

**ULUSAL DENİZ ÖLÇME, İZLEME VE ARAŞTIRMA PROGRAMI
DOĞU KARADENİZ ALT PROJESİ
1992 DÖNEMİ FİNAL RAPORU
Proje No: DEBAG - 65 / G**

**ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
P.K. 28, 33731, ERDEMLİ, İÇEL**

TEŞEKKÜR

Ulusal Deniz, Ölçme, İzleme ve Araştırma Programının planlanması, gerçekleşmesi ve koordinasyonunu sağlayan T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)-Deniz Bilimleri ve Çevre Araştırmaları Grubu ile Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı'na çalışmaların gerçekleşmesine olan katkılarından dolayı teşekkür bir borç biliriz.

Saha çalışmalarına katılan, örneklerin alınması, analizleri ve elde edilen bulguların işlenmesine katkıda bulunan tüm araştırcı, teknik ve gemici personele, özverili ve uyumlu çalışmalarından dolayı teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
I. GİRİŞ	1
II. ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	1
III. FİZİKSEL BULGULARIN DEĞERLENDİRMESİ	5
III.1 Sıcaklık, Tuzluluk ve Yoğunluk Dağılımları	5
III.2 Karadenizin Sirkülasyon Özellikleri	5
IV. BİYOKİMYASAL BULGULARIN DEĞERLENDİRMESİ	6
IV.1. Çözünmüş oksijen	6
IV.2. Hidrojen sülfür	8
IV.3. Besin tuzları	9
IV.4. Seki Disk Derinliği	11
IV.5. Klorofil-a	12
IV.6. Organik madde	13
ÇİZELGELER	15
ŞEKİLLER	21

I. GİRİŞ

TÜBİTAK-DEBAG'ın koordinasyonu ve DPT'nin parasal desteği ile 1986 yılında başlatılan Ulusal Deniz Ölçme, İzleme ve Araştırma Programının genel amacı ulusal deniz kaynaklarının korunması, yararlı kullanım olanaklarının araştırılması ve geliştirilmesi, deniz hak ve menfaatlerimizin uluslararası platformlarda korunmasını sağlayacak bilgi birikiminin oluşturulması, denizlerimizin fiziksel, kimyasal, jeolojik ve biyolojik yapısını ve dinamik olayları tanımlamaya yönelik oşinografik araştırmaların yapılmasıdır. ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü (DBE-ODTÜ), halen devam eden bu Ulusal Program çerçevesinde Doğu Karadeniz Alt Projesini yürütmektedir.

1992 dönemi Karadeniz saha çalışması 3-26 Temmuz tarihleri arasında R.V. BİLİM gemisi ile yapılmıştır. Üç hafta süren bu Karadeniz seferinde Şekil I.1'de yerleri, Çizelge 1'de koordinatları ve toplam derinlikleri belirtilen toplam 135 istasyon ziyaret edilmiş ve bu noktalarda Çizelge 2'de sıralanan fiziksel ve biyokimyasal parametreler ölçülmüştür. Analiz zorlukları nedeniyle bazı kimyasal parametrelerin ölçümü sınırlı sayıda istasyonda yapılmıştır (bkz. Çizelge 2). Elde edilen tüm fiziksel ve biyokimyasal bulguların disket kayıtları, bu bulguların genel bir değerlendirmesini içeren "1992 Dönemi Final Raporu" ile birlikte TÜBİTAK'a sunulmuştur.

II. ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Karadeniz Alt Projesi çerçevesinde izlenen fiziksel ve biyo-kimyasal parametrelerin ölçüm yöntemleri aşağıda verilmiştir.

- **Örnek Toplama:** Biyokimyasal analizler için su örnekleri belirlenen derinliklerden 5 litrelilik Niskin şişeleriyle alınmıştır. CTD probuna bağlı ve uzaktan kumandalı elektronik kapama sistemine sahip olan Rozet sistemine takılan 12 adet Niskin şişesi, istenilen derinliklerde kapatılır. Bu örnekleme sistemiyle, gerektiğinde aynı derinlikte birden fazla şişe kapatılarak yeterli hacimde su örneği alınabilir. Tam dolu ve kapalı durumdaki Niskin şişelerinden, önce oksijen ve hidrojen

sülfür örnekleri, daha sonra da besin tuzları, organik karbon ve klorofil-a ölçümleri için yeterli hacimlerde su örnekleri özel kaplara alınmıştır. Gemideki laboratuvara taşınan bu örnekler - gerekli ön işlemlerin uygulanmasından sonra - analiz zamanına kadar soğukta ya da dondurulmuş olarak korunmuştur.

- **Tuzluluk ve Sıcaklık:** Tuzluluk ve sıcaklık ölçümleri R/V BİLİM gemisinde bulunan yüksek ayırmalı Sea-Bird model CTD (iletkenlik, sıcaklık ve derinlik) probu ve okuyucusu kullanılarak yapılmıştır. CTD probu, bir ucu laboratuvardaki okuyucu birime bağlı olan özel yapım çelik kablo ve hız kontrollu bir vinç yardımı ile 2000 metre derinliğe kadar indirilebilir. Bu sistemin en çarpıcı özelliği, saniyede 24 CTD okuması yaparak ölçüm yapılan derinliği, suyun tuzluluk, sıcaklık ve yoğunluk (Σ -T, σ) değerlerini çok yüksek hassasiyette vermesi, inilen en son derinliğe kadar kesintisiz ve anında ölçülen bu değerlerin hem kağıt üzerine hem de bilgisayar disketlerine kayıt edilebimesidir.
- **Çözünmüş Oksijen:** Çözünmüş oksijen ölçümleri Winkler Titrasyon metodu ile yapılmıştır. Oksijen analizi için su örnekleri plastik hortum kullanarak, özel amaçlı 50-100mL'lik şişelere alınır. Şişe içerisindeki havadan örneğe oksijen geçişini en aza indirmek için, cam şişelerin içerisindeinden kullanımdan önce birkaç dakika argon gazı geçirilmiştir. Belirli hacimdeki örnekte bulunan çözünmüş oksijenin kantitatif tayini için, çözeltiye oksijen tutucu (oksijenle tepkimeye giren) bazik iyot ve mangan çözeltileri belirli hacimlerde eklenir. Şişenin kapağı kapatılır ve çalkalanır. Su örneğindeki oksijen miktarı ile orantılı olan mangan çökeltisinin şişe tabanına inmesi için en az bir saat karanlıkta ve oda sıcaklığında bekletilir. Daha sonra 0.5-1.0 mL sülfürik asit ilavesi ile tekrar çözündürülür. Meydana gelen kimyasal tepkime sonunda aşağı çıkan iyodat, standart tiyosülfat çözeltisi ile titre edilir. Titrasyonun dönüm noktası nişasta çözeltisi veya redoks elektrodu kullanılarak belirlenir. Ölçümlerin hassasiyet derecesi $\pm 5.0 \mu\text{M}$ mertebesindedir.

- **Besin Tuzları:** Besin tuzları olarak bilinen nitrat+nitrit, ortofosfat ve reaktif silikat ölçümleri için su örnekleri, asitle yıkanmış 50-100 mL'lik polietilen şişelere alınmıştır. Silikat ölçümü yapılacak örnekler buzdolabında, diğerleri ise derin dondurucuda analiz süresine kadar saklanmıştır. Kolorimetrik metodla yapılan besin tuzlarının kantitatif analizlerinde Technicon model iki kanallı oto-analizörü kullanılmıştır. Takip edilen deneysel yöntemler Technicon firmasınca geliştirilmiş olup, uluslararası standart ölçüm metodları olarak kabul edilmiştir. Bu standart yöntemlerin duyarlılığı nitrat için $0.05 \mu\text{M}$, silikat için $0.1 \mu\text{M}$ ve fosfat için de $0.02 \mu\text{M}$ 'dır.
- Toplam Organik Karbon (TOC):** TOC ölçümlerinde Shimadzu model organik karbon analizörü kullanılmıştır. Analizden önce, asitlenmiş TOC örnekleri 5-10 dakika saf hava ile havalandırılır ve sudaki anorganik karbon ortamdan uzaklaştırılır. Bu havalandırma süresinde örnekte bulunması olası uçucu organiklerin kaybı söz konusudur. $100-200 \mu\text{L}$ kadar örnek, cam enjektörle hızlı bir şekilde cihaza verilir. Kuvarts cam kolon içerisinde, yüksek sıcaklıkta (680°C) platin katalizör yardımıyla parçalanan organik maddeden açığa çıkan karbon dioksit, infrared detektöre taşınır ve standartlar yardımıyla kantitatif değerlere dönüştürülür.
- **Partikül Organik Karbon (POC) ve Azot (PON):** Suda partikül halde bulunan organik karbon ve organik azot miktarının tayini çeşitli derinliklerden alınan 5-10 litre deniz suyu örnekleri düşük basınç altında GF/F veya GF/C tipi filtrelerden süzüldü. Filtreler, aluminyum folye içerisinde dondurulmuş olarak analiz zamanına saklandı. Analizden önce, filtreler asit buharına tutularak ortamdaki anorganik bileşiklerden arındırıldı ve düşük sıcaklıkta kurutularak analize hazır hale getirildi. Filtrelerden 20-25 mg'lık parçalar kesilerek, kalay kapsüller içeresine yerleştirildi. Carlo Erba 1108 Model CHN analiz cihazının örnek haznesi bölümüne yerleştirilen boş (şahit) ve dolu kapsüller oksijen gazı yardımıyla 1020°C de yakıldı. Önce oksitleme, sonra da indirgeme kolonlarından geçerek metan ve azot gazına indirgenen organik madde içerisindeki karbon ve azot miktarı TCD dedektörü yardımıyla kantitatif olarak ölçülmüştür. Bu ölçüm değerleri,

süzülen su hacmine bölünerek birim hacimdeki POC ve PON konsantrasyonları hesaplanmıştır. Elde edilen POC ve PON miktarlarının oranı, örnek içerisindeki organik yapıdaki C/N oranını verir.

- **Partikül Fosfor (PP):** PP tayini için an az 5 litre su süzüldü ve filtre kağıdı üzerine toplanan organik içerikli partikül madde 450°C de ısıtılarak organik fosfor bileşikleri anorganik yapıya dönüştürüldü. Seyreltik HCl ile 90°C de çözeltiye geçirilen örneğin pH'sı 7'ye ayarlandıktan sonra, son hacim 50-100 mL ye ayarlandı. Anorganik fosfat analiz metodu kullanılarak spektrofotometrik yöntemle ölçümü yapıldı. Fosfat standartları kullanarak örneklerin içeriği fosfor miktarları hesaplandı. Bu değerler, süzülen örnek hacmine bölünerek birim hacimdeki PP bulundu.
- **Klorofil-a:** Klorofil-a ölçümleri için yeterli hacimde deniz suyu örnekleri membran filterlerden süzüldü. Filtre kağıtları üzerinde tutulan organik madde %90'luk aseton çözeltisi içinde homojen hale getirildi. 20 saat karanlıkta ve soğukta (buzdolabında) tutulan örnekler, santrifüp edildikten sonra çözeltinin hacmi 10 mL'ye ayarlandı. Çözeltilerin floresans yoğunluğu Hitachi Model spektrofluorometrede belirli dalga boyunda okundu. Standart çözeltilerin floresans yoğunluğu ile karşılaştırılarak 10 mL örnekteki klorofil-a miktarı bulundu. Bu değerler süzüntü hacmine bölünerek, örneklerdeki klorofil-a miktarı mikrogram/litre olarak hesaplandı.
- **Floresans yoğunluğu:** Yerinde ölçümleme (in-situ) belirlenen üretken yüzey sularındaki floresans yoğunluğu, CTD Probu ile birlikte kullanılan Chelsea model in-situ floresans algılayıcısı ile yapılmış ve ölçülen değerler anında IBM-PC uyumlu diskete kayıt edilmiştir. Kesintisiz ölçüm yapan bu cihazla ölçülen değerler, su kolonundaki floresans yoğunluğunun göreceli dağılımını gösterir.

III. FİZİKSEL BULGULARIN DEĞERLENDİRMESİ

III.1. Sıcaklık, Tuzluluk ve Yoğunluk Dağılımları

Temmuz 1992 dönemi Karadeniz saha çalışmasında Şekil I.1'de yerleri belirtilen toplam 135 istasyonda tuzluluk, sıcaklık, derinlik ve yoğunluk ölçümleri yapılmıştır. Bu istasyonlarda ölçülen sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri Şekil III.1'de verilmektedir. Toplanan bulguların birbirleriyle karşılaştırılması amacıyla her 24 istasyonda elde edilen fiziksel bulguların derinlik profilleri herbiri 0.5cm kaydırılarak tek bir sayfaya çizilmiştir.

III.2. Karadenizin Sirkülasyon Özellikleri

Temmuz 1992'de Güney Karadenizin kıyı ve açık sularında yapılan fiziksel ölçütler, bölgedeki sirkülasyonlar hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu dönemde, Batı Karadenizde Anadolu kıyısı boyunca ilerleyen akıntılar, Kerempe Burnu civarında kıyıdan ayrılmaktadır. Bu ayrılma noktasının doğusunda kalan bölgедe oluşan "upwelling" bölgesinin balık yavruları ve yumurtalarının dağılımını etkilediği gözlenmiştir.

Şekil III.2'de görülen Karadenizin yüzey sularındaki sıcaklık dağılımına göre, Kerempe Burnu ile İnce Burun arasında yüzeyde sıcaklığı 12°C a kadar düşen soğuk su kütlesi vardır. Dinamik topografyada (Şekil III.3) kıyı akıntısının Baba Burnu ile Kerempe Burnu arasında kıyıya yapışıtı veya kesildiği, Kerempe Burnundan sonra da kıyıdan ayrıldığı gözlenmektedir. Yüzey suyu sıcaklık dağılımını gösteren şekilde soğuk suların yeri ile yüzey akım çizgilerinin birbirinden uzaklaştığı yer aynı "upwelling" bölgesine karşılık gelmektedir. Bu bölgede kıyıya dik olarak alınan derinlik kesitlerinde "upwelling" varlığını gösteren local bir yapı görülmektedir (Şekil III.4). Aynı şekilde üç tabakalı bir yoğunluk dağılımı gözlenmekte olup, sıg üst karışım tabakasının yoğunluk gradyeni sıcaklıklı dikey gradyen tarafından etkilenmektedir. Bu tabakanın altında, yaklaşık 50m derinlikte Soğuk Ara Tabaka Suyunun 7°C varan minimumu gözlenmektedir;

bunun altında da tuzluluk artışına paralel olarak durağan (kalıcı) bir yoğunluk tabakalaşması (piknoklin) bulunmakta ve basendeki siklonik döngüye bağlı olarak kıyı tarafına aşağı doğru meyille inmektedir. Şekil III.4c'de görüleceği üzere, piknoklin'nin kıyıyla doğru önce derinleştiği daha sonra kıyıyla yaklaştıça da upwelling neticesinde eğimin tersine döndüğü ve aynı yerde yüzeydeki karışmış tabakanın altındaki Soğuk Ara Tabaka Suyunun üst tabakaya girdiği gözlenmektedir. Bu durum upwelling için ideal ortamı oluşturmaktadır; kararlı olmayan kıyı akıntısı yüzeyde diverjans oluşturduğu zaman, 10-20 metrelük sıçrık üst karışım tabakası hemen altındaki soğuk ara tabakasını ortaya çıkarabilmektedir.

IV. BIYOKİMYASAL BULGULARIN DEĞERLENDİRMESİ

Ülkemizin ekonomik sınırları içerisinde kalan Güney Karadeniz'in biyokimyasal oşinografinin bölgesel ve derinliğe bağlı değişimlerini araştırmak amacıyla, belirlenen istasyonlarda genellikle 12 farklı derinlikten alınan deniz suyu örneklerinde Çizelge 2'de sıralanan biyokimyasal parametreler ölçülümüştür. Elde edilen bulgular, parametre bazında değerlendirilmiş ve aralarındaki ilişkiler kısaca tartışılmıştır.

IV.1. Çözünmüş Oksijen (O_2)

Okyanus sistemine dar ve sıçrık İstanbul Boğazı yoluyla bağlanan Karadenizin 50-100 metrelük üst tabakasında az tuzlu sular, derin baseninde ise Marmara ve Boğaz yoluyla ulaşan Akdeniz kaynaklı tuzlu sular bulunmaktadır. Farklı tuzluluğa sahip bu iki tabakanın arasında su yoğunluğunun tuzluluk artışına paralel olarak arttığı, 100-125 metre kalınlığında bir tabaka (piknoklin) yıl boyunca varlığını sürdürmektedir. Bu nedenle Karadenizde dikey karışımlarla üst tabakadan alt tabakaya (derinlere) oksijen girdisi çok sınırlıdır. Piknoklin altında kalan daha tuzlu tabakaya taşınan oksijen miktarı, tüketimi karşılamadığından Karadenizin derin suları yüz yillardır oksijensizdir; bu sular sadece hidrojen sülfür içerirler. Öte yandan, yaşadığımız

yüzeyin son çeyreğinde sürekli artan çevre kirliliği, akarsular yoluyla Karadeniz ekosistemini - özellikle de kuzeybatı kıta sahanlığındaki biyolojik yaşamı - belirgin şekilde etkilemiş ve olumsuz yönde değiştirmiştir. Bu nedenle Karadenizin hidrokimyasal özelliklerinin aynı zaman diliminde hangi boyutlarda etkilendiği konusu bilim adamlarının yoğun ilgisini çekmektedir. Araştırılan parametrelerin başında da canlı yaşamın temel taşı olan oksijen gelmektedir.

Fotosentezin sürdüğü, atmosfer etkileşimine açık ve güneş ışığının ulaşabildiği Karadenizin üretken yüzey sularında (öfotik tabaka) çözünmüş oksijen konsantrasyonu yıl boyunca dikkate değer bölgesel farklılıklar göstermez; genellikle doygunluk değerine yakındır (Şekil IV.1). Oksijenin deniz suyundaki çözünürlüğü sıcaklık ve tuzluluk artışıyla ters orantılı olduğundan, yaz aylarında ısınan öfotik tabakanın yüzey suları, termoklin altındaki soğuk sulara kıyasla daha az oksijen içerirler. Bu nedenle, yüzey sularında $250 \mu\text{M}$ mertebesinde olan CO_2 derişimi, termoklin altındaki soğuk sularda $330-340 \mu\text{M}'a$ kadar yükselmektedir (Şekil IV.1 ve IV.2). Öfotik tabakanın altında kalan sulara (afotik tabaka) fiziksel karışıntımlarla taşınan oksijen miktarı, heterotrofik canlıların neden olduğu oksijen tüketiminden az olduğundan, afotik tabaka içerisinde kalan ve yoğunluğunun tuzluluk artışına paralel olarak arttığı su kolonunda CO_2 konsantrasyonu derinlikle azalan bir değişim göstermektedir (Şekil IV.1). Yüzeyden 50-60 metrelere kadar genellikle doygunluk derecesine yakın olan CO_2 konsantrasyonu, afotik tabakanın bir parçasını oluşturan tuzluluk gradyanının çok olduğu 30-50 metrelik su kolonunda $250-300 \mu\text{M}$ mertebesinden $30 \mu\text{M}'in$ altına düşmektedir. CO_2 'nun bu tabaka içerisindeindeki azalma hızı, $4-6 \mu\text{M}/\text{m}$ mertebesindedir. Daha derinlere gidildikçe azalma hızı düşen CO_2 , hidrojen sülfürlü tabakanın üst sınırına yakın derinliklerde $5 \mu\text{M}'in$ altındadır. Karadenizde bir bölgesinden diğerine gidildikçe, CO_2 'nin azalmaya başladığı ve gözlenemez miktarlara düşüğü derinlikler, dikkate değer bölgesel değişimler gösterirler. Bunun nedeni fiziksel ve kimyasal özellikleri benzer olan su kütlerinin siklonik ve antisiklonik döngülerin hakim olduğu bölgelerde farklı derinliklerinde bulunmasıdır. Şekil IV.1'den

görüleceği üzere, oksijenli üst tabaka, haloklin'in ve sülfürlü sularının yüzeye daha fazla yaklaştığı siklonik döngü alanları arasında incelmektedir (50-70m); antisiklonik tipi döngülerin hakim olduğu kıyı bölgelerinde ise kalınlaşmaktadır (150-200m). ÇO'nun dikey eksendeki değişimini ve bu değişimlerin hidrodinamik ve biyokimyasal olaylarla ilişkisini daha iyi anlayabilmek için, değişik istasyonlarda (bölgelerde) elde edilen tüm ÇO bulgularının su yoğunluğuna bağlı dikey dağılımı bögesel ayırım yapmadan incelenmiştir (Şekil IV.2). Önemli bögesel farklılıklar gösteren ÇO'daki değişim derinlikleri, basen boyunca su yoğunluğunun (σ -T) yaklaşık 14.5-14.7'olduğu derinliklerde azalmaya başlamaktadır. Afotik tabakadaki hızlı ÇO düşüşü - belirgin bir bögesel fark göstermeksiz - genellikle su yoğunluğunun 15.3'e ulaştığı derinliklere kadar devam etmektedir. Su yoğunluğunun 15.4'den 16.0'ya ulaştığı su kolonunda ise ÇO değişimini çok yavaş olup, bu değişimin hızını uygulanan ölçüm yöntemi ile hassas olarak belirlemek mümkün olmamıştır. Bunun için çok özel örnekleme ve kolorimetrik ölçüm tekniklerinin uygulanması gerekmektedir. Yine de elde edilen veriler, Temmuz 1992'de ÇO konsantrasyonunun, σ -T=15.9-16.0 olduğu derinliklerde $5 \mu\text{M}$ 'ın altına düşüğünü göstermektedir. Temmuz 1992 dönemi ÇO bulgalarından ulaşılan bir diğer sonuç da, oksijence fakir ($\text{CO} < 20 \mu\text{M}$) oksik-anoksik geçiş (suboksik) tabakasının kıyısal bölgelerde deniz tabanı yönünde, siklonik bölgenin içerisindeki bazı ölçüm noktalarında (istasyonlarda) ise yüzeye doğru genişlemesidir. Açık sularda suboksik tabakanın genişlemesi, afotik tabakadaki ÇO'nun aşırı tüketiminden kaynaklanan mevsimsel incelmesinin bir sonucudur. Bu sularda ÇO konsantrasyonu, su yoğunluğunun 15.0-15.1'e daha yakın olduğu derinliklerde $20 \mu\text{M}$ sınırına ulaşmaktadır. Haloklin'in üst derinliklerinde aşağı çıkan bu aşırı oksijen eksikliği (mevsimsel düzensizlikler), kış aylarındaki etkin dikey karışıntılar ve fotosentezin belirgin seviyede düşmesi sonucu kısmen düzelmektedir.

IV.2. Hidrojen Sülfür (HS)

Karadenizin haloklin tabakasının altında bulunan tuzlu suların yenilenme süresi uzundur (1000-2000 yıl). Fiziksel karışıntılarla çok az oksijen alan bu tabakaya, yüzeyden devamlı olarak biyolojik kökenli

organik madde taşınmaktadır. Bunları parçalayan (tüketen) havasız ortam bakterileri oksijen yerine sülfat iyonları kullandığından, ortamda sürekli hidrojen sülfür birikimi olmaktadır. Haloklin'in alt derinliklerinden başlayan sülfürlü anoksik tabakada, HS konsantrasonu derinlere inildikçe düzenli bir artış göstermektedir (Şekil IV.1). Sülfürlü alt tabakanın üst sınırı siklonik bölgelerde deniz yüzeyinden 75-100 metre derinliğe kadar yükselirken, kıyısal bölgelerde daha derinlerdedir (150-200m). Bir bölgeden diğerine gidildiğinde farklı derinliklerde gözlenen sülfürlü tabaka, basen boyunca su yoğunluğunun (Σ -T) yaklaşık 16.2'a ulaştığı derinlikten başlamaktadır. Σ -T=16.2'de ancak 3-5 μM mertebesinde olan hidrojen sülfür konsantrasyonu, Σ -T=16.3 ve 16.5 olduğu derinliklerde, sırasıyla, 10 μM ve 40 μM 'a yükselmektedir (Şekil IV.2). 1991 ve 1992 dönemi HS bulguları karşılaştırıldığında, haloklin altındaki sülfürlü tabakanın üst sınırının su yoğunluğuna göre zaman ve mekan ölçüğinde belirgin bir fark göstermediği anlaşılmaktadır. Siklonik ve antisiklonik bölgelerde farklı derinliklerden başlayan sülfürlü tabakanın üst sınırında, su yoğunluğu her mevsimde yaklaşık 16.2'dir. Bir diğer deyişle, eldeki veriler Karadenizde sülfürlü tabakanın kalınlığında son yıllarda belirgin artış olduğu ve buna bağlı olarak da yüzeye doğru yaklaşlığı görüşlerini doğrulamamaktadır. Ancak, deneysel hataları da içeren, 5-10 metrelilik mevsimsel ve yıllık salınımlar sözkonusu olabilir.

IV.3. Besin Tuzları

Karadenizin üretken yüzey sularına besin tuzları (ortho-fosfat, inorganik azot bileşikleri (nitrat, nitrit ve amonyak) ve reaktif silikat) girdisi, öfotik tabakanın altındaki besin tuzlarında kısmen zengin sulardan ve karasal kaynaklardan (nehirler, atıksular ve atmosfer yoluyla) olmaktadır. Akarsularla kıyısal bölgelere taşınan besin tuzlarının bir kısmı yüzey akıntılarıyla Karadenizin açık sularına taşınır. Temmuz 1992 dönemi ölçüm sonuçlarına göre, Karadenizin yüzey sularında (öfotik tabaka) nitrat+nitrit (IN) konsantrasyonu basen boyunca 0.02 ila 0.5 μM arasında değişmektedir. En düşük IN değerleri, plankton üretiminin yoğun olduğu Batı ve Orta Karadenizin yüzey sularında gözlenmiştir. Doğu bölgesinin yüzey

sularında ise, genellikle $0.2\text{--}0.4 \mu\text{M}$ arasındadır. Öfotik tabakada yaşayan planktonlar, çoğalmaları (üremeleri) için gerekli olan besin elementlerini içinde yaşadığı sudan sağladığından, yüzey suların bulunan anorganik besin tuzları (otosentez için çevresel şartların uygun olduğu dönemlerde) sürekli organik yapıya dönüştürülür. Bu organik maddenin bir kısmı yine öfotik tabakada bakterilerce tekrar oksitlenir ya da heterotrof canlılarca tükettilir. Alt sulara taşınan organik maddeler, afotik tabakada biyolojik parçalanmaya uğrarlar ve açığa çıkan anorganik besin tuzları bu sularda birikir. IN konsantrasyonu, ÇO'nun azalmaya başladığı afotik tabakada derinlere inildikçe önce artan, sonra da azalan bir değişim göstermektedir (Şekil IV.3a ve IV.4a). IN'un dikey eksendeki derinliğe bağlı değişimleri bölgelere göre farklılıklar göstermekle birlikte, konsantrasyonlardaki artış, su yoğunluğunun genellikle 14.5'e ulaşığı derinliklerden başlamaktadır. Bu artışın nedeni, yüzeyden afotik tabakaya ulaşan azot ve fosfor içerikli organik maddenin "aerobik" bakterilerce parçalanarak, ortama sürekli nitrat iyonlarının girmesidir. ÇO'nun hızlı azaldığı 30-50 metrelük ince tabakada derinlikle artan IN, en yüksek (tepe) değerlere su yoğunluğunun (Sigma-T) 15.3-15.5 olduğu derinliklerde ulaşmaktadır. IN'un tepe değerlere ulaşığı derinliklerde ÇO konsantrasyonu $30 \mu\text{M}$ 'ın altına düşmektedir. ÇO'nun azaldığı ($<20 \mu\text{M}$) oksik-anoksik geçiş tabakasında (suboksik tabaka) organik maddenin biyolojik parçalanması "denitrifikasyon" yoluyla olduğu bilinmektedir. Su yoğunluğunun 15.5'ten 16.2 arasında değiştiği suboksik tabakada IN profilleri, derinlik (veya Sigma-T) artışı ile azalan bir değişim göstermektedirler (Şekil IV.4a). ÇO'nun hemen hemen tüketdiği ($<5 \mu\text{M}$) anoksik tabakaya yakın derinliklerde IN konsantrasyonu $0.1\text{--}0.2 \mu\text{M}$ mertebesine düşmektedir. Bu eser miktarın önemli bir yüzdesini nitrit iyonları oluşturmaktadır.

Karadenizde reaktif fosfat (IP) konsantrasyonlarının oksik ve suboksik suların meydana getirdiği üst tabakadaki dikey dağılımı (Şekil IV.3b ve IV.4b), IN profilleriyle benzerlik göstermektedir. IP, Karadenizin üretken yüzey sularında $0.02\text{--}0.1 \mu\text{M}$ arasında değişmekle birlikte, genellikle $0.05 \mu\text{M}$ 'ın altındadır. Afotik tabaka içerisinde IN'un tepe değerlere ulaşığı derinliğe kadar artan IP, su yoğunluğunun 15.85-

15.90'a ulaştığı derinliklerde azalarak, siklonik döngülerin hakim olduğu bölgelerde $0.1 \mu\text{M}$ 'un altına kadar düşmektedir. IN'un azaldığı suboksik-anoksik geçiş tabakasında ($\text{Sigma-T} = 16.0-16.2$), çok hızlı bir artış gösteren IP, bu 15-20 metrelilik su kolonunda $0.1-0.2 \mu\text{M}$ 'dan 4-6 μM 'a kadar yükselmektedir. Bu keskin artışı nedeni, bu derinliklerde fosfat iyonlarının Fe ve Mn oksit içerikli partikül maddelerce tutularak (adsorblanarak), anoksik tabakaya taşınması ve sülfürlü sularda metal iyonlarının indirgenmesi sonucu, anoksik tabakanın üst sınırında birikmesidir. Su yoğunluğunun 16.15-16.25 olduğu derinliklerde tepe değerlere ulaşan IP konsantrasyonu, anoksik sularada derinlere inildikçe önce bir miktar azalan, daha sonra da çok yavaş artan değişim göstermektedir.

Temmuz 1992 dönemi reaktif silikat (Si) bulgularına göre, diatom türü fitoplanktonların yaygın olduğu öfotik tabakanın yüzey sularında (0-5m) Si konsantrasyonu 0.7 ila $4.6 \mu\text{M}$ arasında değişmektedir. Şekil IV.3c ve IV.4c'de derinlik ve su yoğunluğuna (Sigma-T) karşı çizilen reaktif silikatın dikey dağılımından da görüleceği üzere, öfotik tabakadan afotik tabakanın derinlerine doğru inildikçe reaktif silikat konsantrasyonu düzenli bir şekilde artmaktadır. Örneğin, IN'in tepe değerlere ulaştığı derinliklerde $35-40 \mu\text{M}$, anoksik tabakanın üst sınırında da $70-80 \mu\text{M}$ mertebelere ulaşmaktadır. Reaktif silikatın denizlerdeki çevrimi ortamın redoks potansiyeli ile doğrudan ilişkili olmadığından, silikatın Karadenizdeki ve Okyanuslardaki dikey profilleri yakın benzerlikler gösterirler. Bununla beraber, Karadenizde gerek yüzey sularının üretken, gerekse alt tabakanın yenilenme süresinin uzun olması sonucu, Si konsantrasyonu bu denizin 2000 metre derinliklerinde $300 \mu\text{M}$ 'ın üzerindedir.

IV.4. Seki Disk Derinliği (SDD)

Bulutsuz günlerde ve gün ışığının yeterince dik geldiği saatlerde ölçülen SDD, Karadenizin üretken yüzey sularındaki partikül madde miktarına bağlı olarak dikkate değer bölgesel değişimler göstermektedir (Şekil IV.5a). Su kolonundaki partikül madde artışı ile azalan SDD, plankton üretiminin yoğun olduğu (klorofil-a konsantrasyonunun çok

arttığı (bkz. Şekil IV.5b)) alanlarda 2-4 metreye kadar düşerken, partikül madde miktarının daha az olduğu Güneybatı ve Orta Karadenizin kıyılara yakın bölgelerinde 8-10 metreye kadar uzanmaktadır. SDD'nin azaldığı bölgelerde plakton üretimi yüzeye yakın sularda yoğunlaşlığından, öfotik tabaka kalınlığında da - diğer bölgelere kıyasla - belirgin bir azalma söz konusudur. Önceki bölümlerde değinildiği gibi, SSD'nin çok azaldığı ve plankton yoğunluğunun arttığı bu alanlarda oksijenli üst tabaka incelirken suboksik tabaka yüzeye doğru genişlemiş, afotik tabakadaki maksimum nitrat değerlerinde gerek diğer bölgelere gerekse önceki yıllara göre belirgin azalmalar olmuştur.

IV.5. Klorofil-a

Yüzey sularına nehirler yoluyla fazla miktarlarda besin tuzları (azot ve fosfor bileşikleri) taşınan Karadenizde, plankton (birincil) üretimi okyanuslara kıyasla yüksektir. Yüzyılımızın son çeyreğinde karasal kaynaklı besin tuzları girdisinin Karadenizde önemli derecede artmasıyla bu denizimizin ekosisteminde ciddi değişimler meydana gelmiştir. Temmuz 1992'de yapılan ölçümlere göre Güney Karadenizin yüzey sularında (0-5m) klorofil-a konsantrasyonu 0.19 ila 3.3 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmektedir. Ortalama değer ise 1.6 $\mu\text{g/L}$ mertebesindedir. Termoklin içerisinde ölçülen en yüksek klorofil değerleri, 1.35 ila 12.5 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmektedir. Tüm istasyonlarda ölçülen en yüksek değerlerin ortalaması (4.5 $\mu\text{g/L}$), yüzey suyu ortalamasının yaklaşık 3 katıdır. Basen boyunca elde edilen değerlerin su kolonu ortalaması ise 1.1 $\mu\text{g/L}$ 'dır. Şekil IV.6'da verilen tipik klorofil profillerinden görüleceği üzere, Termoklin üstü sularda genellikle düşük olan klorofil-a konsantrasyonu, tepe değerlere güneş ışığı şiddetinin %10'un altına düşüğü derinliklerde ulaşmaktadır. SSD'nin düşüğü alanlarda 25-30 metrelerde çok hızlı azalan klorofil konsantrasyonu, SDD'nin 8-10 metreye ulaşığı bölgelerde 40-50 metre derinliğe kadar daha yavaş bir değişim göstermektedir.

Temmuz 1992 saha çalışması süresince, CTD probuna bağlı Floresans algılayıcısı ile su kolununda kesintisiz, klorofil kaynaklı floresans

yoğunluğu göreceli olarak ölçülmüştür. Bu göreceli profillerin, filtrasyon yöntemiyle elde edilen klorofil-a profilleriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Her istasyonda ölçülen en yüksek floresans değerlerinden elde edilen maksimum floresans yoğunluğunun Güney Karadeniz boyunca dağılımı (Şekil IV.7), Batı ve Orta Karadenizin kıyı ve açık sularında plankton yoğunluğunun daha fazla olduğunu işaret etmektedir.

IV.6. Organik Madde

Toplam organik karbon (TOC) konsantrasyonu, plankton çoğalmasının (otosentezin) olduğu yüzey sularında, diğer denizlerde olduğu gibi Karadenizde yüksektir. Bununla beraber, plankton yoğunluğunun (klorofil-a değerlerinin) arttığı termoklin altı derinliklerde TOC konsantrasyonu belirgin bir artış göstermektedir (Şekil IV.8). Öfotik tabakada 200 ile 300 μM arasında değişen TOC, afotik tabakanın oksik ve suboksik sularında 120-150 μM seviyesine düşmektedir. Suboksik ve anoksik tabakada, TOC derişiminde derinliğe bağlı belirgin bir değişim gözlenmemiştir.

Oksik ve suboksik sularda ölçülen partikül organik karbon (POC), partikül organik azot (PON) ve partikül fosfor (PP) miktarları, TOC değişimine paralel olarak fotosentez ürünü partikül organik maddece zengin yüzey sularından oksijenli afotik tabakaya inildikçe azalmaktadır. Üretken yüzey sularında 20 ile 60 μM arasında değişen POC konsantrasyonu, 50 metrede genellikle 10 μM 'dan azdır. Denizlerde bulunan partikül organik madde çoğunlukla biyolojik kökenli olduğundan, plankton yoğunluğunun arttığı bölgelerde ve derinliklerde POC konsantrasyonunda da belirgin bir artış gözlenmiştir. PON konsantrasyonu yüzey sularında 2-5 μM arasında, daha derinlerde ise 1.0 μM 'dan azdır. Yüzey sularında genellikle 0.1-0.3 μM arasında değişen PP konsantrasyonu, 50-100 metrelerde 0.02-0.08 μM kadardır.

Organik karbon ölçümlerin yapıldığı üç istasyonda POC:TOC oranı, derinliğe bağlı olarak %10 ile %20 arasında değişmektedir. Yüzey sularında ölçülen TOC'un önemli bir yüzdesini karasal kaynaklı

(nehirlerle taşınan) ve biyolojik parçalanmaya dirençli ve hümik madde kökenli çözünmüş organik maddeler meydana getirdiğinden, yüzey sularında TOC'de gözlenen bölgesel değişimlerin derecesi POC'dekinden çok azdır. Suboksik-anoksik geçiş tabakasından alınan su örneklerinde yüksek TOC konsantrasyonları ölçülmüştür (bkz. Şekil IV.8). Oksijensiz ortam canlılarının bu geçiş tabakasının bazı derinliklerinde aşırı yoğunlaşmasından dolayı bu derinliklerde TOC konsantrasyonun aşırı arttığı tahmin edilmektedir. Üç farklı bölgenin üst tabaka sularından (0-125m) süzülerek toplanan partikül maddelerde yapılan organik karbon, azot ve toplam fosfor ölçümelerinden, POC:PON ve PON:PP oranlarının, sırasıyla, 10-14 ve 10-20 arasında değiştiği hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Temmuz 1992 dönemi Karadeniz saha çalışmasında ölçüm yapılan noktaların bilgisayar dosya ve istasyon isimleri, koordinatları, ziyaret tarihleri ve toplam derinlikleri.

DOSYA iSMi	iST.	ENLEM	BOYLAM	TARİH	DERİNLİK
TK050600.AVG	L18L00	411800	290000	03-07-92	60.0 m.
TK050601.AVG	L18L15	411800	291500	03-07-92	80.0 m.
TK050602.AVG	L14L30	411400	293000	03-07-92	45.0 m.
TK050603.AVG	L15L45	411500	294500	04-07-92	57.0 m.
TK050604.AVG	L30L45	413000	294500	04-07-92	1500.0 m.
TK050605.AVG	L30L30	413000	293000	04-07-92	800.0 m.
TK050607.AVG	L30L03	413000	290300	04-07-92	90.0 m.
TK050608.AVG	L30K45	413000	284500	04-07-92	85.0 m.
TK050609.AVG	L40K37	414000	283700	04-07-92	86.0 m.
TK050610.AVG	L49K15	414900	281500	04-07-92	66.0 m.
TK050611.AVG	L50K25	415000	282500	04-07-92	76.0 m.
TK050612.AVG	L53K35	415300	283500	04-07-92	99.0 m.
TK050613.AVG	L55K45	415500	284500	04-07-92	636.0 m.
TK050614.AVG	L50L00	415000	290000	04-07-92	1136.0 m.
TK050700.AVG	M00L00	420000	290000	05-07-92	1360.0 m.
TK050701.AVG	M10K45	421000	284500	05-07-92	830.0 m.
TK050702.AVG	M30L15	423000	291500	05-07-92	2060.0 m.
TK050703.AVG	M10L15	421000	291500	05-07-92	2060.0 m.
TK050704.AVG	L50L15	415000	291500	05-07-92	1860.0 m.
TK050705.AVG	L50L30	415000	293000	05-07-92	2060.0 m.
TK050801.AVG	L50L45	415000	294500	05-07-92	2060.0 m.
TK050803.AVG	M10L45	421000	294500	05-07-92	2060.0 m.
TK050804.AVG	M30L45	423000	294500	06-07-92	2060.0 m.
TK050805.AVG	M30M15	423000	301500	06-07-92	2060.0 m.
TK050900.AVG	M50M15	425000	301500	06-07-92	2060.0 m.
TK050901.AVG	M50M45	425000	304500	06-07-92	2060.0 m.
TK050902.AVG	M50N15	425000	311500	06-07-92	2060.0 m.
TK051000.AVG	N10N15	431000	311500	06-07-92	1860.0 m.
TK051001.AVG	N30N45	433000	314500	07-07-92	2000.0 m.

TK051002.AVG	N10N45	431000	314500	07-07-92	2000.0	m.
TK051100.AVG	M50N45	425000	314500	07-07-92	2000.0	m.
TK051102.AVG	M30N45	423000	314500	07-07-92	2000.0	m.
TK051103.AVG	M10N45	421000	314500	07-07-92	2000.0	m.
TK051104.AVG	L50N45	415000	314500	07-07-92	2000.0	m.
TK051105.AVG	L50N15	415000	311500	07-07-92	2000.0	m.
TK051106.AVG	M10N15	421000	311500	08-07-92	2000.0	m.
TK051200.AVG	M30N15	423000	311500	08-07-92	2000.0	m.
TK051201.AVG	M30M45	423000	304500	08-07-92	2000.0	m.
TK051202.AVG	M10M45	421000	304500	08-07-92	2000.0	m.
TK051203.AVG	M10M15	421000	301500	08-07-92	2000.0	m.
TK051204.AVG	L50M15	415000	301500	08-07-92	2000.0	m.
TK051205.AVG	L50M45	415000	304500	08-07-92	2000.0	m.
TK051300.AVG	L50N00	415000	310000	08-07-92	2000.0	m.
TK051301.AVG	L30N00	413000	310000	09-07-92	2000.0	m.
TK051302.AVG	L30M45	413000	304500	09-07-92	2000.0	m.
TK051303.AVG	L30M15	413000	301500	09-07-92	2000.0	m.
TK051304.AVG	L20M15	412000	301500	09-07-92	2000.0	m.
TK051305.AVG	L20N15	412000	311500	10-07-92	2000.0	m.
TK051400.AVG	L30N15	413000	311500	10-07-92	2000.0	m.
TK051401.AVG	L30N30	413000	313000	10-07-92	2000.0	m.
TK051402.AVG	L35N45	413500	314500	10-07-92	2000.0	m.
TK051403.AVG	L50P15	415000	321500	11-07-92	2000.0	m.
TK051404.AVG	M10P15	421000	321500	13-07-92	2000.0	m.
TK051405.AVG	M30P15	423000	321500	13-07-92	2000.0	m.
TK051406.AVG	M50P15	425000	321500	13-07-92	2000.0	m.
TK051500.AVG	N10P15	431000	321500	13-07-92	2000.0	m.
TK051502.AVG	N10P45	431000	324500	13-07-92	2000.0	m.
TK051503.AVG	N10Q15	431000	331500	14-07-92	2000.0	m.
TK051504.AVG	N10Q45	431000	334500	14-07-92	2000.0	m.
TK051505.AVG	N10R15	431000	341500	14-07-92	2000.0	m.
TK051600.AVG	M50R15	425000	341500	14-07-92	2000.0	m.
TK051601.AVG	M50Q45	425000	334500	14-07-92	2000.0	m.
TK051602.AVG	M50Q15	425000	331500	14-07-92	2000.0	m.
TK051603.AVG	M50P45	425000	324500	15-07-92	2000.0	m.
TK051604.AVG	M30P45	423000	324500	15-07-92	2000.0	m.

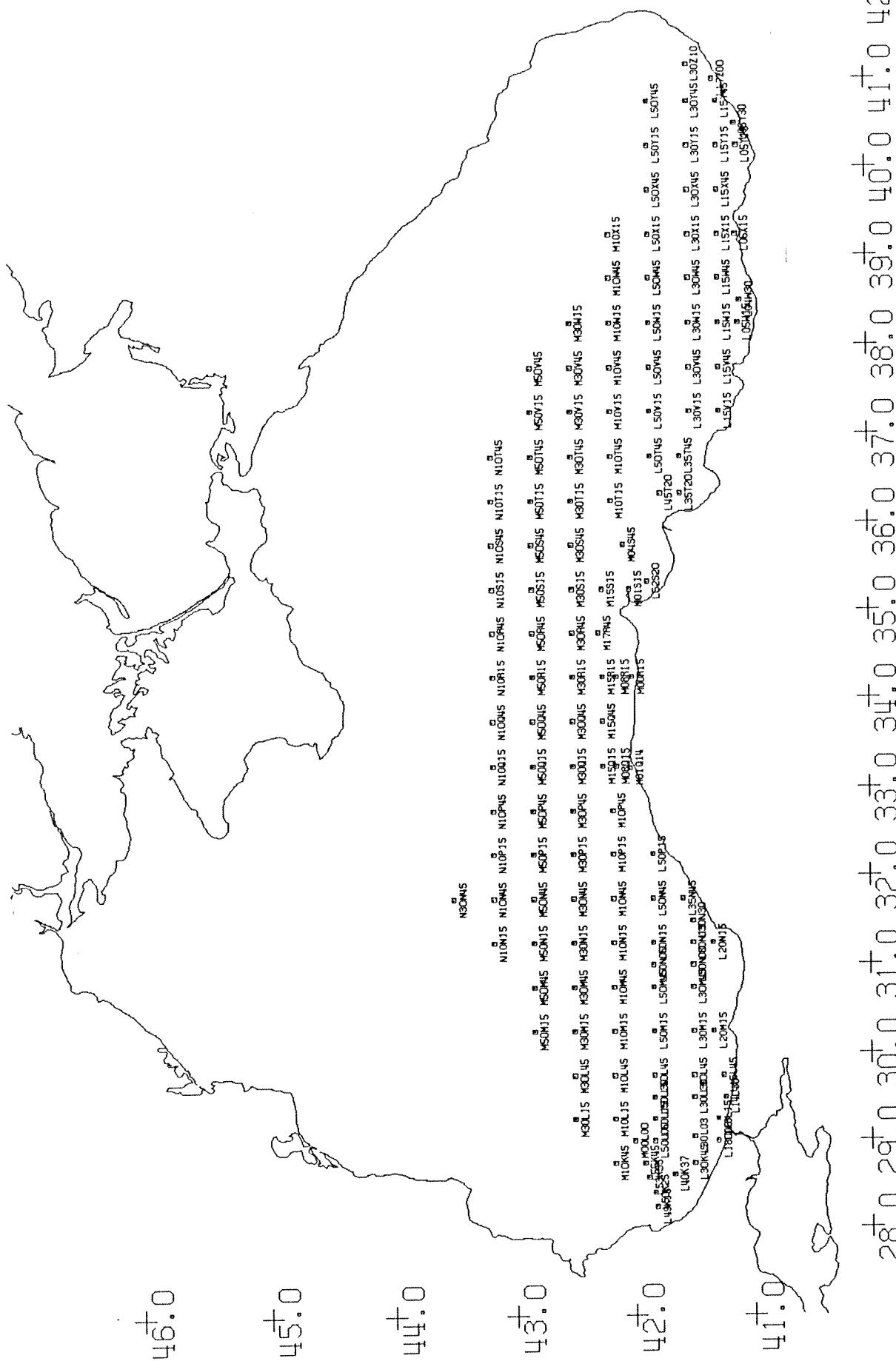
TK051605.AVG	M10P45	421000	324500	15-07-92	2000.0	m.
TK051606.AVG	M01Q14	420100	331400	15-07-92	80.0	m.
TK051607.AVG	M08Q15	420800	331500	15-07-92	920.0	m.
TK051700.AVG	M15Q15	421500	331500	15-07-92	1920.0	m.
TK051701.AVG	M30Q15	423000	331500	15-07-92	1920.0	m.
TK051702.AVG	M30Q45	423000	334500	15-07-92	1920.0	m.
TK051703.AVG	M15Q45	421500	334500	15-07-92	1920.0	m.
TK051704.AVG	M30R15	423000	341500	15-07-92	1920.0	m.
TK051705.AVG	M15R15	421500	341500	16-07-92	360.0	m.
TK051706.AVG	M08R15	420800	341500	16-07-92	110.0	m.
TK051707.AVG	M00R15	420000	341500	16-07-92	60.0	m.
TK051708.AVG	M17R45	421700	344500	16-07-92	1960.0	m.
TK051800.AVG	M30R45	423000	344500	16-07-92	2000.0	m.
TK051801.AVG	M50R45	425000	344500	16-07-92	2000.0	m.
TK051802.AVG	N10R45	431000	344500	16-07-92	2000.0	m.
TK051803.AVG	N10S15	431000	351500	16-07-92	2000.0	m.
TK051804.AVG	M50S15	425000	351500	16-07-92	2000.0	m.
TK051805.AVG	M30S15	423000	351500	17-07-92	2000.0	m.
TK051806.AVG	M15S15	421500	351500	17-07-92	2000.0	m.
TK051807.AVG	M01S15	420100	351500	17-07-92	80.0	m.
TK051808.AVG	L52S20	415200	352000	17-07-92	80.0	m.
TK051809.AVG	L50S45	415000	545000	17-07-92	60.0	m.
TK051900.AVG	M04S45	420400	354500	17-07-92	2080.0	m.
TK051901.AVG	M30S45	423000	354500	19-07-92	2080.0	m.
TK051902.AVG	M50S45	425000	354500	19-07-92	2080.0	m.
TK051903.AVG	N10S45	431000	354500	19-07-92	2080.0	m.
TK051904.AVG	N10T15	431000	361500	20-07-92	2080.0	m.
TK051905.AVG	N10T45	431000	364500	20-07-92	2080.0	m.
TK052000.AVG	M50T45	425000	364500	20-07-92	2080.0	m.
TK052001.AVG	M50T15	425000	361500	20-07-92	2080.0	m.
TK052002.AVG	M30T15	423000	361500	20-07-92	2080.0	m.
TK052003.AVG	M10T15	421000	361500	20-07-92	2080.0	m.
TK052004.AVG	M10T45	421000	364500	20-07-92	2080.0	m.
TK052005.AVG	M30T45	423000	364500	21-07-92	2080.0	m.
TK052006.AVG	M30V15	423000	371500	21-07-92	2080.0	m.
TK052007.AVG	M50V15	425000	371500	21-07-92	2080.0	m.

TK052100.AVG	M50V45	425000	374500	21-07-92	2080.0	m.
TK052101.AVG	M30V45	423000	374500	21-07-92	2080.0	m.
TK052102.AVG	M30W15	423000	381500	21-07-92	2080.0	m.
TK052103.AVG	M10W15	421000	381500	21-07-92	2080.0	m.
TK052104.AVG	M10V45	421000	374500	22-07-92	2080.0	m.
TK052105.AVG	M10V15	421000	371500	22-07-92	2080.0	m.
TK052200.AVG	L50V15	415000	371500	22-07-92	1950.0	m.
TK052201.AVG	L50V45	415000	374500	22-07-92	1950.0	m.
TK052202.AVG	L50W15	415000	381500	22-07-92	1950.0	m.
TK052203.AVG	L50W45	415000	384500	22-07-92	2050.0	m.
TK052204.AVG	M10W45	421000	384500	22-07-92	2050.0	m.
TK052300.AVG	M10X15	421000	391500	22-07-92	2050.0	m.
TK052301.AVG	L50X15	415000	391500	23-07-92	2050.0	m.
TK052302.AVG	L50X45	415000	394500	23-07-92	2050.0	m.
TK052303.AVG	L50Y15	415000	401500	23-07-92	1860.0	m.
TK052304.AVG	L50Y45	415000	404500	23-07-92	1600.0	m.
TK052305.AVG	L30Y45	413000	404500	23-07-92	1600.0	m.
TK052400.AVG	L30Z10	413000	411000	23-07-92	1300.0	m.
TK052401.AVG	L17Z00	411700	410000	23-07-92	1300.0	m.
TK052402.AVG	L15Y45	411500	404500	23-07-92	1300.0	m.
TK052403.AVG	L06Y30	410600	403000	24-07-92	1300.0	m.
TK052404.AVG	L05Y15	410500	401500	24-07-92	1060.0	m.
TK052405.AVG	L15Y15	411500	401500	24-07-92	1660.0	m.
TK052406.AVG	L30Y15	413000	401500	24-07-92	1800.0	m.
TK052407.AVG	L30X45	413000	394500	24-07-92	1800.0	m.
TK052500.AVG	L15X45	411500	394500	24-07-92	1700.0	m.
TK052501.AVG	L06X15	410600	391500	24-07-92	250.0	m.
TK052502.AVG	L15X15	411500	391500	24-07-92	1500.0	m.
TK052503.AVG	L30X15	413000	391500	24-07-92	1950.0	m.
TK052504.AVG	L30W45	413000	384500	25-07-92	1950.0	m.
TK052505.AVG	L15W45	411500	384500	25-07-92	1600.0	m.
TK052506.AVG	L04W30	410400	383000	25-07-92	700.0	m.
TK052507.AVG	L05W15	410500	381500	25-07-92	240.0	m.
TK052508.AVG	L15W15	411500	381500	25-07-92	1540.0	m.
TK052600.AVG	L30W15	413000	381500	25-07-92	2040.0	m.
TK052601.AVG	L30V45	413000	374500	25-07-92	1840.0	m.

TK052602.AVG	L15V45	411500	374500	25-07-92	1450.0	m.
TK052603.AVG	L15V15	411500	371500	25-07-92	200.0	m.
TK052604.AVG	L30V15	413000	371500	25-07-92	135.0	m.
TK052605.AVG	L35T45	413500	364500	26-07-92	490.0	m.
TK052606.AVG	L50T45	415000	364500	26-07-92	640.0	m.
TK052607.AVG	L45T20	414500	362000	26-07-92	740.0	m.
TK052608.AVG	L35T20	413500	362000	26-07-92	100.0	m.

Çizelge 2. Temmuz 1992 döneminde Karadenizde ölçülen fiziksel ve biyokimyasal parametreler ve toplam istasyon sayıları

Parametre	Ölçüm yapılan istasyon sayısı
Tuzluluk (%S)	135
Derinlik (metre)	135
Sıcaklık (°C)	135
Su yoğunluğu (σ)	135
Seki Disk Derinliği (metre)	45
Çözünmüş Oksijen (μM)	84
Hidrojen sülfür (μM)	75
Nitrat+nitrit (μM)	86
Orto-fosfat (μM)	88
Reaktif Silikat (μM)	81
Toplam Organik Karbon (μM)	3
Partikül Organik Karbon (μM)	3
Partikül organik azot (μM)	3
Partikül fosfor (μM)	3
Klorofil-a ($\mu g/L$)	21
Floresans yoğunluğu (göreceli birim)	135



Şekil I.1. Temmuz 1992 döneminde Karadenizde ziyaret edilen istasyon yerleri.

Karadeniz Temmuz 1992.

Pot. Temp.(C)

22.0

0.

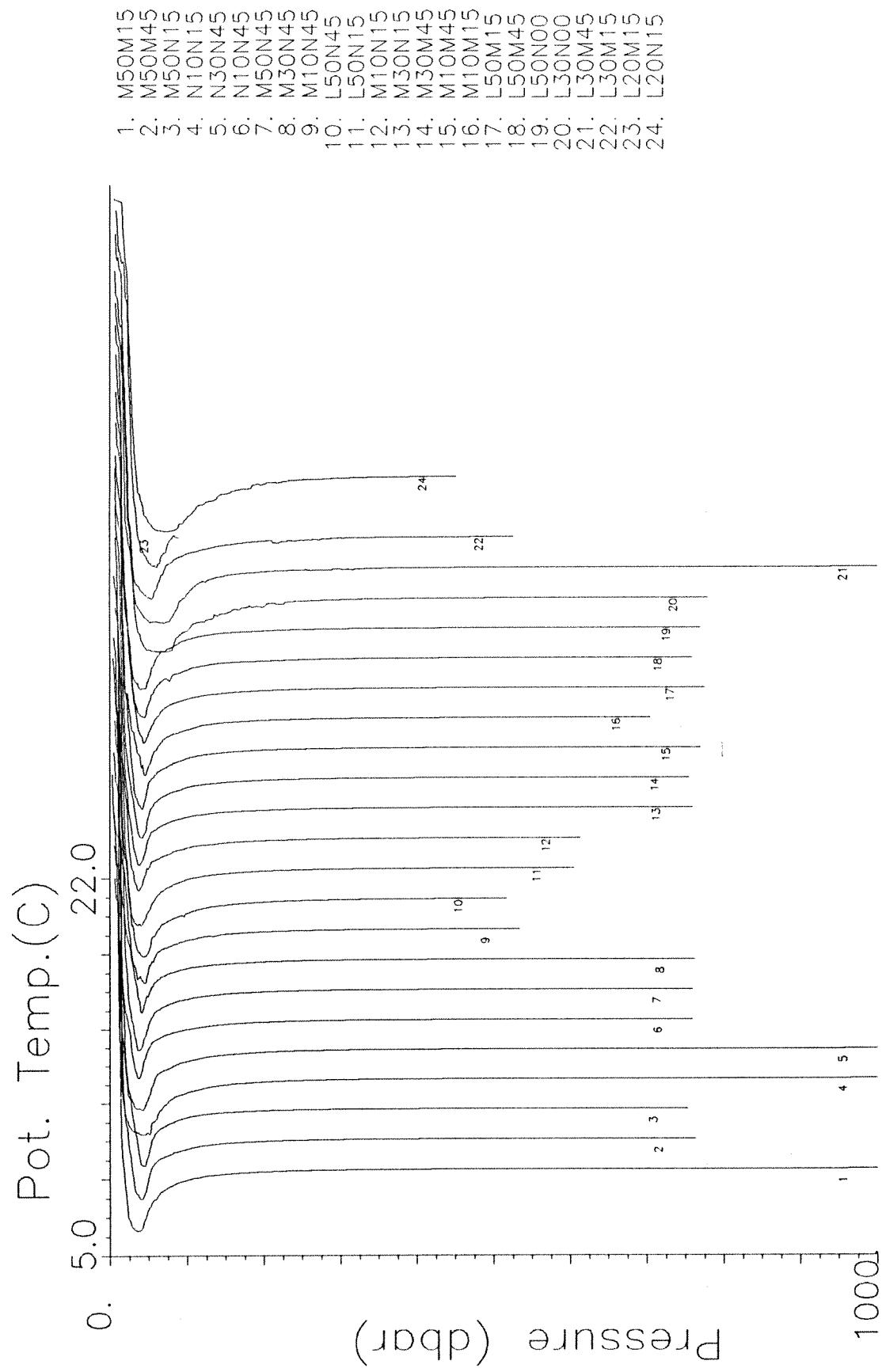
Pressure (dbar)

1000

1. L18L00
2. L18L15
3. L14L30
4. L15L45
5. L30L45
6. L30L30
7. L30L03
8. L30K45
9. L40K37
10. L49K15
11. L50K25
12. L53K35
13. L55K45
14. L50L00
15. M00L00
16. M10K45
17. M30L15
18. M10L15
19. L50L15
20. L50L30
21. L50L45
22. M10L45
23. M30L45
24. M30M15

Şekil III.1. Temmuz 1992'de Karadenizde Sıcaklık (a), tuzluluk (b) ve yoğunluk (c) profilleri.

Kardeleniz. Temmuz 1992.



Karadeniz. Temmuz 1992.

Pot. Temp.(C)

5.0

22.0

0.

Pressure (dbar)

1000

1. L30N15
2. L30N30
3. L35N45
4. L50P15
5. M10P15
6. M30P15
7. M50P15
8. N10P15
9. N10P45
10. N10Q15
11. N10Q45
12. N10R15
13. M50Q45
14. M50Q15
15. M50P45
16. M30P45
17. M10P45
18. M01014
19. M08Q15
20. M15Q15
21. M30Q15
22. M50Q45
23. M15Q45
24. M

12

Karadeniz. Temmuz 1992.

Pot. Temp.(C)

22.0

0.

Pressure (dbar)

1000

1. M30R15
2. M15R15
3. M08R15
4. M00R15
5. M17R45
6. M30R45
7. M50R45
8. N10R45
9. N10S15
10. M50S15
11. M30S15
12. M15S15
13. M01S15
14. L52S20
15. L50S45
16. M04S45
17. M50S45
18. N10T45
19. N10S45
20. N10T15
21. M50T45
22. M50T15
23. M30T15
24. M30T15

20

Kardadeniz. Temmuz 1992.

Pot. Temp.(C)

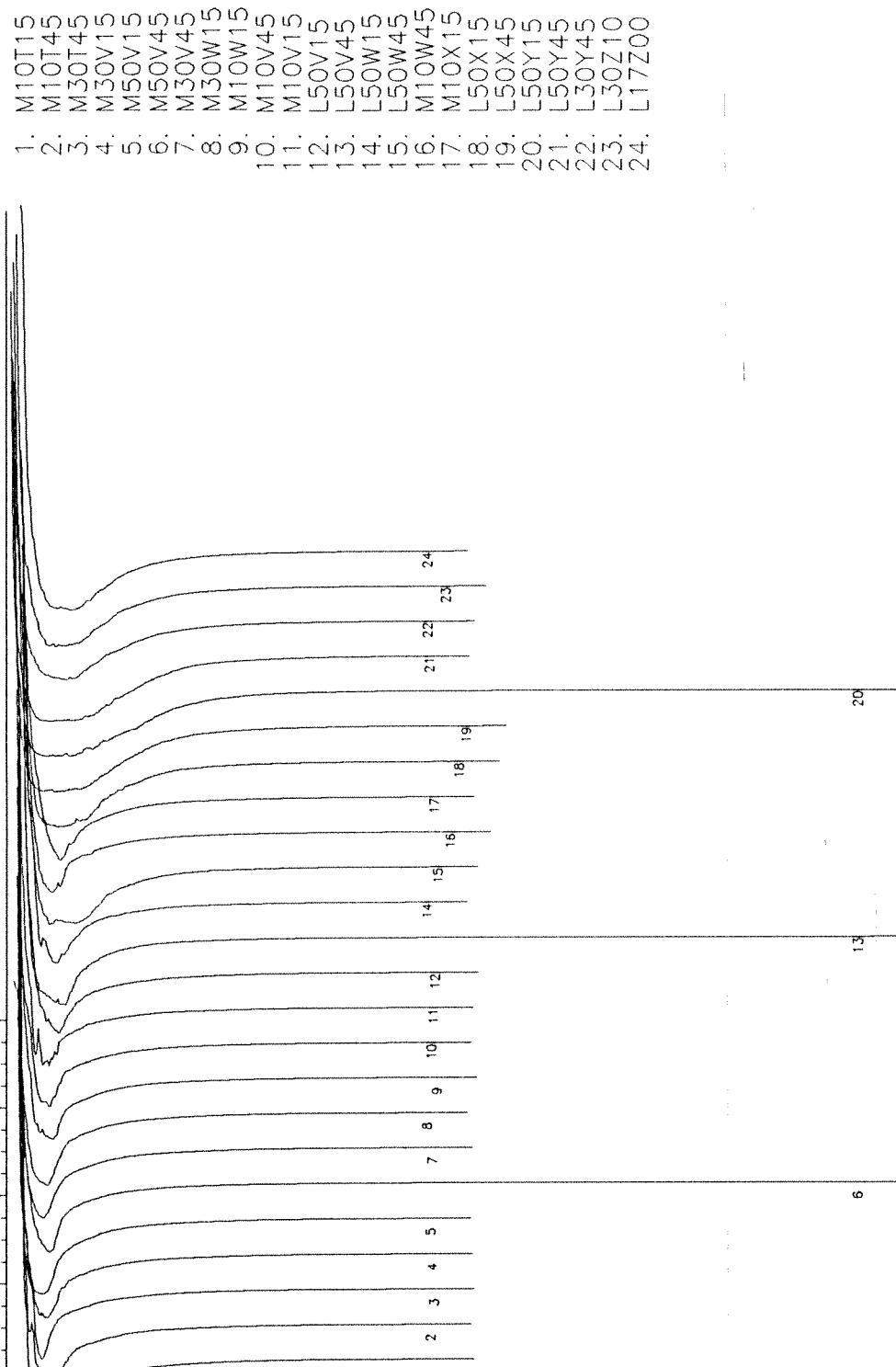
5.0

22.0

0.

Pressure (dbar)

1000



Karadeniz. Temmuz 1992.

Pot. Temp.(C)

22.0

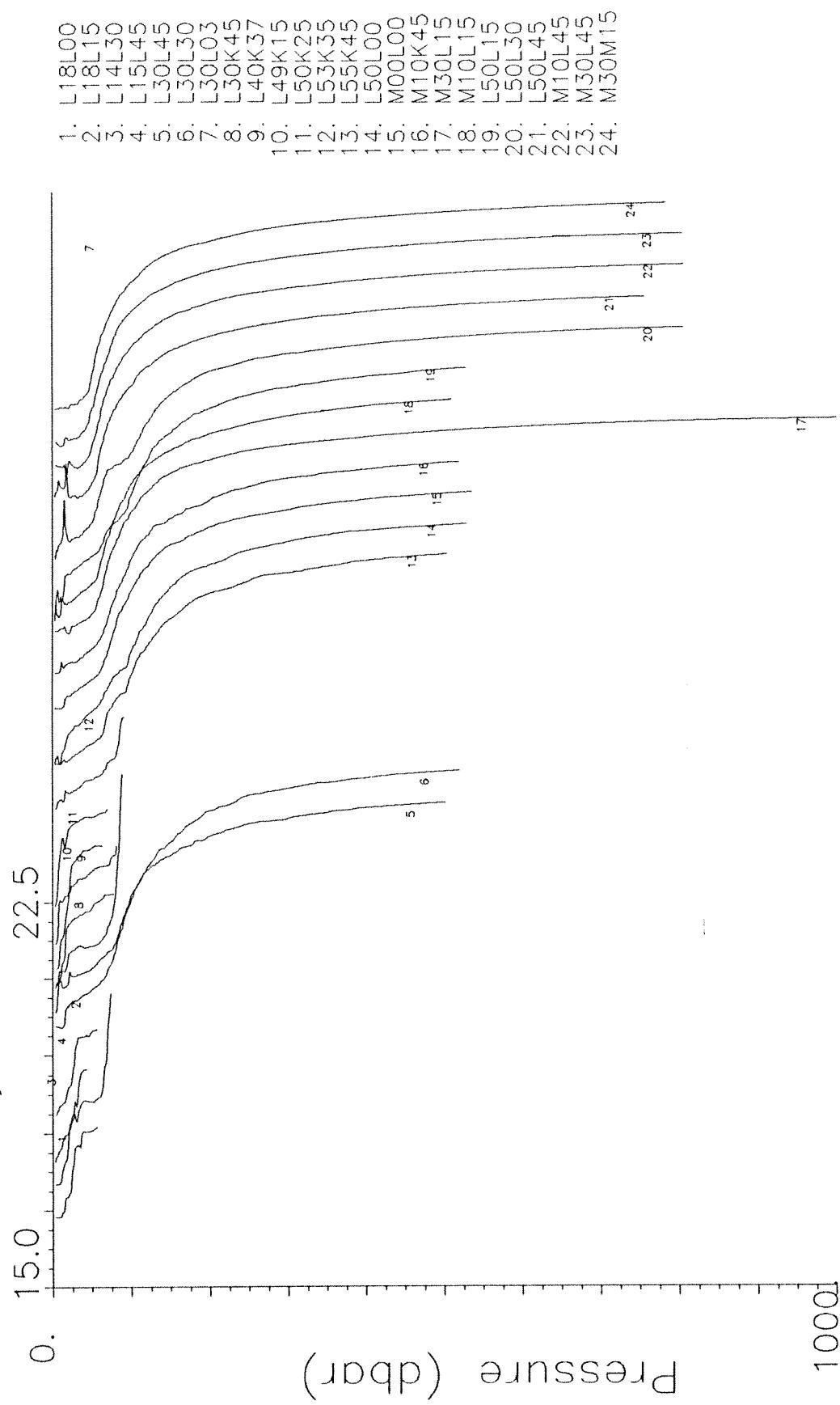
0.

Pressure (dbar)

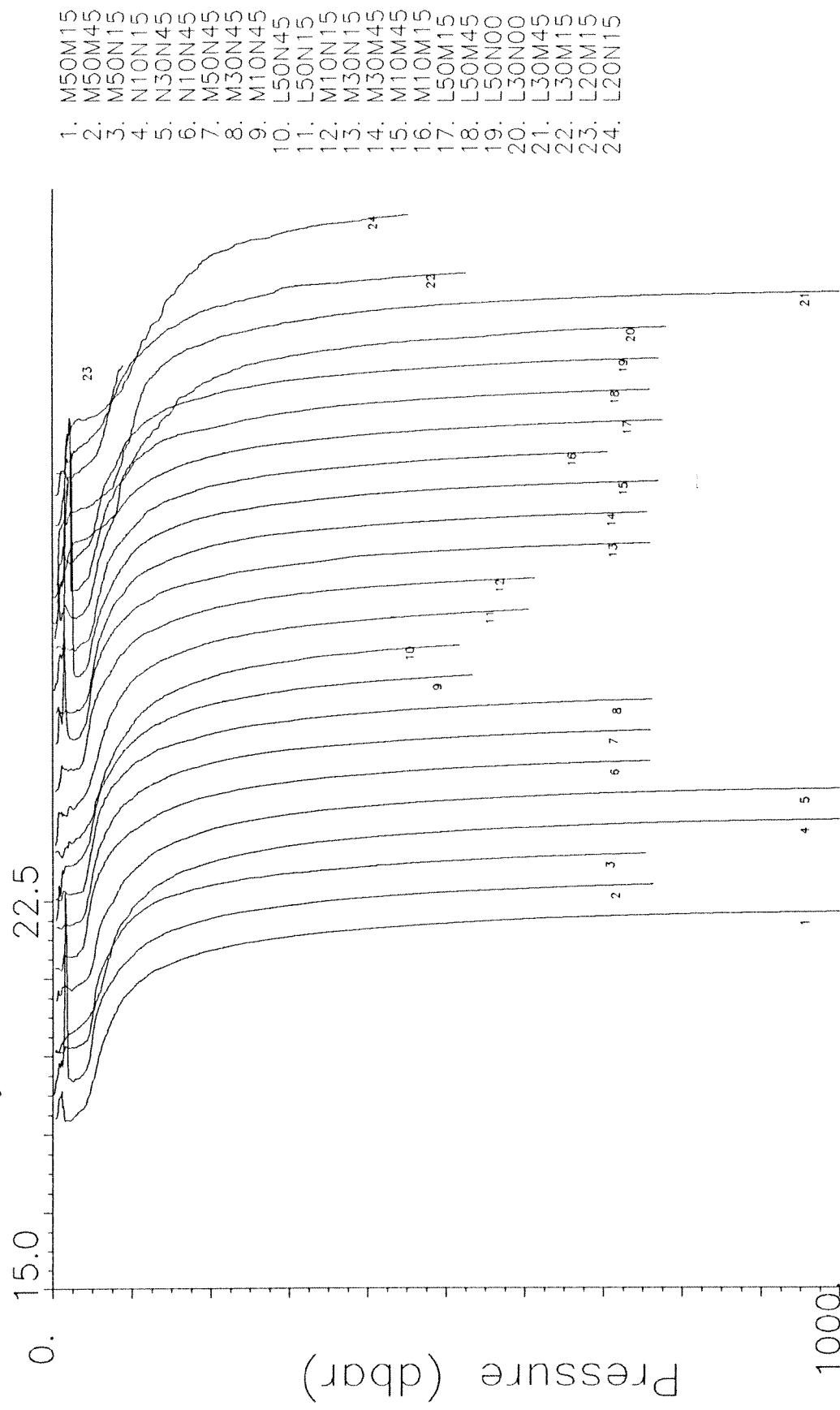
1000

1. L15Y45
2. L06Y30
3. L05Y15
4. L15Y15
5. L30Y15
6. L30X45
7. L15X45
8. L06X15
9. L15X15
10. L30X15
11. L30W45
12. L15W45
13. L04W50
14. L05W15
15. L15W15
16. L30W15
17. L30V45
18. L15V45
19. L15V15
20. L30V15
21. L35T45
22. L50T45
23. L45T20
24. L35T20

Kara deniz. Temmuz 1992.
Salinity



Karadeniz. Temmuz 1992.



Karadeniz. Temmuz 1992.

Salinity

22.5

15.0

0.

Pressure (dbar)

1000

1. L30N15
2. L30N30
3. L35N45
4. L50P15
5. M10P15
6. M30P15
7. M50P15
8. N10P15
9. N10P45
10. N10Q15
11. N10Q45
12. N10R15
13. M50R15
14. M50Q45
15. M50Q15
16. M50P45
17. M30P45
18. M10P45
19. M01014
20. M08015
21. M15Q15
22. M30Q15
23. M30Q45
24. M15Q45

Karadeniz. Temmuz 1992.

Salinity

22.5

0.

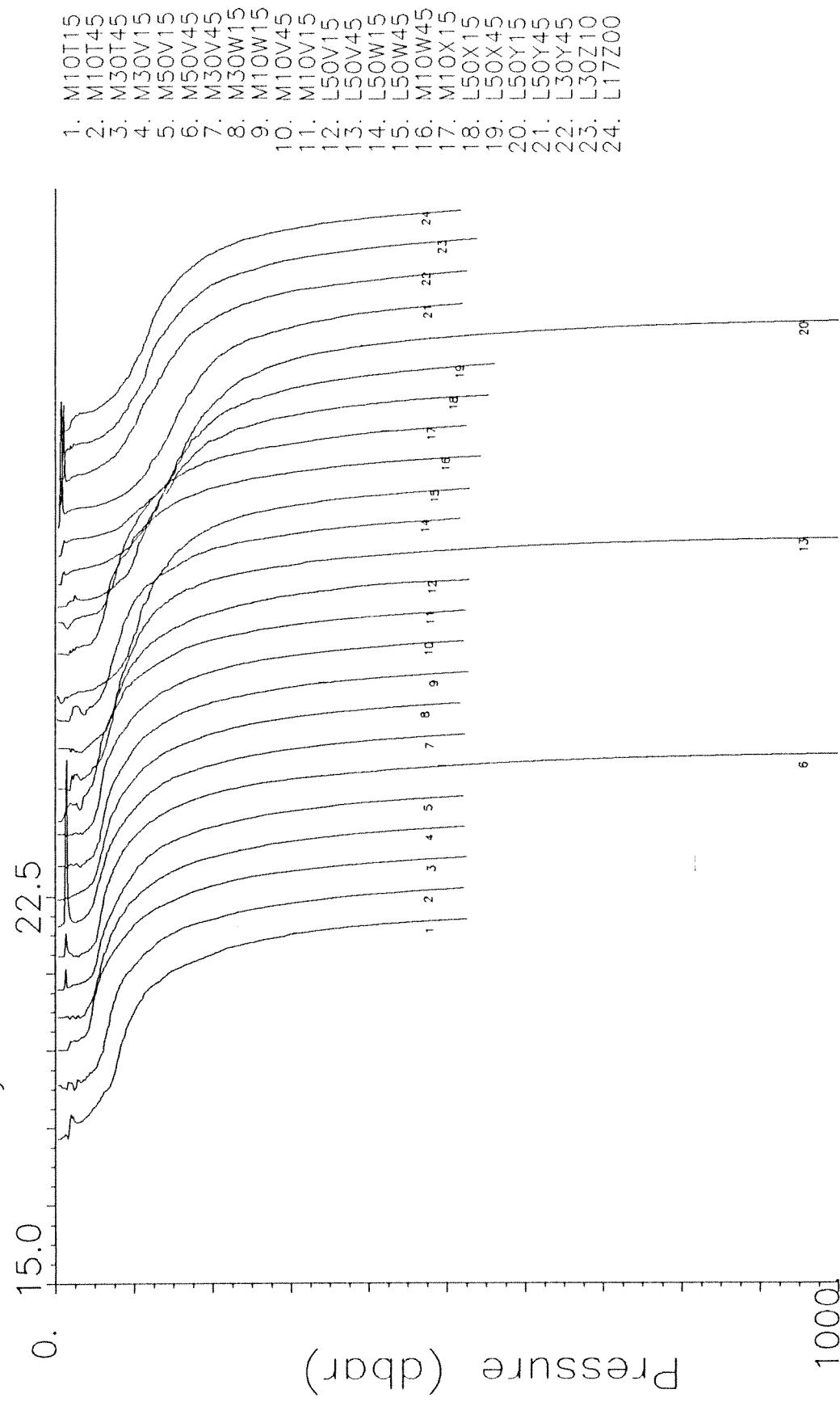
Pressure (dbar)

1000

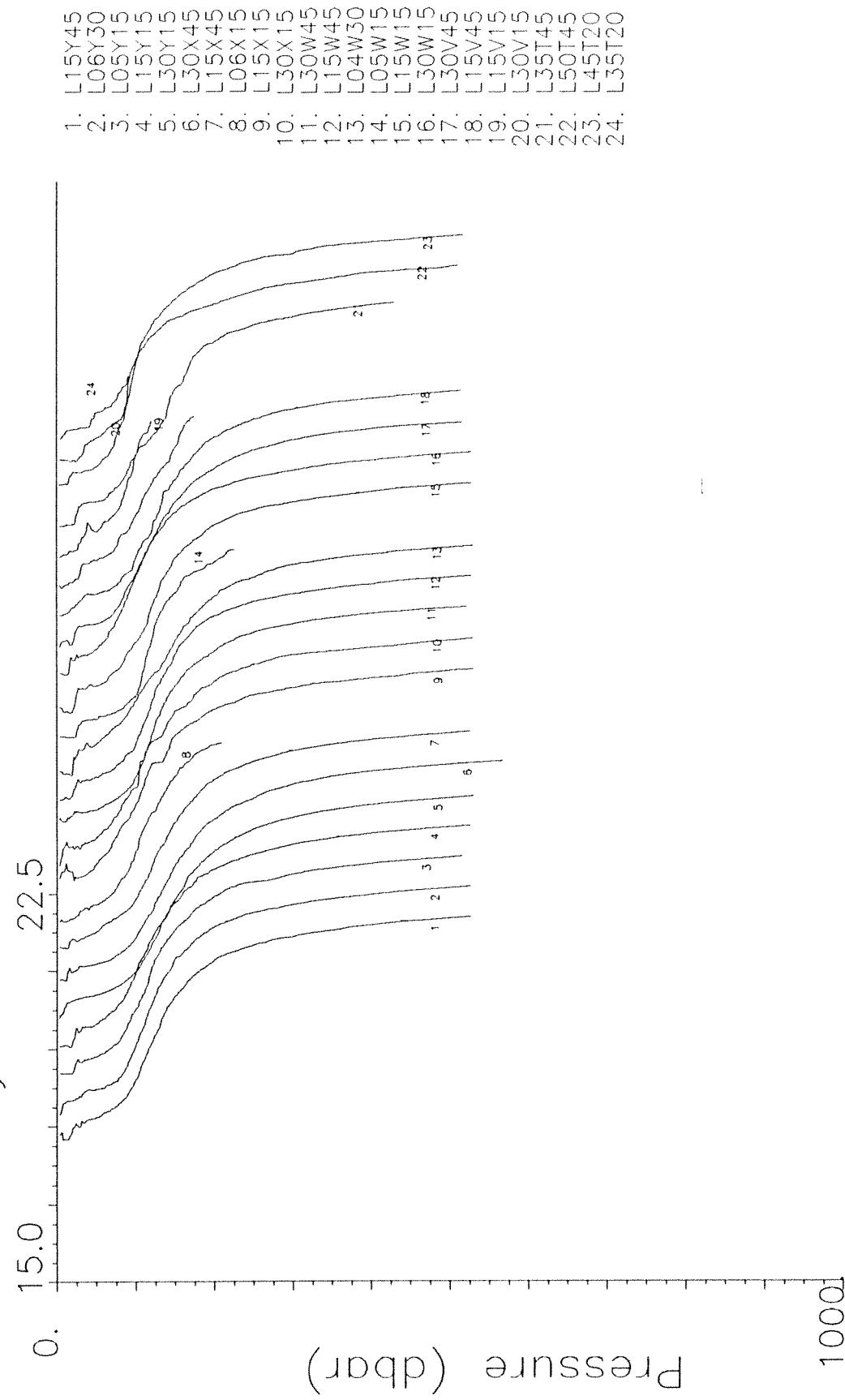
M30R15
M15R15
M08R15
M00R15
M17R45
M30R45
M50R45
N10R45
N10S15
M50S15
M30S15
M15S15
M01S15
L52S20
L50S45
M04S45
M30S45
N10S45
N10T15
N10T45
M50T45
M50T15
M30T15

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

Karadeniz. Temmuz 1992.



Karadeniz. Temmuz 1992.



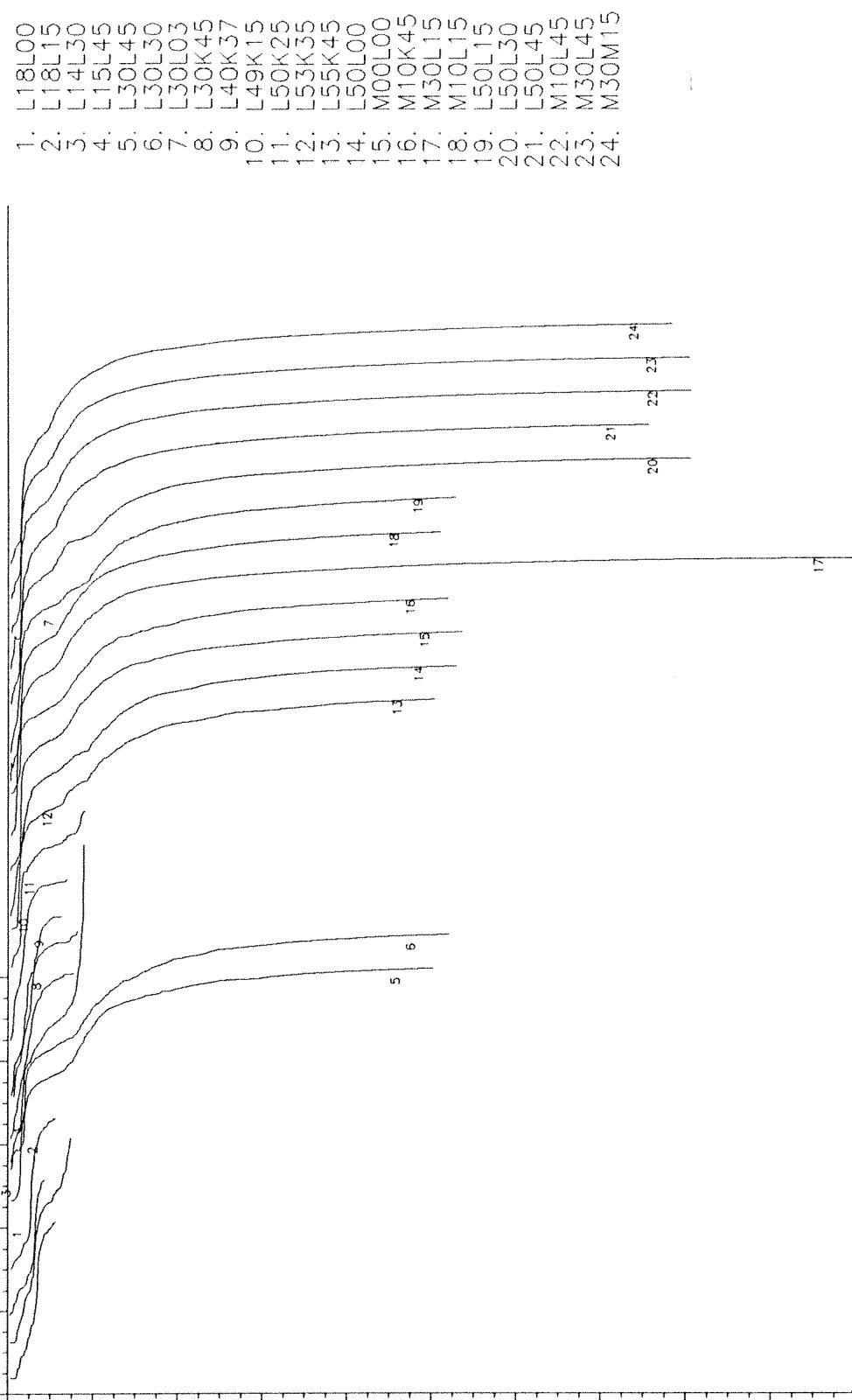
Karadeniz. Temmuz 1992.

Sigma-t.

20.0
10.0
0.

Pressure (dbar)

1000



Kardeleniz. Temmuz 1992.

Sigma-t.

20.0
10.0
0.

Pressure (dbar)

1000

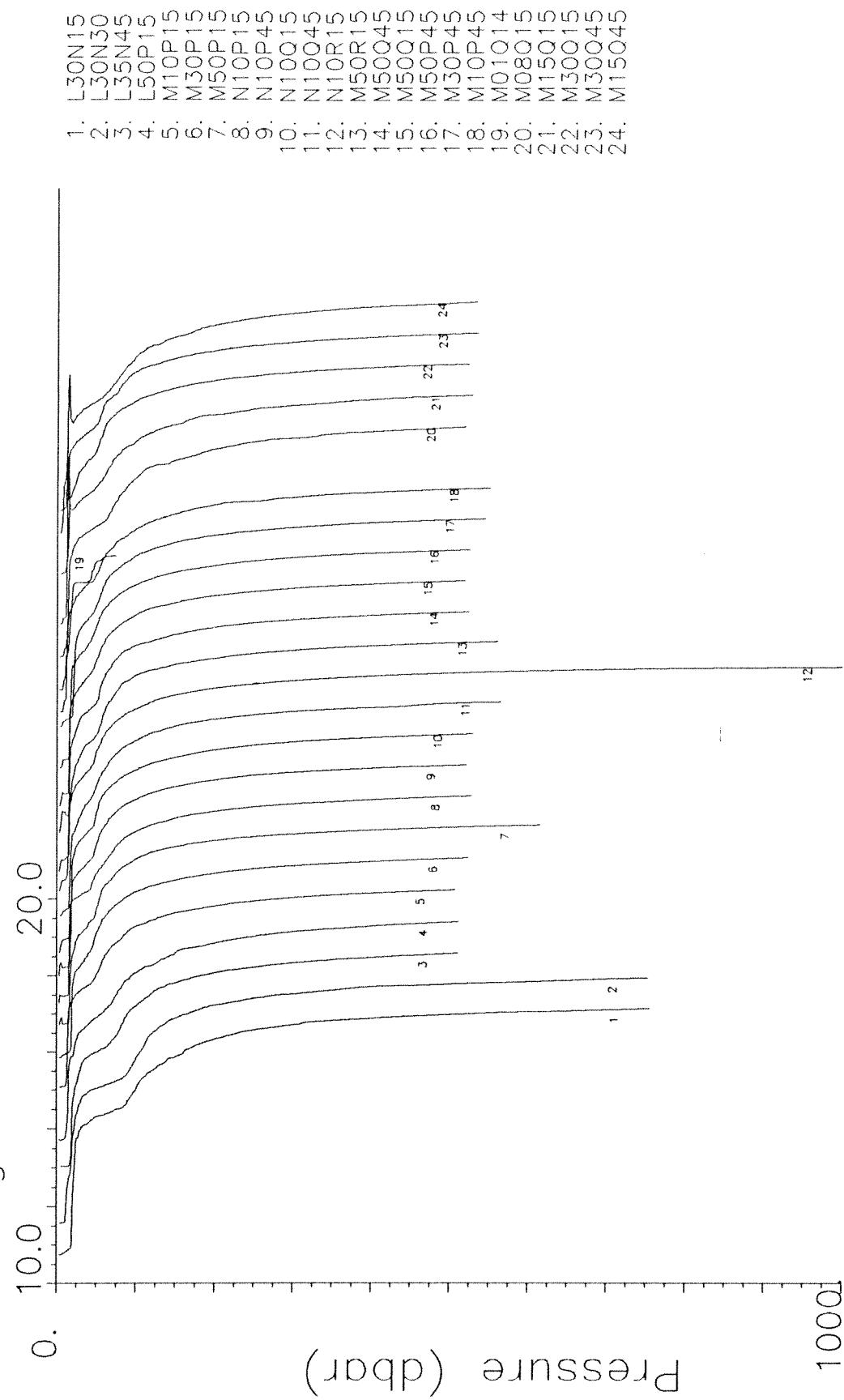
M50M15
M50M45
M50N15
N10N15
N30N45
M50N45
M30N45
M10N45
L50N45
L50N15
M10N15
M30N15
M50M45
M10M45
M10M15
L50M15
L50M45
L50N00
L30M00
L30M45
L30M15
L20M15
L20N15

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

21

Karadeniz.
Sigma-t.

Temmuz 1992.



Karadeniz. Temmuz 1992.

Sigma-t.

20.0
10.0
0.

Pressure (dbar)

1000

M30R15
M15R15
M08R15
M00R15
M17R45
M30R45
M50R45
N10R45
N10S15
M50S15
M30S15
M15S15
M01S15
L52S20
L50S45
M04S45
M30S45
M50S45
N10S45
N10T15
M50T45
M50T15
M30T15

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

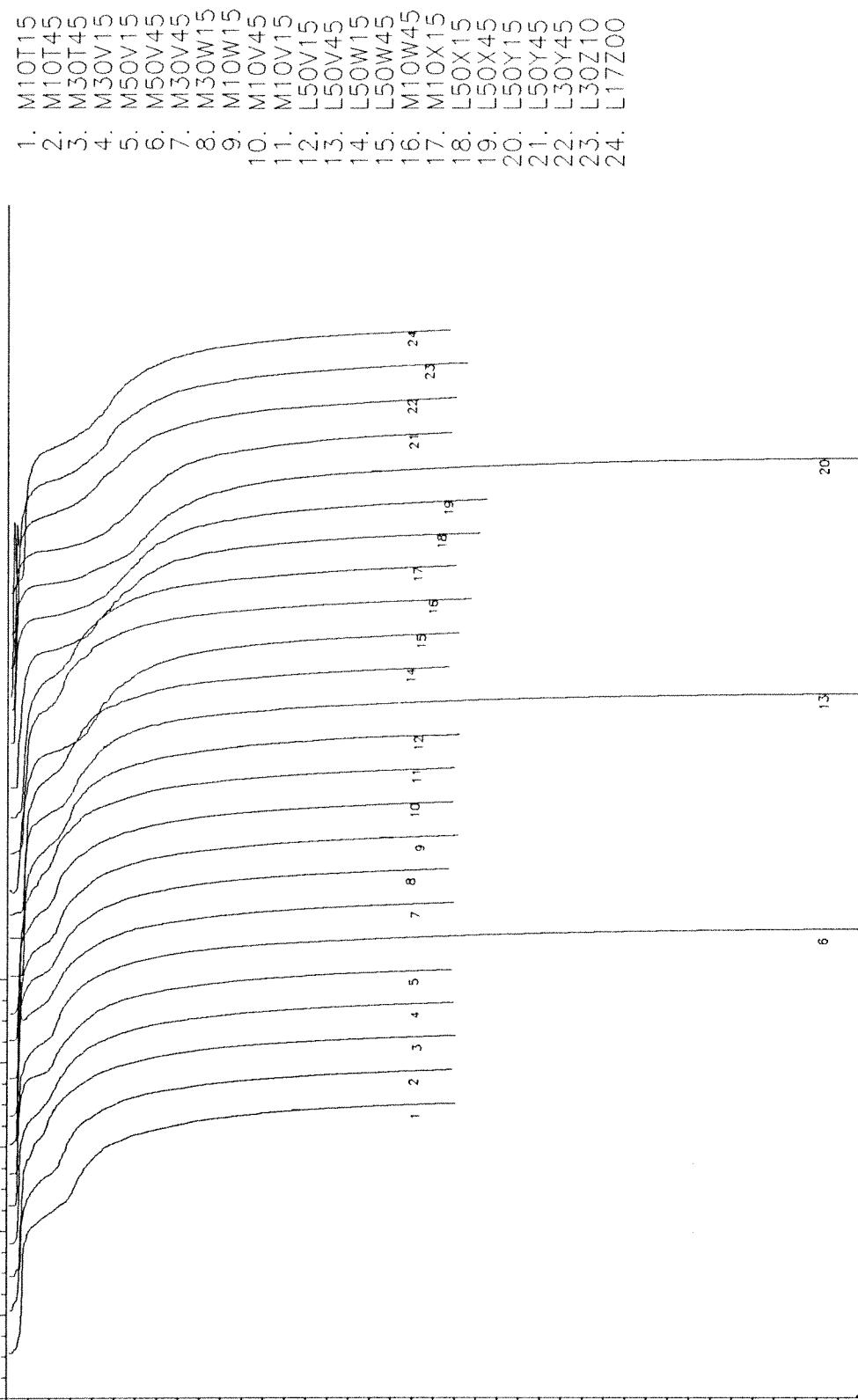
Karadeniz. Temmuz 1992.

Sigma-t.

20.0
10.0
0.

Pressure (dbar)

1000



Karadeniz. Temmuz 1992.

Sigma-t.

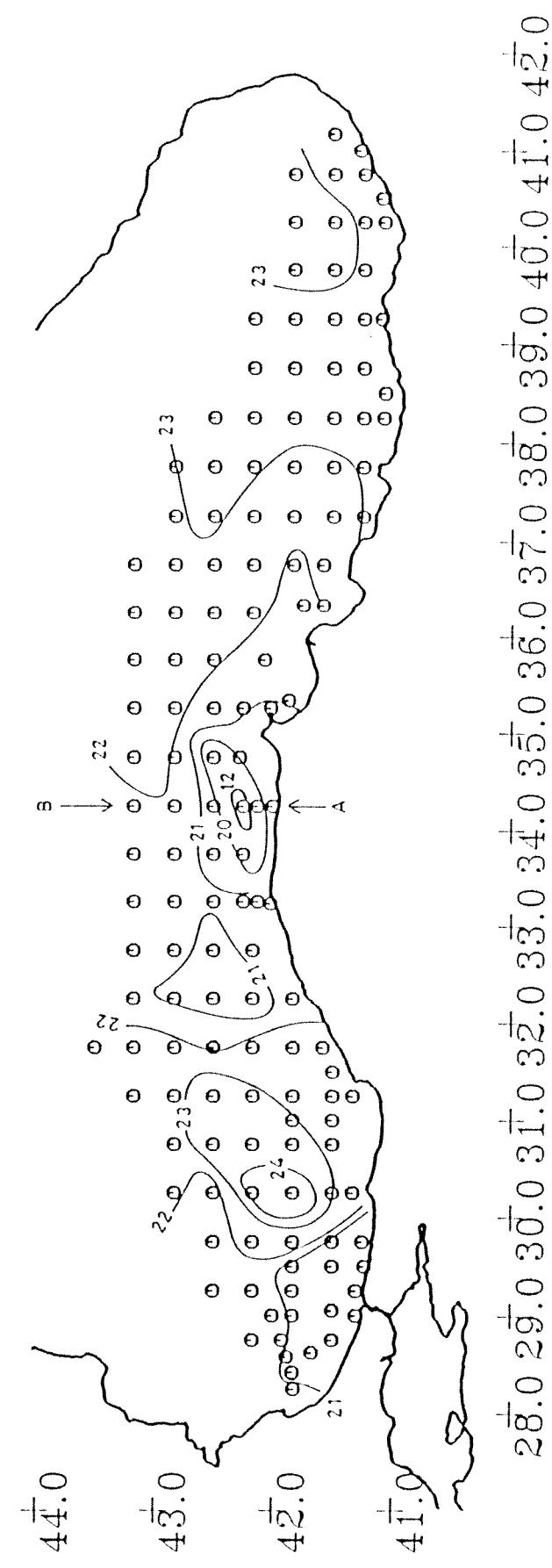
20.0
10.0
0.

Pressure (dbar)

1000

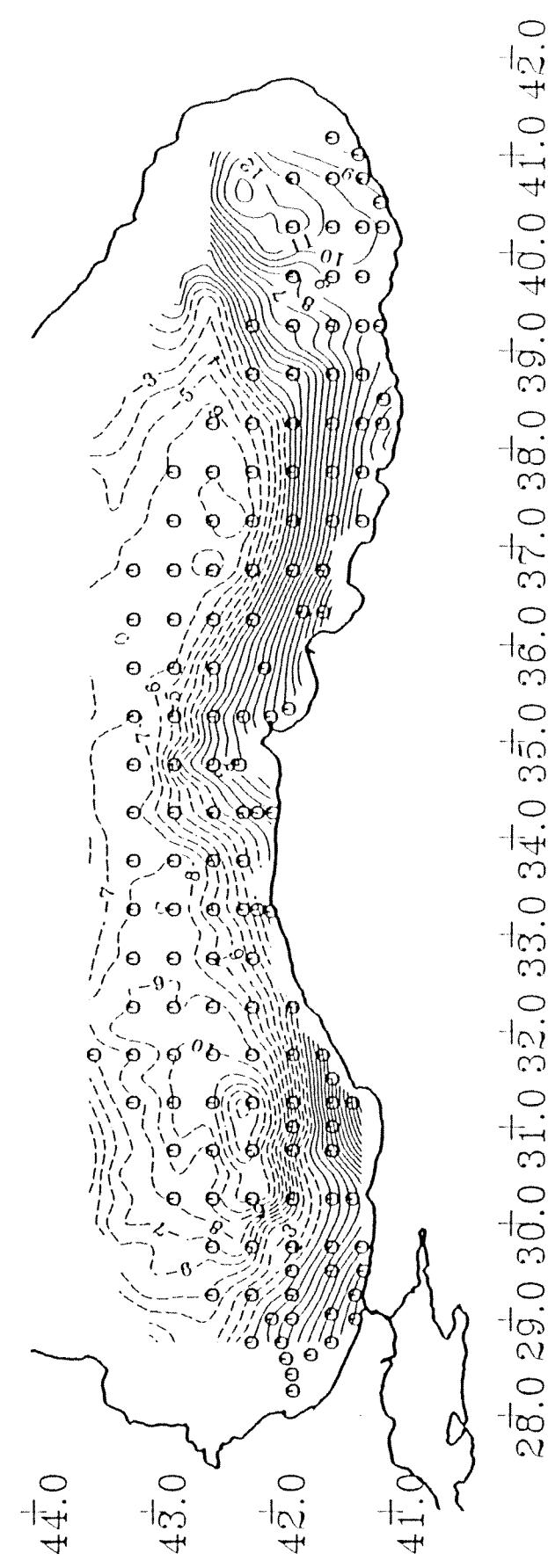
1. L15Y45
2. L06Y30
3. L05Y15
4. L15Y15
5. L30X45
6. L15X45
7. L06X15
8. L15X15
9. L30X15
10. L30W45
11. L15W45
12. L04W30
13. L05W15
14. L15W15
15. L30W15
16. L30V45
17. L15V45
18. L15V15
19. L30V15
20. L35T45
21. L50T45
22. L45T20
23. L35T20
24. L22

JULY 1992

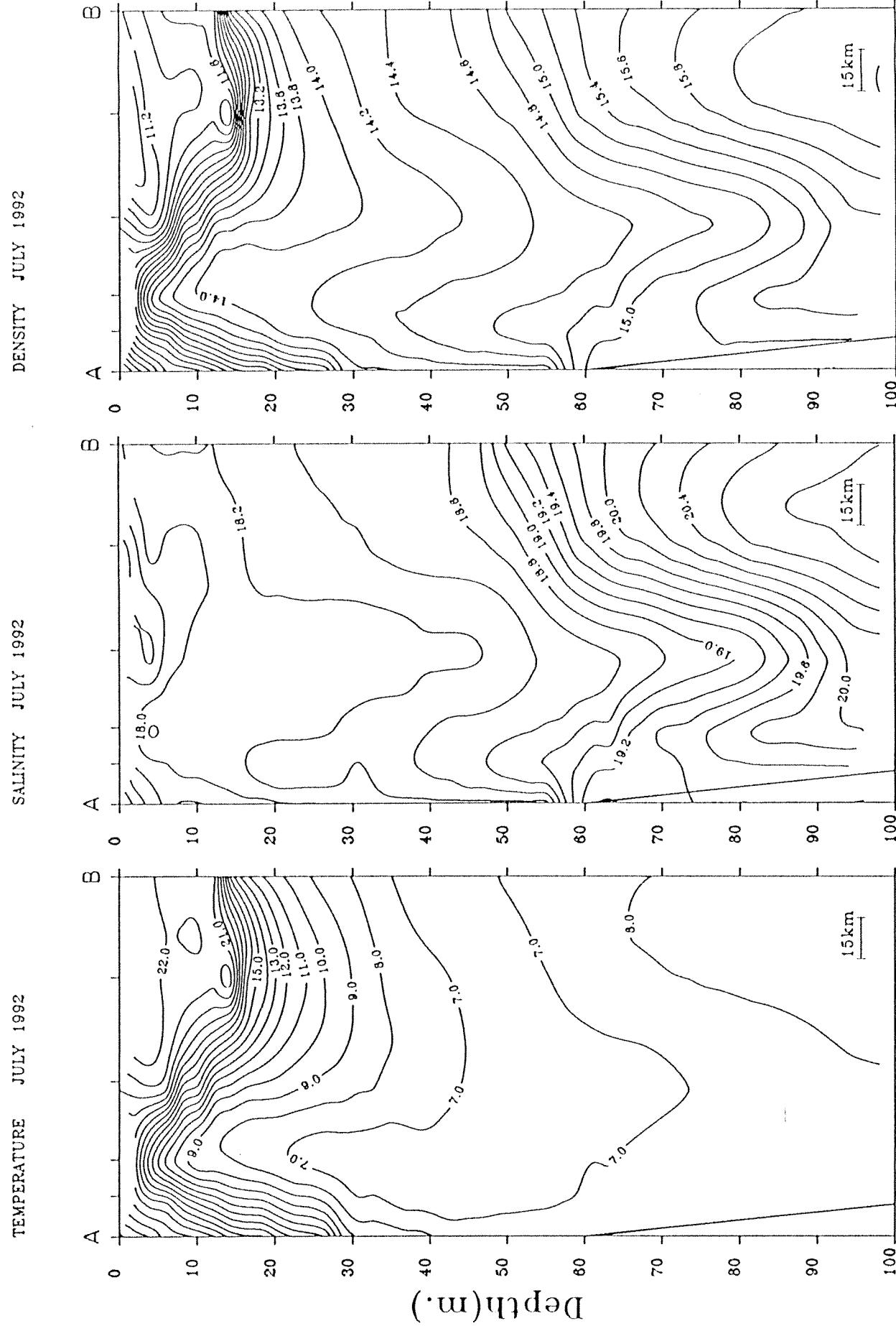


Sekil III.2. Temmuz 1992'de Karadenizin yüzey sularında sıcaklık dağılımı ($^{\circ}\text{C}$).

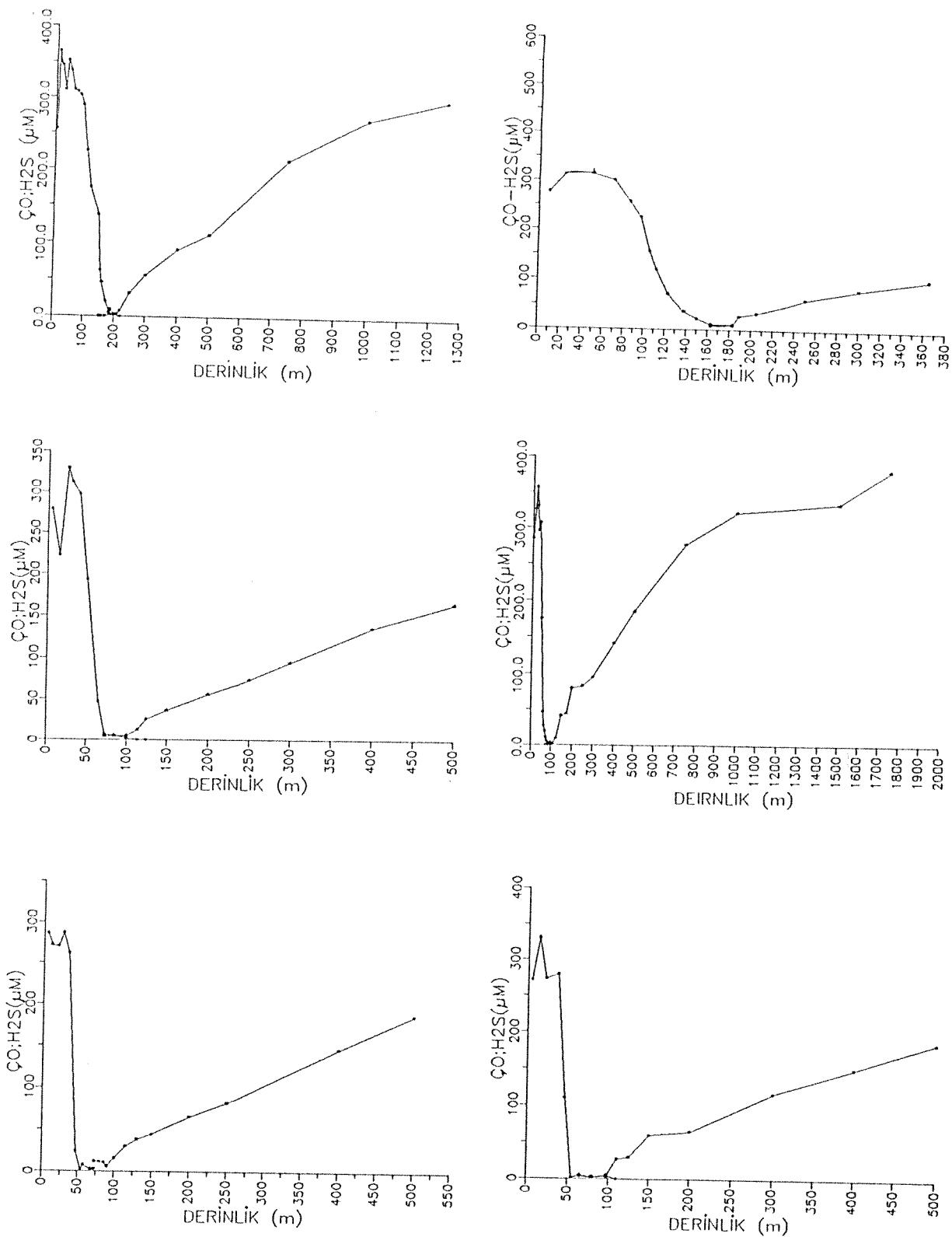
JULY 1992



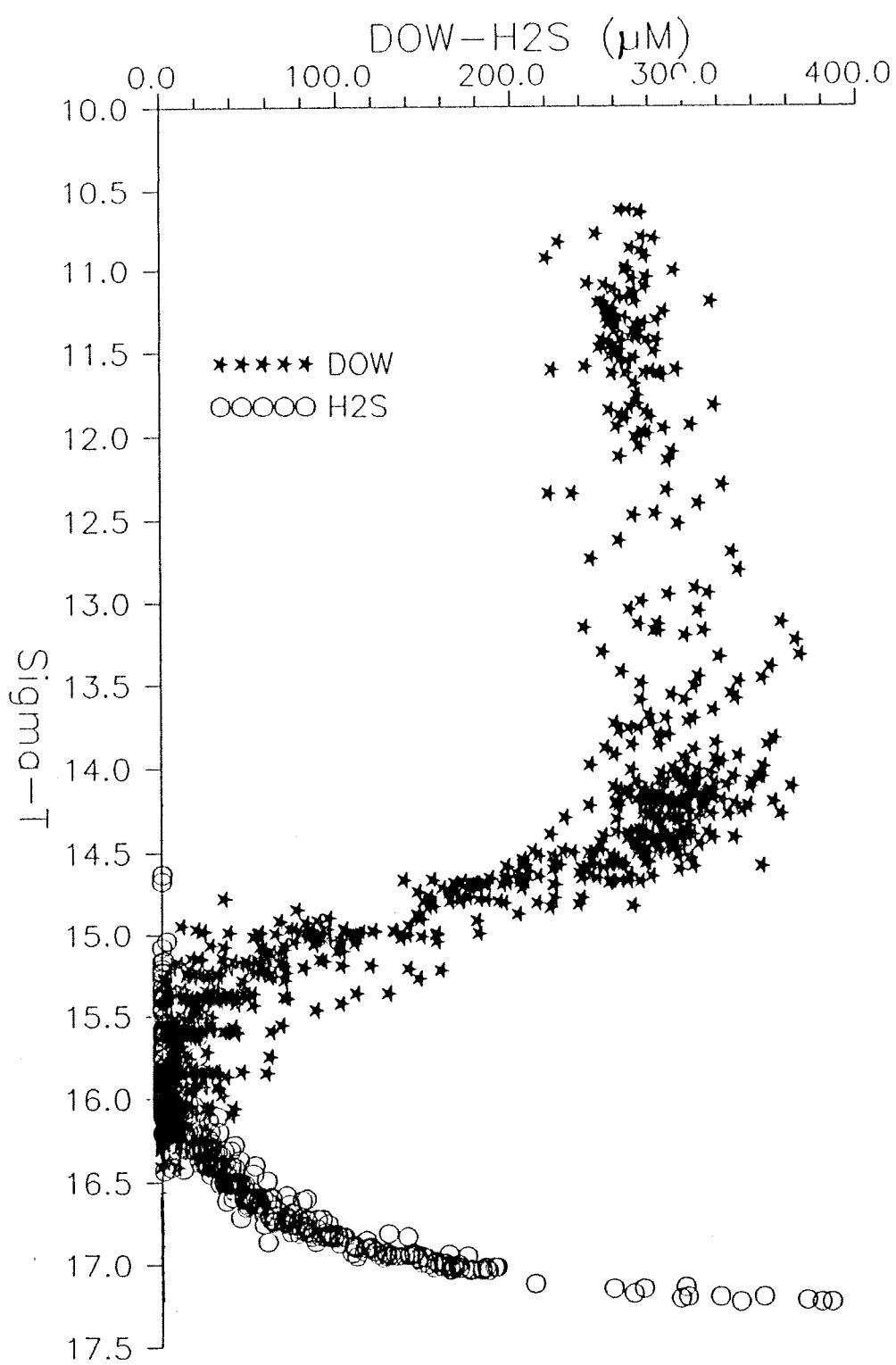
Şekil III.3. Temmuz 1992'de Güney Karadeniz'in Dinamik topografyası (cm).



Şekil III.4. Güney Karadeniz'in upwelling bölgesinde (Şekil III.2'de işaretlenen kıyıya dik hat boyunca geçen sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk kesitleri.

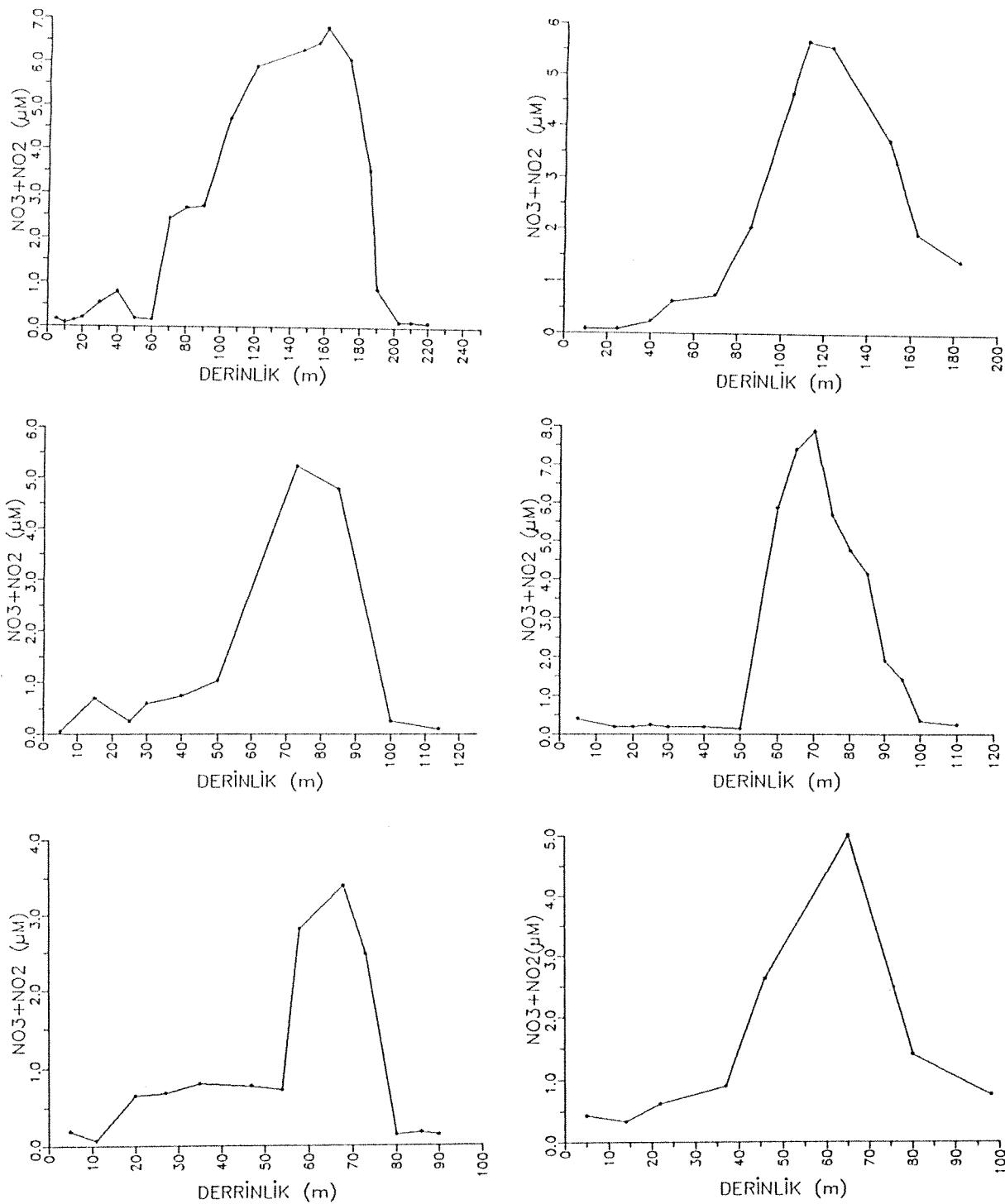


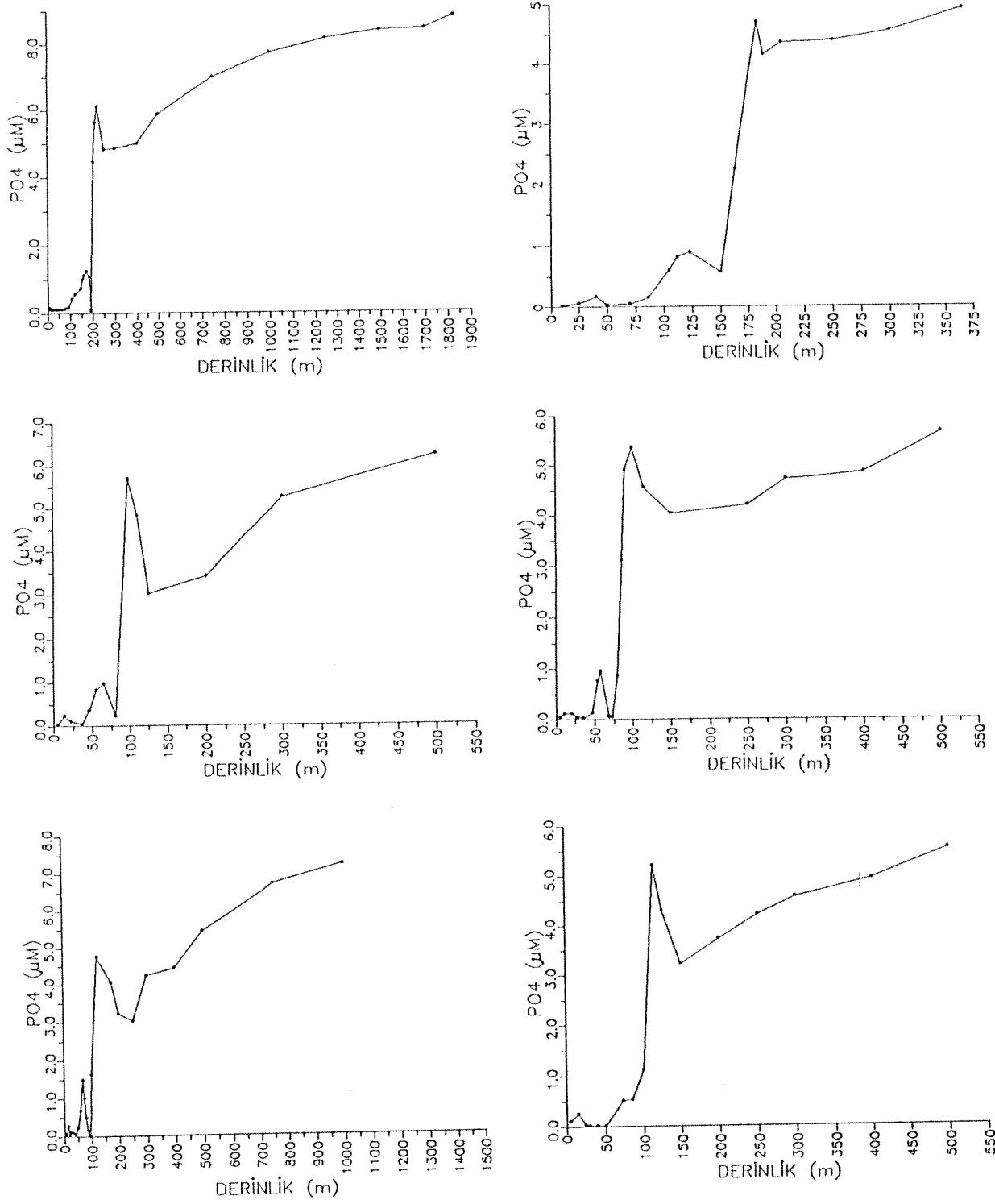
Şekil IV.1. Karadenizin sıklonik ve antisıklonik döngü bölgelerinde çözünmüş oksijen ve hidrojen sülfür konsantrasyonlarının derinlikle değişimi.



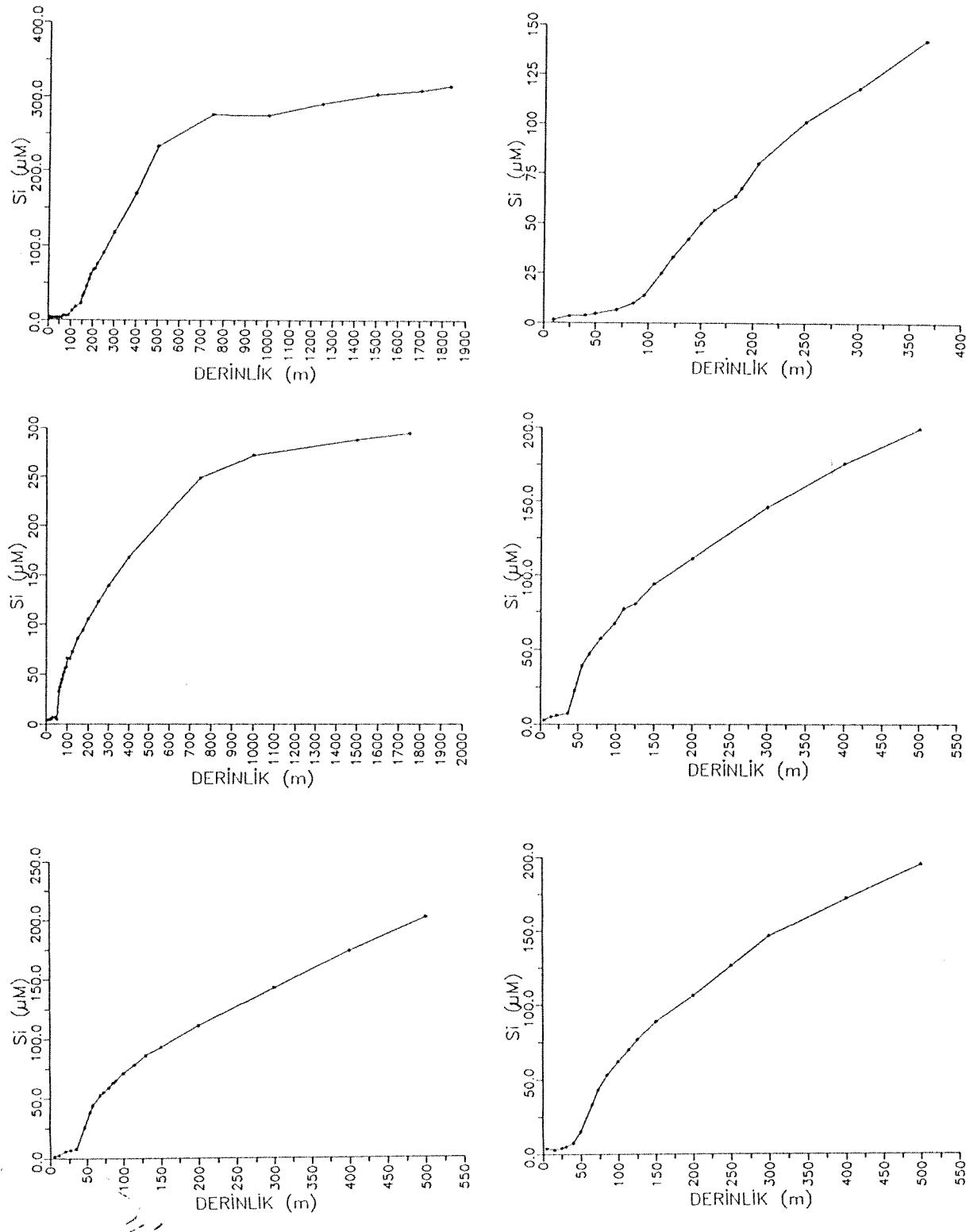
Şekil IV.2. Karadeniz baseninde çözünmüş oksijen ve hidrojen sülfür konsantrasyonlarının su yoğunluğuna (Sigma-T) bağlı dikey değişimi.

Şekil IV.3a. Karadenizin sirkonik ve antisirkonik döngü bölgelerinde nitrat+nitrit konsantrasyonunun derinlikle değişimi.

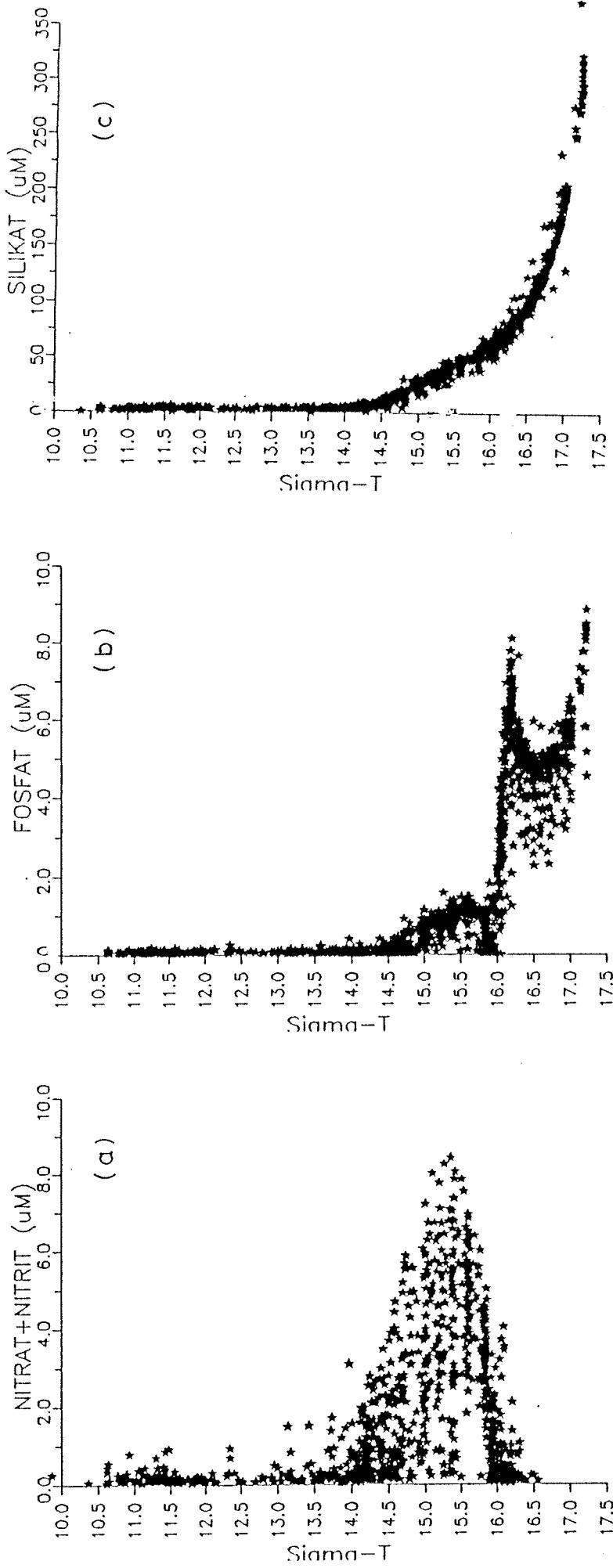




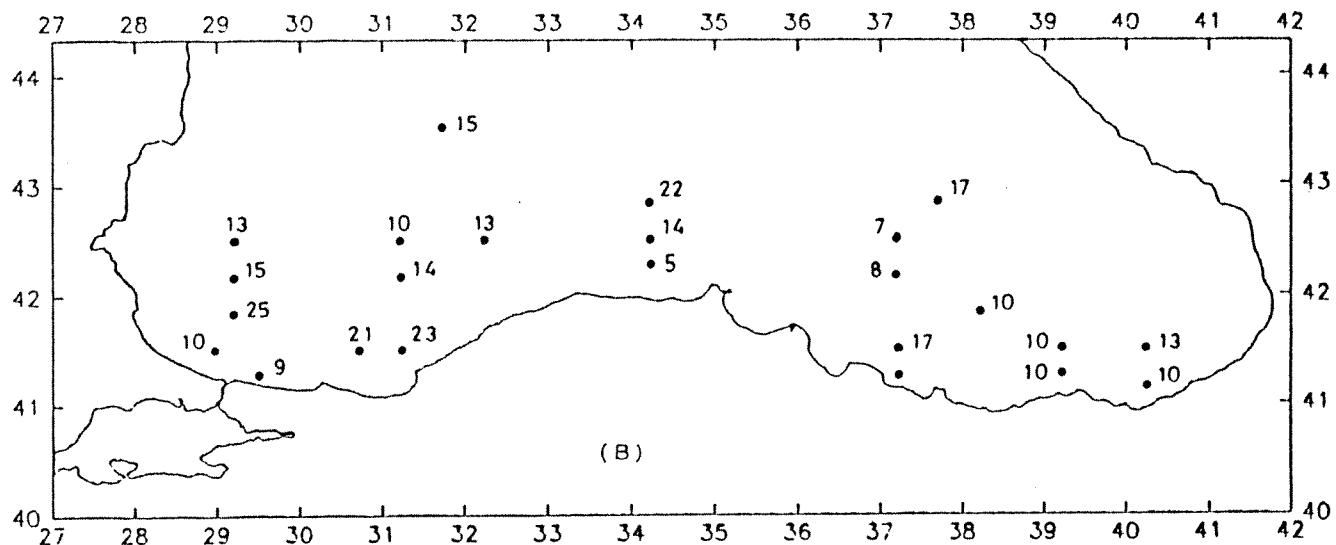
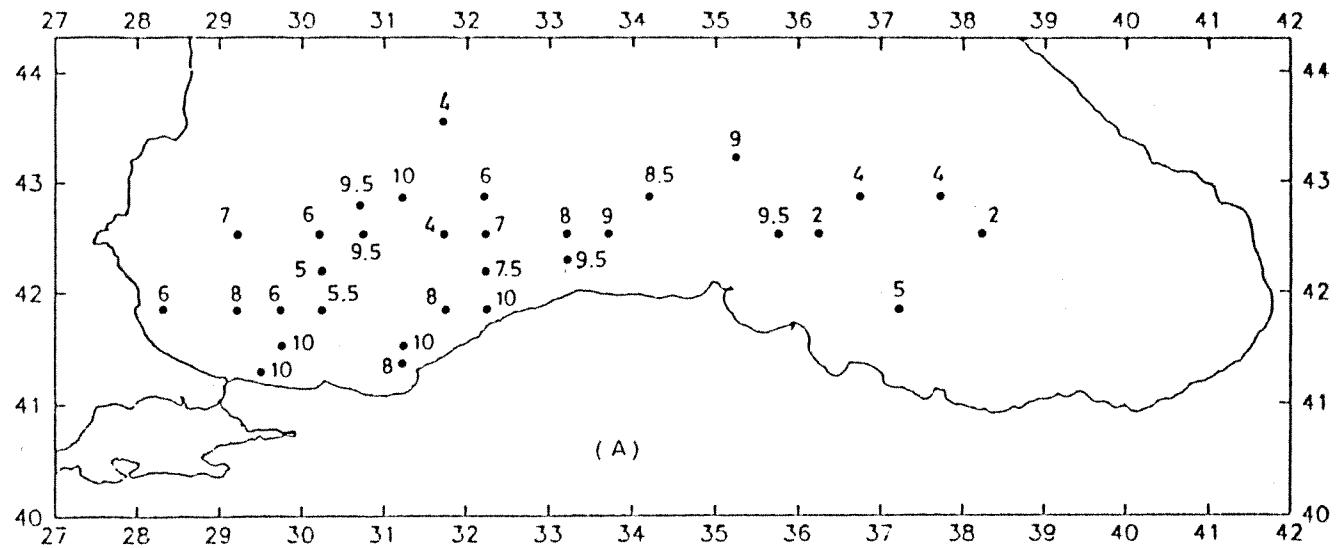
Şekil IV.3b. Karadeniz sıklonik ve antisiklonik bölgelerinde orto-fosfat konsantrasyonunun derinlikle değişimi.



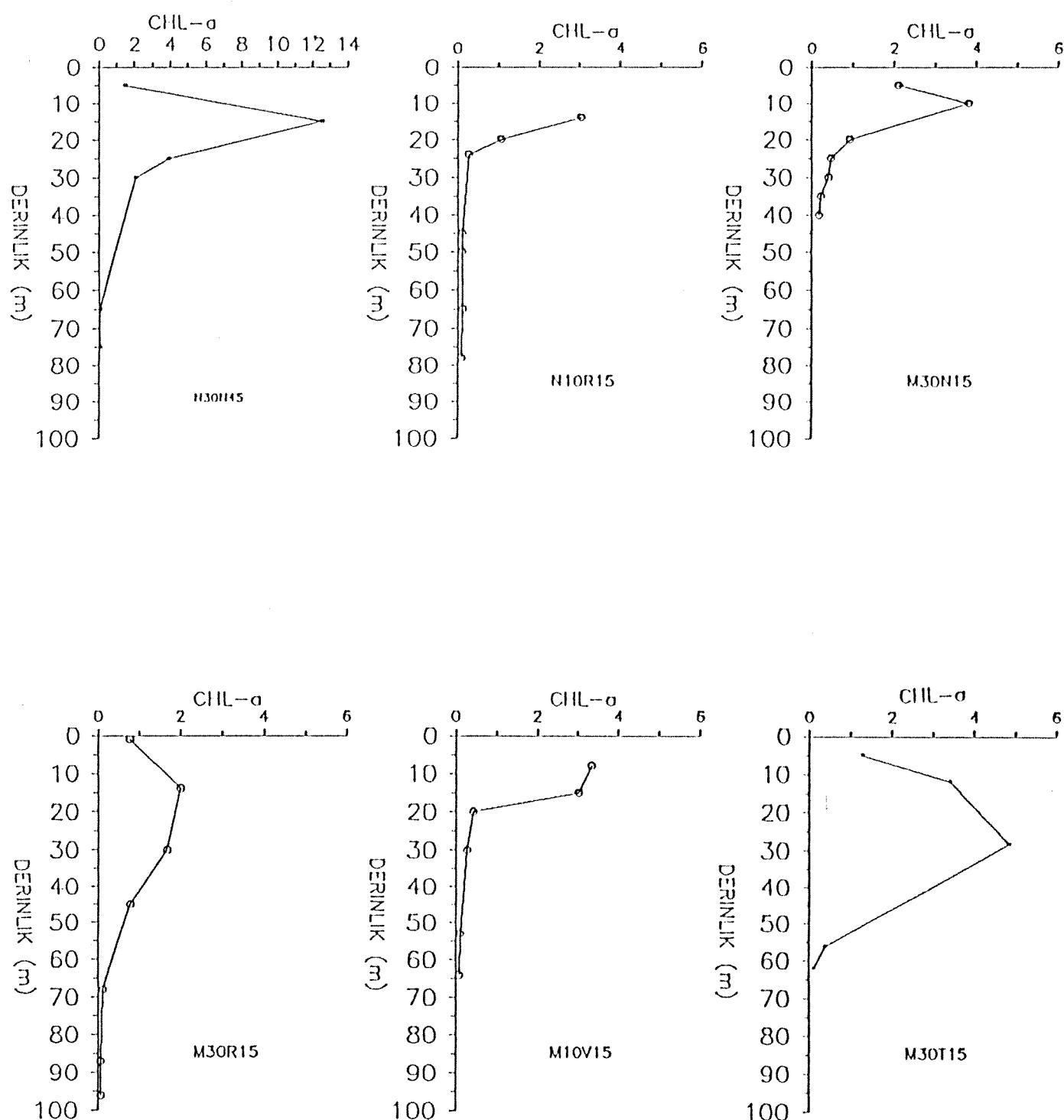
Şekil IV.3c. Karadeniz sıklonik ve antisiklonik döngü bölgelerinde reaktif silikat konsantrasyonunun derinlikle değişimi.



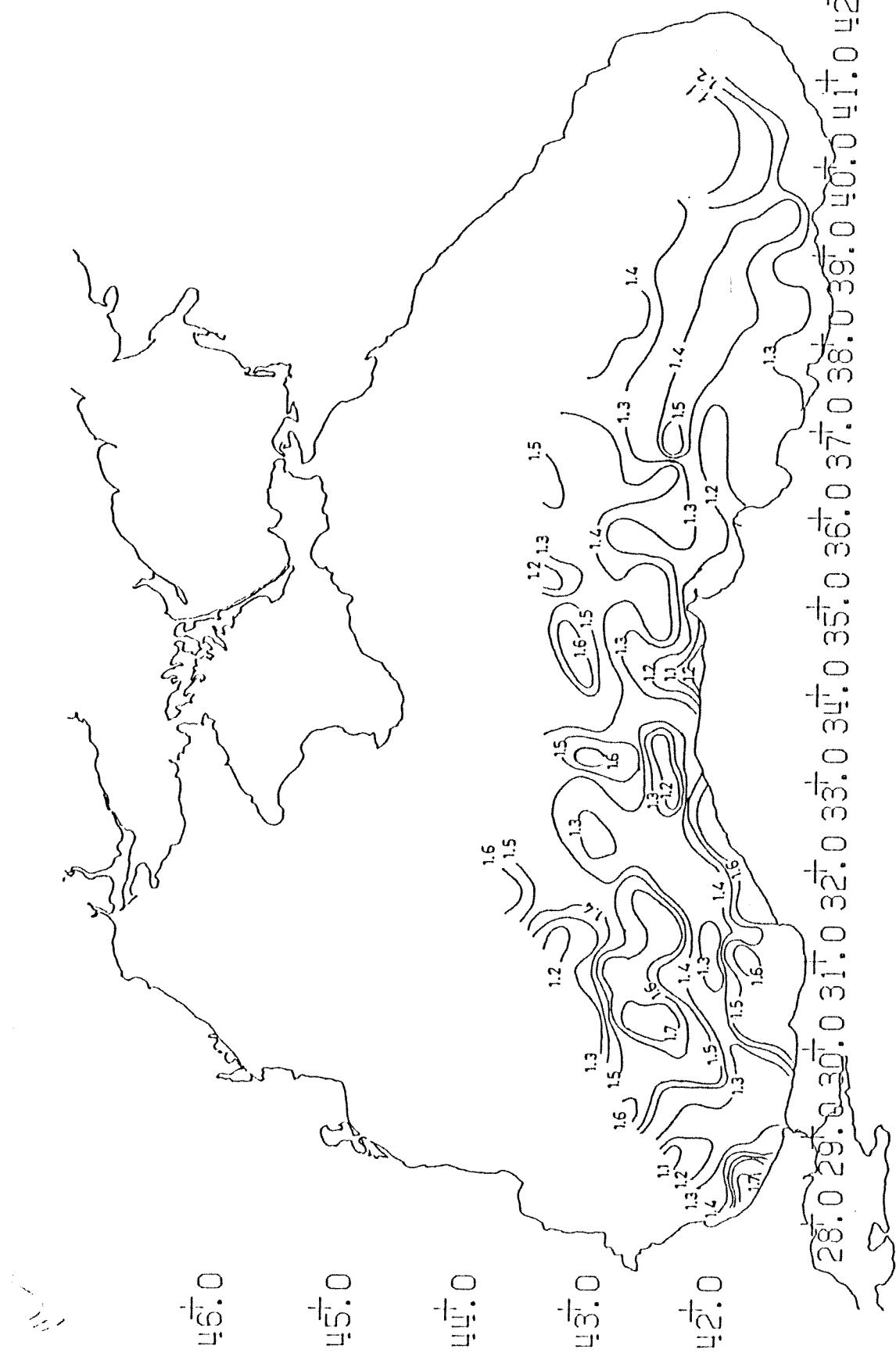
Şekil IV.4. Karadeniz'in derininde besin tuzları konsantrasyonlarının su yoğunluğuna bağlı değişimleri. (a): Nitrat+nitrit; (b): orto-fosfat; (c): reaktif silikat.



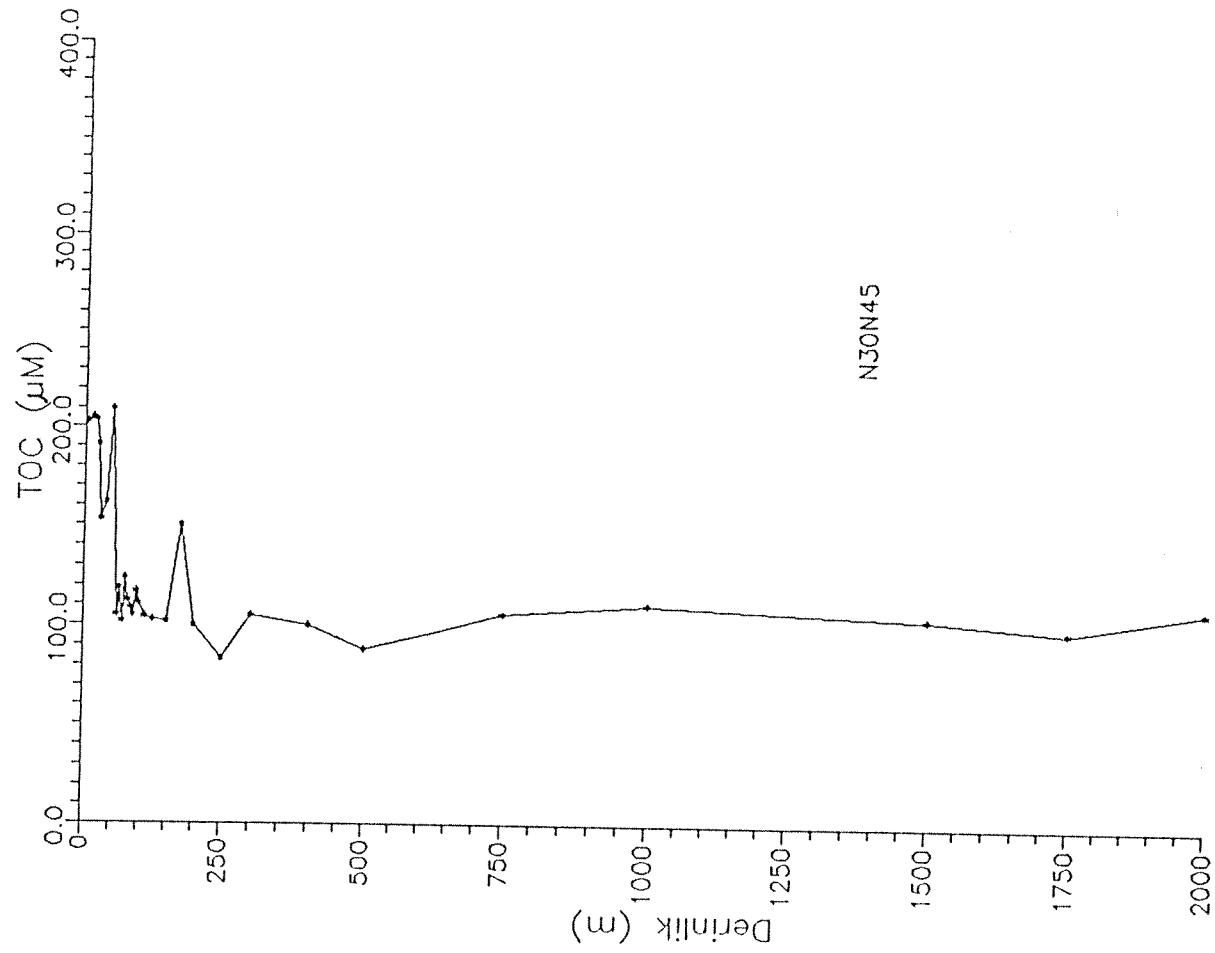
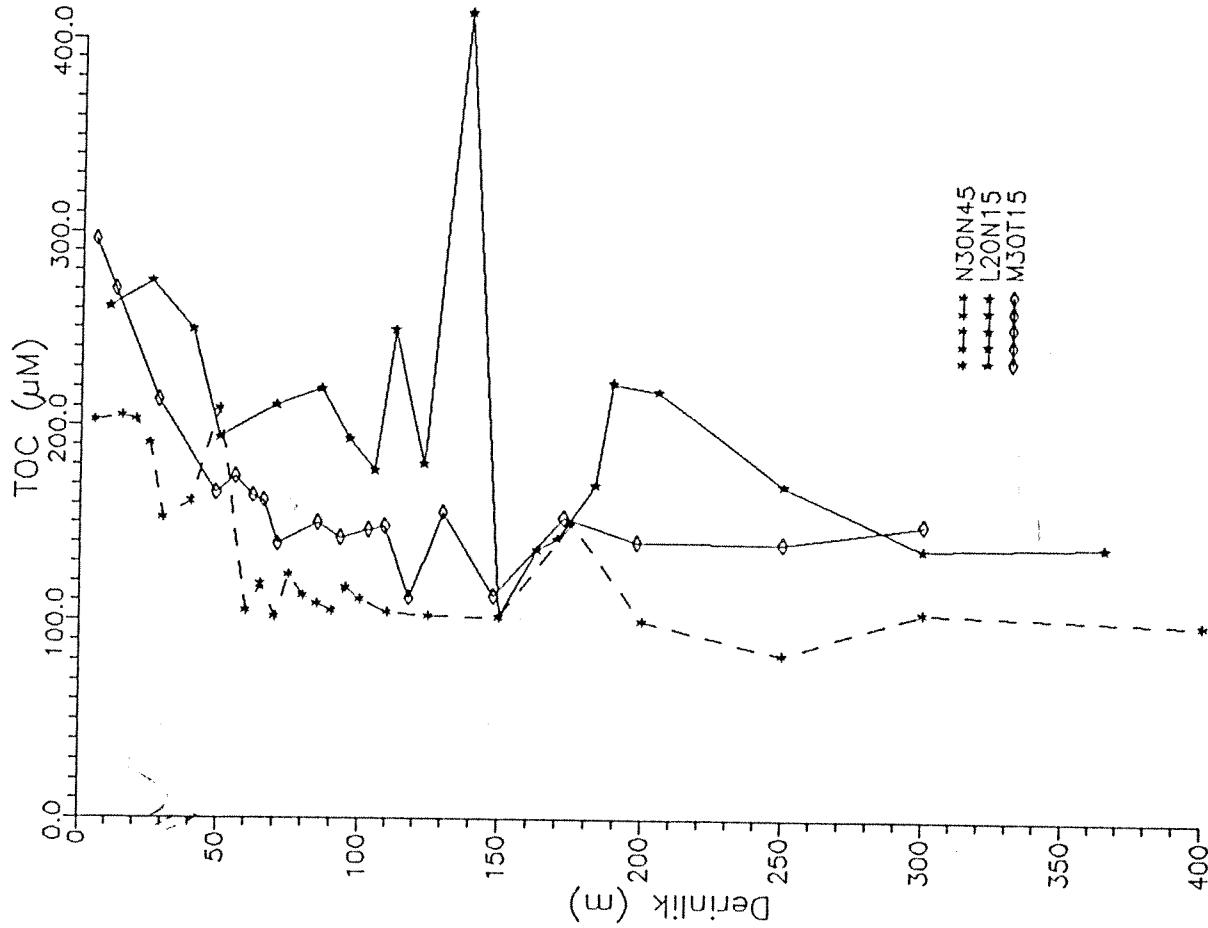
Şekil IV.5. Temmuz 1992'de Karadenizde Seki Disk Derinliğinin (A) ve Maksimum klorofil konsantrasonun (B) bölgesel değişimi.



Şekil IV.6. Güney Karadenizin değişik bölgelerinden seçilen istasyonlarda klorofil-a konsantrasyonun derinlikle değişimi.

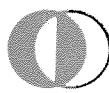


Şekil IV.7. Karadenizin üretilen üst tabakasında ölçülen maksimum floresans yoğunluğunun (göreceli birim) bölgeleşel değişimİ.



Şekil IV.8. Karadenizde üç istasyonda ölçülen toplam organik karbon (TOC) derişimlerinin derinlikle değişimi.

2001-254



DENİZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ
Orta Doğu Teknik
Üniversitesi
İÇEL