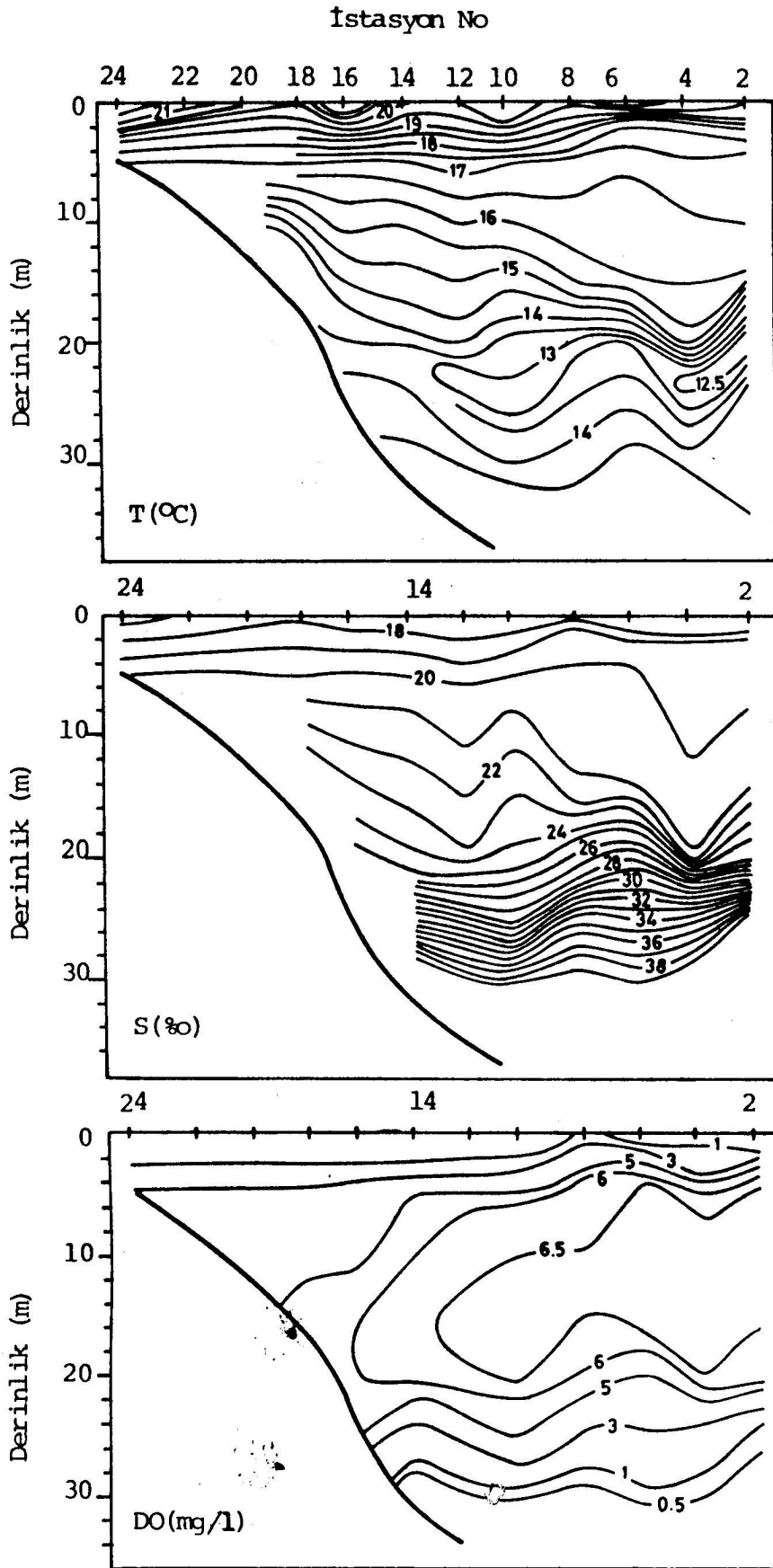
Hansen.D.V. ve J.F.Festa, 1974. Inlet circulation induced by mixing of stratified water masses, Rapp. P. Reun. Cons. Int. Explor. Mer., V.167, p.163-170.

Kor.N., 1963. Haliç'in kirlenmesi ile ilgili durumun etüdü, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

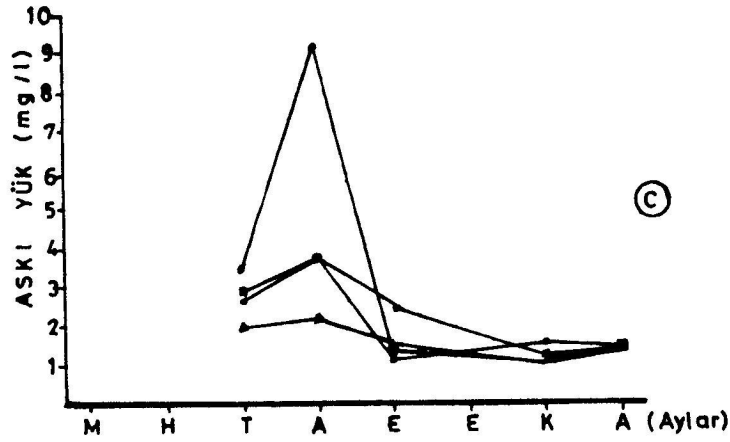
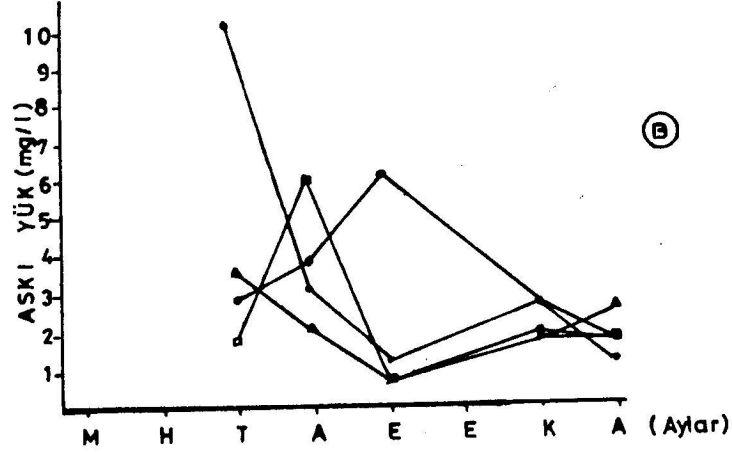
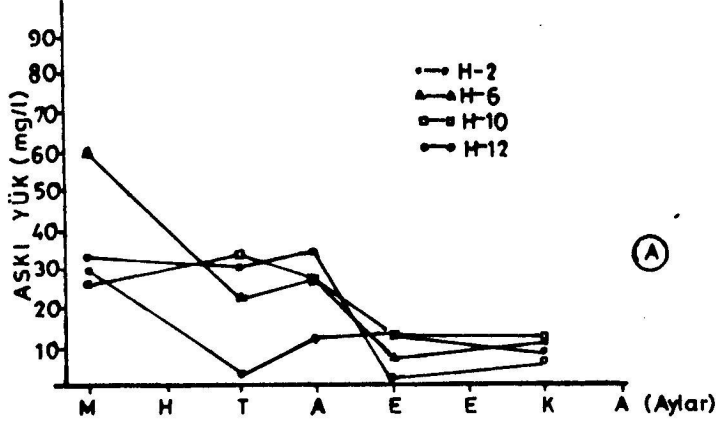
Tezcan.S., T.Durgunoğlu, N.Tugcu, M.Çubuk, E.Gürsel, K.Curi ve H.Karabey, 1978. Environmental study of the Golden Horn, A Master plan. Boğaziçi University, 33pp.



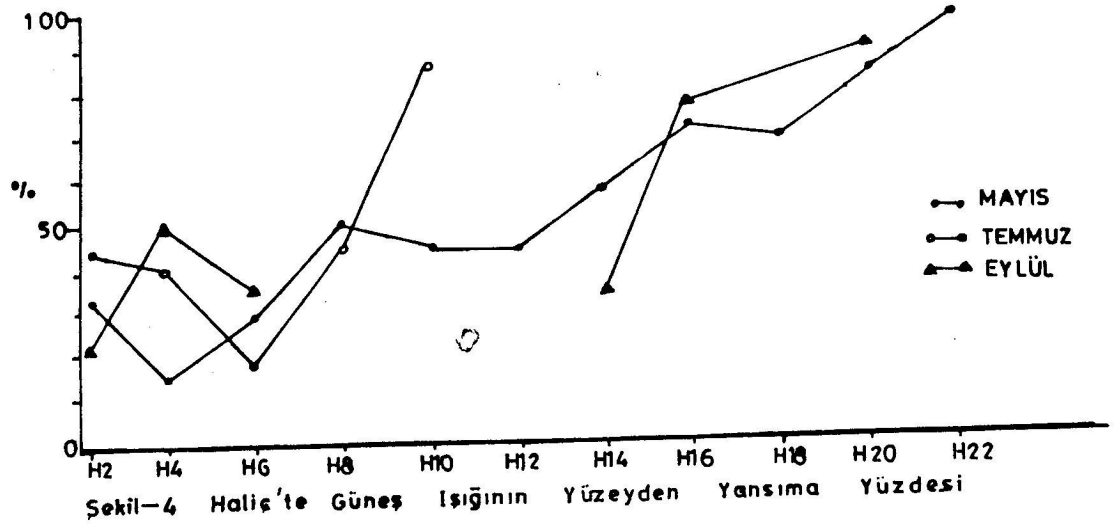
Sekil 1- İstanbul Haliçinde Oşinografik İstasyonlar

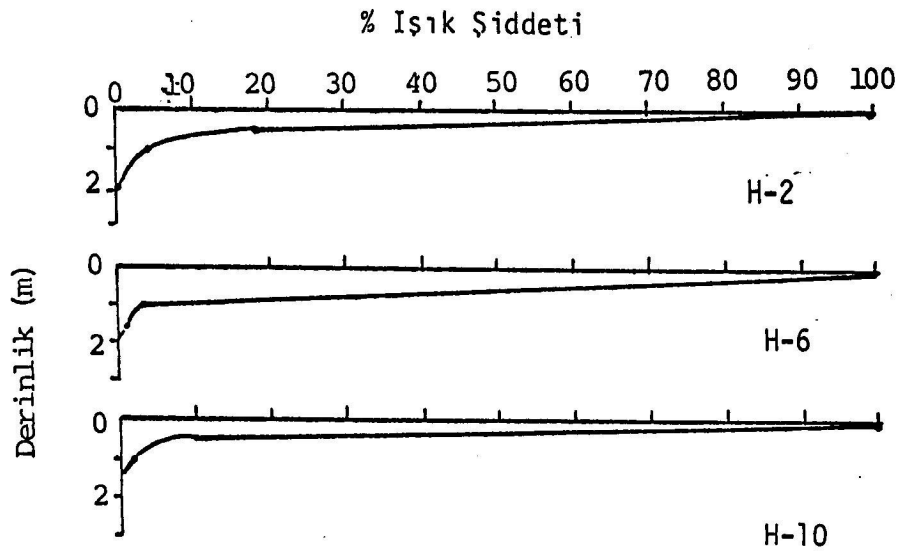
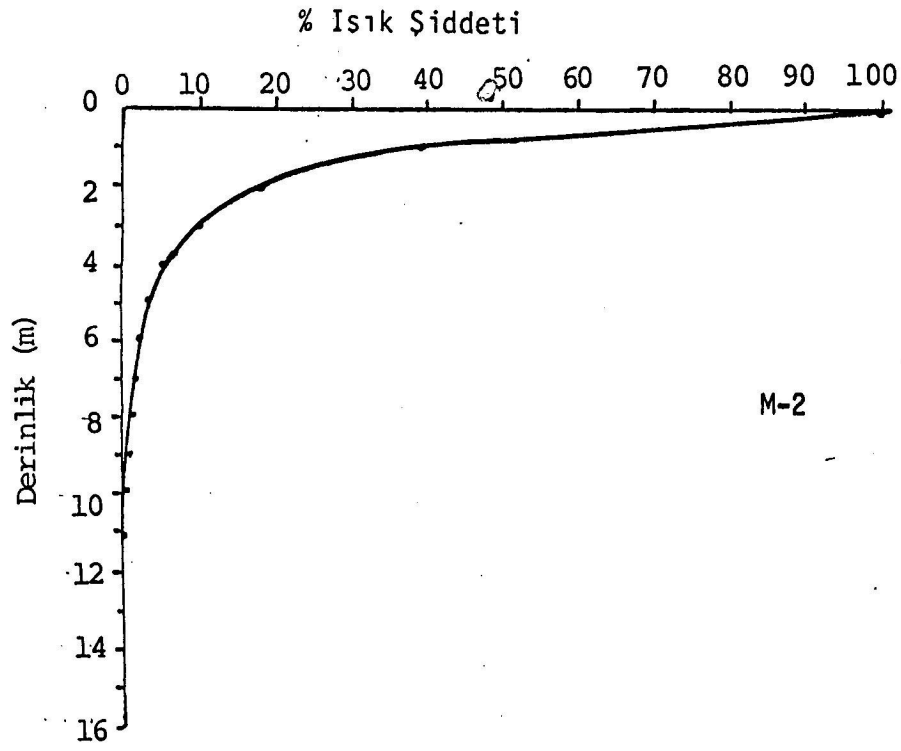


Şekil 2, İstanbul Halç'i Sıcaklık, Tuzluluk ve Çözünmüş Oksijen kesitleri (Temmuz, 1985)

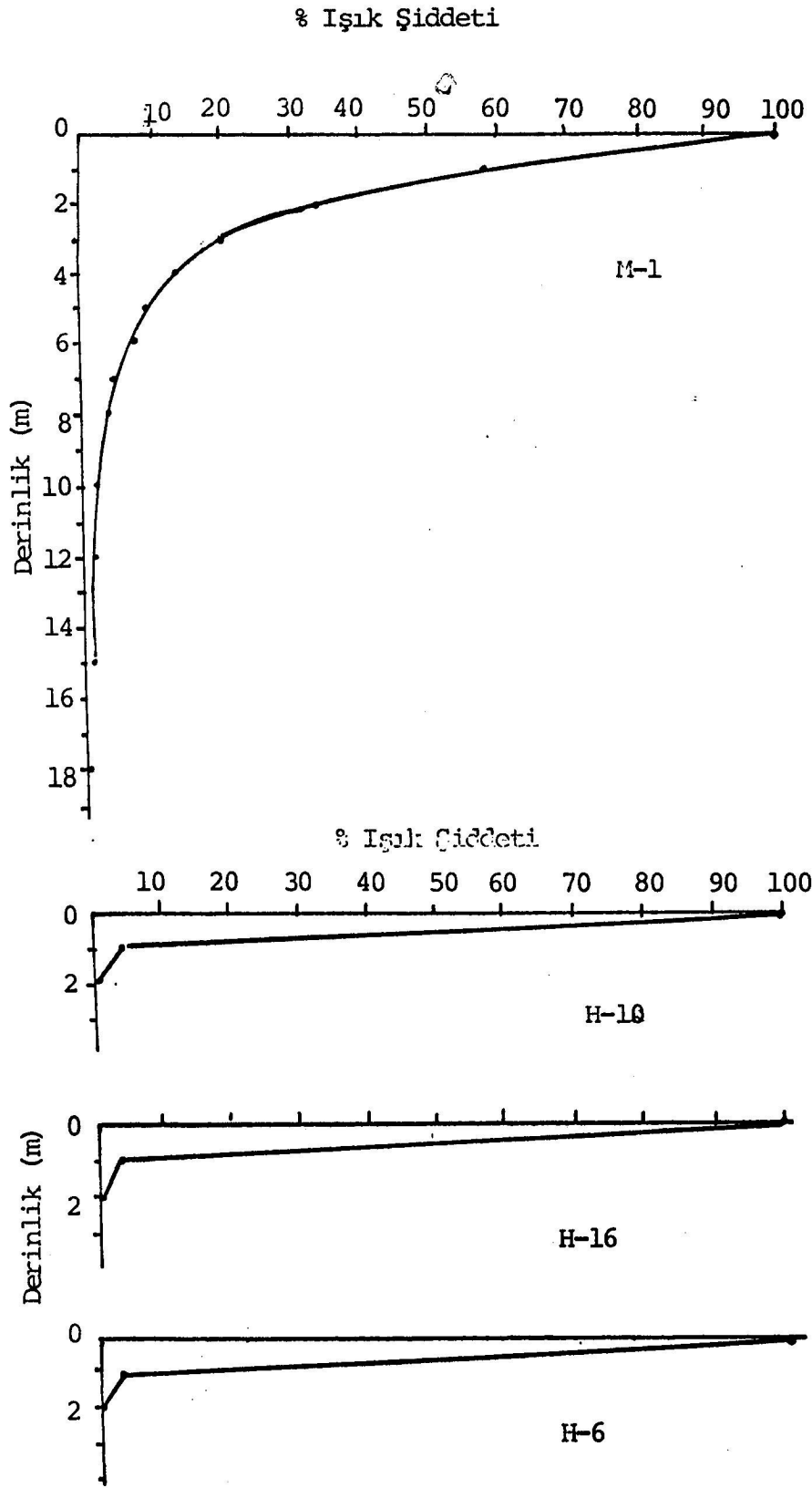


Sekil-3=2, 6, 10 ve 12 nolu istasyonlarda Aslı Katı Madde Değişimleri
 (A) :Yüzey(1m) (B) : 10 m (C) : 30 m

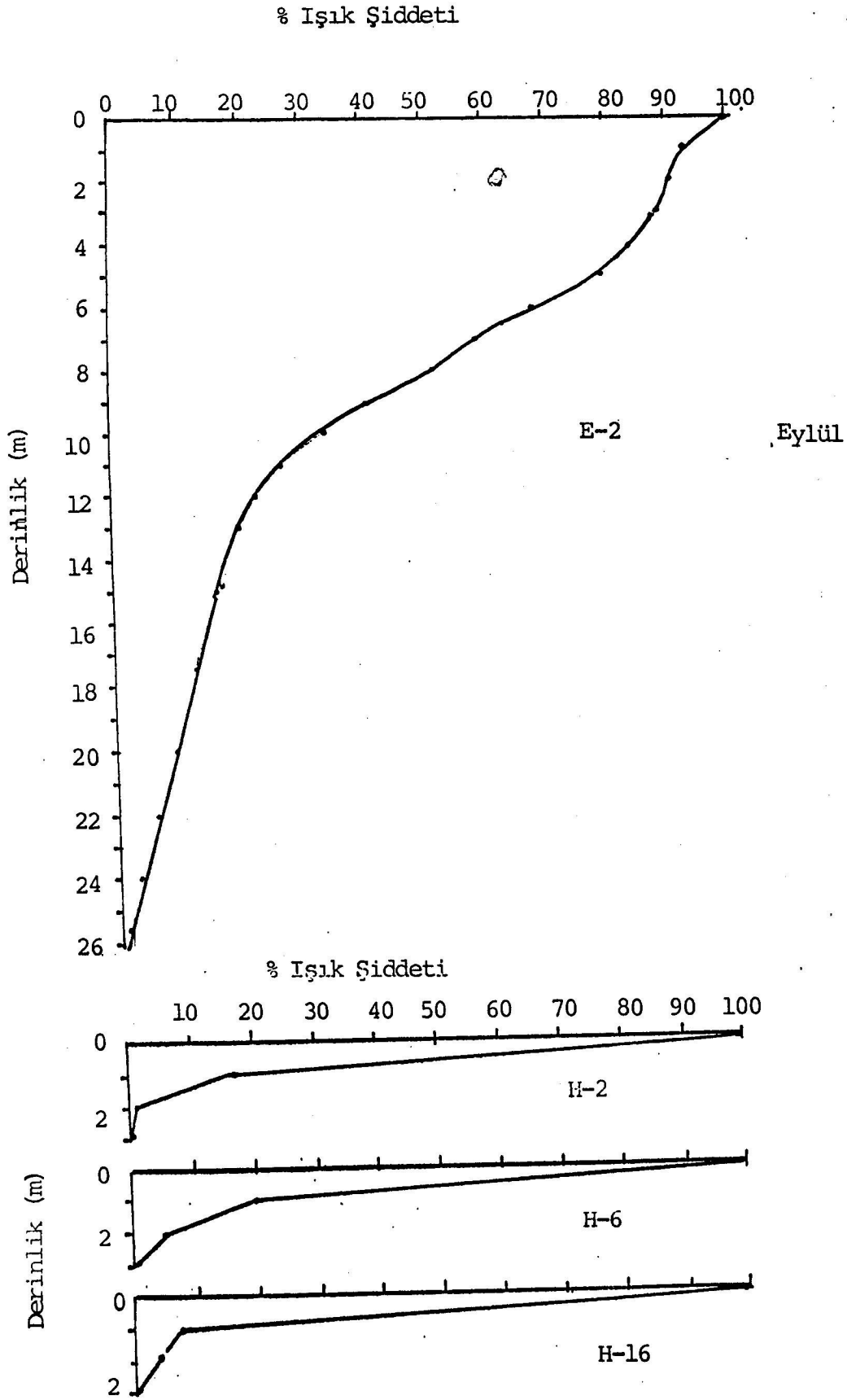




Şekil 5 - Marmara ve Haliç İstasyonlarında Işık Geçirgenliği (Temmuz)



Şekil 9- Marmara ve Haliç İstasyonlarında Işık Geçirgenliği (Mayıs)



Şekil 11 - Marmara ve Haliç İstasyonlarında Işık Geçirgenliği (Eylül)

TABLO-1) İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve İstanbul Haliç'inde Temmuz Ayı Kimyasal Parametre Ortalamaları.

Parametre	İSTANBUL BOGAZI		MARMARA DENİZİ		HALİÇ		
	Üst Tabaka	Alt Tabaka	Üst Tabaka	Alt Tabaka	Yüzey Tabaka	Ara Tabaka	Alt Tabaka
TSS	2.83	1.84	3.06	2.29	34.29	4.71	3.81
KOI	0.38	0.31	0.60	0.44	4.55	0.68	0.42
pH	8.22	8.05	7.91	7.59	7.08	7.40	7.12
PAM	2.48	--	0.76	0.62	2.91	1.95	1.07
HM	0.36	0.44	0.88	0.69	--	--	--

TABLO-2) Haliç boyunca yüzey 1m , 10m ve 30m derinliklerde ve Haliç dip çamurlarında Mart/1986'da ölçülen PO_4-P (µg P/l) değerleri.

İstasyon	1m	10m	30m	Dip çamuru
H2	289.1	11.3	26.8	1513.0
H4	322.3	20.9	25.2	1558.0
H6	298.6	31.3	35.7	1592.0
H8	303.3	26.0	39.2	2429.0
H10	284.4	18.8	33.2	4594.0
H12	248.8	26.4	33.7	3382.0
H14	319.9	24.7	34.4	297.0
H16	286.7	37.9	---	----
H18	265.4	30.4	----	79.2
H22	276.9	----	----	990.0
Ortalama	282.5	27.8	31.1	1937.1

TABLO-3 Haliçte Bentik Biyokütle Dağılımı (g/m²)

İSTASYON	TÜRSAYISI	ANNELİDLER (g/m ²)	DİĞER ORGANİZMALAR (g/m ²)	TOPLAM (g/m ²)
H2	15	144.26	40.04	184.30
H6		19.39	9.19	28.58
H14	5	19.64	2.86	22.5
H18		10.81	0.61	11.42
H22		14.22	1.76	15.98
H25	2	2.16	2.40	4.56
H27		0.60	0.61	1.21

TABLO-3 Haliçte Bentik Biyokütle Dağılımı (g/m²)

İSTASYON	TURSAYISI	ANNELIDLER (g/m ²)	DİĞER ORGANİZMALAR (g/m ²)	TOPLAM (g/m ²)
H2	15	144.26	40.04	184.30
H6		19.39	9.19	28.58
H14	5	19.64	2.86	22.5
H18		10.81	0.61	11.42
H22		14.22	1.76	15.98
H25	2	2.16	2.40	4.56
H27		0.60	0.61	1.21

DÜNYA
ÇEVRE
GÜNÜ

WORLD
ENVIRONMENT
DAY



Çevre 86



TEGLİĞ
ÖZETLERİ

PAPER
SUMMARIES

BAŞBAKANLIK
ÇEVRE
GENEL
MÜDÜRLÜĞÜ

PRIME MINISTRY
GENERAL DIRECTORATE OF
ENVIRONMENT,
TURKEY