

551.46 (262.41.5

B 992 a

1996-284

T. B. T. A. K. ÇEVRE ARAŞTIRMALARI GRUBU

KESİN RAPOR

ÇAG-68/G

**AKDENİZ SUYUNUN
İSTANBUL BOĞAZI BOYUNCA
VE
KARADENİZDE İNCELENMESİ**

Aydemir BÜYÜKÖZDEN
Mühendis

Hüseyin YÜCE
Yük. Mühendis

Talha BAYRAKTAR
Mühendis

Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı
Çubuklu / İSTANBUL

MAYIS 1985

TÜRKİYE
BİLİMSEL VE TEKNİK
ARAŞTIRMA KURUMU
KÜTÜPHANESİ

T. B. T. A. K. ÇEVRE ARAŞTIRMALARI GRUBU
KESİN RAPOR

551.46 (262.4/5)
B 992 a

**AKDENİZ SUYUNUN
İSTANBUL BOĞAZI BOYUNCA
VE
KARADENİZDE İNCELENMESİ**

Aydemir BÜYÜKÖZDEN
Mühendis

Hüseyin YÜCE
Yük. Mühendis

Talha BAYRAKTAR
Mühendis

Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı
Çubuklu / İSTANBUL

MAYIS 1985

**TÜRKİYE
BİLİMSEL VE TEKNİK
ARAŞTIRMA KURUMU
KÜTÜPHANESİ**

ÖZET

Akdeniz suyunun İstanbul Boğazı boyunca ve Karadeniz'de incelenmesi sıcaklık, tuzluluk, çözülmüş oksijen verilerine dayalı olarak yapılmıştır. Çalışmada İstanbul Boğazı'nda mevcut büyük miktardaki tarihsel verilerden ve çalışma kapsamında İstanbul Boğazı ve Karadeniz'de çok sayıda oluşturulan oşinografik istasyonlarda düzenli olarak yapılan ölçmelerden yararlanılmıştır. Bu maksatla araştırma kapsamında İstanbul Boğazı ve İstanbul Boğazı Karadeniz girişinde, yakın kıyıda, bugüne kadar yapılan en sistematik, geniş kapsamlı oşinografik ölçmeler yapılmıştır.

İstanbul Boğazı'na ait daha önce yapılan ölçme çalışmaları ile bu inceleme kapsamında gerek İstanbul Boğazı ve gerekse Karadeniz'de yapılan uzun süreli sistematik ölçme çalışmalarından elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, Akdeniz suyunun Boğaz boyunca sürekli var olduğu görülmüştür. Büyük bir kısmı topoğrafik ve oşinografik etkilerle Marmara Denizi'ne geri dönen Akdeniz suyunun Karadeniz'de batı yönünde sınırlı bir alanda dipte çok ince yaklaşık dipten 3-4 m. kalınlığında bir tabaka halinde dağıldığı gözlenmiştir. Yapılan gözlemler Akdeniz suyunun genellikle sürekli olarak Karadeniz'e ulaştığını göstermektedir.

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
ÖZET	i
I. GİRİŞ	1
II. DENİZ ÖLÇME ÇALIŞMALARI	3
III. İSTANBUL BOĞAZI BOYUNCA AKDENİZ SUYUNUN İZLENMESİ	8
3.1 İSTANBUL BOĞAZININ ÖZELLİKLERİ	8
3.2 AKDENİZ SUYUNUN İSTANBUL BOĞAZI BOYUNCA İZLENMESİ	22
IV. AKDENİZ SUYUNUN KARADENİZ'DE İZLENMESİ	25
V. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	76

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1	İstanbul Boğazı'nda 1965-67 yıllarında yapılan eşinoğrafik istasyon mevkiileri	1
Şekil 2.2	İstanbul Boğazı'nda 1983 yılında yapılan eşinoğrafik istasyon mevkiileri	6
Şekil 2.3	İstanbul Boğazı Karadeniz girişi eşinoğrafik istasyon mevkiileri	7
Şekil 3.1	İstanbul Boğazı Marmara girişi batimetrisi	9
Şekil 3.2	İstanbul Boğazı Karadeniz girişi batimetrisi	10
Şekil 3.3	Batı Karadeniz İstanbul Boğazı girişi batimetrisi	12
Şekil 3.4	Sarıyer Meteoroloji istasyonu verilerine göre İstanbul Boğaz kuzeyi rüzgar özellikleri	13
Şekil 3.5	Kumköy meteoroloji istasyonu verilerine göre günlük ortalama, minimum, maksimum deniz suyu sıcaklıkları	15
Şekil 3.6	İstanbul Boğazı Çubuklu yüzey suyu sıcaklık tuzluluk değişimleri (1983)	16
Şekil 3.7	İstanbul Boğazı yüzey (0-20 m) sıcaklık tuzluluk frekans dağılımı	18
Şekil 3.8	İstanbul Boğazı'nda 40 metre derinlikten sonra çözünen sıcaklık tuzluluk frekans dağılımı	19

Şekil 3.9	Karadeniz ile Akdeniz arasındaki su seviye farkının aylara göre değişimi (Boğdanova verilerine göre)	21
Şekil 3.10	İstanbul Boğazı kuzeyinde, Anadolu Kavak'ta aylık ortalama su seviyesi değişimi (röperere göre)	21
Şekil 3.11	İstanbul Boğazı güney girişi Haydarpaşa mendirek önü deniz yüzeyi sıcaklık, tuzluluk değişimi	21
Şekil 3.12	İstanbul Boğazı güney girişi Haydarpaşa mendirek önü 10 metre derinlikte sıcaklık, tuzluluk değişimi	24
Şekil 3.13	İstanbul Boğazı'nda %0 30 eş tuzluluk çizgisi sınır alınarak çeşitli aylardaki Akdeniz suyu dağılımı (1965-67 verilerine göre)	26
Şekil 3.14	İstanbul Boğazı'nda %0 30 eş tuzluluk çizgisi sınır alınarak çeşitli aylardaki Akdeniz suyu dağılımı (1983 verilerine göre)	27
Şekil 3.15	İstanbul Boğazı kuzeyinde enine kesitten %0 30 eş tuzluluk çizgisinin aylara göre değişimi (1975-67 verilerine göre)	28
Şekil 3.16	İstanbul Boğazı kuzeyinde enine kesitte %0 30 eş tuzluluk çizgisinin aylara göre değişimi (1983-84 verilerine göre)	28
Şekil 3.17	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında yoğunluk ($\sigma-t$ 25.0) sınır alınarak Akdeniz suyu tabaka kalınlığının değişimi (1983 verilerine göre)	29
Şekil 4.1	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Aralık ayı boyunca tuzluluk dağılımı	31
Şekil 4.2	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Aralık ayı enine tuzluluk dağılımı	31
Şekil 4.3	Sarıyer meteoroloji istasyonu verilerine göre Aralık ayı gözlem zaman aralığındaki rüzgar ve basınç değişimi	31
Şekil 4.4	Karadeniz İstanbul Boğazı açıkları Kuzeybatı-Güneydoğu yönünde Ocak ayı çözünmüş oksijen dağılımı (ml/l)	31
Şekil 4.5	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışı Şubat ayı enine tuzluluk dağılımı	36

Şekil 4.6	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışı Şubat ayı boyunca tuzluluk dağılımı	36
Şekil 4.7	Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Şubat gözlem zaman aralığındaki rüzgar ve basınç değişimi	37
Şekil 4.8	Karadeniz İstanbul Boğazı açıkları kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda Mart ayı tuzluluk dağılımı	38
Şekil 4.9	Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Mart ayı gözlem zaman aralığındaki rüzgar basınç değişimi	39
Şekil 4.10	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Nisan (1983) ayı boyunca tuzluluk dağılımı	40
Şekil 4.11	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Nisan ayı enine tuzluluk dağılımı	40
Şekil 4.12	Karadeniz İstanbul Boğazı önleri kuzeybatı güneydoğu doğrultusunda Nisan ayı tuzluluk dağılımı	41
Şekil 4.13	Karadeniz İstanbul Boğazı önleri kuzeybatı güneydoğu doğrultusunda Nisan ayı tuzluluk dağılımı	42
Şekil 4.14	Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Nisan 1983 ayı gözlem zaman aralığındaki rüzgar ve basınç değişimi	43
Şekil 4.15	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Nisan 1984 ayında boyunca tuzluluk dağılımı	44
Şekil 4.16	Karadeniz'de İstanbul Boğazı kıyı şeridinde paralelbatı doğu kesitinde Nisan 1984 ayında tuzluluk dağılımı	45
Şekil 4.17	Nisan 1984 çalışma döneminde Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre basınç ve rüzgar değişimi	46
Şekil 4.18	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Mayıs ayı boyunca tuzluluk dağılımı	47
Şekil 4.19	Karadeniz İstanbul Boğazı önleri Mayıs ayı enine tuzluluk dağılımı	47
Şekil 4.20	Karadeniz İstanbul Boğazı açıkları Mayıs ayı kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda enine çözünmüş oksijen dağılımı (ml/l)	48
Şekil 4.21	Karadeniz İstanbul Boğazı açıkları Mayıs ayı kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda enine tuzluluk dağılımı	49

Şekil 4.22	Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Mayıs ayı gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi	50
Şekil 4.23	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Haziran 1983 ayı boyuna tuzluluk dağılımı	51
Şekil 4.24	İstanbul Boğazı kıyı şeridine paralel batı-doğu kesitinde Haziran 1983 ayında enine tuzluluk dağılımı	53
Şekil 4.25	İstanbul Boğazı kıyı şeridine paralel batı-doğu kesitinde Haziran 1983 ayında enine tuzluluk dağılımı	54
Şekil 4.26	İstanbul Boğazı açıklarında Haziran 1983 ayında kıyıya paralel batı-doğu kesitinde tuzluluk dağılımı	55
Şekil 4.27	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Haziran 1984 ayında boyuna tuzluluk dağılımı	56
Şekil 4.28	İstanbul Boğazı Kıyı şeridine paralel batı-doğu kesitinde Haziran 1984 ayında tuzluluk dağılımı	57
Şekil 4.29	İstanbul Boğazı kıyı şeridine paralel batı-doğu kesitinde Haziran 1984 ayında tuzluluk dağılımı	58
Şekil 4.30	Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Haziran 1983 gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi	59
Şekil 4.31	Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Haziran 1984 gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi	60
Şekil 4.32	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Temmuz ayı boyuna tuzluluk dağılımı	62
Şekil 4.33	İstanbul Boğazı kıyı şeridine paralel Temmuz ayı enine tuzluluk dağılımı	63
Şekil 4.34	İstanbul Boğazı kıyı şeridine paralel batı-doğu kesitinde Temmuz ayı tuzluluk dağılımı	64
Şekil 4.35	İstanbul Boğazı açıklarında batı-doğu kesitinde Temmuz ayı tuzluluk dağılımı	65
Şekil 4.36	Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Temmuz 1983 ayı gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi	66
Şekil 4.37	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Eylül 1984 ayı boyuna tuzluluk dağılımı	67

Şekil 4.38	İstanbul Boğazı kıyı şeridine paralel Eylül 1984 ayı enine tuzluluk dağılımı	68
Şekil 4.39	İstanbul Boğazı kıyı şeridine paralel Eylül 1984 ayı enine tuzluluk dağılımı	69
Şekil 4.40	İstanbul Boğazı açıklarında kıyı şeridine paralel Eylül 1984 ayı enine tuzluluk dağılımı	71
Şekil 4.41	Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Eylül 1984 ayı gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi	72
Şekil 4.42	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Ekim 1983 ayı boyunca tuzluluk dağılımı	73
Şekil 4.43	İstanbul Boğazı açıklarında kıyı şeridine paralel Ekim 1983 ayında enine tuzluluk dağılımı	74
Şekil 4.44	Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Ekim 1984 ayı gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi	75
Şekil 4.45	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Kasım ayı boyunca tuzluluk dağılımı	77
Şekil 4.46	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışı Kasım ayı enine tuzluluk dağılımı	77
Şekil 4.47	İstanbul Boğazı Karadeniz önü Kasım ayı enine tuzluluk dağılımı	78
Şekil 5.1	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında %0-30 tuzluluk değerlerinin çeşitli aylardaki gözlem derinlikleri	82
Şekil 5.2	Nisan ayı dip tuzluluk dağılımı (Nisan 1984)	83
Şekil 5.3	Haziran ayı dip tuzluluk dağılımı (A.Haziran 1983 B.Haziran 1984)	84-85
Şekil 5.4	Temmuz ayı dip tuzluluk dağılımı (Temmuz 1983)	86
Şekil 5.5	Ekim ayı dip tuzluluk dağılımı (Ekim 1983)	87
Şekil 5.6	Eylül ayı dip tuzluluk dağılımı (Eylül 1984)	88
Şekil 5.7	İstanbul Boğazı Karadeniz girişi önlerinde dip akıntı gözlemleri saçılma diyagramı	89

I. GİRİŞ

İstanbul Boğazı'ndaki su hareketleri, dikey tabakalaşma, Akdeniz suyunun Karadeniz'e alt akıntılarla taşınması çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. İstanbul Boğazı'nın gerek Marmara Denizi, gerekse Karadeniz'in oşinografik koşulları üzerinde önemli etkileri vardır. Marmara Denizi ve Karadeniz'in özellikle İstanbul Boğazı girişi bölgesindeki oşinografik koşullar, Marmara Denizi ile Karadeniz'i birleştiren İstanbul Boğazı'ndaki su değişimi ile belirlenir. İstanbul Boğazı'ndaki su değişimi, dikey tabakalaşma, akıntı özellikleri konularında Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı, İstanbul Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar yanında Alman, Rus ve İngiliz araştırmacılar tarafından 19 ncu yüzyıl sonunda, 20 nci yüzyılın baş ve ortalarında çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmalar genellikle İstanbul Boğazı ve çevresine yöneliktir. Yoğun çalışmaların bu boğazda yapılmasının nedeni, bu boğazın Marmara Denizi kanalıyla Karadeniz ile Akdeniz'i birleştirmesi ve bu durumun sonucu olarak Karadeniz'in kimyasal yapısını, biyolojisini, sedimentolojisini vb. özelliklerini kontrol eden önemli bir faktör olmasına bağlıdır.

Makarov ve Merz'in (Möller 1928) sistematik araştırmaları ve daha sonra Ullyott ve Ilgaz (1941), Pektaş (1956), A.K. Bogdanova (1961-1965), C.G.Gunnerson ve E.Özturgut (1974) ve diğerlerinin yaptığı çalışmalarda İstanbul Boğazı'nın temel özellikleri iyi anlaşılmış bulunmaktadır. İstanbul Boğazı'nda yapılan araştırmalar Ünlüata, Ü. (1984) da oldukça detaylı bir şekilde yer almaktadır.

İstanbul Boğazı'nın en önemli özelliklerinden birisi iki tabakalı akıntı sistemidir. Akıntı sistemi yoğunluk ve seviye farkından meydana gelmektedir. Akıntı üzerinde rüzgar, topoğrafik özellikler gibi dışsal faktörler de etkili olmaktadır.

İstanbul Boğazı'nda alt ve üst akıntılar, fiziksel parametrelerin dağılımı konusunda yapılan çalışmalarda İstanbul Boğazı'nda üst akıntının Marmara Denizi'ne girdiğine, hiç kuşku olmamasına karşın Akdeniz sularının alt akıntılarla Karadeniz'e taşındıkları konusunda çeşitli görüşler vardır.

Merz-Möller'e göre dip akıntısı Boğaz oluğunun kuzeye doğru eğimini izleyerek Rumeli ve Anadolu fenerleri önünde Boğaz'ın kuzey ağzında Karadeniz'e ulaşmaktadır (Merz-Möller, 1928).

ULLYOTT ve ILGAZ (1946) daha sonra İstanbul Boğazı'nda yaptıkları çalışmalarda Karadeniz'e Akdeniz girdisinin olmadığını ileri sürmüşlerdir. ULLYOTT ve ILGAZ Karadeniz çıkışında 50 m. derinliğindeki yüksekliğin Boğaz'ın alt sularının Marmara Denizi'ne geri dönmesine neden olduğunu belirtmişlerdir. ULLYOTT ve ILGAZ'ın bu sonuçları V.A. VODYANITSKY (1948) tarafından elıştırılmıştır. VODYANITSKY Karadeniz'in dengeli tuzluluğunun boğazdaki yüzey tuzluluk kaybının derindeki bir tuzluluk girdisi ile karşılanması ile sağlandığını, bu nedenle Akdeniz'in yüksek tuzluluk oranına sahip sularının Karadeniz'e Boğaz dip akıntıları ile geçtiğini ileri sürmüştür.

PEKTAŞ İstanbul Boğazı'nda 1952-53 yıllarında yaptığı çalışma sonuçlarında Akdeniz suyunun Karadeniz'e akışını kabul etmesine karşın bu akışı Akdeniz ve Karadeniz arasındaki ortalama su seviyesinin en az olduğu zaman aralığıyla, Ağustos'un sonundan Mart ayının başlangıcına kadar sınırlamıştır (Pektaş, H. 1956).

PEKTAŞ Akdeniz suyunun Karadeniz'in derin kısımlarına akmadığını, 150-200 metre derinliklerde bir ara tabaka olarak dağıldığını, yoğunluk ve tuzlulukta keskin bir artım nedeniyle dip sularının yüzey suları ile karışmasının önlendiğini ileri sürmüştür.

A.K. BOGDANOVA (1961) İstanbul Boğazı açıklarında kıyı çizgisine dik, 6 mil uzaklıkta 3 mil aralıklı istasyonlarda yaptığı çalışmalar sonunda PEKTAŞ'ın bulguları ile çelişen sonuçlar elde etmiştir.

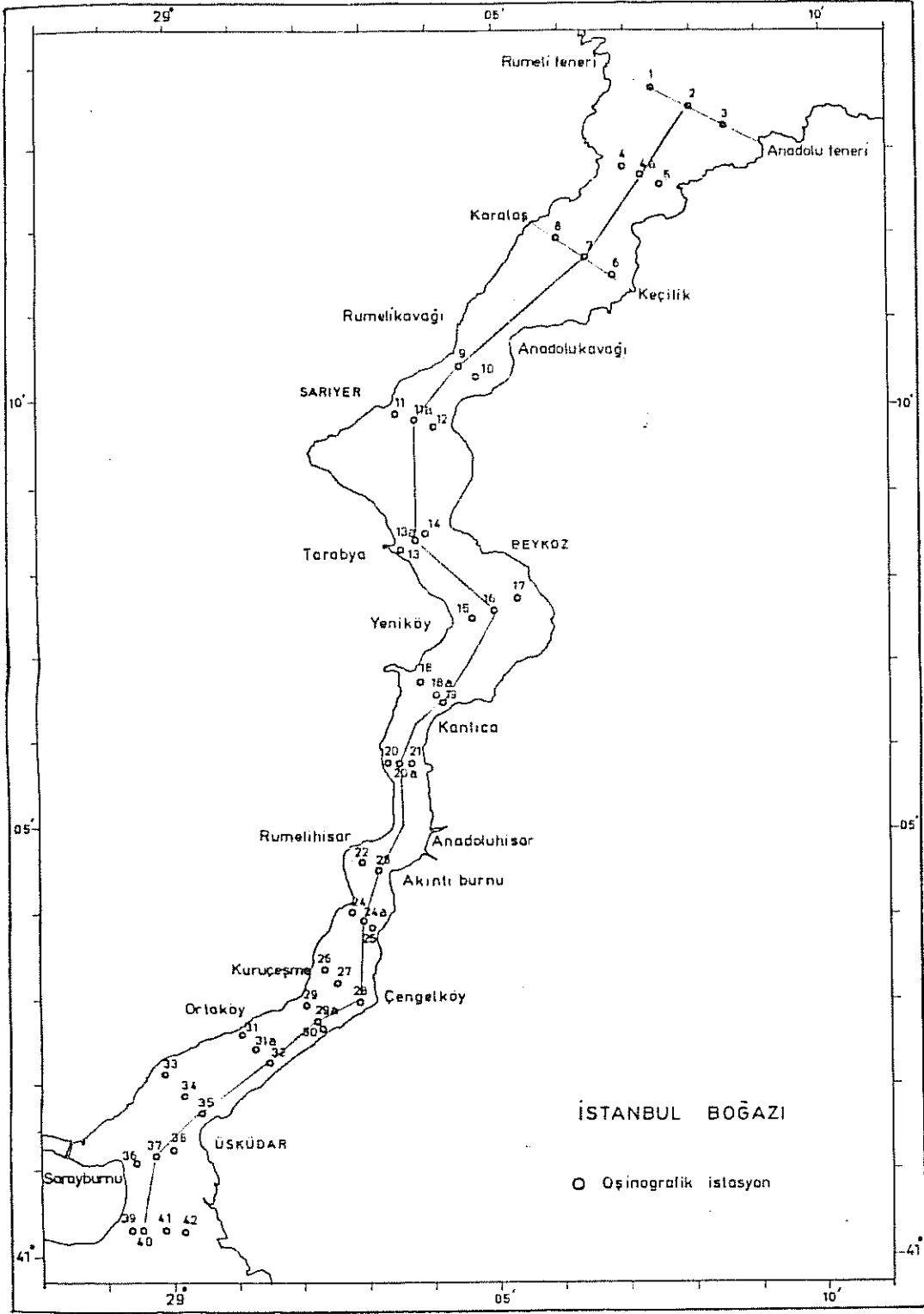
BOGDANOVA öncelikle Akdeniz suyunun Akdeniz ile Karadeniz arasında ortalama deniz suyu seviye farkının maksimum olduğu zamanlarda (Şubat sonu ile Ağustos ortaları arası) Karadeniz'e girdiği sonucuna varmıştır. Bu sonuç PEKTAŞ'ın sonuçları ile çelişmektedir. PEKTAŞ Akdeniz suyunun yazın yalnızca Boğaz çıkışındaki eşiğe kadar ulaştığını eşik üzerindeki hareket sırasında Akdeniz suyunun üst akıntı ile Marmara'ya taşındığını, akışın ULLYOTT ve ILGAZ'ın belirttikleri şekilde olduğunu ileri sürmüştür. Eşiğin Karadeniz tarafında BOGDANOVA tarafından yapılan çalışmalar Akdeniz suyunun şiddetli rüzgarlar hariç Karadeniz'e sürekli olarak çıktığını göstermiştir.

İstanbul Boğazı çıkışında Akdeniz sularının izlenmesine özgü çalışmalar daha ziyade Akdeniz sularının Karadeniz'e sürekli olarak çıkıp çıkmadığını saptamaya yönelik küçük boyutlu çalışmalar olup bunlardan yabancı kökenli çalışmalar Türk Karasuları dışında gerçekleştirilmişler, çalışmalarda genellikle sıcaklık ve tuzluluk temel parametreler olarak alınmıştır.

İstanbul Boğazı ve Batı Karadeniz'de daha önce çalışma yapılan bölgeler ile, bu bölgeler arasında kalan, daha önce ölçme yapılmayan bölgelerde temel parametreler sıcaklık, tuzluluk olmak üzere oşinografik gözlemler yaparak Akdeniz sularının Boğaz boyunca ve Karadeniz de incelenmesi yapılmıştır.

II. DENİZ ÖLÇME ÇALIŞMALARI

İstanbul Boğazı'nda 1965-67 yılları arasında yapılan oşinografik gözlemlerden İstanbul Boğazı boyunca Akdeniz suyunun dağılım özelliklerinin mevsimsel değişimin saptanmasında yararlanılmıştır. Boğaz'da Şekil 2.1 de gösterilen istasyonlarda yapılan oşinografik gözlemlerden yararlanılarak İstanbul Boğazı'nda sıcaklık-tuzluluk adet frekans dağılımı ile sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk dağılım özellikleri saptanmıştır (BÜYÜKÖZDEN, A., YÜCE, H. vd. 1983). İstanbul Boğazı'na ait büyük miktarda tarihsel verilerle yetinilmeyerek bu incelemede İstanbul Boğazı ve Karadeniz'de saptanan istasyonlarda



Şekil 2.1 İstanbul Boğazı'nda 1965-67 yıllarında yapılan oşinografik istasyon mevkiileri

sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen gözlemleri yapılmıştır. İstanbul Boğazı'nda yapılan ölçme istasyonları mevkiileri Şekil 2.2 de gösterilmiştir. İstanbul Boğazındaki oşinografik ölçmeler 17 m.bo-yundaki mesaha botu ile her ayın ilk ve ikinci yarılarında ortalama iki günde gerçekleştirilen çalışmaların arasında gemi ile Karadeniz'de İstanbul Boğazı girişinde ve açıklarında Şekil 2.3 de gösterilen mevkiilerde sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen gözlemleri yapılmıştır. Akdeniz sularının alt akıntılarıyla Karadeniz'e ulaştıkları geçiş bölgelerinde özellikle alt akıntıyı saptamak için akıntı gözlemleri yapılmıştır. Akdeniz suyunu saptamak için çalışmalarda başlangıçta mümkün olduğu ölçüde fazla istasyon planlanmış, daha sonra sonuçlara göre istasyon sayısında azaltma yapılmıştır. Karadeniz'de yapılan gözlemlerde fazla tuzluluktaki Akdeniz sularının saptanabilmesini sağlamak amacıyla dipten yaklaşık 2-4 m.de iki su örneği alınarak tuzluluk gözlemleri yapılmıştır.

Sıcaklık gözlemleri dönüşümlü termometrelerle yapılmış " H.O.607 Manual of Oceanographic Observations " esaslarına göre düzeltmeler yapılmıştır.

Tuzluluk tayinleri Knudsen titrasyon ve inductuv salinometre ile laboratuvarda analiz ile saptanmış 1978 tuzluluk ölçeği kullanılmıştır.

Oksijen tayinleri modifiye edilmiş Winkler yöntemiyle titrasyonla yapılmıştır.

Yoğunluk (σ_t) birimi cinsinden saptanmıştır. Sıcaklık tuzluluk ve basıncın işlevi olan yoğunluk basitlik sağlamak için Sigma (σ) ile tanımlanır. Sigma yoğunluğa bağlı olarak $\sigma = (\sigma - 1) \times 1000$ şeklinde tanımlanmaktadır. Örneğin yoğunluğun 1.02858 değeri 28.58 sigma değerine karşı gelmektedir. Sigma sıcaklık, tuzluluk ve basıncın işlevidir. Basıncın işlevi olmayan, yalnızca sıcaklık, tuzluluğa bağlı olan sigma değerine Sigma-t adı verilir ve σ_t ile gösterilir. Yoğunluk basınç etkisi saksaklandığı veya sıkıştırılamazlık varsayımı ile sigma-t bağlı olarak $\sigma = 1 + \sigma_t \times 10^3$ dir. Sigma-t birimi ile

yoğunluğu 28.06 olan bir su kütleinin yoğunluğu 1.02806 gr/cm^3 dür.

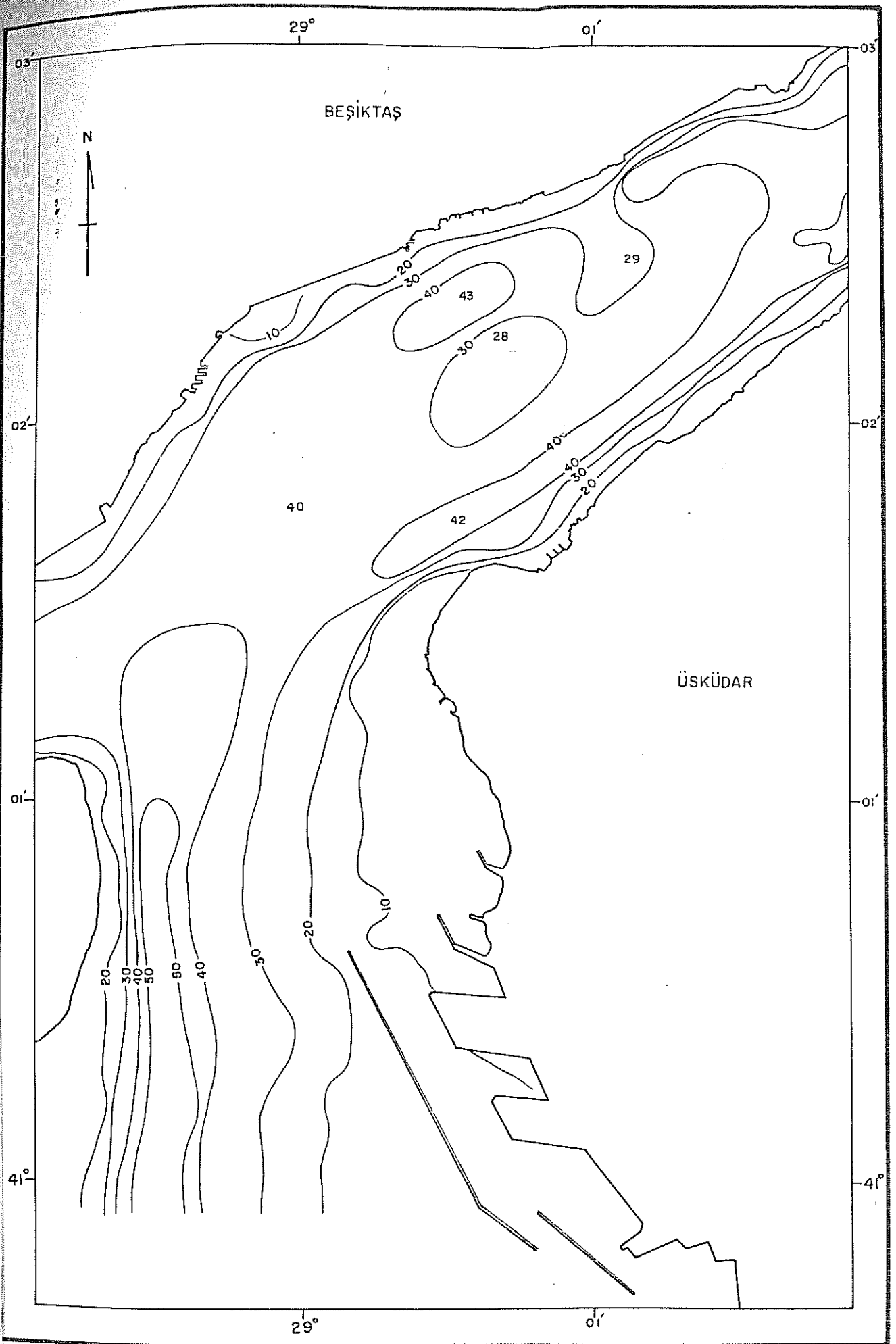
III. İSTANBUL BOĞAZI BOYUNCA AKDENİZ SUYUNUN DAĞILIMININ İNCELENMESİ

3.1 İSTANBUL BOĞAZININ ÖZELLİKLERİ

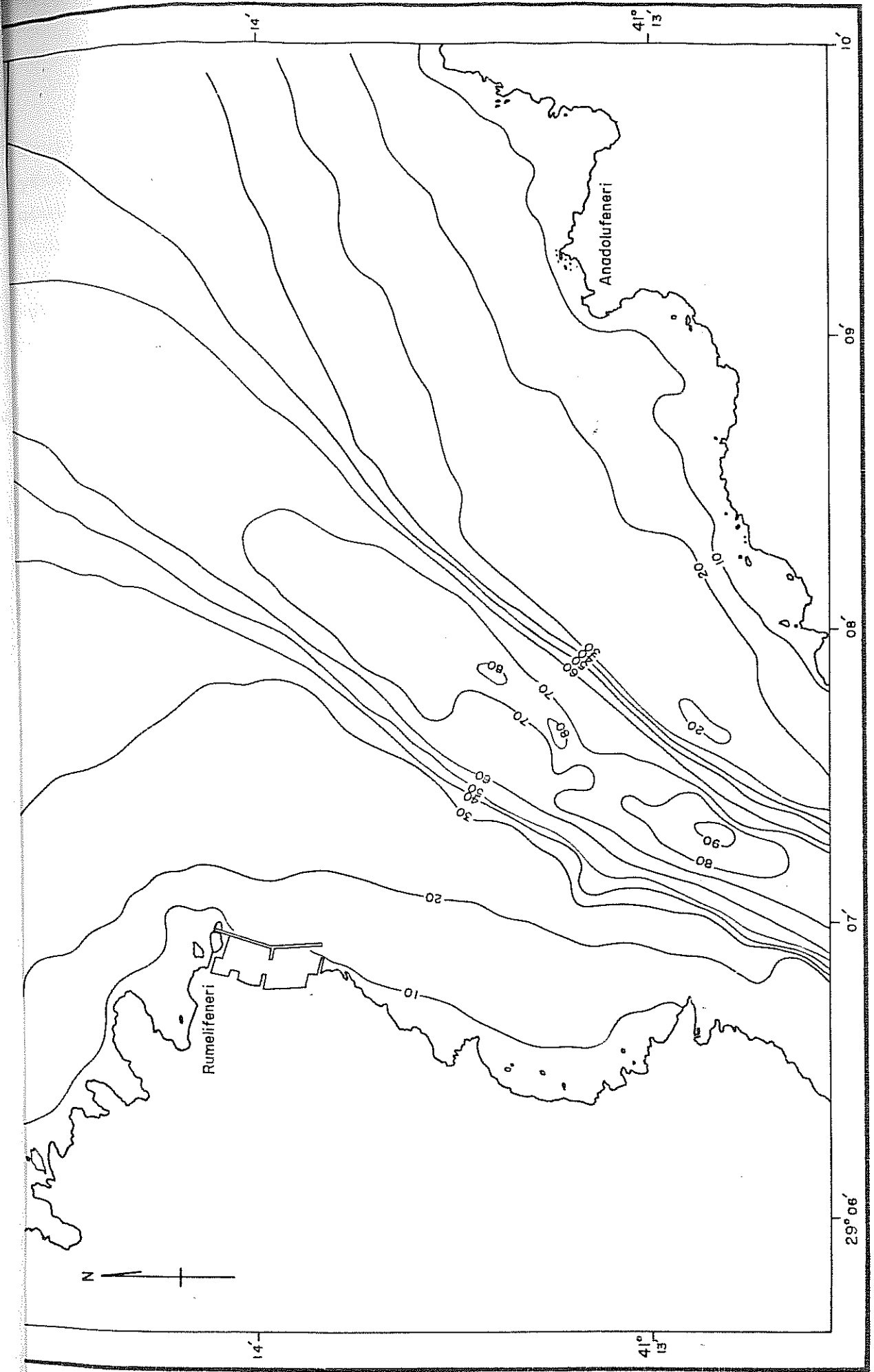
İstanbul Boğazı ortalama uzunluğu 31.0 km., ortalama derinliği 35.8 m.olan, Marmara Denizi ile Karadeniz'i birleştiren bir deniz geçididir.

İstanbul Boğazı'nın en belirgin özelliklerinden birisi iki tabakalı akıntı ve yoğunluk dağılımıdır. Üstte az tuzlu Karadeniz yüzey suları Marmara Denizi'ne taşınırken, altta Marmara Denizi'nin Akdeniz kökenli dip suları Karadeniz'e doğru taşınmaktadır. İstanbul Boğazı'na etkili Karadeniz suyunun tuzluluğu %0 17 civarındadır. Marmara Denizi'ne etkili Akdeniz suyu ise %0 38.5 tuzluluğa sahiptir. Kış aylarında yapılan gözlemlerde Karadeniz'de yüzey suyu tuzluluğunun %0 19 ile 20 civarına çıktığı gözlenmiştir. Bunun nedeni ise Boğaz'da alt akıntının varlığı ve Karadeniz'de meydana getirdiği dikey karışımdır (Gunnerson, C.G., Özturgut, E. 1974).

Boğaz boyunca uzanan bir kanal mevcut olup, Boğaz kuzeyinde ve güneyinde iki topuk varlığı ileri sürülmektedir. Boğaz'ın güneyindeki topuğun Marmara Denizi ile Boğaz'ın birleştiği kısmın 3 km. kuzeyinde, diğerinin de Boğaz kuzey girişinden 4 km. uzaklıkta olduğu belirtilmektedir (Ünlüata, Ü., Oğuz, T. 1983). Çeşitli kaynaklarda belirtilen bu topukların konumları açık olarak tanımlanmamışlardır. Boğaz'ın güneyinde Marmara Denizi girişindeki topuk seyir haritalarında var olan verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır (Şekil 3.1). Bu eşik ve Boğaz'ın kuzeyindeki eşik Boğaz dinamiği üzerinde önemli etkileri olduğu söylenmektedir. Güneyindeki sığılıktan etkilendiği ileri sürülen alt akıntının Boğaz kuzeyinde yer alan bir eşik alt akıntının Karadeniz'e ulaşımına engel teşkil ettiğini öne sürmüşlerdir. Boğaz kuzeyi batimetrisi seyir haritasından yararlanılarak hazırlanmıştır (Şekil 3.2). Boğaz kuzeyinde yer alan 50 metre derinlik eğrileri arasında ortalama 1000 m. genişliğinde 6.0 km.



Şekil 3.1 İstanbul Boğazı Marmara Denizi girişi batimetrisi

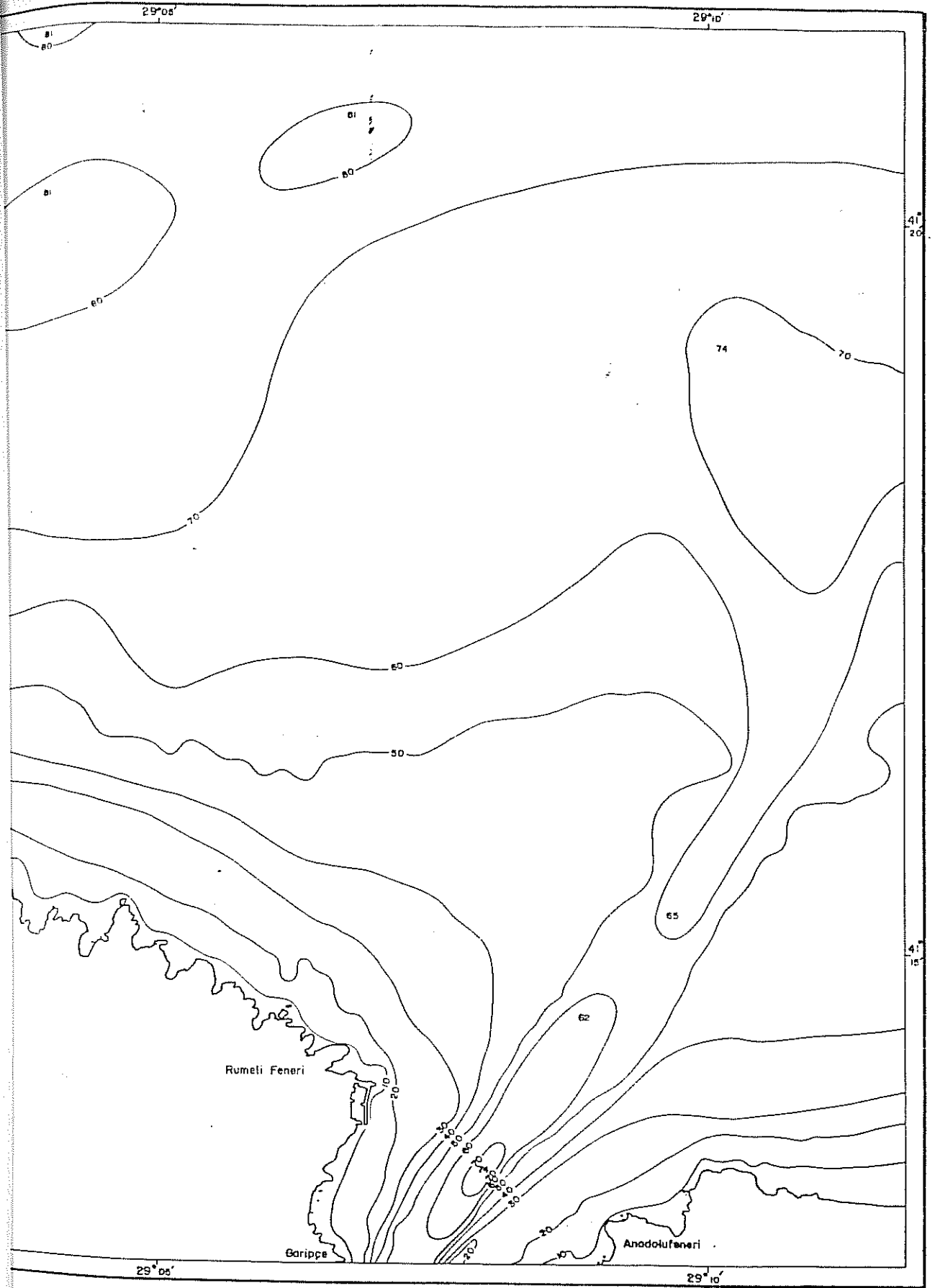


Şekil 3.2 İstanbul Boğazı Karadeniz girişi batimetrisi

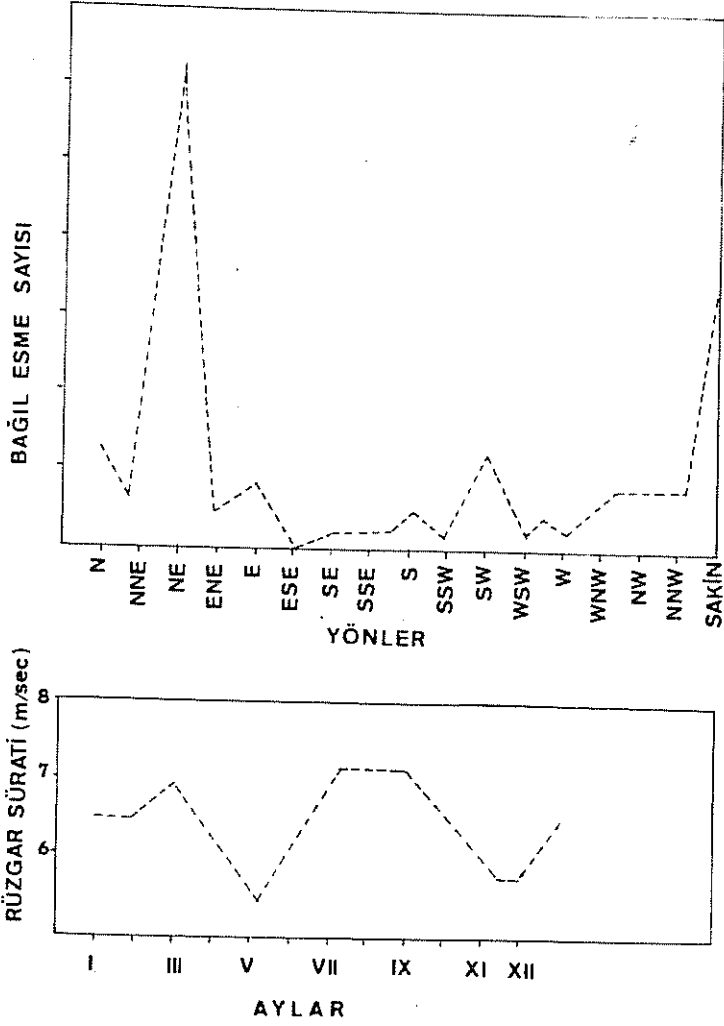
uzunluğunda bir aralık mevcuttur (Şekil 3.3). Boğaz'da Karadeniz yönünde 4 km. uzakta olduğu belirtilen eşik Boğaz'ın Şekil 3.2 de gösterilen bölgesinde gözlenmemektedir. Karadeniz'de etkili olan kuzeyli rüzgarlar İstanbul Boğazı'nın hakim rüzgarlarını oluştururken zaman zaman Ege Denizi'nden güney ve güneydoğulu rüzgarlar da Boğaz üzerinde etkili olurlar. Özellikle yazın etkili olan kuzeyli rüzgarlar Ege Denizi'nde etkili olan Eteziyen rüzgarlarının bir bölümüdür. Kısa süreli olarak genellikle Kasım-Aralık aylarında bölgede gözlenen güneyli lodos rüzgarları yüzey akıntılarının zayıflamasına, bazı koşullarda ise ters yönde akıntıların meydana gelmesine neden olabilmektedirler. Afrika'da oluşan, başlangıçta sıcak ve kuru olan bu rüzgarlar Akdeniz ve Ege Denizi üzerinde geçerken sıcaklığını kısmen kaybeder, nem kazanarak bölgeye gelirler.

Bölgeye yılda ortalama 725 mm. yağış düşmekte ve bunun % 70'i Kasım ile Mart ayları arasında yağmaktadır. Hava sıcaklığı ise kışın 5° C ile yazın 25° C arasında değişirken yüzey suyu sıcaklığının buna bağlı olarak 4° C ile 25° C değiştiği gözlenmektedir (Gunnerson, C.G., Özturgut E. 1974).

Boğaz'ın kuzeyinde yer alan Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verileriyle göre hakim rüzgar yönü kuzeydoğudur. Hakim rüzgar yönünde yıllara göre genellikle hiç değişme gözlenmediği saptanmıştır. Aylara göre hakim rüzgar yönleri incelendiğinde, genellikle Ocak ayı hariç yıl içinde hakim rüzgarın kuzeydoğudan estiği gözlenmektedir. Ocak ayında ise güneybatı yönünde esen rüzgarların hakim olduğu görülmektedir (Şekil 3.4). Yönlere göre rüzgar gözlemlerinin dağılımında hakim rüzgarlardan sonra üçüncü sırayı güneybatı yönünden esen lodos rüzgarlarının aldığı görülmektedir. Sakin koşullar hakim rüzgar olan sonra en fazla gözlem sayısını oluşturmaktadır (Şekil 3.4). Ortalama rüzgar sürati Mayıs ayında en düşük değeri alırken Temmuz ve Ağustos aylarında en yüksek ortalama rüzgar değerlerine rastlanılmaktadır. Mart ayında ortalama rüzgar sonbahar ve kış aylarına göre daha yüksektir (Şekil 3.4).

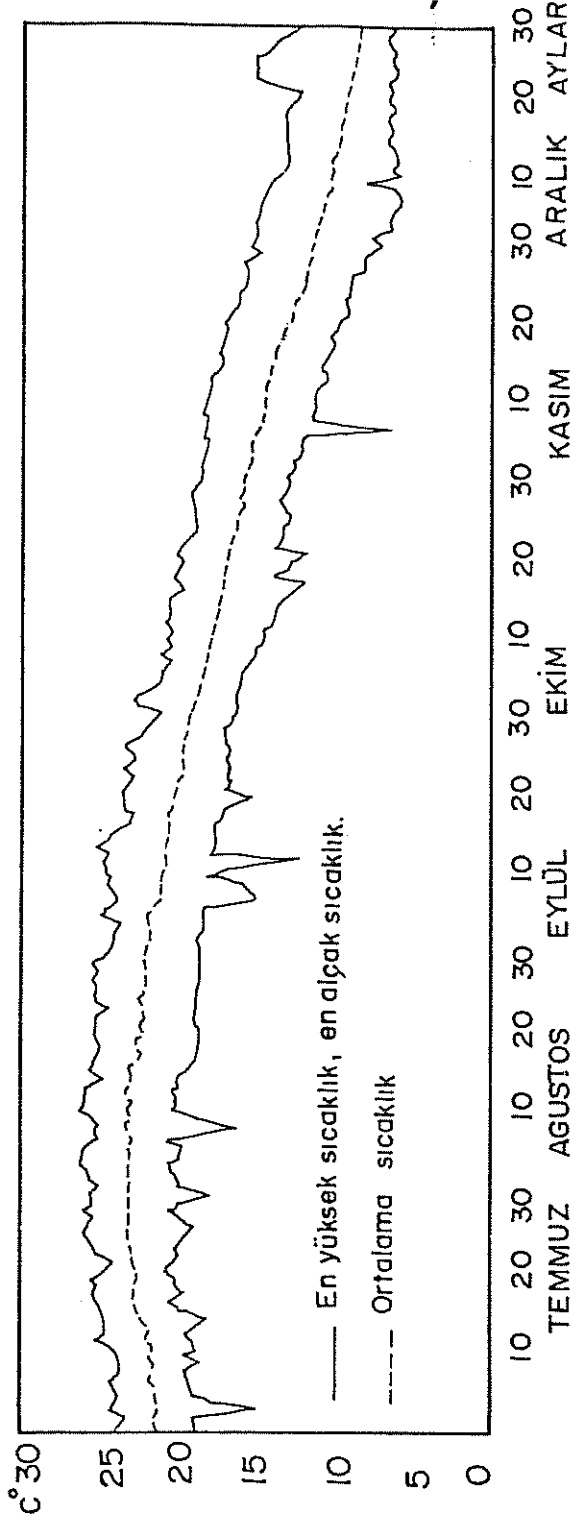
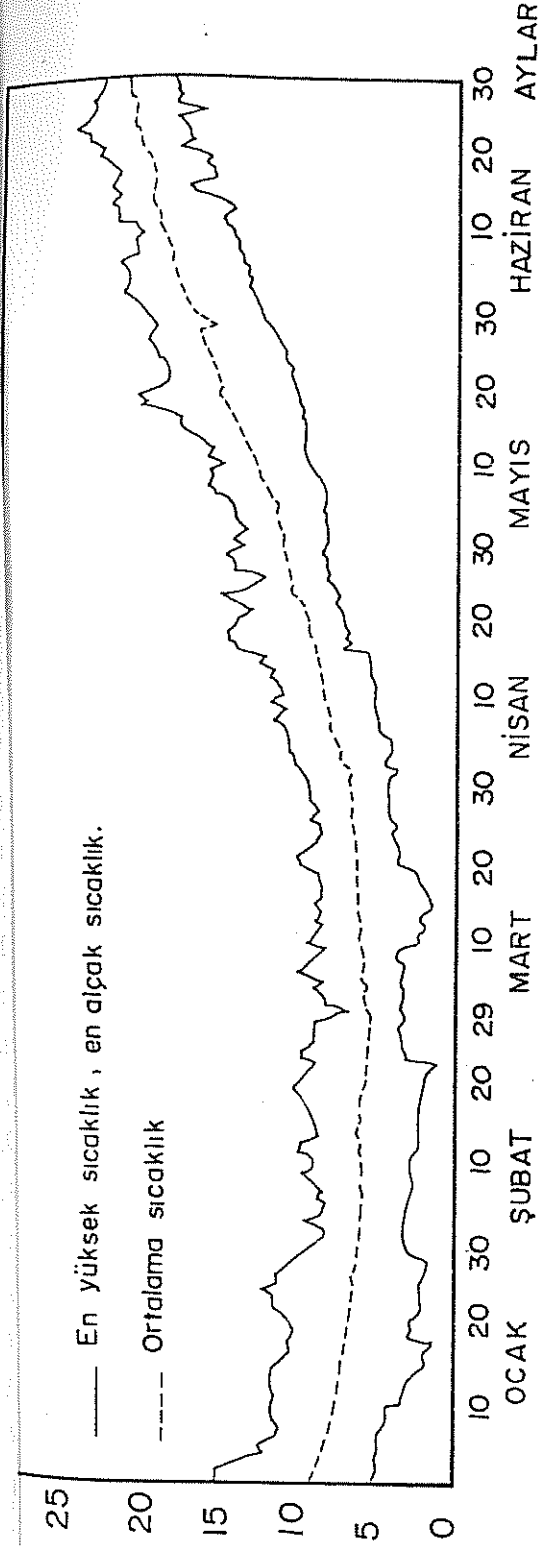


Şekil 3.3 Batı Karadeniz İstanbul Boğazı girişi batimetrisi

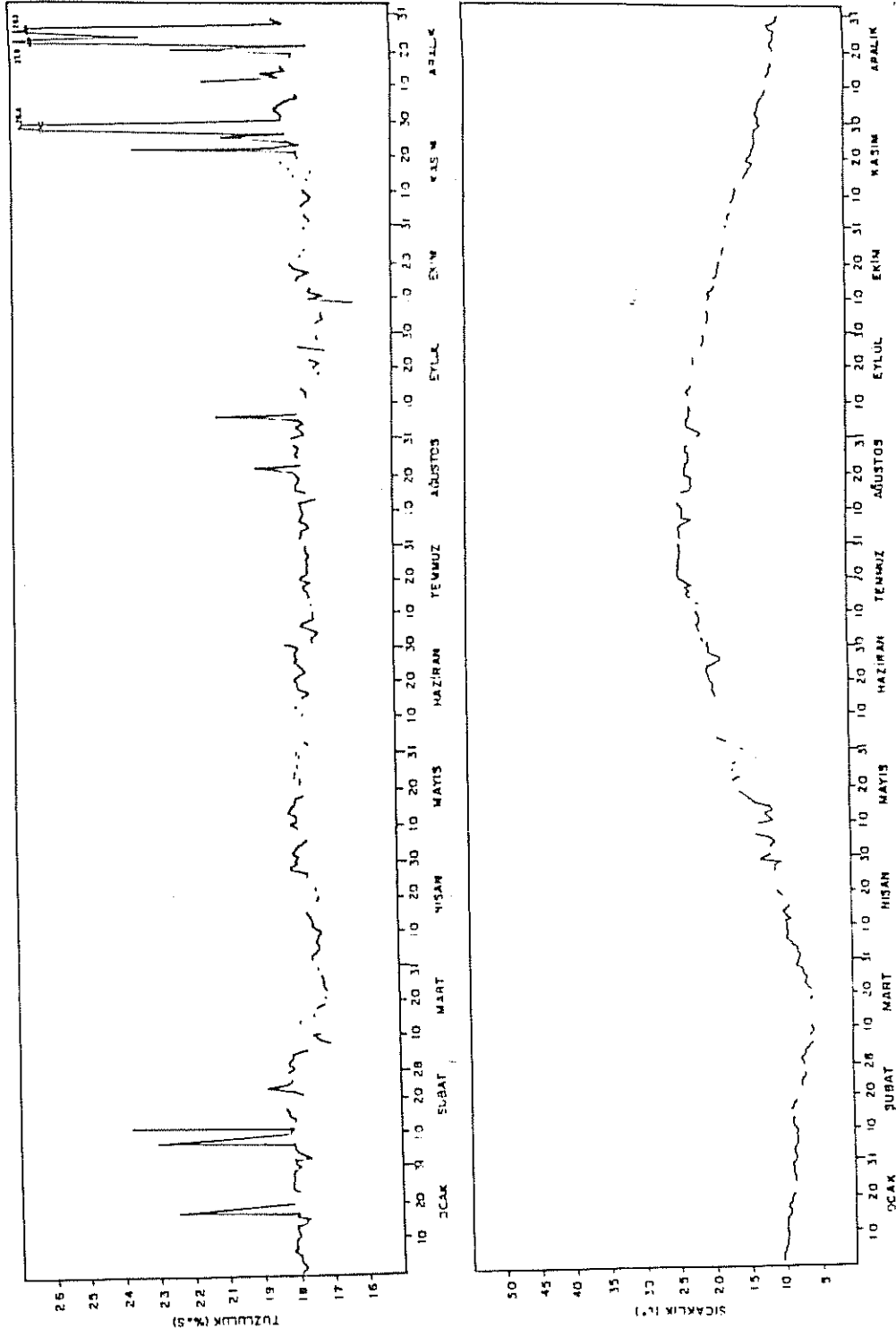


Şekil 3.4 Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre İstanbul Boğazi kuzeyi rüzgar özellikleri

kuzeyli rüzgarlar Boğaz yüzey akıntılarını arttırırken alt akıntının kısmen zayıflamasına neden olabilirler. Güneyli lodos rüzgarları yüzey akıntılarının zayıflamasına ve hatta ters yönde akmasına neden olurlar. Kuvvetli lodos fırtınalarında gözlenen bu olay yerel olarak ORKOZ diye adlandırılır. Bu rüzgarlar üst akıntının zayıflamasına ve hatta karşıt yönde akmasına neden olurken, bir taraftan da dipteki tuzlu Akdeniz suyunun yüzeye çıkmasına neden olur. Yüzeye çıkan tuzlu ve nisbeten sıcak Akdeniz suyu yüzey suyu tuzluluğunda ve sıcaklığında değişime neden olur. Tuzlulukta bu değişim açık olarak gözlenebilmesine rağmen sıcaklıkta belirgin olarak gözlenememektedir. İstanbul Boğazı kuzey girişinde yer alan Kumköy Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Boğaz kuzeyinde yüzey suyu sıcaklığının günlük ortalama, minimum ve maksimum gözlem değerleri Şekil 3.5 de gösterilmiştir. Uzun süreli verilere dayalı olarak saptanan ortalama yüzey suyu sıcaklıklarının düzenli bir dağılım gösterdiği Ağustos ayında en yüksek ortalama sıcaklık değerinin gözlendiği görülmektedir. Günlük en düşük ortalama yüzey suyu sıcaklığı Şubat ayı sonlarında gözlenmektedir. Şubat ayı ortalama günlük yüzey suyu sıcaklığı $5.0 - 5.2^0$ C arasında değişmektedir. En yüksek yüzey suyu sıcaklıkları Ağustos ayında gözlenirken, en düşük sıcaklıklar ise Ocak ve Şubat aylarında gözlenmektedir. İstanbul Boğazı'nda güneyli rüzgarların etkisiyle yüzeye çıkan tuzlu Akdeniz suyunun yüzey suyu tuzluluğunun artmasına neden olmaktadır. Bu çalışma kapsamında 1983 yılında yapılan günlük yüzey suyu sıcaklık ve tuzluluk gözlem sonuçları Şekil 3.6 da gösterilmiştir. Akdeniz sularının özellikle Kasım Aralık aylarında, daha seyrek olarak ta Ocak, Şubat aylarında yüzey suyu tuzluluğunu artırdığı, yüzey suyu tuzluluğunun ilkbaharda azaldığı görülmektedir. Yüzey suyu tuzluluğunun Mart ayında %0 17 değerine indiği bazı yıllarda Haziran-Temmuz aylarında %0 17 nin altına düştüğü görülmektedir. Yüzey suyu sıcaklıklarının ise Şubat sonlarında en düşük değerleri aldığı gözlenmektedir. İstanbul Boğazı'nda yüzey suyu sıcaklık ve tuzluluğu Marmara Denizi'ne doğru gidildikçe artar. Bu artış tuzlulukta daha belirgin olarak gözlenir. Yüzey suyu sıcaklığı geniş bir mevsimsel değişim aralığı gösterirken tuzlulukta daha dar bir değişim aralığı vardır. İstanbul Boğazı'nda yüzey tuzluluk gözlemlerine



Şekil 3.5 Kumköy meteoroloji istasyonu verilerine göre günlük ortalama, minimum, maksimum deniz suyu sıcaklıkları



Şekil 3.6 İstanbul Boğazı Çubuklu yüzey suyu sıcaklık, tuzluluk değişimleri (1983)

% 84.5 inin tuzluluğu %0 20 den yüksek değildir (BÜYÜKÖZDEN, A.-YÜCE H. vd. 1983 a).

yüzeyde gözlenen az tuzlu Karadeniz suyunun kalınlığı güneye doğru gidildikçe azalmaktadır. Boğaz'da yüzey suyu sıcaklığı tuzluluğun aksine yıl boyunca büyük değişiklikler göstermektedir (Şekil 3.7). Hava sıcaklığındaki mevsimlik ısınma ve soğumalar yüzey sıcaklık değişimini belirleyen temel faktörlerdir. Kışın kuzeyden güneye doğru inildikçe yüzey suyu sıcaklığında sıcak alt tabaka suları ile karışım nedeniyle bir artım gözlenir. Yaz aylarında ise, Boğaz'da üst tabakada gözlenen soğuk ara suyu ile karışım nedeniyle güneye doğru inildikçe bir soğuma gözlenir. Sıcaklık ve tuzluluk-taki mevsimsel değişimler yüzey ve ara tabakada geniş bir aralıkta gözlenmesine karşın yaklaşık %0 38.0 tuzluluk ve 15.5° C sıcaklık-taki Akdeniz suyunun bulunduğu dip sularında sıcaklık-tuzluluk değişim aralığı daha dardır. Boğaz'da 40 metre derinlikten sonra gözlenen sıcaklık tuzluluk adet frekans dağılımı Şekil 3.8 de gösterilmiştir.

Çok kuvvetli lodos fırtınaları hariç İstanbul Boğazı'nda iki su tabakası vardır. Bu iki tabaka arasında bir karışım tabakası yer alır. Marmara Denizi'ne doğru akan üst su tabakasında Karadeniz, Karadeniz'e doğru akan alt su tabakasında Akdeniz kökenli sular, bu iki su kütlelerinin karışımından oluşan ara tabakada ise alt ve üst suların değişik oranlardaki karışımlarında meydana gelmiş sular vardır. Üst tabakada gözlenen oşinografik parametreler mevsimsel değişimler gösterirken, alt tabakadaki su kütleleri geniş mevsimsel değişimler göstermezler. Üst ve alt suyu ayıran sınır ara su tabakasından geçer. Kuzeyde yaklaşık 50 metre olan sınır güneye doğru gidildikçe sığlaşır ve yaklaşık 20 metre derinliğe ulaşır.

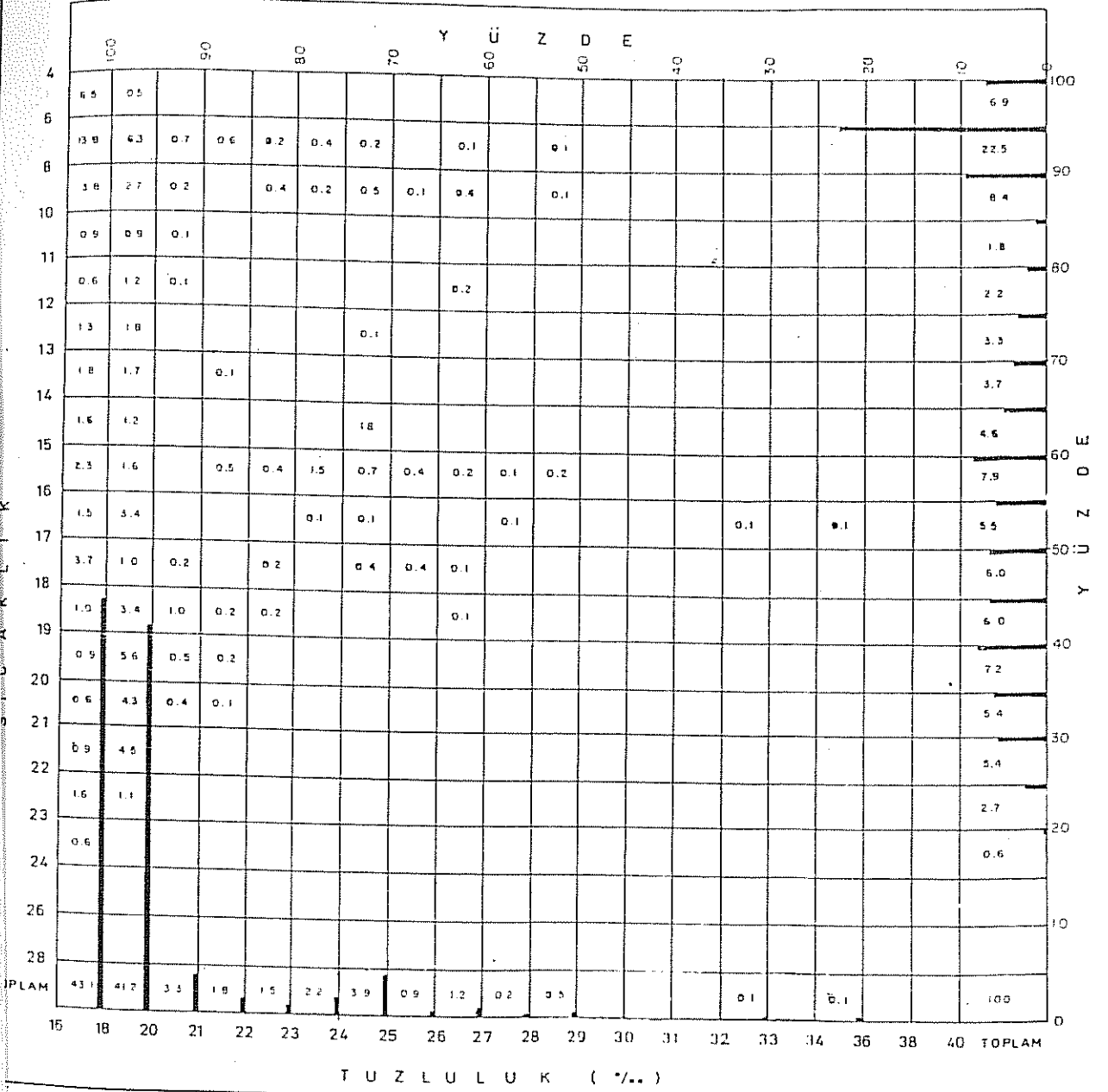
Marmara Denizi ile Karadeniz arasındaki su alışverişi ile Boğaz oşinografik özelliklerini belirleyen boğaz akıntılarının temel nedeni her iki denizdeki dikey thermohaline tabakalaşma ile su seviyesi farkıdır. Rüzgarlarla akıntı rejiminde değişme meydana

TÜM MEVSİMLER

BÖLGE : İST BOĞAZI

DERİNLİK : 0.00-20.00

TOPLAM GÖZLEM SAYISI : 821



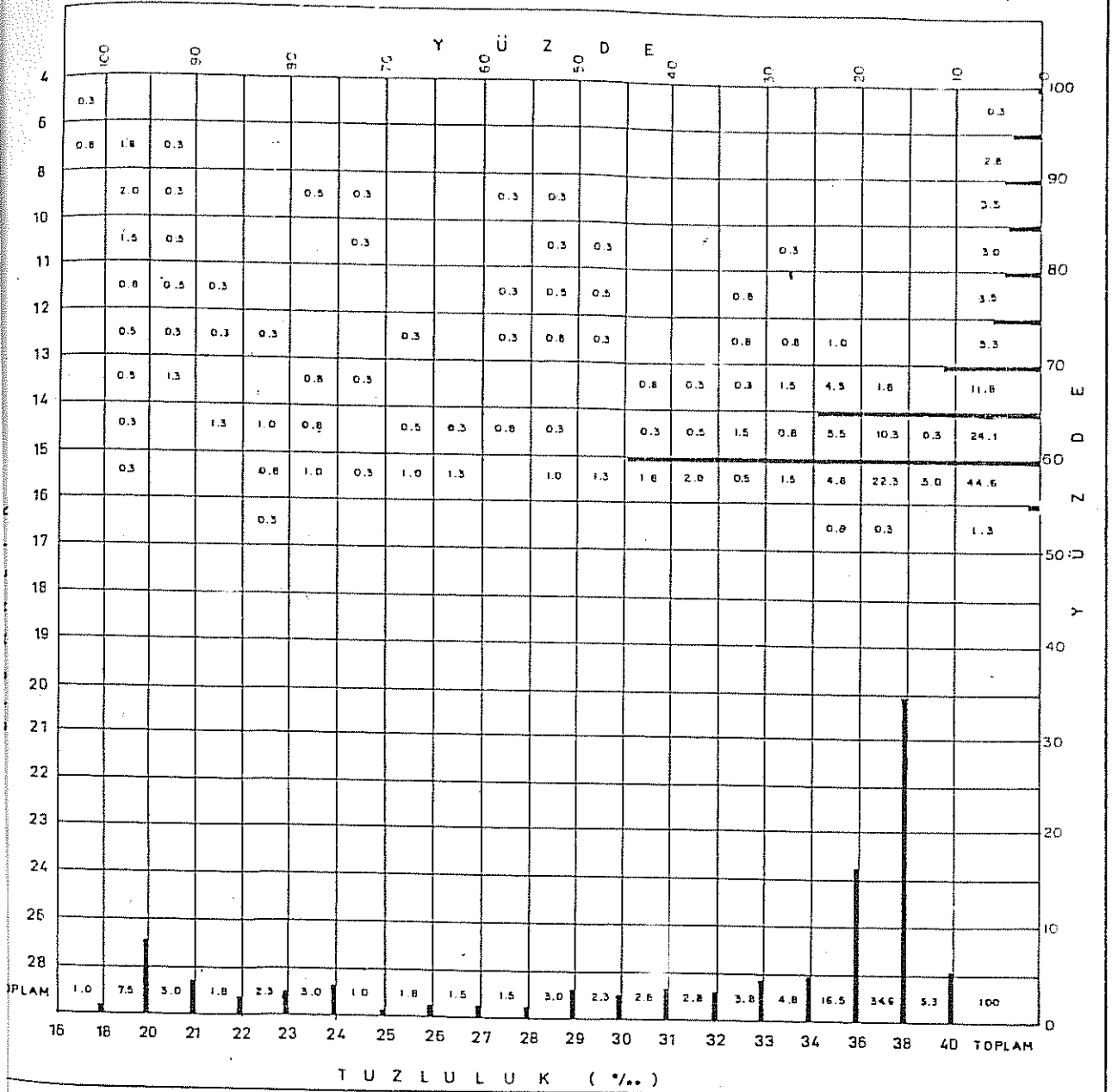
Şekil 3.7 İstanbul Boğazı yüzey (0-20 m) sıcaklık, tuzluluk frekans dağılımı.

TUM MEVSİMLER....

BÖLGE İST BOĞAZI

DERİNLİK : 400-1500

TOPLAM GÖZLEM SAYISI : 399

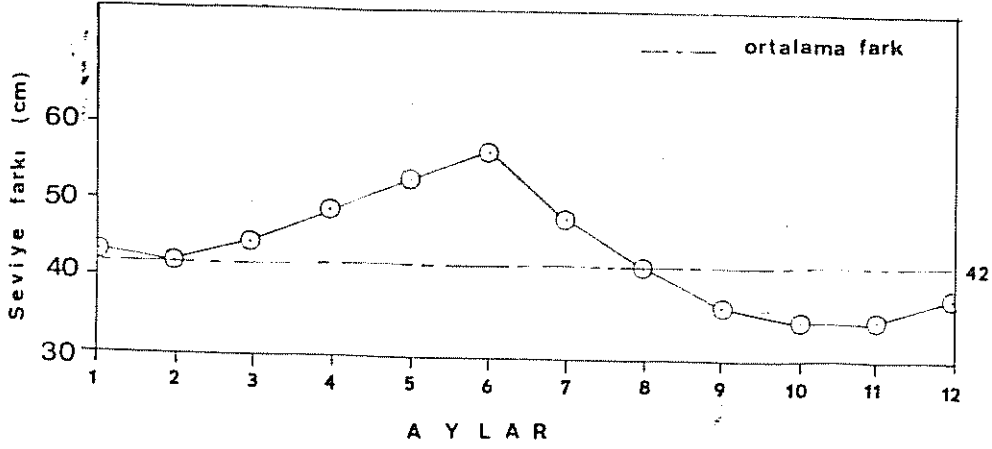


Şekil 3.8 İstanbul Boğazı'nda 40 metre derinlikten sonra gözlenen sıcaklık, tuzluluk, frekans dağılımı

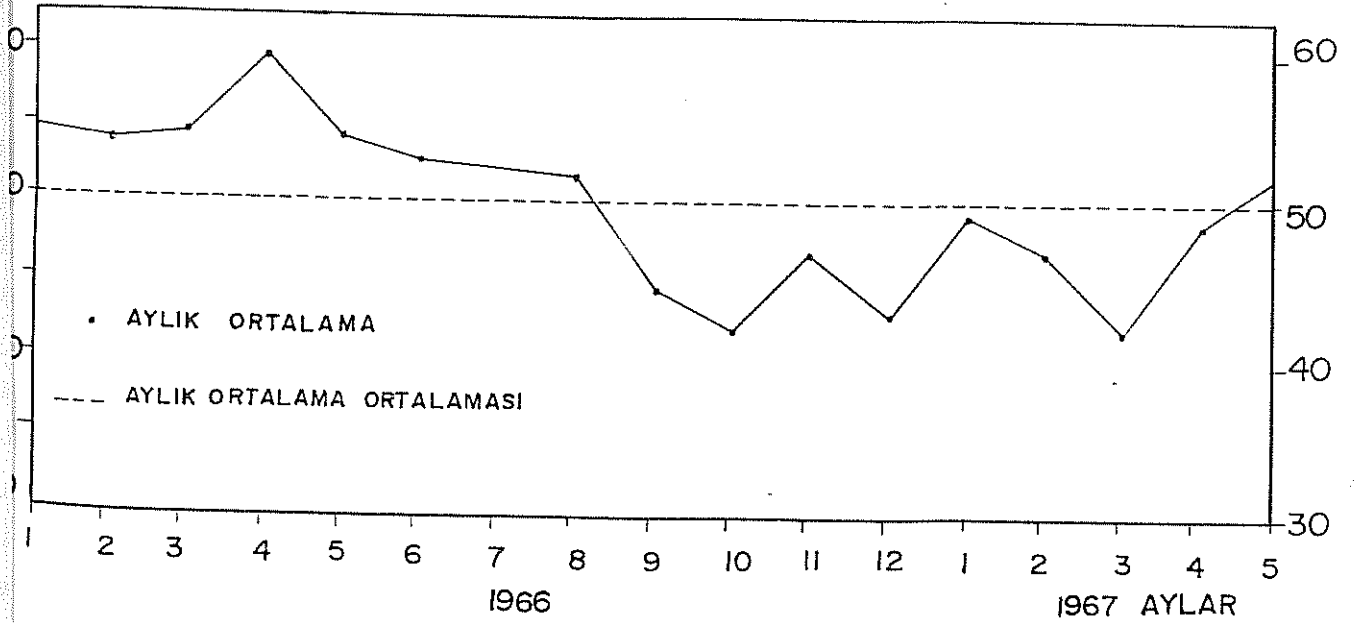
gelir. İstanbul Boğazı komşu denizi yağışlı kara parçası ile çevrili, dikey tabakalaşmalı boğazlar grubunun özelliklerini taşır. Karadeniz'de nehir ve yağışlardan oluşan tatlı su girdisi buharlaşma ile meydana gelen su kaybından fazladır. Bu nedenle oluşan su fazlalığı yüzey akıntıları ile Marmara Denizi yoluyla buharlaşma fazlalığı nedeniyle su kaybının tatlı su girdisinden fazla olduğu Akdeniz'e taşınır.

Boğaz akıntı rejimi üzerinde etkili olan iki temel faktörden biri olan su seviye farkı mevsimlik değişimler gösterir. Bogdanova (1965) ya göre Akdeniz Karadeniz arasındaki ortalama seviye farkı 42 cm. olup mevsimsel değişiklik gösterir. Bogdanova verilerine dayalı olarak Karadeniz ve Akdeniz arasındaki su seviye farklarının aylara göre değişimi Şekil 3.9 da gösterilmiştir (AYDEMİR, B.vd. 1983 b). Seviye farkının en fazla Haziran ayında en az ise Ekim-Kasım aylarında olduğu gözlenmektedir. Bogdanova verilerine dayalı olarak YÜCE, H (1976) maksimum su seviyesi değişim süratının-9 Cm/ay ile Haziran ayında gözlenebileceğini belirtmiştir. Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı tarafından 1965-67 yılları arasında yapılan deniz seviyesi ölçme çalışma sonuçlarına göre Boğaz'daki su seviyesi değişimlerinin temel nedeni meteorolojik faktörlerdir.

Deniz seviyesinin gel-git bileşenleri nedeniyle periyodik yükseliş ve alçalışları çok küçük olup yaklaşık 2.5 cm.dir. Diğer taraftan aynı çalışma sonuçlarına göre seviye rüzgar etkisiyle bir günde 40 cm. yükselebilmektedir. Bahse konu çalışmada Anadolukavak Üsküdar arasında yıllık ortalama seviye farkı olarak 36 cm. bulunmuştur. Bu değer Möller'in tahmininin 6 katıdır. İstanbul Boğazı'nda Anadolukavak'ta tesis edilen mareograf istasyonunda yapılan ölçmelerden saptanan aylık ortalama su seviyesinin değişimi Şekil 3.10 da gösterilmiştir. Aylık ortalama su seviyesi en yüksek değere Nisan-Mayıs aylarında ulaşırken Eylül ayı aylık ortalama seviyenin en az olduğu dönemi oluşturmaktadır.



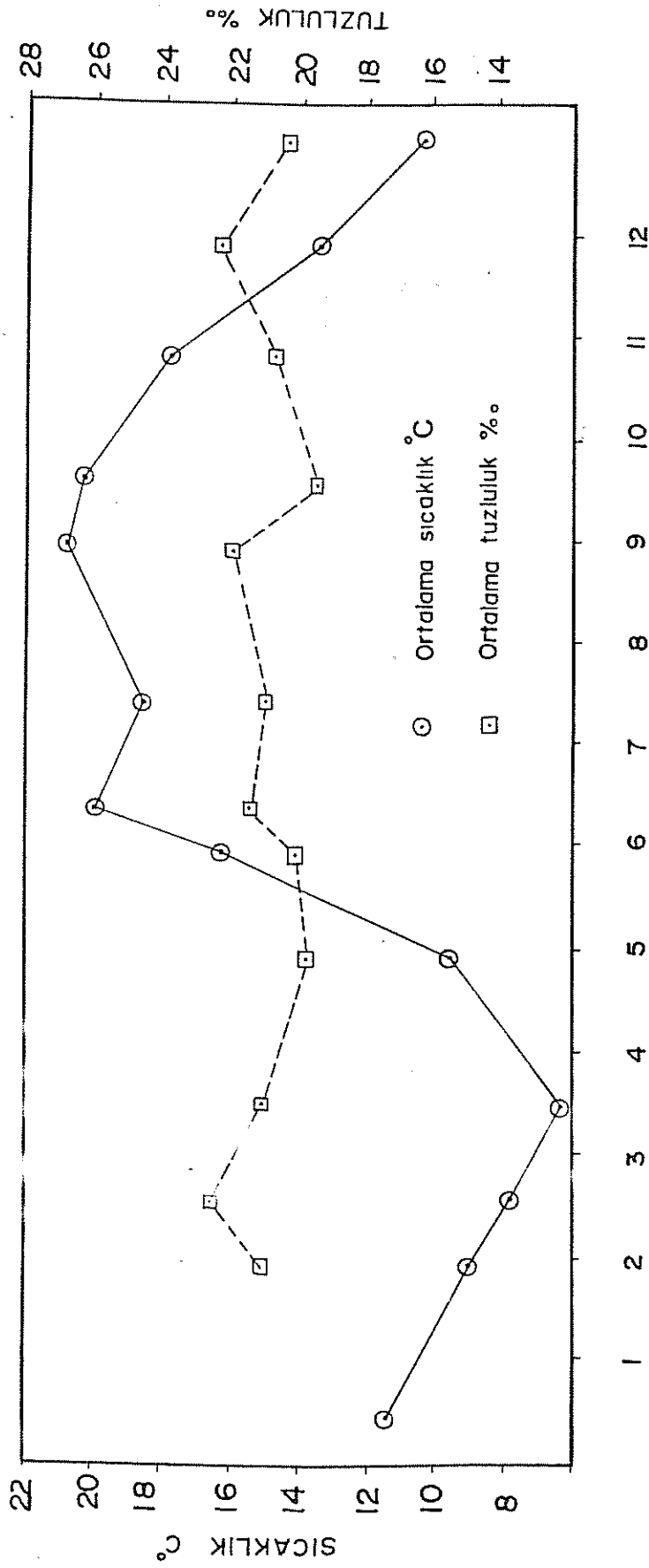
Şekil 3.9 Karadeniz ile Akdeniz arasındaki su seviye farkının aylara göre değişimi (Bogdonova verilerine göre)



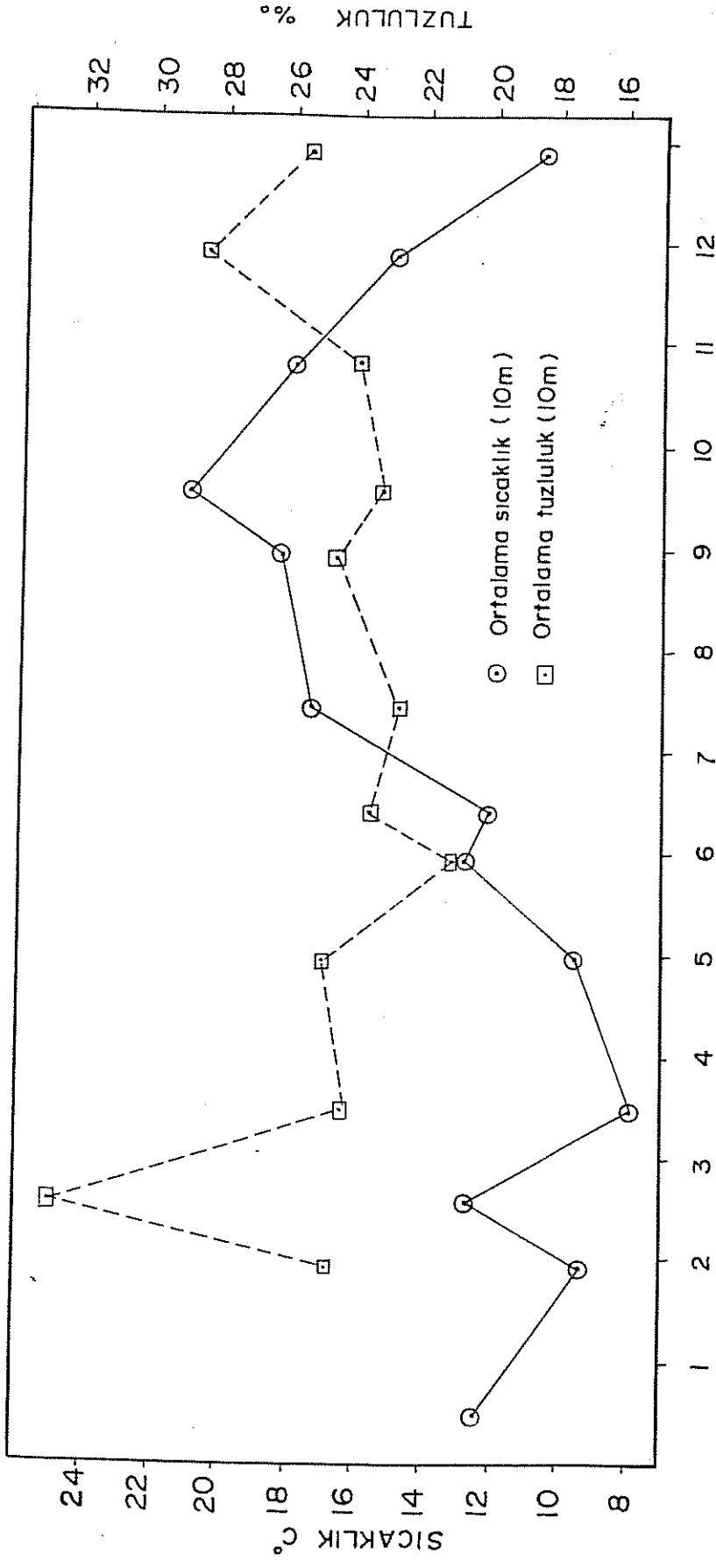
Şekil 3.10 İstanbul Boğazı kuzeyinde, Anadolu Kavak'ta aylık ortalama su seviyesi değişimi (röpere göre)

3.2 AKDENİZ SUYUNUN İSTANBUL BOĞAZI BOYUNCA İZLENMESİ

Akdeniz suyu tuzluluğu ‰ 38.5 sıcaklığı ise 15.5° C dir. İstanbul Boğazı Marmara Denizi girişinde Haydarpaşa mendireği önündeki sığ bölgede sayıları 3-4 arasında değişen istasyonlarda çeşitli aylarda yapılan sıcaklık tuzluluk gözlemlerinden yararlanılarak yüzey ve 10.0 metre derinliklerde saptanan sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin ortalamaları alınarak yüzey ve yüzey altındaki sıcaklık tuzluluk değerlerinin yıllık değişimi saptanmış sonuçlar Şekil 3.11 de gösterilmiştir. Yüzey suyu tuzluluğu ‰ 20-22 arasında değişirken, yüzey suyu sıcaklığı ise daha geniş 6.2-21° C arası bir değişim göstermektedir. Diğer taraftan aynı bölgede 3-4 istasyonda 10 metre derinlikte saptanan tuzluluk değerlerinin ortalaması alınarak saptanan 10 metredeki tuzluluk değerlerinin yüzeye göre daha fazla bir değişim göstermektedir. Tuzluluk Mart-Kasım arası ‰ 21-25 arasında değişirken Aralık ayında yükselmekte ‰ 28.6, Mart ayında ise ‰ 33 değerini almaktadır (Şekil 3.12). İstanbul Boğazı'nda gerek 1965-1967 yılları arasında gerekse bu araştırma kapsamında yapılan çalışmalarda elde edilen sıcaklık tuzluluk verileri Boğaz boyunca Akdeniz ve Karadeniz suyu dağılımını ve mevsimsel değişimini saptamaya yeterlidir. İstanbul Boğazı'nda 1965-67 yılları arasında yapılan gözlemlere dayalı olarak sıcaklık tuzluluk frekans dağılımı, İstanbul Boğazı'nda sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk sigma-t dağılımı (BÜYÜKÖZDEN, A., YÜCE, H., BAYRAKTAR, T. 1983 a-b) detaylı bir şekilde incelenmiştir. İstanbul Boğazı'nda dipte Akdeniz suyu, sürekli olarak gözlenmekte olup bu suyun ancak tabaka kalınlığı mevsimsel olarak değişme göstermektedir. Tuzluluk Akdeniz suyunu belirlemede sıcaklığa göre daha ayırdedici bir özellik olarak alınabilir. Çeşitli araştırmacılar daha düşük tuzluluk değerlerini sınır olarak kullanmalarına karşın ‰ 30 eş tuzluluk çizgisi Akdeniz suyunun üst sınırı olarak alınarak 1965-1967 ve bu araştırma kapsamında yapılan deniz ölçme çalışmalarında elde edilen tuzluluk verilerine göre Akdeniz suyunun İstanbul Boğazı'nda dağılımı sırasıyla Şekil 3.13 ve Şekil 3.14 de gösterilmiştir. Akdeniz suyu Karadeniz seviye farkının en yüksek olduğu zamanlarda dipte ince bir tabaka halinde gözlenirken seviye farkının azaldığı dönemlerde



Şekil 3.11 İstanbul Boğazı güney girişi Haydarpaşa mendirek öntü deniz yüzeyi sıcaklık, tuzluluk değişimi

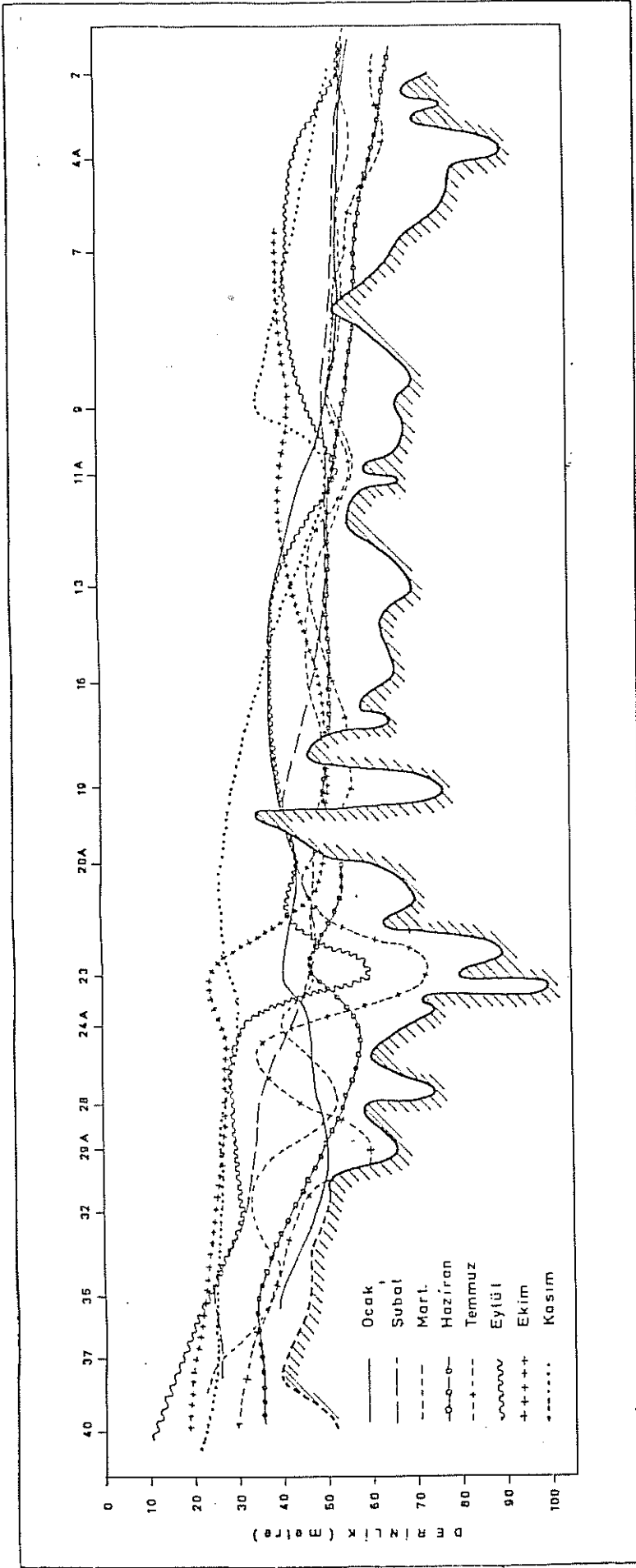


Şekil 3.12 İstanbul Boğazı güney girişi Haydarpaşa mendirek önü 10 metre derinlikte sıcaklık, tuzluluk değişimi

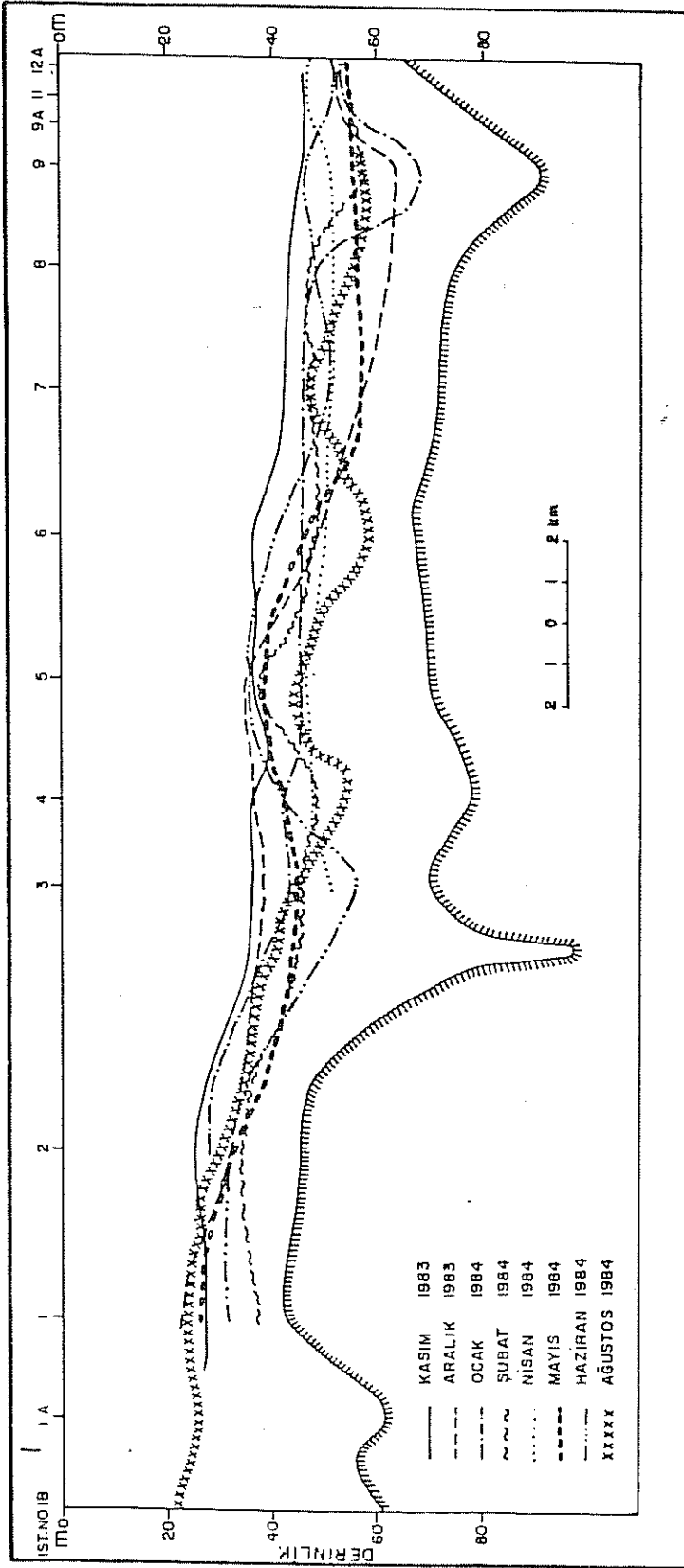
Ekim-Aralık aylarında (Şekil 3.9), dipte daha kalın bir tabaka olarak gözlenmektedir. Şekil 3.13 de %0 30 eş tuzluluk eğrisinin aylara göre İstanbul Boğazı boyunca dağılımı gösterilmiştir. Boğazın kuzeyindeki %0 30 eş tuzluluk eğrisi Eylül-Kasım aylarında 55.0 metre derinlikte gözlenirken, seviye farkının en yüksek olduğu Haziran ayında yaklaşık 62.0 metre derinliğe inmektedir. Aynı değişimin 1983-1984 yıllarında yapılan çalışma sonuçlarında izlemek olasıdır (Şekil 3.14). Kasım ayında Boğaz'ın kuzeyinde Akdeniz suyu derinliğinin azalarak 45.0 metre derinlikte gözlenirken, Mayıs ayında 55.0 metre derinlikte gözlenmektedir. Boğazın kuzeyinde iki kesitte %0 30 eş tuzluluk eğrilerinin aylara göre dağılımı incelendiğinde bu kesitlerde Akdeniz suyunun dipte varlığı gözlenmektedir (Şekil 3.15 ve Şekil 3.16). Anadolukavağı önlerinde Kasım ayında alt su kalınlığının arttığı Nisan ayında azaldığı, azalmanın Ağustos ayında da etkili olduğu görülmektedir (Şekil 3.15). İstanbul Boğazı'nın kuzeyinde Rumelifeneri Anadolufeneri hattında Akdeniz suyu derinliğinin yıllık yaklaşık 8.0 metrelik bir değişim gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.16) İstanbul Boğazı boyunca Akdeniz suyunun izlenmesinde yoğunluk değerlerinden de yararlanılmıştır. Sigma-t birimi olarak saptanan yoğunluk dağılımında yüksek yoğunluk (sigma-t) değeri ile Akdeniz suyu izlenebilir. İstanbul Boğazı'nda boyuna ve enine kesitlerde yoğunluk dağılımı BÜYÜKÖZDEN vd.(1983) tarafından çeşitli aylar için incelenmiştir. Akdeniz suyunun sınırı olarak 25.0 eş sigma-t çizgisi alınarak Boğaz kuzeyindeki bir uç kesitte Akdeniz suyunun tabaka kalınlığı değişimi bu çalışma kapsamında yapılan çalışmalardan elde edilen sıcaklık tuzluluk değerlerinden saptanan yoğunluk (sigma-t) verilerine göre saptanmış ve Şekil 3.17 de gösterilmiştir. Akdeniz suyu seviyesi genelde 8.0 metrelik bir seviye değişimi göstermekte, Mayıs ayında en düşük değeri almakta Sonbahar ve Kış mevsimlerinde yükselmektedir.

IV. AKDENİZ SUYUNUN KARADENİZ'DE İZLENMESİ

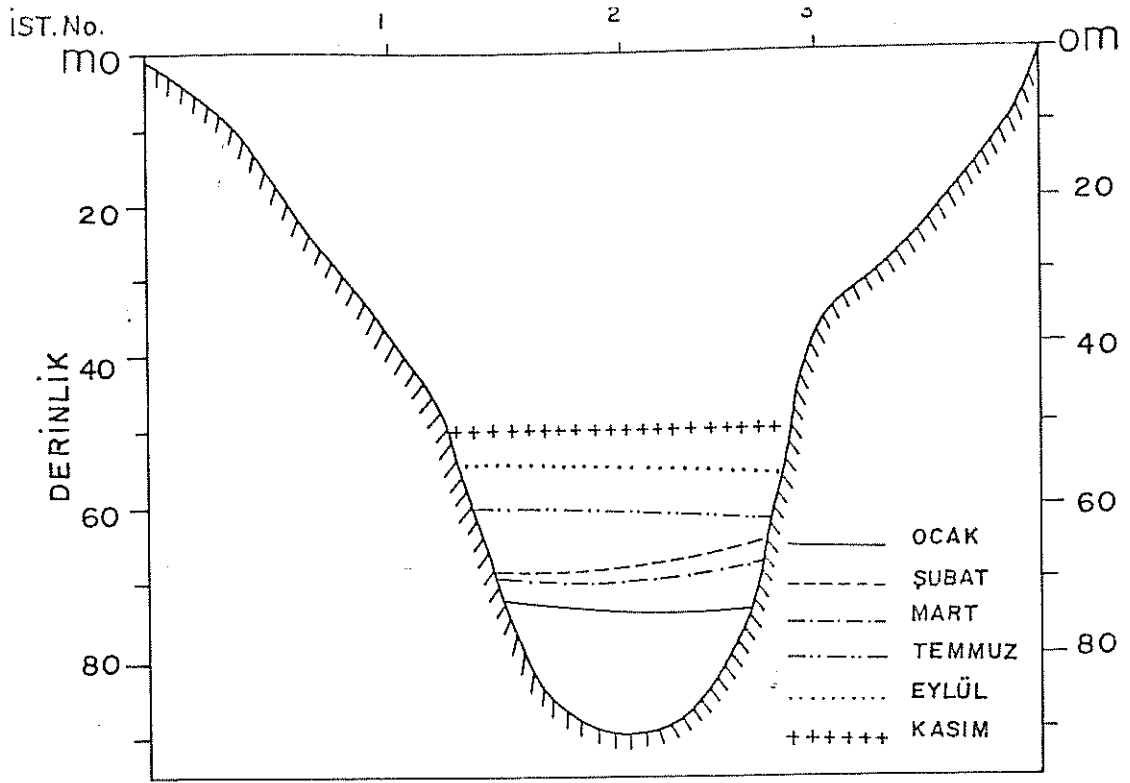
İstanbul Boğazı'nda 1965-1967 ve 1983 yıllarında yapılan sistematik ölçmelerde Akdeniz suyunun İstanbul Boğazı kuzeyine kadar izlenebildiği görülmektedir. İstanbul Boğazı'nda daha önce yapılan



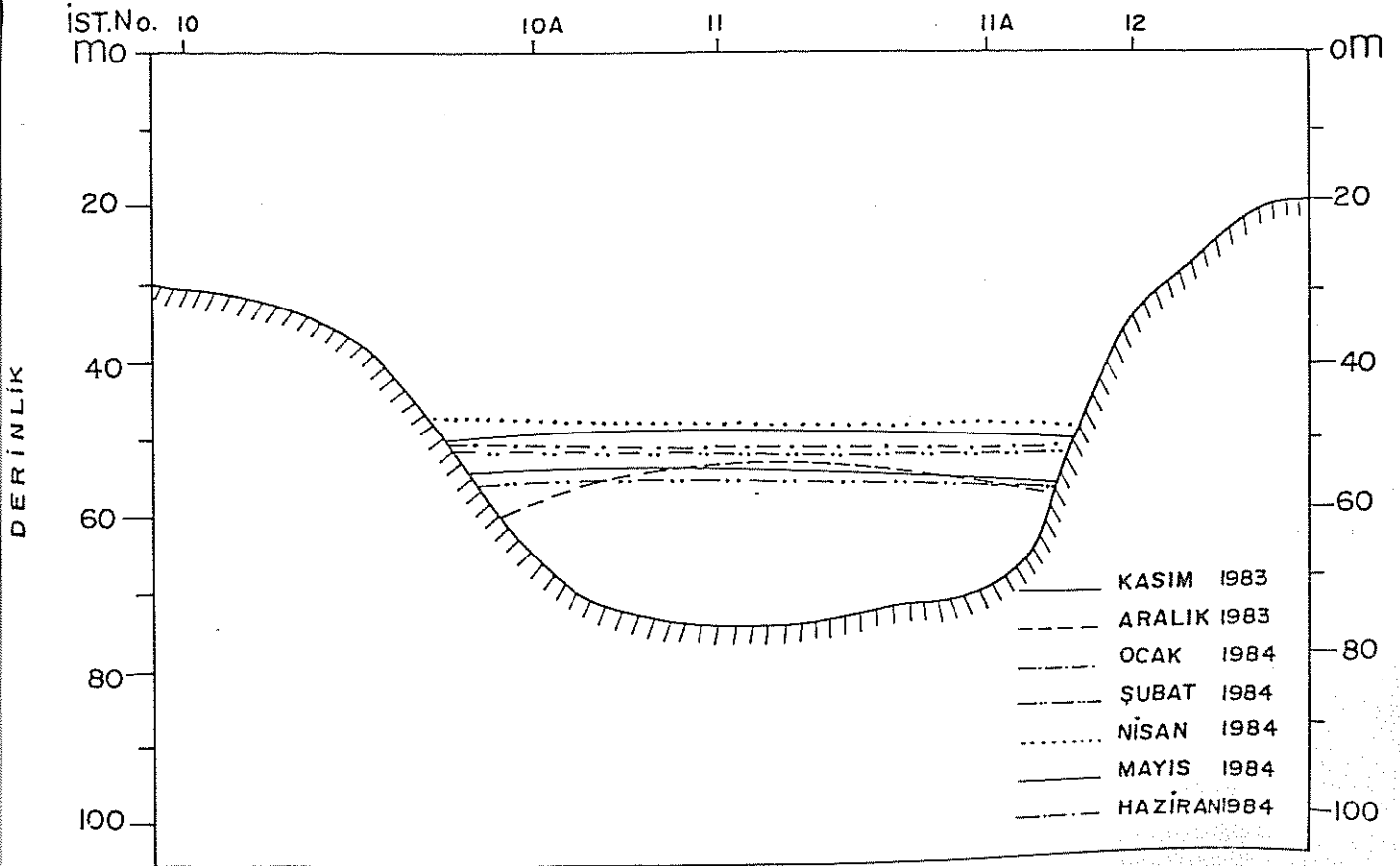
Şekil 3.13 İstanbul Boğazı'nda %0-30 eş tuzluluk çizgisi sınır alınarak çeşitli aylardaki Akdeniz suyu dağılımı (1965-67 verilerine göre)



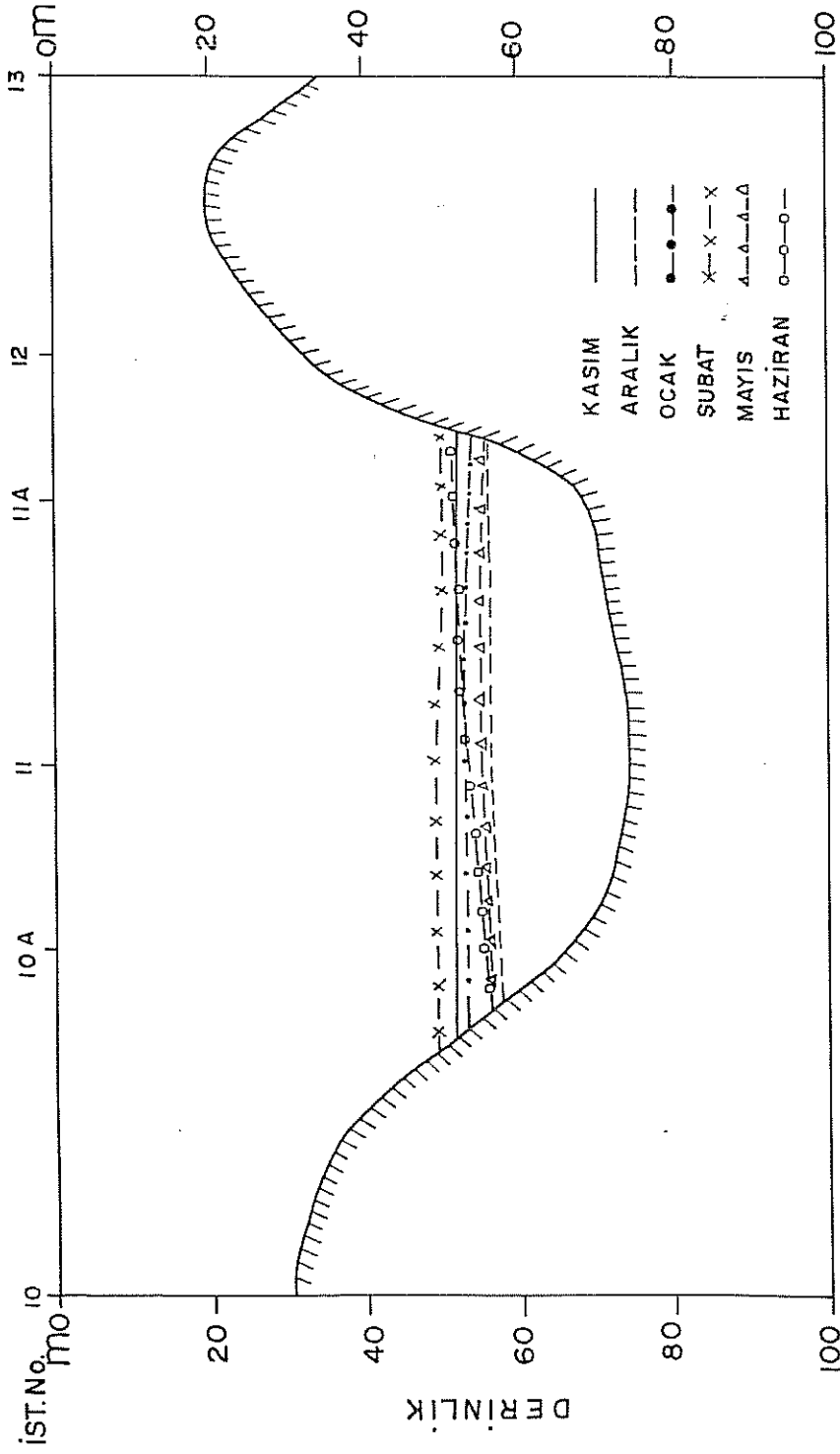
Şekil 3.14 İstanbul Boğazı'nda ‰ 30 eş tuzluluk çizgisi sınırı alınarak çeşitli aylardaki Akdeniz suyu dağılımı (1983 verilerine göre)



Şekil 3.15 İstanbul Boğazı kuzeyinde enine kesitten ‰ 30 eş tuzluluk çizgisinin aylara göre değişimi (1975-67 verilerine göre)



Şekil 3.16 İstanbul Boğazı kuzeyinde enine kesitte ‰ 30 eş tuzluluk çizgisinin aylara göre değişimi (1983-84 verilerine göre)

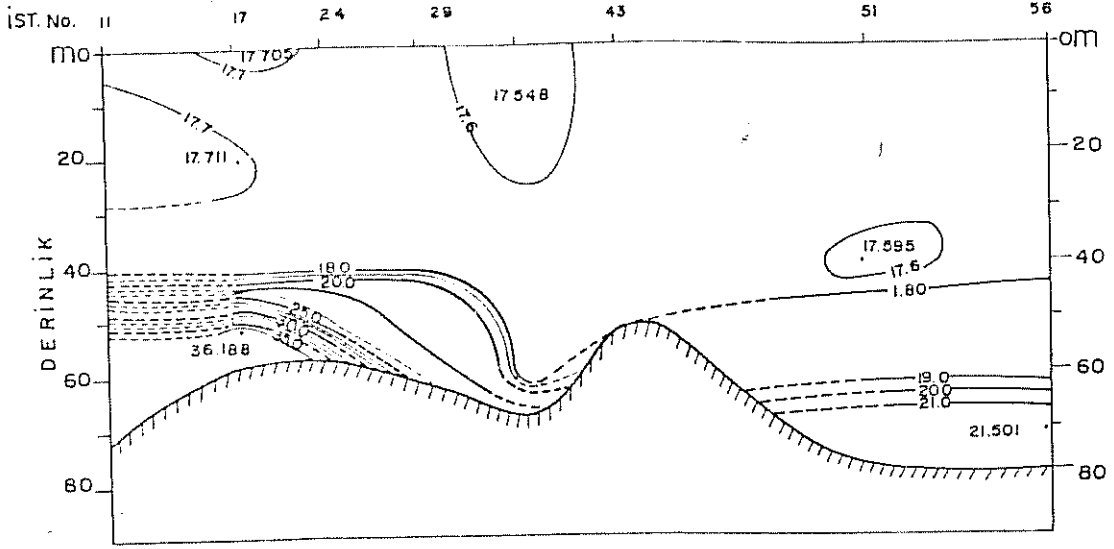
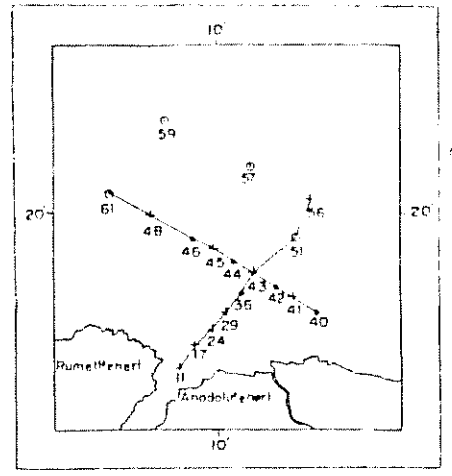


Şekil 3.17 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında yoğunluk (sigma-t 25.0) sınırı alınarak Akdeniz suyu tabaka kalınlığının değişimi (1983 verilerine göre)

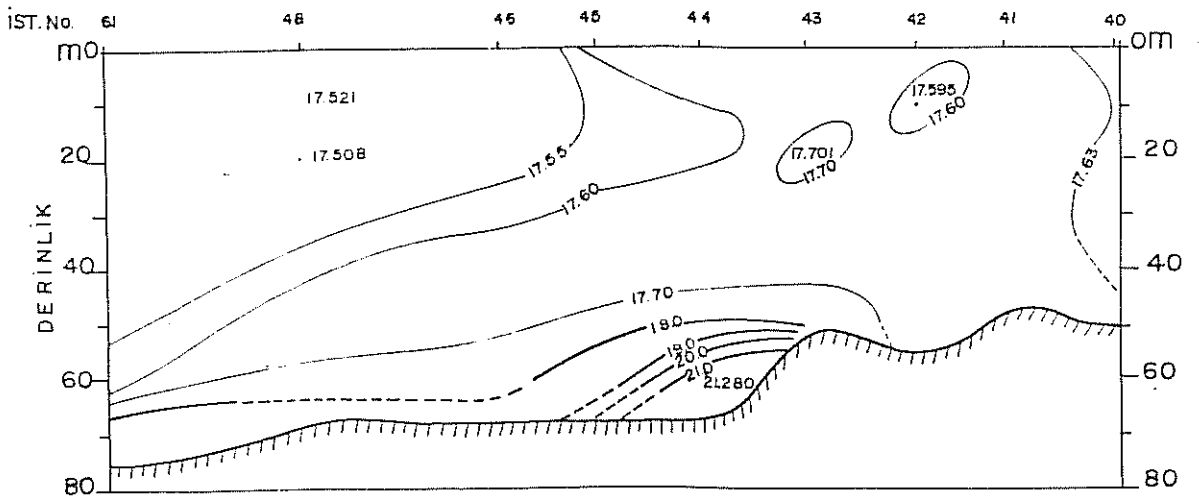
çalışmalar incelendiğinde İstanbul Boğazı'nda su değişiminin ilk niteliksel tanımlanmasının Makarov ve Merz tarafından yapıldığı görülmektedir. Ulyott ve Ilgaz daha sonra yayınladıkları çalışmalarda İstanbul Boğazı'nın kuzeyinde Boğaz girişinden 5 km. uzaklıktaki eşiğin Boğaz alt akıntısını önlediğini ve bazı koşullar dışında bu suların Karadeniz'e geçmiyerek Marmara Denizi'ne geri döndüklerini ileri sürmüşlerdir. Bu araştırmacılara göre eşikle karşılaşılan Akdeniz suları Marmara Denizi'ne geri dönmekte ancak kuvvetli güneyli rüzgarların deniz yüzeyi eğimini azalttıkları dönemlerde Boğaz alt suları Karadeniz'e ulaşabilmektedirler. Daha sonra özellikle Sovyet araştırmacılar Akdeniz Suyunun Karadeniz'e sistematik olarak taşındığını ileri sürmüşlerdir. Üst akıntılarla tuzluluğun sürekli olarak Marmara Denizi'ne taşınmasına karşın Karadeniz'in tuzluluğunun korunmasının ancak yüzey tuzluluk kaybının alt akıntılarla taşınan tuz ile dengelenmesi ile mümkün olabileceği gösterilmiştir. Akdeniz suyunun İstanbul Boğazı kuzeyinde yüzey akıntıları ile geri taşınması durumunda yüksek sıcaklık ve tuzluluktaki bu suların özellikle Boğaz güneyinde yüzey sıcaklık ve tuzluluğunda artış meydana getirmesi gerektirdiğini belirten araştırmacılar, Boğaz güneyinde gözlenen sıcaklık, tuzluluk artımının bu durumu kanıtlayacak ölçüde yüksek olmadığını ileri sürmüşlerdir. Gözlenen artış yüksek olmayıp daha önce belirtildiği gibi meteorolojik etkenlerle Boğaz'ın orta ve güneyindeki üst su hareketi nedeniyle meydana gelir (Bogdanova 1961, 1965). Haziran 1890 ve 1891 de Spindler İstanbul Boğazı'nın 4.7 mil K.batısında sıcaklığı 11.4°C tuzluluğu ‰ 33.8 olan Akdeniz suyunu gözlemiştir. Aynı bölgede Boğaz'ın yakın çevresinde 8 ayrı ayda yapılan sistematik ölçme sonuçları üzerinde yaptığı incelemede Bogdanova Akdeniz sularının dip suları ile birlikte sürekli olarak Karadeniz'e ulaştığını, bu akışın yalnızca çok kısa süreli olarak, çok kuvvetli kuzeyli rüzgarlarının Akdeniz Karadeniz maksimum seviye farkının gözleendiği dönemlerde etkili olduğu zamanlarda kesilebileceğini göstermiştir.

İstanbul Boğazı'nda genel hatları ile Şekil 2.3 de gösterilen istasyonlarda dip tuzluluk verilerine dayalı olarak çeşitli aylarda Akdeniz suyunun Karadeniz'e akışı ve yayılım alanı saptanmıştır.

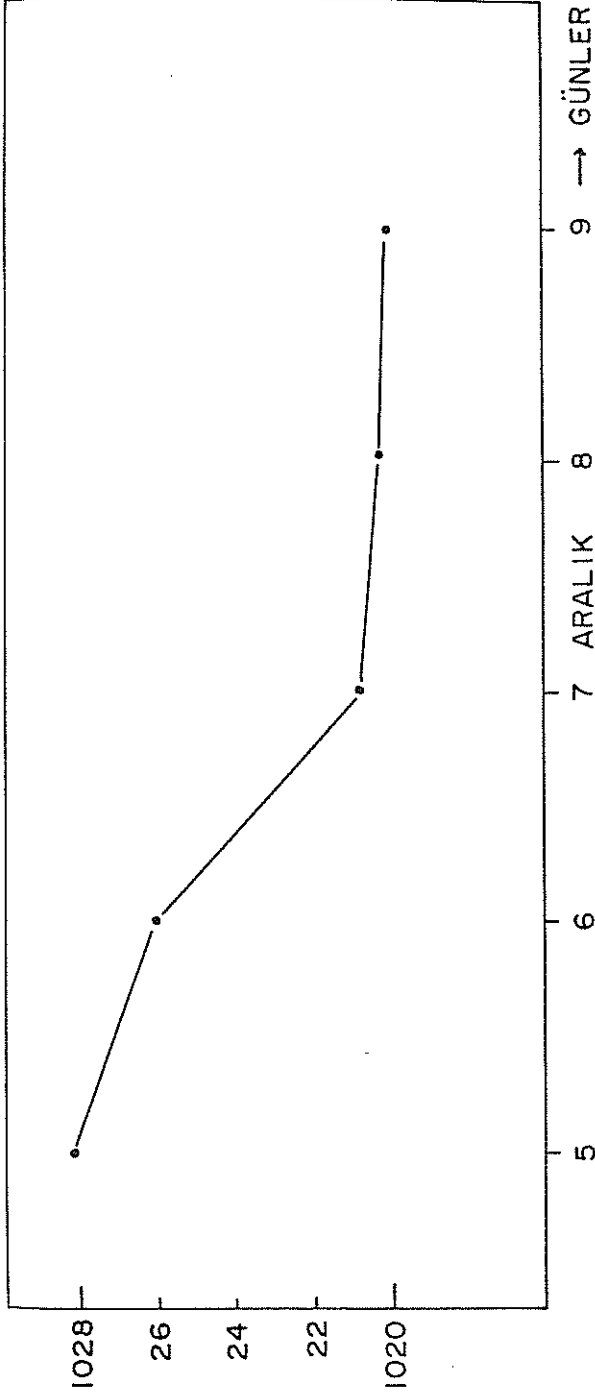
Sınırlı sayıda istasyonda Nansen indirimi ile sıcaklık tuzluluk ölçmeleri yapılmıştır. Akdeniz suyunun dipte ince bir tabaka halinde yayıldığı gözlenmiş, tuzluluk ölçmeleri ile Akdeniz suyu dağılım alanı çeşitli aylar için belirlenmiştir. Akıntı durumunu saptamak için sınırlı sayıda istasyonda gemi ile demirli akıntı ölçmeleri yapılmıştır. Kış mevsiminde Aralık 1982 ve Ocak, Şubat 1983 aylarında yapılan gözlemlerde Aralık ayında Akdeniz suyu İstanbul Boğazı Anadoluferi Rumeli feneri hattını aşarak Karadeniz'e ulaşmaktadır. Fenerler hattından yaklaşık 2.5 km. mesafede ‰ 36.18 tuzluluk saptanmıştır (Şekil 4.1). İstanbul Boğazı kıyı şeridine paralel 19.0 km. uzaklıktaki kesitte Akdeniz suyu düşük çözünmüş oksijen yüksek tuzluluk konsantrasyonu ile gözlenmektedir. İstanbul Boğazı Fenerler hattı açıklarında Boğaz boyunca uzanan kanal doğrultusunda yeralan 29 numaralı istasyonda dipten yaklaşık 18.0 m. yükseklikte ‰ 20.8 tuzluluk saptanmıştır. Aynı derinlikte saptanan çözünmüş oksijen konsantrasyonu 3.0 ml/l den düşüktür. Bu bulgular Akdeniz suyunun ince bir kanalda kuzey batı doğrultusunda fazla bir yayılım ve karışıma maruz kalmadan yayılması olasılığını güçlendirmektedir. İstanbul Boğazı açıklarında Karadeniz'de kıyı şeridine paralel kesitlerde tuzluluk dağılımı incelendiğinde 44 numaralı istasyonda dipte yüksek tuzluluğa sahip suyun doğu tarafta yeralan yükseltilere yaslanarak kuzeybatıya yönlendiği daha sonra dönerek etkisini 59 ve 56 numaralı istasyonlarda gösterdiği görülmektedir. Kuzeybatıda yeralan 56 numaralı istasyona komşu 57 numaralı istasyonda dipte ‰ 21.63 tuzluluk saptanmıştır (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). Diğer taraftan 59 numaralı istasyonda dipten yaklaşık 12.0 metre yükseklikte saptanan tuzluluk ‰ 19.0 dan yüksektir. Aralık ayı gözlem periyodunda Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre rüzgar ve basınç değişimi Şekil 4.3 de verilmiştir. Ocak ayında yapılan gözlemlerde Boğaz çıkışında yaklaşık 3.0 mil uzaklıkta $41^{\circ} 17' 15''$ N ve $29^{\circ} 10' 12''$ E mevkiinde dipten yaklaşık 5 metre yükseklikte ‰ 32.86 tuzluluk değerine rastlanılmıştır. Tuzluluğun ‰ 20.0 den fazla olduğu istasyonların kuzeybatıda yer aldığı 69-75 m. arasında değişen gözlem derinliklerinde tuzluluk ‰ 20.1-21.7 arasında değişmektedir.



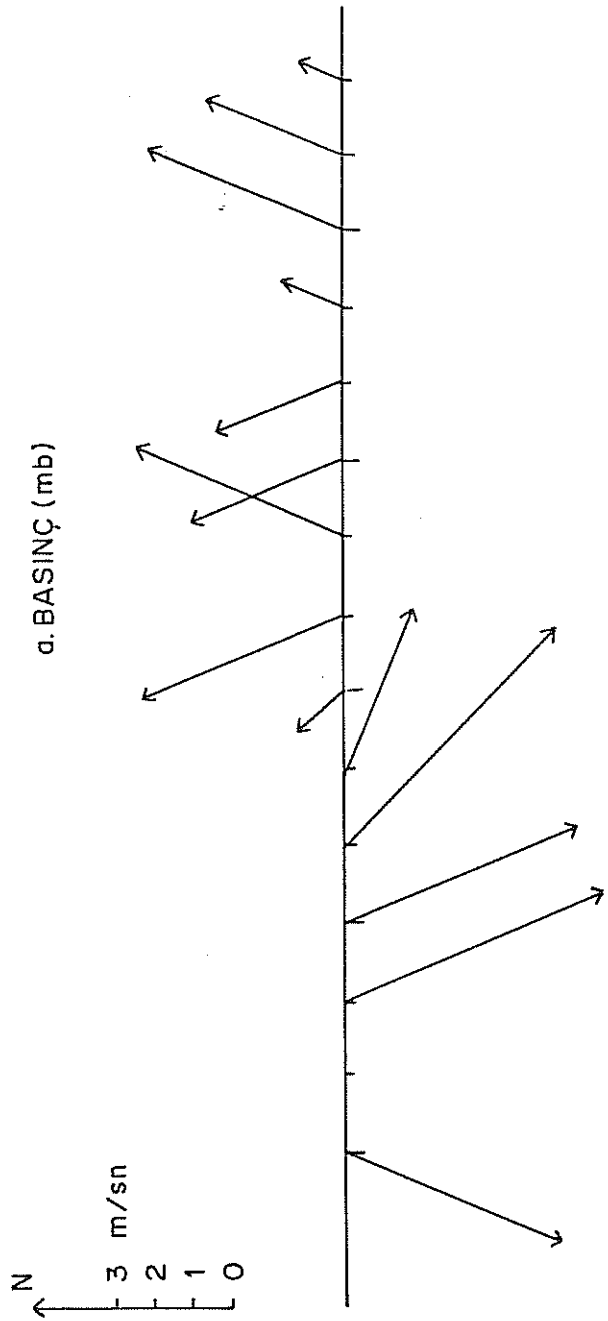
Şekil 4.1 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Aralık ayı boyunca tuzluluk dağılımı



Şekil 4.2 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Aralık ayı enine tuzluluk dağılımı



a. BASINÇ (mb)

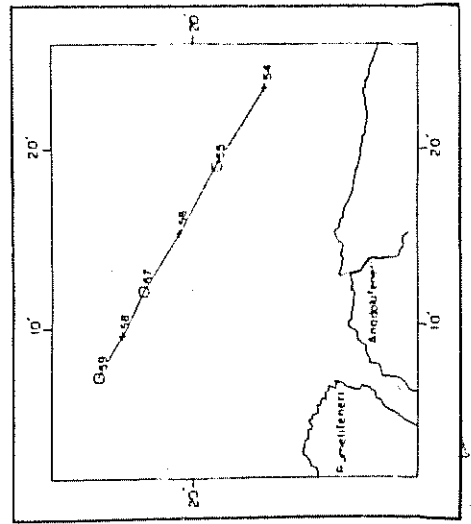
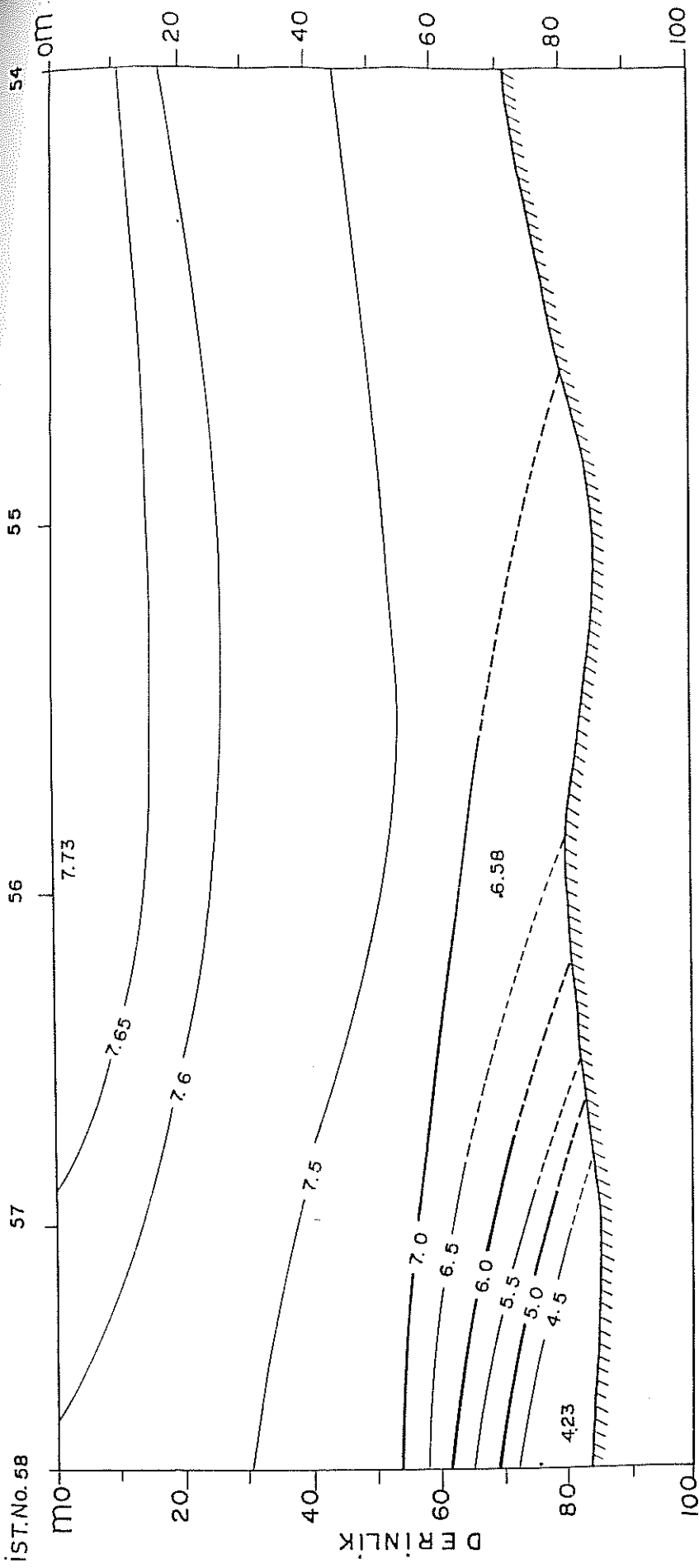


b. RÜZGAR

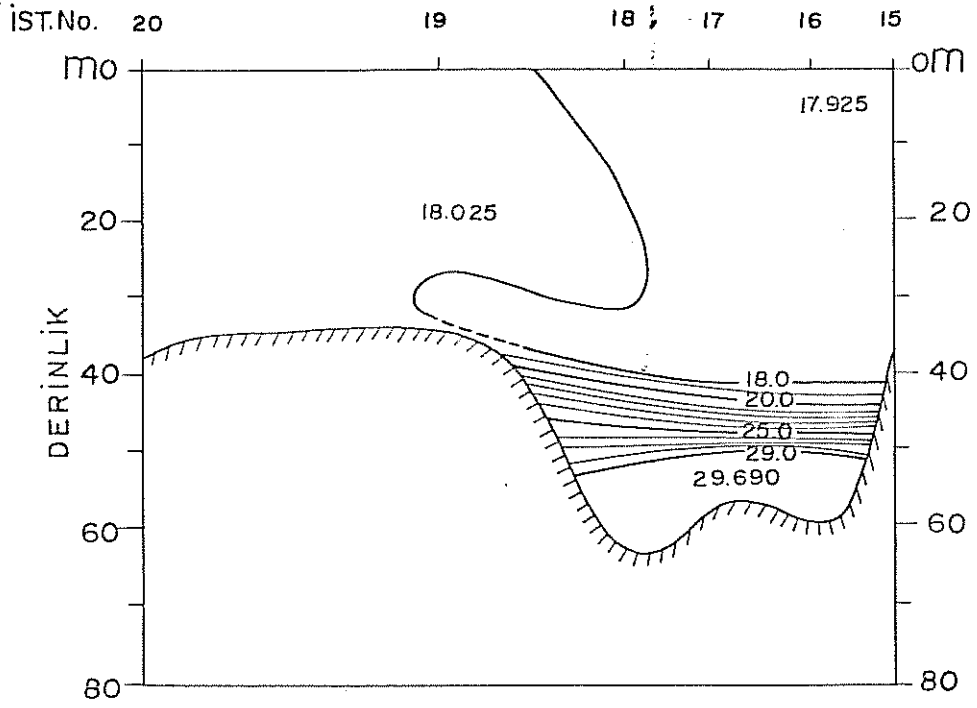
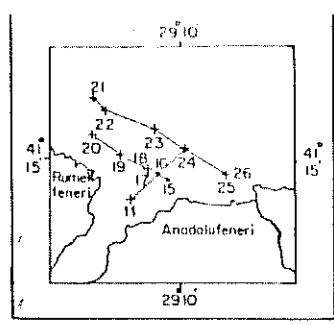
Şekil 4.3 Sarıyer Meteoroloji istasyonu verilerine göre Aralık ayı gözlem zaman aralığındaki rüzgar ve basınç değişimi

Akdeniz suyunun Ocak ayında Kuzeybatı doğrultusunda yayıldığını, bu bölgeyi etkilediğini Şekil 4.4 de gösterilen enine çözünmüş oksijen dağılımında gözlemek olasıdır. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu dibe kadar 7.0-8.0 ml/l arasında değişmesine rağmen batıda dipte gözlenen düşük çözünmüş oksijen değerleri düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonuna sahip Akdeniz suyu ile karışımdan meydana gelmektedir.

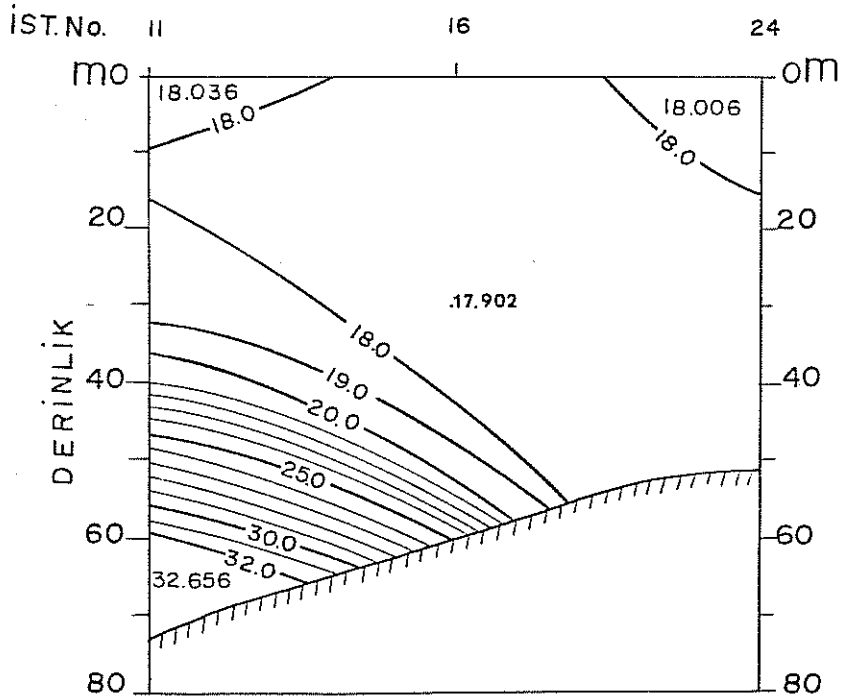
Kötü hava koşulları nedeniyle sınırlı sayıda istasyonda Şubat ayında yapılan gözlemlerde Akdeniz suyunun Boğaz çıkışında varlığı belirgin olarak gözlenmektedir. Boğaz çıkışında iki istasyonda 6-12.0 metre derinliklerde sırasıyla % 29.50 ve % 27.45 tuzluluk değerleri saptanmıştır. Enine tuzluluk kesiti Şekil 4.5 de gösterilmiştir. Boğaz boyunca uzanan kanalda dipte yüksek tuzluluk değerleri gözlenmektedir. Boğaz boyuna kesitte ise Akdeniz suyunun fenerler hattını aşabildiği gözlenmektedir (Şekil 4.6). Şubat ayında gözlem zaman aralığındaki rüzgar ve atmosferik basınç değişimi Şekil 4.7 de gösterilmiştir. Mart ayında İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında yapılan gözlemlerde Akdeniz suyuna rastlanılmamıştır. Gözlemlerin tamamı dipten 8 metreden daha fazla uzaklıktadır. Ancak Kuzeybatı tarafta gözlenen tuzlulukların daha yüksek (Şekil 4.8) de olduğu gözlenmektedir. Mart ayında gözlem zaman aralığındaki rüzgar, atmosferik basınç değişimleri Şekil 4.9 da gösterilmiştir. Nisan ayında Akdeniz suyunun Fenerler hattını geçerek Karadeniz'e çıktığı Boğaz boyuna uzanan tuzluluk ve oksijen kesitlerinde yüksek tuzluluk ve düşük çözünmüş oksijen dağılımı ile belirgin olarak gözlenmektedir (Şekil 4.10). Boğaz çıkışında 17 numaralı istasyonda dipten 11.0 metre yükseklikte tuzluluk %0 35.0 civarında çözünmüş oksijen ise 3.24 ml/l dir. Çıkıştan yaklaşık 35 km. uzaklıktaki 24 numaralı istasyonda dipten 6.0 metre yükseklikte tuzluluk %0 35.37 çözünmüş oksijen 2.70 ml/l dir. Açıklarda 56 no.lu istasyonda Akdeniz suyunun etkileri yüksek tuzluluk ve düşük çözünmüş oksijen dağılımında gözlenmektedir. Boğaz çıkışında yüksek tuzluluktaki Akdeniz suyunun kanalı izleyerek Karadeniz'e ulaştığı gözlenmektedir (Şekil 4.11). Boğaz ağızından uzaklaştıkça Akdeniz suyunun incelendiği, bu nedenle kanal uzantısında, kanal dışında dipten uzakta gözlenemediği görülmektedir. Boğazdan uzaklaştıkça Akdeniz suyunun Kuzeybatı yönünde yüksek tuzluluk ve düşük



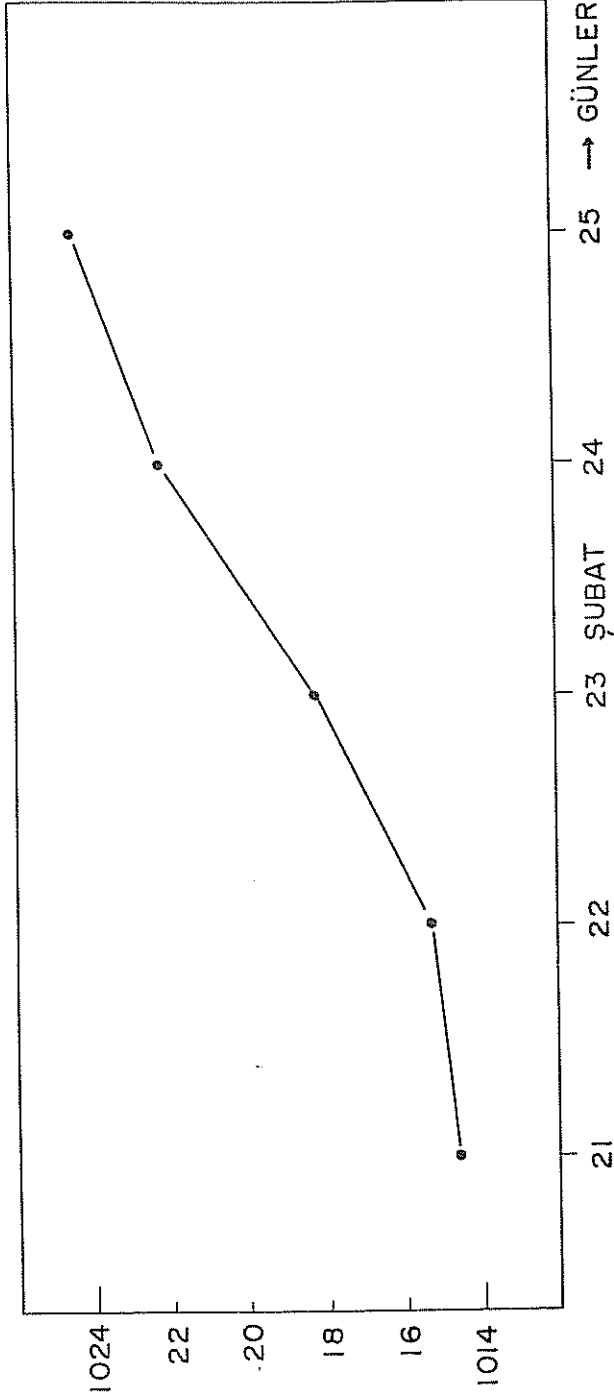
Şekil 4.4 Karadeniz İstanbul Boğazı Kuzey batı-güney doğu yönünde Ocak ayı çözülmüş oksijen dağılımı (ml/l)



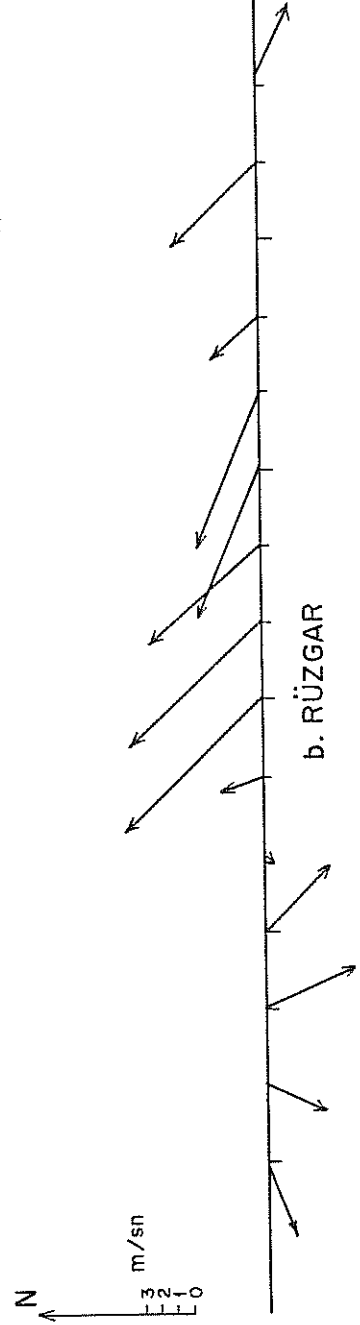
Şekil 4.5 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışı Şubat ayı enine tuzluluk dağılımı



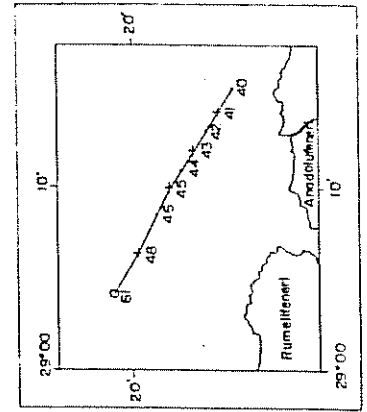
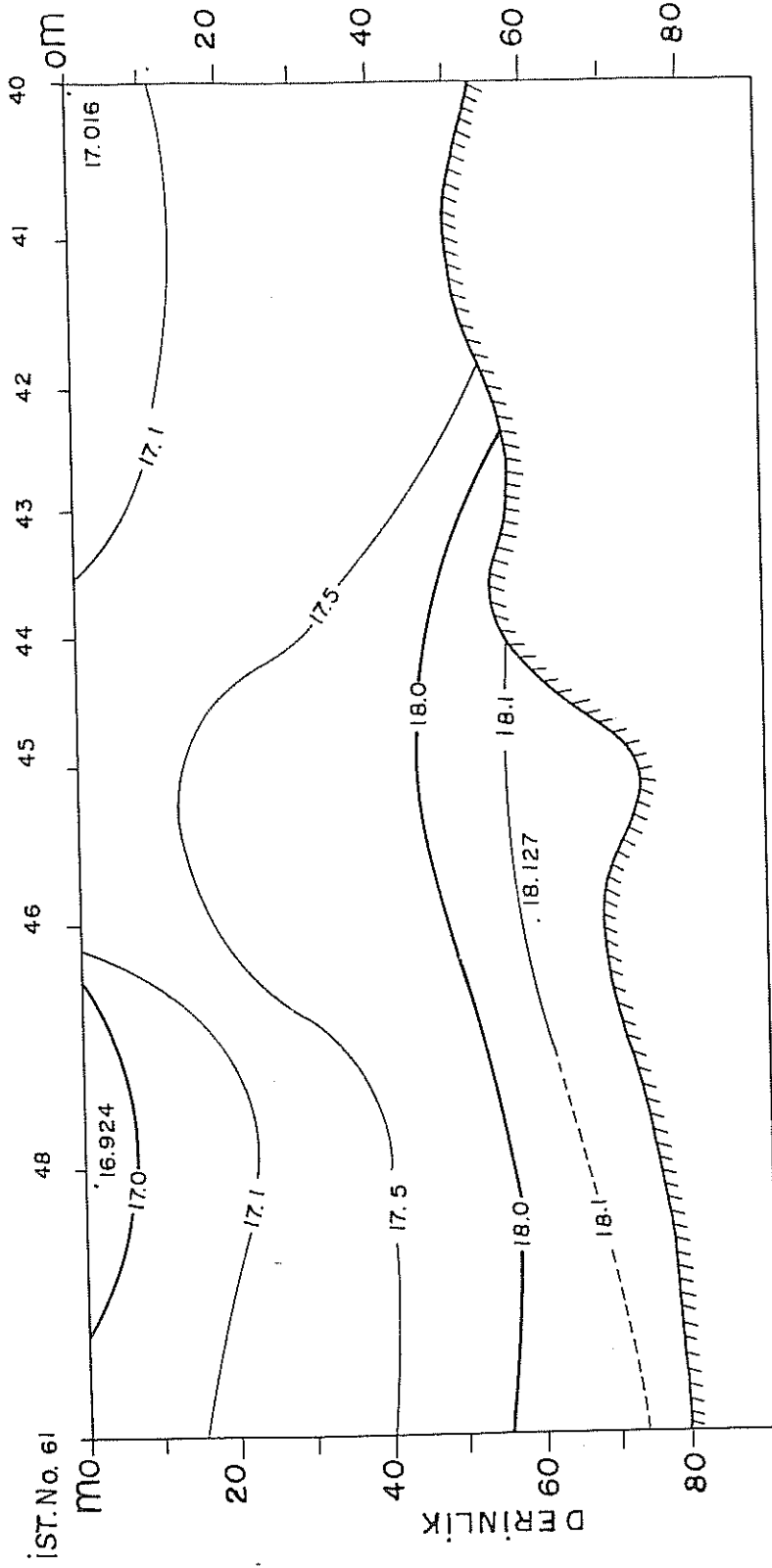
Şekil 4.6 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışı Şubat ayı boyunca tuzluluk değişimi



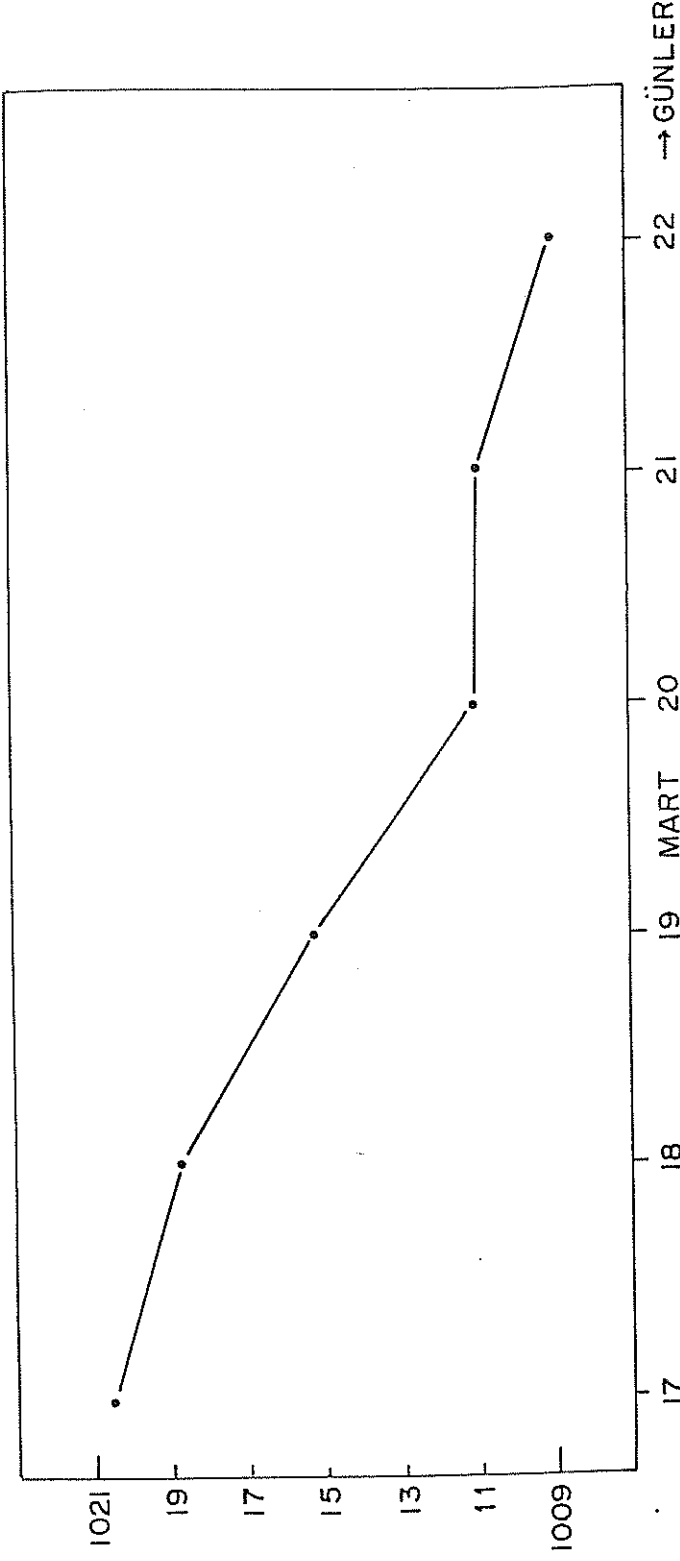
a. BASINÇ (mb)



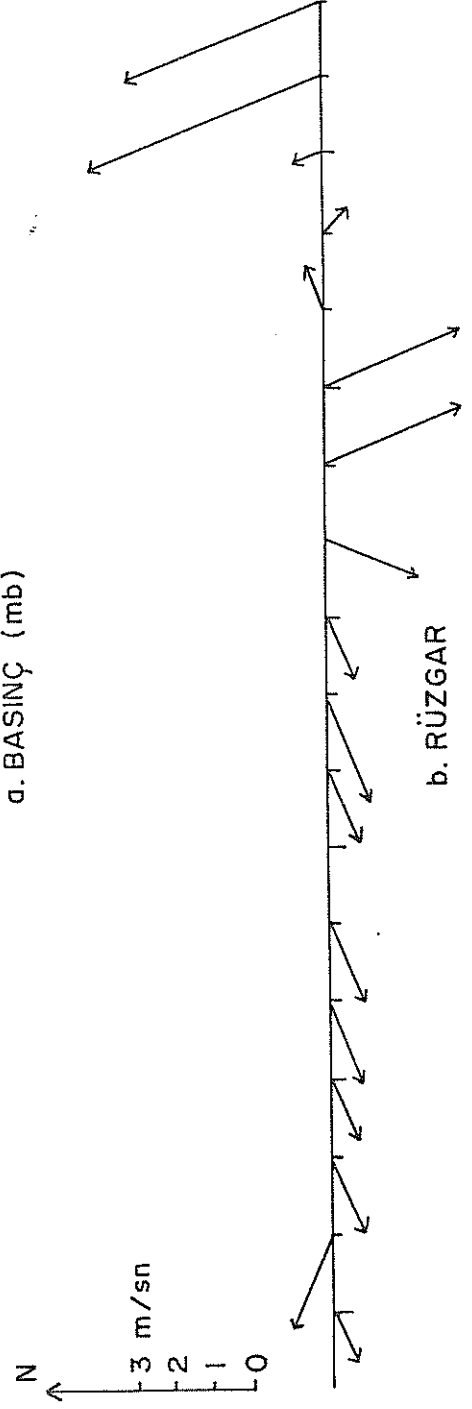
Şekil 4.7 Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Şubat gözlem zaman aralığındaki rüzgar ve basınç değişimi



Şekil 4.8 Karadeniz İstanbul Boğazı açıkları kuzeybatı-güney-
doğu doğrultusunda Mart ayı tuzluluk dağılımı

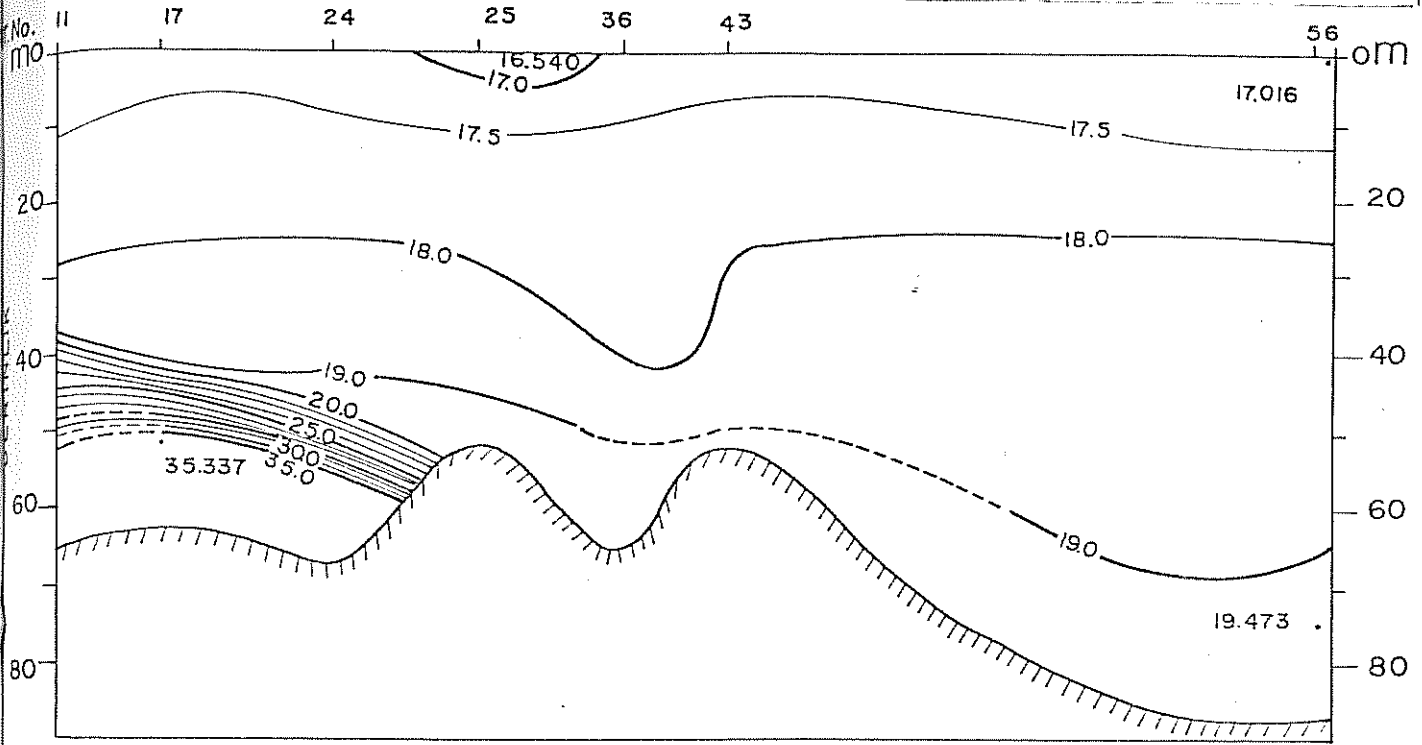
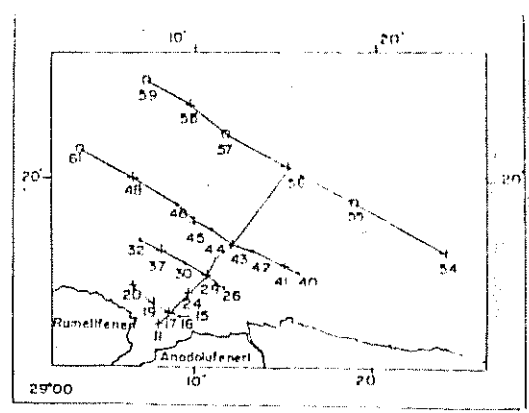


a. BASINÇ (mb)

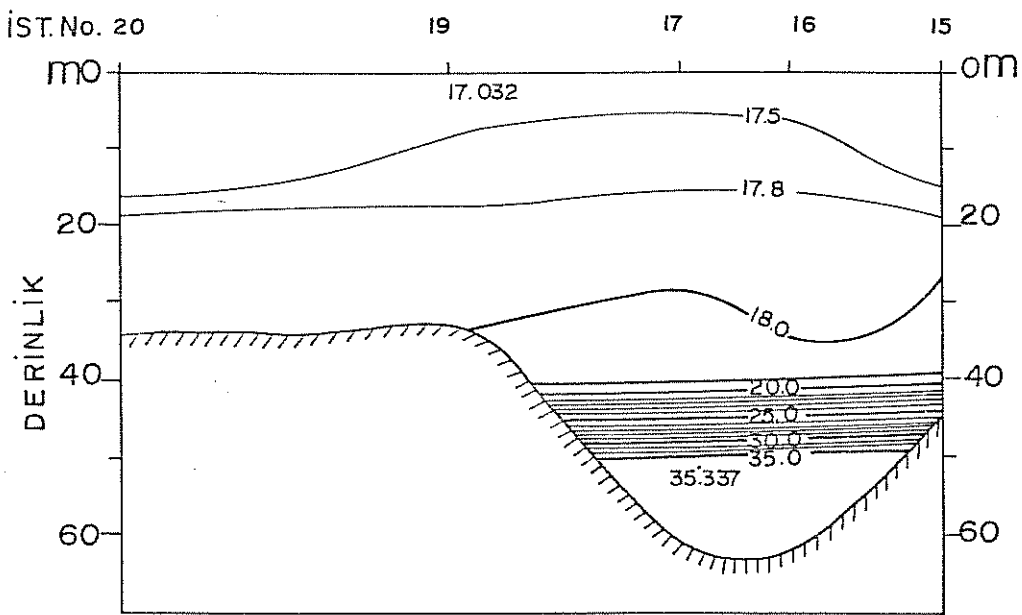


b. RÜZGAR

Şekil 4.9 Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Mart ayı gözlem zaman aralığındaki rüzgar ve basınç değişimi



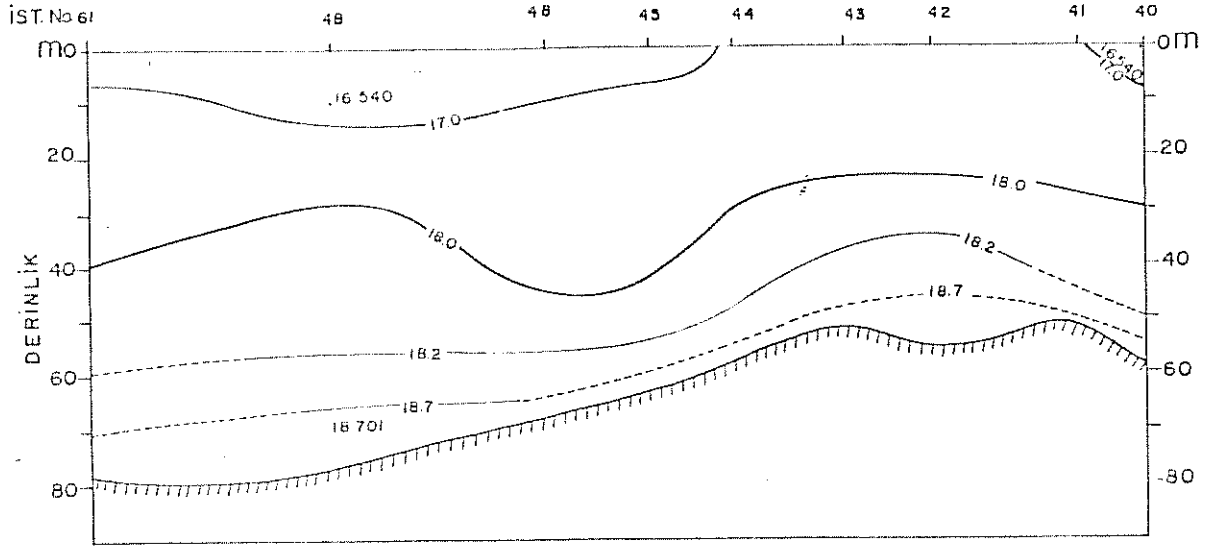
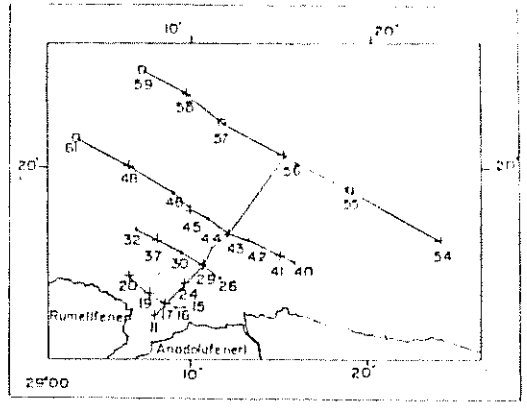
Şekil 4.10 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Nisan (1983) ayı boyuna tuzluluk dağılımı



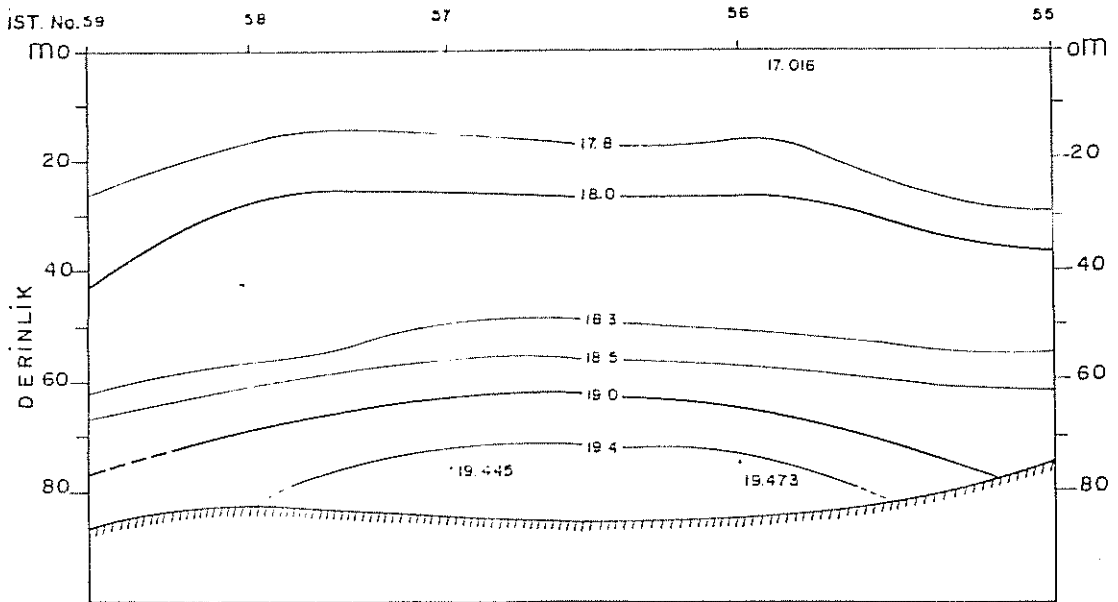
Şekil 4.11 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Nisan ayı enine tuzluluk dağılımı

çözünmüş oksijen dağılımı ile dipte ince bir tabaka halinde yayıldığı görülmektedir (Şekil 4.12). Tuzluluk ve çözünmüş oksijen dağılımlarının incelenmesinde Akdeniz suyunun Boğaz'ı çıktuktan sonra önce kuzeybatıya daha sonra doğuya dönerek kuzeydoğu yönünde dipte ince bir tabaka halinde yayıldığını söylemek olasıdır (Şekil 4.13). Gerek 58 gerekse 56 numaralı istasyonlarda dipte 5-8 metrede gözlenen çözünmüş oksijen konsantrasyonu sırasıyla 5.16 ve 4.13 ml/l dir. Nisan ayında gözlem zaman aralığında meteorolojik parametlerin değişimi Şekil 4.14 de gösterilmiştir. İzleyen yılda Nisan ayında 18-20 Nisan tarihleri arasında yapılan ölçmelerde, ölçme sıklığının yatay ve dikey yönde arttırılması nedeniyle Akdeniz suyunun Karadeniz'de dağılımı Karadeniz'e uzanan boyuna ve kıyı şeridine paralel enine kesitlerde görülmektedir (Şekil 4.15 Şekil-16). Boğaz çıkışında %0.36.0 dan yüksek tuzluluk değerlerinin Karadeniz'e doğru yayılırken karışımla %0.35.0 değerine ulaştığı, daha sonra kuzeybatıya dönerek yayıldığı gözlenmektedir. Kuzeybatıda dipte yüksek tuzluluk değerleri gözlenmektedir (Şekil 4.16). Kuzeybatıda 54B numaralı istasyonda dipten yaklaşık 8.0 metrede %0 23.02 tuzluluk saptanmıştır. Bu Akdeniz suyunun bu bölgeyi etkilediğini açıkça göstermektedir. Nisan 1984 de çalışma yapılan döneme ait meteorolojik veriler Şekil 4.17 dedir. Mayıs ayında Boğaz açıklarında kuzeybatı yönünde göresel olarak yüksek tuzluluk düşük oksijen saptanmıştır (Şekil 4.21-22).

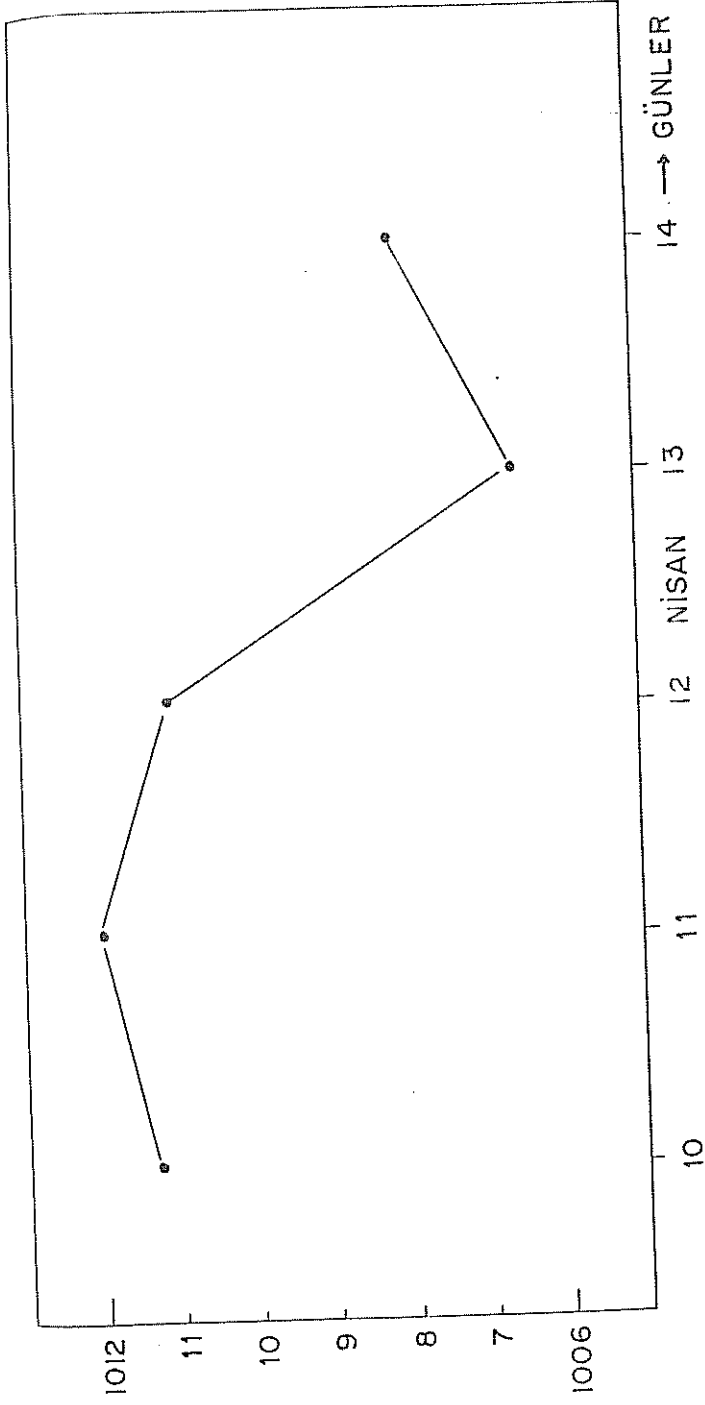
Haziran 1983 ve Haziran 1984 aylarında yapılan gözlemlerde Akdeniz suyunun İstanbul Boğazı fenerler hattını 3-4 mil geçerek kuzeybatıya yöneldiği açık olarak gözlenmektedir. Haziran ayının sonlarına doğru, 21-22 Haziran 1983 tarihinde yapılan gözlemlerden elde edilen tuzluluk değerlerinin incelenmesinde, Akdeniz suyunun Karadeniz de yayılımı açık bir şekilde görülmektedir. Bunun başlıca nedenlerinden biri bu ayda yaklaşık olarak biri dipten yaklaşık 2.0 metre diğeri ise 4.0 metre yükseklikte iki Nansen şişesi ile su örneği alınarak tuzluluk analizlerinin yapılmasıdır. Boğaz boyuna Karadeniz'e doğru uzanan boyuna tuzluluk kesitinde fenerler hattında yaklaşık 4.0 mil uzaklıkta %0 34 den yüksek tuzluluk değerinin varlığı gözlenmektedir. Boğaz çıkışında tuzluluk %0 36 dir (Şekil 4.23).



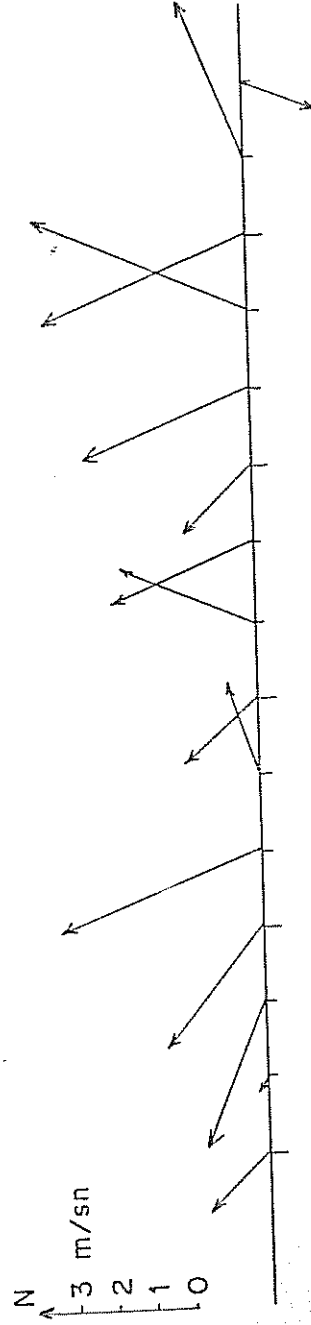
Şekil 4.12 Karadeniz İstanbul Boğazı Önleri kuzeybatı güneydoğu doğrultusunda Nisan ayı tuzluluk dağılımı



Şekil 4.13 Karadeniz İstanbul Boğazı önleri kuzeybatı güneydoğu doğrultusunda Nisan ayı tuzluluk dağılımı

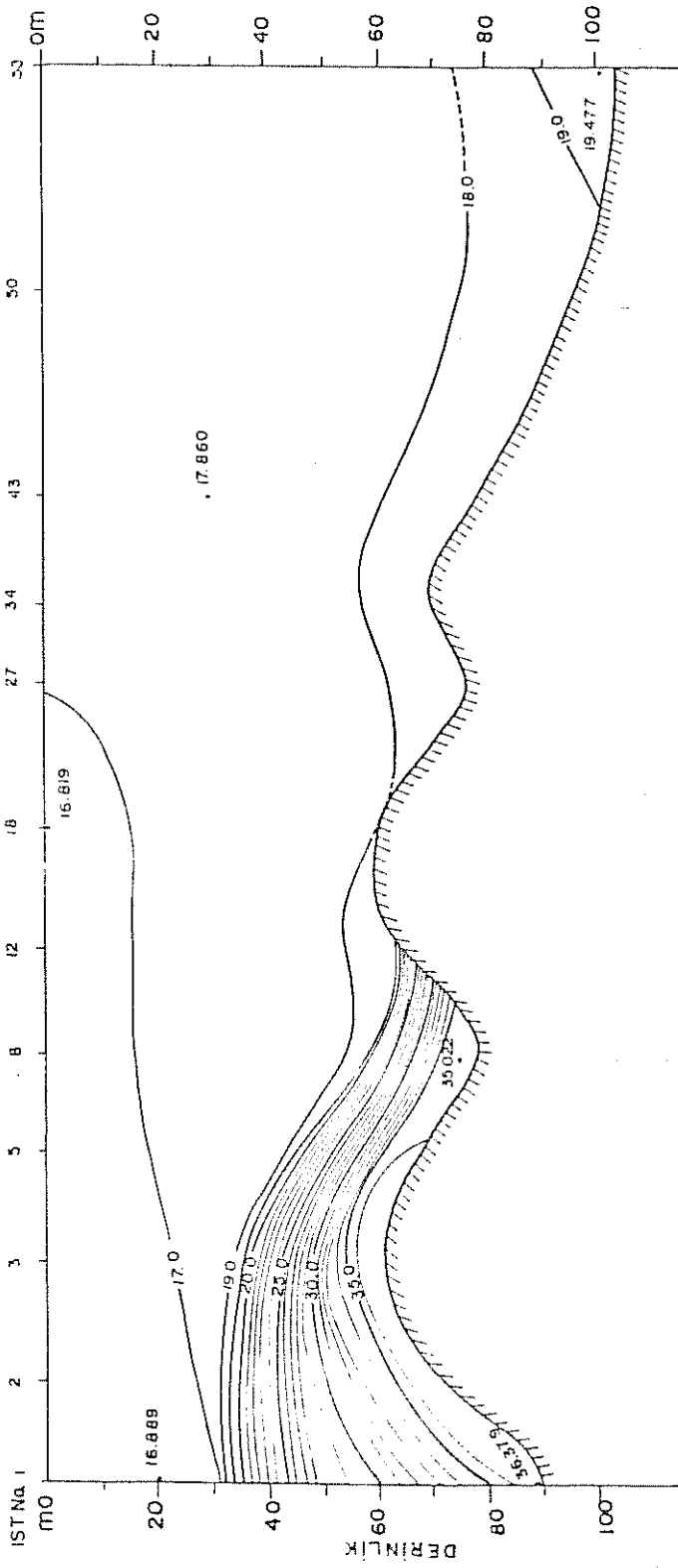


a. BASINÇ (mb)

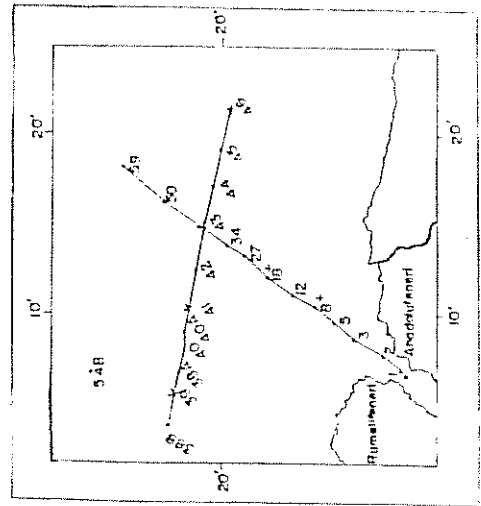


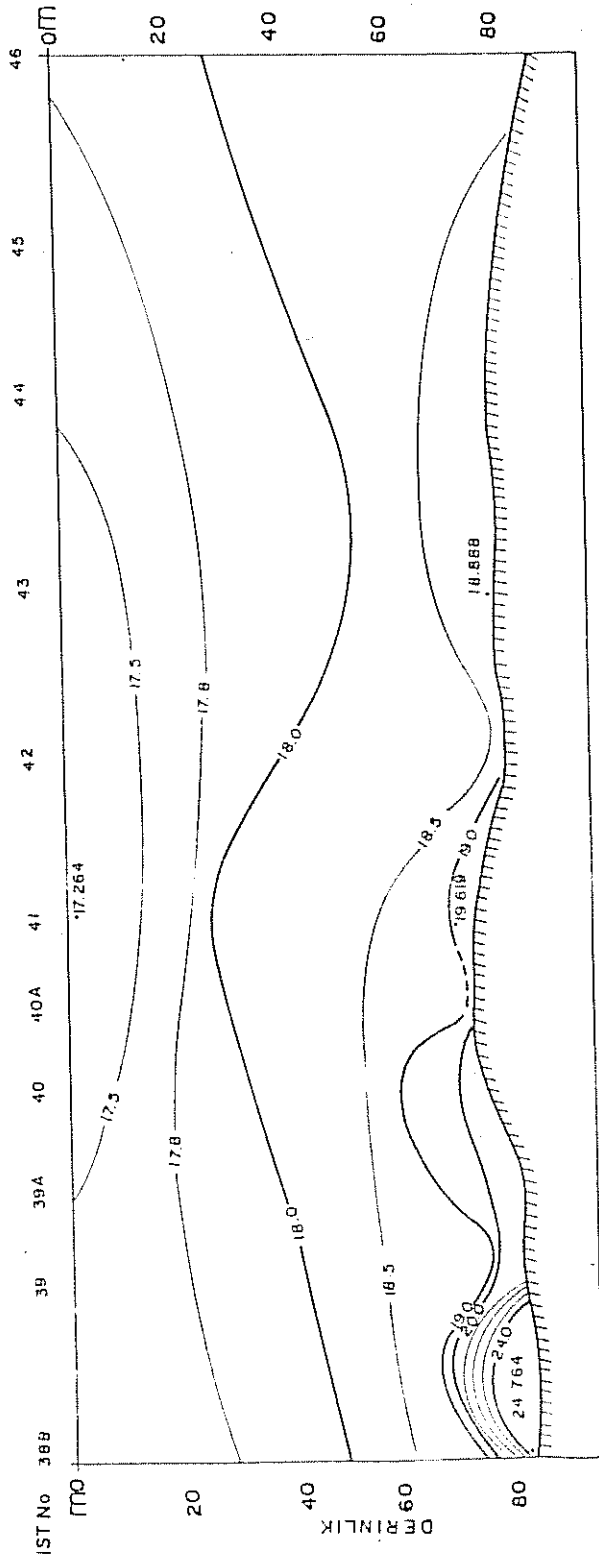
b. RÜZGAR

Şekil 4.14 Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Nisan 1983 ayı gözlem zaman aralığındaki rüzgar ve basınç değişimi

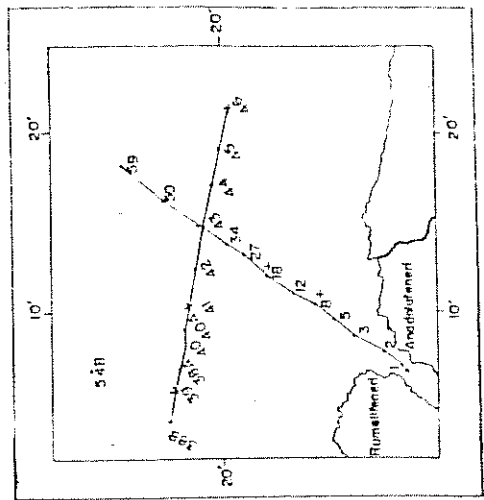


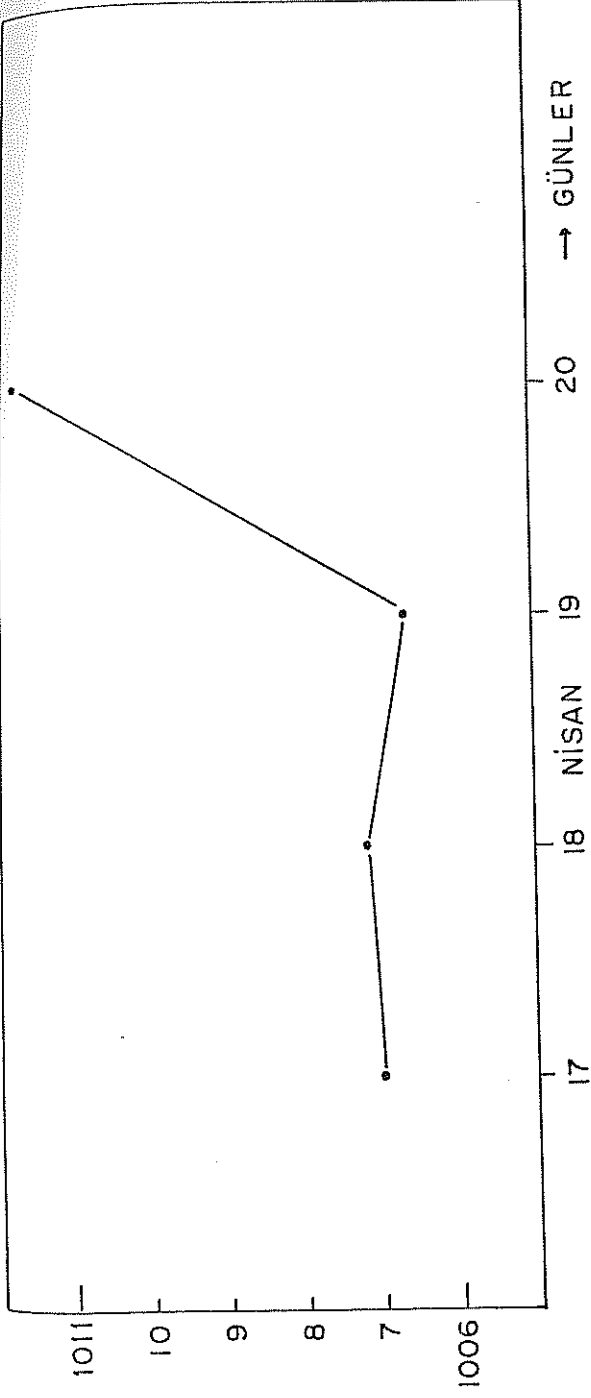
Şekil 4.15 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Nisan 1984 ayında boyunca tuzluluk dağılımı





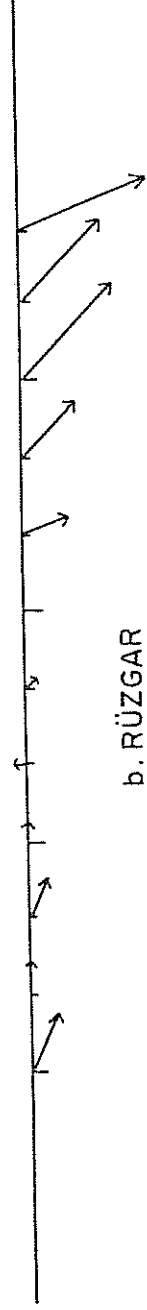
Şekil 4.16 Karadeniz'de İstanbul Boğazi kıyı şeridinde paralel batı doğu kesitinde Nişan 1984 ayında tuzluluk dağılımı





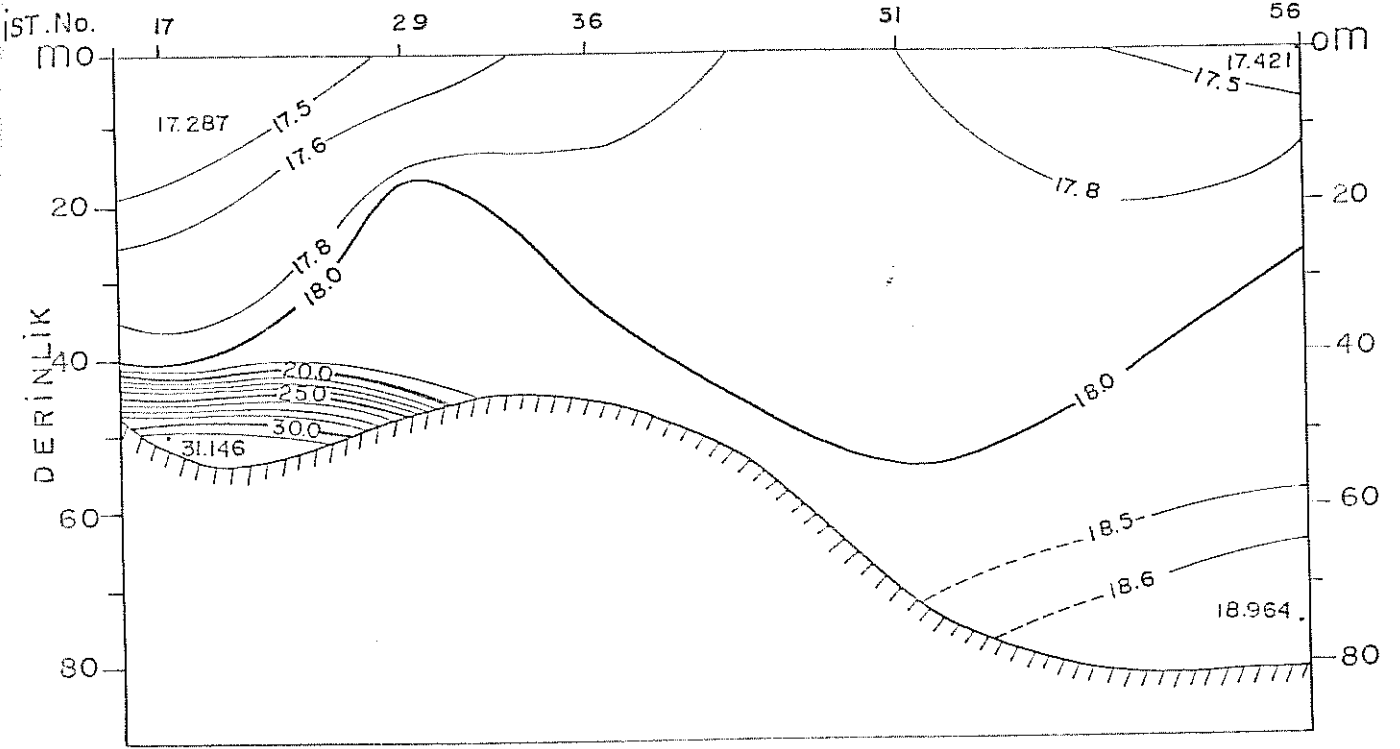
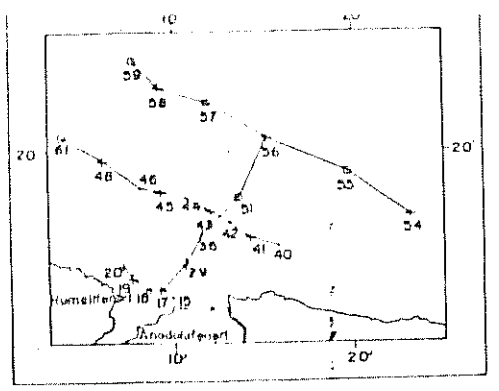
a. BASINÇ (mb)

N
3 m/sn
2
1
0

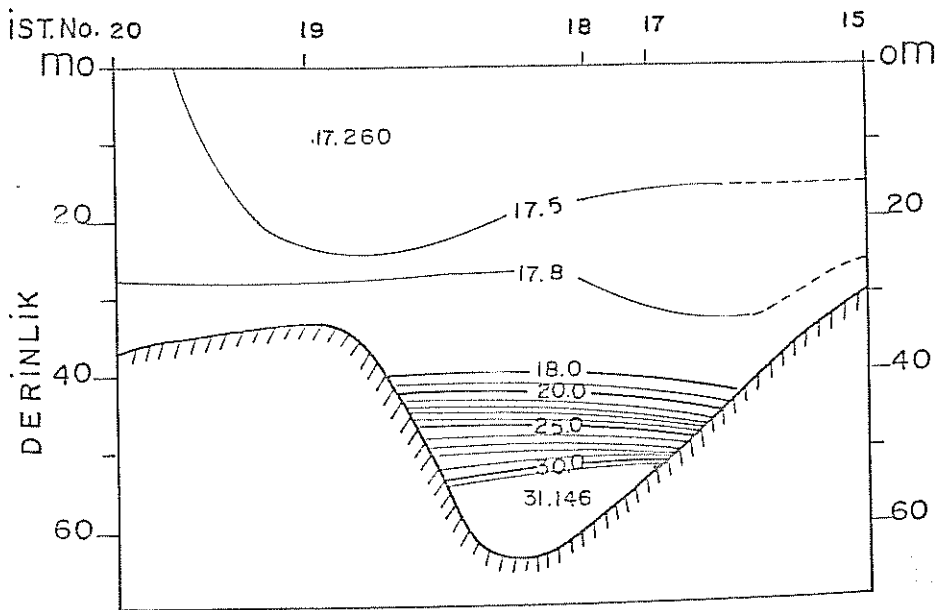


b. RÜZGAR

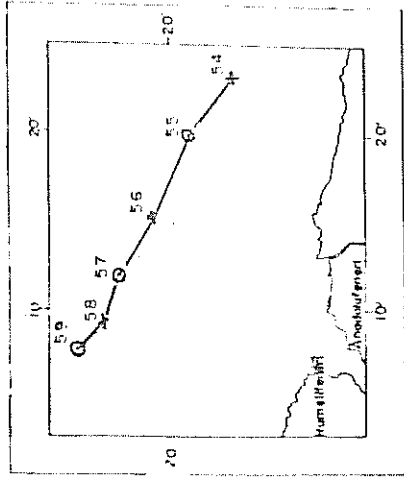
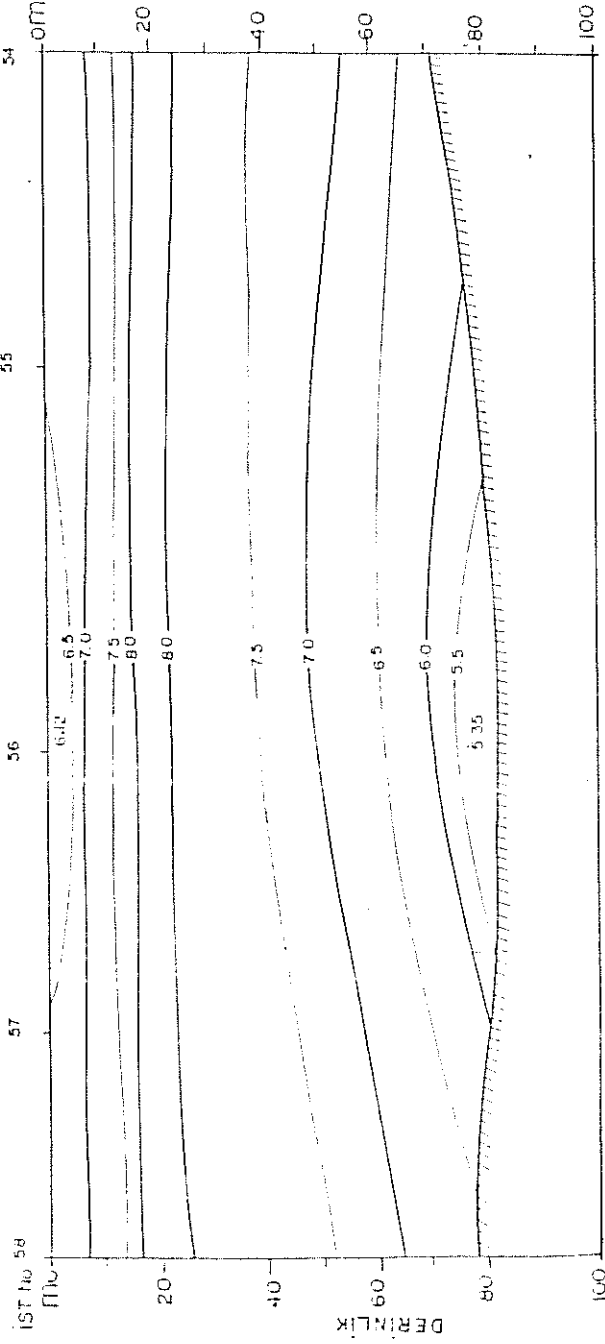
Şekil 4.17 Nisan 1984 çalışma döneminde Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre basınç ve rüzgar değişimi



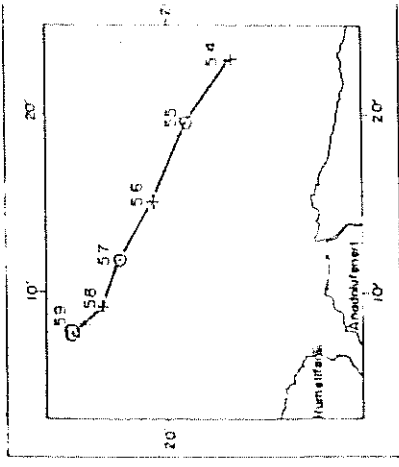
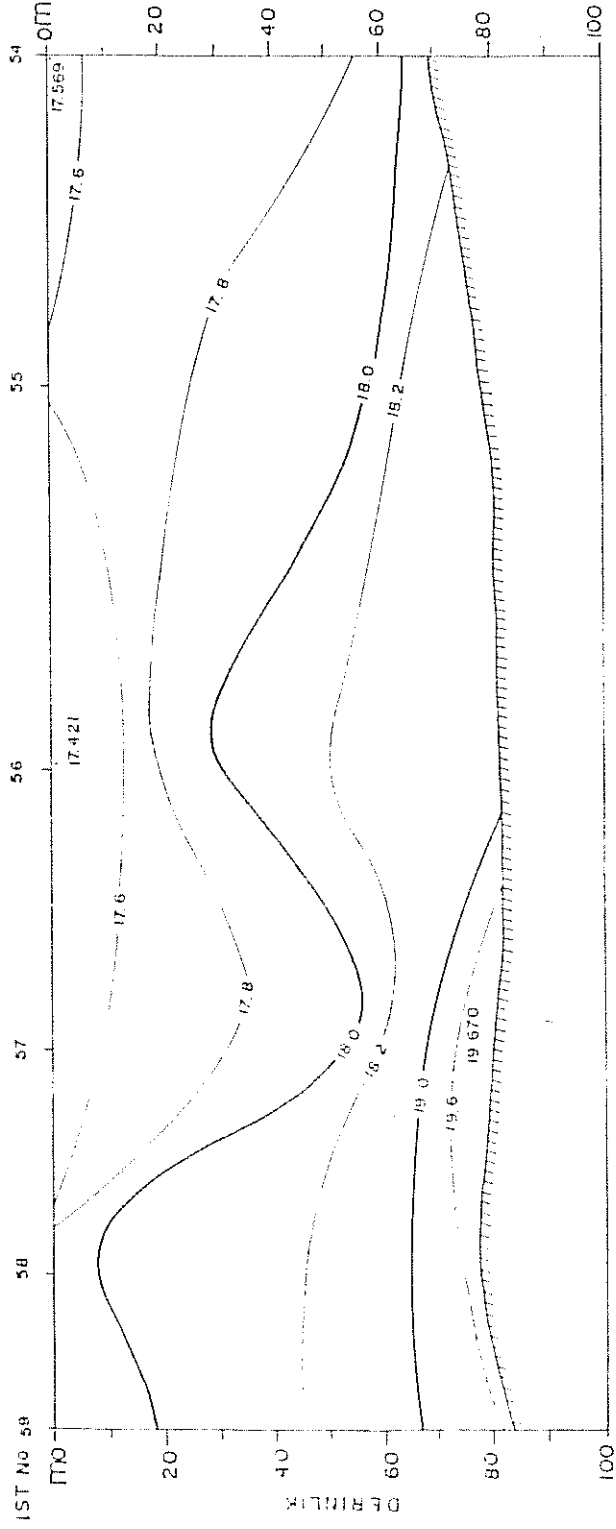
Şekil 4.18 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Mayıs ayı boyunca tuzluluk dağılımı



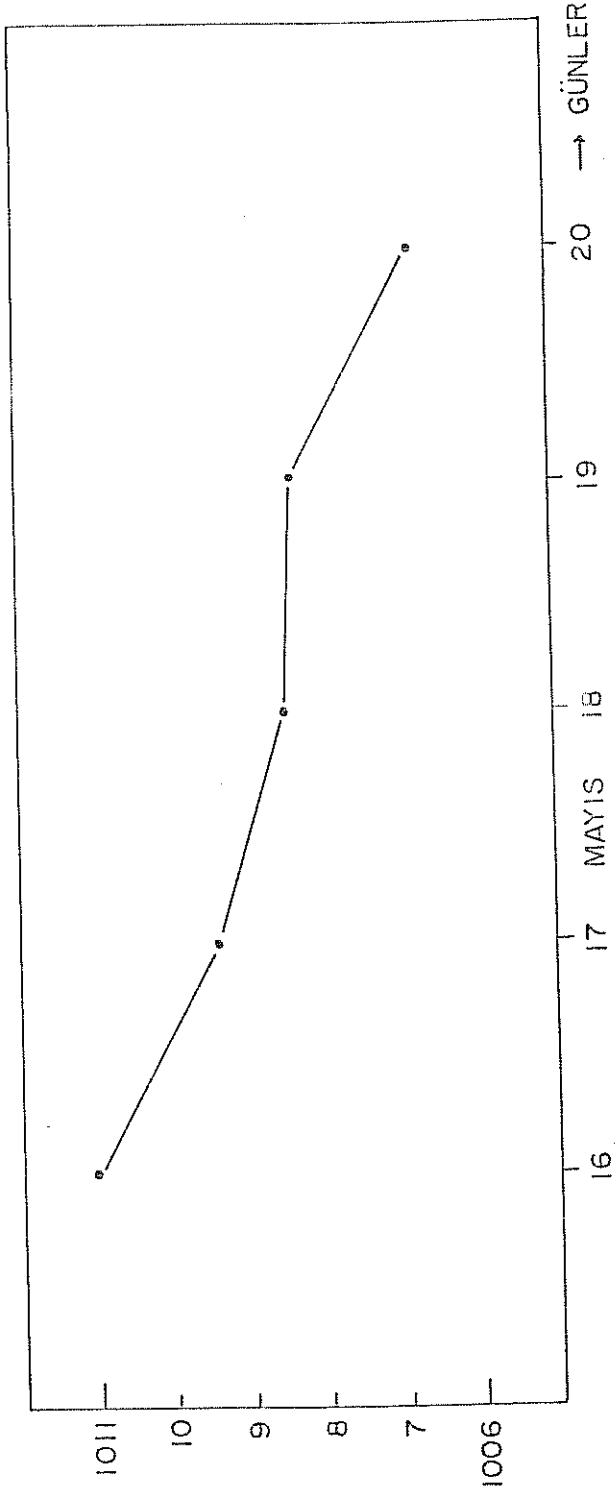
Şekil 4.19 Karadeniz İstanbul Boğazı önleri Mayıs ayı enine tuzluluk dağılımı



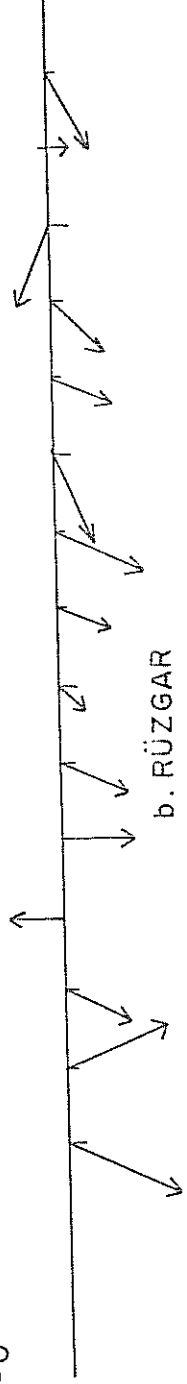
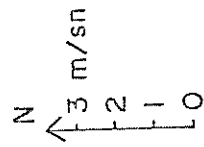
Şekil 4.20 Karadeniz İstanbul Boğazı açıkları Mayıs kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda enine çözünmüş oksijen dağılımı (ml/l)



Şekil 4.21 Karadeniz İstanbul Boğazı açıkları Mayıs kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda enine tuzluluk dağılımı

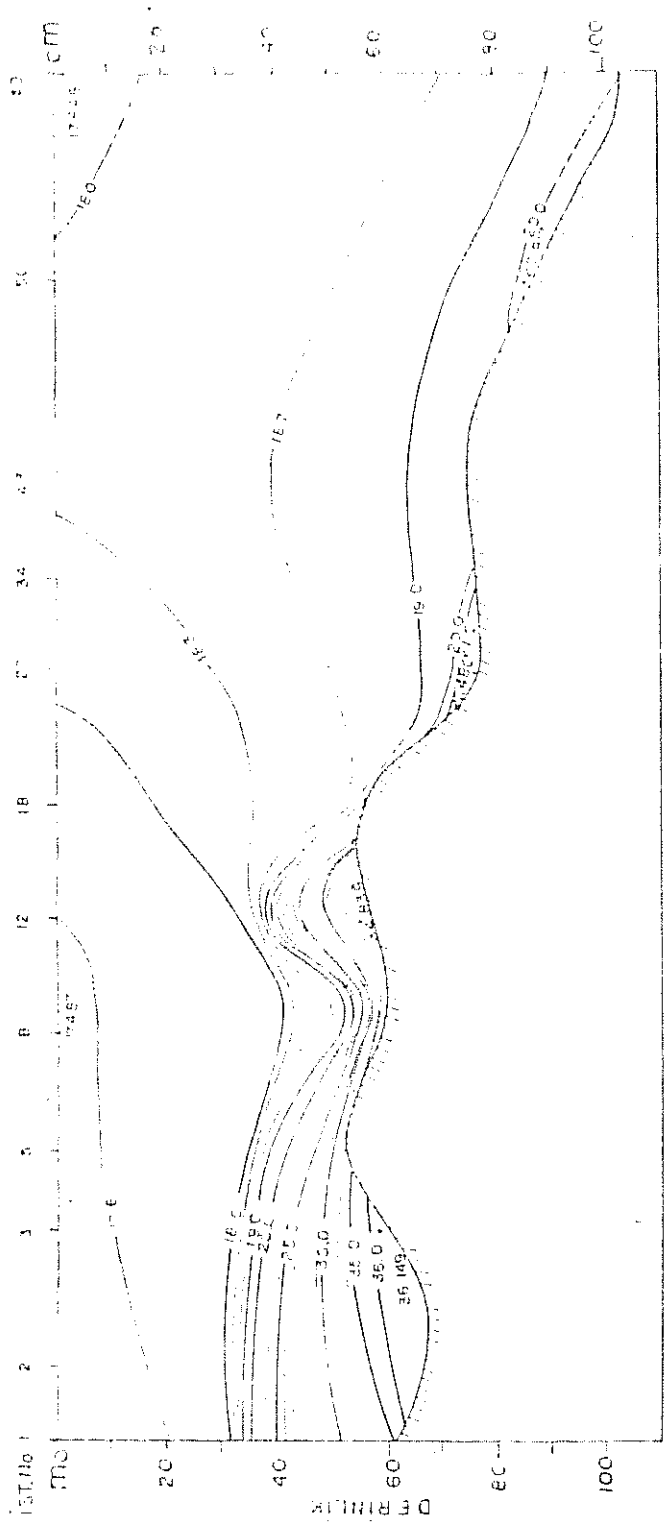


a. BASINÇ (mb)

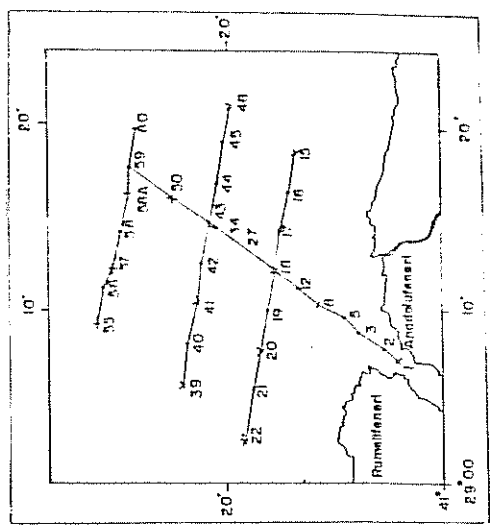


b. RÜZGAR

Şekil 4.22 Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Mayıs ayı gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi

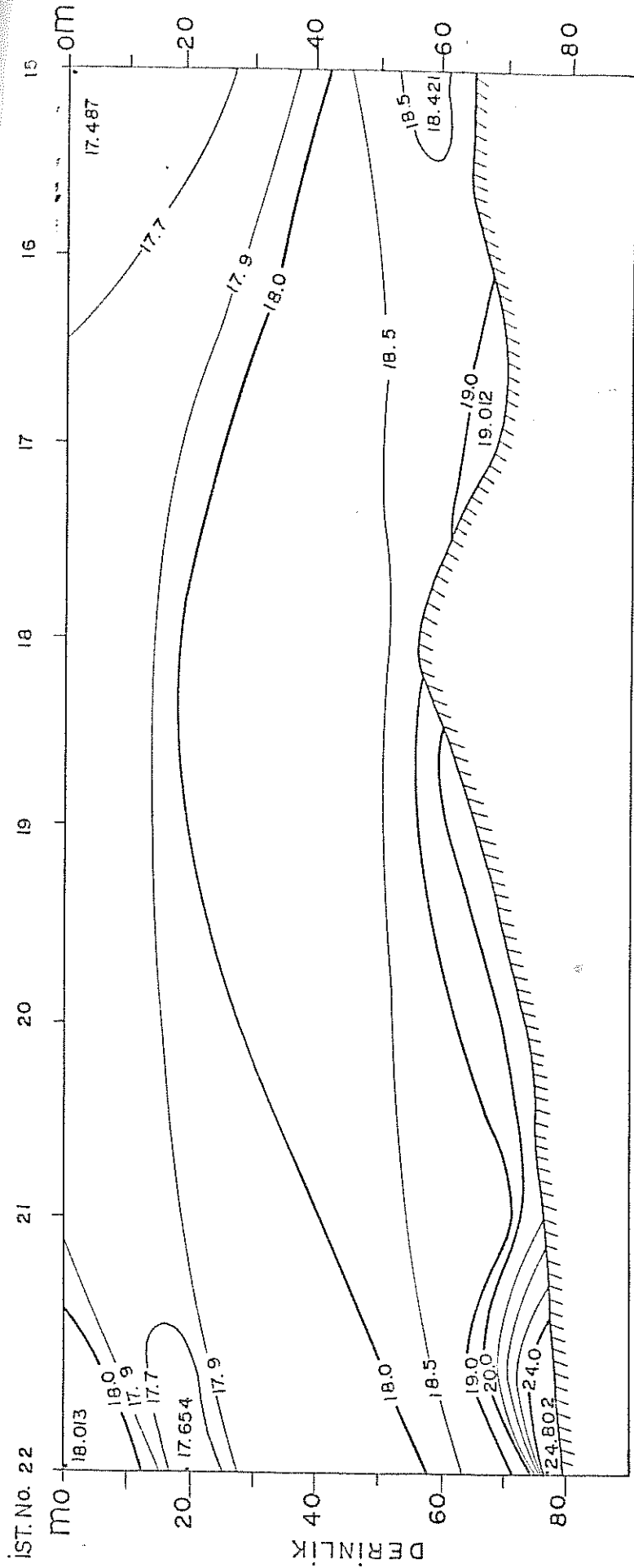


Şekil 4.23 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Haziran 1983 ayı boyunca tuzluluk dağılımı

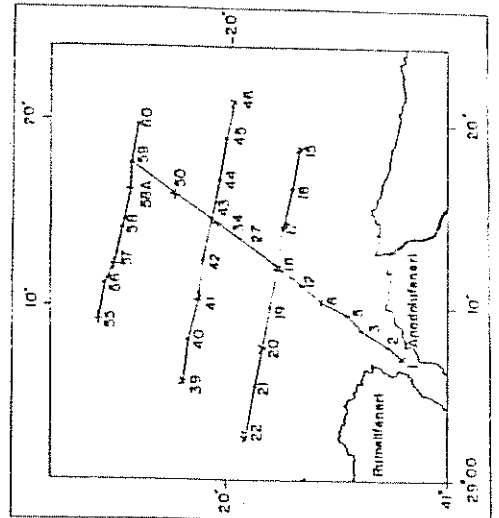


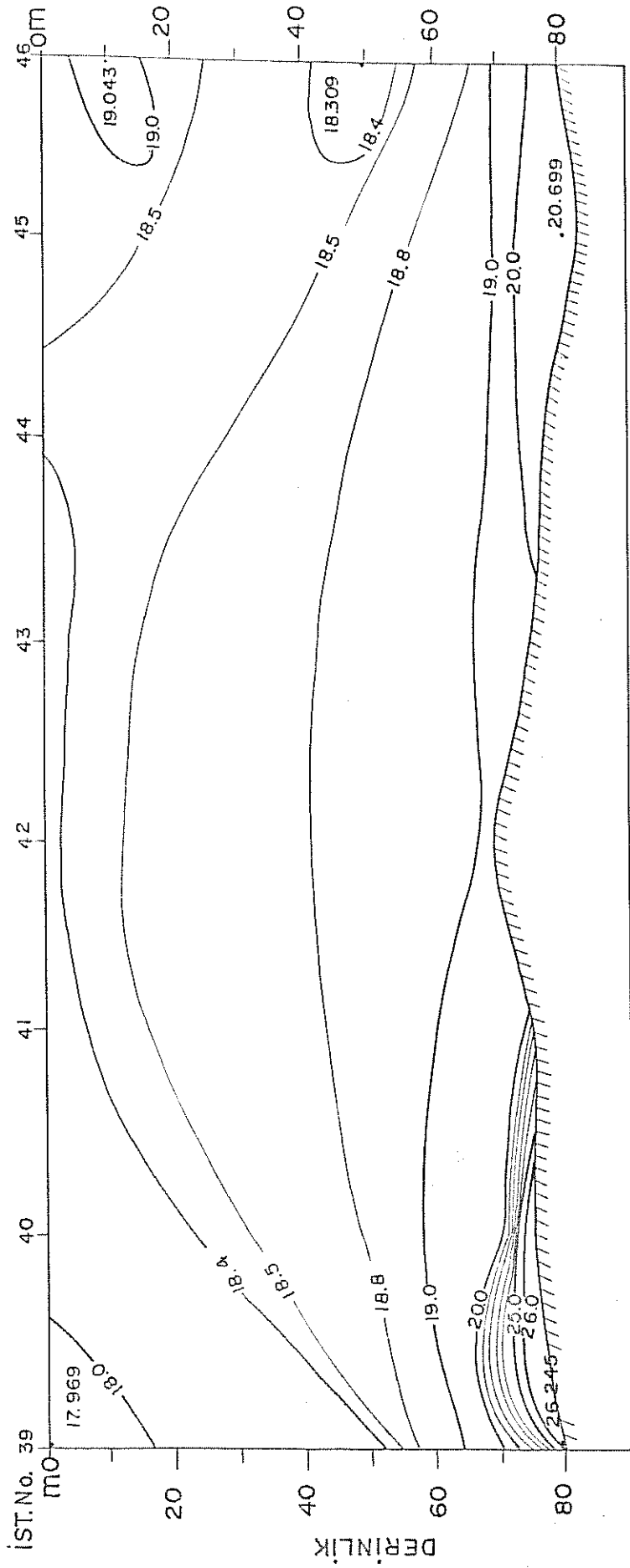
Açıklarda dipte yüksek tuzluluk değerlerine rastlanılmaktadır. Tuzluluk değerinin %0 21.0 değerine vardığı bu bölgeleri Akdeniz suyunun etkilediği söylenebilir. Enine kesitlerin incelenmesinde Akdeniz suyunun kuzeybatı doğrultusunda yayıldığı görülmektedir. Akdeniz suyu Boğazı terkettikten sonra batıda büyük oranda gözlenmemektedir. Boğaz kıyı çizgisine paralel olan Şekil 4.24 de verilen enine tuzluluk kesitinde batıda %0 24.0 den yüksek tuzluluk değerine rastlanılmasına rağmen, daha açıkta kıyı çizgisine paralel diğer bir kesitte, Şekil 4.25 de, batıda yeralan istasyonlarda %0 26 dan yüksek tuzluluk değerlerine rastlanılmaktadır. Bu durum Boğazı terkeden Akdeniz suyunun kuzeybatı doğrultusunda yayıldığını göstermektedir. Boğaz açıklarında oldukça uzakta, kıyı çizgisine paralel batı-doğu yönünde uzanan Şekil 4.26 da gösterilen tuzluluk kesitinde Batıda %0 23.00 den yüksek tuzluluk değeri gözlenmektedir. İzleyen yılda 27-29 Haziran tarihlerinde yapılan gözlemlerde Akdeniz suyunun bir önceki yıldakine benzer şekilde Karadeniz'e taşındığı bir defa daha açık bir şekilde gözlenmiştir (Şekil 4.27Şekil 4.29). Haziran 1984 de yapılan gözlemlerde Boğaz çıkışında Haziran 1983 gözlemlerine göre daha yüksek tuzluluk değerleri gözlenmiştir.Boğaz çıkışında yaklaşık 3.5 mil uzaklıkta dipte %0 37.0 den yüksek tuzluluk değerleri saptanmıştır (Şekil 4.27). Boğaz kıyı şeridine paralel batı-doğu kesitlerinde, batıda yüksek tuzluluk değerlerinin varlığı gözlenmektedir. Boğaz'a 8 milden daha uzak olan 38B istasyonunda dipte %0 31.0 tuzluluk değeri saptanmıştır (Şekil 4.28). Komşu istasyonda, 39 numaralı istasyonda, dipte gözlenen %0 29.0 vatan yüksek tuzluluk değeri Akdeniz suyunun oldukça yüksek karışım oranı ile bu bölgenin dibinde bulunduğunu doğrulamaktadır. Boğaz'ın kuzeybatısında Akdeniz suyunun varlığı dipte %0 23.00 den yüksek tuzluluk değerleri ile gözlenmektedir (Şekil 4.29). Haziran 1983 ve Haziran 1984 gözlem zaman aralığındaki meteorolojik veriler Şekil 4.30 ve Şekil 4.31 de gösterilmiştir.

Temmuz 1983 ayı sonunda yapılan ölçme çalışmalarında Akdeniz suyunun Fenerler hattının 2.0 mil dışında dipten 4.0 metre yükseklikte %0 36.2 tuzluluk değeri ile Karadeniz'e taşındığı gözlenmiştir. Şekil 4.32 de

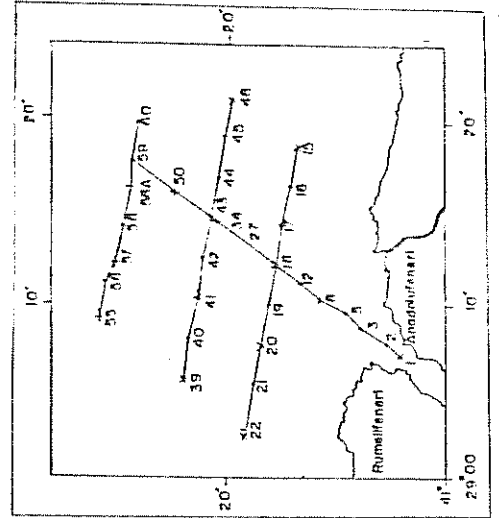


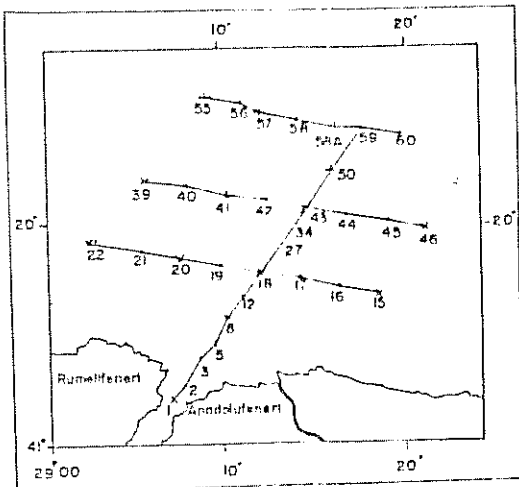
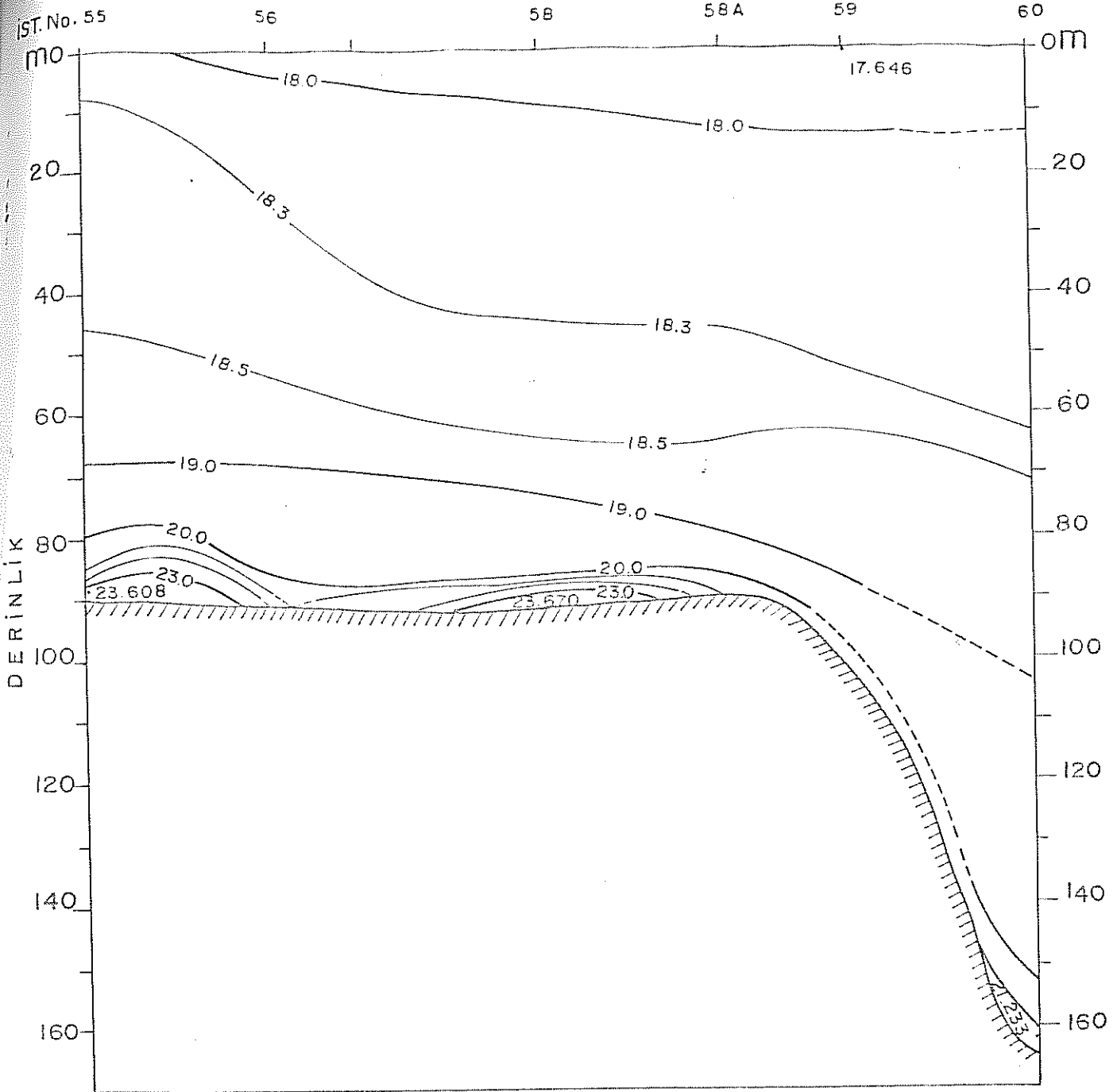
Şekil 4.24 İstanbul Boğazı kıyı şeridinde paralel batı doğu kesiminde Haziran 1983 ayında enine tuzluluk dağılımı



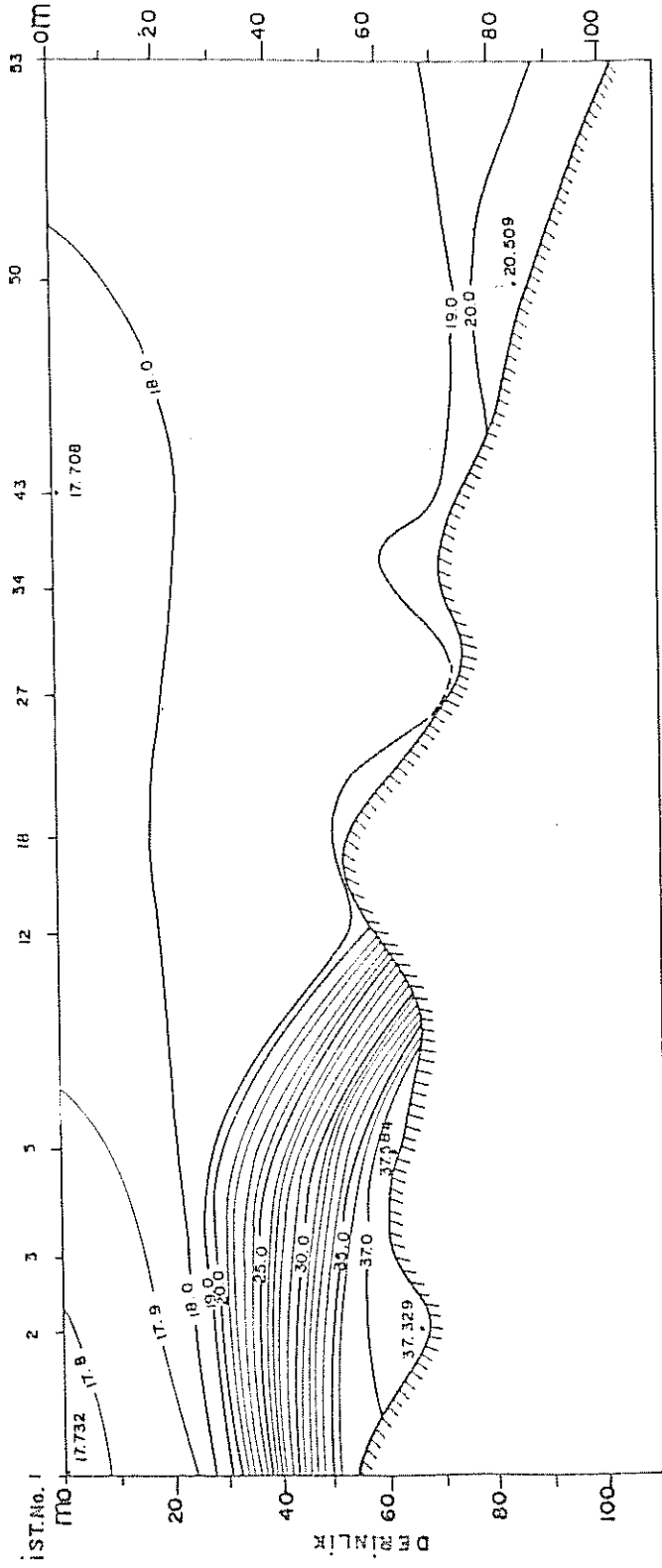


Şekil 4.25 İstanbul Boğazı kıyı şeridinde paralel batı-doğu kesitinde Haziran 1983 ayında enine tuzluluk dağılımı

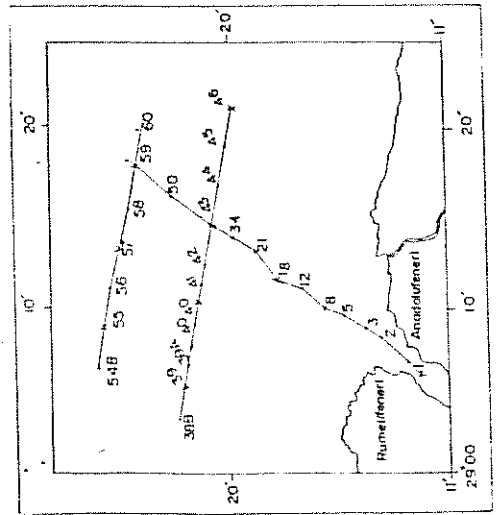


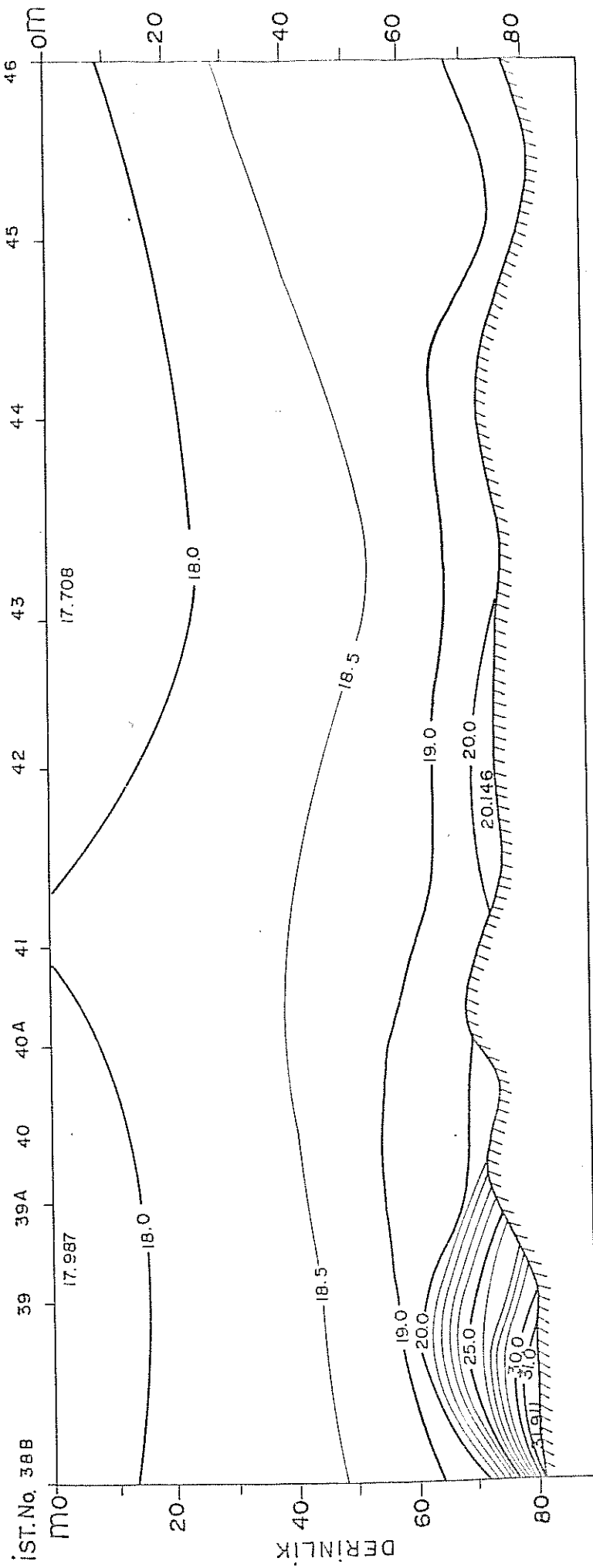


Şekil 4.26 İstanbul Boğazı açıklarında Haziran 1983 ayında kıyıya paralel batı-doğu kesitinde tuzluluk dağılımı

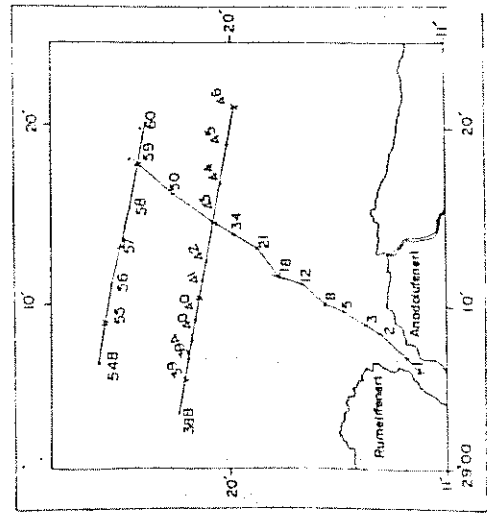


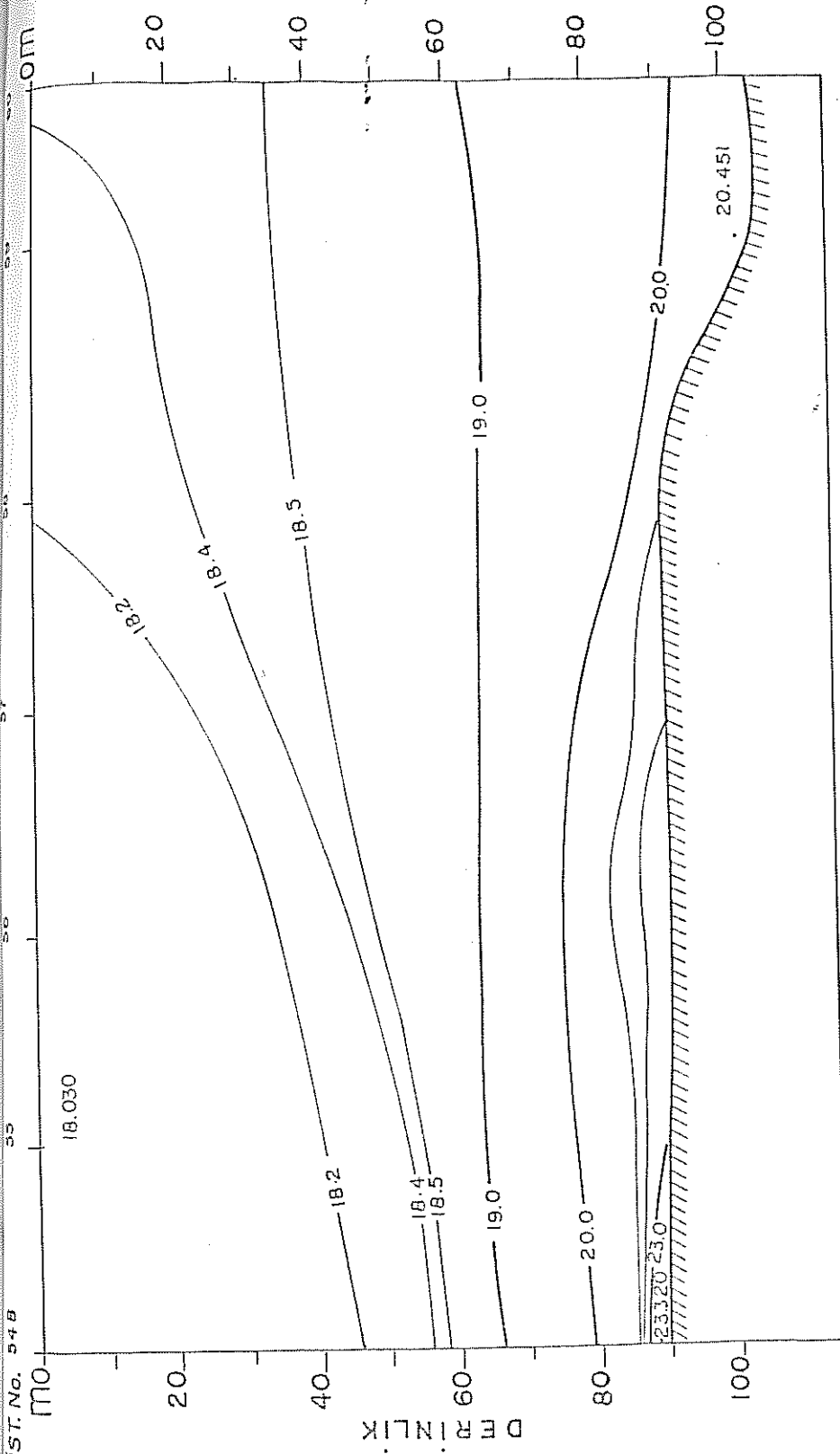
Şekil 4.27 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Haziran 1984 ayında boyuna tuzluluk dağılımı



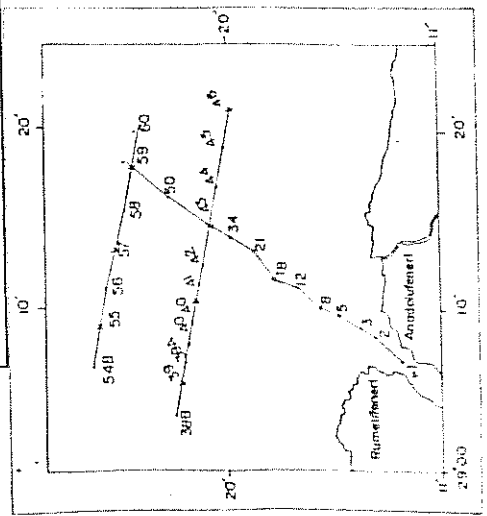


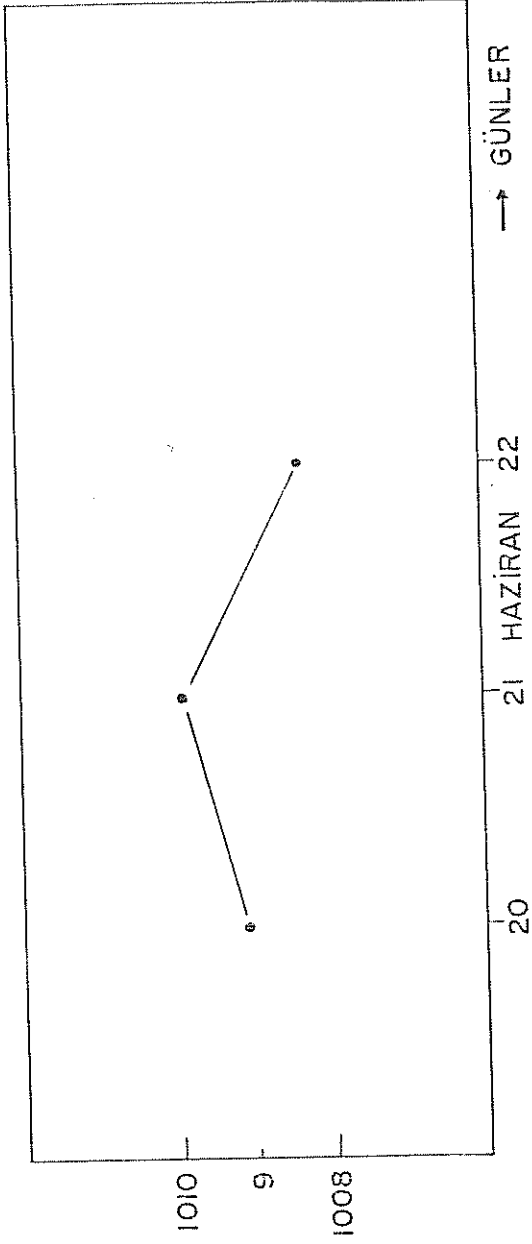
Şekil 4.28 İstanbul Boğazi Kiyı şeridine paralel batı-doğu kesitinde Haziran 1984 ayında tuzluluk dağılımı



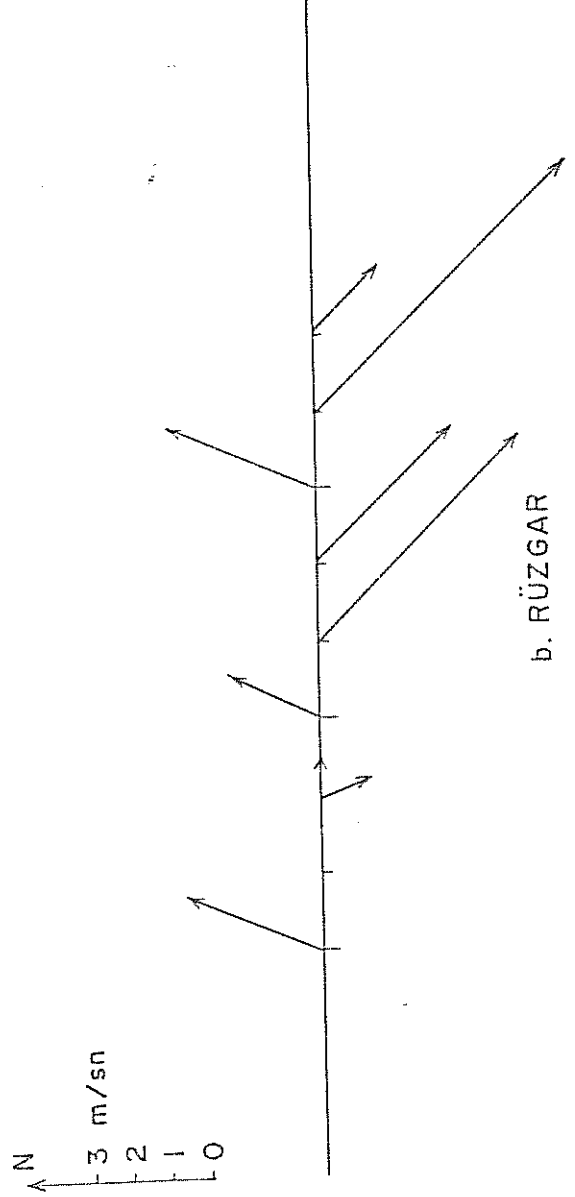


Şekil 4.29 İstanbul Boğazı kıyı seridine paralel batı-doğu kesitinde Haziran 1984 ayında tuzluluk dağılımı



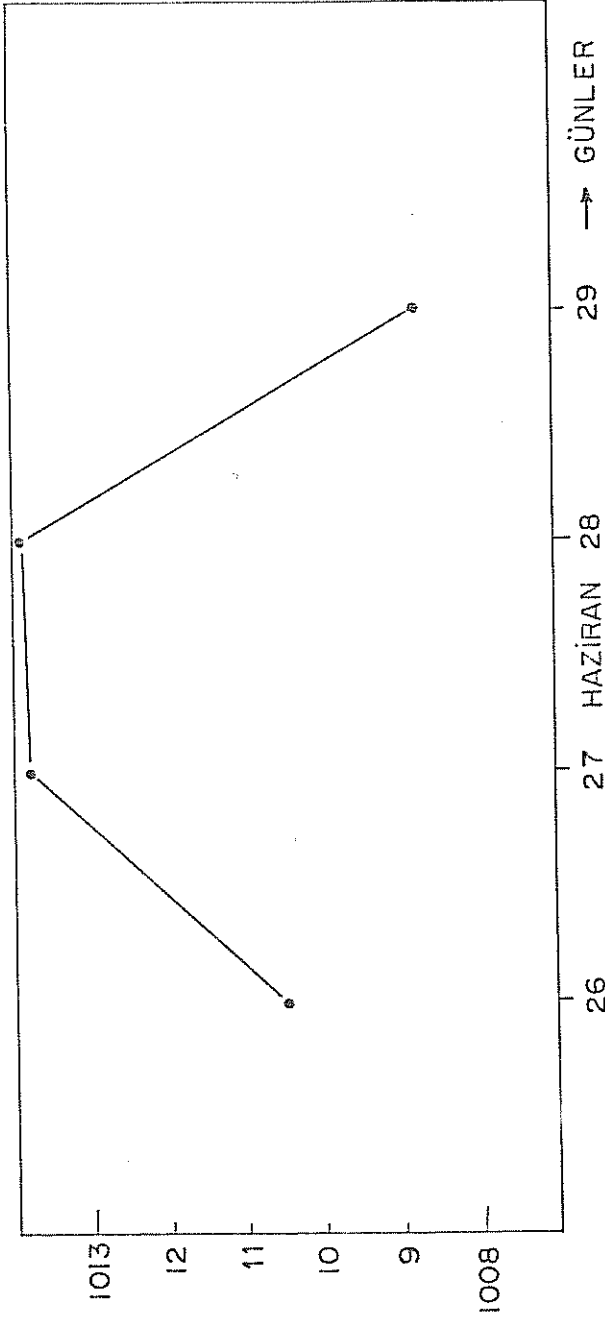


a. BASINÇ (mb)



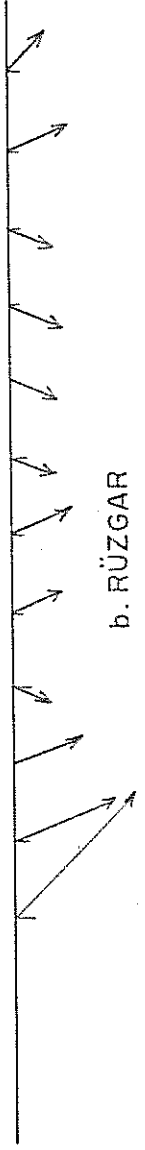
b. RÜZGAR

Şekil 4.30 Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Haziran 1983 gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi



a. BASINÇ (mb)

N
m/sn
10
5
0



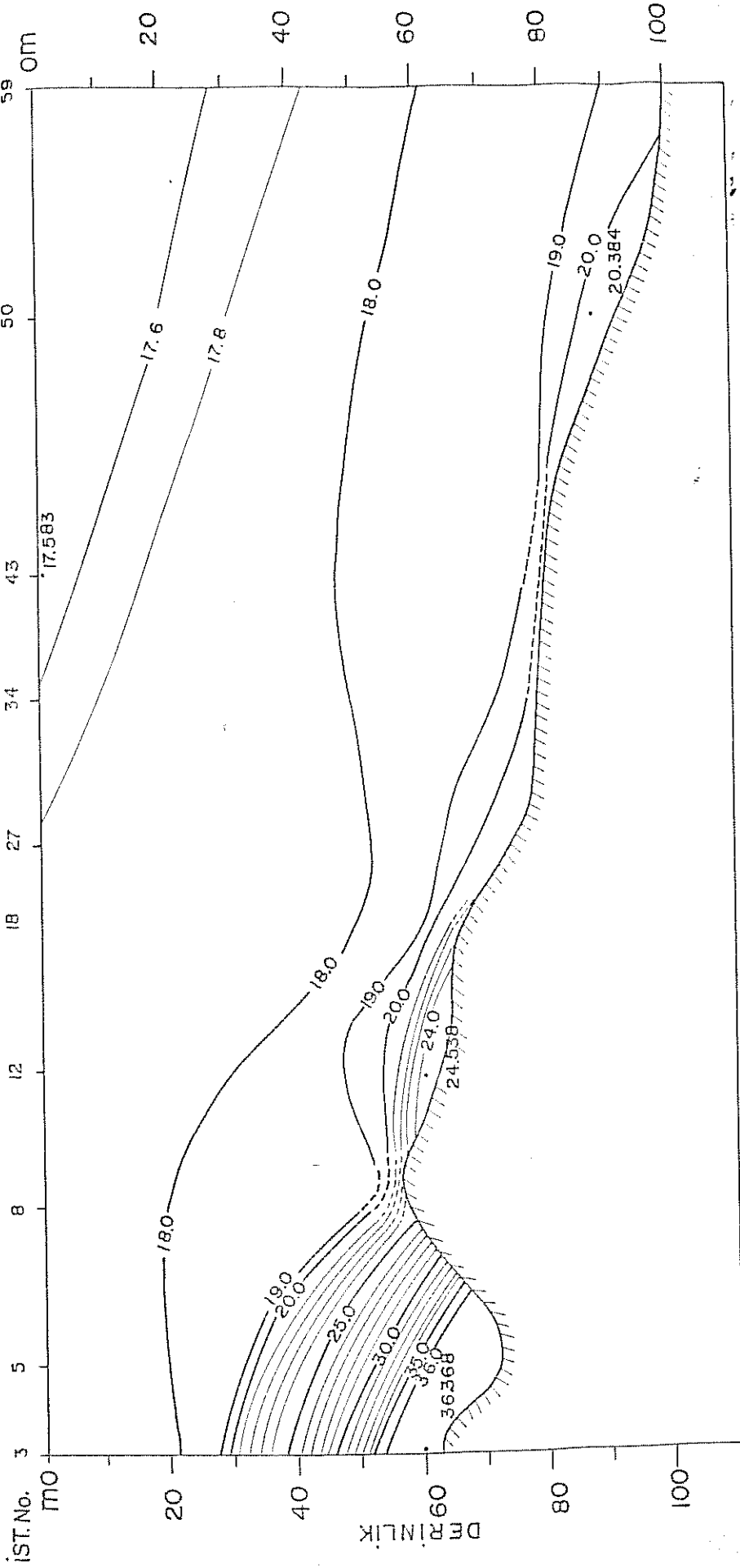
Şekil 4.31 Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Haziran 1984 gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi

Boğaz'da boyuna dikey tuzluluk kesitinde Boğaz açıklarında dipte tuzluluk değerlerinin %0 36.0 dan %0 24 e düştüğü, açıklarda azaldığı, daha sonra azda olsa arttığı gözlenmektedir (Şekil 4.32). Açıklarda gözlenen bu artış Kuzeybatı doğrultusunda yayılan Akdeniz suyunun bilahare Kuzeydoğu-doğu yönüne yayılması, bu bölgeleri etkilemesi nedeniyledir. Temmuz ayında Kuzeybatıda $41^{\circ} 21' 55''$ N $29^{\circ} 05' 50''$ E mevkiinde dipten 4 metre yükseklikte %0 27.83 tuzluluk saptanması kıyı şeridinde paralel batı-doğu doğrultusunda uzanan Şekil 4.33 Şekil 4.34 verilen enine kesitlerin incelenmesinde $41^{\circ} 23' 32''$ N, $20^{\circ} 08' 45''$ E mevkiindeki 54 No.lu istasyonda dipten 4 metre yükseklikte saptanan %0 25.3 tuzluluk Akdeniz suyunun 19 numaralı istasyonla 18 numaralı istasyonlar arasında kuzeybatıya doğru dipten 1-5 metre arasında yayıldığını söylemek olasıdır. Bölgede yer alan istasyonlardan 39 numaralı hariç dipten 60 metre daha fazladır. Temmuz ayında çalışma döneminde rüzgar ve basınç değişimi Şekil 4.36 da gösterilmiştir.

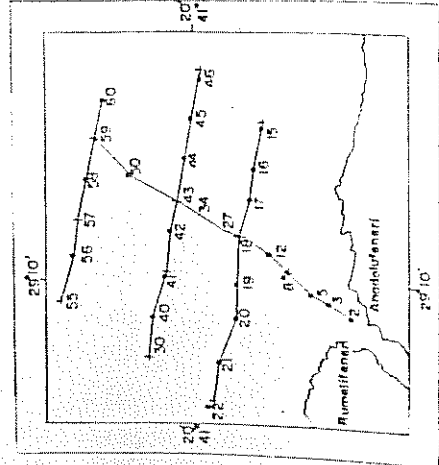
Eylül ayında 1984 yılında yapılan ölçmelerde Boğaz'dan Karadeniz doğrultusunda ilerledikçe Akdeniz suyunun 8 numaralı istasyonda dipte belirgin olarak var olduğu görülmektedir (Şekil 4.37). Boğaz çıkışında %0 36.0 dan yüksek dip tuzluluğu 2-3 mil kuzeye kadar gözlenebilmektedir.

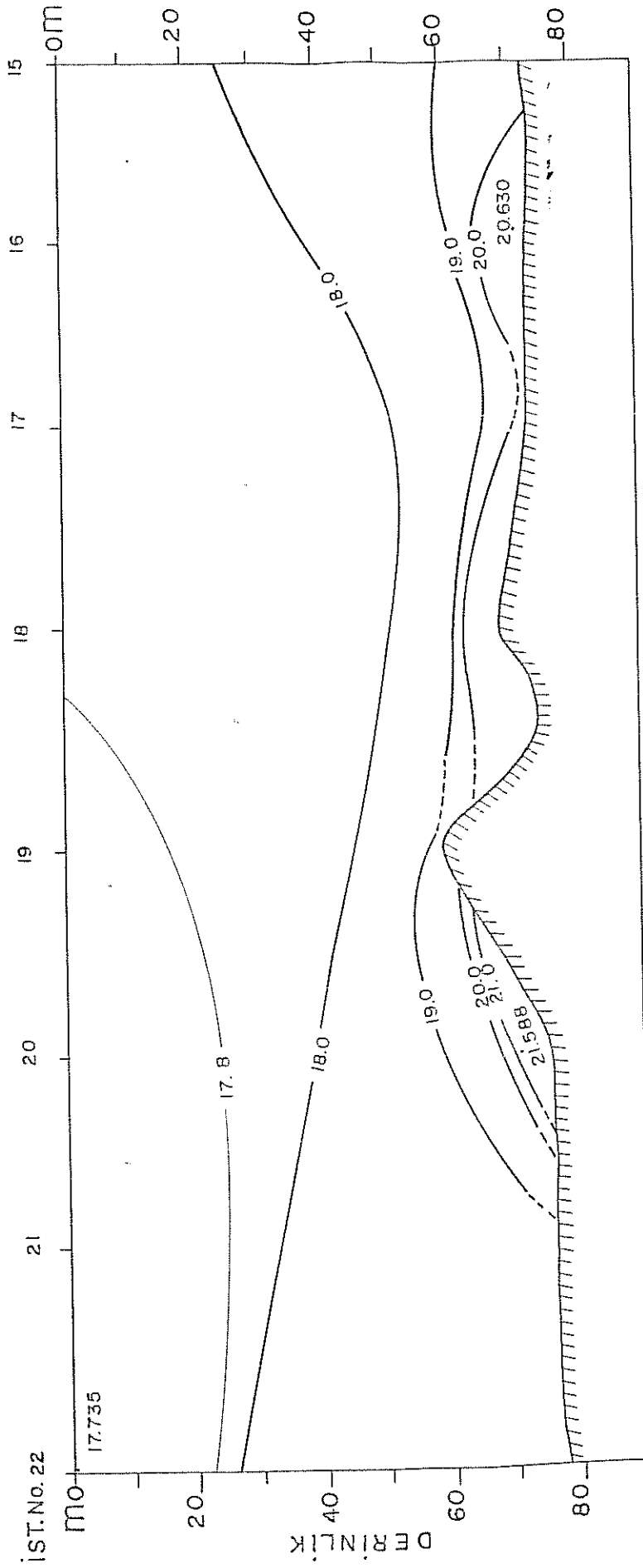
Eylül 1984 de yapılan ölçmelerde Kasım 1982 ve Temmuz 1983 yılı verilerinin incelenmesinde Akdeniz suyunun geçtiği öngörülen istasyonlar arasında konuşlandırılan 70 numaralı istasyonda su derinliğinin komşu istasyonlara göre arttığı, iki derinlikte alınan tuzluluk örneklerinde dipten yaklaşık 2.0 m.yükseklikte %0 28.28 dipten 4.0 metrede ise %0 23.07 tuzluluk değerleri saptanmıştır. Batıda yer alan 22 numaralı istasyonda ise %0 29.8 tuzluluk değeri gözlenmiştir.

Eylül 1984 verilerine göre çizilen Boğaz hattını kesen batı doğu doğrultusunda uzanan kesitlerde Akdeniz suyunun Karadeniz'e yayılışı ve dağılışını belirlemek olasıdır (Şekil 4.38-Şekil 4.39). Boğazın kuzeybatısında yer alan istasyonlarda dipte yüksek tuzluluk değerleri gözlenmektedir. Açıklarda Batı taraftaki istasyonlarda dipte oldukça yüksek tuzluluk değerleri Akdeniz suyunun Kuzeybatıya

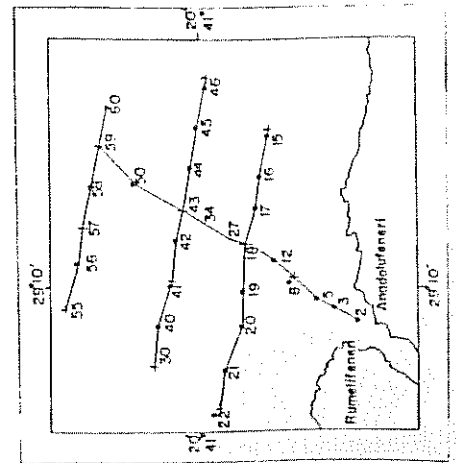


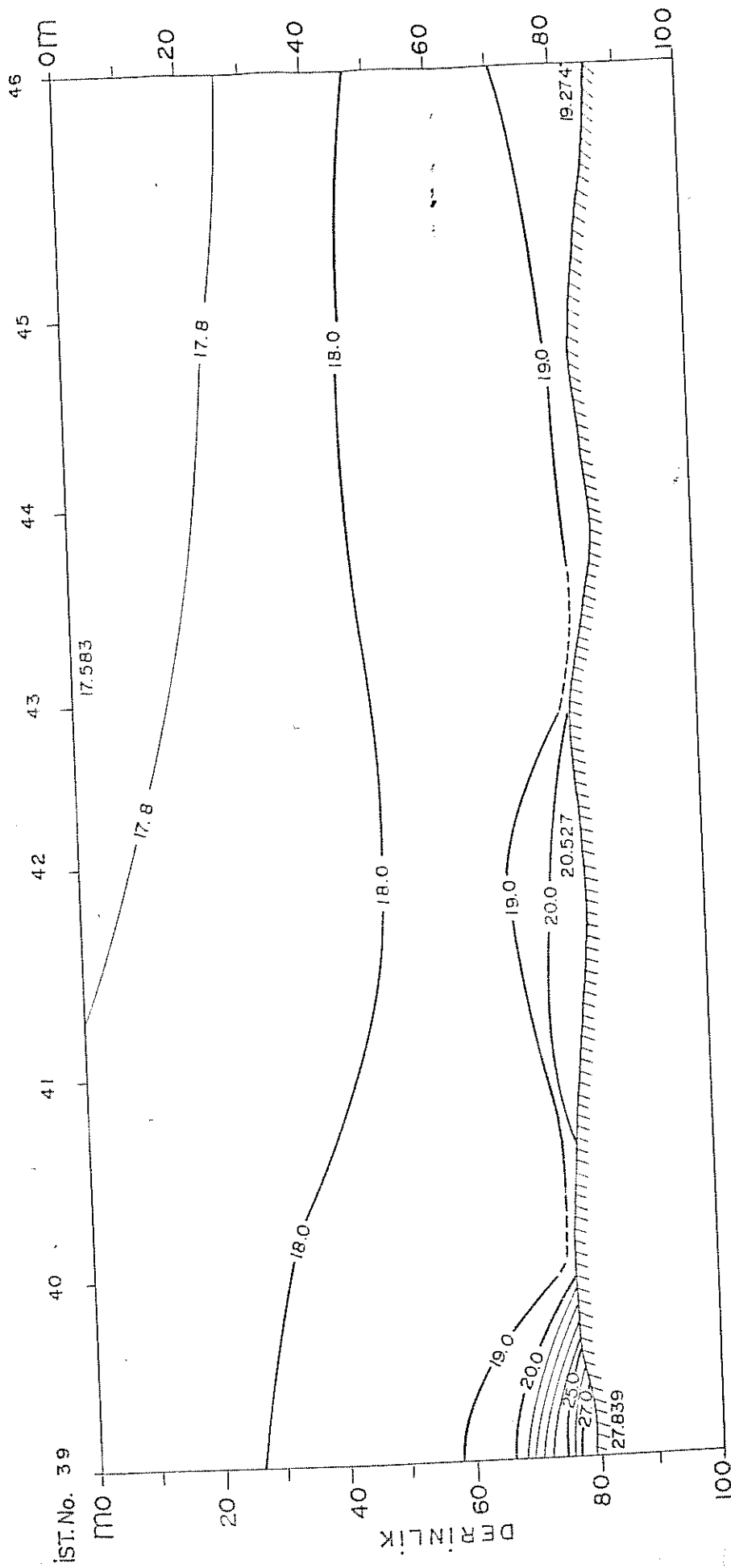
Şekil 4.32 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Temmuz ayı boyunca tuzluluk dağılımı



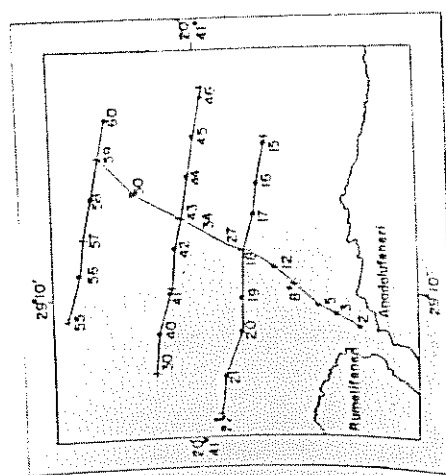


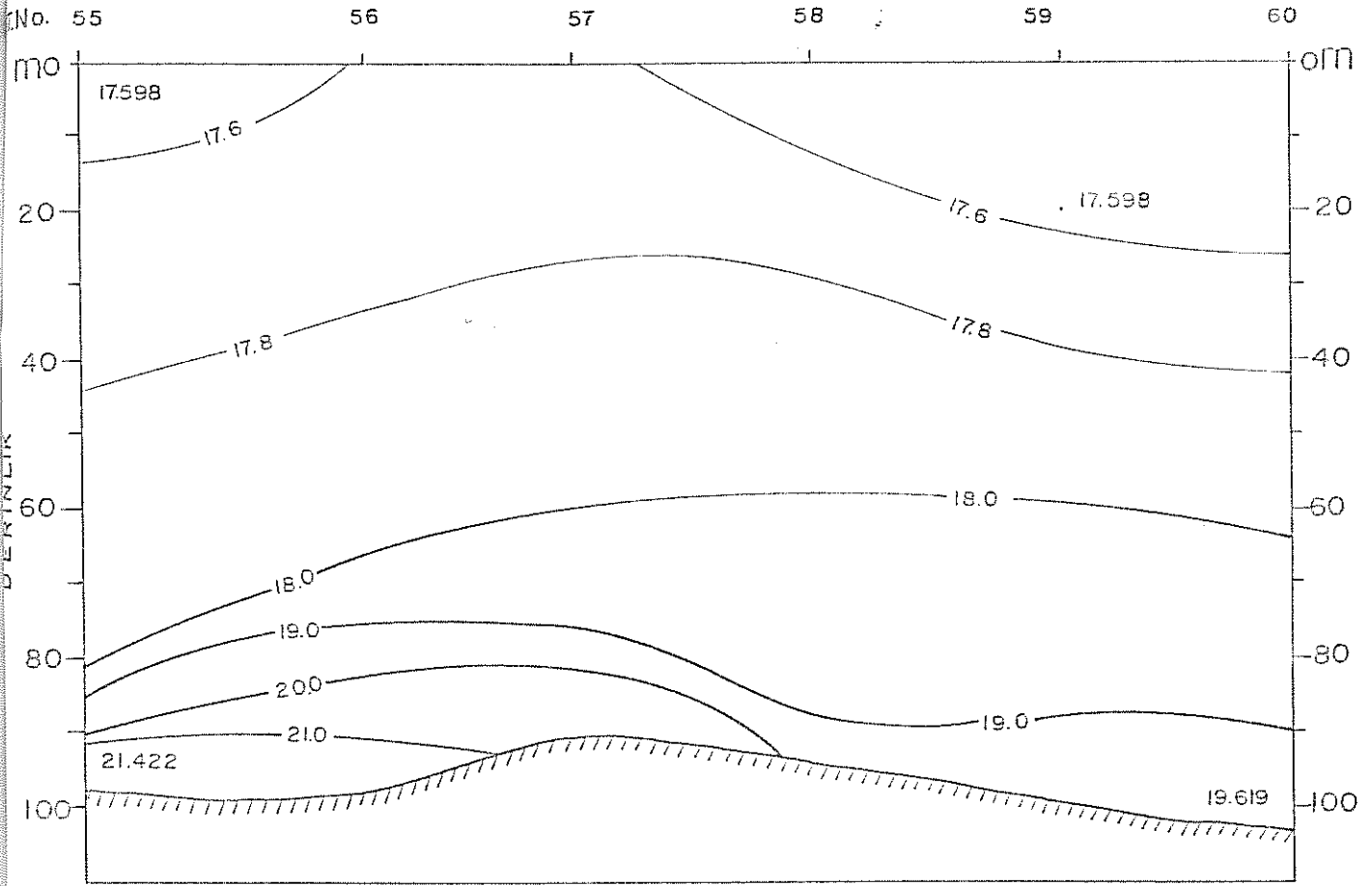
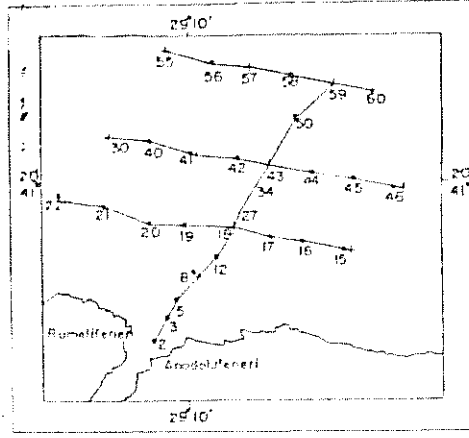
Şekil 4.33 İstanbul Boğazı kıyı şeridinde paralel Temmuz ayı enine Tuzluluk dağılımı



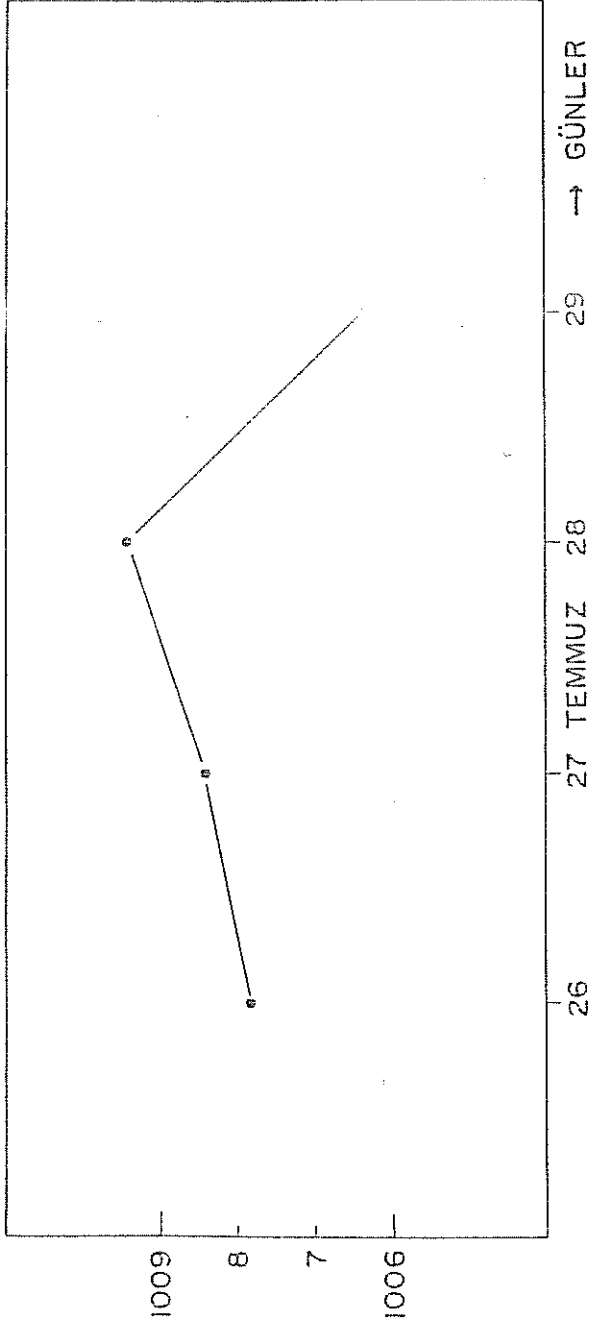


Şekil 4.34 İstanbul Boğazı kıyı şeridinde paralel batı-doğu kesitin-
de Temmuz ayı tuzluluk dağılımı

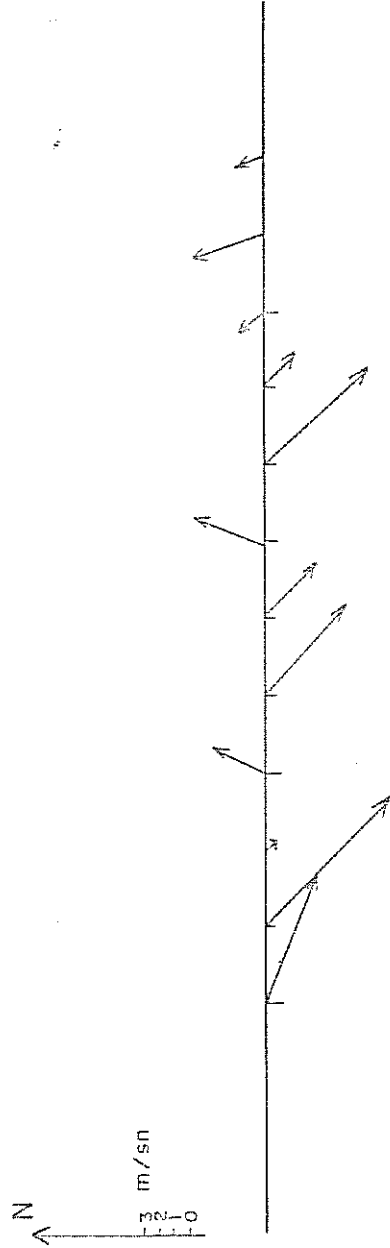




Şekil 4.35 İstanbul Boğazi açıklarında batı-doğu kesitinde Temmuz ayı tuzluluk dağılımı

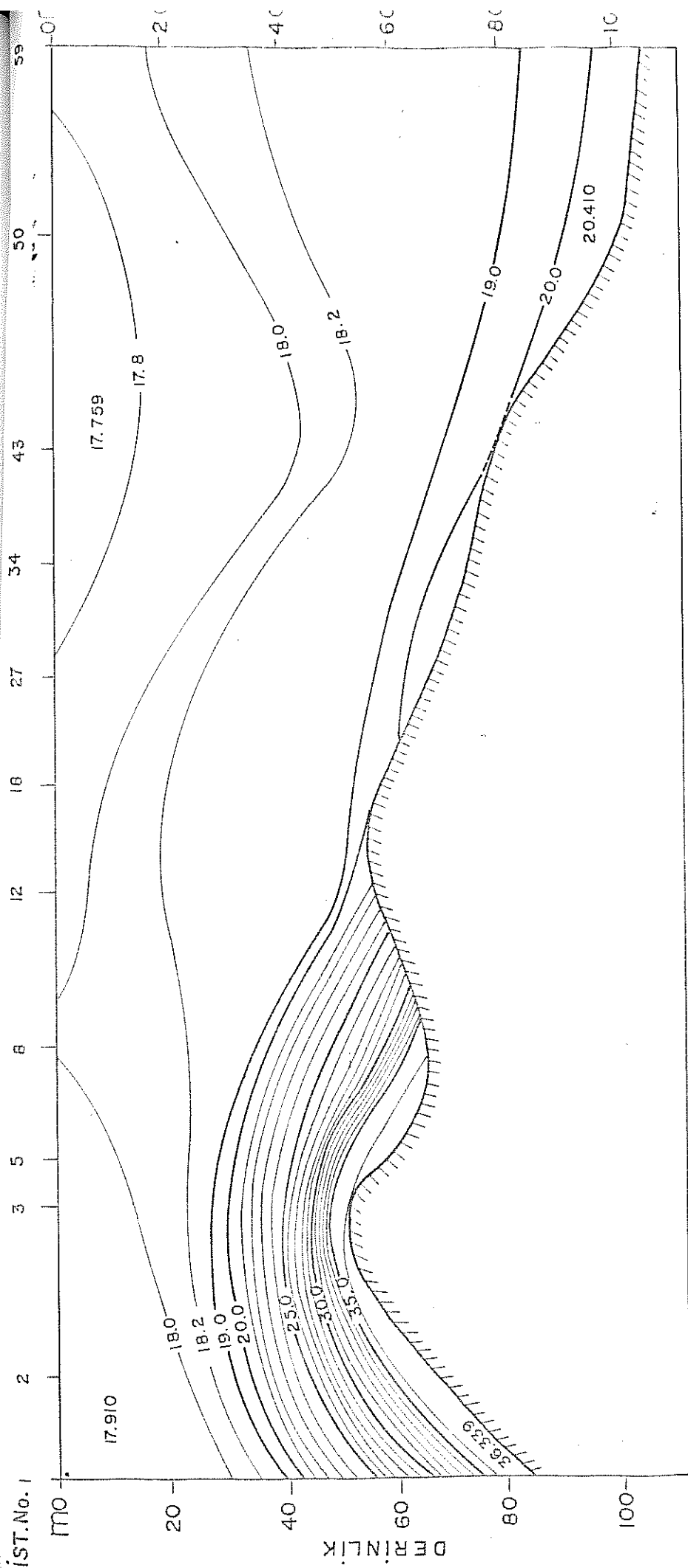


a. BASINÇ (mb)

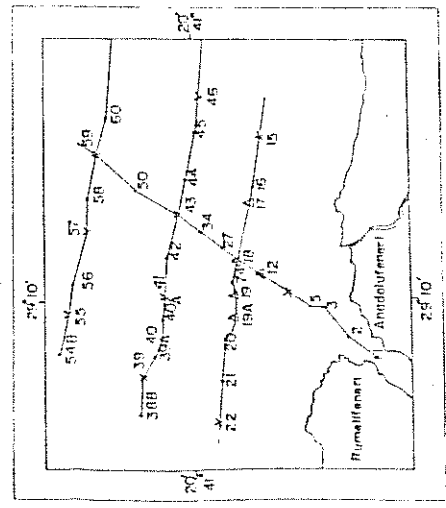


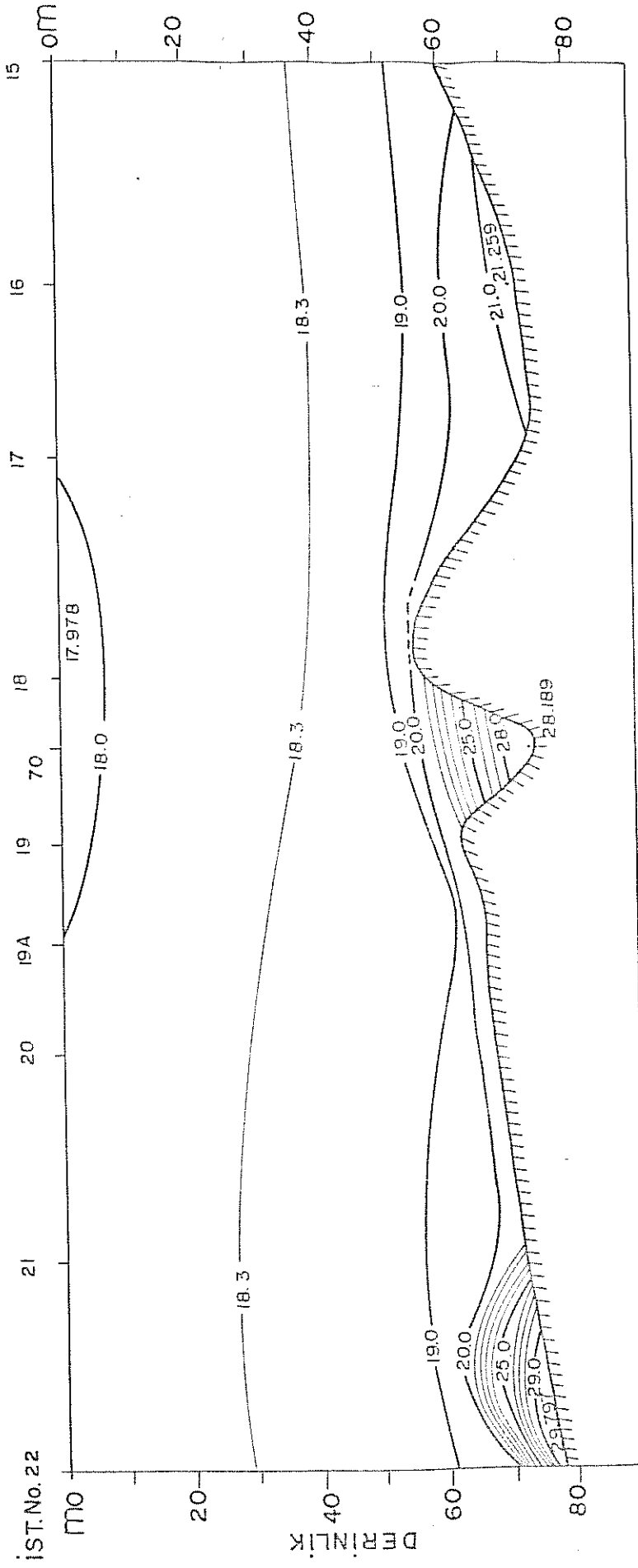
b. RÜZGAR

Şekil 4.36 Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Temmuz 1983 ayı gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi

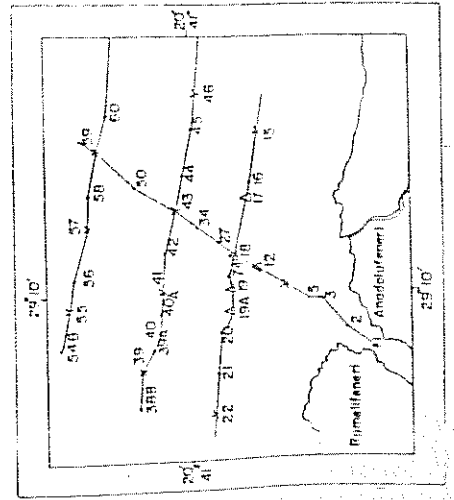


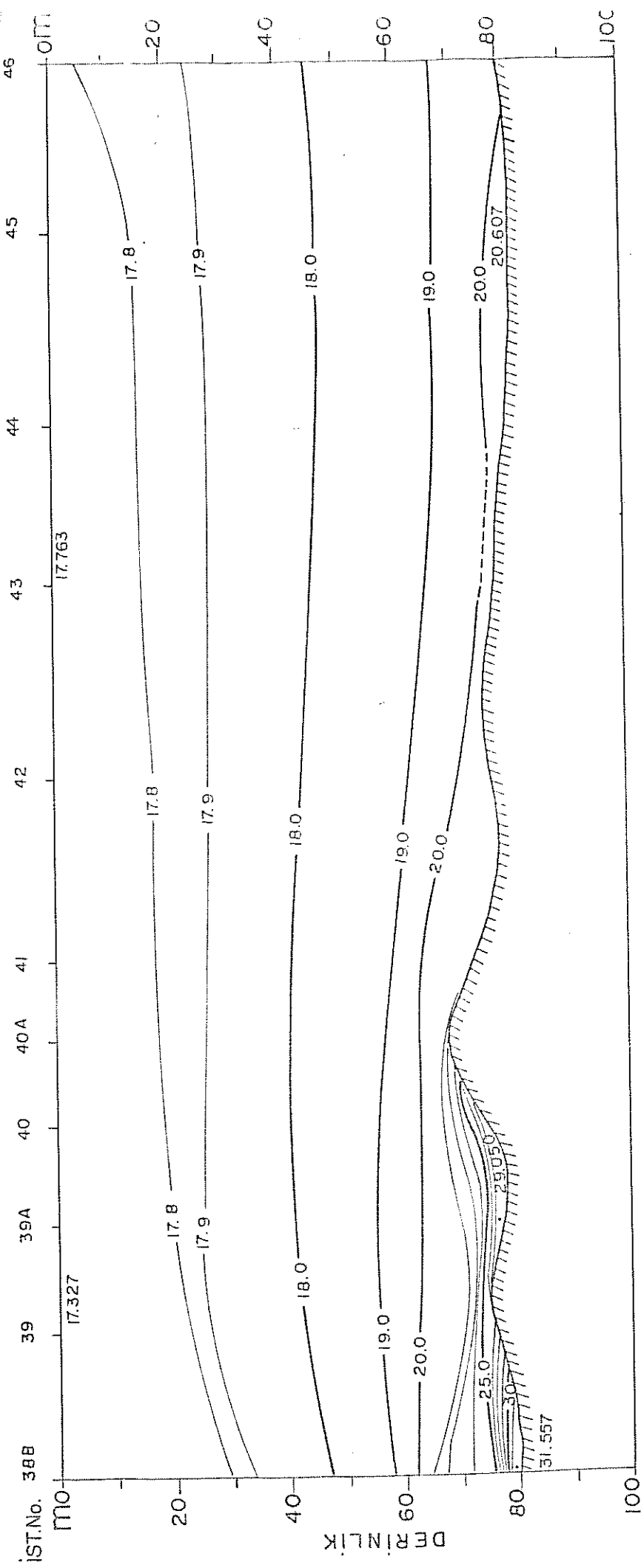
Şekil 4.37 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Eylül 1984 ayı boyuna tuzluluk dağılımı



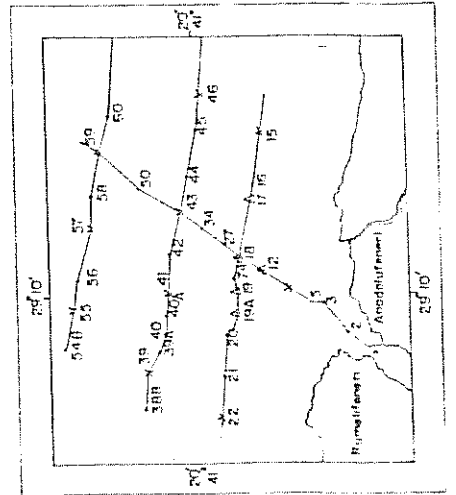


Şekil 4.38 İstanbul Boğazı kıyı şeridinde paralel Eylül 1984 ayı enine tuzluluk dağılımı

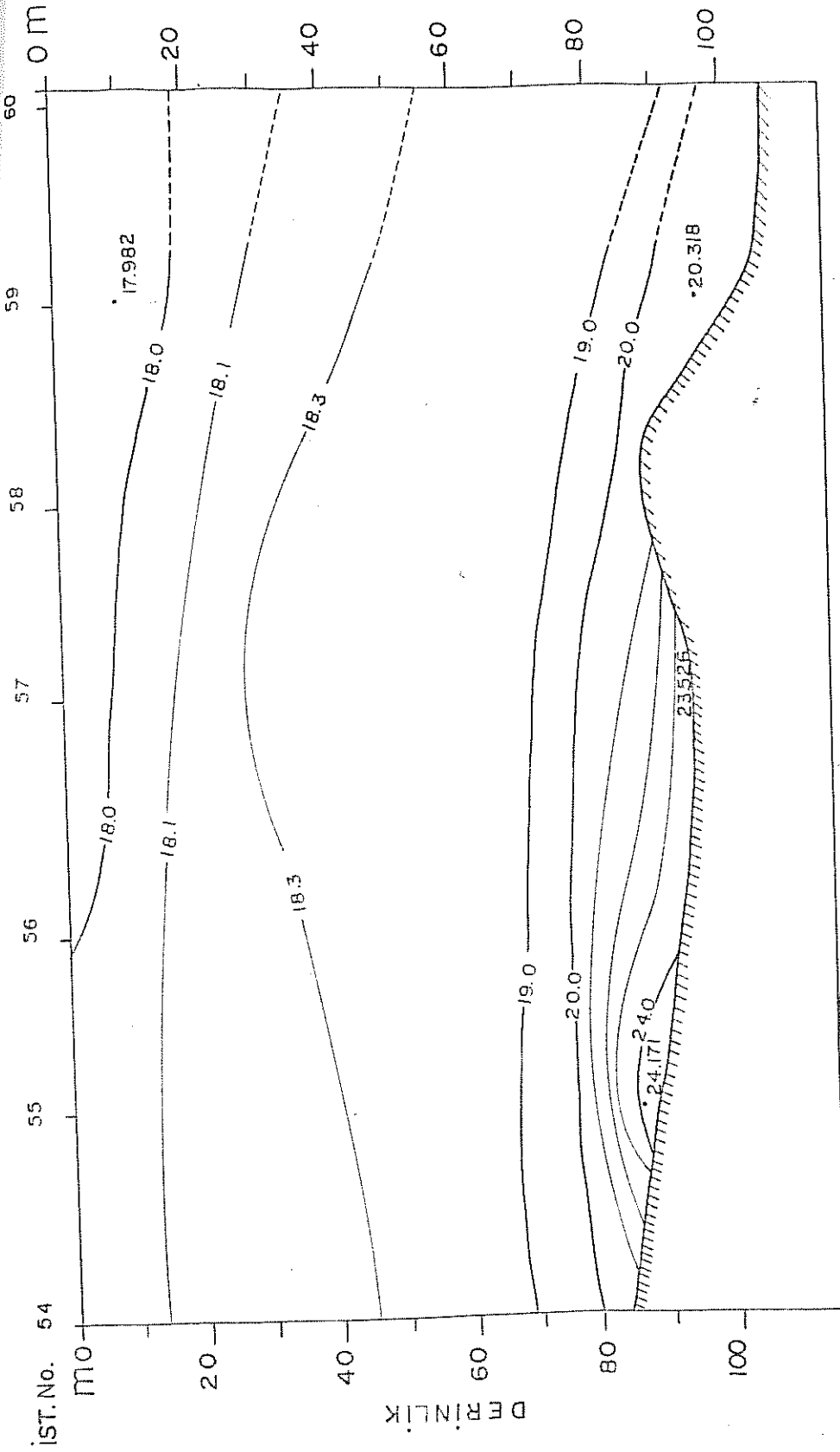




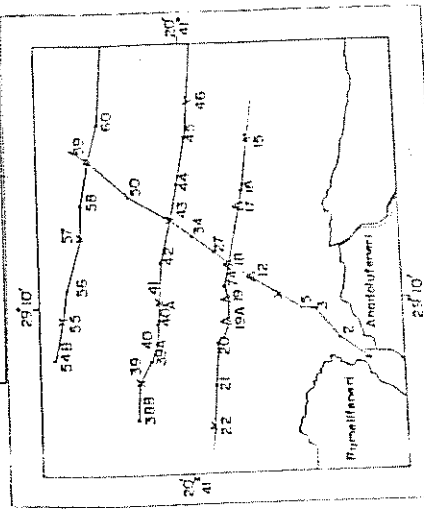
Şekil 4.39 İstanbul Boğazı kıyı seridine paralel Eylül 1984 ayı enine tuzluluk dağılımı

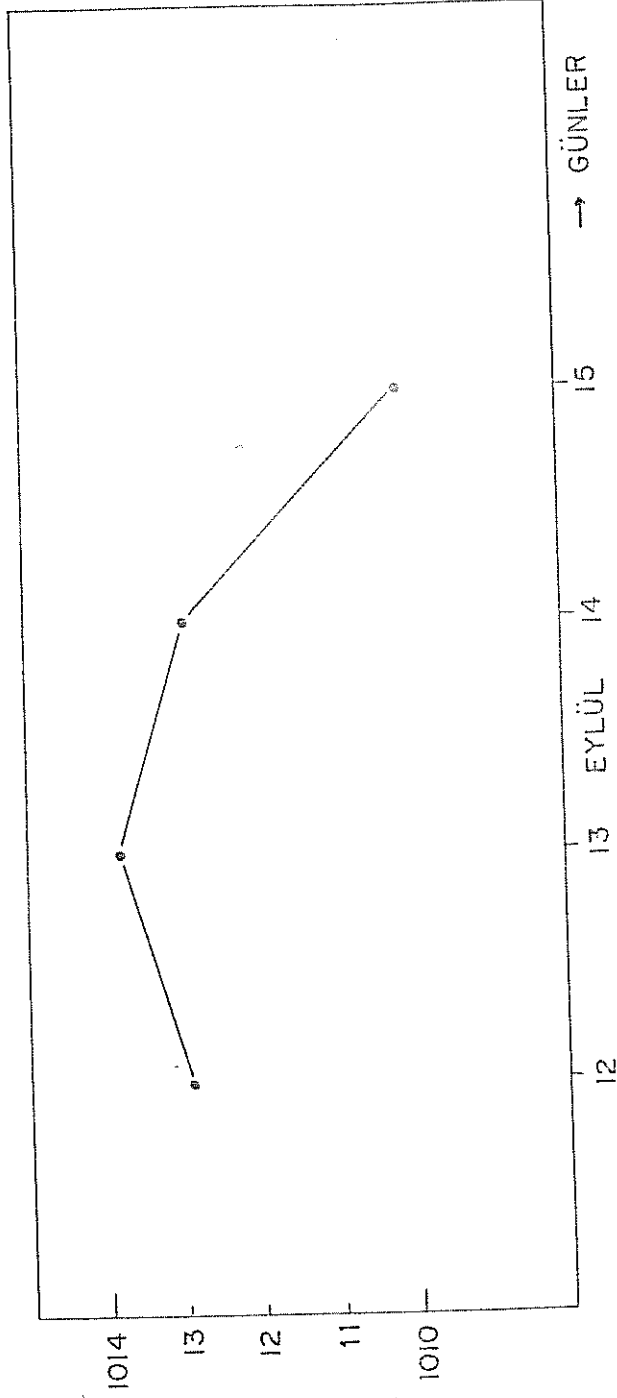


yönelerek dipte ince bir tabaka halinde yayıldığı Şekil 4.40 da görülmektedir. 12-14 Eylül 1984 de yapılan çalışmalarda Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre rüzgar durumu Şekil 4.41 de-
dir. İstanbul Boğazı Karadeniz girişi ve yakın çevresinde Ekim 1983 tarihinde yapılan ölçmelerde diğer aylarda olduğu gibi Boğaz çıkışında Karadeniz'de yüksek tuzluluktaki Akdeniz suyunun varlığı gözlenmiştir. Karadeniz'de Fenerler hattının 3.0 mil dışında, 8 numaralı istasyonda dipte %0 32.3 tuzluluk değerine rastlanırken (Şekil-4.42) Kuzeybatıda %0 34-35.9 tuzluluk değerlerine rastlanılmıştır. Gözlenen bu tuzluluk değerleri batı-doğu yönündeki kesitlerde batıda yüksek tuzluluk değerlerinin varlığının nedenidir (Şekil 4.43). Kuzeybatıda yer alan 20 numaralı istasyonda tuzluluk dipte %0 25.13 olup Akdeniz suyunun bu bölgede dipte etkili olduğunu göstermektedir. Diğer tarafta açıklarda 55-60 numaralı istasyonlarda yüksek %0 20.0 den yüksek tuzluluk gözlenmiştir. 56 numaralı istasyonda dipte %0 23.0 tuzluluk gözlenmiştir. Gözlem zamanındaki meteorolojik veriler Şekil 4.44 dedir. Akdeniz suyunun İstanbul Boğazı'nı geçerek Fenerler hattından Karadeniz'e taşındığı, dipte ince bir tabaka halinde dip topoğrafyasına uyumlu bir şekilde, İstanbul Boğazı ortasındaki kanalın uzantısını izlediğini Kasım ayında yapılan gözlemlerden saptamak olasıdır. Kasım 1982 de yapılan çalışmalarda elde edilen verilerden çizilen tuzluluk kesitlerinde Akdeniz suyunun tuz kama şeklindeki yayılımı açıkça gözlenmektedir. Bu durum boyuna tuzluluk dağılımında (Şekil 4.45) açıkça görülmektedir. Boğaz boyunca uzanan tuz kamasının Boğaz çıkışındaki uzantısı YÜCE,H. (1983) de öngörüldüğü gibi Boğaz çıkışından itibaren yaklaşık 9.0 km. uzakta deniz dibini bulmaktadır. Burada 20 numaralı istasyonda dipte 8.0 metre yükseklikte %0 30.6 tuzluluk değeri saptanmıştır. İstasyon derinliği iskandil kaydına göre belirtilmiştir. İstanbul Boğazı'nın çıkışını izleyen akış hattına dik ilk enine kesitte dipten 10.0 metre yükseklikte %0 34.0 tuzluluk değeri saptanmıştır (Şekil 4.46). Buradan Akdeniz suyunun dipte kanal boyunca ince bir tabaka olarak yayıldığı söylenebilir. Batı tarafında doğyu göre çok az bir tuzluluk artışı vardır. Boğaz çıkışının açıklarında Şekil 4.47 de verilen enine kesitte Akdeniz suyunun dipte kanal boyunca yayıldığı görülmektedir. Gerek

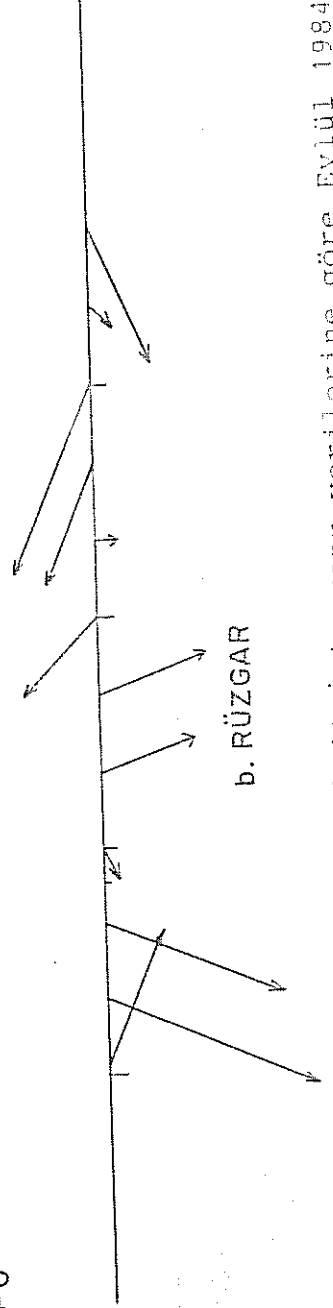
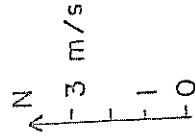


Şekil 4.40 İstanbul Boğazi açıklarında kıyı şeridine paralel Eylül 1984 ayı enine tuzluluk dağılımı



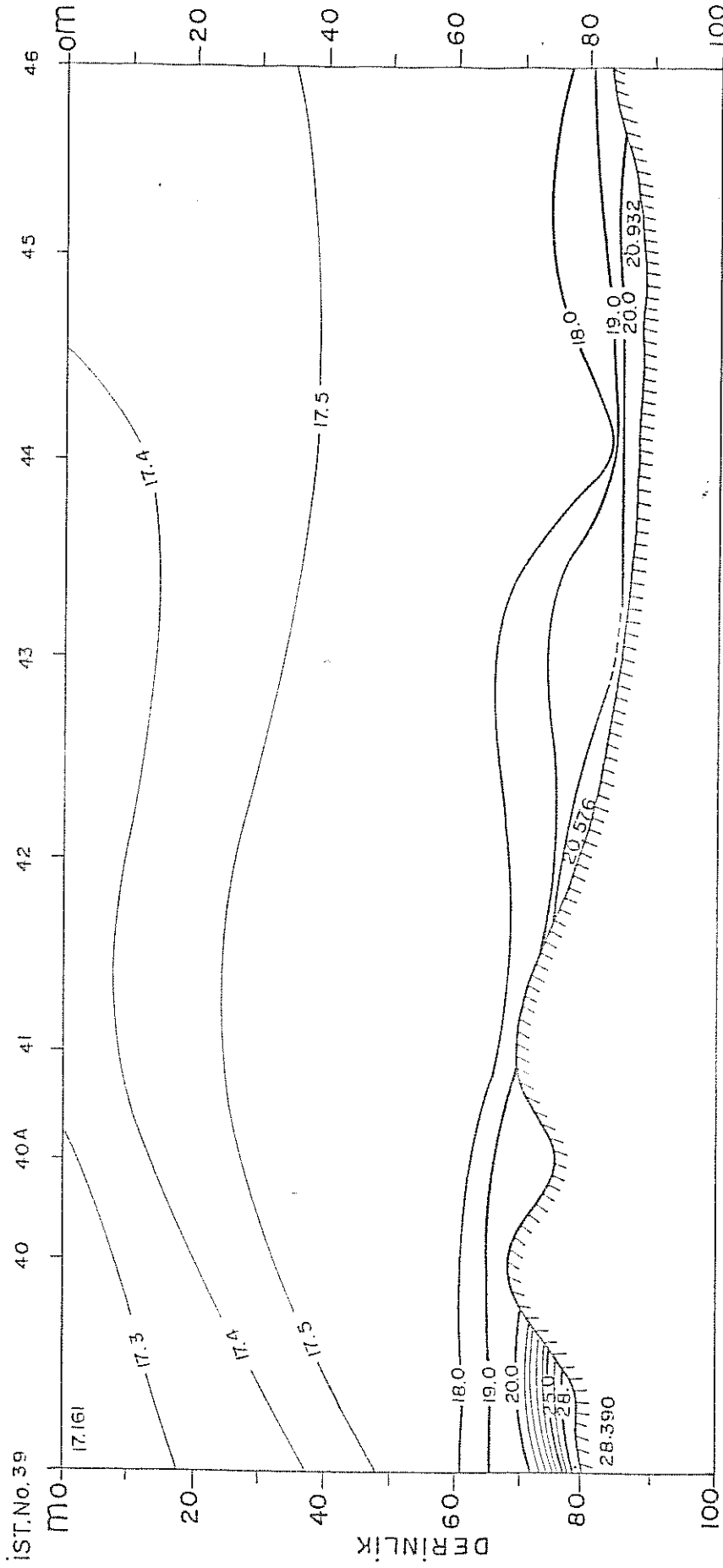


a. BASINÇ

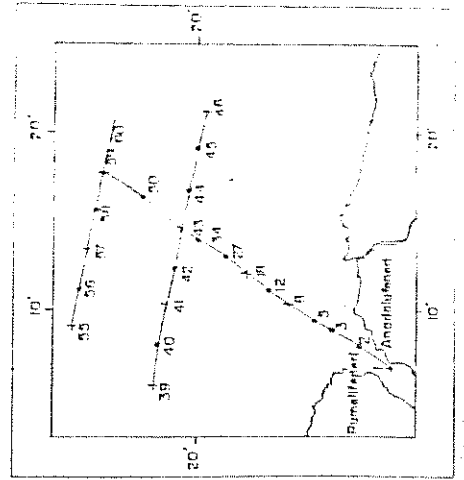


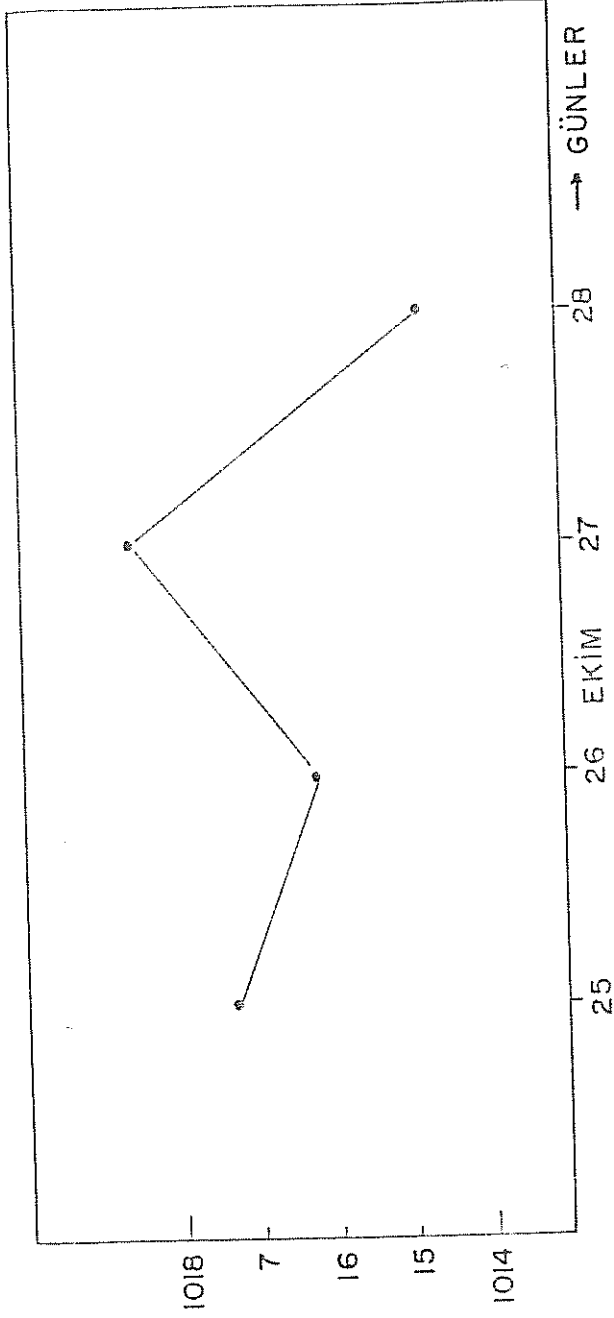
b. RÜZGAR

Şekil 4.41 Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Eylül 1984 ayı gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi

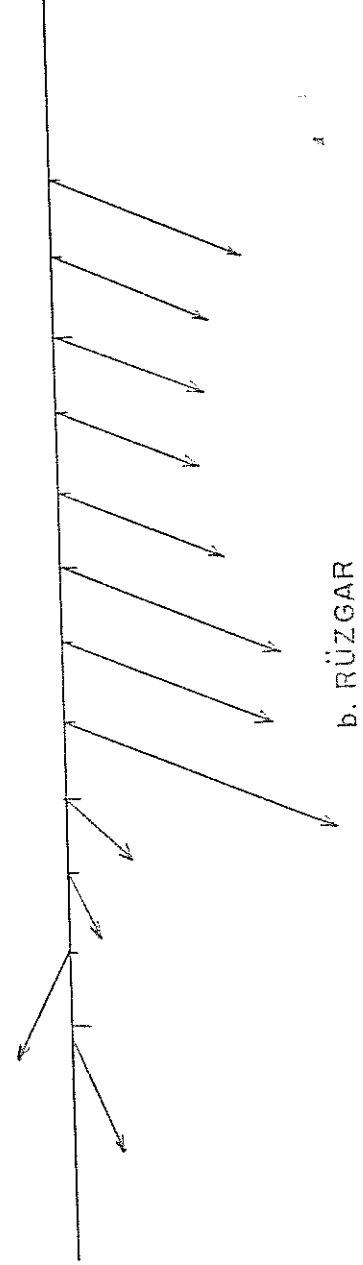
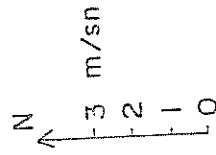


Şekil 4.43 İstanbul Boğazı açıklarında kıyı şeridinde paralel Ekim 1983 ayında enine tuzluluk dağılımı





a. BASINÇ (mb)



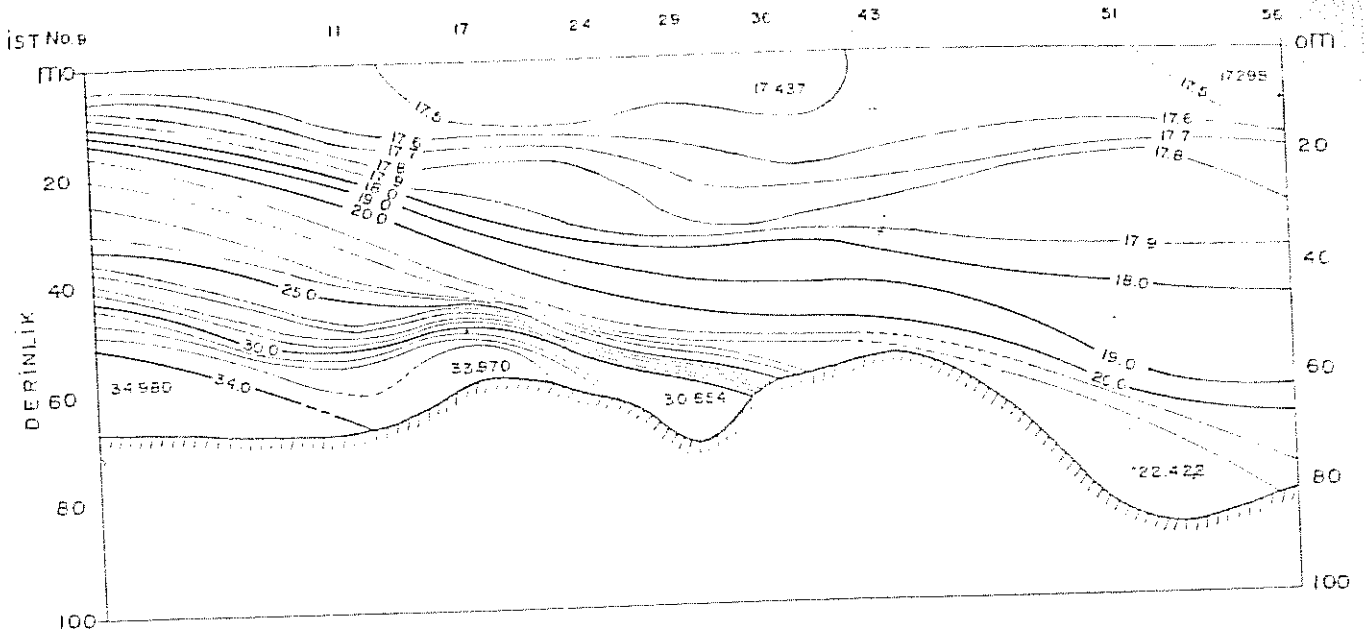
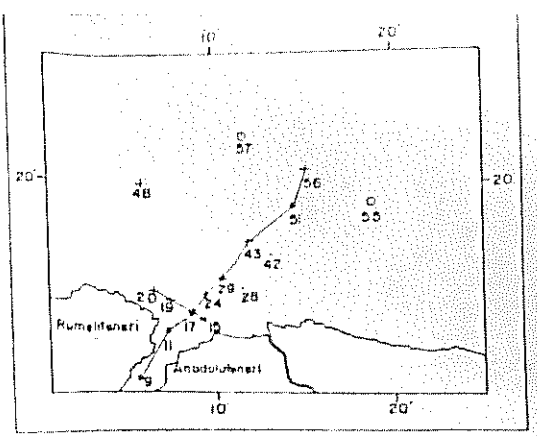
b. RÜZGAR

Şekil 4.44 Sarıyer Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Ekim 1984 ayı gözlem zaman aralığında rüzgar ve basınç değişimi

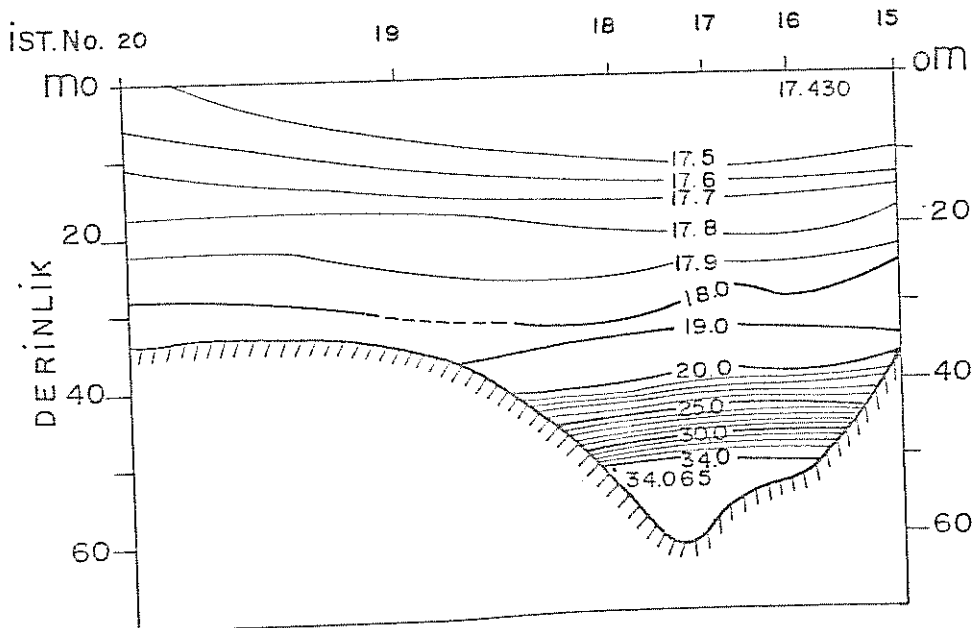
Şekil 4.45 gerekse Şekil 4.47 de gösterilen 29 numaralı istasyonda dipte ‰0 34.0 tuzlulukla birlikte 3.63 ml/l konsantrasyonunda çözünmüş oksijen saptanmıştır. Bölgede bütün su kolonunda çözünmüş oksijen konsantrasyonu 6.0 ml/l den yüksek olup dipte gözlenen bu düşük oksijen konsantrasyonu dipte Akdeniz suyunun yüksek bir karışım oranında ve fakat ince bir tabaka olduğu görülmektedir. Kuzeybatıda yeralan 48 numaralı istasyon ile güneybatıdaki 42 numaralı istasyonlarda dipte tuzluluk ‰0 20 den yüksek, sırasıyla ‰0 21.46 ve ‰0 20.3 dir. Bu değerler Akdeniz suyunun etkileme alanını belirtmektedir. Açıklardaki istasyonlarda dipte tuzluluk yüksek olup, 57 ve 55 numaralı istasyonlarda tuzluluk ‰0 20.0 den yüksektir. Sırasıyla 57 ve 55 A istasyonlarında dipten 6-8 metrede ‰0 20.58 ve ‰0 22.54 tuzluluk değerleri saptanmıştır.

V. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

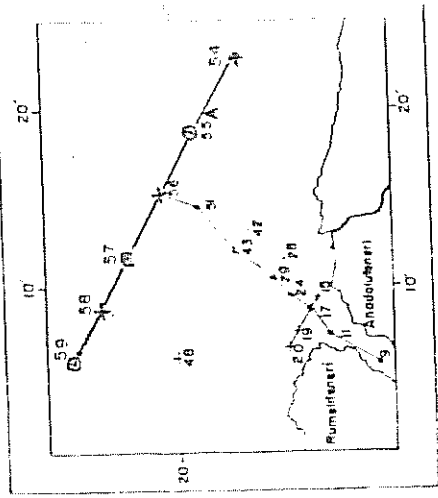
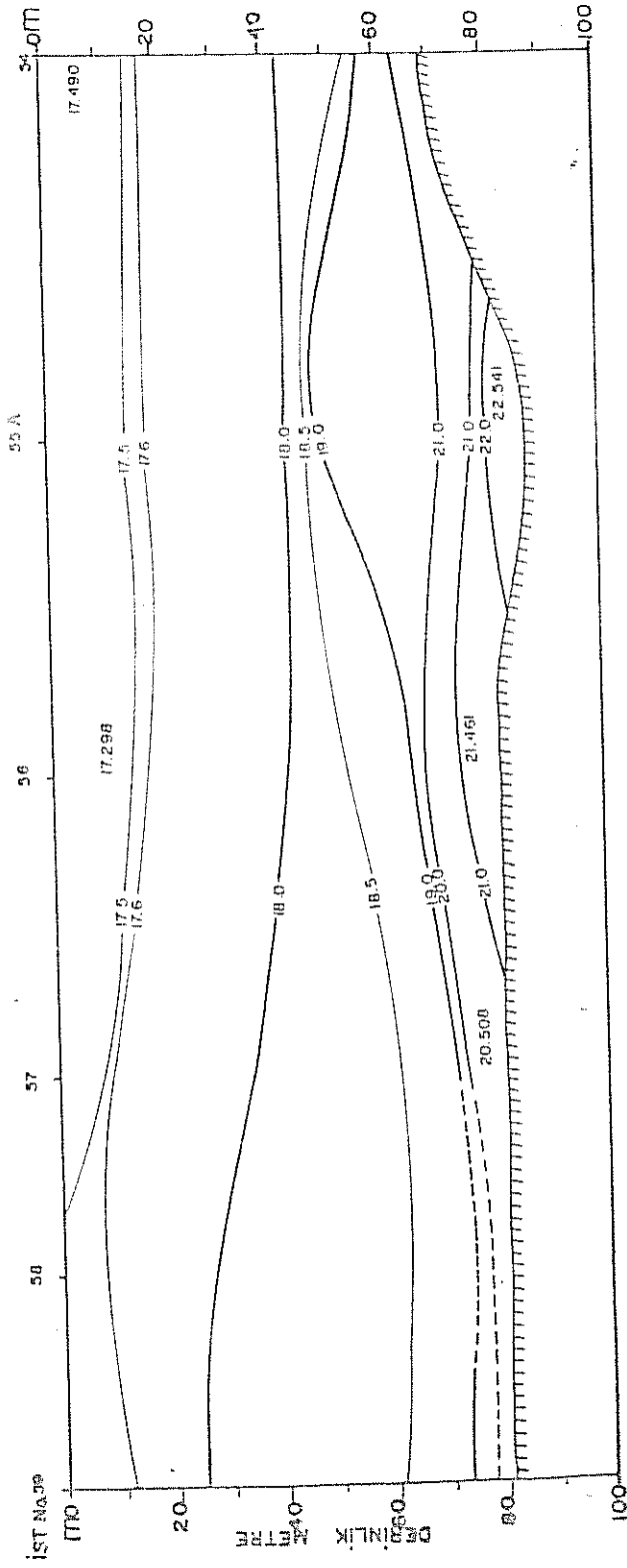
İstanbul Boğazı boyunca ve Karadeniz'de Akdeniz suyunun tuzluluk verilerine dayalı olarak izlenmesi mümkündür. Alt tabaka suyunun İstanbul Boğazı Marmara Denizi girişindeki tuzluluğu ‰0 38.0-38.5, Karadeniz çıkışında ise genellikle ‰0 35.5-36.5 arasında değişmektedir. Yüzey suyu tuzluluğu kuzeyden güneye doğru artmaktadır. Bu artış Akıntı Burnu çevresinde morfolojik etkilerle oluşan ve güney rüzgarları ile zaman zaman daha da kuvvetlenen üste doğru hareket eden dip suyunun oluşturduğu karışım sonucunda daha belirgin olarak gözlenmekte ve bu bölgede bir alın oluşturmaktadır. İstanbul Boğazı'nda Çengelköy ile Akıntı Burnu arası alt suyun belirgin olarak yüzey suları ile geriye döndüğü bir bölgedir. Bu olay Akdeniz suyunun Karadeniz'e akış miktarını sınırlayan etkenlerden birisidir. Bu bölge aynı zamanda yüzey akıntılarını arttırarak Karadeniz sularının Marmara Denizi'ne akışını arttıran kuzeyli rüzgarların çok az etkilediği bir bölgedir. Bunun sonucu olarak alt akıntılarının kuzeyli rüzgarlardan sonra şiddetlenerek Karadeniz'e akışları kısmen sınırlandırılabilir. Rüzgarlar ister kuzeyli olsun ister güneyli olsun Boğaz akıntılarının üzerinde itici rol oynayan, sürekliliği sağlayan bir etkidir. Rüzgar ve basınç değişimi gibi meteorolojik faktörler su bütçesini farklı yönlerde etkileyerek sonuçta Akdeniz suyunun Karadeniz'e akışına neden olan faktörlerdir. Kuzeyli rüzgarlar biran için akıntıları arttırarak Marmara Denizi'ne az tuzlu yüzey sularını taşı-



Şekil 4.45 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında Kasım ayı boyunca tuzluluk dağılımı



Şekil 4.46 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışı Kasım ayı enine tuzluluk dağılımı



Şekil 4.47 İstanbul Boğazı Karadeniz ölü Kasım ayı enine tuzluluk dağılımı

salar dahi rüzgarlardan sonra Marmara'da artan yüzey suyu, Karadeniz'de azalan yüzey suyu Akdeniz suyunun normal koşullara göre daha süratli ve fakat dipte daha ince bir tabakada Karadeniz'e taşınmasına neden olabilir. Alt su akışı kesilmesi halinde normal koşulların tekrar gözlenmesinde aksi yönde akışın fazlalaşması beklenebilir. Meteorolojik koşullara bağlı olarak Akdeniz suyunun taşınma miktarında meydana gelebilir. Kuzeyli rüzgarların alt akıntıları zayıflatması başlangıçta mümkün ise de uzun süreli fırtınalı havalarda alt akıntılarda kısmen dahi olsa bir artım olabilir. Güneyli rüzgarlarda alt su yüzeye çıkararak İstanbul Boğazı'nı kaplarken alt akıntılarla Karadeniz'e çıkış miktarında Karadeniz'de su seviyesi yükselmesi nedeniyle artma değil tersine azalma söz konusu olabilir.

Yapılan ölçmelerde Akdeniz suyunun İstanbul Boğazı'nın tümünde Fenerler hattına kadar bütün aylarda var olduğu gözlenmiştir. Akıntı Burnu vb. fiziki engellerin varlığına rağmen Akdeniz suyu Boğaz'da Karadeniz çıkışına kadar tuzluluk dağılımında belirgin olarak izlenebilmektedir. İstanbul Boğazı'nda kuzey doğru ilerlerken sağ tarafa, Anadolu yakasına yaslanan Akdeniz suyu Akıntı Burnunu geçerken yüzeye çıkarak yüzey akıntıları ile geri dönerken, geriye kalan kısım buradan itibaren Boğaz boyunca uzanan kanalı daha da duyarlı olarak izleyerek yoluna devam etmektedir. Benzer ikinci olay Beykoz koyu kuzeyinde Umuryeri Sığılığı güneyinde meydana gelebilir. Ancak bunun şiddetinin daha az olduğu bölgede Umuryeri Sığılığı fiziki engeli Anadolu yakasına alt akıntılarının zayıflamasına, alt akıntılarının önce karşı yakaya daha sonra kuzeye dönmesine neden olmaktadır. Bu bölgede gözlenen sığılığın muhtemel birikim alanı olması bölgede zayıflayan, etkisini göstermeyen alt akıntılardır. Boğaz yüzey suyu sıcaklığı kışın kuzeyden güneye doğru artmaktadır. Yaz aylarında ise üst tabakada gözlenen sıcaklık minimum tabakasının varlığı, yüzey suyunun güneye doğru sığlaşması nedeniyle yüzey suyu sıcaklıkları yazın kuzeyden güneye doğru azalmaktadır. Alt tabaka dip suyu sıcaklıkları büyük mevsimsel değişiklikler göstermektedirler.

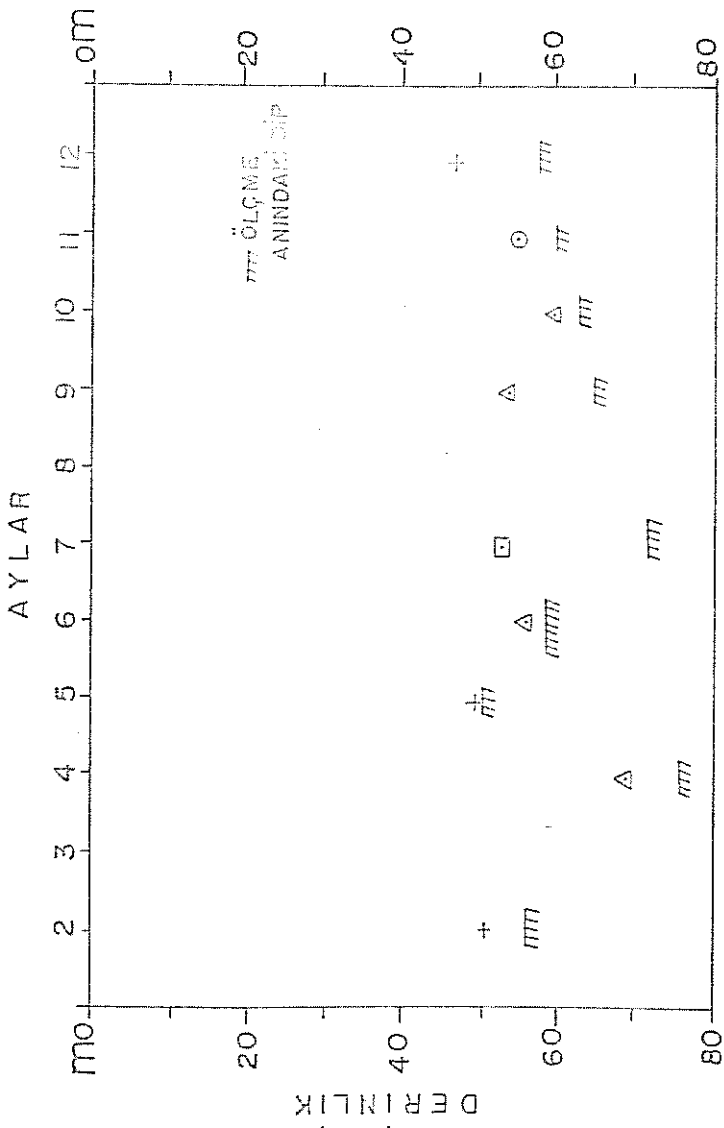
Dipte Akdeniz suyunun varlığı bütün boyuna kesitlerde kuzeye doğru uzanan tuzlu su kamasının varlığı ile gözlenebilmektedir. Tuzlu su kamasının %0 30 eş tuzluluk eğrisinin Boğaz dışındaki Kasım ve Haziran aylarına ait yaklaşık eğimleri ve su derinliğinin çıkışta yaklaşık 70.0 metre ve Boğaz çıkışı boyunca değişmediği varsayılarak Akdeniz suyunun İstanbul Boğazı çıkışı Fenerler hattından 3.3-9.0 km. uzaklığa kadar uzanabileceği YÜCE,H, vd. (1983) tarafından ileri sürülmüş, burada kendi akışı ve Karadeniz kıyusal dip akıntıları ile sürüklenebileceği belirtilmiştir. Tuzlu su kamasının Boğaz Karadeniz çıkışına kadar uzanması durumunda bile kıyusal dip akıntılarının, yüzey sularındaki rüzgar karıştırmaları nedeniyle Karadeniz'e taşınmalarının mümkün olduğunu YÜCE,H, (1983b) belirtmiştir.

İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında mevcut bir eşiğin akışı engellediğinin bazı araştırmacılar tarafından ileri sürüldüğünü belirten YÜCE,H, vd. (1983b) alt suların Karadeniz'de fiziki bir engelle karşılaşsalar dahi bu engel Anadolu feneri Rumeli Feneri dışında olacağından Karadeniz'e ulaşan Akdeniz suyunun burada doğu batı doğrultusundaki dip akıntıları ile İstanbul Boğazı Karadeniz girişi kıta sahanlığına yayılabilmekle olasılığı olduğunu belirtmişlerdir.

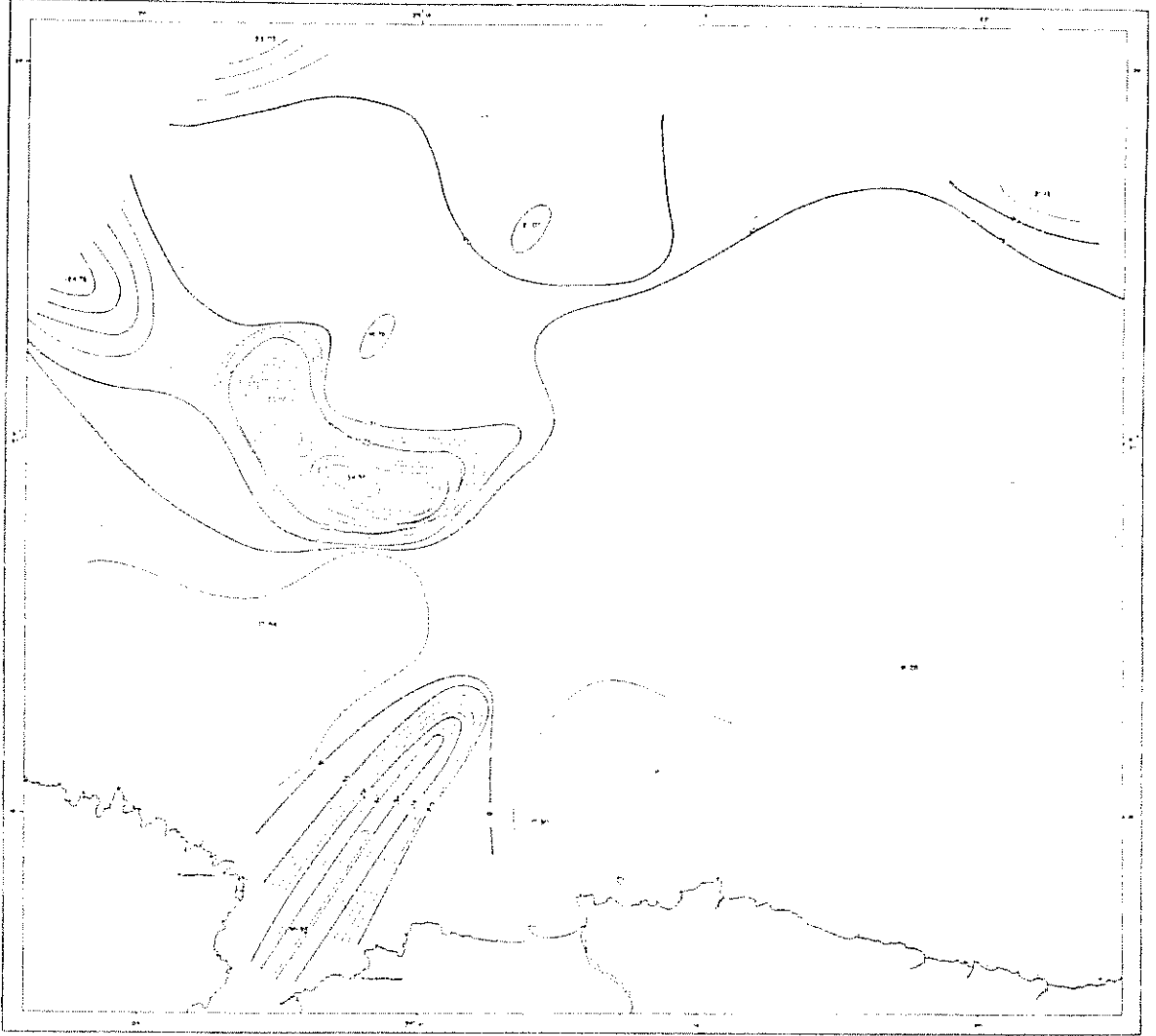
İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında geniş bir alanda yapılan ölçmelerde Karadeniz'in bu bölgesindeki oşinografik koşulların incelenmesine yararlı olabilecek oldukça büyük miktarda veri elde edilmiştir. Toplanan veriler Akdeniz suyunun bölgeye yayılışını ve dağılışını saptamak amacıyla değerlendirilmiştir. Değerlendirmede Akdeniz suyunun Karadeniz yüzey suyuna göre yüksek tuzluluk ve düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu izleme parametreleri olarak kullanılmıştır. Sıcaklığın mevsimsel değişimi, dipte sıcaklık saptamanın pratik güçlükleri nedeniyle Akdeniz suyunun tipik sıcaklıklarının dipte aranması yapılmamıştır. Yapılan ölçmelerde Nansen indirimleri yanında dipte yaklaşık 2.0 ve 4.0 metre derinliklerde iki tuzluluk örneğinin alındığı aylarda Akdeniz suyunun Boğaz boyunca önce kuzey doğuya bilahare kuzey batıya dönerek yayıldığı, daha sonra kuzey-doğu ve doğuya dönerek bölgedeki kıyusal dip akıntılarla orta ve doğu Karadeniz'e doğru yayıldığı gözlenmiştir.

Akdeniz suyu Boğaz boyunca yayılan Akdeniz suyu Boğaz çıkışında çeşitli aylarda yapılan gözlemlerde saptanmıştır. İstanbul Boğazi Karadeniz çıkışında %0 30 tuzluluk değerlerinin çeşitli aylardaki gözlem derinlikleri Şekil 5.1 de gösterilmiştir.

Akdeniz suyu Boğaz çıkışından itibaren 18 numaralı istasyonun batısında 19 numaralı istasyonla 18 numaralı istasyon arasında yer alan bir kanaldan kuzey batıya doğru yayılmaktadır. Şekil 5.2, Şekil 5.5 çeşitli aylardaki dip suyu tuzluluk dağılımları verilmiştir. İstanbul Boğazi çıkışıyla kuzey batıda gözlenen yüksek tuzluluk değerleri arasındaki süreksizlik birbirine çok yakın istasyon mevkiilendirmelerine rağmen Akdeniz suyunun bu istasyon aralarında kuzey batıya gittiğini göstermektedir. Bu düşünce ile 1984 Eylül ayında 18 ve 19 numaralı istasyonlar arasına konuşlandırılan 70 numaralı istasyonda dipte yüksek tuzluluk değerleri gözlenmiş ilave diğer istasyonlarla Akdeniz suyunun kuzey batıya gidiş yolu saptanmıştır (Şekil 5.6). Mevcut çalışmalar Akdeniz suyunun yayılışını açıkça göstermekte olup dipte Eylül ayı verilerine göre 2.0-4.0 metre arasında değişen ince bir tabaka halinde kuzey batıya doğru bir kanalda yayılmaktadır. Kanalin yapısı duyarlı batimetrik verilerle kanıtlanmalıdır. Eylül ayında 18 ve 19 numaralı istasyonlar arasında istasyonda saptanan kanalda Akdeniz suyunun 4.0 metre kalınlığında bir tabakada 0.25-0.5 m/san. akıntı sürati ile taşındığı ve kanalın maksimum genişliğinin 2000 m. olduğu varsayılırsa bu varsayımlara dayalı olarak dipte yaklaşık 2.000-4.000 m³/san. bir su taşınımı olduğu söylenebilir. İstanbul Boğazi çıkışında Karadeniz'de yapılan akıntı ölçmelerinde Akdeniz suyunun yayıldığı kuzeybatı bölgesinde Şekil-5-7 de gösterilen akıntı yön ve sürati tuz kama tipi bir haliç yapısında olan İstanbul Boğazi'nı aşan Akdeniz suyunun kuzey batıya doğru alt akıntılarla taşındığı görüşünü kuvvetlendirmektedir. Fiziki engel ile karşılaşarak akışın devam etmediğini ileri süren araştırmacılar çevresel akıntılarla kuzeybatıya taşındığını sınırlı ölçmeler nedeniyle izleyebilmişler Batıda gözlenen verilere dayalı olarak Akdeniz suyunun Karadeniz'e taşınmadığını ileri sürmüşlerdir. Elde edilen sonuçlar Akdeniz suyunun genellikle Karadeniz'e taşındığını doğrular nitelikte olup Boğazda Akdeniz suyunun büyük bir kısmı yüzey suları ile karışarak Marmara Denizi'ne geri dönmekte ancak çok az bir kısmı Karadeniz'e ulaşabilmektedir.



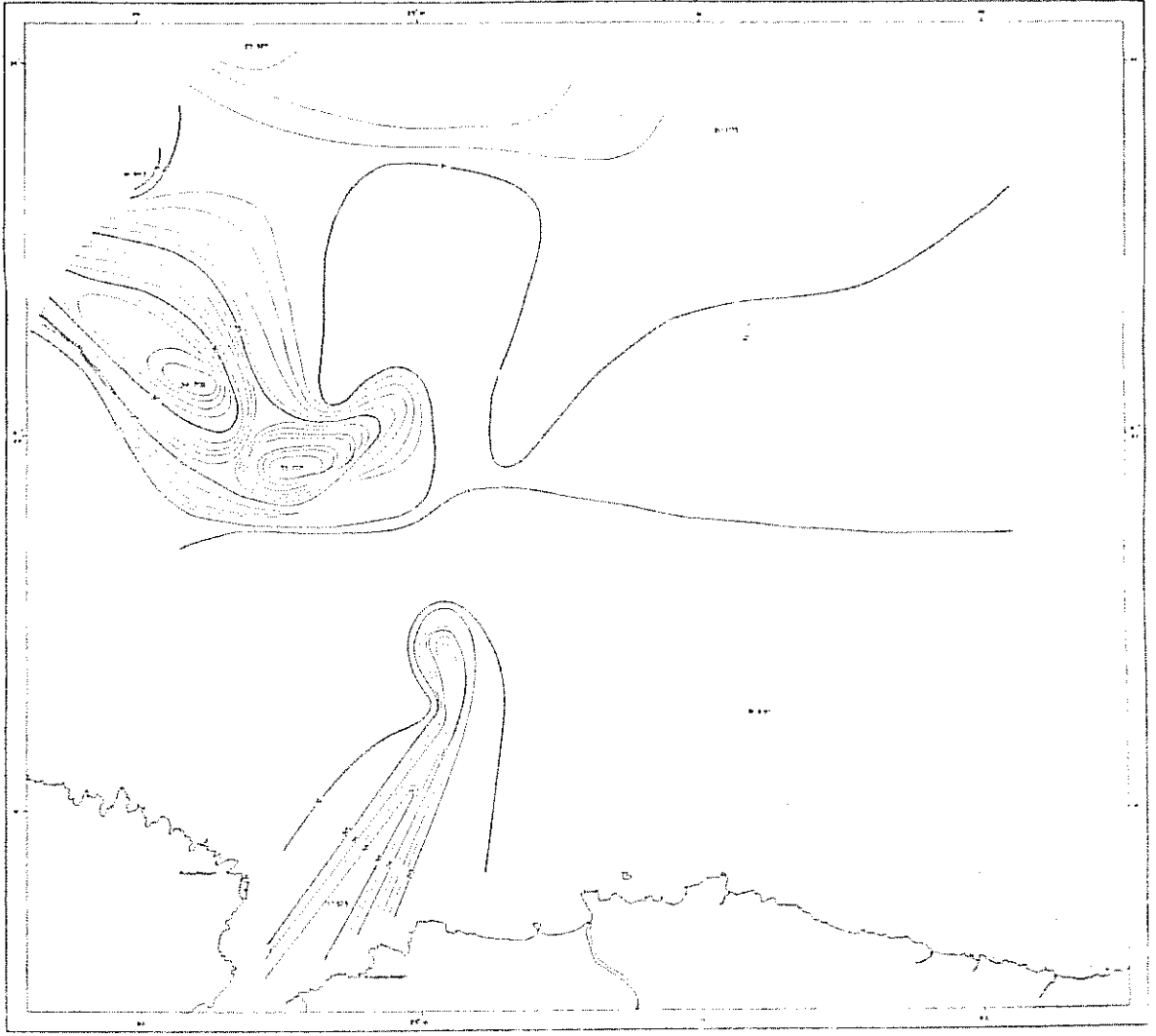
Şekil 5.1 İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında % 30 tuzluluk değerlerinin çeşitli aylardaki gözlem derinlikleri



Şekil 5.2 Nisan ayı dip tuzluluk dağılımı (18-20 Nisan 1984)



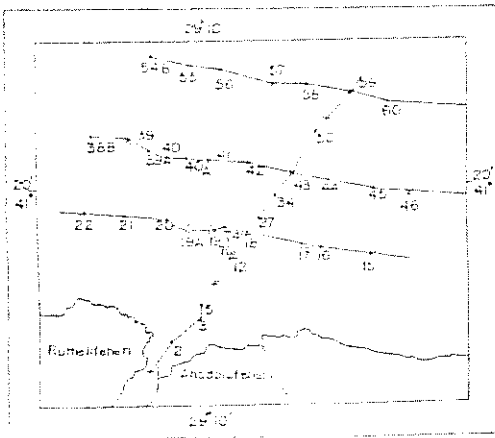
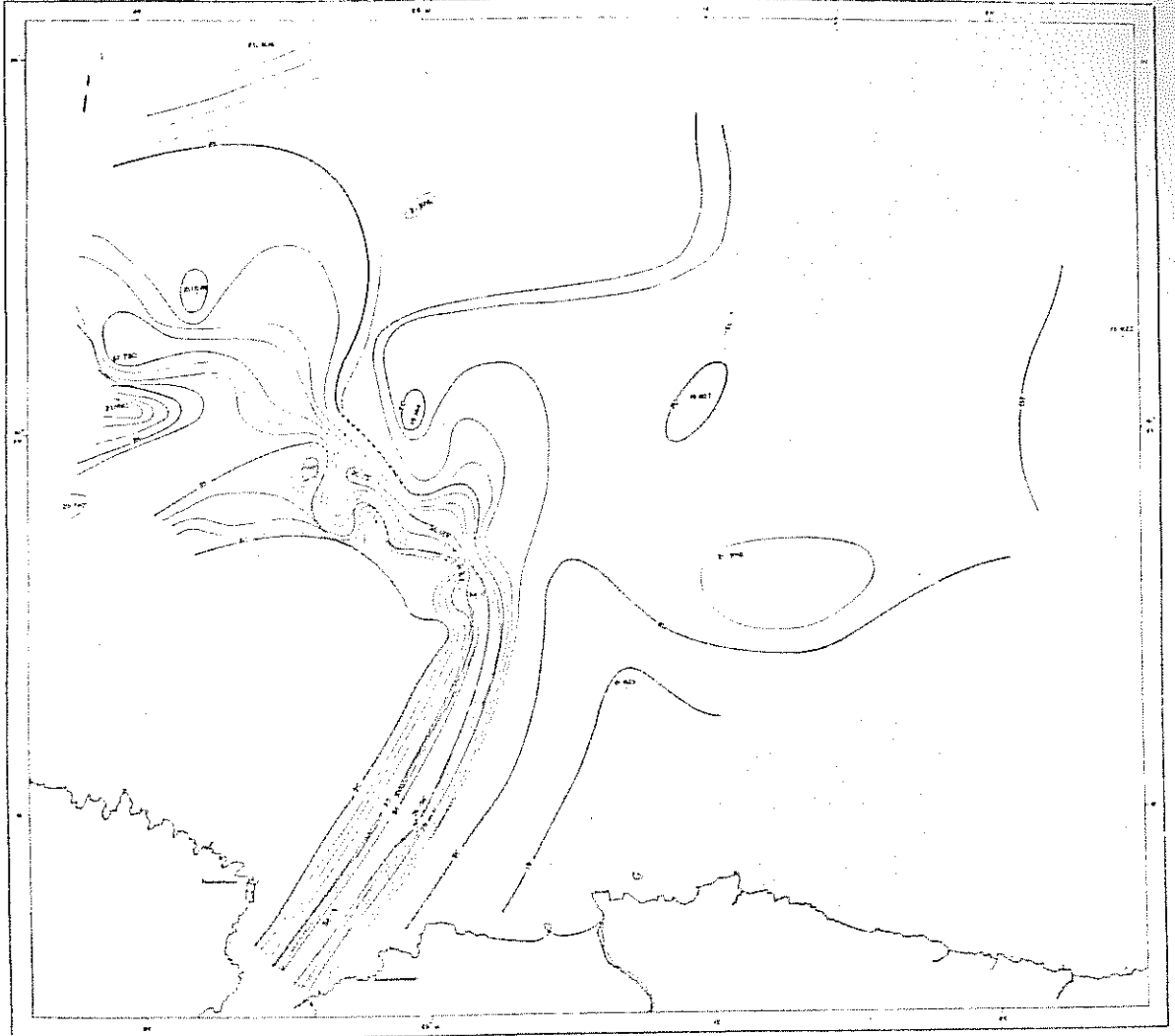
Şekil 5.3 a. Haziran ayı dip tuzluluk dağılımı (21-22 Haziran 1983)



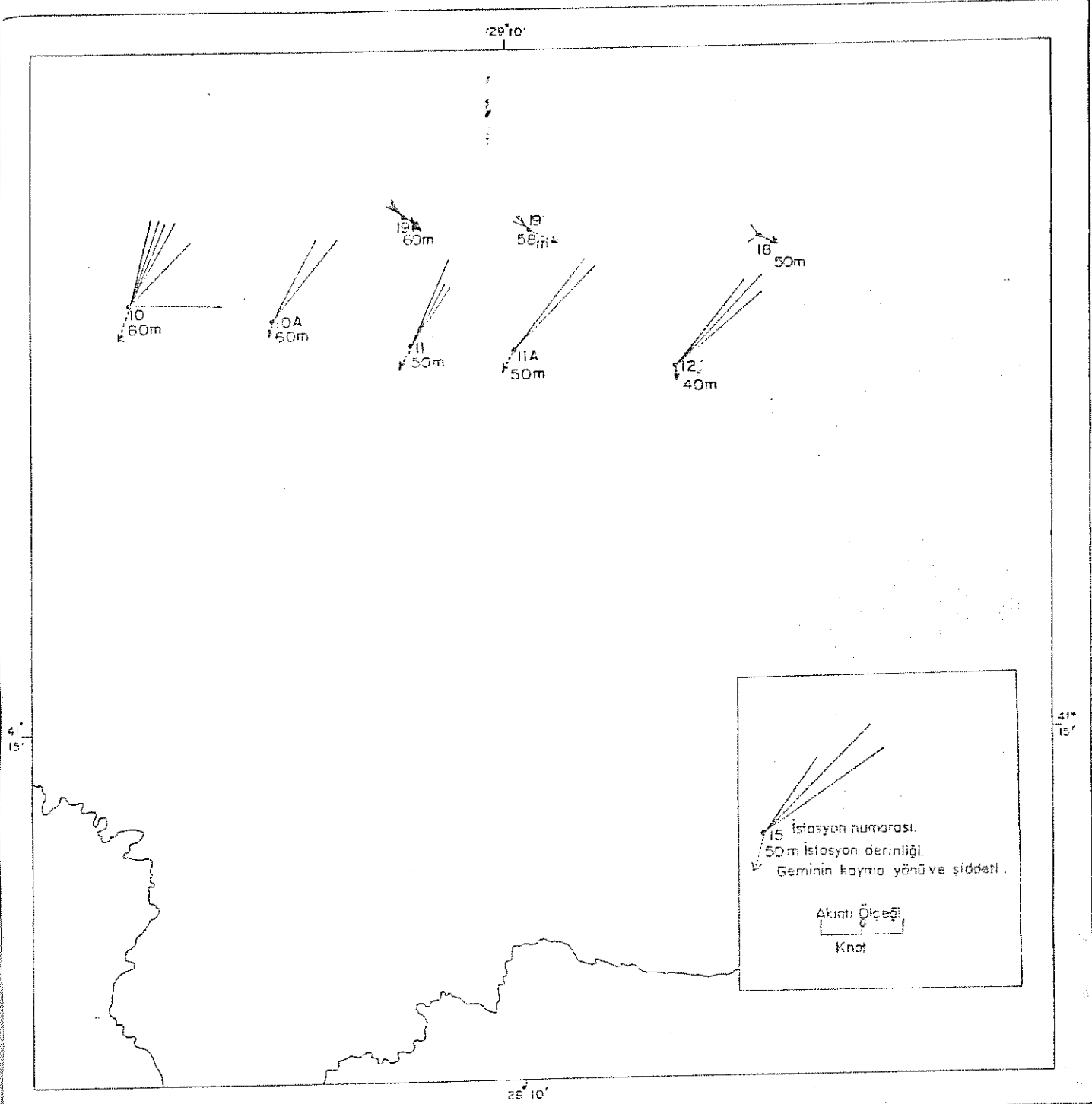
Şekil 5.3 b. Haziran ayı dip tuzluluk dağılımı (27-29 Haziran 1984)



Şekil 5.5 Ekim ayı dip tuzluluk dağılımı (26-28 Ekim 1984)



Şekil 5.6. Eylül ayı dip tuzluluk dağılımı (12--14Eylül 1984)



Şekil 5.7 İstanbul Boğazı Karadeniz girişi önlerinde dip akıntı gözlemleri saçılma diyagramı (Aynı yöndeki gözlemlerin ortalaması alınmıştır)

YARARLANILAN KAYNAKLAR

ARTÜZ I, OĞUZ Cevher (1976) 1967-1970 periyodu süresince Boğaziçi hidrografik şartlarının günlük rasatları İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü yayınları sayı 16, 1976

BOGDANOVA, A.K.(1965) Seasonal Fluctuations and distribution of the Mediterranean waters of the Black Sea. Basic Features geological structure of the hydrologic regime and biology of the Med. Sea ed.by Fomin Accedemy of Sciences, USSR MOSCOW 1965 İn. tercümesi institute of Modern Languages Washington D.C.

BÜYÜKÖZDEN, A., YÜCE, H. BAYRAKTAR, K. (1983) Akdeniz Suyunun İstanbul Boğazı Boyunca ve Karadeniz'de İncelenmesi I. İstanbul Boğazı Sıcaklık, tuzluluk frekans dağılım özellikleri-TÜBİTAK Çevre Araştırmaları Grubu Ara Rapor (1983 a).

BÜYÜKÖZDEN, A., YÜCE, H., BAYRAKTAR, T. (1983) Akdeniz Suyunun İstanbul Boğazı Boyunca ve Karadeniz'de İncelenmesi II. İstanbul Boğazı Boyunca Sıcaklık, Tuzluluk, Yoğunluk (sigma-t) dağılım özellikleri TÜBİTAK Çevre Araştırmaları Grubu Ara Rapor (1983 b).

BEYAZIT, M. ve M. SÜMER, 1982, İstanbul Boğazı'nın Oşinografik ve Hidrolik Etüdü, TÜBİTAK Sulama Tesisleri Ünitesi, Kesin Rapor No.28, İstanbul Teknik Üniversitesi.

GUNNERSON, C.G. ve ÖZTURGUT, 1974 : The Bosphorus, In E.T. Deyens ve D.A. ROSS ed. The Black Sea-Geology, Chemistry and Biology. American Association of Petroleum Geologist, (Memoir 20), 1974.

MÖLLER, L. 1928 : ALFRED MERZ HYDROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN IM Bosphorus UND DARDANELENN veroffentlichungen Inst.Meereskunde an der Universität Berlin, Nue Folge A. Heft 18 Berlin 1928

Ulyott, P. and O. Ilgaz, 1946 : The hydrography of the Bosphorus an Introduction Geo. Rev. v.36, no.1 p.44-60

YÜCE, H. (1984) Karadeniz'de dip tuzluluğunun değişimi. İ.T.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni Sayı 2 yayınlanmak için sunuldu.