

# **INSTITUTE OF MARINE RESEARCH**

**Middle East Technical**

**University**

**İÇEL - TURKEY**

ULUSAL DENİZ ÖLÇME  
VE  
İZLEME PROGRAMI

BATI KARADENİZ ALT PROJESİ (DEBÇAG 102 G2) ✓  
VE  
ORTA KARADENİZ ALT PROJESİ (DEBÇAG 27G(87))

BATI ve ORTA KARADENİZ'İN OŞİNOGRAFISI  
CİLT I  
FİZİKSEL OŞİNOGRAFI

TEMEL OĞUZ  
MUHAMMED A. LATİF  
H. İBRAHİM SUR  
ÜMİT ÖNLÜATA

ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
DENİZ BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
P.K.28 Erdemli-İçel

Aralık, 1989

## TEŞEKKÜR

Bu proje çerçevesinde denizlerimizimizin bilimsel yönde incelenmesine, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu ve TÜBİTAK Deniz Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu'nun katkıları ile olanak sağlanmıştır. Projenin yürütülmesinde TÜBİTAK tarafından sağlanan maddi ve manevi destek, çalışmalarımızda yönlendirici bir rol oynamış ve projenin başarısına önemli katkıları olmuştur. Bu proje, çevre denizlerimizimizin önemli bir bölümünün yeterince tanınmasını ve ulusal çıkarlarımız doğrultusunda değerlendirilmesini sağlayacaktır.

Sunulan araştırmaya önemli katkıları bulunan araştırıcı, teknik ve gemici personele her türlü övgünün üzerindeki uyumlu ve özverili çalışmaları nedeniyle teşekkür ederiz.

## İÇİNDEKİLER

SAYFA

TEŞEKKÜR.....	1
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	iii
1. GİRİŞ.....	1
2. KARADENİZİN OŞİNOGRAFIK ÖZELLİKLERİNE	
GENEL BİR BAKIŞ.....	3
2.1 BATİMETRİK VE GEOMETRİK ÖZELLİKLER.....	3
2.2 METEOROLOİK ÖZELLİKLER.....	4
2.3 SU KÜTLELERİNİN GENEL YAPISI.....	7
2.3a Soğuk Ara Tabaka Suyu (SAT)'ın	
oluşumu ve yayılımı.....	10
2.3b Oksijen değişimleri.....	11
2.3c Akdeniz kaynaklı dip sularının	
dağılımı.....	13
2.4 GENEL DOLAŞIM SİSTEMİ VE AKINTILAR.....	14
3. ÖLÇÜM PROGRAMI VE BULGULARIN İŞLENMESİ.....	20
3.1 ÖLÇÜM PROGRAMI.....	20
3.2 BULGU TOPLAMA.....	20
3.3 BULGULARIN İŞLENMESİ.....	22
4. HİDROGRAFIK VE DOLAŞIM ÖZELLİKLERİ.....	24
4.1a Sıcaklık Değişimleri.....	24
4.1b Tuzluluk Değişimleri.....	26
4.1c Yoğunluk Değişimleri.....	27
4.1d Intrusion özellikleri.....	27
4.2 HİDROGRAFIK KESİTLER.....	28
4.3 DOLAŞIM ÖZELLİKLERİ.....	33
KAYNAKLAR.....	35
ŞEKİLLER.....	38

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

- Şekil 1 Karadenizin geometrik ve batimerik özellikleri
- Şekil 2a Karadeniz üzerindeki Ocak, Nisan, Ağustos, Ekim ayları ortalama rüzgar gerilimi dağılımları ( $\text{cm}^2/\text{san}^2$ )
- Şekil 2b Karadeniz üzerindeki Ocak, Nisan, Ağustos, Ekim ayları ortalama ısı akısı dağılımları ( $\text{kkal/ay}$ )
- Şekil 2c Karadeniz üzerindeki Ocak, Nisan, Ağustos, Ekim ayları ortalama tatlı su girdisi ve buharlaşma miktarı farkı dağılımları ( $\text{cm/ay}$ )
- Şekil 3a Karadenizdeki yüzey akıntıları (Neumann, 1942)
- Şekil 3b Karadenizdeki yüzey akıntıları (Boguslavisky ve diğ., 1976)
- Şekil 4a 100m deki yaz mevsimi 1920-1980 ortalaması sıcaklık dağılımı (Altman ve diğ., 1987)
- Şekil 4b 100m deki yaz mevsimi 1920-1980 ortalaması tuzluluk dağılımı (Altman ve diğ., 1987)
- Şekil 4c Karadenizdeki ortalama yaz sirkülasyonunu gösteren 300 desibar hareketsizlik seviyesine göre hesaplanmış dinamik yükselti anomalisi dağılımı (Tolmazin, 1985)
- Şekil 5a 100m deki kış mevsimi 1920-1980 ortalaması sıcaklık dağılımı (Altman ve diğ., 1987)
- Şekil 5b 100m deki kış mevsimi 1920-1980 ortalaması tuzluluk dağılımı (Altman ve diğ., 1987)
- Şekil 5c Karadenizdeki ortalama kış sirkülasyonunu gösteren 300 desibar hareketsizlik seviyesine göre hesaplanmış dinamik yükselti anomalisi dağılımı (Tolmazin, 1985)
- Şekil 6a Gamsakhurdiya ve Sarkisyan (1976) tarafından verilen diyagnostik modelden elde edilmiş yüzey sirkülasyonu
- Şekil 6b Moskalenko (1976) tarafından verilen sayısal bir modelden elde edilmiş yüzey sirkülasyonu
- Şekil 7a Batı Karadenizde Temmuz-1983 bulguları kullanarak hesaplanan 50m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Faschuk ve Ayzatullin, 1986)

- Şekil 7b Batı Karadenizde Nisan-1981 bulguları kullanarak hesaplanan 50m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Faschuk ve Ayzatullin, 1986)
- Şekil 7c Batı Karadenizde Kasım-1988 bulguları kullanarak hesaplanan 10m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Bezboradov ve diğ., 1988)
- Şekil 7d Batı Karadenizde Nisan-1979 bulguları kullanarak hesaplanan 50m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Faschuk ve Ayzatullin, 1986)
- Şekil 8a Doğu Karadenizde Temmuz-1985 bulguları kullanarak hesaplanan 100m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Novaselev ve diğ., 1986)
- Şekil 8b Doğu Karadenizde Ağustos-1983 bulguları kullanarak hesaplanan 50m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Faschuk ve Ayzatullin, 1986)
- Şekil 8c Doğu Karadenizde 100m deki sirkülasyon (Bibik, 1964)
- Şekil 9 Batı Karadenizde Bulgaristan kıta sahanlığı bölgesindeki yüzey dolaşımı (Truchev ve Stanev, 1983)
- Şekil 10a 26-28 Ocak 1986 tarihlerindeki ölçüm istasyonları
- Şekil 10b 20-23 Mayıs 1986 tarihlerindeki ölçüm istasyonları
- Şekil 10c 14-17 Temmuz 1986 tarihlerindeki ölçüm istasyonları
- Şekil 10d 24-30 Eylül 1986 tarihlerindeki ölçüm istasyonları
- Şekil 10e 21-28 Nisan 1987 tarihlerindeki ölçüm istasyonları
- Şekil 10f 25-28 Ağustos 1987 tarihlerindeki ölçüm istasyonları
- Şekil 11a Seferlerde elde edilen ortalama sıcaklık profilleri
- Şekil 11b Seferlerde elde edilen ortalama tuzluluk profilleri
- Şekil 11c Seferlerde elde edilen ortalama yoğunluk profilleri
- Şekil 12a Ocak 1986 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri
- Şekil 12b Nisan 1987 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri
- Şekil 12c Mayıs 1986 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri

- Şekil 12d Temmuz 1986 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri
- Şekil 12e Ağustos 1987 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri
- Şekil 12f Eylül 1986 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri
- Şekil 13a Ağustos 1987 de İstanbul Boğazı açıklarındaki bir noktadaki batma hareketlerini gösteren sıcaklık profili
- Şekil 13b Ağustos 1987 de İstanbul Boğazı açıklarındaki kıta eğimi üzerindeki bir hat boyunca gerçekleşen batma hareketlerini gösteren sıcaklık kesiti
- Şekil 13c Ağustos 1987 de İstanbul Boğazı açıklarındaki batma hareketlerinin meydana geldiği bir noktadaki sıcaklık ve tuzluluğun yoğunluğa göre değişimleri
- Şekil 14a Doğu-batı yönündeki 150 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ocak 1986)
- Şekil 14b Kuzey-güney yönündeki 110 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ocak 1986)
- Şekil 15a Doğu-batı yönündeki 150 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Mayıs 1986)
- Şekil 15b Doğu-batı yönündeki 130 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Mayıs 1986)
- Şekil 15c Kuzey-güney yönündeki 945 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Mayıs 1986)
- Şekil 15d Kuzey-güney yönündeki 030 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Mayıs 1986)
- Şekil 15e Kuzey-güney yönündeki 115 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Mayıs 1986)
- Şekil 16a Doğu-batı yönündeki 150 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Temmuz 1986)
- Şekil 16b Doğu-batı yönündeki 130 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Temmuz 1986)
- Şekil 16c Kuzey-güney yönündeki 945 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Temmuz 1986)
- Şekil 16d Kuzey-güney yönündeki 030 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Temmuz 1986)

- Şekil 16e Kuzey-güney yönündeki 115 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Temmuz 1986)
- Şekil 17a Doğu-batı yönündeki 150 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Eylül 1986)
- Şekil 17b Doğu-batı yönündeki 130 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Eylül 1986)
- Şekil 17c Kuzey-güney yönündeki 900 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Eylül 1986)
- Şekil 17d Kuzey-güney yönündeki 945 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Eylül 1986)
- Şekil 17e Kuzey-güney yönündeki 115 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Eylül 1986)
- Şekil 18a Doğu-batı yönündeki L50 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ağustos 1987)
- Şekil 18b Doğu-batı yönündeki L30 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ağustos 1987)
- Şekil 18c Kuzey-güney yönündeki L00 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ağustos 1987)
- Şekil 18d Kuzey-güney yönündeki L40 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ağustos 1987)
- Şekil 18e Kuzey-güney yönündeki N00 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ağustos 1987)
- Şekil 19a Doğu-batı yönündeki L50 ve M50 hatları boyunca T, S, D kesitleri (Nisan 1987)
- Şekil 19b Doğu-batı yönündeki L30 ve M20 hatları boyunca T, S, D kesitleri (Nisan 1987)
- Şekil 19c Kuzey-güney yönündeki M20 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Nisan 1987)
- Şekil 19d Kuzey-güney yönündeki M50 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Nisan 1987)
- Şekil 19e Kuzey-güney yönündeki Q20 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Nisan 1987)
- Şekil 19f Kuzey-güney yönündeki R50 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Nisan 1987)
- Şekil 20 10m basınç seviyesindeki Nisan 1987 dolaşımını gösteren dinamik yükselti anamallileri dağılımı



## 1. GİRİŞ

Bu Rapor, Türkiye Bilimsel ve Teknik araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen, "Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı" çerçevesinde yürütülmekte olan "Batı Karadeniz Alt Projesi" ne ilişkin 1986 ve 1987 yıllarında yapılan çalışmalar ile, "Orta Karadeniz Alt projesi" ne ilişkin 1987 yılında yapılan çalışmaların değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Bilindiği gibi, Karadeniz Ülkemizin kuzey kıyısı boyunca uzanan olan oldukça üretken ve canlı kaynak potansiyeli açısından büyük önemi olan bir denizimizdir. Daha önceki yıllarda sınırlı sayıda yapılmış bulunan çalışmalar, bu denizimizi fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan bütünüyle tanıyabilmemize yeterli olmamıştır. Bu güne kadar Karadeniz konusunda sahip olduğumuz ulusal bulgu ve bilgi birikimimiz, diğer komşu ülkelerinkine göre oldukça geri durumdadır. Öte yandan, buradaki kaynaklarımızın bilinçli bir şekilde kullanılabilmesi; denizle ilgili uzun ve kısa vadeli planlamaların gerçekçi bir biçimde yapılması, mühendislik ve teknik hizmetlerin en kapsamlı ve ekonomik bir biçimde sunulması, kirlilik taşınımının ve dağılımının belirlenmesi ve benzeri gibi, bir çok konuda bulgu ve bilgi birikiminin etkin bir biçimde sağlanmasını gerektirmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda ve aynı anda bazı temel bilimsel sorulara cevap verebilecek nitelikte, ve olanaklar ölçüsünde, çalışmalar gerçekleştirmek bu projenin ana amacını ve hareket noktasını oluşturmaktadır.

Bu raporda; bölgenin bu güne dek iyi bilinmeyen bazı yönleri, ve özellikleri anlatılmakta, daha önceden çeşitli uluslararası kaynaklarca yapılmış çalışmaların geniş bir özeti sunulmaktadır. Bölüm 2 de, Karadenizin genel oşinografik özellikleri gözden geçirilmekte olup ölçüm programı, deniz seferleri ve elde edilen bulguların işleme yöntemleri, Bölüm

3 de yer almaktadır. Batı ve Orta Karadenizin gözlenen hidrografik özellikleri ve bu bilgiler ışığında ortaya çıkan dolaşım özellikleri Bölüm 4 de verilmektedir.

Raporda gerek bulguların işlenmesindeki, gerekse fiziksel olayların açıklamasındaki bütünselliğin bozulmaması açısından, Batı ve Orta Karadeniz, ayrı ayrı proje kapsamlarında olmalarına rağmen, bir bütün olarak aynı rapor içinde değerlendirilmiştir.

## 2. KARADENİZ'İN OŞİNOGRAFİK ÖZELLİKLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

Daha ilerideki bölümlerde anlatılacak deniz çalışmalarına ve bunlara ilişkin sonuçların tartışılmasına geçmeden önce, Karadeniz'de bu güne kadar gerçekleştirilen araştırma sonuçlarının gözden geçirilmesi ve elde bulunan bilgi birikiminin özetlenmesinde yarar görülmektedir.

Karadeniz'in oşinografik özelliklerine ilişkin bilgilerin yeterli düzeyde olmadığı bilinen bir gerçektir. Mevcut bilgiler, su kütlelerinin oluşum ve yayılım özelliklerini sadece genel hatları ile tanımlayabilmektedir. Zamana ve bölgelere göre değişim süreçleri, dinamik yapı, farklı ölçeklerdeki fiziksel olayların etkileşimleri, vs. gibi oldukça önemli, uzun ve sistematik gözlemler ve teorik araştırmalar gerektiren konulardaki bilgi birikiminin istenen düzeyde olmadığı görülmektedir. Karadeniz'in fiziksel oşinografisine ait bulgu ve araştırmaların çoğunluğu Sovyetler Birliği kaynaklı yayınlara dayanmaktadır.

### 2.1 BATİMETRİK VE GEOMETRİK ÖZELLİKLER

Karadeniz yaklaşık olarak  $41^{\circ}$  -  $46^{\circ}$  kuzey enlemleri ve  $28^{\circ}$  -  $42^{\circ}$  doğu boylamları ile sınırlanan bölgede bulunan bir iç denizdir. Kuzeyde ve doğuda Sovyetler Birliği, batıda Romanya ve Bulgaristan, güneyde ise Türkiye tarafından çevrelenmektedir. Güneybatıda İstanbul Boğazı-Marmara Denizi-Çanakkale Boğazı yoluyla Ege Denizi ve Akdeniz'e, kuzeyde ise Kerch Boğazı ile Azak Denizi'ne bağlanmaktadır. Yaklaşık 42 milyon  $\text{km}^2$  yüzey alanı ve 53.4 milyon  $\text{km}^3$  su hacmi ile dünyanın en büyük iç denizlerinden birini oluşturmaktadır.

Karadenizin taban topografyası kıyıya paralel, yaklaşık 20 km eninde bir kuşak boyunca, oldukça önemli dağışimler

göstermektedir (Şekil 1). Dinyaper, Dinyaster ve Tuna gibi büyük nehirlerin denize döküldüğü kuzeybatı Karadeniz bölgesini geniş bir kıta sahanlığı kapsamaktadır. Bu bölgenin dışında, kıta sahanlığı yok denecek kadar az olup sadece batıda ve kuzeyde kuzeybatı kıta sahanlığının uzantısı olan dar bir şerit bulunmaktadır. Ayrıca, Karadenizin güney kıyısı boyunca Sakarya, Yeşilırmak ve Kızılırmak nehirleri ağızlarında daha küçük ölçekli yöresel kıta sahanlıkları bulunmaktadır. Bunun dışında, topografya genellikle çok keskin bir taban eğimi ile derinleşmekte, kıyıda yaklaşık 10-20 km mesafede 1000m derinliğe ve hemen sonra yaklaşık 2000m derinliğindeki Karadeniz basenine ulaşmaktadır. Bu nedenle, kıyı boyunca uzanan dar bir şerit dışında, Karadeniz'in tabanı, derinliği 2000-2200m olan geniş bir düzlükten oluşmaktadır. Derinliği 200m'den daha az olan sığ bölgeler Karadenizin toplam alanının sadece %27' sini teşkil etmektedir. Özellikle kıyılarımız boyunca uzanan irili-ufaklı kanyonlar; sığ su-derin deniz etkileşimleri, Akdeniz suyunun batması ve dağılması gibi olaylarda önemli rol oynamaktadır.

## 2.2 METEOROLOJİK ÖZELLİKLER

Atmosferik koşullardaki zamana ve yörelere bağlı değişimler, Karadenizin meteorolojik ve bunun sonucu olarak oşinografik yapısını etkileyen en önemli özelliklerinden birisini oluşturmaktadır. Bu konudaki bilgiler Morskoi Atlas (1955), The Black Sea Pilot (1969), Türk Meteoroloji Bülteni (1967) vs gibi çeşitli yayınlarda bulunmaktadır.

Karadenizin meteorolojik koşulları, özellikle kış aylarında olmak üzere, doğu-batı ve kuzey-güney yönlerinde değişmektedir. Karadeniz, genelde, Asya anakarası üzerindeki mevsimsel atmosferik basınç değişimlerinin ve bölgeden geçerek doğu yönünde ilerleyen, alçak basınç sistemlerinin etkisi altında bulunmaktadır. Kış aylarında, merkezi Sibirya

üzerinde olan yüksek basınç, Karadenizi etkisi altına almaktadır (kuzey kesimlerde 1020 mbar, güney bölgelerde 1016 mbar). Yaz aylarında ise göreceli olarak daha düşük basınç değerleri gözlenmektedir. Genellikle, güney ve doğu kesimlerindeki basınç değerleri batı kesimlerine nazaran daha az olmaktadır. Alçak basınç sistemleri en sık olarak Ekim-Mart döneminde ortaya çıkmakta ve kuvvetli kuzeyli rüzgarlar, yağış ve hava sıcaklığında önemli azalmalar gibi etkiler yaratmakta ve genellikle, (i) Akdeniz üzerinden gelmekte ve Ege Denizine ulaştığında kuzeydoğu iskimatine yönelerek Marmara Denizi ve Karadeniz üzerinden geçmekte, (ii) Balkanlar üzerinden gelerek Karadeniz üzerinden tipik olarak yaklaşık 10 m/san lık bir hız ile geçmektedir.

Alçak basınç sistemlerinin geçme sıklığı ve kuvvetine bağlı olarak, Karadenizdeki rüzgar koşullarında değişimler olmaktadır. Hakim rüzgarlar Batı Karadenizde kuzey-kuzeydoğu, Doğu Karadenizde ise güney yönünden esmektedir. Ocak-Şubat dönemlerindeki ortalama rüzgar hızı 8 m/san'den daha düşük olmakla birlikte, kuvvetli alçak basınç sistemlerinin geçtiği dönemlerde fırtına kuvvetinde kuzeyli rüzgarlar görülebilmektedir. Bu tür fırtınaların gözlem sıklığı, yaklaşık olarak toplam rüzgar gözlem sıklığının %5'i kadardır.

Bölgeyi etkisi altına alan alçak basınç sistemleri cephe sistemlerini de beraberlerinde getirmektedirler. Soğuk cepheler sıcak cephelere göre daha aktif olup, rüzgarlarda çok kuvvetli değişimler yaratmakta, ve bunların geçişi esnasında hava sıcaklığında azalmalar, basınç değerinde artış, yağmur ve kar şeklinde yağışlar ortaya çıkmaktadır.

Kış aylarındaki aktif meteorolojik koşullar, Nisan ve Mayıs aylarından sonra yerini daha düzenli ve kararlı meteorolojik koşulların hüküm sürdüğü ve daha zayıf rüzgarların estiği yaz koşullarına bırakmaktadır. Ortalama rüzgar hızı batı ve iç bölgelerde yaklaşık 5 m/san 'den ve doğu kesimlerde ise 3

m/san'den daha az olmaktadır. Bu koşullar bazı küçük değişimlerle Eylül-Ekim aylarına kadar devam etmekte ve daha sonra kış aylarına doğru yeniden bir dönüş gözlenmektedir. Hellermann and Resenstein (1983) aylık ortalama rüzgar gerilimi dağılımı bulgularını kullanarak Ocak, Nisan, Ağustos ve Ekim aylarına ait Karadeniz üzerindeki rüzgar gerilimlerini göstermiştir (Şekil 2a).

Karadeniz üzerindeki hava sıcaklığında önemli mevsimsel değişimler olmaktadır. Yaz aylarında, göreceli yüksek hava sıcaklığı tüm Karadeniz üzerinde homojen bir dağılım göstermekte, en yüksek ortalama değer kuzey ve iç bölgelerde 24°C, güney kesimlerde ise 22°C olmaktadır. Günlük hava sıcaklığı değişimleri Ağustos ayında maksimuma ulaşmakta ve 19°C ile 28°C arasında gerçekleşmektedir. Hava sıcaklıkları Eylül ayından itibaren azalmaya başlamakta, Ekim-Kasım döneminde en fazla düşüşü göstererek Ocak-Şubat aylarında minimum değerlerini almaktadır. Yaz aylarındaki homojen yapı bozulmakta ve bölgelere göre farklılıklar göstermektedir. Örneğin, Karadenizin güney kesimlerindeki ortalama 8°C olan hava sıcaklığı kuzeybatı kıta sahanlığı bölgesinde 0°C değerine kadar düşmektedir. Şubat ayından sonra, hava sıcaklığı tekrar yükselmeye başlamakta ve Mayıs ayında tüm bölgelerde yaklaşık 15-16°C ulaşmaktadır. Karadenizin genel olarak kış mevsiminde atmosfere olan ısı kaybı ve yaz aylarında ise atmosferden denize doğru olan ısı artışı dağılımları Şekil 2b de verilmektedir. Ayrıca Ocak, Nisan, Ağustos ve Ekim aylarındaki ortalama tatlı su girdisi ile buharlaşma miktarı farkının dağılımı Şekil 2c de gösterilmektedir.

### 2.3 SU KÜTLELERİNİN GENEL YAPISI

Karadeniz, Akdeniz'in aksine, yağmur ve nehirlerden gelen tatlı su girdisinin, buharlaşma nedeniyle olan su kaybına göre daha fazla olduğu, tatlı su ağırlıklı bir basendir. Çeşitli kaynaklardan derlenen bilgilere göre (Ünlüata ve diğ. 1989) yağmur ve nehir kaynaklı tatlı su girdileri ortalama olarak, sırasıyla, 225-300 km<sup>3</sup>/yıl ve 350 km<sup>3</sup>/yıl, buharlaşma miktarı ise 332-392 km<sup>3</sup>/yıl olarak verilmektedir.

Karadenizi oluşturan su kütlesi genel yapı itibariyle iki farklı karakterdeki su kütesinin etkileşmesinden ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri, Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı yoluyla Karadenize ulaşarak Karadenizin dip sularını oluşturan daha tuzlu ve dolayısıyla daha ağır olan Akdeniz kaynaklı sulardır. Diğer su kütlesi ise karasal kaynaklı girdiler ve yağış nedeniyle ortaya çıkan tatlı su fazlalığı nedeniyle Karadenizin yüzey tabakasını oluşturan daha hafif ve daha az tuzlu su kütesidir. Bu iki farklı su kütlesi yüzyıllar boyunca devamlı karışarak Karadenize özgü yeni bir su kütesinin oluşmasına neden olmuşlardır. Bu su kütlesi, karakteristik olarak, yüzeydeki 100-150m derinliğindeki yüzey tabakası, 1000m derinliğe kadar olan ara tabaka ve 1000m den deniz tabanına kadar olan derinliklerdeki dip tabakası olmak üzere, genel hatları ile üç tabakadan meydana gelmiştir. Ayrıca, Karadenizdeki su kütleleri hem bölgelere hem de mevsimlere göre önemli değişimlere uğramaktadır. Yoğunluk dağılımlarında en fazla değişim 100-150m derinlikte bulunan yoğunluk ara yüzeyi-piknoklinin üzerindeki yüzey sularında görülmektedir.

Yüzey tabakası, bütün yıl boyunca çeşitli ölçüde karışmaktadır. En kuvvetli karışım Şubat-Mart dönemindeki, atmosferde olan ısı kaybından kaynaklanan dikey konveksiyon olayları yanında, genel dolaşım sisteminin bir özelliği olarak Karadenizin iç kesimlerinden kıyılarına doğru meydana gelen

batma hareketleri de, 300-400m ye kadar olan su kütlelerinde bir karışım yaratmaktadır.

Sıcaklık değişimlerinin en fazla görüldüğü katman, atmosfer ile direk etkileşim halindeki yüzeğe yakın tabakadır. Senelik ortalama yüzeğ sıcaklığı güney Karadenizde 16 °C, kuzeydoğru bölgelerinde 13 °C ve kuzeybatı bölgelerinde 11°C civarındadır. Yüzeğ suyu sıcaklığı Aralık-Şubat döneminde güney ve iç kesimlerde 7-8 °C, kuzey kesimlerde ise 3-4 °C kadar azalır. Kış aylarında en soğuk sular sıfır derece ile kuzeybatı Karadenizdeki kıta sahanlığı bölgesinde görülmektedir. Yüzeğ sıcaklığı, ilkbahar aylarında, 15 °C ye ulaşmakta ve daha sonra yaz aylarında kuzeybatı bölgesinde 21-22°C, diğere bölgelerde ise 24-25 °C ye kadar yükselmektedir. Geçiş dönemi olan sonbahar aylarında, yüzeğ suyu sıcaklığı tekrar azalmakta ve batı Karadenizde 14-15°C, kuzeybatı kıya sahanlığında 10°C, doğu Karadenizde ise batıya göre daha az sıcaklıklara düşmektedir.

100m nin altındaki suların sıcaklığının hemen hemen sabit kalmasına rağmen, yüzeğdeki 50-75m kalınlığındaki su kütlelerinin sıcaklığı mevsimlere bağılı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Kış aylarında bu derinliklerde Karadenizin iç kesimlerinde tipik olarak 6-7°C, kuzeydeki kıta sahanlığı bölgesinde ise 3°C sıcaklığında olan homojen bir tabaka bulunur. Derinlere doğru gidildikçe sıcaklık artmakta ve 100m derinlikte takriben 8.5 °C ve 1000m de 9 °C ye ulaşmaktadır. Daha derinlerde ise sıcaklık artışı hemen hemen kaybolmakta ve dip sularda sadece 9.1 °C ye ulaşmaktadır.

1000m derinliğin altındaki dip sularında görülen 0.1-0.2 °C lik sıcaklık artışının, genel olarak yerkürenin iç kısımlarından yer kabuğuna doğru olan ısı akısının yarattığı jeotermal konveksiyon olayları nedeniyle meydana geldiği ileri sürülmektedir. Bu tür bir mekanizmanın çok uzun yüzyıllar boyunca devam etmesi sonucu, dip sularında 0.1-0.2 °C lik



Ovchinnikov ve Popov (1987) tarafından önerilen ikinci mekanizma da genellikle daha soğuk suların bulunduğu siklonik döngülerin iç kesimlerinde, yukarıda anlatıldığı gibi, soğuk ve kuru hava kütlelerini taşıyan kuzeyli rüzgarların etkisiyle soğuyarak konvektif çökmeler sonucu homojen su kütleleri meydana gelmesidir. Soğuk ve daha ağır olan bu su kütleleri daha sonra siklonların eteklerine doğru kendi yoğunluk eşdeğer tabakaları boyunca dağılmakta ve böylece genel dolaşım sistemi yardımı ile bütün Karadenize yayılmaktadır.

Bu güne kadar yapılan çalışmalar, Romanya ve Bulgaristan açıklarından güneye doğru ve daha sonra doğuya doğru kıyılarımız boyunca akan genel dolaşım sisteminin, SAT suyunu doğu Karadenize kadar taşıdığını göstermektedir. SAT suyu Batı Karadenizde göreceli olarak daha kalın ve yüzeğe yakın iken genel dolaşım ile doğuya taşınması esnasında giderek karışarak incelmekte ve daha derinlere batmaktadır. Öte yandan, SAT suyu İstanbul Boğazı çıkış bölgesinde daha tuzlu ve sıcak Akdeniz kaynaklı sular ile etkileşmekte ve bu nedenle tuzluluk ve sıcaklığında az bir artış görülmektedir.

### 2.3b Oksijen değişimleri

Karadenizde, daha tuzlu ve oksijen bakımından fakir Akdeniz kaynaklı dip sularını, oksijence zengin ve daha az tuzlu yüzey sularından ayıran bir ara tabakasının varlığı nedeniyle, tabakalar arasında oldukça zayıf oranlarda dikey karışım olayları meydana gelmekte ve bu nedenle derin sular yeteri kadar oksijence beslenememektedir. Bunun sonucu olarak, 100-150m derinliklerdeki az miktarda oksijen ile hidrojen sülfür ( $H_2S$ ) in beraberce bulunduğu bir geçiş tabakası (C-tabakası)nın altında tümüyle oksijensiz koşullar hüküm sürmektedir.

Son yıllarda, C-tabakasının kalınlığı ve dağılımı, H<sub>2</sub>S tabakasının başlangıç seviyesi, Sovyet araştırmacıları tarafından kapsamlı bir şekilde incelenmektedir (Faschuk ve Ayzatullin, 1986; Novoselov ve diğ., 1987; Leonov ve Ayzatullin, 1987). Bu araştırmalar, daha önceleri Filippov (1968) tarafından ileri sürüldüğü gibi, H<sub>2</sub>S tabakasının sabit olmayıp genel sirkülasyon ile uyumlu bir şekilde zamana ve bölgelere göre değişmekte olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca, bu çalışmalar, H<sub>2</sub>S tabakasının son yıllarda, 1940-1960 dönemine göre, yükselmekte ve C-tabakasının giderek kalınlaşmakta olduğunu göstermektedir. Faschuk ve Ayzatullin (1986), H<sub>2</sub>S tabakasının tüm Karadeniz genelinde ortalama olarak 20m kadar yükseldiğini belirtmektedir. Rybinin ve Kravets (1980), 1973-1978 yılları arasında yapılmış çalışmaların ışığında, H<sub>2</sub>S tabakasının ilk defa 100m seviyesine ulaştığını söylemektedir. H<sub>2</sub>S tabakası seviyesinin yükselmesi, 1988 yılında gerçekleştirilen R/V Knorr araştırmalarının ışığında, Murray ve Diğ. (1989), ve Murray ve İzdar (1989) tarafından da belirtilmiştir. Bu çalışmalar, ayrıca, H<sub>2</sub>S tabakası ile oksijenli sular arasında ikisinin de beraberce bulunduğu bir geçiş tabakasının olmadığını, H<sub>2</sub>S tabakasının az oksijenli (suboksik) bir tabaka ile oksijenli sulardan ayrıldığını göstermektedir.

H<sub>2</sub>S seviyesindeki değişimler, tabii nedenlerden çok, son yıllarda Karadenize olan nehir girdilerinin önemli ölçüde kısılması sonucu ortaya çıktığı ileri sürülmektedir. KKS bölgesindeki karasal kaynaklı tatlı su girdisinin azalması, ara tabakanın altındaki suların tuzluluğunun artmasına, ara tabakasının yükselerek keskinleşmesine ve sonuç olarak oksijen alış-verişinin azalmasına yol açmaktadır.

### 2.3c Akdeniz kaynaklı dip sularının dağılımı

İstanbul Boğazından çıkararak Karadenize giren Akdeniz kaynaklı dip sularının, İstanbul Boğazı-Batı Karadeniz bağlantı bölgesinin kıta sahanlığındaki, yayılım özellikleri son yıllarda yapılmış bulunan kapsamlı çalışmalar sonucu açıklığa kavuşturulmuş bulunmaktadır (Tolmazin, 1985b; Büyüközden, ve diğ., 1985; Latif ve diğ., 1989). Bunun yanında, Akdeniz suyunun derin sulara doğru yayılmasını inceleyen çalışmaların ise oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir.

Tolmazin (1985b) ve Latif ve diğ. (1989) inde anlatıldığı gibi Akdeniz kaynaklı dip suları çok ekstrem koşullar haricinde devamlı olarak bütün yıl boyunca Karadenize ulaşmaktadır. İstanbul Boğazı'nın çıkışındaki eşikin bulunduğu kanal boyunca ilerleyen dip suları daha sonra yörenin topografik yapısına uygun olarak kuzeybatı istikametine yönelmektedir. Kıta sahanlığını geçen sular Karadeniz suları ile karışıp giderek incelmekte, tuzluluğu azalmakta ve yaklaşık 22 ppt ile kuzeydoğu istikametinde derin sulara yönelmektedir.

1958-1961 yılları arasında Sovyet araştırmacıları tarafından çeşitli mevsimlerde yapılan çalışmalar (Bogdanova, 1961), ince bir tabaka halinde Batı Karadeniz kıta sahanlığına ulaşan Akdeniz kaynaklı dip sularının Karadenizin derin sularındaki yayılım özelliklerinin, Karadeniz suları ile Akdeniz suyunun mevsimsel yapısına bağlı olduğunu göstermiştir. Genel olarak, ilerideki bölümlerde anlatılacak olan, Karadenizin genel dolaşım sistemi ile birlikte güneydoğu istikametinde hareket eden Akdeniz kaynaklı dip suları, üzerindeki Karadeniz suları ile devamlı surette karışarak değişimlere uğramaktadır. Bir dereceye kadar soğuyan ve tuzluluğu azalan bu suların yoğunluğu artmakta ve böylece kendi yoğunluğuna eşit yoğunluk tabakasına kadar batmaktadır. Boguslavisky ve diğ. (1982) tarafından bildirildiğine göre, Ağustos 1978 ve Kasım 1980 de yapılan hidrografik çalışmalar Akdeniz kaynaklı suların doğu

karadenize doğru 500, 600, 1000, 1400, 1800m derinliklerde yayıldığını göstermiştir.

#### 2.4 GENEL DOLAŞIM SİSTEMİ VE AKINTILAR

Karadenizin genel dolaşımı; basenin çevresi boyunca dolanan siklonik bir kıyasal akıntı sistemi (KAS), çok çeşitli zaman ve mekan boyutlarında gerçekleşen döngüler ve bunlarla ilintili jetler, filamentlerden oluşmaktadır. Neumann (1942) tarafından verilen ve Temmuz-Eylül dönemlerindeki o zamana kadar elde edilen tüm bulguları kullanarak hesaplanan ortalama tipik yaz dönemi jeostrofik akıntı şemasına göre (Şekil 3a), KAS yaklaşık olarak 34° doğu boylamı boyunca Anadolu ve Kırım kıyıları açıklarında ikiye ayrılmakta ve batı ve doğu basenlerinde iki tane büyük ölçekli siklonik dolaşım ortaya çıkmaktadır. Kırım Burnu civarında ikiye ayrılan KAS'ın bir kolu güneybatıya yönelerek batı basenindeki büyük siklonik dolaşıma katılırken, diğer kolu da kuzeybatıya doğru ilerlemekte ve kuzeybatı kıta sahanlığında daha küçük bir siklonik bir dolaşım yaratmaktadır. Doğu Karadeniz baseninde ise genellikle merkezleri 37° ve 39° doğu boylamları boyunca iki tane siklonik döngü ile basenin güneydoğu bölgesinde daha küçük ölçekli antisiklonik bir döngü bulunmaktadır. Bunlara ek olarak, genel dolaşım sisteminin söz konusu büyük ölçekli döngülerden kopmalar nedeniyle ortaya çıkan daha küçük ölçekli döngüler ihtiva ettiği görülmektedir.

Neuman (1942) tarafından verilen dolaşım şemasında çok küçük detaylara varan bilgilerin bulunması, o tarihlerde bu kadar bilgiyi derleyebilecek sıklıktaki deniz çalışmalarının yapılmış olduğunu göstermesi bakımından hayret vericidir. Orijinal yayının elimizde bulunmaması nedeniyle bu konuda daha fazla aydınlatıcı bilgi verilememiştir.

Neumann (1942) den sonra yapılan çalışmalar ana hatları ile bu sirkülasyon şemasını doğrular niteliktedir. Örnek olarak, Boguslavisky ve diğ. (1976) tarafından Karadeniz genelindeki 32 noktada gerçekleştirilen akıntı ölçümleri (Şekil 3b) batı ve doğu basenlerindeki siklonik döngüler ile basenin en güneydoğu ucundaki antisiklonik döngünün varlığını doğrulamaktadır. Bu ölçümler Ekim-Kasım döneminde akıntı ölçerlerin istasyonlarda birkaç saat süre ile çeşitli derinliklere sarkıtılması ile elde edilmiştir. Diğer bir destekleyici bilgi, 1920-1980 yılları arasındaki yaz bulgularının (Altman ve diğ, 1987) 100m deki ortalamasını gösteren sıcaklık ve tuzluluk dağılımı (Şekil 4a,b) ile, gene uzun ölçekli bulguların ortalamasının kullanılması ile 300 desibar (db) hareketsizlik seviyesine göre elde edilen dinamik yükselti dağılımıdır (Şekil 4c).

Kış sirkülasyonunun daha organize ve kuvvetli olduğu görülmektedir (Şekil 5a-c). Bu mevsimin en büyük özelliği, KAS'ın doğu ve batı siklonlarını yaratacak şekilde ikiye ayrılmadan Karadeniz kıyılarını çevrelemesidir. Şekil 5c de görüldüğü gibi, bu basenlerin merkezlerinde sadece küçük ölçekli birer siklonik çevrim bulunmaktadır.

Karadenizin genel dolaşım sistemini oluşturan üç önemli faktör bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla, rüzgarlardaki doğu-batı, kuzey-güney yönlerindeki değişimler, su kolonundaki dikey yönde meydana gelen sıcaklık ve tuzluluk değişimleri ve İstanbul Boğazı-Karadeniz arasındaki su alışverişidir. Gamsakhurdiya ve Sarkisyan (1976) tarafından yapılan diyagnostik modelde, uzun-ölçekli kış mevsimi ortalaması yoğunluk, atmosferik basınç değişimleri ve yoğunluk-taban topografyası etkileşiminin (JEBAR) sonuçları incelenmektedir. Elde edilen sonuçlar, yüzey akıntılarının oluşmasında en önemli etkinin (yaklaşık %90) JEBAR etkisi olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Atmosferik basınç değişimleri sadece kuzeybatı kıta sahanlığında önem kazanmakta, beta etkisi ve taban

sürtünmesinin baroklinik yapı ile etkileşimi gibi faktörlerin ise tüm basen için önemsiz olduğu ortaya çıkmaktadır. Şekil 6a dan görülebileceği gibi, yüzey dolaşım şeması Karadeniz kıyılarını çevreleyen bir siklonik akıntı sistemi ile doğu ve batı basenlerinde büyük ölçekli siklonik döngüler ve merkezleri 31° ve 37° doğu boylamlarında bulunan iki tane daha küçük ölçekli antisiklonik döngüden oluşmaktadır. Gamsakhurdiya ve Sarkisyan (1976) tarafından verilen diyagnostik model sonuçlarının kış şartlarını gösterdiği ileri sürülmesine rağmen, modelin ortaya çıkardığı sonuçlar daha çok, yukarıda ana hatları ile anlatılan, yaz sirkülasyonuna benzemektedir.

Uzun dönem Ocak ayı ortalaması rüzgar dağılımını göz önüne alıp; taban topoğrafyası, tabakalaşma özellikleri, Coriolis parametresinin enlemlere göre değişimleri gibi faktörleri de modelde kullanarak Moskalkenko (1976) tarafından yapılan sayısal modelleme çalışmasında, Şekil 6b de gösterilen dolaşım elde edilmiştir. Elde edilen dolaşım kış mevsiminde genel siklonik akıntı sisteminin varlığını doğrulamaktadır. Bu sistem içinde biri batı baseninde diğeri de doğu baseninde yaklaşık olarak Kırım'ın güneydoğusundaki bölgede olmak üzere iki tane siklonik döngü sistemini bulunduğu bildirilmektedir. Bunların yanında, bir tanesi doğu baseninin güneydoğu kesimini kaplayan, diğeri de biraz daha küçük ölçekte olmak üzere Sinop burnu civarında olmak üzere iki tane antisiklonik döngü bulunmuştur. Moskalkenko (1976) sayısal model çalışmasında elde edilen dolaşımın, gözlemler neticesinde görülene benzer olması nedeniyle, Karadeniz sirkülasyonunun genelde rüzgarlar tarafından belirlendiğini ortaya koymaktadır. Gerçekte, dolaşım hücrelerinin rüzgar geriliminin yatay gradyanlarının (wind stress curl) dağılımı ile uyduğu görülmektedir.

Karadenizin dinamiğini incelemeye yönelik diğer bir sayısal model de Marchuk ve diğ. (1975) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma Karadenizin genel dolaşım sisteminin oluşmasında

bölgesi civarında antisiklonik bir döngü bulunduğu görülmektedir. Şekil 7c de gösterilen, Kasım 1988 bulgularından elde edilen akıntılarda ise siklonik dolaşımın içindeki daha önce şekil 7a da belirtilen kuzey-güney istikametinde uzanan büyük döngünün bu kez batı-doğu doğrultusunda oluştuğu, gene KKS yakınlarında bir antisiklonun bulunduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 7d de gösterilen Nisan 1979 dönemindeki dolaşım sistemi ise çok daha karmaşık bir durumun varlığını ve dolayısı ile genel dolaşımdaki dinamizmi ve zamana göre değişimi ortaya koymaktadır. Bu durumun en önemli özelliği ise siklonik döngülerin parçalanarak üç tane orta-ölçekli döngünün ortaya çıkmasıdır. Bu şekilde, KAS'in özellikle Anadolu kıyıları boyunca ilerlerken siklonik döngüleri desteklemek üzere basenin merkezine doğru kıvrılması nedeniyle zayıfladığı görülmektedir. KKS yakınlarındaki antisiklon ise elips şeklinde iki tane siklonun arasına girmiştir. Bu şekil, diğerlerinde görülmeyen, Anadolu kıyıları çevresinde yaklaşık 31-32° D boylamları arasında bulunabilecek bir döngünün daha varlığına işaret etmektedir.

Haziran 1985 bulguları kullanılarak elde edilen 100m deki jeostrofik akıntı şemasının gösterildiği Şekil 8a da, Doğu Karadeniz baseninde batıdakine benzer şekilde Anadolu kıyıları boyunca kıvrımlar yapan KAS ve orta-ölçekli bir seri döngülerin bulunduğu görülmektedir. Siklonik genel sirkülasyon içinde ortada daha büyük ve doğu kesiminde daha küçük olmak üzere iki siklonik döngü yanında, basenin en güneydoğu kesiminde küçük bir antisiklon bulunmaktadır. Ayrıca, Samsun-Ordu arasındaki kalan kıyı bölgesinde bulunan bir antisiklonun sadece uç kesimi görülmektedir. Karadenizin güneydoğu bölgesindeki Ağustos 1983 şartlarının gösterildiği Şekil 8b de ise KAS ve antisiklonik döngünün farklı bir konum gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Şekil 8a de kuzey-kuzeydoğu yönünde ilerleyen KAS Ağustos 1983 durumunda 42°K enlemi

civarında güneydoğuya doğru dönerek bir kıvrım çizmekte ve tekrar kıyı boyunca kuzeye ilerlemektedir. Böylece nceki Őekildeki güneybatı-kuzeydoğu doğrultusundaki antisiklon güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda bulunmaktadır. Şekil 8c deki durumda ise antisiklonik döngü bu kez doğu-batı istikametinde bulunmaktadır.

Karadenizin genel sirkülasyonuna yönelik çalışmaların yanısıra Bulgaristan kıyıları boyunca yapılan çeşitli alışmalar (Truchev ve Stanev, 1983) kıyı ile KAS arasında güneydeki Istanbul Boğazı ıkış bölgesine doğru uzanan bir antisiklonun varlığını göstermektedir (Şekil 9).



### 3. ÖLÇÜM PROGRAMI VE BULGULARIN İŞLENMESİ

#### 3.1 ÖLÇÜM PROGRAMI

Proje kapsamına giren ölçüm bölgesi Batı Karadeniz olup, araştırma bölgesinin kuzey sınırı genellikle 42°K enlemi, güney sınırı ise kıyılarımız ile çevrelenmiştir. Çalışma bölgesinin doğu sınırı Zonguldak açıklarından geçen 32°D boylamı ile sınırlanmıştır. Sadece bir sefere ait olmak üzere sinop açıklarına kadar çalışma yapılmıştır. Söz konusu bölgede, Ocak 1986-Ağustos 1987 tarihleri arasında R/V BİLİM araştırma gemisi ile 1986 yılında dört, 1987 yılında ise iki olmak üzere toplam altı sefer gerçekleştirilmiştir. Seferler sırasındaki meteorolojik koşulların zorlamasına bağımlı olarak, önceden hazırlanmış sefer planları üzerinde gerekli bazı değişiklikler yapılmıştır. Söz konusu seferlerin tarihleri aşağıda, çalışma istasyonları ise Şekil 10a-f de gösterilmektedir. İstasyonların konumları gemideki Magnavox uydu navigasyon cihazı ile ±250 metre hata payı ile saptanmıştır.

- 1) 26-28 Ocak 1986 (Şekil 10a)
- 2) 20-23 Mayıs 1986 (Şekil 10b)
- 3) 14-17 Temmuz 1986 (Şekil 10c)
- 4) 24-30 Eylül 1986 (Şekil 10d)
- 5) 21-28 Nisan 1987 (Şekil 10e)
- 6) 25-28 Ağustos 1987 (Şekil 10f)

#### 3.2 BULGU TOPLAMA

İstasyonlarda Sea Bird Electronics SBE-9 sistemi kullanılarak çeşitli derinliklerde sıcaklık, tuzluluk, iletkenlik, yoğunluk ve sudaki çözünmüş oksijen ölçümleri

gerçekleştirilmiştir. Bu sistem, üzerinde çeşitli algılayıcıların bulunduğu ve kablo ile denize indirilen bir profil alma cihazı, gemideki bir elektronik işlem birimi ve buna bağlı bir IBM-PC mikro-bilgisayardan oluşmaktadır. Sistem hazır bir paket program ile kontrol edilmektedir. Gemideki elektronik birim ve denize indirilen algılayıcı sistemi arasındaki iletişim oşinografik vinç aracılığı ile denize indirilen 5mm çapındaki iletken bir kablo ile kurulmaktadır. SBE-9 bulgu toplama cihazı, üzerindeki çeşitli algılayıcılar aracılığıyla ölçtüğü derinlik, sıcaklık, iletkenlik ve oksijen değerlerini frekans birimlerine çevirerek bu kablo ile gemideki birime göndermekte, burada çözümlenen bulgular bilgisayara iletilmektedir. Burada bütün değerler kalibrasyon katsayılarına bağımlı olarak hesaplanmaktadır. Tuzluluk ve sigma-t (yoğunluk) Fofonoff ve Millard (1983) tarafından verilen ve Uluslararası Oşinografi Komisyonu tarafından kabul edilmiş bağıntılara göre sıcaklık ve iletkenlik değerleri kullanılarak IBM-PC'de anında hesaplanmakta ve bütün değerler daha sonra kullanılmak üzere disketlerde saklanmaktadır. Bu sistem sıcaklığı 0.004 °C/yıl, iletkenliği 0.0003 Siemens/m/yıl duyarlık ile ölçebilmektedir. Algılayıcıların ölçüm ayırıcılığı sıcaklık için 0.0003 °C, iletkenlik için 0.0004 Siemens/m ve oksijen için 0.01 ml/l'dir. Oksijen ölçümleri her seferde bir veya birkaç istasyonda çeşitli derinliklerden alınan su örneklerinde yapılan Winkler titrasyon ölçümleri ile kalibre edilmiş ve gerekli düzeltmeler uygulanmıştır.

SBE-9 hidrografik profil alma cihazının bir özelliği de sürekli ölçüm yaparak kullanıcı tarafından saptanan belli sayıdaki ölçümün ortalamasını vermesidir. Bu ölçüm programı çerçevesinde bir saniyede 24 ölçümün ortalaması alınmış ve ortalama derinliğe karşılık gelen sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk, oksijen, vs değerleri elde edilmiştir. Bu özelliği nedeniyle, SBE sistemiyle, çeşitli derinliklerdeki

su özellikleri oldukça ayrıntılı bir biçimde saptanabilmektedir.

Ölçümler cihazın hem derinlere doğru indirilmesi hem de yukarı çıkarılması sırasında yapılabilmektedir. Gözlemler, özellikle tuzluluk ve çözülmüş oksijende, cihazın aşağı indirilirken daha doğru ve duyarlı ölçümler yaptığını göstermiştir. Bu nedenle, sadece aşağı inerken elde edilen bulgular işlenmiştir.

### 3.3 BULGULARIN İŞLENMESİ

Elde edilen bulguların işlenmesindeki ilk aşamayı kalite kontrolları, çeşitli filtreleme işlemleri ve bulgu sayısının bir dereceye kadar azaltılması oluşturmaktadır. Cihazın suya indirilmesinden hemen önce havada elde edilen, ve suda yüzeye yakın 0.5 metre kalınlık içinde yapılan ölçümler değerlendirilmeden çıkarılmıştır. Bulguların gemideki üniteye iletilmesi sırasında ortaya çıkabilecek yanlışlıklar, SBE-9 sisteminin bir özelliği olan sayaç yardımı ile kontrol edilmiştir. Bu sistem, parametrelerin ölçülmesi esnasında her bulgu seti için bir sıra numarasını da bilgisayara iletmekte ve bu sayılar iletişimden doğan hataların ortaya çıkarılmasında araç olarak kullanılmaktadır. Bulguların toplanması sırasında sayaç'ın bir saniyede toplanan bulgu sayısı olan 24 fark ile artmaması halinde, buna karşılık gelen bulgular bulgu setinden çıkarılmıştır. Öte yandan, bulgular cihazın su içindeki indirilme hızına göre kontrol edilmiştir. Oksijen algılayıcısının algılama zamanının diğer algılayıcılardan oldukça yavaş (100 milisaniye) olması nedeniyle, ayrıca sıcaklık ve iletkenlik algılayıcılarının yerleşme zamanlarındaki farklılıklardan dolayı iletkenlik değerlerinde ortaya çıkabilecek gerçek dışı ani sıçramaları önleyebilmek için cihazın indirilme hızının belli bir sınırın altında olması gerekmektedir. Çok yavaş bir indirme

hızı uygulandığı halde ise bulgu hacminde büyük bir artış ortaya çıkmaktadır. Deneyler sonucunda, cihazın ortalama indirme hızının yaklaşık 80 cm/s olması gerektiği saptanmıştır. Bu hızın altında ve üzerindeki belli sınırlar dışında kalan bulgular o istasyona ait bulgu setinden çıkarılmıştır. Ayrıca, ard arda gelen bulgularda sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk değerleri arasındaki farkların cihazın duyarlık sınırlarının altında kalması halinde bu tür bulgular da değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Yukarıda anlatılan kontrollerin yapılmasından sonra, basınç değerlerine üç kez alçak-geçirimli filtreleme, sıcaklık, tuzluluk ve oksijen değerlerine de Sy (1985) tarafından verilen medyan filtreleme teknikleri uygulanarak bulgulardaki ani sıçramaların giderilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, yoğunluk değerleri incelenerek kararlı tabakalaşma koşulları bulunmayan bulgular değerlendirme dışı bırakılmıştır. Sonuç olarak, istatistiksel ve fiziksel güvenilirliği olmayan bulguların temizlenmesi ile ortaya çıkan sıcaklık, tuzluluk, oksijen değerlerinden yeniden sigma-t (yoğunluk) ve oksijenin doymuş oksijen değerine göre oranı ve farkı hesaplanmıştır.

Temizlenmiş bulguların saklanması ve gerekli diğer hesaplamalarda kullanılmak üzere daha sık aralıklarla elde edilen ayrı bir bulgu seti daha türetilmiştir. Bu bulgu seti, birbirini izleyen derinlikler arasındaki parametrelerin dikey gradyanlarının belirlenmiş sınırlardan daha büyük veya daha küçük olup olmadığı yargılanarak bulguların en aza indirgenmesi ile oluşturulmuştur.

#### 4.1c Yoğunluk değişimleri

Genellikle tuzluluk profillerine benzeyen, dolayısıyla tuzluluk değişimleri tarafından belirlenen, yoğunluk profilleri de Şekil 12a-f de gösterilmektedir. Tuzluluğun mevsimsel olarak en fazla değişime uğradığı en üstteki 25m lik tabakada yoğunluk "sigma-theta" cinsinden 11-14 arasında değerler almaktadır. Daha sonra 60m ye kadar, yoğunluğun  $14.5 \pm 0.2$  olarak değiştiği homojen bir tabaka bulunmaktadır. Bu yüzey tabakasını, 75-125m ler arasında yer alan yoğunluk ara yüzeyi (piknoklin) takip etmektedir. Yoğunluk 100m de  $15.6 \pm 0.2$ , 150m de  $16.1 \pm 0.1$  olarak değişmektedir. 200m nin altında ise oldukça yavaş değişimler görülmekte, yoğunluk 500m de sadece 17.0 ye, 1000m de ise 17.2 ye ulaşmaktadır.

#### 4.1d "Intrusion" Özellikleri

Özellikle İstanbul Boğazı açıklarındaki (kıta sahanlığının dışında) bazı istasyonların sıcaklık ve oksijen profillerinde, yüzeyden derinlere doğru Şekil 12a-f de görüldüğü gibi düzgün değişimlerin yerine, çeşitli su kütlelerinin iç içe geçmesi nedeniyle ortaya çıkan batma hareketlerine rastlanmaktadır. Bu olay genelde SAT kaynaklı daha soğuk ve oksijeni daha fazla suların SAT altındaki katmanlara çökmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Şekil 13a deki profiller 300-350m derinliklere kadar gerçekleşen ve bu derinliklerde sıcaklığın  $0.05^{\circ}\text{C}$  kadar azalmasına yol açan bu tür bir çökme olayını göstermektedir. Ağustos 1987 ye ait bu tür bir olayın meydana geldiği, İstanbul Boğazı açıklarındaki kıta eğimi boyunca uzanan hat üzerinde alınan bir sıcaklık kesiti, Şekil 13b de verilmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi, çökme olayının meydana geldiği bölgedeki su katmanları içinde sıcaklık cepeleri ve su kütlelerinin iç içe geçmesinden kaynaklanan cepler ortaya çıkmaktadır. Bu tür ceplerin yatay ölçeği 20-30 km, dikey ölçeği ise 20-30m kadar olduğu anlaşılmaktadır.

tarafındaki kıta sahanlığı bölgemizde yaklaşık 30m kalınlığında, tuzluluğu ve sıcaklığı 0.25 ppt ve 0.25°C kadar daha düşük, yoğunluğu 1.014 gr/cm<sup>3</sup> den daha az bir su kütlesi bulunmaktadır. Bu su kütlesi kıyı akıntıları ile Romanya ve Bulgaristan kıyılarını izleyerek kıta sahanlığı bölgemize ulaşan Tuna nehri sularının izlerini taşımaktadır.

145919-153001 nolu istasyonların bulunduğu daha derin sularda ise yüzeyde yaklaşık 60m kalınlığında ve T=8.25°C, S=18.25 ppt D=14.25 değerleri ile belirlenebilen homojen bir tabaka bulunmaktadır. Daha doğuya gidildiğinde ise 153034 ve 155110 istasyonlarının bulunduğu bölgede kıta sahanlığındakine benzer şekilde yoğunluğu 14.0 den daha az yaklaşık 40m lik bir su tabakasının bulunduğu görülmektedir. Bu su kütlesinin, anılan bölgenin kuzey-kuzeydoğusunda genel olarak her zaman görülen (bak. Bölüm 2.4) siklonik döngüden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Yaklaşık 60m kalınlığındaki yüzey tabakasının altında, 30-40m kalınlığındaki SAT tabakası yer almaktadır. 153034 ve 155110 istasyonlarının bulunduğu bölgede SAT in bir miktar daha kalın ve en düşük sıcaklığa (T=7°C) sahip olması nedeniyle kuzeyden gelen KAS'in buradan geçerek doğuya yöneldiği anlaşılmaktadır. SAT'in altında ise 150m ye kadar hidrografik özelliklerin, daha önce de belirtildiği gibi, hızla değiştiği, buna karşılık 200m den sonra bu değişimlerin en aza indiği gözlenmektedir.

Şekil 14b de verilen Zonguldak açıklarındaki kesitlerde ise genel olarak 60m lik homojen bir yüzey tabakası, bunu takip eden ve 131110 istasyonunda bir miktar kalınlaşan 60-90m ler arasındaki SAT ve 150 hattındakilere çok benzeyen geçiş tabakaları bulunmaktadır.

Mayıs 1986 kesitleri incelendiğinde (Şekil 15a-e) genel olarak, yüzeyde mevsimsel şartlardan etkilenen sıcaklığın 8-16°C, tuzluluğun 18.25-18.50 ppt arasında değiştiği 30-40m

derinliğinde bir tabaka bulunmaktadır. 150 hattının batı kesimindeki kıta sahanlığında Ocak 1986 seferine benzer şekilde Tuna nehrinin etkisini gösteren 30m lik daha az tuzlu bir tabaka bulunmaktadır. Şekil 15a deki sıcaklık kesitinden SAT içindeki en soğuk bölgenin  $T=6.50-6.75$  ile 150090 istasyonu ile kıta sahanlığımız arasında görüldüğü, bu nedenle KAS'ın kuzeyden gelerek bu bölgeden güney-güneydoğuya yöneldiği anlaşılmaktadır. SAT yaklaşık 100m derinlikte son bulmaktadır.

Daha güneydeki 130 hattı boyunca ise 30m lik yüzey tabakasının altında ve özellikle 130945-130115 istasyonları arasında daha soğuk ve kalın bir SAT görülmektedir. SAT in en düşük sıcaklığı 130030 istasyonunda olup  $6^{\circ}\text{C}$  kadardır. Gene aynı istasyonda yüzey tabakasındaki tuzluluk değerlerinin diğer istasyonlardakine göre 0.25-0.50 ppt kadar daha az olduğu görülmektedir. Kuzey-güney yönündeki 945 hattına bakıldığında SAT suyunun kıyıya paralel olarak güneydoğu yönünde ilerleyerek 115945-125945 arasındaki bölgeye kadar sokulduğu anlaşılmaktadır. 030 kesitinde ise SAT in kıyıda 130030 istasyonuna kadar olan bölgeyi kapladığı görülmektedir. Ayrıca, gene aynı bölgede, yüzey tuzluluk değerlerinin, Sakarya nehrinin etkisinden ötürü ortalama değerden 1 ppt kadar daha az olmak üzere 17 ppt civarında olduğu gözlenmektedir. Zonguldak açıklarındaki 115 hattında ise daha farklı bir yapı ortaya çıkmakta, SAT in içindeki en soğuk suyun  $7^{\circ}\text{C}$  civarında olduğu ve yüzey tuzluluk değerlerinde Sakarya nehrinin etkisinin kaybolduğu görülmektedir. SAT içinde kıyıda açığa kadar bütün hat boyunca göreceli olarak daha sıcak SAT bulunması bu bölgede nispeten durağan koşulların varlığına işaret etmektedir. Daha ileride değinileceği gibi bu bölgede gerçekte bir antisiklonik döngünün varlığı ortaya çıkmıştır.

Şekil 16a-e de verilen Temmuz 1986 T, S, D kesitlerinde yüzey sıcaklığının  $23^{\circ}\text{C}$  yükseldiği, yüzey tabakasının çok keskin bir

sıcaklık tabakalaşması ve 30-40m deki mevsimsel termoklin ile derinliği 100m ye kadar ulaşan SAT dan ayrıldığı görülmektedir. Doğu-batı doğrultusunda uzanan 150 hattının en batı ve doğu kesimlerindeki göreceli olarak kalın SAT, 150925-150945 istasyonlarının bulunduğu kesimde bariz bir şekilde incelmektedir. Bu inceleme kuzeyden gelerek genelde doğuya doğru yönelen KAS'ın İstanbul Boğazı açıklarında ikiye ayrılması ve bu nedenle meydana gelen dikey su hareketlerinden (upwelling) dolayı meydana gelmektedir. Bu olgu tuzluluk ve yoğunluk kesitlerinde de belirgin bir biçimde kendini göstermektedir. Tuzluluk kesitinde, buna ek olarak, 150030 ve 150050 istasyonları civarındaki bölgede daha az tuzlu yüzey sularının varlığı görülmektedir.

SAT suyu, daha belirgin bir biçimde, doğu-batı yönündeki 130 hattında, 30-120m derinlikleri arasında en düşük sıcaklığı 6.5°C olan bir su kütlesi olarak görülmektedir. Aynı şekilde, 130030 ve 130050 istasyonlarının bulunduğu bölgede az tuzlu yüzey suları bulunmaktadır. Kuzey-güney yönündeki 945, 030 ve 115 hatlarında, kıyıya yakın bölgelerde ara tabaka suları belirgin bir biçimde ortaya çıkmakta iken, 150 kesitindeki istasyonların bulunduğu açıklarda bu suların daha ince bir tabaka halinde görüldüğü anlaşılmaktadır.

Şekil 17a-e de verilen Eylül 1986 ve Şekil 18a-e de verilen Ağustos 1987 dönemine ait kesitlerde genellikle Temmuz bulgularındaki yaz şartlarının varlığı gözlenmektedir. 150 hattı boyunca 150945 istasyonu civarında KAS nin iki kola ayrıldığı, bir kolun İstanbul Boğazına girerken diğer kolun doğuya doğru ilerlediği görülmektedir.

Nisan 1987 kesitlerinde (Şekil 19a-f) görülen en önemli özellik, bulguların genellikle kış şartlarının devamını göstermesi ve dikey konvektif batma olaylarından kısa bir süre sonra elde edilmiş olmasıdır. Yüzey sularının henüz ısınmaya



başlamamış olması nedeniyle, SAT'nın hemen hemen yüzeyden başlayarak 120-150m lik derinliklere kadar olan su kabakasını kapsadığı görülebilmektedir. Çalışma alanının en dışındaki istasyonlardan geçen kesitlerde soğuk ara tabaka sularının 120m ye kadar ve 6.0°C den daha soğuk değerlere sahip olduğu görülmektedir. Yüzey tuzlulukları genelde 18.25-18.50 ppt olup, Bulgaristan yakasındaki kıta sahanlığı ile L50P20 istasyonunun bulunduğu bölgedeki Filyos nehri civarında tatlı su girdilerinin etkisiyle tuzluluk lokal olarak 16.5 ppt ye kadar düşmektedir. Ayrıca, T,S,D kesitlerinde yer yer kuyular yer almaktadır. Bunlardan bir tanesi Bulgaristan tarafındaki kıta sahanlığı bölgesinde, diğeri ise Sakarya nehrinin ağzının batı yakasındaki bölgededir. Bu tür kuyulara bu bölgeleri kapsayan diğer kesitlerde de görmemiz nedeniyle bu bölgelerde birer antisiklonik döngünün bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu tür dolaşım özellikleri daha ilerideki Şekil 20 de daha belirgin olarak görülecektir. Ayrıca, daha önce değinildiği gibi, KAS'ın İstanbul Boğazı açıklarında ikiye ayrılması olayı L50L00-L50L25 istasyonları civarındaki "upwelling" den anlaşılmaktadır. L30 hattında (Şekil 19b) SAT suları 5-6°C lik sıcaklıkları ile 150m lik bir tabaka halinde İstanbul Boğazı önlerinde görülmektedir. SAT sularının enterasan bir özelliği Şekil 19a deki Q20 kuzey-güney hattı boyunca görülmektedir. Bu kesitte SAT'ın kıyasal istasyonlarda 130-140m kalınlığa sahipken M30Q20 ve M50Q20 istasyonlarında yaklaşık yarısı kadar bir kalınlığa sahip olması, iç kesimlerdeki siklonik bir döngünün bu bölgede de etkili olduğunu göstermektedir. Siklonik döngünün varlığı ayrıca, göreceli 0.5°C kadar daha soğuk yüzey sularının varlığından da anlaşılmaktadır. Aynı olgu R50 hattında da görülmektedir (Şekil 19f).

### 4.3 DOLAŞIM ÖZELLİKLERİ

Batı ve orta Karadeniz istasyonlarının beraberce yapıldığı Nisan 1987 seferinde Sinopa kadar olan bir alan taranmış ve kıta sahanlığı dışında kalan yeterli sayıda istasyondaki bulgular kullanılarak hesaplanan jeostrofik akıntılar yardımıyla dolaşım sistemi saptanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla 300 desibar basınç yüzeyini hareketsizlik seviyesi kabul ederek, standard basınç seviyelerinin yüzeyden itibaren kalınlıkları hesaplanmıştır. Tüm istasyonların ortalamasının bu değerlerden çıkarılmasıyla standard basınç seviyelerindeki "dinamik yükselti anomalileri (DYA)" bulunmuştur. Daha sonra detayları Özsoy ve diğ. (1987, 1989) tarafından verilen objektif çözümleme yöntemleri kullanarak hesaplanan jeostrofik akıntılar, sadece yoğunluk yüzeylerindeki farklılıklar nedeniyle ortaya çıkan baroklinik akıntıları göstermekte olup, barotropik akıntılarının hesaplanmasına olanak vermemektedir. Gerçekte, barotropik akıntılar direk ölçümler yardımıyla bulunabilmektedir.

Yukarıda kısaca belirtilen yöntem yardımıyla elde edilen jeostrofik akıntıların hesaplanmasında, jeostrofik yaklaşımların kabul görmediği kıta sahanlığındaki bulgular değerlendirme dışı bırakılmıştır. Ayrıca kıyıya dik akımın sıfır olma şartının sağlanabilmesi, yani akım çizgilerinin kıyıyı kesmemelerini sağlamak için, kıyıya yakın istasyonların ortalaması alınarak kıyısız DYA değeri olarak objektif çözümlenmelerde kullanılmıştır.

Bu yöntemle elde edilen ve yüzey dolaşımını gösteren 10m DYA haritası santimetre değerleri cinsinden, Nisan 1987 seferi için, Şekil 20 de verilmektedir. Bu şekilde kıyılarımız boyunca kuzeyden gelerek doğu yönünde ilerleyen KAS açık bir şekilde görülmektedir. Bu kıyısız akıntı sistemi İstanbul Boğazı açıklarında genelde doğu istikametinde ilerlemekte, kıta sahanlığı içindeki sığ istasyonların çıkarılması

nedeniyle bu şekilde görülmemekle birlikte, bir kolu güney istikametine dönerek İstanbul Boğazına girmektedir. Doğu istikametinde ise Sakarya açıklarında topoğrafyanın etkisinde kalarak bir yay şeklinde kıvrılmakta ve kıyıya yakın bölgede bir antisiklonik döngü yaratmaktadır. KAS daha sonra kıvrımlar yaparak kıyıya paralel şekilde Sinop açıklarına kadar girmekte, burada bir parçası siklonik bir biçimde dönerek basenin iç kesimlerine yönelmekte, diğer kesimi ise doğu Karadenize doğru ilerlemektedir. Bu oluşumların kıyıya yakın kesiminde ise antisiklonik bir döngü daha bulunmaktadır.

Şekil 20, kıyısal akıntı sisteminin yanı sıra, batı Karadenizin iç kesimlerine doğru çeşitli ölçeklerde siklonik döngüler bulunduğunu göstermektedir.

Burada gösterilmemekle beraber, DYA değerleri gözönüne alınarak çizilen daha derinlerdeki dolaşım sistemleri, Şekil 20 deki yüzey dolaşım sistemini andırmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Altman, E.H. I.F. Gertman ve E.A. Columbeva (1987) *Climatic affects on the salinity and temperature over the water column of the Black Sea*. Marine Hydrophysical Institut, Sevastopol, 109pp. (Rusça).
- Bibik, V.A. (1964) Properties of water dynamics in the southeastern Black Sea and the distribution of oceanographic elements. Tr. Azova-Chernomorsk. Nauchno-Issled. Inst. Morsk. Rybn. Khoz. Okeanogr. 23, 23-33 (Rusça).
- Bogdanova, A.K. (1961) The distribution of Mediterranean waters in the Black Sea. *Okeanologiya*, 1(6), 983-992. (Eng. Transl.) *Deep-Sea Res.*, 10(5), 665-672 (1963).
- Boguslavisky, S.G., A.S. Sarkisyan, T.Z. Dzhioyev ve L.A. Koveshnokov (1976) Analysis of Black Sea current calculations. *Atmospheric and Oceanic Physics*. 12, 205-207 (İngilizce Tercümesi)
- Boguslavisky, S.G., Ye. Agafonov, ve L.S. Isayeva (1982) Exploration of the Black Sea during the 23rd cruise of the R/V Akademik Vernadskiy. *Oceanolgy*, Vol.22(3), 385-386.
- Büyüközden, A., H. Yüce ve T. Bayraktar (1985) Akdeniz suyunun İstanbul Boğazı ve Karadeniz'de incelenmesi. *Doğa Bilim Dergisi, seri B*, 9(3), 312-324.
- Faschuk, D.Ya. ve T.A. Ayzatullin (1986) A Possible Transformation of the Anaerobic Zone of the Black Sea. *Oceanology*, v. 26, no. 2, 171-178.
- Filippov, D.M. (1986) Circulation and structure of the waters in the Black Sea. *Nauka*, Moscow (Rusça)
- Fofonoff, N.P. ve R.C. Millard Jr. (1983) *Algorithms for the Computation of Fundamental Properties of Seawater*, UNESCO Technical Paper in Marine Science no. 44, 53 s.
- Gamsakhurdiya, G.R. ve A.S. Sarkisyan (1976) Diagnostic calculations of current velocities in the Black Sea. *Oceanology*, 15, 164-167.
- Hellermann, S. ve M. Rosenstein (1983) Normal monthly wind stress over the World Ocean with error estimates. *Journall of Physical Oceanography*, 13, 1093-1104.

- Latif, M.A., T. Oğuz, E. Özsoy ve Ü. Ünlüata (1989) Observations of the Mediterranean effluent in the Black Sea. *Submitted to Deep-Sea Res.*
- Leonov, A.V. ve T.I. Ayzatullin (1987) Mathematical modelling of the oxidation of hydrogen sulfide in connection with calculations of dynamics of the hydrogen sulfide-oxygen coexistence layer and process conditions for obtaining sulfur from Black Sea water. *Oceanology*, 27, 174-178.
- Marchuk, G.I., A.A. Kordzadze ve Yu. N. Skiba (1975) Calculation of the Basic Hydrological Fields in the Black Sea., *Izv., Atmospheric and Oceanic Physics*, v. 11, no.4, 379-393.
- Morskoi Atlas (1950) Vol.II. Black Sea. U.S.S.R. Admiralty.
- Moskalenko, L.V (1976) Calculation of stationary wind-driven currents in the Black Sea. *Oceanology*, 15, 168-171.
- Murray, J.W, H.W. Jannasch, S. Honjo, R.F. Anderson, W.S. Reeburgh, Z. Top, G.E. Friederich, L.A. Codispoti ve E. İzdar (1989) Unexpected changes in the oxic/anoxic interface in the Black Sea. *Nature*, 338, 411-413.
- Murray, J.W ve E. İzdar (1989) The Black Sea oceanographic expedition: overview and new discoveries. *Oceanography*, 2(1), 15-21.
- Neumann, G. (1942) Die absolute Topografic des physikalischen Meeresniveaus und die Oberflächen-Stromungen des Schwarzen Meeres. *Ann. Hydrogr. Berl.* 70, 265-282.
- Novoselov, A.A, Y. Fashchuk, S.M. Khomutov ve A. I. Sheremet'yeva (1987) Comparative evaluation of the iodometric and fluorimetric methods of determining hydrogen sulfide in the layer of its coexistence with oxygen in the Black Sea. *Oceanology*, 27(3), 304-307.
- Ochinnikov, I.M. ve Yu.I. Popov (1987) Evolution of the cold intermediate layer in the Black Sea. *Oceanology*, 27, 555-560.
- Özsoy, E., T. Oğuz, M. A. Latif ve Ü. Ünlüata (1987) *Ulusal deniz ölçme ve izleme programı, Akdeniz alt projesi, kuzey Levant Denizinin oşinografisi, Cilt I, Fiziksel Oşinografi*. Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü ,Teknik Rapor, 183pp.
- Özsoy, E., A. Hecht ve Ü. Ünlüata (1989) Circulation and hydrography of Levantine Basin. Results of POEM coordinated experiments 1985-1986. *Prog. Oceanog.*, 22, 125-170.

- Ryabinin, A.I. ve V.N. Kravets (1980) Hydrogen sulfide in the waters of the Black Sea (1976-78) and mathematical simulation of its distribution. *Oceanology*, 20(3), 305-310.
- Sy, A. (1985) An Alternative Editing. Technique for Oceanographic Data. *Deep-Sea Res.*, v.32, 1591-1599.
- The Black Sea Pilot (1969) Published by the Hydrographer of the Navy, Eleventh edition, Hydrographic Department, Ministry of Defence, U.K. 529 pp.
- Tolmazin, D. (1985a) Changing coastal oceanography of the Black Sea. I: Northwestern Shelf. *Prog. Oceanog.*, v.15, 217-276.
- Tolmazin, D. (1985b) Changing coastal oceanography of the Black Sea. II: Northwestern Shelf. *Prog. Oceanog.*, v.15, 277-316.
- Trukhchev, D.I., Ye. V. Stanev, G. D. Balashov, G. D. Miloshev and V. M. Rusenov (1985) Some Unique features of the Mesoscale Structure of Hydrological Fields in the Western Part of the Black Sea. *Oceanology*, v. 25, No. 4.
- Türk Meteoroloji Bülteni (1967) T.C. Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Tarım Bakanlığı, 268 pp.
- Ünlüata, Ü., T. Oğuz, M. A. Latif ve E. Özsoy (1989) On the physical oceanography of Turkish Straits. In pres in: The physical oceanography of sea straits, J. Pratt, editor, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

## ŞEKİLLER

#### 4. HİDROGRAFİK VE DOLAŞIM ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde çalışma alanı kapsamına giren güneybatı Karadenizin hidrografik özellikleri anlatılacaktır. Öncelikle her sefere ait, tüm istasyonların ortalamasının alınmasıyla elde edilmiş ve su kolonunun bölgesel ortalama özelliklerini gösteren sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk profilleri yorumlanacaktır. Daha sonra, tuzluluk ve sıcaklık kesitleri yorumlanarak su kütlelerinin hidrografik özelliklerinin belirlenmesine çalışılacaktır.

Çalışma bölgesinde, su kolonunda ortaya çıkan mevsimsel değişimleri yansıtabilmek amacıyla, bütün seferlere ait ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri 0-300m derinlikler arasında aynı şekiller üzerinde gösterilmektedir (Şekil 11a-c). Ayrıca, her seferin ortalama profilleri Şekil 12a-f de verilmektedir.

##### 4.1a Sıcaklık değişimleri

Şekil 12a-f de verilen sıcaklık profillerinden görüleceği gibi, sıcaklık değişimlerinin en fazla olduğu katman atmosfer ile direk etkileşim halindeki, mevsimsel termoklin tabakasının üzerinde kalan yüzeye en yakın su kütleleridir. Ortalama olarak 100m nin altındaki suların sıcaklığının hemen hemen sabit kalmasına rağmen, yüzeydeki yaklaşık 50-60m kalınlığındaki su kütlelerinin sıcaklığı mevsimlere bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Ocak 1986 da (Şekil 12a) yüzey sıcaklığının 8.5°C civarında olduğu, ve 50m ye kadar 8.0-8.5°C ile homojen bir yapı bulunduğu görülmektedir. Daha sonra en düşük sıcaklığı 7°C ile 80-90m derinliklere kadar uzanan göreceli ince bir SAT tabakası bulunmaktadır

Yüzey sularındaki soğuma Şubat-Mart döneminde devam ederek sıcaklığın ortalama olarak 0.5-1.0°C kadar daha düşmesine neden olmaktadır (Şekil 12b-Nisan 1987 profili). Yüzey



sularındaki bu soğuma daha derin sularda da görülmekte ve Ocak 1986 profilindeki homojen yüzey tabakası kaybolarak, yerini sıcaklığın yaklaşık 6°C kadar olduğu, 130-140m derinliklere kadar inen kalın bir SAT tabakası almaktadır. Ocak ve Nisan profilleri arasındaki bu fark (farklı yıllara ait olmasına rağmen), Şubat-Mart döneminde kuzeybatı kıta sahanlığı bölgesindeki yüzey sularının aşırı ölçüde soğuyarak konvektif olaylar sonucu derinlere kadar battığını ve daha sonra . araştırma bölgesine doğru yayıldığını göstermektedir.

İlkbahar ve yaz aylarında su yüzeyine yakın tabakaların ısınmaya başlaması ile birlikte yüzey sularının sıcaklık tabakalaşmasında önemli değişimler göze çarpar. 25m derinliğindeki en üst katmanın sıcaklığı Mayıs ayında 16°C (Şekil 12c), Temmuz-Ağustos aylarında 23 °C ye yükselir (Şekil 12d,e). Bu tabakanın altında, 30-40m derinliklerde güneşin ısı etkisinin hissedilmediği ve yüzey sularından bir ara yüzey ile ayrılacak (mevsimsel termoklin) ve 80-100m derinliklere kadar devam eden daha soğuk bir ara tabaka (SAT) bulunur. Bu tabakadaki en düşük sıcaklık yaz mevsimi boyunca tipik olarak 6-7 °C kadardır.

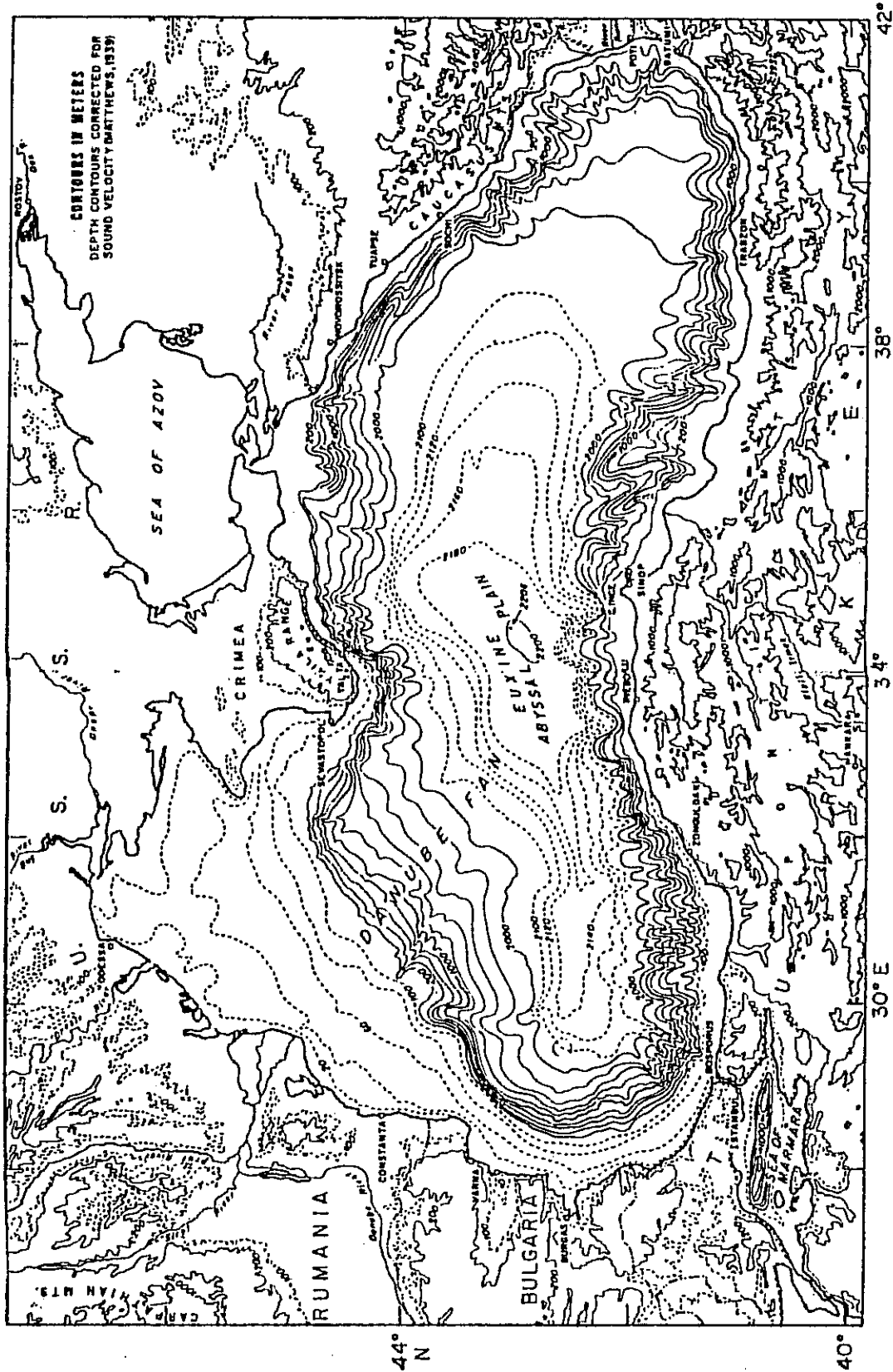
Yüzey tabakasındaki bütün yaz boyunca devam eden sıcaklık artışı sonbahar mevsiminde, hava sıcaklığının azalmaya başlamasıyla birlikte, yerini yavaş yavaş soğumaya bırakır. Böylelikle yüzey suyu sıcaklığında da bir azalma başlar ve giderek yüzey tabakasının daha derin kesimlerine doğru etkiliyerek homojen bir tabaka oluşur (Şekil 12f-Eylül 1986 profili). Örneğin, Temmuz ve Eylül 1986 arasındaki dönemde yüzey suyunda yaklaşık 2°C soğuma ve buna bağlı olarak 20-25m lik bir homojen tabaka oluşumu görülmektedir. Bu soğuma, kış mevsimine doğru yüzey tabakasının daha derin kesimlerini etkileyerek homojen tabakanın kalınlaşmasına ve SAT in yavaş yavaş incelmeye neden olmaktadır (Şekil 12a-Ocak 1986 profili).

SAT tabakasının altındaki sıcaklık değişimleri yüzeydeki mevsimsel değişimlere göre daha az olmaktadır. Genel olarak, 80-120m tabakaları arasında sabit bir termoklin tabakasının bulunduğu söylenebilir. Sıcaklık, 100m derinlikte takriben 8.5 °C ve daha sonra 200m de 8.6-8.8 °C ye ulaşmaktadır. Daha derinlere gidildikçe, sıcaklık daha yavaş artmakta ve 1000m de sadece 9°C ye ulaşmaktadır.

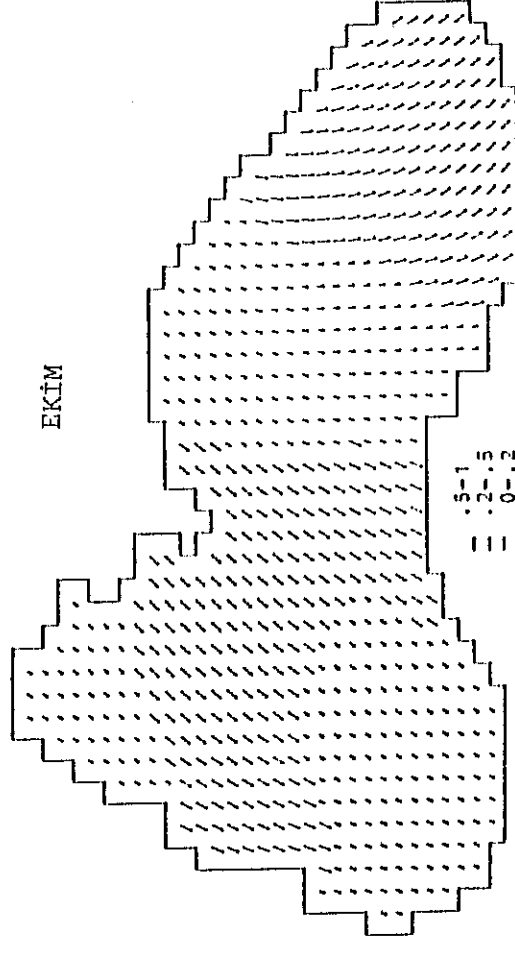
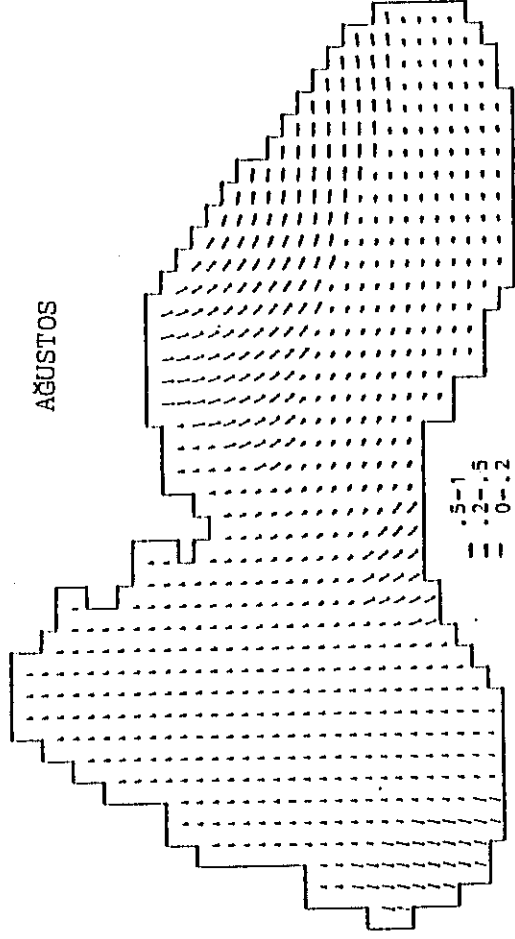
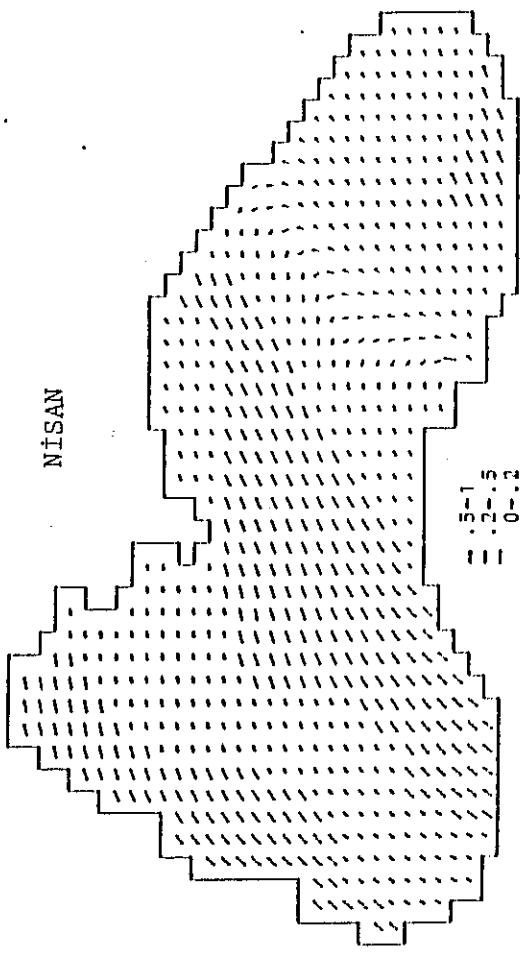
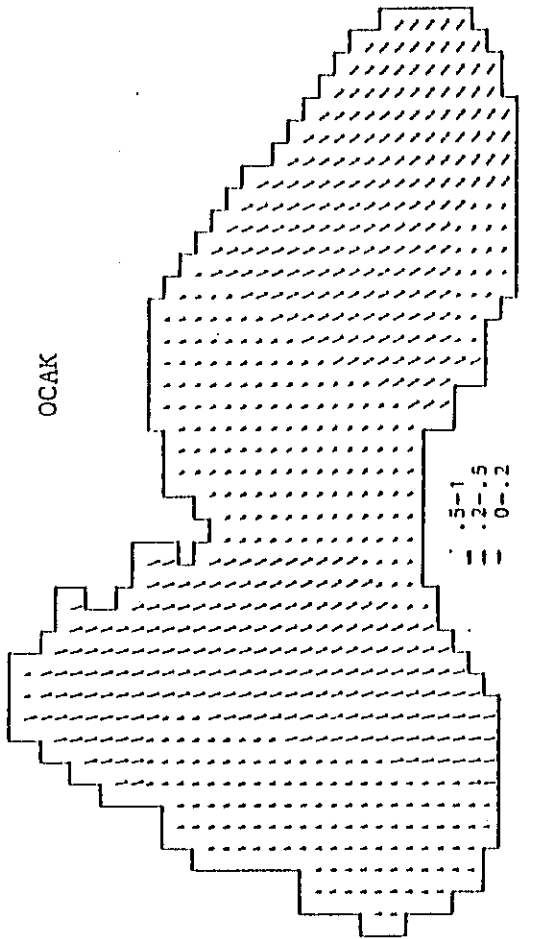
#### 4.1b Tuzluluk değişimleri

Şekil 12a-f deki tuzluluk profilleri, genel olarak tuzluluğun en fazla değiştii bölge olan 100±25m deki sabit bir haloklin tabakasıyla ayrılan iki ayrı karakterdeki su kütesinin varlığını göstermektedir. Yüzeydeki 50m lik bir homojen bir tabakada tuzluluk tipik olarak 18.0-18.5 ppt olarak değişmekte, ancak yüzeye yakın yaklaşık 20m ye kadar olan tabakada mevsimsel olarak 1.0 ppt kadar farklılıklara sahip olabilmektedir. Ocak ayında (Şekil 12a), yüzeydeki 30-40m lik tabakada, sıcaklık profilindekine benzer şekilde, tuzluluğun 18.1-18.2 ppt kadar olduğu homojen bir tabaka vardır. Kuzeydeki kıta sahanlığına Tuna, Dinyaper, Dinyaster gibi büyük nehirler ve yağışlar nedeniyle olan, tatlı su girdisinin arttığı Nisan döneminde, bu homojen yapı kaybolarak yüzey tuzluluk değerleri 17.8 ppt ye, Mayıs ve Haziran dönemlerinde ise 17.5 ppt ye düşmektedir.

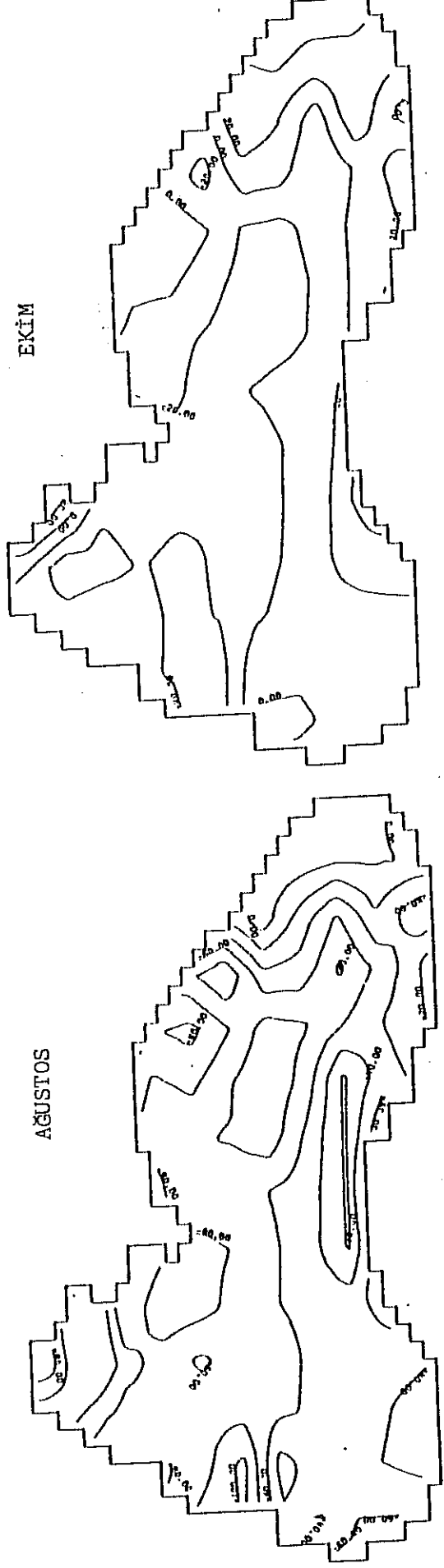
Haloklinin derinliği genel olarak 100±25m olarak belirlenebilmesine rağmen, tuzluluğun en fazla değiştii bölge gerçekte 60-150m ler arasındadır. Bu tabaka içinde tuzluluk önemli ölçüde değişmekte, 80m de 19.5±0.3 ppt, 100m de 20.0±0.5 ppt, 120m de ise 20.5±0.3 ppt olmaktadır. Ortalama olarak, 150m de 21.0 ppt ye, 200m de 21.4 ye ve 400m de 22.0 ppt ye ulaşmaktadır. Daha alt seviyelerde ise tuzluluk çok az bir değişime uğramakta ve 22.2-22.4 ppt arasında değişmektedir.



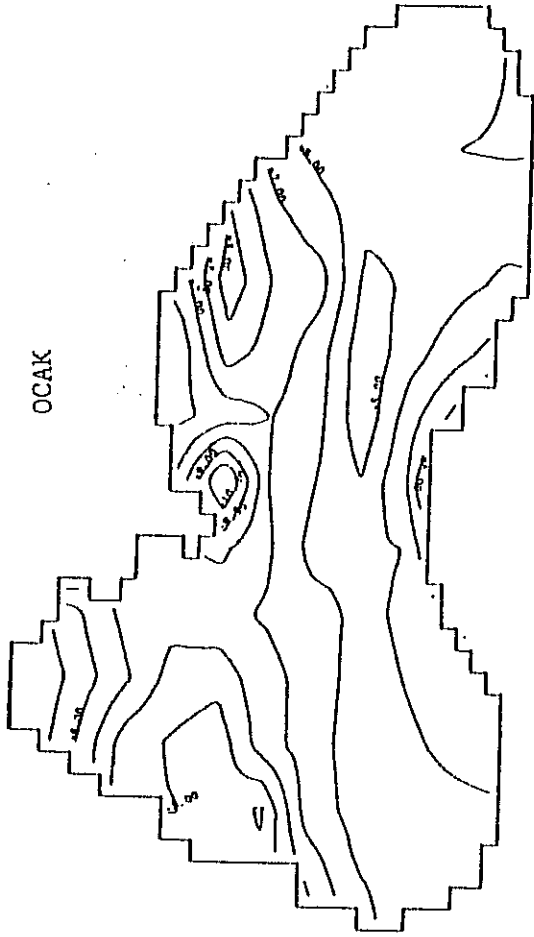
Şekil 1 Karadenizin geometrik ve batimerik özellikleri



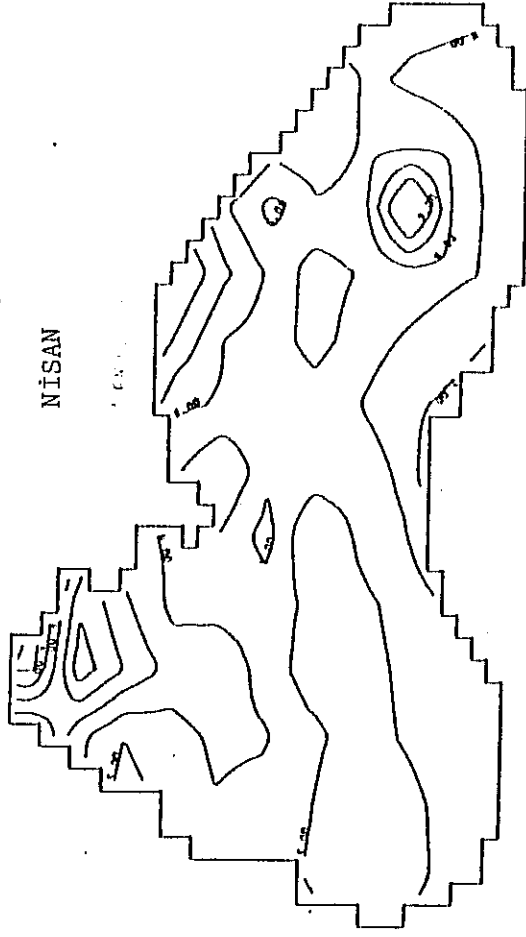
Şekil 2a Karadeniz üzerindeki Ocak, Nisan, Ağustos, Ekim ayları ortalama rüzgar gerilimi dağılımları (cm<sup>2</sup>/san<sup>2</sup>)



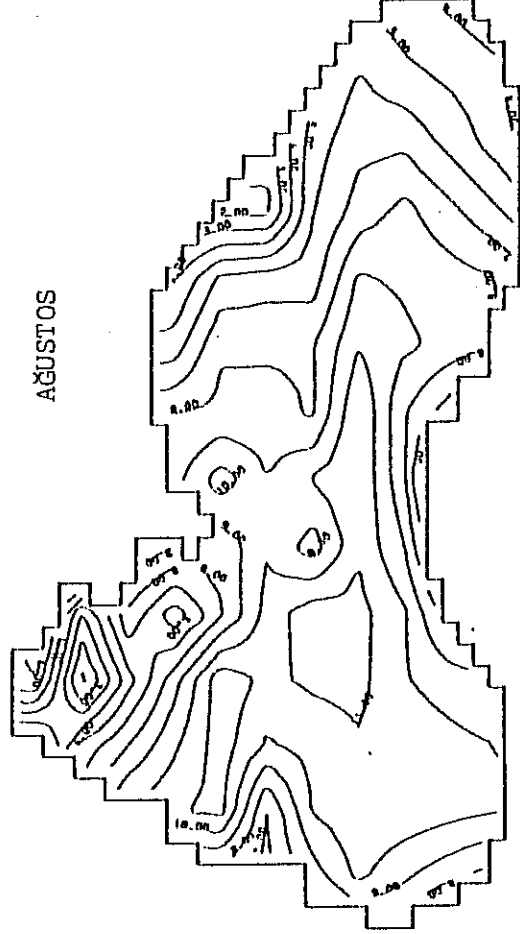
Şekil 2b Karadeniz üzerindeki Ocak, Nisan, Ağustos, Ekim ayları ortalama ısı akısı dağılımları (kkal/ay)



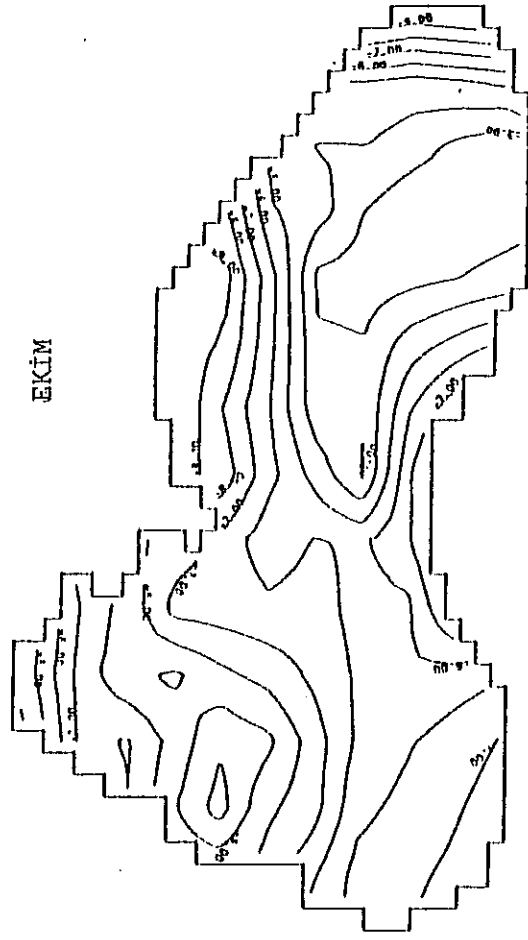
OCAK



NISAN

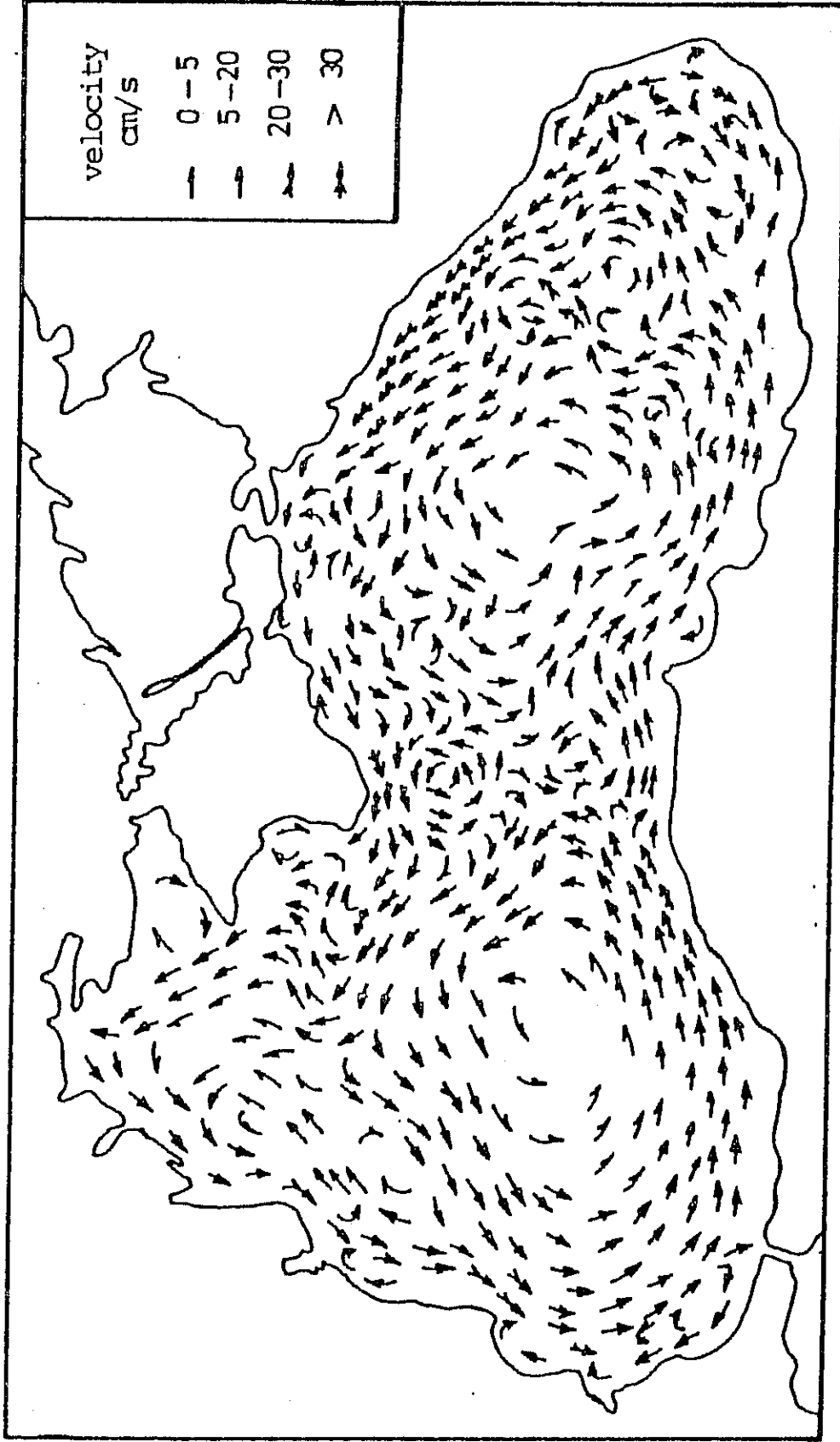


AĞUSTOS

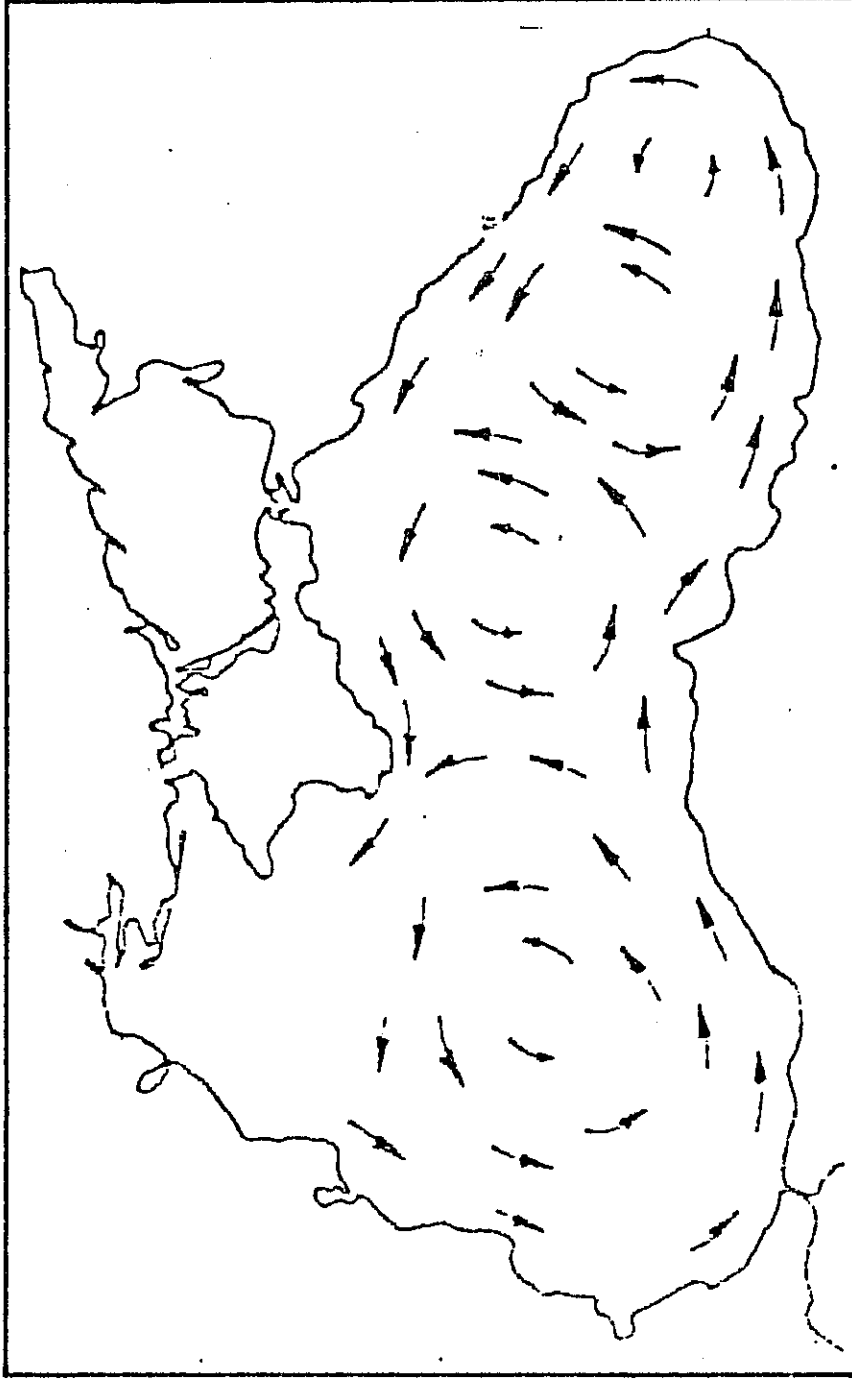


EKİM

Şekil 2c Karadeniz üzerindeki Ocak, Nisan, Ağustos, Ekim ayları ortalama tatlı su girdisi ve buharlaşma miktarı farkı dağılımları (cm/ay)

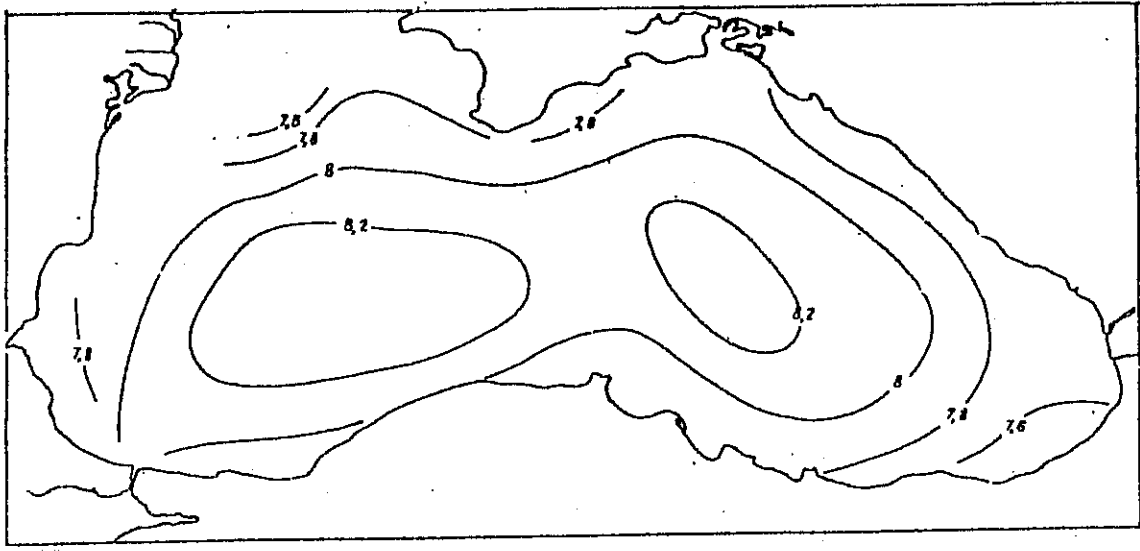


Şekil 3a Karadenizdeki yüzey akıntıları (Neumann, 1942)

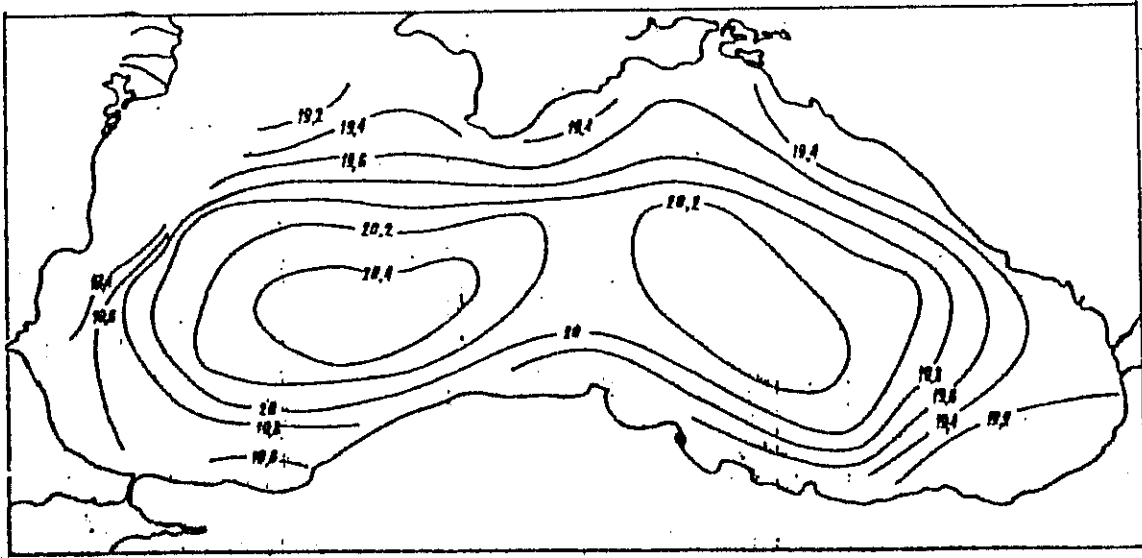


Şekil 3b Karadenizdeki yüzey akıntıları (Boguslavsky ve diğ., 1976)

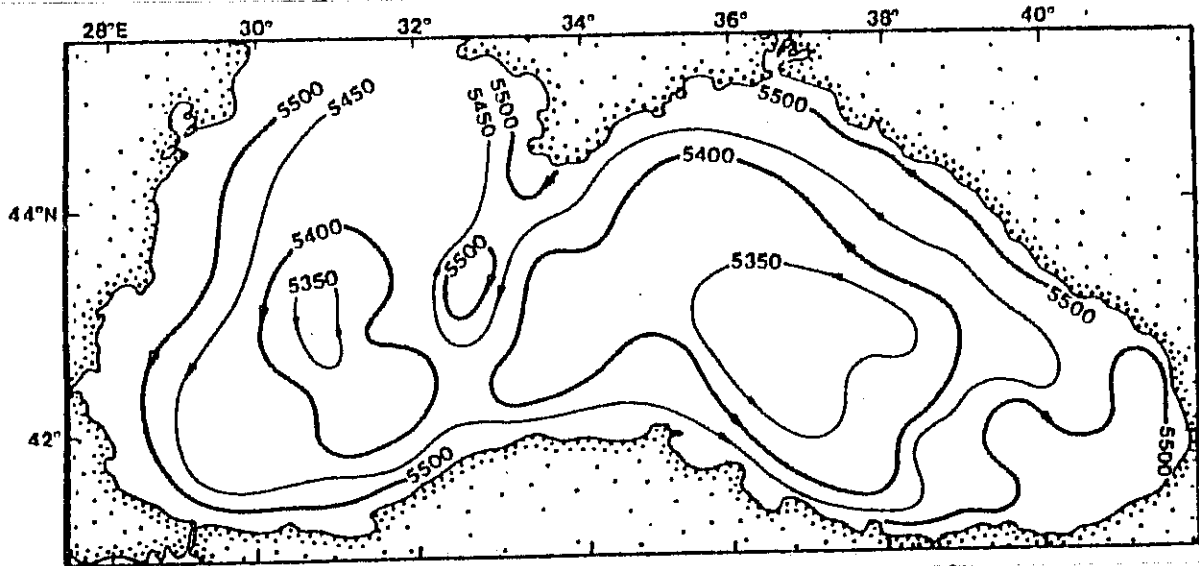




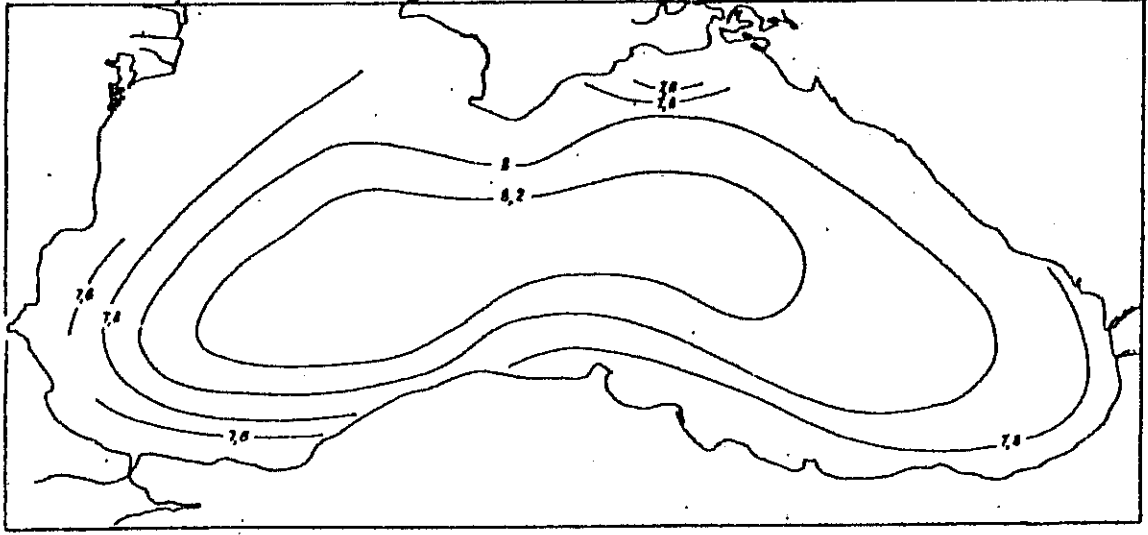
Şekil 4a 100m deki yaz mevsimi 1920-1980 ortalaması sıcaklık dağılımı (Altman ve diğ., 1987)



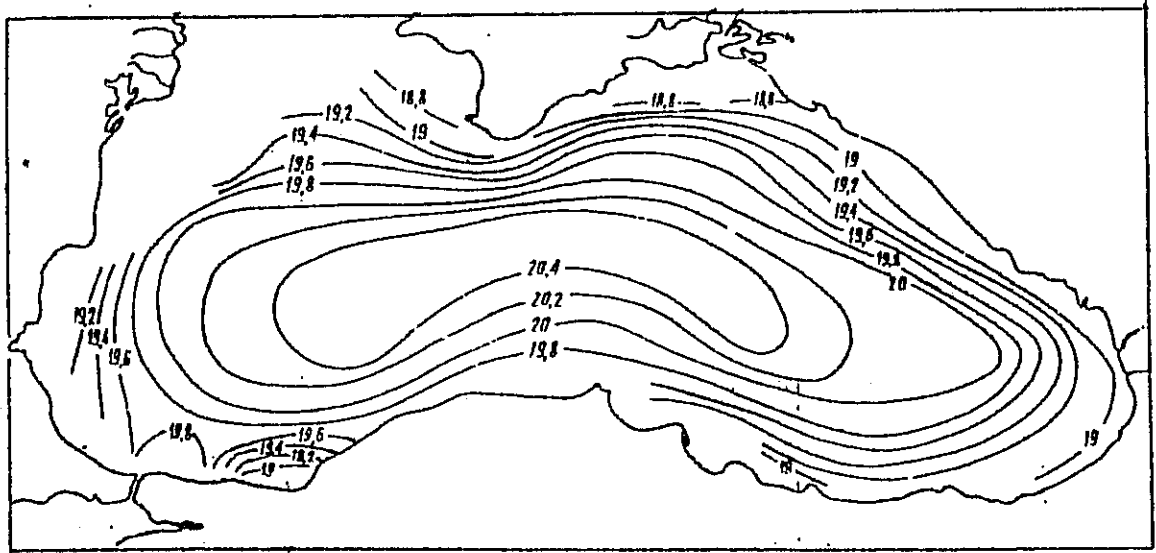
Şekil 4b 100m deki yaz mevsimi 1920-1980 ortalaması tuzluluk dağılımı (Altman ve diğ., 1987)



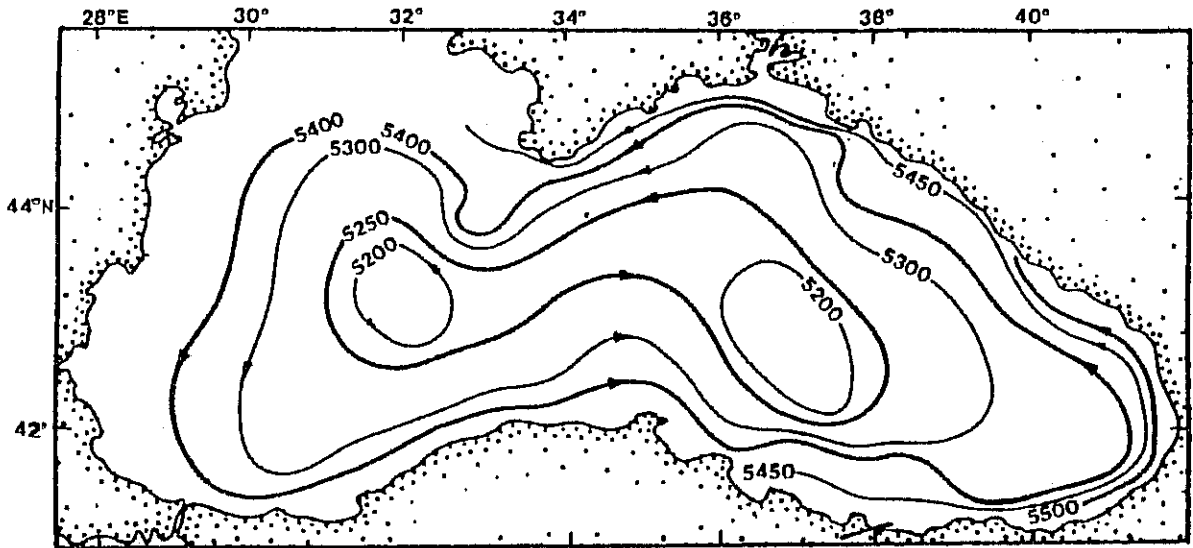
Şekil 4c Karadenizdeki ortalama yaz sirkülasyonunu gösteren 300 desibar hareketsizlik seviyesine göre hesaplanmış dinamik yükselti anomalisi dağılımı (Tolmazin, 1985)



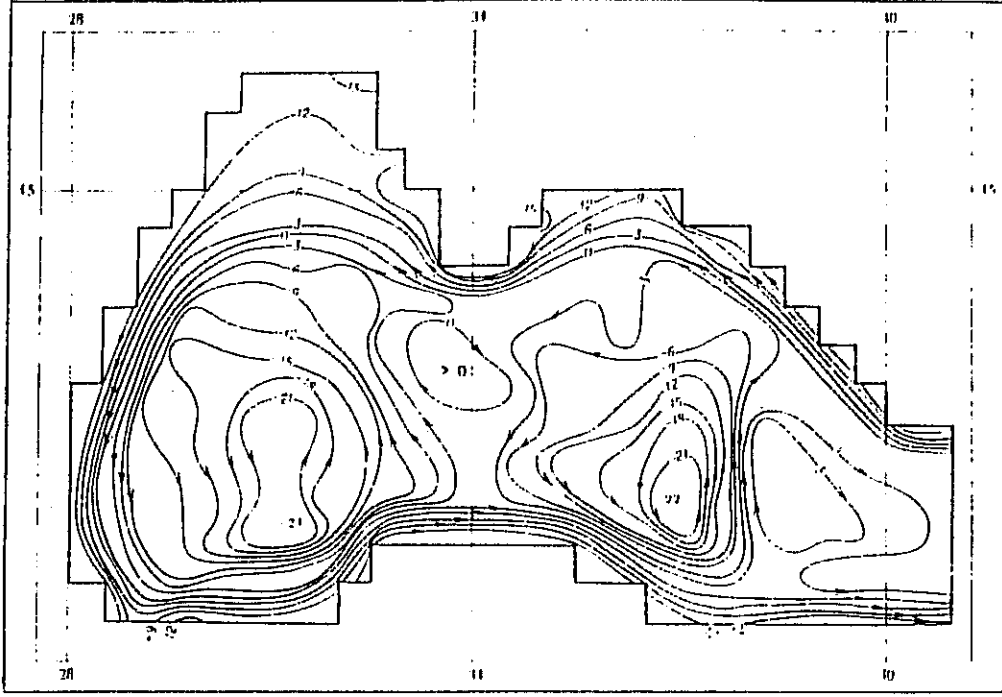
Şekil 5a 100m deki kış mevsimi 1920-1980 ortalaması sıcaklık dağılımı (Altman ve diğ., 1987)



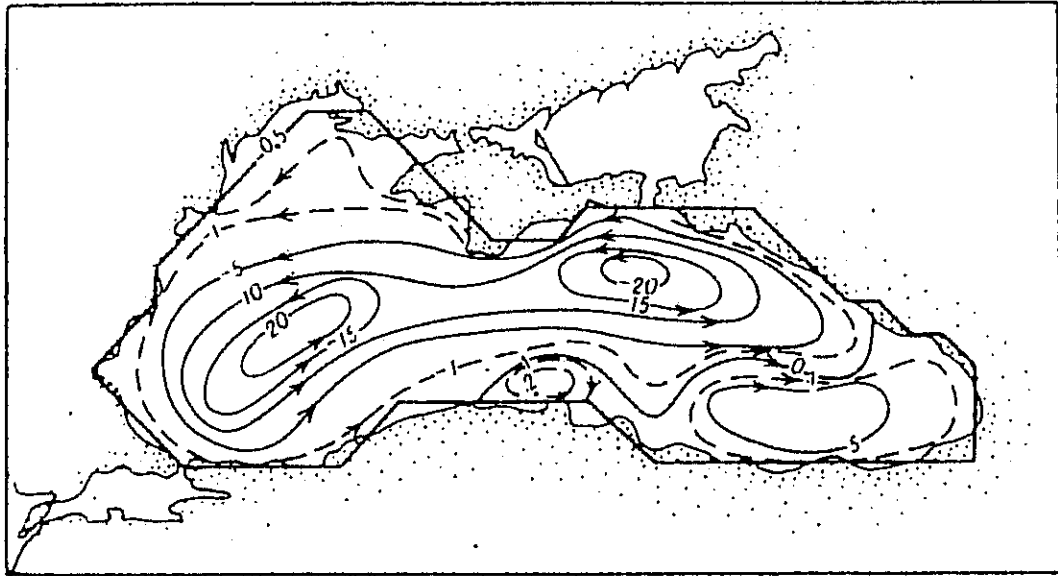
Şekil 5b 100m deki kış mevsimi 1920-1980 ortalaması tuzluluk dağılımı (Altman ve diğ., 1987)



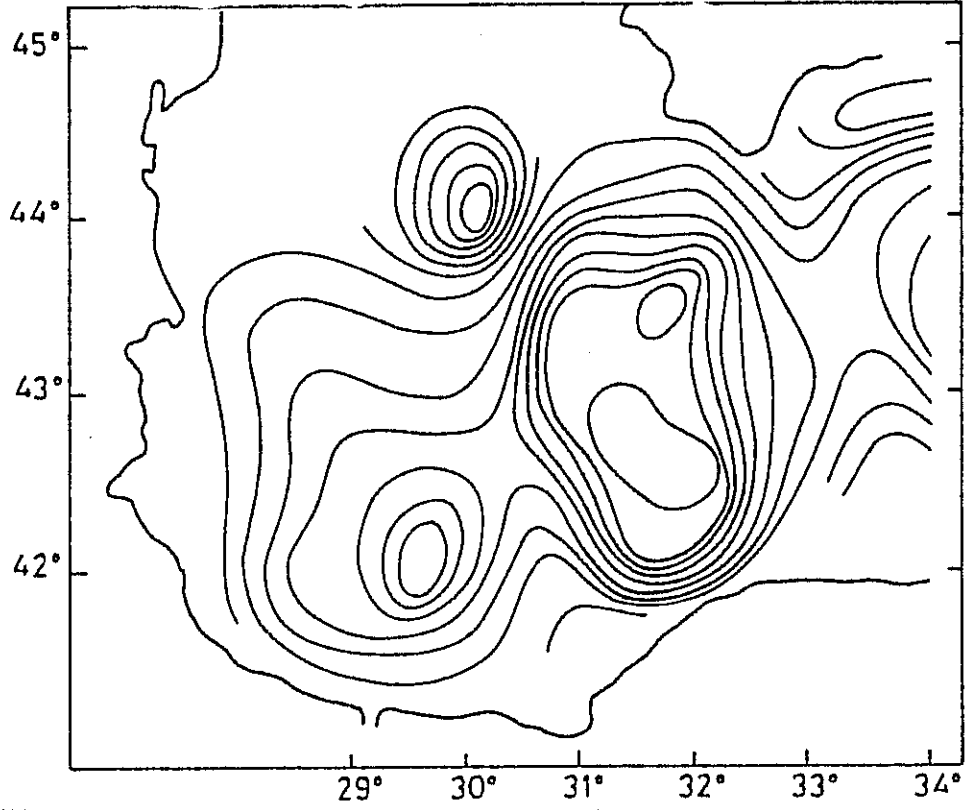
Şekil 5c Karadenizdeki ortalama kış sirkülasyonunu gösteren 300 desibar hareketsizlik seviyesine göre hesaplanmış dinamik yükselti anomalisi dağılımı (Tolmazın, 1985)



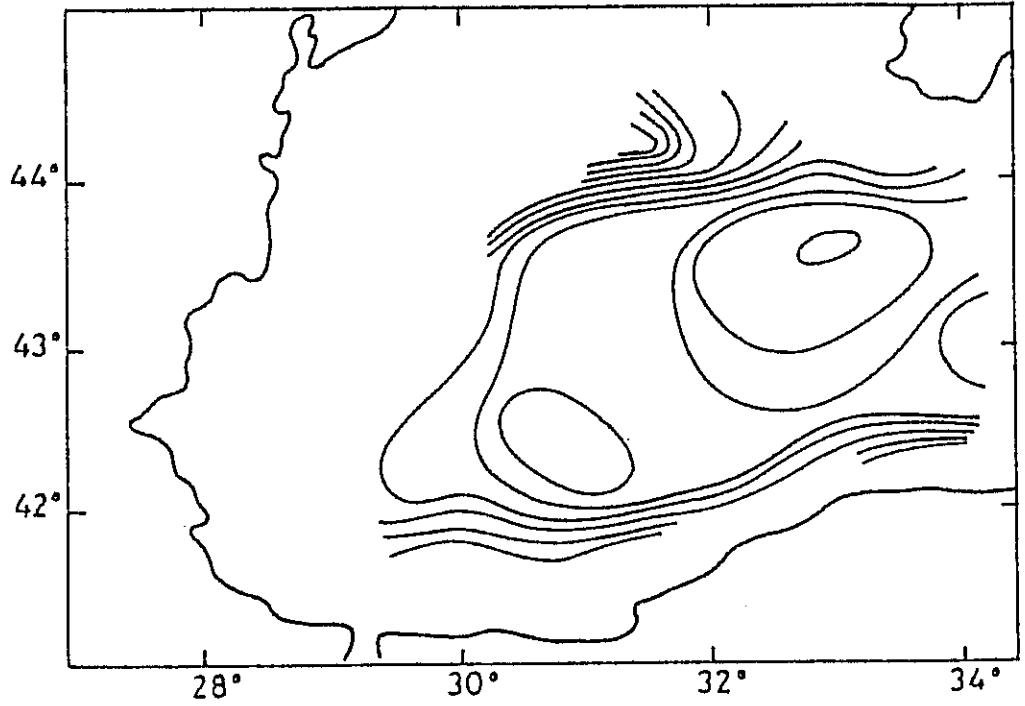
Şekil 6a Gamsakhurdiya ve Sarkisyan (1976) tarafından verilen diyagnostik modelden elde edilmiş yüzey sirkülasyonu



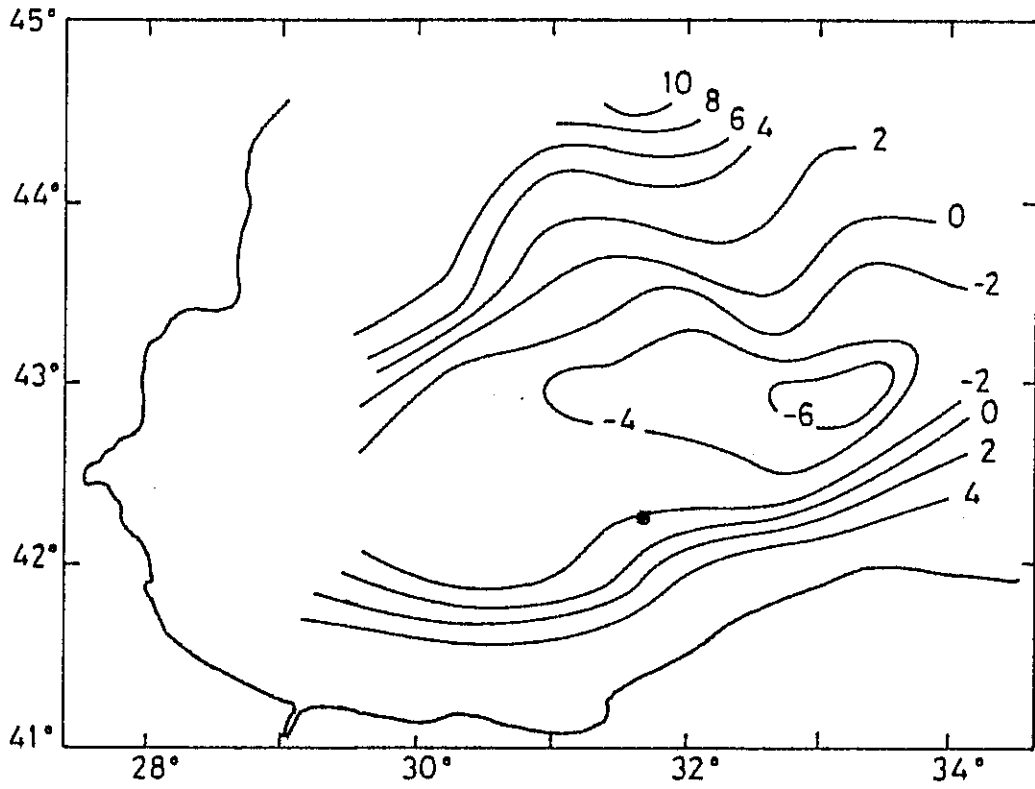
Şekil 6b Moskalenko (1976) tarafından verilen sayısal bir modelden elde edilmiş yüzey sirkülasyonu



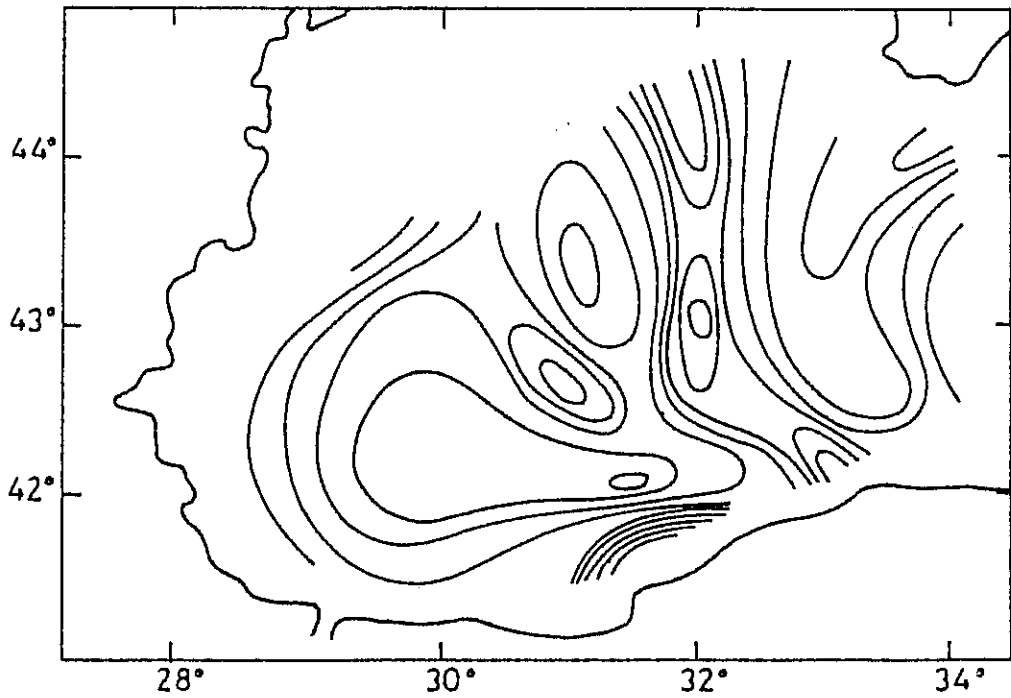
Şekil 7a Batı Karadenizde Temmuz-1983 bulguları kullanarak hesaplanan 50m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Faschuk ve Ayzatullin, 1986)



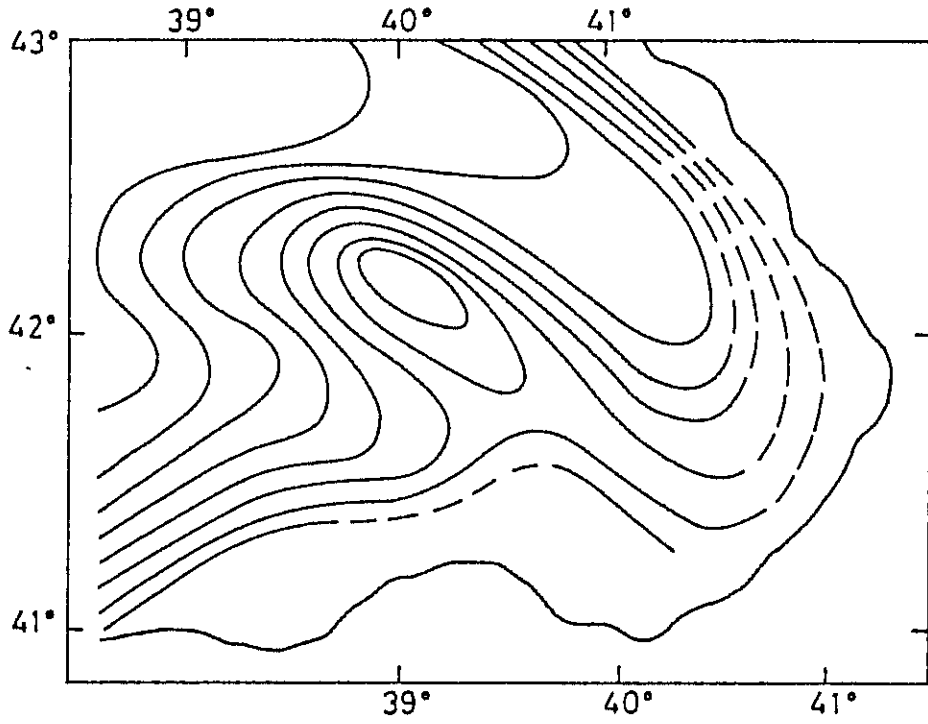
Şekil 7b Batı Karadenizde Nisan-1981 bulguları kullanarak hesaplanan 50m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Faschuk ve Ayzatullin, 1986)



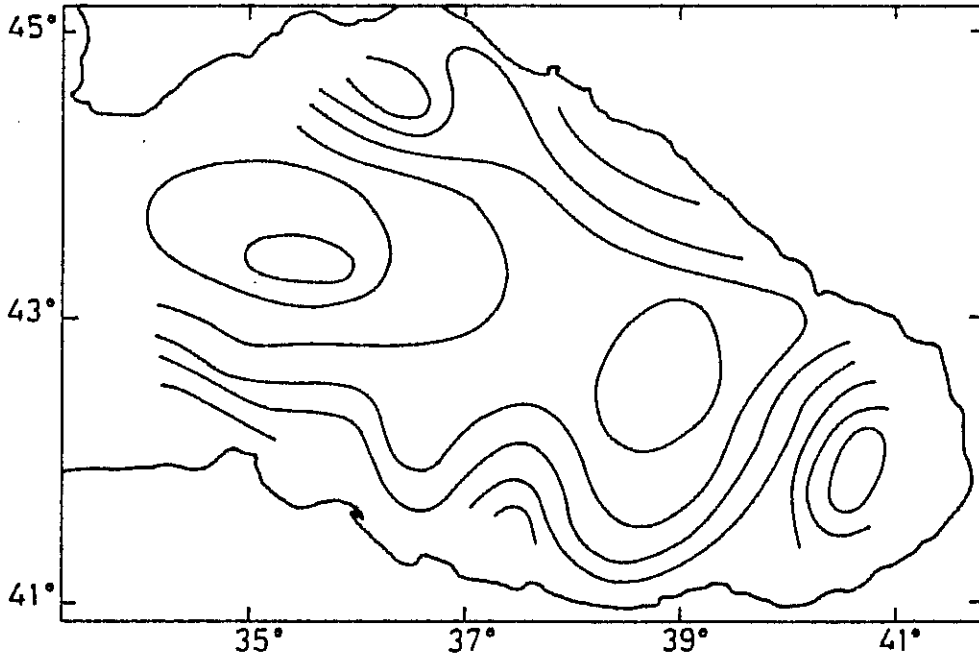
Şekil 7c Batı Karadenizde Kasım-1988 bulguları kullanarak hesaplanan 10m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Bezboradov ve diğ., 1988)



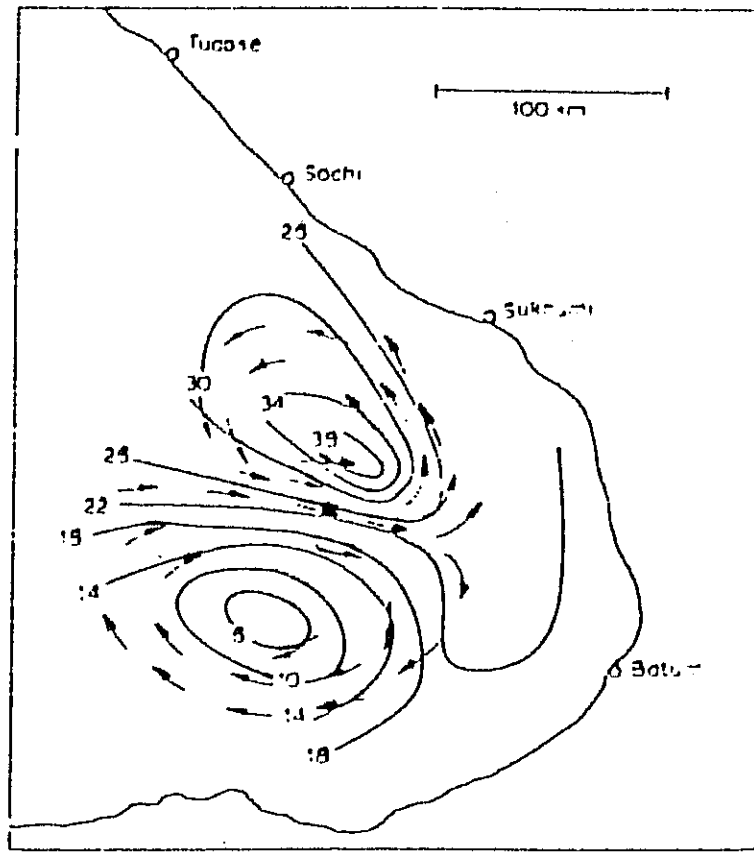
Şekil 7d Batı Karadenizde Nisan-1979 bulguları kullanarak hesaplanan 50m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Faschuk ve Ayzatullin, 1986)



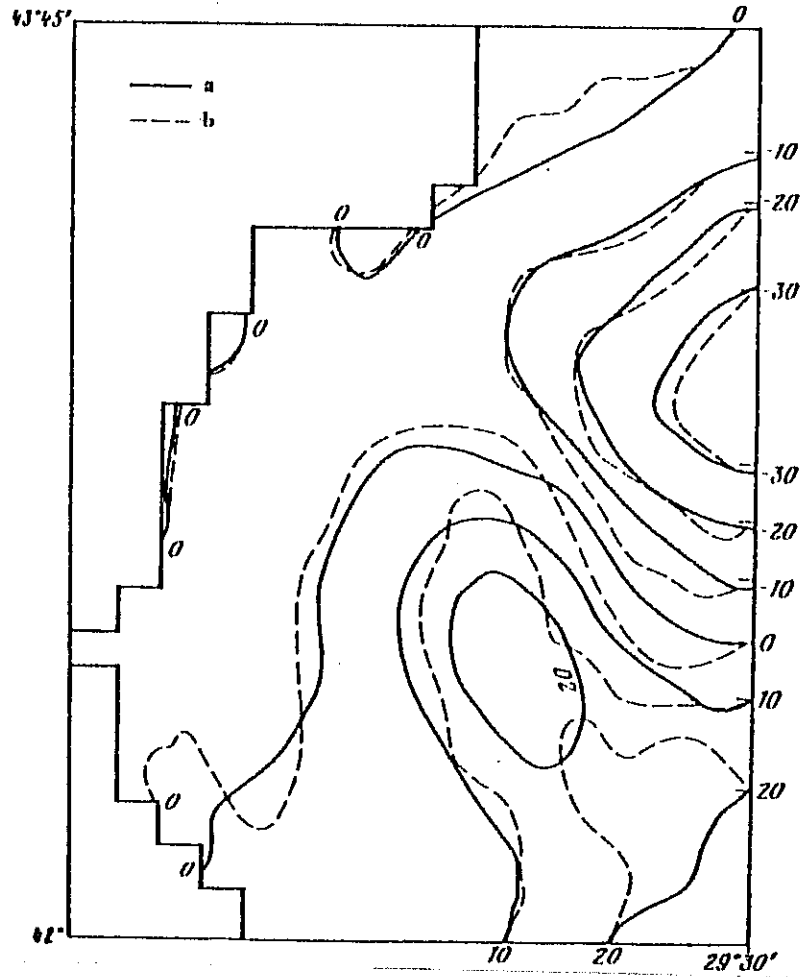
Şekil 8a Doğu Karadenizde Temmuz-1985 bulguları kullanarak hesaplanan 100m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Novaselev ve diğ., 1986)



Şekil 8b Doğu Karadenizde Ağustos-1983 bulguları kullanarak hesaplanan 50m deki dinamik yükselti anomalileri dağılımı (Faschuk ve Ayzatullin, 1986)



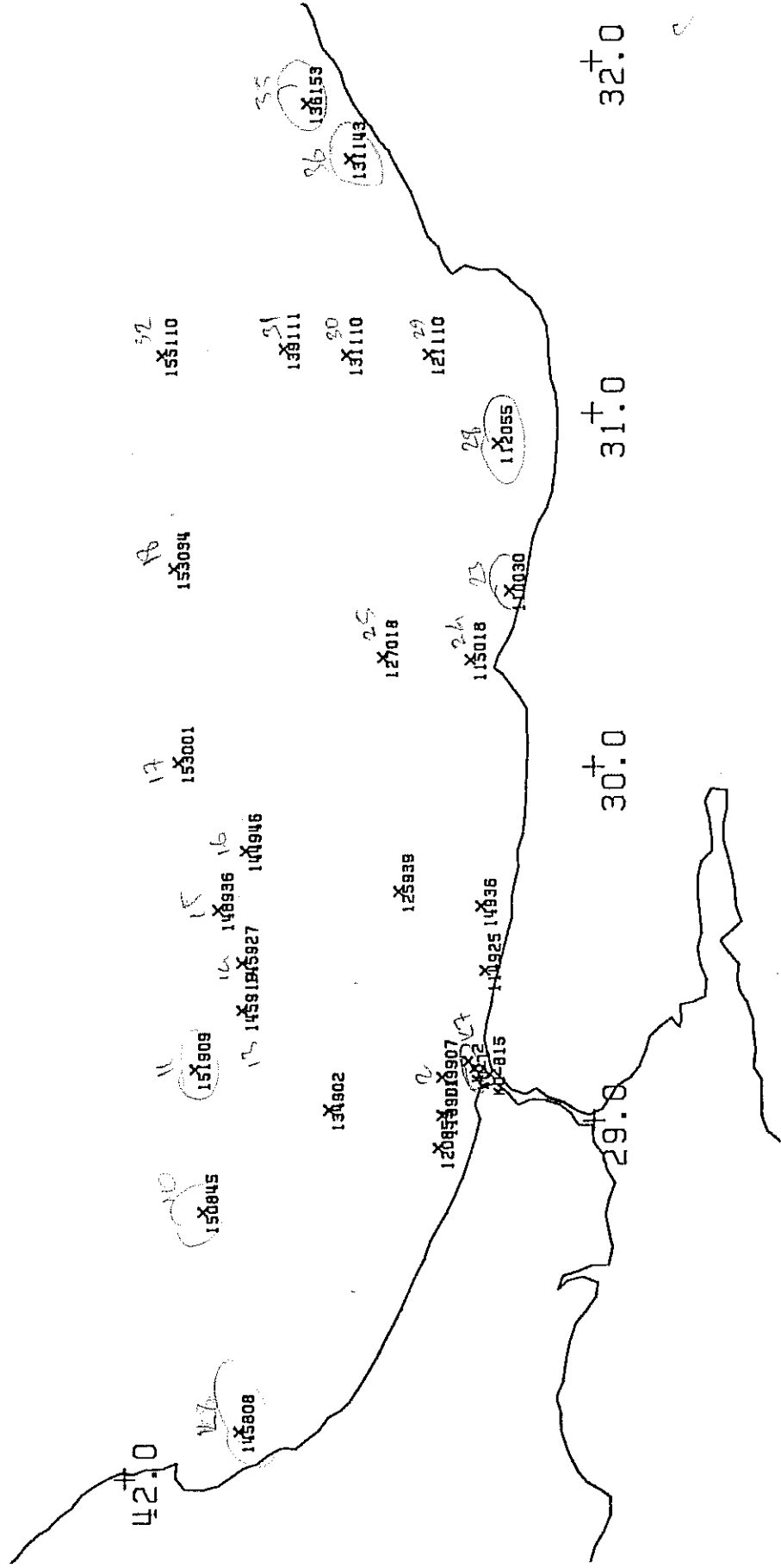
Şekil 8c Doğu Karadenizde 100m deki sirkülasyon (Bibik, 1964)



Şekil 9 Batı Karadenizde Bulgaristan kıta sahanlığı bölgesindeki yüzey dolaşımı (Truchev ve Stanev, 1983)

January, 1986

Station Identifiers

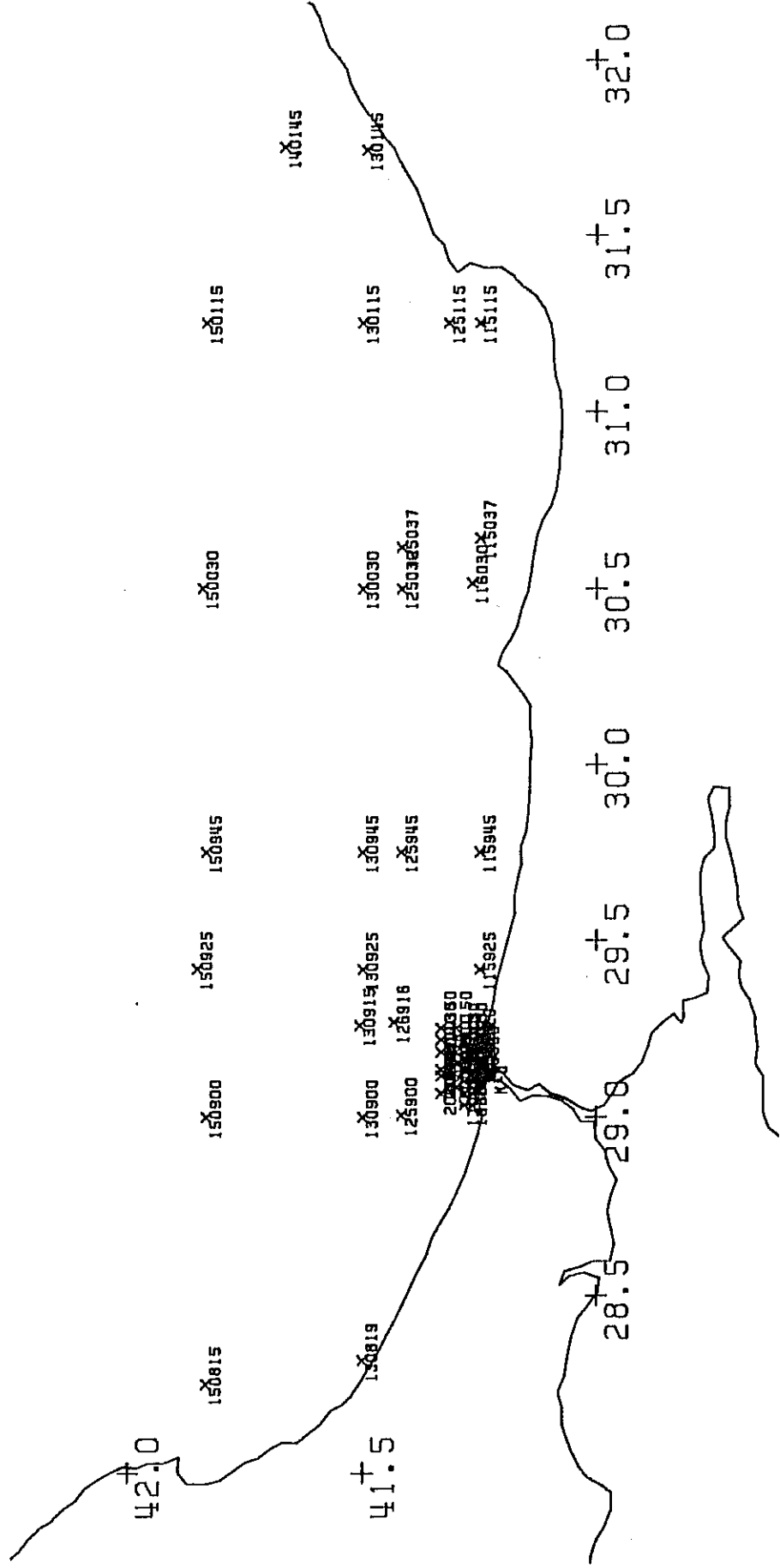


Şekil 10a 26-28 Ocak 1986 tarihlerindeki ölçüm istasyonları



MAY 1986

Station Identifiers.



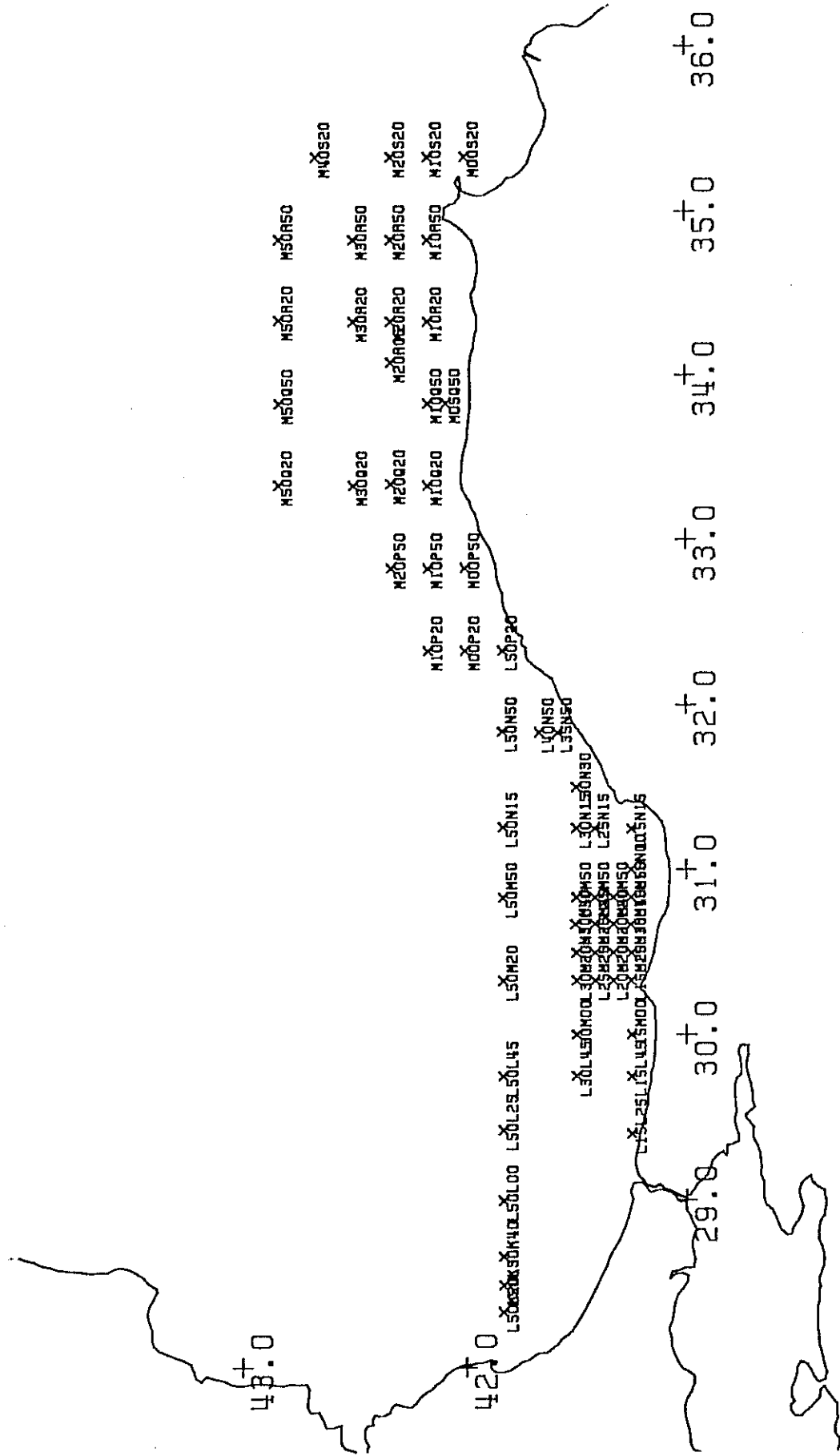
Şekil 10b 20-23 Mayıs 1986 tarihlerindeki ölçüm istasyonları





APRIL 1987

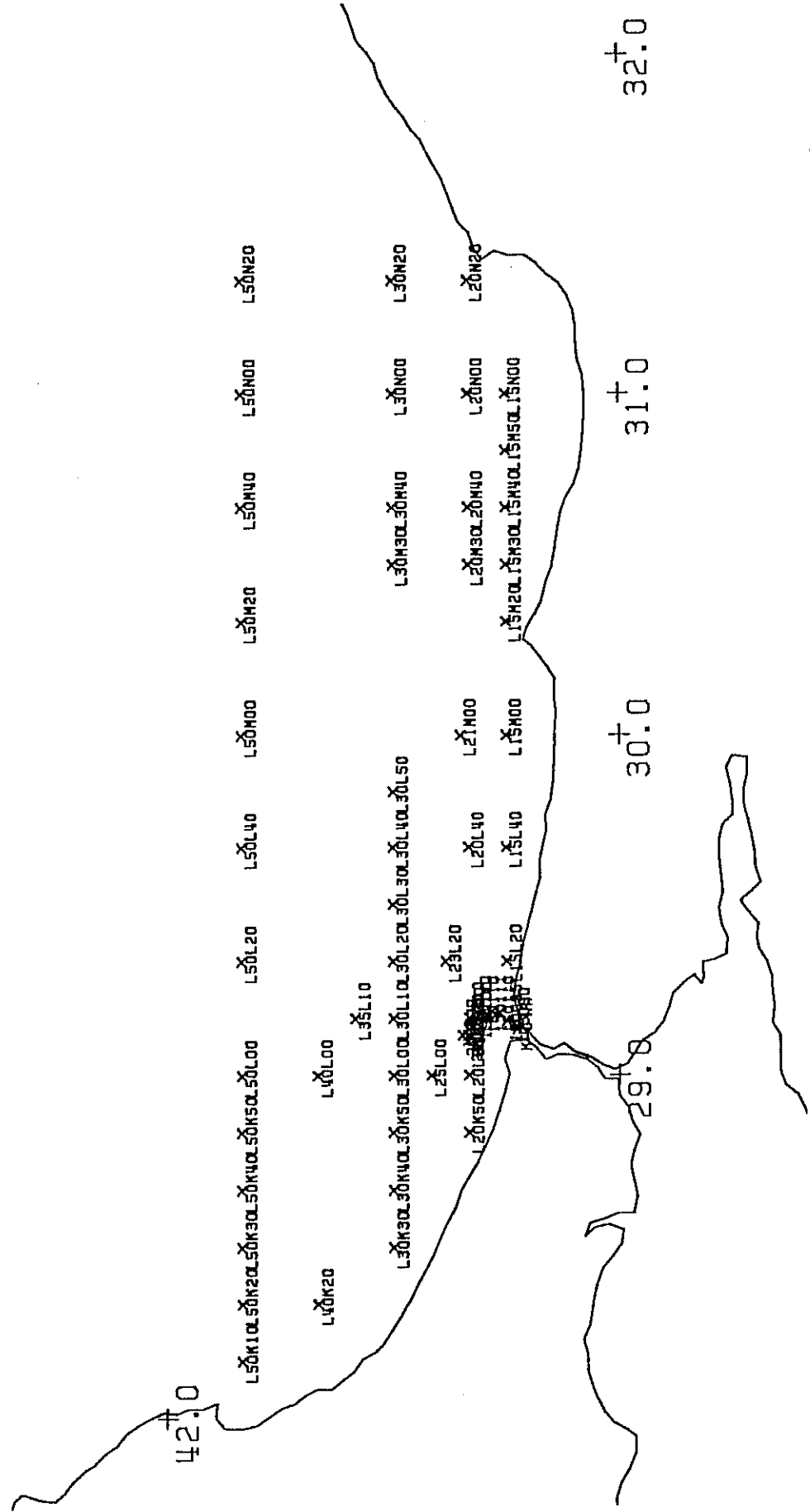
Station Identifiers



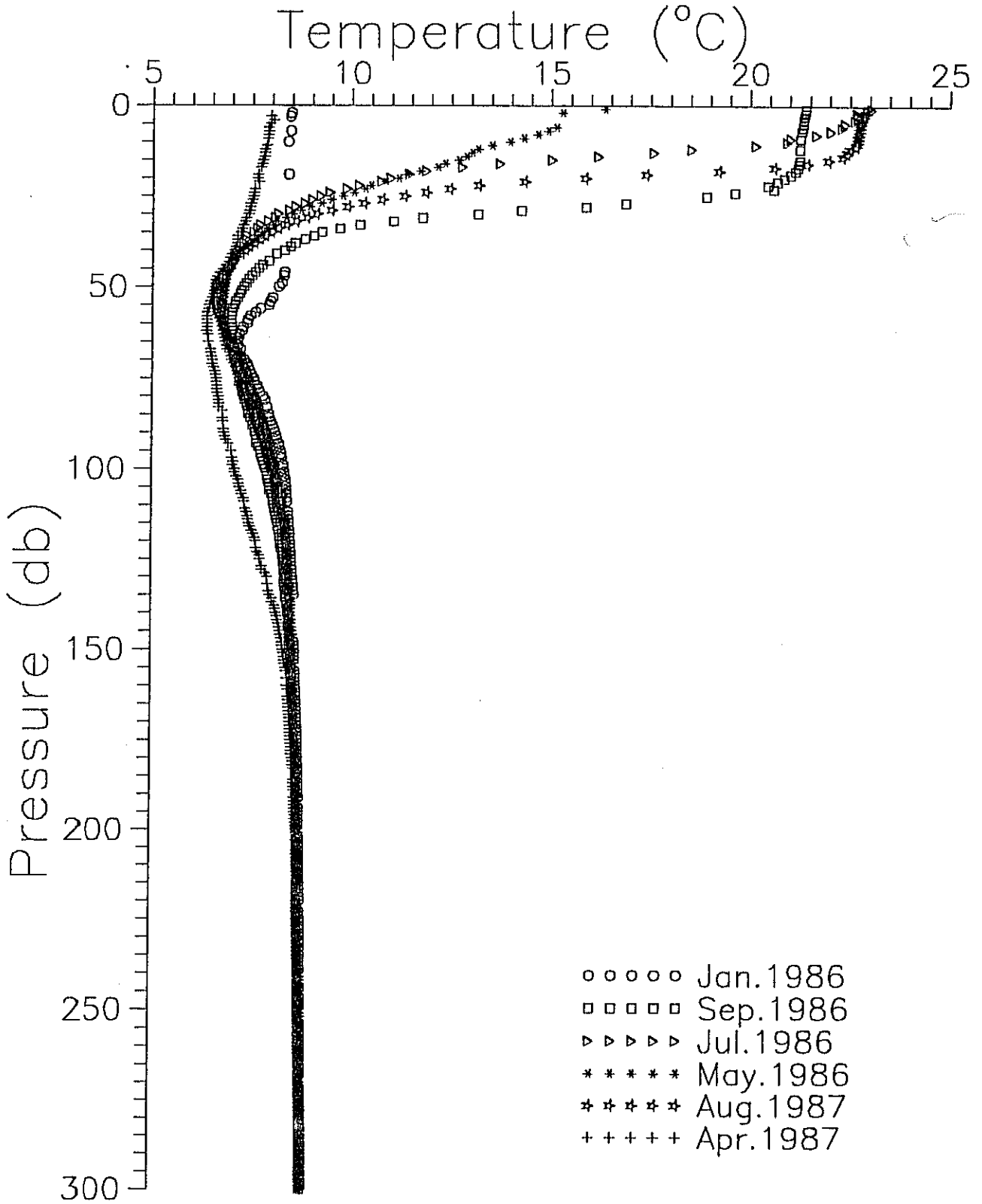
Şekil 10e 21-28 Nisan 1987 tarihlerindeki ölçüm istasyonları

AUGUST 1987

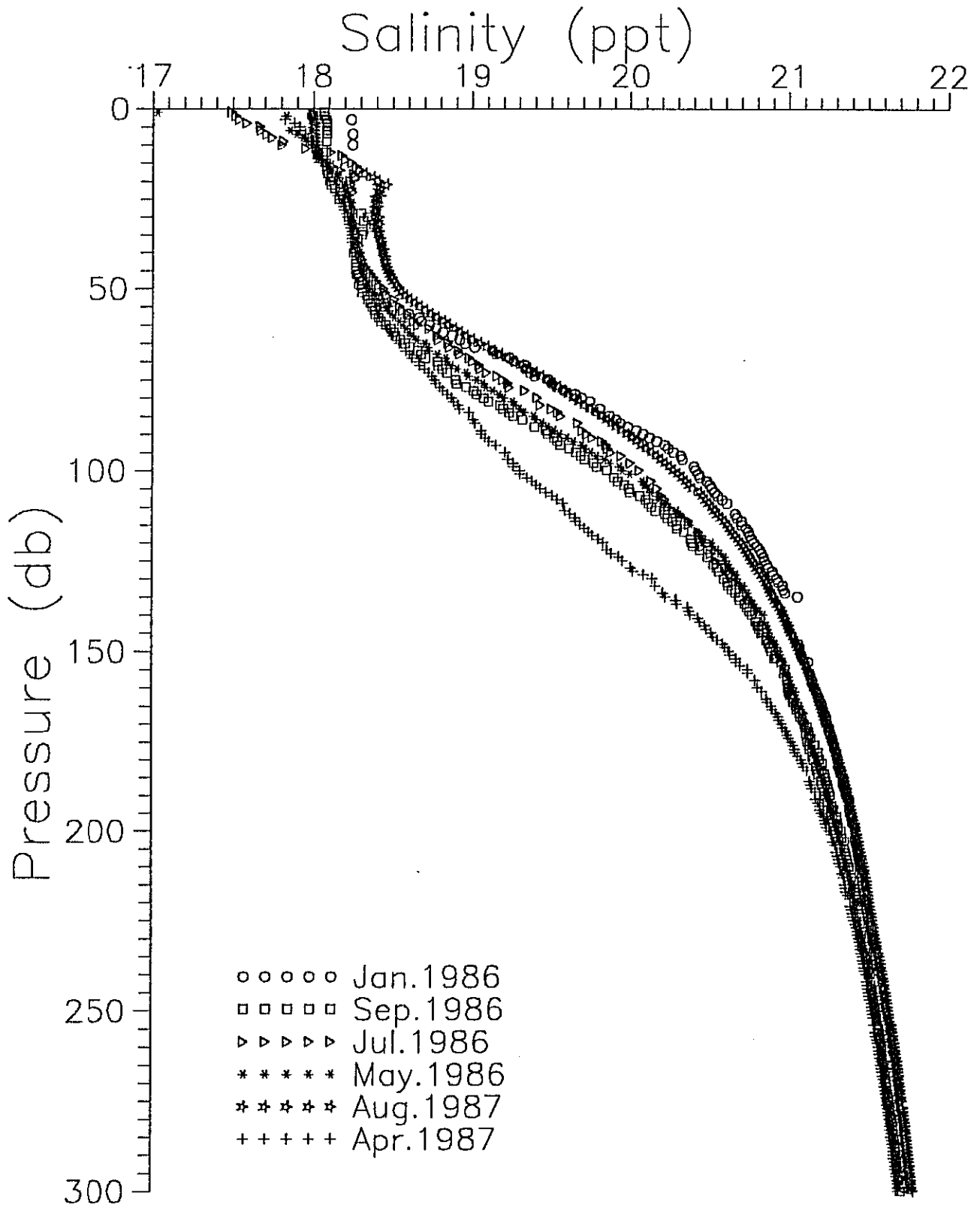
Station Identifiers



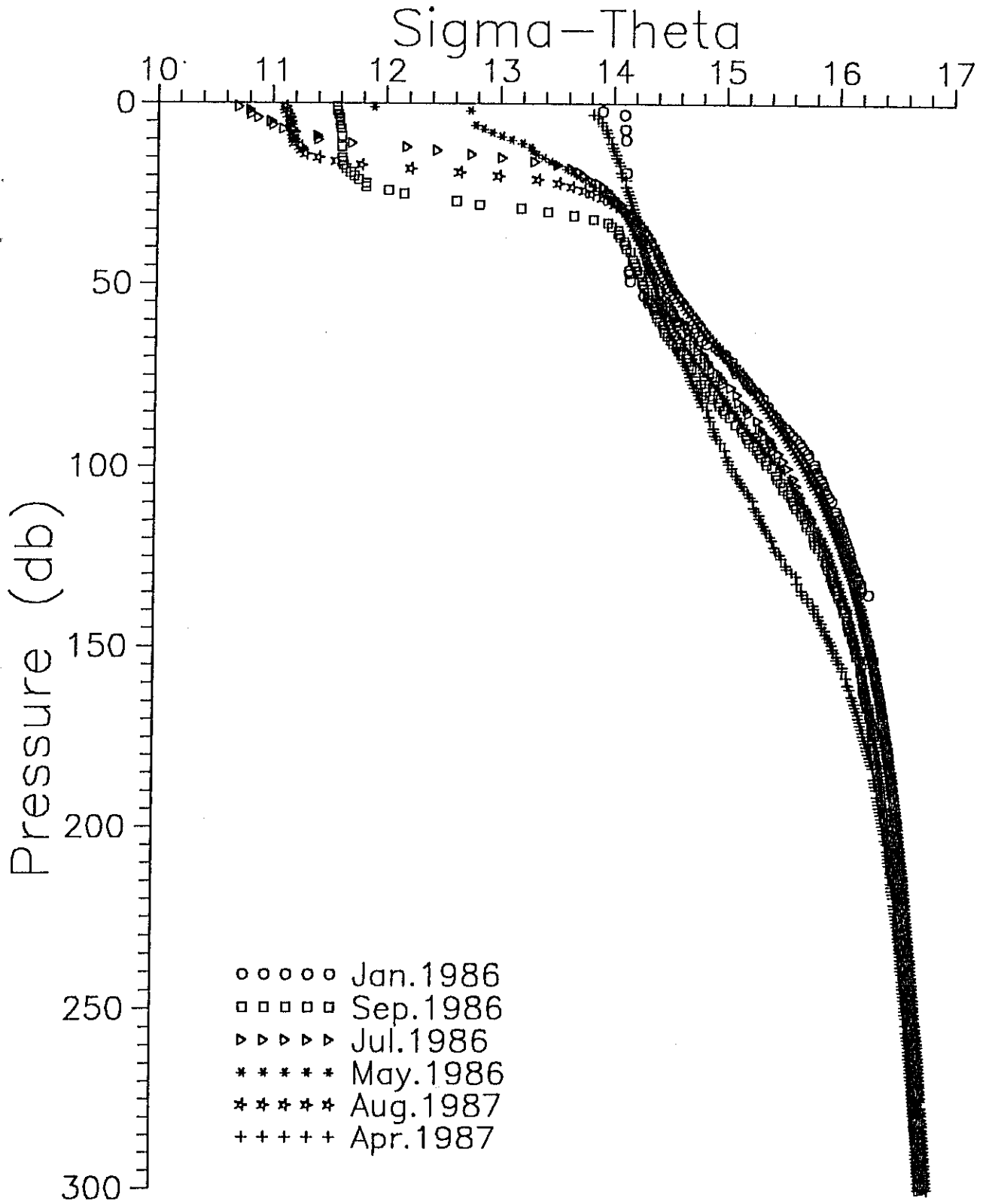
Şekil 10f 25-28 Augustos 1987 tarihlerindeki ölçüm istasyonları



Şekil 11a Seferlerde elde edilen ortalama sıcaklık profilleri



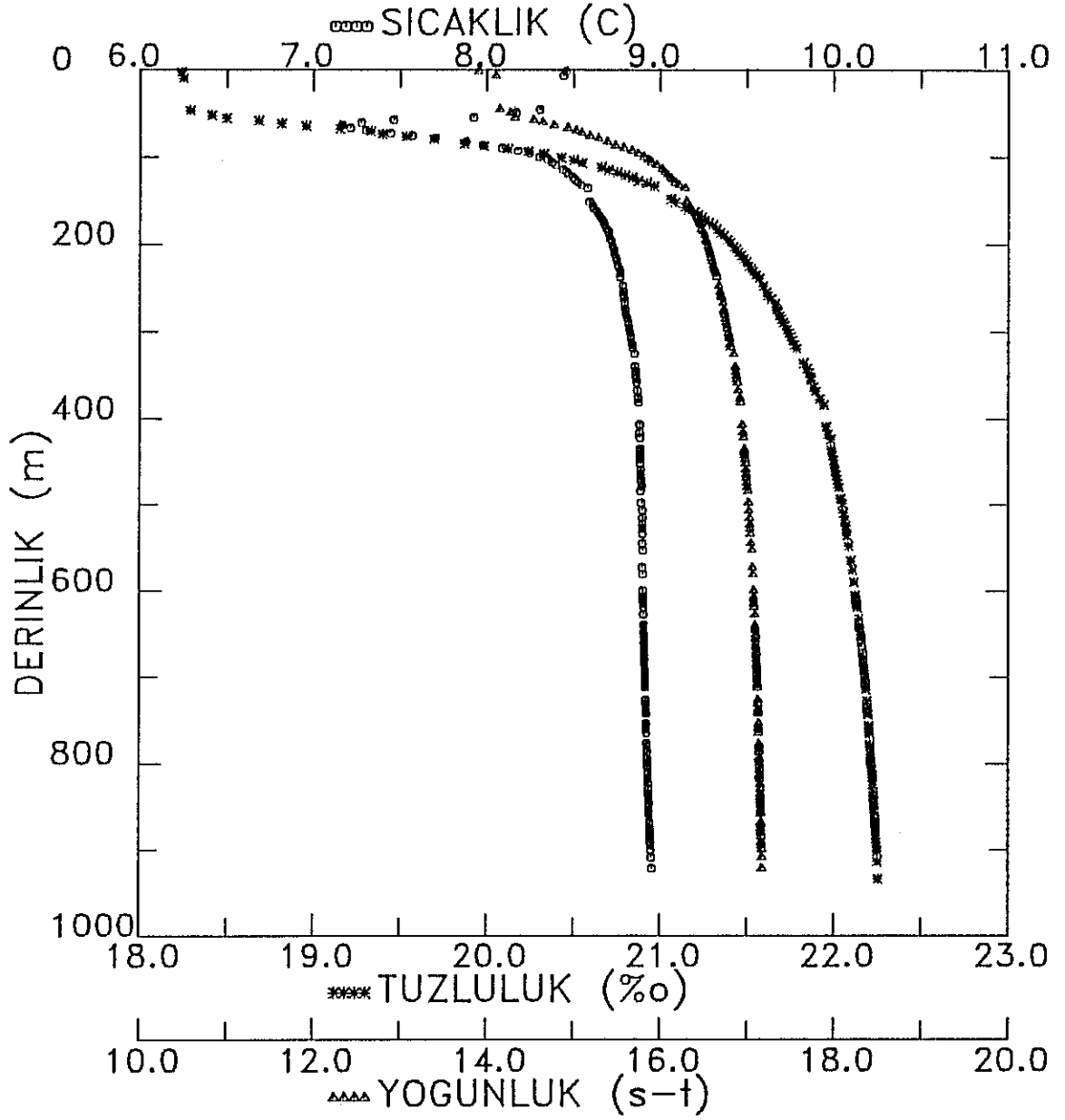
Şekil 11b Seferlerde elde edilen ortalama tuzluluk profilleri



Şekil 11c Seferlerde elde edilen ortalama yoğunluk profilleri

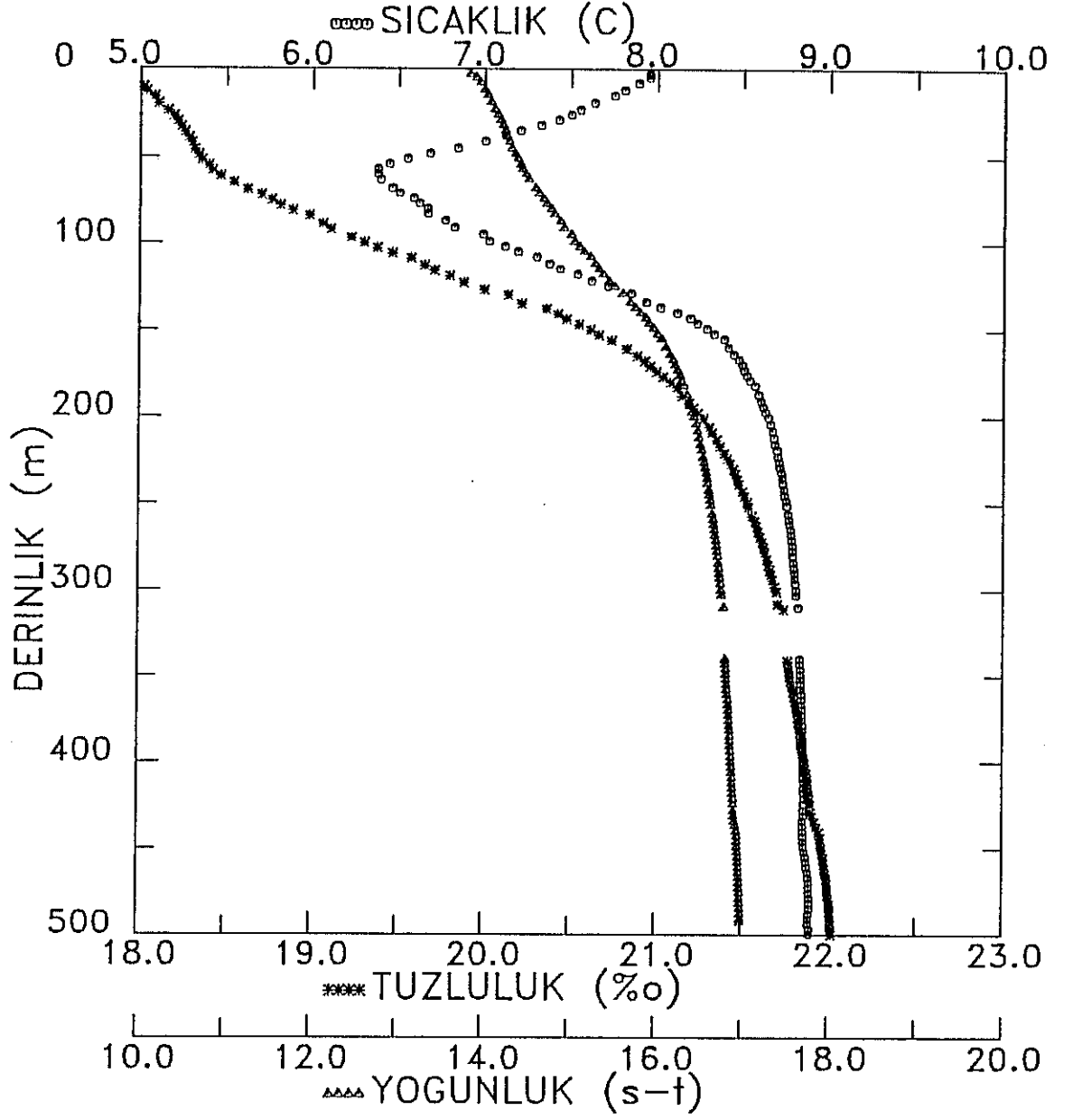


OCAK 1986



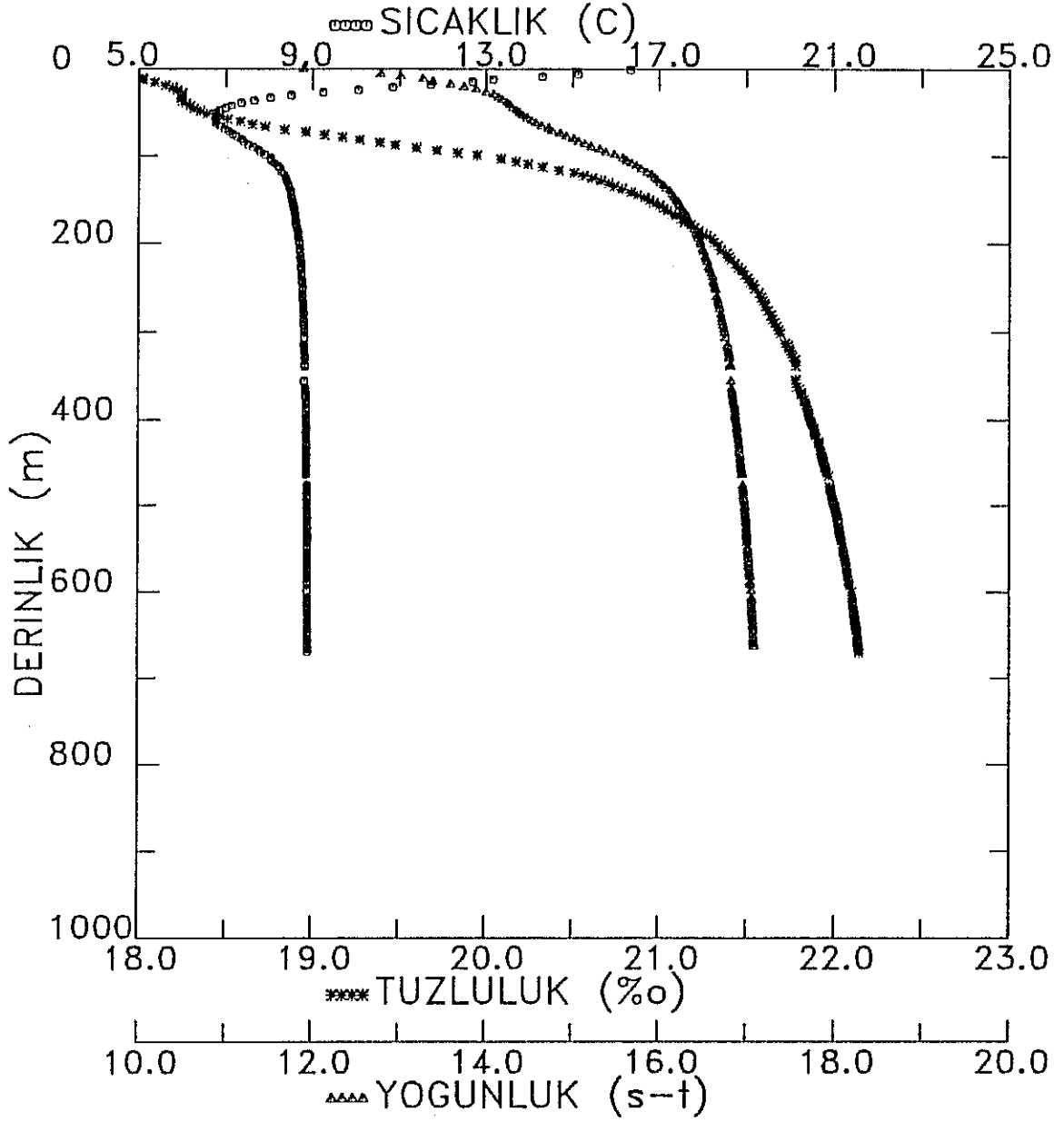
Şekil 12a Ocak 1986 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri

# NISAN 1987



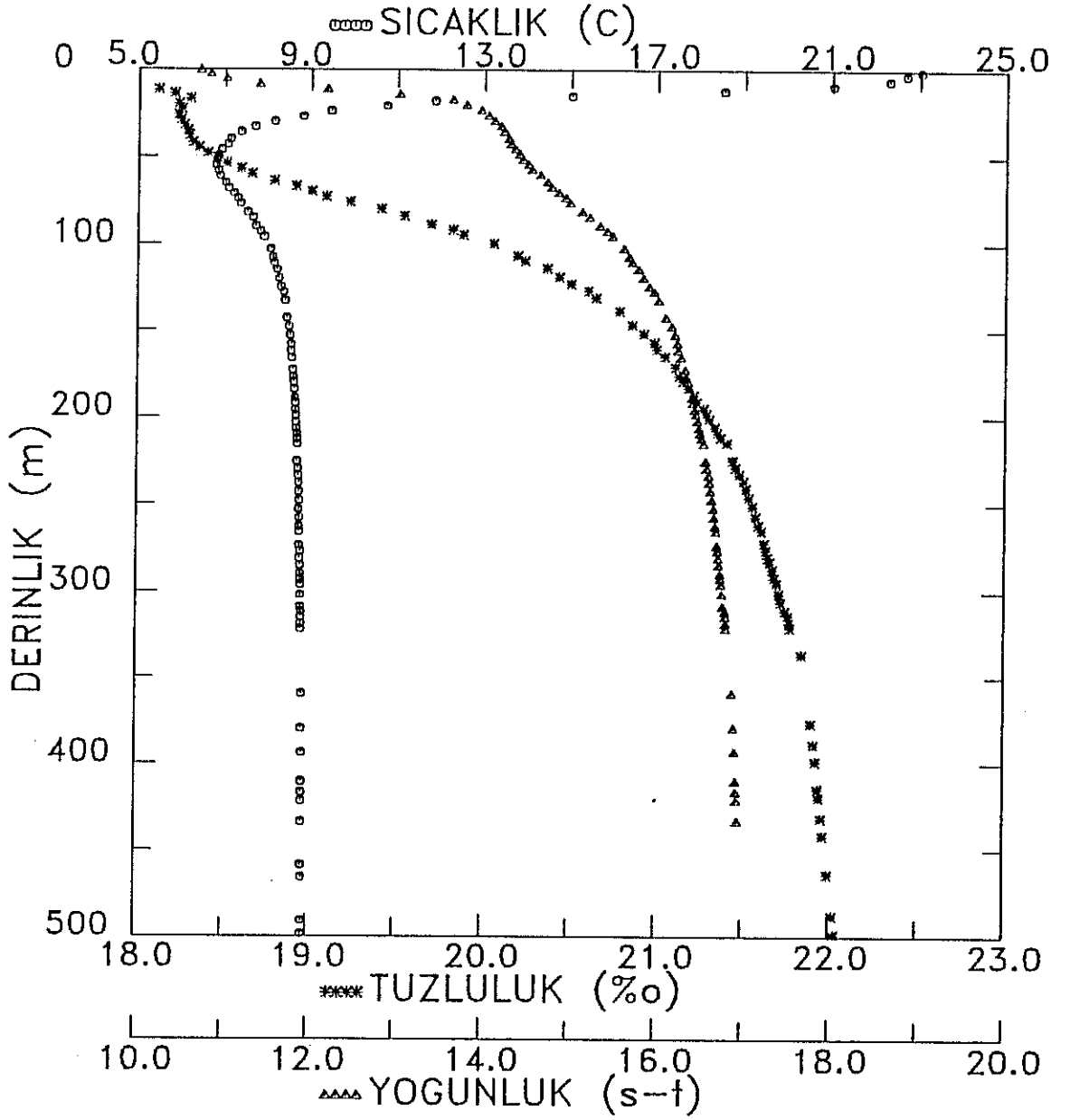
Şekil 12b Nisan 1987 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri.

MAYIS 1986



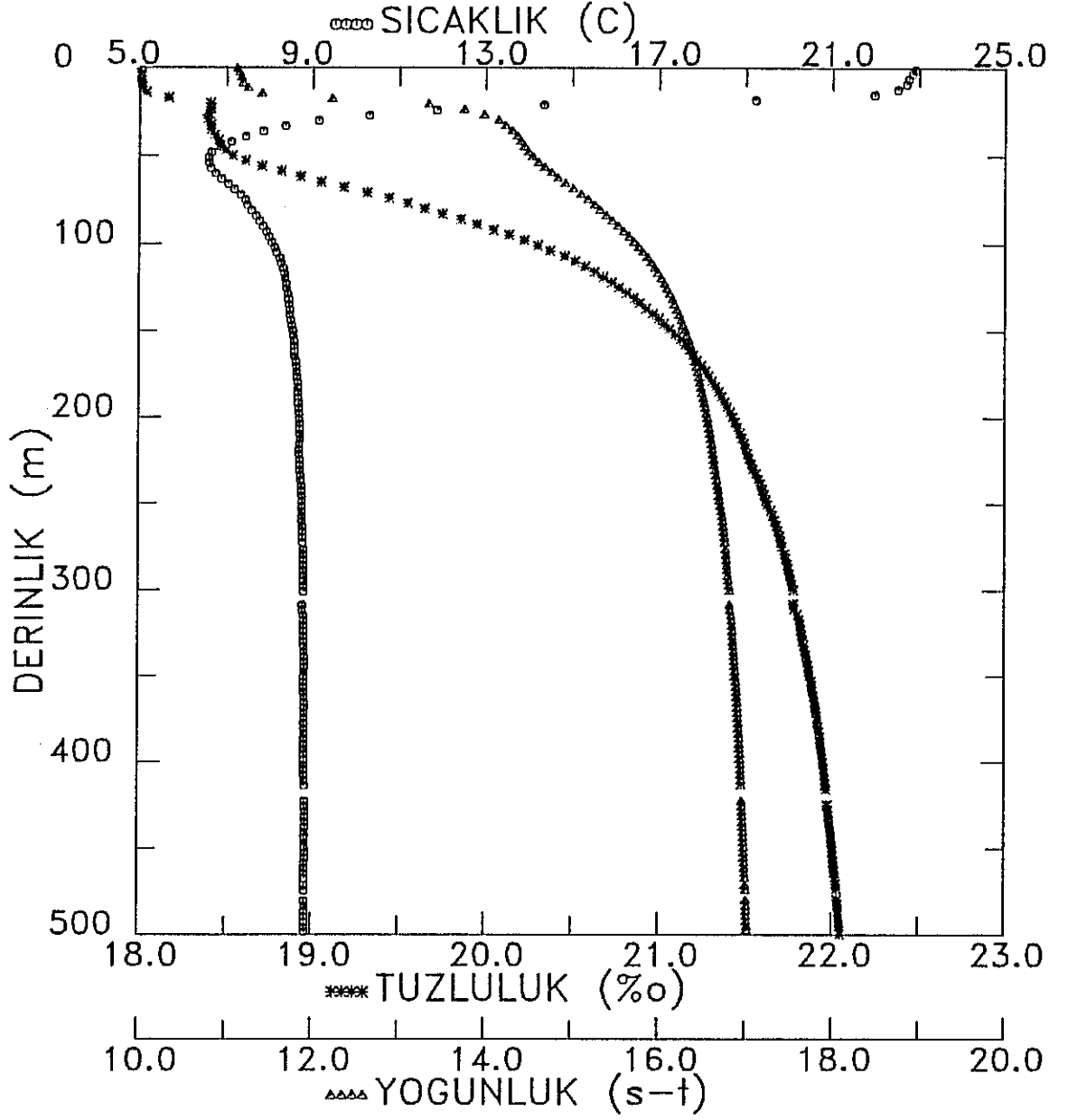
Şekil 12c Mayıs 1986 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri

## TEMMUZ 1986



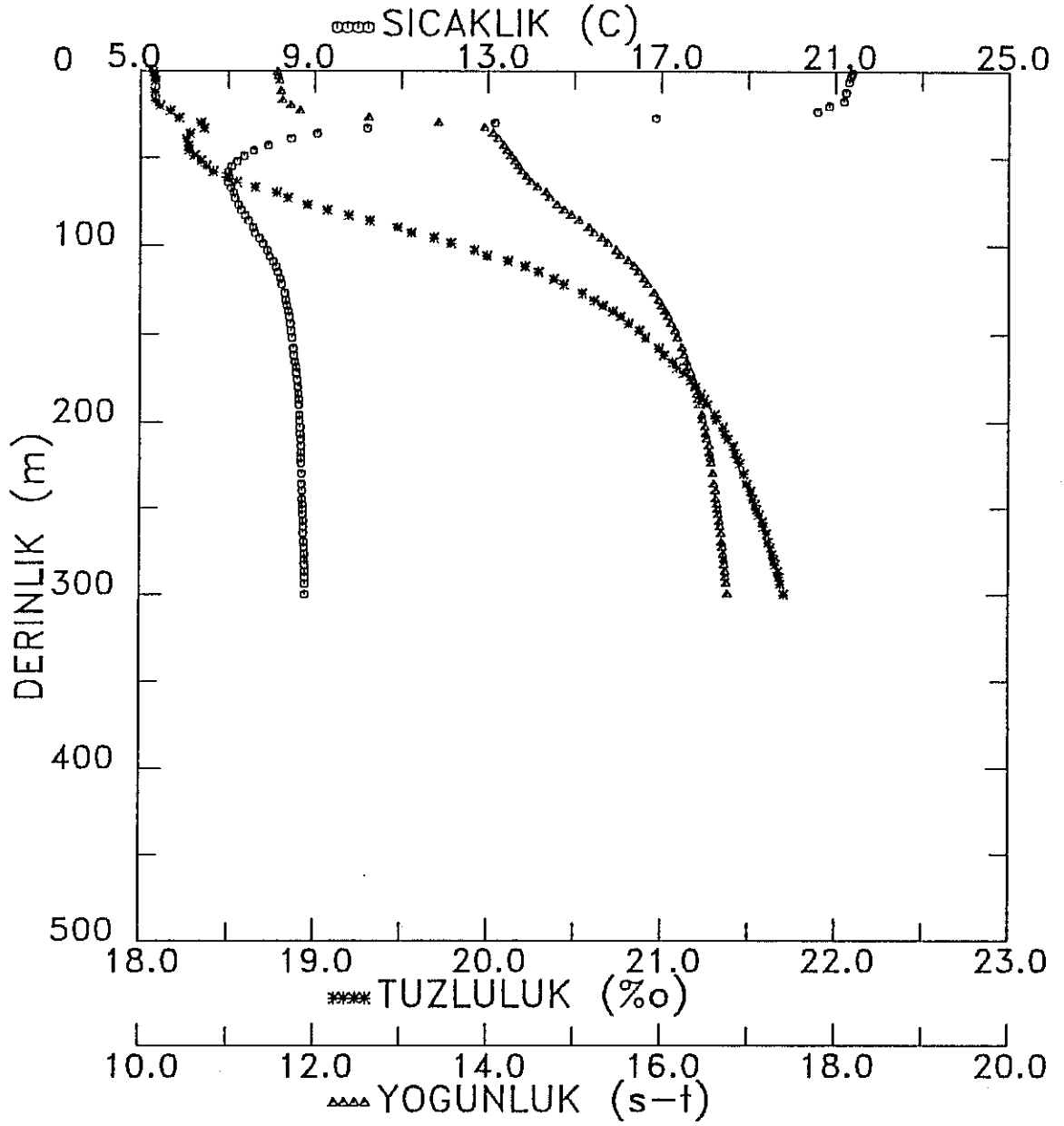
Şekil 12d Temmuz 1986 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri

## AGUSTOS 1987



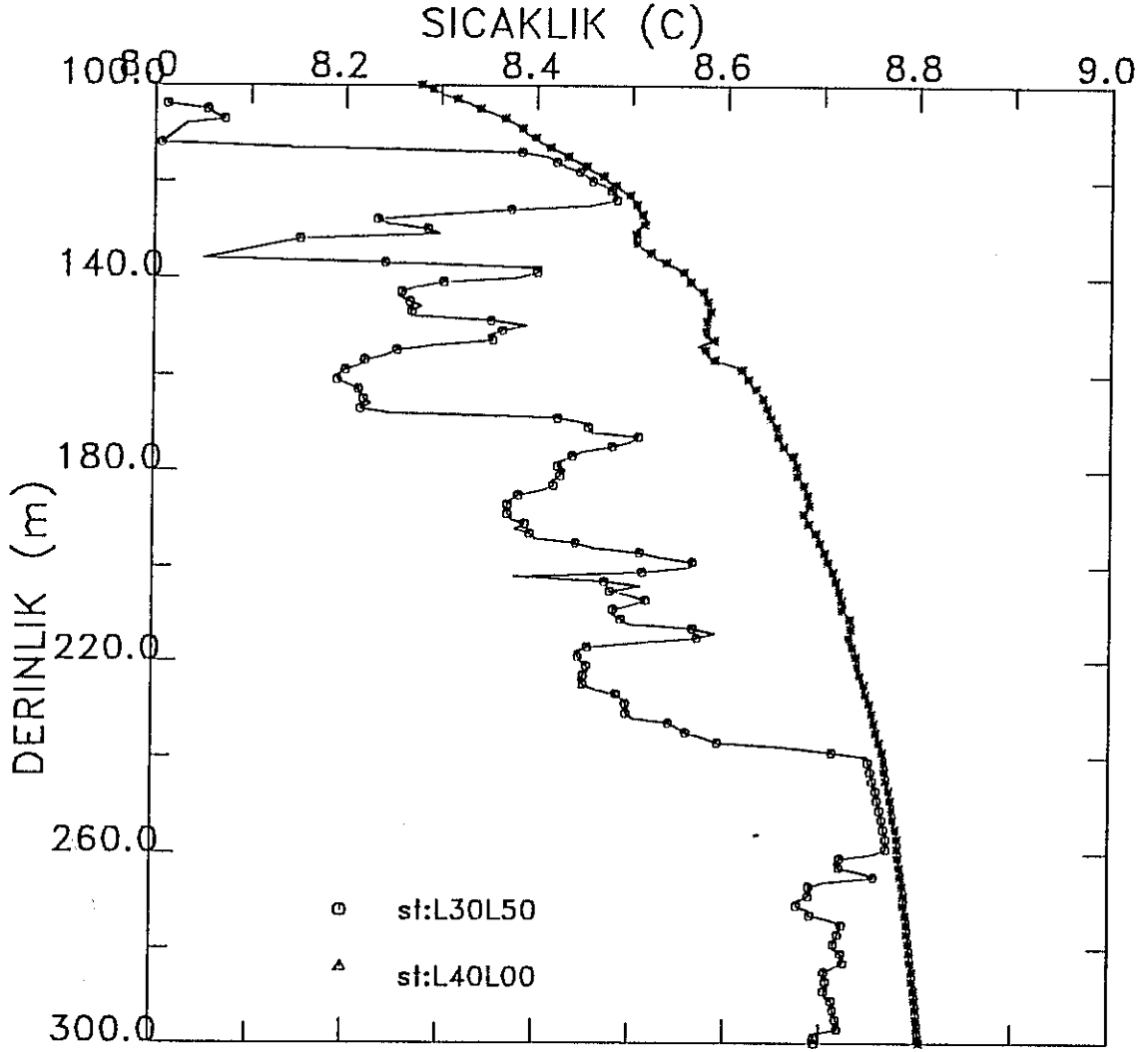
Şekil 12e Ağustos 1987 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri

# EYLUL 1986



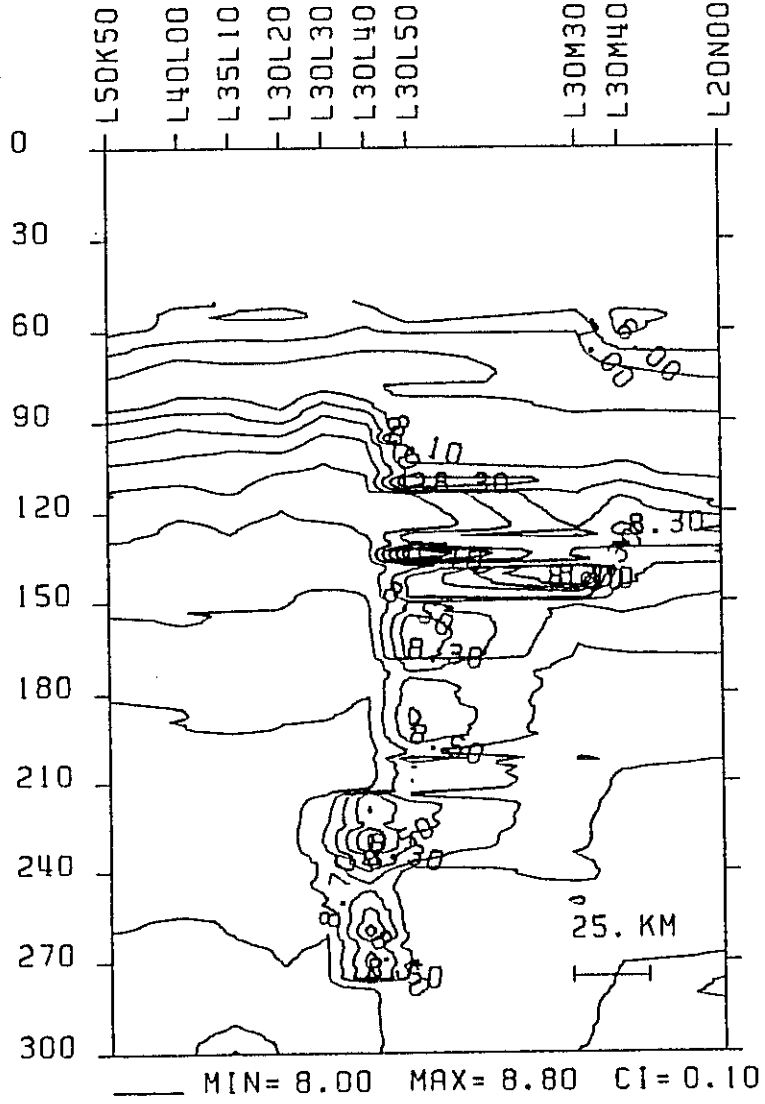
Şekil 12f Eylül 1986 seferinde elde edilen ortalama sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri

# AGUSTOS 1987



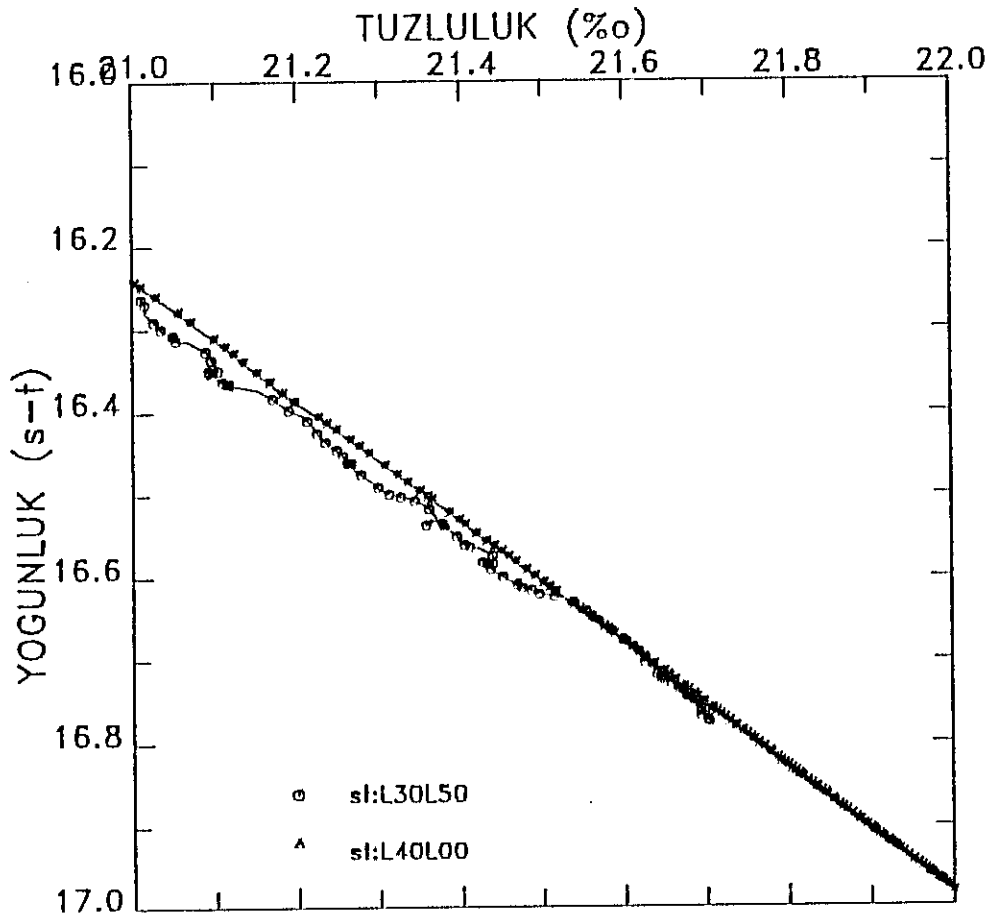
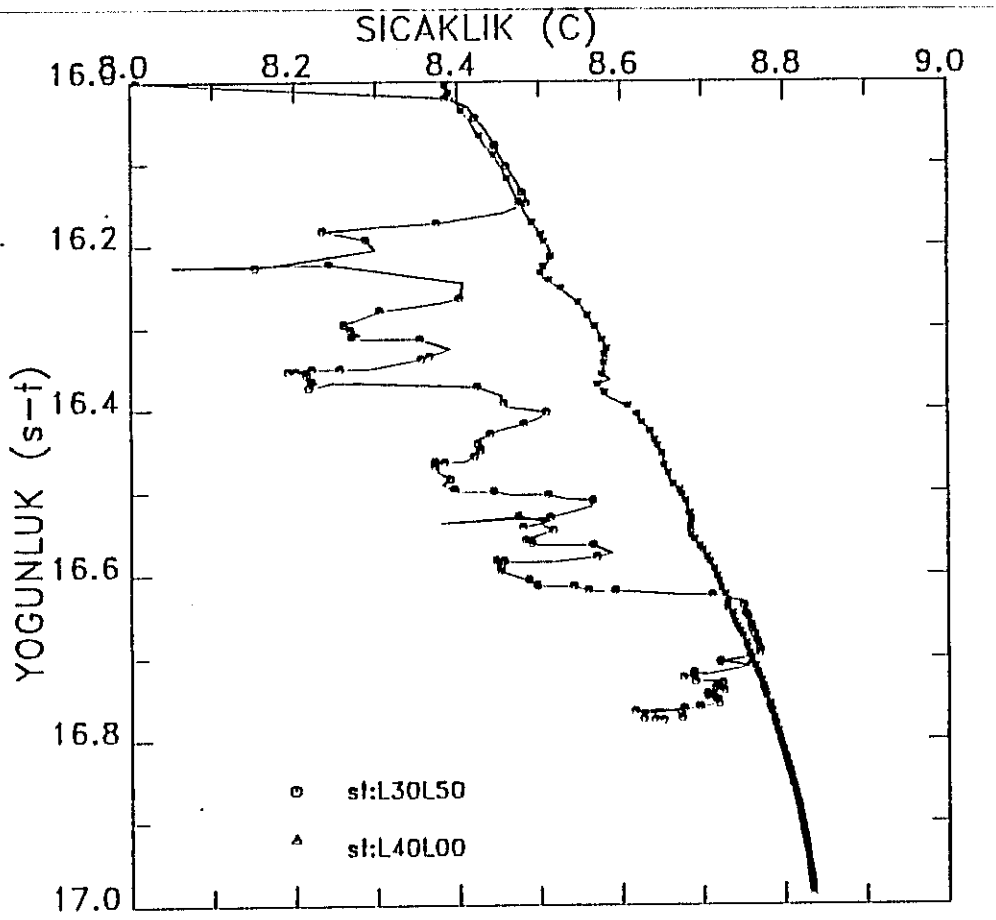
Şekil 13a Ağustos 1987 de İstanbul Boğazı açıklarındaki bir noktadaki batma hareketlerini gösteren sıcaklık profili

TEMPERATURE AUGUST 1987



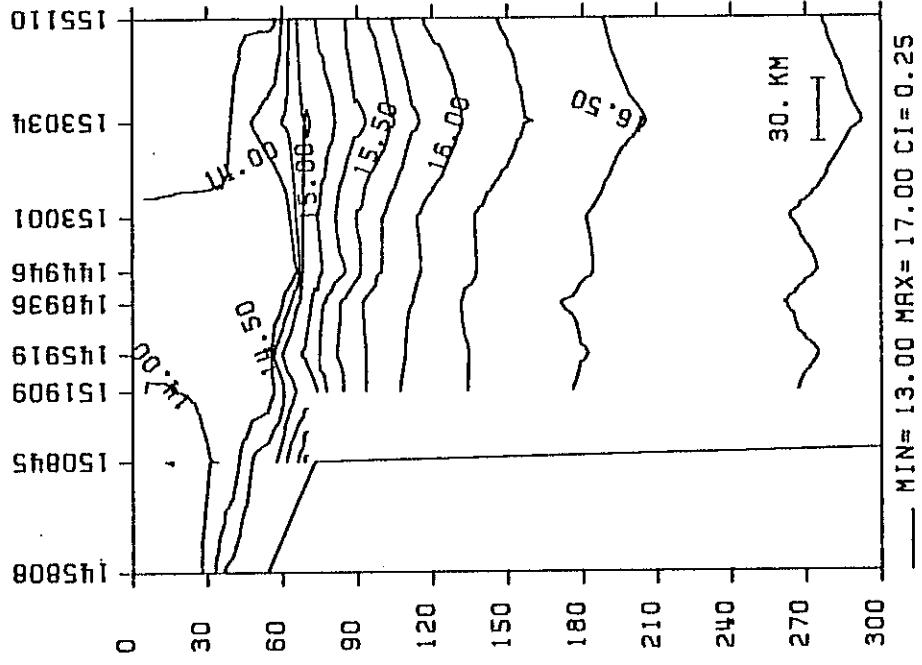
Şekil 13b Ağustos 1987 de İstanbul Boğazı açıklarındaki kıta eğimi üzerindeki bir hat boyunca gerçekleşen batma hareketlerini gösteren sıcaklık kesiti



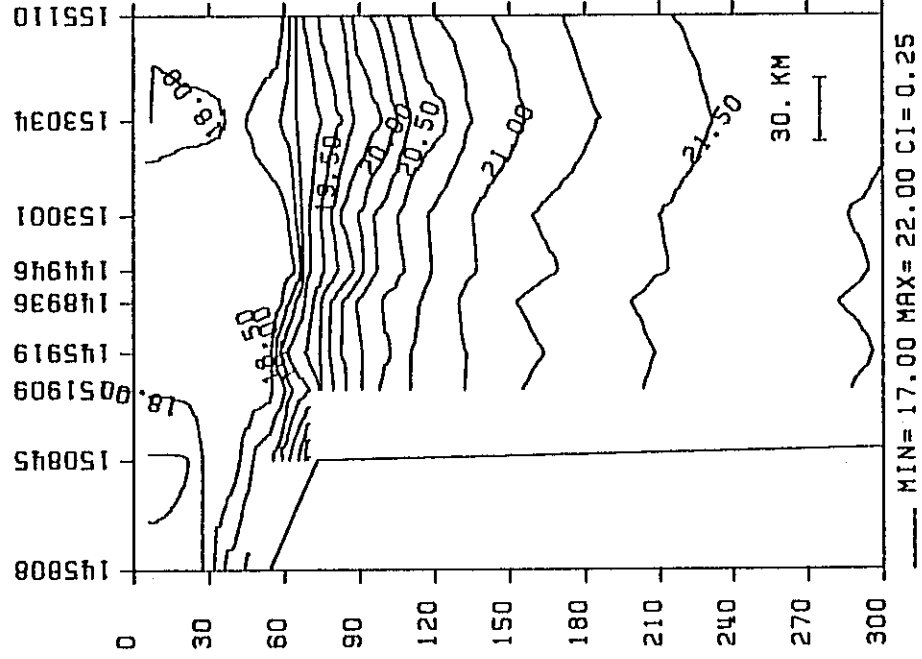


Şekil 13c Ağustos 1987 de İstanbul Boğazi açıklarındaki batma hareketlerinin meydana geldiği bir noktadaki sıcaklık ve tuzluluğun yoğunluğa göre değişimleri

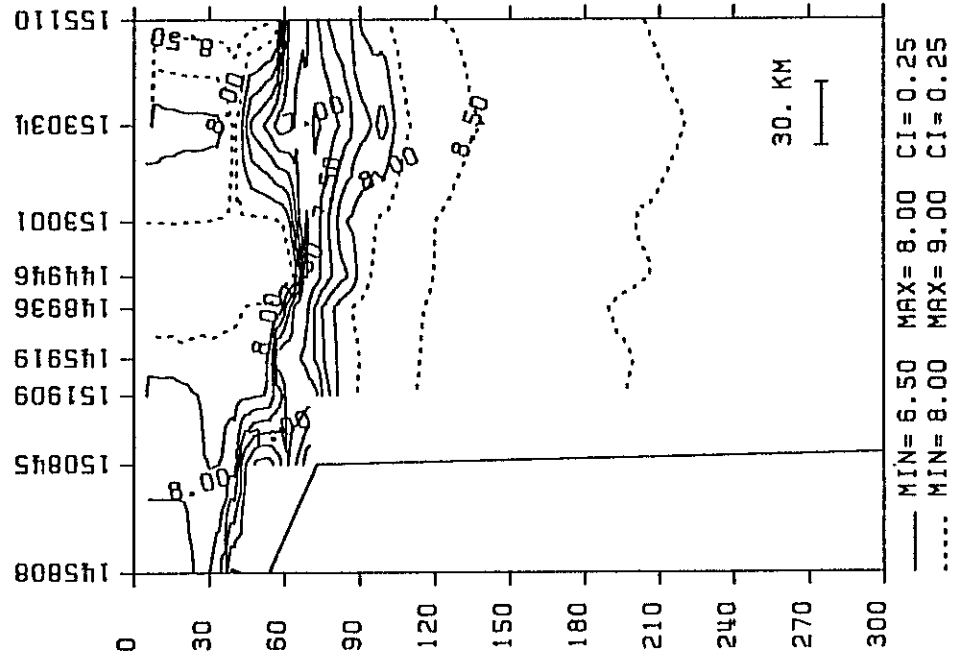
BLACK SEA SIGMA-T JANUARY 1986



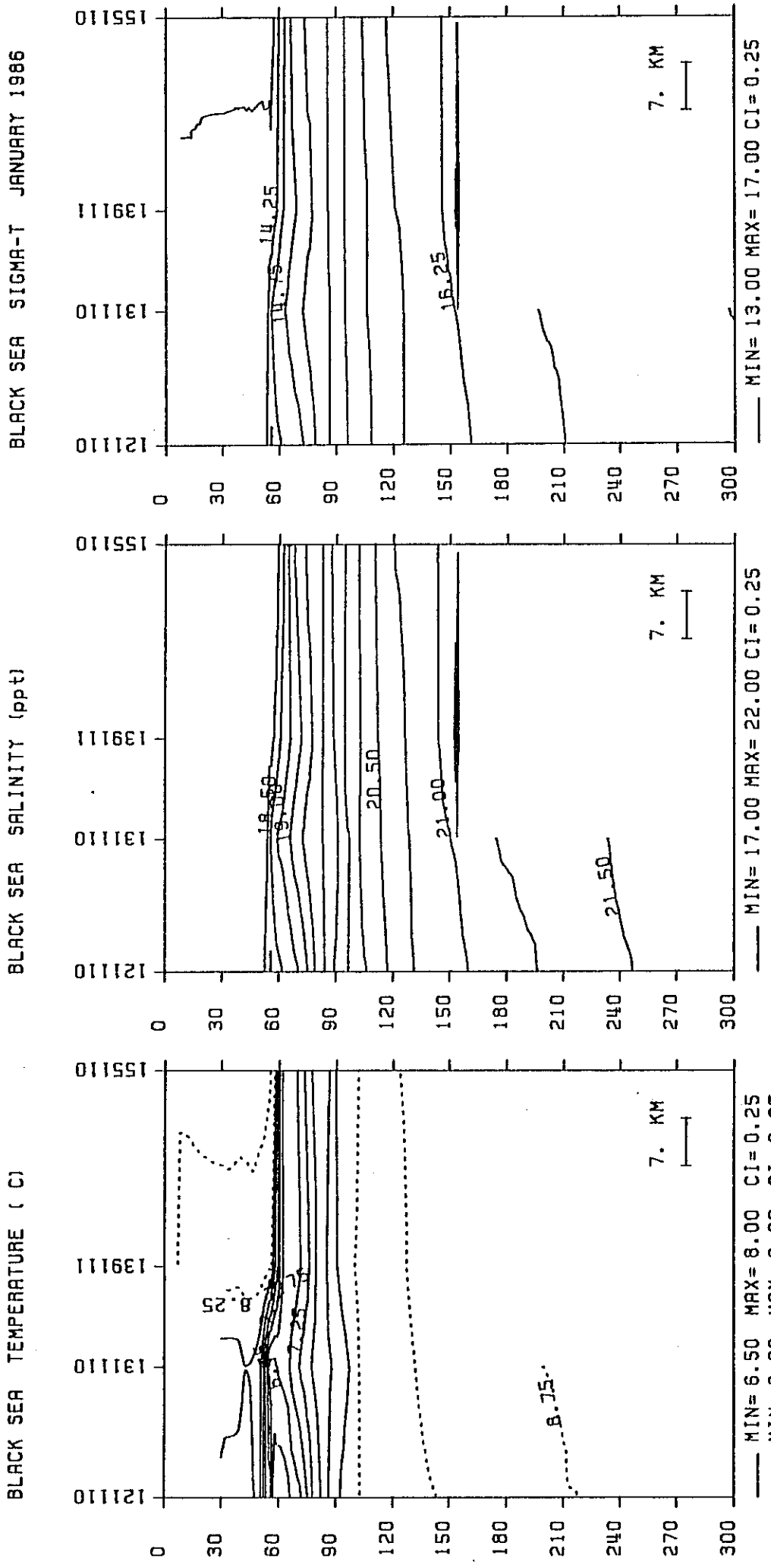
BLACK SEA SALINITY (ppt)



BLACK SEA TEMPERATURE ( C )

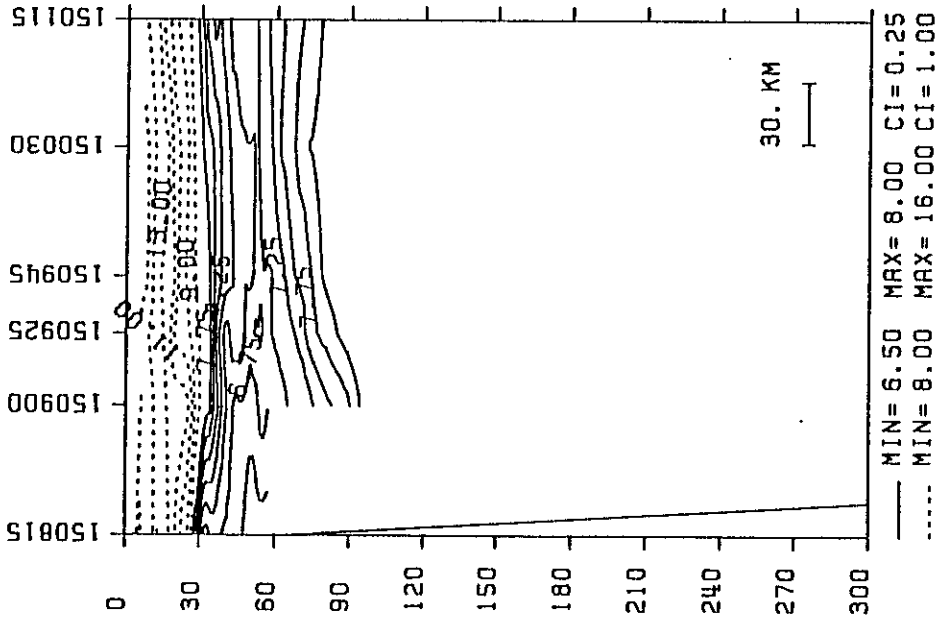


Şekil 14a Doğu-batı yönündeki 150 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ocak 1986)

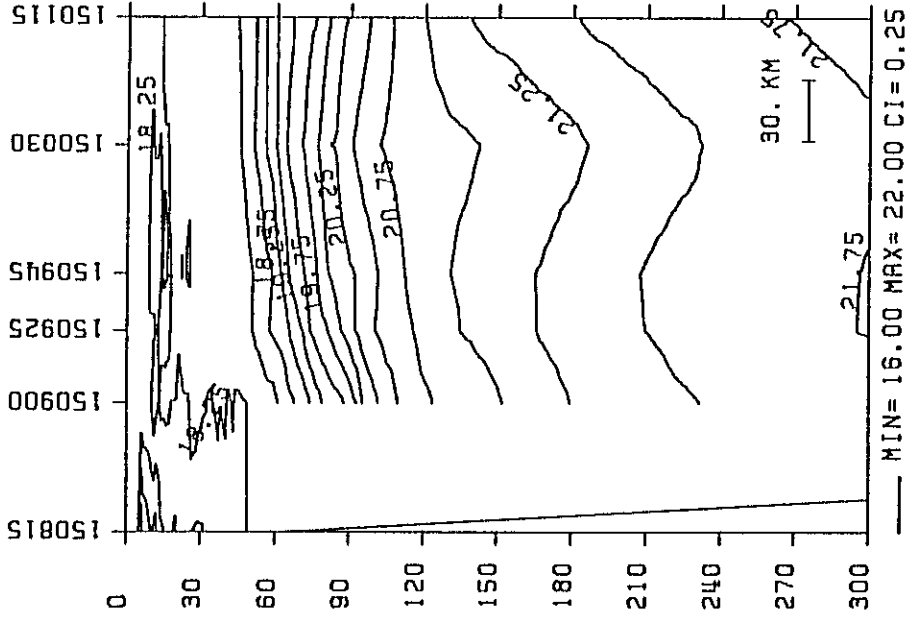


Şekil 14b Kuzey-güney yönündeki 110 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ocak 1986)

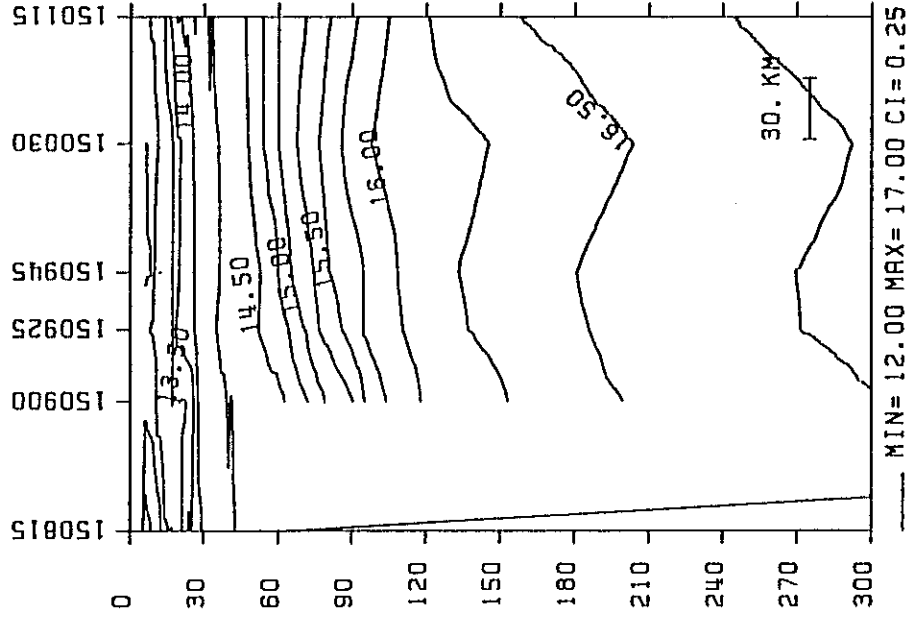
BLACK SEA TEMPERATURE ( C )



BLACK SEA SALINITY (ppt)

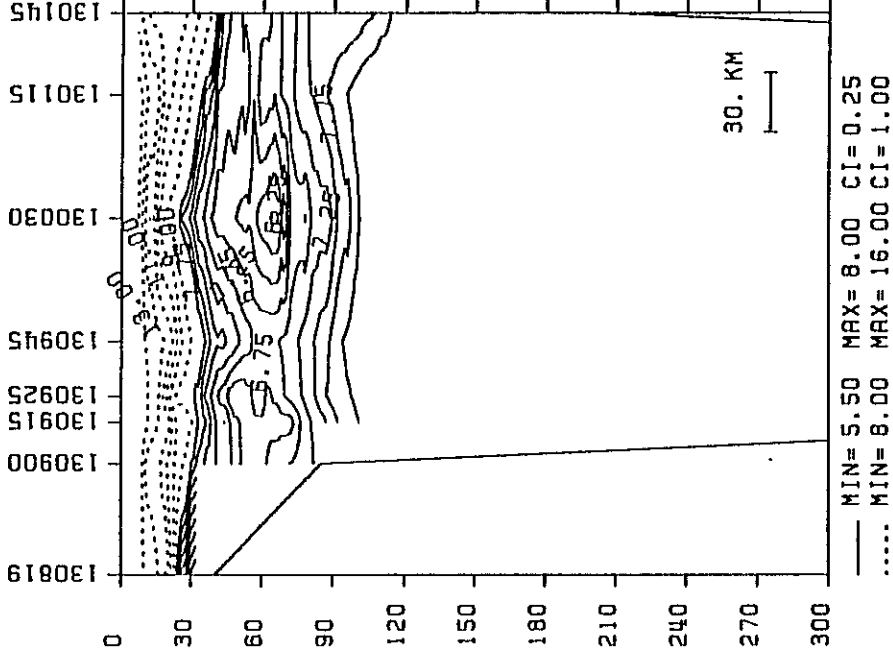


BLACK SEA SIGMA-T MAY 1986

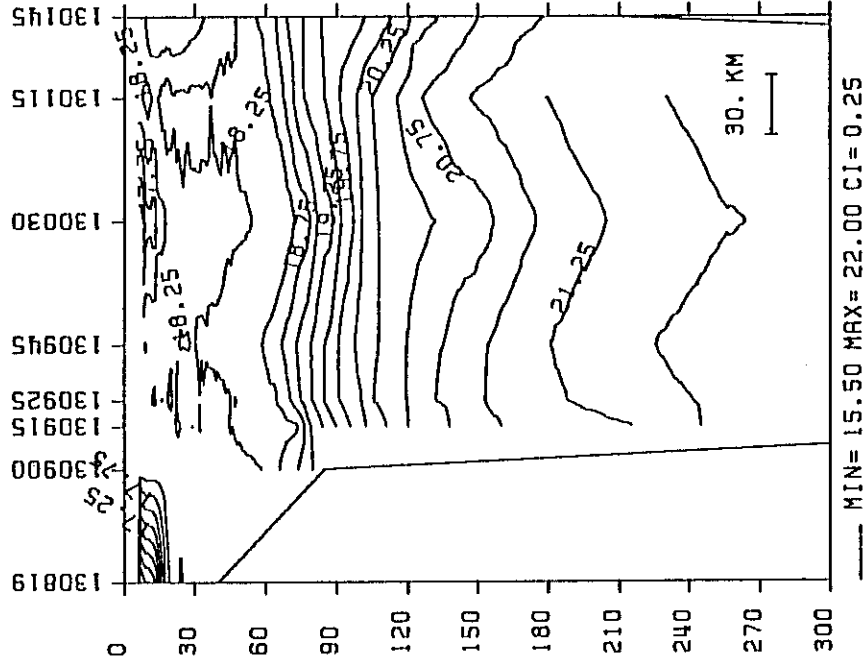


Şekil 15a Doğu-batı yönündeki 150 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Mayıs 1986)

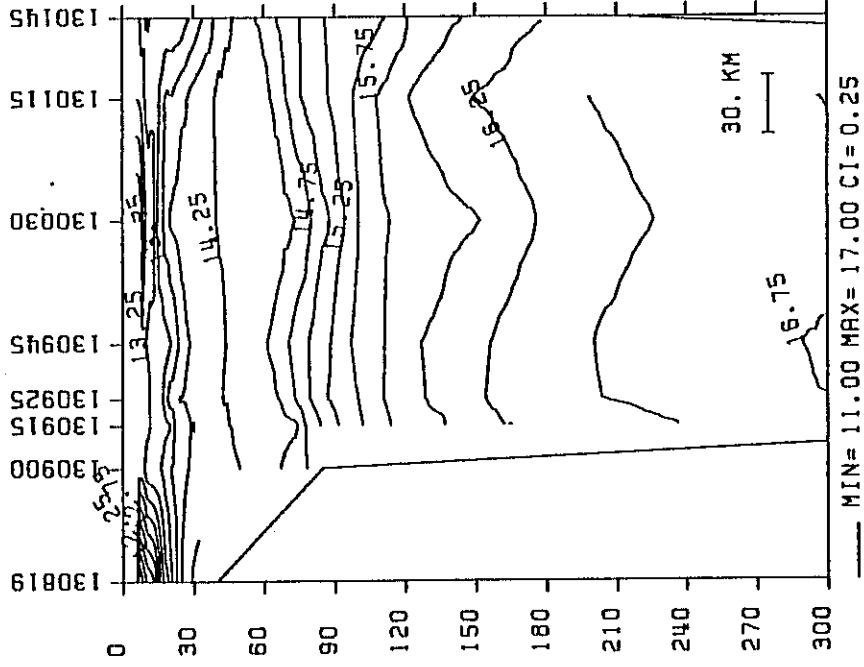
BLACK SEA TEMPERATURE ( C ) MAY 1986



BLACK SEA SALINITY (ppt) MAY 1986

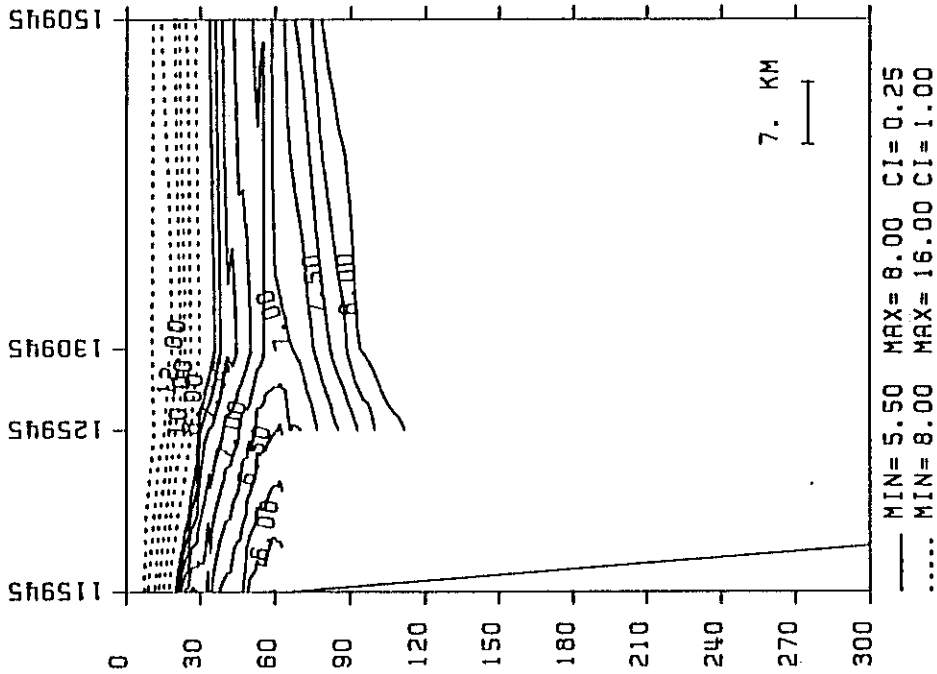


BLACK SEA SIGMA-T MAY 1986

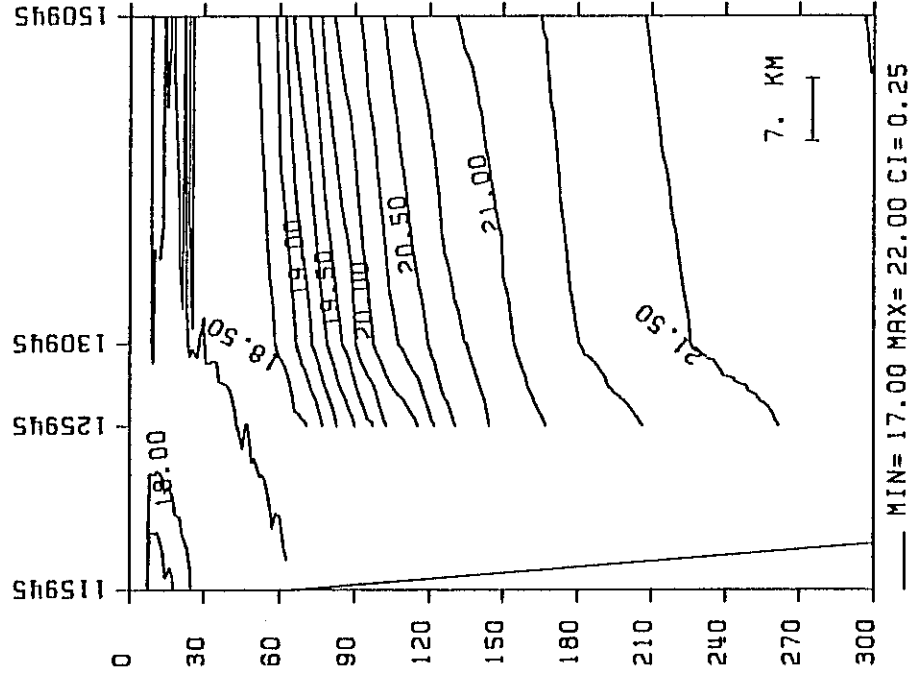


Şekil 15b Doğu-batı yönündeki 130 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Mayıs 1986)

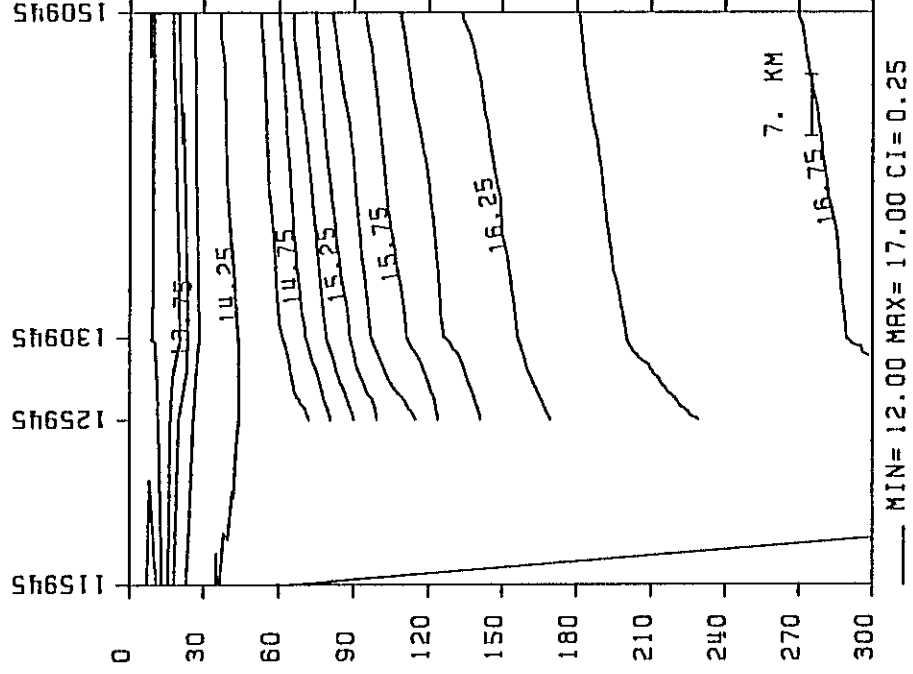
BLACK SEA TEMPERATURE ( C )



BLACK SEA SALINITY (ppt) MAY 1986

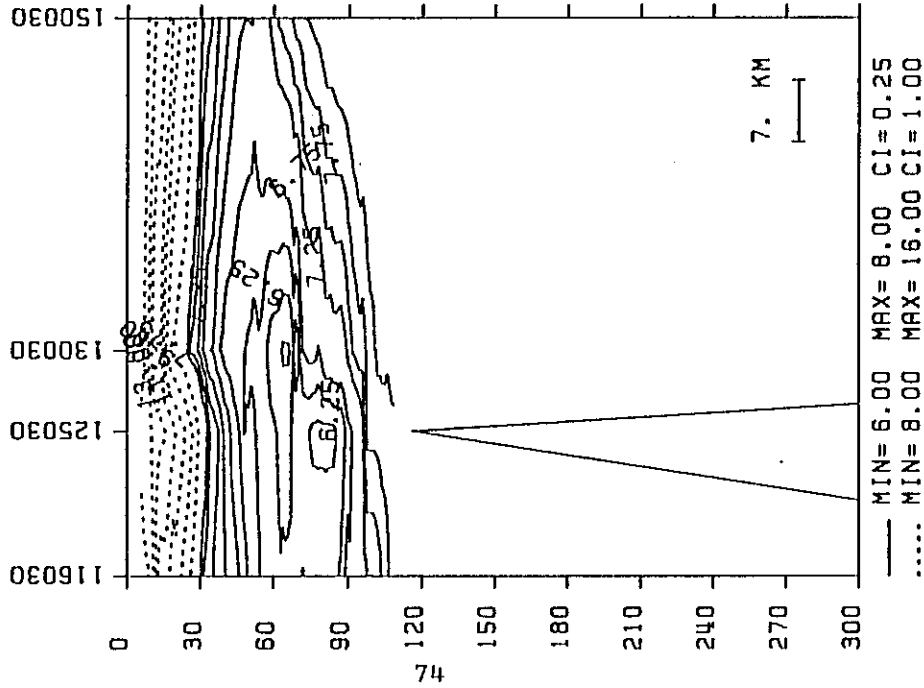


BLACK SEA SIGMA-T MAY 1986

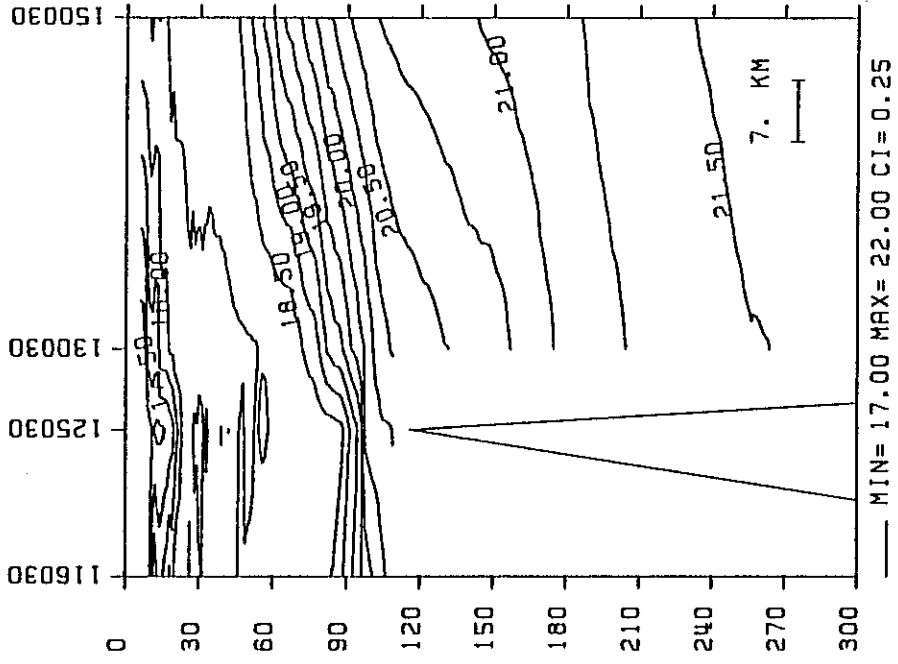


Şekil 15c Kuzey-güney yönündeki 945 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Mayıs 1986)

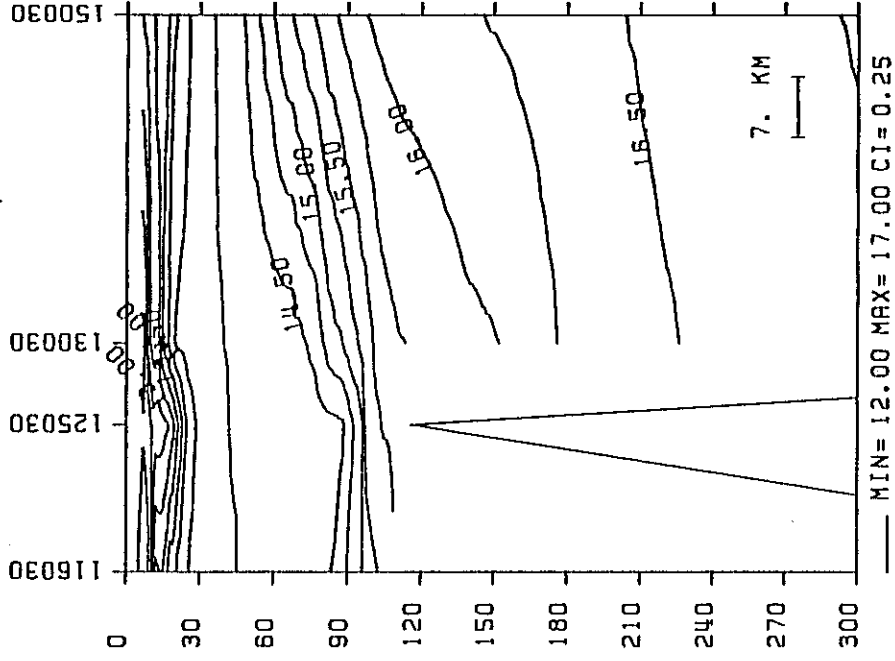
BLACK SEA TEMPERATURE ( C )



BLACK SEA SALINITY (ppt) MAY 1986



BLACK SEA SIGMA-T MAY 1986

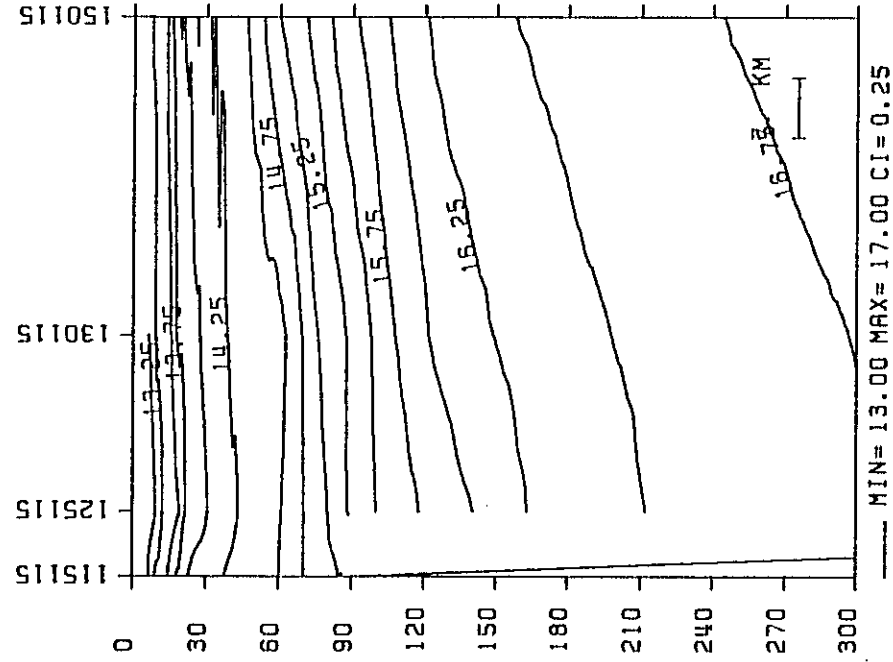
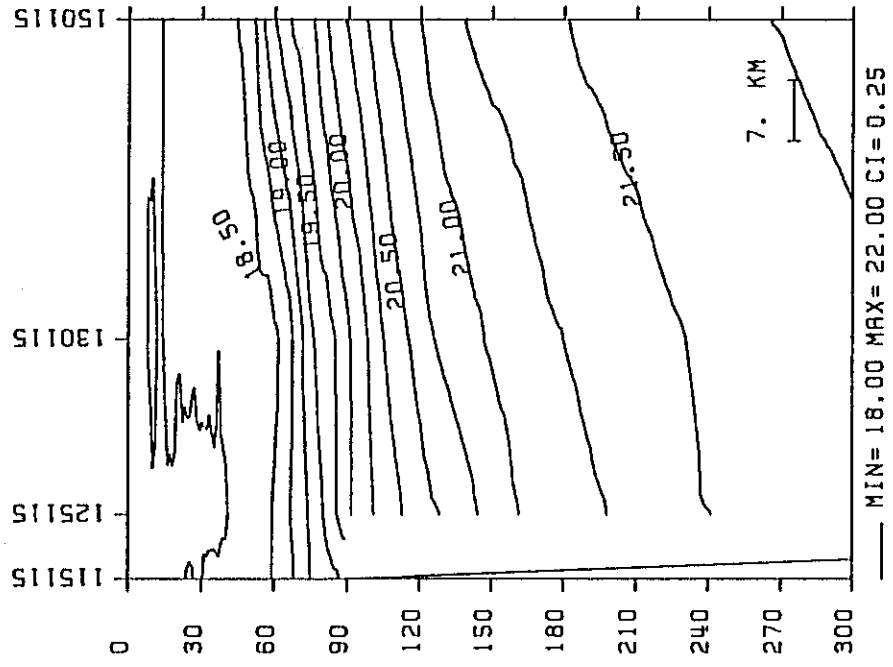
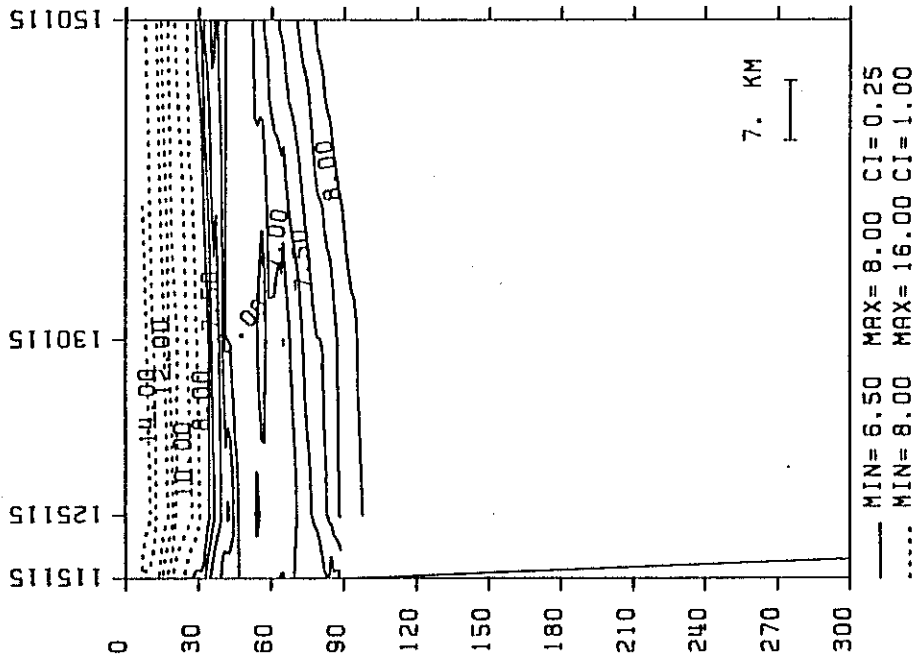


Şekil 15d Kuzey-güney yönündeki 030 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Mayıs 1986)

BLACK SEA TEMPERATURE ( C )

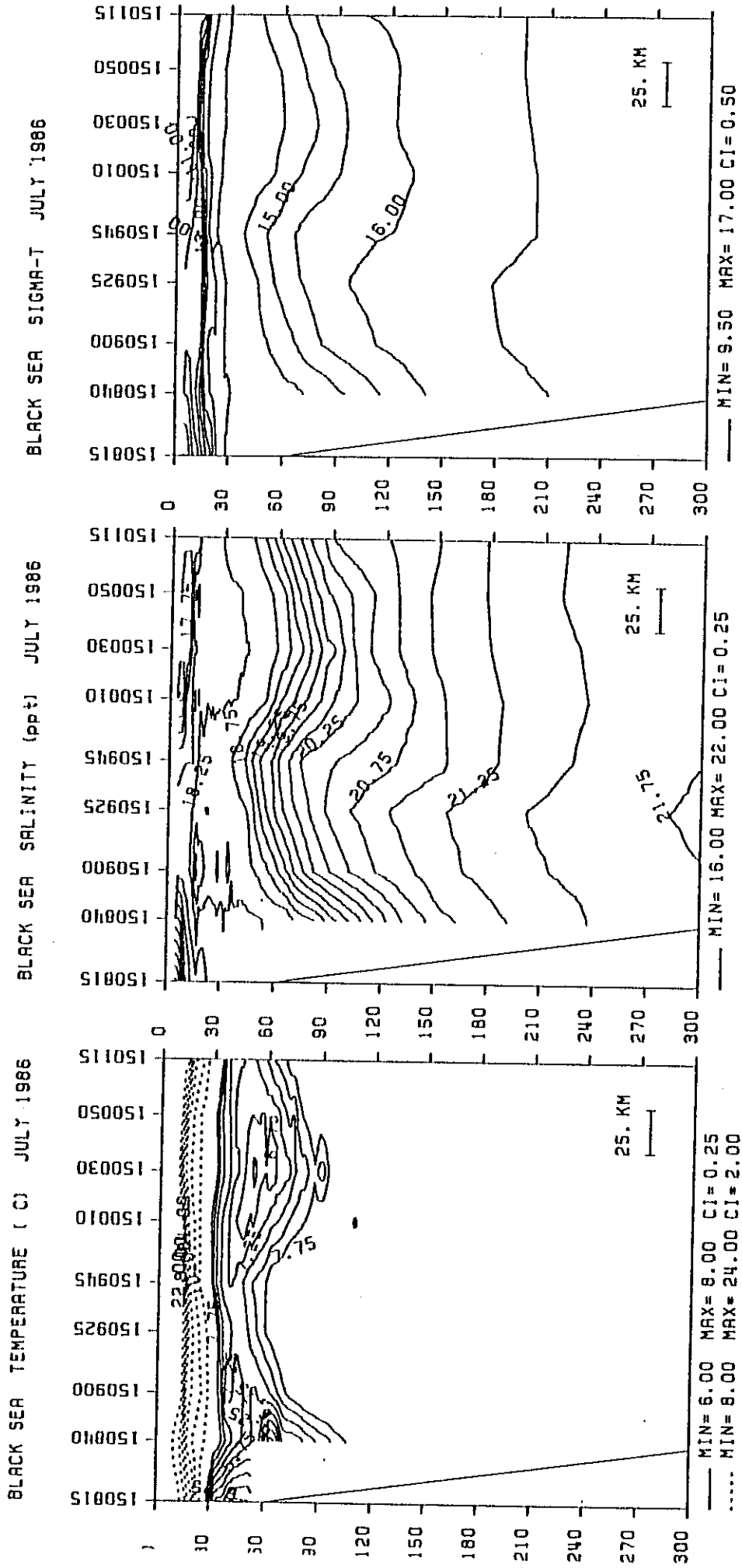
BLACK SEA SALINITY (ppt) MAY 1986

BLACK SEA SIGMA-T MAY 1986

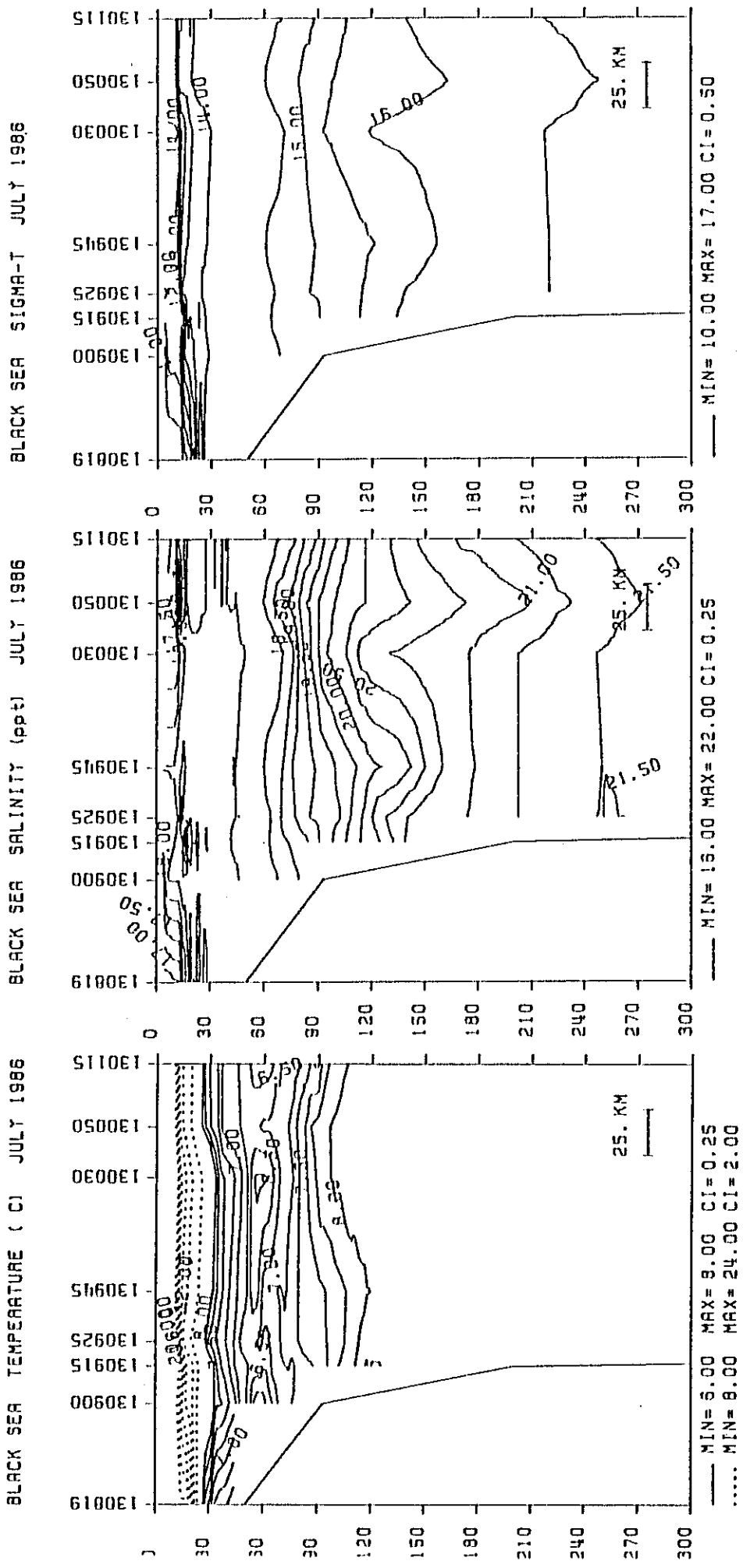


Şekil 15a Kuzey-güney yönündeki 115 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Mayıs 1986)



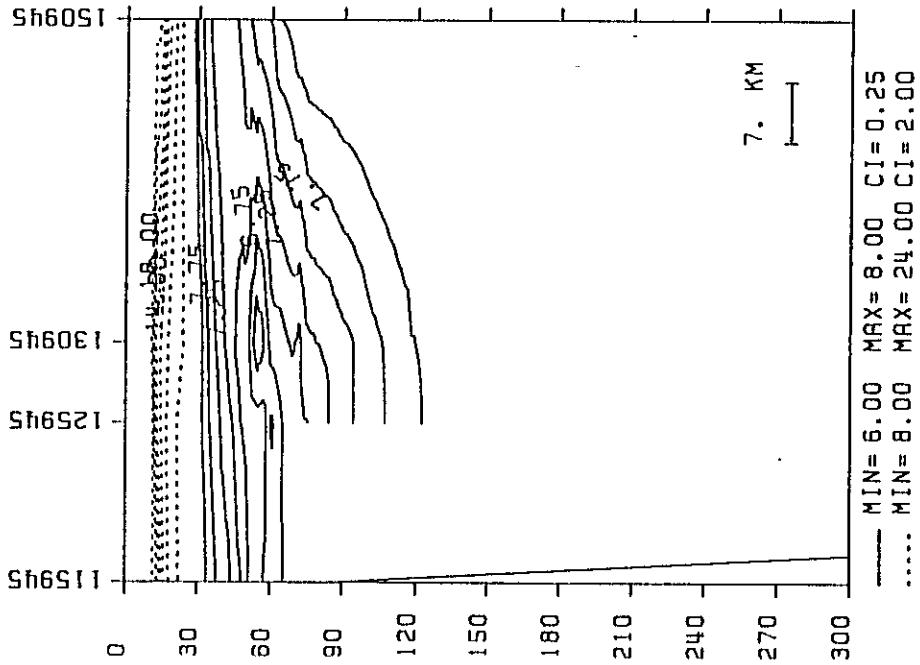


Şekil 16a Doğu-batı yönündeki 150 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Temmuz 1986)

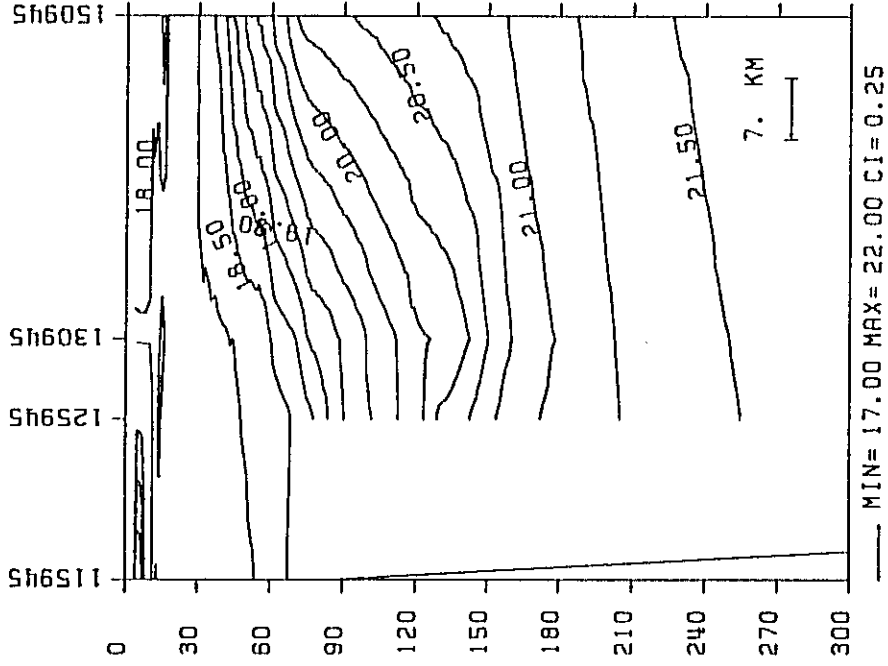


Şekil 15b Doğu-batı yöündeki 130 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Temmuz 1986)

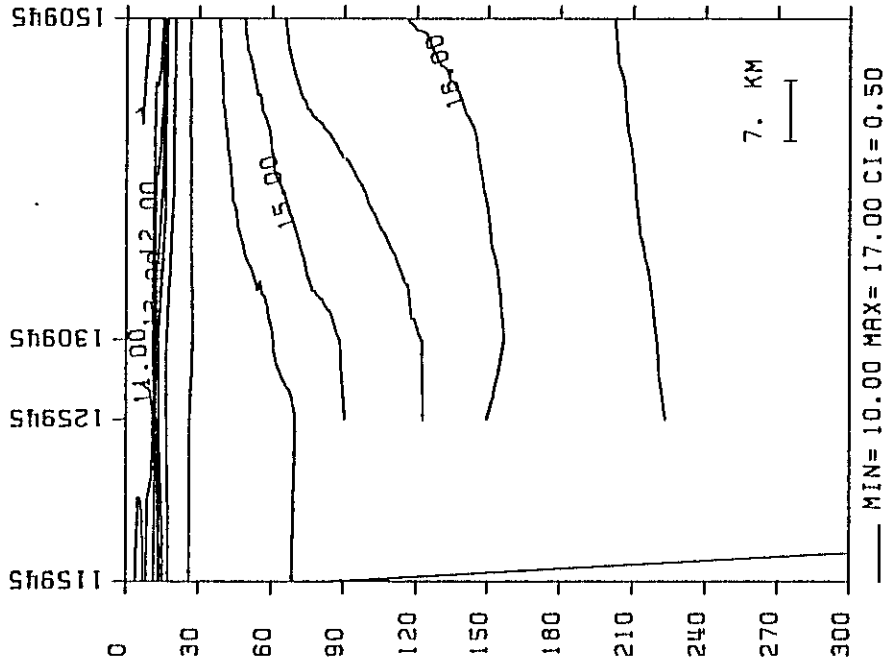
BLACK SEA TEMPERATURE ( C )



BLACK SEA SALINITY (ppt) JULY 1986

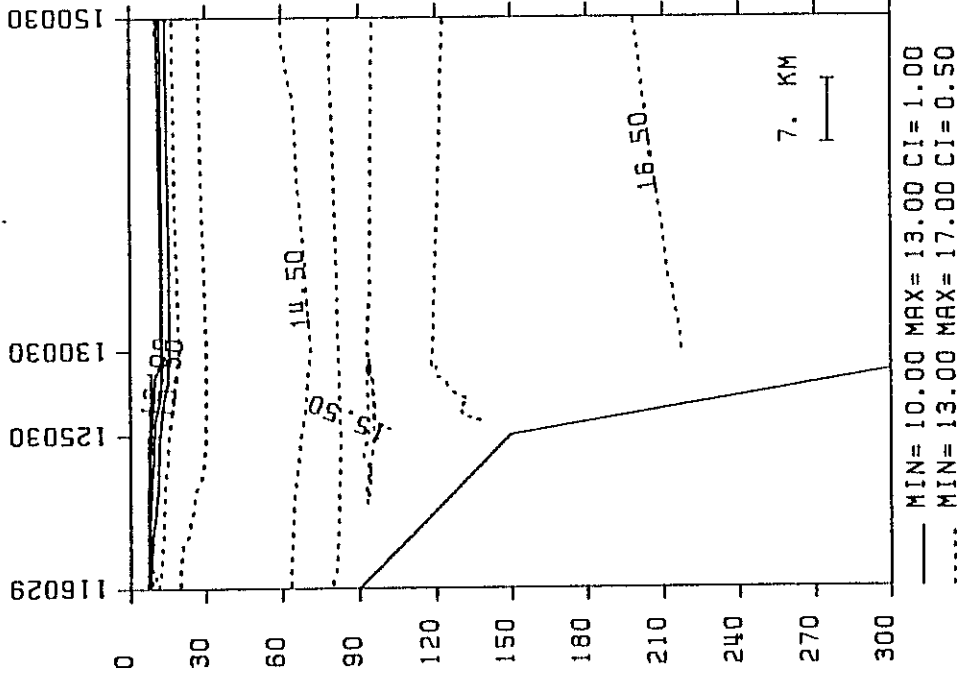


BLACK SEA SIGMA-T JULY 1986

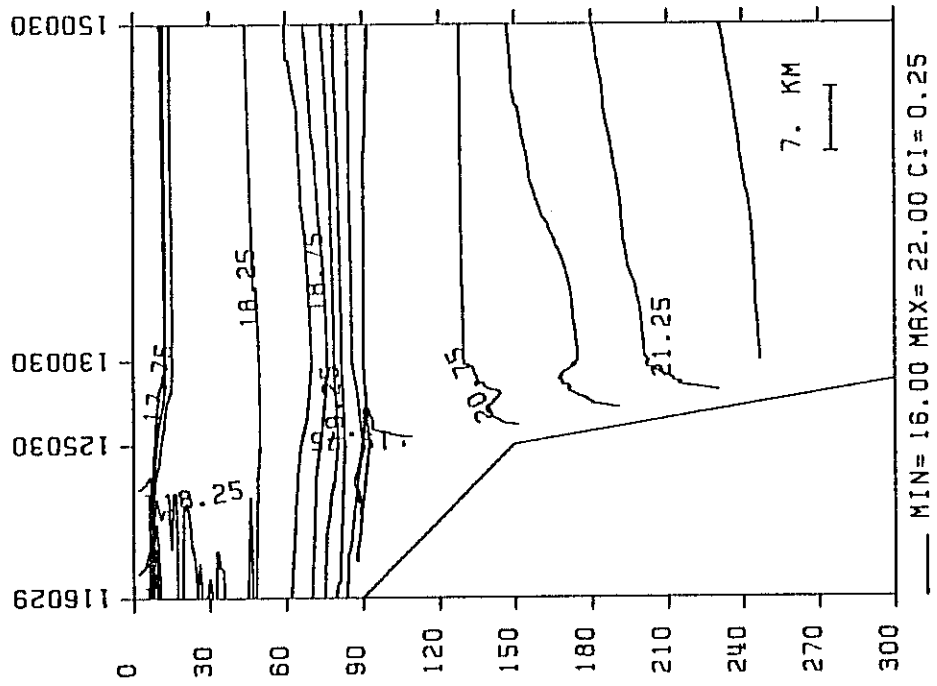


Şekil 16c Kuzey-güney yönündeki 945 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Temmuz 1986)

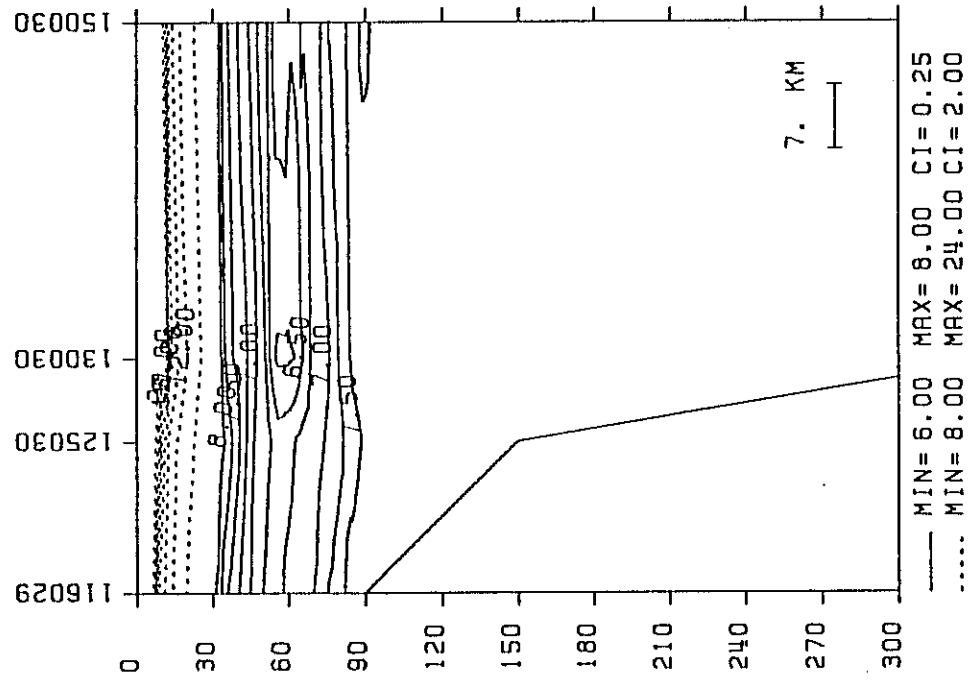
BLACK SEA SIGMA-T JULY 1986



BLACK SEA SALINITY (ppt) JULY 1986

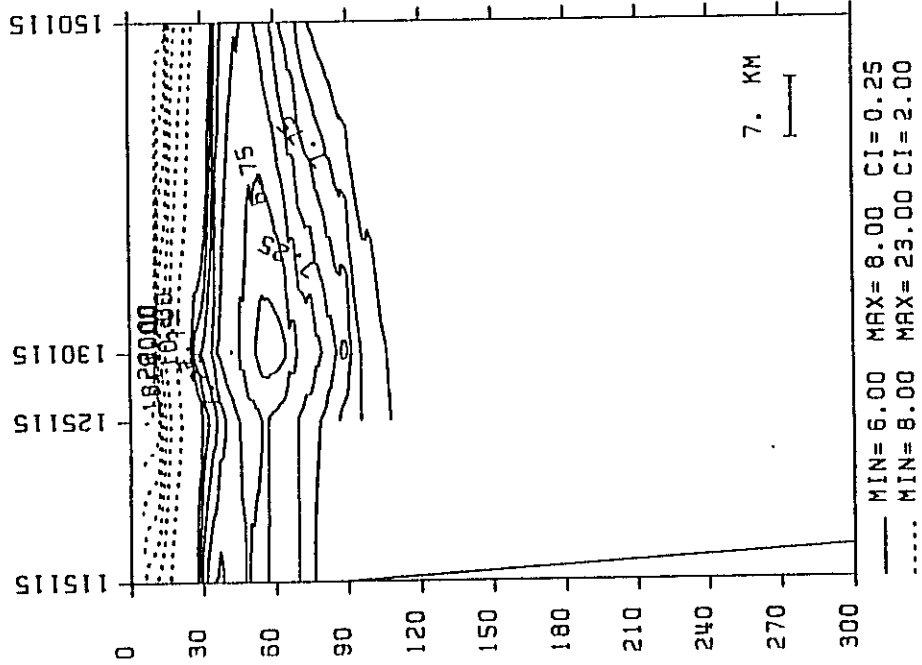


BLACK SEA TEMPERATURE ( C )

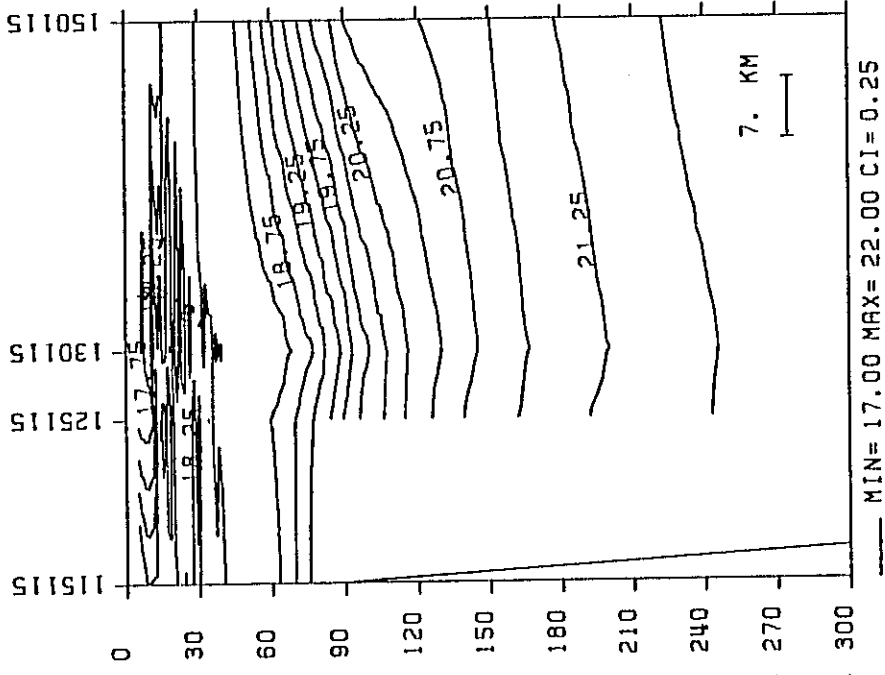


Şekil 16d Kuzey-güney yönündeki 030 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Temmuz 1986)

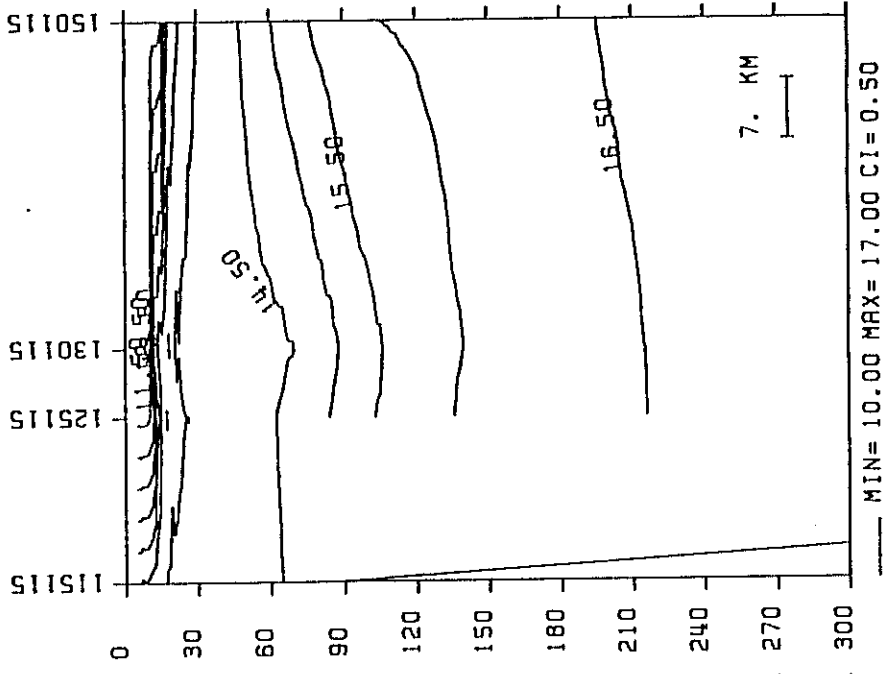
BLACK SEA TEMPERATURE ( C )



BLACK SEA SALINITY (ppt) JULY 1986

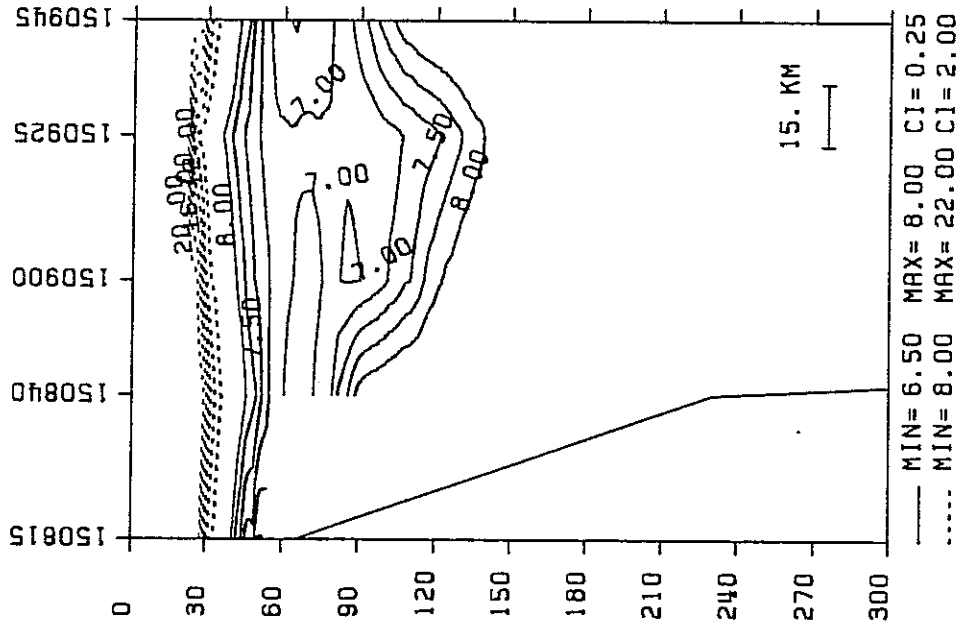


BLACK SEA SIGMA-T JULY 1986

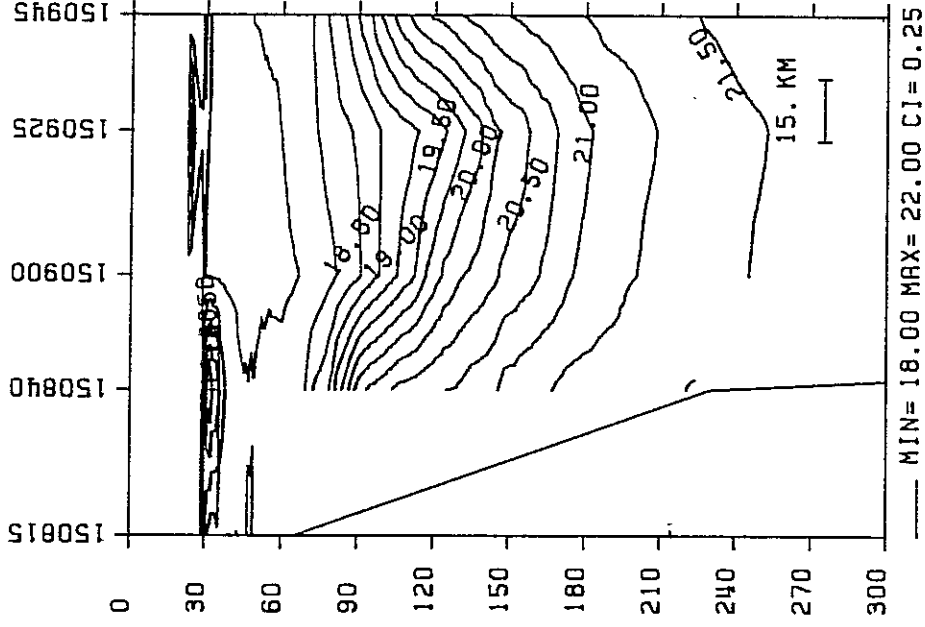


Şekil 16e Kuzey-güney yönündeki 115 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Temmuz 1986)

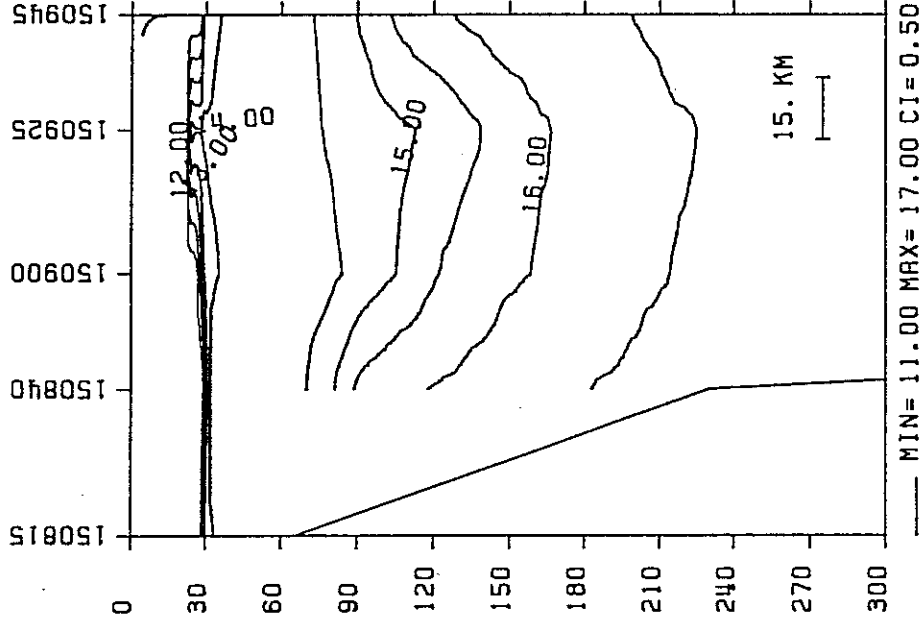
BLACK SEA TEMPERATURE ( C )



BLACK SEA SALINITY (ppt)

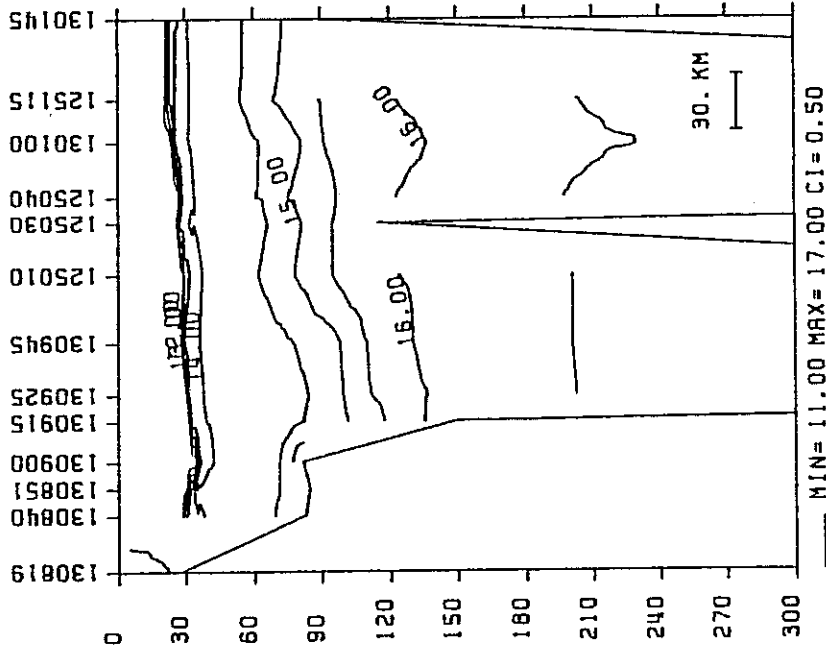


BLACK SEA SIGMA-T SEPTEMBER 1986

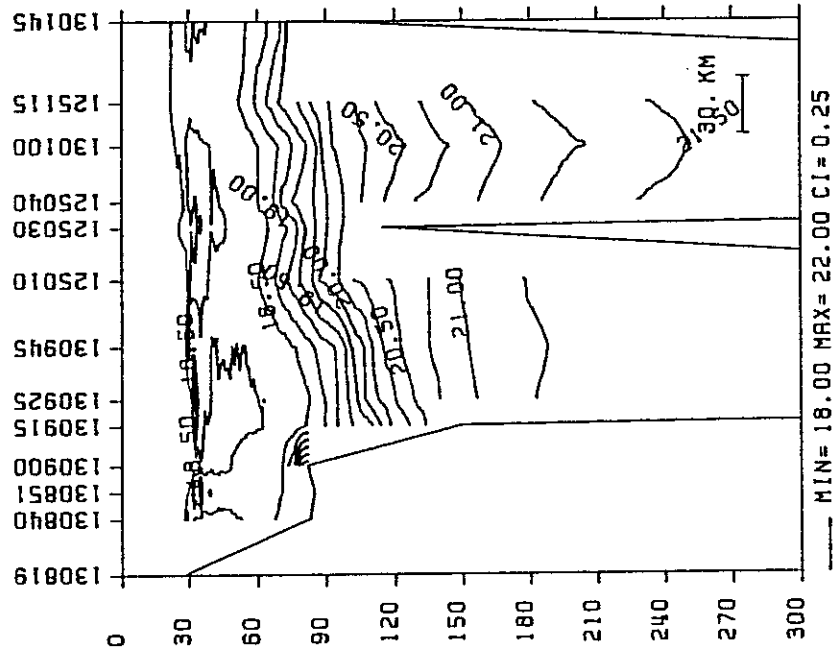


Şekil 17a Doğu-batı yönündeki 150 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Eylül 1986)

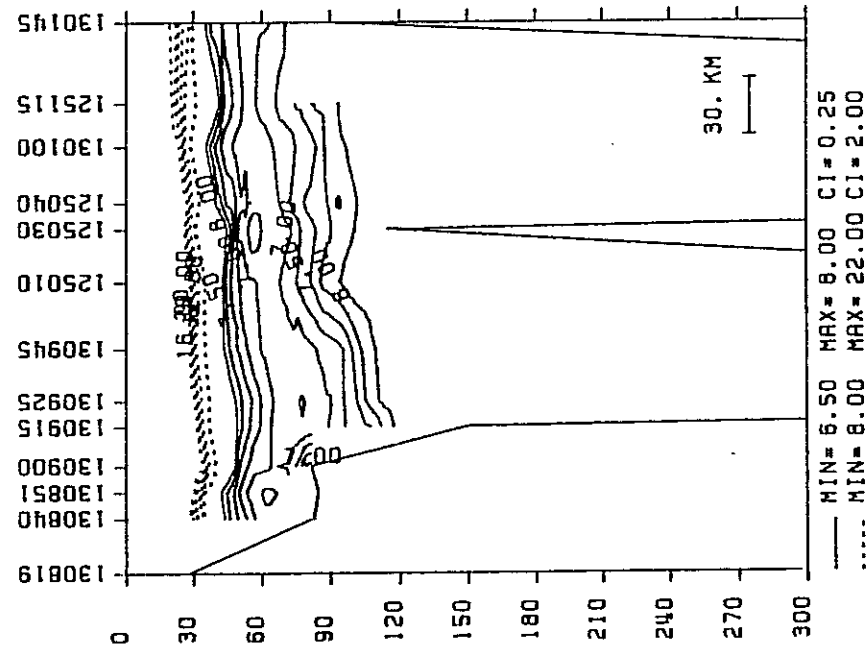
BLACK SEA SIGMA-T SEPTEMBER 1986



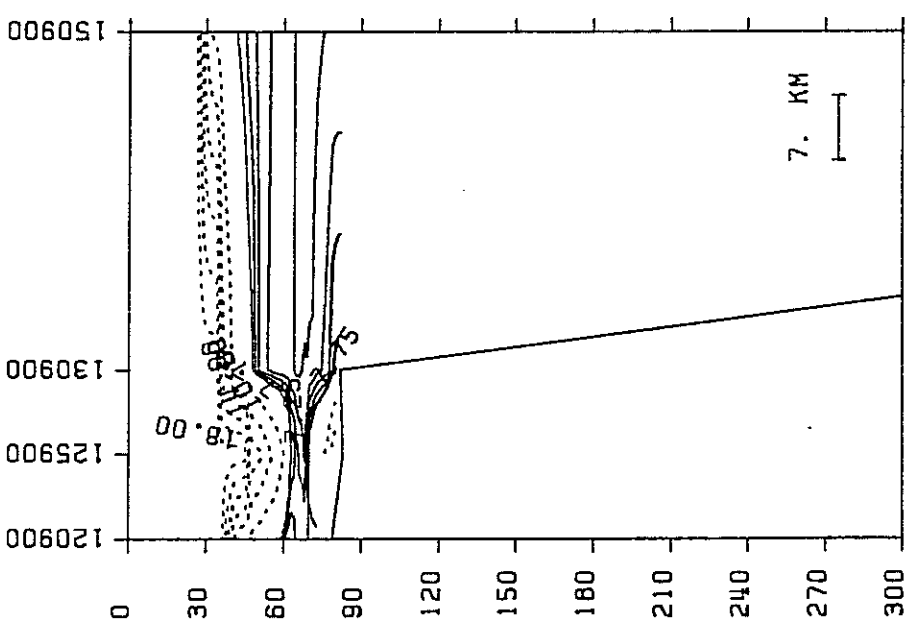
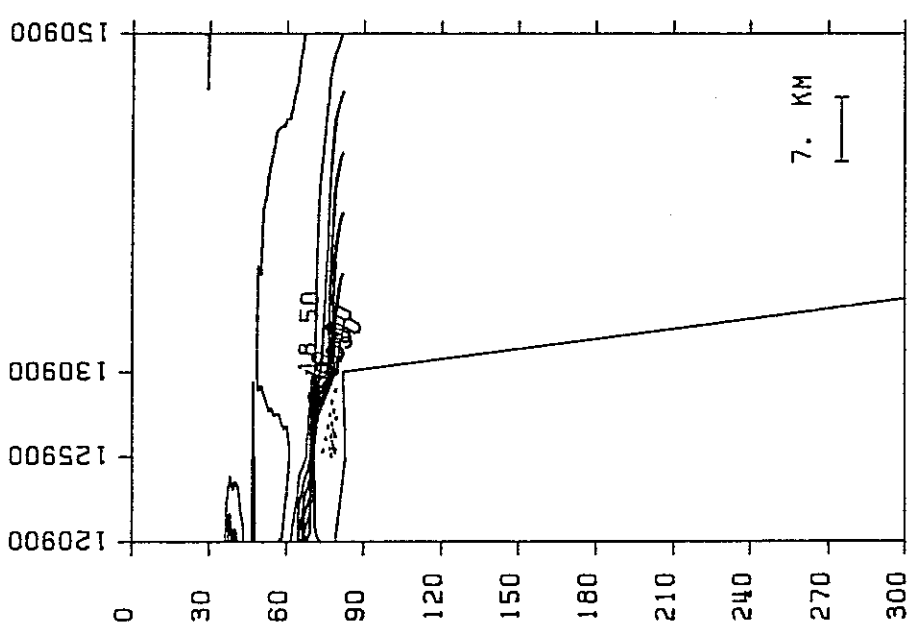
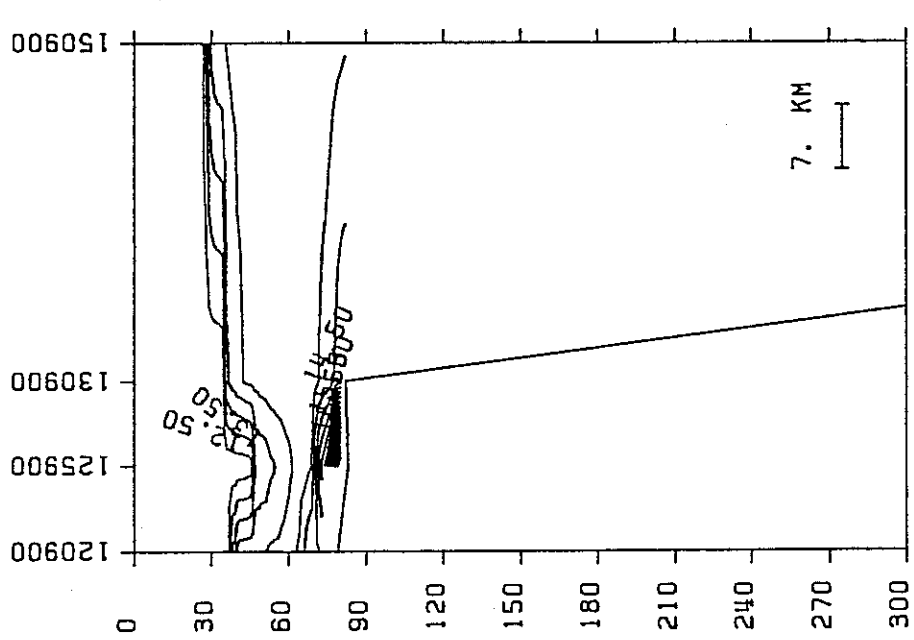
BLACK SEA SALINITY (ppt)



BLACK SEA TEMPERATURE (C)



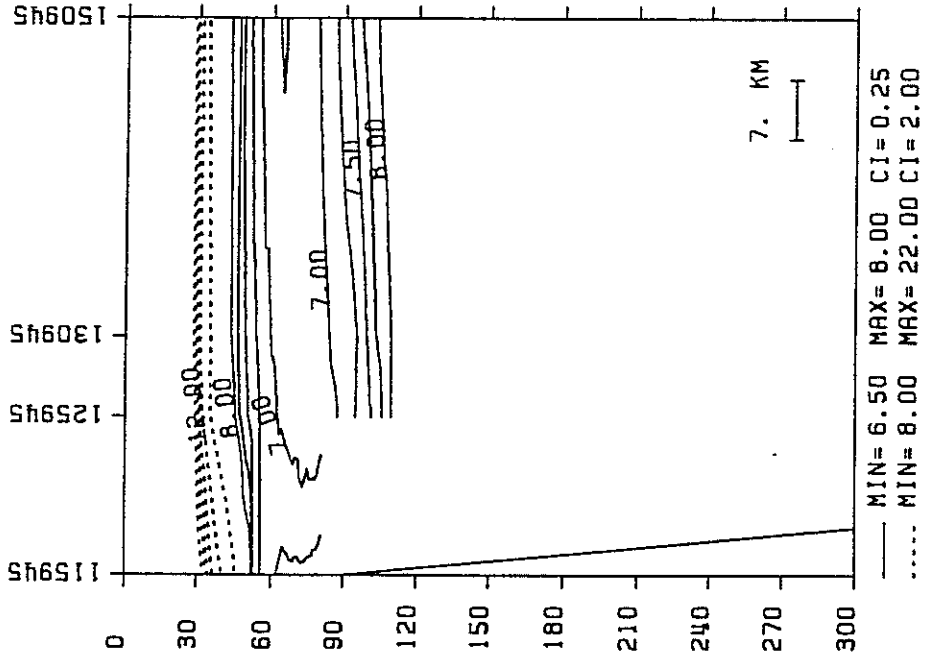
Şekil 17b Doğu-batı yönündeki 130 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Eylül 1986)



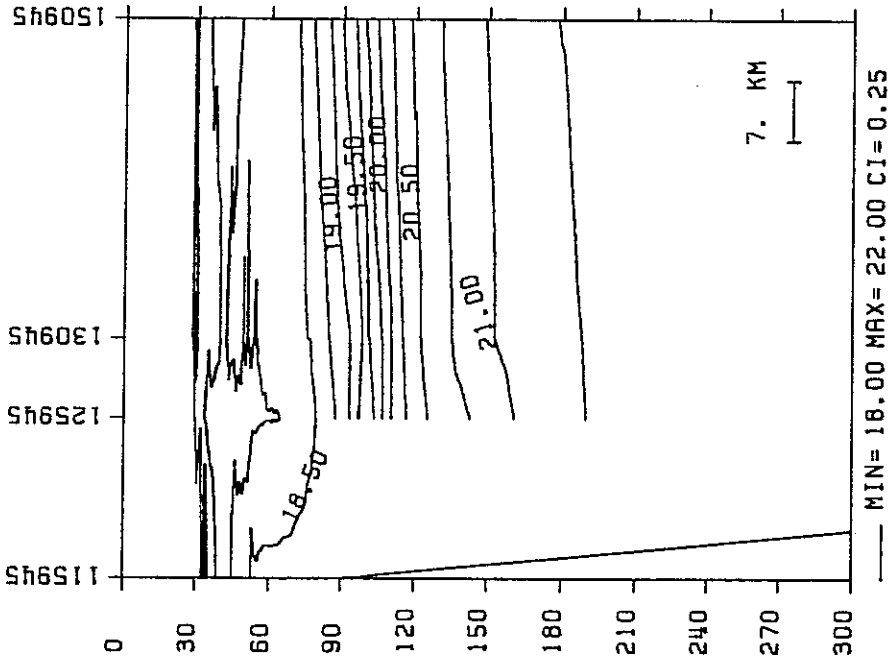
Şekil 17c Kuzey-güney yönündeki 900 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Eylül 1986)



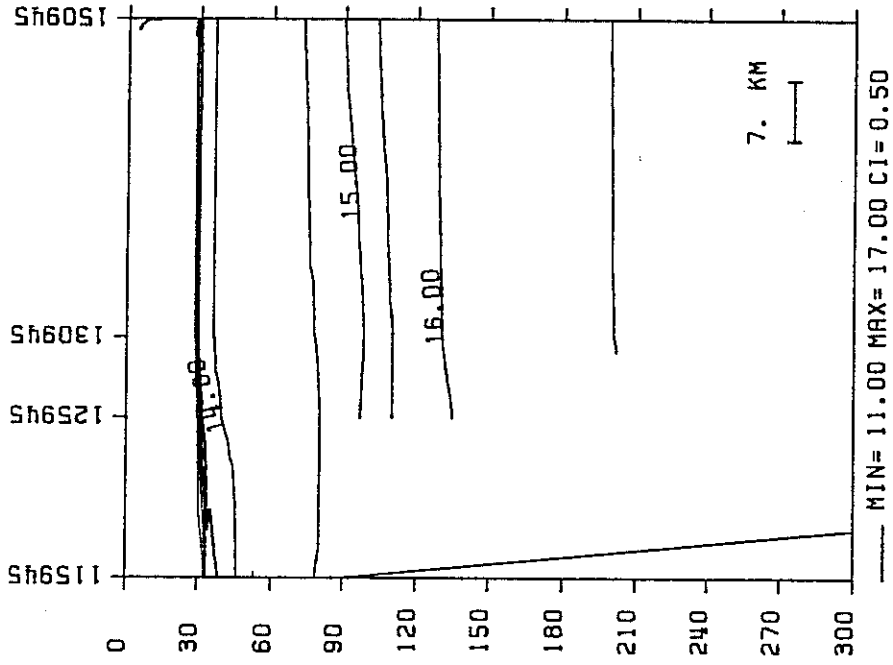
BLACK SEA TEMPERATURE ( C )



BLACK SEA SALINITY (ppt)

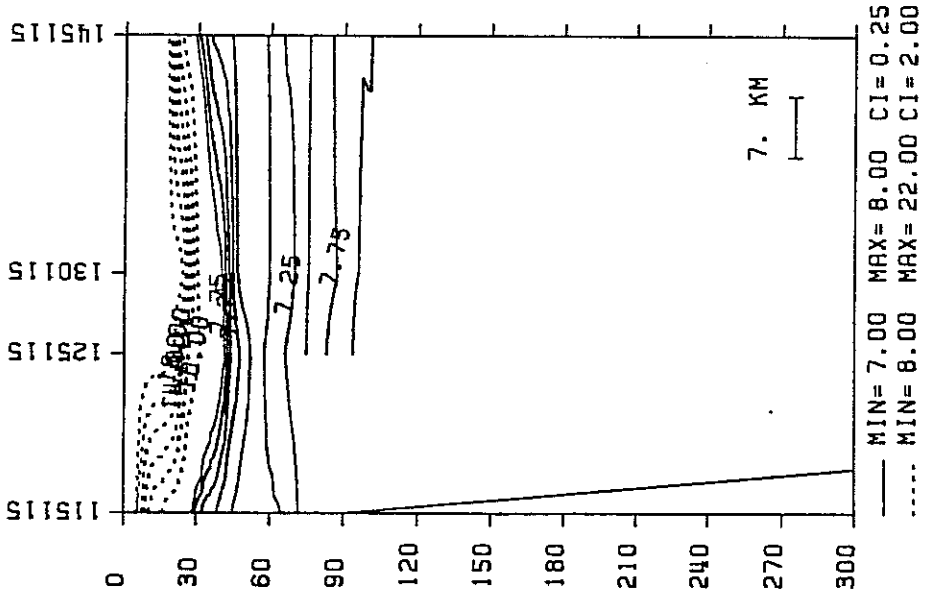


BLACK SEA SIGMA-T SEPTEMBER 1986

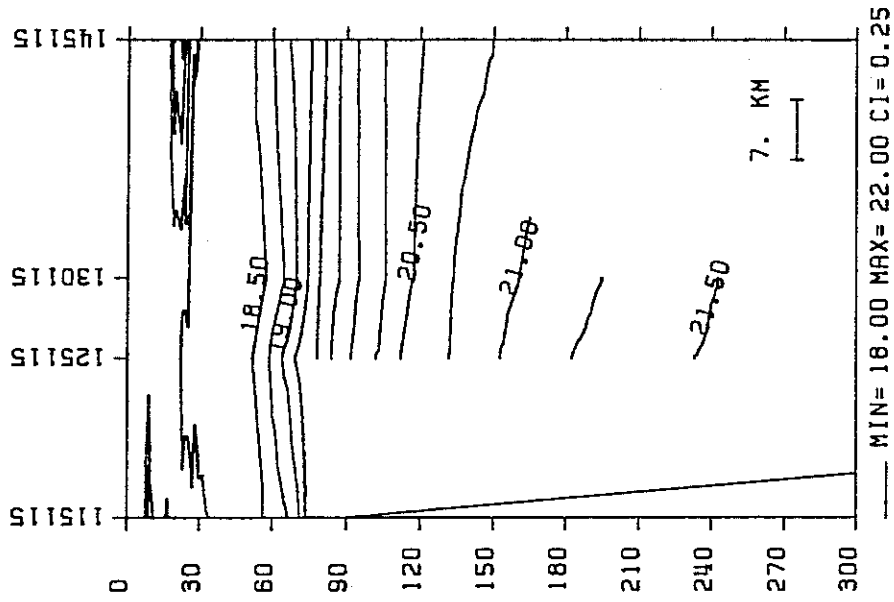


Şekil 17d Kuzey-güney yönündeki 945 hattı boyunca T, S, D kesitleri (EYLÜL 1986)

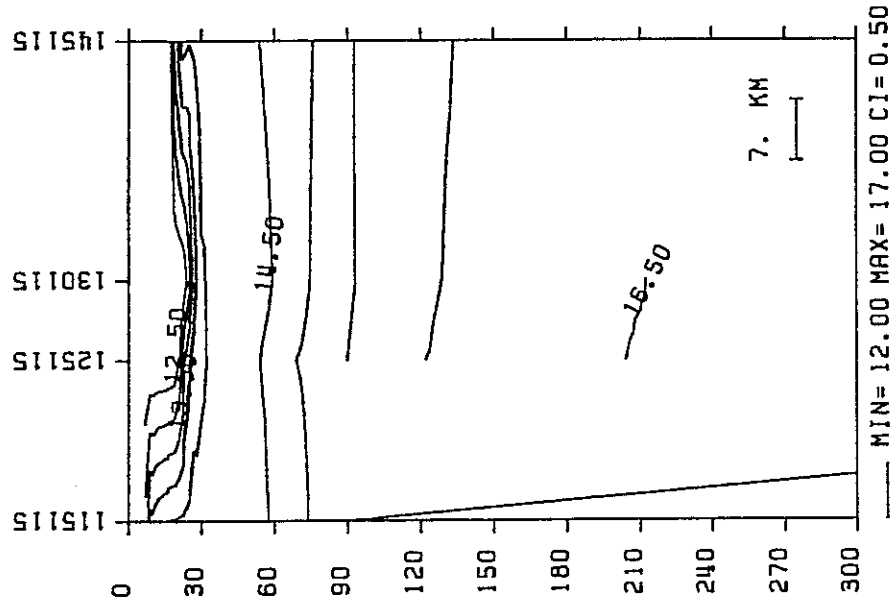
BLACK SEA TEMPERATURE ( C )



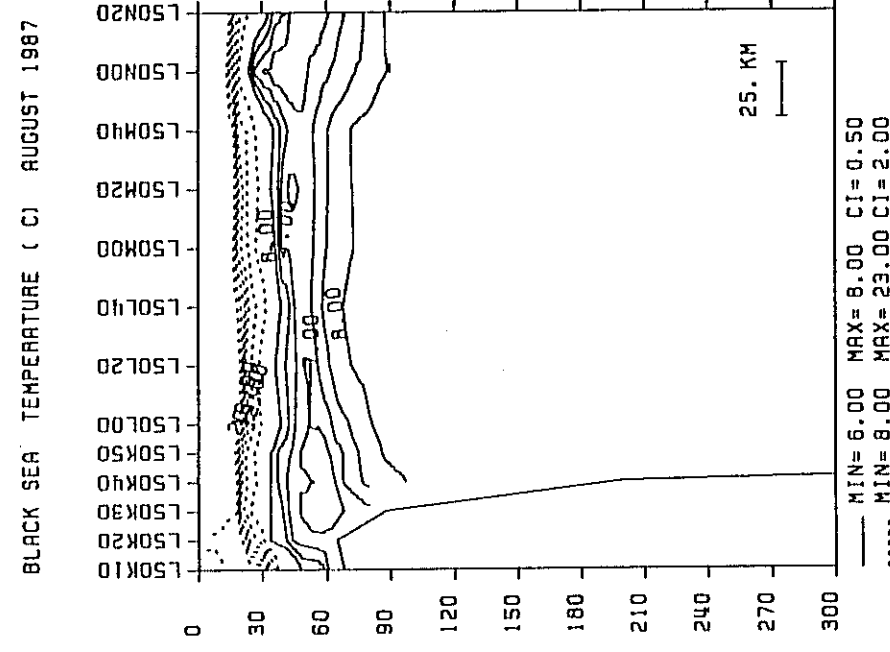
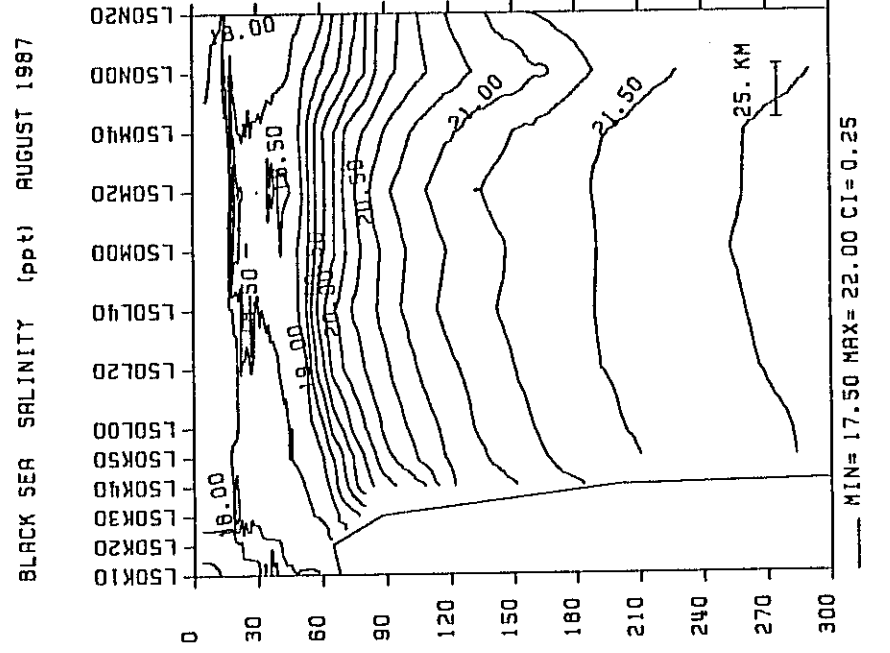
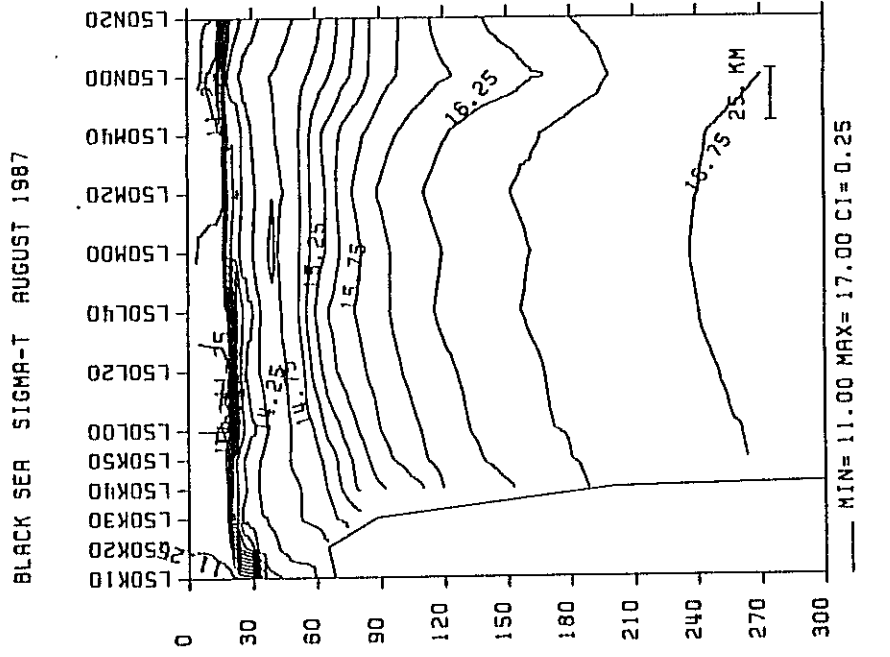
BLACK SEA SALINITY (ppt)



BLACK SEA SIGMA-T SEPTEMBER 1986

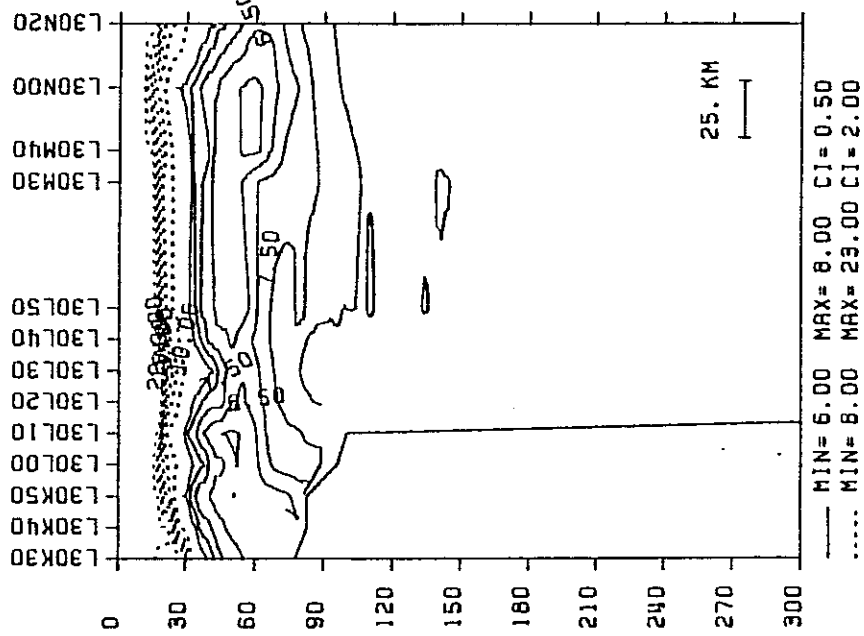


Şekil 17e Kuzey-güney yönündeki 115 hattı boyunca T, S, D kesitleri (EYLÜL 1986)

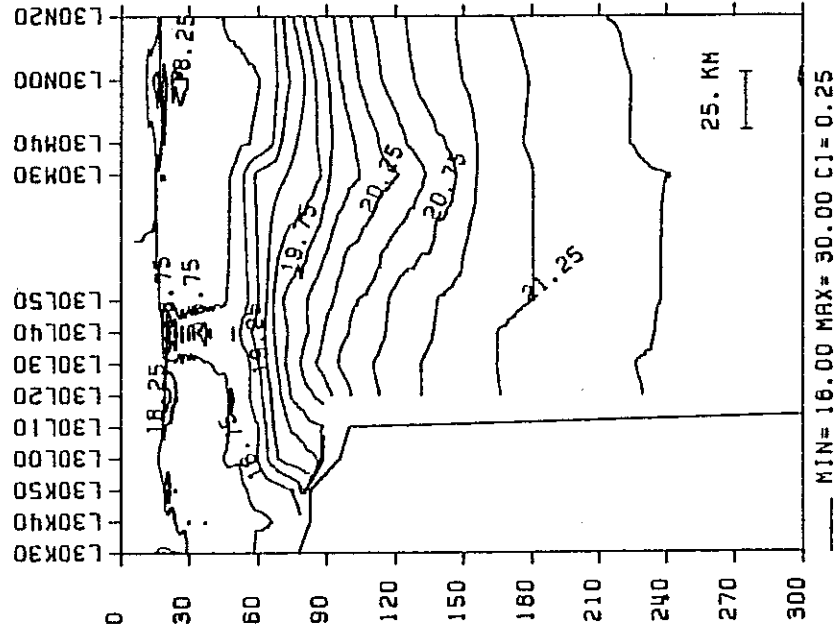


Şekil 18a Doğu-batı yönündeki L50 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ağustos 1987)

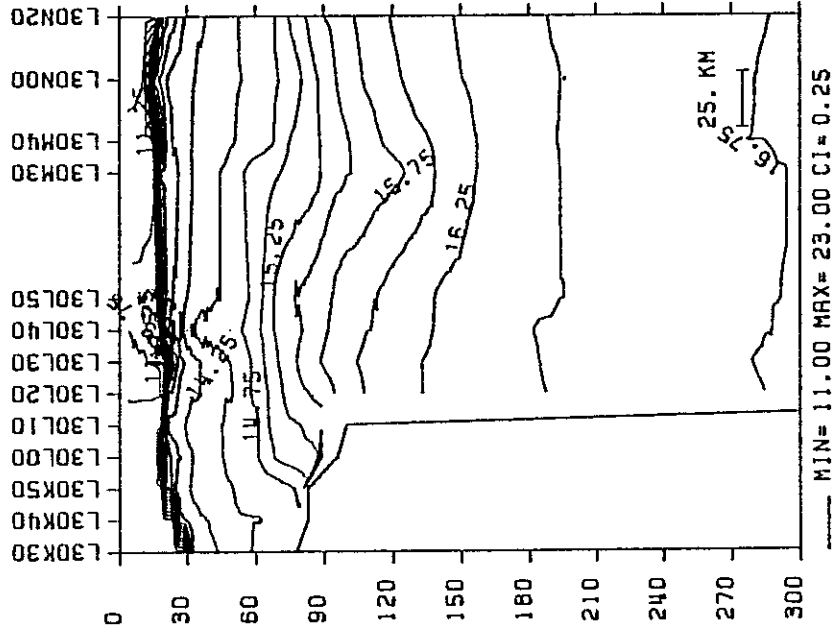
BLACK SEA TEMPERATURE ( C ) AUGUST



BLACK SEA SALINITY (ppt) AUGUST

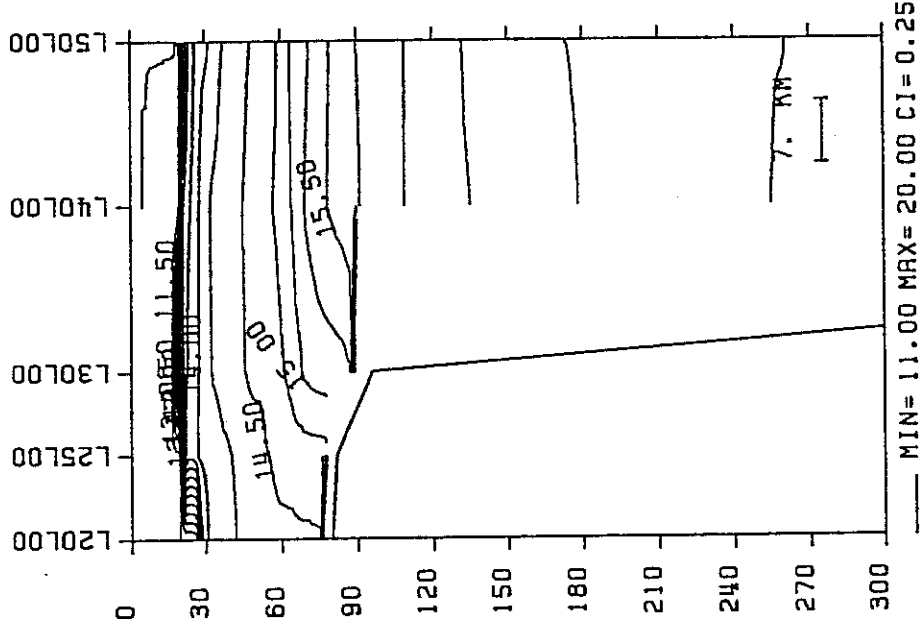


BLACK SEA SIGMA-T AUGUST 1987

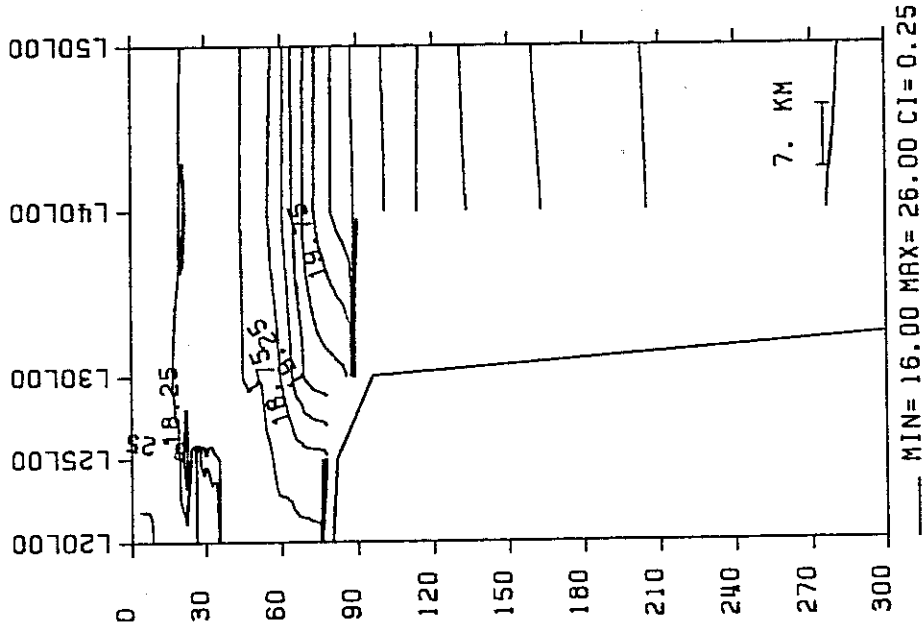


Şekil 18b Doğu-batı yönlündeki L30 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ağustos 1987)

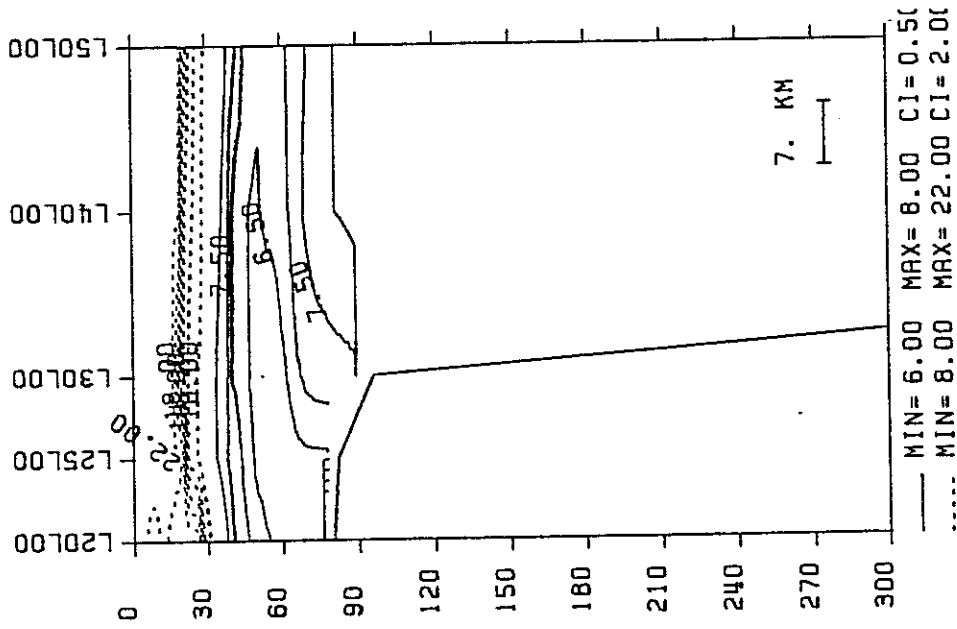
BLACK SEA SIGMA-T AUGUST 1987



BLACK SEA SALINITY (ppt)

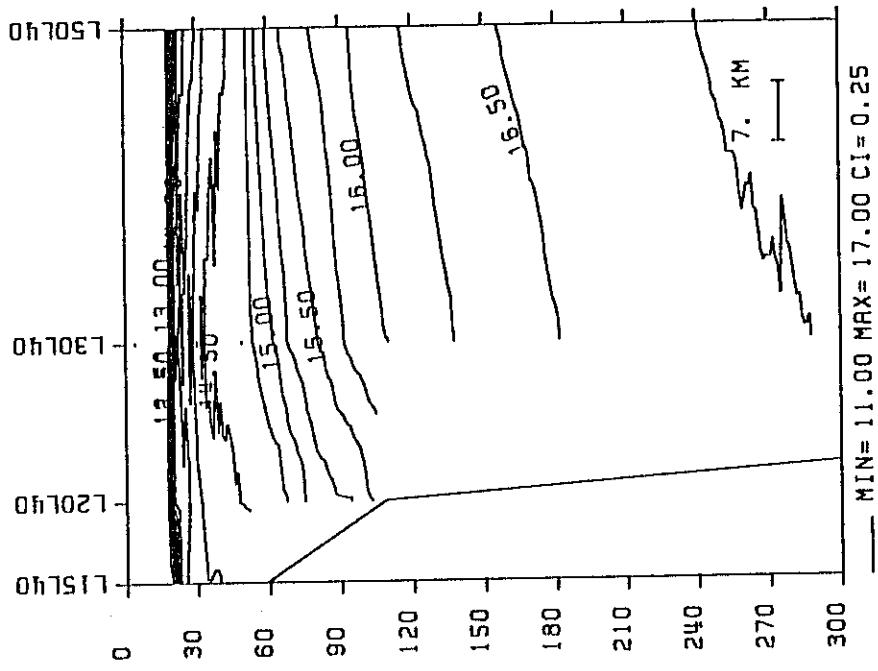


BLACK SEA TEMPERATURE ( C )

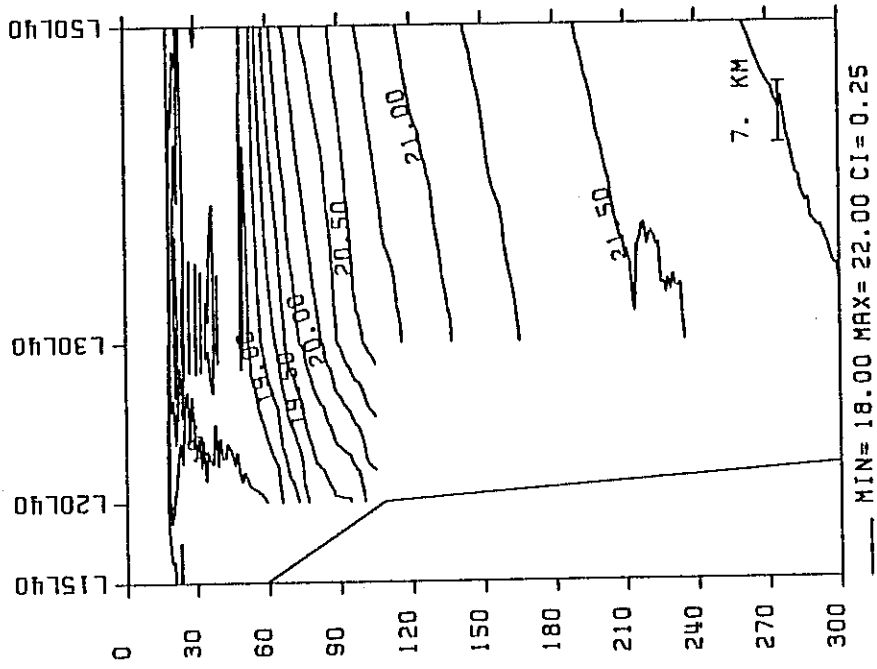


Şekil 18c Kuzey-güney yönündeki L00 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ağustos 1987)

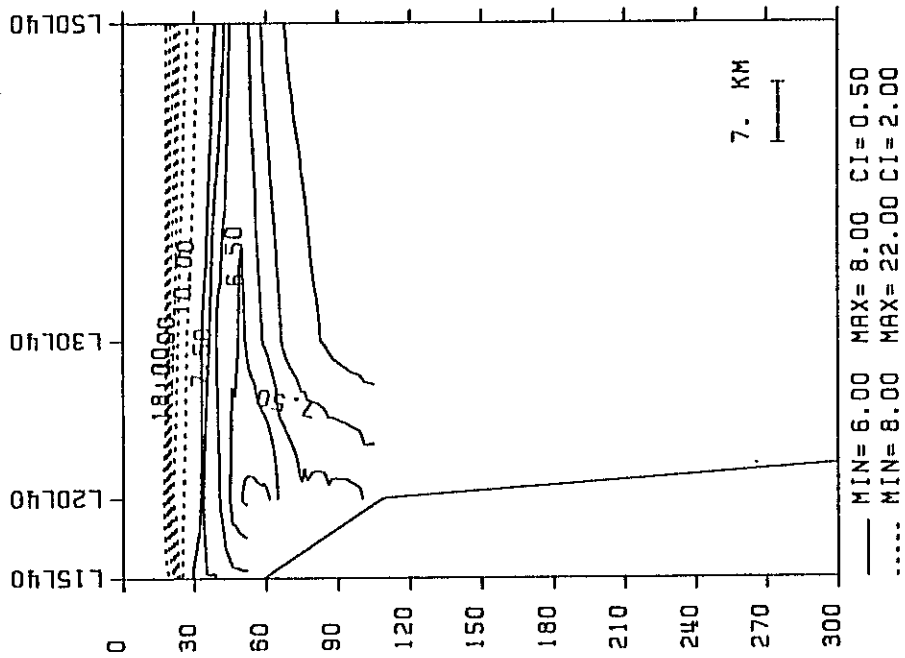
BLACK SEA SIGMA-T AUGUST 1987



BLACK SEA SALINITY (ppt) AUGUST

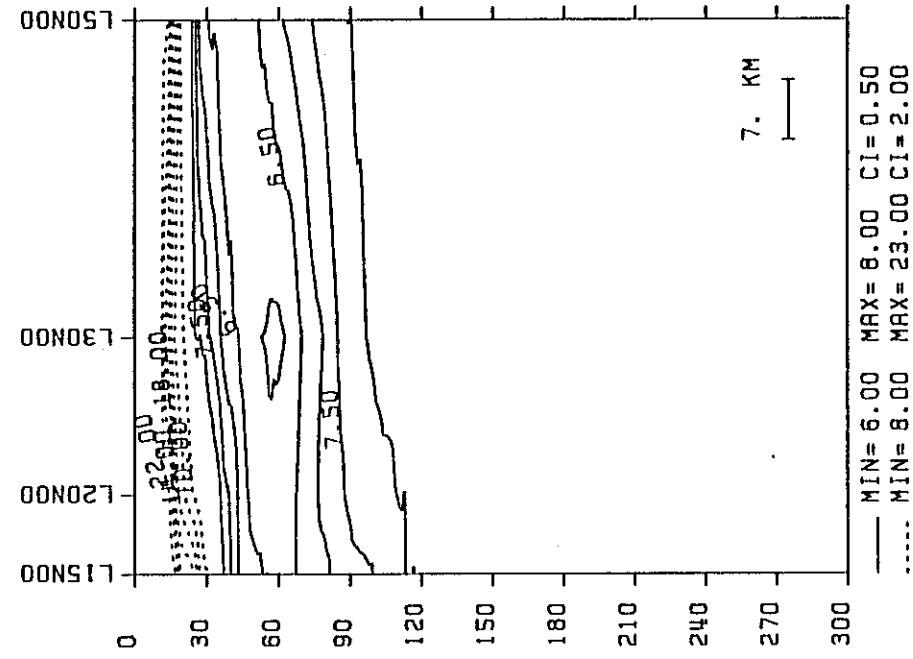


BLACK SEA TEMPERATURE (C) AUGUST

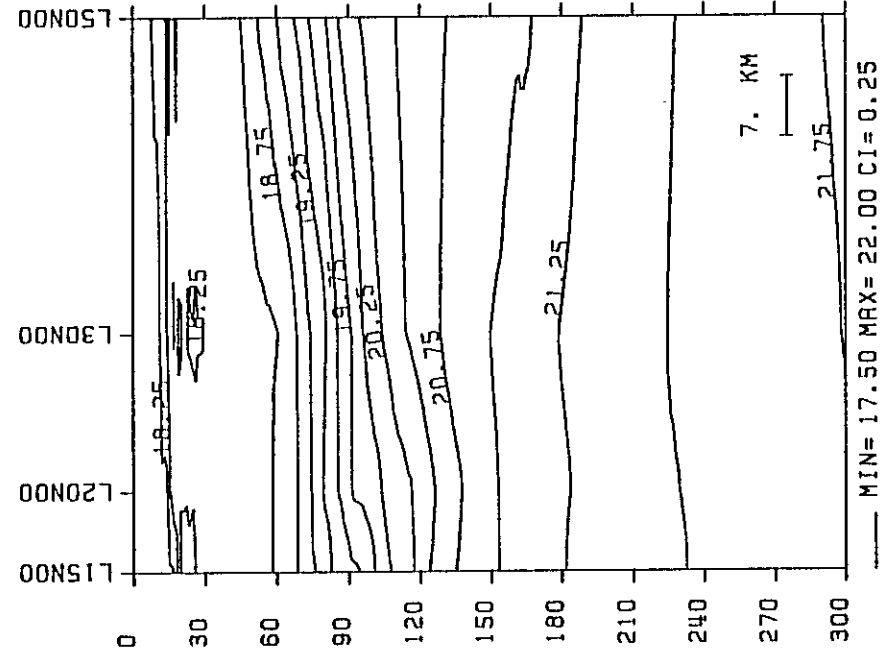


Şekil 18d Kuzey-güney yönündeki L40 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ağustos 1987)

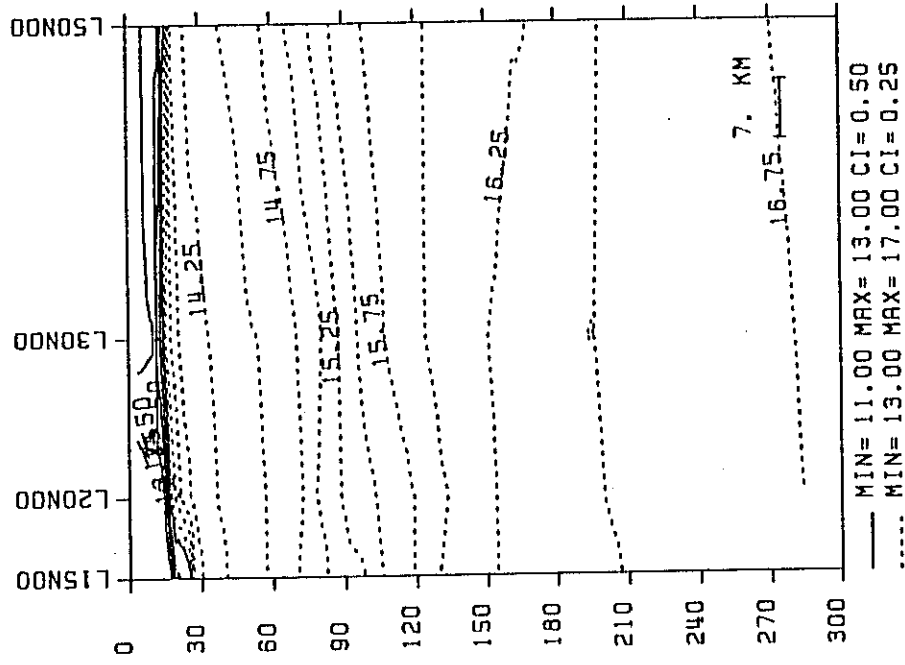
BLACK SEA TEMPERATURE ( C ) AUGUST



BLACK SEA SALINITY (ppt) AUGUST

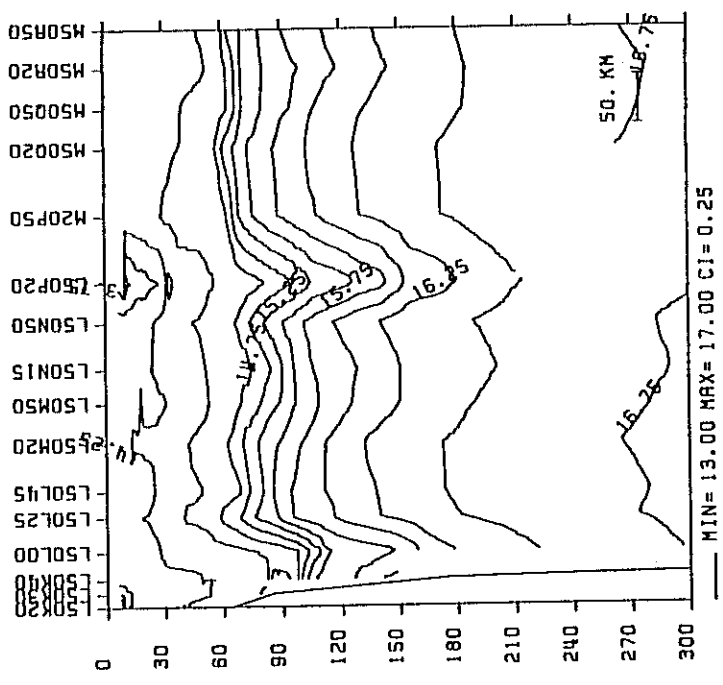


BLACK SEA SIGMA-T AUGUST 1987

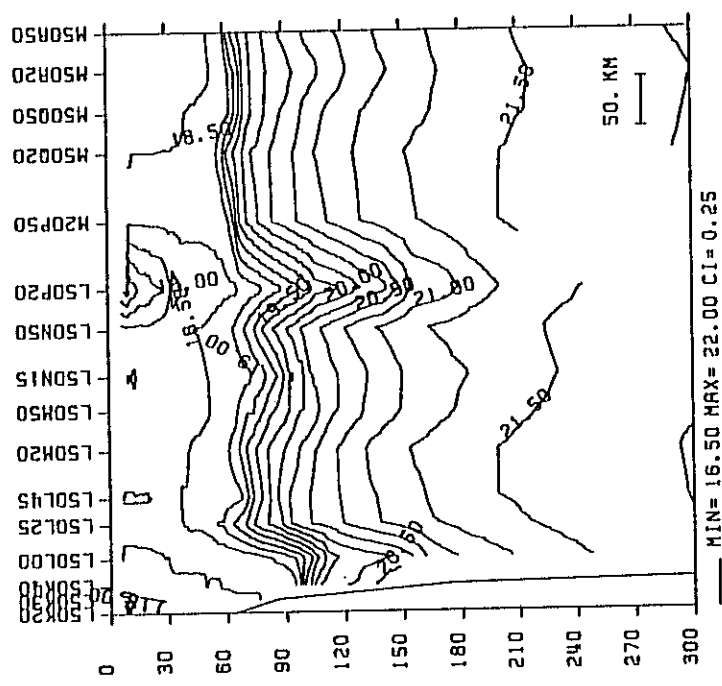


Şekil 18e Kuzey-güney yönündeki N00 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Ağustos 1987)

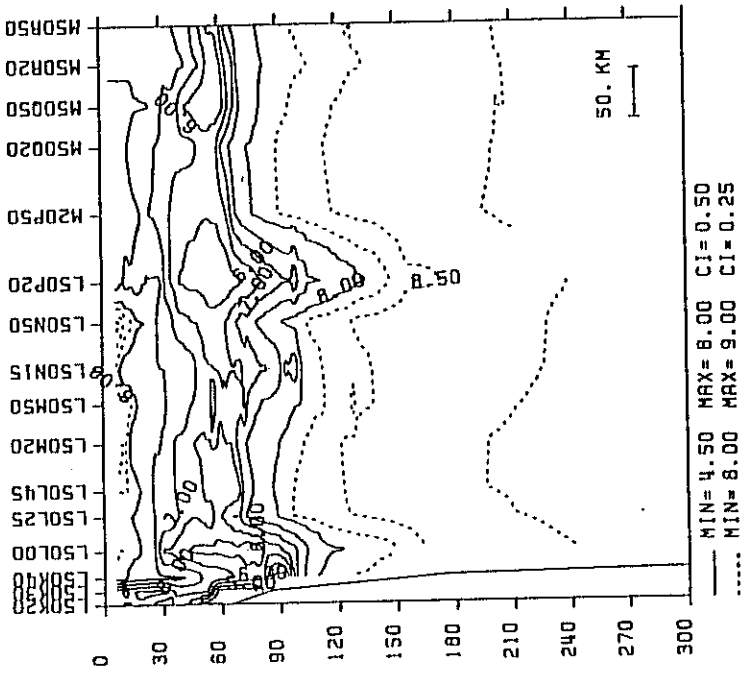
BLACK SEA SIGMA-T APRIL 1987



BLACK SEA SALINITY (ppt) APRIL 1987



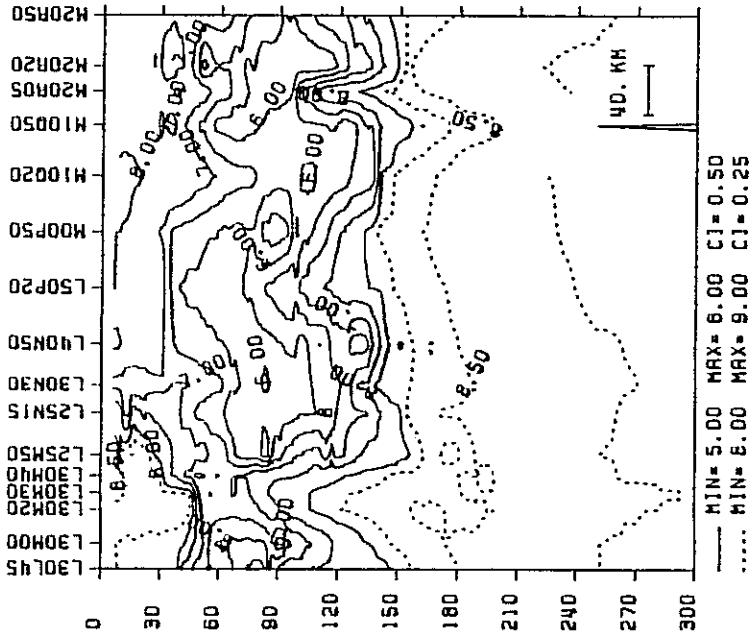
BLACK SEA TEMPERATURE (C) APRIL 1987



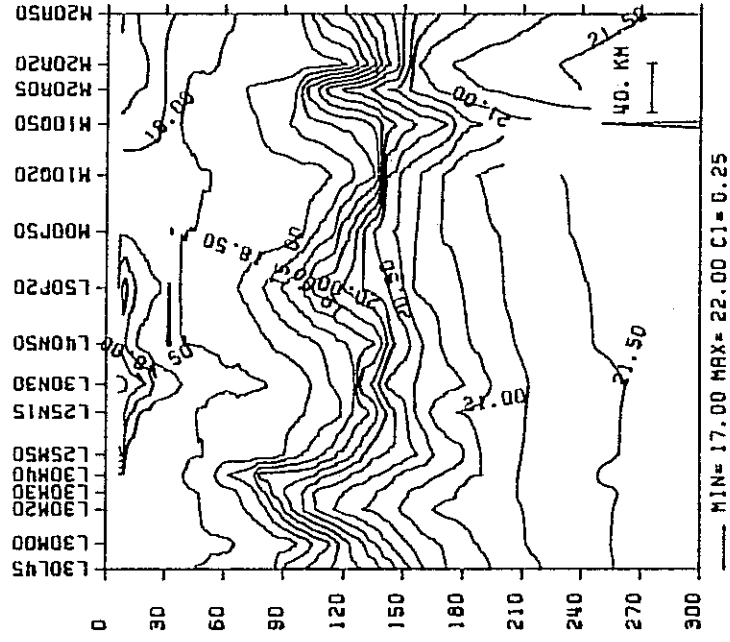
Şekil 19a Doğu-batı yönündeki L50 ve M50 hatları boyunca T, S, D kesitleri (Nisan 1987)



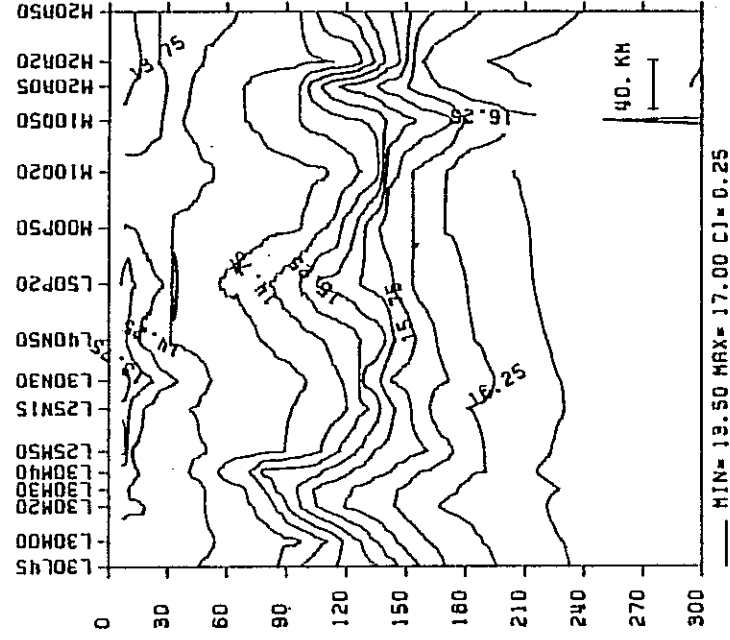
BLACK SEA TEMPERATURE ( C ) APRIL 1987



BLACK SEA SALINITY (ppt) APRIL 1987

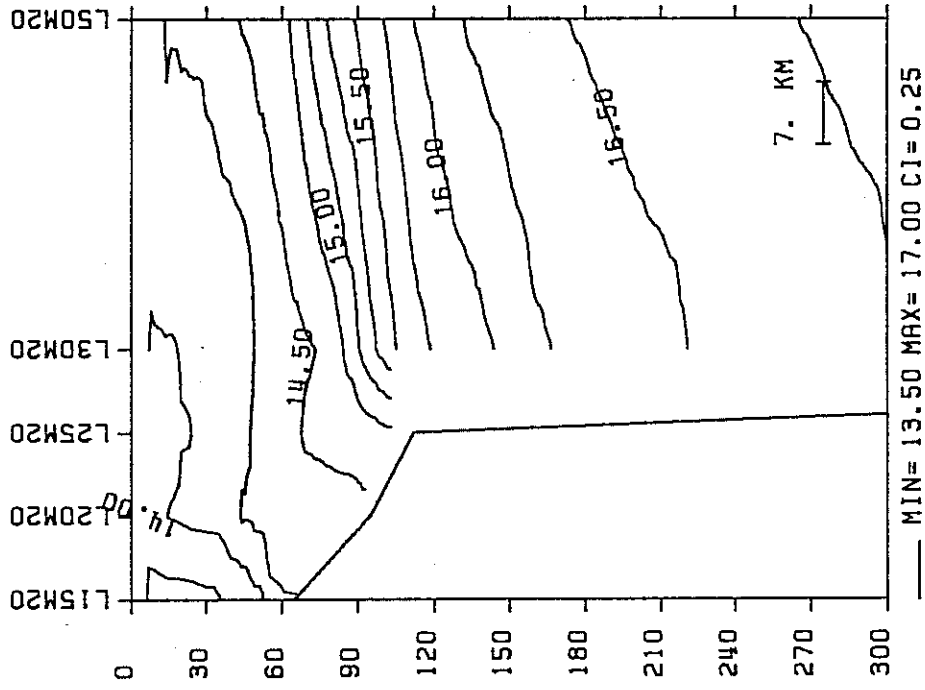


BLACK SEA SIGMA-T APRIL 1987

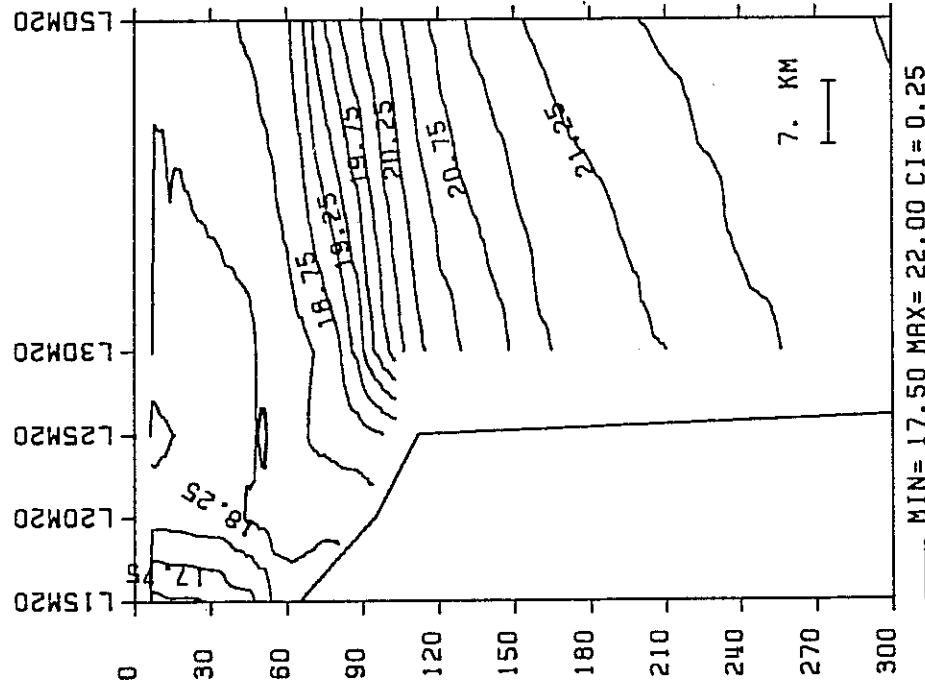


Şekil 19b Doğu-batı yöündeki L30 ve M20 hatları boyunca  
T, S, D kesitleri (Nisan 1987)

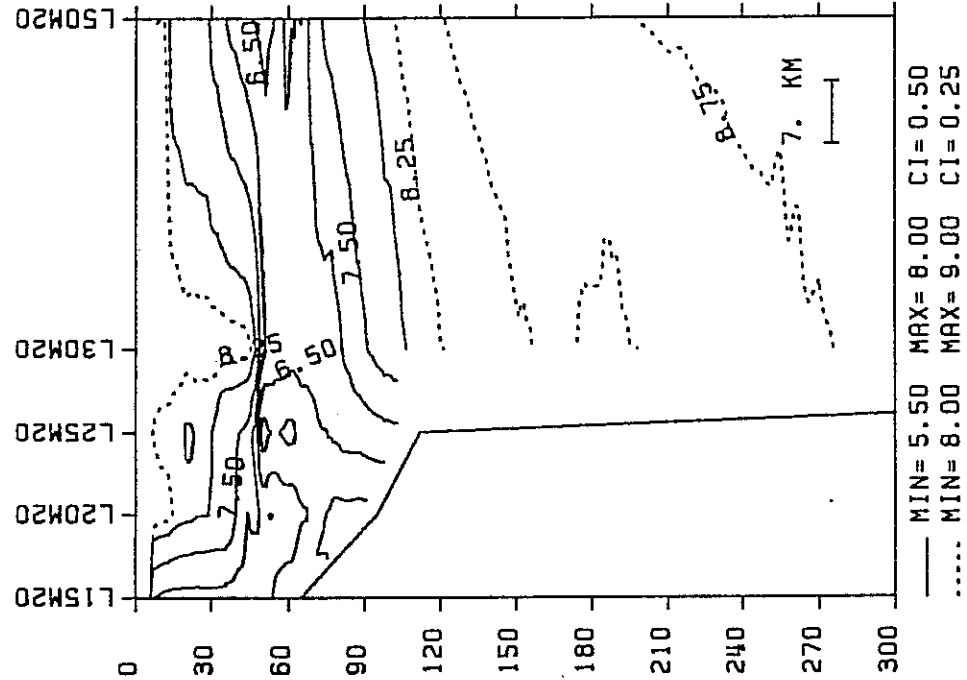
BLACK SEA SIGMA-T APRIL 1987



BLACK SEA SALINITY (ppt) APRIL 1987

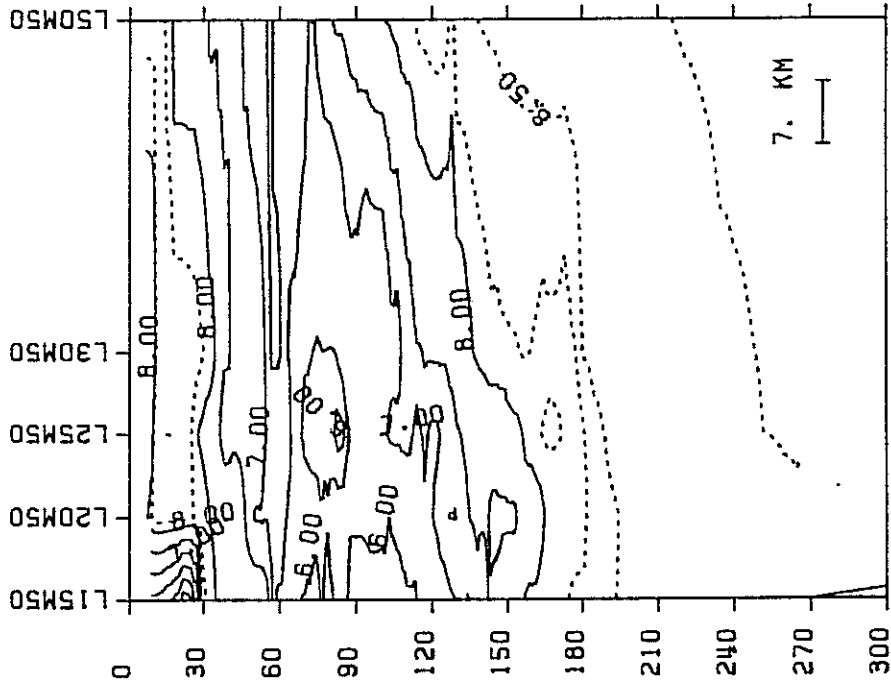


BLACK SEA TEMPERATURE ( C ) APRIL

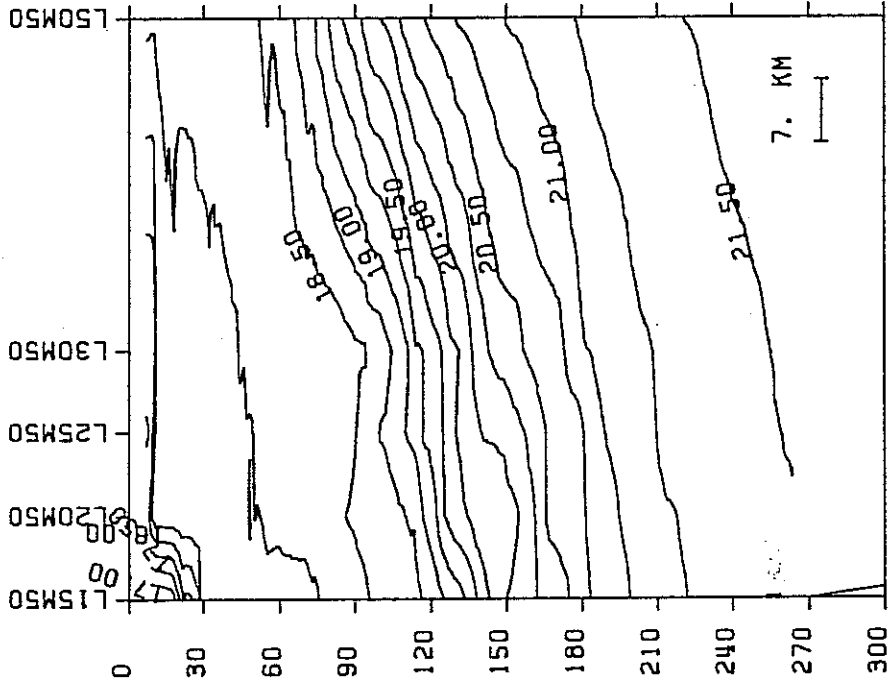


Şekil 19c Kuzey-güney yönündeki M20 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Nisan 1987)

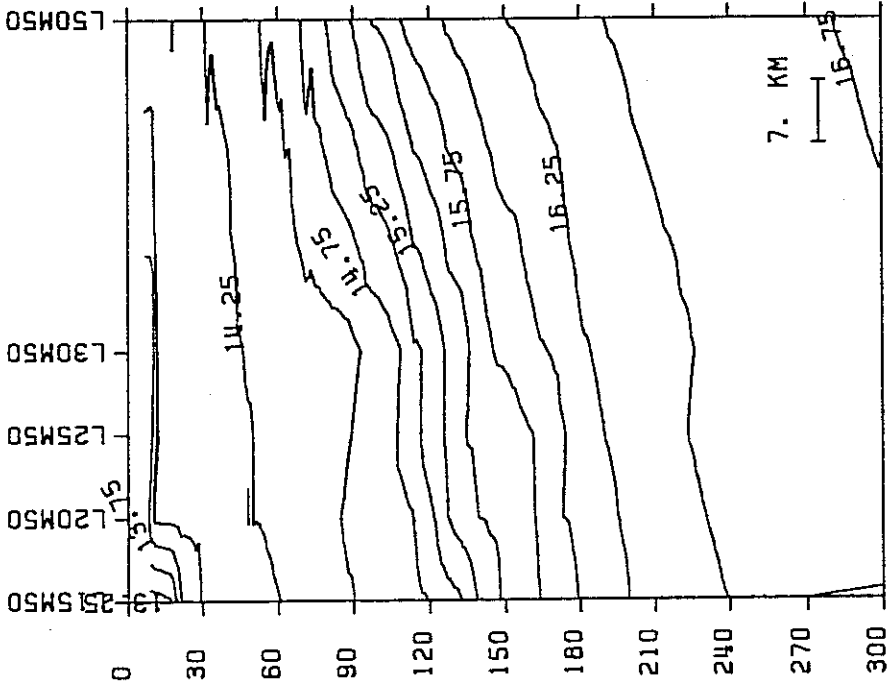
BLACK SEA TEMPERATURE ( C ) APRIL



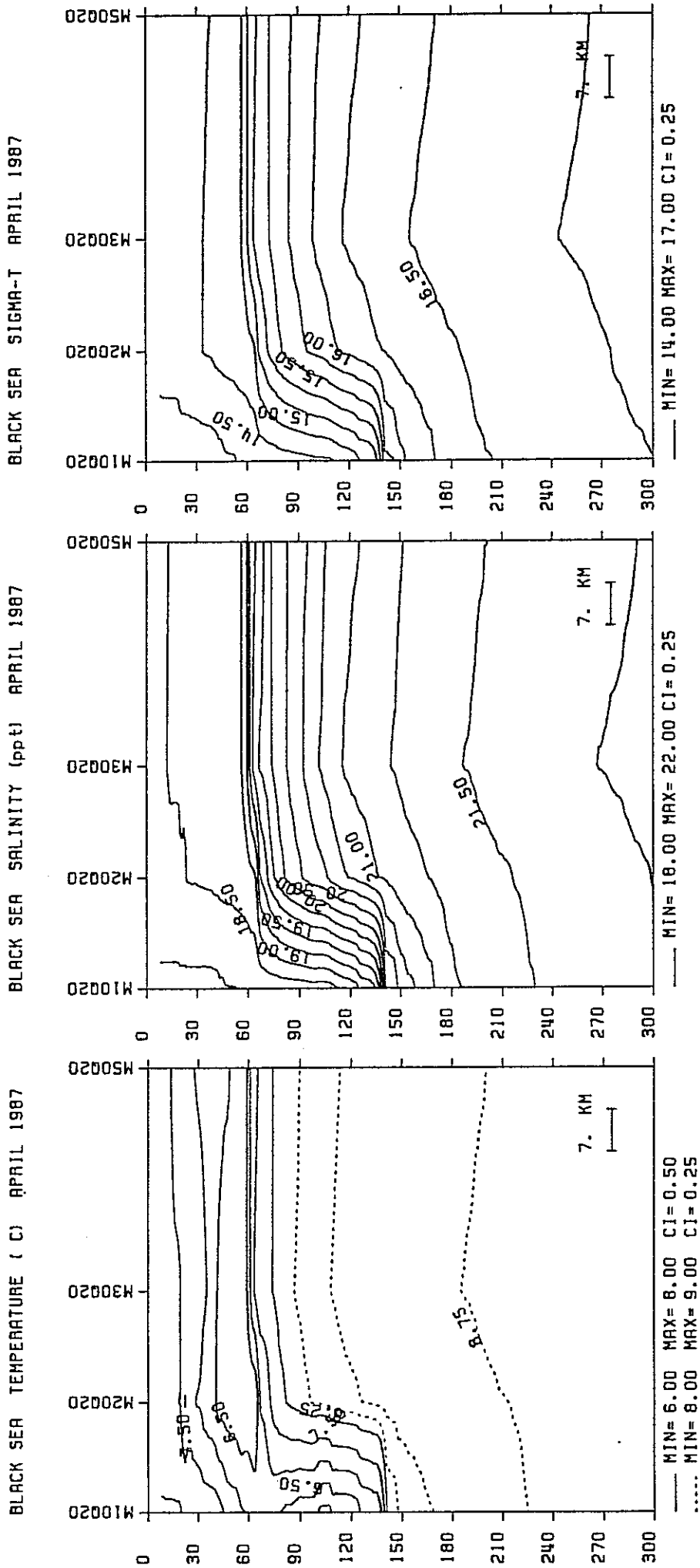
BLACK SEA SALINITY (ppt) APRIL 1987



BLACK SEA SIGMA-T APRIL 1987

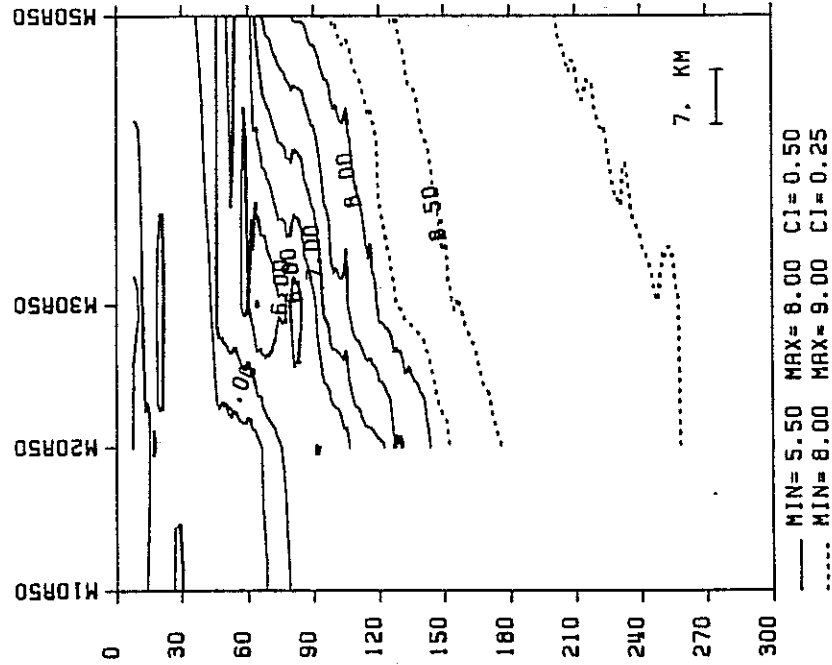


Şekil 19d Kuzey-Güney yönündeki M50 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Nisan 1987)

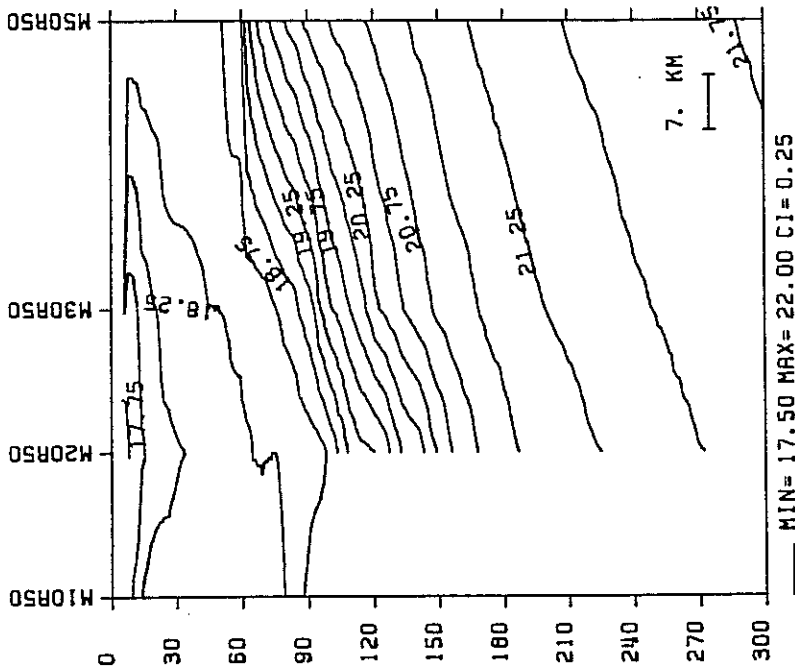


Şekil 19e Kuzey-güney yönündeki Q20 hattı boyunca T, S, D kesitleri (Nisan 1987)

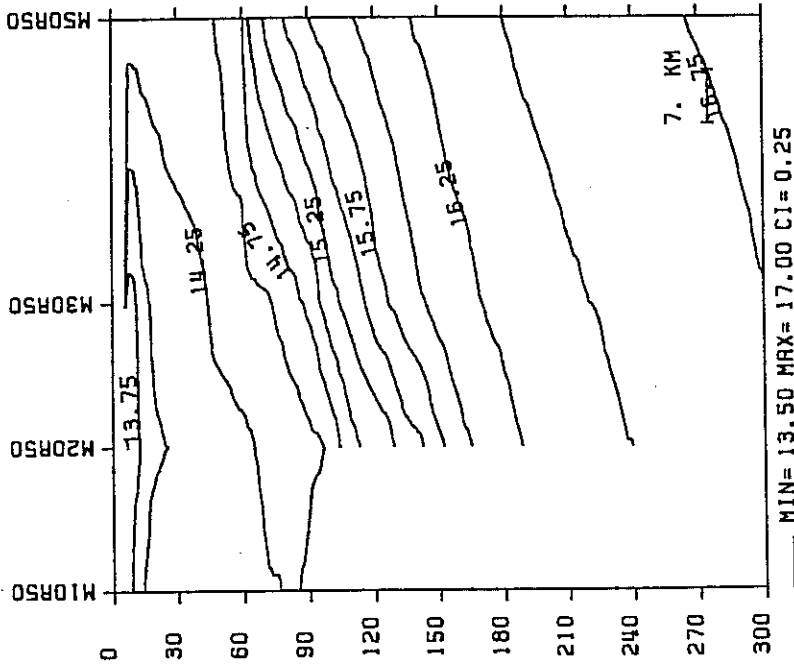
BLACK SEA TEMPERATURE ( C ) APRIL 1987



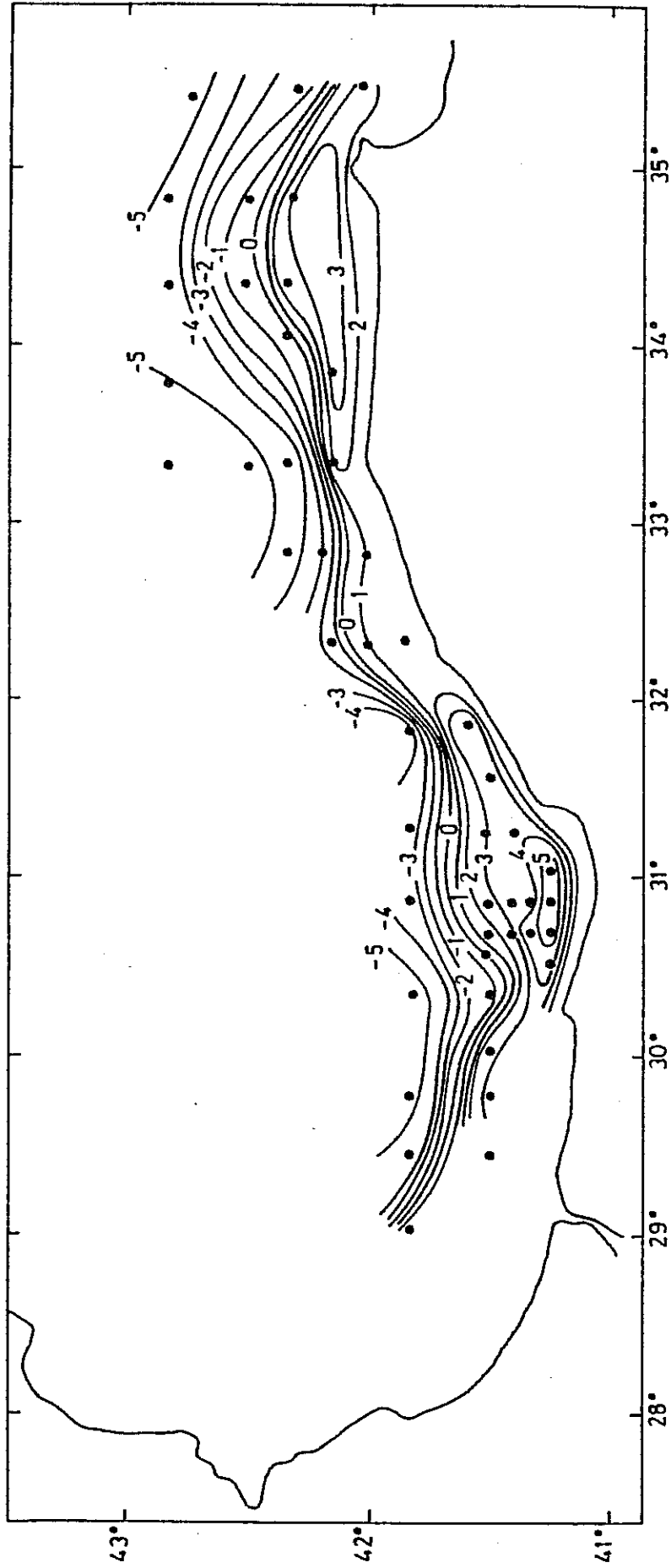
BLACK SEA SALINITY (ppt) APRIL 1987



BLACK SEA SIGMA-T APRIL 1987



Şekil 19f Kuzey-güney yönündeki R50 hattı boyunca T., S, D kesitleri (Nisan 1987)



Şekil 20 10m basınç seviyesindeki Nisan 1987 dolaşımını gösteren dinamik yüksekli anamallileri dağılımı