

İSTANBUL HALIÇ'İNİN KİRLİLİK DURUMU DOLAŞIM VE YENİLENME ÖZELLİKLERİ

A.C.SAYDAM, A.YILMAZ, Ümit ÜNLÜATA
ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü

ÖZET

İstanbul Haliç'inde sürmekte olan çalışmalarda fiziksel, kimyasal ve kirlenme ile ilgili parametreler 1985 Mayıs ayından itibaren bir aylık aralıklarla izlenmektedir. Eldeki 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 hiç biri yüzeydeki birkaç metrelik kesimin yeterli düzeyde yenilenmesini sağlayamamaktadır.

Yüzeyden 3-4 m derinliğe kadar olağanüstü düzeylerde bulunan asılı katı maddeler güneş ışığının hızla sönmelenmesine neden olmaktadır. Güneş ışığının organik yük açısından da çok zengin olan yüzey tabakasında tamamen emilmesi sonucunda özellikle yaz aylarında bu tabaka normalden 1-2°C daha fazla ısınmakta ve oksijen tümüyle tüketilerek anoksik ortam oluşmaktadır. Haliç'in 25 m derinlikten yukarıdaki kesimini oluşturan Karadeniz kaynaklı sularda ilk 3-4 metre derinliğin altında oksijen doyuma oranı yüksektir ve bulanıklık ile kirlileti maddeler yüzeye göre çok daha azdır. 25 m derinliğin altında ise Akdeniz/Marmara kaynaklı sular bulunmaktadır. Burada da oksijen Marmara alt suları mertebesinde ve taban çamurundaki H_2S gazının oksitleyerek daha üst tabakalara ulaşmasını engellemektedir. Haliç'in 1-4 m derinliğe kadar sığlaştığı iç kesimlerde güneş ışığının taban çamuruna kadar ulaşması ile tüm su kütlesi anoksik hale gelerek ek olarak dip çamurundan gelen bozunma ürünleri Eyüp Sötlüce yörelerinde yoğun kokular çıkarmaktadır.

GİRİŞ

Bu çalışma Haliç'te Temmuz 85-Ağustos 86 arasında toplanan oşinografik bulguların analizini içermektedir. Çalışmalar İSKİ kanalizasyonu deşarj projesi çerçevesinde yürütülmüştür. Çalışmaların amacı Haliç'te bulunan suyun kalitesi, su hareketleri ve İstanbul Boğazı ile değişiminin zamana bağımlı olarak incelenmesidir.

Haliçte sürdürülen oşinografik çalışmaların yapıldığı yerleri gösteren harita Şekil 1'de gösterilmiştir. Orta hatta kalan istasyonlarda sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen ve ışık profilleri çıkarılmıştır. Orta hat istasyonlarından nansen şişeleri ile değişik derinliklerden alınan su örneklerinin kimyasal özellikleride ayrıca ölçülmüştür. Orta hat ve kıyı istasyonlardan alınan dip çamuru örneklerinin içerdiği metallerde ayrıca incelenmiştir.

HALİÇ'İN GENEL ÖZELLİKLERİ

Haliç İstanbul Boğazının doğal bir uzantısı olup 7 km boyunda ve en derin yeri 40 m civarındadır. Giriş kısmında ve iç kısımda dubalar üzerine yerleştirilmiş olan Galata ve Unkapanı Köprüleri bulunmaktadır. Girişten 1 km sonra dip süratle sığlaşmakta ve 3 km içeride 2 m derinliğe düşmektedir. Halihazırda çok düşük debi ile akmakta olan Alibey ve Kağıthane dereleri Haliç'in tabii su girdileri durumundadır. İstanbul şehrinin su ihtiyacını gidermede kullanılan bu dereler daha önceleri $0.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{gün}$ debi ile (Kor. 1963) akmakta idi. Bugünkü durumunda ise kanalizasyon ve yağmur suları Haliç'in tatlı su girdileri durumundadır.

Haliç'in giriş kısmındaki su kalitesi ile İstanbul Boğazı arasında büyük benzerlikler bulunmaktadır. İstanbul Boğazında gözlenen çifte akış sistemi Haliç'te de sıcaklık tuzluluk ve çözünmüş oksijen özelliklerini aynen devam ettirmektedir.

Bu gözlem yüzeydeki 2-3 metre için çok değişik bir durum göstermektedir. Endüstriyel ve evsel atıkların aşırı girdisi dolayısı ile yüzey sularının yoğunluğu göreceli olarak azalmaktadır. Bu sularla beraber giren kirleticiler nedeni ile yüzey sularında bulunan askı katı madde çok aşırı bir şekilde artmaktadır. Güneş ışığının organik yük açısından da çok zengin olan yüzey tabakasında tamamen emilmesi sonucunda özellikle yaz aylarında bu tabaka normalden $1-2^\circ\text{C}$ daha fazla ısınmakta ve oksijenin tamamına yakın bir bölümü tüketilmektedir. Yatay akıntıları köprülerin dubaları nedeni ile engellenmesi ve yüzey sularını dışarı itebilecek yeterli temiz su girdisinin olmaması yüzey tabakanın Haliç'in içerisinde değişimine ve dolayısı ile üçlü bir tabaka haline dönüşmesine neden olmaktadır. (Saydam ve diğerleri, 1986., Özsoy ve diğerleri, 1986-1988., Baştürk ve diğerleri, 1986-1988.)

Sonuç olarak bugünkü hali ile Haliç içerisinde üç tabakadan oluşmuş bulunan bir yapıdan bahsedilmesi gereklidir. Bu tabakalar; yüzeydeki 2-3 metrelik değişime uğramış Karadeniz suyu, bu tabakanın hemen altında 3-25 m arasında Karadeniz kaynaklı sular ve en altta Marmara kaynaklı dip sularıdır.

Yüzey suyunun özellikleri dışında, Haliç'teki suların özellikleri Boğaz suyu karakteristiğindedir. Kuzeyli rüzgarlar yüzey suyunun kalınlığının artmasına, güneyli rüzgarlar ise yüzey akıntısını azalması ve dip suyunun kalınlığının artmasına neden olmaktadır. Güneybatı rüzgarlar dikine karışımının dolayısı ile tuzluluğun artmasında neden olmaktadır.

HİDROGRAFİK ÖZELLİKLER

Haliç'in yüzey tabakası ile hemen altındaki su tabakası ile aynı kaynaklı olmasına rağmen çok değişik özellikler göstermektedir (Şekil 3 ve 4). Şekil 2'de verilen yüzey tabakasının ortalama sıcaklık dağılımı mevsimsel olarak beklenen sınırlar içerisinde değişmekte özellikle yaz mevsiminde alt tabakadan birkaç derece yüksektir, bu da güneş enerjisinin bu tabakada tamamen sönmümlenmesinden dolaydır (Şekil 9).

Yine Şekil 2'de gösterilen yüzey suyunun tuzluluğuda zamana bağımlı olarak değişmekte özellikle kış ve bahar aylarında büyük miktarlarda azalmaktadır. Yağmur sularının çok girdiği bu dönemlerde 10 ppt tuzluluk dahi ölçülmüştür. Bu tabakada tuzluluk ortalama olarak alt tabakadan binde 2 daha azdır.

Şekil 3 ve Şekil 3'te sıcaklık ve tuzluluk özellikleri verilen ve genelde 25 m derinlikten yukarıdaki kesimini oluşturan Karadeniz kaynaklı sular İstanbul Boğazı geçişi boyunca değişime uğramış Karadeniz suyunun özelliklerini taşımaktadır. Tuzluluğun binde 18-20 arasında değiştiği bu bölgede sıcaklık mevsime bağımlı olarak 4-23°C arasında değişmektedir.

Üst tabakanın sıcaklık ve tuzluluk özelliklerini 10 m derinlikten alınan ve örnekleri ile temsil etmek mümkündür. Şekil 5. Şekil de B1, H2 ve H10 istasyonlarından alınan sıcaklık ve tuzluluğun zamana göre dağılımı gösterilmiştir. Değerler arasındaki uyumun Haliç sularının boğaz suları ile sürekli bir iletişim halinde olduğunu göstermektedir. Bu özellik yüzeydeki 3-4 metre için geçerli değildir. Şekil 2 ve 5'ten görülebileceği gibi Şubat 86 ve Ocak 87 aylarında boğazda güneyli rüzgarların nedeni ile görülen yüksek tuzluluk haliçteki H2 ve H10 istasyonlarında 10 metre derinlikte gözlenmesine rağmen yüzey suyunda beklenenin tam aksine tuzlulukta azalma görülmektedir.

Dip tabaka Marmara denizi alt suları ile beslenmekte ve bu su kütlelerinin sıcaklık ve tuzluluk özelliklerini mevsimsel değişim göstermeden taşımaktadır. Sıcaklık 13-14°C arasında (Şekil 3) tuzluluk ise binde 37-38 olarak sabit kalmaktadır (Şekil 4).

Şekil 6'da 28 Ocak 87 ve 29 Ağustos 87 tarihlerindeki dağılımı verilen sudaki çözünmüş oksijen değerleri yüzey tabakada oksijenin tamamına yakın bir bölümünün tüketildiğini göstermektedir. Üst ve dip tabakadaki oksijen eksikliği'nin aksine 3-25 m arasında oksijen doygunluk seviyelerindedir ve mevsimlik değişimler göstermektedir. 25 metre derinliğin altında ise oksijen seviyesi Marmara kaynaklı sular seviyesinde bulunan bir tabaka mevcuttur. Dip sulardaki oksijen balıkların yaşamını sürdürebileceği seviye olan 5 mg/l limitinin çok altında olmasına rağmen Haliç'in bu günkü durumunu koruması açısından hayati önem taşımaktadır (Şekil 6).

Haliç dip çamuru oksijensizdir ve zehirli gazları üretmektedir. Dip çamuru üstünde bulunan Marmara alt sularının içerdiği oksijen çamur tabakasından çıkan zehirli gazların oksidasyonu için yeterli seviyede olup bu kötü kokulu gazların yüzeye ulaşmasına engeldir. Tuzluluk tabakalaşmasının üstünde yer alan dip çamurları ise Karadeniz'in bol oksijenli suları ile temasta olup kötü kokulu gaz çıkışını kolaylıkla engelleyebilmektedir. Haliç'te derinliğin 2 m ve daha az olduğu yerlerde ise yüzey suyu evsel ve kanalizasyon atıkları nedeni ile oksijenini çok azaltmakta veya tamamen kaybetmekte ve dolayısı ile dip çamurundan çıkan toksit gazların oksidasyonu hadisesi oluşmamaktadır. Rüzgarlar tarafından çeşitli yerlere taşınan bu gazlar yanlış bir yorum ile tüm Haliç sedimanından geliyormuş gibi yorumlanmaktadır.

Haliç'te 1971 yılında DAMOC raporu ile yayınlanan (Şekil 7) ve 1977 yılında Artüz ve Korkmaz (Şekil 8) tarafından yayınlanan çalışmalarını sonuçları ile bu çalışma arasındaki tek fark yüzey tabakasındaki O_2 değişimidir. Şekil 7 ve 8'den görüleceği gibi yüzey sularındaki 3-4 metrede görülen O_2 azalması kesinlikle son 20 yıldır Haliç'e atılan atık sular nedeni ile olmaktadır.

Şekil 9'da Haliç sularında ölçülen ışık geçirgenliği ölçüm sonuçları verilmiştir. Güneş ışığı Haliç yüzey sularında 1.5-5 m civarında tamamen emilmektedir. Genelde Haliç'in girişi ile 8 nolu istasyon arasında kalan bölge iç bölgeye göre göreceli olarak daha az kirlidir.

Haliç'te yapılan ve sonuçları Saydam ve arkadaşları 1986 yılında verilen akınlı ölçüm sonuçları 0.2 ve 4.7 cm/2 cm aralığında ve ortalama/cm-saniye hız değerleri vermektedir. Bu değerler DAMOC, 1971 raporunda verilen değerlerle uyumu içerisindedir. 1 cm saniye hız sınırları içerisinde akıntının H_{20} istasyonuna (girişten 2800 m içeride) ulaşması için gerekli zaman 70 saat olmaktadır veya bir başka deyişle Haliç'in suyu 3 günde bir değişmektedir.

KİMYASAL PARAMETRELER

Askı Yük:

Temmuz 85-Eylül 86 arasında ölçülen askı yük miktarları Şekil 10'da Yeşilköy meteoroloji istasyonundan alınan senelik ortalama yağış miktarı ile beraber logaritmik ölçekte gösterilmiştir. Yüzey sularındaki askı yük miktarı alt tabakalardan çok daha fazladır. Tepe noktalar kış aylarında gözlenmekte ve senelik yağış ortalaması ile uyum göstermektedir.

Şekil 11'de işe askı yükün aynı zaman aralığında istasyonlara göre dağılımı gösterilmiştir. Yüzey tabakada 2-16 istasyonları arasında ortalama yük 16 mg/l ve standart sapma 10 mg/l dir. 18-26 istasyonlar arasında ise ortalama askı yük miktarı 32 mg/l ve standart sapma 18 mg/l dir. Şekil 11 de gösterilen 10 ve 30

metre derinliklerdeki askı yük dağılımı ise ortalama 2 mg/l seviyesinde değişmektedir.

3 ila 26 m arasında yer alan Karadeniz suyunun içerdiği askı katı madde miktarı yine Şekil 10'da belirtilmiştir. Bu tabakada en yüksek değerlere Şubat Mart aylarında ulaşılmaktadır. Bu değişim Boğaz sularında gözlenen değişim ile tamamen uyum içerisinde ve Karadeniz'de oluşan birincil üretim patlaması ile açıklanmaktadır. Bu gözlemde Haliç ile Boğaz arasında kuvvetli su değişim hareketi olduğunun diğer bir kanıtı olmaktadır.

Alt tabakadaki askı yükte zamana bağımlı olarak değişik göstermektedir. (Şekil 10). Askı yükte kış aylarında görülen yükselme Marmara denizi alt sularındaki artışla açıklanmaktadır.

Hümk Madde

Özellikle kıyı sularda karasal kaynaklı özellik gösteren bu organik madde göllere verdiği sarı kahverengi renk görünümü nedeni ile önemlidir.

Hümk Maddenin (HM) 1986 yılı içerisinde Haliç istasyonlarındaki dağılımı Şekil 12'de verilmiştir. Yüzey sularında ölçülen HM değerleri bu tabakanın kirlilik seviyesinin diğer bir göstergesi olmaktadır. 18-26 istasyonlar arasında ölçülen HM miktarları ise olağanüstü seviyelerdedir.

3-25 m arasındaki tabakadaki HM miktarı ortalama 1.5 mg/l, dip tabakadaki HM miktarı 0.90 mg/l değerinde olup Boğaz ve Marmara alt suları ile aynı seviyededir. Yüzey ve alt tabaka arasındaki fark İstanbul boğazı ile Haliç arasındaki kuvvetli dolaşımın sonucunda oluşmaktadır.

Çözünmüş Petrol Hidrokarbonları

Kirli sularla Haliç'e giren veya dökülen petrol ve petrol ürünlerinin bir göstergesi olan bu parametre genelde mevsimsel bir dağılım gösterir. Sıcaklığın azalması ile buharlaşma ve bakteriyolojik parçalanabilme özelliği azalan çözünmüş petrol hidrokarbonlarının kış mevsiminde artış göstermesi beklenen bir olgudur. Ancak Şekil 13'ten de görülebileceği gibi Haliç yüzey sularında yaz kış derişim farkı 20 olan bu parametre 10 metre derinlikte sadece 2 kat artmakta veya azalmaktadır. Çözünmüş bir parametre olduğu için Haliç üst suyunda bulunan aşırı yük alt tabakayı etkilemektedir.

Şekil 14 a ve b'de 0-10 m derinlikten alınan örneklerin gaz kromatogram eğrileri verilmiştir. Şekil 14'den de görülebileceği gibi Karadeniz kaynaklı su tabakasında ölçülen petrol ürünlerinin kaynağı yüzey tabakasından kaynaklanmaktadır. Üst tabakada daha fazla olan karbon tepeleri mazot ve gaz yağı özellikleri taşımaktadır.

Karadeniz ve Marmara kaynaklı su kütlelerinin gaz kromatogram eğrileri karşılaştırıldığında (Şekil 14 a ve c) alt suyunun organik yapısındaki değişiklik görülmektedir. Çözünmüş bir madde olan petrol hidrokarbonları üst ve alt suyu ayıran keskin tuzluluk bariyerini geçememektedir. Dolayısı ile bu tabakanın çözünmüş petrol hidrokarbon kaynağı Haliç dip çamurunu veya/ve Marmara alt suyudur.

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

Şekil 15'te gösterilen BOD₅ eğrilerinden de görülebileceği gibi yüzey sularında diğer kimyasallar parametreler ile aynı paralellikte değişim gösteren bir durum mevcuttur. Karasal girdilerin arttığı kış mevsiminde BOD değerleri 22 mg/l gibi çok yüksek noktalara ulaşabilmektedir. Üst ve alt tabakada onlar mertebesinde görülen fark alt tabakanın yüzey sularına yapılan aşırı organik yük katkısından etkilenmediğini göstermektedir. Alt tabakalarda ölçülen BOD değerleri İstanbul boğazı ve Marmara alt tabakalarındaki seviyelerindedir.

Bakteriyolojik Durum

Ağustos 85-Aralık 85 arasında yapılan FC ölçümleri Tablo 1'de verilmiştir. Yüzey sularındaki FC miktarı Haliç yüzey sularının açık bir kanalizasyon halinde olduğunu ortaya koymuştur. Orta tabakada 97 FC/ml olarak ölçülen bu seviye alt suda 5 FC/ml'dir.

HALİÇ DİP ÇAMURUNUN BİLEŞİMİ

Haliç'in yüzey çamurundan alınan örneklerde Erdem, 1988 tarafından (Şekil 1) yapılan analizlerin sonucu Tablo 2'de Organik karbon analiz sonuçları ile beraber verilmiştir.

Yüzey çamuru Pb, Zn ve Cu açısından çok kirli Cr, Ni ve Co açısından kirli durumundadır. Fe ve Mn doğal seviyelerinden çok fazla değildir. Organik Karbon miktarları ise yüzde 2.8 ila 7.3 arasında olup kabul edilebilir seviyelerden çok yüksektir. Dip çamurunun siyah ve oksijensiz olması da bu derece yüksek orandaki Organik Karbona bağlıdır. Dip çamuruna kil mineralleri yapısı üzerine dış etkenler nedeni ile sonradan katılan metallerin analizi sonucunda dip çamuruna Pb, Zn ve Cu'nin % 80'nin Cr Ni ve Co'nin % 45'inin Fe ve Mn'nin % 35 nin sonradan katıldığı görülmüştür (Şekil 16).

Şekil 3'ten de görülebileceği gibi Haliç'te tuzluluk tabakası zamana bağımlı olarak derinliği 15-30 m arasında değişmekte ve bu derinlikte bulunan dip çamuruna değişik özelliklerdeki su kütlesi etki etmektedir. Bu tabii olayın dip çamurunda tutulan metallerin dağılımına etkisi incelenmiş ve bu etki altında kalan dip

çamurlarından Akdeniz suyunun Karadeniz suyuna göreceli olarak daha fazla metal çıkarabildiği gözlenmiştir (Erdem, 1988). Kurşun ve Çinko için yapılan deney sonuçları Şekil 17 de gösterilmiştir.

SONUÇLAR

Haliç'te yürütülen çalışmaların sonunda şunları kesinlikle söylemek mümkündür:

1. Haliç'te bulunan su kütlesinin sıcaklık, tuzluluk tabakalaşma ve çözünmüş oksijen miktarı Boğaz'da oluşmaktadır. Boğaz'daki oluşumun dinamiği ise rüzgarlar ve Karadeniz Akdeniz arasındaki su yüksekliği farkından ve Boğazın geometrik yapısından oluşmaktadır.
2. Haliç'teki kirlilik yüzeydeki 2-3 metre derinliğe kadar etkilidir. Bunun asıl nedeni Karadeniz sularının yatay akıntısının Köprülerin dubaları tarafından önlenmesi ve yüzeye yapılan aşırı evsel ve endüstriyel atık sularıdır.
3. Haliç'in yüzey suyu dışında kalan kısmının özellikleri Boğaz suyu ile önemli farklılıklar göstermektedir. Boğaz suyunda olan bir değişim Haliç'e 2-3 gün içerisinde yansımaktadır. Bu kuvvetli etkileşim Taşkızak bölgesine kadar etkilidir. Bu noktadan ileriye gidildiğinde, yüksek askı katı madde ve organik madde girdisi oksijeni tüketmekte ve oksijensiz bir ortam yaratmaktadır.
4. Haliç arasında var olan kuvvetli etkileşim yüzeyde Köprü dubaları nedeni ile engellenmektedir. Dolayısı ile köprülerin duba sistemden, ayaklı sisteme geçilip Haliç'e giren atık sular başka yöne kanaliz edilirse Haliç'in kirli hali bir kaç gün içerisinde ortadan kalkacaktır.

KAYNAKLAR

- Artüz, M.I. and Korkmaz, K. (1977) "Haliç'in kirlenmesinde su hareketlerinin rolü" Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri, 11-13 Şubat 1976. Boğaziçi Üniversitesi, 75-96.
- Baştürk, Ö., Yılmaz, A., Saydam, A.C., Salihoğlu (1986) Heath of the Turkish Starits Chemical and Environmental Aspects of The Sea of Marmara and the Golden Horn. Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Vol. III. 86 p. Dec. 1986.
- Baştürk, Ö., Yılmaz, A., Saydam, A.C., Salihoğlu (1988) Heath of the Turkish Starits Chemical and Environmental Aspects of The Sea of Marmara and the Golden Horn. Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Vol. II. 86 p. May. 1988.
- DAMOC Consertium, Master Plan and Feasibility Report for Water Suppiy and Sewage for the Istanbul Region, Vol III, Part II, 1971.

Özsoy, E., Oğuz, T., Latif, M.A., Ünlüata, Ü. (1986) *Physical Oceanography of the Turkish Straits. "First Annual Report"* Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Vol. 1. 269 p. December, 1986.

Özsoy, E., Oğuz, T., Latif, M.A., Ünlüata, Ü., Sur, H.İ., Beşiktepe, Ş. (1988) *Physical Oceanography of the Turkish Straits. "Second Annual Report"* Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Vol. 1. 102 p. May 1988.

Saydam, A.C., Latif, M.A., Salihoğlu, İ., Özsoy, E., Oğuz, T., Ünsal, M., 1986., "Golden Horn Oceanographic Investigations "First Annual Report", Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, 92 p, December, 1986.

Tablo 1. Haliç'te Fekal Koliform Bakteri Dağılımı

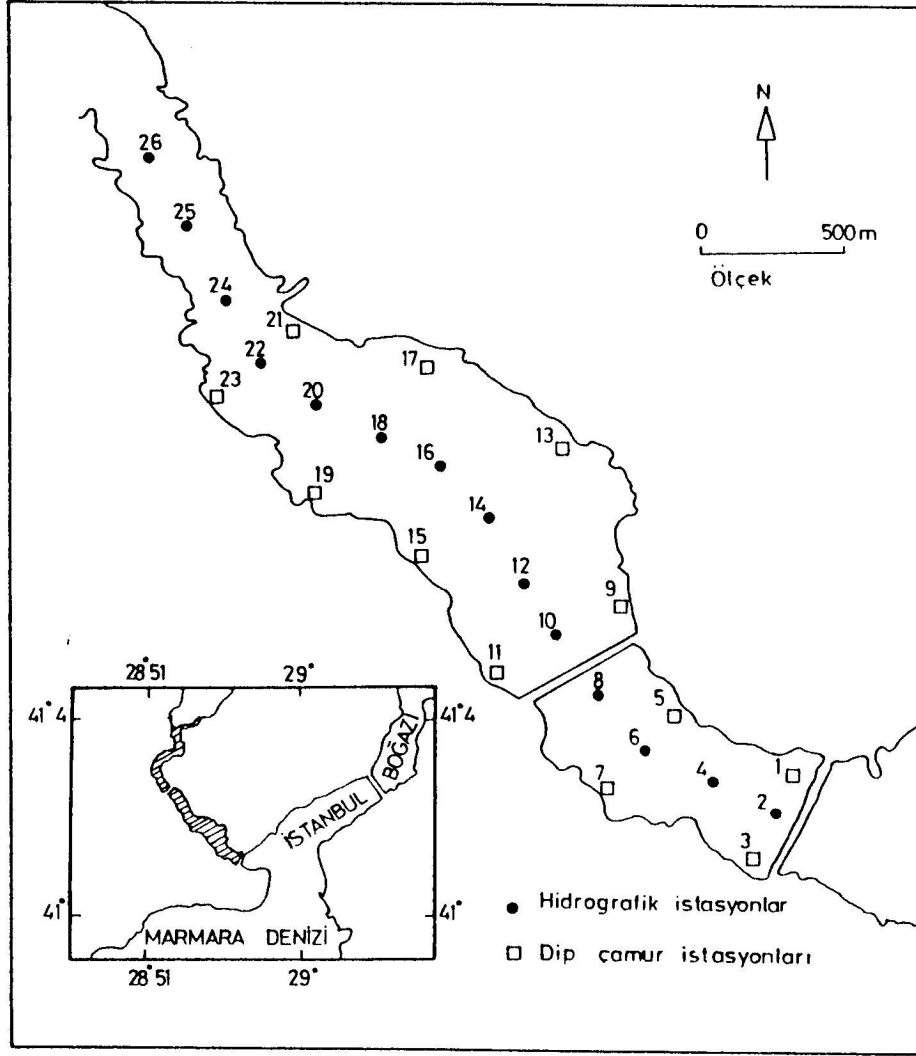
fekal koli/ml					
1985					
İstasyon	Derinlik	Ağustos	Eylül	Kasım	Aralık
2	0	-	-	-	8500
4	0	800	1800	1200	1000
4	10	40	-	62	55
4	30	0	-	2	0
8	0	2600	-	-	-
12	0	2800	7500	5200	2800
12	10	340	-	58	70
12	30	0	-	10	5
18	0	7000	11500	8500	3600
18	10	64	0	150	40
18	30	36	-	40	-
24	0	13000	25000	-	11500
24	5	1500	-	-	300
26	0	-	27000		
26	0	-	40000		

STATION

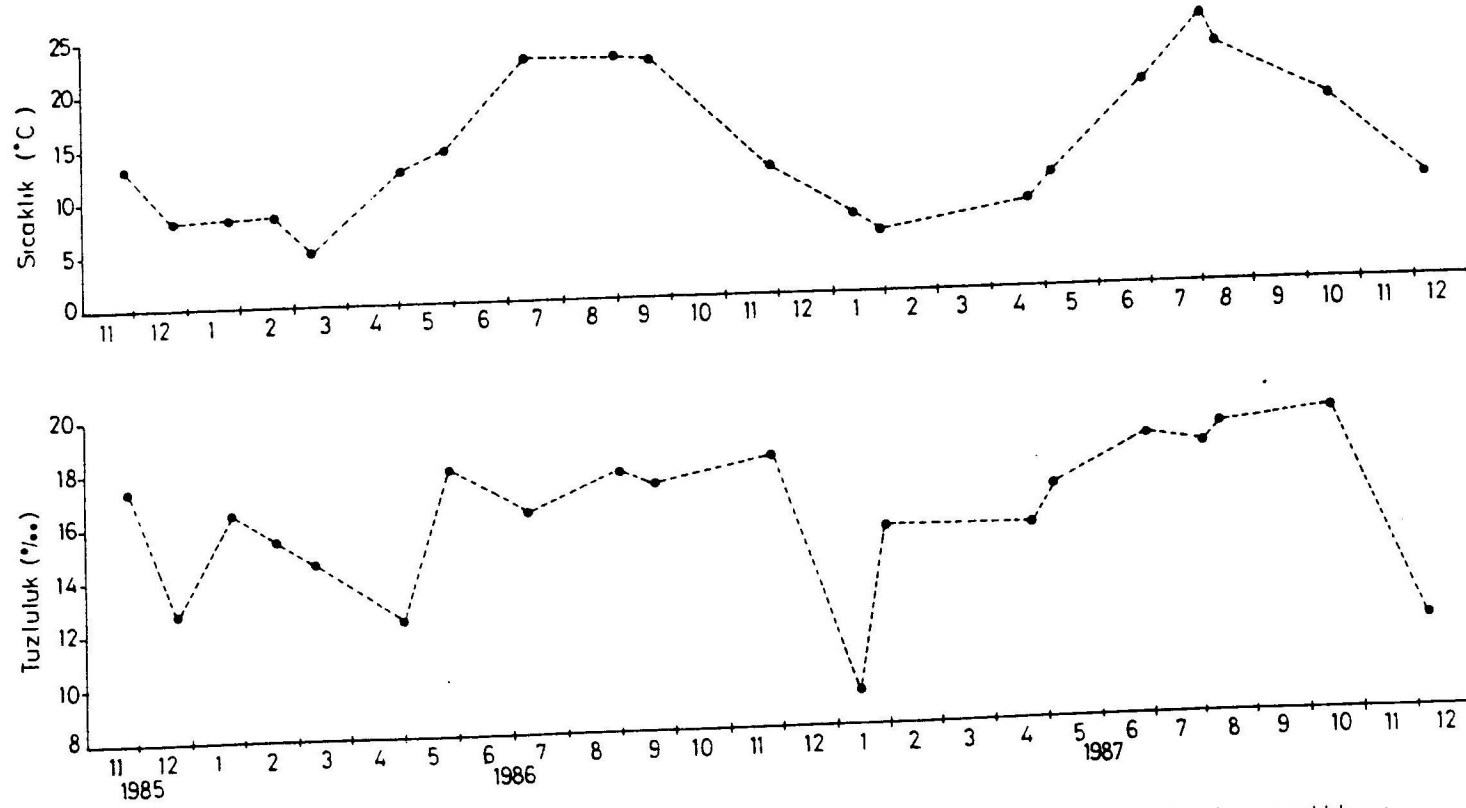
H-1
H-2
H-3
H-4
H-5
H-6
H-7
H-8
H-9
H-10
H-11
H-12
H-13
H-14
H-15
H-16
H-17
H-18
H-19
H-20
H-21
H-22
H-23
H-24
H-25
H-26

Tablo 2. Total Metal Contents of the Golden Horn Surface Semiment.
(in ppm except Fe which is as % wt.)

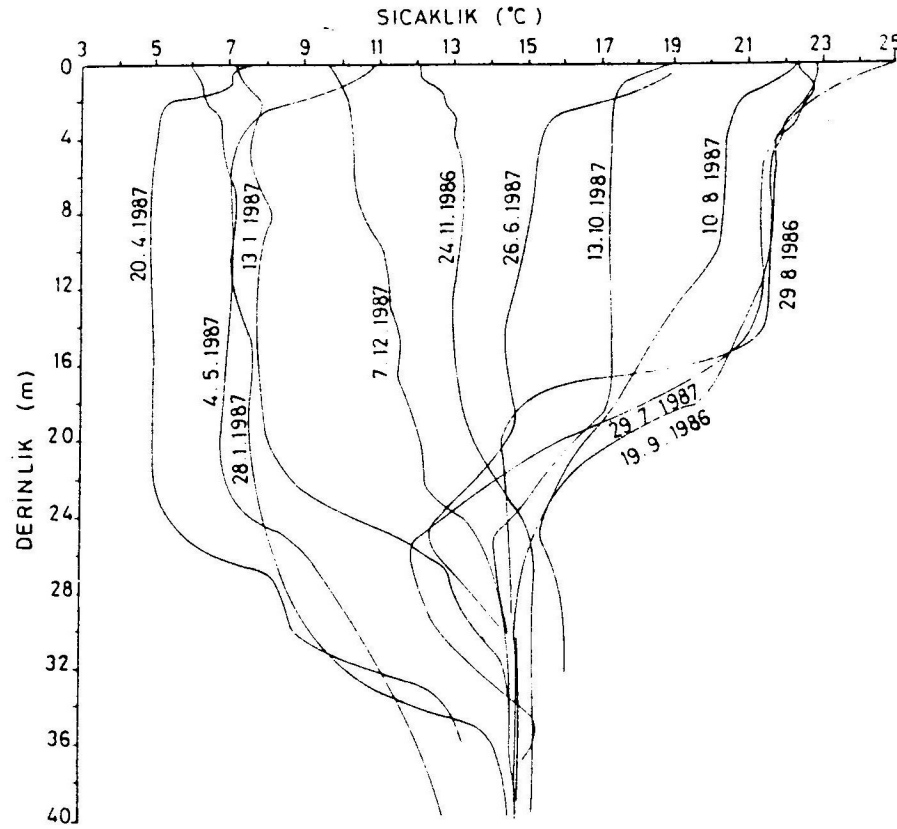
STATIONS	Pb	Zn	Cu	Cr	Co	Ni	Mn	Fe	O.C(%)
H-1	241	806	595	299	17	98	375	3.3	3.8
H-2	230	600	535	271	17	100	358	3.1	3.8
H-3	354	819	1368	285	14	120	400	2.9	6.1
H-4	339	1908	1160	328	23	126	376	3.2	5.0
H-5	702	8750	3900	313	20	167	380	3.1	5.4
H-6	215	731	595	242	17	98	358	2.9	4.4
H-7	343	906	1011	299	23	117	375	3.1	7.0
H-8	256	800	565	271	20	106	333	3.1	4.1
H-9	336	1675	1030	328	20	117	338	2.9	6.5
H-10	253	900	704	285	20	109	346	3.0	4.9
H-11	392	931	711	299	17	148	403	2.6	7.3
H-12	238	850	714	328	23	123	378	2.9	2.8
H-13	241	862	516	256	29	120	398	3.4	2.8
H-14	124	481	546	256	26	103	371	3.3	4.1
H-15	354	498	297	285	23	84	427	3.6	4.7
H-16	279	1094	971	385	26	114	376	3.1	4.0
H-17	324	1212	1100	427	23	134	360	3.3	3.5
H-18	321	1506	1268	442	29	140	380	3.3	4.6
H-19	324	1375	1279	399	23	154	358	3.4	5.8
H-20	219	787	952	328	20	112	363	3.3	5.3
H-21	264	950	565	370	23	137	340	3.6	3.8
H-22	124	450	803	328	29	131	565	3.0	4.9
H-23	509	1243	902	399	29	156	456	3.8	6.3
H-24	264	1081	1100	413	26	156	462	3.6	5.7
H-25	252	881	1092	485	29	151	496	3.5	5.1
H-26	126	637	981	370	31	134	565	3.2	4.2



Şekil 1: Haliç istasyonları



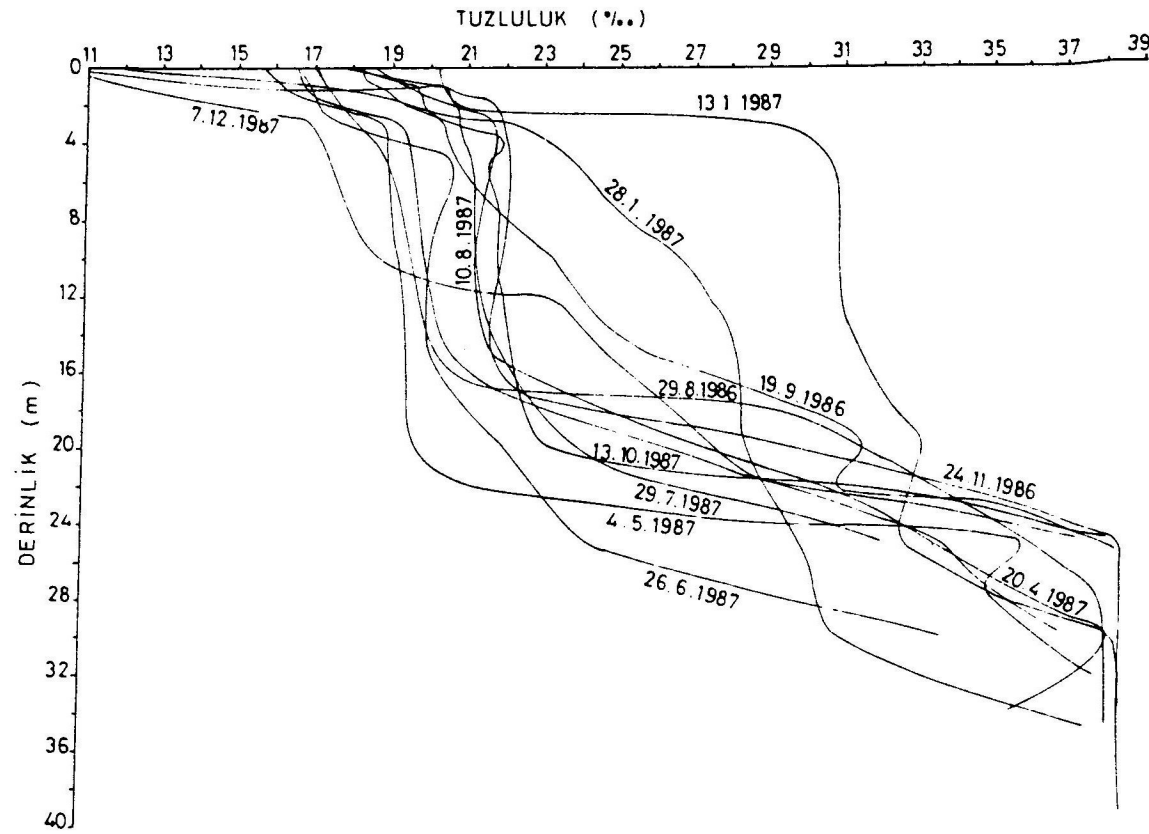
Şekil 2: Haliç yüzey sularında H2 istasyonunda Kasım 85 -Aralık 87 zaman aralığında sıcaklık ve tuzluluk dağılımı.



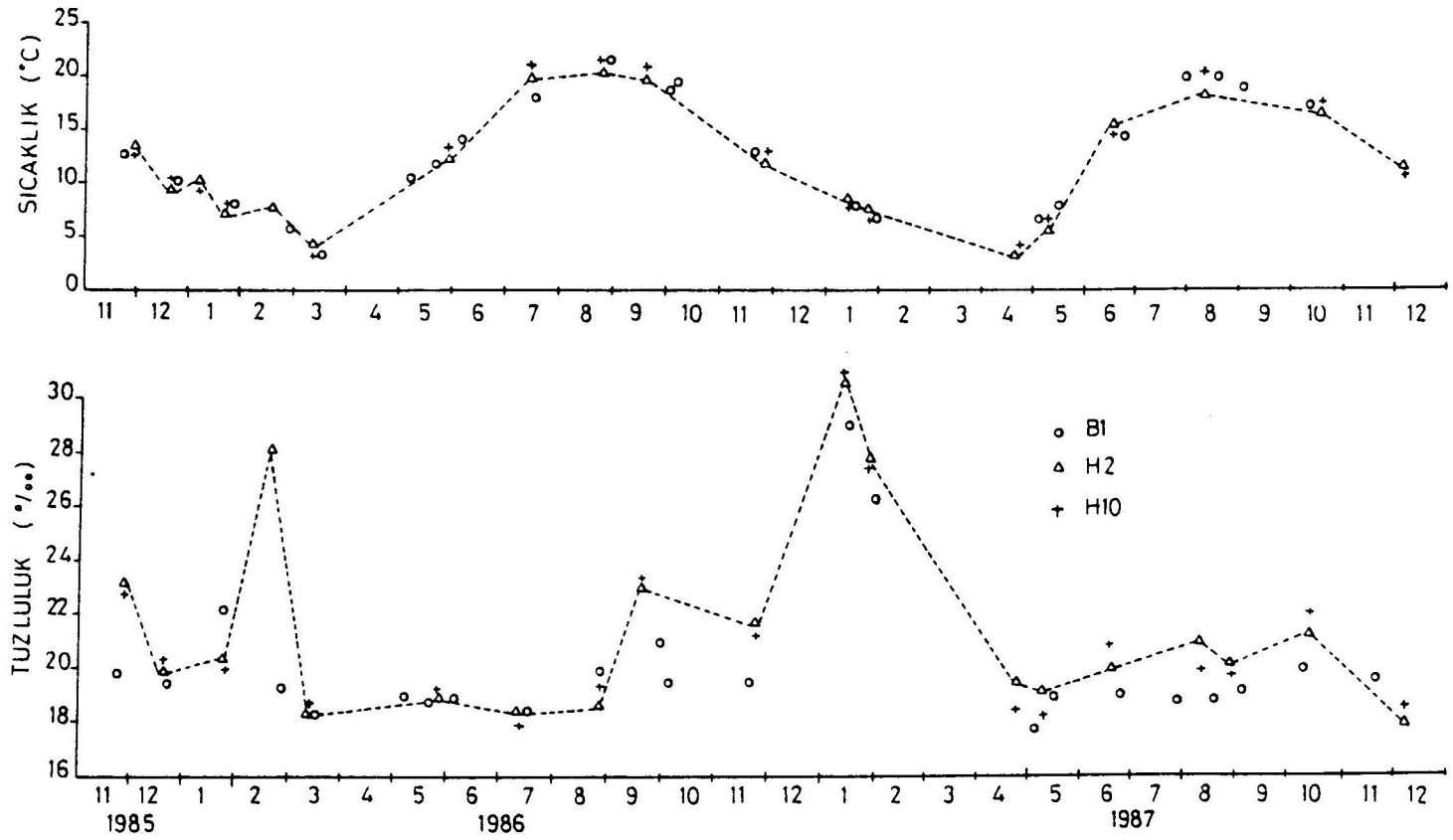
Sekil 3: H2 istasyonunda Ağus.86-Ara.87 zaman aralığında sıcaklığın tuzluluğa göre değişimi.

TUZLULUK (‰)

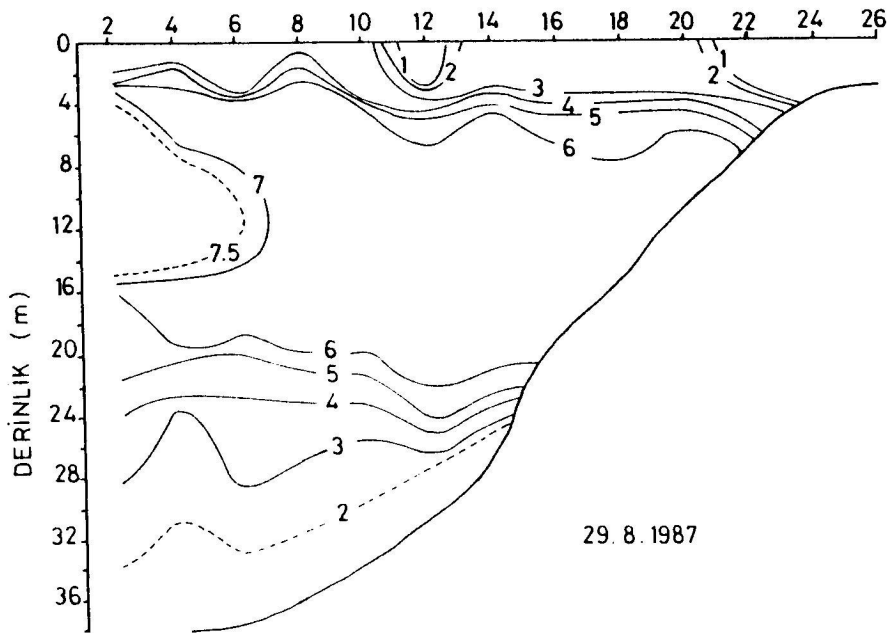
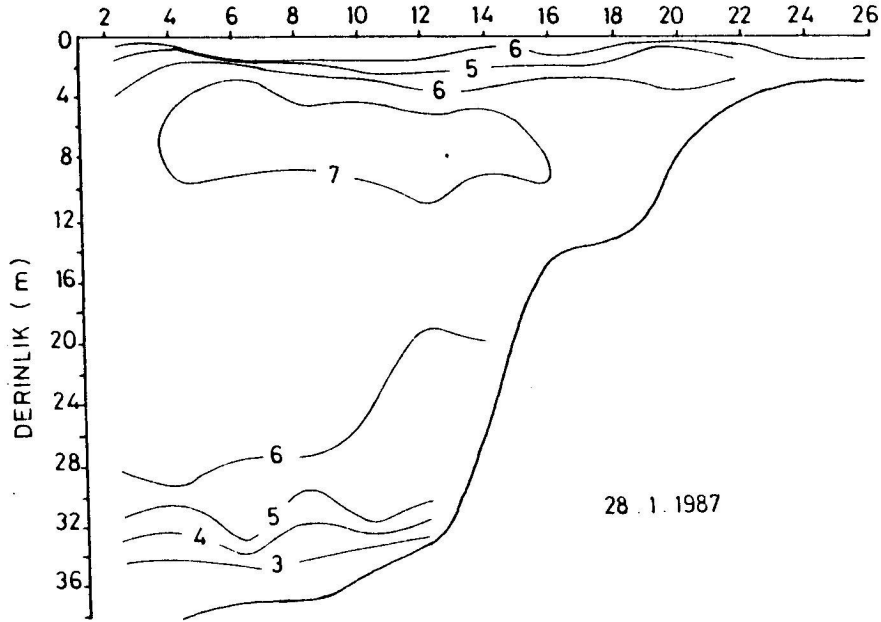
11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39



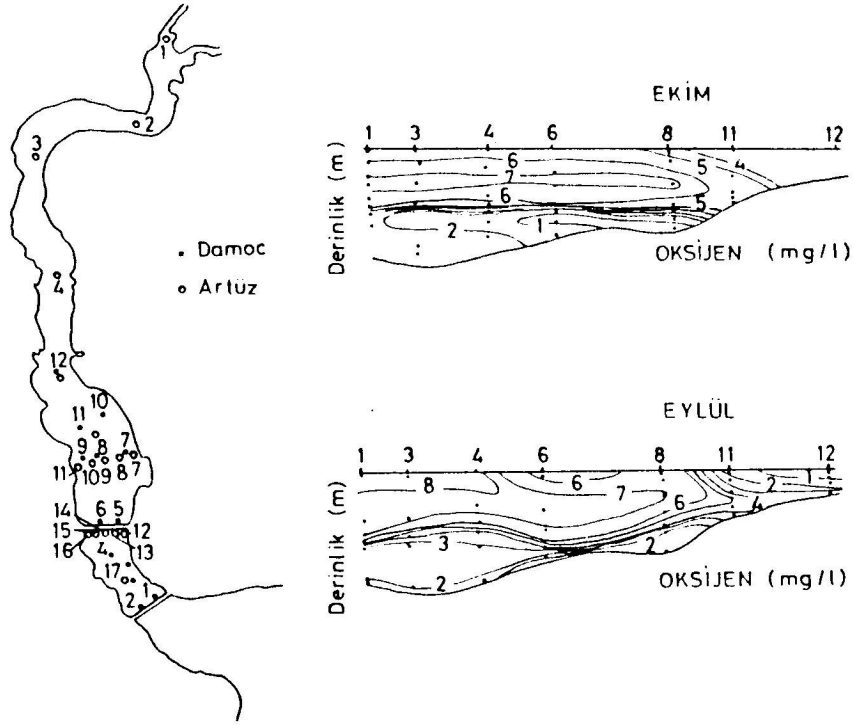
Sekil 4: H2 istasyonunda Ağus. 86-Ara. 87 zaman aralığında tuzluluğun derinliğe göre değişimi.



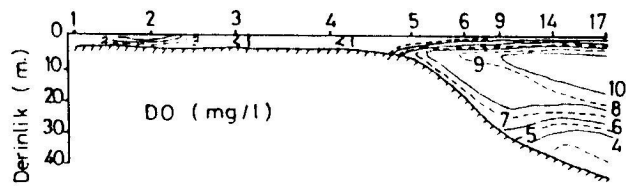
Sekil 5: H2, H10 ve B1 istasyonlarında 10m. derinlikteki sıcaklık ve tuzluluğun Kasım 85 - Aralık 87 aralığındaki dağılımı.



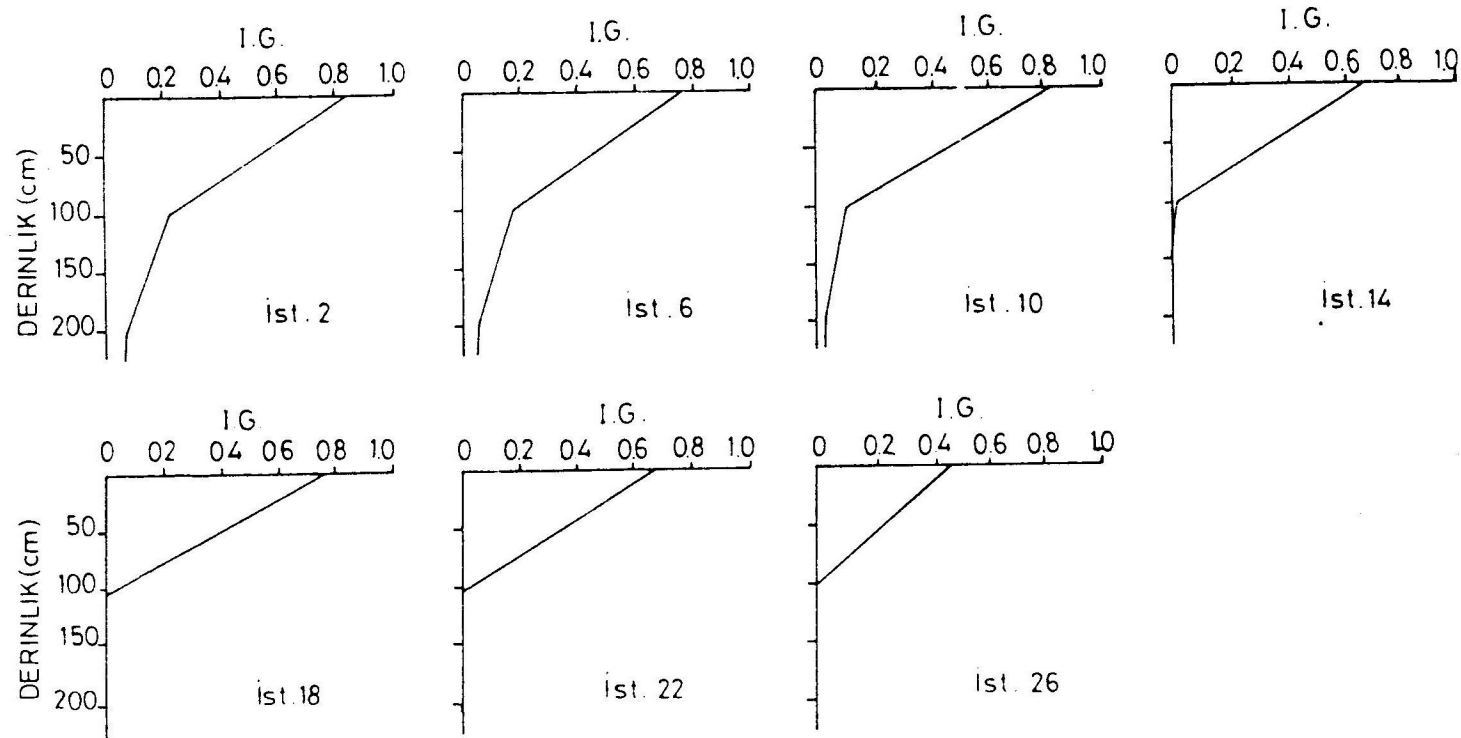
Şekil 6 : Halic'te çözünmüş oksijenin 28.1.1987 ve 29.8.1987 tarihlerindeki dağılımı. (mg/l)



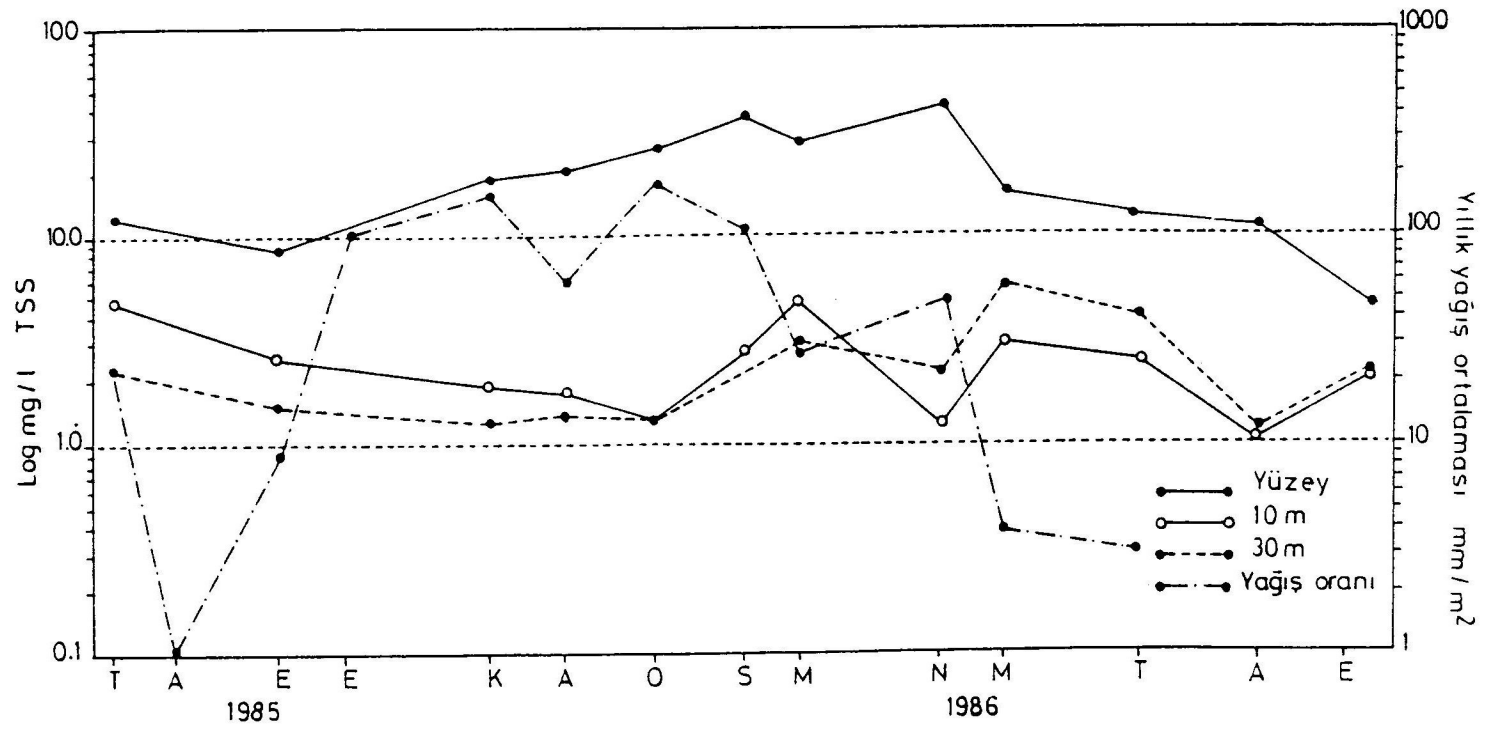
Sekil 7 : Halic'te çözünmüş oksijen dağılımı Damoc 1971.



Sekil 8 : Halic'te çözünmüş oksijen dağılımı Artüz 1975.



Şekil 9 : Haliç'te ısıık geçirgenliğinin derinliğe göre değişimi (24.1.1986).



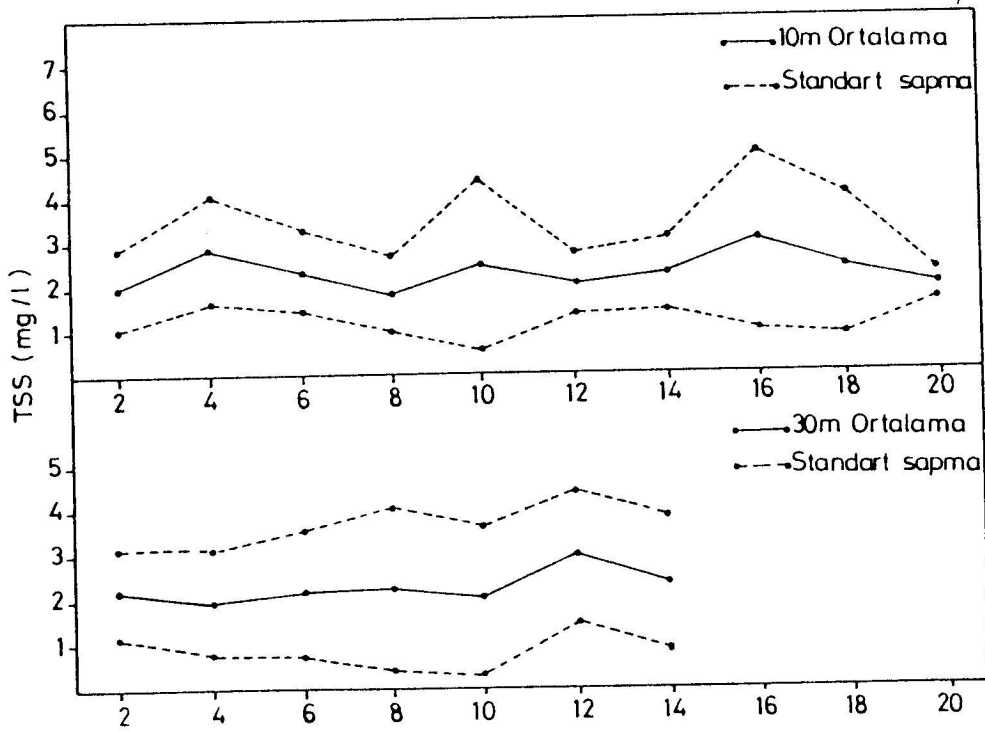
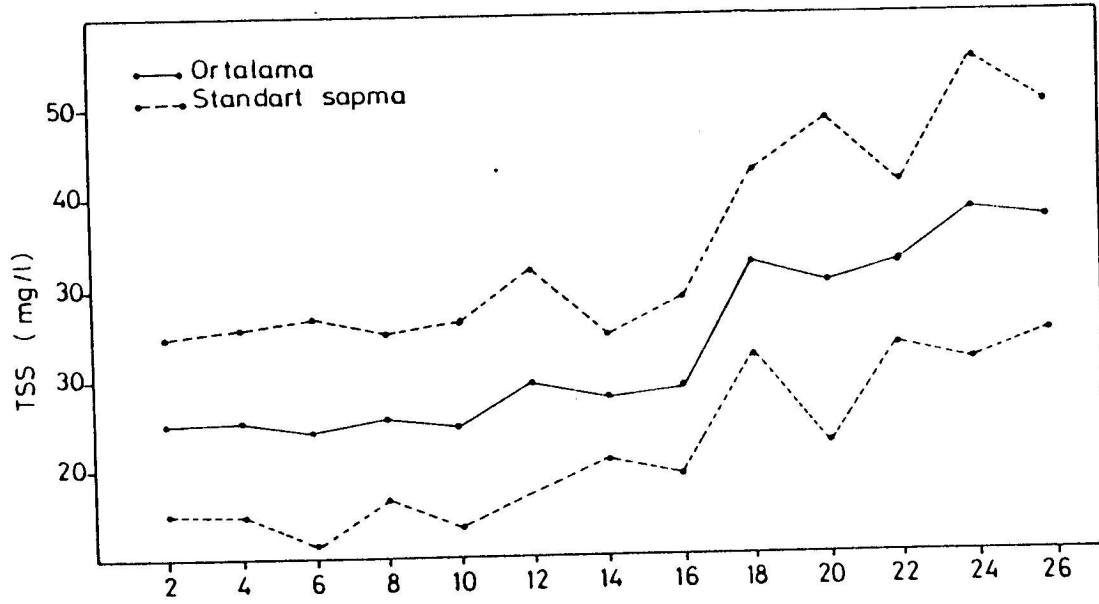
Şekil 10 : Haliç'te askı yükü ve yıllık yağış ortalamasının üç ayrı derinlikte aylara göre dağılımı.

TSS (mg/l)

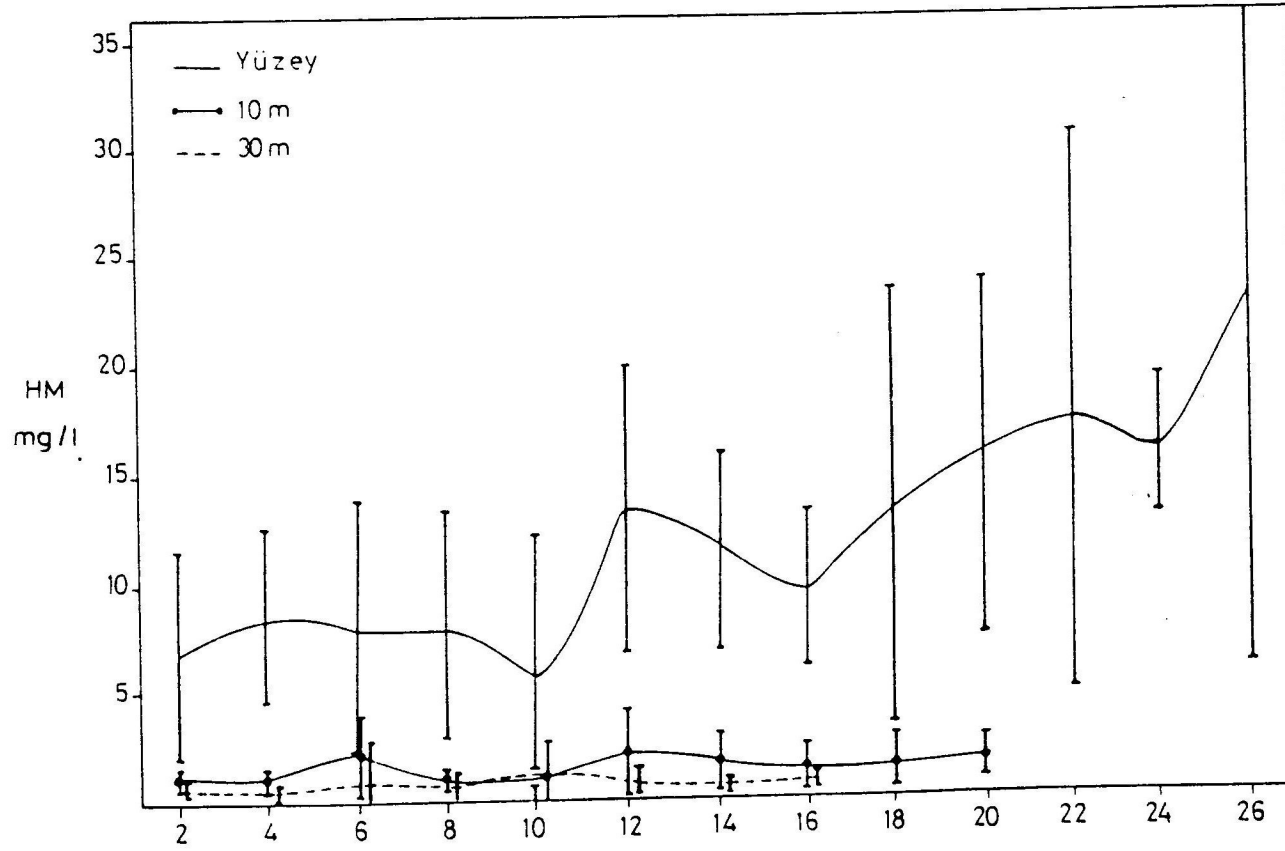
TSS (mg/l)

20 30 40 50

Şekil 10: Haliç'te askı yükü ve yıllık yağış ortalamasına aylara göre dağılımı.

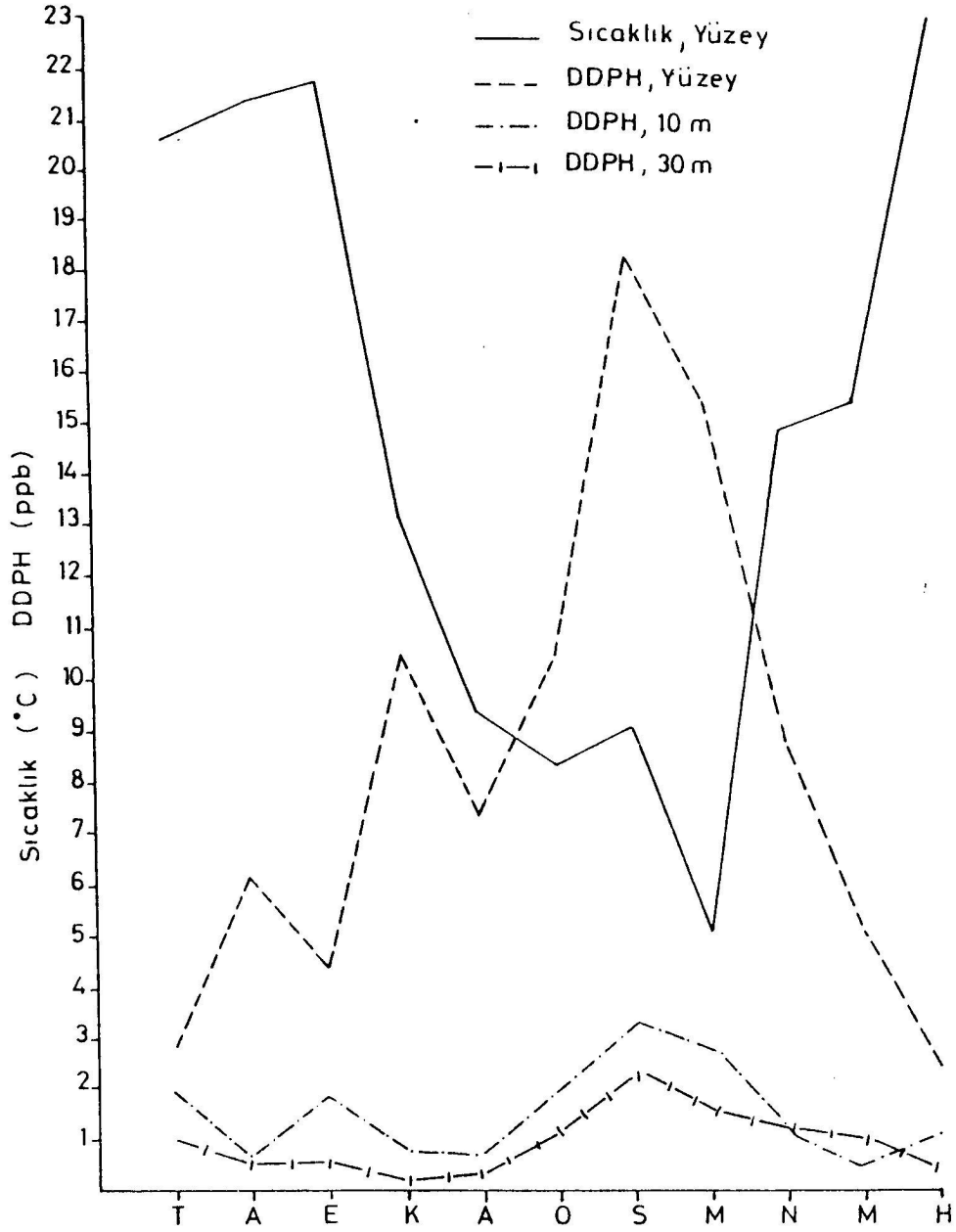


Şekil 11: Haliç'te askı yükün istasyonlara göre üç ayrı derinlikteki dağılımı.

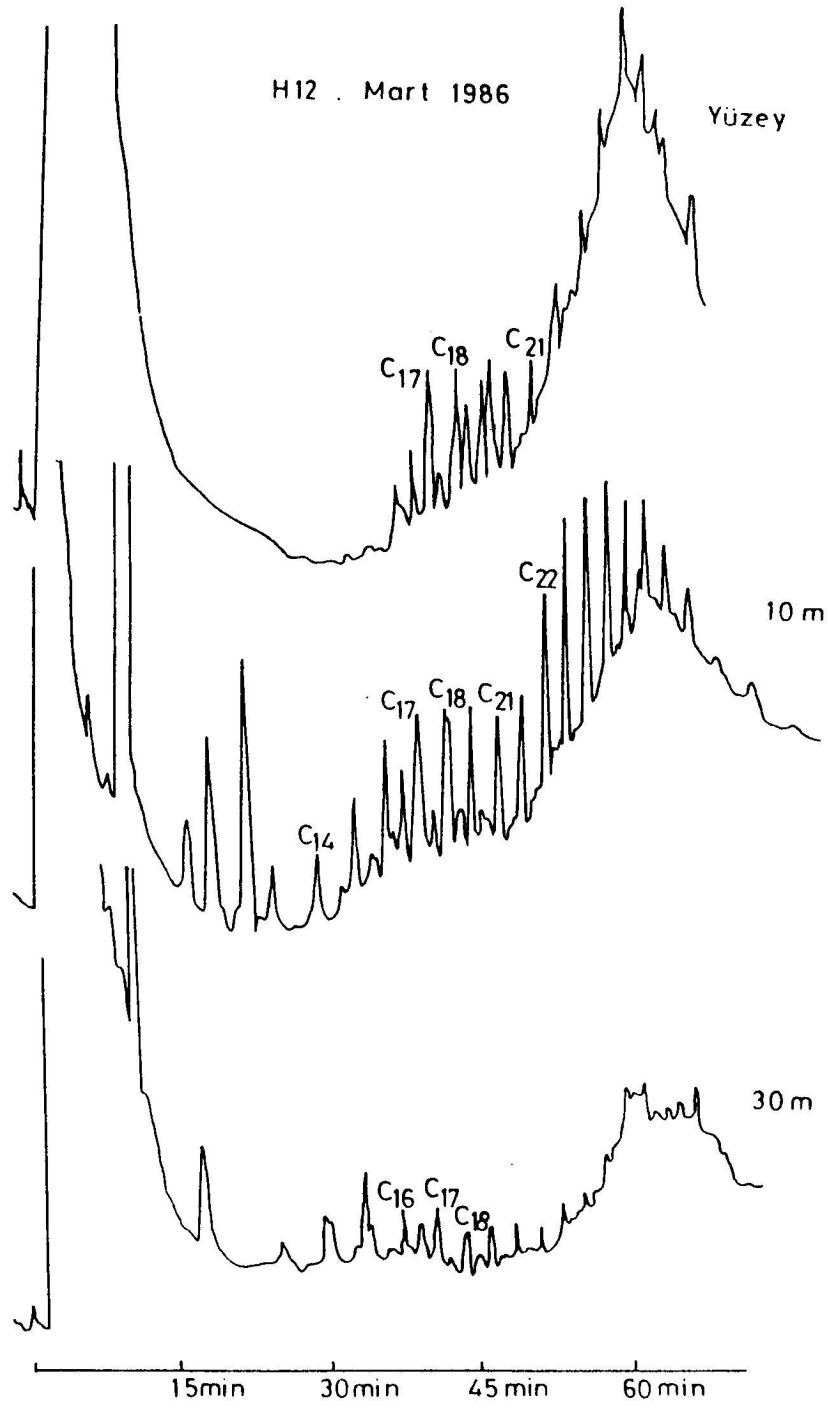


Şekil 12: Halic'te hüyük maddenin üç ayrı derinlikte istasyonlara göre dağılımı.

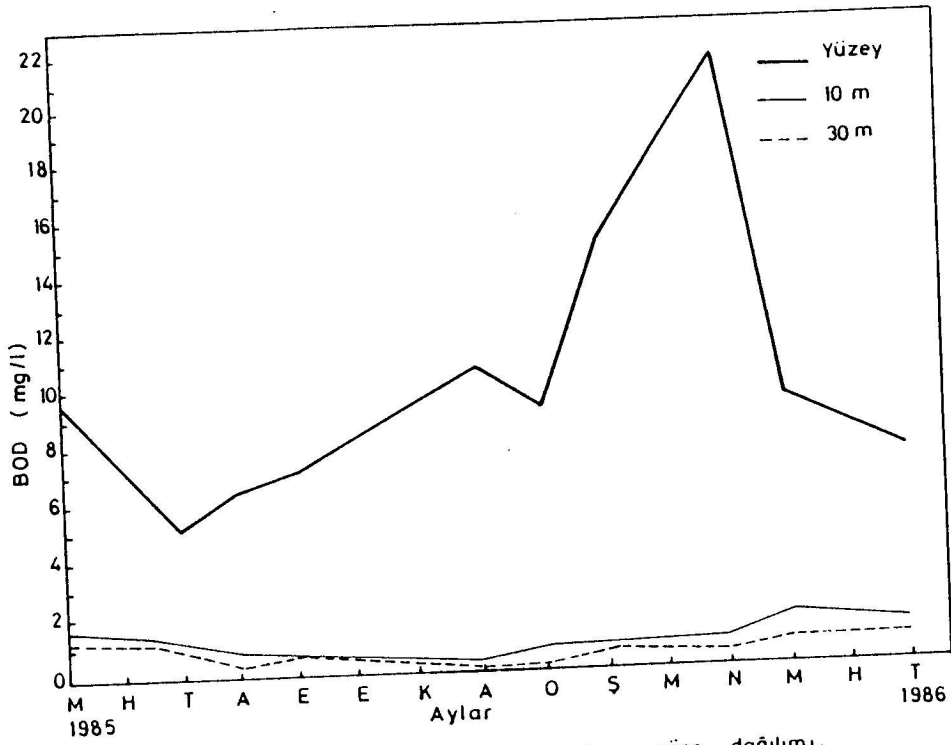
Şekil 12: Haliç'te hümik maddenin uç ayrı derinlikte istasyonlara göre dağılımı.



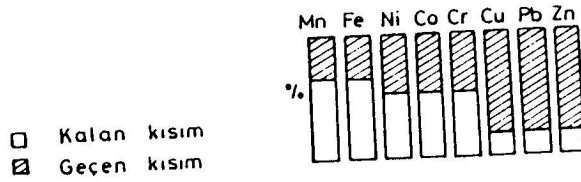
Şekil 13: Haliç'te çözünmüş petrol hidrokarbonlarının uç ayrı derinlikte ve yüzey sıcaklığının aylara göre dağılımı.



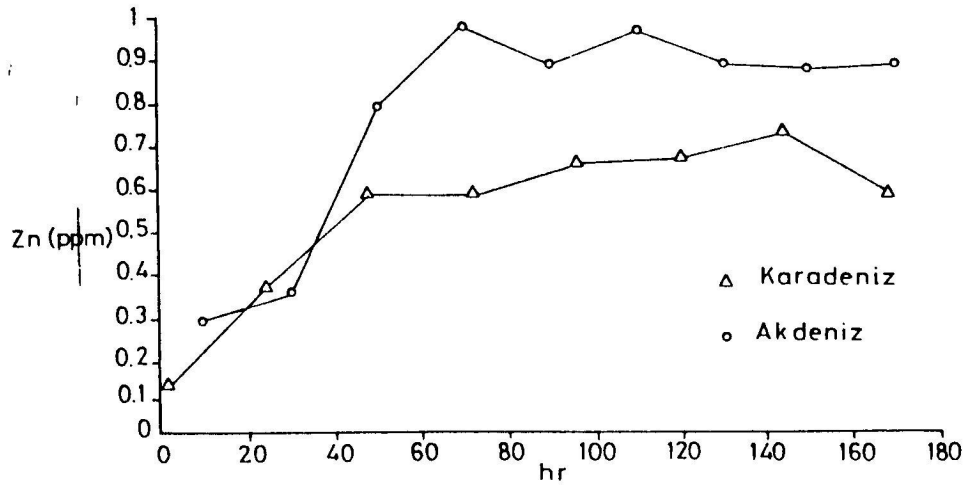
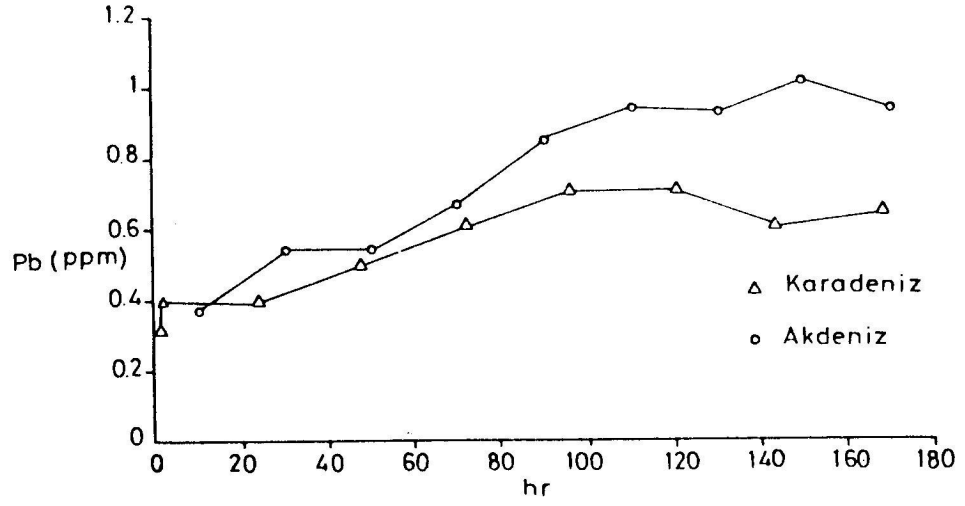
Şekil 14: H12 istasyonunda çözünmüş petrol hidrokarbonlarının
üç ayrı derinlikte verdikleri gazkromatogram eğrileri
(Mart 1986)



Şekil 15: BOD₅'in çeşitli derinliklerde aylara göre dağılımı.



Şekil 16: Halic dip çamuruna çevresel katkılar yolu ile giren metallerin dağılımı.



Sekil 17: Dip çamurundaki eser elementlerin (Pb, Zn) Akdeniz ve Karadeniz şularının etkisiyle suya geçme oranları.

7 B Ö L Ü M D E
İSTANBUL'UN
ÇEVRE SORUNLARI VE ÇÖZÜMLERİ
SEMPOZYUMU

9-13 NİSAN 1990
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MAÇKA KAMPÜSÜ

ODTÜ-ODTÜ KÜTÜPHANESİ
METU-ODTÜ LIBRARY



TÜRKİYE
ÇEVRE KORUMA VE YEŞİLLENDİRME
KURUMU