

19238

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TABAKALI KÖRFEZLERDEKİ SU KÜTLESİ HAREKETLERİNİN
BELİRLENMESİ VE İZMİT KÖRFEZİNE UYGULANMASI**

DOKTORA TEZİ

Y. Müh. Emel İRTEM

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14 Ekim 1991

Tezin Savunulduğu Tarih : 26 Aralık 1991

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İstemi ÜNSAL

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Emin KARAHAN

Prof. Dr. Ajun KURTER

**T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi**

ARALIK 1991

ÖNSÖZ

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalı Su Programında gerçekleştirilen bu doktora çalışmasında tabakalı körfezlerdeki su kütlesi hareketleri için üç boyutlu bir matematik model geliştirilmiş ve İzmit Körfezine uygulanmıştır.

Sunulan bu doktora çalışması süresince yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm, düşünce ve bilgilerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Prof.Dr.İstemi ÜNSAL'a ve başta Sayın Doç.Dr.Sedat KAPDAŞLI olmak üzere, Hidrolik Anabilim Dalının diğer öğretim üyelerine, Hidrolik Laboratuvarı çalışanlarına en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yardımlarından dolayı, değerli çalışma arkadaşlarımdan Sayın Yard.Doç. Dr.İsmail DURANYILDIZ ve diğer çalışma arkadaşlarıma, ayrıca olanaklarından yararlandığım İ.T.Ü. Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'na ve çalışmalarımı titizlikle yazan Fatma SARI ve Tuncer AKSU'ya teşekkür ederim.

Sabırla bana destek olan eşim Dr.Erdal İRTEM'e ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

NOTASYON LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	xv
ÖZET	xix
SUMMARY	xx
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
BÖLÜM 2. KONU İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER	3
2.1. Temel Denklemler	3
2.2. İzmit Körfezi İçin Mertebe Analizi	10
BÖLÜM 3. KONU İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	16
3.1. Kıyılarda Tatlı Su-Tuzlu Su Girişimi ... İle İlgili Çalışmalar	16
3.2. Tabakalı Akımlar İle İlgili Bazı Matematiksel Modelleme Çalışmaları	22
3.2.1. Tabakalı Akımların Matematiksel Modellenmesi Konusunda Dünyada Yapılmış Bazı Çalışmalar	22
3.2.2. Tabakalı Akımların Matematiksel Modellenmesi Konusunda Ülkemizde Yapılmış Bazı Çalışmalar	26
BÖLÜM 4. MODELİN TASARIMI İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR .	35
4.1. Tatlı Su-Tuzlu Girişimini Gösteren Hidrolik Model Deneyleri	35
4.1.1. Deneyler	36
4.2. Sonlu Farklar Yöntemi İle Çözüm Algoritmasının Oluşturulması	43

4.2.1. Temel Denklemlerin Sonlu Farklar Şeklinde Yazılışı	46
4.2.2. KÖRFEZ-3D Bilgisayar Programının Tanıtımı	47
BÖLÜM 5. MODELİN İZMİT KÖRFEZİNE UYGULANMASI	50
5.1. İzmit Körfezinin Tanıtımı	50
5.1.1. Hidrografi ve Oseonografi	50
5.1.2. Topoğrafya	52
5.1.3. Jeoloji	52
5.1.4. İklim	54
5.1.5. İzmit Körfezi Çevresindeki Yeraltı ve Yüzeysel Su Kaynakları	55
5.1.5.1. İzmit Körfezinin Kuzeyindeki Yeraltı ve Yüzeysel Su Kaynakları	55
5.1.5.2. İzmit Körfezinin Güneyindeki Yeraltı ve Yüzeysel Su Kaynakları	58
5.1.6. Endüstriler	62
5.1.7. Evsel Kaynaklar	62
5.1.8. Genel Değerlendirme	
5.2. İzmit Körfezi ve Çevresindeki Mevcut Ölçümlerin Sınır Şartlarının Belirlenmesi Amacıyla Değerlendirilmesi:	65
5.2.1. Yeraltı Suyu Ölçümleri	65
5.2.1.1. Taşköprü Ovası	66
5.2.1.2. Hersek Ovası	70
5.2.1.3. İzmit-Sapanca-Gölcük Ovaları .	71
5.2.2. Sıcaklık ve Tuzluluk Ölçümleri	73
5.2.3. Hız Ölçümleri	118
5.3. Modelin İzmit Körfezine Uygulanması ...	118
BÖLÜM 6. SONUÇLAR	121
KAYNAKLAR	179
EKLER	183
ÖZGEÇMİŞ	209

NOTASYON LİSTESİ

B	: Karakteristik yatay uzunluk (kõrfezin genişliği)
B_a	: Akifer genişliği
β	: Yayılma katsayısı
f	: Coriolis ivmesi
g	: Yerçekim ivmesi
H	: Toplam su derinliği
h_f	: Su tabakasının (yeraltı su seviyesinin) denizden yüksekliği
h_s	: Tuzlu suyun gözlemlendiđi derinlik
i, j, k	: x, y, z yönündeki grid numaraları
K	: Tatlı su taşıyan ortamın permeabilite katsayısı
K_x, K_y	: Yatay çevri diffüzivite katsayıları
K_z	: Düşey çevri diffüzivite katsayısı
N_x, N_y	: Yatay çevri viskozite katsayıları
N_z	: Düşey çevri viskozite katsayısı,
P	: Basınç,
q	: Kıyı çizgisinin birim genişliğinden boşalan tatlı su debisi
q'	: Birim alandan boşalan tatlı su debisi,
Q	: Debi
S	: Tuzluluk,
t	: Zaman,
T	: Sıcaklık,
T_i	: İletim kapasitesi
u, v, w	: x, y, z doğrultularındaki ortalama hız bileşenleri
U, V, W	: x, y, z doğrultularındaki tipik hız bileşenleri

V_f	: Fiktif hız
ν	: Kinematik viskozite katsayısı
χ	: Moleküler diffüzivite katsayısı
x, y, z	: x, y yatay, z düşey koordinat
$\Delta x, \Delta y, \Delta z$	: x, y, z yönündeki grid uzunlukları
ρ	: Özgül kütle
ρ_o	: Referans özgül kütle
ρ_s	: Tuzlu suyun özgül kütlesi
ρ_f	: Tatlı suyun özgül kütlesi
γ	: Deniz suyunun rölatif özgül kütlesi $(\rho_s - \rho_f) / \rho_f$



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Modelde Kullanılan Koordinat Sistemi	7
Şekil 3.1. Serbest Bir Kıyı Akiferinde Tatlı Su- Tuzlu Su Girişiminin Ghyben-Herzberg Bağıntısına Göre Şematik Gösterimi.....	17
Şekil 3.2. Hubbert Tarafından İleri Sürülen Girişim Yüzeyi.....	18
Şekil 3.3. Tatlı Su-Tuzlu Su Arasında Bir Diffüzyon Zonunun Oluşması.....	20
Şekil 3.4. Kıyı Akiferinde Su Tablası ve Girişim Yüzeyi.....	21
Şekil 3.5. İzmit Körfezinin Kutulara Bölünmesi.....	26
Şekil 3.6. Sümer'in Çalışmasına Göre Körfezdeki Su Hareketleri.....	30
Şekil 3.7. Yaz Mevsimi İçin Üst ve Alt Tabaka Sirkülasyonları.....	32
Şekil 3.8. Yaz Mevsimi İçin Hesaplanan Geçiş Değerleri.....	33
Şekil 3.9. Kış Mevsimi İçin Üst ve Alt Tabaka Sirkülasyonları.....	34
Şekil 3.10. Kış Mevsimi İçin Hesaplanan Geçiş Değerleri.....	34
Şekil 4.1. İki Paralel Plak Arasındaki Akım.....	35
Şekil 4.2. Deney Düzeneginin Genel Görünüşü.....	37
Şekil 4.3. Tatlı Suyun İlerlemesi, Tuzlu Suya Ulaşması, Arayüzeyin Oluşması.....	38
Şekil 4.4. (Devam).....	39
Şekil 4.5. 15 nolu Pozun Yakın Çekimi.....	41
Şekil 4.6. Başka Bir Deneye Ait Yakın Çekim.....	41
Şekil 4.7. Deneylerde Gözlenmiş Tatlı Su-Tuzlu Su Arayüzeyleri	41

Şekil 4.8. Haliçlerdeki Duran Tuzlu Su Kaması İçindeki Su Kütlesi Hareketleri.....	42
Şekil 4.9. Duran Tuzlu Su Kaması İçindeki Su Hareketi Nedeni İle Gözlenen Arayüzey Profili ve Teorik Arayüzeyden Sapma.....	42
Şekil 4.10. Dikdörtgen Ağın Geometrisi	43
Şekil 5.1. İzmit Körfezi.....	51
Şekil 5.2. Jeolojik Harita	53
Şekil 5.3. Z_0 , X_0 , d nin Gösterimi.....	65
Şekil 5.4. İzmit Körfezi Batimetrik Haritası	67
Şekil 5.5. Hersek ve Taşköprü Ovaları Yeraltı Suyu Eş Seviye Eğrileri Haritaları.....	69
Şekil 5.6. İzmit Körfezindeki Ölçüm İstasyonları.....	73
Şekil 5.7. 1-A-2 İstasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	75
Şekil 5.8. 1-A-2 İstasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	76
Şekil 5.9. 1-A-2 İstasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	77
Şekil 5.10. 1-A-2 İstasyonlarının Mayıs 1985 Ayına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	78
Şekil 5.11. B-3-C İstasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	79
Şekil 5.12. B-3-C İstasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	80
Şekil 5.13. B-3-C İstasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	81
Şekil 5.14. B-3-C İstasyonlarının Mayıs 1985 Ayına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	82
Şekil 5.15. 5-D-6 İstasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	83

Şekil 5.16.	5-D-6 İstasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	84
Şekil 5.17.	5-D-6 İstasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	85
Şekil 5.18.	5-D-6 İstasyonlarının Mayıs 1985 Ayına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	86
Şekil 5.19.	8-F-9 İstasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	87
Şekil 5.20.	8-F-9 İstasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	88
Şekil 5.21.	8-F-9 İstasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	89
Şekil 5.22.	8-F-9 İstasyonlarının Mayıs 1985 Ayına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	90
Şekil 5.23.	13-14-15 İstasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	91
Şekil 5.24.	13-14-15 İstasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	92
Şekil 5.25.	13-14-15 İstasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	93
Şekil 5.26.	13-14-15 İstasyonlarının Mayıs 1985 Ayına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	94
Şekil 5.27.	1-A-2 İstasyonları Arasındaki Akım Yönleri.....	95
Şekil 5.28.	B-3-C İstasyonları Arasındaki Akım Yönleri.....	96
Şekil 5.29.	5-D-6 İstasyonları Arasındaki Akım Yönleri.....	97
Şekil 5.30.	8-F-9 İstasyonları Arasındaki Akım Yönleri.....	98
Şekil 5.31.	13-14-15 İstasyonları Arasındaki Akım Yönleri.....	99

Şekil 5.32.	1-B-5-8-14 İstasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	100
Şekil 5.33.	1-B-5-8-14 İstasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	101
Şekil 5.34.	1-B-5-8-14 İstasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	102
Şekil 5.35.	1-B-5-8-14 İstasyonlarının Mayıs 1985 Ayına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	103
Şekil 5.36.	A-3-D-F-14 İstasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	104
Şekil 5.37.	A-3-D-F-14 İstasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	105
Şekil 5.38.	A-3-D-F-14 İstasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	106
Şekil 5.39.	A-3-D-F-14 İstasyonlarının Mayıs 1985 Ayına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	107
Şekil 5.40.	2-C-6-9-14 İstasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	108
Şekil 5.41.	2-C-6-9-14 İstasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık 1984 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	109
Şekil 5.42.	2-C-6-9-14 İstasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 Aylarına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	110
Şekil 5.43.	2-C-6-9-14 İstasyonlarının Mayıs 1985 Ayına Ait Derinlik- σ_t Eğrileri.....	111
Şekil 5.44.	1-B-5-8-14 İstasyonları Arasındaki Akım Yönleri.....	112
Şekil 5.45.	A-3-D-F-14 İstasyonları Arasındaki Akım Yönleri.....	113
Şekil 5.46.	2-C-6-9-14 İstasyonları Arasındaki Akım Yönleri.....	114
Şekil 5.47.	12 m. Derinlikteki Su Kütlesi Hareketleri.....	115

Şekil 5.48.	18 m. Derinlikteki Su Kütlesi Hareketleri.....	116
Şekil 5.49.	25 m. Derinlikteki Su Kütlesi Hareketleri.....	117
Şekil 5.50.	İzmit Körfezinin Aralık 1984'e Ait Ölçümleri	118
Şekil 5.51.	İzmit Körfezinin Planda İdealleştirilmiş Hali	120
Şekil 6.1.	Serbest Yüzeydeki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	125
Şekil 6.2.	10 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	125
Şekil 6.3.	20m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	126
Şekil 6.4.	30 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	126
Şekil 6.5.	40 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	127
Şekil 6.6.	50 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	127
Şekil 6.7.	60 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	128
Şekil 6.8.	70 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	128
Şekil 6.9.	80 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	129
Şekil 6.10.	90 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	129
Şekil 6.11.	100 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	130
Şekil 6.12.	110 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	130
Şekil 6.13.	120 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	131
Şekil 6.14.	130 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	131
Şekil 6.15.	140 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları.....	132
Şekil 6.16.	1 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	133

Şekil 6.17.	2 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	133
Şekil 6.18.	3 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	134
Şekil 6.19.	4 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	134
Şekil 6.20.	5 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	135
Şekil 6.21.	6 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	135
Şekil 6.22.	7 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	136
Şekil 6.23.	8 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	136
Şekil 6.24.	9 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	137
Şekil 6.25.	10 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	137
Şekil 6.26.	11 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	138
Şekil 6.27.	12 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	138
Şekil 6.28.	13 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	139
Şekil 6.29.	14 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	139
Şekil 6.30.	15 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	140
Şekil 6.31.	16 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	140
Şekil 6.32.	17 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	141
Şekil 6.33.	18 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	141
Şekil 6.34.	19 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	142
Şekil 6.35.	20 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	142
Şekil 6.36.	21 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	143
Şekil 6.37.	22 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	143
Şekil 6.38.	23 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	144
Şekil 6.39.	24 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	144
Şekil 6.40.	25 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	145
Şekil 6.41.	26 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	145
Şekil 6.42.	27 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	146
Şekil 6.43.	28 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	146
Şekil 6.44.	29 nolu Enkesitteki Akım Hızları.....	147

Şekil 6.45.	Serbest Yüzeydeki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	148
Şekil 6.46.	10 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	149
Şekil 6.47.	20 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	150
Şekil 6.48.	30 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	151
Şekil 6.49.	40 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	152
Şekil 6.50.	50 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	153
Şekil 6.51.	60 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	154
Şekil 6.52.	70 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	155
Şekil 6.53.	80 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	156
Şekil 6.54.	90 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	157
Şekil 6.55.	100 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	158
Şekil 6.56.	110 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	159
Şekil 6.57.	120 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	160
Şekil 6.58.	130 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	161
Şekil 6.59.	140 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	162
Şekil 6.60.	150 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri.....	163
Şekil 6.61.	1 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	164
Şekil 6.62.	2 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	164
Şekil 6.63.	3 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	165
Şekil 6.64.	4 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	165
Şekil 6.65.	5 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	166
Şekil 6.66.	6 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	166

Şekil 6.67.	7 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	167
Şekil 6.68.	8 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	167
Şekil 6.69.	9 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	168
Şekil 6.70.	10 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	168
Şekil 6.71.	11 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	169
Şekil 6.72.	12 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	169
Şekil 6.73.	13 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	170
Şekil 6.74.	14 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	170
Şekil 6.75.	15 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	171
Şekil 6.76.	16 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	171
Şekil 6.77.	17 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	172
Şekil 6.78.	18 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	172
Şekil 6.79.	19 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	173
Şekil 6.80.	20 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	173
Şekil 6.81.	21 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	174
Şekil 6.82.	22 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	174
Şekil 6.83.	23 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	175
Şekil 6.84.	24 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	175
Şekil 6.85.	25 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	176
Şekil 6.86.	26 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	176
Şekil 6.87.	27 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	177
Şekil 6.88.	28 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	177
Şekil 6.89.	29 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri.....	178

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Sweco-Bmb Çalışmasına Göre Su Kütlesi Hareketleri.....	27
Tablo 3.2. Sümer'in Çalışmasına Göre Türbülansın Sebebi Olduğu Karışım.....	30
Tablo 4.1. Genel Giriş Bilgileri	48
Tablo 4.2. Enkesitteki Bütün Sınır Noktaları İçin Tekrarlanacak Olan Giriş Bilgileri	48
Tablo 4.3. Enkesitte Hesabı Yapılan Her Noktaya Ait Çıkış Bilgileri	48
Tablo 5.1. İzmit Körfezi Hidrografik Bölgelerin Fiziksel Karakteristikleri.....	50
Tablo 5.2. İzmit Körfezindeki Rüzgarların Hız ve Doğrultuları.....	55
Tablo 5.3. İzmit Körfezinin Kuzeyindeki Bölgelerin Yeraltı Suyu Bilançoları.....	57
Tablo 5.4. İzmit Körfezinin Güneyindeki Ovaların Yeraltı Suyu Bilançoları.....	59
Tablo 5.5. İzmit Körfezini Çevreleyen Ovalardaki Yeraltı Suyu Potansiyeli ve Kullanım Envanteri.....	60
Tablo 5.6. Önem ve Öncelikli Endüstrilerin Bugünkü Durumları.....	63
Tablo 5.7. Körfeze Eysel Kaynaklardan Gelen Atık Su Debileri.....	64
Tablo 5.8. İzmit Körfezine Gelen Toplam Atık Su Debileri.....	64
Tablo 5.9. Sıcaklık (T) ve Tuzlulukla (S) Değişen Sigma-t (σ_t) Değerleri	68
Tablo 6.1. Hesaplanan Bazı Değerlerle Ölçüm Değerlerinin Mukayesesi.....	122
Tablo A.1. 1-A-2 İstasyonları Temmuz 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	184

Tablo A.2.	1-A-2 İstasyonları Ağustos 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	184
Tablo A.3.	1-A-2 İstasyonları Eylül 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	185
Tablo A.4.	1-A-2 İstasyonları Ekim 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	185
Tablo A.5.	1-A-2 İstasyonları Kasım 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	186
Tablo A.6.	1-A-2 İstasyonları Aralık 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	186
Tablo A.7.	1-A-2 İstasyonları Ocak 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	187
Tablo A.8.	1-A-2 İstasyonları Mart 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	187
Tablo A.9.	1-A-2 İstasyonları Nisan 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	188
Tablo A.10.	1-A-2 İstasyonları Mayıs 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	188
Tablo A.11.	B-3-C İstasyonları Temmuz 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	189
Tablo A.12.	B-3-C İstasyonları Ağustos 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	189
Tablo A.13.	B-3-C İstasyonları Eylül 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	190
Tablo A.14.	B-3-C İstasyonları Ekim 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	190
Tablo A.15.	B-3-C İstasyonları Kasım 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	191
Tablo A.16.	B-3-C İstasyonları Aralık 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	191
Tablo A.17.	B-3-C İstasyonları Ocak 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	192
Tablo A.18.	B-3-C İstasyonları Mart 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	192
Tablo A.19.	B-3-C İstasyonları Nisan 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	193
Tablo A.20.	B-3-C İstasyonları Mayıs 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	193

Tablo A.21.	5-D-6 İstasyonları Temmuz 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	194
Tablo A.22.	5-D-6 İstasyonları Ağustos 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	194
Tablo A.23.	5-D-6 İstasyonları Eylül 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	195
Tablo A.24.	5-D-6 İstasyonları Ekim 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	195
Tablo A.25.	5-D-6 İstasyonları Kasım 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	196
Tablo A.26.	5-D-6 İstasyonları Aralık 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	196
Tablo A.27.	5-D-6 İstasyonları Ocak 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	197
Tablo A.28.	5-D-6 İstasyonları Mart 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	197
Tablo A.29.	5-D-6 İstasyonları Nisan 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	198
Tablo A.30.	5-D-6 İstasyonları Mayıs 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	198
Tablo A.31.	8-F-9 İstasyonları Temmuz 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	199
Tablo A.32.	8-F-9 İstasyonları Ağustos 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	199
Tablo A.33.	8-F-9 İstasyonları Eylül 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	200
Tablo A.34.	8-F-9 İstasyonları Ekim 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	200
Tablo A.35.	8-F-9 İstasyonları Kasım 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	201
Tablo A.36.	8-F-9 İstasyonları Aralık 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	201
Tablo A.37.	8-F-9 İstasyonları Ocak 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	202
Tablo A.38.	8-F-9 İstasyonları Mart 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	202
Tablo A.39.	8-F-9 İstasyonları Nisan 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	203

Tablo A.40.	8-F-9 İstasyonları Mayıs 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	203
Tablo A.41.	13-14-15 İstasyonları Temmuz 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	204
Tablo A.42.	13-14-15 İstasyonları Ağustos 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	204
Tablo A.43.	13-14-15 İstasyonları Eylül 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	205
Tablo A.44.	13-14-15 İstasyonları Ekim 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	205
Tablo A.45.	13-14-15 İstasyonları Kasım 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	206
Tablo A.46.	13-14-15 İstasyonları Aralık 1984 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	206
Tablo A.47.	13-14-15 İstasyonları Ocak 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	207
Tablo A.48.	13-14-15 İstasyonları Mart 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	207
Tablo A.49.	13-14-15 İstasyonları Nisan 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	208
Tablo A.50.	13-14-15 İstasyonları Mayıs 1985 Sıcaklık, Tuzluluk ve σ_t Değerleri.....	208

ÖZET

Bu çalışmada, körfezlerdeki tabakalı akımlar için üç boyutlu bir matematik model geliştirilmiştir. Yeraltı suyunun körfeze girişi de gözönüne alınmıştır.

Altı bölüm halinde sunulan bu çalışmanın birinci bölümünde çalışmanın amacı ve kapsamı açıklanmıştır.

İkinci bölümde, su kütlesi hareketleri için geliştirilmiş matematik modellerin temeli olan Navier-Stokes, kütlelenin korunumu, tuz dengesi ve durum denklemi ile ilgili bilgiler verilmiştir. Denklemlerin elde edilmesinde kullanılan Boussinesq ve hidrostatik basınç dağılışı yaklaşımları ile bazı kabul, sadeleştirme çalışmaları ele alınmıştır. Hareket, süreklilik ve tuz dengesi denklemlerinin İzmit Körfezine ait datalarla mertebe analizi yapılmıştır.

Üçüncü bölüm iki alt bölüm halinde sunulmuştur. Birinci alt bölümde kıyılarda tatlı su - tuzlu su girişimi ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. İkinci alt bölümde ise tabakalı akımların matematiksel modellenmesi ile ilgili dünyada ve ülkemizde yapılmış çalışmalar özetlenmiş, kritiği yapılmıştır.

Dördüncü bölümde, tatlı su-tuzlu su girişimini gözlemek amacıyla gerçekleştirilen hidrolik model deneyleri, deney fotoğrafları ve elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Daha sonra geliştirilen matematik modele ait çözüm algoritması ve temel denklemlerin sonlu farklarla yazılmış ifadeleri verilmiştir. Ayrıca körfezlerdeki tabakalı akımların üç boyutlu matematik modeli için hazırlanan FORTRAN-77 dilinde kodlanmış KÖRFEZ-3D bilgisayar programı tanıtılmıştır.

Geliştirilen matematik modelin İzmit Körfezine uygulanması düşünülmüş olduğundan beşinci bölümde İzmit Körfezinin hidrografik, oseanografik, topoğrafik, jeolojik özellikleri, iklimi, yeraltı ve yüzeysel su kaynakları, çevresindeki endüstrileri ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. Ayrıca, sınır şartlarının belirlenmesi amacıyla İzmit Körfezi ve çevresindeki ovalara ait yeraltı suyu ölçümleri ile Körfezdeki sıcaklık, tuzluluk ve hız ölçümleri değerlendirilmiştir. İzmit Körfezindeki tabakalı akımın nümerik çözümü, geliştirilen KÖRFEZ-3D bilgisayar programı yardımı ile yapılmıştır.

Altıncı bölümde, bu çalışmada elde edilen sonuçlar açıklanmıştır. İzmit Körfezine ait 16 yatay ve 29 düşey düzlemde akım hızları ve tuzluluk eğrileri sunulmuş, su kütlesi hareketlerinin yorumu yapıp ölçümlerle uyumu gösterilmiştir.

DETERMINATION OF WATER BODY MOVEMENT IN STRATIFIED BAYS AND ITS APPLICATION TO THE IZMIT BAY

SUMMARY

In recent years, bays, estuaries and open coasts have been polluted by direct and indirect waste water discharge as a result of growth of population and industrial development. Hydrodynamic properties of these type of water resources must be very well known in order to conserve and use them optimally. This is possible with hydraulic and mathematical modelling. In hydraulic modelling some effective parameters which are important in phenomena can not be realized in laboratory conditions resulting generally with unrealistic results. In addition hydraulic model works need to spend longer time and higher cost because of the limited physical and capital capacity of laboratories. Field measurements of flow characteristics should be carried out extensively in a long time period in order to obtain a safe design. But extensive measuring programmes are quite difficult with regard to time and cost. Moreover it is impossible to measure various alternatives if it is necessary to understand the phenomena. For this reason mathematical models are more suitable.

In this thesis, which consists of six chapters, three dimensional mathematical model has been developed for stratified flow in bays which take into account of the entrance of groundwater into the bay.

In the first chapter, the objectives and contents are given.

In the second chapter, necessary informations about the basic equations developed for water body motion, namely Navies-Stokes, mass conservation, salt balance state equations are given. Boussinesg and hydrostatic pressure distribution approximations are used for derivation of equations. These approximations:

i) The Boussinesg approximation:

The density variation in a water body is much smaller than the density itself; therefore, constant density can be used buoyancy force.

ii) The hydrostatic pressure distribution approximation:

The vertical acceleration of water particles is very small relative to the gravity acceleration in bays and currents systems. For this reason effects of vertical accelerations can be neglected.

Models which are used to solve equations can be grouped as follows:

1) Vertically averaged two-dimensional models:

These are used when vertical variation of flow parameters is very small and when only lateral distributions are needed. These type of models consist of set of equations which are obtained by taking vertically averages of variables. In vertically averaged models vertical turbulence transport is neglected and it is assumed that horizontal velocity distribution is uniform over the depth. These models can be applied to two more stratified flows but density is constant in each strata.

2) Laterally averaged two-dimensional models:

Vertical structure of flow parameters is used when mixing water bodies which have different density are taken into account. These types of models can be obtained by taking average of all variables over the width.

3) Three dimensional models:

First type of models can not give information about vertical variation of flow parameters because of the vertically taken average parameters. In the second type of models, it is not possible to see the variation over the width. For these reason three dimensional models are most developed types.

In this investigation, rigid lid approximation has been also used together with Boussinesq and hydrostatic pressure approximations. In rigid lid approximation it is assumed that water particles do not move in vertical direction in free sea surface. With this assumption all free surface waves are eliminated. In all layers shear stresses caused by viscosity are neglected with comparision to turbulent shear stresses except in the viscous sublayer. Moleculer diffusion effects are also neglected with comparison to turbulence diffusion. In addition all motions are assumed to be steady:

With above assumptions and some definition and eliminations the motion, continuity and salt balance equations can be written as follows:

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -g\beta \frac{\partial}{\partial x} \int_0^z S dz + f v + N_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (1)$$

$$+ N_y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -g\beta \frac{\partial}{\partial y} \int_0^z S dz + f u + N_x \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \quad (2)$$

$$+ N_y \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (3)$$

$$u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = K_x \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \quad (4)$$

By applications of these equations to İzmit Bay data, it is seen that convective and eddy viscosity terms in the equations can be neglected because they are smaller than other terms and the equations take the following final forms:

$$0 = -g\beta \frac{\partial}{\partial x} \int_0^z S dz + f v \quad (5)$$

$$0 = -g\beta \frac{\partial}{\partial y} \int_0^z S dz - f u \quad (6)$$

The above cited assumptions have no impact on the salt balance equation, i.e. it remains unchanged, so that all its terms should be conserved.

Under these considerations, equations to be used in mathematical modelling take the following forms:

$$0 = -g\beta \frac{\partial}{\partial x} \int_0^z S dz + f v \quad (7)$$

$$0 = -g\beta \frac{\partial}{\partial y} \int_0^z S dz - f u \quad (8)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (9)$$

$$u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = K_x \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \quad (10)$$

The third chapter has been presented in two subsections. In the first subsection salt water-fresh water interaction in coastlines has been investigated. Some of the previous works on this topics are given by Ghyben-Herzberg (1889), Hubbert (1940), Glover (1959), Cooper (1959), Mc Whorter and Sunada (1977). In the second subsection some previous work which has been carried out in Turkey and in the world about mathematical modelling of stratified flows has been summarized and criticized. Important works are due to Lee and Liggett (1970), Liggett and Lee (1977), Grubert and Abbott (1972), Hyden (1974), Abbott vd., (1975), Leendertse, Alexandre, Liu (1973), Leendertse, Liu (1975), Blumberg (1977), Vasiliev and Kvon (1977), Oey, Mellor, Hires (1985), Bloss, Lehfeldt, Patterson (1988). The works on the İzmit Bay of the Turkish investigators are considered quite extensively. These works are due to SWECO-BMB (1976), Akkaya vd. (1983), Albek and Yenigün (1986), Sur (1988).

In the fourth chapter works carried out for designing the mathematical model have been given. In order to show salt water-fresh water interaction, test photos and test conclusions have been given. Viscous fluid analogy method (Hele-Shaw) has been selected. Hele-Shaw instrument consists of two glass or plexiglass plates which are very close to each other and are vertical and it is possible to neglect their thickness with comprasion to their lengths. A set of experiments have been carried out in Hele-Shaw instruments to show salt water-fresh water interaction. Sieved and cleaned sand has been placed in Hele-Shaw instrument. Salt water has been utilized to represent sea water whose salinity has been measured by salinometer. To obtain a steady motion salt and fresh water tanks have been fed continuously. Both tanks have a weir in order to keep constant the water levels. In order to follow the movement of the fresh water, both in sandy bottom and in the salty water, it was coloured with potassium permanganate. Fresh water advancement, meeting with salt water and the formation of the interface between fresh and salt waters are photographed. The experiences were stopped after that a steady state was obtained.

In the second subsection of fourth, chapter the solving algorithm has been explained. Numerical solutions have been used because it is impossible to obtain exact solution of the given differential

equations. In this work, the finite difference method has been used as numerical method. x , y , z axes are shown in figure 1; in the first order derivatives according to all the space variables and in the second order derivative according to x the backward form and; in the second order derivatives according to y and z the central form have been utilized.

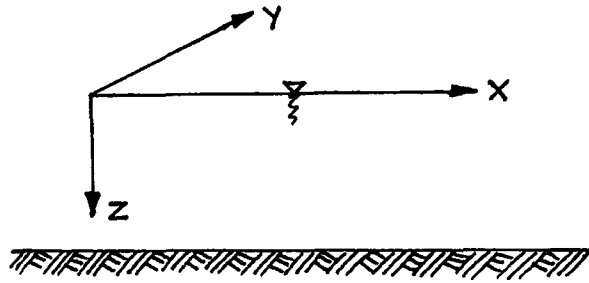


Figure 1 : The coordinate system used in math. model

In cross sections implicit schemes have been used. Velocity components and salinities in the first cross section and at the free surface have been given as boundary conditions. The vertical velocity at the surface is zero:

$$w = 0 \quad \text{for } z = 0 \quad (11)$$

Because of the rigid lid approximation as a free surface boundary condition.

The second free surface boundary condition defines that the pressure at all points of the surface is atmospheric. On the side surfaces of cross section and at the bottom no-slip condition has been used. For whole solid surface velocity components are zero except that the ground water exist.

$$u = v = w = 0 \quad (12)$$

Ground water velocity has also been as a boundary condition. In the same chapter the computer program called KÖRFEZ-3D written in FORTRAN-77 language for the mathematical model solution have been also explained.

Some information about the İzmit Bay hydrographic, oceanographic, topographic and geological properties, its climate and surface and ground water resources and industries in its environment have been given because the developed mathematical model will be applied to the İzmit Bay. The İzmit Bay is situated in the Northeast of Marmara Sea. Its length is 50 km., width is 2-10 km. and its surface area is 310 km². From the oceanographic point of view İzmit Bay has three different sections which are East, Middle and West (see Figure 2). Eastern

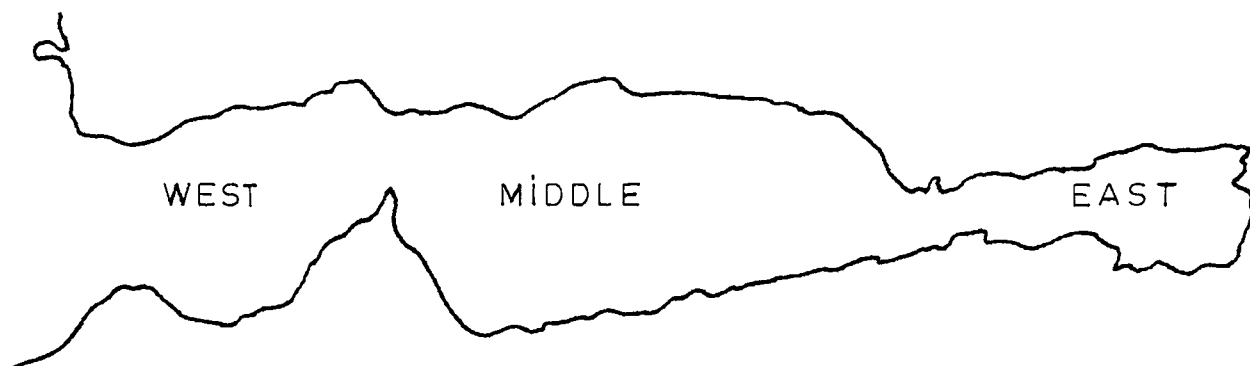


Figure 2 : Izmit Bay

section has 16 km. length and it is the smallest and shallowest section of Izmit Bay. The middle section is the biggest one and has length of 20 km. and area of 166 km^2 . In this section average depth in north coast is 60 m. which reaches 180 m. in the south coast. Between middle and western section there is a step with 3 km. width and 55 m. depth. After that sill the depth increases very rapidly in west the Izmit Bay. West section has 100 km^2 surface area and the inlet width to the Marmara Sea is 5.5 km. Marmara Sea is between the Black Sea which has low salinity and Aegean Sea which has high salinity, so that a density stratification can be Marmara Sea. Izmit Bay is also a part of the Marmara Sea and for this reason the same stratification is also found in this Bay.

In the same chapter, in order to predict boundary conditions an evaluation of the previous field measurements which are made in Izmit Bay and its environment have been given. These measurements are the ground water level data for surrounding area of Izmit Bay and temperature, salinity and velocity data for Izmit Bay. In Nato-Tu waters project some curves showing variation of temperature, salinity and dissolved oxygen for the period of 1984-85 May have been given. By using these curves and interpolating if it is necessary, salinity, temperature and corresponding sigma-t values have been found for each depth. As known, sigma-t which dominates the water body movements, depends on the temperature and salinity. Water body movements have been determined along the length and width of Izmit Bay (north, middle and south of Bay) by sigma-t. In this chapter, while making application of the mathematical model for Izmit Bay, the bay has been idealized in three dimensional form in plan and cross section as close as possible to actual boundaries. The cross-section which contains the measurement section 1 and 2 is taken as the entrance section of the Bay to the Marmara Sea and is adopted as the initial cross-section of the mathematical scheme. In this cross section, horizontal velocity components (u , v) and salinity at each point have been determined by interpolating and extrapolating in plan

and profile by using the salinity and velocity measurements which had been taken at the depths of 10 m. and 50 m. in December, 1984. Vertical profiles of horizontal velocity components have been drawn according to the no-slip condition in which all velocity components are zero on solid boundary. While obtaining velocity profiles it has been considered that there is an interface at the depth of 22.5 m (roughly between 20 m. and 25 m.). Horizontal velocity components and salinities at the free surface have been calculated through the field measurements by interpolating and exceptionally in necessary cases by extrapolating. While solving the basic equations by the method of finite differences. Grid size has been selected as $\Delta x=1600$ m., $\Delta y=800$ m. and $\Delta z=10$ m.

In the sixth chapter, results obtained have been presented as velocity profiles and salinity curves in 15 plans and in 29 cross sections. The interpretation of water body movements has been made and it has been shown that the results fit quite well with the field measurements.

BÖLÜM I. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Körfez, göl gibi su kaynaklarının civarı eski çağlardan beri yerleşim merkezleri, tarım alanları, endüstriyel faaliyetler olarak çok ilgi görmüştür. Ancak son yıllarda artan nüfus, gelişen endüstri sonucu körfez ve kıyı sularına doğrudan veya dolaylı olarak deşarj edilen atık sular bu ortamların hızla kirlenmesine neden olmaktadır. Günümüzde korunması gereken doğal kaynakların başında denizler, körfezler gelmektedir. Bu ortamların korunabilmesi; çeşitli amaçlara yönelik olarak optimum şekilde kullanılabilmesi için hidrodinamik ve diğer özellikleri iyi bilinmelidir.

Birçok mühendislik probleminin çözümü için körfezlerdeki, denizlerdeki su kütlesi hareketlerinin bilinmesi gerekir. Bunları laboratuvar modeli ile incelemek çok güçtür. Olaya etkiyen birçok faktörü (örneğin, Coriolis ivmesi, rüzgar) modele aktaramamaktan dolayı elde edilen sonuçlar gerçeği yansıtmayabilir. Ayrıca laboratuvar olanaklarının fiziksel ve mali kısıtlamaları ile zaman alıcı oluşu hidrolik modellerin dezavantajıdır. Diğer taraftan olaya meteorolojik, topoğrafik etkenler etki etmektedir. Bütün bu faktörler birbirinden bağımsız değildir, birbirine karşılıklı etkileri vardır. Olay zamanla ve noktadan noktaya değişmektedir. Bu nedenle olay kendi şartlarında incelenmelidir. Bunun için de her istenen noktada, uzun süreli ölçümler yapmak gerekmektedir. Deniz ortamında su kütlesi hareketlerini belirlemek amacıyla yapılan hız, tuzluluk v.s. ölçümlerini dış koşullar, deniz akımlarının dinamik yapısı etkilediğinden çok

uzun süreli ölçüm programları gerekmektedir. Bu ise zaman ve ekonomik bakımdan çok külfetli, hatta bazen olanaksızdır. Üstelik değişik alternatifler denenmek istendiğinde bunu ölçmek mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda matematik modeller uygun olmaktadır. Matematik model, gözlenen, analiz edilen veya tahmin edilen bir olay veya oluşun bağıntılarla niceliksel ifadesidir.

Deniz ve göl ortamlarındaki su kütlesi hareketlerinin uzayda üç boyutlu ve zamanla değişken olması bu ortamlardaki matematik model çalışmalarını güçleştirmektedir. Bu tip modellerin analitik çözümleri genel halde mümkün olmadığı için sayısal çözüm yöntemleri kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelerle bu tür modellerin kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Bu çalışmada, körfezlerdeki tabakalı akımlar için üç boyutlu bir matematik model geliştirilmiştir. Su kütlesi hareketleri için geliştirilmiş matematik modellerin temel olan Navier-Stokes, kütlelenin korunumu, tuz dengesi ve durum denklemleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Denklemlerin elde edilmesinde Boussinesq ve hidrostatik basınç dağılışı ve rijit yüzey yaklaşımları kullanılmıştır. Temel denklemlerdeki muhtelif terimlerin İzmit Körfezine ait datalarla mertebe analizi yapılmıştır. Denklemler son şeklini aldıktan sonra sonlu farklar yöntemini kullanarak çözüm algoritması geliştirilmiştir. Matematik model İzmit Körfezine uygulanmış, plan ve enkesitlerde akım hızları ve tuzluluk eğrileri elde edilmiştir. Matematik model sonuçlarının ölçümlerle uyumu gösterilmiş ve su kütlesi hareketlerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

uzun süreli ölçüm programları gerekmektedir. Bu ise zaman ve ekonomik bakımdan çok külfetli, hatta bazen olanaksızdır. Üstelik değişik alternatifler denenmek istendiğinde bunu ölçmek mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda matematik modeller uygun olmaktadır. Matematik model, gözlenen, analiz edilen veya tahmin edilen bir olay veya oluşun bağıntılarla niceliksel ifadesidir.

Deniz ve göl ortamlarındaki su kütlesi hareketlerinin uzayda üç boyutlu ve zamanla değişken olması bu ortamlardaki matematik model çalışmalarını güçleştirmektedir. Bu tip modellerin analitik çözümleri genel halde mümkün olmadığı için sayısal çözüm yöntemleri kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelerle bu tür modellerin kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Bu çalışmada, körfezlerdeki tabakalı akımlar için üç boyutlu bir matematik model geliştirilmiştir. Su kütlesi hareketleri için geliştirilmiş matematik modellerin temel olan Navier-Stokes, kütlelenin korunumu, tuz dengesi ve durum denklemleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Denklemlerin elde edilmesinde Boussinesq ve hidrostatik basınç dağılışı ve rijit yüzey yaklaşımları kullanılmıştır. Temel denklemlerdeki muhtelif terimlerin İzmit Körfezine ait datalarla mertebe analizi yapılmıştır. Denklemler son şeklini aldıktan sonra sonlu farklar yöntemini kullanarak çözüm algoritması geliştirilmiştir. Matematik model İzmit Körfezine uygulanmış, plan ve enkesitlerde akım hızları ve tuzluluk eğrileri elde edilmiştir. Matematik model sonuçlarının ölçümlerle uyumu gösterilmiş ve su kütlesi hareketlerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

BÖLÜM 2. KONU İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

2.1. Temel Denklemler

Su kütlesi hareketleri için geliştirilmiş modellerin temeli Navier-Stokes, kütlenin korunumu, tuz veya sıcaklık denge denklemleri ile durum denklemine dayanmaktadır. Denklemlerin elde edilmesinde Boussinesq ve hidrostatik basınç dağılışı yaklaşımları kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar :

i) Boussinesq yaklaşımı : Bir su kütlesinde özgül kütle değişimi özgül kütleden çok küçüktür. Bu nedenle hareket denklemlerinde özgül kütle pratik olarak sabit kabul edilebilir. Bununla beraber kaldırma kuvveti hesabında, özgül kütle değişimleri de hesaba katılmalıdır.

ii) Hidrostatik basınç dağılışı yaklaşımı : Körfez ve akıntı sistemlerinde su hareketinin düşey ivmeleri genellikle yerçekimi ivmesinden daha küçüktür. Bu nedenle düşey ivme etkileri ihmal edilebilir.

Boussinesq ve hidrostatik basınç dağılışı yaklaşımları ile u , v , w hız bileşenlerini, p basıncı, $\bar{u}$ ortalama hızı, u' çalkantı bileşenini göstermek üzere,

$$u = \bar{u} + u', \quad v = \bar{v} + v', \quad p = \bar{p} + p' \quad (2.1)$$

ifadeleri Navier-Stokes denklemlerinde yerleştirilerek zamana göre ortalama alındığında, birim akışkan kütlesi için, Reynolds denklemleri

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{u} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{u} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{u} \bar{w})}{\partial z} - f \bar{v} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x} + \nu \nabla^2 \bar{u} - \frac{\partial (\bar{u}'u')}{\partial x} - \frac{\partial (\bar{u}'v')}{\partial y} - \frac{\partial (\bar{u}'w')}{\partial z} \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{v} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{v} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{v} \bar{w})}{\partial z} + f \bar{u} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \bar{p}}{\partial y} + \nu \nabla^2 \bar{v} - \frac{\partial (\bar{u}'v')}{\partial x} - \frac{\partial (\bar{v}'v')}{\partial y} - \frac{\partial (\bar{v}'w')}{\partial z} \quad (2.3)$$

$$0 = \frac{g(\rho - \rho_0)}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \bar{p}}{\partial z} \quad (2.4)$$

ve süreklilik denklemi,

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{w}}{\partial z} = 0 \quad (2.5)$$

şeklinde elde edilirler.

Benzer şekilde, türbülanslı bir akım için tuz denge denklemi,

$$\frac{\partial \bar{S}}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{S} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{S} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{S} \bar{w})}{\partial z} = \kappa \nabla^2 \bar{S} - \frac{\partial (\bar{S}'u')}{\partial x} - \frac{\partial (\bar{S}'v')}{\partial y} - \frac{\partial (\bar{S}'w')}{\partial z} \quad (2.6)$$

Sıcaklık denge denklemi,

$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{T} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{T} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{T} \bar{w})}{\partial z} = \kappa \nabla^2 \bar{T} - \frac{\partial (\bar{T}'u')}{\partial x} - \frac{\partial (\bar{T}'v')}{\partial y} - \frac{\partial (\bar{T}'w')}{\partial z} \quad (2.7)$$

şeklindedir (Watanable vd., 1983).

Durum denklemi ise, özgül kütle ile tuzluluk ve sıcaklık arasındaki bağıntıyı tanımlar :

$$\rho = \rho (S,T)$$

Bu denklemlerde,

- t : zamanı,
 x,y,z : koordinat eksenlerini (z düşey doğrultuda aşağı doğru pozitif),
 $\bar{u},\bar{v},\bar{w}$: x,y,z doğrultularındaki ortalama hız bileşenlerini,
 g : yerçekimi ivmesini,
 ρ : özgül kütleyi,
 $\bar{p}$: ortalama basıncı (zamansal ortalama),
 f : Coriolis ivmesini,
 ν : kinematik vizkozite katsayısını,
 κ : moleküler diffizivite katsayısını,
 S : tuzluluğu,
 T : sıcaklığı

göstermektedir.

Bu denklemlerin çözümü için kullanılan modeller,

- 1) İki boyutlu derinlik ortalamalı modeller
- 2) İki boyutlu genişlik ortalamalı modeller
- 3) Üç boyutlu modeller

olarak gruplara ayrılmaktadır (ASCE Task Committee, 1988).

1) İki boyutlu derinlik ortalamalı modeller : Akım parametrelerinin düşey doğrultudaki değişimi çok küçük olduğunda ve sadece yatay değişimlerin belirlenmesi istendiğinde kullanılmaktadır. Bu tip modeller (2.2), (2.3), (2.5), (2.6), (2.7) denklemlerindeki değişkenlerin derinlik boyunca ortalamalarının alınmasıyla değişkenler (örneğin hız ve tuzluluk),

$$\bar{U} = \frac{1}{H} \int_{-H}^0 \bar{u} dz, \quad \bar{S} = \frac{1}{H} \int_{-H}^0 \bar{S} dz \quad (2.9)$$

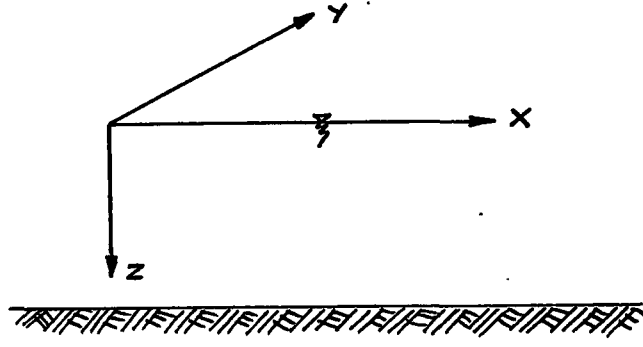
şeklinde tanımlanır. Düşey doğrultuda alınan ortalamalar nedeniyle bu tip modeller akım parametrelerinin düşey değişimi hakkında bilgi vermezler. Derinlik ortalamalı modellerde düşey türbülans iletimi ihmal edilir ve yatay hızların dağılımı düşey boyunca üniform kabul edilir. Bu tip modeller iki veya daha çok tabakalı akıma uygulanırken her tabakada özgül kütle sabit alınır.

2) İki boyutlu genişlik ortalamalı modeller : Akım parametrelerinin düşey doğrultudaki yapısı, farklı özgül kütleye sahip su kütlelerinin karışımı gözönüne alındığında kullanılmaktadır. Özgül kütle ile hızın düşey ve boyuna değişimlerini inceleyen bu tip iki boyutlu formülasyon (2.2), (2.4), (2.6), (2.7) denklemlerindeki değişkenlerin genişlik boyunca ortalamalarının alınmasıyla elde edilir. Genişlik ortalamalı değişkenler, (örneğin hız ve tuzluluk) y genişlik doğrultusundaki yatay koordinatlardan birini göstermek üzere

$$\bar{U} = \frac{1}{B(x,z)} \int_{y_1(x,z)}^{y_2(x,z)} \bar{u} dy, \quad \bar{S} = \frac{1}{B(x,z)} \int_{y_1(x,z)}^{y_2(x,z)} \bar{S} dy \quad (2.10)$$

şeklinde tanımlanır.

3) Üç boyutlu modeller : Birinci grup modeller, düşey doğrultuda alınan ortalamalar nedeniyle akım parametrelerinin düşey değişimi hakkında bilgi vermezler. İkinci grup modellerde de genişlik boyunca ortalama söz konusu olduğundan akım parametrelerinin genişlik boyunca değişimi görülememektedir. Bu nedenle üç boyutlu modeller en gelişmiş modeller olup (2.2) ve (2.8) denklemlerini esas alır.



Şekil 2.1. Modelde Kullanılan Koordinat Sistemi

Bu çalışmada, Boussinesq ve hidrostatik basınç dağılışı yaklaşımlarının yanında rijit yüzey yaklaşımı da kullanılmış, Şekil 2.1'deki koordinat sistemi esas alınmıştır. Rijit yüzey yaklaşımında serbest yüzeyde su kütlelerinin düşey doğrultuda hareket etmediği ($w=0$), sadece yatay doğrultuda hareket ettiği varsayılır. Bu kabul ile bütün serbest yüzey dalgaları elimine edilir [Hag ve Lick, 1975].

Dördüncü olarak fiziksel süreçler gözönünde tutularak viskoz alt tabakanın dışında kalan kısımlar için viskozite nedeniyle oluşan kayma gerilmeleri, türbülans nedeniyle doğan kayma gerilmelerinin yanında ihmal edilmiştir. Bu durumda (2.2) ve (2.3) dinamik denklemlerindeki viskozite ($\nu \nabla^2 \bar{u}$, $\nu \nabla^2 \bar{v}$) terimleri düşmektedir.

Bundan sonraki aşamada moleküler diffüzyonun etkisi türbülans diffüzyonunun etkisi yanında ihmal edilmiştir. Bu takdirde (2.6) denkleminde $\kappa \nabla^2 S$ terimi kaybolmaktadır.

Modelleme sırasında yapılan kabullerden biri de hareketlerin permanan olduğudur.

(2.2) ve (2.3) denklemlerini dönüştürebilmek amacıyla, momentum iletimi bir diffüzyon olayına benzetilerek N_x , N_y , N_z momentum diffüzyon katsayıları tanımlanabilir:

$$\overline{u'u'} = -N_x \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, \quad \overline{u'v'} = -N_y \frac{\partial \bar{u}}{\partial y}, \quad \overline{u'w'} = -N_z \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \quad (2.11)$$

$$\overline{u'v'} = -N_x \frac{\partial \bar{v}}{\partial x}, \quad \overline{v'v'} = -N_y \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}, \quad \overline{v'w'} = -N_z \frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \quad (2.12)$$

N_x , N_y , yatay momentum transfer katsayısı veya yatay çevri (eddy) viskozite katsayısı, N_z ise düşey momentum transfer katsayısı veya düşey çevri (eddy) viskozite katsayısı olarak adlandırılmaktadır. Benzer şekilde K_x , K_y , K_z diffüzyon katsayıları

$$\overline{S'u'} = -K_x \frac{\partial \bar{S}}{\partial x}, \quad \overline{S'v'} = -K_y \frac{\partial \bar{S}}{\partial y}, \quad \overline{S'w'} = -K_z \frac{\partial \bar{S}}{\partial z} \quad (2.13)$$

şeklinde tanımlanabilir. K_x , K_y yatay çevri (eddy) diffüzivite katsayısı, K_z düşey çevri (eddy) diffüzivite katsayısı adını almaktadır.

(2.2) ve (2.6) denklemleri bu tanımlarla birlikte süreklilik denklemini de gözönünde tutarak yeniden düzenlendiğinde aşağıdaki şekle dönüşürler. (Yazımda basitlik sağlaması amacıyla üsler buradan itibaren konulmayacaktır):

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + f v + N_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (2.14)$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} - f u + N_x \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \quad (2.15)$$

$$u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = K_x \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \quad (2.16)$$

2.4 denkleminin

$$\frac{\partial p}{\partial z} = g (\rho - \rho_0) \quad (2.17)$$

(2.14) ve (2.15) denklemlerine yerleştirilmesiyle

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial x} \int_0^z g(\rho - \rho_0) dz + f v + N_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (2.18)$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial y} \int_0^z g(\rho - \rho_0) dz - f u + N_x \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \quad (2.19)$$

elde edilir.

(2.18) ve (2.19) denklemleri, özgül kütle ile tuzluluk arasındaki bağıntıyı tanımlayan durum denkleminin (Sur, 1988)

$$\rho = \rho_0 (\alpha + \beta s) \quad (2.20)$$

kullanılmasıyla aşağıdaki şekle dönüşür :

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -g\beta \frac{\partial}{\partial x} \int_0^z S dz + f v + N_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (2.21)$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -g\beta \frac{\partial}{\partial y} \int_0^z S dz - f u + N_x \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \quad (2.22)$$

2.2. İzmit Körfezi İçin Mertebe Analizi

Yukarıda çıkartılmış olan temel denklemler İzmit Körfezinin modellenmesinde kullanılacağından bu bölümde denklemlerdeki çeşitli terimlerin İzmit Körfezindeki akım şartlarına göre mertebe analizi yapılacaktır.

İzmit Körfezi, yaklaşık 50 km uzunluğunda, 2-5 km genişliğinde bir körfezdır. Su derinliği 20 m ile 160 m arasında değişmektedir. Bu nedenle karakteristik yatay uzunluk (L) 50 km, karakteristik düşey uzunluk (H) 60 m alınabilir. Tipik yatay hız bileşeni olarak (U) 0.10 m/sn kabul edildiği taktirde tipik düşey hız bileşeni süreklilik denkleminde belirlenebilir (Pond vd., 1978):

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (2.23)$$

$$\frac{\partial w}{\partial z} = -\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right) \quad (2.24)$$

$$\frac{W}{H} = \frac{U}{L} \longrightarrow W = \frac{U \times H}{L} = \frac{0.10 \times 60}{5.10^4} = 1.2 \times 10^{-4} \text{ m/sn} \quad (2.25)$$

Yatay momentum denklemlerindeki terimlerin mertebe analizini yaparken denklemlerdeki N_x , N_y , N_z katsayıları (2.11) ve (2.12) bağlantılarının yardımıyla karakteristik büyüklükler cinsinden aşağıdaki şekilde yazılabilir (Pond vd., 1978):

$$N_x = N_y \approx U L \quad \text{ve} \quad N_z = W H = \frac{U H^2}{L} \quad (2.26)$$

Coriolis ivmesi $f = 10^{-4} \text{ sn}^{-1}$ (Sur, 1988) alınarak yatay mom. denklemlerinin mertebe analizi yapıldığında

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + f v + N_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (2.27)$$

$$\frac{U^2}{L} + \frac{UV}{L} + \frac{UW}{H} = ? + fV + UL \frac{U}{L^2} + UL \frac{U}{L^2} + \frac{UH^2}{L} \frac{U}{H^2} \quad (2.28)$$

$$\frac{0.10^2}{5.10^4} + \frac{0.10 \times 0.10}{5.10^4} + \frac{0.10 \times 1.2 \times 10^{-4}}{60} = ? + 10^{-4} \times 0.10 +$$

$$+ \frac{(0.10)}{5 \times 10^4} + \frac{(0.10)}{5 \times 10^4} + \frac{(0.10)}{5 \times 10^4}$$

$$2.10^{-7} + 2.10^{-7} + 2.0^{-7} = ? + 10^{-5} + 2.10^{-7} + 2.10^{-7} + 2.10^{-7} \quad (2.30)$$

elde edilmektedir. Benzer işlemler (2.15) denklemi için tekrarlandığında

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} - f u + N_x \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \quad (2.31)$$

$$\frac{UV}{L} + \frac{V^2}{L} + \frac{VW}{H} = ? - f U + N_x \frac{V}{L^2} + N_y \frac{V}{L^2} + N_z \frac{V}{H^2} \quad (2.32)$$

$$\frac{0.10 \times 0.10}{5.10^4} + \frac{(0.10)^2}{5 \times 10^4} + \frac{0.10 \times 1.2 \times 10^{-4}}{60} = ? - 10^{-4} \times 0.10 +$$

$$+ 5000 \frac{0.10}{(5 \times 10^4)^2} + 5000 \frac{0.10}{(5 \times 10^4)^2} + 7.2 \times 10^{-3} \frac{0.10}{(60)^2}$$

$$2.10^{-7} + 2.10^{-7} + 2.10^{-7} = ? + 10^{-5} + 2.10^{-7} + 2.10^{-7} + 2.10^{-7} \quad (2.34)$$

elde edilmektedir.

Momentum denklemlerinin merteye analizi sonucunda denklemlerdeki non-linear terimlerin ve türbülans nedeniyle oluşan kayma gerilmelerinin ihmal edilebileceği görülmüş, (2.14) ve (2.15) denklemleri aşağıdaki denklemlere dönüşmüştür :

$$0 = - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + f v \quad (2.35)$$

$$0 = - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} - f u \quad (2.36)$$

Benzer şekilde, tuz dengesi denkleminin merteye analizi için K_x , K_y , K_z (2.13) bağıntısının yardımıyla karakteristik büyüklükler cinsinden

$$K_x = K_y \cong UL, \quad K_z = WH = \frac{UH^2}{L} \quad (2.37)$$

şeklinde yazılabilir. Karakteristik tuzluluk 30 ppt alınarak tuz dengesi denkleminin merteye analizi yapıldığında

$$u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = K_x \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \quad (2.38)$$

$$\frac{US}{L} + \frac{VS}{L} + \frac{WS}{H} = UL \frac{S}{L^2} + UL \frac{S}{L^2} + \frac{UH^2}{L} \frac{S}{H^2} \quad (2.39)$$

$$\frac{0.10 \times 30}{5 \times 10^4} + \frac{0.10 \times 30}{5 \times 10^4} + \frac{1.2 \times 10^{-4} \times 30}{60} = \frac{0.10 \times 30}{5 \times 10^4} + \quad (2.40)$$

$$+ \frac{0.10 \times 30}{5 \times 10^4} + \frac{0.10 \times 30}{5 \times 10^4}$$

$$6 \times 10^{-5} + 6 \times 10^{-5} + 6 \times 10^{-5} = 6 \times 10^{-5} + 6 \times 10^{-5} + 6 \times 10^{-5} \quad (2.41)$$

elde edilir. Bu nedenle tuz dengesi denklemindeki tüm terimlerin gözönüne alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

(2.14), (2.15) ve (2.16) denklemleri için yapılan merteye analizi çalışması daha sonra bir karakteristik yatay uzunluk yerine, x doğrultusunda L (körfezin boyu), y doğrultusunda B (körfezin ortalama genişliği) alınarak tekrarlanmıştır. V hızı U ile aynı mertebede (0.10 m/sn), B uzunluğu 5000 m. alındığında tipik düşey hız bileşeni

$$\frac{\partial w}{\partial z} = -\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right) \quad (2.42)$$

$$\frac{W}{H} = \frac{U}{L} + \frac{V}{B} \quad (2.43)$$

$$W = H \left(\frac{U}{L} + \frac{V}{B} \right) = 60 \left(\frac{0.10}{5 \times 10^4} + \frac{0.10}{5 \times 10^3} \right) = 1.3 \times 10^{-3} \text{ m/sn} \quad (2.44)$$

bulunmuştur. Bu durumda,

$$N_x = U.L \quad (2.45)$$

$$N_y = V.B \quad (2.46)$$

$$N_z = W.H \quad (2.47)$$

olmaktadır. (2.14) denkleminin merteye analizi yapıldığında,

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + f v + N_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (2.48)$$

$$\frac{U^2}{L} + \frac{UV}{B} + \frac{UW}{H} = ? + f v + U L \frac{U}{L^2} + V B \frac{U}{B^2} + W H \frac{U}{H^2} \quad (2.49)$$

$$\frac{(0.10)^2}{5 \times 10^4} + \frac{(0.10)(0.10)}{5 \times 10^3} + \frac{(0.10)(1.3 \times 10^{-3})}{60} = ? + \quad (2.50)$$

$$+ 10^{-4} \times 0.10 + \frac{(0.10)^2}{5 \times 10^4} + \frac{0.10 \times 0.10}{5 \times 10^3} + \frac{(1.3 \times 10^{-3}) \cdot 0.10}{60}$$

$$2 \times 10^{-7} + 2 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6} = ? + 10^{-5} + 2 \times 10^{-7} + 2 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-6} \quad (2.51)$$

elde edilmektedir. Benzer işlemler (2.15) denklemini için tekrarlandığında,

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} - f u + N_x \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + N_z \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \quad (2.52)$$

$$\frac{UV}{L} + \frac{V^2}{B} + \frac{VW}{H} = ? - f u + U L \frac{V}{L^2} + V B \frac{V}{B^2} + W H \frac{V}{H^2} \quad (2.53)$$

$$\frac{0.10 \times 0.10}{5 \times 10^4} + \frac{(0.10)^2}{5 \times 10^3} + \frac{(0.10)(1.3 \times 10^{-3})}{60} = ? - 10^{-4} \times 0.10 + \quad (2.54)$$

$$+ \frac{(0.10)(0.10)}{5 \times 10^4} + \frac{(0.10)^2}{5 \times 10^3} + \frac{0.10 \times 1.3 \times 10^{-3}}{60}$$

$$2 \times 10^{-7} + 2 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-6} = ? + 10^{-5} + 2.1 \times 10^{-7} + 2 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-6} \quad (2.55)$$

olduğu görülmektedir.

Bu şekilde yapılan mertebe analizi de non-lineer terimlerin ve türbülans nedeniyle oluşan kayma gerilmelerinin ihmal edilebileceğini göstermektedir. Non-lineer terimlerin ihmalinde kriter olarak boyutsuz Rossby sayısı da kullanılmaktadır.

Rossby sayısı = $R_o = \text{atalet terimi} / \text{Coriolis terimi} = \frac{U}{fL}$ küçük (10^{-2} mertebesinde) ise momentum denklemlerindeki non-lineer konvektif terimler ihmal edilebilmektedir. (Lee, Liggett, 1970, Watanabe, 1983). Karakteristik yatay hız $U = 0.10$ m/sn, Coriolis parametresi $f = 10^{-4}$, körfezin uzunluğu $L = 5 \times 10^4$ m. alındığında

$$\text{Rossby sayısı} = \frac{U}{fL} = \frac{0.10}{10^{-4} \times 5 \times 10^4} = 0.02 \quad (2.56)$$

olmaktadır. Rossby sayısı da non-lineer terimlerin ihmal edilebileceğini göstermektedir.

Tuz dengesi denkleminin mertebe analizi,

$$K_x = U.L \quad (2.57)$$

$$K_y = V.B \quad (2.58)$$

$$K_z = W.H \quad (2.59)$$

ifadeleri kullanılarak tekrarlandığında,

$$u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = K_x \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \quad (2.60)$$

$$\frac{US}{L} + \frac{VS}{B} + \frac{WS}{H} = U L \frac{S}{L^2} + V B \frac{S}{B^2} + W H \frac{S}{H^2} \quad (2.61)$$

$$\frac{0.10 \times 30}{5 \times 10^4} + \frac{0.10 \times 30}{5 \times 10^3} + \frac{1.3 \times 10^{-3} \times 30}{60} = \frac{0.10 \times 30}{5 \times 10^4} + \quad (2.62)$$

$$\frac{0.10 \times 30}{5 \times 10^3} + \frac{1.3 \times 10^{-3} \times 30}{60}$$

$$6 \times 10^{-5} + 6 \times 10^{-4} + 6 \times 10^{-4} = 6 \times 10^{-5} + 6 \times 10^{-4} + 6 \times 10^{-4} \quad (2.63)$$

elde edilmektedir. Tuz dengesi denkleminde ilk yaklaşımda tüm terimlerin, ikinci yaklaşımda altı terimden dördünün aynı mertebede çıkması sonucu tüm terimlerin gözönüne alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Bu irdellemelerin ışığında modelleme çalışmasında kullanılacak denklem takımı

$$0 = -g\beta \frac{\partial}{\partial x} \int_0^z S \, dz + f v \quad (2.64)$$

$$0 = -g\beta \frac{\partial}{\partial y} \int_0^z S \, dz - f u \quad (2.65)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (2.66)$$

$$u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = K_x \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \quad (2.67)$$

şeklını almaktadır.

BÖLÜM 3. KONU İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Çalışmanın konusunu, hem yeraltı suyunun denize boşalması, hem de yeraltı suyunu gözönüne alarak denizdeki mevcut tabakalı akımın matematiksel modellemesi oluşturduğundan, bu bölüm iki alt bölüm halinde sunulmuştur.

3.1. Kıyılarda Tatlı Su-Tuzlu Su Girişimi İle İlgili Çalışmalar

Normal koşullarda, serbest ve basınçlı akiferlerdeki yeraltı suyu tablası genellikle topoğrafyaya bağlı bir eğimle denize ulaşmaktadır. Ancak, yeraltı suyunun hidrolik eğiminin bazı doğal olaylar veya insan eli ile bozulması ya da yeterli beslenmenin olmaması halinde deniz suyunun yeraltı suyunun yüzey tabakalarına da karıştığı (yeraltı suyunun tuzlanması olayı) görülmektedir (Erguvanlı, 1973).

Avrupa kıyılarında yaptıkları çalışmalar sonunda Ghyben-Herzberg (1889), sahillerin kara kesimlerinde, yeraltı suyu seviyesinin deniz yüzeyinden yüksekliğinin 40 katı derinliğinde (deniz seviyesinden itibaren) tuzlu su mevcut olduğunu gözlemişler ve daha sonra, matematiksel olarak da aynı sonucu elde etmişlerdir. Bu bağıntı, "Ghyben-Herzberg Bağıntısı" olarak tanınır.

Şekil 3.1 deki sahil kesimi gözönüne alındığında A ve B noktalarındaki hidrostatik basınçlar

$$p_A = h_s \cdot g \cdot \rho_s \quad (3.1)$$

$$p_B = h_f \cdot g \cdot \rho_f + h_s \cdot g \cdot \rho_f \quad (3.2)$$

olur. Burada,

h_f : Su tablasının (yeraltı su seviyesinin) denizden yüksekliğini,

h_s : Tuzlu suyun gözlendiği derinliği,

g : Yerçekimi ivmesini,

ρ_s : Tuzlu suyun özgül kütlesini,

ρ_f : Tatlı suyun özgül kütlesini,

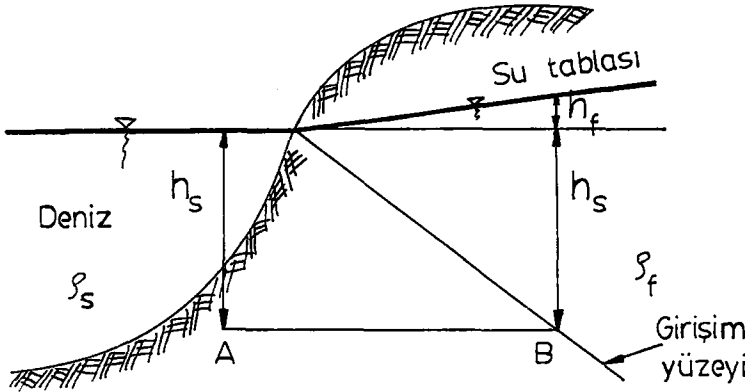
göstermektedir. Girişim yüzeyinde bu basınçlar eşit olacağından, sonuçta

$$h_s = \frac{\rho_f}{\rho_s - \rho_f} h_f \quad (3.3)$$

bulunur. Tatlı suyun özgül kütlesi $\rho_f = 1.00 \text{ gr/cm}^3$, tuzlu suyun özgül kütlesi $\rho_s = 1.025 \text{ gr/cm}^3$ alındığında

$$h_s = 40 h_f \quad (\text{Ghyben-Herzberg Bağıntısı}) \quad (3.4)$$

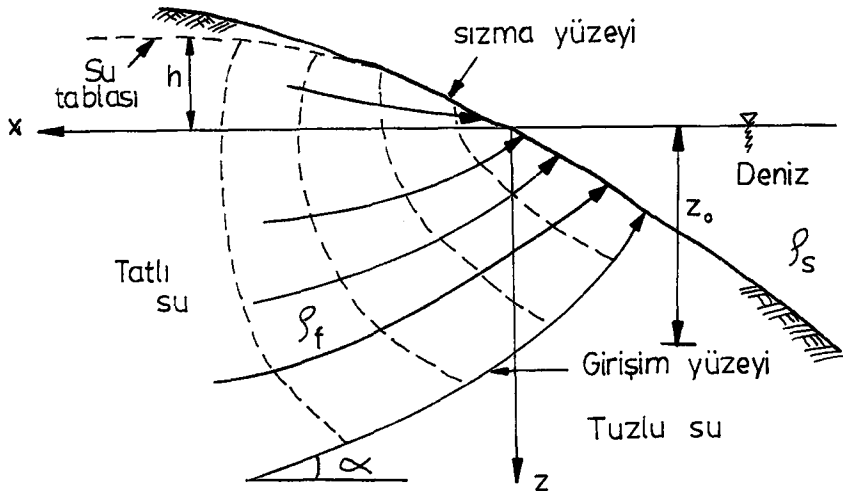
elde edilir.



Şekil 3.1. Serbest Bir Kıyı Akiferinde Tatlı Su-Tuzlu Su Girişiminin Ghyben-Herzberg Bağıntısına Göre Şematik Gösterimi (Todd, 1964).

Bu teoride tatlı su ve tuzlu arasında statik bir denge kabul edilmiştir. Gerçekte yağış, buharlaşma gibi nedenlerle su tablası sürekli değişir. Şekil 3.1 den de görüldüğü gibi kıyı çizginin izi, girişim yüzeyi, su tablası ve deniz yüzeyinin aynı bir noktada birleştikleri varsayılmıştır. Doğada ise bazen yeraltı suyu deniz seviyesine kadar inmeden yamaçlarda yüzeye çıkmakta, bu sular sızma yüzeylerini oluşturmaktadır (Şekil 3.2). Ghyben-Herzberg Teorisinde böyle yüzeyler gözönüne alınmamıştır ve deniz seviyesinin altından denize yeraltı suyu boşalması yoktur (De Wiest, 1965).

Hubbert (1940) tatlı su-tuzlu su arasındaki girişim yüzeyinin hidrostatik dengesi yerine dinamik denge halini ele almıştır. Araştırmacının sonuçlarına göre, dinamik faktörler gözönüne alındığında, yeraltı suyu, su tabakasının toprak sathına çıktığı yer ile girişim yüzeyi arasından denize doğru boşalmaktadır (Şekil 3.2) ve girişim yüzeyi akım hızlarına ve ortamların permeabilite-lerine bağlı olarak oluşmaktadır.



Şekil 3.2. Hubbert Tarafından İleri Sürülen Girişim Yüzeyi
(De Wiest, 1965)

Glover (1959) akım ağından hareketle potansiyel ve akım fonksiyonlarından faydalanarak

$$z^2 - \frac{2q}{\gamma K} x - \frac{q^2}{\gamma^2 K^2} = 0 \quad (3.5)$$

ifadesini elde etmiştir. Tatlı su-tuzlu su arasındaki girişim yüzeyi bu ifadede çizilebilmektedir.

Bağıntıda,

x : Kıyı çizgisinden karaya doğru yatay olarak ölçülen mesafeyi [m],

z : Deniz seviyesinden aşağıya doğru ölçülen mesafeyi [m],

q : Kıyı çizgisinin birim genişliğinden boşalan tatlı su debisini [$m^3/sn/m$],

K : Tatlı su taşıyan ortamın permeabilite katsayısını [m/sn],

γ : $\rho_s - \rho_f / \rho_f$: deniz suyunun rölatif özgül kütlesini göstermektedir. Buna göre deniz seviyesi ile girişim yüzeyi arasındaki düşey uzaklık

$$z = \left[\left(\frac{2q}{\gamma K} x \right) + \left(\frac{q}{\gamma K} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (3.6)$$

olur ve sahil ile denizin kesiştiği kesite ait büyüklükler "0" endisi ile gösterilerek $x=0$ için

$$z_0 = \frac{q}{\gamma K} \quad (3.7)$$

elde edilir. (3.5) ifadesinden $z = 0$ için

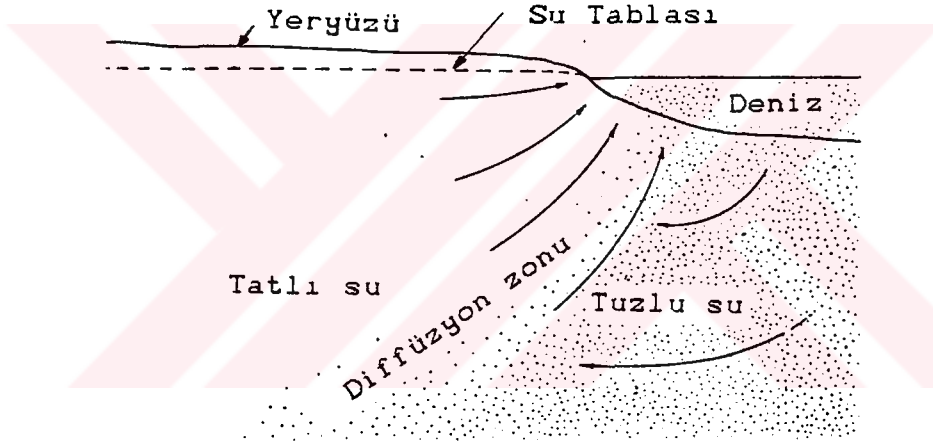
$$x_0 = - \frac{q}{2\gamma K} \quad (3.8)$$

bulunur. Bu değer denize boşalan tatlı su boyunu göstermektedir. Bağıntıdan görüldüğü üzere yağış ve sızmanın etkisiyle su tablası yükselip denize boşalan tatlı su debisi arttığında x_0 da artmaktadır. Glover, potansiyel fonksiyondan yararlanarak,

$$h = \left[\frac{2\gamma q x}{K} \right]^{1/2} \quad (3.9)$$

ifadesini elde etmiştir. Bağintıda h , x absisli kesitte su tablasının yüksekliğini göstermektedir.

Cooper (1959), su tablasındaki yükselme ve düşüş gibi nedenlerle statik bir dengenin, dolayısıyla kesin bir girişim yüzeyinin olamayacağını belirtmiştir. Cooper'a göre tatlı su-tuzlu su arasında tuzluluğu gittikçe azalan bir "difüzyon zonu" bulunmalıdır (Şekil 2.3).

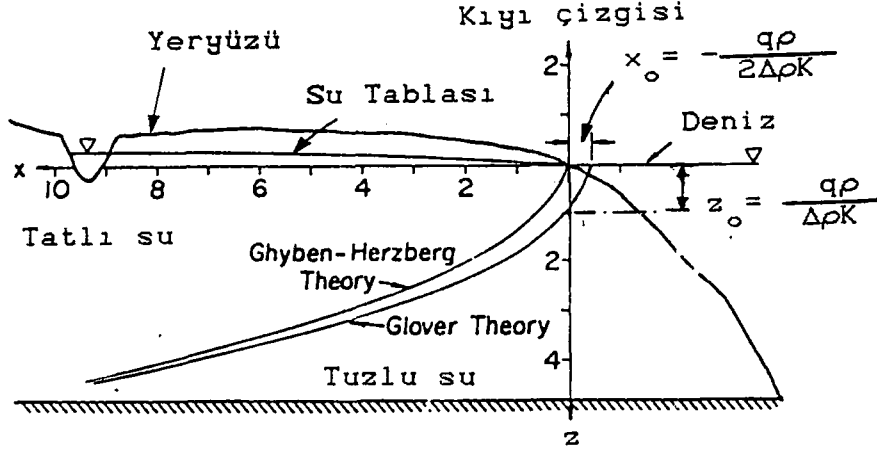


Şekil 3.3. Tatlı Su-Tuzlu Su Arasında Bir Difüzyon Zonunun Oluşması (Cooper, 1969)

Mc Whorter ve Sunada (1977), Darcy kanunundan ve Ghyben-Herzberg bağıntısından faydalanarak su tablasının ve girişim yüzeyinin denizden mesafelerini, denize boşalan tatlı su boyunu veren ifadeleri elde etmişler ve Glover ile karşılaştırmışlardır. Birim genişlikten denize boşalan tatlı su debisi q ile gösterildiği takdirde Darcy kanununa göre

$$q = K (z+h) \frac{dh}{dx} \quad (3.10)$$

elde edilebilmektedir.



Şekil 3.4. Kıyı Akiferinde Su Tablası ve Girişim Yüzeyi
(Mc Whorter ve Sunada, 1977)

Ghyben-Herzberg bağıntısına göre

$$z = \frac{\rho_f}{\Delta\rho} h \quad (3.11)$$

şeklindedir. Bu ifadelerde h su tablasının yüksekliğini, z deniz seviyesi ile girişim yüzeyi arasındaki düşey uzaklığı göstermektedir. (3.10) ve (3.11) ifadelerinden $\rho + \Delta\rho \cong \rho$ yaklaşımıyla

$$h = \left[\frac{2q \Delta\rho}{K(\rho + \Delta\rho)} x \right]^{1/2} = \left[\frac{2q \Delta\rho}{K \rho} x \right]^{1/2} \quad (3.12)$$

$$z = \frac{\rho}{\Delta\rho} \left[\frac{2q \Delta\rho}{K(\rho + \Delta\rho)} x \right]^{1/2} = \left[\frac{2q \rho}{\Delta\rho K} x \right]^{1/2} \quad (3.13)$$

elde edilir. Yukarıdaki bağıntılar su tablası ve girişim yüzeyinin su tablası ile denizin kesişim bölgesinde

birleşmesi hali içindir. Fiziksel olarak kabul edilemeyeceği yukarıda belirtilmiş olan (Hubbert, 1940) bu durum akımın düşey bileşeninin ihmal edildiği Dupuit-Forchheimer yaklaşımının kullanılmasının bir sonucudur. Bu nedenle Glover'ın akım analizi daha uygundur. Su tablasının denizden yüksekliğini veren (3.12) ifadesi Glover'ın elde ettiği (3.9) ifadesi ile aynıdır. Buna karşılık deniz seviyesi ile girişim yüzeyi arasındaki düşey uzaklığı veren (3.13) bağıntısı ile Glover'ın elde ettiği (3.6) ifadesi yukardaki nedenden uyuşmamaktadır. Ghyben-Herzberg Teorisinde $x=0$ için $z=0$ elde edildiği halde Glover Teorisinde $z_0 = q \cdot \rho / \Delta \rho \cdot K$ bulunmaktadır. Bu çalışmada düşey hız bileşenlerini de gözönünde bulunduran Glover Teorisi kullanılacaktır.

3.2 Tabakalı Akımlar İle İlgili Bazı Matematiksel Modelleme Çalışmaları:

Bu bölümde, tabakalı akımlar ile ilgili çalışmalar ele alınacak ve sadece körfez, göl ve haliçlerdeki bazı modelleme çalışmalarına değinilecektir.

3.2.1 Tabakalı Akımların Matematiksel Modellenmesi Konusunda Dünyada Yapılmış Bazı Çalışmalar :

İki tabakalı akımların temel teorik çalışmaları 1953'de Schijf ve Schönfeldt tarafından yapılmıştır. Elde edilen kısmi diferansiyel denklemlerin analitik olarak çözülmesi mümkün olmadığından nümerik çözümler gerekmektedir. Nümerik metodlar Abbott ve Torbe (1963), Abbott ve Ionescu (1967), Abbott ve Grubert (1972) tarafından geliştirilmiştir (Hyden, 1974).

Lee ve Liggett (1970), Liggett ve Lee (1971), göllerdeki sıcaklık tabakalaşmasını iki tabaka halinde düşünerek sirkülasyonu belirleme çalışmalarında (2.2)-(2.5) denklemlerini esas almışlardır. Bu denklemlerde lokal ve konvektif ivme terimleri ihmal edilmiş, yatay

türbülans değişimleri düşey türbülans değişimlerinin yanında hesaba katılmamıştır. Temel denklemlerin çözümü için nümerik yol izlenmiş ve sonuçlar boyu genişliğinin dört katı olan dikdörtgen şeklinde, üçgen kesitli bir göl için denenmiştir. Serbest yüzeyde ve arayüzeyinin üzerinde rüzgar etkisinde oluşacak hız dağılımları ve üst-alt tabakalardaki su taşınımları elde edilmiştir. Ayrıca, Great Lakes için belirlenmiş sabitler kullanılarak, tabakalardaki özgül kütle farklılığının ve çevri viskozite katsayısının yüzey ve arayüzey gradyanına etkisi; üst tabaka kalınlığının ve çevri viskozite katsayısının akım hızlarına etkisi diyagramlar halinde sunulurak kritiği yapılmıştır.

Grubert ve Abbott (1972), tek boyutlu, iki tabakalı, zamanla değişen yatay bir akımın hesabı için iki tabaka arasındaki momentum alışverişini de gözönüne alan bir model geliştirmişlerdir. Çalışmada kullanılan temel denklemler (2.2) ve (2.5) denklemlerinin tek boyutlu ve derinlik ortalamalı halidir. Ancak, üst ve alt tabaka için ayrı ayrı yazılan denklemlerde özgül kütle akım yönünde değişmektedir. Çözüm metodu olarak, bir kapalı fark şeması sunulmuştur. Çalışmanın sonucunda iki tabakalı akım için nehir ve sel rejimi halinde serbest yüzey ve arayüzey derinliklerinin mesafeyle değişimi değişik zaman aralıklarında verilmiştir.

Hyden (1974), tek boyutlu, iki tabakalı zamanla değişen bir akım için yaptığı çalışmada tabakalar arasındaki momentum alışverişini gözönüne almamıştır. Üst ve alt tabakalar için ayrı ayrı yazılan temel denklemler 2.2 ve 2.5 denklemlerinin tek boyutlu ve derinlik ortalamalı halidir. Çözüm metodu olarak karakteristikler metodunun kullanıldığı modelin doğruluğu İsveç'te Edsviken körfezinin hidrolik modeli ve laboratuvar deneyleri ile tahkik edilmiştir. Model testleri, rüzgarın sebep olduğu içsel dalgalanmadan dolayı körfezde taban sularının yer değiştirdiğini göstermiştir.

Abbott ve arkadaşları (1975), yatayda iki boyutlu, iki tabakalı akımın modelleme çalışmasında (2.2)-(2.5) denklemlerinin derinlik ortalamalı, tabakalar arasındaki kütle ve momentum alışverişini, özgül kütlenin iki doğrultuda da değişimini gözöüne alan halini esas almışlardır. Kapalı sonlu fark şeması ile çözümü yapılan model, Baltık Denizi ile Kuzey Denizi arasındaki Danimarka kıyılarına uygulanmıştır. Çalışmada değişik noktalar arasında hesaplanmış yüzey ve arayüzey seviyelerinin, üst ve alt tabaka hızlarının, debilerin zamanla değişimi, akım doğrultusuna rüzgarın etkileri araştırılıp şekillerle sunulmuştur.

Bilgisayarların işlem hızının artmasıyla üç boyutlu modeller gelişmeye başlamıştır. Bu tipteki bazı çalışmalar : Simons 1972, 1973, 1974, 1975, 1980; Bennett, 1974; Vasiliev ve Kvon 1977; Wittmiss 1979; Tjomsland 1979; Bauer 1979; Raney vd., 1979; Tsvetova 1979 dır (Watanable vd., 1983).

Leendertse, Alexandre, Liu (1973) ve Leendertse, Liu (1975) haliç ve kıyı akımları için zamanla değişen, üç boyutlu model geliştirmişlerdir. Bu model (2.2)-(2.8) denklemlerine dayanmaktadır. Modelde açık sonlu fark şeması kullanılmış, hız bileşenleri, basınç, tuzluluk ve sıcaklık farklı noktalarda hesaplanmıştır. Model, Amerika'da Chesapeake ve San Francisco körfezine uygulanıp değişik derinliklerde yatay hız, tuzluluk dağılımları, seçilmiş enine kesitlerde düşey sirkülasyon elde edilmiştir.

Danimarka kıyıları için 1975'te yapılmış iki tabakalı iki boyutlu matematik modelin kalibrasyonu Bertelsen ve Warren (1977) tarafından yapılmıştır. Kalibrasyon için kontrol noktalarındaki akımlar, muhtelif yerlerdeki yüzey ve arayüzey seviyelerindeki özgül kütleler belirlenmiş, tuzluluk ve sıcaklık profilleri için ölçümler yapılmış, su seviyesi değişimi, rüzgar şiddeti ve yönü birçok

istasyonda kaydedilmiştir. Yoğun saha ölçümlerinden sonra ölçülen ve hesaplanan akımlar, arayüzey seviyeleri mukayese edilmiş ve aralarında uyum olduğu görülmüştür.

Blumberg'in (1977) haliçlerdeki sirkülasyon için geliştirdiği nümerik model, iki boyutlu genişlik ortalamalı modeldir. Akım parametrelerinin düşey yapısının ele alındığı bu modelde Leendertse, Alexandre ve Liu'nun geliştirdiği sonlu fark şemasına benzer şema kullanılmıştır. Hız bileşenleri, basınç, tuzluluk farklı noktalarda hesaplanmıştır. Model, Chesapeake Körfezindeki Potomac Halicine uygulanmıştır. Sonuçta elde edilen hız, tuzluluk ve gelgit genliğinin dağılımı ölçümlerle uyushmaktadır.

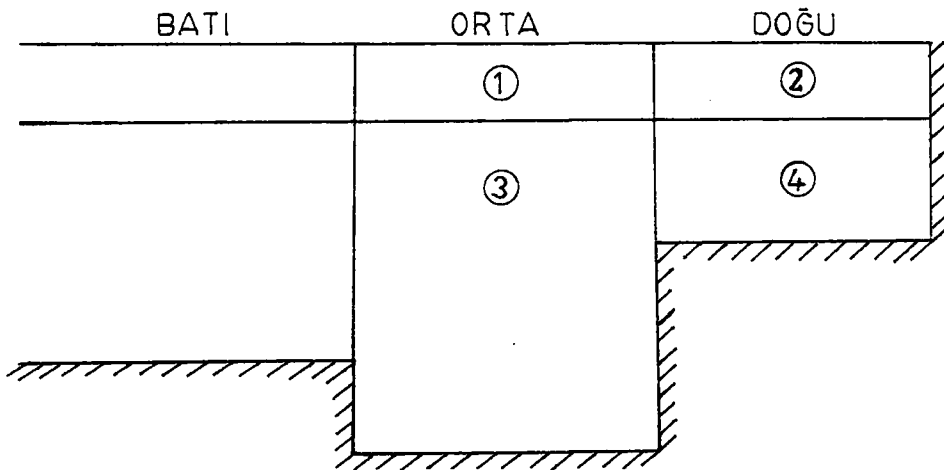
Vasiliev ve Kvon (1977) elektrik santrallerindeki soğutma suyu haznelerindeki akım ve ısı değişimlerinin üç boyutlu nümerik modellemesinde momentum denklemindeki lineer olmayan terimleri, yatay türbülans değişimlerini ihmal etmişlerdir. Çalışmada kapalı sonlu fark şeması kullanılmıştır. Model, 1. Ekibastuz Elektrik Santralının soğutma suyu haznesine uygulanmış, rüzgar etkisi de gözönüne alınarak yüzeyde ve tabana yakın bölgelerde sıcaklık eğrileri ve hız dağılımları elde edilmiştir.

Oey.L.Y., Mellor,G.L., Hires,R.I.(1985), Hudson-Raritan Halicinin üç boyutlu, zamanla değişen modelini ele almışlardır. Çalışmadaki temel denklemler; (2.2)-(2.6) denklemlerinde viskoz gerilmelerin, yatay türbülans değişimlerinin, moleküler difüzyonun etkisinin ihmali sonucu elde edilen denklemlerdir. İlaveten bir durum denklemini de (2.8) kapsayan, nehir, atık deşarjını gözönüne alan modelde çözüm metodu olarak sonlu fark metodu kullanılmıştır. Geliştirilen sonlu fark şeması, advectif iletimi terimlerinde açık, düşey diffüzivite terimlerinde kapalıdır. Daha sonra Hudson Halicinin nümerik simülasyonunun sonuçlarının gözlemlerle uyushuğu belirtilmiştir.

Bloss, Lehfeldt, Patterson (1988), tabakalı haliçlerde türbülansla taşınım çalışmalarında akım parametrelerinin düşey yapısını, farklı özgül kütleli su kütlelerinin karışımını gözönünde aldıklarından genişlik ortalamalı bir model ele almışlardır. Hidrostatik basınç dağılışı ve Boussinesq kabulünün kullanıldığı çalışmada yanal debi de gözönüne alınmıştır. Nümerik çözümde haliç ağzındaki su seviyesi, sıcaklık ve tuzluluğun düşey dağılımı mevcut ölçümlere göre tanımlanmış, düşey profiller kapalı olarak işlem görürken, yataydakiler açık olarak çözülmüştür. Hesap ve ölçümle elde edilmiş düşey sıcaklık ve tuzluluk profilleri değişik günlerde mukayese edilmiş ve arızı durumlar dışında genelde iyi bir uyum gözlenmiştir.

2.2.3 Tabakalı Akımların Matematiksel Modellenmesi Konusunda Ülkemizde Yapılmış Bazı Çalışmalar :

İzmit Kanalizasyon Projesi-Master Planı çerçevesinde SWECO-BMB 1976'da, tek boyutlu, iki tabakalı Hyden modelini İzmit Körfezine uygulamıştır. Bu çalışmada, İzmit Körfezi Şekil 3.5 deki gibi doğu üst, doğu alt, orta üst ve orta alt olarak dört bölgeye ayrılmış, körfezin Marmara Denizine açılan batı boğumu için herhangi bir modelleme çalışması yapılmamıştır.



Şekil 3.5. İzmit Körfezinin Kutulara Bölünmesi
(Orhon vd., 1984)

SWECO-BMB modelinde kullanılan değerler yıllık ortalamaları yansıtmakta, su hareketlerinin zamansal değişimleri bulunmamaktadır. Ayrıca dört kutunun körfezin yapısını çok kaba olarak yansıttığı da bir gerçektir. Bu modelde söz konusu su hareketleri ile ilgili hesaplama sonuçları Tablo 3.1'de verilmektedir. Sweco-BMB çalışması çok az gözleme dayandırıldığı için veri açısından yetersiz kalmakta, dolayısıyla Tablo 3.1'deki değerlerin gerçekçiliği konusunda şüphe doğmaktadır (Orhon vd., 1984). Nitekim Kafkaslıoğlu (1984) su hareketini oluşturabilecek nitelikteki rüzgar süre ve şiddetinin Sweco-BMB çalışmasında kabul edilen değerlerden çok düşük olduğunu göstermiştir.

Tablo 3.1. Sweco-BMB Çalışmasına Göre İzmit Körfezinde Su Kütlesi Hareketleri

		DEBİLER (m ³ /gün)					
		Doğu Bölüm		Orta Bölüm		Batı Bölüm	
		Alt Tabakaya	Üst Tabakaya	Alt Tabakaya	Üst Tabakaya	Alt Tabakaya	Üst Tabakaya
Doğu Bölüm	Alt Tabakadan	-	648000	15552000	-	-	-
	Üst Tabakadan	1296000	-	-	23328000	-	-
Orta Bölüm	Alt Tabakadan	15552000	-	-	3802000	53568000	-
	Üst Tabakadan	-	23328000	950000	-	-	86400000
Batı Bölüm	Alt Tabakadan	-	-	53568000	-	-	-
	Üst Tabakadan	-	-	-	86400000	-	-

Sümer, İzmit Körfezinde Kirlenmenin Önlenmesi ve Giderilmesi Projesinde (Akkaya vd., 1983) yer alan " İzmit Körfezinde Su Hareketleri " çalışmasında SWECO-BMB raporunda yer alan çalışmaları tekrar değerlendirmiş ve körfezdeki su hareketlerine sebep olan etmenleri aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- Rüzgarın sebep olduğu " içsel dalgalanma " olayı,
- Marmara Denizinin tuzluluğundaki değişimler,

- c)Rüzgarın sebep olduğu yüzey akıntıları,
- d)Rüzgarın sebep olduğu su seviyesindeki değişmeler,
- e)Bir tabakadan diğerine türbülansın sebep olduğu karışım,
- f)Tatlı su girişi.

a)" İçsel dalgalanma " olayı : İçinde yoğunlukları farklı iki akışkan tabakasının yer aldığı, serbest yüzeyi rüzgar etkisine maruz kalan bir haznede, su rüzgar etkisiyle haznenin bir başına yığılacak sonuçta haznenin bir başı ile diğer başı arasında su seviyeleri arasında bir fark oluşacaktır. Bu fark yoğunluk arayüzeyinin farklı basınçlara maruz kalmasına sebep olacak ve dolayısıyla arayüzey yatay denge konumundan ayrılarak yer değiştirecektir. Rüzgar etkisi kalkınca yoğunluk arayüzeyi eski denge konumuna gelmek isteyecektir. Bu ise arayüzeyin denge konumu etrafında sükunete erişinceye kadar salınım yapmasına sebep olacaktır. Bu olay hidrodinamikte "içsel dalgalanma" (internal seiches) olarak bililmektedir.

SWECO-BMB ve Sümer'in raporunda içsel dalgalanma olayı İzmit Körfezindeki su hareketinin en önemli etmeni olarak verilmiştir.

b)Marmara Denizinin tuzluluğunun değişmesi: Kış aylarında Karadeniz'den İstanbul Boğazı vasıtasıyla Marmara'ya aktarılan az tuzlu suların miktarı azalmaktadır. Bu sebepten, yılın bu aylarında çok tuzlu Akdeniz suları Marmara'nın kuzeyine doğru girebilmektedir. Bu sular, Orta ve Batı boğumlar arasında bulunan eşik üzerinden geçerek İzmit Körfezine de girmektedir. Yılda bir kez kış aylarında cereyan eden bu olay da İzmit Körfezi'ne Marmara'dan bir miktar su girmesini ve gelen su kadar Körfez suyunun da Marmara'ya verilmesini sağlamaktadır. Sümer'in çalışmalarında bu olayın Körfez'de doğuracağı su alışverişini nicel olarak veren bir bilgi mevcut değildir.

c)Rüzgarın sebep olduğu yüzey akıntıları : Serbest yüzey rüzgara açık olduğundan, rüzgar su yüzüne sürtünme

kuvveti etki ettirecek ve bu kuvvet suyu rüzgar yönünde hareket ettirecek, böylece yüzey akıntıları meydana gelecektir. Esasen, "içsel dalgalanma" nın ortaya çıkmasına sebep olan faktör de bu yüzey akıntılarıdır. SWECO-BMB çalışmasında yer alan ölçmeler yüzey akıntı hızlarının 0.1-0.2 m/sn civarında olduğunu göstermiştir. Sümer, bu tip akıntının özellikle lokal kirlenme problemlerinde önemli olacağını belirtmiştir.

d) Su seviyesindeki değişimler: SWECO ve BMB'nin çalışmaları esnasında su seviyeleri ölçülmüştür. Yapılan ölçmeler, bir istasyonda en yüksek ve en alçak seviyenin ortalama etrafında ± 0.4 m oynadığını göstermektedir, SWECO ve BMB raporunda, su seviyesi değişiminin yaklaşık olarak 0.25 m/gün olduğu ifade edilmektedir. Aynı raporda, su seviyesi değişimi ile rüzgarın sebep olduğu yüzey akıntılarının müştereken meydana getireceği su alışverişi "içsel dalgalanma" nın doğurduğu su alışverişinin adeta keyfi bir biçimde % 50'si olarak tahmin edilmiştir.

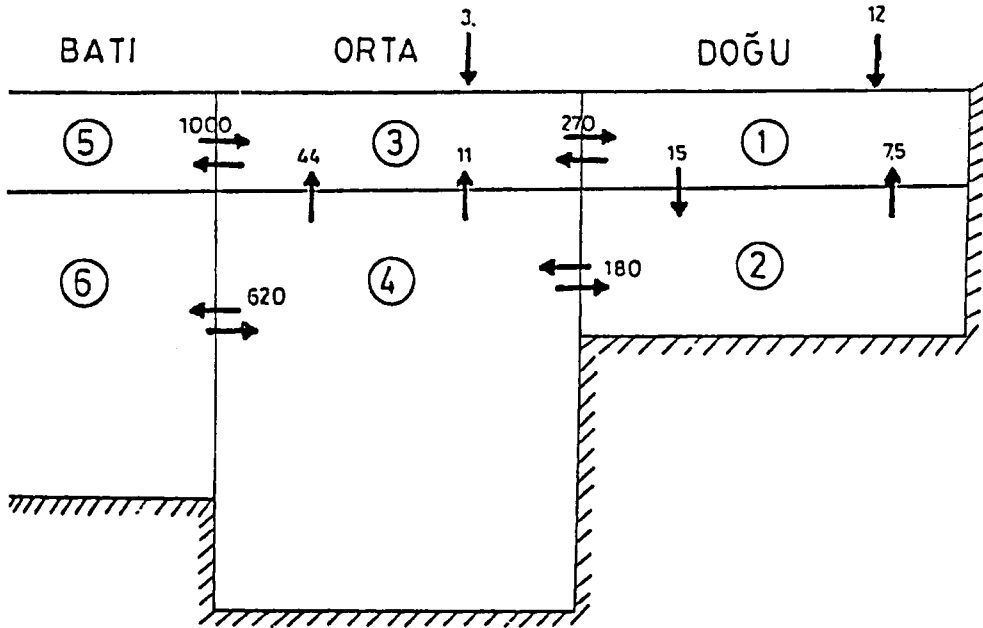
e) Bir Tabakadan Diğetine Türbülansın Sebep Olduğu Karışım: SWECO-BMB raporunda, sadece alt tabakadan üst tabakaya giren su miktarları verilmiştir. Sümer ise çalışmasında her iki tabakanın da türbülanslı rejimde olduğunu, karışımın alt tabakadan üst tabakaya olduğu gibi, üst tabakadan alt tabakaya doğru da olması gerektiğini belirtmiştir.

f) Tatlı su girişi : SWECO-BMB, Sümer çalışmalarında Körfez'e tatlı su girişinin diğer etmenlerin yanında çok küçük kaldığını belirtmişlerdir.

Sümer, iki tabaka için ve tek boyutta yazılmış hareket ve süreklilik denklemlerini karakteristikler metodunu kullanarak çözmüştür. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen tabakalar arasındaki su alışverişi Şekil 3.6 ve Tablo 3.2 de özetlenmiştir.

Tablo 3.2. Sümer'in Çalışmalarına Göre Körfez Kutuları Arasındaki Su Aışverişı (Akkaya vd., 1983)

	Q m ³ /sn	Meydana Gelmesine Sebep Olan Etmen
Q ₀₁	12	Tatlı su girişı
Q ₀₃	3	Tatlı su girişı
Q ₁₂	15	Türbölans dolayısı ile bir tabakadan diğesine karışım
Q ₂₁	7.5	Türbölans dolayısı ile bir tabakadan diğesine karışım
Q ₄₃	11	Türbölans dolayısı ile bir tabakadan diğesine karışım
Q ₃₄	44	Türbölans dolayısı ile bir tabakadan diğesine karışım
Q ₁₃	270	İçsel dalgalanma, su seviyesindeki değışmeler ve yüzey akıntıları
Q ₂₄	180	İçsel dalgalanma, su seviyesindeki değışmeler ve yüzey akıntıları
Q ₃₅	1000	İçsel dalgalanma, su seviyesindeki değışmeler ve yüzey akıntıları
Q ₄₆	620	İçsel dalgalanma, su seviyesindeki değışmeler ve yüzey akıntıları



Şekil 3.6. Sümer'in Çalışmasına Göre Körfezdeki Su Hareketleri

Albek ve Yenigün (1986), Marmara Denizi için yatayda iki boyutlu, iki tabakalı derinlik ortalamalı bir model geliştirmişlerdir. Bu model için aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır:

1) Sistem, özgül kütleleri tabaka derinliği boyunca sabit kalan katmanlardan oluşmaktadır.

2) Tabakalar arasında kalınlığı ihmal edilen bir arayüzey mevcuttur.

3) Arayüzey aracılığıyla iki katman arasında su ve tuz değişimi olmadığı varsayılmıştır.

Denklemlerin çözümünde sonlu farklar yöntemi uygulanmıştır. Bunun için Marmara Denizi kenarları 5 km. olan karelere bölünmüş, hız bileşenleri ve derinlikler bu karelerin orta noktalarında hesaplanmıştır. Modelde İzmit Körfezi, grid boyutlarının körfezdeki akıntı sisteminin doğru ve detaylı bir şekilde ortaya çıkmasını engelleyecek derecede büyük olması nedeniyle dışarıda bırakılmıştır. Kullanılan yöntem açık (explicit) bir ileri zaman, merkezi uzay sonlu farklar yöntemidir.

Sonuç olarak,

1) Rüzgar yokken alt ve üst tabakadaki hızları

2) Hızı 40 knot (20 m/sn), esme süresi 12 saat olan güney - güneybatı rüzgarlarının etkisindeki üst tabaka akımları

3) 34 knot (17 m/sn) hızındaki kuzey-kuzeydoğu rüzgarlarının etkisindeki üst tabaka akımları

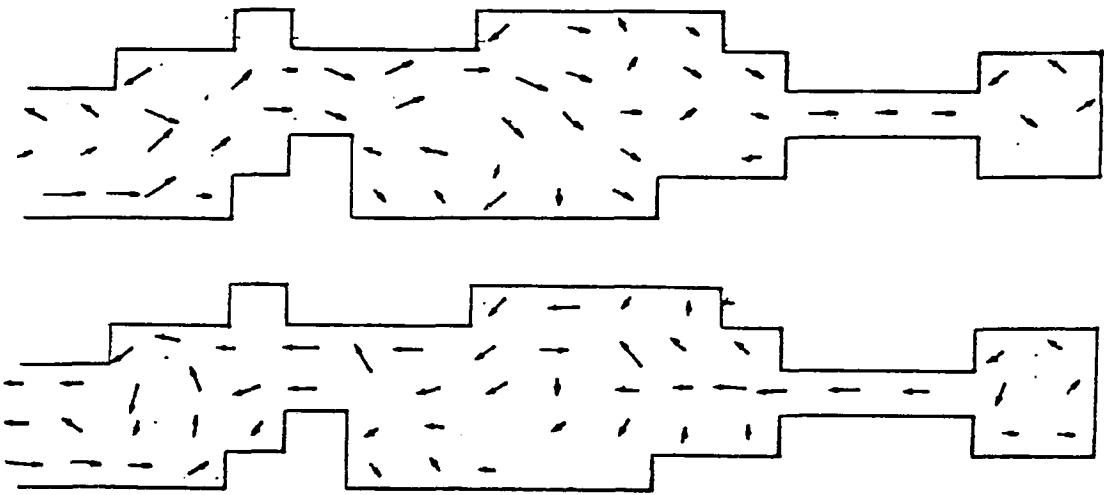
4) Bu etkilere karşı gelen su seviyesi değişimleri belirlenmiştir.

Yenigün ve Avcı (1988), yukarıda bahsedilen aynı tip çalışmayı su kalite modellemesini de ilave ederek Gemlik Körfezi için yapmıştır.

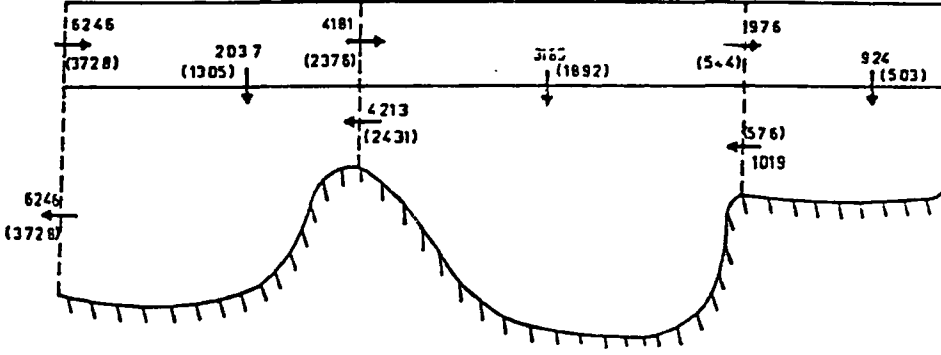
Sur (1988), İzmit Körfezi için yatayda iki boyutlu, iki tabakalı, tabakalar arasındaki su alışverişini de

gözönüne alan derinlik ortalamalı bir model geliştirmiştir. Çalışmada boyuna yönde açık, enine yönde kapalı bir sonlu fark çözüm yöntemi kullanılmıştır. Model çalışmasında her bir tabakada özgül kütleinin sabit olduğu kabul edilmiştir. Kış ve yaz sirkülasyonlarında körfez bölgeleri arasındaki değişim saptandıktan sonra rüzgar etkisinin mevsimsel sirkülasyon üzerindeki tesiri araştırılmıştır.

Tipik yaz sirkülasyonunu elde etmek için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Şekil 3.8 de körfezde gözlenen yatay sirkülasyon verilmiştir. Arayüzey profili Baştürk (1985)den elde edilen verilerden saptanmıştır. Şekil 3.7 10-15 cm/sn hıza sahip yüzey akıntılarının körfezin batı bölgesinden doğu sahillerine doğru girdiğini göstermektedir. Akımın bir kısmı Darıca açıklarından körfezin kuzey kıyılarından takiben Marmara'ya geri dönmektedir. Alt tabakada buna benzer ama daha zayıf bir sirkülasyon olduğu belirtilmektedir. Sur, çalışmasında yaz aylarında $6246 \text{ m}^3/\text{sn}$ lik akımın körfez ağzı boyunca üst tabakadan girdiği ve aynı miktardaki suyun süreklilik gereğince alt tabakadan çıktığı sonucuna varmıştır (Şekil 3.8).



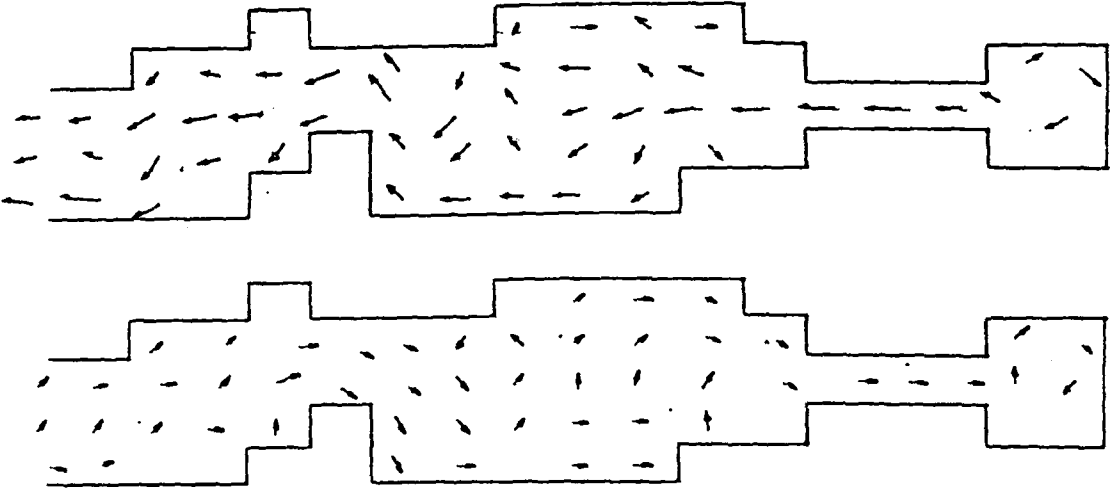
Şekil 3.7. Yaz Mevsimi Üst ve Alt Tabaka Sirkülasyonları (Sur 1988)



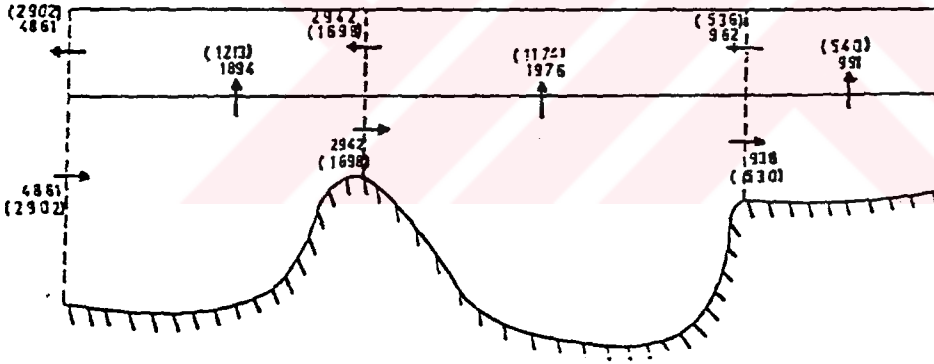
Şekil 3.8. Yaz Mevsimi İçin Hesaplanan Geçiş Değerleri (m^3/sn) (Sur, 1988)

Yapılan akım ölçümleri, kış mevsiminde Marmara'nın derin sularının yaklaşık 10 m. kalınlıklı ince bir yüzey tabakasından girdiğini, çıkışların Orta ve Doğu bölgelerde tabana yakın kısımlardan, Batı bölgesinde ise yaklaşık 50 m. derinlikten olduğunu göstermiştir. Bu nedenle giren sular sadece ince yüzey tabakasından değil aynı zamanda tabana yakın seviyelerden körfezi terketmektedir. Bununla beraber, bu iki tabakalı model, tuzlu Marmara suyunun alt tabaka boyunca girdiğini ve yüzey tabakasından çıktığını kabul etmiştir. Körfezde kış mevsimindeki tipik akıntı yönleri Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, $4861 m^3/sn$ lik net akım alt tabakadan girmekte ve aynı miktardaki akım süreklilik gereği üst tabakadan çıkmaktadır. Hesaplar değişik sınır koşullarında tekrarlanmış ve Şekil 3.8 ve 3.10 da parantez içinde verilen değerler hesaplanmıştır.

Sur, ayrıca kuzeydoğu ve batı rüzgarlarının kış sirkülasyonuna etkisini araştırmıştır. Kuzeydoğu rüzgarlarının kış sirkülasyonunu etkilemediği, batı rüzgarlarının ise sadece kısa bir dönem için yüzeyde körfez içine doğru alt tabakada Marmara'ya doğru bir akım oluşturduğu sonucuna varmıştır.



Şekil 3.9 Kış Mevsimi, Üst ve Alt Tabaka Sirkülasyonları
(Sur, 1988)

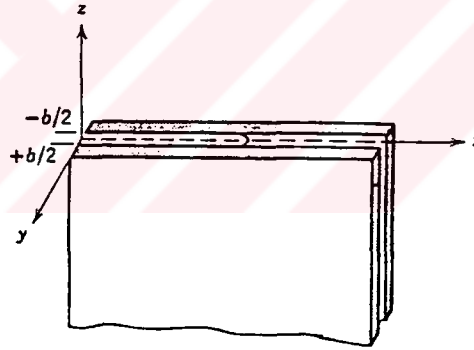


Şekil 3.10 Kış Mevsimi İçin Hesaplanan Geçiş Değerleri
(m³/sn) (Sur, 1988)

BÖLÜM 4. MODELİN TASARIMI İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR

4.1. Tatlı Su-Tuzlu Su Girişimine Ait Hidrolik Model Deneyleri :

Bu çalışmada deney metodu olarak viskoz sıvı analojisi (Hele-Shaw) seçilmiştir. İlk kez 1897 yılında Hele-Shaw tarafından dizayn edilen Hele-Shaw aleti iki birbirine çok yakın (enine boyut, düşey ve boyuna uzunlukların yanında ihmal edilebilecek mertebede) paralel cam veya pleksiglas plaktan oluşur. Klasik Hele Shaw aleti teorisinde aşağıdaki kabuller yapılmaktadır:



Şekil 4.1. İki Paralel Plak Arasındaki Akım
(Wiest,D., 1965)

- a) Eksen takımı şekil 4.1'deki gibi alındığı takdirde X ve Y kütlesi kuvvetleri sıfırdır ve yerçekimi akıma tesir eden tek dış kuvvettir.
- b) Plakalar arasındaki akım çok yavaştır. Atalet kuvvetleri hızın karesi, viskoz kuvvetlerse hız ile orantılı olduğundan atalet kuvvetleri burada ihmal edilebilir.

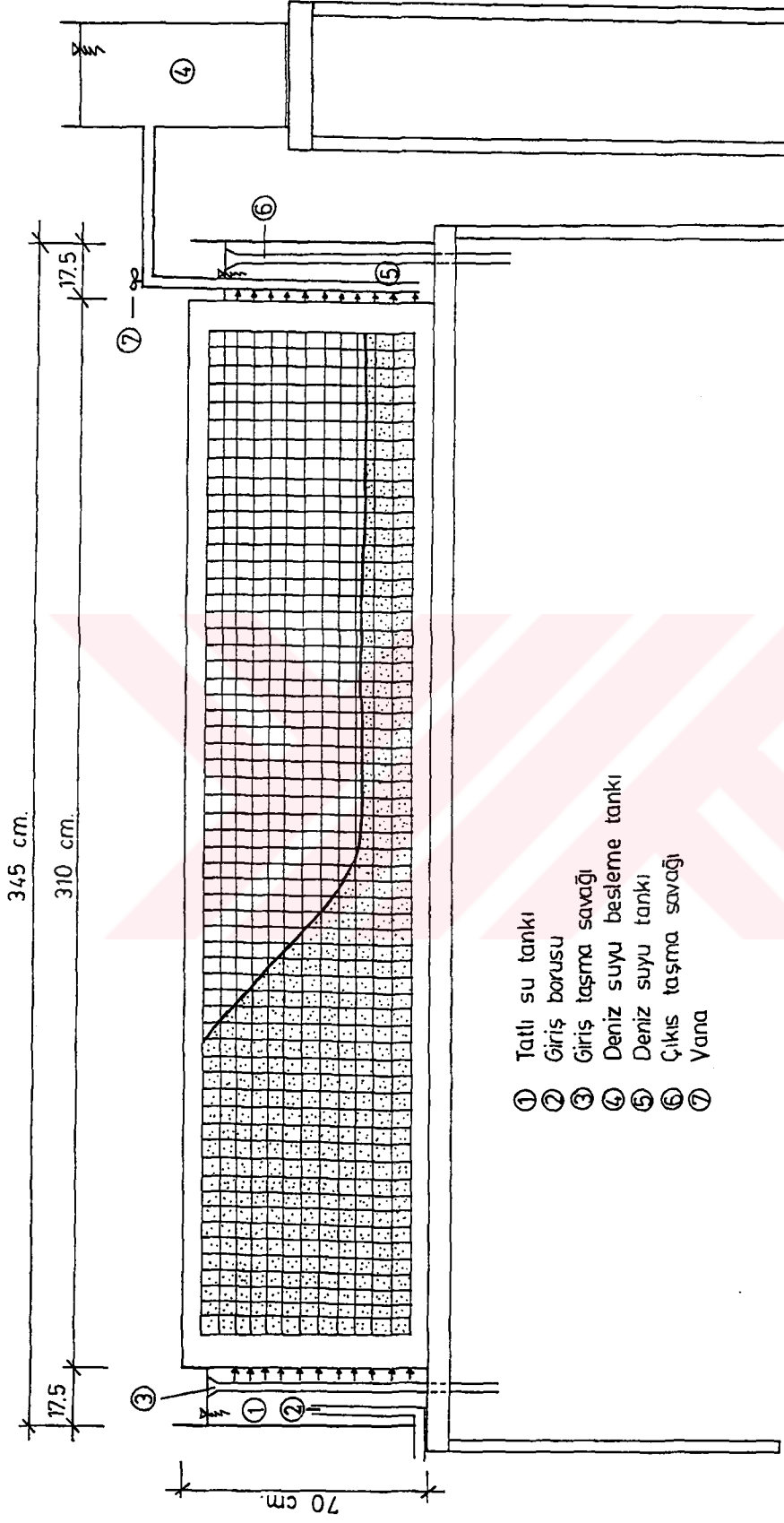
c) Plakalara dik doğrultudaki hız bileşeni sıfırdır.

d) y eksenini yönündeki hız gradyanları yanında z ve x yönündeki hız gradyanları ihmal edilebilir.

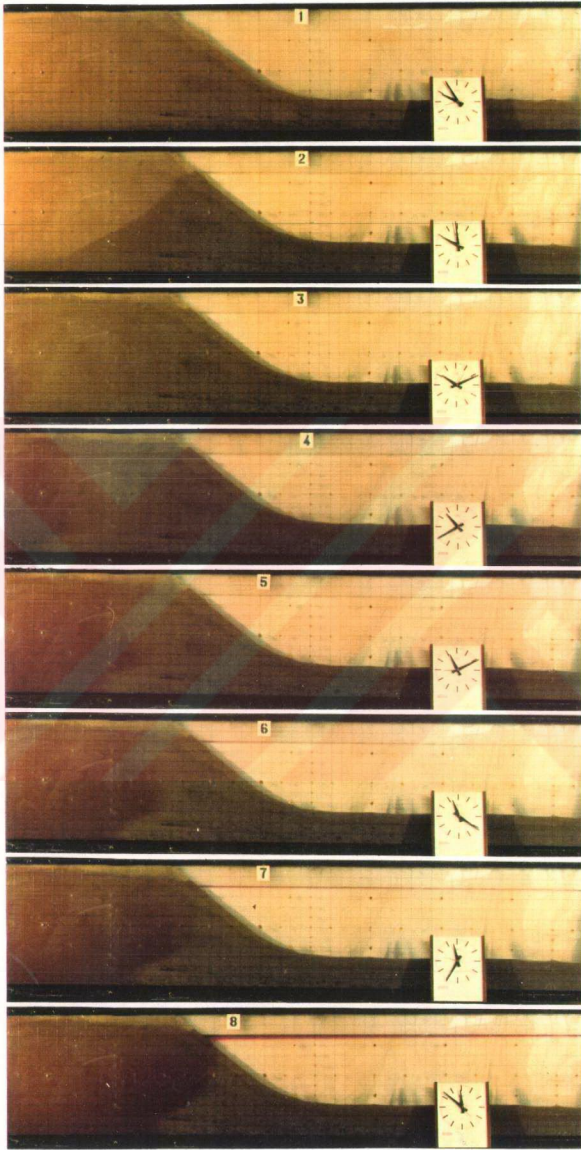
Bu kabullerden hareketle STOKES ilk defa, Navier-Stokes denklemlerinin integrasyonu sonucu plakalar arasındaki ortalama hızların Darcy kanunu ile tam bir analogi temin ettiklerini ve dolayısıyla Hele-Shaw aletindeki hız potansiyeli ile tam bir benzerlik mevcut olduğunu göstermiştir. Hele-Shaw aletinde kapılasite tesiri yok denecek kadar azdır. Tam homogen ve izotrop bir ortam sağlanabilmektedir. Heterojen bir akiferdeki akımı da incelemek mümkündür. Plakalar saydam yapıldığı takdirde olay rahatça izlenebilmekte, akım çizgileri boyama suretiyle görülebilmekte ve fotoğraf çekilebilmektedir (Sığiner, 1971).

4.1.1. Deneyler :

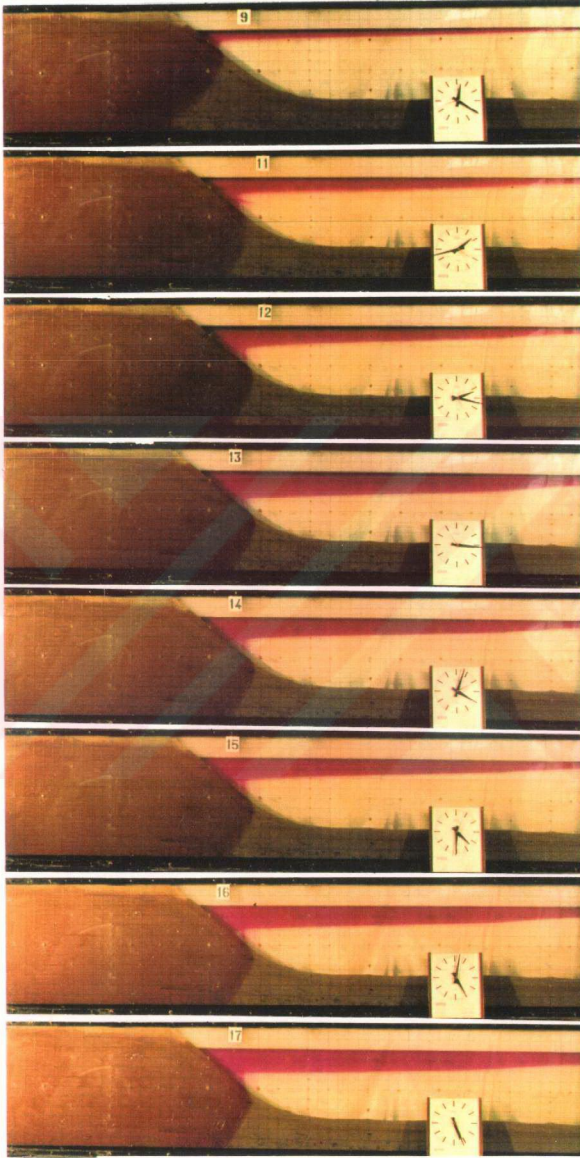
Hele-Shaw aletinde tatlı su-tuzlu su girişimini fiziksel olarak izlemek amacıyla bir seri deney yapılmıştır. Deneylerde aralarındaki mesafe 1 cm. olan pleksiglas plakalardan oluşmuş Hele-Shaw aleti kullanılmıştır. Aletin genel görünüşü Şekil 4.2'de verilmiştir. Yıkılmış kum Hele-Shaw aletine Şekil 4.2'de görüldüğü gibi yerleştirilmiş, deniz suyunu temsilen hazırlanan tuzlu suyun tuzluluğu salinometre ile ölçülmüştür. Hareketin permanan olabilmesi için hem tatlı, hem de tuzlu su tankları sürekli beslenmiş, seviyenin sabit tutulabilmesi için ise besleme depolarına birer taşma savağı yerleştirilmiştir. Yeraltı suyunu temsil eden tatlı suya zeminin içindeki hareketini ve tuzlu suya ulaşmasını izleyebilmek için potasyum permanganat katılmıştır. Tatlı su tankı ile tuzlu su tankının Hele-Shaw aleti ile birleşim yerlerine kum taşınımını önlemek için ince filtreler yerleştirilmiştir. Söz konusu deney için tuzluluğu 29.5 ppt olan tuzlu su hazırlanmıştır. Şekil 4.3'de 1



Şekil 4.2. Deney Düzenekinin Genel Görünümü



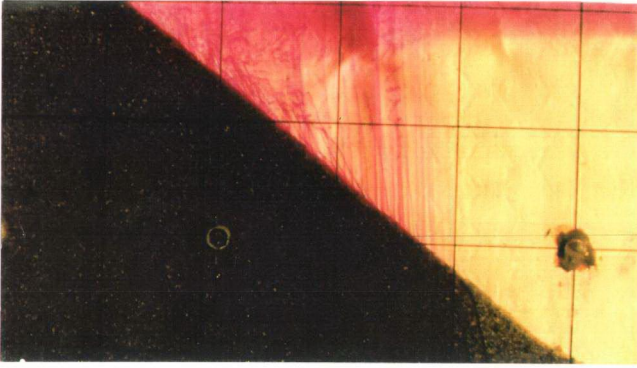
Şekil 4.3. Tatlı Sugun İlerlemesi, Tuzlu Suya Ulaşması, Arayüzeyin Oluşması



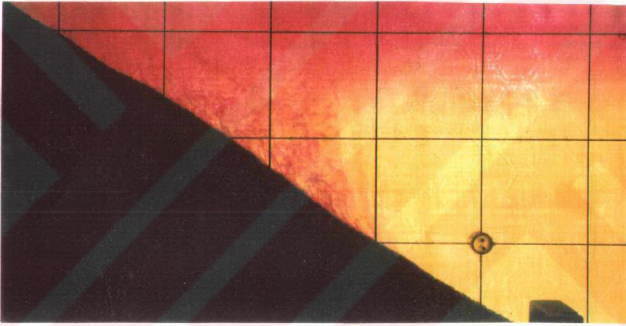
Şekil 4.4. (Devam)

nolu poz tatlı su ve tuzlu su vanaları açılmadan önceki durumu göstermektedir. 2 nolu pozda tuzlu su vanası açılmış ve tuzlu su Hele-Shaw aletinin içini, kumu kaplamıştır. Fotoğrafta tuzlu suyun kum zemin içinde ilerlemiş olduğu kesim açık olarak görülmektedir. 4 ve 5 nolu pozlarda tatlı suyun ilerleyişi 6 nolu pozda tuzlu suya ulaşması, 7, 8, 9, 11 nolu pozlarda ise arayüzeyin oluşması görülmektedir (Sol taraftaki kırmızı lekelerle dikkat ediniz). Ayrıca, 6 nolu pozdan sonraki pozlarda tatlı suyun tuzlu su üzerindeki yayılışı belirgin olarak izlenebilmektedir. 11 nolu pozda arayüzey kararlı hale gelmiş, 12, 13, 14, 15, 16, 17 nolu pozlarda arayüzeyin pozisyonu değişmemiştir (3 saat 45 dakika boyunca). Bundan sonra deneyler durdurulmuştur.

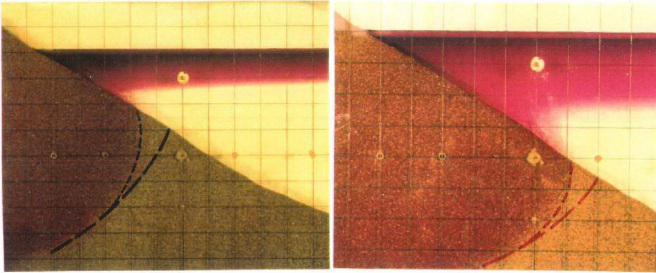
Şekil (4.5), 15 nolu pozun yakın çekimi olup tatlı suyun tuzlu suya ulaştıktan sonraki yükselişini göstermektedir. Diğer taraftan bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla şekil (4.6)'da Hele-Shaw aletindeki tuzlu su miktarının sürekli olarak azaldığı başka bir deneye ait yakın çekimde verilmiştir. Görüldüğü üzere ortamlardaki akım koşulları birbirlerinden farklı olduğu halde tabandan giren ve yükselen boyalı tatlı su ipçiklerinin genel görünümleri çok benzerdir. Tabandan giren tatlı su önce bir miktar sola yönelmekte; bir müddet benliğini korumakta sonra karışım gözlenmektedir. Bu durum haliçlerdeki duran tuzlu su kamalarının içindeki su kütlelerinin hareketine benzemektedir (Şekil 4.8). Gerçekten de arayüzeyin sabit olduğu duran tuzlu su kamaları halinde, sürükleme etkisi ile alt tabakadan üst tabakaya taşınan tuzlu suyun karşılanabilmesi için haliçlerin tabanında menba'a yönelik bir dip akıntısının olması gerekir. Şekil (4.5), (4.6) ve (4.7)'deki durum ise analog bir duruma karşı geldiğinden benzer akım koşulları gözlenmektedir (Şekil 4.5'nin altında kum tabakasının içinde oluşmuş kanalcıklardaki boyalı su hareketinin yönleri de aynı yorumu doğrulamaktadır). Bu yorum şekil (4.4)'deki muhtelif fotoğraflarda kum kütlelerinin içinde



Şekil 4.5. 15 Nolu Pozun Yakın Çekimi

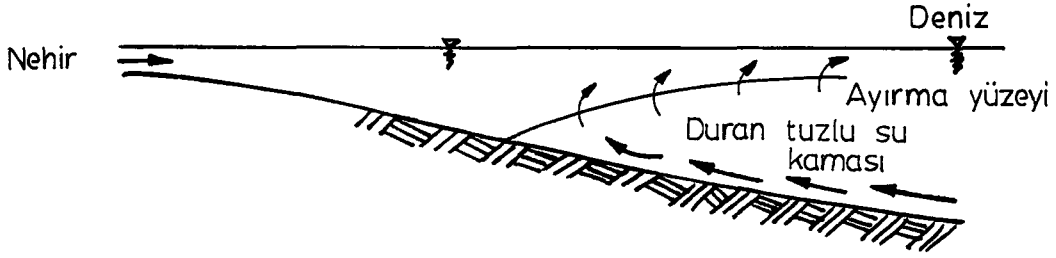


Şekil 4.6. Başka Bir Deneye Ait Yakın Çekim

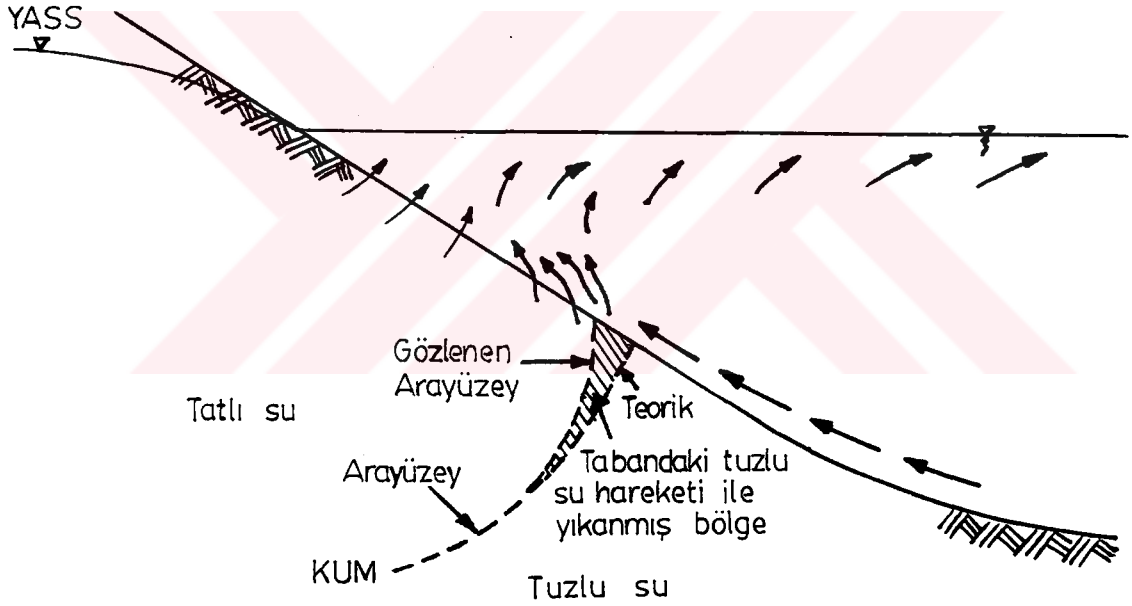


Şekil 4.7. Deneylerde Gözlenmiş Tatlı-Tuzlu Su Arayüzeyleri

görülen sağa doğru çıkıntı yapmış boyalı tatlı su oluşumunu da açıklamaktadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.8. Haliçlerdeki Duran Tuzlu Su Kaması İçindeki Su Kütlesi Hareketleri

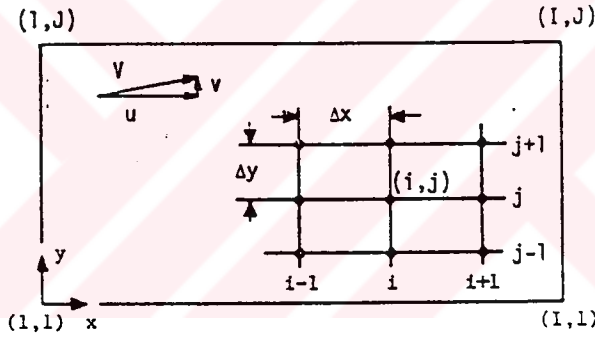


Şekil 4.9. Duran Tuzlu Su Kaması İçindeki Su Hareketi Nedeni İle Gözlenen Arayüzey Profili ve Teorik Arayüzeyden Sapma

Gerçekten de kum dolgunun içinde oluşması gereken arayüzeyin tabandaki tuzlu su hareketi ile bir miktar yıkanmış olması beklenmelidir.

4.2. Çözüm Algoritmasının Oluşturulması

(2.64)-(2.67) denklemleri kısmi diferansiyel denklemlerdir. Bu tip denklemlerin genel halde kesin analitik çözümü mümkün olmadığından nümerik çözüm yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, nümerik çözüm yöntemi olarak sonlu farklar yönteminden yararlanılmıştır. Sonlu fark operatörleri a) ileri, b) geri, c) merkezi sonlu fark formunda olabilirler. Kısmi türevler için temel sonlu fark formları, kısmi Taylor seri açınımlarından çıkarılabilirler. Kullanılan dikdörtgen ağız geometrisi Şekil 4.10 da gösterilmiştir. Notasyon olarak (i,j) ler x ve y doğrultusundaki grid noktalarını, Δx , Δy grid aralıklarını göstermektedir.



Şekil 4.10 Dikdörtgen Ağız Geometrisi

Herhangi bir kısmi türev $(\frac{\partial f}{\partial x})$ için sonlu fark ifadesi $\frac{\delta f}{\delta x}$ şeklinde gösterilirse,

$$\left. \frac{\delta f}{\delta x} \right|_{i,j} = \frac{f_{i+1,j} - f_{i,j}}{\Delta x} \quad (4.1)$$

yazılabilir. (4.1) denkleminde "ileri" sonlu fark yaklaşımı denir.

$$\left. \frac{\delta f}{\delta x} \right|_{i,j} = \frac{f_{i,j} - f_{i-1,j}}{\Delta x} \quad (4.2)$$

şeklinde yazılan (4.2) denklemi "geri" sonlu fark yaklaşımı adını alır. "Merkezi" sonlu fark yaklaşımı ise

$$\left. \frac{\delta f}{\delta x} \right|_{i,j} = \frac{f_{i+1,j} - f_{i-1,j}}{2\Delta x} \quad (4.3)$$

şeklindedir. Diğer taraftan ikinci merteye ileri fark

$$\left. \frac{\delta^2 f}{\delta x^2} \right|_{i,j} = \frac{f_{i+2,j} - 2f_{i+1,j} + f_{i,j}}{\Delta x^2} \quad (4.4)$$

ikinci merteye geri fark,

$$\left. \frac{\delta^2 f}{\delta x^2} \right|_{i,j} = \frac{f_{i,j} - 2f_{i-1,j} + f_{i-2,j}}{\Delta x^2} \quad (4.5)$$

ikinci merteye merkezi fark

$$\left. \frac{\delta^2 f}{\delta x^2} \right|_{i,j} = \frac{f_{i+1,j} + f_{i-1,j} - 2f_{i,j}}{\Delta x^2} \quad (4.6)$$

şeklinde yazılabilir (Roache, P.J., 1972).

Şekil (2.1) de görülen x, y, z doğrultularında, birinci merteye türevlerde geri, x doğrultusundaki ikinci merteye türevde geri y ve z doğrultularındaki ikinci merteye türevlerde ise merkezi form kullanılmıştır. Enkesitlerde kapalı (implicit) şema kullanılmıştır. Bilindiği gibi kapalı şemalarda bilinmeyenler birbirine bağlıdır ve doğrudan çözülemezler. Ancak iterasyon yapılarak bu çalışmada da olduğu gibi matris metodlar yardı-

yardımıyla çözülebilirler. (2.64) ve (2.65) denklemlerinde u , v nin yanında tuzluluk (S) de bilinmeyen olduğundan u , v nin bulunabilmesi için hesap yapılacak her noktada tuzluluk seçilerek hesaba başlanmaktadır. Ancak, iterasyon sayısının az olması için seçilecek tuzluluk değerlerinin bir önceki kesittekiye yakın olması uygun olmaktadır. Bu tuzluluklara karşı gelen u , v değerleri hareket denkleminde bulunmektedir. Daha sonra (2.66) süreklilik denkleminde (w) düşey hız bileşeni elde edilmektedir. Bu hız değerlerine bağlı olarak enkesit içindeki tüm noktalar için (2.67) tuz dengesi denklemi yazılarak, enkesite ait denklem takımı kurulmaktadır. Bu denklem takımının çözümünden enkesitteki her nokta için tuzluluk değeri bulunmaktadır. Bulunan tuzluluk değerleri kullanılarak yeniden u , v , w hız bileşenleri, bu hız bileşenlerinden de yeni tuzluluk değerleri elde edilmektedir. Bu adımdaki tuzluluk değerleri ile bir önceki adımdaki tuzluluk değerleri arasındaki fark öngörülen değere eşit veya küçük oluncaya dek iterasyon işlemine devam edilmektedir. Böylece, son adımda bulunan hız bileşenleri ve tuzluluk değerleri enkesitteki noktaların sonuç değerleri olarak alınmaktadır. Aynı işlemler diğer enkesitlerde de tekrarlanmaktadır. (2.67) denklemindeki x , y , z doğrultularındaki çevri diffüzivite katsayıları (K_x , K_y , K_z) her noktada değişmektedir. Ancak, bu katsayıların hesabı ile ilgili bağıntılar açık kanallar için geliştirilmiştir. Körfez, deniz gibi ortamların modelleme çalışmalarında bu katsayılar genellikle sabit alınmaktadır (Pond vd., 1978, Watanabe, 1983). Yatay çevri diffüzivite katsayıları 10 ila -10^5 m^2/sn düşey çevri diffüzivite katsayısı 10^{-5} ila 10^{-1} m^2/sn arasında değişmektedir (Pond vd., 1978, Hill vd., 1962). (2.1) ve (2.2) denklemlerinde yayılma katsayısı $\beta = 7.6 \cdot 10^{-4} \text{ ppt}^{-1}$, $\alpha = 1$ olarak alınmıştır (Sur, 1988).

Sınır şartı olarak başlangıç enkesitindeki ve serbest su seviyesindeki hız bileşenleri ve tuzluluklar verilmiştir. Bölüm 2.1 de belirtildiği gibi rijit

yüzey yaklaşımı nedeniyle serbest yüzey koşulu olarak serbest yüzeydeki düşey hız sıfır

$$z = 0 \text{ için } w = 0 \quad (4.7)$$

olmaktadır. Serbest yüzeydeki ikinci sınır şartı ise serbest yüzeyin bütün noktalarına etkiyen basıncın atmosfer basıncına eşit olduğunu ifade etmektedir.

Yan cidarlarda (yeraltı suyunun karıştığı bölge dışında) ve tabanda no-slip sınır şartı

$$u = v = w = 0 \quad (4.8)$$

kullanılmıştır. Yeraltı suyunun karıştığı bölgede ise yeraltı suyunun hızı (birim alandan giren yeraltı suyu debisi) sınır şartı olarak verilmiştir.

4.2.1. Temel Denklemlerin Sonlu Farklar Şeklinde Yazılışı

Bölüm 4.2 de de belirtildiği gibi birinci merteye türevlerde geri, ikinci merteye türevlerde x doğrultusunda geri, y ve z doğrultularında ise merkezi form kullanılmıştır. (2.1) ve (2.4) denklemleri i, j, k sırasıyla x, y, z doğrultularındaki grid numaralarını, Δx , Δy , Δz grid uzunluklarını göstermek üzere (i, j, k) noktası için sonlu farklar şeklinde aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$0 = \left[-g\beta \int_0^z S dz \right]_{i,j,k} - \left[-g\beta \int_0^z S dz \right]_{i-1,j,k} / \Delta x + f v_{i,j,k} \quad (4.9)$$

$$0 = \left[-g\beta \int_0^z S dz \right]_{i,j,k} - \left[-g\beta \int_0^z S dz \right]_{i,j-1,k} / \Delta x - f u_{i,j,k} \quad (4.10)$$

$$\frac{u_{i,j,k} - u_{i-1,j,k}}{\Delta x} + \frac{v_{i,j,k} - v_{i,j-1,k}}{\Delta y} + \frac{w_{i,j,k} - w_{i,j,k-1}}{\Delta z} = 0 \quad (4.11)$$

$$u_{i,j,k} \frac{S_{i,j,k} - S_{i-1,j,k}}{\Delta x} + v_{i,j,k} \frac{S_{i,j,k} - S_{i,j-1,k}}{\Delta y} + \quad (4.12)$$

$$+ w_{i,j,k} \frac{S_{i,j,k} - S_{i,j,k-1}}{\Delta z} = K_x \frac{S_{i,j,k} - 2S_{i-1,j,k} + S_{i-2,j,k}}{\Delta x^2}$$

$$+ K_y \frac{S_{i,j-1,k} - 2S_{i,j,k} + S_{i,j+1,k}}{\Delta y^2} + K_z \frac{S_{i,j,k+1} - 2S_{i,j,k} + S_{i,j,k-1}}{\Delta z^2}$$

Bu ifadeleri, Bölüm 4.2 deki çözüm algoritmasıyla ele alan bilgisayar programı aşağıdaki bölümde tanıtılmıştır.

4.2.2. KÖRFEZ-3D Bilgisayar Programının Tanıtımı

Körfezlerdeki tabakalı akımların üç boyutlu matematik modeline ait nümerik çözümlerinin yapılabilmesi amacıyla FORTRAN-77 dilinde kodlanan KÖRFEZ-3D Bilgisayar programı geliştirilmiştir. Program, sonlu farklar şeklinde ifade edilen (4.9)-(4.12) denklemlerinin iterasyonla çözümünü vermektedir.

Bilgisayar programının çalışma süresi az, etkin ve ekonomik bir program olmasına özen gösterilmiştir.

Programın giriş bilgileri açıklamalı olarak aşağıda Tablo (4.1)-(4.2)'de, çıkış bilgileri Tablo (4.3)'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Genel Giriş Bilgileri

Sembol	AÇIKLAMA
ΔX	Körfezin boyuna doğrultudaki grid boyutu
ΔY	Körfezin enine doğrultudaki grid boyutu
ΔZ	Körfezin düşey doğrultudaki grid boyutu
NX	Enkesit numarası
K_x, K_y, K_z	Çevri diffüziivite katsayıları
EPS	Öngörülen hata miktarı

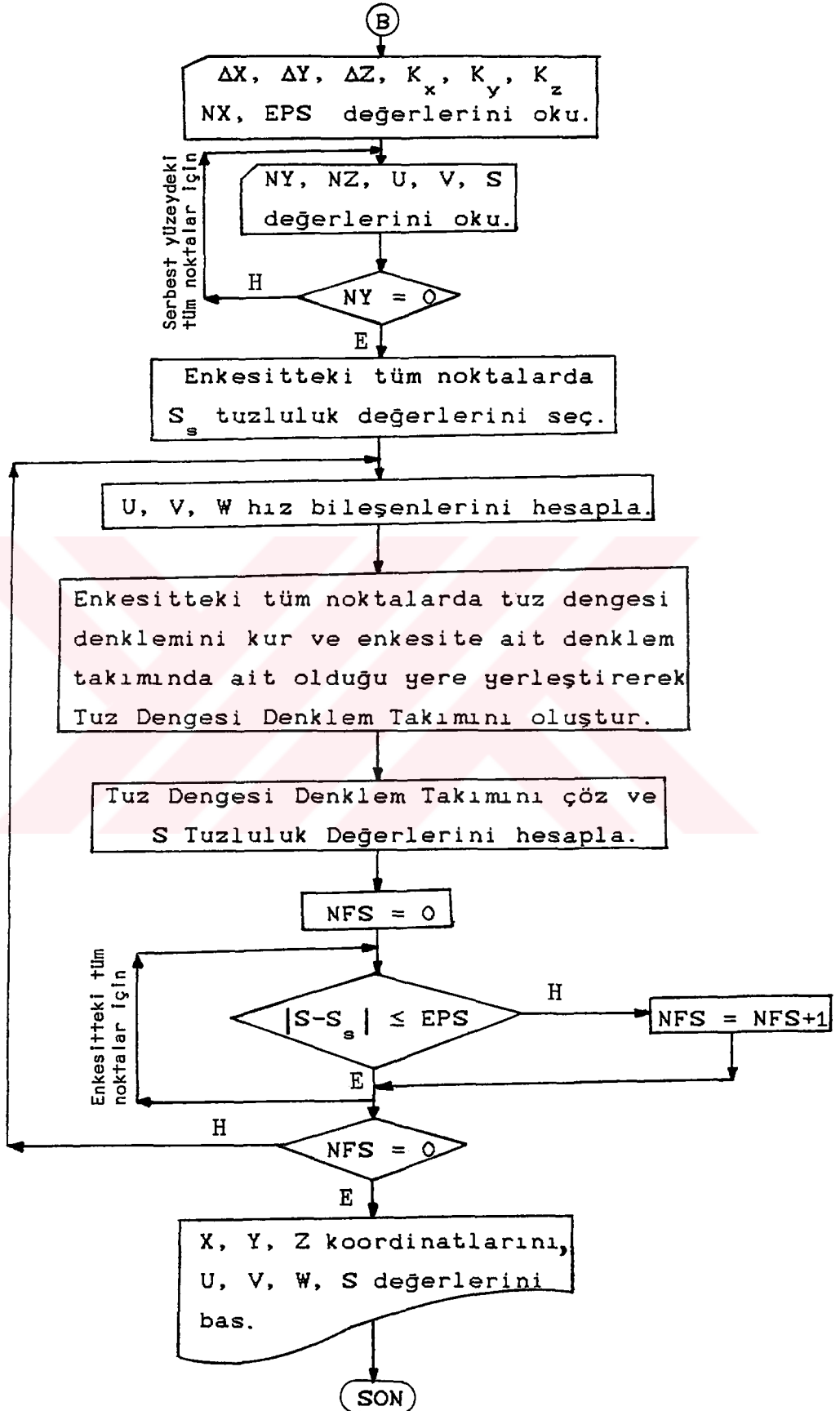
Tablo 4.2. Enkesitteki Bütün Sınır Noktaları İçin Tekrarlanacak Olan Giriş Bilgileri

Sembol	AÇIKLAMA
NY	Y koordinatı
NZ	Z koordinatı
U	X doğrultusundaki hız bileşeni
V	Y doğrultusundaki hız bileşeni
S	Tuzluluk değeri

Tablo 4.3. Enkesitte Hesabı Yapılan Her Noktaya Ait Çıkış Bilgileri

Sembol	AÇIKLAMA
X, Y, Z	Nokta koordinatları
U	X doğrultusundaki hız bileşeni
V	Y doğrultusundaki hız bileşeni
W	Z doğrultusundaki hız bileşeni
S	Tuzluluk değeri

KÖRFEZ-3D PROGRAMININ AKIŞ ŞEMASI



BÖLÜM 5. MODELİN İZMİT KÖRFEZİNE UYGULANMASI

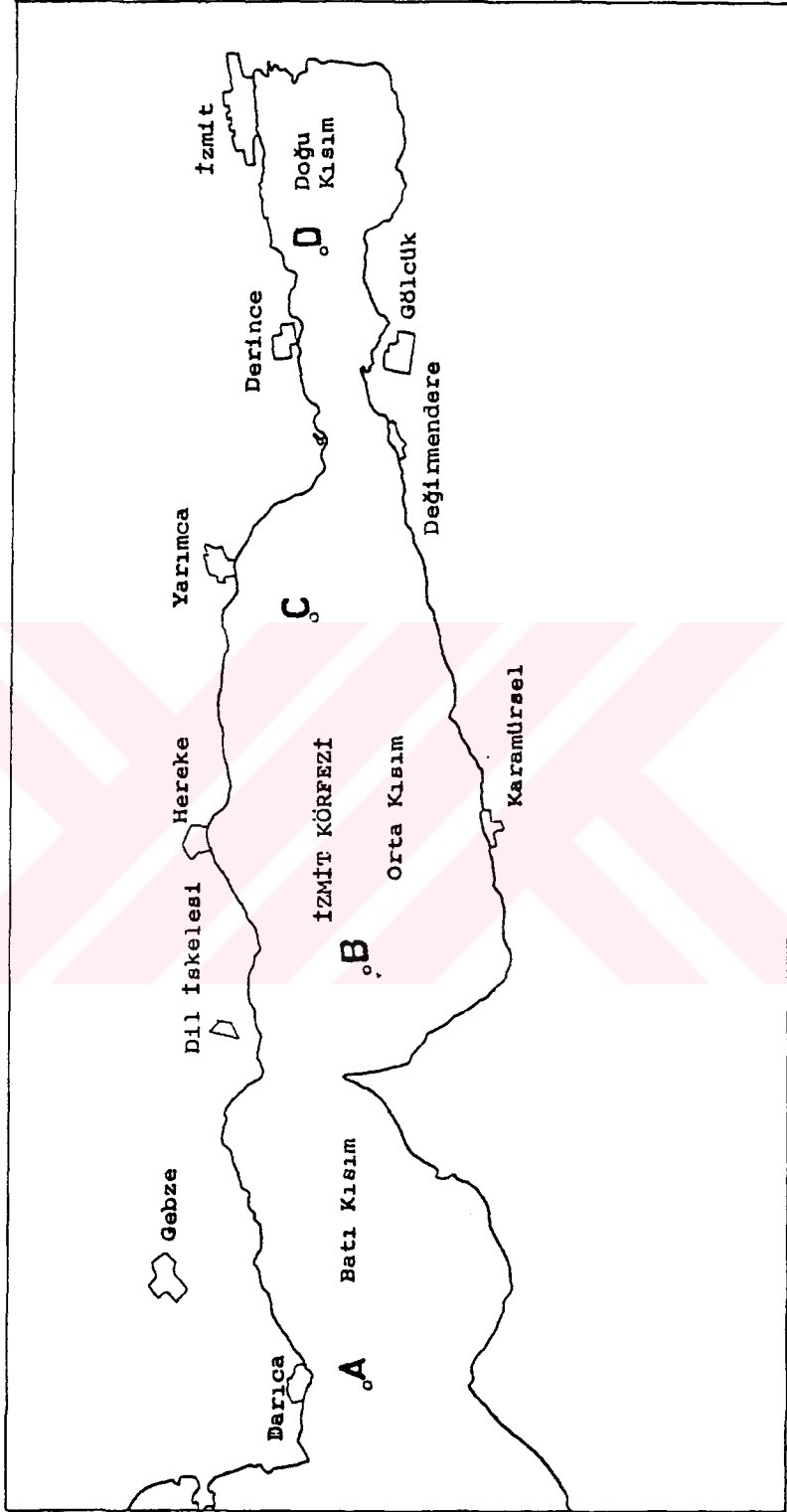
5.1 İzmit Körfezinin Tanıtımı

5.1.1 Hidrografi ve Oseanografi :

İzmit Körfezi Marmara Denizinin kuzeydoğusunda yer alır. Yaklaşık 50 km. uzunluğunda, 2-10 km. genişliğinde olup yüzey alanı 310 km^2 dir. İzmit Körfezi oseanografik özellikleri bakımından Doğu, Orta (Merkez), Batı olmak üzere üç bölgeye ayrılmaktadır (Şekil 5.1). Doğu Bölgesi 16 km. uzunluğunda olup körfezin en küçük ve en sığ bölgesidir. Orta Bölge ise 20 km. uzunluk ve 166 km^2 yüzey alanı ile körfezin en büyük bölgesini oluşturmaktadır. Bu bölgede taban topoğrafyası kuzey-güney doğrultusu boyunca önemli ölçüde değişiklikler göstermektedir. Kuzey bölümünde ortalama derinlik 60 km. iken güney bölümünde yaklaşık 180 m. ye erişmektedir. Orta Bölge ile Batı Bölgesi arasında 3 km. genişliğinde derinliği 55m. olan bir eşik bulunmakta ve bu eşikten sonra körfezin batı bölgesinde derinlik hızla artmaktadır. Batı Bölgesi 100 km^2 alana sahiptir ve Marmara Denzine açılan ağzı 5.5 km. genişliğindedir.

Tablo 5.1. İzmit Körfezi Hidrografik Bölgelerinin Fiziksel Karakteristikleri (Orhon vd., 1984)

	Uzun. (km)	Geniş. (km)	Max. Der. (m)	Yüzey Alanı (km^2)	Su Hacmi (km^3)
Doğu	16	2-5	35	44	850
Orta	20	3-10	180	166	12420
Batı	17	3-5.5	1000	100	--



Şekil 5.1. İzmit Körfezi

Marmara Denizi, tuzluluğu az olan Karadeniz ile tuzluluğu çok olan Ege Denizi arasında yer almaktadır. Bu nedenle Marmarada yoğunluk tabakalaşması görülmektedir. İzmit Körfezi de Marmara Denizinin bir parçası olduğundan aynı durum burada da söz konusudur. İzmit Körfezinde görülen yoğunluk tabakalaşması ile ilgili ölçüm ve grafiklere Bölüm 5.2.2 de detaylı olarak değinilecektir.

5.1.2 Topoğrafya :

Körfezin kuzey kıyısında Derince, Yarımca, Dil Deresi ve güney kıyısında Değirmendere, Başiskele, Karamürsel bölgelerinde % 0.5 eğimli düzlükler yer almaktadır. Bu düzlük alanların genişliği 1-4 km. civarındadır. Körfezin kuzey ve güneyi dağlık olup, yükseklikleri güneyde 1500 m. yi, kuzeyde ise 1000 m. yi geçmektedir. Gebze ve Yukarı Değirmenderede eğimler % 40'a ulaşmaktadır ve arazi çok engebelidir (Orhon vd., 1984). Körfez ile Sapanca gölü arasında aluvyonlu ovalar, deltalar ve birikinti konileri mevcuttur. Birikinti (dejeksiyon) konileri dere ve sel sularının dağlık araziden koparıp getirdikleri ve buralarda hızlarını kaybettikten sonra bırakmış oldukları erozyon kalıntılarıdır.

5.1.3 Jeoloji :

İzmit Körfezinin çevresindeki yamaçlarda ve su toplama havzalarında, jeolojik yaş ve litolojik oluşumlar yönünden farklılıklar göze çarpmaktadır. Bölge Paleozoik'ten beri çeşitli yer kabuğu hareketleri geçirmiş ve bunun sonucunda değişik tektonik çizgiler meydana gelmiştir. Bölgede en etkili jeolojik hareketler üçüncü zaman sonunda, Pliosen'de başlamış ve Pleistosen boyunca sürmüştür. Bu süre boyunca doğu-batı doğrultulu faylar çok etkili olmuştur. Körfez havzasının Tersiyer'in sonlarına doğru birkaç kez peneplanasyon safhası geçirdiği ve bu süre boyunca erozyon malzemelerinin bölgeyi iki veya üç kez doldurup boşalttığı tahmin edilmektedir. Körfezin güneyinde



⊗ EÖST KRETASE

⊙ EÖSEN FLİS

● TRIAS

⊖ EÖSEN YENİ ALÜVİYON

● EÖST KRETASE VOLKANİK FASİES

● MİTA EÖSEN LÜTESİYEN

⊖ EÖSEN KARASAL

⊖ SİLÜRİYEN

⊖ SİLÜRİYEN DEVONİYEN

⊖ GRANİT GRANODİYORİT KUARSLI DİYORİT

⊖ MERMER KRİSTALİZE KALKER VE DOLAMİT

⊖ PLİO KUATERNER

⊖ PALEOZOİK AYRILMIŞ

⊖ DEVONİYEN

⊖ BAZALT DOLARİT ANDEZİT SPİLİT PORFİRİT

⊖ RİYOLİT DASİT ANDEZİT SPİLİT PORFİRİT

⊖ ANDEZİT SPİLİT PORFİRİT

⊖ VOLKANİK TUF ANGLOMERA BREŞ

Şekil 5.2. Jeolojik Harita (Süher vd., 1984)

ise Miosen'e ait tabakaların varlığı bu dönemde denizin doğuya kadar sokulduğunu göstermektedir. Pleistosen'de deniz seviyesinin bugünkünden daha yüksek olduğu sanılmaktadır (Süher vd., 1984).

Körfezin kuzey ve güney kıyıları boyunca DSİ ve MTA gibi kuruluşlar değişik zamanlarda jeolojik çalışmalar yapmışlardır. Süher ve diğerlerinin çalışması İzmit Körfezinin jeolojisi ile ilgili son çalışmalardan olup Şekil 5.2 de görülmektedir. Şekil 5.2 de de görüldüğü gibi Yarımca-İzmit-Gölcük arasındaki dar kıyı şeridinde, Taşköprü ve Hersek ovalarında alüvyal topraklar yayılmıştır. Körfezin kuzeyindeki toprakların esasını kil, gre, marn teşkil etmektedir. Körfezin güneyinde ise organik maddece zengin topraklar çoğunluktadır.

5.1.4 İklim :

Körfez ve çevresinde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve bol yağışlıdır. Ortalama yıllık yağış 700 mm., buharlaşma 650-800 mm. dir. Yıllık ısı ortalaması 15.2°C, nisbi nem % 70 dir. Aylık rüzgar hız ve doğrultularını gösteren Tablo 5.4 de görüldüğü gibi aylık rüzgar hızları çok zayıf 2-3 m/sn, maksimum günlük rüzgar hızları ise 5-7 m/sn dir.

Tablo 5.2. İzmit Körfezindeki Rüzgarların Hız ve Doğrultuları (Sur 1988)

	Aylık ortalama rüzgar hızı (m/sn) ve doğrultusu		Gözlenmiş maksimum günlük ortalama hız (m/sn) doğ.	
	1984	1985	1984	1985
Ocak	2.5 NNE	3.5 NNE	5.3 SW	5.3 NNE
Şubat	2.8 NNE	3.2 NNE	4.8 NNE	6.3 NNE
Mart	2.4 ENE	2.4 ENE	5.5 NE	5.0 NE
Nisan	3.5 NNE	3.0 NNE	5.7 NNE	4.8 NNE
Mayıs	1.8 ENE	2.4 NE	4.8 NNE	4.7 NE
Haziran	3.4 NNE	2.6 NNE	6.2 NNE	4.7 N
Temmuz	3.6 NNE	2.9 NNE	5.8 NNE	6.0 ENE
Ağustos	2.3 NE	2.3 ENE	5.7 NE	7.0 ENE
Eylül	2.2 NE	3.3 NNE	5.0 NE	5.7 NNE
Ekim	2.2 NE	3.1 NNE	4.7 NE	6.0 NNW
Kasım	2.8 NE	3.4 NE	5.7 NNE	6.0 NNE
Aralık	2.2 ENE	3.1 NNE	4.5 SW	7.5 SSW

Körfezde yıl boyunca Karadenizden gelen kuzeydoğu rüzgarları hakimdir. Kış aylarında bazen Marmara Denizinden gelen güneybatı rüzgarları etkili olmaktadır (Sur, 1988).

5.1.5 İzmit Körfezi Çevresindeki Yeraltı ve Yüzeysel Su Kaynakları :

İzmit Körfezi ve çevresi yeraltı suyu bakımından zengindir. Evsel ve endüstriyel gereksinimlerin büyük bir çoğunluğu yeraltı suyundan sağlanmaktadır.

5.1.5.1 İzmit Körfezinin Kuzeyindeki Yeraltı ve Yüzeysel Su Kaynakları :

Körfezin kuzeyinde yeraltı suyu taşıyan başlıca formasyonlar kıyı ovalarını kaplayan alüvyonlar ile Hereke'nin kuzeyinde yer alan Trias kireçtaşlarıdır. Kuaterner

alüvyonları ile Trias kireçtaşları dışında kalan formas-
yonlar taşıdıkları pek az miktardaki yeraltı suyunu küçük
kaynaklarla boşaltırlar. Bölgedeki başlıca akiferler :

Dil ovası alüvyonu

Yarımca-Tütünciftlik-Derince alüvyonu

Trias dolomitik kireçtaşları

dır. Dil ovasında yeraltı suyu akış yönü kuzeyden güneye doğru olup hidrolik eğim 1/200 kadardır ve Dil deresi akiferi beslemektedir. Yarımca-Tütünciftlik ovasında yeraltı suyu kuzeydoğudan güneybatıya doğru akmaktadır ve hidrolik eğim 1/100 kadardır. Yeraltı suyu seviyesinin en yüksek olduğu aylar yağışın da fazla olduğu kış ve ilkbahar aylarıdır. Yaz ve sonbahar aylarında yağışlar azalıp yeraltı suyunda çekimler artınca statik seviye de düşmektedir. Ovaların yeraltı suyu bilançoları ayrı ayrı çıkartılarak Tablo 5.3 ve 5.4 de özetlenmiştir (DSİ, 1977). Buharlaşma ve terleme kayıpları ihmal edilmiştir.

Diğer taraftan Eroskay (1978) Gebze ile Hereke arasındaki alanın hidrojeolojisini incelemiş bu alandaki kireçtaşının beslenme alanı ve boşalma noktalarını saptamıştır. Yeraltı suyunun başlıca Ulupınar ve Tulumbasuyu kaynağından boşaldığı ve bu kesimden bir denizaltı boşaltmasının olabileceği sonucuna varmıştır.

İzmit Körfezinin kuzeyinde kuzey-güney yönünde gelişmiş küçük dereler mevcuttur. Bunların içinde en geniş drenaj alanına (125.8 km²) sahip Dil deresi hariç diğerleri genellikle sadece yağışlı aylarda su taşırlar. Bölgede sürekli su taşıyan ve ölçümleri olan tek akarsu Dil ovasını kateden Dil (Tavşanlı) deresidir. 1967-1982 yılları arasındaki yıllık ortalama debisi 1.125 m³/sn dir.

Tablo 5.3. İzmit Körfezinin Kuzeyindeki Bölgelerin Yeraltı Suyu Bilançoları (DSİ, 1977)

DİL OVASI (Tavşanlıdere vadisi)YERALTI SUYU BİLANÇOSU	
Beslenme ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$)	Boşalma ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$)
a)Yağıştan süzülme :0.5	a)Suni boşalma :2.0
b)Yüzeysel akıştan süzülme :2.0	b)Denize boşalma :0.5
Toplam :2.5	Toplam :2.5
TRİAS DOLOMITİK KIREÇTAŞLARININ YERALTI SUYU BİLANÇOSU	
Beslenme ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$)	Boşalma ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$)
a)Yağıştan süzülme :7.5	a)Kaynaklarla boşalma :5.5
	b)Dil deresine boşalma:2.0
Toplam :7.5	Toplam :7.5
YARIMCA-TÜTÜNÇİFTLİK-DERİNCE OVALARI YERALTI SUYU BİL.	
Beslenme ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$)	Boşalma ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$)
a)Alüvyona yağıştan süzülme :2.0	a)Suni boşalma :4.5
b)Neojene yağıştan süzülme :1.5	b)Denize boşalma :1.0
c)Yüzeysel akıştan süzülme :2.0	
Toplam :5.5	Toplam :5.5

5.1.5.2 İzmit Körfezinin Güneyindeki Yeraltı ve Yüzeysel Su Kaynakları

Körfezin güneyinde yeraltı suyu taşıyan formasyon alüvyonlardır. Sahayı güney kuzey doğrultusunda kateden dereler vadilerde denize yakın düşük kotlarda kalınlığı en çok 80 m. civarında olan alüvyon biriktirmişlerdir. Alüvyonun genel özelliği daha çok ince malzeme içermesidir. Alüvyonda yeraltı suyu taşıyan seviyeler kum, çakıl ve bunların karışımıdır. Akifer genellikle basınçlıdır ve genel olarak yeraltı suyu akımı denize doğrudur. Yeraltı suyu seviyesi Nisan ve Mayıs aylarında en yüksek değerine ulaşmakta daha sonra yoğun pompaj nedeniyle düşmektedir. Yeraltı suyunun en yüksek ve en düşük seviyeleri arasındaki fark Hersek ovasında 1 m., Taşköprü ovasında 1-2 m. dir. Yeraltı suyu beslenmeleri başlıca yağıştan ve yüzeysel suların süzülmesiyle olmaktadır. Yeraltı suyu boşalmaları ise içme, sulama ve endüstriyel kullanımlar için yapılan suni boşalmalar ve denize akışla olmaktadır. Ovaların yeraltı suyu bilançoları Tablo 5.4 da özetlenmiştir.

İzmit Körfezinin güneyindeki derelerin tamamı güneyden kuzeye akarak Marmara Denizine dökülmektedir. Bu derelerden en önemlileri Yalakdere, Kılıçdere, Hisardere ve Kiraz deredir. Yalakdere, Karamürselin güneyinden doğar, Hersek ovasının batısında denize dökülür. 1968-1969, 1974-1981 yıllarındaki ortalama yıllık debisi $2.69 \text{ m}^3/\text{sn}$ dir. Kılıçdere, Dumanlı tepe civarında doğup Taşköprü ovasını geçerek denize dökülmektedir. Yaz aylarında debisi 5-10 lt/sn civarındadır. Hisarderenin ortalama yıllık debisi 1978-1982 yıllarında $2.73 \text{ m}^3/\text{sn}$ dir. Kiraz dere ise körfezin güneydoğusundaki derelerin en büyüğü olup ortalama yıllık debisi 1963-1971, 1975-1982 yıllarında $7.02 \text{ m}^3/\text{sn}$ dir.

Tablo 5.4. İzmit Körfezinin Güneyindeki Ovaların Yeraltı Suyu Bilançoları (DSİ, 1978)

HERSEK OVASI YERALTI SUYU BİLANÇOSU			
Beslenme ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$)		Boşalma ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$)	
Yağıştan süzülme	:6.0	Suni boşalma	:6.5
Yüzeysel akıştan süzülme	:4.0	Denize boşalma	:3.5
Toplam	:10.0	Toplam	:10.0
TAŞKÖPRÜ OVASI YERALTI SUYU BİLANÇOSU			
Beslenme ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$)		Boşalma ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$)	
Yağıştan süzülme	:4.5	Suni boşalma	:3.5
Yüzeysel akıştan süzülme	:1.5	Denize boşalma	:2.5
Toplam	:6.0	Toplam	:6.0

5.1.5.3 Çalışmada Esas Alınacak Yeraltı Suyu Potansiyeli:

DSİ'nin 1986 da hazırladığı "Türkiye Yeraltı Suyu Potansiyeli ve Kullanım Envanteri" çalışması bu konudaki son çalışmalardandır. Bu nedenle ovalardan denize boşalım bir kez de bu çalışmadaki değerlere göre hesaplanmış ve çalışmada bu değerler esas alınmıştır.

Tablo 5.5. Körfezi Çevreleyen Ovalardaki Yeraltı Suyu Potansiyeli ve Kullanım Envanteri (DSİ, 1986)

Tahsis Edilen Su Miktarı (10 ⁶ m ³ /yıl)					
Ova adı ve üniteleri	İşletme Rezervi (10 ⁶ m ³ /yıl)	Sulama DSİ ve Toprak Su Koop.	Belgeli İçme, Kullanma ve Sanayi	Sulama	Toplam Tahsis
İSTANBUL-İZMİT ARASI SAHİL OVALARI					
Dil Ovası	2.0		2.4		2.4
Yarımca-Tüt-Derince	4.5		6.3		6.3
YALOVA-TAŞKÖPRÜ-HERSEK					
Taşköprü	3.5		4.9	0.2	5.1
Hersek	6.5		4.0	2.5	6.5
İZMİT-SAPANCA-GÖLCÜK	37.0		43.4	0.2	43.6

Denizle bağlantılı olan bu ovalarda akifere tuzlu su girişinin önlenebilmesi için denize her ovanın hidrolik özelliklerine göre değişen miktarlarda tabii bir boşalmanın sürdürülmesi gerekmektedir. Bu bakımdan Dil ovası, Yarımca-Tütünciftlik-Derince ovalarında beslenmenin %80 i, Taşköprü, Hersek, İzmit, Sapanca-Gölcük ovalarında %65 i işletme rezervi olarak kabul edilebilir (DSİ, 1978). Tablo 5.5 de toplam tahsislerin işletme rezervinden büyük olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum rezerv olarak

beslenmenin küçük bir yüzdesinin alınmasının sonucudur. Dolayısıyla rezerv değeri olarak toplam tahsis ve işletme rezervinden büyük olanı alınabilir. Bu değerden önce beslenme, daha sonra beslenme ile suni boşalmanın farkından denize boşalma bulunabilir.

Dil ovası için

yeraltı suyu rezervi : $2.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

beslenme : $\frac{2.4 \times 10^6 \times 100}{80} = 3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

sunı boşalma : $2.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

denize boşalma : $3 \times 10^6 - 2.4 \times 10^6 = 0.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Yarımca-Tütünciftlik-Derince ovaları için

yeraltı suyu rezervi : $6.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

beslenme : $\frac{6.3 \times 10^6 \times 100}{80} = 7.87 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

sunı boşalma : $6.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

denize boşalma : $7.87 \times 10^6 - 6.3 \times 10^6 = 1.57 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Taşköprü ovası için

yeraltı suyu rezervi : $5.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

beslenme : $\frac{5.1 \times 10^6 \times 100}{65} = 7.84 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

sunı boşalma : $5.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

denize boşalma : $7.84 \times 10^6 - 5.1 \times 10^6 = 2.74 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Hersek ovası için

yeraltı suyu rezervi : $6.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

beslenme : $\frac{6.5 \times 10^6 \times 100}{65} = 10 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

sunı boşalma : $6.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

denize boşalma : $10 \times 10^6 - 6.5 \times 10^6 = 3.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

İzmit-Sapanca-Gölcük ovaları için

yeraltı suyu rezervi : $43.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

beslenme : $\frac{43.6 \times 10^6 \times 100}{65} = 67 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

sunı boşalma : $43.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

denize boşalma : $67.10^6 - 43.6 \times 10^6 = 23.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

5.1.6 Endüstriler

İzmit Körfezinin kirlenmesi ile ilgili bir çalışmada 27 önemli endüstrinin başlıca rolü görülmüş, bunların son durumları incelenerek sonuçlar Tablo 5.8 de derlenmiştir (Kavasogulları, 1988). Bazı endüstriler atık sularını kanallarla körfeze vermekte, bazıları ise atık sularını derelere deşarj etmektedir. Örneğin, Tarım Koruma atık sularını Çınarlı Deresine, Lifli Rulo Kurula Deresine, Kazlı Deri, Fürsan, Pak Gıda Kumla (Akarca) Deresine, Ansa Kanlı Deresine, Kartonsan Kullar Deresine, Marshall Eynerce Deresine, İpek Kağıt Kaytaş Deresine, Nasaş Dil Deresine vermektedir (Emili, 1983).

5.1.7 Evsel Kaynaklar :

İzmit Körfezine verilen evsel atık yükleri 1985 nüfusu ve $q = 200 \text{ lt/N-gün}$ esas alınarak Tablo 5.7. de verilmiştir.

Tablo 5.6. Önem ve Öncelikli Endüstrilerin Bugünkü Durumları

Endüstrilerin adı	EKA'daki numaraları	Bugünkü Atık (m ³ /gün)	Atıkların bıraktığı dereler
<u>DOĞU BÖLGESİ</u>			
Koruma Tarım	101	800	Çınarlı Dere
Seka	110	86.000	
Seka Klor Alkali	110	1120	
Petrol ofis	102	225.6	
Lifli Rulo	131	900	Kurula Dere
Kazlı Deri	122	879	Kumla (Akarca) Dere
Çelik Halat	114	600	
Mannesman	109	2640	
Rabak	115	795	
Fürsan	121	420	Kumla (Akarca) Dere
Ansa	124	1000	Kanlı Dere
Kartonsan	129	7500	Kullar Deresi
Pak gıda	120	1700	Kumla (Akarca) Dere
DKK Tersanesi	134	600	
<u>ORTA BÖLGE</u>			
Gübre Fab. T. A. Ş	81	24000	
Sümerbank Yarımca Seramik	84	900	
İpraş (Tüpraş)	89	12000	
İgsaf	88	6600	
Marshall	76	165	Eynerce Dere
Petkim	87	23400	
Petkim Klor-Alkali	87	329	
Hereke Sümerbank	80	558	
İpek Kağıt	136	1680	Kaytaş Dere
Nasaş	71		Dil Deresi
<u>BATI BÖLGESİ</u>			
Arçelik	2	722	
T.O.E	4	150	
Feniş	24	180	

Tablo 5.7. Körfeze Evsel Kaynaklardan Gelen Atık Su Debileri (Kavasoğulları, 1988)

BÖLGE	ATIK SU DEBİLERİ (m ³ /gün)
<u>DOĞU</u>	
Derince-İzmit	37.368
Kullar-Köseköy	
Yuvacık-Derbent	3.384
Gölcük-Bahçecik	7.776
TOPLAM	48.528
<u>ORTA</u>	
Hereke	2.736
Yarımca	1.800
Karamürsel-Orta kısım	3.744
Değirmendere	1.872
TOPLAM	10.152
<u>BATI</u>	
Karamürsel-Batı kısım	640
Gebze	12.168
TOPLAM	12.808
Körfez Toplam	71.488

5.1.8 Genel Değerlendirme

Körfeze gelen evsel, endüstriyel ve drenaj alanlarından gelen debiler Tablo 5.8 de verilmiştir.

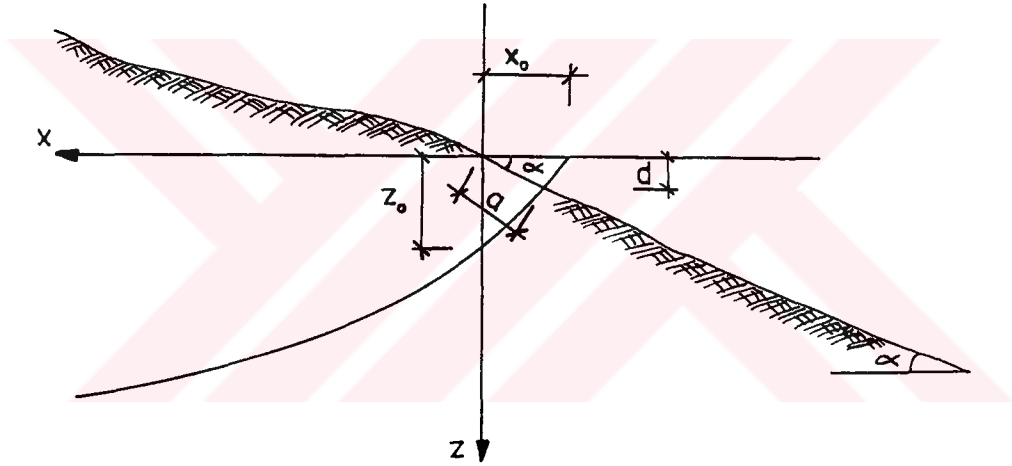
Tablo 5.8. İzmit Körfezine Gelen Toplam Atık Su Debileri

BÖLGE	ATIK SU DEBİLERİ (m ³ /gün)
DOĞU	154.618
ORTA	79.455
BATI	15.012

5.2. İzmit Körfezi ve Çevresindeki Mevcut Ölçümlerin Sınır Şartlarının Belirlenmesi Amacıyla Değerlendirilmesi

5.2.1. Yeraltısuyu Ölçümleri :

Çalışmanın bu bölümünde, DSI'nin hidrojeolojik etüt raporları ile "Türkiye Yeraltı Suyu Potansiyeli ve Kullanım Envanteri" çalışmasından yararlanılmıştır. Aylara göre (özellikle 1984-1985 Mayıs) ovalardan denize boşalım değerleri, veri eksikliği nedeniyle belirlenemediği için yıllık denize boşalım değerleri esas alınarak Şekil 5.3 deki z_o , x_o , d hesaplanmıştır.



Şekil 5.3. z_o , x_o , d nin Gösterimi

Şekil 5.3 den de görüldüğü gibi

$$d \cong x_o \tan \alpha \quad (5.1)$$

ve

$$\begin{array}{lll} \alpha = 45^\circ & \longrightarrow & d \cong x_o \\ \alpha = 90^\circ & \longrightarrow & d \longrightarrow z_o \\ \alpha \longrightarrow 0^\circ & \longrightarrow & d \longrightarrow 0 \end{array} \quad (5.2)$$

olmaktadır.

5.2.1.1. Taşköprü Ovası :

Taşköprü ovasından denize boşalım 5.1.5.3 de belirtildiği gibi $Q = 2.74 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ dır. Yeraltı su seviyesi (YASS) nin 1 m kotunda olduğu eş su seviyesi çizgisi boyunca ölçülen deşarj boyu yaklaşık olarak 6700 m olduğuna göre birim boydan başalan debi:

$$q = \frac{2.74 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}}{6700 \times 365 \times 86400} = 1.30 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sn/m} = 0.013 \text{ lt/sn/m} \quad (5.3)$$

Deniz suyunun tuzluluğu ve sıcaklığı aylara göre değişmektedir. Başürk 1985 de Taşköprü ovası açıklarında yer alan istasyonlarda (2 nolu istasyon) Aralık 1984 de tuzluluğun ‰ 27, sıcaklığın 10.5°C civarında olduğu görülmektedir. Bu durumda, özgül kütle $\rho_s = 1.02077 \text{ gr/cm}^3$ $\rho_f/\Delta\rho \approx 48$ olmaktadır (Tablo 5.9).

Bilindiği gibi, birim genişlikte bir akifer kesitinden birim eğim altında birim zamanda geçen su miktarına zeminin iletim kapasitesi denmektedir. Buna göre T_i (iletim kapasitesi) için aşağıdaki ifade yazılabilir :

$$T_i = \frac{Q}{B_\alpha I} \quad (5.4)$$

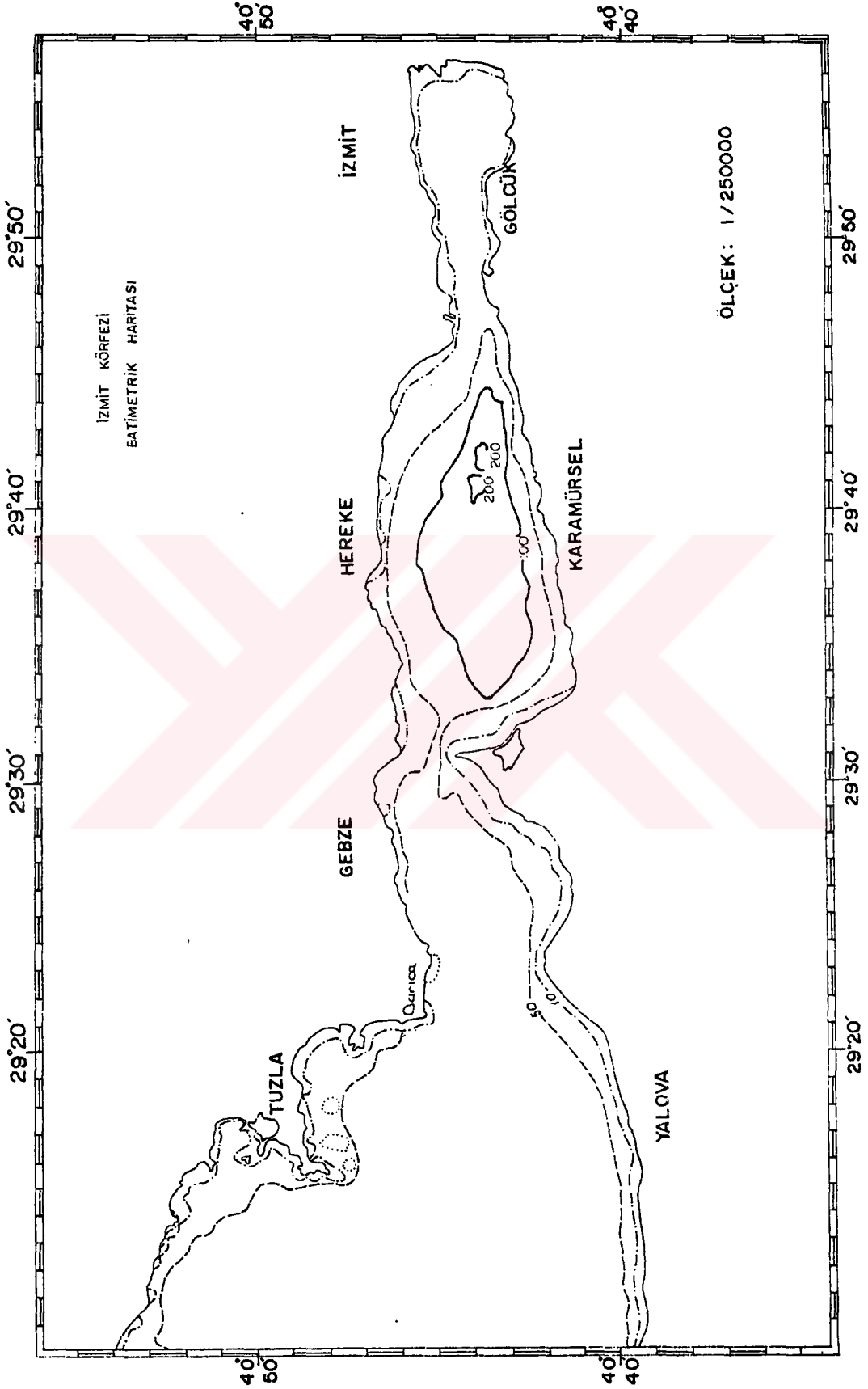
Burada B_α , akiferin genişliğidir. T_i 'nin boyutu uzunluk²/zamandır. m akiferin kalınlığı, V_f fiktif hız, K permeabilite katsayısı olduğuna göre

$$Q = m B_\alpha V_f = m B_\alpha KI \quad (5.5)$$

ifadesinden T ile K arasında

$$T_i = m K \quad (5.6)$$

bağıntısı elde edilebilir (Bayazıt, 1987).

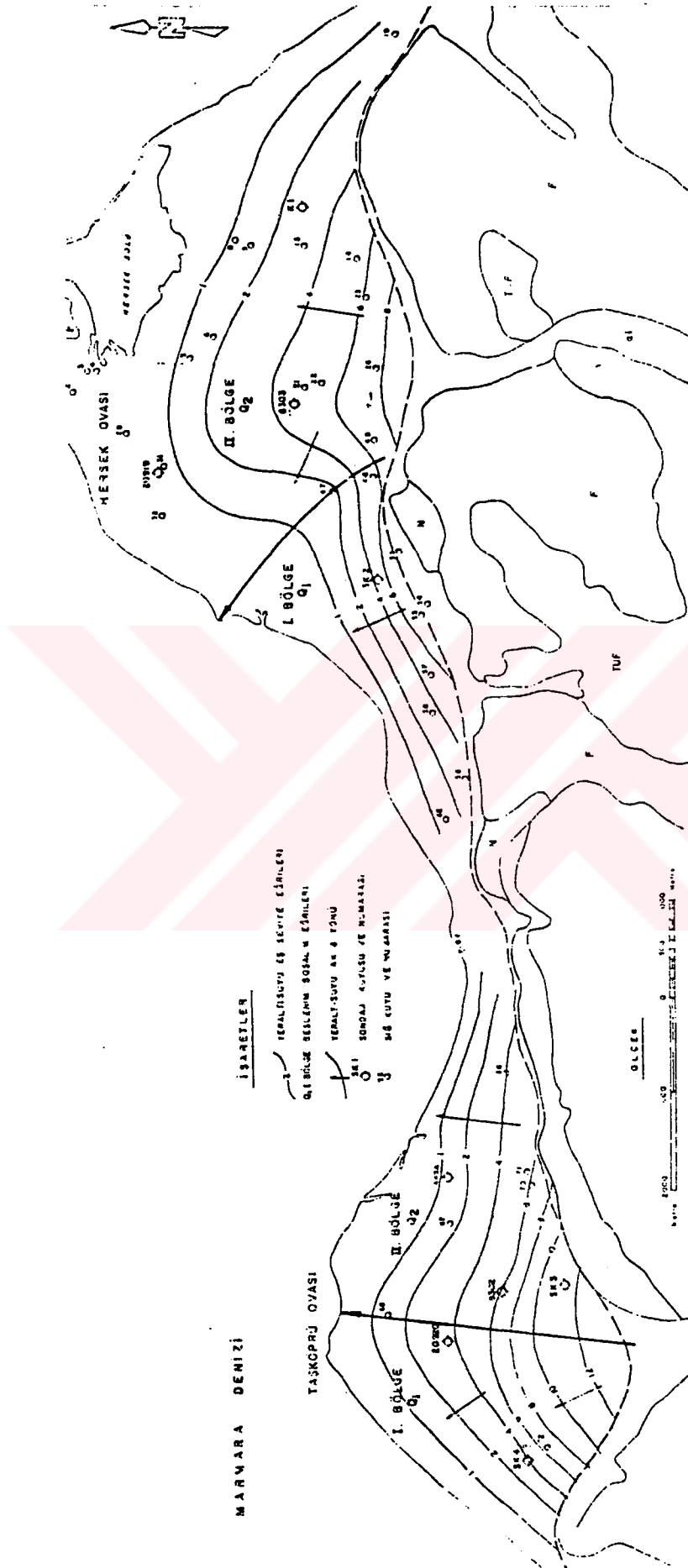


Şekil 5.4. İzmit Körfezi Batimetrik Haritası

Tablo 5.9. Sıcaklık (T) ve Tuzlulukla (S) Değişen
Sigma-t (σ_t) Değerleri

T (°C)

S	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	S
0	-0.16	-0.06	-0.03	-0.06	-0.15	-0.30	-0.50	-0.75	-1.06	-1.40	-1.79	-2.23	-2.70	-3.21	-3.76	-4.35	-4.97	-5.62	-6.31	-7.03	-7.78	0
1	0.06	0.75	0.78	0.74	0.64	0.49	0.28	0.02	-0.28	-0.63	-1.03	-1.47	-1.94	-2.46	-3.01	-3.60	-4.22	-4.88	-5.57	-6.29	-7.04	1
2	1.40	1.57	1.58	1.54	1.44	1.28	1.06	0.80	0.49	0.14	-0.26	-0.70	-1.18	-1.70	-2.26	-2.85	-3.48	-4.13	-4.83	-5.55	-6.30	2
3	2.30	2.38	2.39	2.34	2.23	2.06	1.85	1.58	1.26	0.90	+0.50	+0.06	-0.43	-0.95	-1.51	-2.10	-2.73	-3.39	-4.00	-4.81	-5.56	3
4	3.12	3.19	3.19	3.14	3.02	2.85	2.63	2.36	2.04	1.67	1.27	0.82	+0.33	-0.19	-0.75	-1.35	-1.98	-2.64	-3.34	-4.07	-4.83	4
5	3.94	4.00	4.00	3.94	3.81	3.64	3.41	3.13	2.81	2.44	2.03	1.58	1.09	+0.56	0.00	-0.60	-1.23	-1.90	-2.60	-3.33	-4.09	5
6	4.76	4.81	4.80	4.73	4.61	4.42	4.19	3.91	3.58	3.21	2.80	2.34	1.85	1.32	+0.75	+0.15	-0.49	-1.15	-1.86	-2.59	-3.35	6
7	5.58	5.63	5.61	5.53	5.40	5.21	4.97	4.69	4.35	3.98	3.56	3.10	2.61	2.07	1.50	0.90	+0.26	-0.41	-1.11	-1.85	-2.61	7
8	6.40	6.44	6.41	6.33	6.19	6.00	5.75	5.46	5.13	4.75	4.32	3.86	3.36	2.83	2.25	1.65	+0.33	-0.37	-1.11	-1.87	-2.61	8
9	7.22	7.24	7.21	7.12	6.98	6.78	6.53	6.24	5.90	5.51	5.09	4.62	4.12	3.58	3.01	2.40	1.75	1.08	+0.37	-0.36	-1.13	9
10	8.03	8.05	8.02	7.92	7.77	7.57	7.31	7.01	6.67	6.28	5.85	5.38	4.88	4.34	3.76	3.15	2.50	1.82	1.12	+0.38	-0.39	10
11	8.85	8.86	8.82	8.71	8.56	8.35	8.09	7.79	7.44	7.05	6.62	6.14	5.64	5.09	4.51	3.90	3.25	2.57	1.86	1.12	+0.35	11
12	9.66	9.67	9.62	9.51	9.35	9.13	8.87	8.56	8.21	7.82	7.38	6.90	6.39	5.84	5.26	4.64	4.00	3.31	2.60	1.86	1.08	12
13	10.48	10.48	10.42	10.30	10.14	9.92	9.65	9.34	8.98	8.58	8.14	7.66	7.15	6.60	6.01	5.39	4.74	4.06	3.34	2.60	1.82	13
14	11.29	11.28	11.22	11.10	10.93	10.70	10.43	10.11	9.75	9.35	8.91	8.42	7.91	7.35	6.76	6.14	5.49	4.80	4.09	3.34	2.56	14
15	12.10	12.09	12.02	11.89	11.71	11.48	11.21	10.99	10.52	10.11	9.67	9.18	8.66	8.11	7.52	6.89	6.24	5.55	4.83	4.08	3.30	15
16	12.92	12.90	12.82	12.69	12.50	12.27	11.99	11.66	11.29	10.88	10.43	9.94	9.42	8.86	8.27	7.64	6.98	6.29	5.57	4.82	4.04	16
17	13.73	13.79	13.62	13.48	13.29	13.05	12.76	12.43	12.06	11.65	11.19	10.70	10.18	9.61	9.02	8.39	7.73	7.04	6.31	5.56	4.78	17
18	14.54	14.50	14.41	14.27	14.08	13.83	13.54	13.21	12.83	12.41	11.96	11.46	10.93	10.37	9.77	9.14	8.48	7.78	7.06	6.30	5.52	18
19	15.35	15.31	15.21	15.06	14.86	14.61	14.32	13.98	13.60	13.18	12.72	12.22	11.69	11.12	10.52	9.89	9.22	8.53	7.80	7.04	6.26	19
20	16.16	16.11	16.01	15.85	15.65	15.39	15.10	14.75	14.37	13.94	13.48	12.98	12.45	11.88	11.27	10.64	9.97	9.27	8.54	7.78	7.00	20
21	16.97	16.91	16.81	16.64	16.43	16.18	15.87	15.53	15.14	14.71	14.24	13.74	13.20	12.63	12.02	11.38	10.71	10.01	9.28	8.52	7.74	21
22	17.78	17.72	17.60	17.44	17.22	16.96	16.65	16.30	15.91	15.47	15.00	14.50	13.96	13.38	12.77	12.13	11.46	10.76	10.03	9.26	8.47	22
23	18.59	18.52	18.40	18.23	18.00	17.74	17.42	17.07	16.67	16.24	15.77	15.26	14.71	14.14	13.52	12.88	12.21	11.50	10.77	10.01	9.21	23
24	19.40	19.32	19.19	19.02	18.79	18.52	18.20	17.84	17.44	17.00	16.53	16.02	15.47	14.89	14.28	13.63	12.95	12.25	11.51	10.75	9.95	24
25	20.20	20.12	19.99	19.80	19.57	19.30	18.98	18.61	18.21	17.77	17.29	16.77	16.22	15.64	15.03	14.38	13.70	12.99	12.25	11.49	10.69	25
26	21.01	20.92	20.78	20.59	20.36	20.08	19.75	19.38	18.98	18.53	18.05	17.53	16.98	16.39	15.78	15.13	14.45	13.74	13.00	12.23	11.43	26
27	21.81	21.72	21.58	21.38	21.14	20.86	20.53	20.15	19.74	19.30	18.81	18.29	17.74	17.15	16.53	15.88	15.19	14.48	13.74	12.97	12.17	27
28	22.62	22.52	22.37	22.17	21.92	21.63	21.30	20.93	20.51	20.06	19.57	19.05	18.49	17.90	17.28	16.62	15.94	15.23	14.48	13.71	12.91	28
29	23.43	23.32	23.16	22.96	22.71	22.41	22.07	21.70	21.28	20.82	20.33	19.81	19.25	18.65	18.03	17.37	16.69	15.97	15.23	14.45	13.65	29
30	24.23	24.12	23.95	23.75	23.49	23.19	22.85	22.47	22.05	21.59	21.09	20.56	20.00	19.41	18.78	18.12	17.43	16.72	15.97	15.19	14.39	30
31	25.03	24.91	24.75	24.53	24.27	23.97	23.62	23.24	22.81	22.35	21.85	21.32	20.76	20.16	19.53	18.87	18.18	17.46	16.71	15.93	15.13	31
32	25.84	25.71	25.54	25.32	25.05	24.75	24.40	24.01	23.58	23.11	22.61	22.09	21.51	20.91	20.28	19.62	18.93	18.20	17.45	16.68	15.87	32
33	26.64	26.51	26.33	26.11	25.84	25.52	25.17	24.78	24.34	23.88	23.37	22.84	22.27	21.66	21.03	20.37	19.67	18.95	18.20	17.42	16.61	33
34	27.44	27.30	27.12	26.90	26.62	26.30	25.94	25.54	25.11	24.64	24.13	23.59	23.02	22.42	21.78	21.11	20.42	19.69	18.94	18.16	17.35	34
35	28.24	28.10	27.91	27.68	27.40	27.08	26.72	26.31	25.88	25.40	24.89	24.35	23.78	23.17	22.53	21.86	21.17	20.44	19.68	18.90	18.09	35
36	29.04	28.90	28.70	28.46	28.18	27.85	27.49	27.08	26.64	26.16	25.65	25.11	24.53	23.92	23.28	22.61	21.91	21.18	20.43	19.64	18.83	36
37	29.84	29.69	29.49	29.25	28.96	28.63	28.26	27.85	27.41	26.93	26.41	25.87	25.28	24.67	24.03	23.36	22.66	21.93	21.17	20.38	19.57	37
38	30.64	30.48	30.28	30.03	29.74	29.41	29.01	28.62	28.17	27.69	27.17	26.62	26.04	25.43	24.78	24.11	23.40	22.67	21.91	21.12	20.31	38
39	31.44	31.28	31.07	30.81	30.52	30.18	29.80	29.39	28.94	28.45	27.93	27.38	26.79	26.18	25.53	24.86	24.15	23.42	22.66	21.87	21.05	39
40	32.24	32.07	31.86	31.60	31.30	30.96	30.58	30.16	29.70	29.21	28.69	28.14	27.55	26.93	26.28	25.60	24.90	24.16	23.40	22.61	21.79	40



Şekil 5.5. Hersek ve Taşköprü Ovaları Yeraltı Suyu Eş Seviye Eğrileri Haritaları

Taşköprü ovasında. belgeli kuyuların iletim kapasitesinin ortalaması $T = 200 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}$, akifer kalınlığı 80 m olarak alınabilir (DSİ, 1978). Bu durumda K , 2.5 m/gün veya $2.9 \cdot 10^{-5} \text{ m/sn}$ alınacaktır.

İzmit Körfezi batimetrik haritasında (Şekil 5.4) de görüldüğü gibi kıyı eğimi $\tan \alpha \cong 10/500 = 0.02$ dır. (-10 m derinlik hattı gözönüne alınarak).

Bu değerlerin (3.7), (3.8) ve (5.1) nolu ifadelerde yerlerine konulmasıyla,

$$z_o = \frac{\rho q}{\Delta \rho K} = 48 \frac{1.3 \cdot 10^{-5}}{2.89 \cdot 10^{-5}} = 21.6 \text{ m.} \quad (5.7)$$

$$x_o = \frac{\rho q}{2 \Delta \rho K} \cong 10.8 \text{ m.} \quad (5.8)$$

$$d = x_o \tan \alpha = 0.22 \text{ m.} \quad (5.9)$$

bulunmuştur. Şekil 5.3 den $a \cong x_o / \cos \alpha$ olup $a \cong 10.8 \text{ m}$ dir. Birim alandan boşalan yeraltı suyu debisi,

$$q' = \frac{Q}{A} = \frac{2.74 \cdot 10^6}{365 \times 86400 \times 6700 \times 10.8} = 1.2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sn}/\text{m}^2 \quad (5.10)$$

olmaktadır.

5.2.1.2. Hersek Ovası :

Hersek ovasından denize boşalım 5.1.5.3 de belirtildiği gibi $Q = 3.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 'dır. Y.A.S.S.'nin 1m kotunda olduğu eş su seviyesi çizgisi boyunca ölçülen deşarj boyu yaklaşık olarak 8000 m olduğuna göre birim boydan boşalan debi ;

$$q = \frac{3.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}}{365 \times 86400 \times 8000} = 1.4 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sn}/\text{m} \quad (5.11)$$

Hersek ovası açıklarında yer alan istasyonlarda Aralık 1984'de tuzluluğun ‰28, sıcaklığın 11°C civarında olduğu görülmektedir [Baştürk, 1985]. Bu durumda, özgül kütle $\rho_s = 1.02146 \text{ gr/cm}^3$, $\rho_f/\Delta\rho \cong 47$ olmaktadır.

Hersek ovasında, belgeli kuyuların iletim kapasitesinin ortalaması $T_i = 300 \text{ m}^3/\text{gün/m}$, akifer kalınlığı 80 m olarak alınabilir (DSİ, 1978). Bu durumda 5.6 ifadesine göre K; 3.75.m/gün veya 4.3 m/sn olacaktır.

Hersek ovasında da kıyı eğimi, -10 m derinlik hattı gözönüne alındığında $\tan\alpha \cong 10/500=0.02$ olmaktadır (Şekil 5.4).

Bu değerlerin aşağıdaki ifadelerde yerine konulmasıyla,

$$z_o = \frac{\rho q}{\Delta\rho K} = 15.2 \text{ m.} \quad (5.12)$$

$$x_o = \frac{\rho q}{2\Delta\rho K} = 7.6 \text{ m.} \quad (5.13)$$

$$d = x_o \tan\alpha = 0.15 \text{ m.} \quad (5.14)$$

$$a \cong x_o / \cos\alpha \cong 7.6 \text{ m} \quad (5.15)$$

elde edilmektedir. Birim alandan boşalan yeraltısuyu debisi,

$$q' = \frac{Q}{A} = \frac{3.5 \times 10^6}{365 \times 86400 \times 8000 \times 7.6} = 1.83 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sn/m}^2 \quad (5.16)$$

olmaktadır.

5.2.1.3. İzmit-Sapanca-Gölcük Ovaları

İzmit-Sapanca-Gölcük ovalarından denize boşalmanın $Q=23.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olduğu 5.1.5.3 de belirtilmiştir. Yeraltı suyunun denize doğru aktığı kesitin genişliği harita üzerinden yaklaşık 20000 m alınmıştır. Buna göre birim boydan boşalan debi :

$$q = \frac{23.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}}{365 \times 86400 \times 20000} = 3.71 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sn/m} \quad (5.17)$$

İzmit Körfezinin İzmit-Sapanca-Gölcük ovalarının çevrelediği bölümünde Aralık 1984 de tuzluluğun ‰28, sıcaklığın 11°C civarında olduğu görülmektedir (Baştürk 1985). Bu değerlere karşı gelen özgül kütle $\rho_s = 1.02146 \text{ gr/cm}^3$ $\rho_f/\Delta\rho \approx 47$ olmaktadır.

Söz konusu ovalarda kuyulara ait iletim kapasitesi değerleri belirlenmediği için, permeabilite katsayısı diğer ovalarda olduğu gibi hesaplanamamıştır. Ancak, Keleş (1976) daki mevcut kuyu loglarından zeminin genellikle killi kum çakıl olduğu sonucuna varılarak K için 10^{-2} cm/sn değeri alınmıştır.

Gölcük ovasında kıyı eğimi $\tan\alpha \approx 10/250 = 0.04$ olarak alınabilir (Şekil 5.4). (Nümerik çözümde denize boşalım bu ovaları temsilen Gölcük ovasından yapılacağı için kıyı eğimi olarak Gölcük ovası gözönüne alınmıştır).

Mevcut değerlerin aşağıdaki ifadelerde yerine konmasıyla,

$$z_o = \frac{\rho q}{\Delta\rho K} = 17.4 \text{ m.} \quad (5.18)$$

$$x_o = \frac{\rho q}{2\Delta\rho K} = 8.7 \text{ m.} \quad (5.19)$$

$$d = x_o \tan\alpha = 0.35 \text{ m.} \quad (5.20)$$

$$a = x_o / \cos\alpha = 8.7 \text{ m.} \quad (5.21)$$

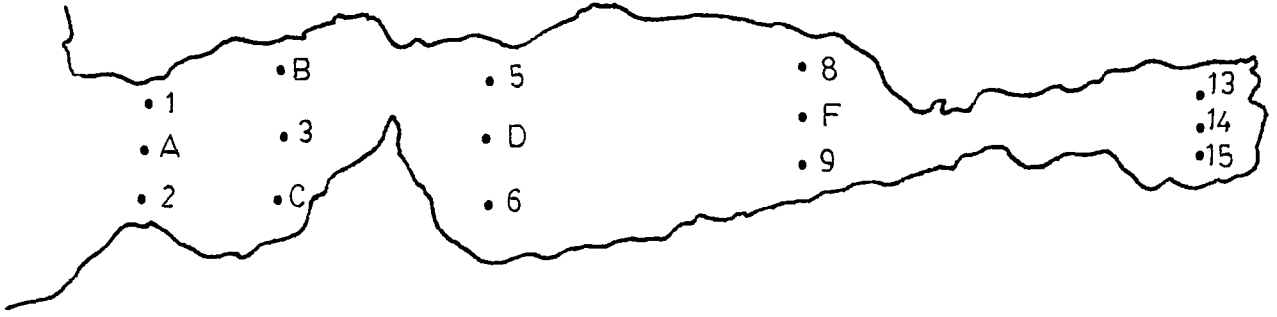
bulunur. Birim alandan boşalan yeraltı suyu debisi,

$$q' = \frac{Q}{A} = \frac{23.4 \times 10^6}{365 \times 86400 \times 20000 \times 8.7} = 4.26 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sn/m}^2 \quad (5.22)$$

olmaktadır.

5.2.2. Sıcaklık ve Tuzluluk Ölçümleri :

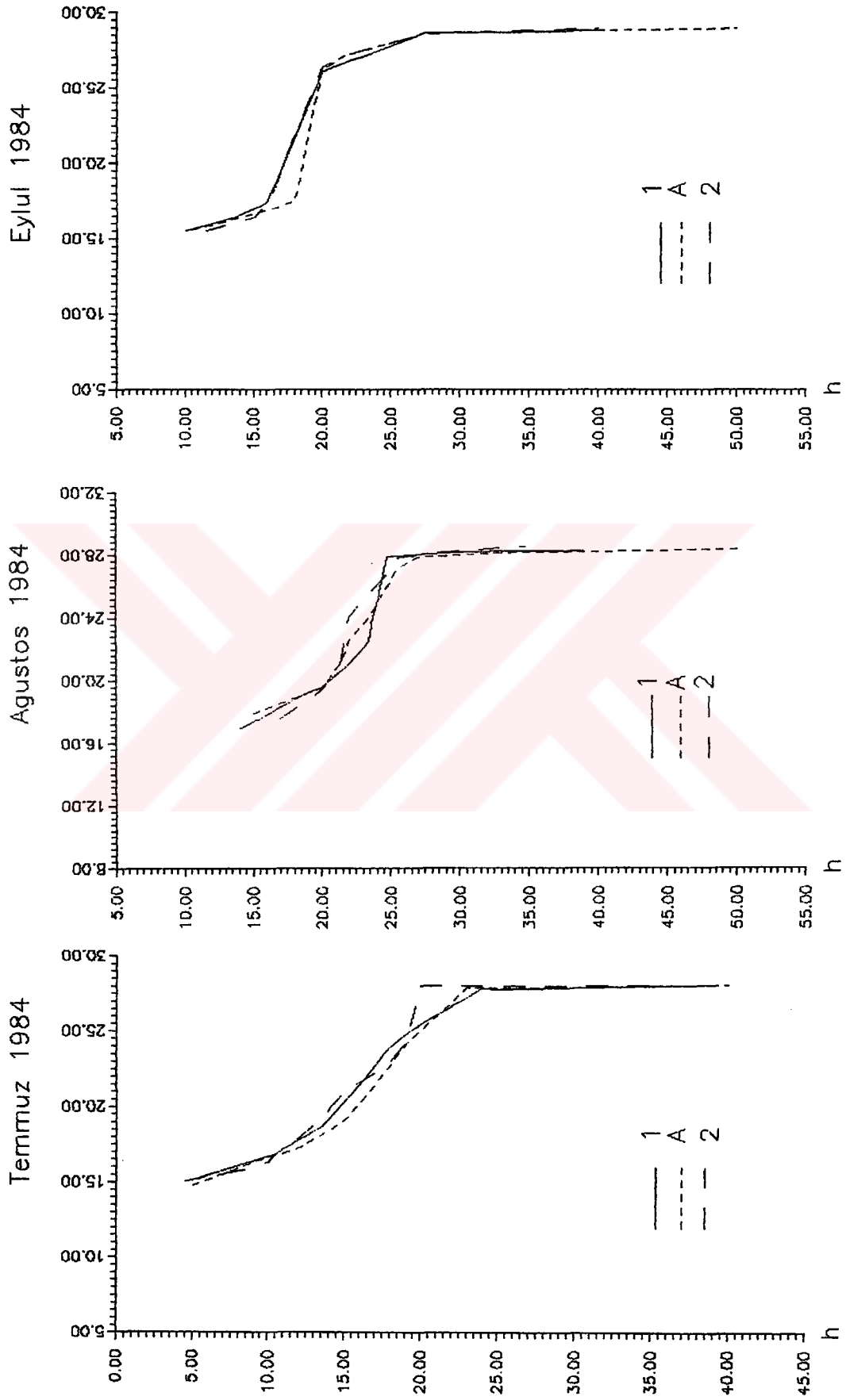
Nato-Tu Waters Projesinde (Baştürk, 1985) İzmit Körfezinde Şekil (5.6)'da görülen ölçüm istasyonları için 1984-1985 Mayıs dönemindeki aylara ait tuzluluk, sıcaklık ve çözünmüş oksijenin derinlikle değişimini gösteren eğriler verilmiştir.



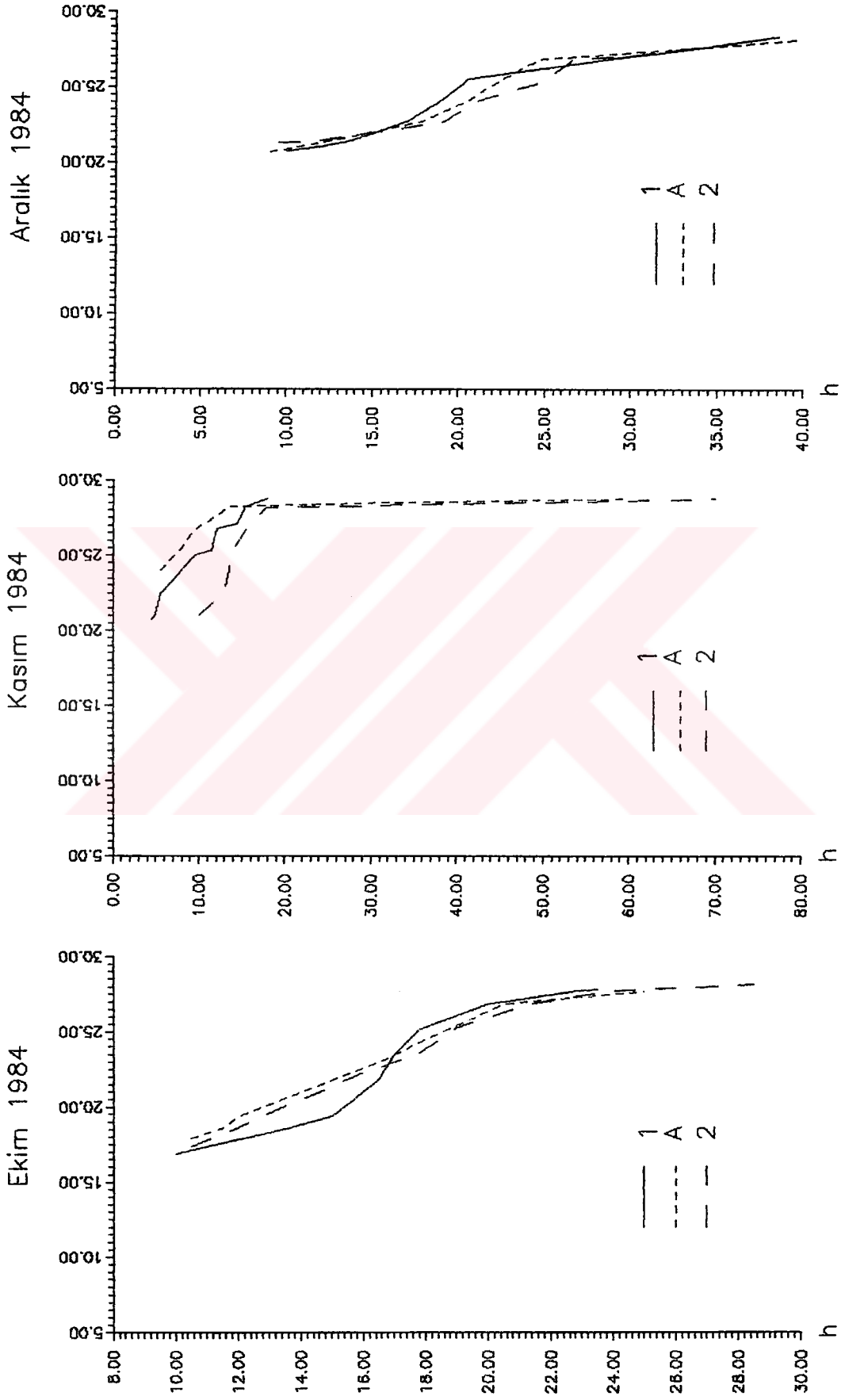
Şekil 5.6. İzmit Körfezindeki Ölçüm İstasyonları

Su kütlelerinin hareketini kontrol eden sigma-t, tuzluluk ve sıcaklığa bağlıdır. Şekil (5.6)'da görülen ölçüm istasyonlarına ait sigma-t değerlerini belirleyebilmek için tuzluluk ve sıcaklık eğrilerinden faydalanılmıştır. Aynı derinlikteki tuzluluk ve sıcaklık değerlerinden biri belli olmadığında bilinmeyen değer enterpolasyonla elde edilmiş ve Tablo 5.9'dan her bir derinlikte tuzluluk (S) ve sıcaklık (T) değerine karşı gelen sigma-t değerleri bulunmuştur. Sigma-t değerleri bulunurken sıcaklık ve tuzluluğun Tablo 5.9'daki ara değerleri için de enterpolasyon yapılmıştır. Bu işlemler Şekil (5.6)'daki istasyonlara ait sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin tam olduğu 1984 Temmuz-1985 Mayıs dönemindeki aylarda yapılmıştır. Böylece, her ölçüm istasyonu için derinlik (h), tuzluluk (S), sıcaklık (T) ve sigma-t sütunlarından oluşan Ek-A'daki tablolar elde edilmiştir (Tablo A.1-50). Bu tablolarda * işareti ile verilen değerler enterpolasyonla bulunmuştur. Bu tablolardan yararlanarak Şekil (5.6)'daki (1-A-2), (B-3-C), (5-D-6), (8-F-9), (13-14-15) istasyonları için derinlik- sigma t eğrileri çizilmiştir (Şekil 5.7-26). Su kütlesi hareketi, sigma-t'nin büyük olduğu noktadan küçük olduğu noktaya doğru olacağından bu eğrilerden yararlanılarak akım

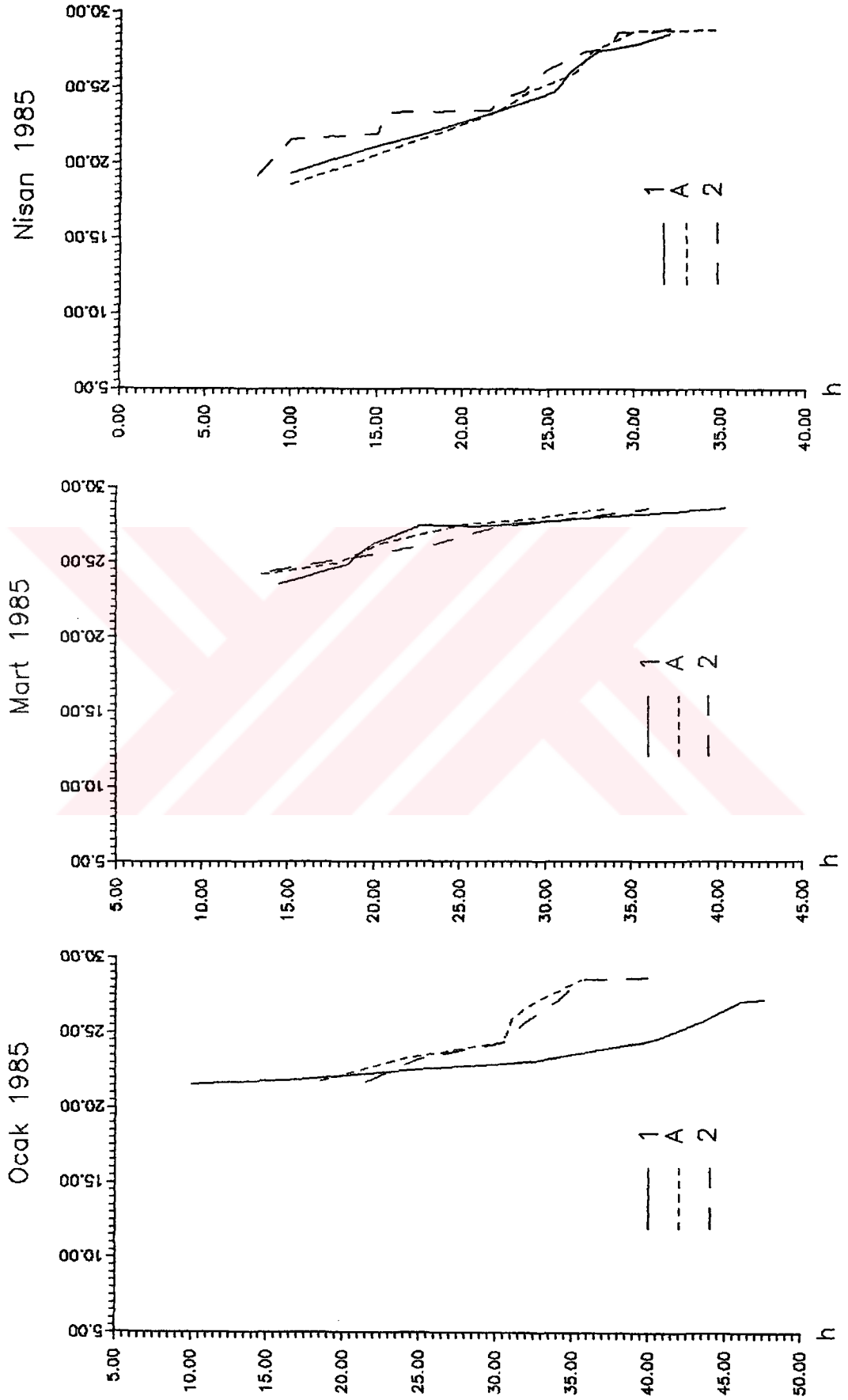
yönleri oklarla gösterilmiştir (Şekil 5.27-31). Aynı işlemler ve değerlendirmeler, körfezin kuzey kıyılarında (boyuna doğrultuda) yer alan 1-B-5-8-14, körfezin ortasında (boyuna doğrultuda) yer alan A-3-D-F-14 ve körfezin güney kıyılarında yer alan 2-C-6-9-14 istasyonları için de yapılmıştır. Bu istasyonlara ait derinlik-sigma t eğrileri Şekil (5.32-43) de, akım yönleri ise Şekil (5.44-46)'da verilmiştir. Şekil (5.27-31) ve Şekil (5.44-46) daki taralı bölgelerde tuzluluk ve sıcaklık ölçümlerindeki eksiklikler nedeniyle sigma-t değerleri belirlenememiş bu yüzden de akım yönleri tayin edilememiştir. Körfezin enine ve boyuna doğrultulardaki Şekil (5.27-31) ve Şekil (5.44-46)'da verilen akım yönleri grafiklerden yararlanılarak elde edilen 12 m., 18 m. ve 25 m. derinliklerdeki su kütlesi hareketleri Şekil (5.47-5.49)'da gösterilmiştir.



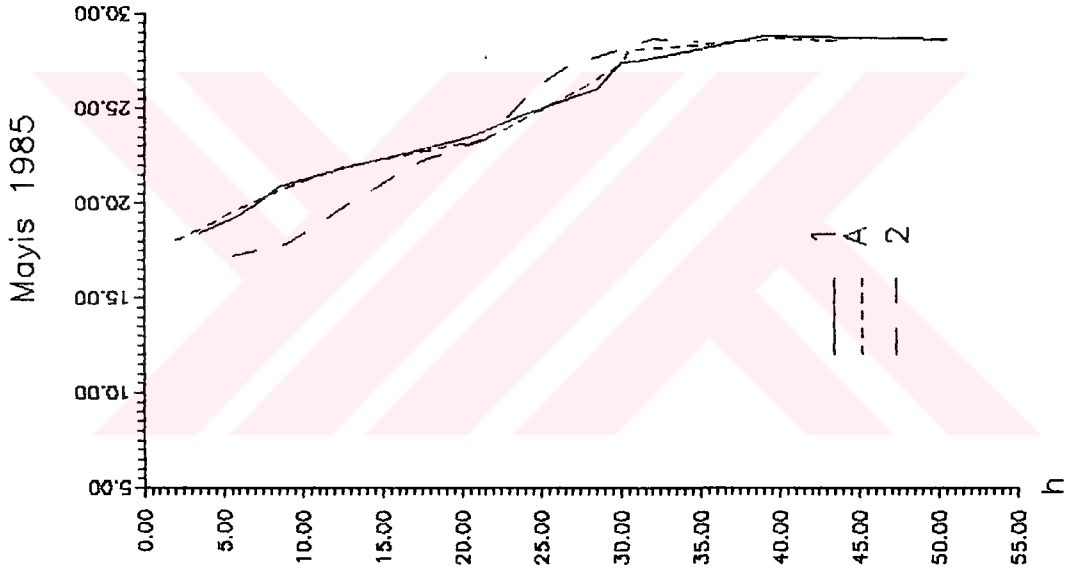
Şekil 5.7. 1-A-2 istasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 aylarına ait derinlik- σ_t eğrileri



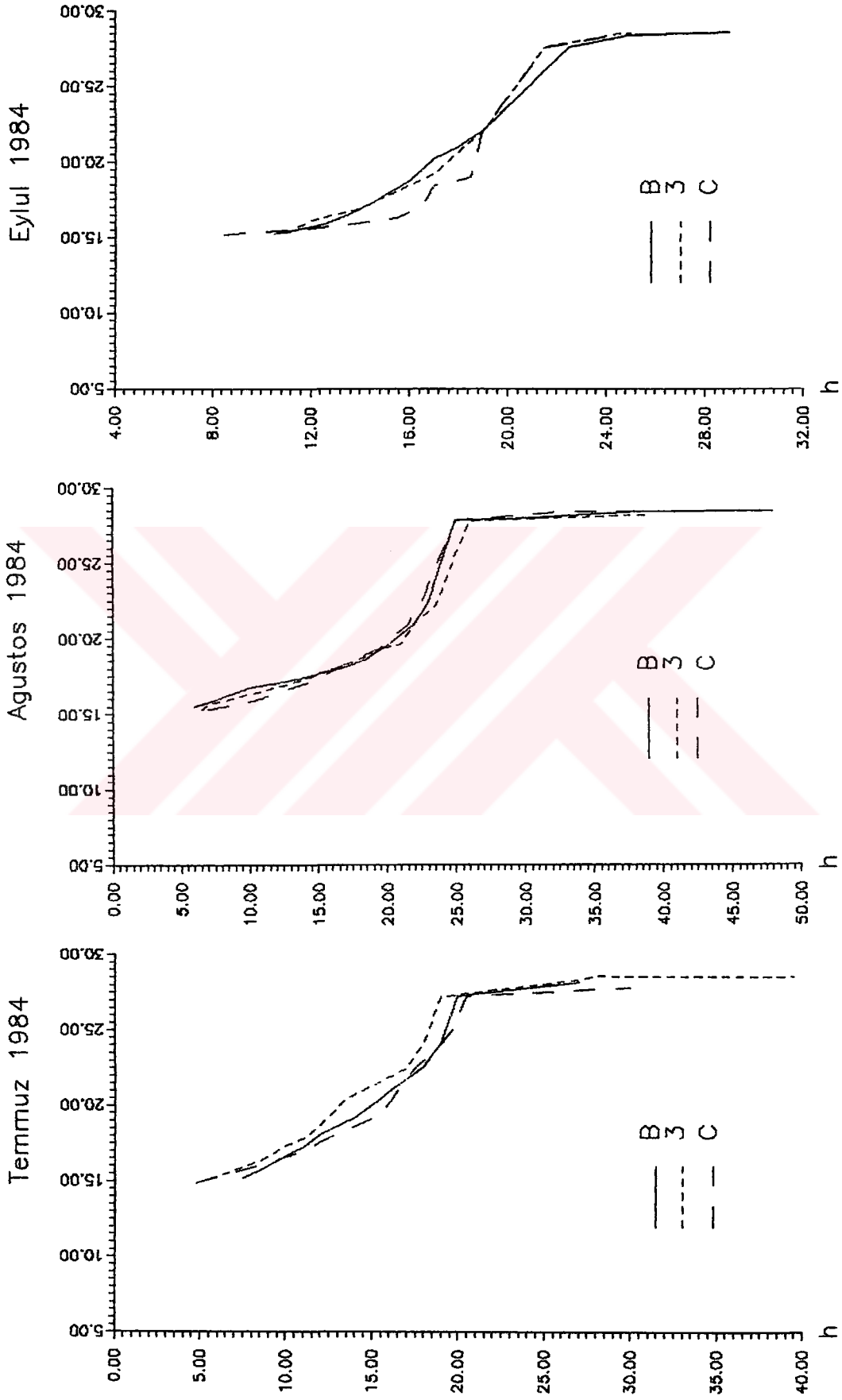
Şekil 5.8. 1-A-2 istasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık, 1984 aylarına ait derinlik- σ_e eğrileri



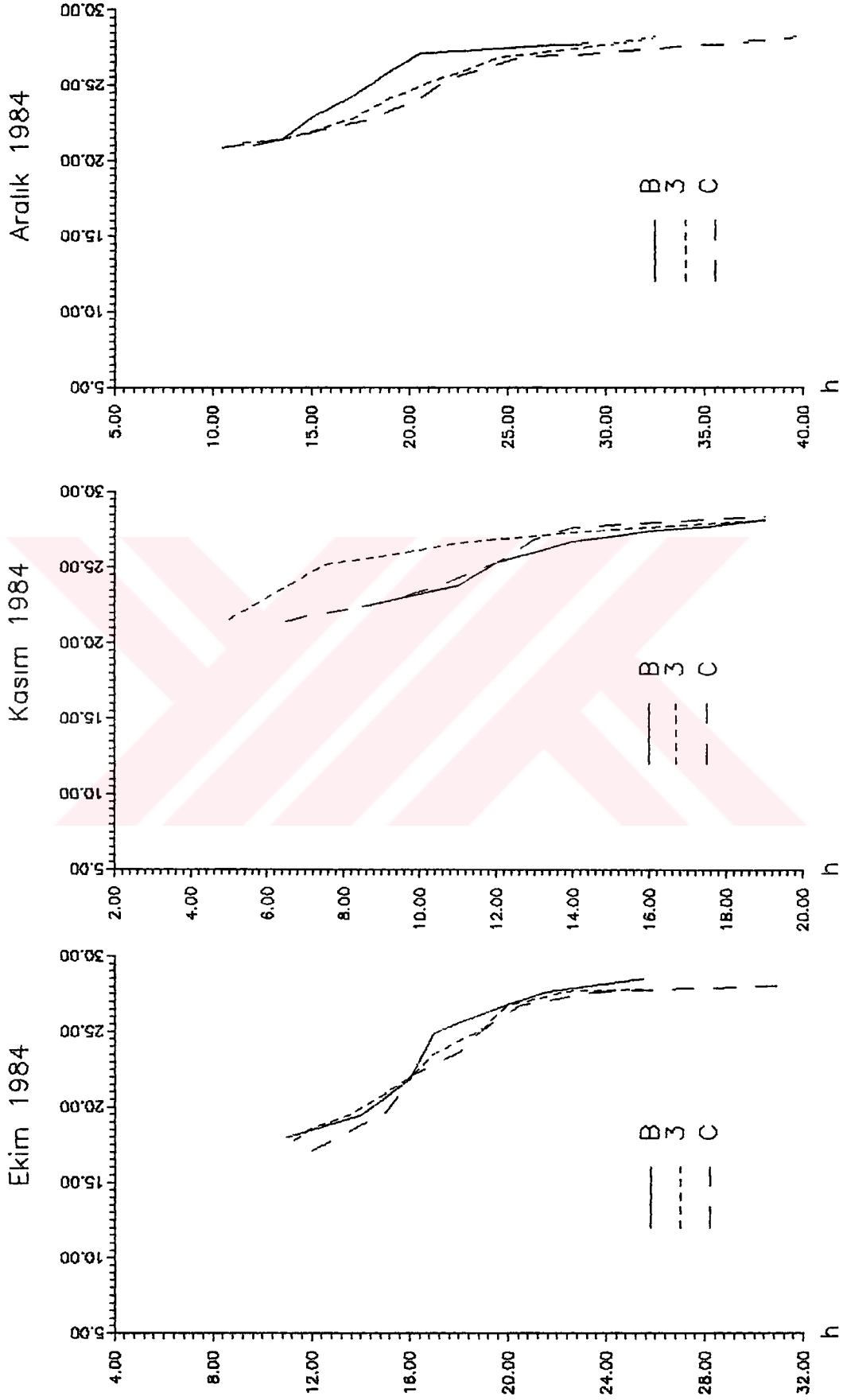
Şekil 5.9. 1-A-2 istasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 aylarına ait derinlik- σ_e eğrileri



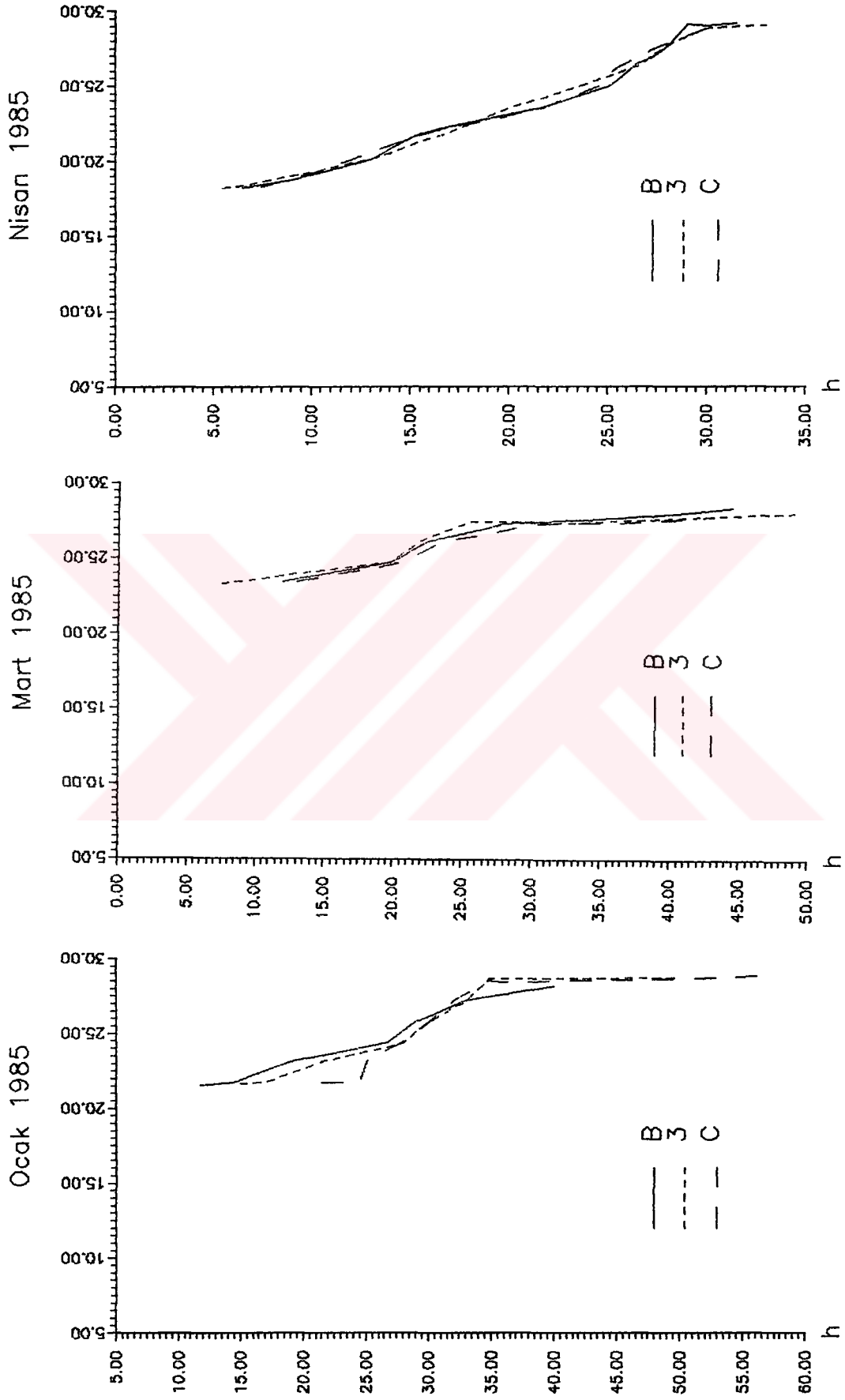
Şekil 5.10. 1-A-2 istasyonlarının Mayıs 1985 ayına ait derinlik- σ_h eğrileri



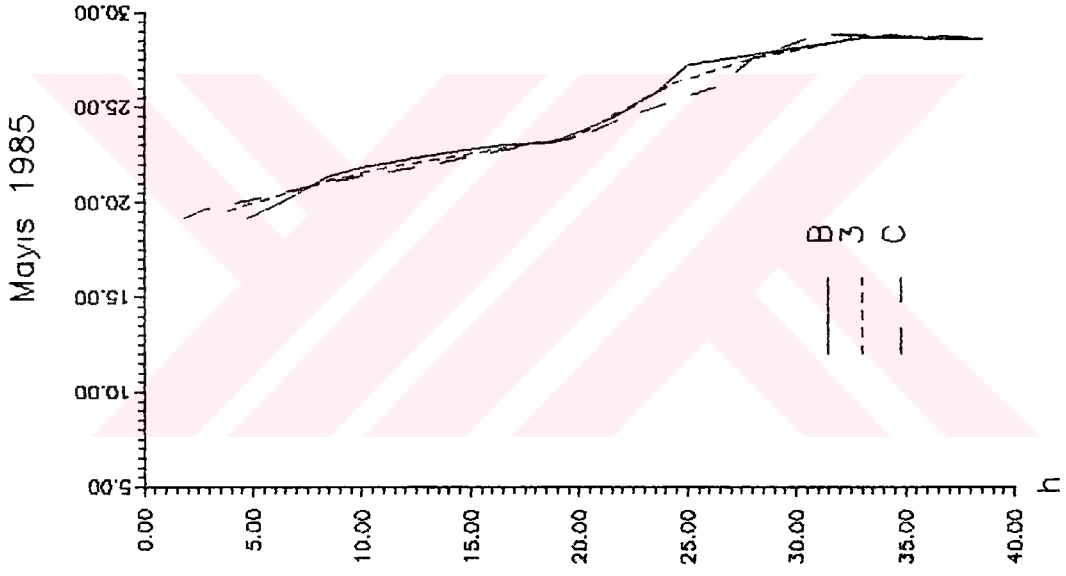
Şekil 5.11. B-3-C istasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 aylarına ait derinlik- σ_θ eğrileri



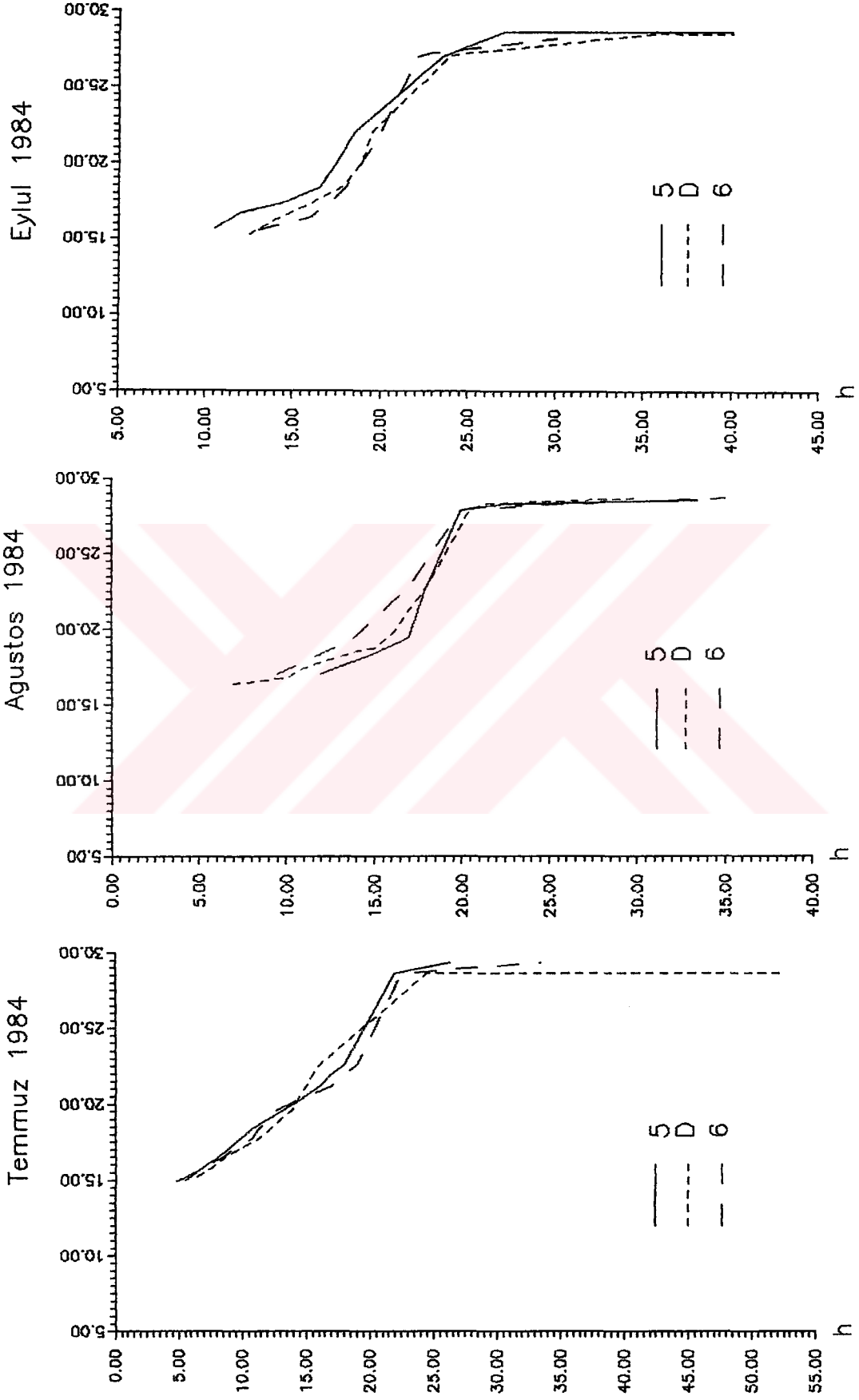
Şekil 5.12. B-3-C istasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık, 1984 aylarına ait derinlik- σ_θ eğrileri



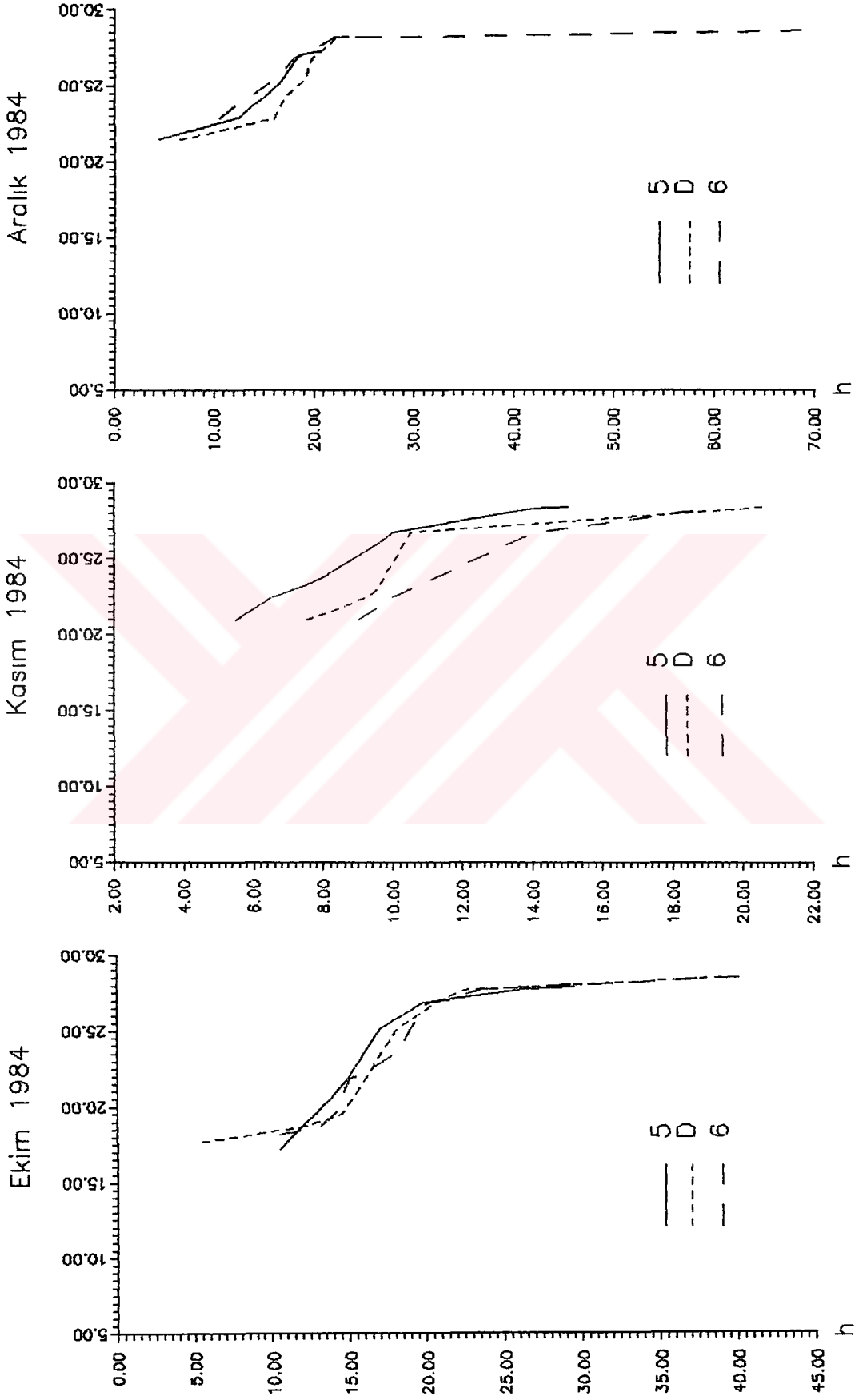
Şekil 5.13. B-3-C istasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 aylarına ait derinlik- σ_θ eğrileri



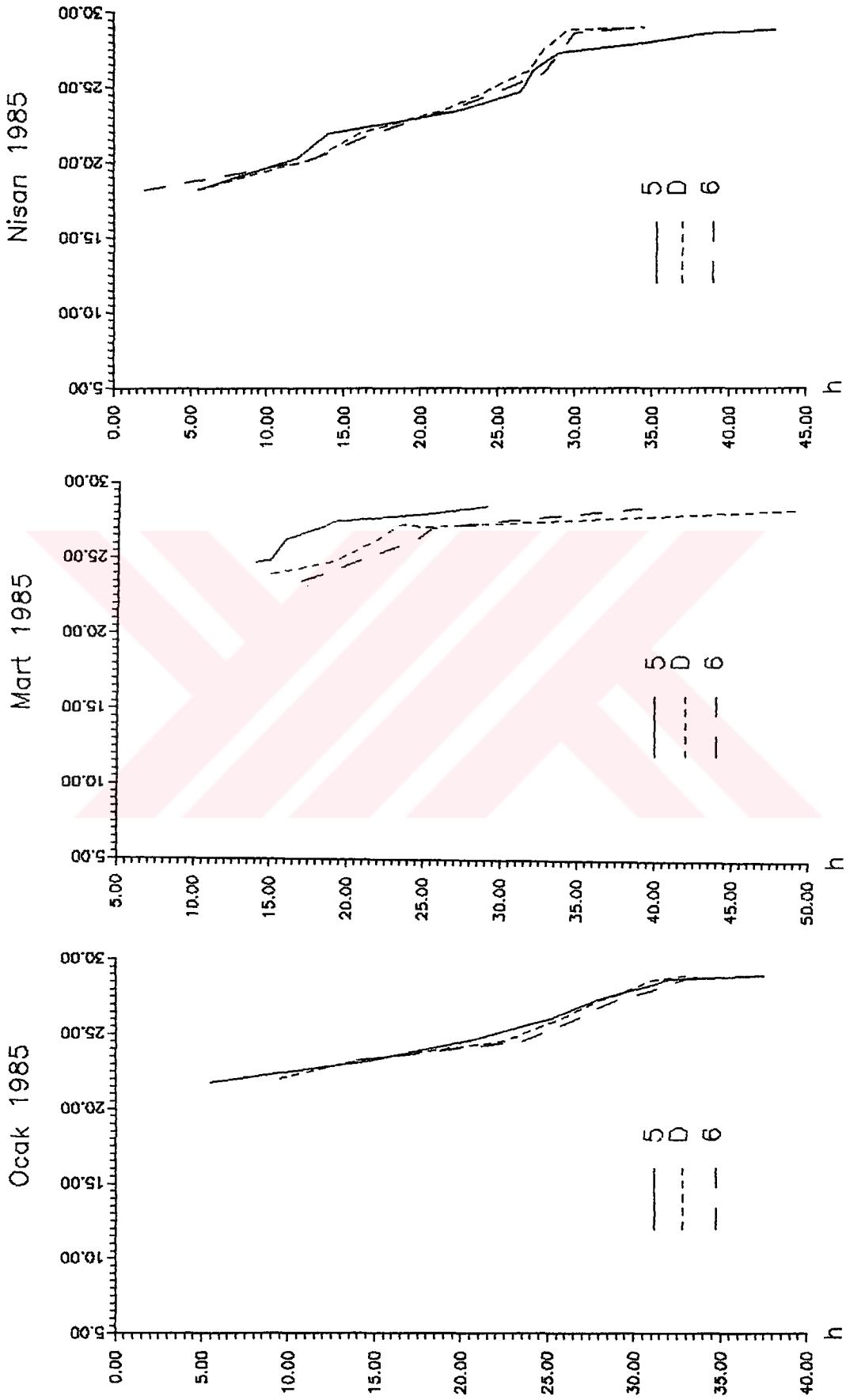
Şekil 5.14. B-3-C istasyonlarının Mayıs 1985 ayına ait derinlik- σ_θ eğrileri



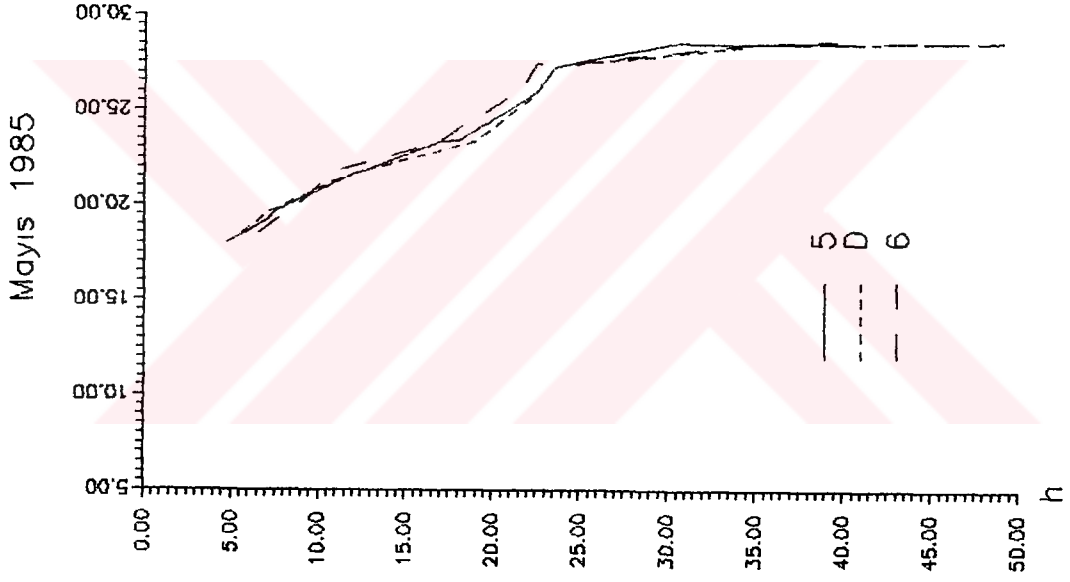
Şekil 5.15. 5-D-6 İstasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 aylarına ait derinlik- σ_t eğrileri



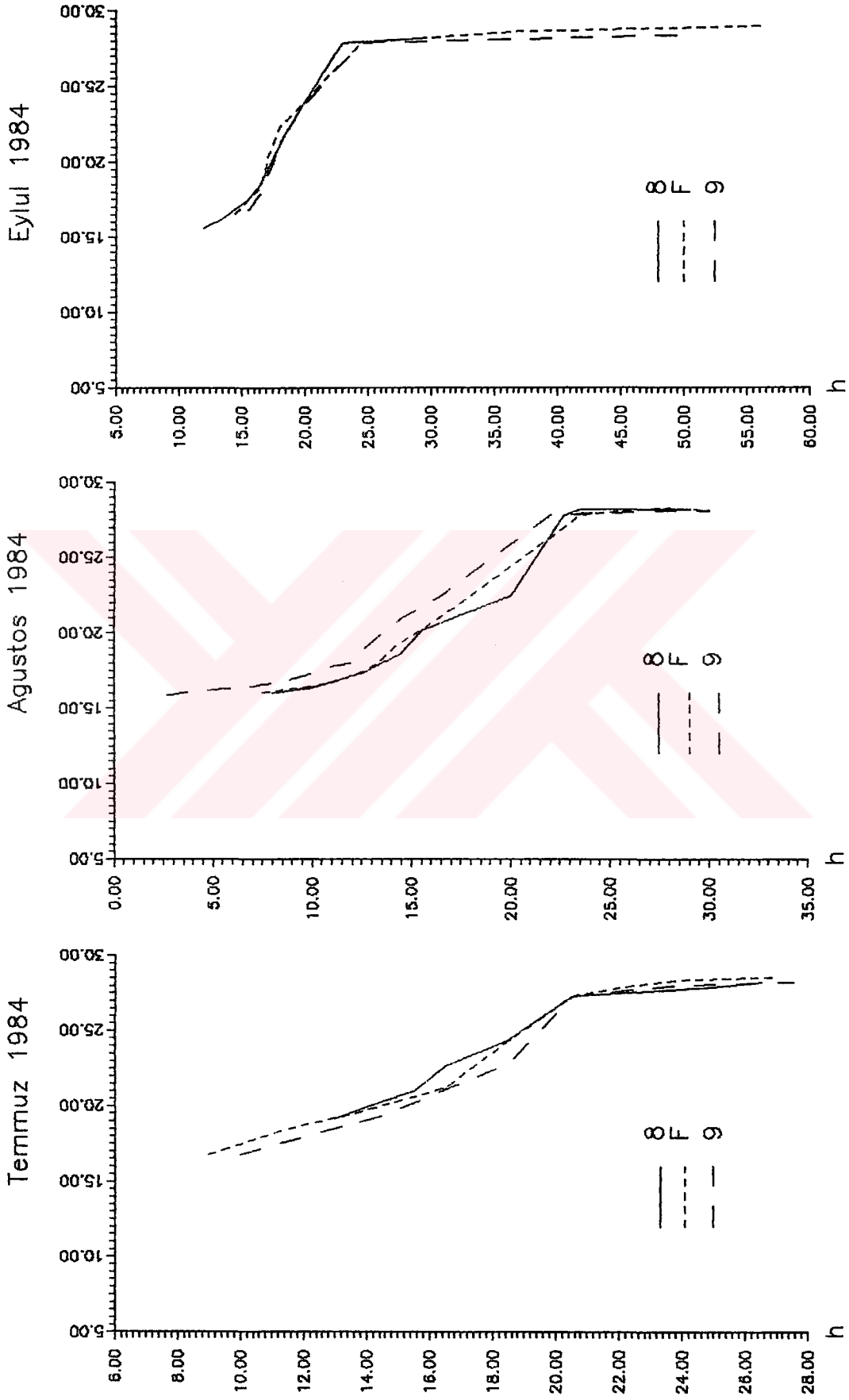
Şekil 5.16. 5-D-6 istasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık, 1984 aylarına ait derinlik- σ_e eğrileri



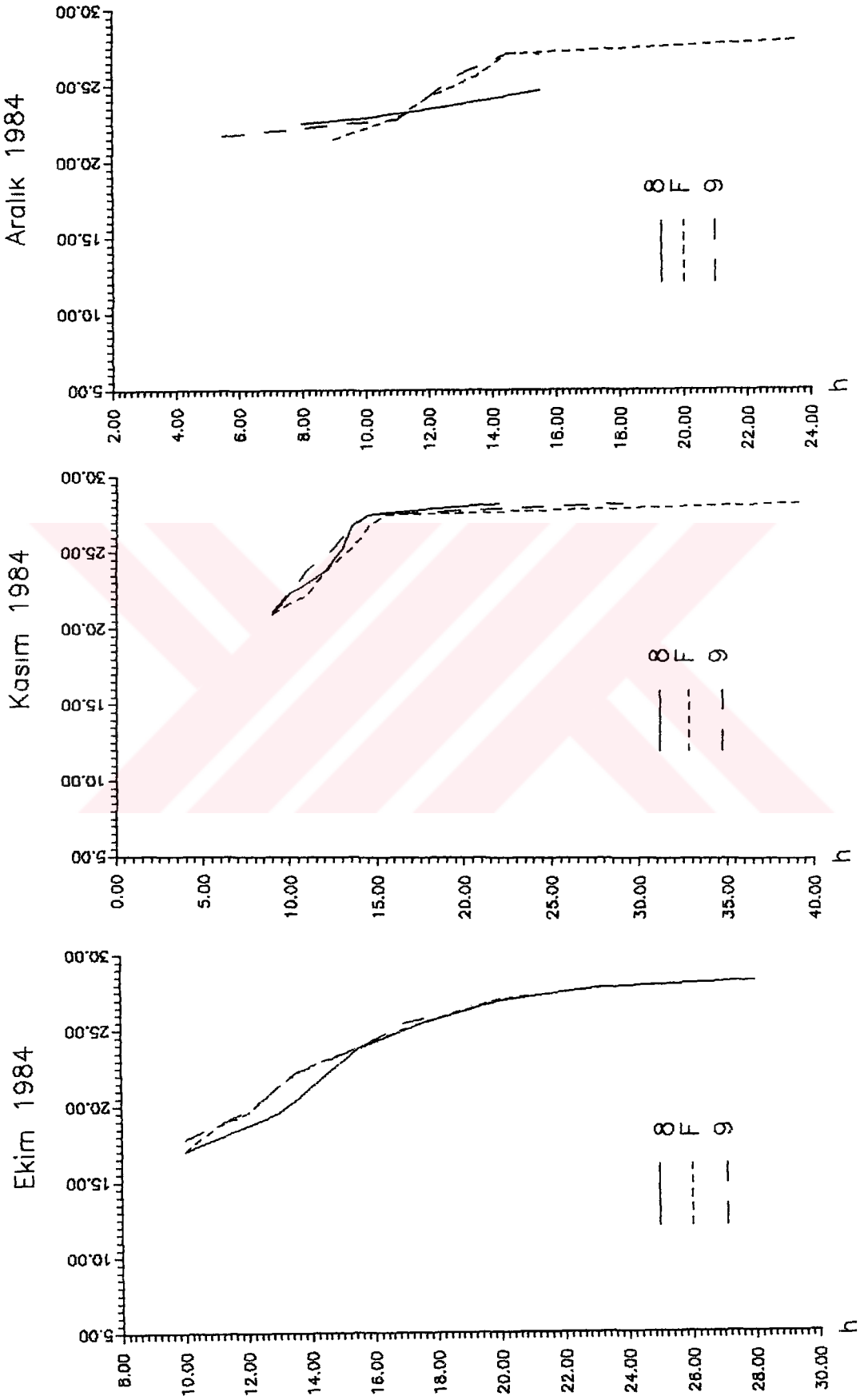
Şekil 5.17. 5-D-6 istasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 aylarına ait derinlik- σ_x eğrileri



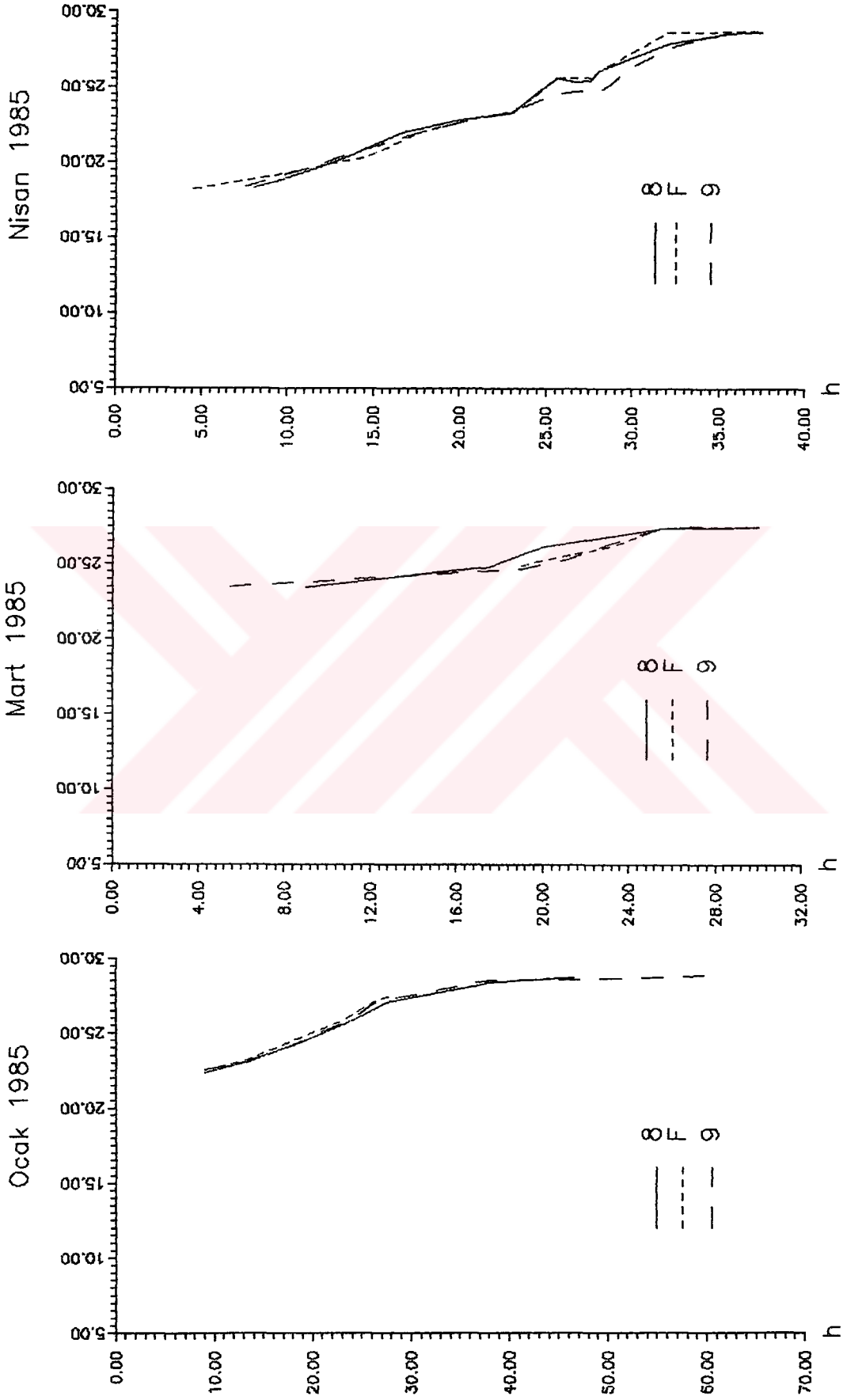
Sekil 5.18. 5-D-6 İstasyonlarının Mayıs 1985 ayına ait derinlik- σ_e eğrileri



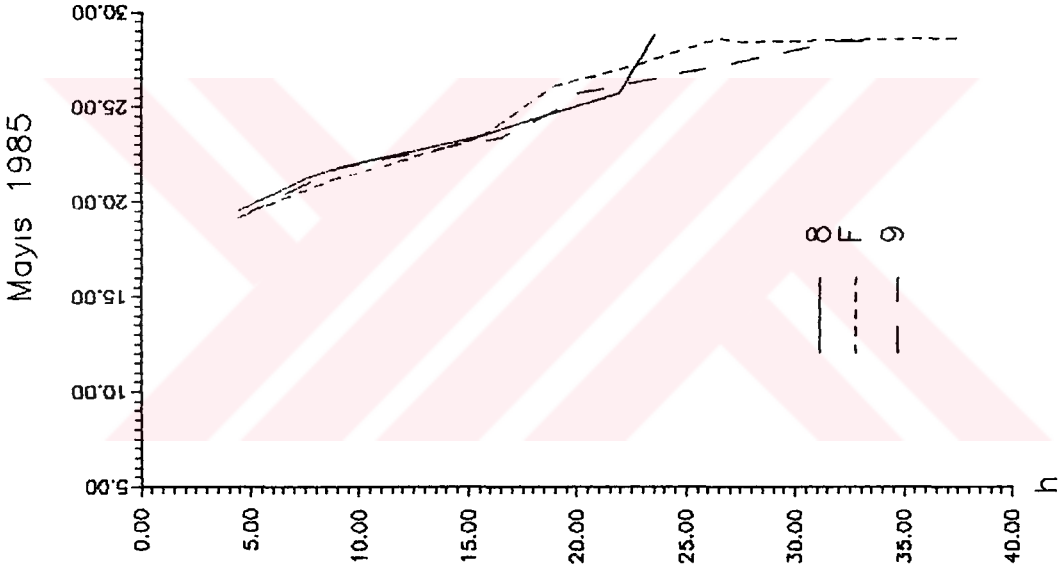
Şekil 5.19. 8-F-9 istasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 aylarına ait derinlik- σ eğrileri



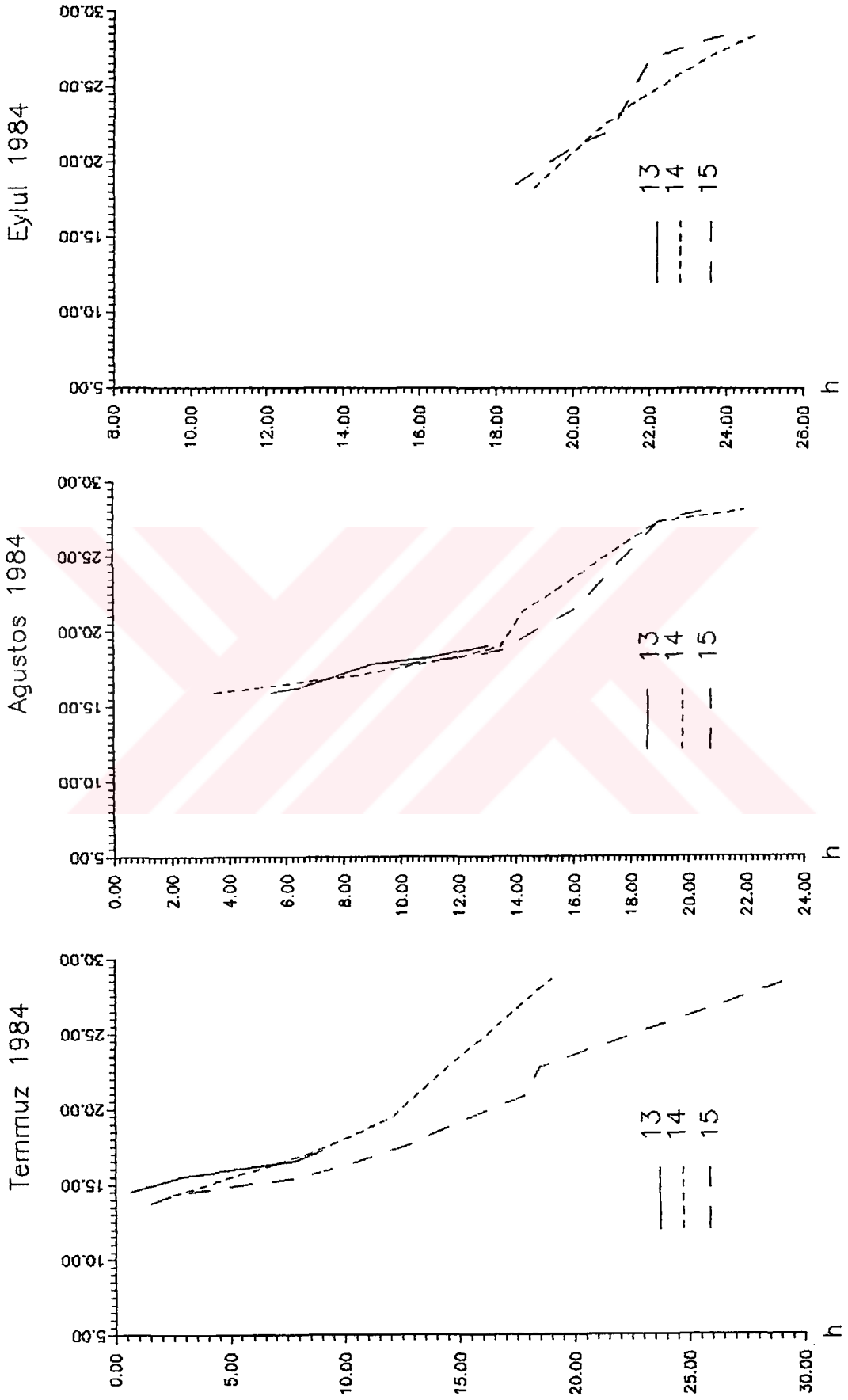
Şekil 5.20. 8-F-9 istasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık, 1984 aylarına ait derinlik- σ_θ eğrileri



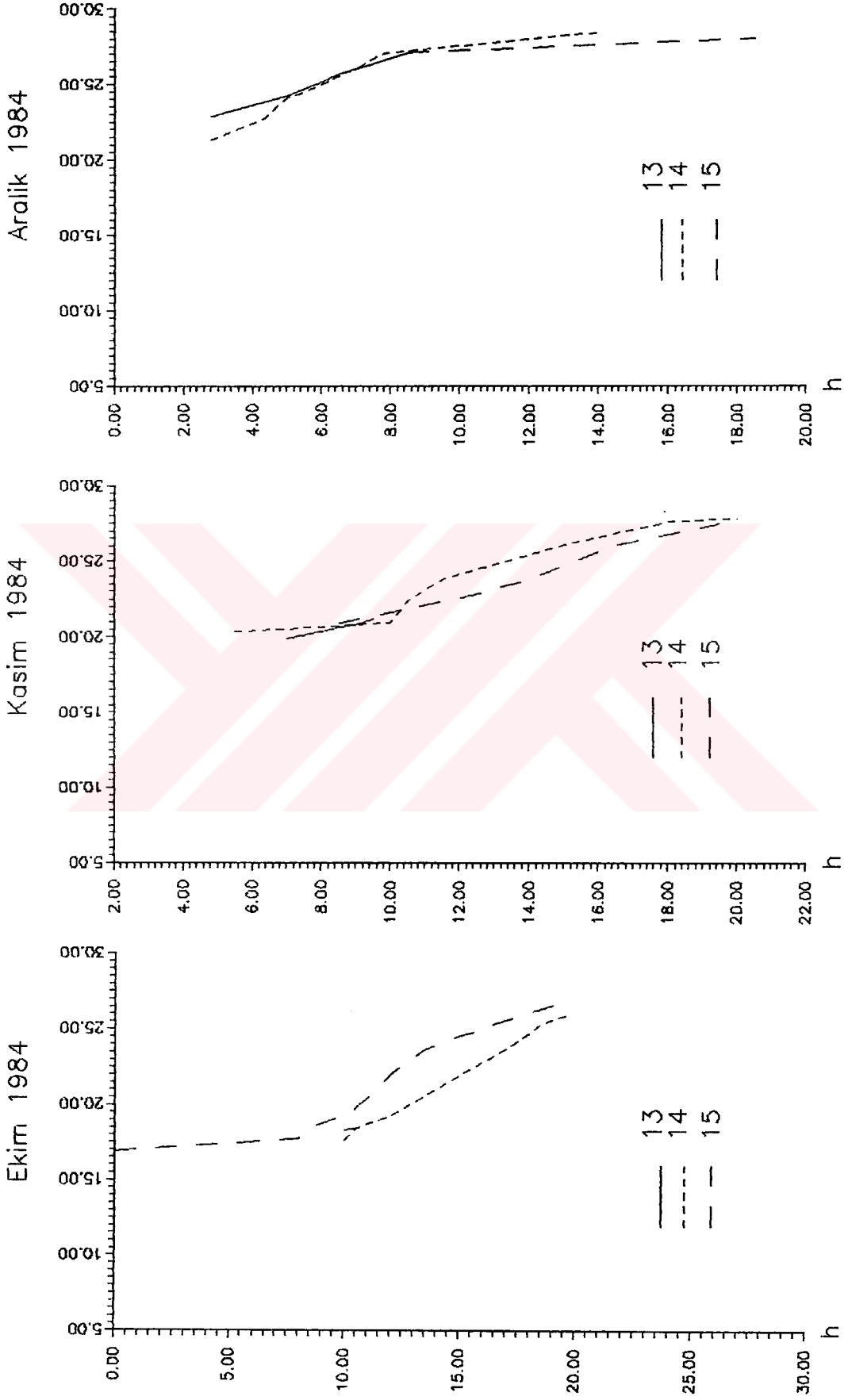
Şekil 5.21. 8-F-9 istasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 aylarına ait derinlik- σ_e eğrileri



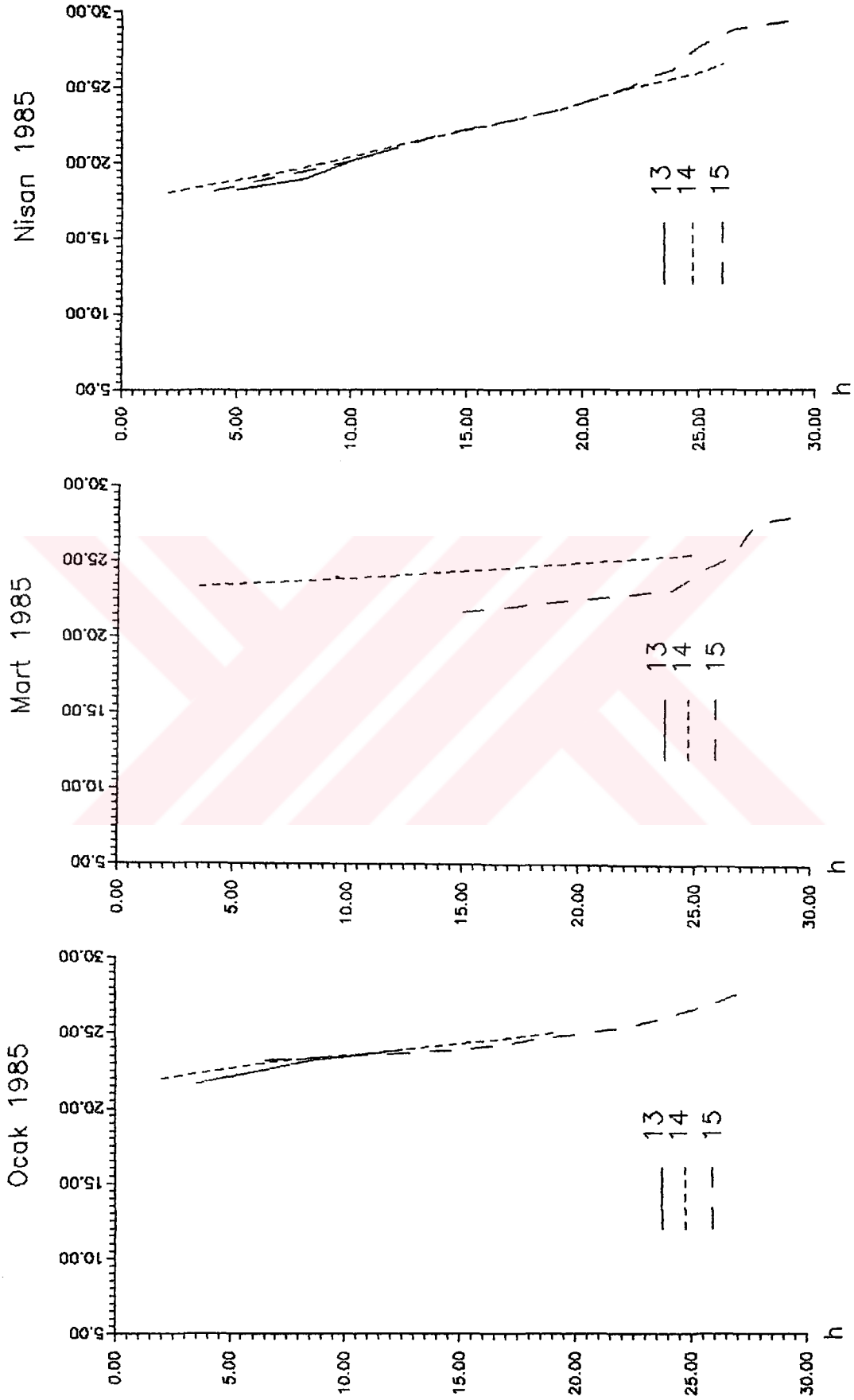
Şekil 5.22. 8-F-9 istasyonlarının Mayıs 1985 ayına ait derinlik- σ eğrileri



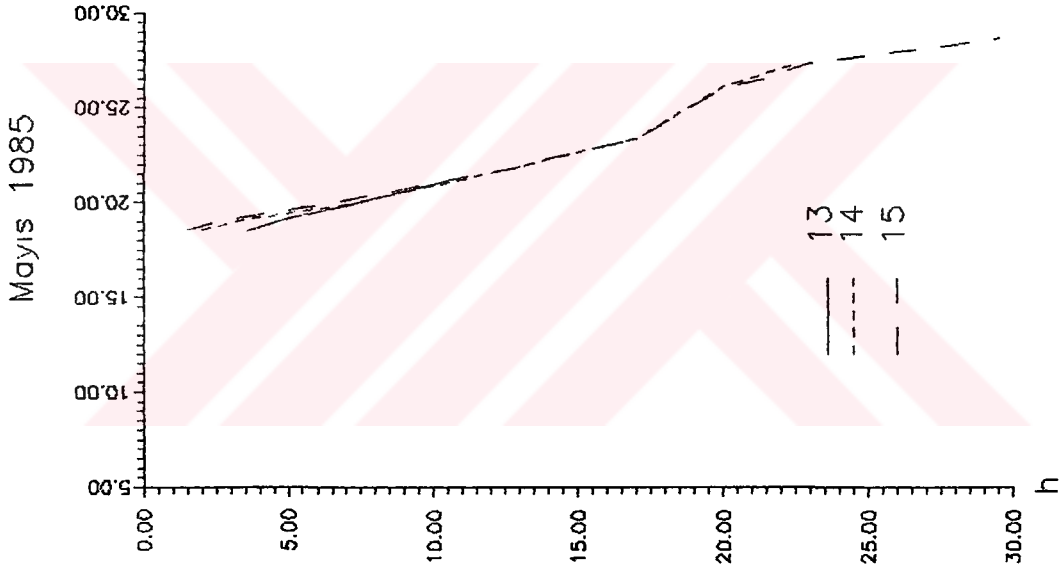
Şekil 5.23. 13-14-15 istasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 aylarına ait derinlik- σ_t eğrileri



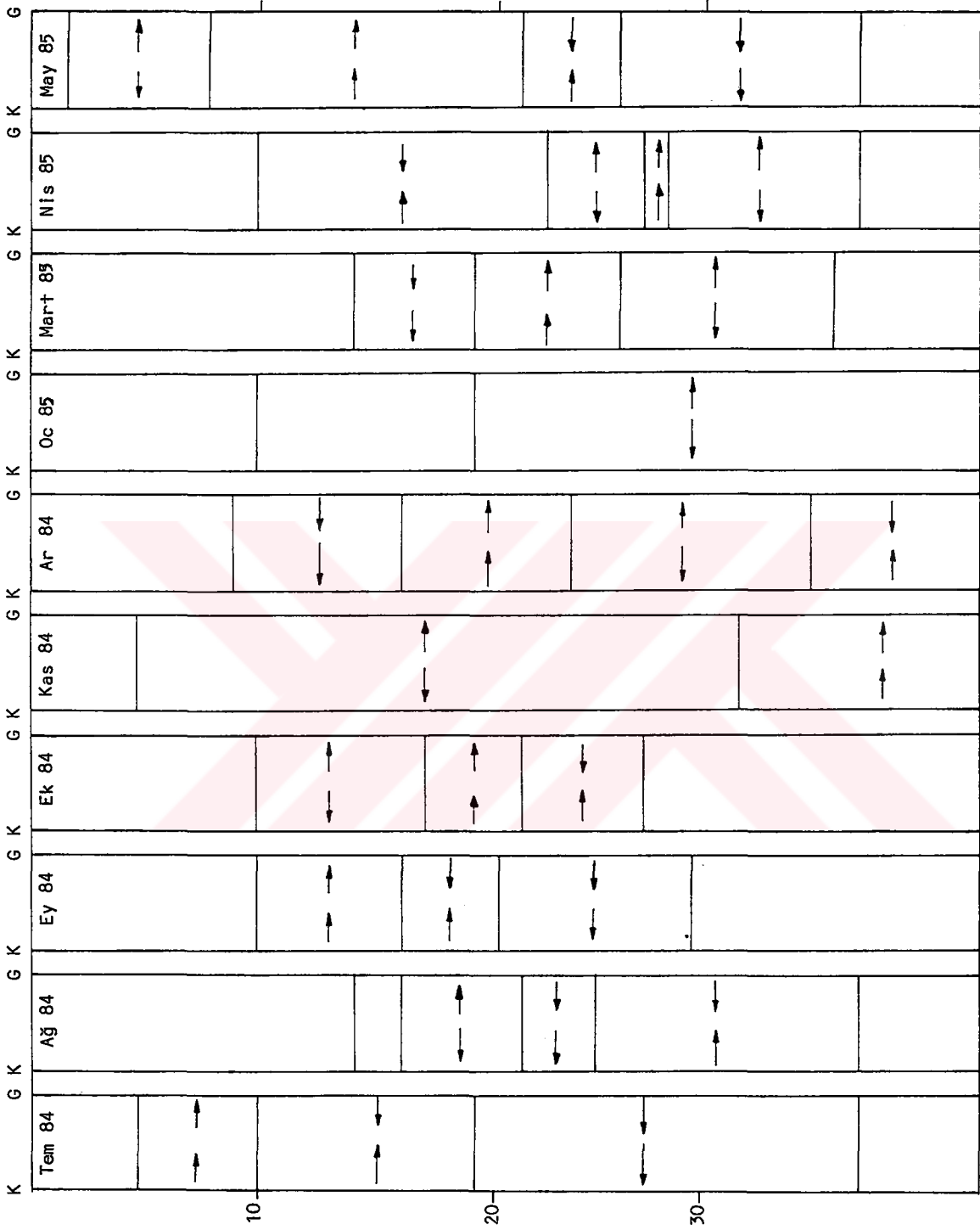
Şekil 5.24. 13-14-15 istasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık, 1984 aylarına ait derinlik- σ_e eğrileri



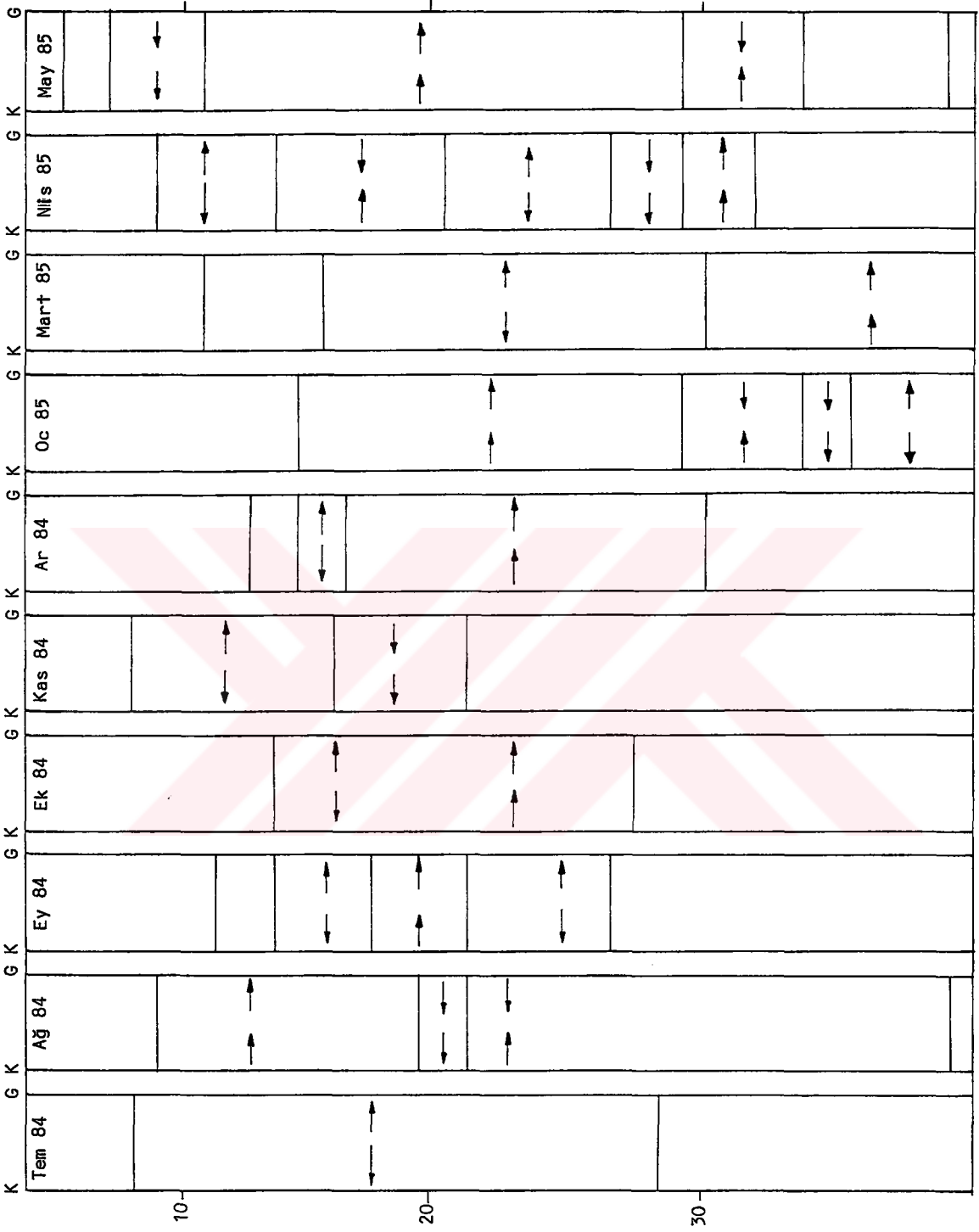
Sekil 5.25. 13-14-15 istasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 aylarına ait derinlik- σ_e eğrileri



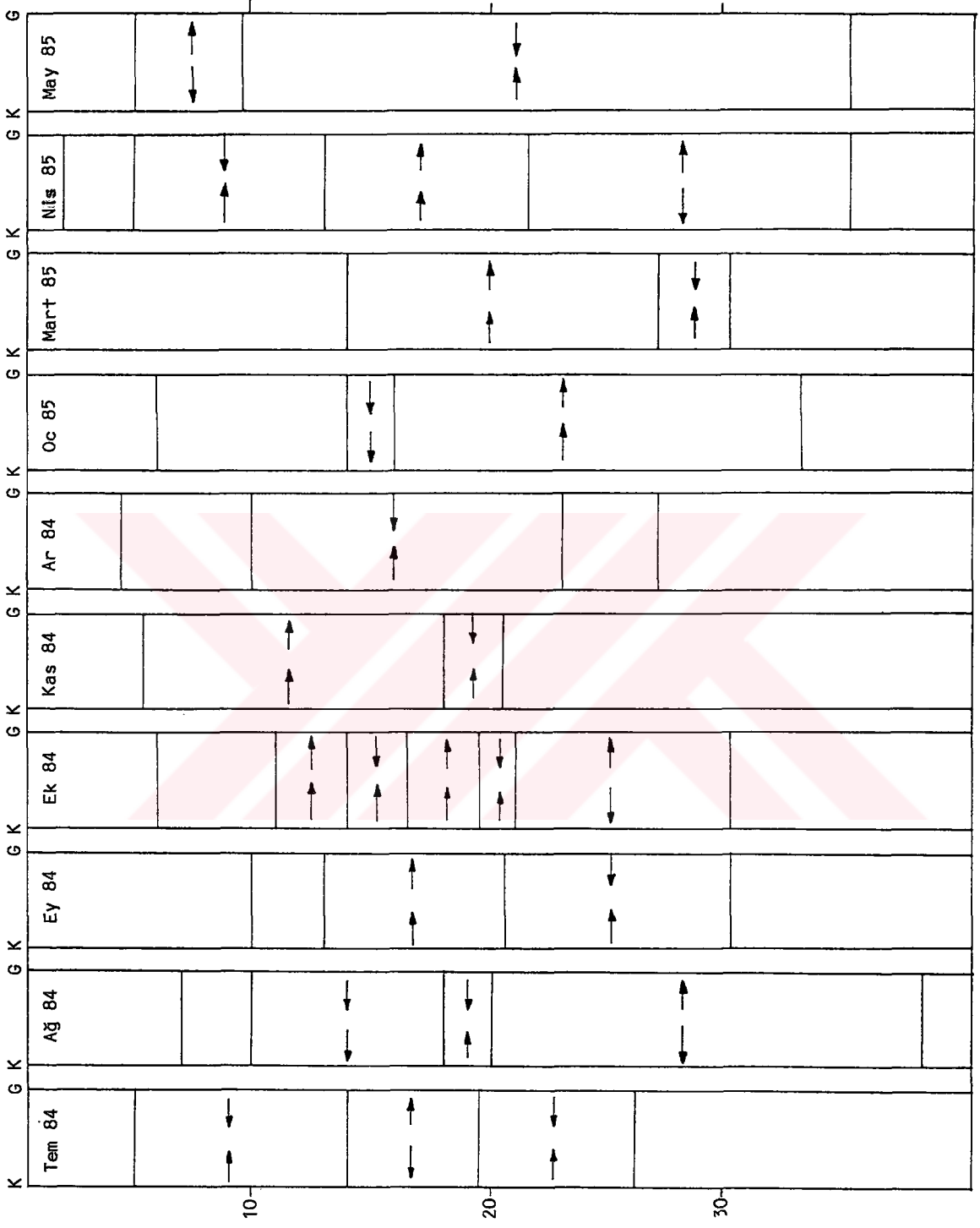
Şekil 5.26. 13-14-15 istasyonlarının Mayıs 1985 ayına ait derinlik- σ_θ eğrileri



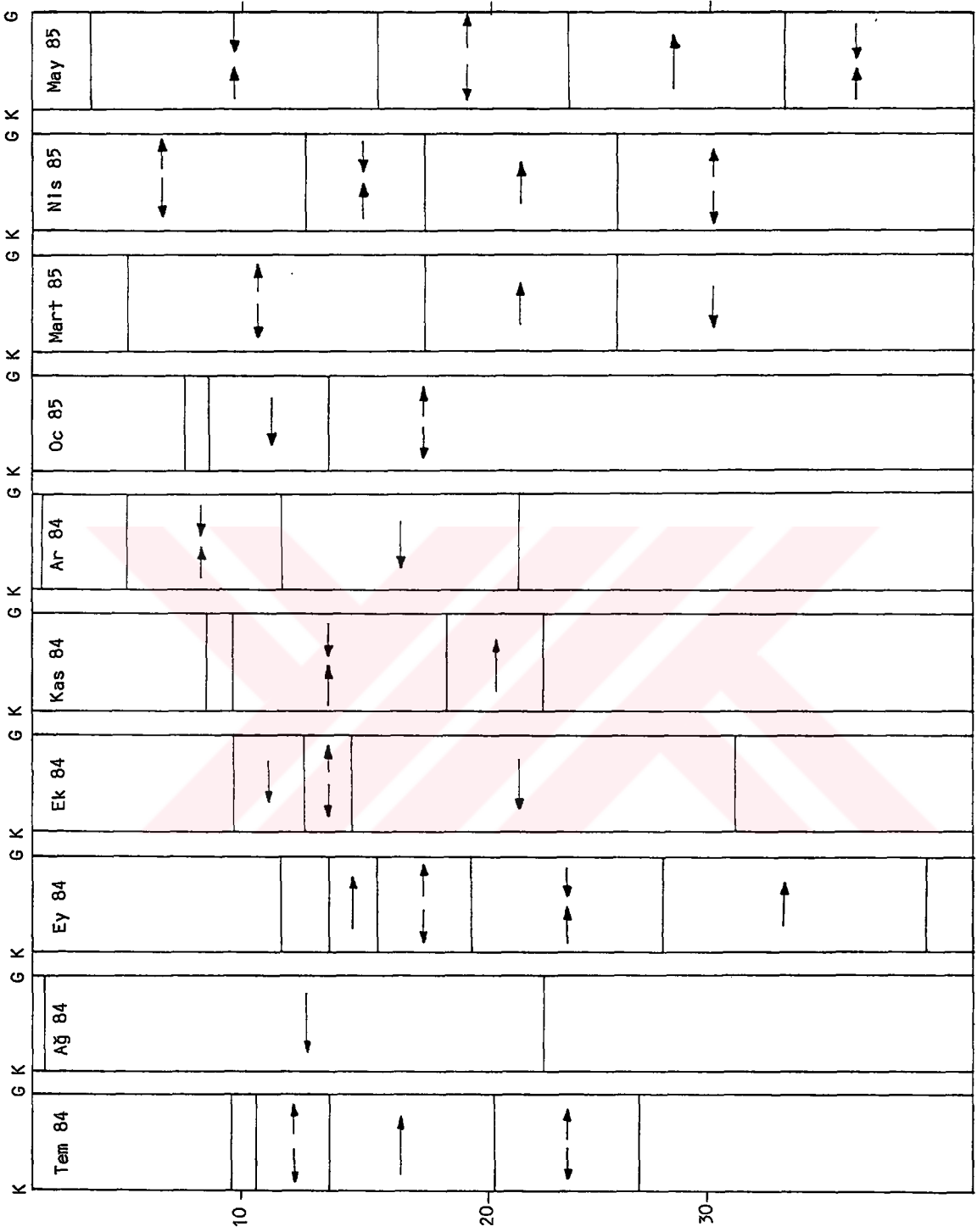
Şekil 5.27. 1-A-2 istasyonları arasındaki akım yönleri



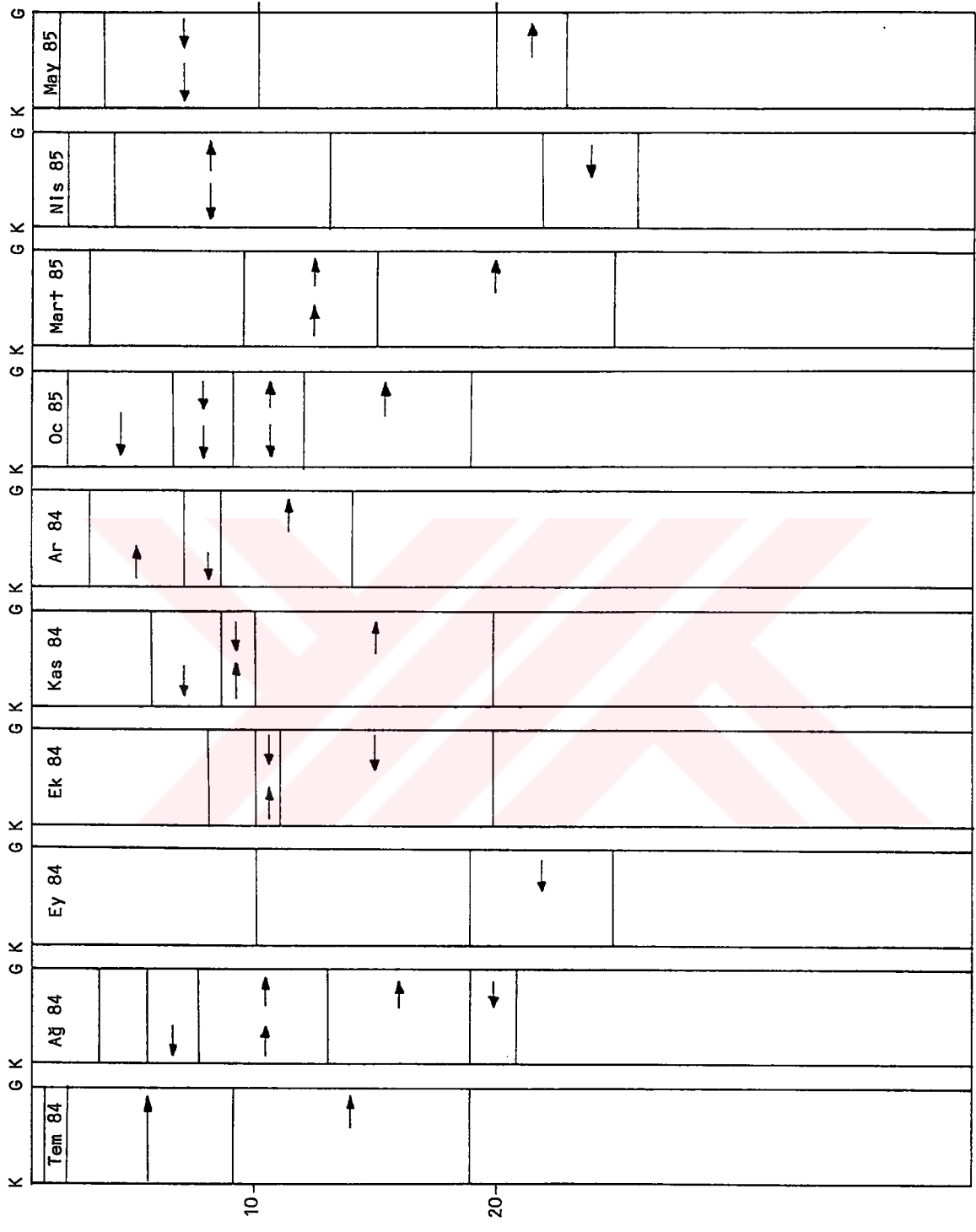
Şekil 5.28. B-3-C istasyonları arasındaki akım yönleri



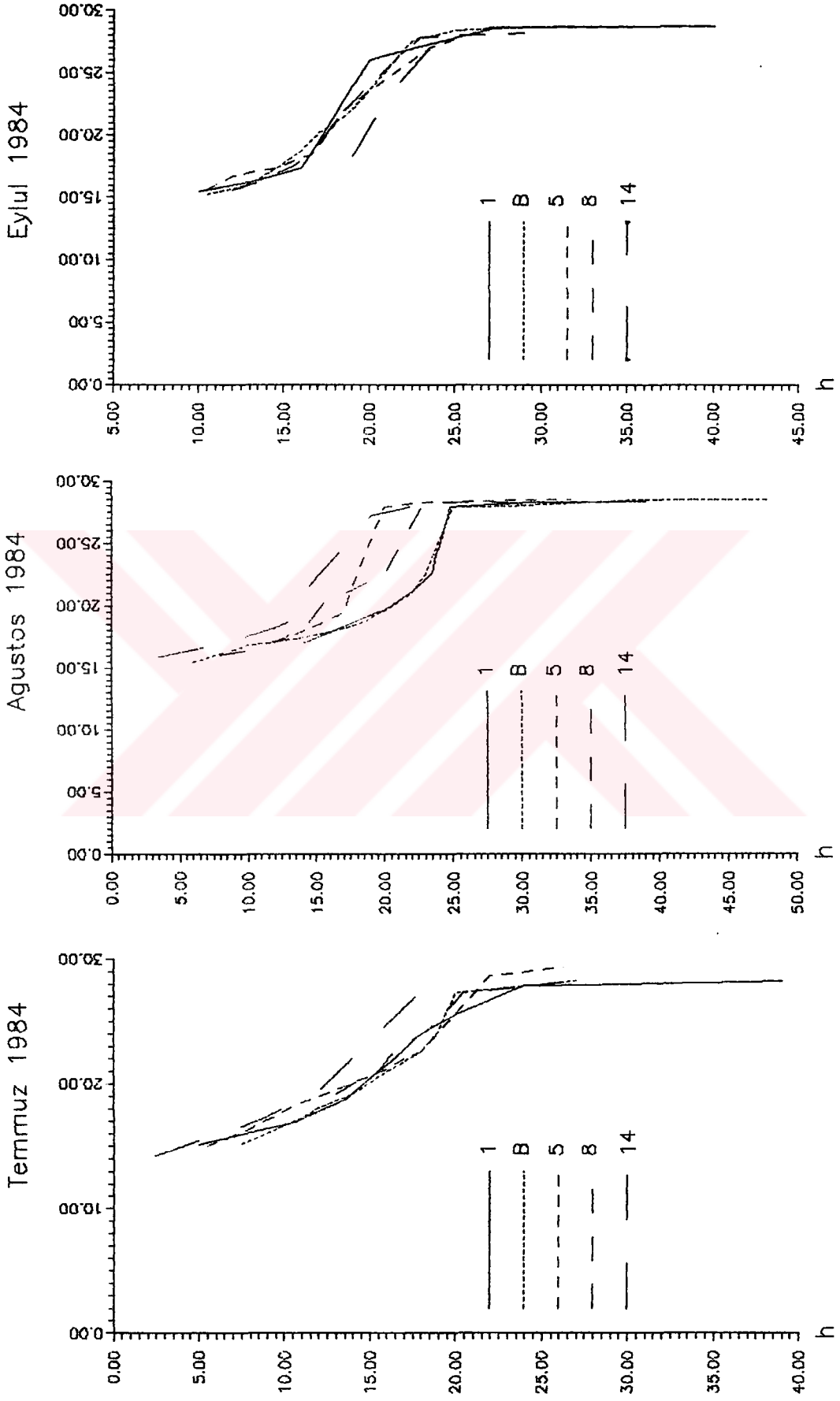
Şekil 5.29. 5-D-6 istasyonları arasındaki akım yönleri



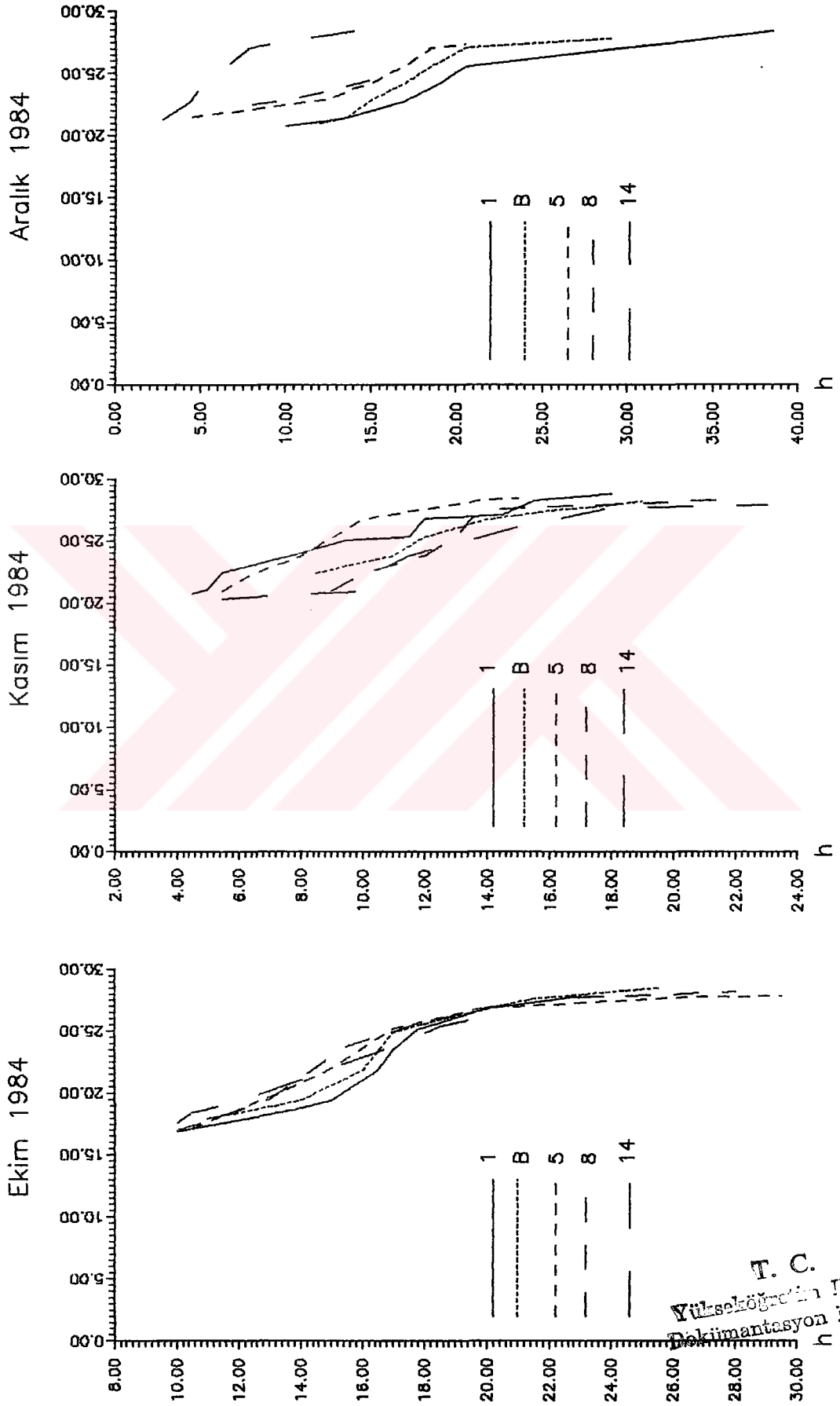
Şekil 5.30. 8-F-9 istasyonları arasındaki akım yönleri



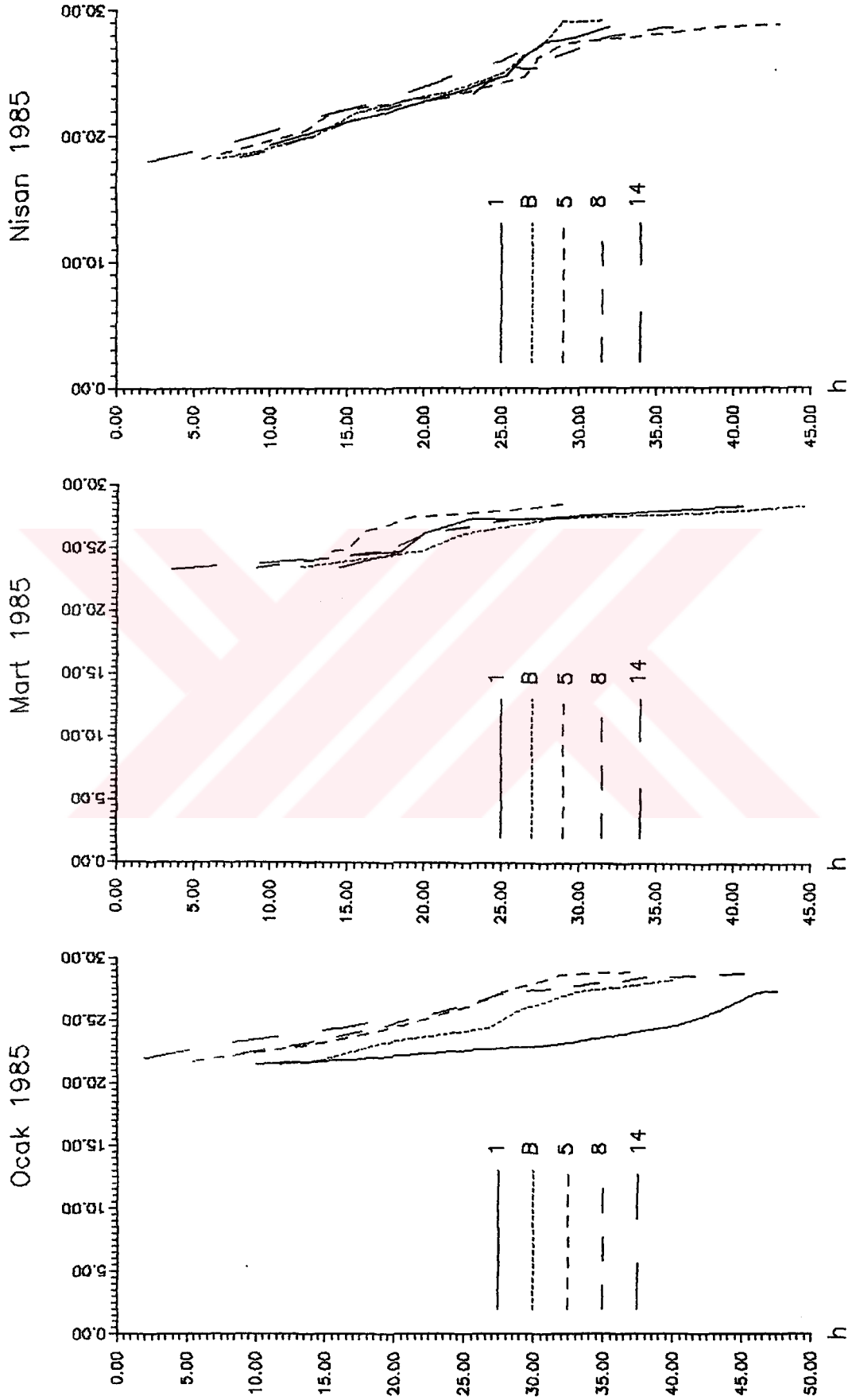
Şekil 5.31. 13-14-15 istasyonları arasındaki akım yönleri



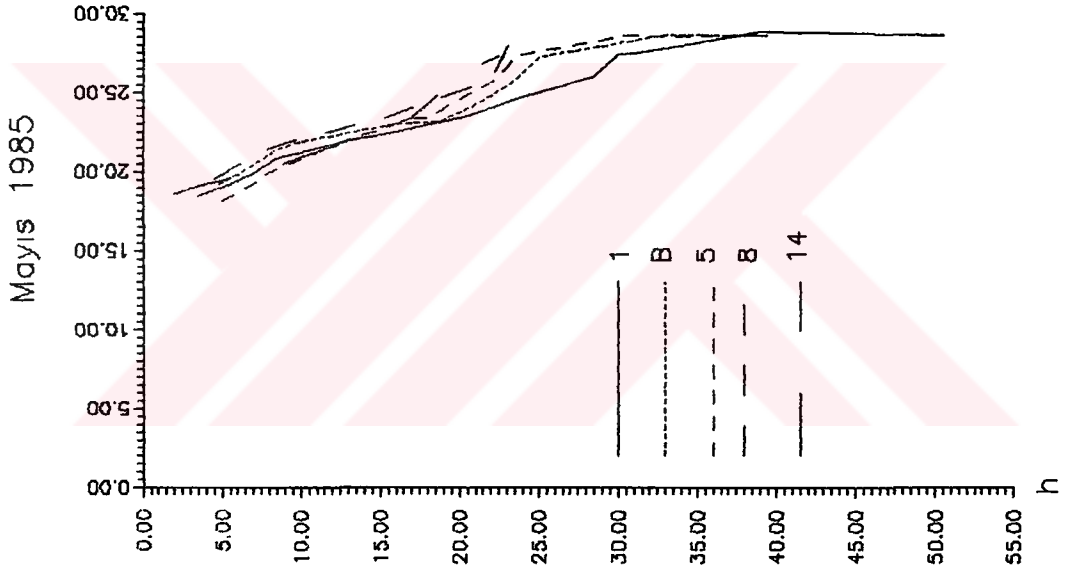
Şekil 5.32. 1-B-5-8-14 istasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 aylarına ait derinlik- σ_t eğrileri



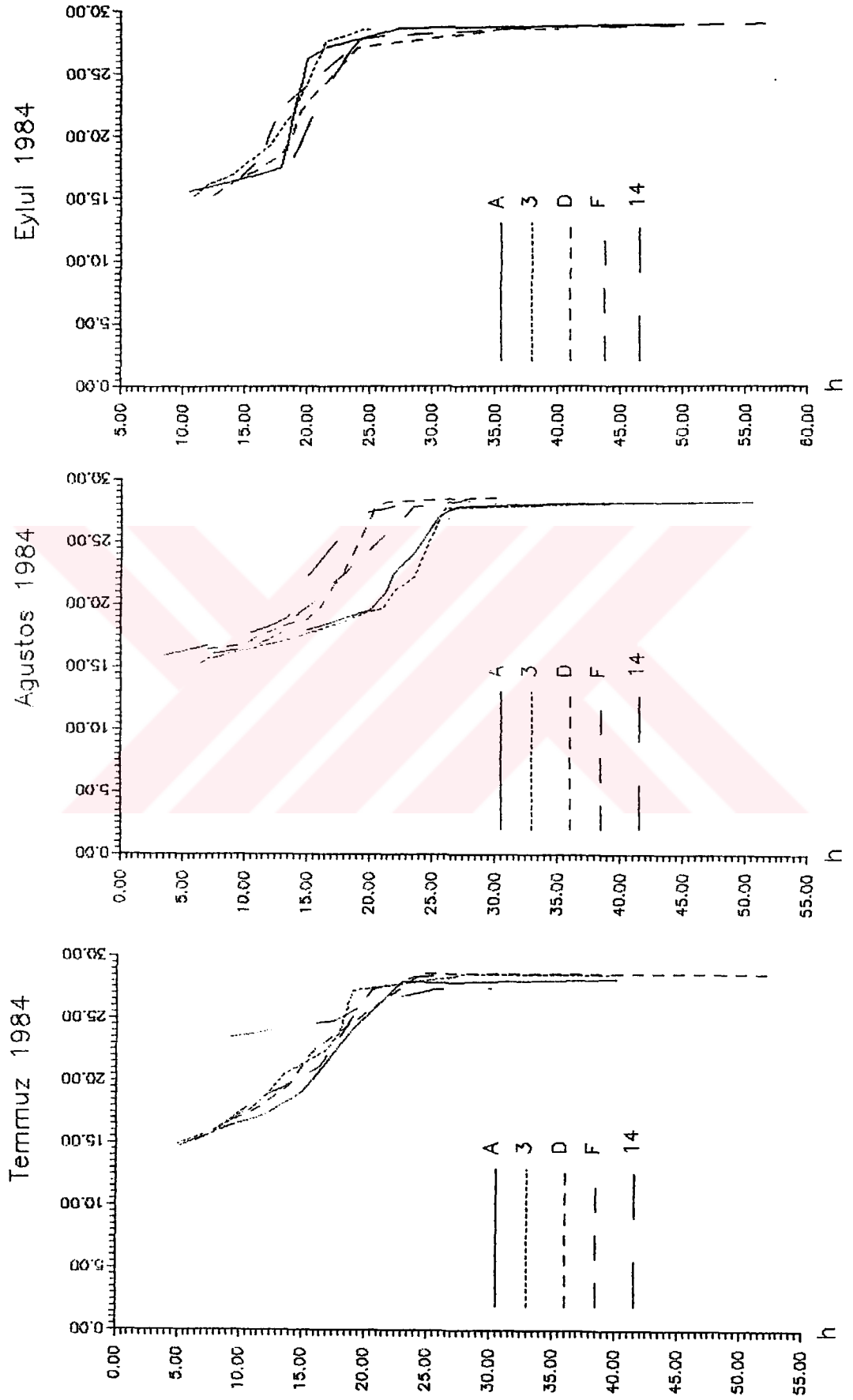
Şekil 5.33. 1-B-5-8-14 istasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık, 1984 aylarına ait derinlik- σ_e eğrileri



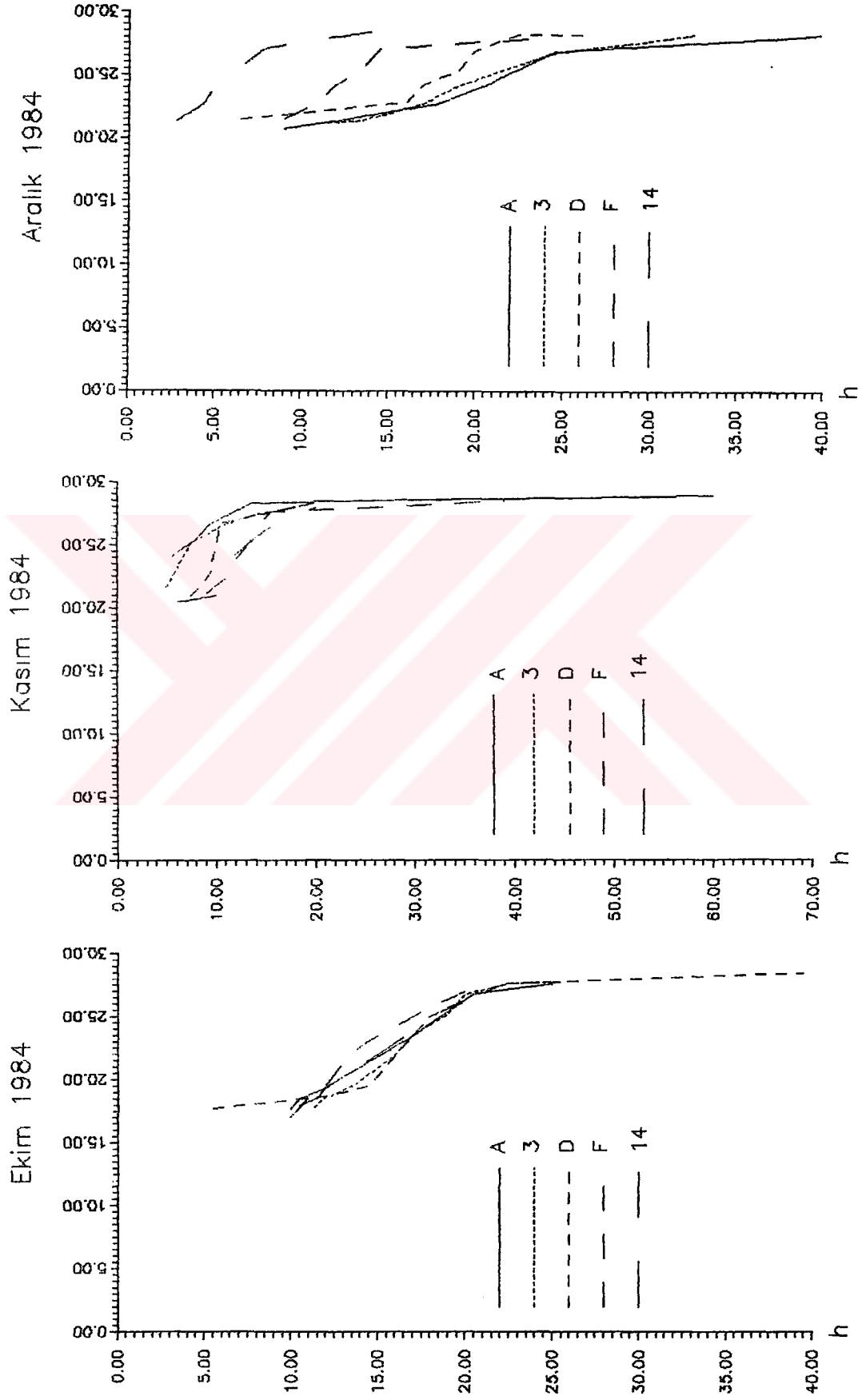
Şekil 5.34. 1-B-5-8-14 istasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 aylarına ait derinlik- σ_t eğrileri



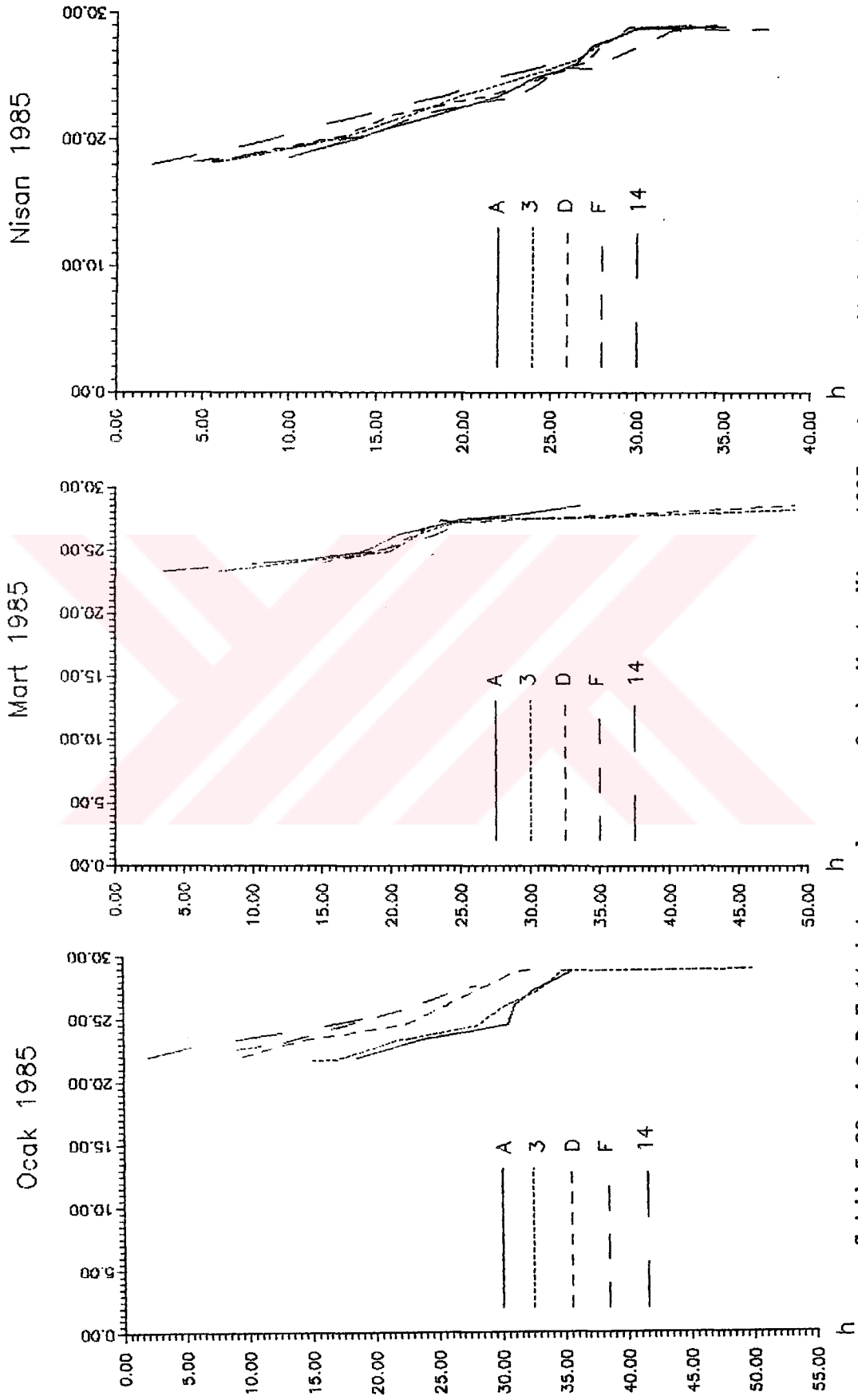
Şekil 5.35. 1-B-5-8-14 istasyonlarının Mayıs 1985 ayına ait derinlik- σ_θ eğrileri



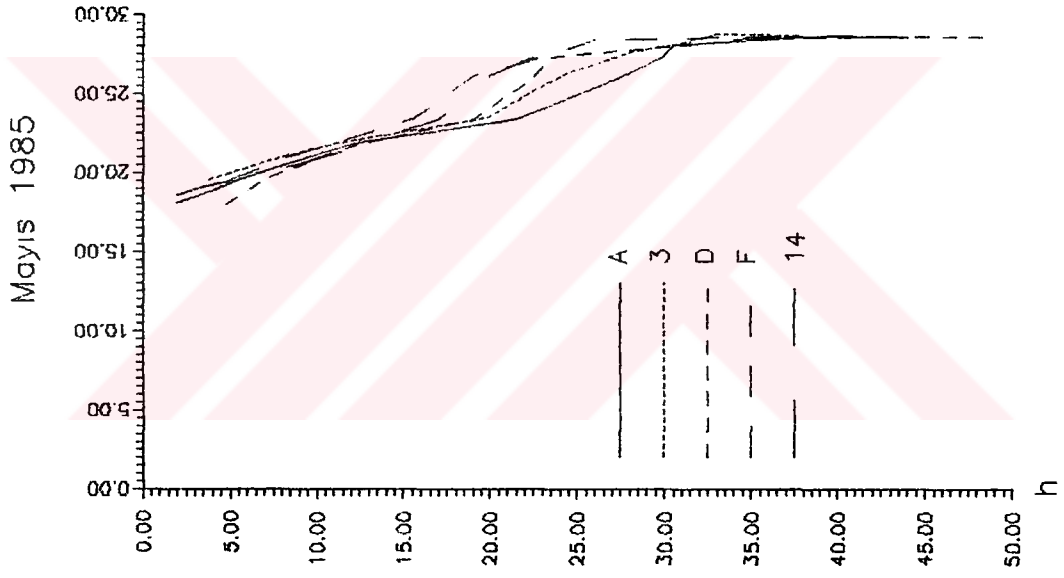
Şekil 5.36. A-3-D-F-14 istasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 aylarına ait derinlik- σ eğrileri



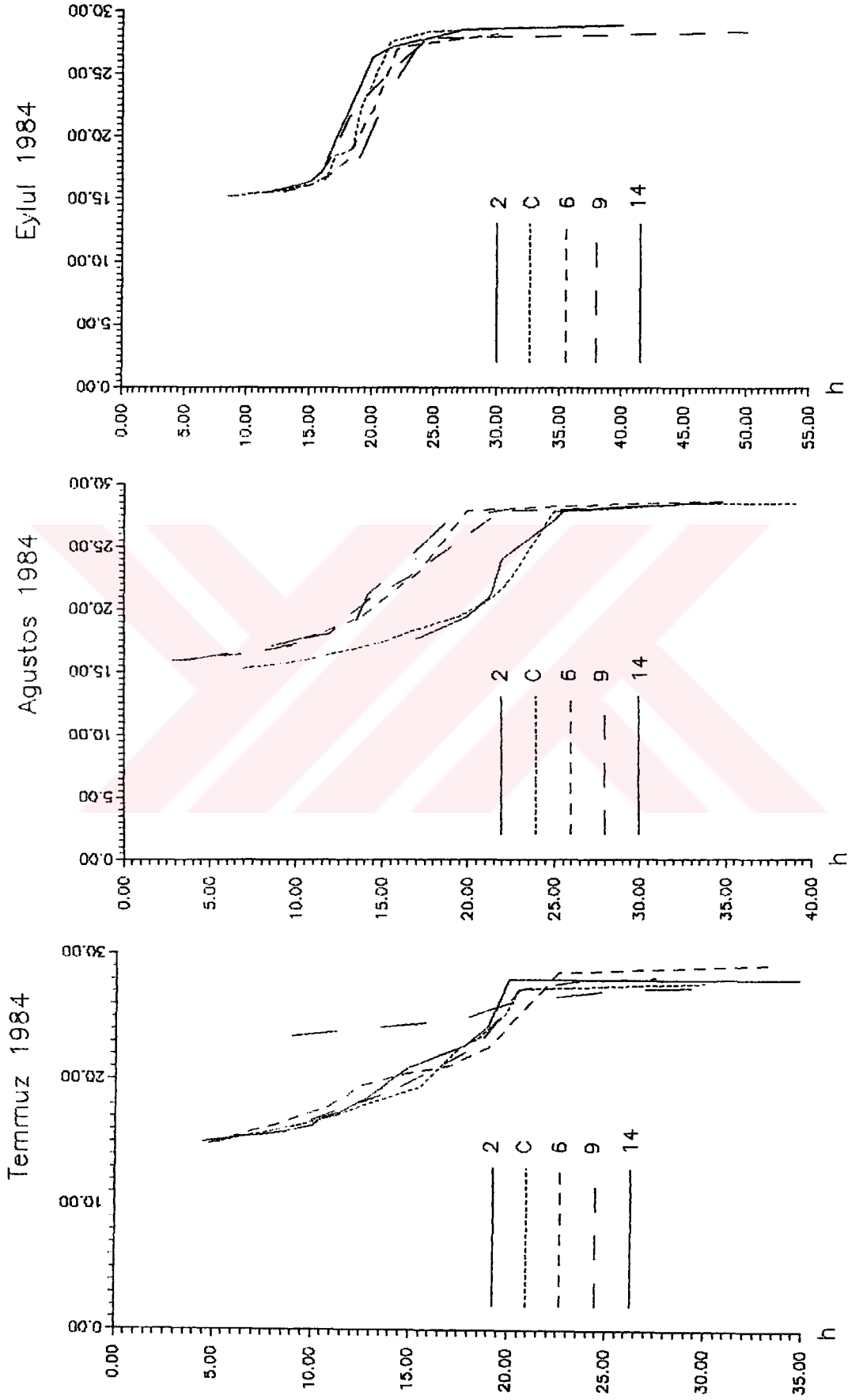
Sekil 5.37. A-3-D-F-14 istasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık, 1984 aylarına ait derinlik- σ_e eğrileri



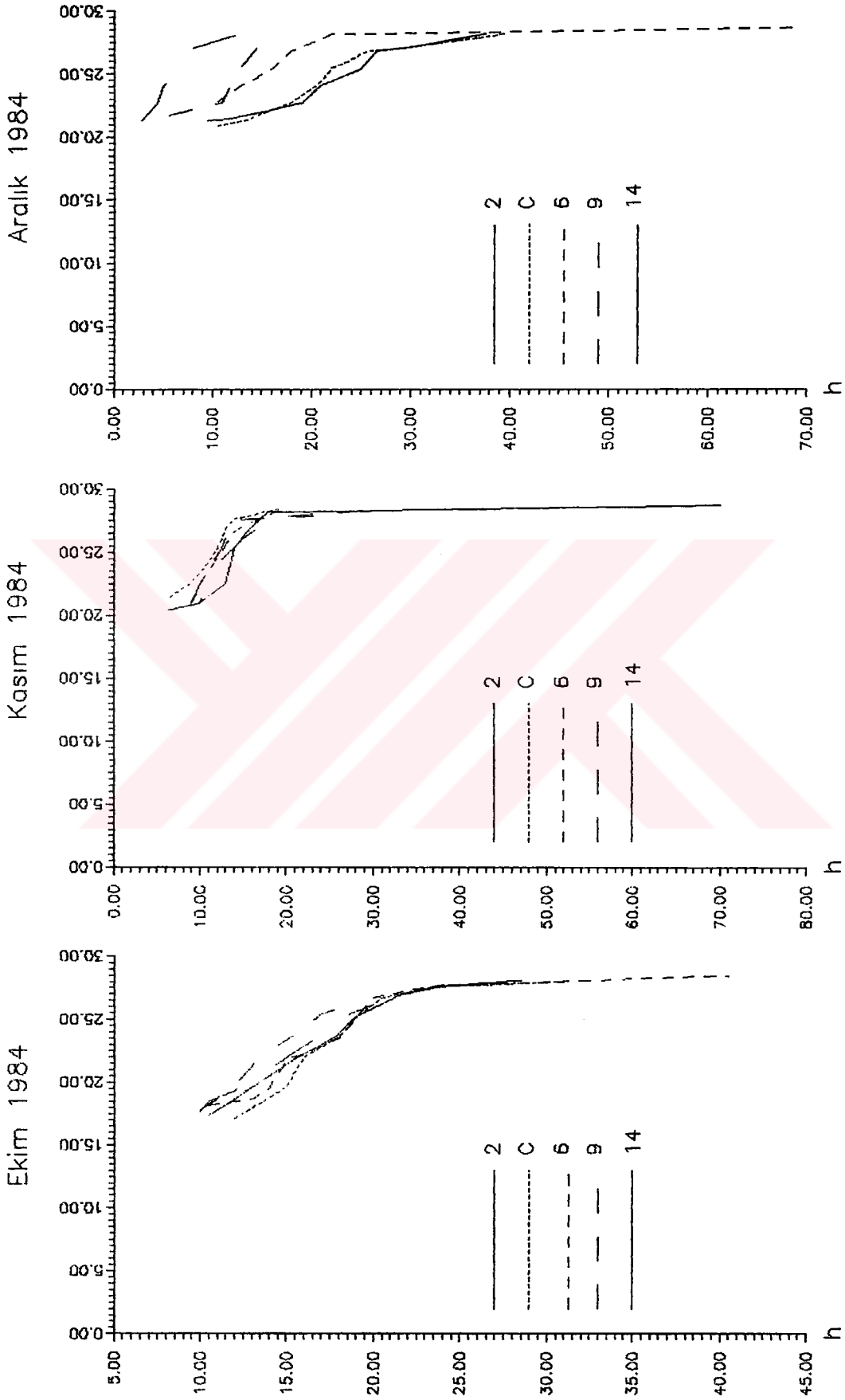
Şekil 5.38. A-3-D-F-14 istasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 aylarına ait derinlik- σ_t eğrileri



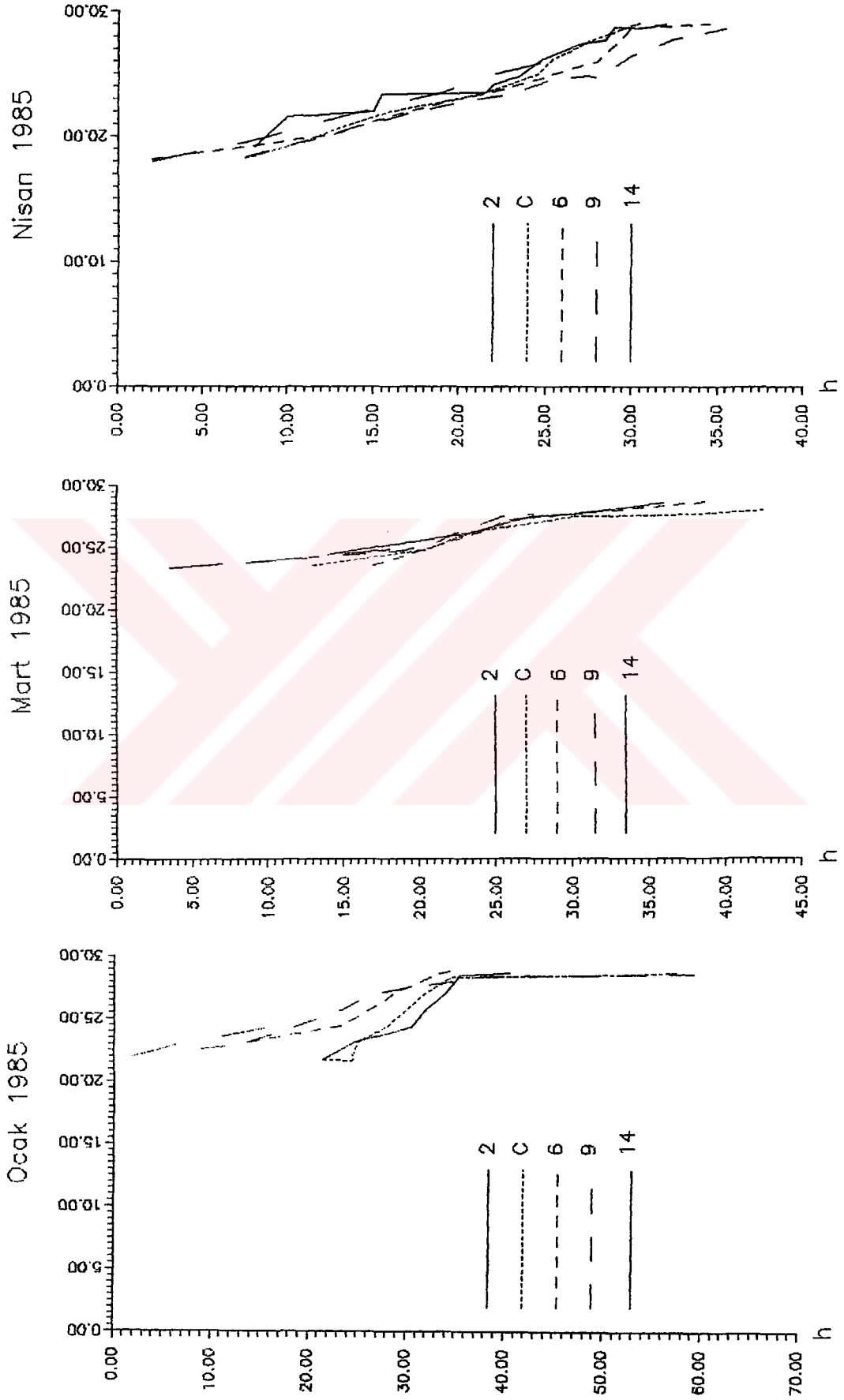
Şekil 5.39. A-3-D-F-14 istasyonlarının Mayıs 1985 ayına ait derinlik- σ_s eğrileri



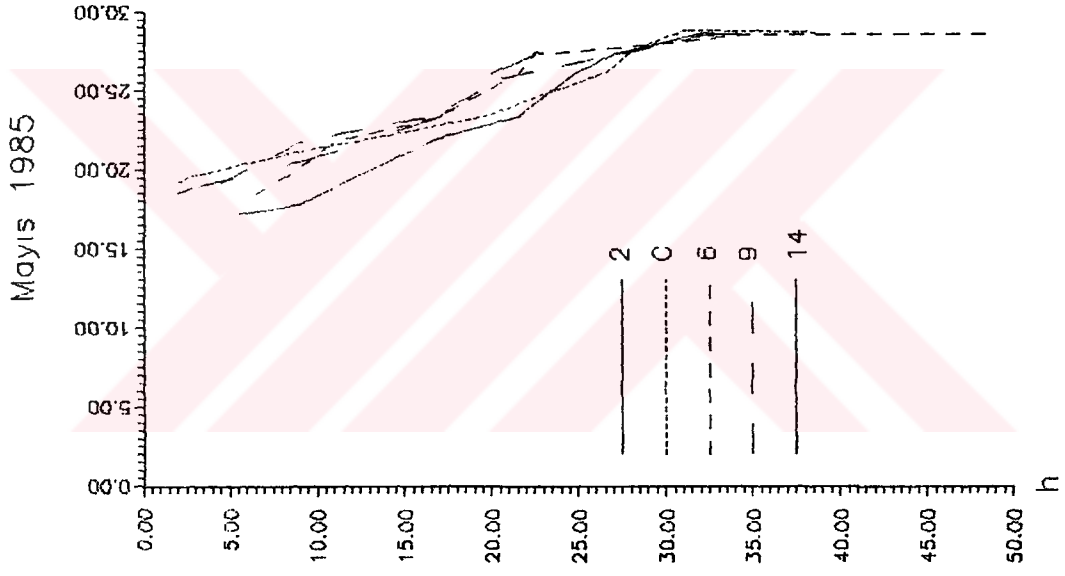
Şekil 5.40. 2-C-6-9-14 istasyonlarının Temmuz, Ağustos, Eylül 1984 aylarına ait derinlik- σ_t eğrileri



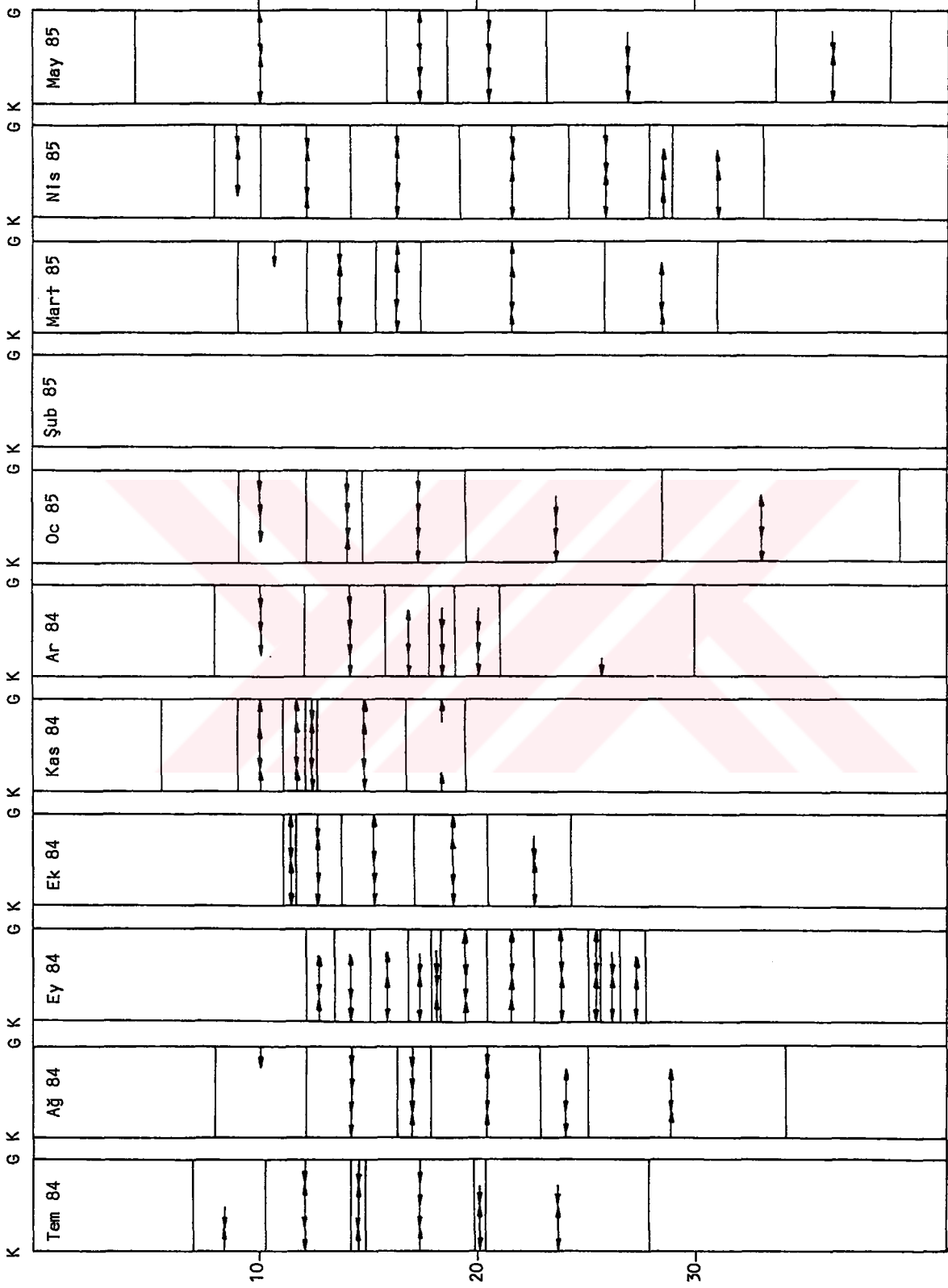
Şekil 5.41. 2-C-6-9-14 istasyonlarının Ekim, Kasım, Aralık, 1984 aylarına ait derinlik- σ_t eğrileri



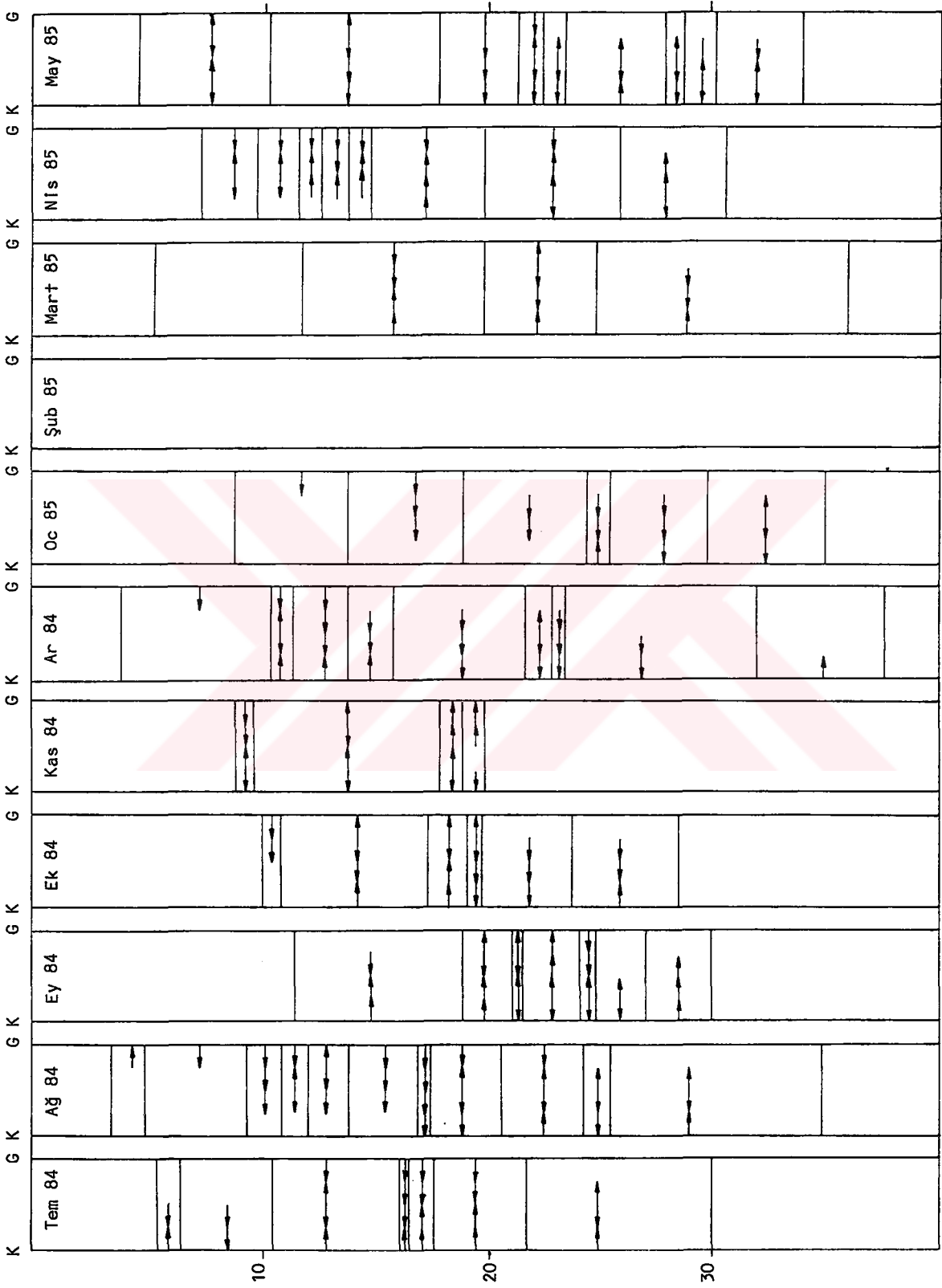
Şekil 5.42. 2-C-6-9-14 istasyonlarının Ocak, Mart, Nisan 1985 aylarına ait derinlik- σ_e eğrileri



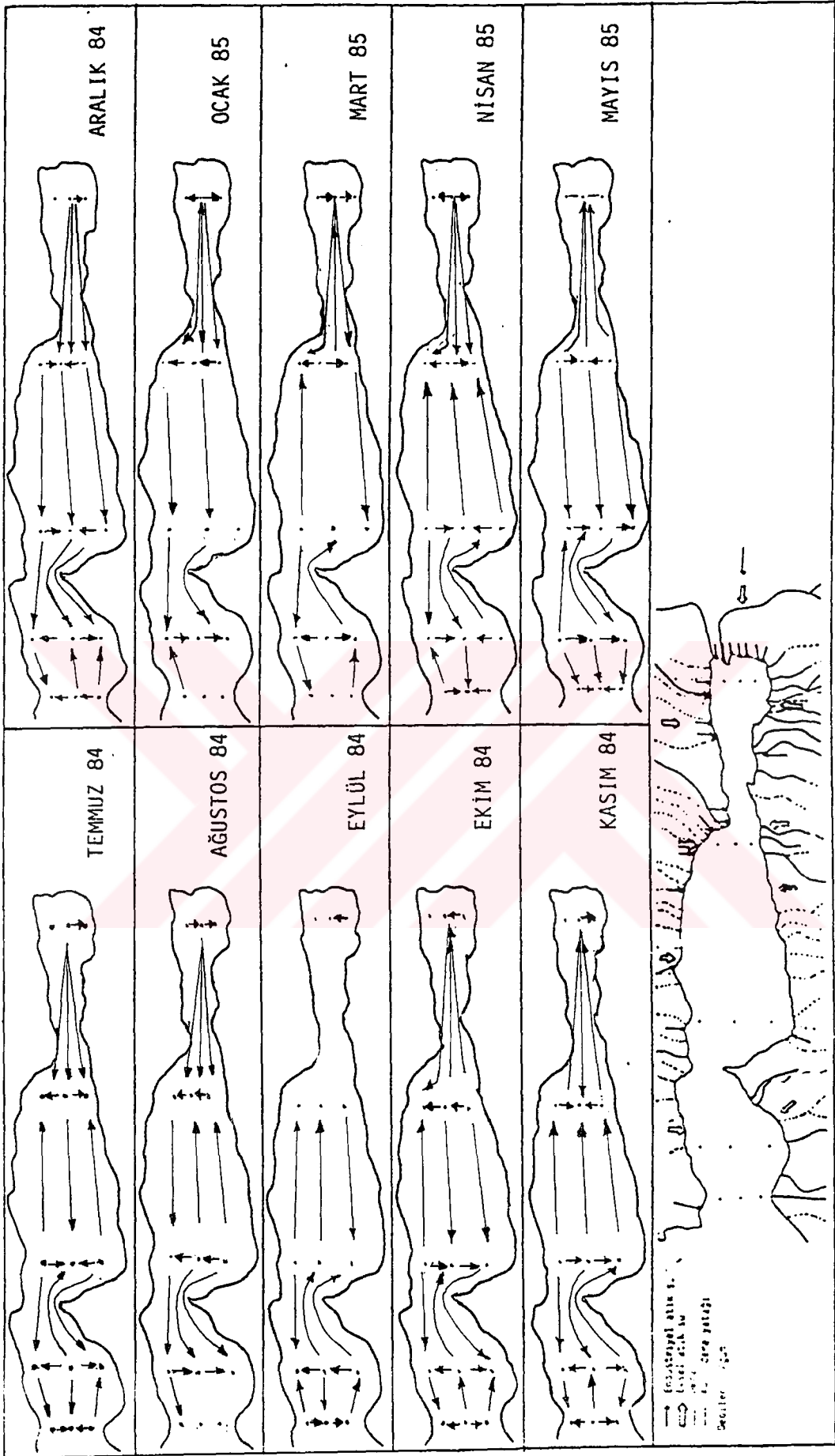
Şekil 5.43. 2-C-6-9-14 istasyonlarının Mayıs 1985 ayına ait derinlik- σ_θ eğrileri



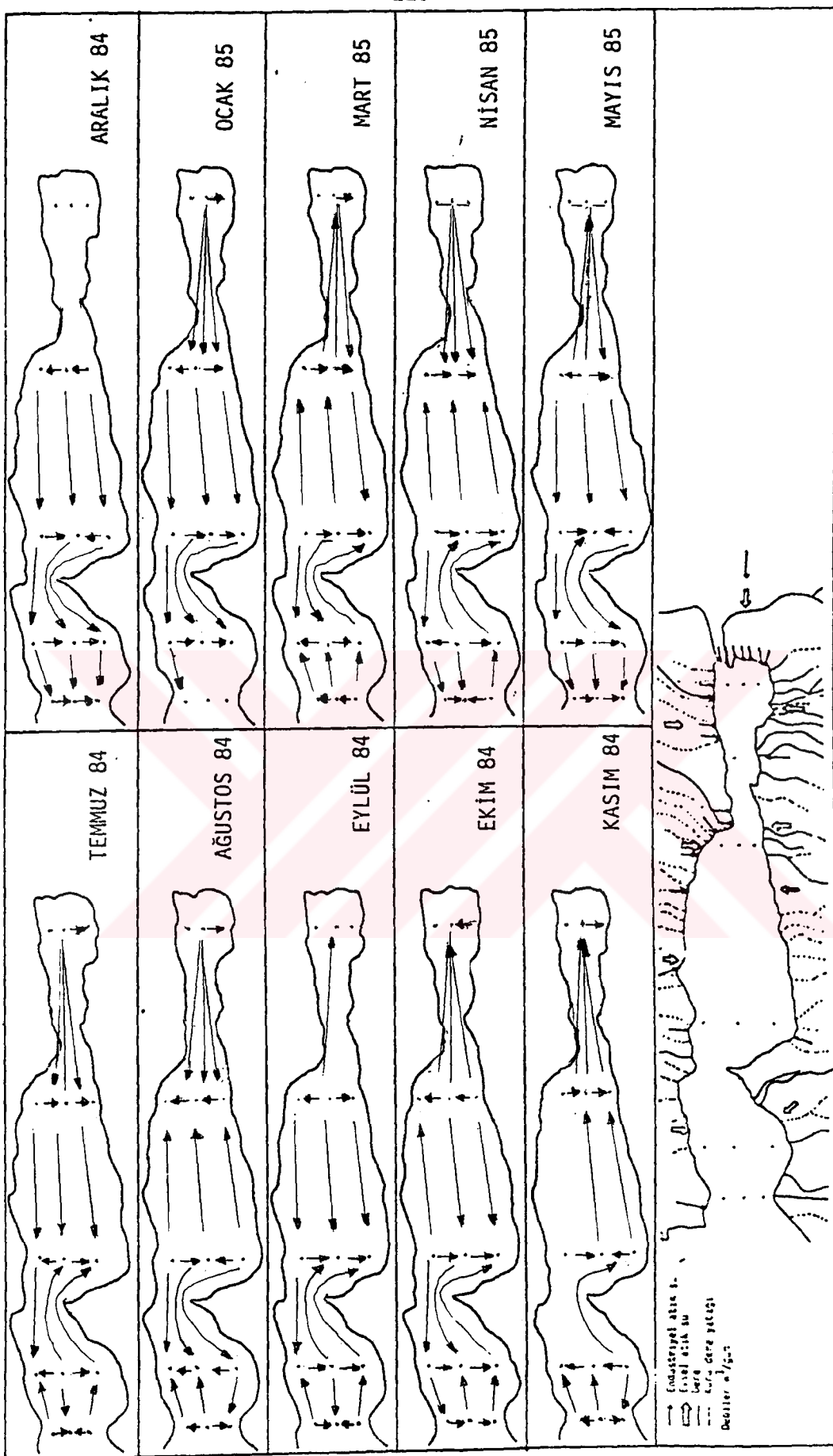
Şekil 5.44. 1-B-5-8-14 istasyonları arasındaki akım yönleri



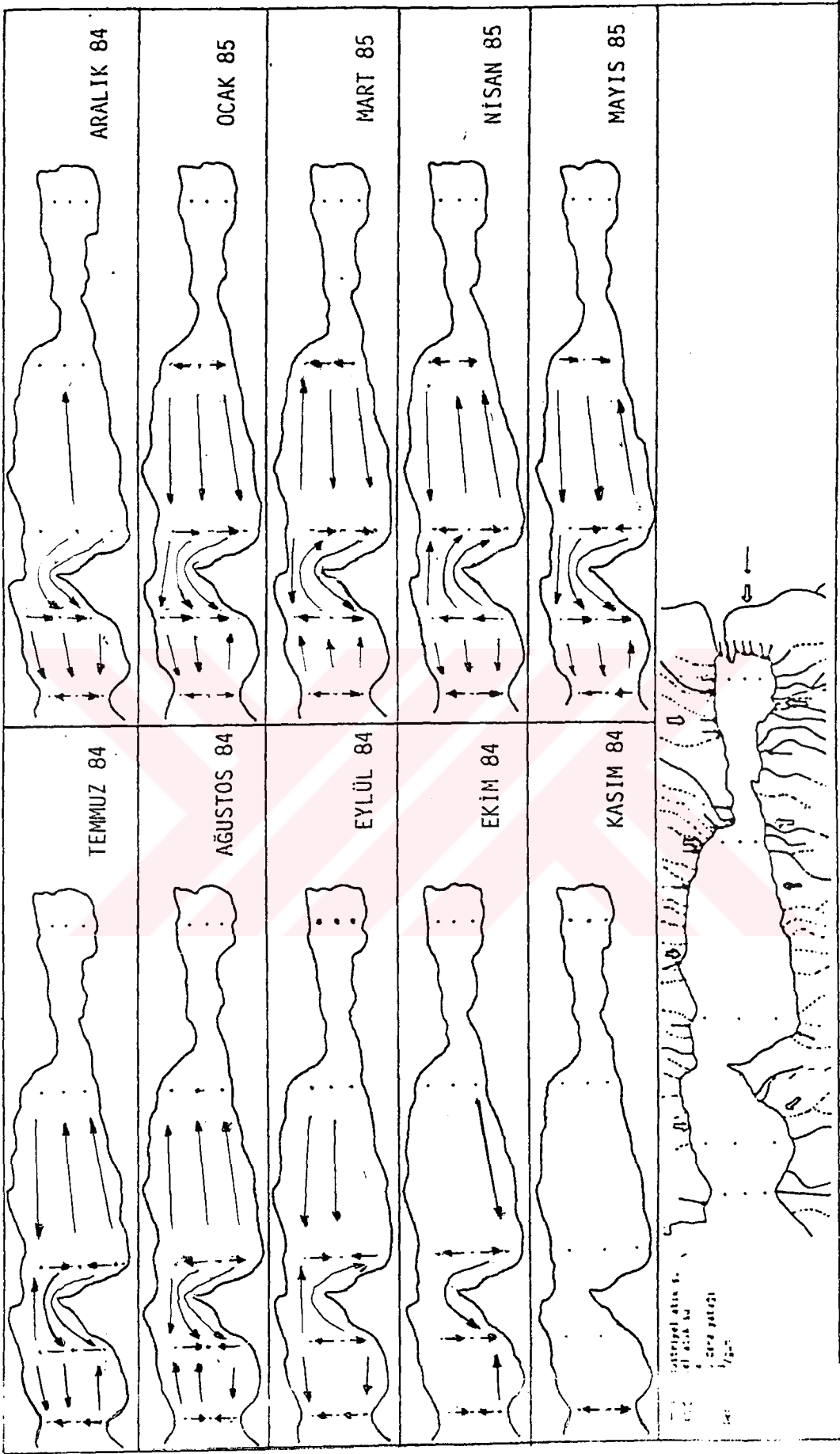
Şekil 5.46. 2-C-6-9-14 istasyonları arasındaki akım yönleri



Şekil 5.47. 12 m derinlikteki su kütlesi hareketleri



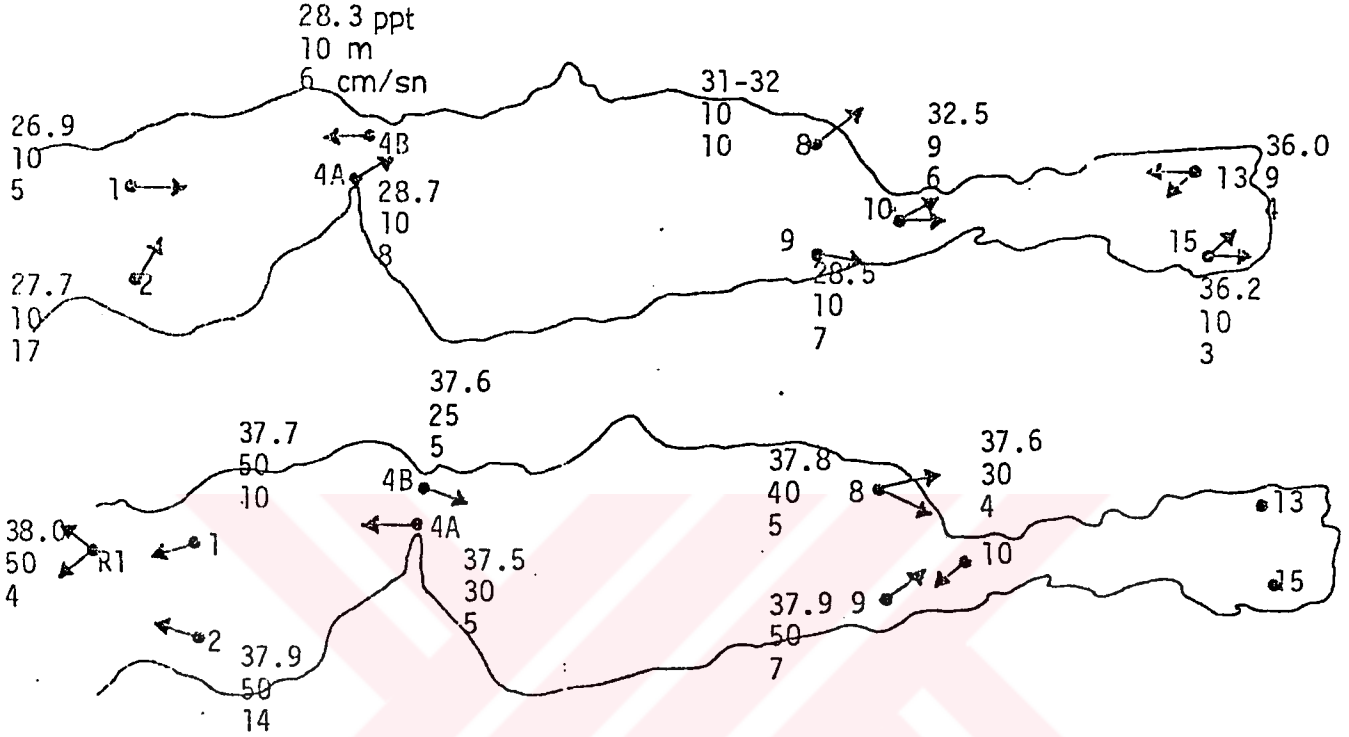
Şekil 5.48. 18 m derinlikteki su kütlesi hareketleri



Şekil 5.49. 25 m derinlikteki su kütlesi hareketleri

5.2.3. Hız Ölçümleri

Bu çalışmada, Nato-Tu Waters Projesinde yer alan Aralık 1984'e ait hız ölçümlerinden yararlanılmış, Şekil (5.50)'de görülen hızların bileşenleri hesaplanmıştır.



Şekil 5.50. İzmit Körfezinin Aralık 1984'e Ait Ölçümleri

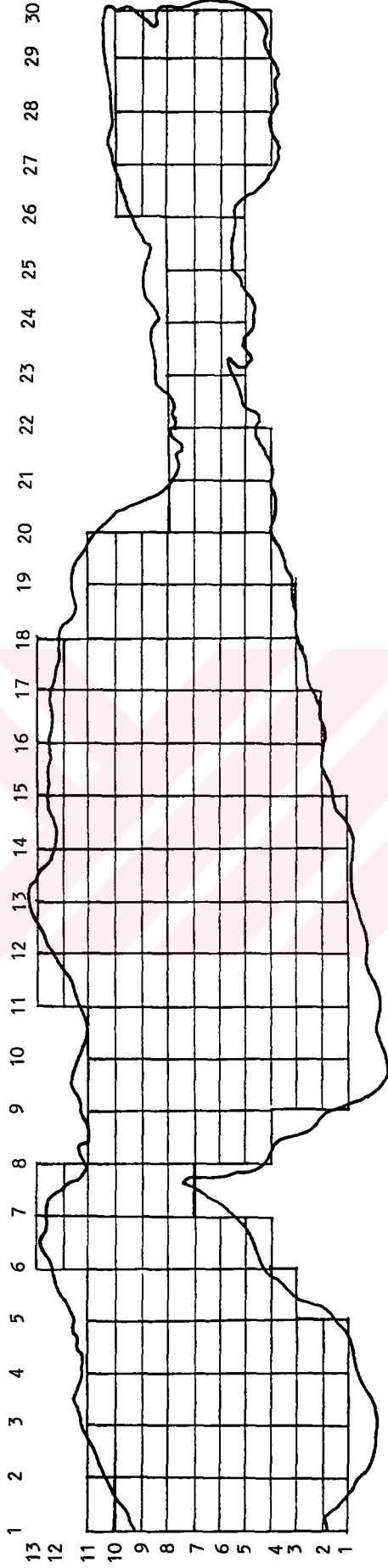
5.3. Modelin İzmit Körfezine Uygulanması :

İzmit Körfezi planda ve kesitte mümkün olduğu kadar gerçek sınırlarına yakın, üç boyutlu olarak idealleştirilmiştir. Matematik model İzmit Körfezine uygulanırken İzmit Körfezinin başlangıç enkesiti olarak, Marmara Denizinden körfeze girişteki gözlemi olan ilk istasyonlar olan 1 ve 2 nolu istasyonların yer aldığı enkesit alınmıştır. Başlangıç enkesitindeki her noktada hız bileşenleri (u , v) ve tuzluluk (S) değerleri bu istasyonların 1984 Aralık ayına ait 10 m. ve 50 m. derinlikteki hız ve tuzluluk ölçümlerinin yardımıyla planda ve kesitte enterpolasyon, zorunlu hallerde ekstrapolasyon yapılarak belirlenmiştir. Yatay hız bileşenlerinin düşey profilleri no-slip sınır şartına göre çizilmiştir. Hız profilleri çizilirken 22.5 m. de

(20 ila 25 m. arasında) ara yüzeyin varlığı da gözönüne alınmıştır. Serbest yüzeydeki yatay hız bileşenleri ve tuzluluklar da arazi ölçümlerinden enterpolasyonla ve zorunluluk hallerde ekstrapolasyonla bulunmuştur.

Moodelleme çalışmasında kullanılacak temel denklemler sonlu farklar yöntemini kullanarak KÖRFEZ-3D Bilgisayar Programı ile Bölüm 4.2 de anlatıldığı şekilde çözülürken grid boyutları olarak $\Delta x = 1600$ m., $\Delta y = 800$ m. ve $\Delta z = 10$ m. alınmıştır.

Tuz dengesi denkleminde görülen çevri diffüzivite katsayıları seçilirken (Pond vd., 1978, Hill vd., 1962) de verilen $10 < K_x$, $K_y < 10^5$ m²/sn, $10^{-5} < K_z < 10^{-1}$ m²/sn şartları gözönüne alınmıştır. Açıkça görüleceği gibi bu şartları sağlayan pek çok K_x , K_y , K_z seçmek mümkündür. Literatürde değişik körfez ve okyanuslar için nümerik çalışmalar sonucu elde edilmiş değişik katsayılar modelde denenmiştir. Sonuçta $K_x = 6000$ m²/sn, $K_y = 60000$ m²/sn, $K_z = 0.100$ m²/sn alınarak ve yukarıda belirtilen grid boyutları kullanılarak elde edilen çözümün ölçümlerle uyum sağladığı görülmüştür.



Şekil 5.51. İzmit Körfezinin Planda İdealleştirilmiş Hali

BÖLÜM 6 SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

1) Navier-Stokes, kütle ve tuz dengesi ve durum denklemleri kullanılarak körfezlerdeki tabakalı akımlar için üç boyutlu bir matematik model geliştirilmiştir. İncelemeler sırasında yeraltı suyunun körfeze girişi de gözönünde bulundurulmuş; Boussinesq, hidrostatik basınç dağılışı ve rijit yüzey yaklaşımlarından yararlanılmıştır. Tatlı suyun akiferde ilerleyişini, tuzlu suya ulaşmasını ve girişim yüzeyinin oluşmasını gözlemek amacıyla Hele-Shaw aletinde kalitatif hidrolik model deneyleri yapılmıştır. Tatlı su tuzlu suya ulaştıktan sonra dönmekte, bir müddet benliğini korumakta sonra karışımın olduğu gözlenmektedir.

2) Denklemlerin basitleştirilebilmesi için İzmit Körfezine ait karakteristik büyüklüklerle temel denklemlerin mertbe analizi yapılmış, non-linear konvektif ve çevri viskozite terimlerinin ihmal edilebileceği görülmüştür. Bu irdelemelerin sonucunda temel denklemler (2.64)-(2.67) denklemlerine dönüşmüştür.

3) Üç boyutlu matematik modelin nümerik çözümünde sonlu farklar yönteminden yararlanılmıştır. Nümerik çözüm için KÖRFEZ-3D bilgisayar programı geliştirilmiştir.

4) Nümerik çözüm amacıyla İzmit Körfezi gerçek sınırlarına yakın olacak şekilde idealleştirilmiş, grid aralıkları $\Delta x=1600m.$, $\Delta y=800m.$ ve $\Delta z=10m.$ olarak alınmıştır.

5)Denklemlerdeki çevri diffüzivite katsayılarının (Pond, vd., 1978, Hill vd., 1962) de verilen sınırlar içinde kalacak şekilde araştırması yapılmış ve İzmit Körfezi için uygun katsayılar belirlenmiştir. Seçilen değişik katsayılara göre sonuçların önemli ölçüde farklılıklar gösterdiği gözlenmiştir. Bu durum, katsayıların matematik modelin uygulanacağı körfezde hassasiyetle belirlenmesi gerektiğini göstermektedir.

6) İzmit Körfezindeki az sayıdaki ölçüm noktalarından yararlanılarak tüm sınır noktalarındaki değerler belirlenmiş ve bu değerlere bağlı olarak çözüm yapılmıştır. Sınır şartlarının çözüm sonuçlarını önemli ölçüde etkilediği görülmüştür.

7) Matematik modelin uygunluğu İzmit Körfezinde Aralık 1984 te yapılmış ölçümlerle sınanmıştır. Elde edilen su kütlesi hareketleri 16 yatay ve 29 düşey düzlemde akım hızları ve tuzluluk eğrileri şeklinde derlenmiştir (Şekil 6.1-89).Elde edilen hız ve tuzluluk değerlerinin NATO-TU WATERS projesindeki ölçümlerle mukayesesi yapılmış (Tablo 6.1) aralarındaki uyum görülmüştür. Gözlenen farklılıkların

-Boussinesq, hidrostatik basınç dağılışı ve rijit yüzey kabulü varsayımlarından,

-Körfezde düşeyde ve yatayda yaygın ölçüm sonuçlarının olmayışından,

-Matematik modelin uygulanması sırasında körfezin geometrik ve topoğrafik yapısının idealleştirilmesinden,

-Nümerik çözüm yönteminden,

- K_x , K_y , K_z katsayılarının belirlenmesindeki zorluklardan (zira bu katsayılar pratikte aralarında mertebe farkı olan geniş aralıklar dahilinde değişebilmektedir) kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

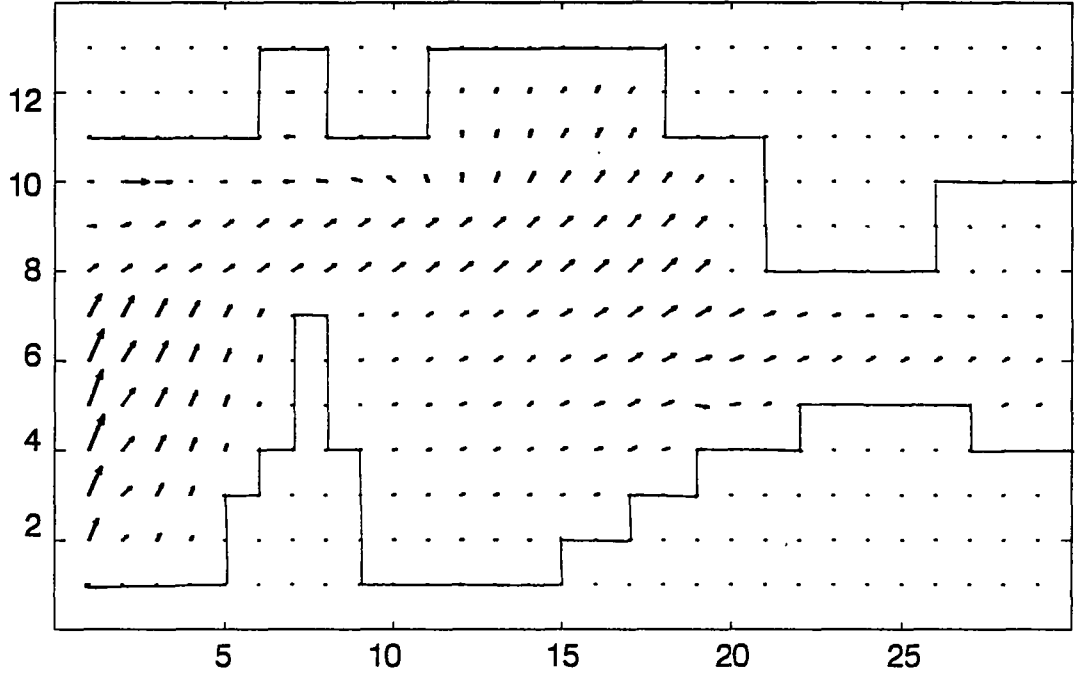
Tablo 6.1. Hesaplanan Bazı Değerlerle Ölçüm Değerlerinin Mukayesesi

x	y	z		Hesapla Bulunan	Ölçüm Sonuçları
7	9	2	u(m/sn)	0.069	0.064
			v(m/sn)	0.040	0.036
			S(ppt)	28.70	28.56
7	9	4	u(m/sn)	-0.029	-0.050
			v(m/sn)	0.086	0.00
			S(ppt)	36.14	37.56
19	5	2	u(m/sn)	-0.044	0.067
			v(m/sn)	0.0078	-0.018
			S(ppt)	28.32	28.50
19	5	6	u(m/sn)	-0.054	-0.030
			v(m/sn)	0.085	-0.026
			S(ppt)	38.65	37.90
21-22	6	2	u(m/sn)	-0.019 ila -0.014	0.058
			v(m/sn)	0.018 ila 0.030	0.015
			S(ppt)	28.41 ila 28.44	32.50
21-22	6	4	u(m/sn)	-0.079 ila 0.00	-0.030
			v(m/sn)	0.048 ila 0.00	-0.026
			S(ppt)	36.39 ila 36.44	37.60

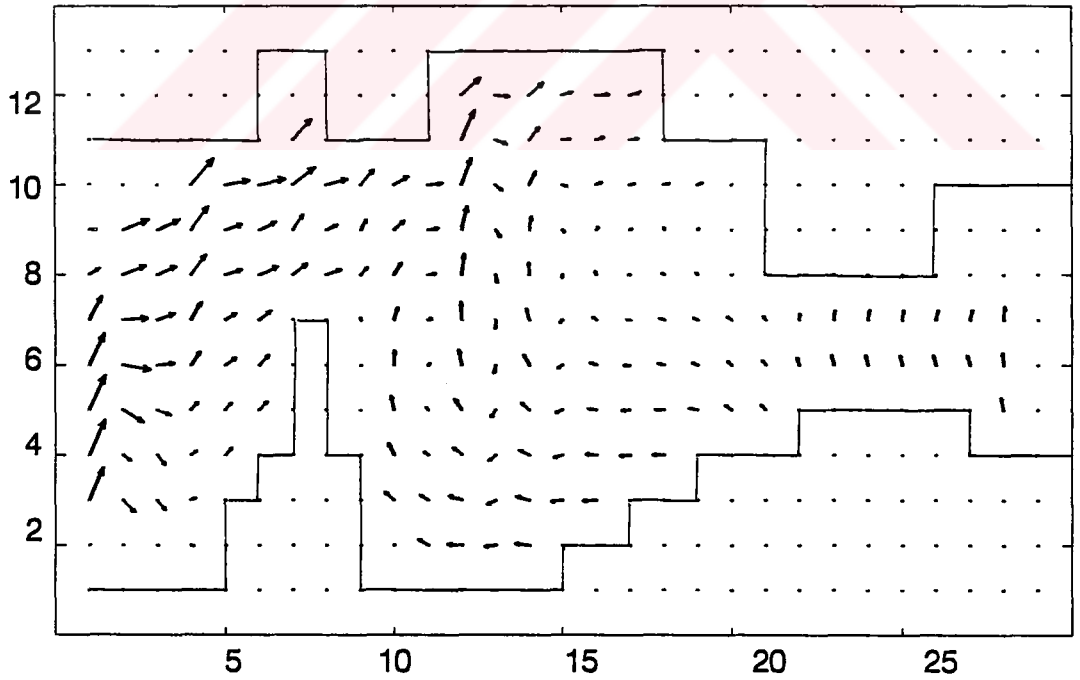
8) Ayrıca, Bölüm 5.2.2. de yer alan, Sigma-t ler (σ_t) yardımıyla belirlenmiş Aralık 1984'e ait su kütlesi hareketleri de arızı durumlar dışında model sonuçlarına uymaktadır. Şekil (5.47) ve Şekil (6.2) karşılaştırıldığında yüzeyden 10 m. derinlikte Marmara sularının ağızdan körfeze girdiği görülmektedir. Bu durumu akım ölçüm dataları da doğrulamaktadır. Ortalama akım hızı 4 cm/sn civarındadır. Dil Burnundan giren sular orta boğumda zayıf, saat yönünde sirkülasyon meydana getirmektedir (Şekil 6.2). Ancak Şekil (5.47) de Dil Burnu kesitinde suların körfezden dışarı çıktığı görülmektedir. Bu ise Dil Burnu kesitinde yeterli tuzluluk ve sıcaklık datasının olmaması nedeni ile o kesitteki akım hareketlerinin batı boğumdaki (B-3-C) ile orta boğumdaki (5-D-6) istasyonlarının Sigma-t değerlerinden kabaca belirlenmesindendir. Derince-Gölcük bölümünde de zayıf,

saat yönünde sirkülasyon görülmektedir. Alt tabaka suları ise doğu boğumunda taban yakınlarından, orta ve batı boğumunda 40 ila 50 m. derinlikte körfezi terketmektedir (Şekil 6.2).

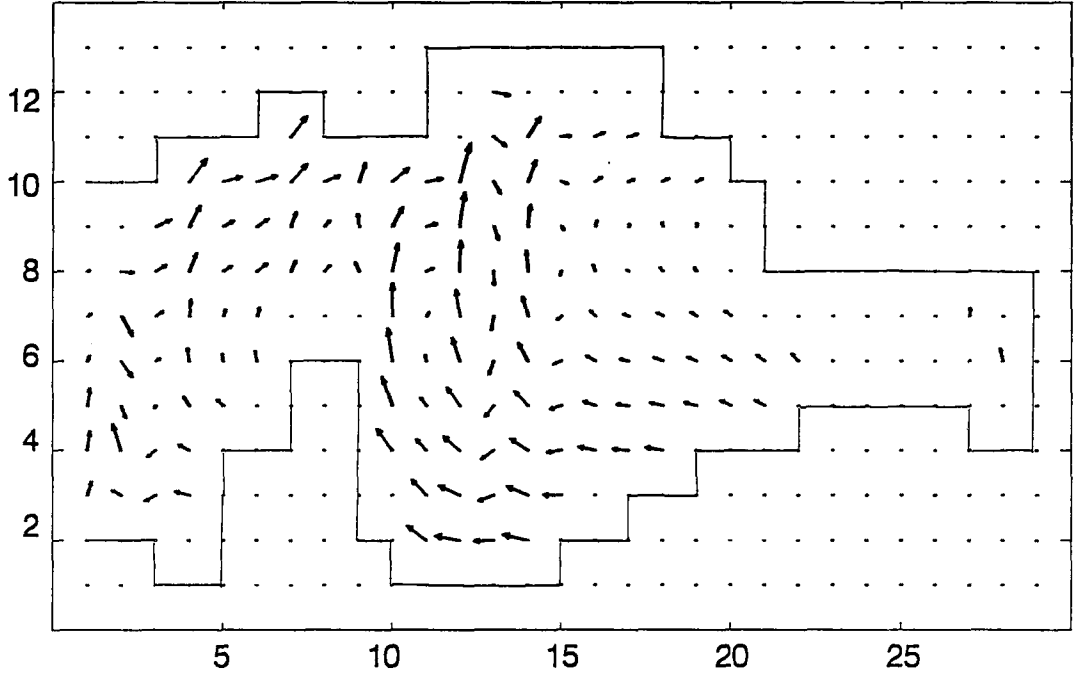




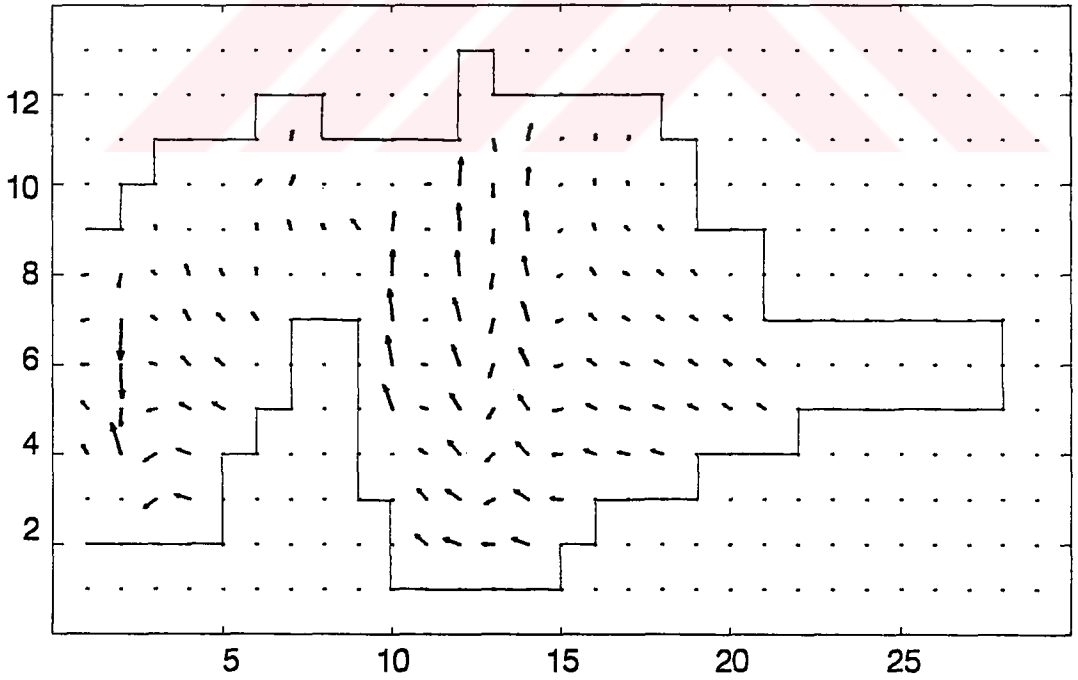
Şekil 6.1. Serbest Yüzeydeki Yatay Düzlemde Akım Hızları



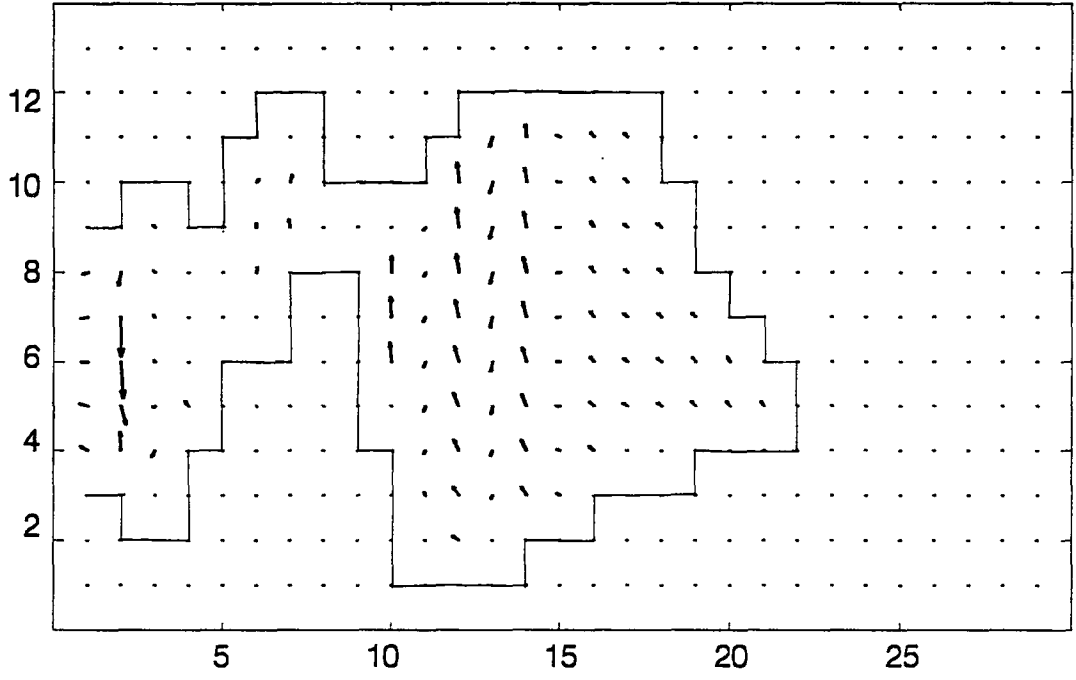
Şekil 6.2. 10 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları

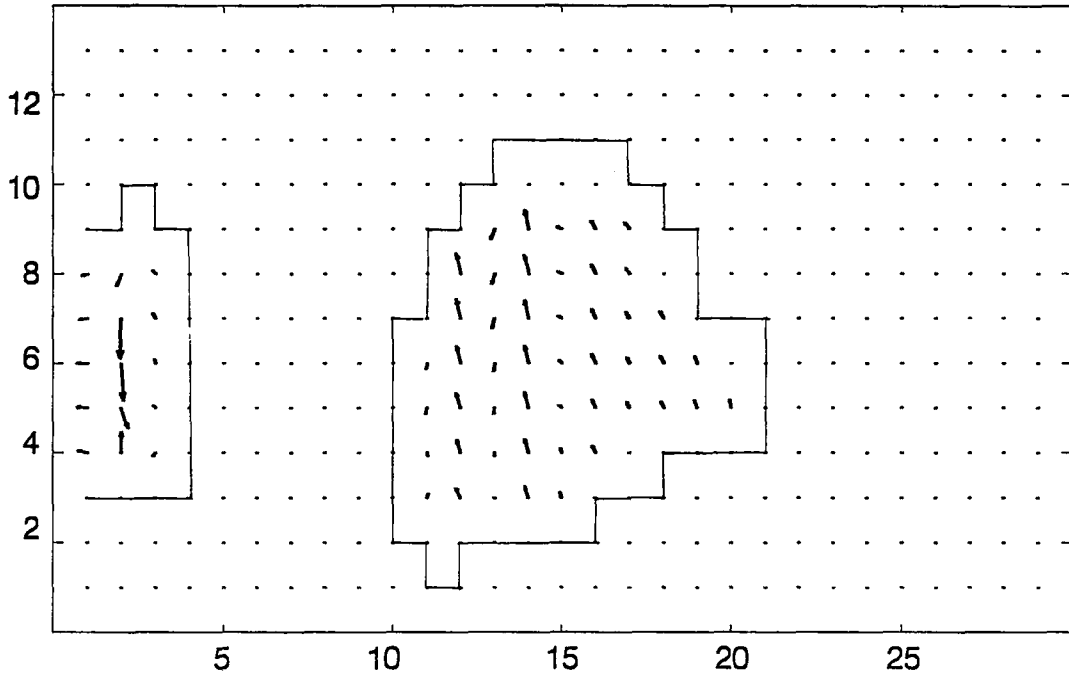


Şekil 6.3. 20m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları

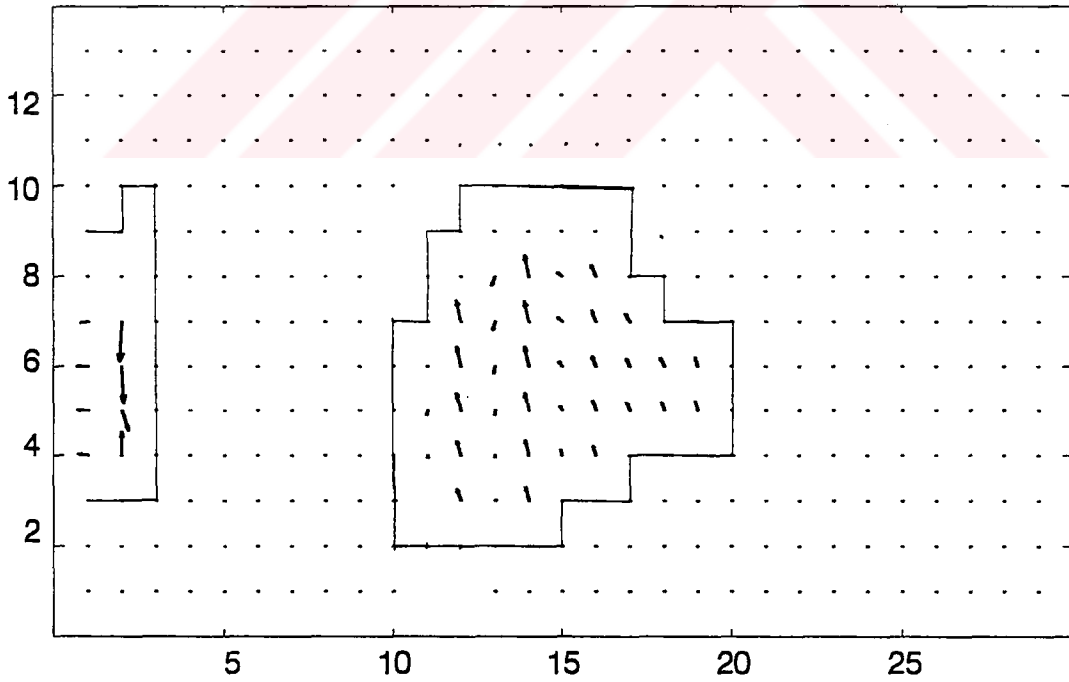


Şekil 6.4. 30 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları

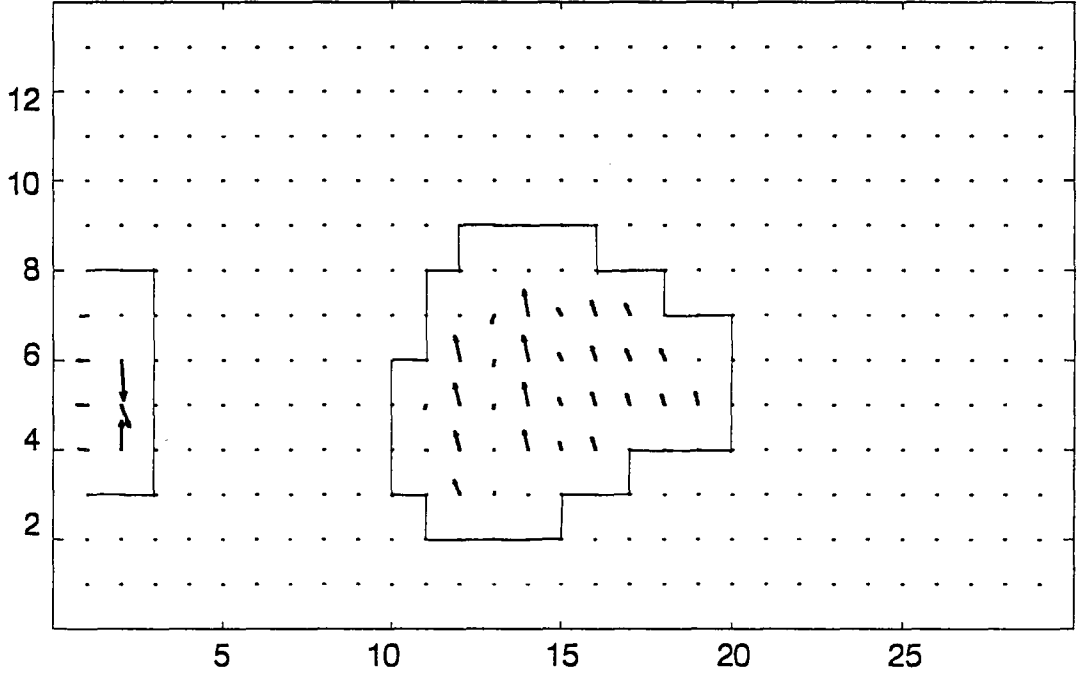




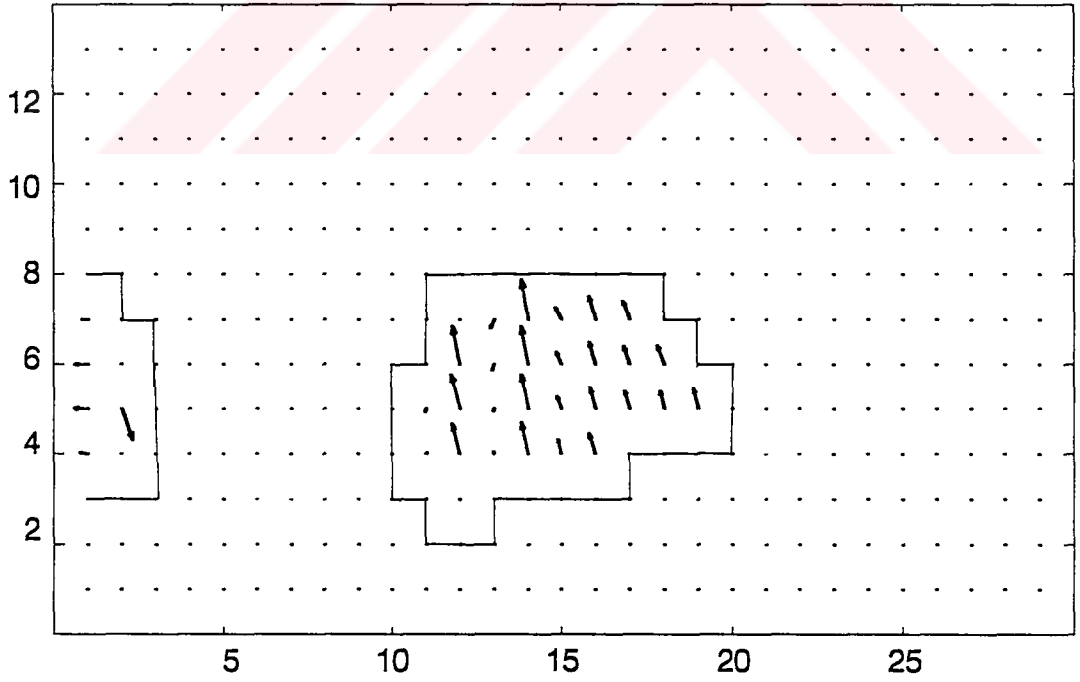
Şekil 6.7. 60 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları



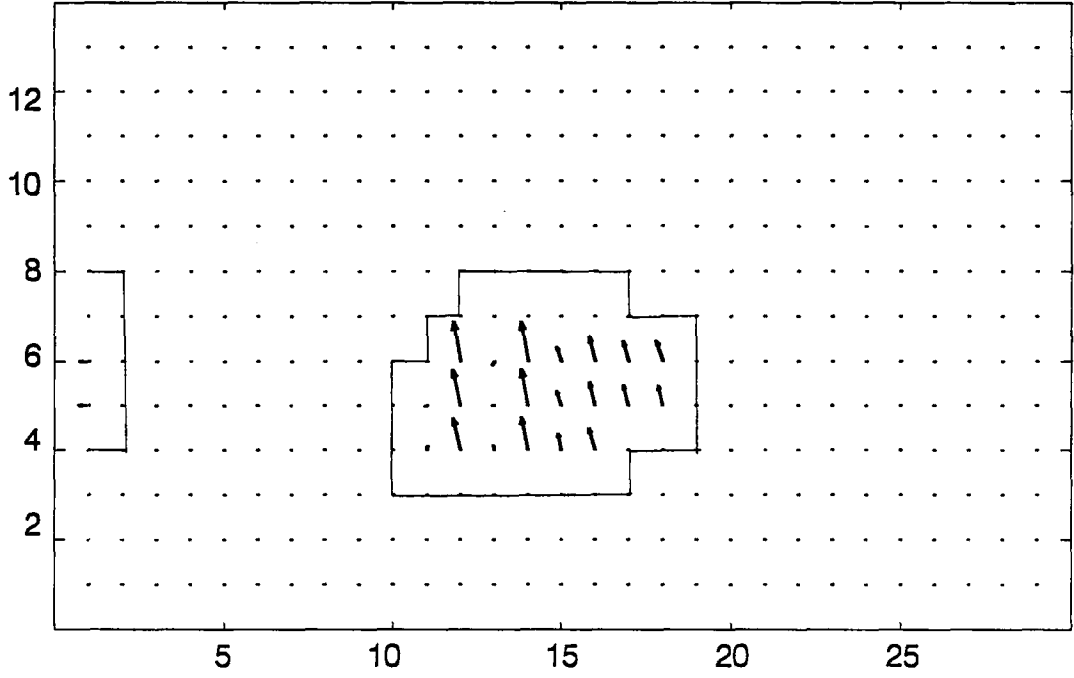
Şekil 6.8. 70 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları



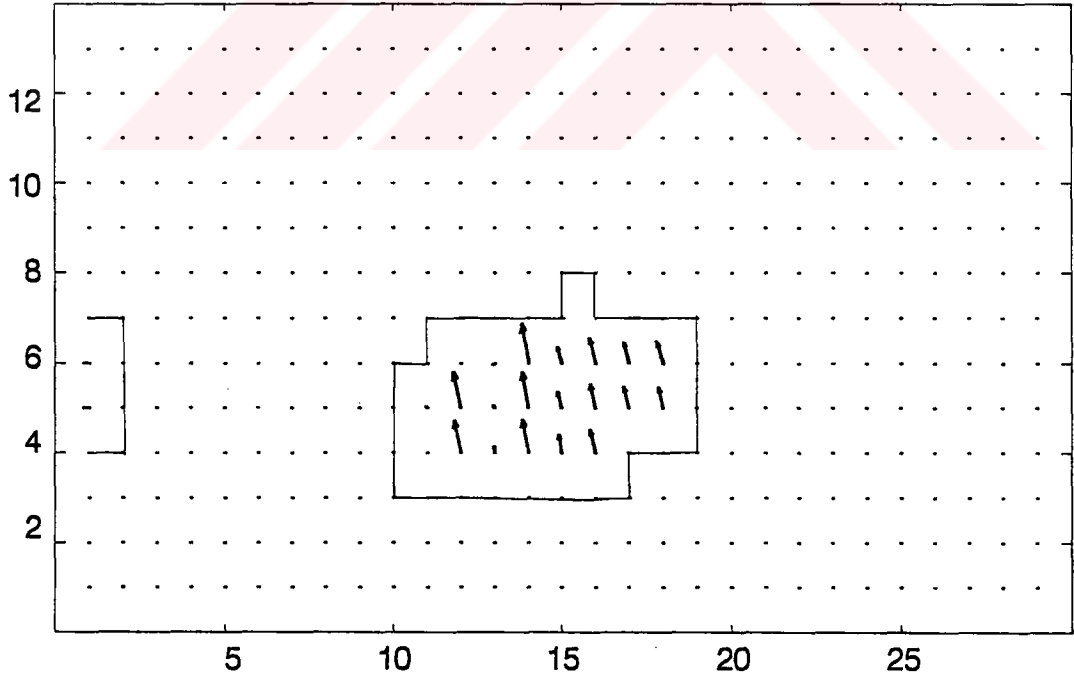
Şekil 6.9. 80 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları



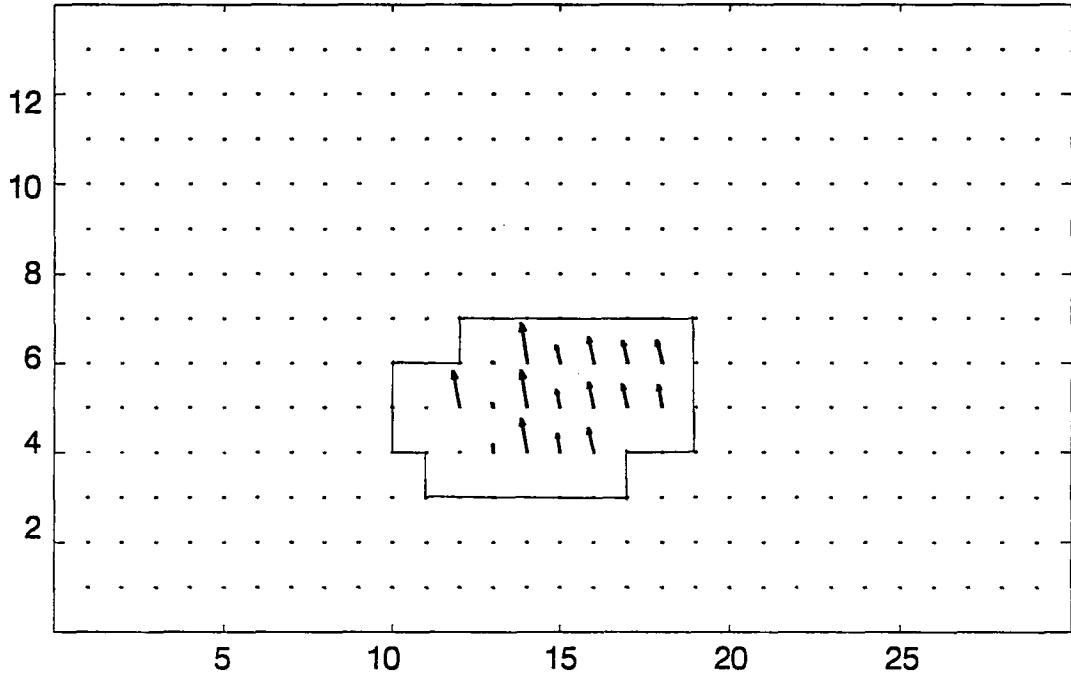
Şekil 6.10. 90 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları



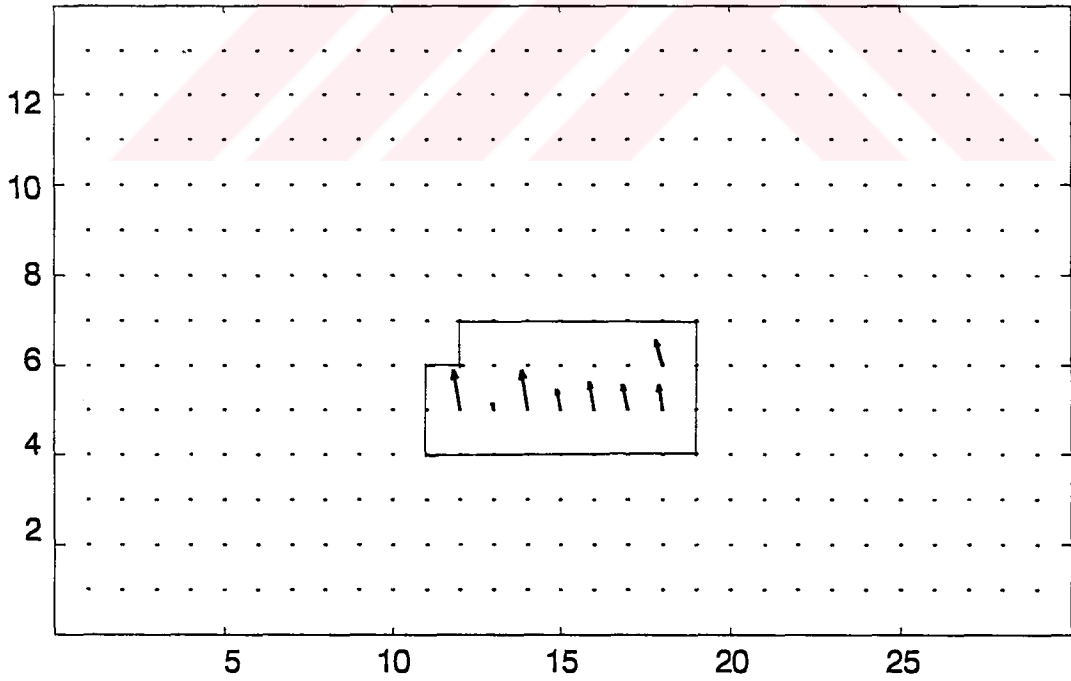
Şekil 6.11. 100 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları



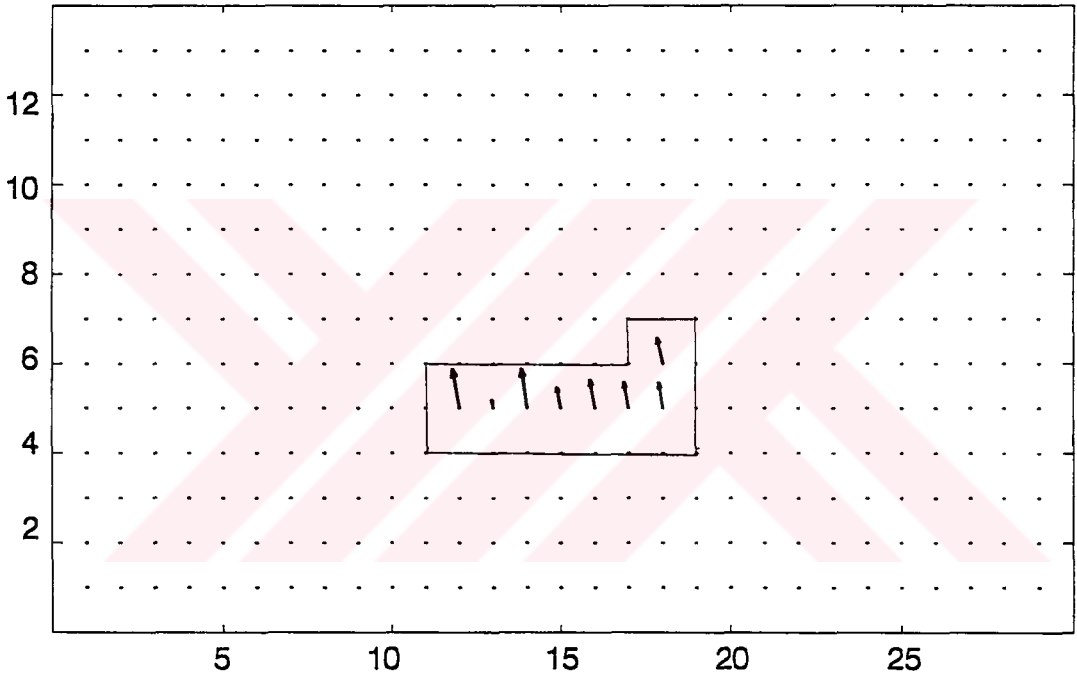
Şekil 6.12. 110 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları



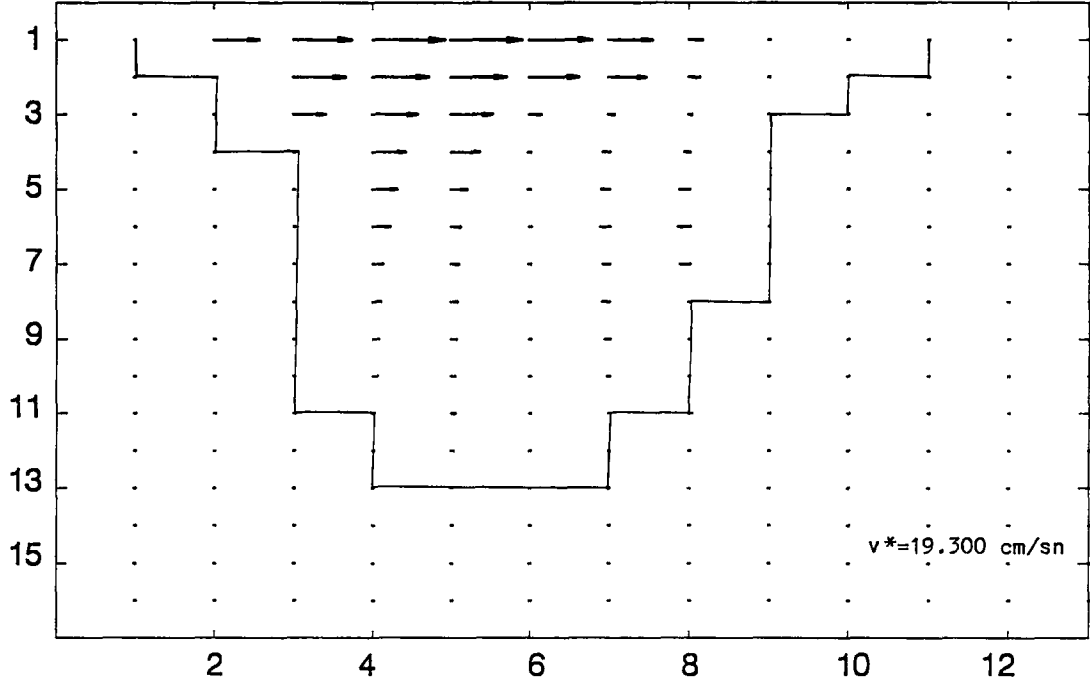
Şekil 6.13. 120 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları



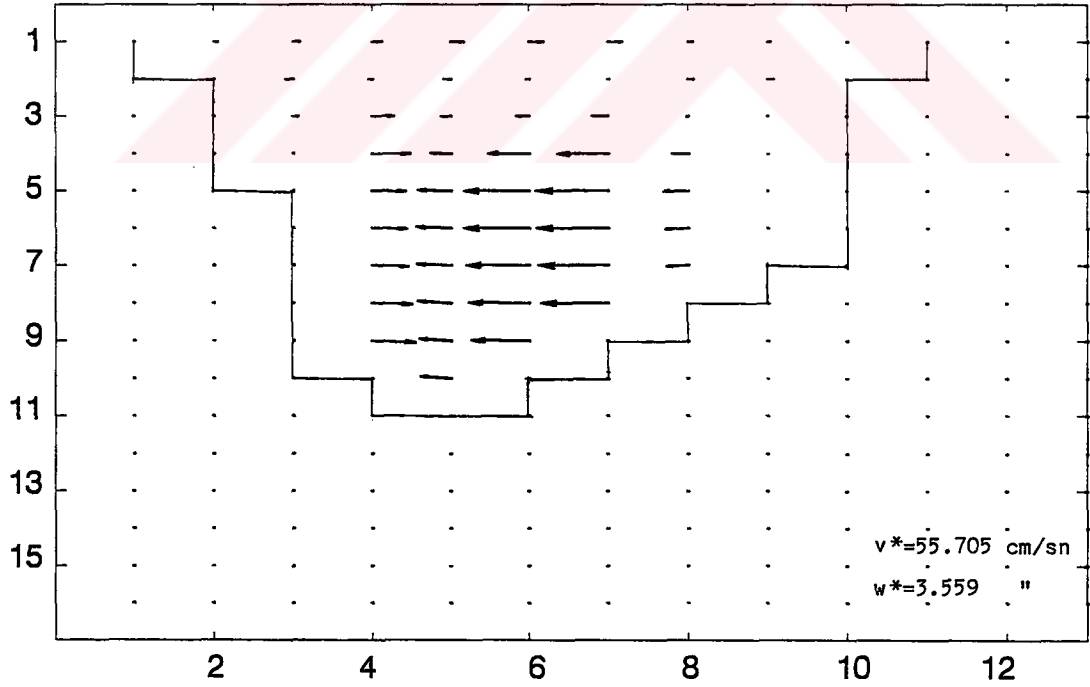
Şekil 6.14. 130 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları



Şekil 6.15. 140 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Akım Hızları

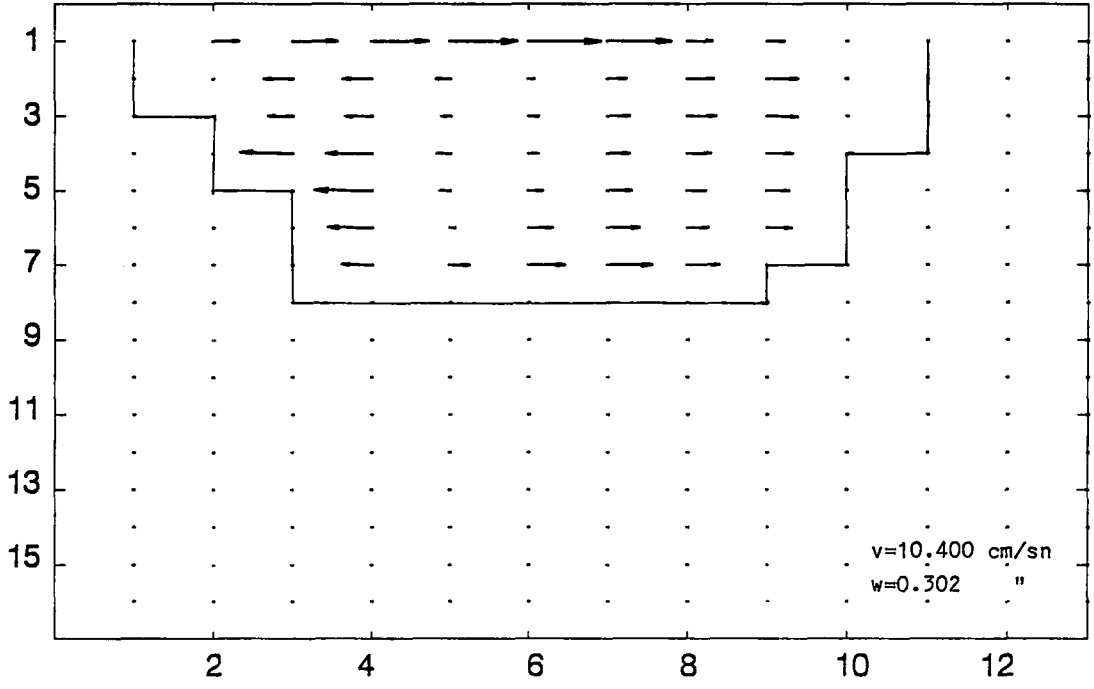


Şekil 6.16. 1 nolu Enkesitteki Akım Hızları

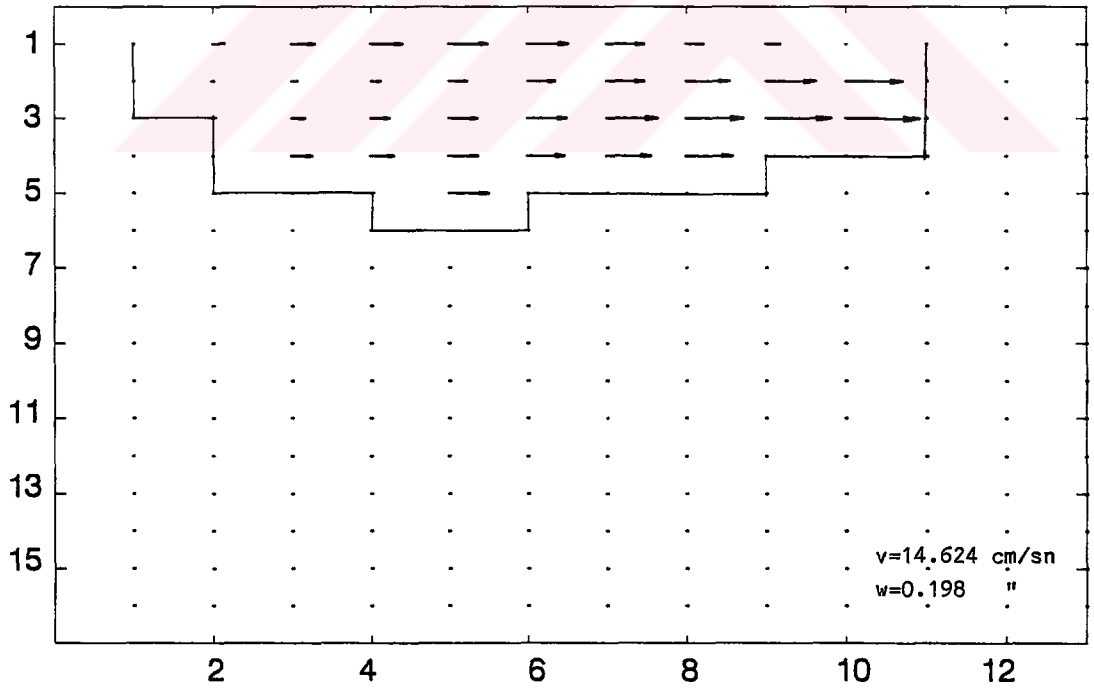


Şekil 6.17. 2 nolu Enkesitteki Akım Hızları

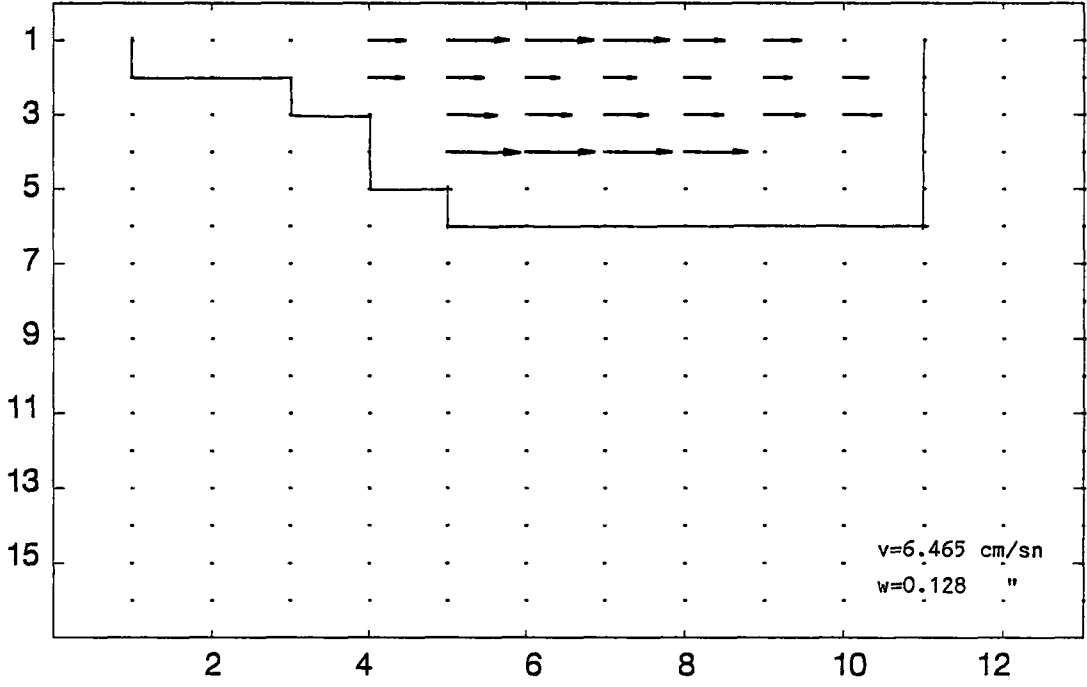
*Şekil (6.16-44)de yazılan v, w hızları söz konusu kesitlerdeki maximum hızlardır.



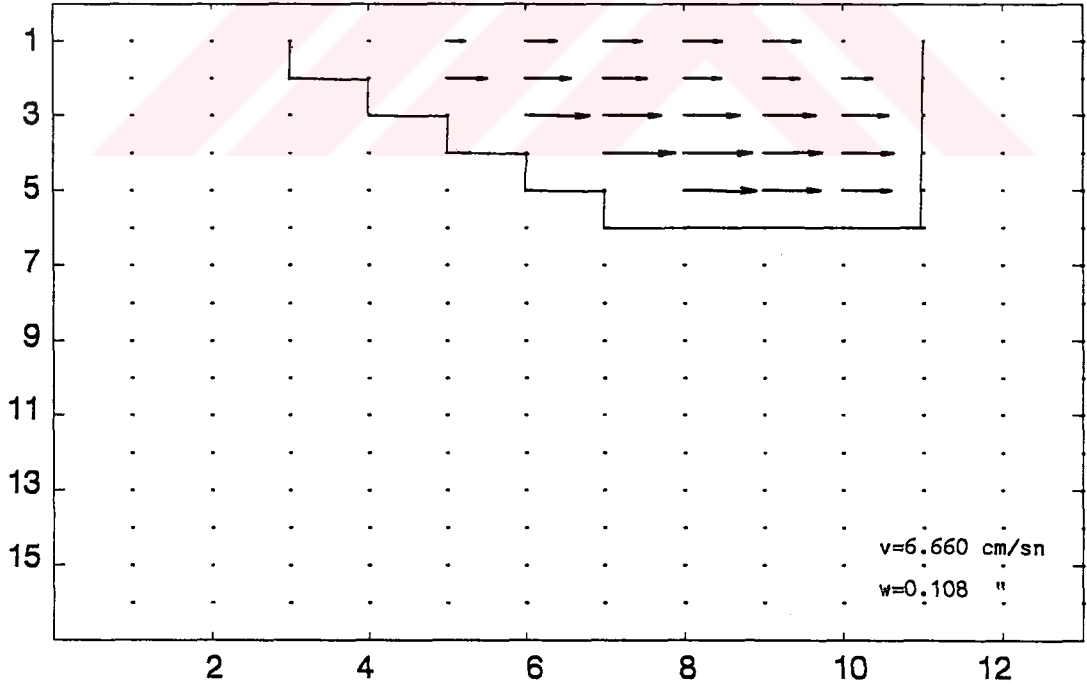
Şekil 6.18. 3 nolu Enkesitteki Akım Hızları



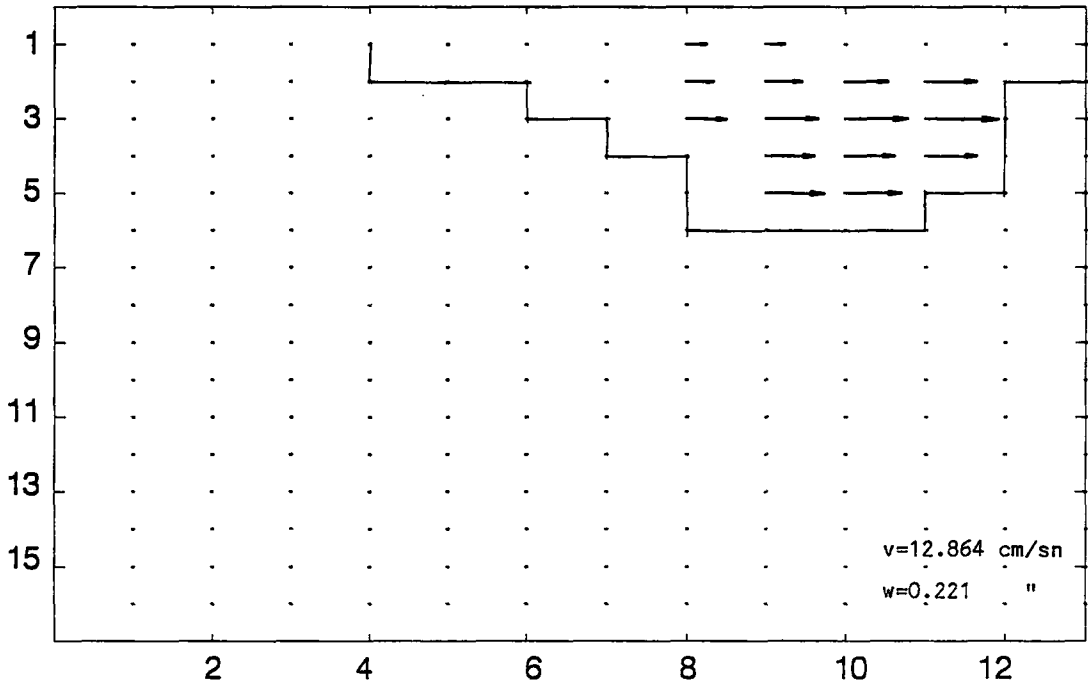
Şekil 6.19. 4 nolu Enkesitteki Akım Hızları



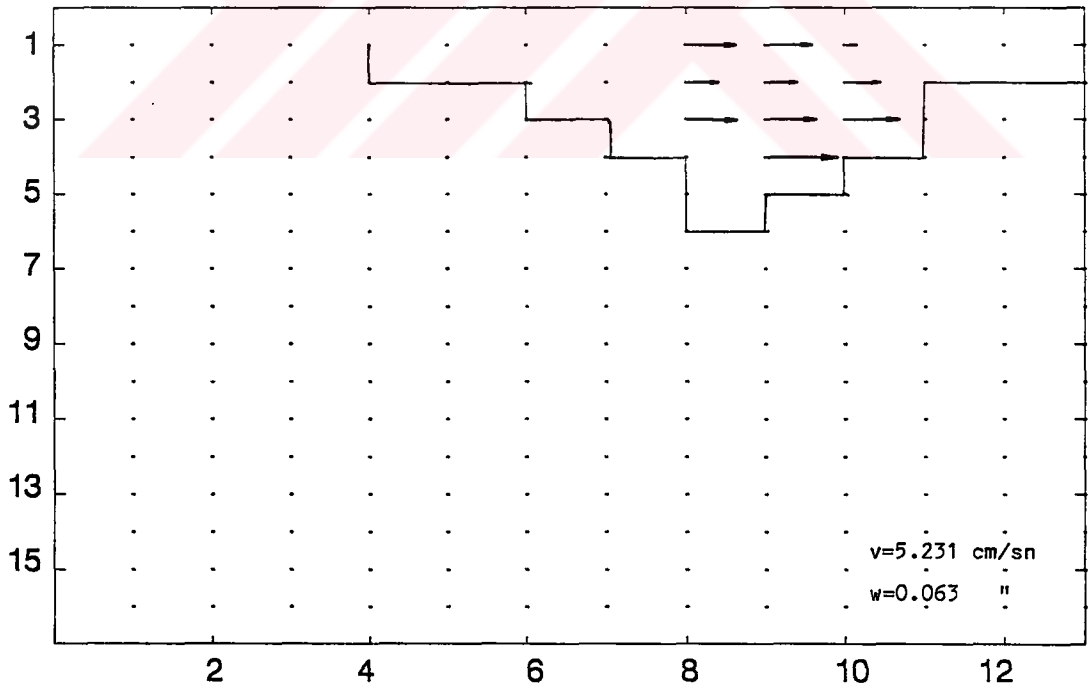
Şekil 6.20. 5 nolu Enkesitteki Akım Hızları



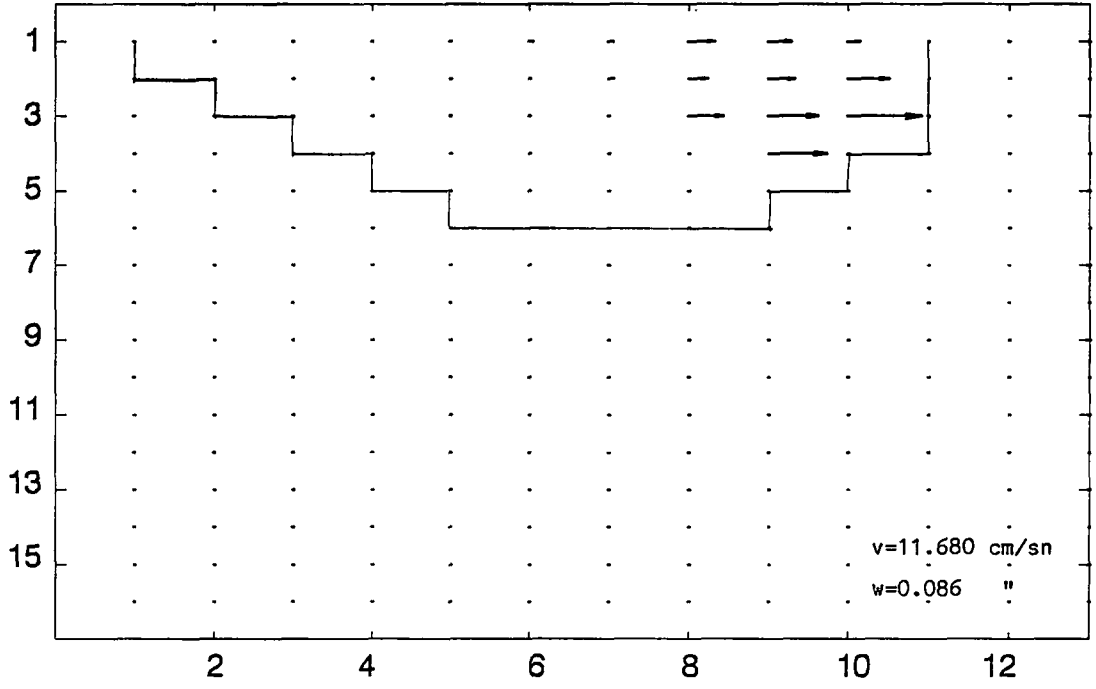
Şekil 6.21. 6 nolu Enkesitteki Akım Hızları



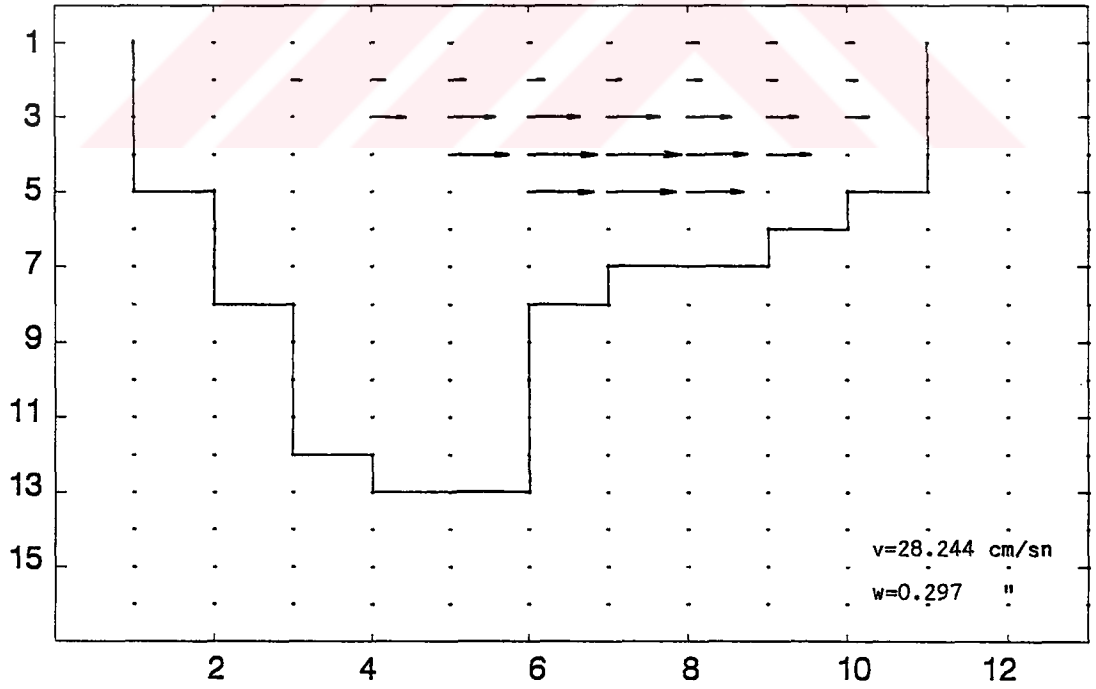
Şekil 6.22. 7 nolu Enkesitteki Akım Hızları



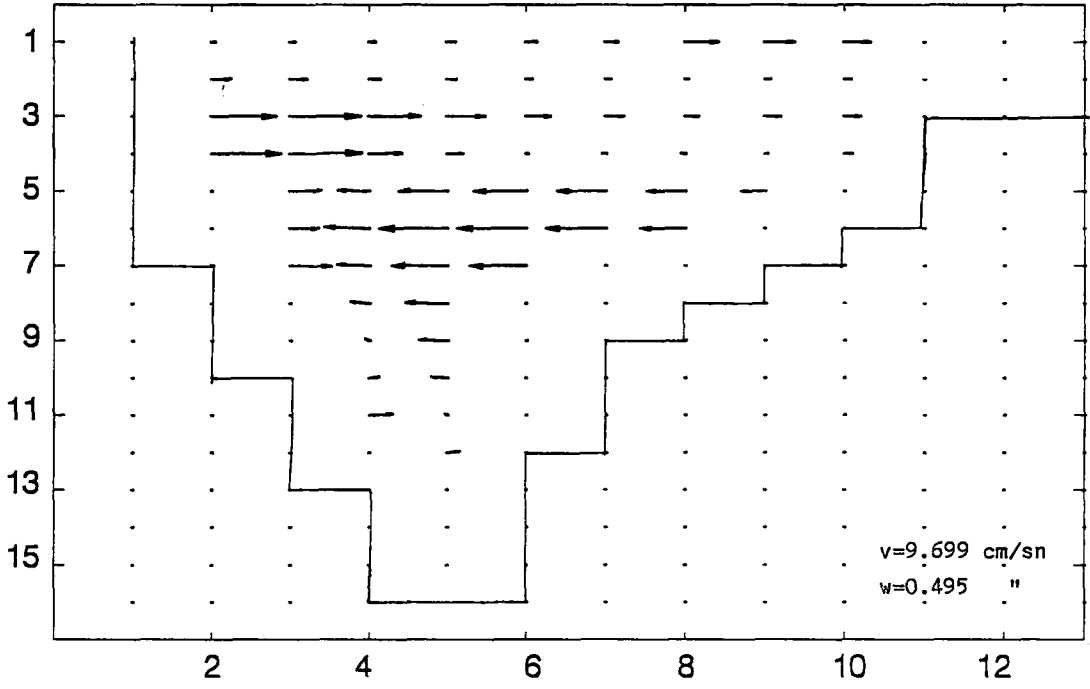
Şekil 6.23. 8 nolu Enkesitteki Akım Hızları



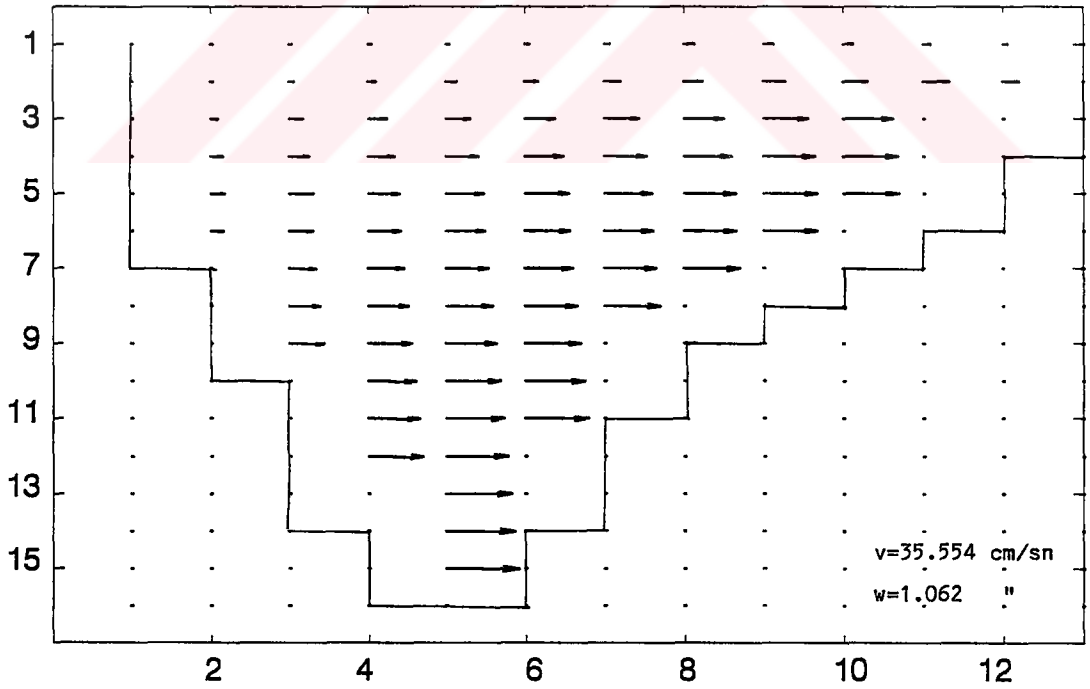
Şekil 6.24. 9 nolu Enkesitteki Akım Hızları



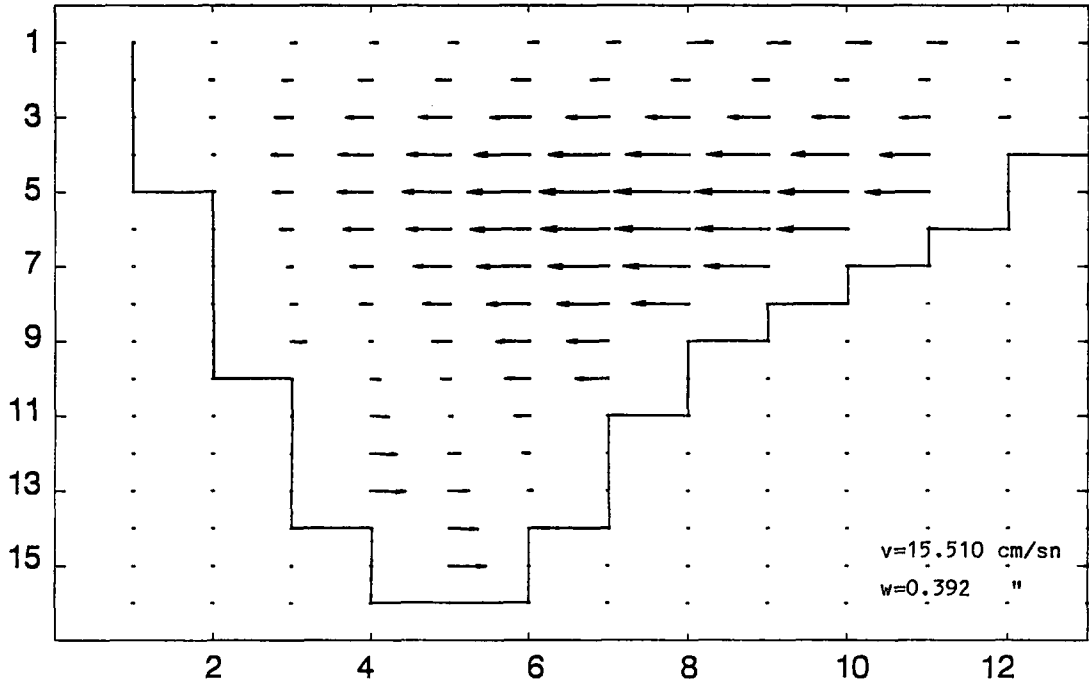
Şekil 6.25. 10 nolu Enkesitteki Akım Hızları



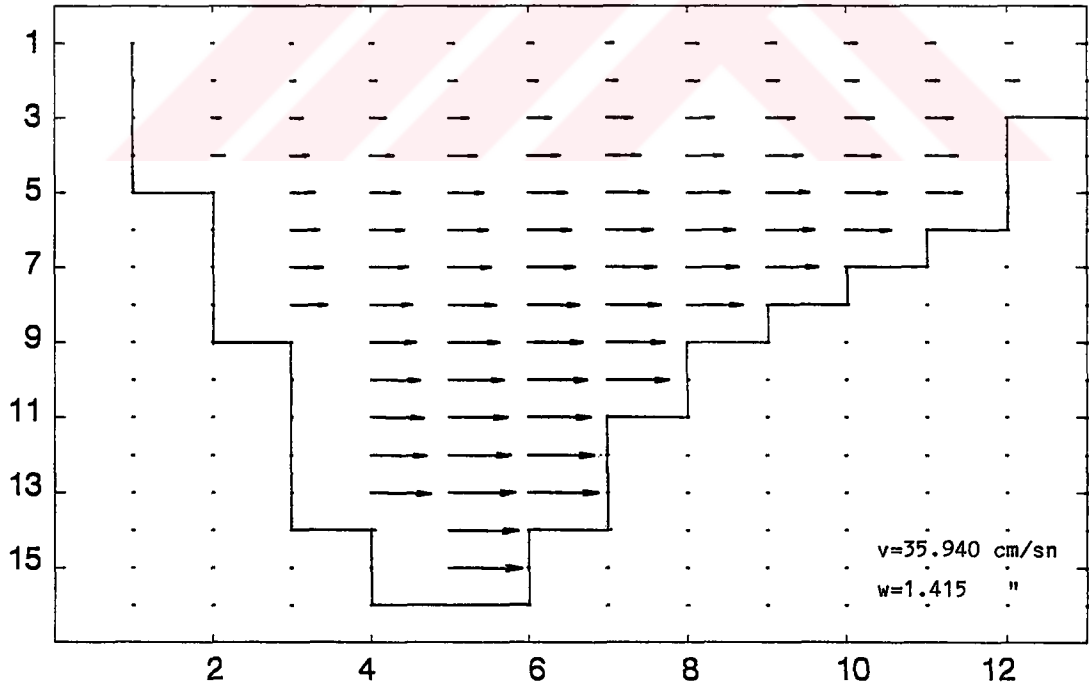
Şekil 6.26. 11 nolu Enkesitteki Akım Hızları



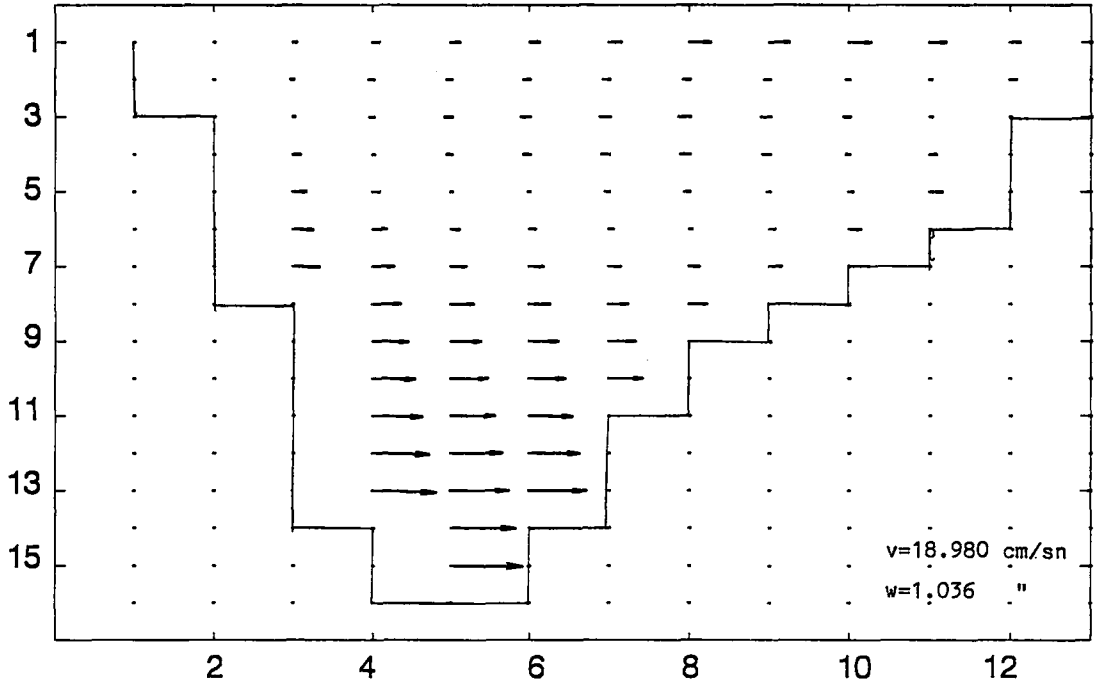
Şekil 6.27. 12 nolu Enkesitteki Akım Hızları



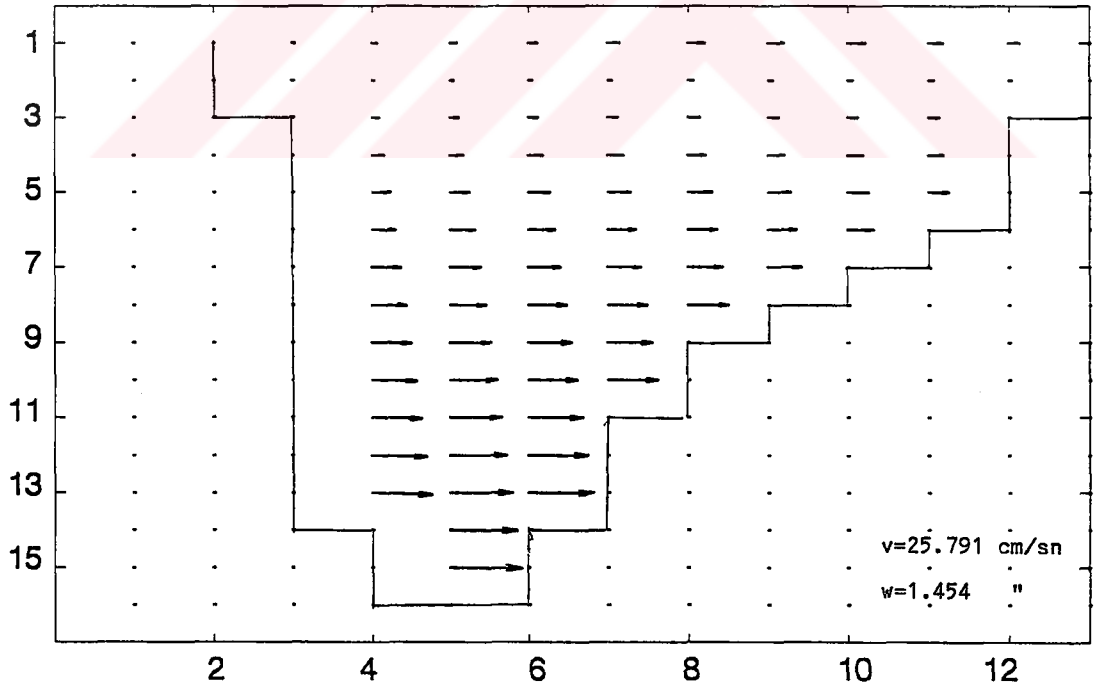
Şekil 6.28. 13 nolu Enkesitteki Akım Hızları



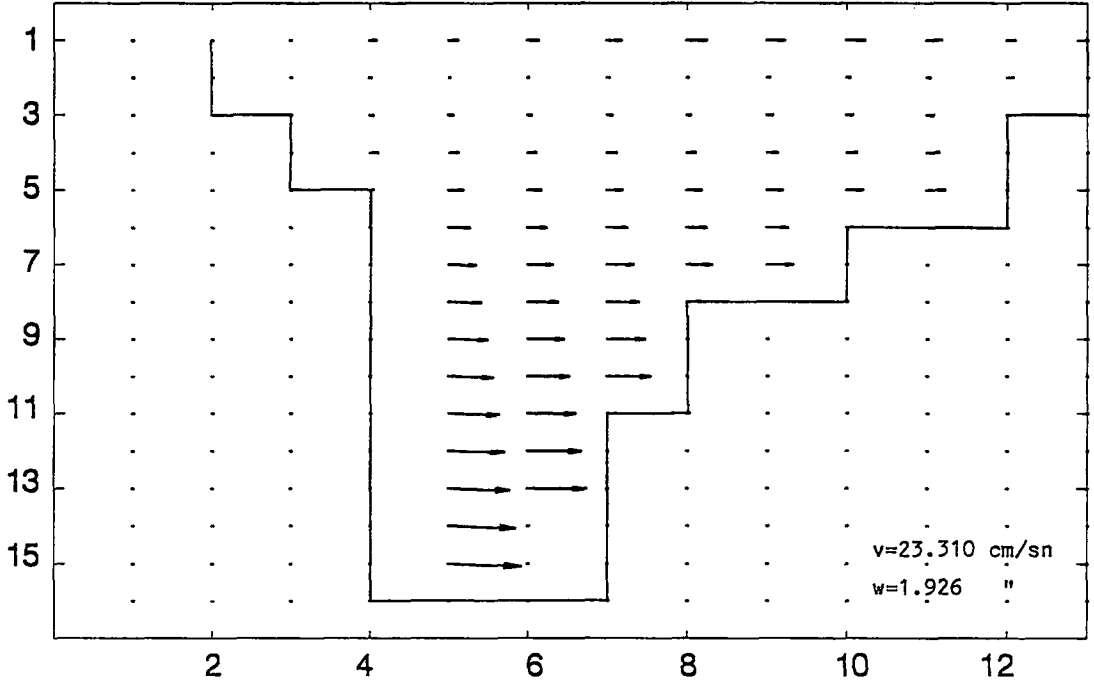
Şekil 6.29. 14 nolu Enkesitteki Akım Hızları



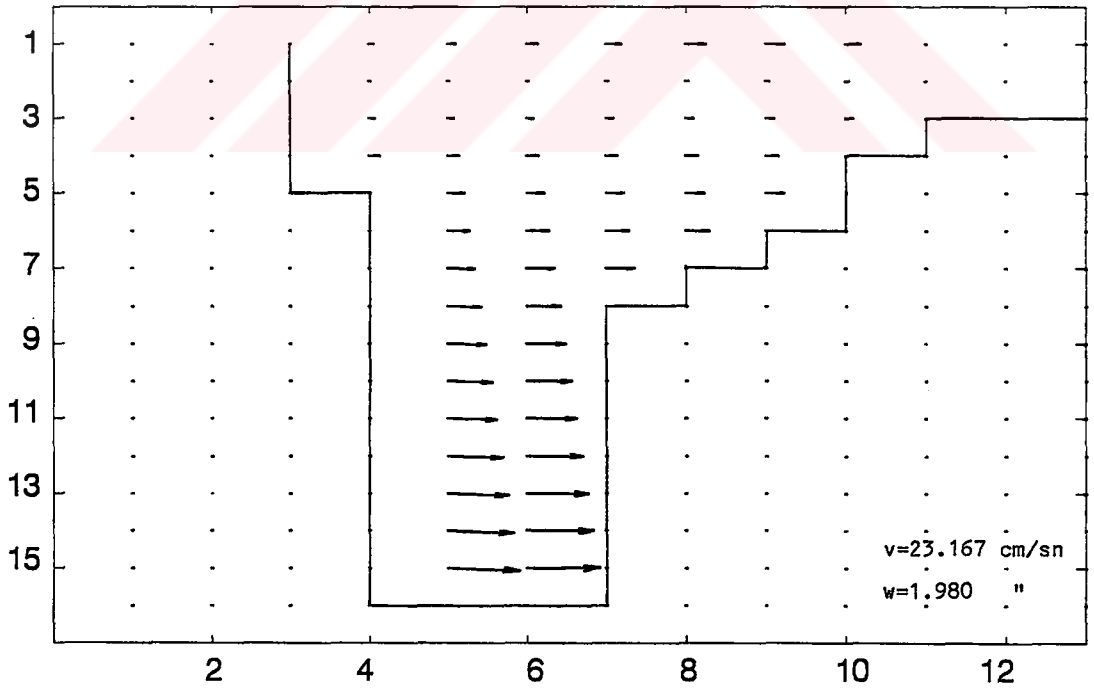
Şekil 6.30. 15 nolu Enkesitteki Akım Hızları



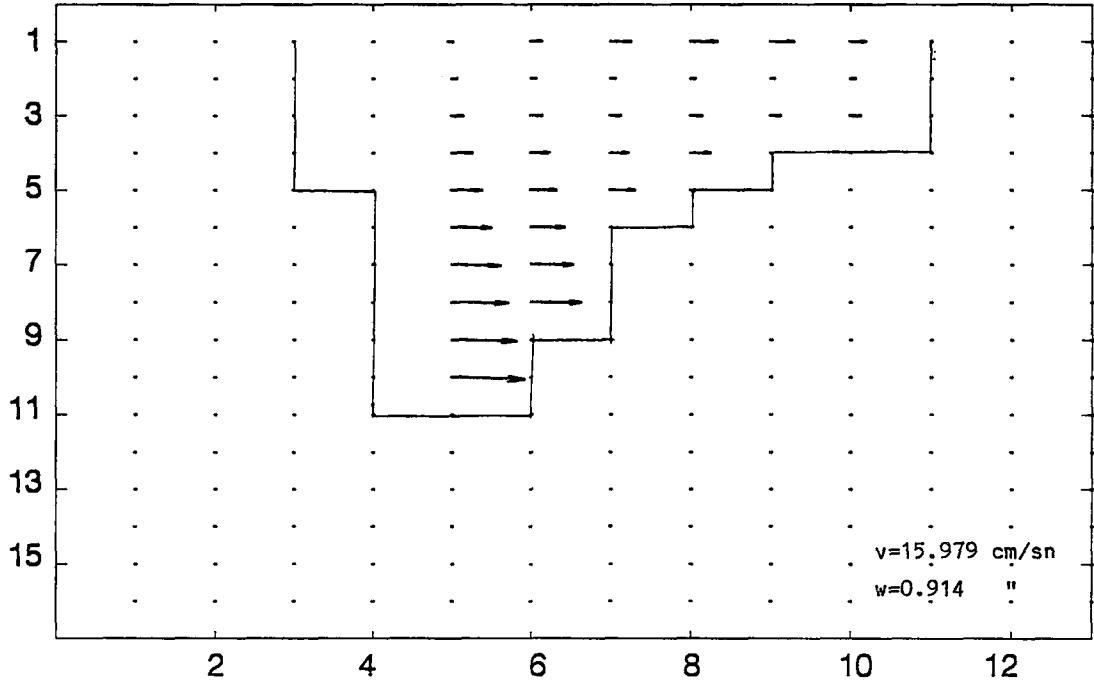
Şekil 6.31. 16 nolu Enkesitteki Akım Hızları



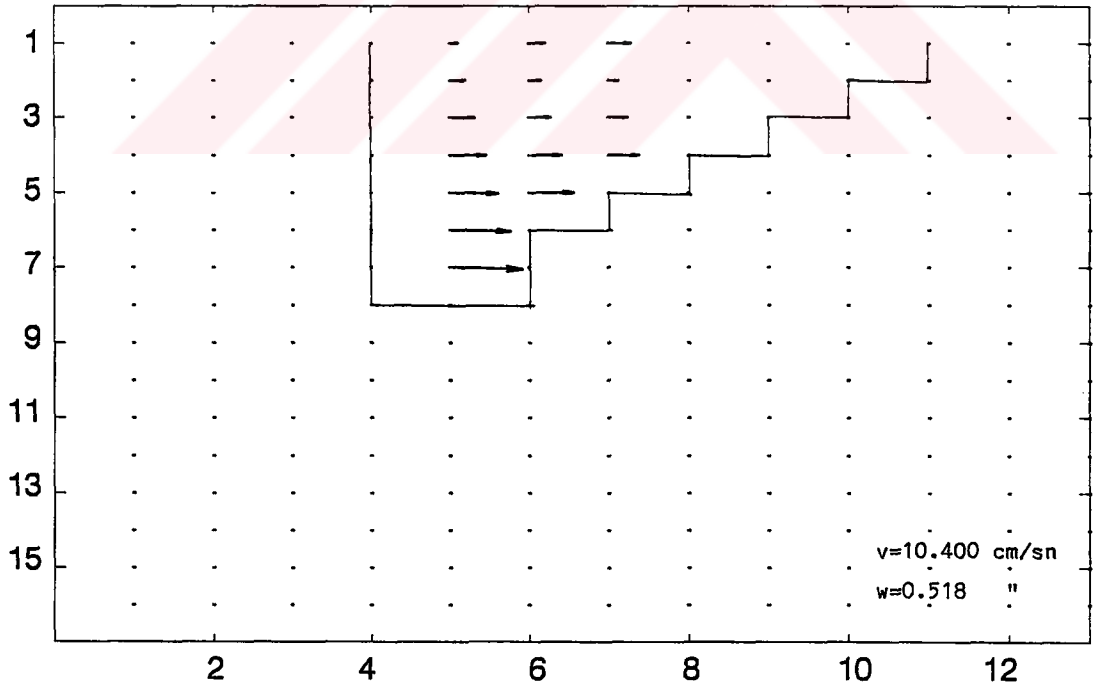
Şekil 6.32. 17 nolu Enkesitteki Akım Hızları



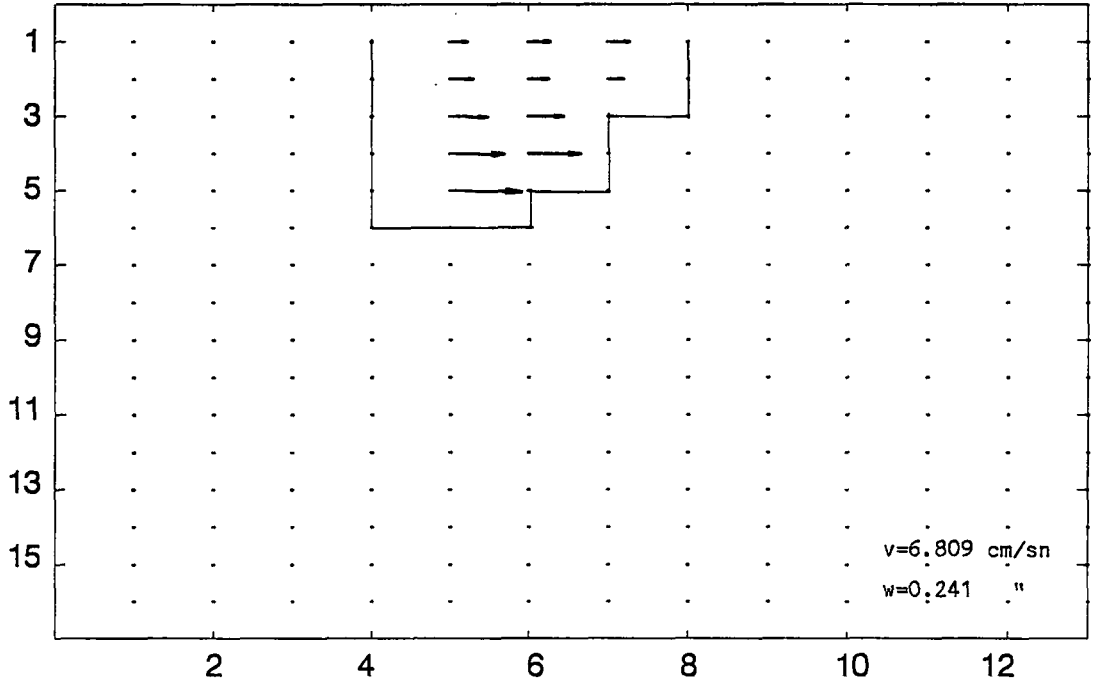
Şekil 6.33. 18 nolu Enkesitteki Akım Hızları



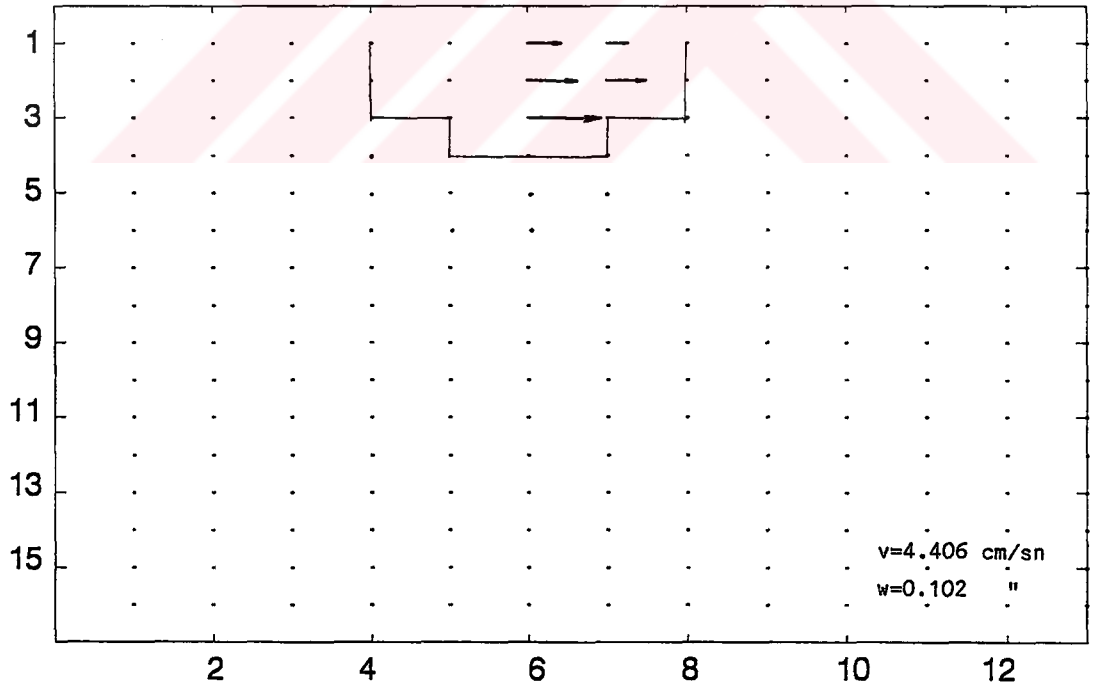
Şekil 6.34. 19 nolu Enkesitteki Akım Hızları



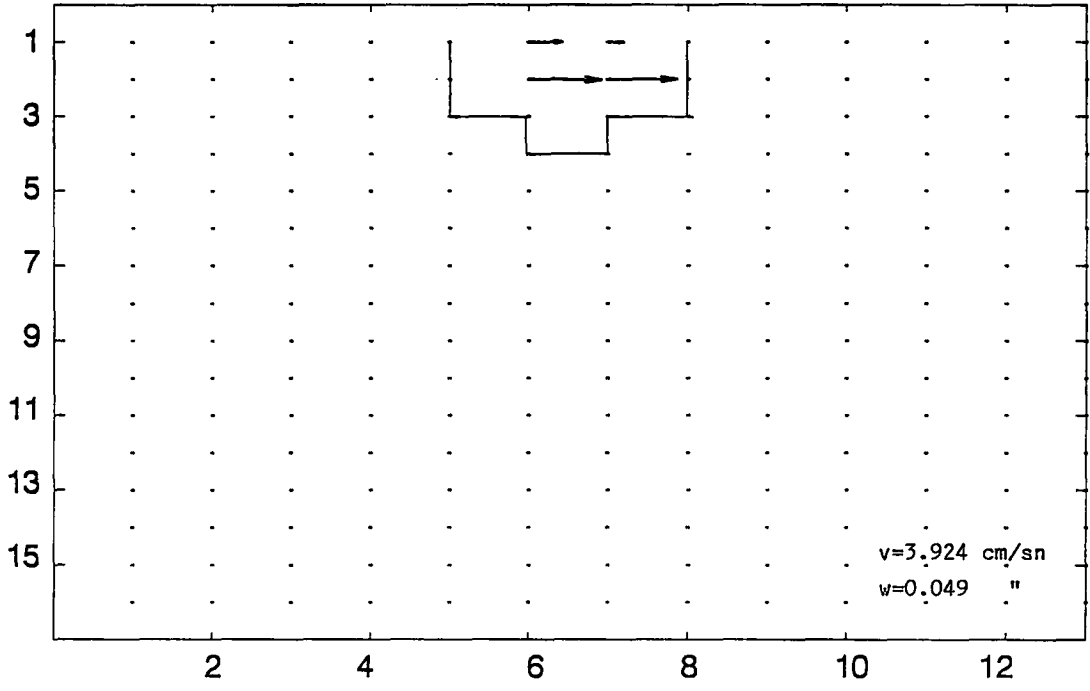
Şekil 6.35. 20 nolu Enkesitteki Akım Hızları



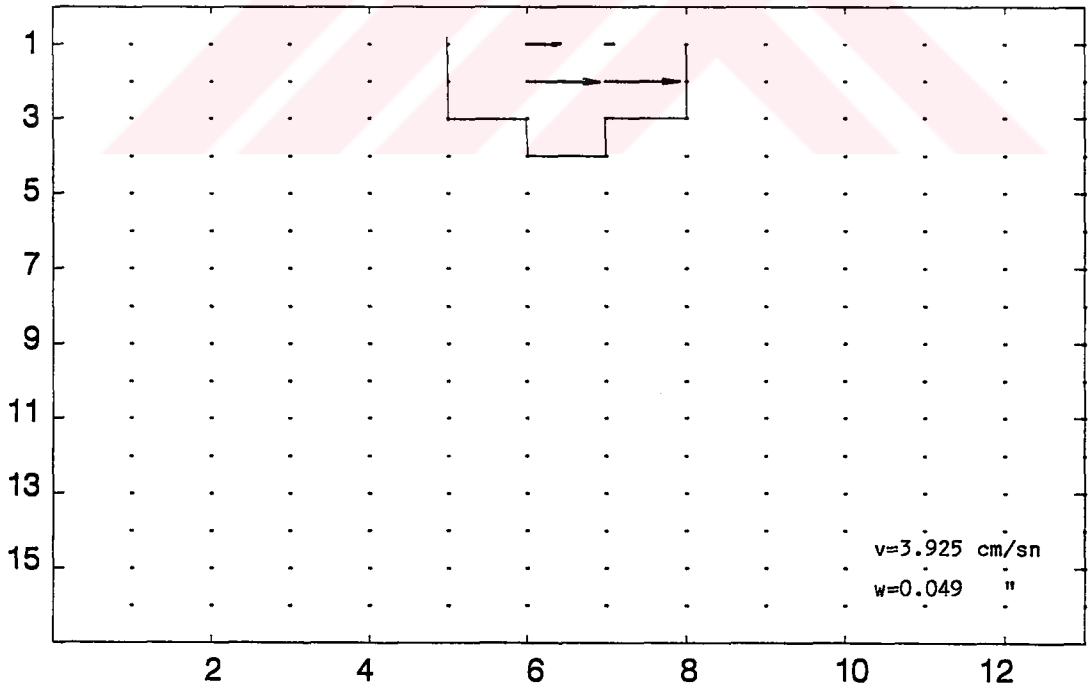
Şekil 6.36. 21 nolu Enkesitteki Akım Hızları



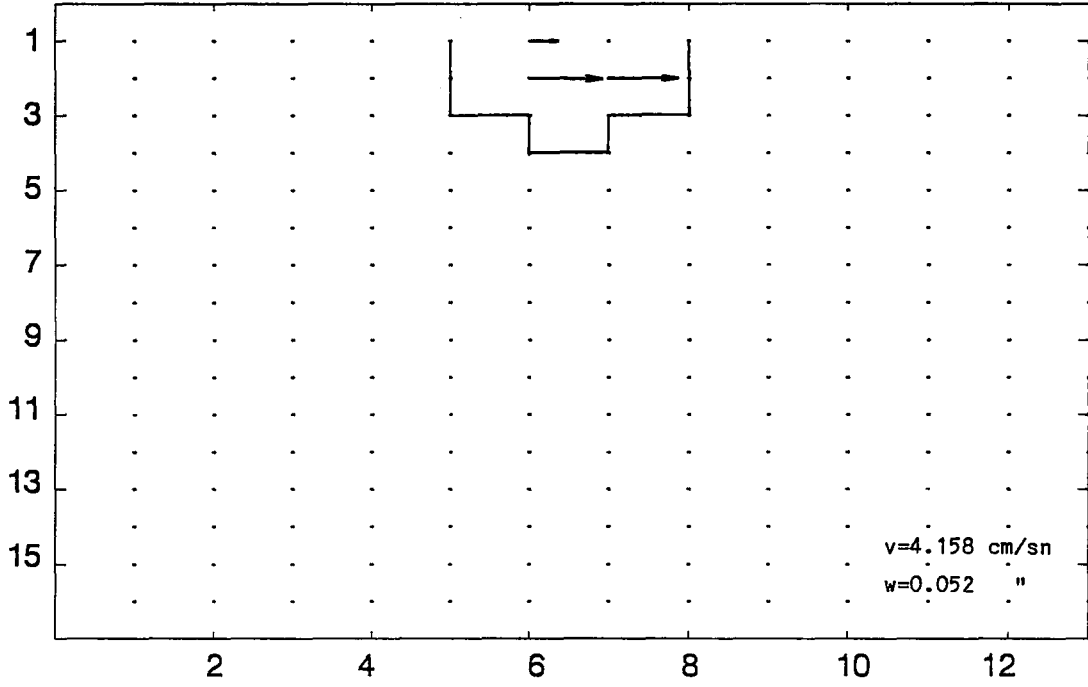
Şekil 6.37. 22 nolu Enkesitteki Akım Hızları



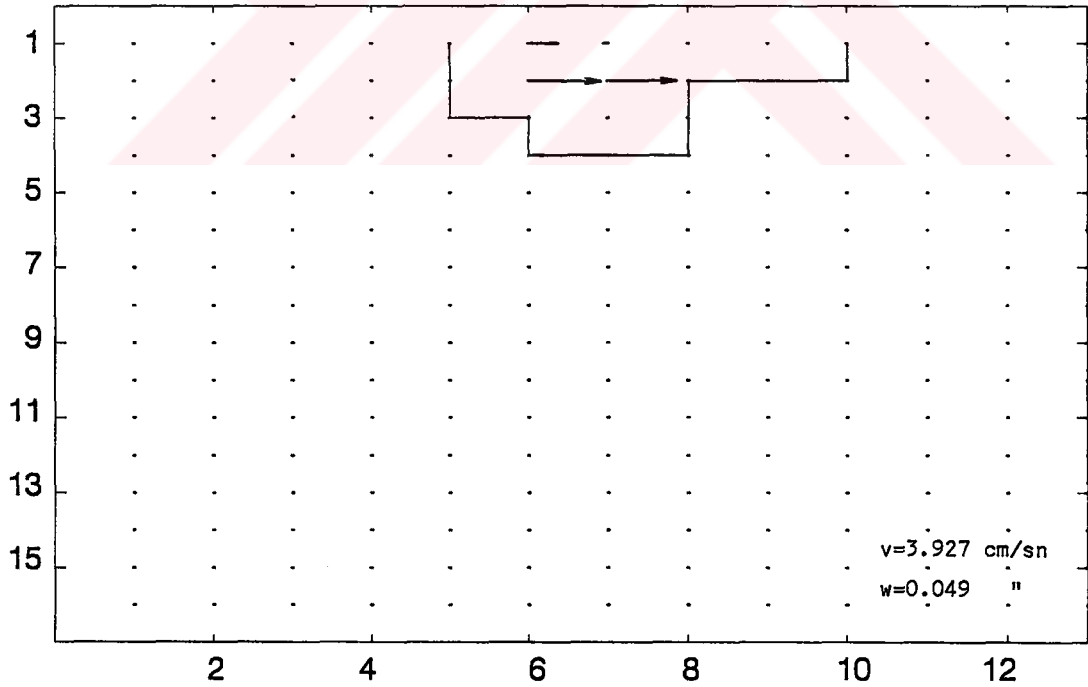
Şekil 6.38. 23 nolu Enkesitteki Akım Hızları



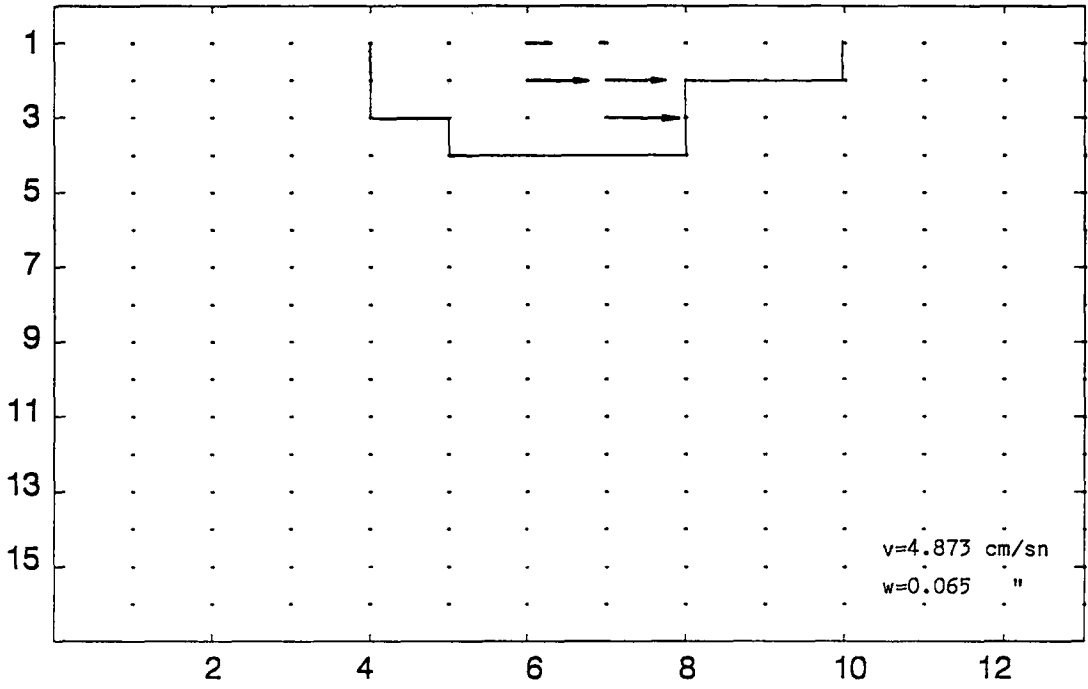
Şekil 6.39. 24 nolu Enkesitteki Akım Hızları



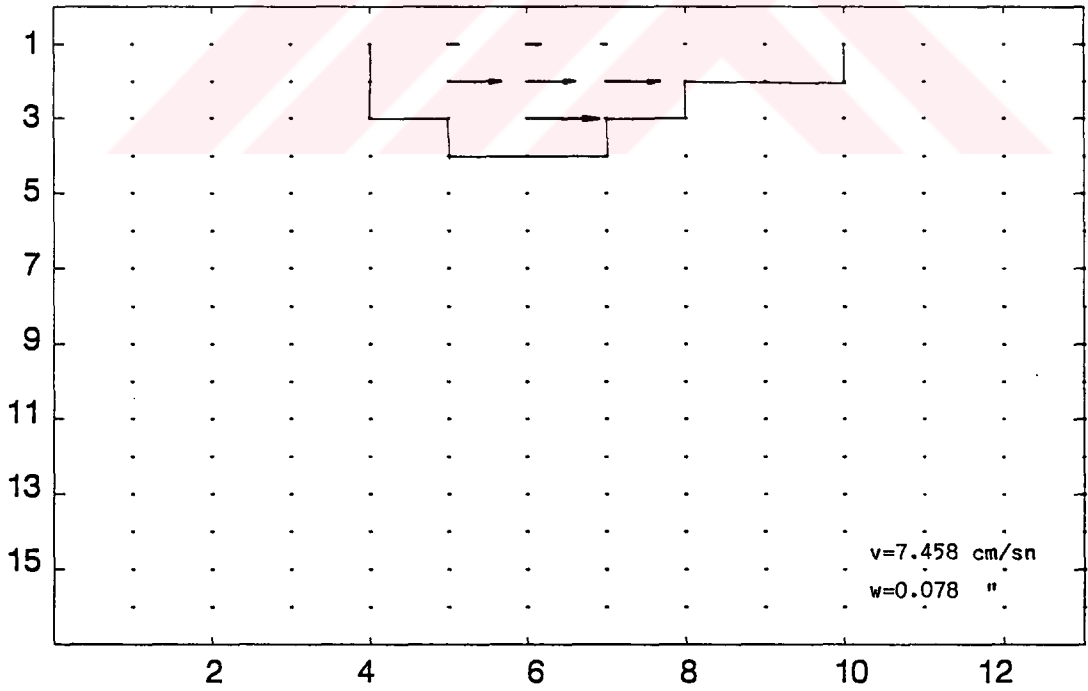
Şekil 6.40. 25 nolu Enkesitteki Akım Hızları



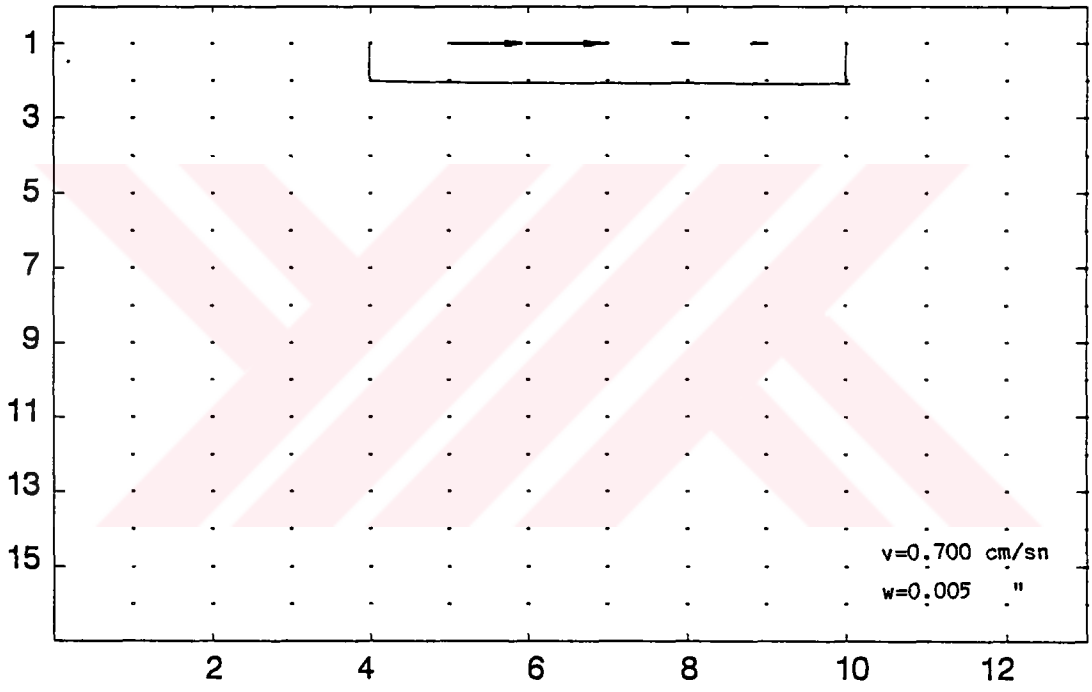
Şekil 6.41. 26 nolu Enkesitteki Akım Hızları



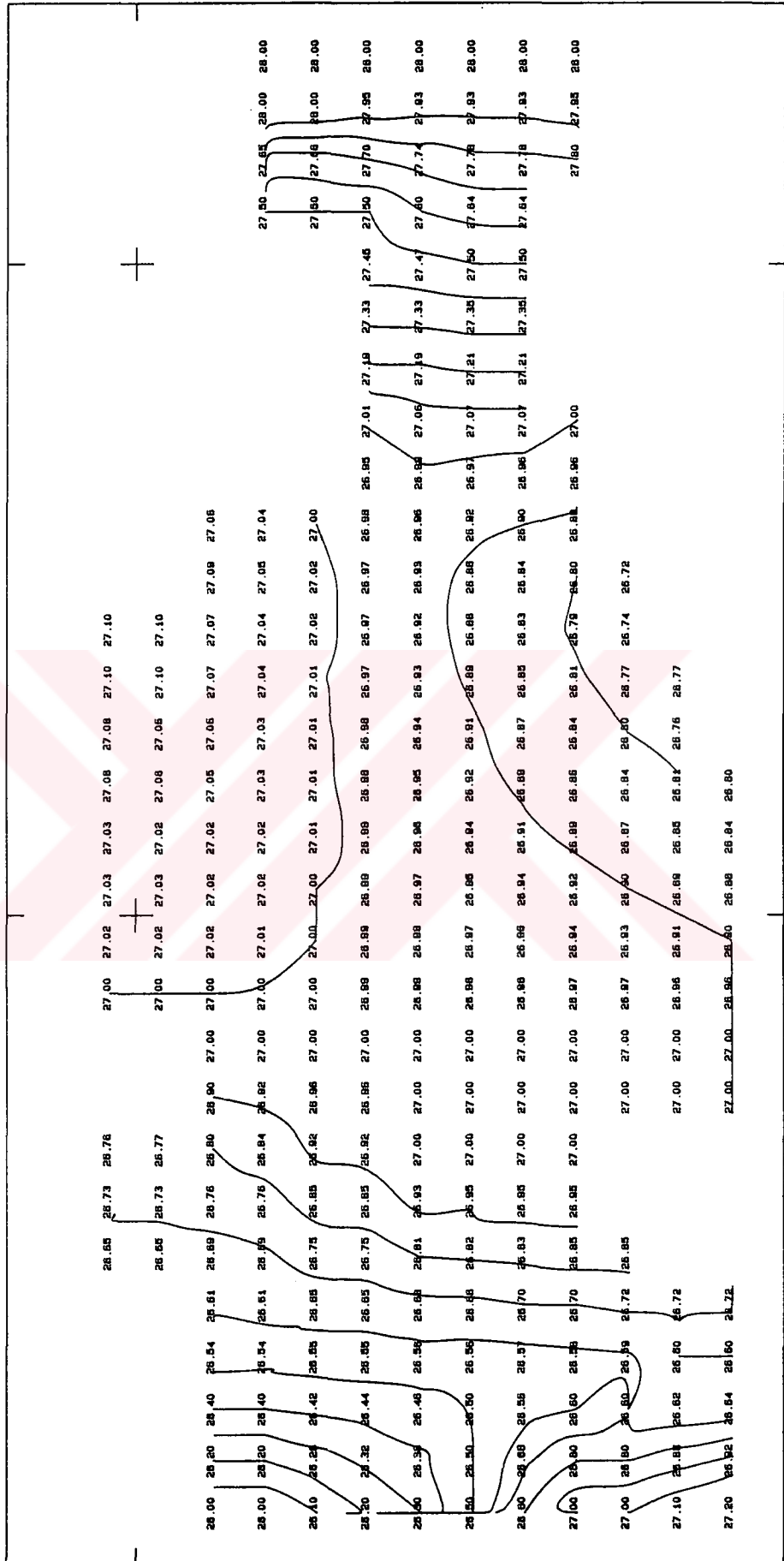
Şekil 6.42. 27 nolu Enkesitteki Akım Hızları



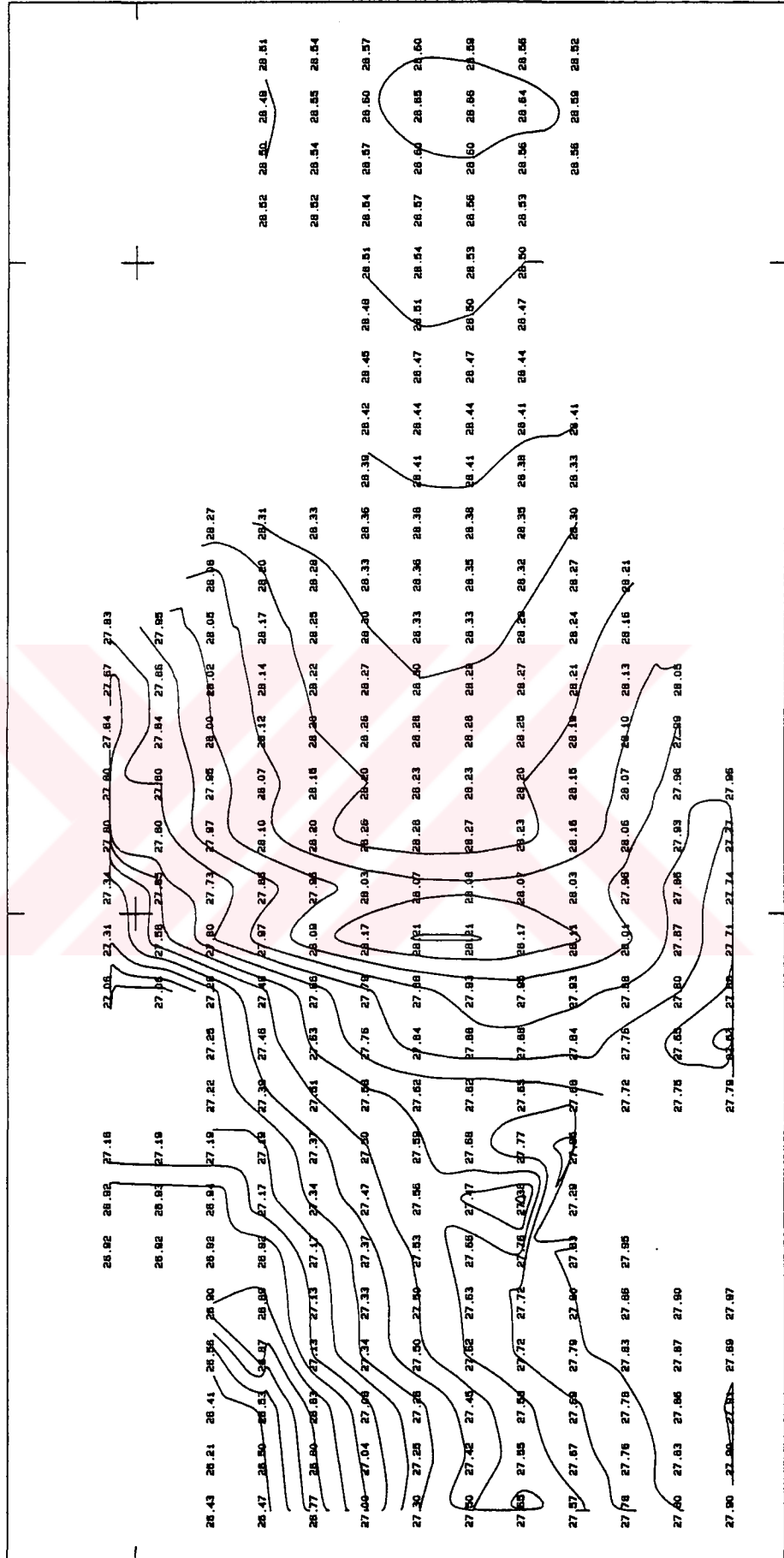
Şekil 6.43. 28 nolu Enkesitteki Akım Hızları



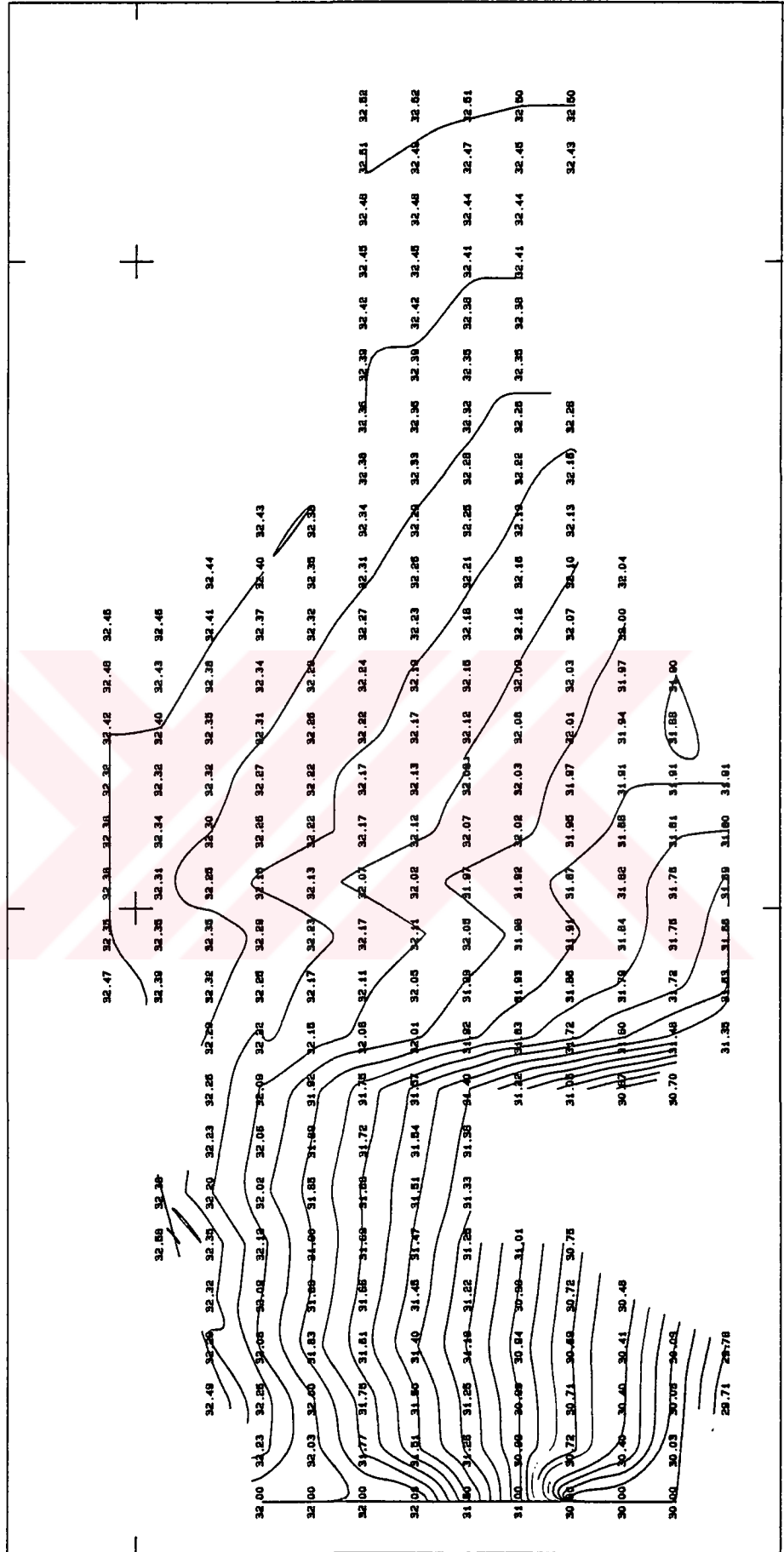
Şekil 6.44. 29 nolu Enkesitteki Akım Hızları



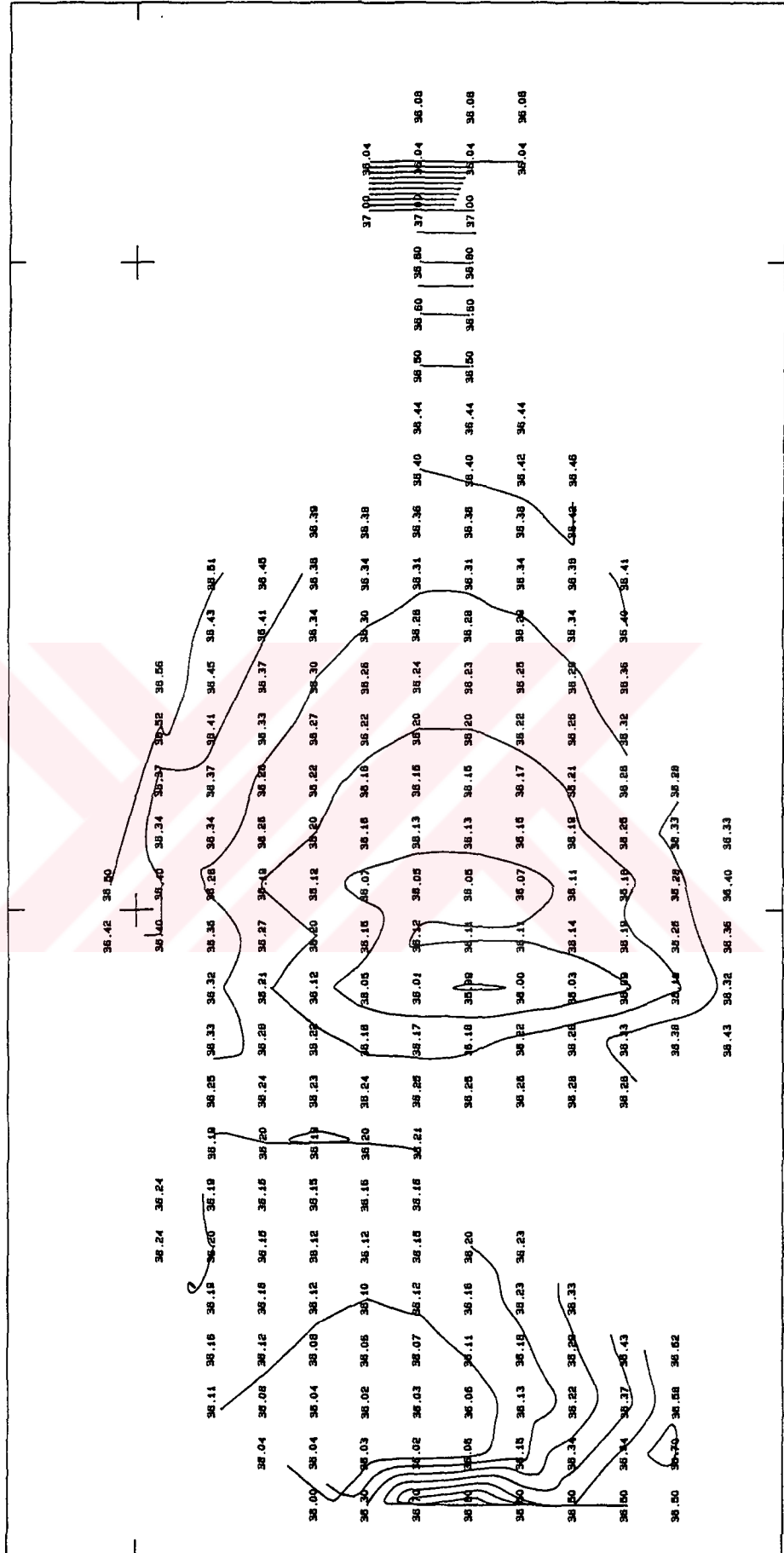
Şekil 6.45. Serbest yüzeydeki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



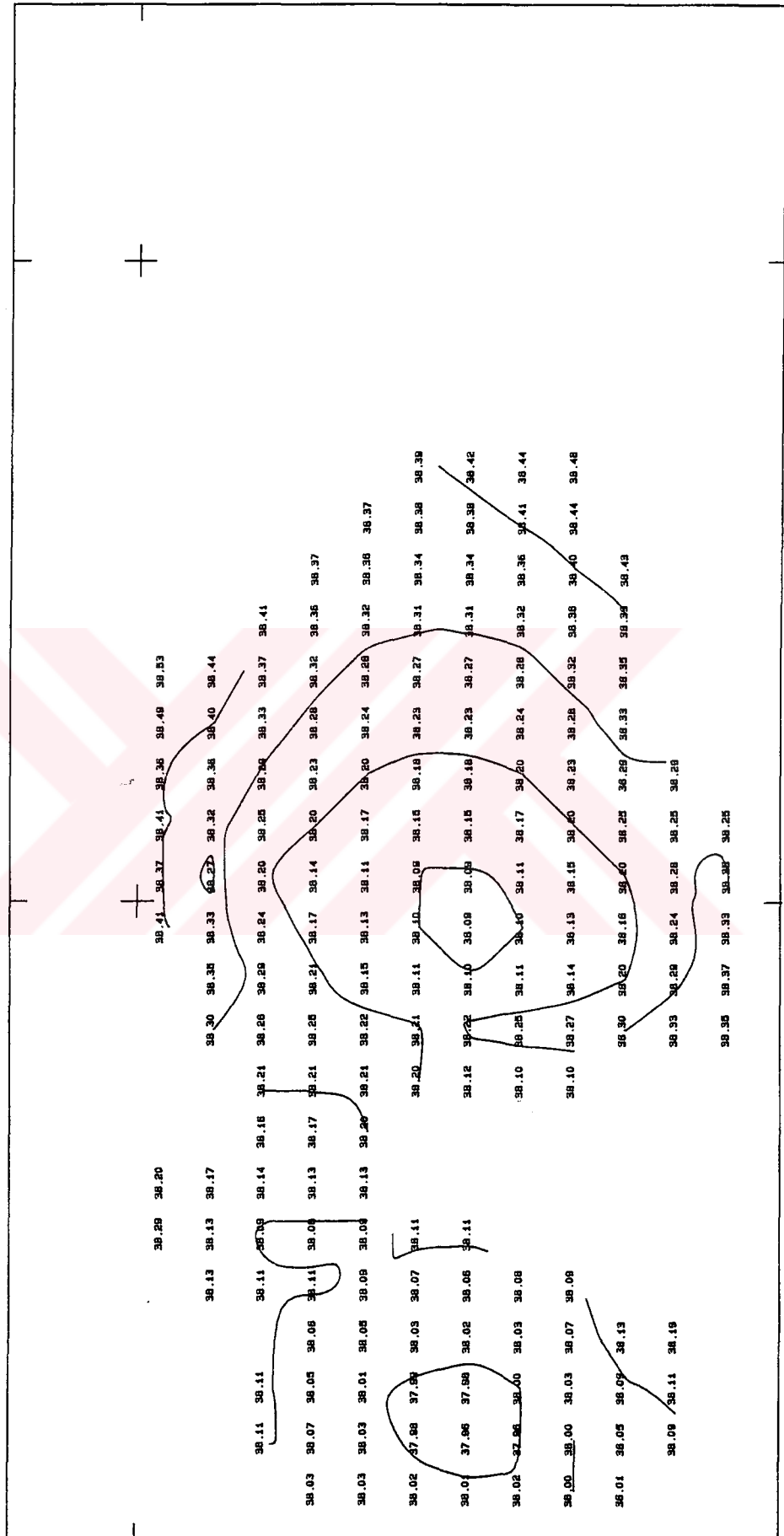
Şekil 6.46. 10 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



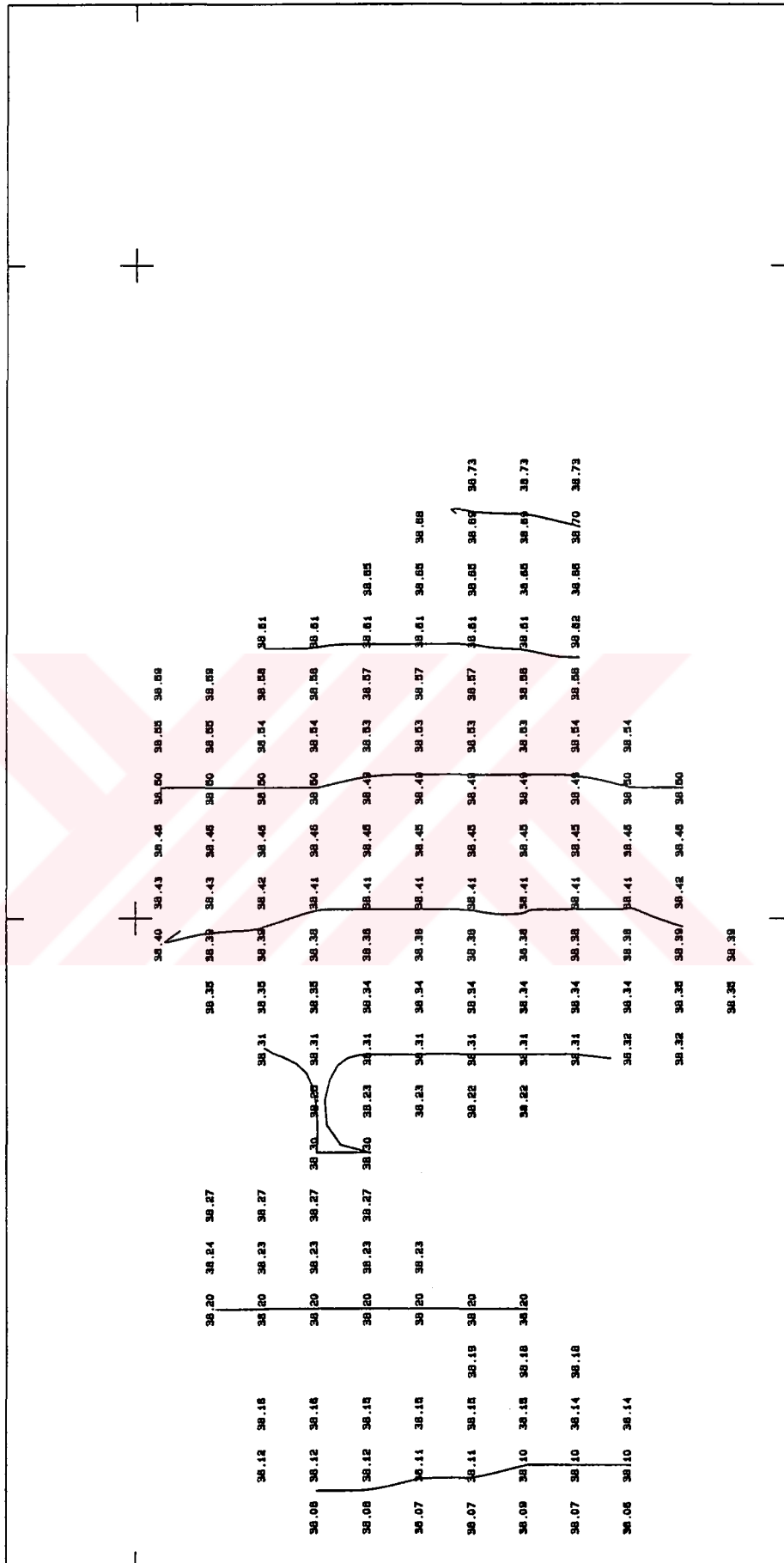
Şekil 6.47. 20 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



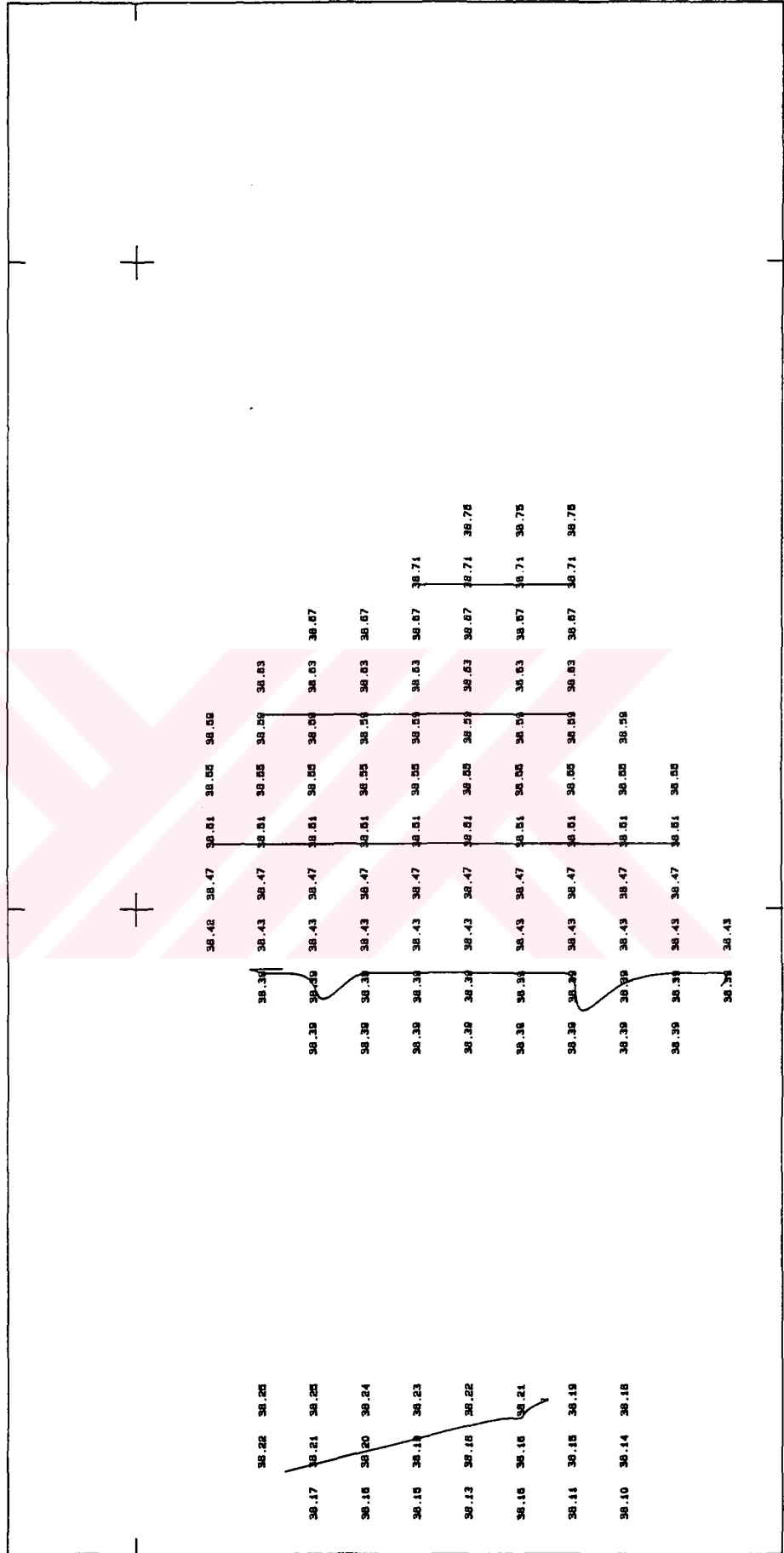
Şekil 6.48. 30 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



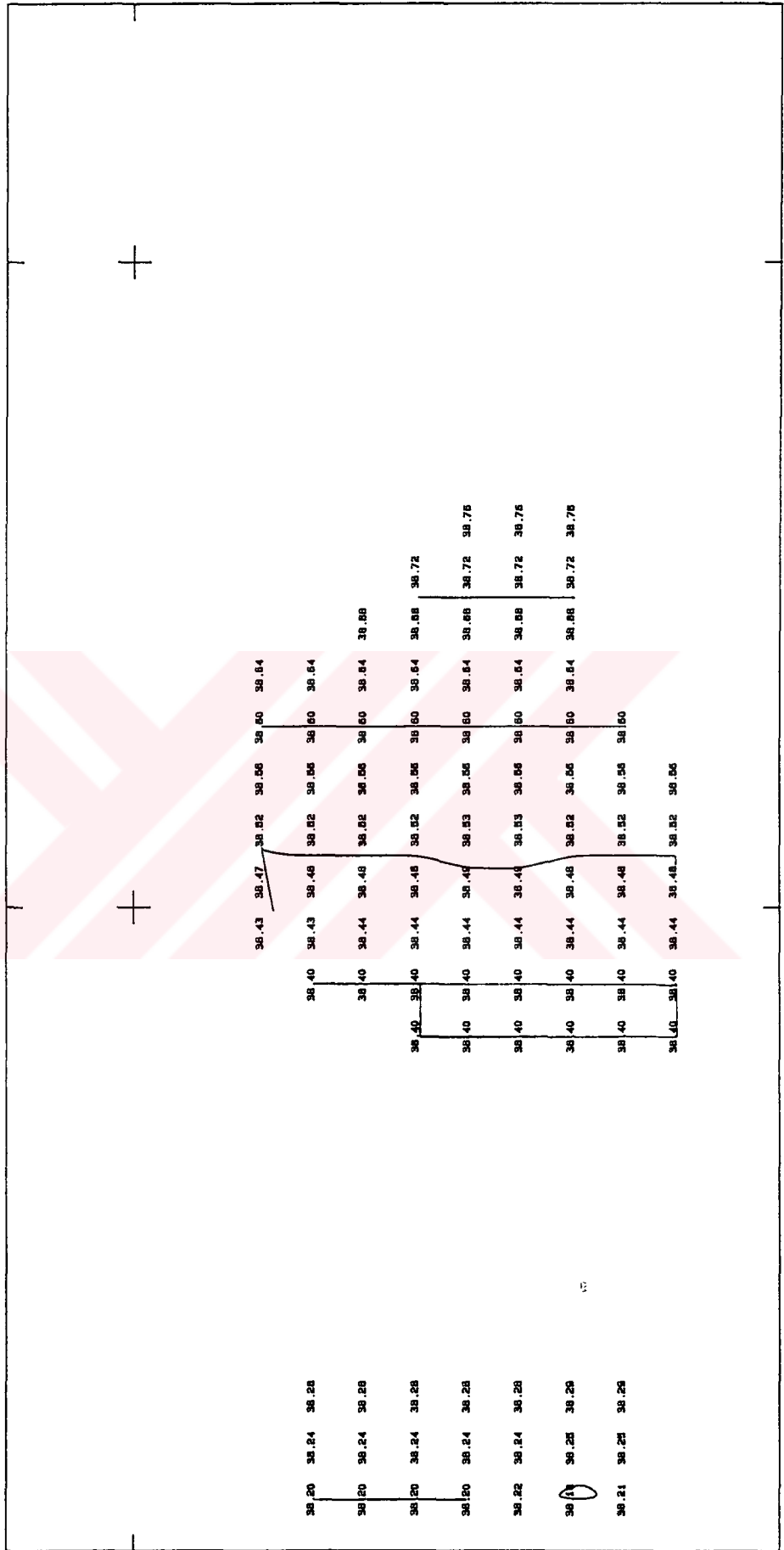
Şekil 6.49. 40 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



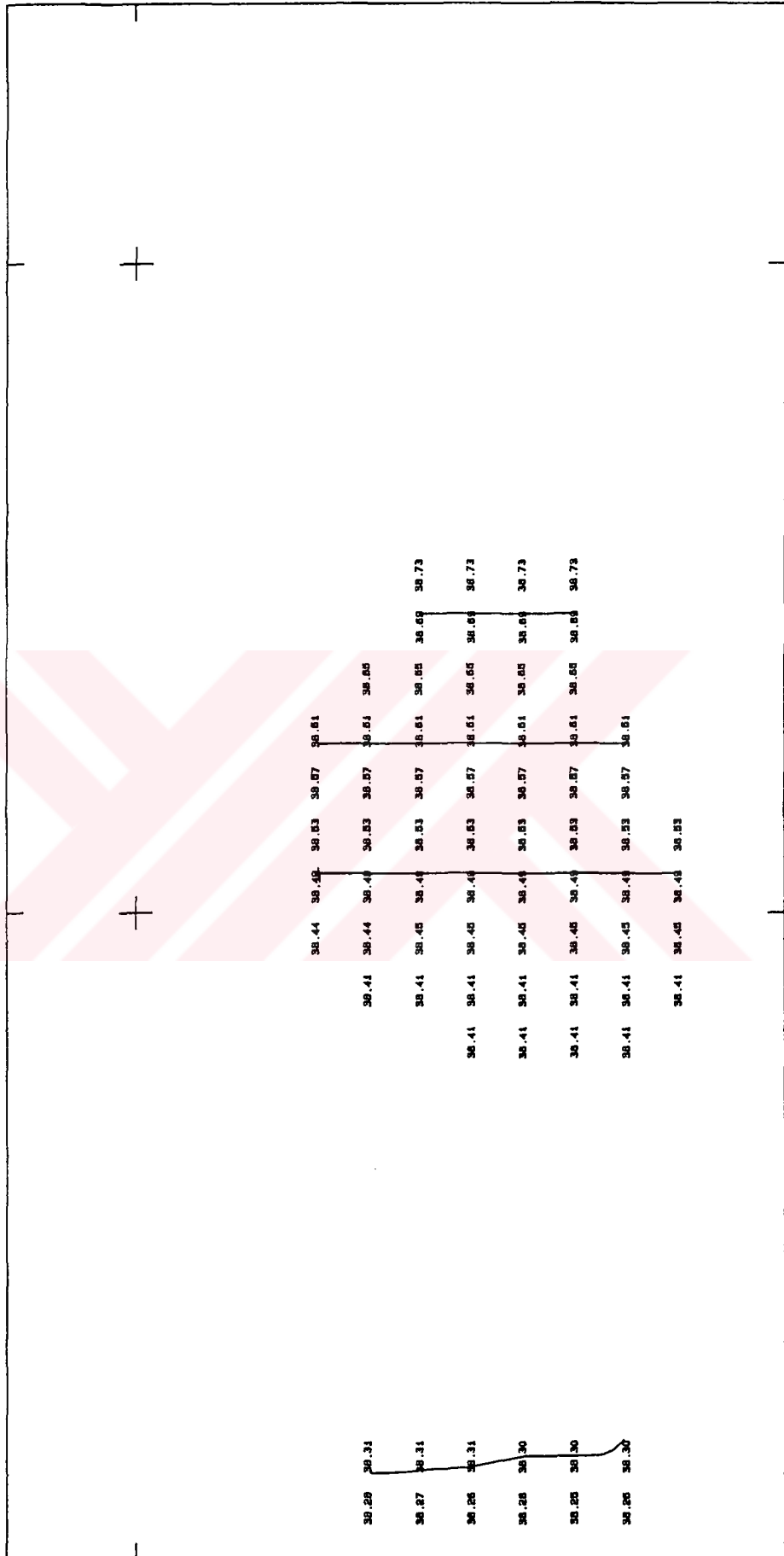
Şekil 6.50. 50 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



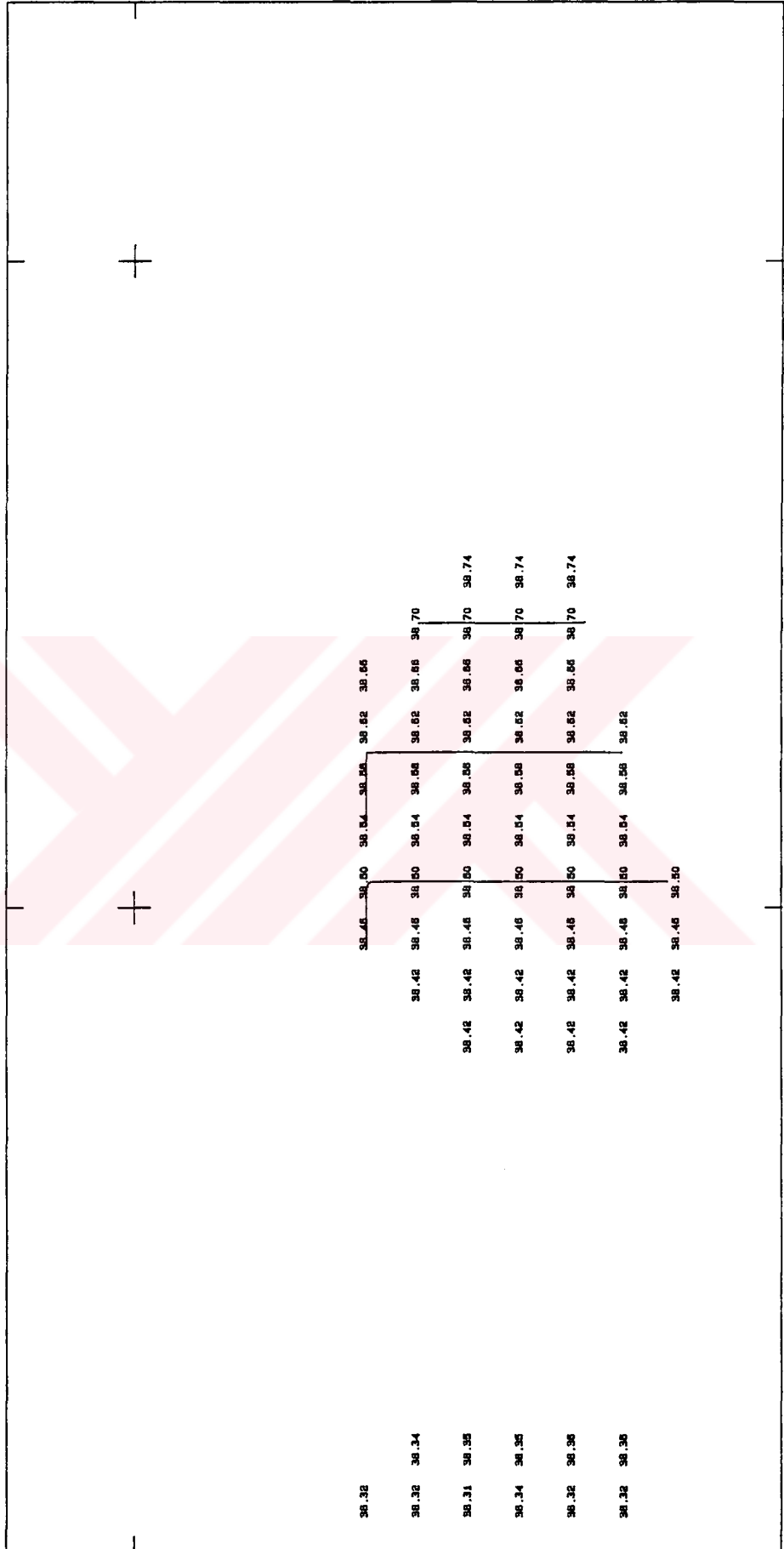
Şekil 6.51. 60 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



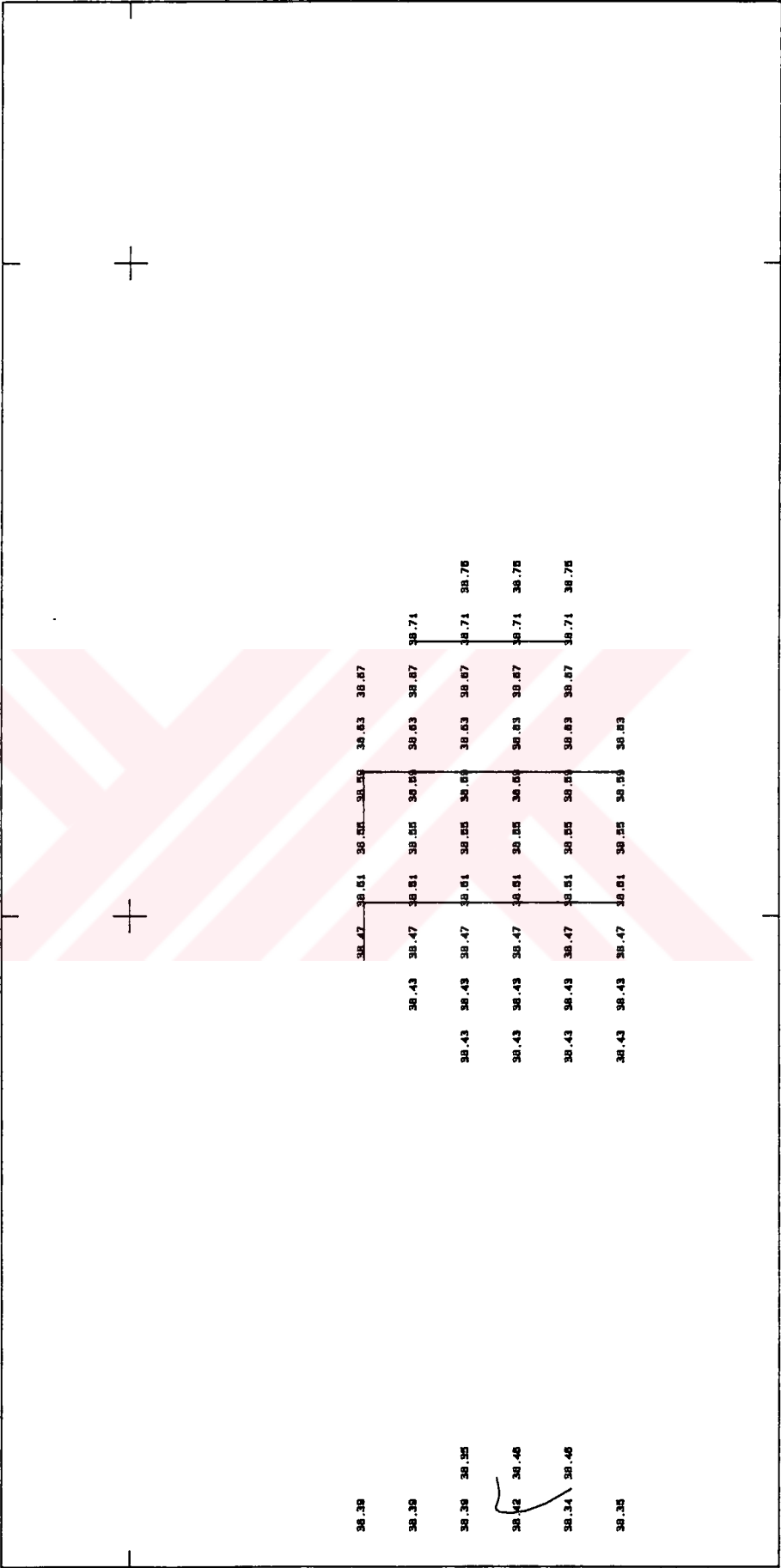
Şekil 6.52. 70 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri

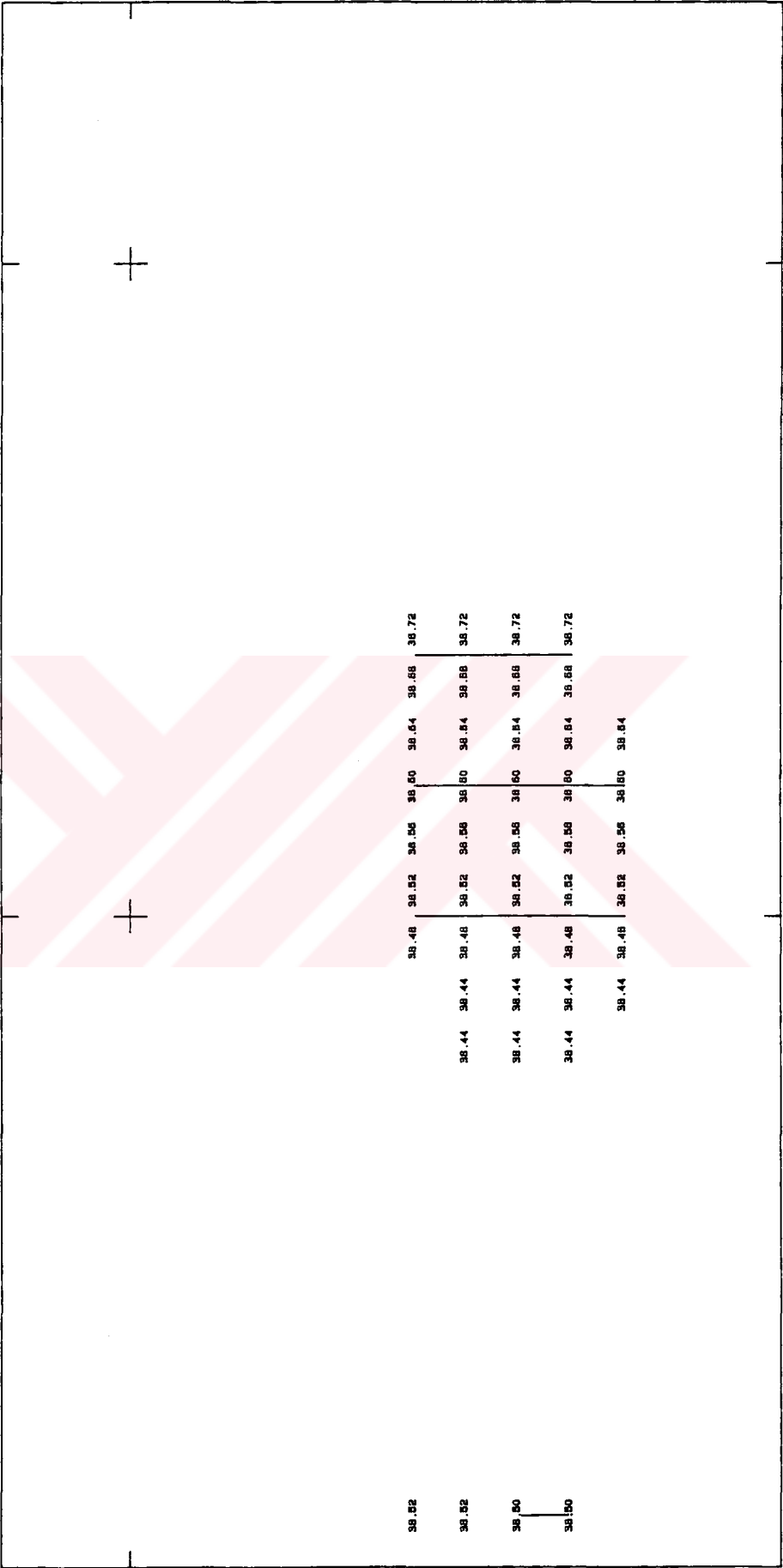


Şekil 6.53. 80 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri

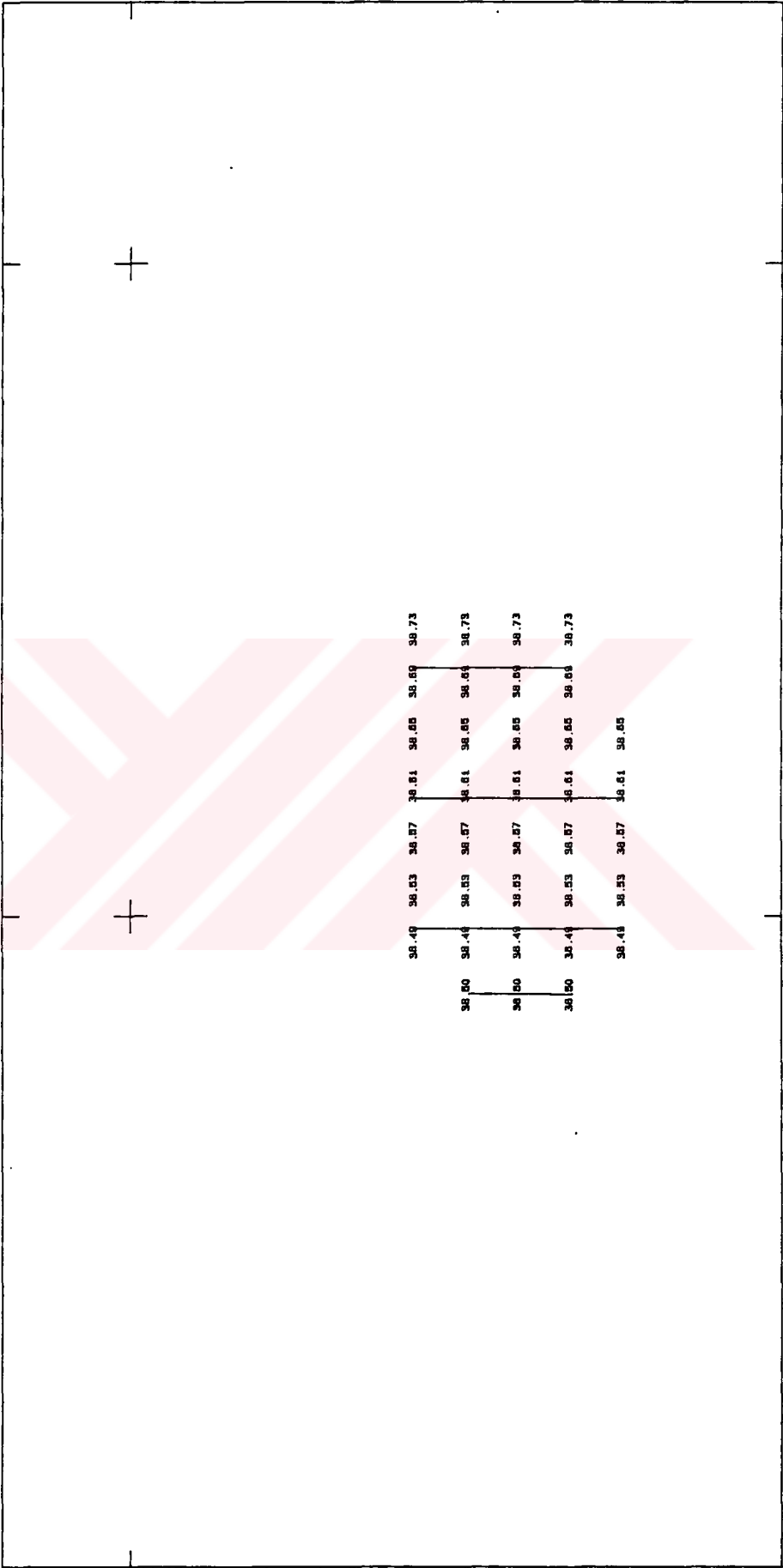


Şekil 6.54. 90 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri

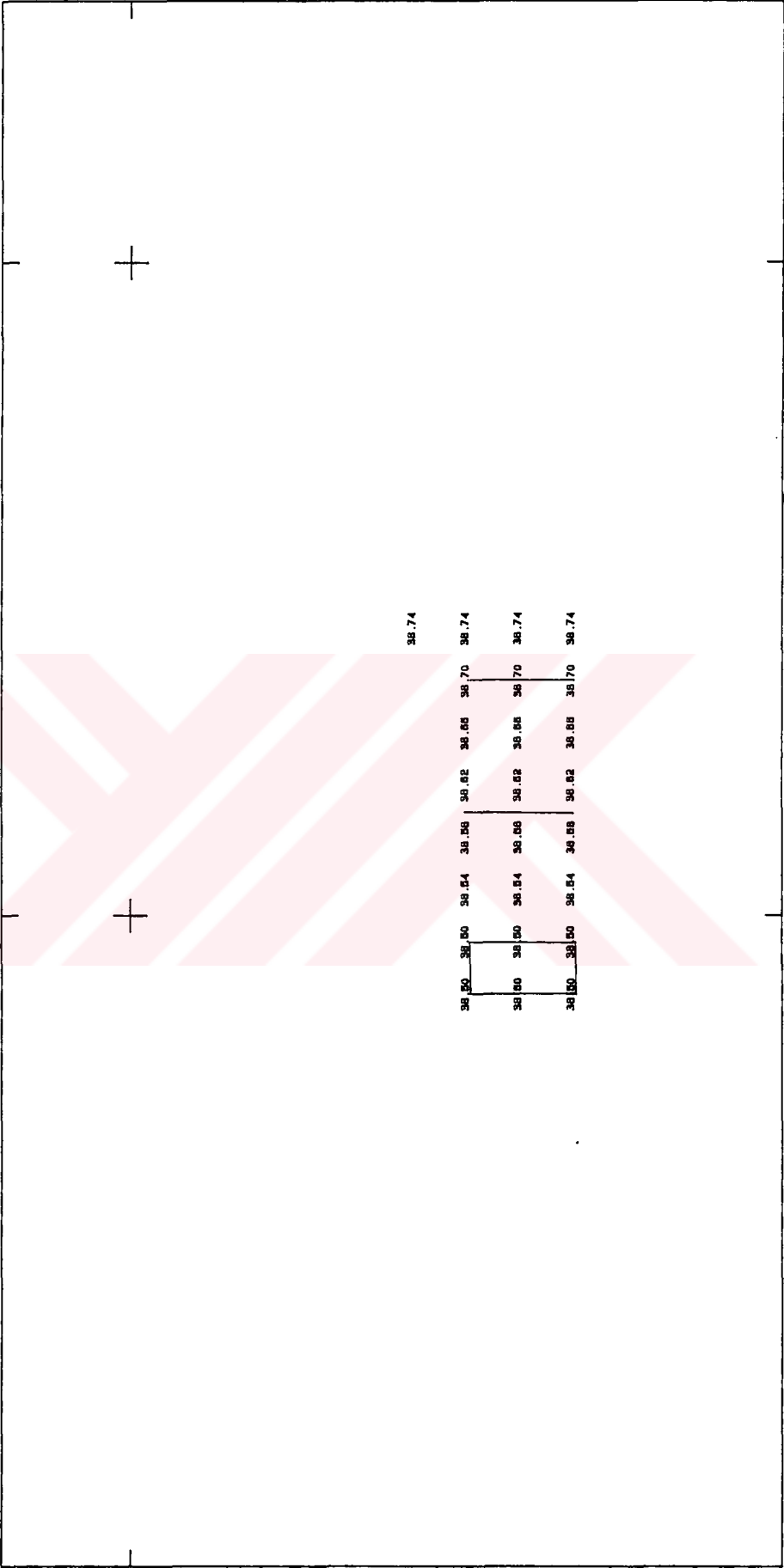




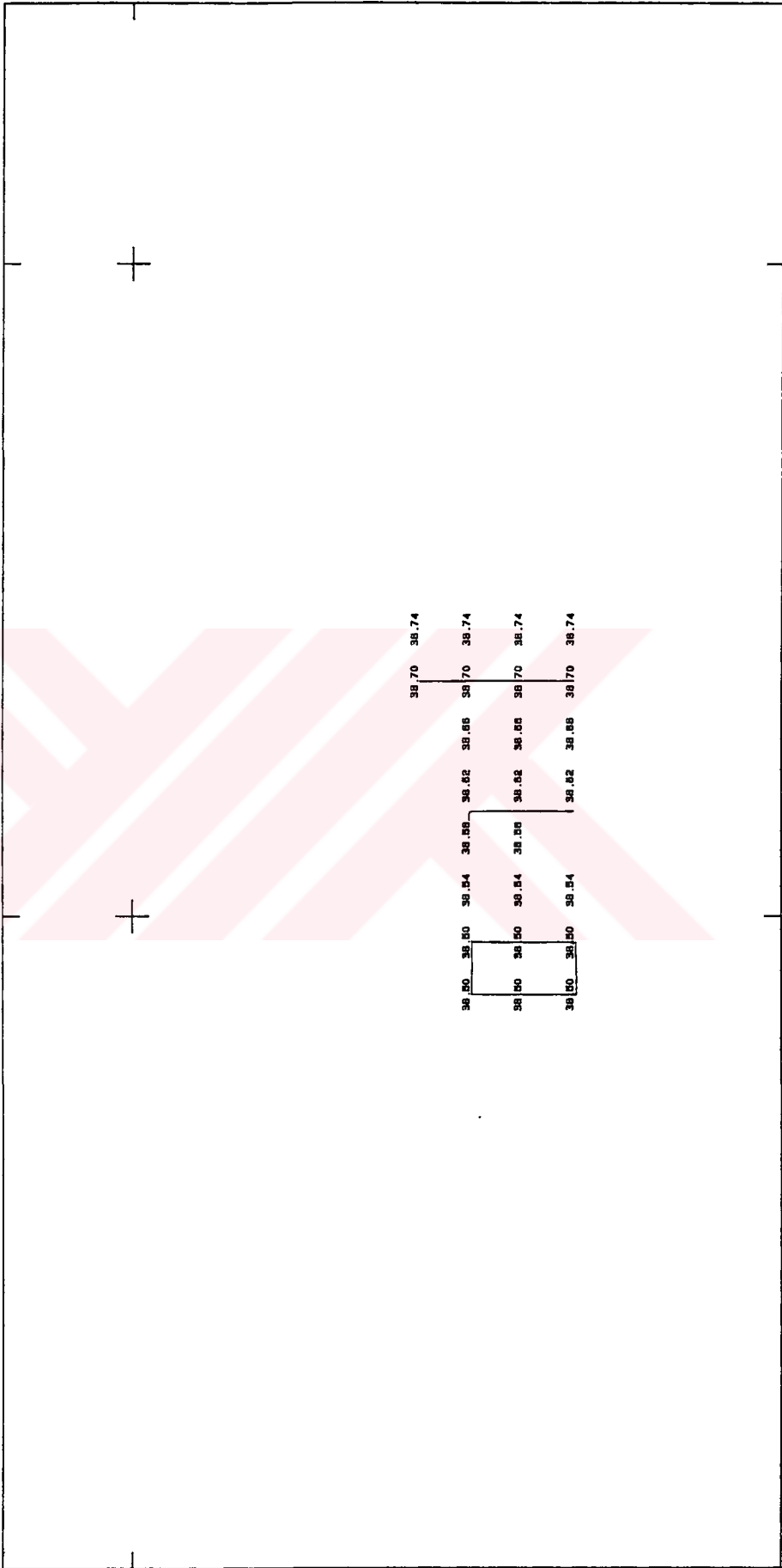
Şekil 6.57. 120 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



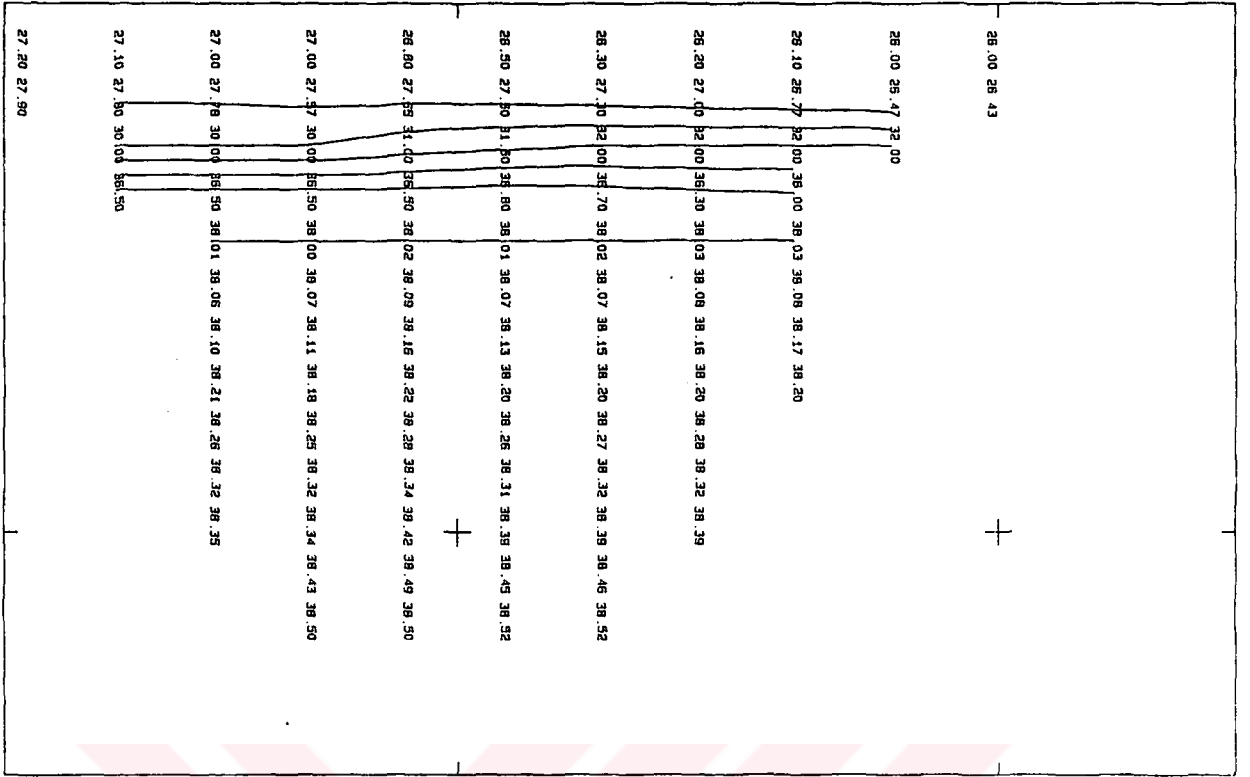
Şekil 6.58. 130 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



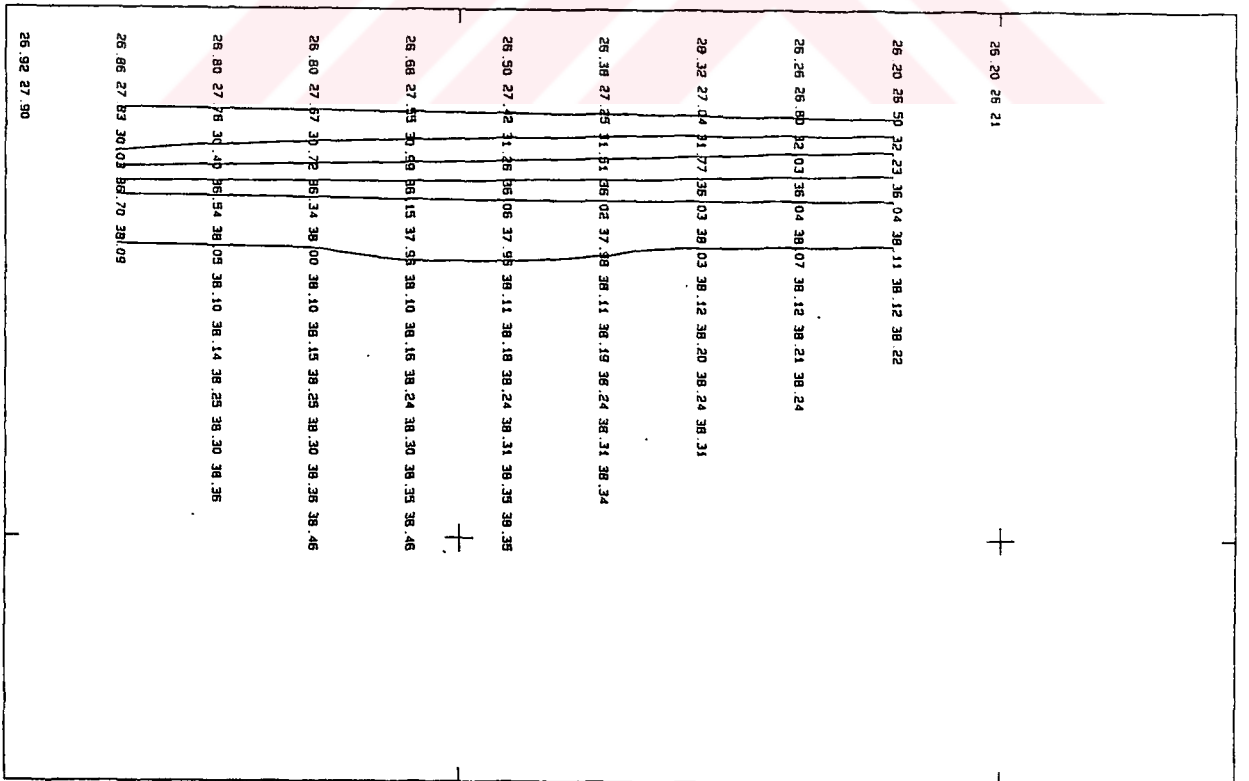
Şekil 6.59. 140 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



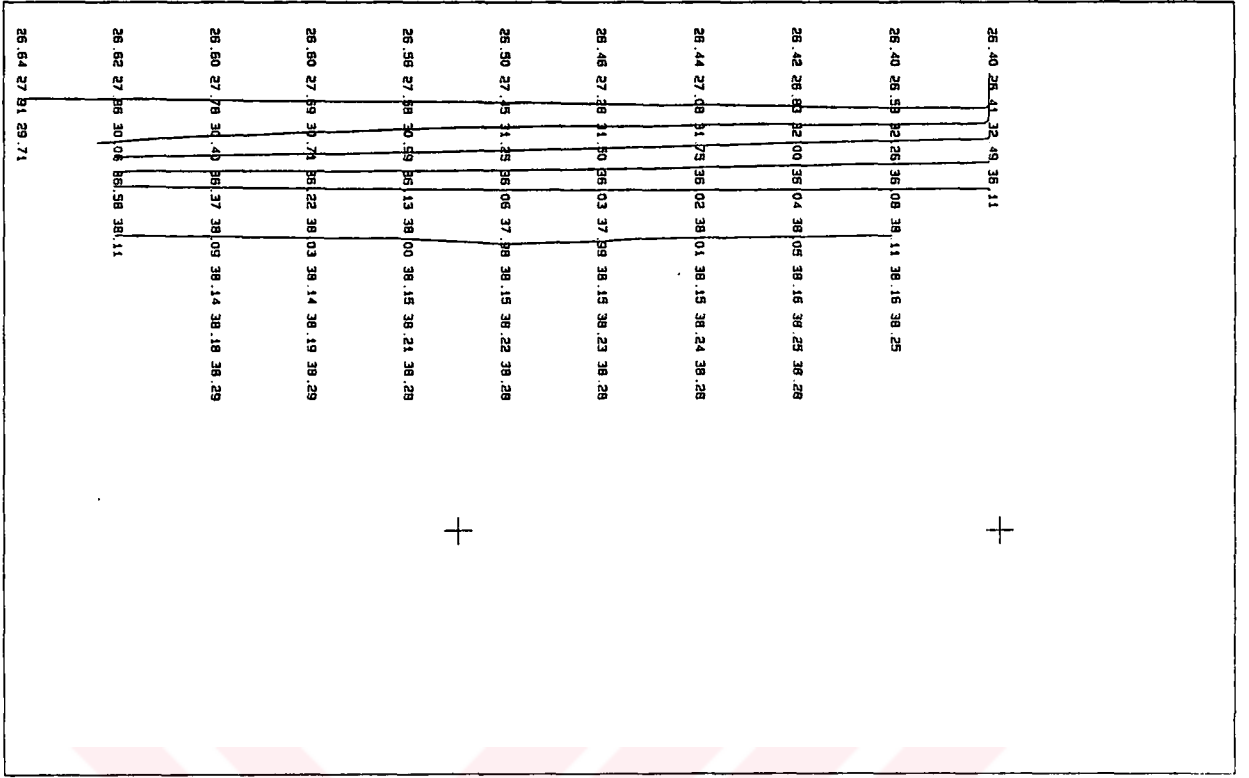
Şekil 5.60. 150 m. Derinlikteki Yatay Düzlemde Tuzluluk Eğrileri



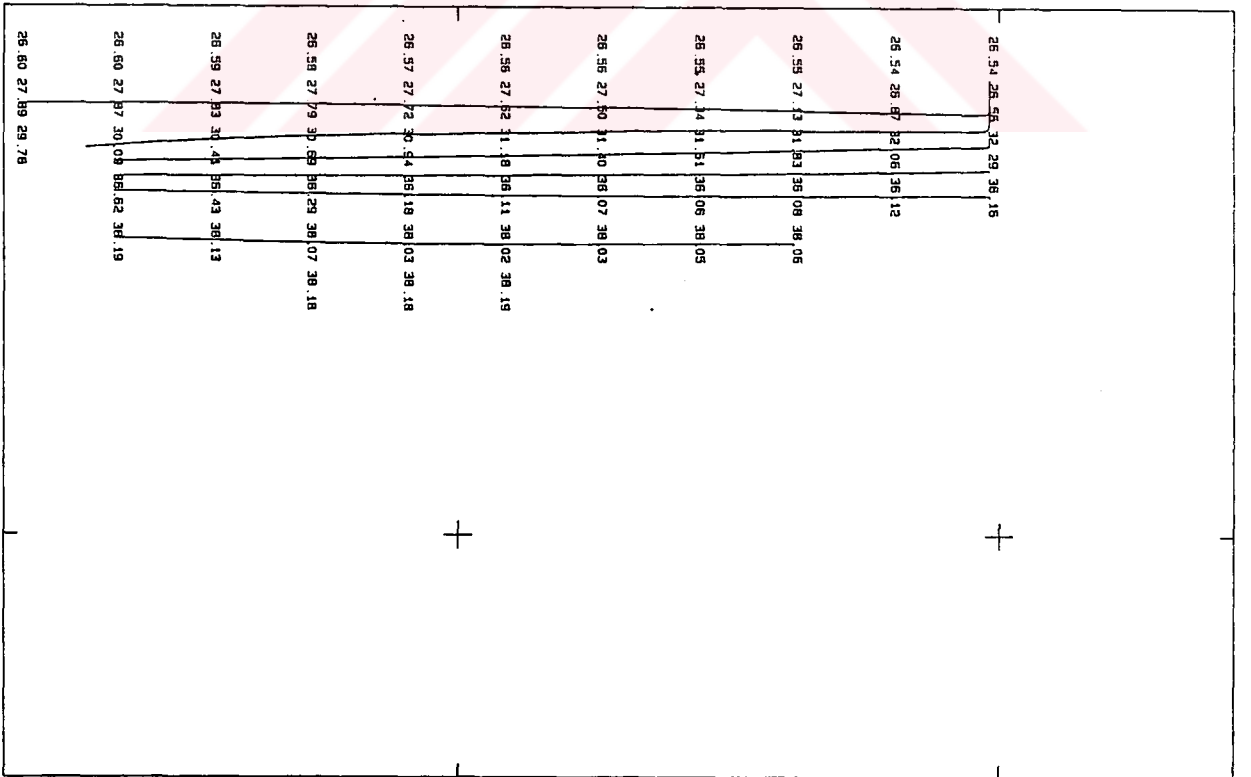
Şekil 6.61. 1 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



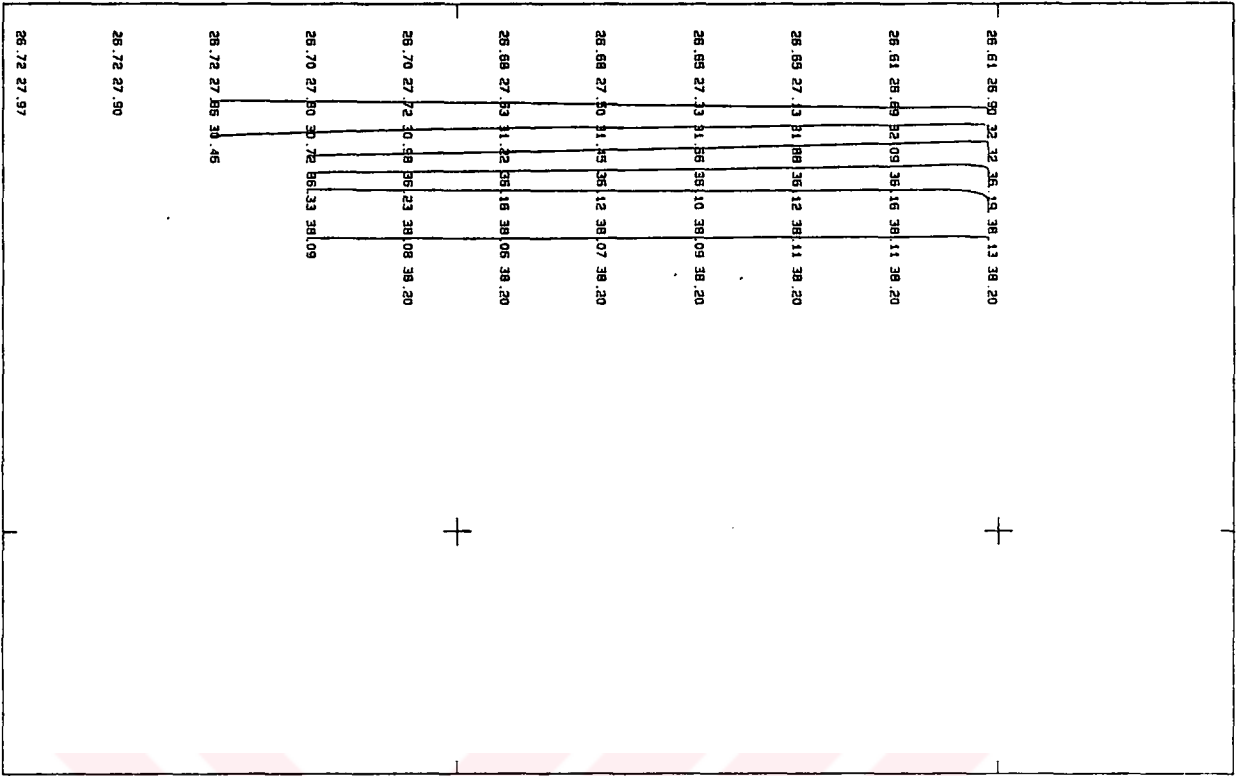
Şekil 6.62. 2 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



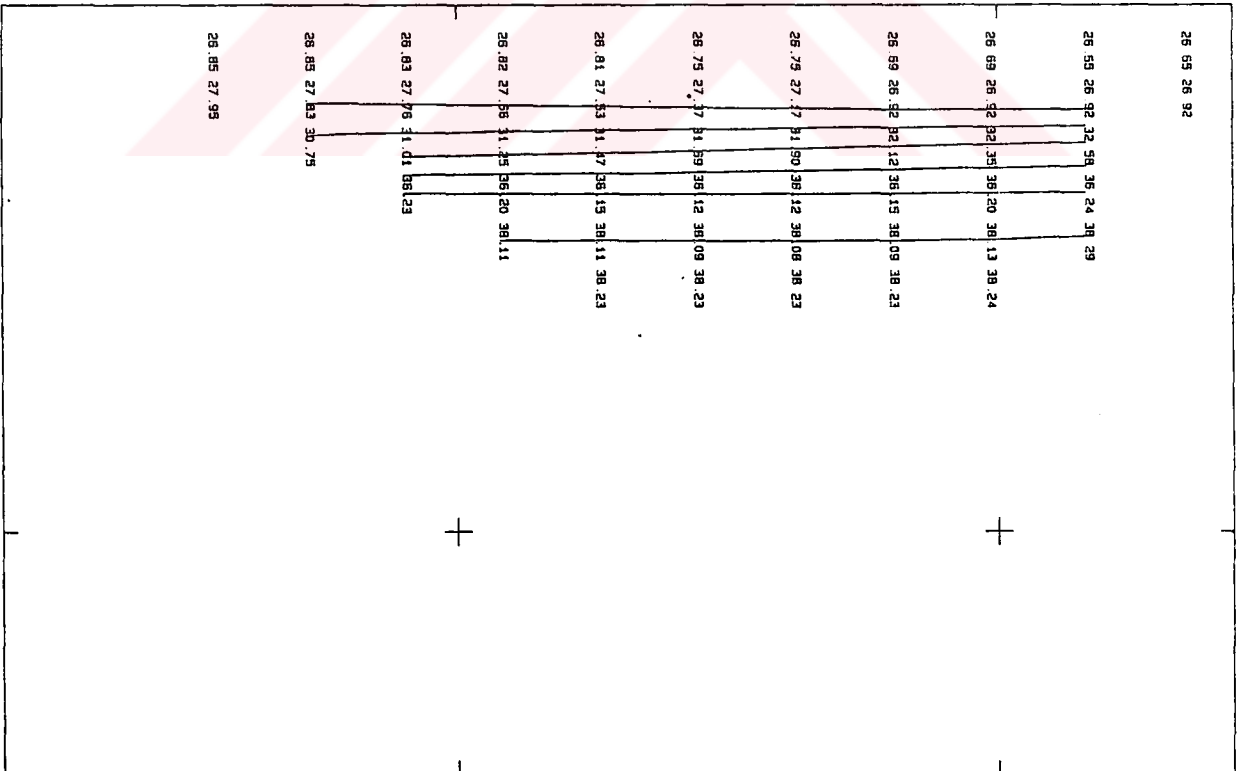
Şekil 6.63. 3 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



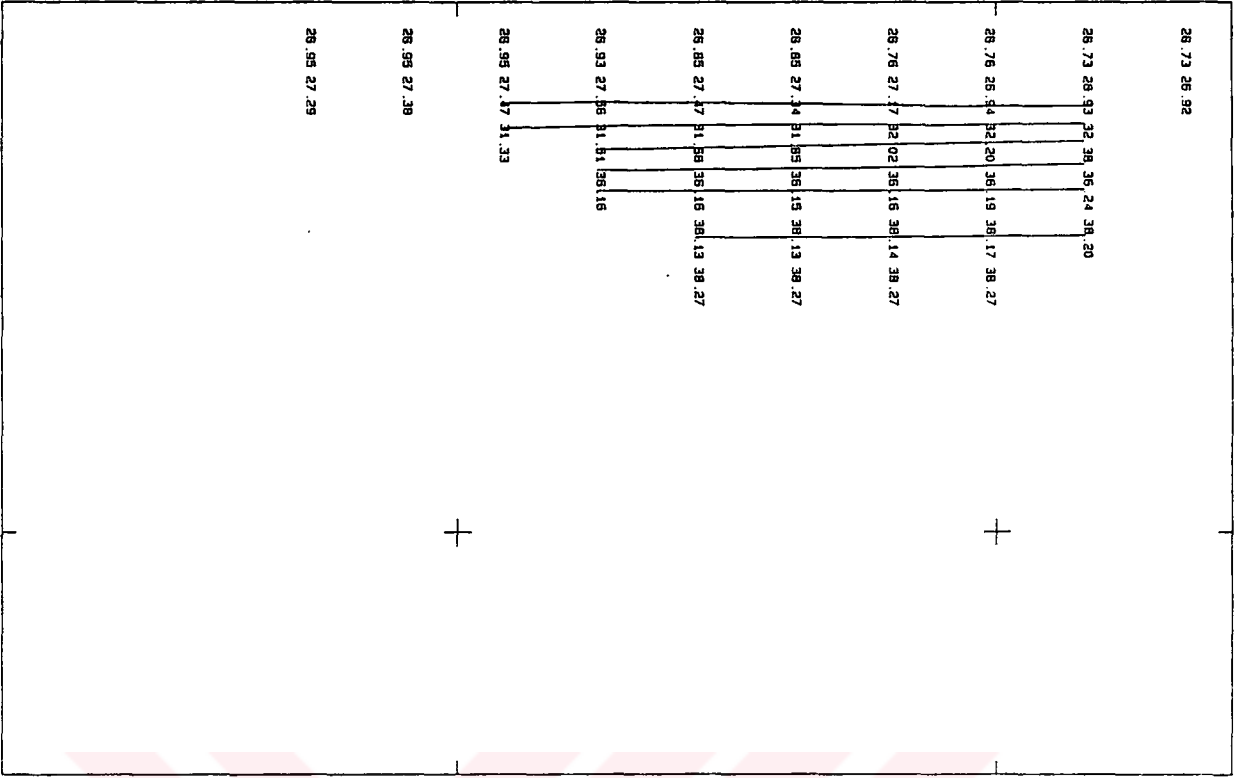
Şekil 6.64. 4 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



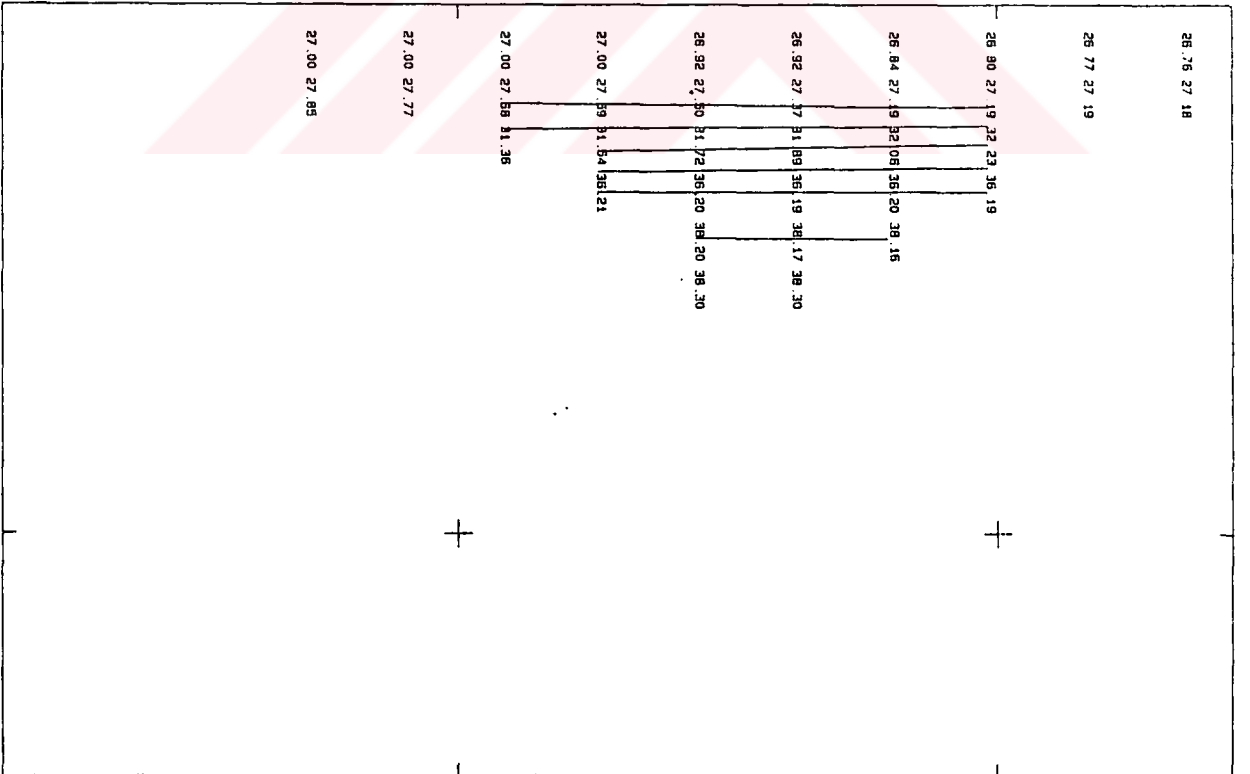
Şekil 6.65. 5 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



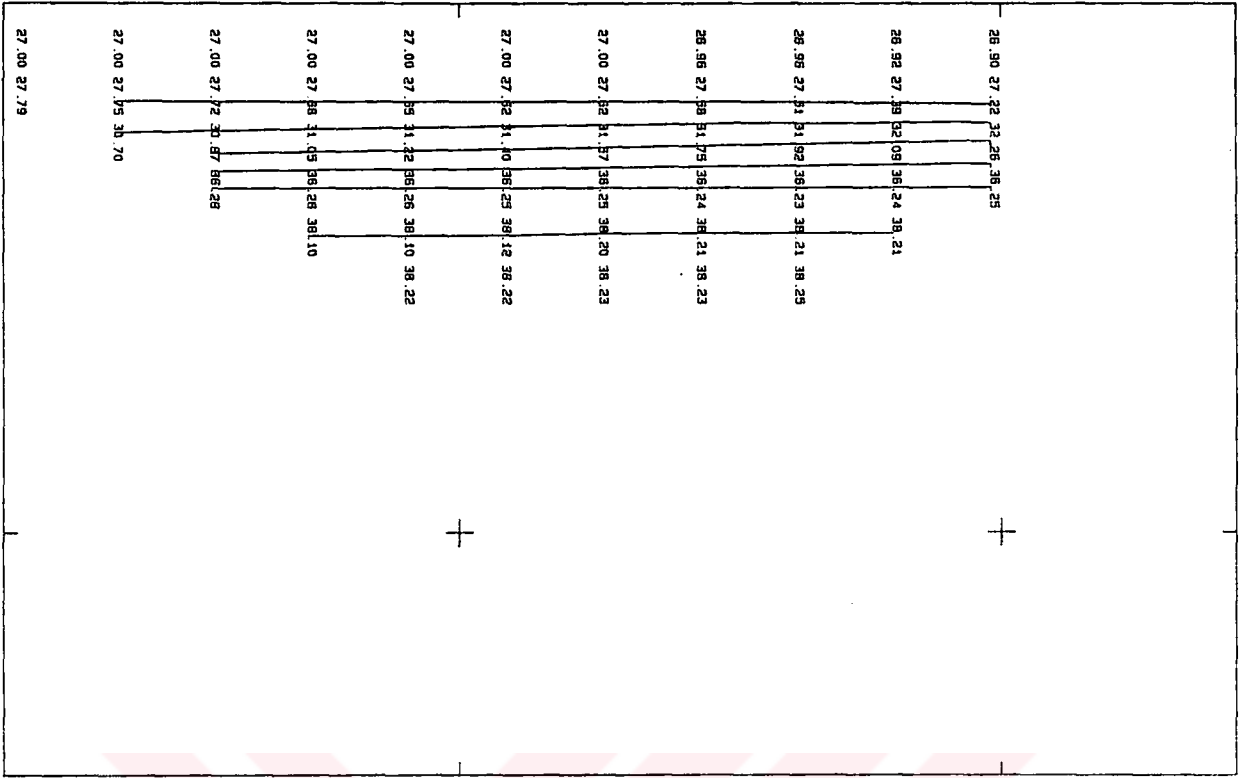
Şekil 6.66. 6 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



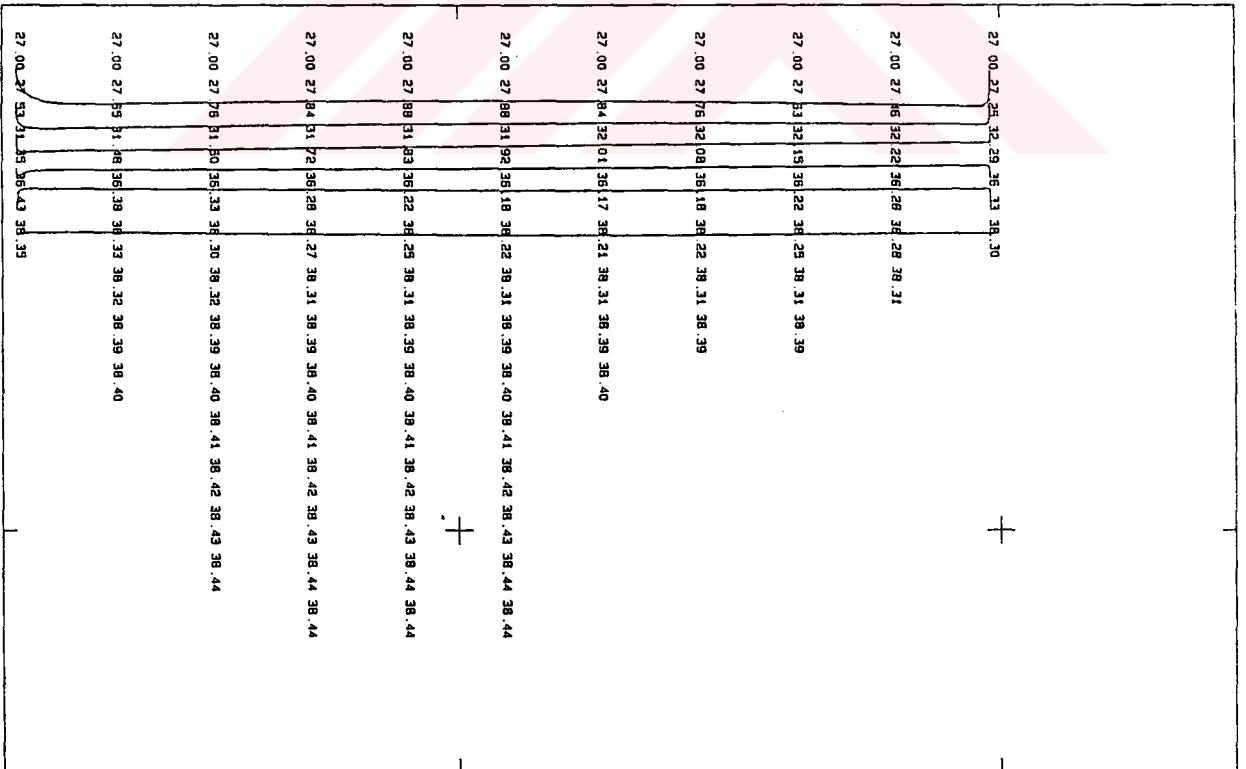
Şekil 6.67. 7 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



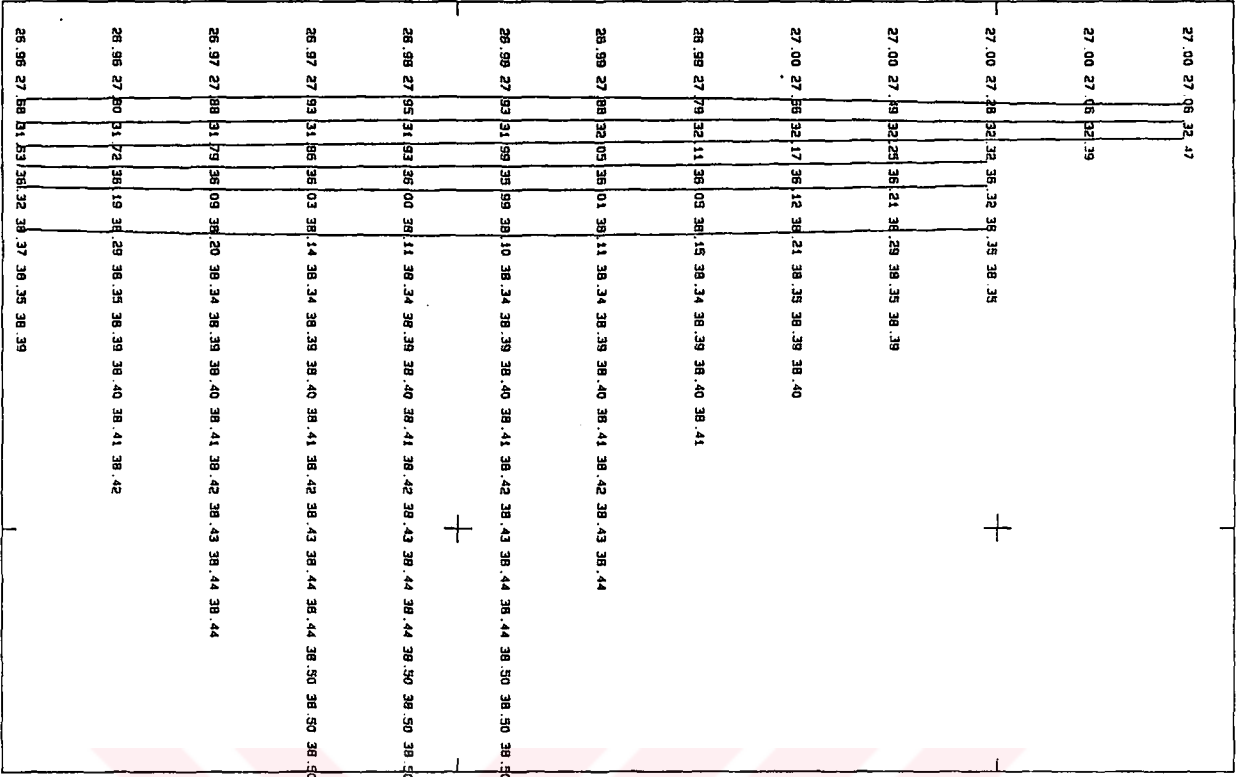
Şekil 6.68. 8 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



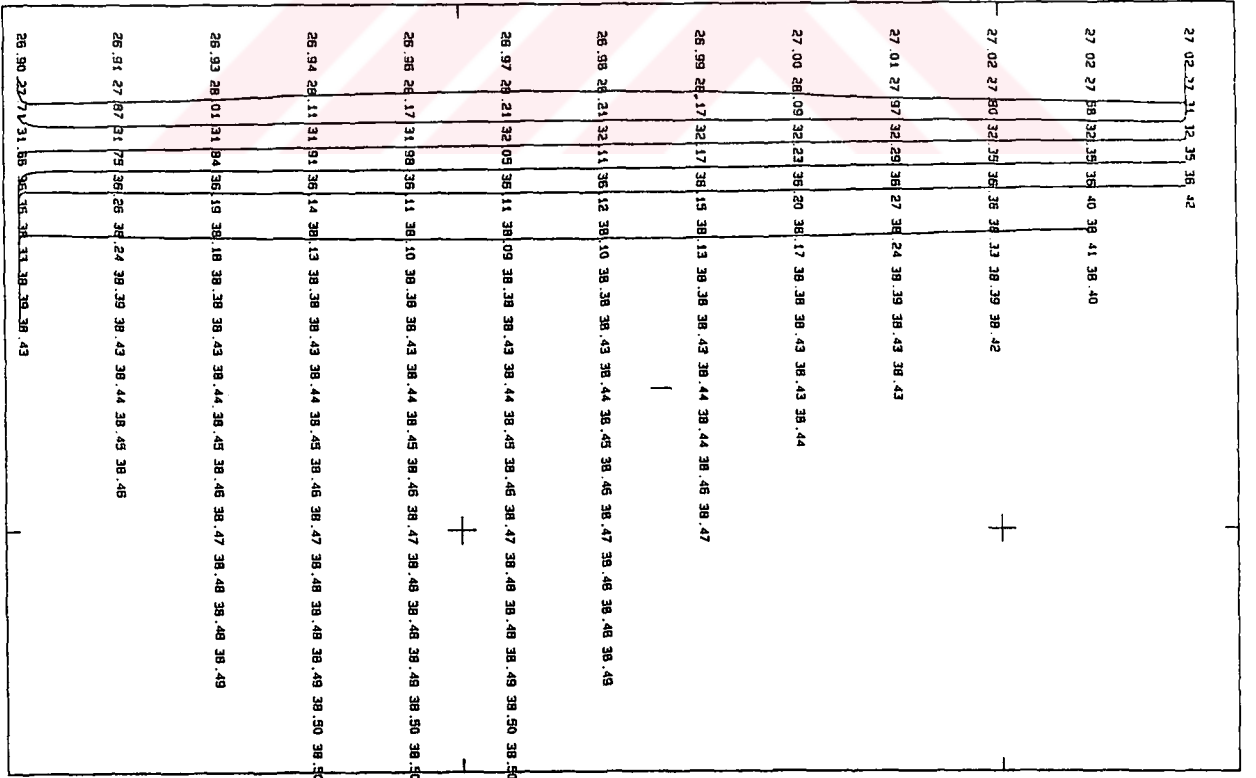
Şekil 6.69. 9 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



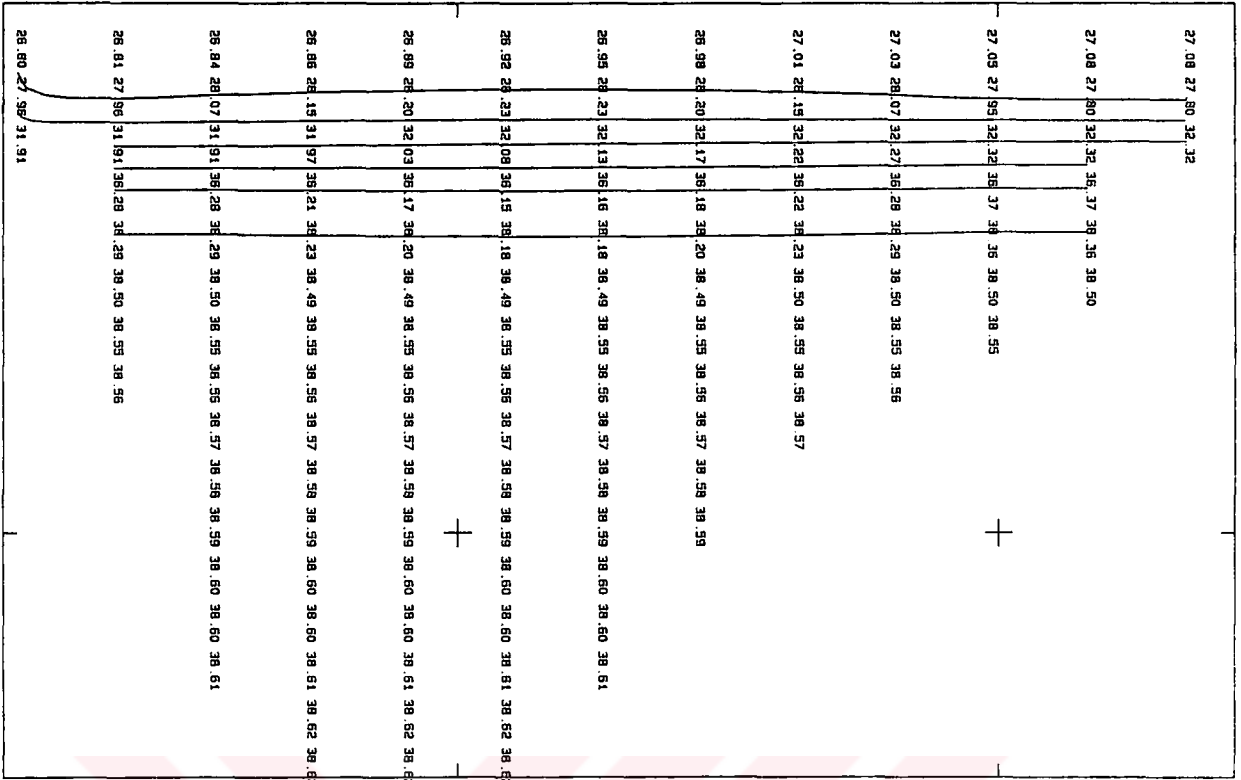
Şekil 6.70. 10 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



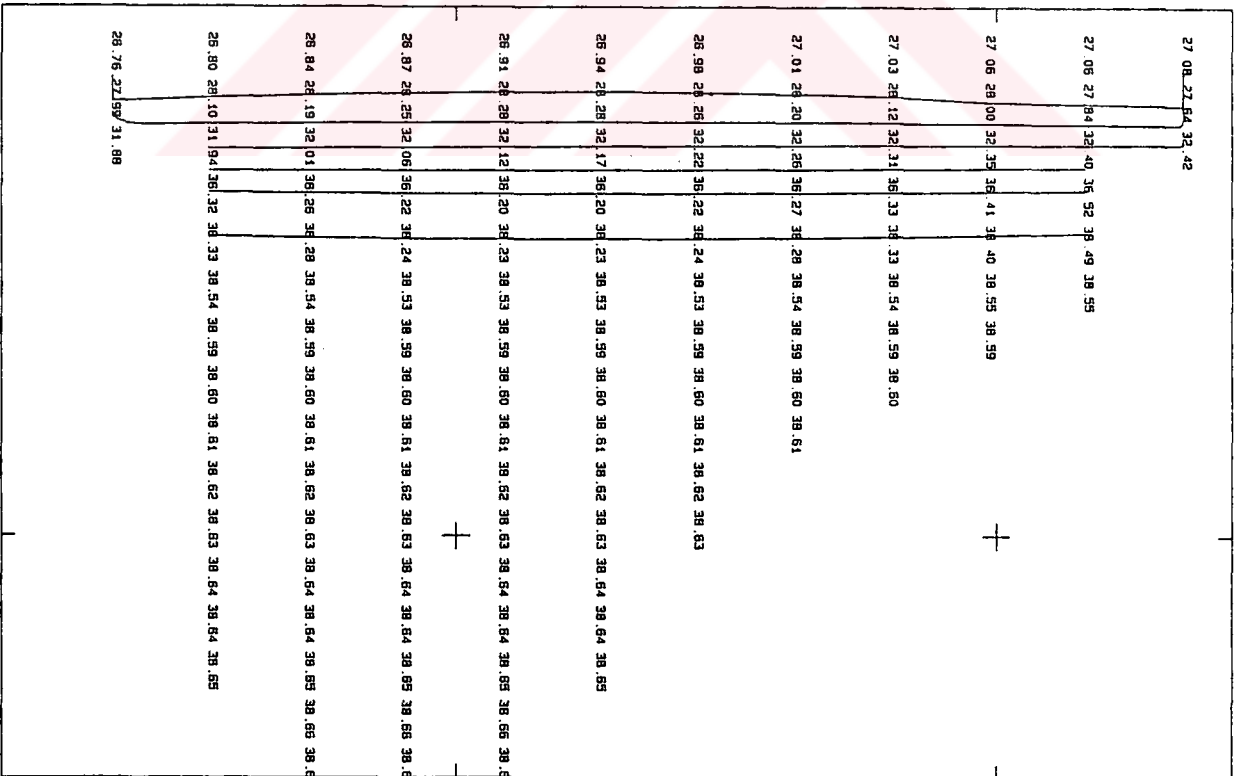
Şekil 6.71. 11 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri

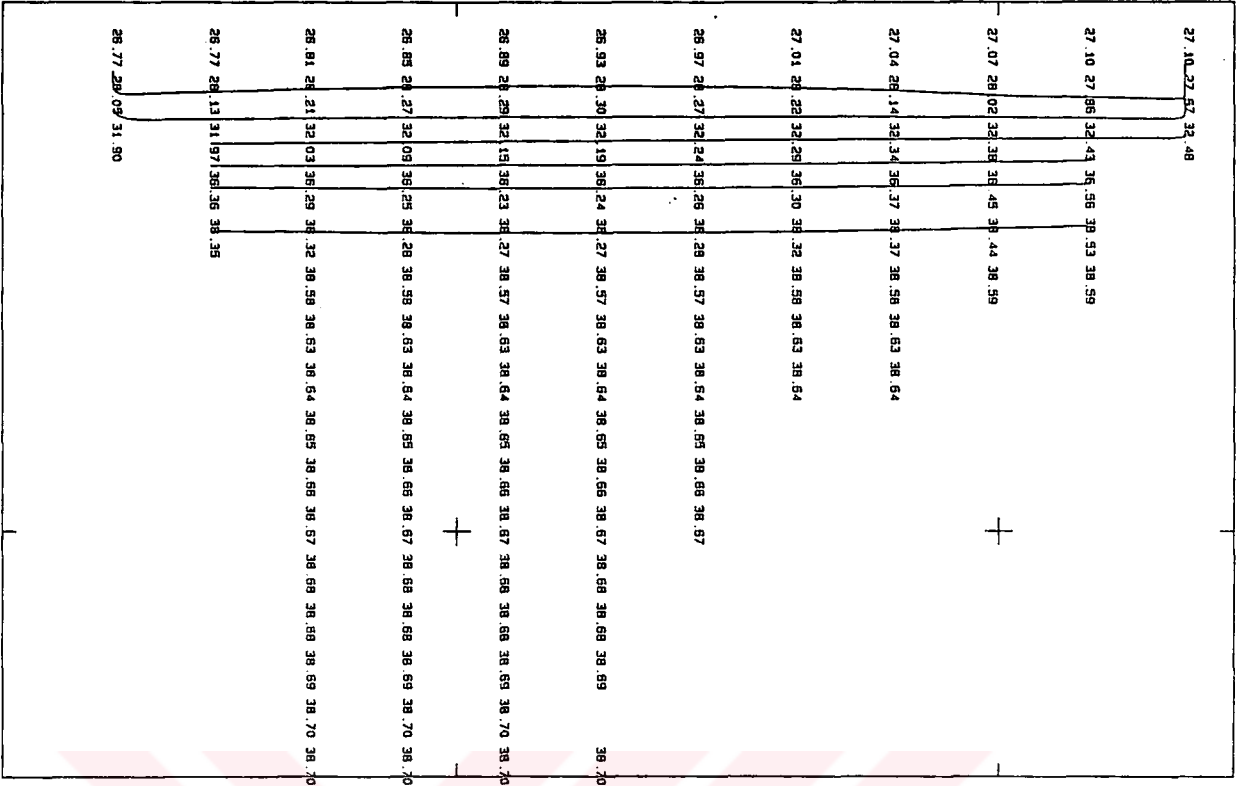


Şekil 6.72. 12 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri

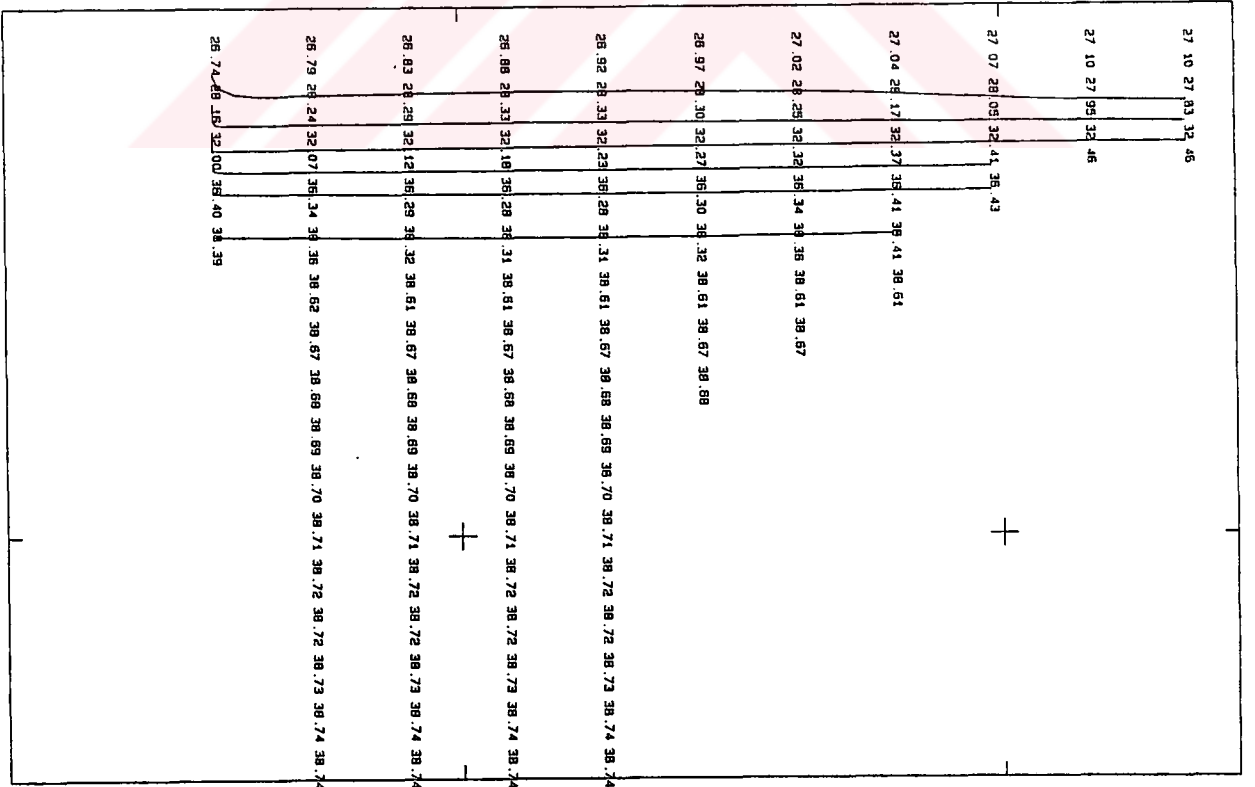


Şekil 6.75. 15 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri

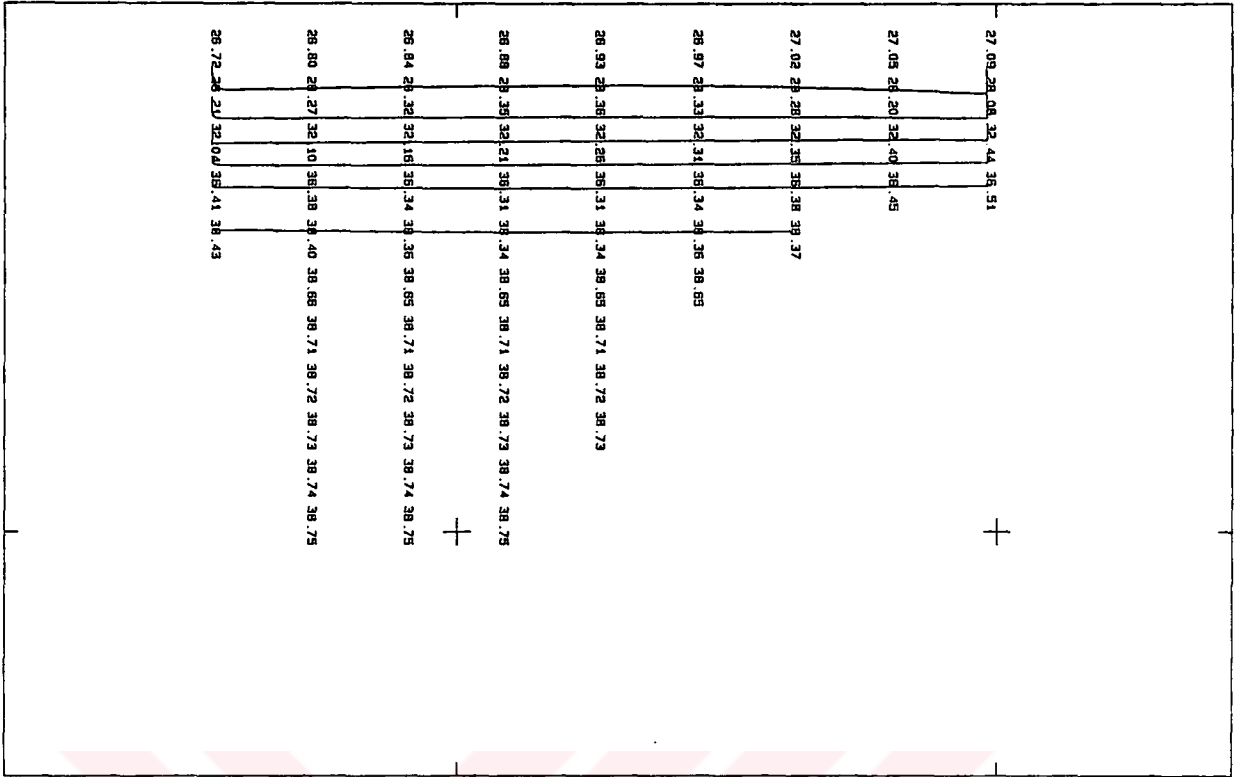




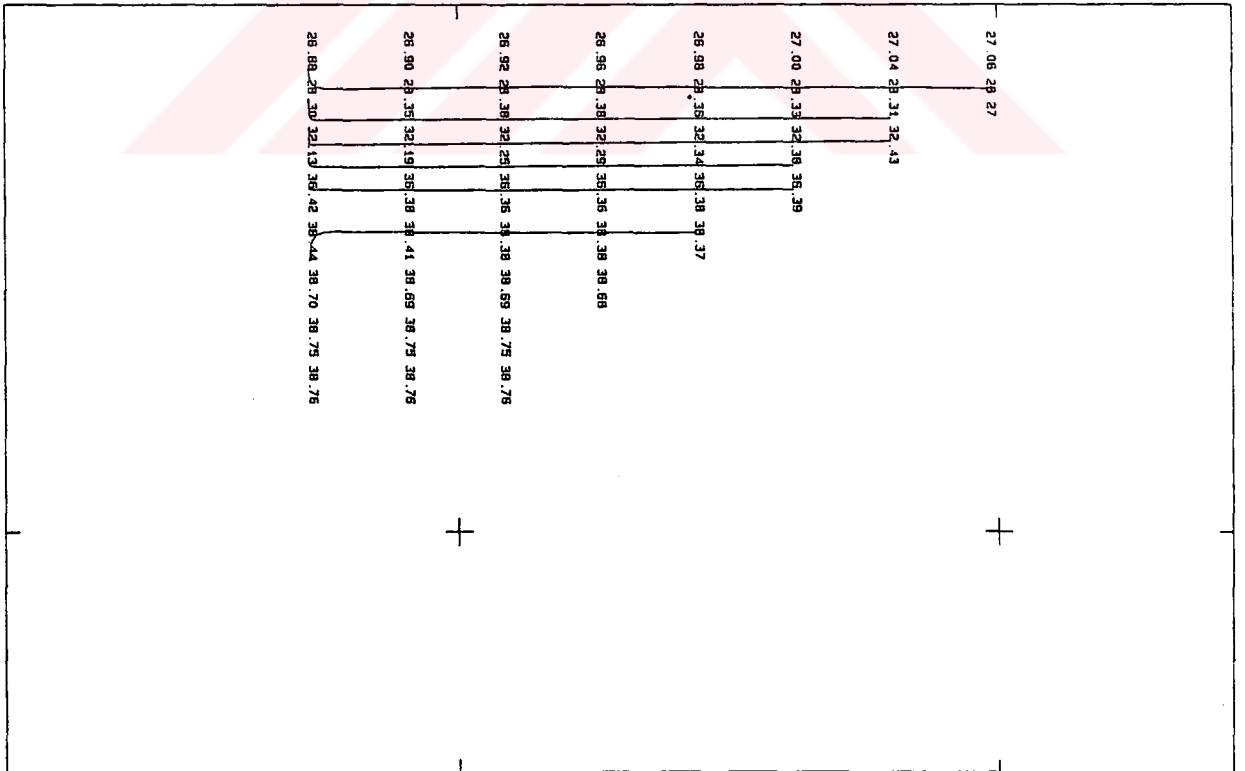
Şekil 6.77. 17 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



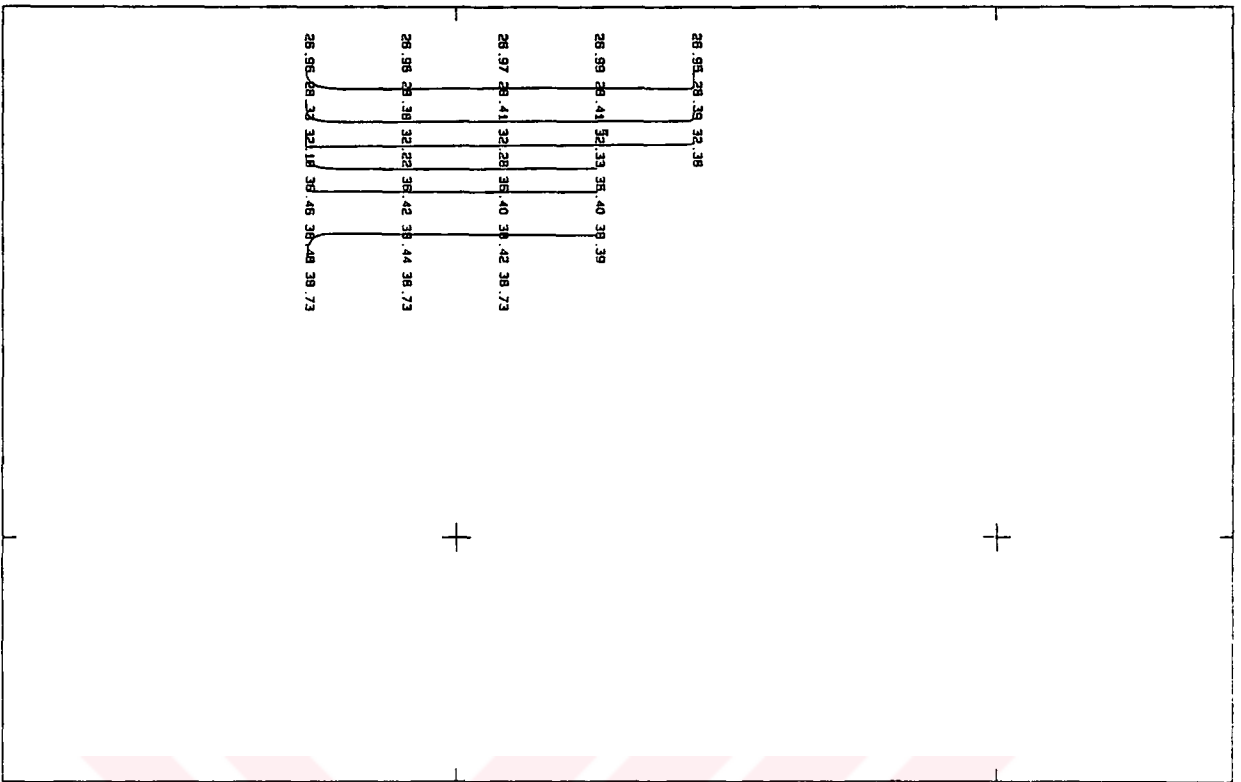
Şekil 6.78. 18 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



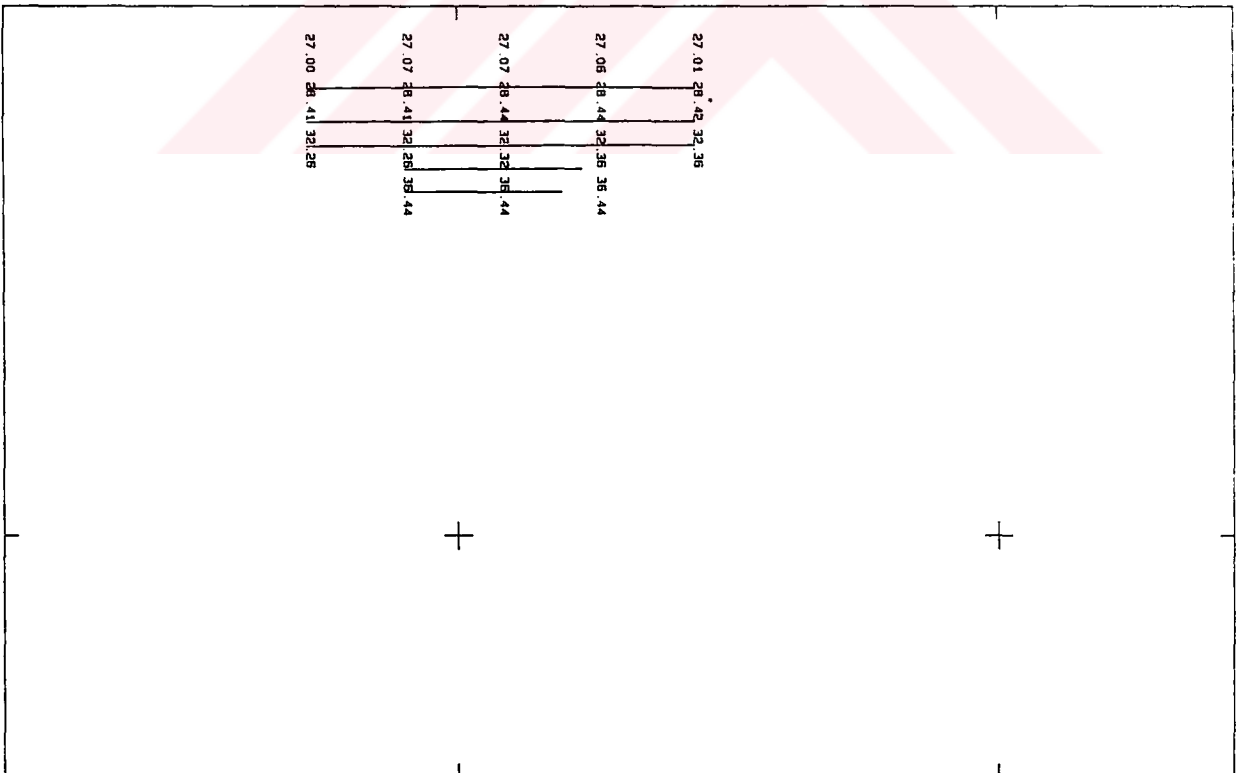
Şekil 6.79. 19 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



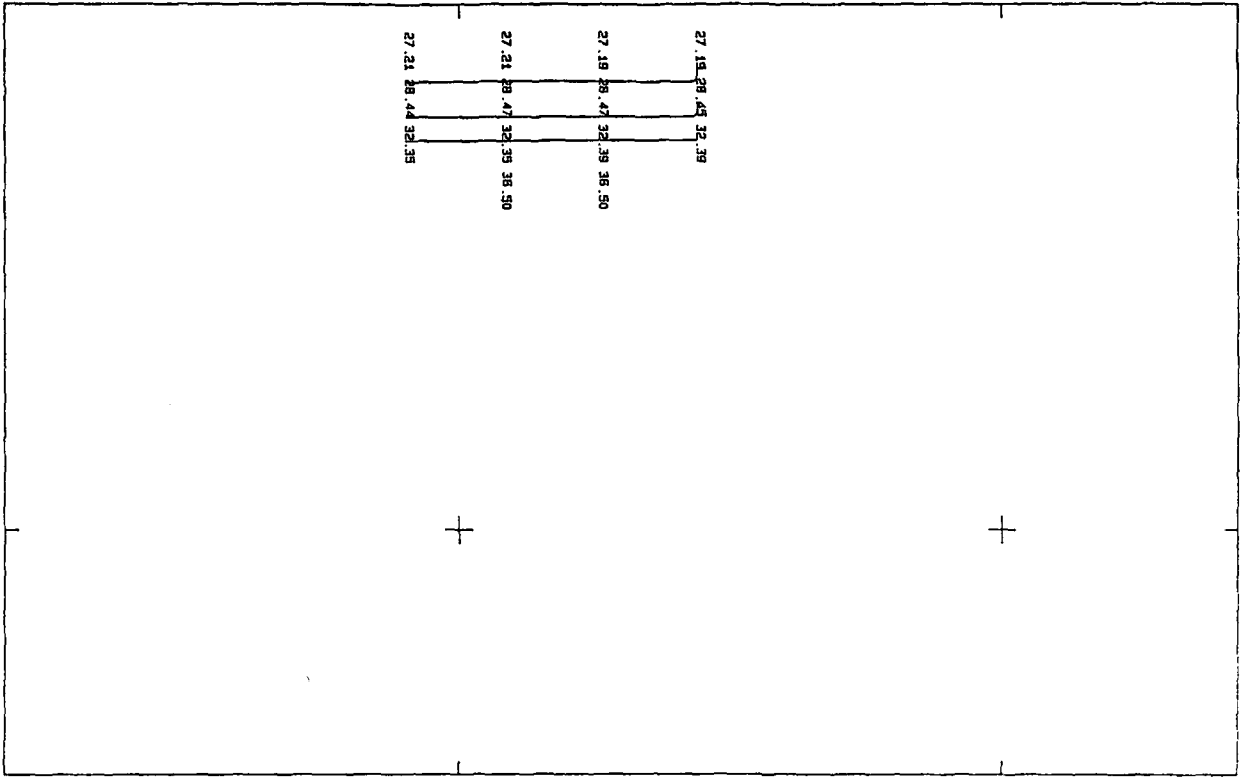
Şekil 6.80. 20 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



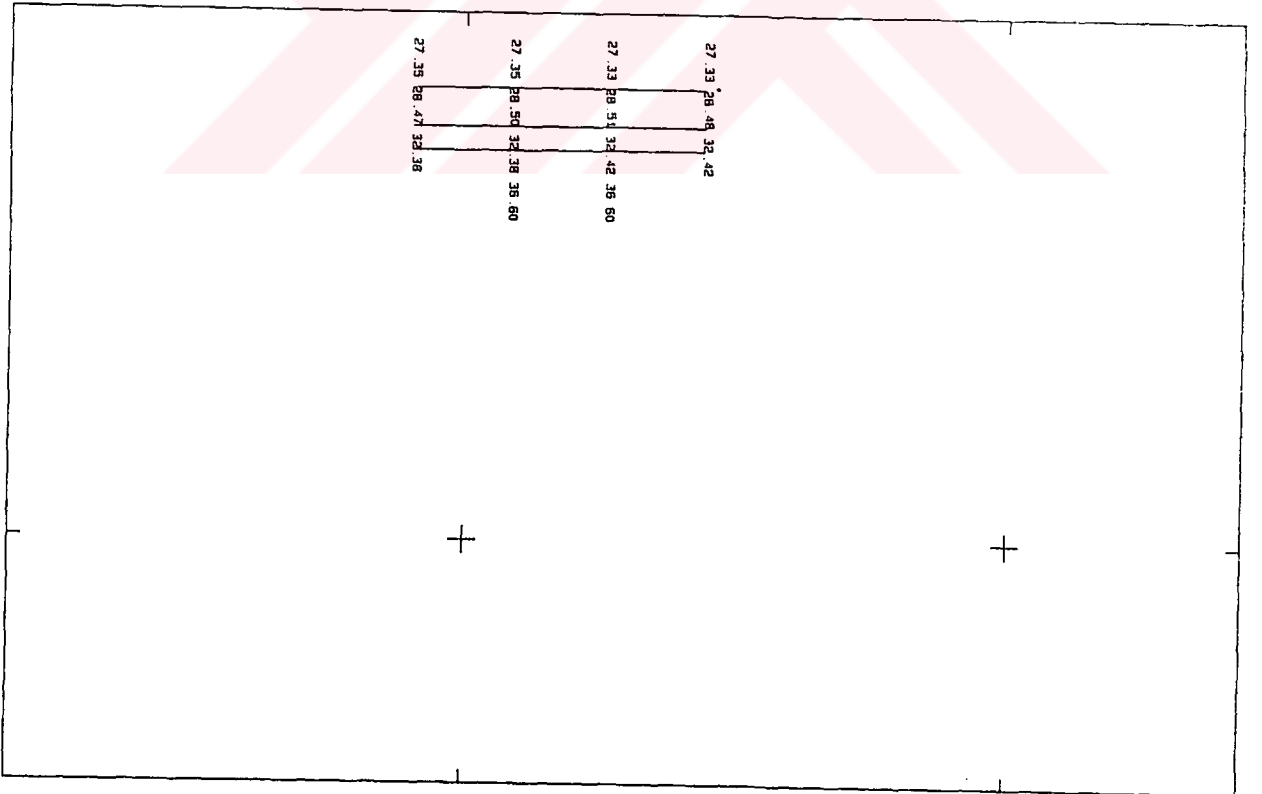
Şekil 6.81. 21 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



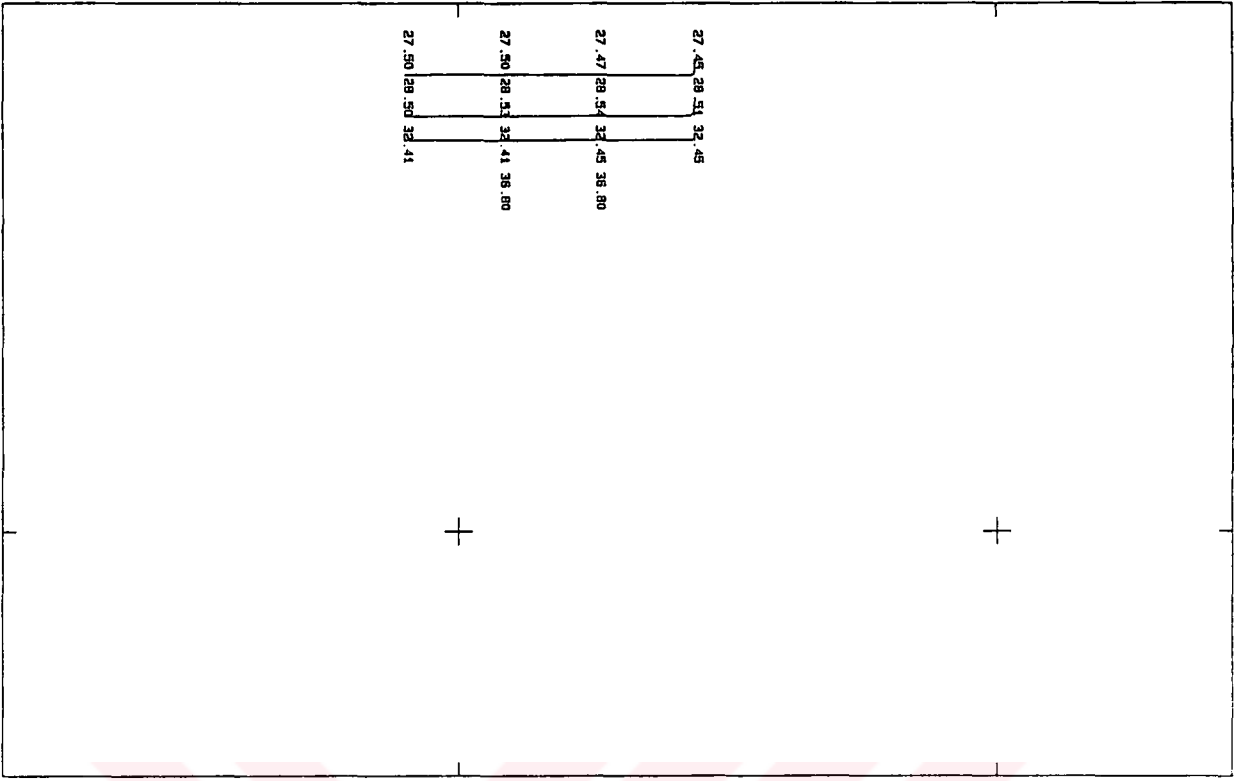
Şekil 6.82. 22 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



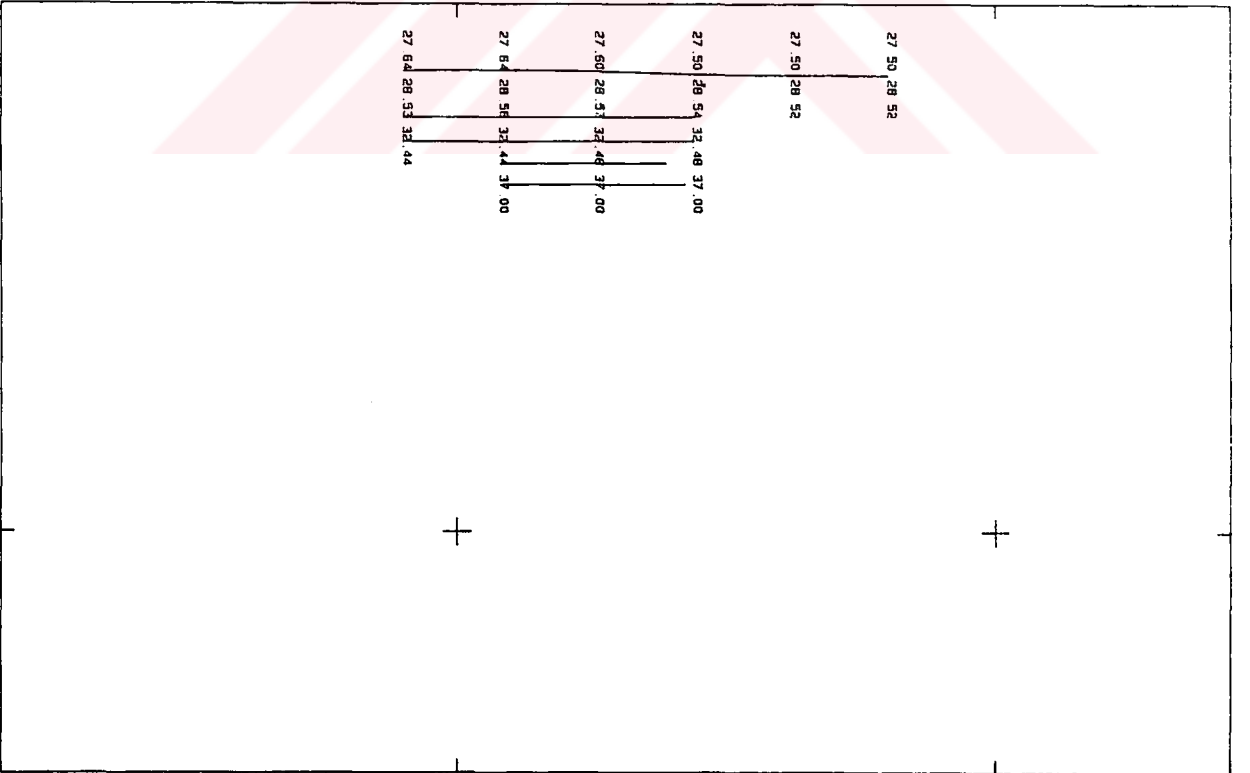
Şekil 6.83. 23 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



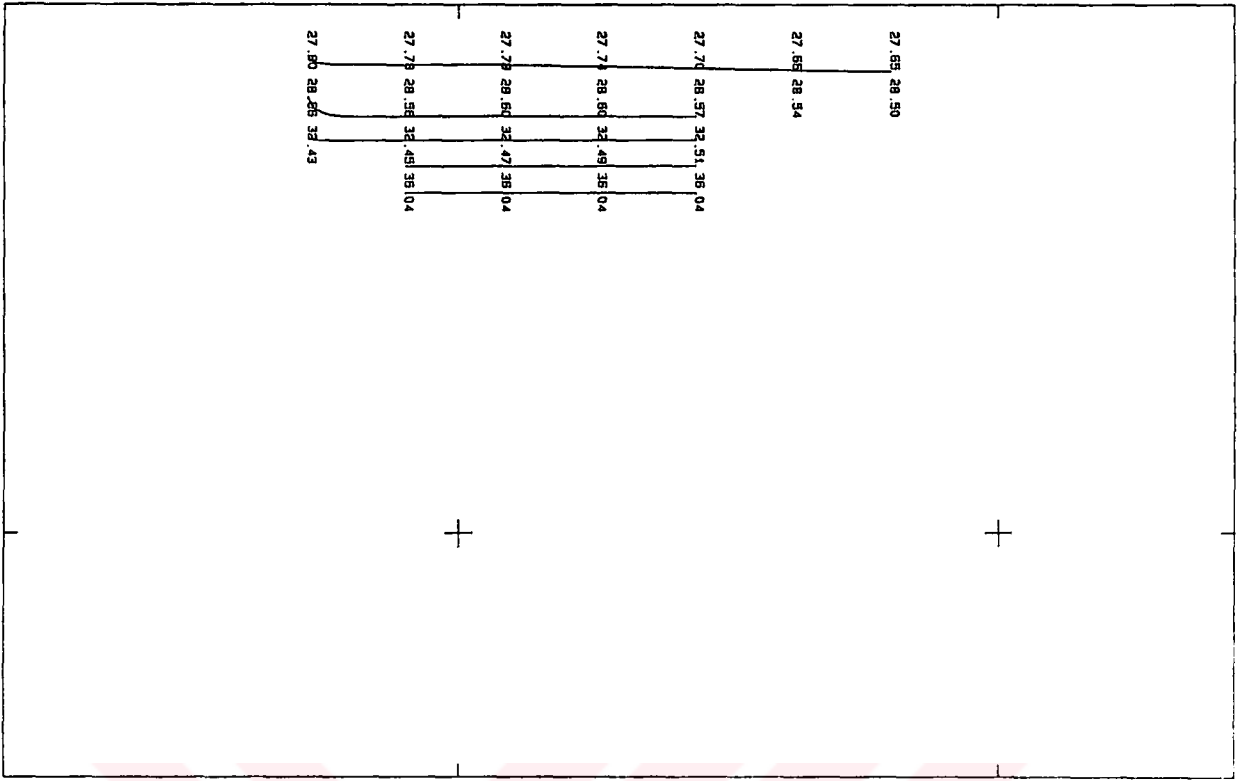
Şekil 6.84. 24 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



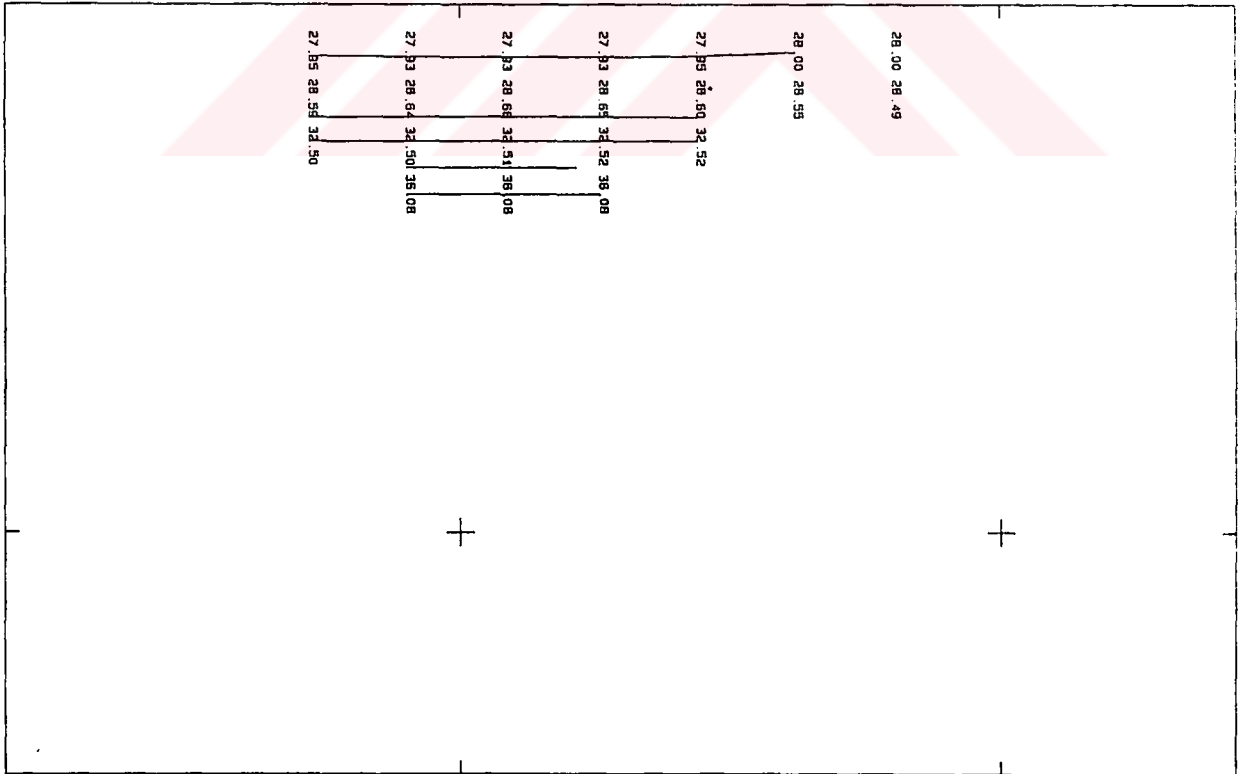
Şekil 6.85. 25 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



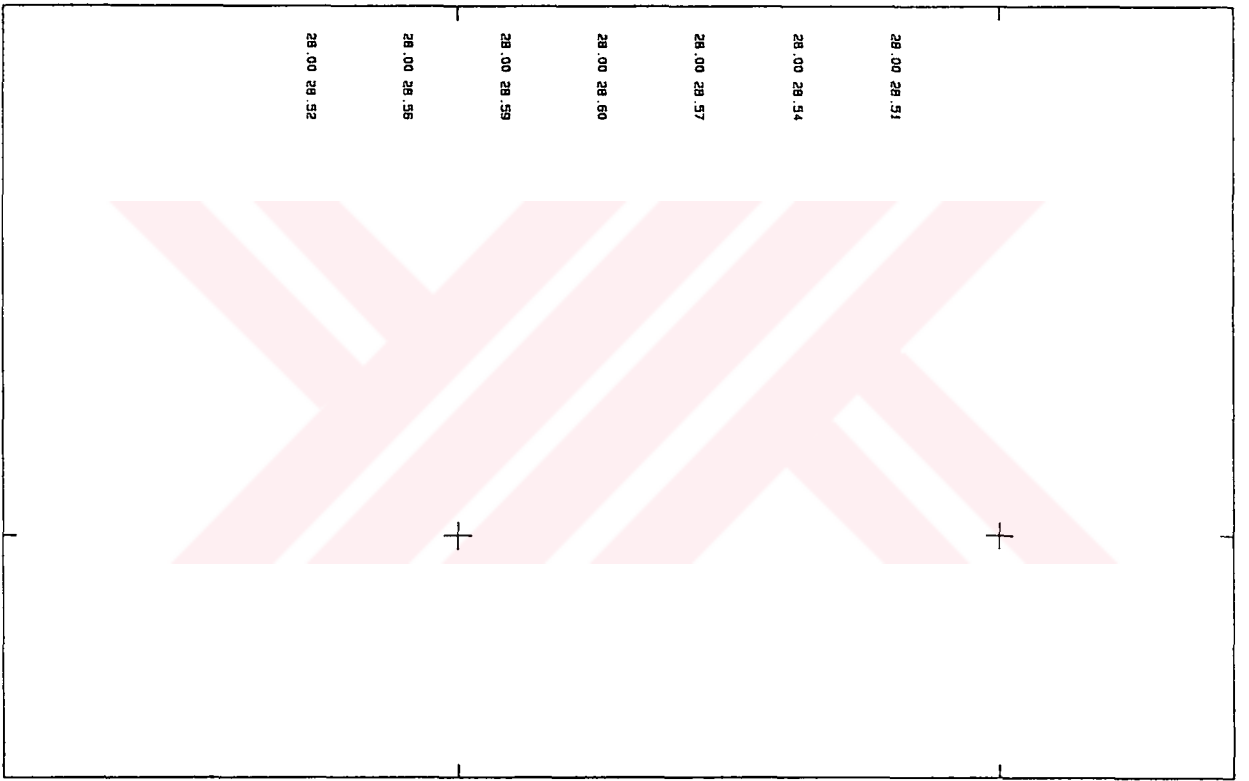
Şekil 6.86. 26 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



Şekil 6.87. 27 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



Şekil 6.88. 28 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri



Şekil 6.89. 29 nolu Enkesitteki Tuzluluk Eğrileri

KAYNAKLAR

- Abbott, M. B., Bertelsen, J. A., Kej, A., Warren, I. R., (1975), Systems Modeling of Stratified Fluids, Symposium on Modeling Techniques, San Francisco, vol.I, 605-624.
- Akkaya, M., Sümer, M., Orhon, D., Soybay, S., Gönenç, E., Tünay, O., (1983), İzmit Körfezinde Kirlenmenin Önlenmesi ve Giderilmesi Projesi, İkinci Gelişme Raporu, T.C Başkanlık Çevre Müsteşarlığı, İTÜ, İnş. Fak.
- Albek, E., Yenigün, O., (1986), Marmara Denizi Akıntıların incelenmesi, "Çevre 86" Sempozyumu, İzmir.
- ASCE Task Committee, (1988), Turbulence Modeling of Surface Water Flow and Transport, Part I, Journal of Hydraulic Engineering, 114 (9), 970-991, Task Committee on Turbulence Models in Hydraulic Computations.
- Baştürk, Ö., Tuğrul, S., Sunay, M., (1985), Determination of Oceanographic Characteristics and Assimilation Capacity of İzmit Bay, Nato-Tu Waters Project, First Annual Report, May 1984-May 1985 period, TÜBİTAK-MRI Publ. No.173.
- Bayazit, M., (1987), Hidroloji, İTÜ.
- Benque, J.P., Hauguel, A., Viollet P.L., (1982), Engineering Applications of Computational Hydraulics, vol.II, ed. Abbott MB ve Cunge JA.
- Bertelsen, J.A., Warren, I., R., (1977), Two Layer Modelling of the Danish Belts: Collection and Processing of Data and Calibration of the Models, Proc. IAHR Conference, Baden-Baden, 379-386.
- Bloss, S., Lehfeldt R., Patterson C.J., (1988), Modeling Turbulent Transport in Stratified Estuary, Journal of Hydraulic Engineering, 114 (9), 1115-1133 Blumberg, F., (1977), Numerical Model of Estuarine Circulation, Journal of Hydraulic Division, 103(3), 295-310.
- Cooper, H.H., (1959), A Hypothesis Concerning the Dynamic Balance of Fresh Water and Salt Water in a Coastal Aquifer. J. Geophys. Research, 64(4), 461-467.

- De Wiest, R.J.M., (1965), Geohydrology, John Wiley.
- DSİ, (1977), İstanbul-İzmit Arası Kıyı Ovaları, Hidrojeolojik Etüt Raporu, Ankara.
- DSİ, (1978 b), Yalova-Taşköprü-Hersek Kıyı Ovaları, Hidrojeolojik Etüt Raporu, Ankara.
- DSİ, (1986), Türkiye Yeraltı Suyu Potansiyeli ve Kullanım Envanteri, Ankara.
- Emili, B., 1983, İzmit Körfezine Dökülen Dereleri Alıcı Ortam Olarak Kullanan Endüstriyel Kuruluşların Körfez Kirlenmesi Üzerine Etkileri, Bitirme Ödevi, İTÜ İnşaat Fak.
- Ergüvanlı, K., Yüzer, E., (1973), Yeraltısuları Jeolojisi, İTÜ, İstanbul.
- Eraksoy, O., (1978), Kocaeli Yarımadası Güneyindeki Kireçtaşlarının ve Karst Parametrelerinin Analizi, TÜBİTAK, TBAG-124 Projesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yerbilimleri Fakültesi.
- Glover, R.E., (1959), The Pattern of Fresh Water Flow in a Coastal Aquifer, J. Geophys. Research, 64(4), 457-459.
- Grubert, J.P., Abbott, M.B., (1972), Numerical Computation of Stratified Nearly Horizontal Flows, Journal of Hydraulics Division, 98(10), 1847-1865.
- Haq, A., Lick, W., (1975), On the Time-Dependent Flow in a Lake, Journal of Geophysical Research, 80(3), 431-437.
- Hill, M. N., Goldberg, E. D., Iselin C.O'D., Munk, W.H., (1962), The Sea, John Wiley, USA.
- Hyden, H., (1974), Water Exchange in Two-Layer Stratified Waters, Journal of Hydraulics Division, 100(3), 345-361.
- Kafkaslıoğlu, İ., (1984), Wind Induced Water Exchange in Two Layer Density Stratified Flows, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ.
- Kavasoğulları, M., (1988), İzmit Körfezinde Su Sirkülasyonu ve Kalite Modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ.
- Keleş, N., (1976), İzmit-Sapanca-Gölcük Ovaları Hidrojeolojik Etüt Raporu, DSİ Birinci Bölge Müdürlüğü

- Lee, K.K., Liggett, J.A., (1970), Computation for Circulation in Stratified Lakes, Journal of Hydraulics Division, 96(10), 2089-2115.
- Leendertse, J.J., Alexandre R.C., Liu, S.K., (1973), A Three Dimensional Model for Estuaries and Coastal Seas, vol.I, Principles of Computation, The Rand Corporation, R-1417-OWRR, December.
- Leendertse, J.J., Liu, S.K., (1975), A Three Dimensional Model for Estuaries and Coastal Seas, vol.II, Aspects of Computation, The Rand Corporation, R-1764-OWRT, June.
- Liggett, J.A., Lee, K.K., (1971), Properties of Circulation in Stratified Lakes, Journal of Hydraulics Division, 97(1), 15-29.
- Massie, W. W., (1976), Coastal Engineering, vol.I, Delft University.
- Mc Whorter, D. B., Sunada, D. K., (1977), Ground Water Hydrology and Hydraulics, Water Resources Publications.
- Oey, L.Y., Mellor, G.L., (1985 a), A Three Dimensional Simulation of the Hudson-Raritan Estuary, Part I: Description of the Model and Model Simulations, Journal of Physical Oceanography, 15, 1676-1692.
- Oey, L.Y., Mellor, G.L., Hires, R.I., (1985 b), A Three Dimensional Simulation of the Hudson-Raritan Estuary, Part II: Comparison with Observation, Journal of Physical Oceanography, 15, 1693-1709.
- Oey, L.Y., Mellor, G.L., Hires, R. I., (1985 c), A Three Dimensional Simulation of the Hudson Raritan Estuary, Part III: Salt Flux Analyses, Journal of Physical Oceanography, 15, 1711-1720.
- Orhon, D., Gönenç, E., Tünay, O., Akkaya, M., (1984), İzmit Körfezinde Kirlenmenin Önlenmesi ve Giderilmesi Projesi, Sonuç Raporu, T.C Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı, İTÜ, İnşaat Fak.
- Pond, S., Pickard G.L., (1978), Introductory Dynamic Oceanography Pergamon Press, GB.
- Roache, P.J., (1972), Computational Fluid Dynamics, New Mexico.
- Sığıner, A. (1971), Tam Olmayan Kuyunun Hidromekaniği, Doktora Tezi, İTÜ.

- Sur, H.İ., (1988), Numerical Modelling Studies of Two-Layer Flows in the Dardanelles Strait and the Bay of İzmit, Doktora Tezi ODTÜ.
- Süher, H. ve diğerleri, (1984), "İzmit Körfezinde Körfezinde Kirlenmenin Önlenmesi Amacına Yönelik Olmak Üzere Mevcut Çevresel Arazi Kullanımının Tesbiti ve Gelecek Arazi Kullanımı İlkelerinin Saptanması", Sonuç. Raporu, İTÜ Mimarlık Fak.
- Todd, D., (1964), Ground Water Hydrology, John Wiley and Sons Inc, 277-296.
- Vasiliev, O.F., Kvon, V.I., (1977), Numerical Modeling of Flows and Heat Exchange in Coaling Ponds, Proc. IAHR Conference, Baden-Baden, vol II, 1-7.
- Watanabe, M., Harleman, D.R.F., Vasiliev, F., (1983), Two and Three Dimensional Mathematical Models for Lakes and Reservoirs, 12 International Series on Applied Systems Analysis-Mathematical Modeling of Water Quality: Systems, Lakes and Reservoirs, ed. Gerald T. Orlob University of California.

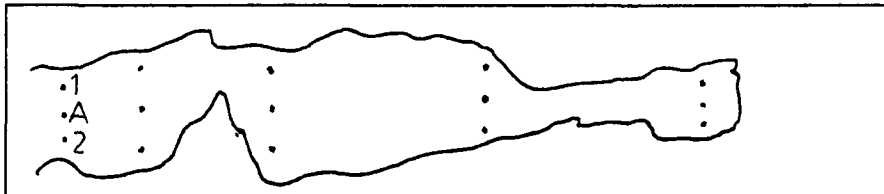


Tablo A.1 . 1-A-2 istasyonları Temmuz 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
3.00		22		0.00	22			0.70		22	
5.00	21	*22.5	15.13	5.00	21	22	14.75	4.50	22	*22.7	15.03
7.00	20	*23.0	15.77	6.50	20	*22.4	15.31	8.50	21	*23.4	15.81
10.50	*18.6	24	16.85	9.00	18	*23.1	16.31	10.00	20	*23.7	16.30
12.00	18	*25	17.77	12.00	*16.8	24	17.26	10.50	18	*23.8	16.84
13.50	*17.3	26	18.69	14.00	16	*25.3	18.44	11.50	16	24	17.44
15.00	*16.6	28	20.37	15.00	*15.3	26	19.12	13.50	*14.4	26	19.30
16.50	16	30	22.05	16.50	*14.3	28	20.87	14.00	14	*26.7	19.91
17.80	*14.9	32	23.81	17.00	14	*28.7	21.46	15.00	*13.6	28	21.00
19.00	14	*33	24.78	17.80	*13.7	30	22.52	17.80	12.4	30	22.77
20.00	13.5	*33.8	25.49	19.00	*13.3	32	24.14	19.00	*12.6	32	24.28
24.00	*13.9	37	27.87	20.00	13	*33.2	25.12	20.00	*12.8	37	28.09
25.00	14.0	*37	27.85	23.00	*13.5	37	27.95	26.30	14	*37.3	28.08
39.00	14.5	*37.6	28.19	26.50	14	*37.1	27.92	34.80	14.5	*37.7	28.12
50.00		38		40.00	14.5	*37.6	28.19	40.50		38	
60.50		38.3		50.00		38		80.00		38.3	
				64.00		38.3					

Tablo A.2 . 1-A-2 istasyonları Ağustos 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
6.50	21			8.00	23			15.60	16		
7.50	20			12.80	14			17.00	*15.4	24	17.56
14.00	*18	24	17.00	15.00	*13.7	24	17.89	20.00	*14.2	26	19.34
14.20	18	*24	17.00	19.00	13.2	*25.6	19.21	20.50	14	*26.8	19.99
16.50	16	*24.8	18.06	20.00	*13.3	26	19.50	21.30	*14	28	20.93
18.50	14	*25.5	18.99	21.30	*13.6	28	21.00	22.00	*14.1	32	23.99
19.50	13	*25.8	19.40	22.00	*13.7	30	22.52	25.00	*14.2	36	27.04
20.00	*13.1	26	19.54	23.50	*13.9	32	24.02	25.50	*14.3	37	27.78
22.00	*13.5	28	21.02	24.00	14	*33	24.78	28.50	*14.4	37.5	28.14
23.50	*13.9	30	22.49	25.50	*14.1	36	27.06	29.80	14.5	*37.6	28.19
23.80	*13.9	32	24.02	27.00	*14.1	37	27.82	34.80	*14.6	38	28.48
24.00	14	*33	24.78	34.80	*14.4	37.5	28.14	50.50	14.7		
24.80	*14	37	27.85	36.00	14.5	*37.5	28.12				
30.50	*14.3	37.5	28.16	50.50	14.7	*37.8	28.29				
34.00	14.5	*37.6	28.19	59.50		38					
39.00	14.7	*37.7	28.21								
49.80		38									

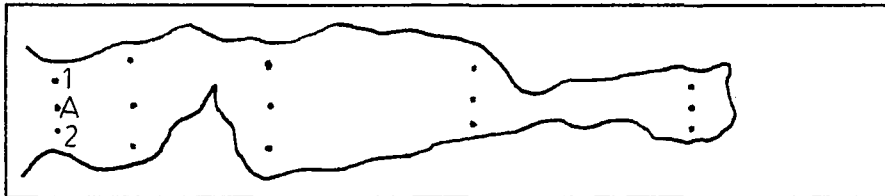


Tablo A.3 . 1-A-2 istasyonları Eylül 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
8.50		23		8.50		23		10.00		23	
10.00	22	*23.3	15.49	10.50	22	*23.4	15.56	11.50	22	*23.3	15.49
13.50	*20.7	24	16.35	13.50	*21	20	16.27	15.00	*20.6	24	16.38
15.50	20	*24.8	17.14	16.50	20	*24.6	16.98	16.00	*20.2	25	17.23
16.00	*19.7	25	17.36	18.00	*19.2	25	17.48	16.50	20	*26.2	18.20
17.00	19	*27.5	19.43	18.50	19	*27.5	19.43	17.00	19	*27.5	19.43
19.00	16	*32.5	23.96	19.00	16	*30	22.05	18.50	16	*31.2	22.96
20.00	*15.3	35	26.03	20.00	*14.6	35	26.18	20.00	14	35	26.31
22.00	14	*35.6	26.77	20.50	14	*35.2	26.46	21.50	*14	36	27.08
23.00	*14	36	27.08	21.50	*14	36	27.08	27.50	*14.2	38	28.57
27.50	*14.1	38	28.59	27.50	*14.1	38	28.59	40.00	14.5	38.5	28.88
40.00	14.5	*38.3	28.73	50.00	14.5	38.5	28.88				
50.00		38.5									

Tablo A.4 . 1-A-2 istasyonları Ekim 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
5.50	18.5			9.00		24		10.00		24	
10.00	*18.2	24	16.9	10.50	18	*25.2	17.92	10.50	18	*24.5	17.38
13.50	*18	26	18.53	11.50	*17.8	26	18.57	12.00	*17.6	26	18.62
14.00	18	*26.4	18.83	12.00	*17.7	27	19.36	12.80	*17.5	27	19.41
15.00	*17.6	27	19.39	15.00	*17.2	30	21.77	15.00	17	*29.4	21.35
16.50	17	30	21.82	16.50	17	*31.5	22.96	15.50	*16.8	30	21.87
17.00	*16.6	32	23.43	17.00	*16.6	32	23.43	17.80	16	32	23.58
17.80	16	34	25.11	17.80	16	*32.9	24.26	19.00	*15.5	34	25.21
20.00	*15.2	36	26.81	20.50	*15.3	36	26.79	20.50	15	*35.2	26.24
20.50	15	*36.1	26.93	22.00	15	*36.3	27.09	21.50	*14.9	36	26.88
22.80	*14.8	37	27.67	25.00	14.7	*36.9	27.60	24.00	*14.9	37	27.65
23.50	14.7	*37.1	27.75	25.50		37		28.50	14.7	*37.5	28.06
27.00		38		37.00		38		32.50		38	

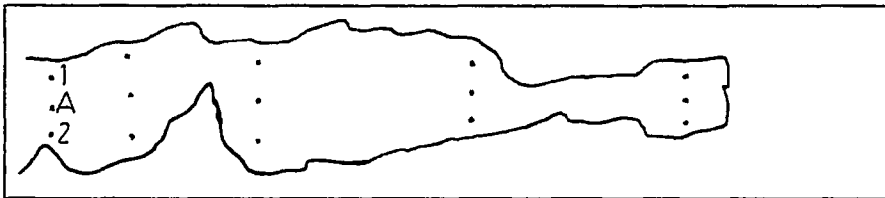


Tablo A.5 . 1-A-2 istasyonları Kasım 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
4.50		27	20.72	0.70		28		1.50	13		
5.00	13	*27.5	21.07	3.50		30		10.00	*13.7	28	20.98
5.50	*13.2	28	22.47	5.50	14	32	24.01	13.00	*13.9	30	22.49
7.80	14	30	23.85	7.80	15	34	25.32	13.50	14	32	24.01
9.50	*14.7	32	25.01	9.50	15.75	36	26.69	14.00	15	34	25.32
11.50	15	*33.6	25.30	11.50	16	*37	27.41	15.50	15.7	36	26.69
12.00	*15.1	34	26.75	13.00	15.7	*37.7	27.99	16.50	16	*36.9	27.33
14.50	*15.5	36	27.07	13.50	*15.7	38	28.23	17.80	*16	38	28.17
15.50	15.7	*36.5	28.23	30.00	15	*38.1	28.46	28.50	16	*38.1	28.24
18.00	*15.7	38	28.77	60.00	*14.8	38.5	28.71	30.50	15.7	*38.1	28.29
49.50	15	38.5		70.30	14.7			70.00	15	*38.4	28.70
70.00	14.7							80.00		38.5	

Tablo A.6 . 1-A-2 istasyonları Aralık 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
10.00	10.5	27	20.77	9.00	11	27	20.69	0.00		27	
12.00	11	*27.5	21.07	12.00	*11.7	28	21.34	9.50	11	*27.8	21.31
13.50	*11.4	28	21.40	13.50	12	*28.5	21.68	11.50	*11.3	28	21.41
15.50	12	*29.1	22.15	17.80	*12.8	30	22.69	15.50	12	*29	22.07
17.00	*12.5	30	22.75	18.50	13	*30.5	23.04	18.50	13	*29.9	22.58
18.50	13	*31.5	23.81	20.50	*13.5	32	24.10	19.00	*13.1	30	22.64
19.00	*13.2	32	24.16	22.00	14	*33.5	25.16	21.00	*13.7	32	24.06
20.50	14	34	25.54	22.50	*14.2	34	25.49	22.00	14	*32.5	24.39
29.00	*14.6	36	26.94	24.00	15	*35.3	26.47	24.80	*14.8	34	25.36
33.50	15	*36.9	27.55	24.80	*15	36	26.86	25.50	15	*34.8	25.94
38.50	*15	38	28.39	37.00	16	*37.6	27.89	26.50	*15.2	36	26.81
70.00	15.5			39.80	*16	38	28.17	30.50	16	*36.7	27.17
				45.50	16			37.50	*16	38	28.17
				50.50	15.5			40.50	16		
								70.30	15.5		

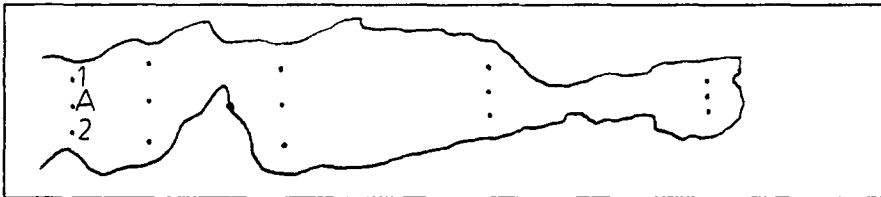


Tablo A.7 . 1-A-2 İstasyonları Ocak 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
2.00		27		18.50	9	28	21.77	20.50	9		
10.00	8	*27.5	21.53	23.50	10	30	23.19	21.50	*9.3	28	21.73
17.00	*8.4	28	21.86	30.50	*11.9	32	24.41	24.80	10	30	23.19
26.00	9	*29.1	22.63	31.00	12	34	25.94	30.50	12	32	24.40
30.50	10	*29.7	22.95	32.50	14	36	27.08	32.00	*12.7	34	25.80
32.50	*10.4	30	23.12	35.50	*14.4	38	28.53	34.00	*13.6	36	27.16
39.80	*11.8	32	24.43	40.00	15			34.80	14	*37.1	27.92
40.50	12	*32.3	24.63	50.50	15			35.50	*14.1	38	28.59
43.50	*12.8	34	25.78	91.00	14.7			38.50	15	*38.3	28.62
46.00	*13.6	36	27.16					40.50	*15	38.5	28.77
47.50	14	*36.2	27.23					50.50	15		
57.50		38						71.00	14.7		

Tablo A.8 . 1-A-2 İstasyonları Mart 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
14.50	8	30	23.49	10.50		30		10.00	30		
18.50	*9.8	32	24.78	13.50	8	*30.8	24.11	14.00	*31.1	8	24.34
19.00	10	*32.7	25.29	17.80	*9.5	32	24.82	17.00	32	*9	24.9
20.00	*10.6	34	26.19	19.00	10	*32.9	25.44	20.00	*32.9	10	25.44
22.00	12	*35.4	27.03	20.50	*10.6	34	26.19	23.50	34	*11	26.12
22.80	*12.4	36	27.40	24.00	12	*35.5	27.10	26.50	*35.5	12	27.10
26.00	14	*36.3	27.31	25.00	*12.4	36	27.40	27.50	36	*12.5	27.38
40.50	*14.6	38	28.48	29.00	14	*36.9	27.77	30.00	*36.6	14	27.54
50.50	15			33.50	*14.7	38	28.46	36.00	38	*14.6	28.48
				35.50	15			39.80		15	

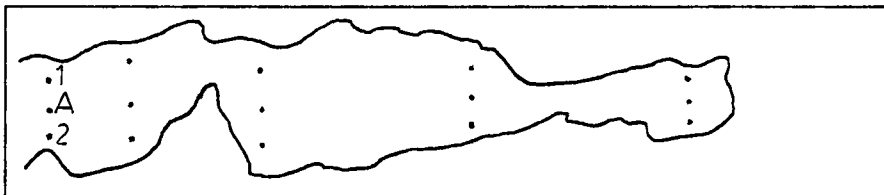


Tablo A.9 . 1-A-2 istasyonları Nisan 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
6.50		24		2.50	11			8.00		24	19.14
10.00	11	*25.2	19.29	10.00	*9.6	24	18.57	10.00	11	*25	21.54
13.50	9	*26.5	20.61	13.50	9	*25.6	19.90	15.00	9	*27.7	21.92
15.00	8	*27	21.14	15.00	8	*26.3	20.59	15.50	8	28	23.33
17.80	*8	28	21.92	18.50	*8	28	21.92	21.50	8	*29.8	23.46
20.00	8	*29	22.71	20.50	8	*29.1	22.79	22.00	*8.2	30	24.12
22.00	*8.6	30	23.40	22.00	*8.5	30	23.41	23.50	9	*31	24.79
23.50	9	*30.9	24.04	23.50	9	*31.5	24.51	24.80	*9.7	32	26.12
25.30	*10.2	32	24.71	24.00	*9.5	32	24.82	27.00	11	34	27.38
26.30	11	34	26.12	25.50	11	*33.2	25.49	28.50	*12.5	36	27.66
27.80	*12.3	36	27.43	26.50	*11.6	34	26.01	29.00	13	*36.5	28.72
28.50	13	*36.3	27.51	27.50	*12.1	36	27.46	30.50	*13.5	38	28.62
30.00	14	*37	27.85	29.00	13	*37.2	28.20	32.00	14	*38	28.93
32.00	*14.1	38	28.59	30.00	*13.2	38	28.78	55.50	*14.3	38.5	
39.80	14.5			32.50	14	*38.2	28.77	70.00	14.5		
				35.00	14.5	38.5	28.88				

Tablo A.10 . 1-A-2 istasyonları Mayıs 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
0.70		25		0.70		25		1.50		24	
3.50	17	*25.6	18.44	2.00	17	*25.2	18.05	5.50	17	*24	17.22
5.50	15	26	19.18	4.00	15	*25.7	18.95	8.00	15	*24	17.64
7.00	13	*26.4	19.87	4.30	13	26	19.56	9.00	*14	24	17.84
8.50	9	*26.8	20.84	5.50	9	*27.2	21.15	10.00	13	*24.5	18.40
12.80	*8.3	28	21.87	10.00	8	*27.8	21.76	12.80	*10.9	26	19.93
15.00	8	*28.5	22.31	12.00	*8	28	21.92	15.50	9	*27.4	21.30
20.00	8	30	23.49	12.80	8	*28.9	22.63	16.50	*8.6	28	21.83
23.50	9	*31.5	24.51	17.00	9	30	23.34	17.80	8	*28.5	22.31
28.50	*11.7	34	25.99	21.50	*11.6	34	26.01	21.50	*8.9	30	23.35
30.00	*12.4	36	27.40	27.50	*12.8	36	27.32	22.00	9	*30.6	23.80
31.00	13	*36.2	27.43	30.00	13	*37	28.05	24.80	*11	34	26.12
39.00	*13.2	38	28.78	39.80	*14	38	28.62	27.00	*12.6	36	27.36
50.50	14.5	*38.1	28.57	44.00	14.5	*38	28.50	27.50	13	*36.2	27.43
80.00		38.5		79.50		38.5		32.00	*13.9	38	28.64
								34.80	14.5	*38	28.50
								50.50		38.5	

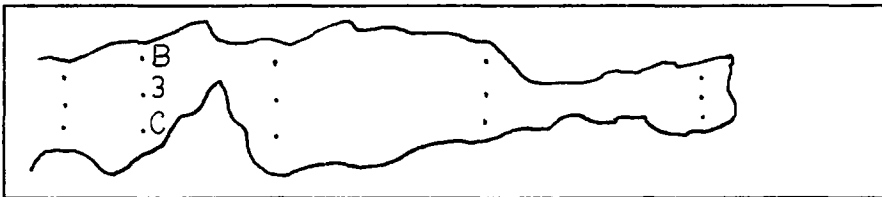


Tablo A.11 . B-3-C istasyonları Temmuz 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

B				3				C			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
2.00	22			2.00	22			2.00	22		
3.80	21			3.80	21			3.80	21		
5.50	20			4.80	*20.6	22	14.85	4.80	*20.6	22	14.85
7.50	*19.3	22	15.16	6.50	20	*22.6	15.46	6.50	20	*22.5	15.38
8.50	19	*22.6	15.69	8.50	19	*23.4	16.30	9.50	19	*23.5	16.38
10.50	*18.2	24	16.95	10.00	*18.4	24	17.30	11.00	18	24	17
11.00	18	*24.3	17.23	11.00	18	*25	17.77	13.00	16	*24.9	18.13
12.00	16	*24.8	18.05	12.00	*17.3	26	18.68	15.50	14	26	19.38
14.00	*15	26	19.18	13.50	*16.3	28	20.44	17.50	*13.5	30	22.56
16.00	14	*28	20.93	14.00	16	*28.3	20.74	18.50	*13.3	32	23.37
18.00	*13.5	30	22.56	17.00	14	30	22.47	19.80	13	*33.3	25.20
19.00	*13.2	32	24.16	18.00	*13.6	32	24.09	20.50	*13	36	27.28
20.00	13	36	27.28	19.00	*13.2	36	27.24	30.00	14	*37	27.85
27.00	14	*37.5	28.23	19.80	13	*36.1	27.35	39.50		38	
29.00		38		27.00	14	*37.7	28.38				
				28.00	*14	38	28.62				
				39.50	14.5	*38.1	28.57				
				49.00		38.3					

Tablo A.12 . B-3-C istasyonları Ağustos 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

B				3				C			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
5.50	21			6.50	21	22.7	15.28	6.00		22.7	
6.00	*20.3	22.7	15.46	7.00	*20.6	23	15.61	7.00	21	*22.7	15.28
7.00	20	23	15.77	8.00	20	*23.1	15.84	9.50	20	*22.9	15.69
10.00	*19	24	16.76	13.00	18	24	17	11.00	*18.8	23	16.05
13.50	18	*24.4	17.30	16.80	16	25	18.21	12.00	18	*23.2	16.39
16.80	16	*24.8	18.05	19.00	14	*25.5	18.99	15.00	*16.5	24	17.33
18.50	14	25	18.61	20.00	12.5	*25.7	19.41	16.00	16	*24.5	17.82
19.00	13.2	*25.3	18.98	21.00	*12.9	26	19.58	17.00	*15.4	25	18.33
20.00	*13.4	26	19.49	22.00	*13.3	28	21.05	19.50	14	26	19.38
22.00	*13.8	28	20.96	23.50	*13.9	30	22.12	21.50	*14.1	28	20.91
23.00	14	30	22.47	25.00	14.5	*34.2	25.58	22.50	*14.1	30	22.44
25.00	*14.1	37	27.82	26.00	*14.5	37	27.74	25.00	*14.3	37	27.78
29.00	14.5	*37.2	27.89	39.00	14.7	*37.6	28.14	29.00	14.5	*37.4	28.04
38.00	*14.6	37.8	28.33	41.00		37.8		32.00	*14.6	37.8	28.32
48.00	14.7	*37.9	28.37	62.00		38		39.00	14.7	*37.9	28.37
51.00		38						41.00		38	

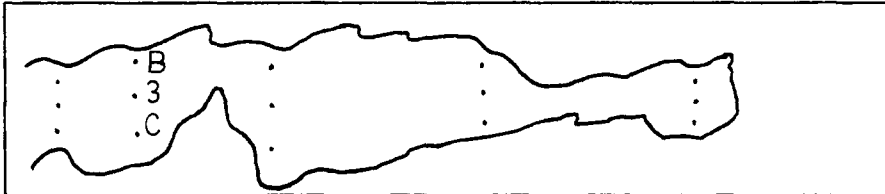


Tablo A.13 . B-3-C istasyonları Eylül 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

B				3				C			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
0.40	23			0.90	23			0.90	23		
10.50	*22.1	23	15.23	11.00	22	23	15.26	8.50	*22.3	23	15.17
12.50	22	*23.8	15.86	12.00	*21.6	24	16.12	13.00	22	*23.6	15.71
13.00	*21.5	24	16.14	14.00	21	*24.8	16.87	15.50	21	24	16.27
13.50	21	*24.3	16.49	14.50	20	*25	17.29	16.50	20	*24.6	16.98
14.50	20	*25	17.29	17.00	15	26	19.18	17.00	15	*25	18.41
16.00	*17	26	18.75	19.00	16	30	22.05	18.50	16	26	18.98
17.00	15	*27.3	20.17	21.50	*15.3	37	27.56	19.00	*15.9	30	22.07
18.00	16	*28.6	20.97	24.50	*14.6	38	28.48	21.50	*15.5	37	27.52
19.00	*15.8	30	22.09	25.00	14.5	*38	28.50	24.50	*15.1	38	28.37
22.50	*15.3	37	27.56	41.50		38.5		29.50	14.5	*38.1	28.57
25.00	*15	38	28.39					39.50		38.5	
29.00	14.5	*38.1	28.58								
39.00		38.5									

Tablo A.14 . B-3-C istasyonları Ekim 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

B				3				C			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
8.50		24		10.50		24		11.00	18		
11.00	18	*25.3	17.99	11.30	18	*25	17.77	12.00	*17.6	24	17.09
14.00	*17.5	27	19.41	12.00	*17.8	26	18.57	14.00	17	26	18.75
16.00	*17.1	30	21.79	13.50	*17.4	27	19.43	15.00	*16.6	27	19.60
17.00	17	34	24.87	15.00	17	*28.8	20.89	16.00	*16.3	30	21.98
18.00	16	*34.6	25.57	16.00	*16.6	30	21.91	17.00	16	*31	22.81
20.00	*15.5	36	26.75	17.00	*16.3	32	23.51	18.00	*15.9	32	23.60
21.50	*15.2	37	27.58	18.00	16	*33	24.34	19.00	*15.8	34	25.15
22.50	15	*37.2	27.78	19.00	*15.7	34	25.17	20.50	*15.7	36	26.70
25.50	*14.8	38	28.44	20.00	*15.5	36	26.75	23.50	*15.3	37	27.56
25.80	14.7			22.50	15	37	27.63	27.00	15	*37.2	27.78
				25.50	14.7	*37.1	27.75	31.00	14.7	*37.4	27.99
				39.50		38		39.50		38	

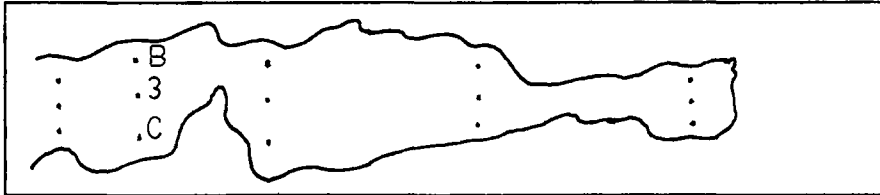


Tablo A.15 . B-3-C istasyonları Kasım 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

B				3				C			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
4.80	13.5			2.00	13.5			3.50		27	
7.50	14			4.00	14			6.00		28	
8.50	*14.3	30	22.40	5.00	*14.6	29	21.57	6.50	13.5	*28.5	21.40
11.00	15	32	23.79	5.50	15	30	22.26	7.00	*13.7	29	21.75
12.00	*15.2	34	25.28	6.50	*15.3	32	23.73	8.50	*14.5	30	22.36
14.00	*15.7	36	26.70	7.50	*15.6	34	25.18	9.50	15	*31	23.02
15.00	16	*36.5	27.02	9.00	16	*34.8	25.72	10.50	*15	32	23.79
16.00	*16.2	37	27.39	11.00	*16.1	36	26.61	12.00	*15	34	25.32
17.50	16.5	*37.5	27.71	14.00	*16.4	37	27.31	13.00	*15	36	26.86
19.00	16	38	28.17	15.00	16.5	*37.2	27.49	14.00	*15	37	27.63
60.00	15			19.00	*16.2	38	28.12	19.00	*15	38	28.39
				23.50	16			40.50	15		
				40.50	15			60.00	14.7		

Tablo A.16 . B-3-C istasyonları Aralık 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

B				3				C			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
11.00		27		11.00		27		9.50		27	
12.00	11	*27.4	21.00	11.50	11	*27.2	21.15	10.50	11	*27.2	20.84
13.50	*11.5	28	21.38	13.50	*11.5	28	21.38	13.50	*17.6	28	21.36
15.00	12	30	22.85	15.00	12	*28.8	21.91	15.50	12	*28.9	21.99
17.00	13	32	24.20	17.00	*12.6	30	22.73	18.00	*12.7	30	22.71
18.50	14	34	25.54	18.00	13	*31	23.43	19.00	13	*30.8	23.27
20.50	*14.1	36	27.05	19.00	*13.5	32	24.10	20.50	*13.7	32	24.07
29.00	15	*37.2	27.78	19.80	14	*32.6	24.47	21.00	14	*32.6	24.47
34.00		38		21.50	*14.6	34	25.41	22.00	*14.4	34	25.45
				22.50	15	*34.6	25.78	23.50	15	*34.8	25.93
				24.50	*15.3	36	26.79	25.50	*15.3	36	26.79
				29.00	16	*37.1	27.48	29.00	16	*36.5	27.02
				32.50	*16	38	28.17	38.50	16	*37.8	28.01
				33.80	16			39.50	*15.9	38	28.19
				51.00	15.5			57.00	15.5		

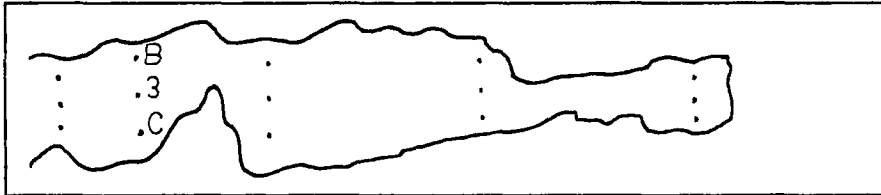


Tablo A.17 . B-3-C istasyonları Ocak 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

B				3				C			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
4.80		27		4.80		27		20.00	9		
11.80	9	*27.7	21.53	15.00	9	*27.8	21.61	21.50	* 9.3	28	21.73
14.50	* 9.5	28	21.70	17.00	*9.4	28	21.71	24.50	10	*28.1	21.70
17.00	10	*29.1	22.49	19.80	10	*29.2	22.56	25.00	*10.3	30	23.13
19.00	*10.4	30	23.12	21.50	*10.5	30	23.10	28.00	*11.9	32	24.41
26.80	*12.2	32	24.36	28.00	*12.4	32	24.32	30.00	13	34	25.74
29.00	*12.7	34	25.80	30.00	13	34	25.74	32.00	*13.6	36	27.16
30.00	13	*34.5	26.12	33.00	*13.7	36	27.14	33.00	14	*36.7	27.61
33.00	*13.5	36	27.18	34.00	14	*37.1	27.92	34.80	*14.6	38	28.48
35.80	14	*36.6	27.54	34.80	*14	38	28.62	35.80	15	*38	28.39
40.00	14.7	*37.6	28.14	50.00	14.7	*38.3	28.68	50.00	15	*38.3	28.62
41.50		38		58.00		38.5		57.50	*14.8	38.5	28.82
								62.50	14.7		

Tablo A.18 . B-3-C istasyonları Mart 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

B				3				C			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
4.80	7.5			0.90		29		2.80		29	
12.00	* 7.9	30	23.50	7.50	7.5	*29.7	23.31	8.50	7.5	*29.5	
13.00	8	*30.2	23.64	9.50	* 7.7	30	23.52	13.00	* 7.9	30	23.50
19.80	* 9.8	32	24.78	12.00	8	*30.5	23.88	14.00	8	*30.2	23.64
20.50	10	*32.5	25.13	19.80	* 9.6	32	24.81	20.50	10	32	24.75
22.50	*10.6	34	26.19	21.50	10	*33.5	25.91	23.50	*10.8	34	26.15
26.50	12	*35.4	27.02	22.00	*10.2	34	26.26	28.00	12	*35.3	26.95
28.00	*12.3	36	27.42	25.50	12	36	27.49	30.00	*12.6	36	27.36
35.80	14	*36.9	27.77	33.00	14	*36.5	27.46	34.80	14	*36.5	27.46
40.50	14.5	*37.5	28.12	41.00	14.5	*37.1	27.81	36.00	14.5	*36.6	27.43
44.50	*14.6	38	28.48	49.00	14.7	*37.6	28.14	42.50	14.9	*37.2	27.83
47.50	14.7			54.00		38		50.00		38	

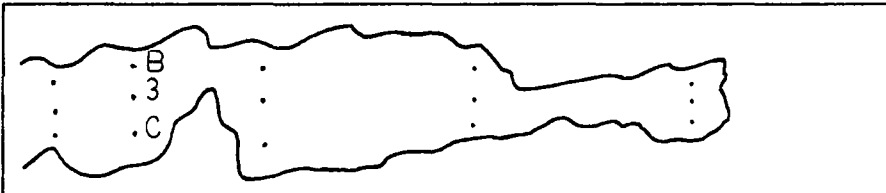


Tablo A.19 . B-3-C istasyonları Nisan 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

B				3				C			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
4.80	12			0.90	11			0.90	11		
6.50	*12	24	18.20	5.50	12	24	18.20	5.50	12		
9.00	12	*24.7	18.74	6.50	12	*24.2	18.35	7.50	*11.6	24	18.26
11.30	11	*25.5	19.52	9.50	11	*25	19.14	10.50	11	*25.3	19.37
13.00	* 9.9	26	20.09	13.00	* 9.6	26	20.13	12.00	* 9.8	26	20.10
14.50	9	*27.2	21.15	14.50	9	*26.7	20.76	13.00	9	*26.5	20.61
15.50	* 8.6	28	21.83	15.50	8	*27.2	21.29	16.00	8	28	21.92
17.00	8	*28.5	22.31	17.00	* 8	28	21.92	19.00	8	*29	22.71
20.00	8	*29.5	23.10	20.00	* 8	30	23.49	21.50	* 8.4	30	23.43
21.50	* 8.2	30	23.46	21.80	8	*30.5	23.88	24.50	9	32	24.90
25.00	* 8.8	32	24.93	23.50	* 8.7	32	24.94	25.50	*10.3	34	26.24
25.80	9	*33	25.68	24.50	9	*32.6	25.36	26.00	11	*34.5	26.51
26.50	* 9.1	34	26.44	26.50	*10.1	34	26.28	27.50	*11.7	36	27.54
27.30	11	*35	26.90	28.00	11	36	27.67	30.00	13	38	28.82
28.00	*11.5	36	27.58	30.00	13	38	28.82	30.50	14	38.5	29.00
29.00	*11.7	38	29.08	33.00	14	38.5	29.00	35.80	14.5		
30.00	13	*38.2	28.97	35.80	14.5			50.00	14.8		
31.50	*13.5	38.5	29.10	45.00	14.8						
33.00	14										
35.80	14.5										
50.00	14.8										

Tablo A.20 . B-3-C istasyonları Mayıs 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

B				3				C			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
2.50	17			1.90	17			1.90	15	26	19.18
4.80	15	26	19.18	2.80	15			2.80	13	*26.1	19.63
6.50	13	*26.7	20.10	3.80	13	26	19.56	9.50	9	*27.4	21.30
8.50	9	*27.5	21.38	8.50	9	*27.2	21.15	12.50	* 8.5	28	21.85
9.80	* 8.7	28	21.81	11.30	* 8.2	28	21.89	16.00	8	*28.9	22.63
14.00	8	*28.9	22.63	12.00	8	*28.1	21.99	19.80	* 8.6	30	23.40
16.50	8	*29.4	23.02	17.00	8	*29.3	22.94	22.50	9	*31.6	24.59
18.80	*10.3	30	23.13	19.80	* 8.5	30	23.41	26.50	*10.9	34	26.13
21.50	13	*32.3	24.43	22.50	9	*32.3	25.13	28.00	*11.6	36	27.56
23.50	*13.1	34	25.72	24.50	* 9.9	34	26.31	31.00	13	38	28.82
25.00	*13.3	36	27.22	28.00	*11.6	36	27.56	38.50	14.5	*38.2	28.65
33.00	*14	38	28.62	31.00	13	*37.2	28.20	51.80		38.5	
38.50	14.5	*38.1	28.58	33.00	*13.4	38	28.74				
52.50		38.5		38.50	14.5	*38.1	28.58				
				54.00		38.5					

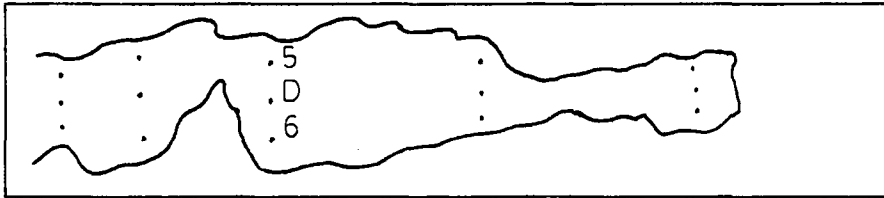


Tablo A.21 . 5-D-6 istasyonları Temmuz 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

5				D				6			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
4.80	21			4.80	21			3.80	21		
5.50	20	22	15.00	5.50	20			4.80	*20.4	22	14.90
7.50	*18.4	23	16.14	6.50	*19.2	22	15.19	5.50	20	*22.2	15.15
8.00	18	*23.2	16.39	8.00	18	*22.7	16.00	7.50	*18.6	23	16.09
9.50	16	24	17.44	8.50	*17.3	23	16.39	8.50	18	*23.3	16.46
10.80	14	*24.7	18.38	9.50	16	*23.3	16.90	9.50	16	*23.6	17.13
13.00	*13.4	26	19.49	11.30	*14.8	24	17.68	10.80	*14.5	24	17.73
16.00	*12.7	28	21.17	12.50	14	*24.9	18.53	11.30	14	*24.6	18.30
17.00	12.5	*29	21.97	14.00	12.5	26	19.65	12.50	*13.4	26	19.49
18.00	*12.8	30	22.54	15.00	*12.6	28	21.18	14.50	12.5	*26.9	20.35
22.00	14	38	28.62	16.00	*12.8	30	22.54	17.00	*12.9	28	21.13
26.30	*14.1	38.3	29.34	24.50	14	38	28.62	19.00	*13.3	30	22.60
38.50	14.5			52.50	14.5	*38.2	28.65	22.50	14	38	28.62
				57.50		38.3		33.50	*14.1	38.3	29.34
								58.30	14.5		

Tablo A.22 . 5-D-6 istasyonları Ağustos 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

5				D				6			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
5.00	21			5.00	21			5.00	20		
11.00	20			7.00	*20.6	24	16.37	9.50	18	24	17.00
12.00	18	24	17.00	10.00	20	*24.3	16.75	11.00	16	*24.5	17.82
14.00	16	*24.6	17.90	11.00	18	*24.5	17.38	12.50	14	25	18.61
15.00	*15.2	25	18.37	12.50	16	*24.7	17.97	14.00	*13.3	26	19.51
16.50	14	*25.7	19.14	14.00	14	*24.9	18.53	16.00	12.3	*28.6	21.70
17.00	*13.6	26	19.45	15.00	*13.4	25	18.72	17.00	*12.7	30	22.71
18.00	12.8	30	22.69	16.00	*12.9	26	19.58	20.00	14	37	27.85
20.00	14	37	27.85	17.00	12.4	*28	21.22	25.50	*14.1	37.5	28.20
22.50	*14.1	37.5	28.20	18.00	*12.8	30	22.69	35.00	14.2	38	28.57
33.50	14.5	*37.9	28.42	20.50	14	37	27.85	50.00	14.5		
36.00		38		21.50	*14	37.5	28.23				
				30.00	*14.2	38	28.57				
				38.50	14.5						

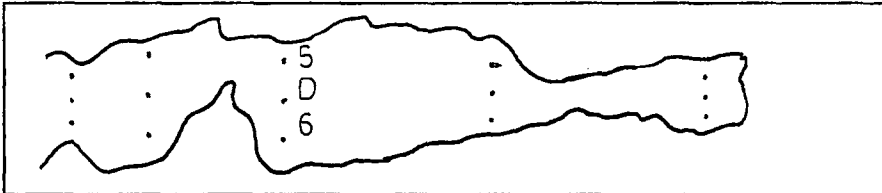


Tablo A.23 . 5-D-6 istasyonları Eylül 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

5				D				6			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
8.50		23		12.50	22	23	15.26	10.50		23	
10.50	22	*23.5	15.64	14.00	*21.1	24	16.24	13.00	22	*23.4	15.56
12.00	*21.2	24	16.69	16.00	20	*25	17.29	16.00	*20.5	24	16.40
14.50	20	*25.1	17.36	18.00	18	26	18.53	17.00	20	*25	17.29
16.50	*18.6	26	18.38	19.00	*16.6	28	20.37	18.00	*18.6	26	18.38
17.50	18	28	20.06	19.50	16	30	22.05	18.50	18	*27	19.30
18.50	16	30	22.05	24.00	14	36	27.08	19.00	*17.3	28	20.21
23.50	*14.4	36	26.99	35.80	*14.3	38	28.55	20.00	16	30	22.05
25.00	14	*36.8	27.69	40.00	16.5	*38	28.50	22.00	*14.6	36	26.94
27.00	*14	38	28.62	58.80		38.4		23.00	14	*36.2	27.23
40.00	14.5	*38.2	28.65					30.00	14.5	*37.6	28.19
48.50		38.4						32.00		38	
								67.50		38.4	

Tablo A.24 . 5-D-6 istasyonları Ekim 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

5				D				6			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
0.50	18			0.00		24		2.80		24	
10.50	*17.2	24	17.17	5.50	18	*24.9	17.69	10.50	18	*25.5	18.15
12.00	*17.1	26	18.73	12.00	*17.4	26	18.66	13.00	*17.5	26	18.64
12.80	*17	27	19.52	14.50	*17.1	27	19.49	14.00	*17.3	27	19.45
13.50	17	*27.9	20.20	16.00	17	30	21.82	15.00	*17.1	30	21.79
15.00	*16.4	30	21.95	18.00	*16.4	34	25.01	16.00	17	*30.6	22.27
16.00	16	32	23.58	19.50	16	*35.2	26.03	18.00	*16.3	32	23.50
17.00	*15.8	34	25.15	20.50	*15.6	36	26.72	19.00	16	34	25.11
19.80	*15.2	36	26.81	22.50	15	37	27.63	20.00	*15.6	36	26.72
21.00	15	*36.1	26.93	39.50	14.5	*37.9	28.42	22.00	15	*36.5	27.24
26.50	*14.6	37	27.71	40.50		38		23.50	*14.9	37	27.65
29.50	14.5	*37.1	27.81					40.50	*14.8	38	28.44
44.00		38						87.50	14.5		

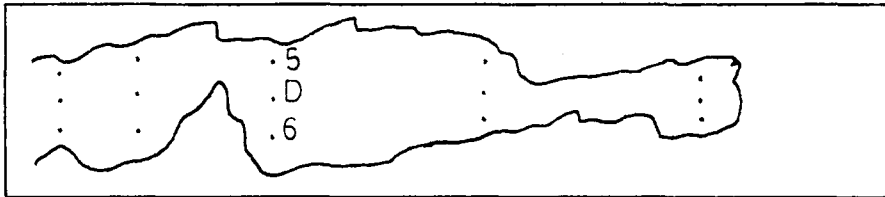


Tablo A.25 . 5-D-6 İstasyonları Kasım 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

5				D				6			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
3.50	13			0.00	13			0.00	13		
5.50	*13.8	28	20.96	7.50	14	28	20.93	9.00	*13.9	28	20.94
6.00	14	*29	21.70	8.50	15	*29.3	21.72	10.00	14	30	22.47
6.50	*14.3	30	22.40	9.00	*15.3	30	22.19	11.30	15	32	23.79
7.50	15	*31.3	23.25	9.50	15.7	32	22.86	14.00	15.7	36	26.69
8.00	*15.2	32	23.75	10.50	*15.7	36	26.70	19.00	*15.5	38	28.28
9.50	15.7	*35	25.93	20.50	*15.2	38	28.35	29.00	15		
10.00	*15.6	36	26.72	24.50	15			78.00	14.7		
14.00	15	*37.6	28.30	49.00	14.7						
15.00	*14.9	38	28.41								
47.50	14.7										

Tablo A.26 . 5-D-6 İstasyonları Aralık 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

5				D				6			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
0.94	10.5			4.80	11			3.80		28	
4.50	*10.7	28	21.51	6.50	*11.1	28	21.44	10.50	12	30	22.85
7.50	11	*28.7	22.00	15.00	12	*29.8	22.69	12.00	13	*31.2	23.58
12.50	*11.7	30	22.90	16.00	*12.5	30	22.75	13.00	*13.5	32	24.10
14.00	12	*31.2	23.77	17.00	13	32	24.20	14.00	14	*32.6	24.47
15.00	13	32	24.20	18.00	14	*33	24.78	16.00	*14.6	34	25.41
17.00	*13.6	34	25.62	19.00	15	34	25.32	17.00	15	*35	26.09
18.00	14	*35.3	26.54	19.80	*15.1	36	26.84	18.00	*15.2	36	26.81
18.50	*14.2	36	27.03	22.50	*15.6	38	28.26	21.50	16	*37.7	27.94
20.50	15	*36.6	27.32	24.50	16	*38	28.17	22.00	*16	38	28.17
25.00		38		26.50	16	*38	28.17	26.80	16	*38	28.17
				59.50		38.5		68.50	15.5	*38.4	28.59
								79.00		38.5	

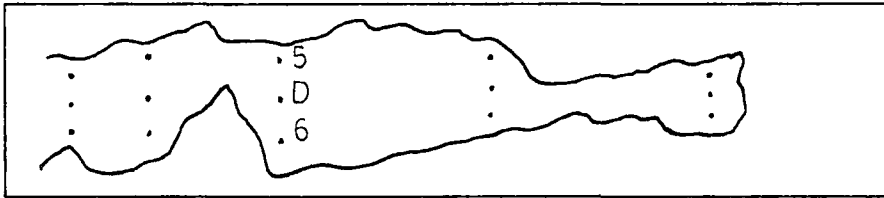


Tablo A.27 . 5-D-6 İstasyonları Ocak 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

5				D				6			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
3.30	9			8.50		28		8.50		28	
5.50	* 9.3	28	21.73	9.50	9	*28.3	22.00	14.00	10	30	23.19
11.30	10	*29.3	22.64	14.00	10	30	23.19	23.50	*11.6	32	24.47
14.50	*10.4	30	23.12	22.50	*11.6	32	24.47	25.50	12	*33.3	25.40
20.50	*11.3	32	24.52	24.50	12	*33.3	25.40	26.50	*12.3	34	25.88
25.00	12	34	25.94	25.50	*12.4	34	25.86	29.00	*13.2	36	27.24
28.00	*13	36	27.28	28.00	*13.5	36	27.18	31.00	14	*37	27.85
31.00	14	*37.5	28.23	29.00	14	*36.6	27.54	33.00	*14	38	28.62
32.00	*14.1	38	28.59	31.00	*14.4	38	28.53	34.80	*14.1	38.5	28.97
37.50	*14.8	38.5	28.82	33.00	*14.8	38.5	28.82	68.50	15		
39.00	15			34.00	15						

Tablo A.28 . 5-D-6 İstasyonları Mart 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

5				D				6			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
9.50		30		13.00		30		17.00	8	30	23.49
14.00	8	*31.6	24.73	15.00	8	*30.6	23.95	20.50	* 9.7	32	24.79
15.00	* 9	32	24.90	19.00	* 9.6	32	24.81	21.00	10	*32.3	24.98
16.00	10	34	26.30	19.80	10	*32.6	25.21	23.50	12	34	25.94
18.50	12	*35.6	27.18	21.50	*11.2	34	26.08	24.50	14	*35	26.31
19.00	*12.1	36	27.46	22.50	12	*35	26.72	25.50	*14	36	27.08
25.50	14	*37.3	28.08	23.50	*12.8	36	27.32	39.00	*14.4	38	28.53
29.00	*14.2	38	28.57	25.00	14	*36.1	27.15	58.00	15		
38.50	15			49.00	*14.7	38	28.46				
				58.00	15						

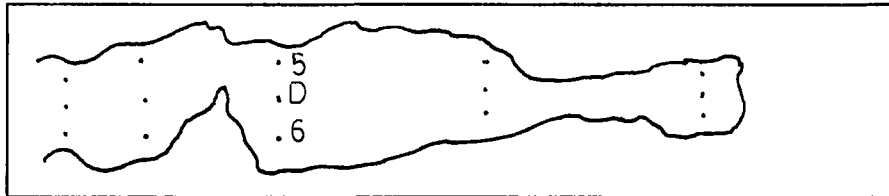


Tablo A.29 . 5-D-6 İstasyonları Nisan 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

5				D				6			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
2.80	13			3.80	13			0.90		24	
5.50	*11.7	24	18.24	5.50	*12.1	24	18.18	2.00	13	*24.2	18.17
7.00	11	*24.4	18.67	7.50	11	*24.5	18.75	9.50	11	*25.5	19.52
11.30	9	*25.8	20.06	13.00	9	26	20.22	13.00	9	26	20.22
12.00	* 8.7	26	20.26	15.00	8	*27.3	21.37	15.00	8	*27	21.14
14.00	8	28	21.92	16.00	* 8	28	21.92	17.00	* 8	28	21.92
21.50	8	*29.7	23.25	19.80	8	*29.4	23.02	19.80	8	*29.2	22.86
22.50	* 8.5	30	23.41	21.50	* 8.4	30	23.43	21.50	9	30	23.34
23.50	9	*30.5	23.73	24.00	9	*31.6	24.59	25.00	*10.2	32	24.71
26.50	*10.5	32	24.66	24.50	* 9.3	32	24.85	27.00	11	*33.3	25.57
27.30	11	34	26.12	27.00	11	34	26.12	28.00	*12	34	25.94
29.00	13	36	27.28	28.00	*11.8	36	27.52	29.00	13	36	27.28
34.00	14	*37	27.85	29.50	13	38	28.82	30.00	14	38	28.62
38.50	*14.3	38	28.55	33.80	14	*38.4	28.92	34.50	*14.1	38.5	28.97
43.00	14.6	*38.4	28.79	34.50	*14	38.5	29.00	58.00	14.6		
44.00		38.5		48.50	14.6			78.50	14.7		

Tablo A.30 . 5-D-6 İstasyonları Mayıs 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

5				D				6			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
2.50		25		4.80	17	25	17.99	2.00		25	
5.00	17	*25.5	18.14	6.00	15	*25.5	18.79	6.50	17	*25.7	18.52
7.00	15	26	19.18	7.00	13	26	19.56	8.00	13	*25.9	19.48
7.50	13	*26.2	19.71	11.00	9	*27.4	21.30	8.50	*12.2	26	19.71
12.00	9	*27.8	21.61	12.50	* 9	28	21.77	10.50	9	*27.6	21.46
12.50	* 9	28	21.77	19.00	9	30	23.34	11.00	* 9	28	21.77
17.00	* 9	30	23.34	22.50	*12.1	34	25.92	17.00	* 9	30	23.34
18.00	9	*30.7	23.38	23.50	13	36	27.28	18.00	9	*30.9	24.04
22.50	*12.2	34	25.90	34.00	14.5	*37.8	28.34	21.50	*11.5	34	26.03
23.50	13	36	27.28	34.80	*14.5	38	28.50	22.50	*12.2	36	27.44
30.50	*14.1	38	28.59	49.00	14.7	*38.2	28.60	23.50	13	*36.1	27.35
33.00	14.5	*38	28.50	58.30		38.4		33.00	14.5	*37.8	28.34
39.50	14.7	*38.2	28.60					34.30	*14.5	38	28.50
47.00		38.4						48.50	14.7	*38.2	28.60
								58.00		38.4	

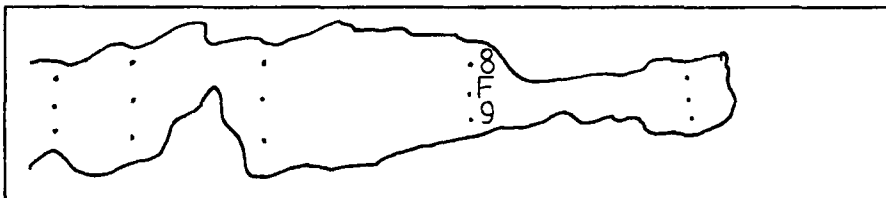


Tablo A.31 . 8-F-9 istasyonları Temmuz 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

8				F				9			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
10.00		24		9.00	19	24	16.76	10.00	19	24	16.76
13.00	15	26	19.18	11.50	15	*25.1	18.49	13.50	15	*25.5	18.79
14.50	14	*27.2	20.30	12.50	14	*25.5	18.99	14.50	14	26	19.38
15.50	*13.5	28	21.02	13.50	*13.6	26	19.45	16.50	*13.1	29	21.09
16.50	*13.1	30	22.64	16.50	*12.5	28	21.20	18.50	12.2	30	22.81
18.50	12.2	32	24.36	17.50	12.2	30	22.81	19.50	13	*33	24.97
20.50	13	36	27.28	18.50	*12.4	32	24.32	20.50	*13.1	36	27.26
25.00	*13.7	37	27.91	20.50	13	36	27.28	23.50	*13.5	37	27.95
26.50	14	37.5	28.23	22.50	*13.2	37	28.01	27.50	14	37.5	28.23
27.50		37.8		24.00	*13.3	37.5	28.37	41.00		37.8	
				27.00	*13.7	37.8	28.55				
				30.00	14						
				71.00	14.2						

Tablo A.32 . 8-F-9 istasyonları Ağustos 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

1				A				2			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
7.50	21			5.50		23.6		1.00		23.6	
8.00	*20.8	23.6	16.01	7.50	21	*23.7	16.04	2.70	22	*23.8	15.87
10.00	20	*23.8	16.38	10.00	20	*23.9	16.45	5.50	21	*24	16.27
11.00	*19.2	24	16.72	11.00	*19.3	24	16.69	6.50	*20.8	24	16.32
12.70	18	*24.5	17.38	12.80	18	*24.7	17.54	9.00	20	*24.5	16.91
13.50	16	*24.7	17.98	13.50	16	25	18.21	11.00	18	*25	17.77
14.50	14	25	18.61	14.50	14	*26	19.38	12.00	*16.8	25	18.03
15.50	*14	27	20.15	15.50	*14	27	20.15	12.70	16	*26	18.98
19.00	14	*29.3	21.93	18.00	*14	30	22.47	13.50	*15.1	27	19.92
20.00	*14	30	22.47	22.00	14	*35	26.31	14.50	14	*28	20.93
22.70	*14.2	37	27.80	23.50	*14.1	37	27.82	16.50	*14	30	22.47
23.50	*14.2	37.5	28.18	26.50	*14.2	37.5	28.18	22.00	*14	37	27.85
29.00	14.5	*37.6	28.19	27.50	*14.3	37.7	28.32	22.70	14	*37	27.85
39.00		37.7		30.00	14.5	*37.7	28.13	28.00	*14.3	37.5	28.09
49.00		37.9		57.50		37.9		30.00	14.5	37.5	28.12
								38.00		37.7	
								53.00		37.9	

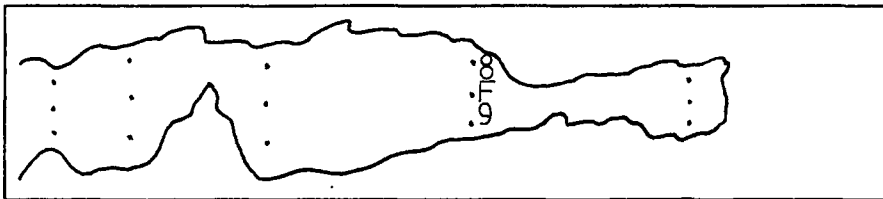


Tablo A.33 . 8-F-9 istasyonları Eylül 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

8				F				9			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
11.00		23		7.00		23		12.00		23	
12.00	22	*23.4	15.56	13.50		24		14.50		24	
13.60	*21	24	16.27	14.50	22	*24.6	16.47	15.50	22	*25	16.77
15.50	20	*25.3	17.51	15.50	20	*25.3	17.51	16.50	*20.6	26	17.89
16.40	*18.8	26	18.34	16.50	*18.6	26	18.24	17.00	20	*27.1	18.89
17.00	18	*27.1	19.37	17.00	18	28	20.06	17.40	*19.3	28	19.74
17.50	*17.5	28	20.17	18.00	15	30	22.26	18.20	18	30	21.59
18.50	*16.5	30	21.93	22.00	14	*34.3	25.77	20.00	15	*32	23.79
20.00	15	*32.3	24.02	24.50	*14	37	27.85	22.00	14	*34.2	25.69
22.00	14	*35.4	26.62	25.50	14	*37.1	27.93	24.50	*14	37	27.85
23.00	*14	37	27.85	36.50	*14.1	38	28.59	50.00	14.5	*37.8	28.35
29.00	14	*37.4	28.16	56.50	*14.3	38.5	28.93	56.50		38	
37.50		38		81.00	14.5			113.00		38.5	

Tablo A.34 . 8-F-9 istasyonları Ekim 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

8				F				9			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
10.00	18	24	17.00	10.00	18	24	17	9.00		24	
13.00	17	27	19.52	11.00	*17.5	26	18.64	10.00	18	*25	17.77
14.50	16	*30	22.05	12.00	17	27	19.52	11.00	17	26	18.76
15.50	15	32	23.79	13.00	16	*29	21.28	12.00	*16.5	27	19.63
17.50	*14.9	34	25.35	13.50	*15.7	30	22.11	13.00	16	*29	21.28
20.00	*14.8	36	26.86	14.50	15	*31	23.02	13.50	*15.8	30	22.09
23.00	*14.7	37	27.67	15.50	*14.9	32	23.81	15.50	15	32	23.79
28.00	14.5	*37.5	28.12	17.50	*14.7	34	25.39	17.00	*14.7	34	25.39
33.50		38		20.00	*14.6	36	26.94	18.00	14.5	*34.6	25.89
				21.00	14.5	*36.3	27.20	20.00		36	
				23.00		37		23.00		37	
				30.00		38		33.00		38	



Tablo A.35 . 8-F-9 istasyonları Kasım 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

8				F				9			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
8.00	13			8.00	13			9.00	13	28	21.11
9.00	14	28	20.93	9.00	*13.5	28	21.02	10.00	14	30	22.47
10.00	*14.5	30	22.36	10.00	14	*29	21.70	11.00	*14.5	32	23.90
11.00	15	*31	23.02	11.00	15	30	22.26	12.00	15.0	*33.3	24.79
12.00	*15.1	32	23.77	12.00	*15.1	32	23.77	12.50	*15.1	34	25.30
13.00	*15.1	34	25.30	13.50	*15.2	34	25.28	13.50	*15.2	36	26.81
13.50	*15.2	36	26.81	14.50	*15.2	36	26.81	14.50	*15.3	37	27.56
14.50	*15.3	37	27.56	15.50	*15.3	37	27.56	17.00	15.5	*37.2	27.67
18.00	15.5	*37.5	27.90	18.00	15.5	*37.1	27.60	29.00	*15.3	38	28.32
22.00	*15.4	38	28.30	39.00	*15.1	38	28.37	47.00	15		
47.00	15			47.00	15			76.50	14.7		
				85.50	14.7						

Tablo A.36 . 8-F-9 istasyonları Aralık 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

8				F				9			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
4.50		28		2.00		27		1.00		27	
8.00	11	*29.3	22.47	9.00	11	28	21.46	4.50		28	
10.00	12	30	22.85	11.00	12	30	22.85	5.50	11	*28.3	21.69
11.00	13	*30.6	23.12	12.00	13	32	24.20	9.00	12	*29.4	22.38
12.50	14	*31.4	23.55	13.50	14	34	25.54	11.00	*12.6	30	22.73
13.50	*14.3	32	23.94	14.50	*14.2	36	27.04	12.00	13	32	24.20
15.50	15	*33.1	24.63	17.50	15	*36.6	27.32	13.00	*13.4	34	25.66
17.00		34		23.50	16.5	*37.8	27.89	14.50	14	36	27.08
18.00		36		24.50		38		15.50	15	*36.2	27.01
23.50		38						23.50		38	

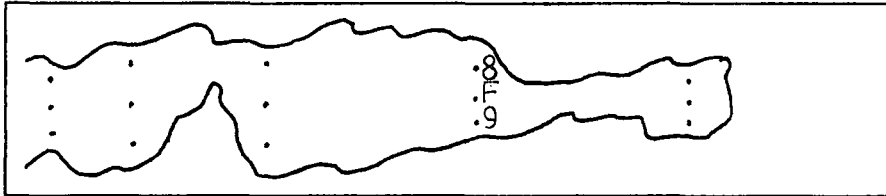


Tablo A.37 . 8-F-9 istasyonları Ocak 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

8				F				9			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
7.00	10			8.00		29		8.00		29	
9.00	*10.3	29	22.36	9.00	10	*29.2	22.56	9.00	10	*29.2	22.56
13.00	*10.9	30	23.04	12.80	*10.7	30	23.07	13.50	*10.7	30	23.07
19.00	*11.8	32	24.43	18.00	*11.6	32	24.47	19.00	*11.6	32	24.47
20.00	12	*32.4	24.70	20.00	12	*32.8	25.02	21.00	12	*32.9	25.09
23.50	*13.3	34	25.68	23.00	*12.7	34	25.80	23.50	*12.9	34	25.76
25.50	14	*35	26.31	26.50	*13.6	36	27.16	26.50	14	36	27.08
27.50	*14.2	36	27.04	28.00	14	*36.5	27.46	38.00	*14.5	38	28.50
36.50	15.2	*37.7	28.10	32.00		38		47.50	15	*38.2	28.54
38.00	*15.2	38	28.35	47.50		38.5		61.00	*14.9	38.5	28.79
46.50	15	*38.4	28.70					74.50	14.8		
47.50		38.5									

Tablo A.38 . 8-F-9 istasyonları Mart 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

8				F				9			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
4.50	8			4.50		30		4.50	8		
9.00	* 8.4	30	23.43	19.00	9	32	24.90	5.50	* 8	30	23.49
15.50	9	*31.5	24.51	21.00	10	*33	25.52	19.00	9	*31.7	24.66
17.50	* 9.8	32	24.78	23.00	*11.1	34	26.10	21.00	* 9.5	32	25.27
18.00	10	*32.4	25.06	24.50	12	*35.2	26.87	23.00	10	34	26.30
20.00	*10.8	34	26.15	25.50	*12.4	36	27.40	25.00	12	*35.6	27.18
23.00	12	*35.1	26.79	29.00	14	*36.5	27.46	25.50	*12.4	36	27.40
25.50	*12.7	36	27.34	41.00		38		27.50	14	*36.6	27.54
30.00	14	*36.5	27.46					32.00		38	
43.00		38									

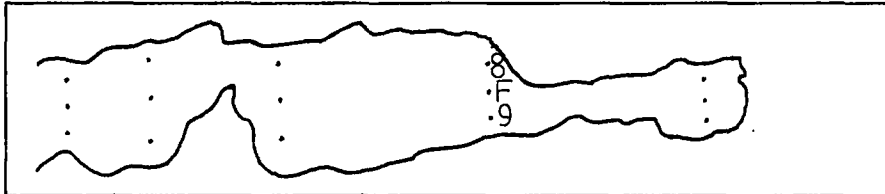


Tablo A.39 . 8-F-9 istasyonları Nisan 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

8				F				9			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
2.00	13			0.50	13			0.00	13		
8.00	*11.3	24	18.31	4.50	*12	24	18.20	7.50	11	24	18.36
9.00	11	*24.3	18.59	9.00	11	*24.9	19.06	12.00	9	*25.6	19.90
12.00	9	*25.4	19.74	12.50	9	*25.6	19.90	13.00	* 8.3	26	20.32
13.50	8	26	20.36	14.50	* 8.5	26	20.29	13.50	8	*26.2	20.51
16.50	* 8	28	21.92	16.50	8	*27.3	21.37	17.50	* 8	28	21.92
20.00	8	*29.1	22.79	17.50	* 8	28	21.92	21.00	8	*29.3	22.94
22.00	9	*29.7	23.10	21.00	8	*29.3	22.94	23.00	9	30	23.34
23.00	* 9.5	30	23.26	23.00	9	30	23.34	25.50	11	32	24.57
24.50	*10.4	32	24.68	24.50	11	32	24.57	27.50	*17.4	34	24.78
25.50	11	*33.3	25.57	25.50	*13.6	34	25.62	28.00	19	*34.4	24.68
26.50	*15	34	25.32	27.50	19	*35.6	25.59	30.00	*17	36	26.40
27.50	19	*35.3	25.37	28.00	*18.4	36	26.06	32.50	14	*36.9	27.77
28.00	*18.4	36	26.06	32.00	14	38	28.62	35.50	*14.1	38	28.59
32.00	14	*37	27.85	37.50	14.5	*38.3	28.73	47.50	14.5		
35.50	*14.3	38	28.55	40.00		38.5					
37.50	14.5	*38.2	28.65								
40.00		38.5									

Tablo A.40 . 8-F-9 istasyonları Mayıs 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

8				F				9			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
2.00	17			2.00	17			0.00	17		
3.00	15			3.50	15			4.50	15	26	19.18
4.50	*13	26	19.56	5.00	*13.3	26	19.51	9.00	9	28	21.77
7.50	9	*27.3	21.23	9.00	9	*27.3	21.23	11.00	8.5	*28.5	22.23
9.00	* 8.8	28	21.80	11.00	* 8.6	28	21.83	15.50	8.5	*29.7	23.17
11.00	8.5	*28.6	22.31	12.00	8.5	*28.4	22.16	16.50	9	30	23.34
15.50	8.5	30	23.41	12.80	8.5	*28.8	22.47	19.00	13	*32.8	24.81
16.50	9	*30.6	23.80	15.50	* 8.9	30	23.35	20.00	*13.2	34	25.70
22.00	13	34	25.74	16.50	9	*31	24.12	27.50	14.5	*36.5	27.35
23.50	*13.4	38	28.74	19.00	*11	34	26.12	32.00	*14.7	38	28.46
28.00	14.5			21.80	13	*35.5	26.89	33.50	14.7	*38	28.45
38.00	14.7			26.50	*14.2	38	28.57	47.50		38.5	
				27.50	14.5	*38	28.39				
				37.50	14.7	*38.2	28.60				
				56.50		38.5					

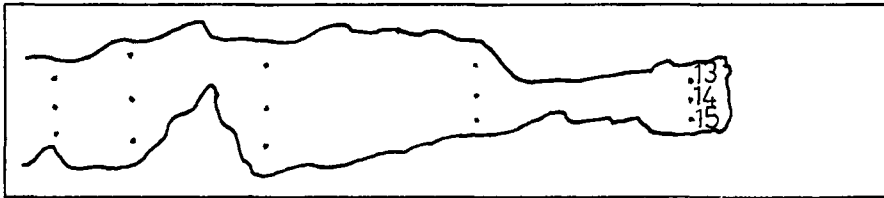


Tablo A.41 . 13-14-15 İstasyonları Temmuz 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

13				14				15			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
0.70	22	22	14.50	0.70		21.3		1.50	23	21.3	13.69
2.50	21	*22.8	15.36	2.00		22		2.00	22	*21.4	14.04
3.00	*20.9	23	15.54	2.50	23	*22.1	14.30	3.00	21	*21.6	14.44
7.80	20	24	16.53	3.50	22	*22.3	14.72	5.00	*20.6	22	14.85
9.00	18	*24.3	17.23	4.30	21	*22.5	15.13	7.80	20	*22.5	15.38
10.00		24.5		5.00	20	*22.6	15.46	10.00	18	23	16.24
				6.50	*18.5	23	16.12	12.80	*15.2	24	17.60
				7.00	18	*23.1	16.31	14.00	14	*24.8	18.46
				9.00	*16.4	24	17.35	15.60	*13.3	26	19.51
				12.00	14	26	19.38	17.80	12.4	*27.5	20.84
				14.50	12.4	30	22.77	18.50	*12.5	30	22.75
				19.00	*13.8	38	28.66	29.50	14	38	28.62
				19.50	14						

Tablo A.42 . 13-14-15 İstasyonları Ağustos 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

13				14				15			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
0.00	21.5			0.70	21.5			4.00		23.6	
5.50	*21.2	23.6	15.91	3.50	*21.3	23.6	15.88	6.00		24	
6.50	*21.2	24	16.22	5.00	*21.2	24	16.22	10.00	21.5	26	17.66
7.80	*21.1	25	17.00	8.50	21	25	17.03	12.80	21.0	*26.8	18.39
9.00	*21.1	26	17.76	11.50	*20.1	26	18.02	13.50	*20.6	27	18.65
11.00	21	*26.5	18.17	12.00	20	*26.2	18.20	14.50	20	*28.2	19.72
12.00	20	*26.7	18.58	13.50	*19.5	27	18.93	16.00	*19.2	30	21.29
13.00	*19.5	27	18.93	14.30	*19.2	30	21.29	16.50	19	*31.1	22.17
14.00	19			15.00	19	*31	22.10	17.80	18	*34.2	24.79
15.50	18			17.00	18	*34	24.64	19.00	17	37	27.17
				19.00	17	37	27.17	20.00	16	*37.3	27.63
				21.00	16	*37.3	27.63	20.50	*15.8	37.5	27.83
				22.00	*15.4	37.5	27.92	22.80	15		
				22.80	15			24.80	14		
				24.80	14			29.80	13		
				27.00	13						

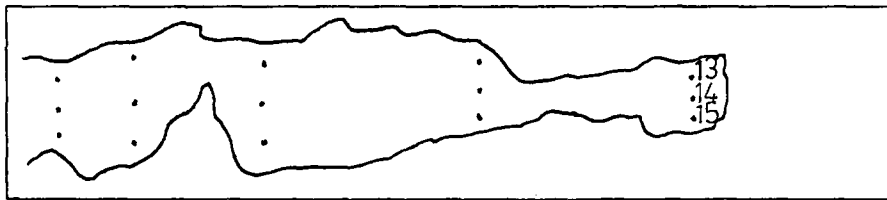


Tablo A.43 . 13-14-15 İstasyonları Eylül 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

13				14				15			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
10.00	23	23	14.98	10.00		23		13.50		23	
				17.50		24		15.50		24	
				19.00	22	*27	18.29	18.50	22	*27.3	18.51
				20.50	17	30	21.82	20.00	17	*28.9	20.97
				21.50	15	*32	23.79	21.00	*16	30	22.05
				23.50	*14.7	36	26.91	22.00	15	36	26.86
				24.80	*14.6	38	28.48	24.00	*14.6	38	28.48
				25.50	14.5			25.00	14.5		

Tablo A.44 . 13-14-15 İstasyonları Ekim 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

13				14				15			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
1.50		24		7.00		24		0.00	18.5	24	16.88
6.50		25		10.00	18.5	25	17.65	8.00	*18.1	25	17.74
10.00	18.5	*25.9	18.33	10.50	*18.3	26	18.46	8.50	*18.1	26	18.50
10.50	*18.4	26	18.43	12.00	18	27	19.30	10.00	*18	27	19.30
13.50	18			14.00	17	*29	21.05	10.50	*18	*27.7	19.83
				15.00	*16.3	30	21.98	11.50	18	*29.2	21.20
				15.50	16	*30.5	22.43	12.00	17	30	22.05
				17.00	*15.2	32	23.75	13.50	16	32	23.68
				17.50	15	*32.6	24.25	15.00	*15.5	*33	24.56
				18.50	*14.9	34	25.34	16.50	15	34	25.34
				19.80	14.7	*34.9	26.07	19.50	*14.9	36	26.91
				21.50		36			14.7		

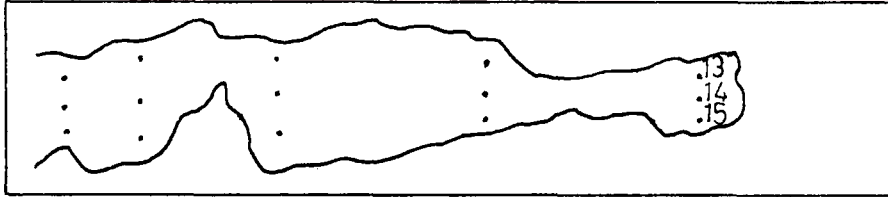


Tablo A.45 . 13-14-15 istasyonları Kasım 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

13				14				15			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
6.50		26		0.70		26		0.70	13		
7.00	13	*26.4	19.87	5.50	13	*27	20.34	8.00	14		
8.50	14	*27.6	20.61	10.00	14	28	20.93	8.50	*14.1	28	20.90
9.00	*14.5	28	20.82	10.50	*14.3	30	22.40	11.50	*14.7	30	22.32
9.50	15	*28.6	21.18	11.50	15	32	23.79	12.80	15	*31	23.02
10.50		30		15.00	*15	35	26.09	14.00	*15	32	23.79
12.80		32		18.00	*15	37	27.63	16.50	*15	35	26.09
15.50		35		20.00	15	*37.3	27.85	19.80	15	37	27.63
				23.50		38		27.50		38	

Tablo A.46 . 13-14-15 istasyonları Aralık 1984 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

13				14				15			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
2.80	12	30	22.85	2.80	12	28	21.30	2.80		30	
5.00	13	32	24.20	4.30	13	30	22.66	5.00		32	
6.50	*13.4	34	25.66	5.00	*13.6	32	24.09	6.00		34	
8.50	14	36	27.08	5.50	14	*32.6	24.47	8.50	14	36	27.08
10.00				6.50	*14.1	34	25.51	18.50	15	*37.5	18.01
				7.80	*14.2	36	27.03	22.00		38	
				14.00	*14.9	38	28.41				
				15.00	15						
				24.80	15.5						

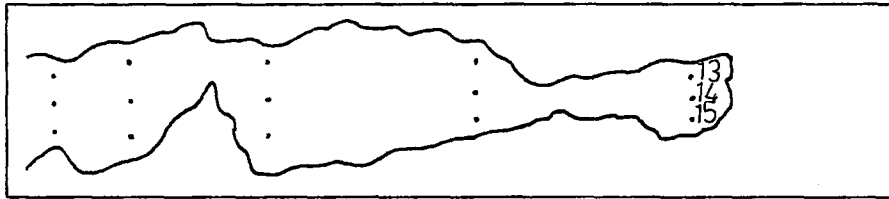


Tablo A.47 . 13-14-15 istasyonları Ocak 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

13				14				15			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
1.50	9			0.70		28		2.00	10		
3.50	10	28	21.63	2.00	10	*28.4	21.94	6.50	*10.3	30	23.13
8.50	*10.5	30	23.10	7.00	*10.7	30	23.07	15.00	*10.9	31	23.81
12.50	*10.9	31	23.83	9.00	11	*30.4	23.33	17.00	11	*31.5	24.18
14.00	11			12.00	*11.3	31	23.74	18.50	*11.2	32	24.54
				16.50	*11.7	32	24.45	22.00	*11.7	33	25.22
				19.00	12	*32.7	24.93	24.00	12	*34.1	26.01
				20.00		33		25.50	*12.4	35	26.63
								27.50	13	*36.7	27.81
								29.00		38	

Tablo A.48 . 13-14-15 istasyonları Mart 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

13				14				15			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
1.50		30		1.00	9			3.50	9		
9.50	8.5	*30.7	23.95	3.50	* 9.1	30	23.32	15.00	* 9.5	28	21.70
12.00		31		12.00	* 9.4	31	24.06	24.00	* 9.9	30	23.20
				18.50	* 9.7	32	24.79	24.80	10	31	23.97
				24.80	10	33	25.52	25.50	*10.3	32	24.69
				27.50	11			26.50	*10.7	33	25.39
								27.00	11	*34.5	26.51
								27.50	*11.2	36	27.63
								29.50	*12.4	37	28.17
								30.50	13		

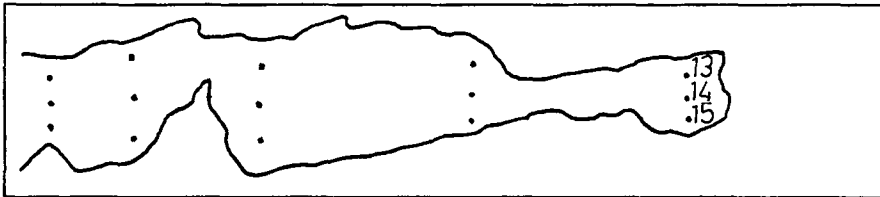


Tablo A.49 . 13-14-15 istasyonları Nisan 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

13				14				15			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
0.70	13			2.00	13	24	18.02	2.80	13		
5.00	*11.8	24	18.23	7.50	11	*25.5	19.52	4.00	*12.4	24	18.12
8.00	11	*25.2	18.94	9.00	*10.4	26	20.01	7.00	11	*25	19.14
10.00	*10	26	20.08	12.50	9	*27.4	21.31	10.00	*9.8	26	20.10
12.00	9	*27	21.00	14.00	*8.8	28	21.80	12.00	9	*27	21.00
14.00		28		19.00	8.1	30	23.47	13.80	*8.8	28	21.80
				22.00	9	32	24.90	19.00	*8.3	30	23.44
				24.00	11	*33.3	25.57	20.00	8.2	*30.6	23.92
				25.00	*12	34	25.94	22.00	*8.7	32	24.94
				26.00	13	*35	26.51	22.80	9	*32.9	25.60
				27.00		36		23.80	11	34	26.12
								24.80	*11.7	36	27.54
								26.50	13	38	28.82
								29.00	*13.7	38.9	29.37
								30.00	14		

Tablo A.50 . 13-14-15 istasyonları Mayıs 1985 sıcaklık, tuzluluk ve σ_t değerleri

13				14				15			
h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t	h(m)	T(°C)	S(o/oo)	σ_t
2.80		25		0.70		25		0.50		25	
3.50	15	*25.1	18.49	2.00	15	*25.2	18.56	1.50	15	*25.2	18.56
5.00	13	*25.5	19.17	3.50	13	*25.4	19.09	2.80	13	*25.4	19.09
7.00	*11.5	26	19.83	7.00	*11.2	26	19.88	6.00	*11.5	26	19.83
10.50	9	*27.2	21.15	11.50	9	*27.5	21.38	11.50	9	*27.6	21.46
12.80		28		12.80	*8.8	28	21.80	12.80	*8.7	28	21.81
				14.50	8.5	*28.8	22.47	14.00	8.5	*28.6	22.31
				17.00	9	30	23.34	17.00	9	30	23.34
				20.00	*11.2	34	26.08	20.00	*11.6	34	26.01
				22.50	13	36	27.28	21.50	13	*35	26.51
								22.80	*13.1	36	27.26
								29.50	*14	38	28.62
								33.50	14.5		



ÖZGEÇMİŞ

Emel İRTEM, 1957 yılında Eskişehir'de doğmuştur. İlk ve orta öğrenimlerini sırasıyla Eskişehir Dumlupınar ilkokulu ve Eskişehir Süleyman Çakır Kız lisesi'nde yapmış ve 1975 yılında aynı liseden mezun olmuştur. 1975 yılında Eskişehir D.M.M.A. İnşaat Bölümüne girmiş, Eskişehir Sanayi Odasından karşılıksız burs alarak 1979 yılında lisans öğrenimini tamamlamıştır. Aynı yıl Balıkesir D.M.M.A. İnşaat Bölümünde Uzman Mühendis olarak göreve başlamıştır. 1980 yılında İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimine başlamış ve Mart 1983'de Yüksek Mühendis ünvanı ile mezun olmuştur. Kasım 1984'de İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesine geçici görevle atanmıştır.

Evli ve bir kız çocuk annesidir.

T. C.

**Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi**