

55816

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LAGÜN - DENİZ ETKİLEŞİMİNİN
MATEMATİKSEL MODELİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. M.Mustafa Gündör

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15 Ocak 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 31 Ocak 1996

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Sedat Kapdaşlı

Diger Juri Üyeleri : Prof. Dr. Cevat Erkek

Prof. Dr. İlhan Avcı

OCAK 1996

ÖNSÖZ

Lagünler doğal hayatın en karmaşık ve o derece de hassas parçalarından birini oluşturmaktadır. Lagün bölgeleri sahip oldukları doğal güzelliklerin yanısıra canlı hayatı için de büyük öneme sahiptir.

Bu çalışmada lagünler ile ilgili genel bilgiler verilmiş, lagün-deniz etkileşiminin hidrodinamik özelliklerini incelenmiş ve denge karakteristikleri belirlenmiştir.

Ayrıca, lagün sistemi idealleştirilerek bir matematiksel model hazırlanmıştır.

Bana bu konuyu tez çalışması olarak veren, bilgi ve tecrübeleriyle çalışmalarımı yönlendiren ve her türlü desteği gösteren değerli Hocam Sayın Prof. Dr. M. Sedat KAPDAŞLI'ya ve Doç. Dr. Yalçın YÜKSEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda bilgisayar programı konusunda bana yardımcı olan İnş. Yük. Müh. Mehmet YEŞİLOĞLU'na, tezimi itina ile yazan Sevgi Öğün'e ve grafikleri çizen Semih Viç'e teşekkür ederim.

İstanbul, 1996

M.Mustafa GÜNGÖR

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
NOTASYON LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 Tanımı	1
1.2 Lagünlerin Sınıflandırılması	1
1.3 Lagün Ağızları	3
1.4 Lagün Konfigürasyonları	4
BÖLÜM 2 LAGÜNLERE ETKİ EDEN FAKTÖRLER	7
2.1 Morfolojik Etkenler	7
2.2 Gel-Git Etkisi ve Bataklıkların Oluşumu	8
2.3 Kanalların Dolması, Sedimentasyon Etkisi	9
2.4 Rüzgar, Dalga, Akıntı İlişkileri	11
2.5 Lagünlerde Kirlilik Etkisi	12
2.6 Buharlaşma Etkileri	13
BÖLÜM 3 LAGÜNLERİN HİDRODİNAMİK YAPISI	14
BÖLÜM 4 LAGÜN SİSTEMİNİN MATEMATİK MODELLENMESİ	18
4.1. Giriş	18
4.2. Matematiksel Model	20
4.3. Örnek Modelleme	27

BÖLÜM 5 DEĞERLENDİRME	117
5.1. Su Girişinin Azalması	117
5.2. Ağzın Kapanması	118
5.3. Matematiksel Modelin Sonuçları	119
BÖLÜM 6 SONUÇLAR	121
KAYNAKLAR	124
EKLER	125
ÖZGEÇMİŞ	143



NOTASYON LİSTESİ

- AK1 : Kanal 1 kesit alanı (m^2)
- AK2 : Kanal 2 kesit alanı (m^2)
- AL1 : Lagün 1 yüzey alanı (m^2)
- AL2 : Lagün 2 yüzey alanı (m^2)
- BK1 : Kanal 1'deki ortalama genişlik (m)
- BK2 : Kanal 2'deki ortalama genişlik (m)
- BL1(J) : Lagün 1'de J. kesitteki genişlik (m)
- BL2(J) : Lagün 2'de J. kesitteki genişlik (m)
- CK1(J,I) : Kanal 1'de J. kesit, I. adımdaki tuzluluk konsantrasyonu (mg/lt)
- CK2(J,I) : Kanal 2'de J. kesit, I. adımdaki tuzluluk konsantrasyonu (mg/lt)
- CKD : Denizdeki tuzluluk konsantrasyonu (mg/lt)
- CL1(J,I) : Lagün 1'de J. kesit, I. adımdaki tuzluluk konsantrasyonu (mg/lt)
- CL2(J,I) : Lagün 2'de J. kesit, I. adımdaki tuzluluk konsantrasyonu (mg/lt)
- CLAK : Akarsudan gelen suyun tuzluluk konsantrasyonu (mg/lt)
- DT : Zaman aralığı (gün)
- DXK1 : Kanal 1 uzunluğu (m)
- DXK2 : Kanal 2 uzunluğu (m)
- DXL1(J) : Lagün 1'de J. kesitteki hesap mesafesi (m)
- DXL2(J) : Lagün 2'de J. kesitteki hesap mesafesi (m)
- H1 : Lagün 1'deki su yüksekliği (m)
- H2 : Lagün 2'deki su yüksekliği (m)

- HK1 : Kanal 1'deki ortalama derinlik (m)
- HK2 : Kanal 2'deki ortalama derinlik (m)
- HL1(J,I) : Lagün 1'de J. kesit, I. adımdaki su seviyesi (m)
- HL2(J,I) : Lagün 2'de J. kesit, I. adımdaki su seviyesi (m)
- HO(I) : Kabarma nedeniyle denizde zamanla oluşan yükseklik (m)
- K1 : Kanal 1 kesit faktörü ($m^{2.5}/\text{gün}$)
- K2 : Kanal 2 kesit faktörü ($m^{2.5}/\text{gün}$)
- L1 : Lagün 1'deki kesit sayısı
- L2 : Lagün 2'deki kesit sayısı
- M : Kanalda kesit sayısı
- N : Adım sayısı
- N1 : Kanal 1 pürüzlülük katsayısı
- N2 : Kanal 2 pürüzlülük katsayısı
- Q1 : Kanal 1'deki akım debisi ($m^3/\text{gün}$)
- Q2 : Kanal 2'deki akım debisi ($m^3/\text{gün}$)
- QAK : Akarsudan gelen akım debisi ($m^3/\text{gün}$)
- R : Stabilite faktörü
- U1 : Kanal 1'deki akım hızı (m/gün)
- U2 : Kanal 2'deki akım hızı (m/gün)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Lagünün bölgelere ayrılması	2
Şekil 1.2 Büyük geçiş bölgесine sahip Wagonga Lagünü	2
Şekil 1.3 Devonshire Lagünü	3
Şekil 1.4 Illawarra Gölü	5
Şekil 1.5 Macquaire Gölü	5
Şekil 1.6 Tuggerah Gölü	5
Şekil 1.7 Dalyan lagün ve sulak alanı	6
Şekil 2.1 Morfolojik değişimlerin etkileri	8
Şekil 2.2 Sazlık lagün sahili	9
Şekil 2.3a Sazlık yapı ve bodur çalılıkların gelişmesi	10
Şekil 2.3b Ekolojik yapının bozulması ile sazlık bölgede oluşan erozyon	10
Şekil 2.4 Lagün kesitinin zamanla değişimi	10
Şekil 2.5 Gippland Gölleri	11
Şekil 3.1 Küçükçekmece lagününde aylık ortalama tatlı su giriş debileri	16
Şekil 3.2 Tuzluluk değişimi	17
Şekil 4.1 Lagün sistemi	18
Şekil 4.2 Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesindeki değişim	19
Şekil 4.3 Tuzluluk değişimi	19
Şekil 4.4 Sonlu elemanlı matematiksel model ağı (Venedik Lagünü)	20
Şekil 4.5 Sonlu farklar matematiksel model ağı (Venedik Lagünü)	21

Şekil 4.6 İdealleştirilmiş lagün sistemi	21
Şekil 4.7 Sonlu fark operatörleri	25
Şekil 4.8 (4.10) ve (4.14) ifadeleri için sonlu fark operatörü	27
Şekil 4.9 Ayrık ağ sistemi Abbott-lonescu şeması	27
Şekil 4.10 Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma	29
Şekil 4.11 Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri	33
Şekil 4.12 Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	34
Şekil 4.13 Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	35
Şekil 4.14 Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	36
Şekil 4.15 Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	37
Şekil 4.16 Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	38
Şekil 4.17 Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	39
Şekil 4.18 Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma	40
Şekil 4.19 Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri	44
Şekil 4.20 Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	45
Şekil 4.21 Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	46
Şekil 4.22 Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	47
Şekil 4.23 Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	48
Şekil 4.24 Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	49
Şekil 4.25 Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	50
Şekil 4.26 Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma	51
Şekil 4.27 Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri	55
Şekil 4.28 Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	56

Şekil 4.29 Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	57
Şekil 4.30 Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	58
Şekil 4.31 Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	59
Şekil 4.32 Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	60
Şekil 4.33 Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	61
Şekil 4.34 Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma	62
Şekil 4.35 Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri	66
Şekil 4.36 Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	67
Şekil 4.37 Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	68
Şekil 4.38 Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3. kesitte)	69
Şekil 4.39 Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3. kesitte)	70
Şekil 4.40 Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	71
Şekil 4.41 Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	72
Şekil 4.42 Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma	73
Şekil 4.43 Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri	77
Şekil 4.44 Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	78
Şekil 4.45 Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	79
Şekil 4.46 Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3. kesitte)	80
Şekil 4.47 Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3. kesitte)	81
Şekil 4.48 Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	82
Şekil 4.49 Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	83
Şekil 4.50 Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma	84
Şekil 4.51 Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri	88

Şekil 4.52 Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	89
Şekil 4.53 Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	90
Şekil 4.54 Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3. kesitte)	91
Şekil 4.55 Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3. kesitte)	92
Şekil 4.56 Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	93
Şekil 4.57 Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	94
Şekil 4.58 Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma	95
Şekil 4.59 Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri	99
Şekil 4.60 Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	100
Şekil 4.61 Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	101
Şekil 4.62 Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	102
Şekil 4.63 Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	103
Şekil 4.64 Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	104
Şekil 4.65 Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	105
Şekil 4.66 Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma	106
Şekil 4.67 Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri	110
Şekil 4.68 Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	111
Şekil 4.69 Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)	112
Şekil 4.70 Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	113
Şekil 4.71 Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3. kesitte)	114
Şekil 4.72 Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	115
Şekil 4.73 Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)	116

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Lagünde tropiklik belirlenmesi	13
Tablo 4.1a (1). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	31
Tablo 4.1b (1). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	32
Tablo 4.2a (2). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	42
Tablo 4.2b (2). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	43
Tablo 4.3a (3). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	53
Tablo 4.3b (3). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	54
Tablo 4.4a (4). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	64
Tablo 4.4b (4). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	65
Tablo 4.5a (5). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	75
Tablo 4.5b (5). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	76
Tablo 4.6a (6). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	86
Tablo 4.6b (6). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	87
Tablo 4.7a (7). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	97
Tablo 4.7b (7). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	98
Tablo 4.8a (8). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	108
Tablo 4.8b (8). Giriş bilgileri sonucu hesaplanan değerler	109

ÖZET

Lagünler genelde deniz gibi daha büyük su kütlelerine bağlılığıla sig göllerdir. Lagünler çevreyle ve karışık sekillerde bağlılığı deniz ile doğal denge çerçevesinde etkileşim halindedir.

Bir lagünün en önemli karakteristik özelliği açık deniz ile olan bağlantısıdır. Bu bağlantı uzun bir kanal, bir bataklık, rüzgarla oluşmuş kum tepeciği formasyonu, bir akarsu veya sadece bir dar ağız şeklinde olabilir. Bu bağlantı şekli lagünün doğal formasyonuna, sahil şeridinin morfolojik ve ekolojik durumuna etki eder. Bağlantı bölgesinde akıntı mevsimsel olarak tatlı su kaynaklarının azalıp çoğalmasına ve denizdeki dalga koşullarına bağlı olmak kaydıyla her iki yönde de olabilmektedir. Lagündeki tuzluluk konsantrasyonunun değişimi de akım yönüne bağlı olarak değişmektedir. Bu açıdan lagün suları deniz su kalitesinin veya tam tersinin etkisi altındadır.

İdealleştirilmiş bir lagün sistemi ele alınıp bilgisayar programı yardımıyla lagün-deniz etkileşiminin matematiksel modeli yapılmıştır. Başlangıç koşulları ve sınır değerleri ile birlikte lagün ve kanalların boyutsal büyüklükleri verilmiştir. Bu değerler yardımıyla kanallarda oluşan debiler, hızlar, lagünlerdeki su seviyesi değişimleri ile kanal ve lagünlerdeki tuzluluk konsantrasyonu değişimleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar değişik zaman aralıklarında denizden kabarma dolayısıyla lagün içerişine doğru su girişi ve lagünü besleyen akarsulardan akım girişi olması koşulları için ayrı ayrı yapılmıştır.

MATHEMATICAL MODEL OF THE LAGOON and THE SEA RELATIONS

SUMMARY

A lagoon is a shallow lake connected with a larger body of water comprised mostly of the sea. Lagoons interact their environment and with the sea with which they are connected in a very complex manner within a naturally balanced framework.

The main characteristic of a lagoon is its connection with the open sea which may be a long channel, a wetland, a dune formation, a river, or just a narrow mouth. This type of connections have critical effects on the natural formation of the lagoon and on the morphological and ecological structure of the seacoast in the neighborhood of the connection mouth.

The hydraulics of the channels have very complex manner, because it has been under effects of the lagoon water level which depends on the hydrological condition of the lagoon basin and under effects of the wave condition around. The mean parameter affecting to the channel flow is the hydraulics slope because of the difference between lagoon water level and mean water level of the sea. The other parameter affecting to the channel flow has been inlet bottom topography. If the inlet is too narrow there's always the problem of water circulation in normal weather conditions. Sometimes seawater reaches to inlet but can not pass through the inlet channels acting as a settling basin. And all the suspended sediments coming from the sea by the water settle down to the channel bottom.

The connection area currents may flow in different directions. In wet seasons, when the freshwater sources of the lagoon, such as rivers, have more water, predominant currents flow from the lagoon towards the sea. In the other seasons, however, also depending on wave conditions in the sea, the current flows in the opposite direction from the sea into the lagoon. Therefore lagoon waters are significantly influenced by the water quality of the sea and vice versa.

Lagoons are investigated in three parts;

1. Region having fresh water that's near the river part,
2. Tidal zone having salty water near the lagoon mouth,
3. Region where the mixture of salty and fresh water occurs.

Lagoons may be completely close to the sea and have fresh water. But in this case, the salinity may increase with the seepage of the sea from the barrier into the lagoon. The formation of the coastal lagoons are related with the mouth of the lagoon or the configuration of the dune that separates the lagoon and the sea. Some lagoons have a wide dune formation (Figure 1).

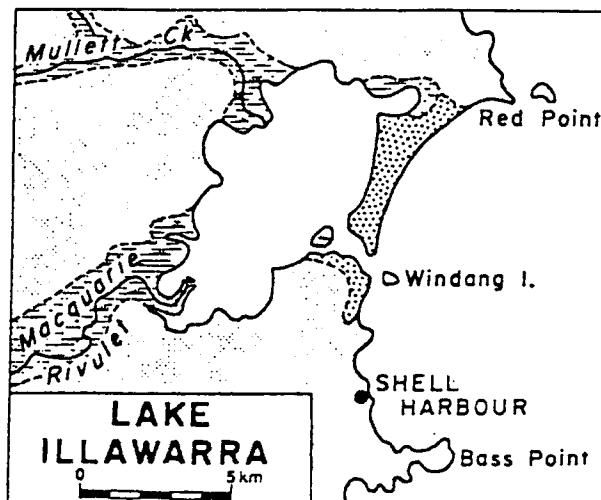


Figure 1. Illawarra Lagoon (Bird 1984)

Morphological developments can be observed at the coasts of the lagoons caused by the erosion. As a result of erosion, salt marshes and shallow areas are ceased to exist and channels are filled up. The main causes are identified in engineering structures like jetties and maintenance dredging.

The changes in the lagoon morphology also affects human activities. It results in the difficulty of navigation on the natural channels and an heavier wave attack against the defence of villages and agricultural land (Figure 2).

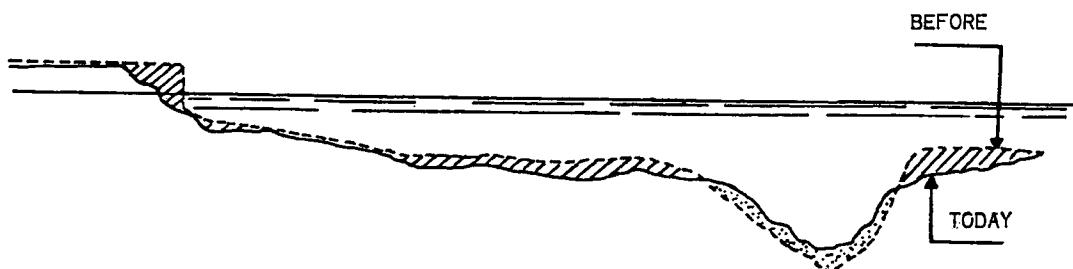


Figure 2. Change in the cross-section of the lagoon by the time

The relation between sedimentation and wave-current is important. In the channels the velocity, in the shallow regions wave motion is effective on the lagoon bottom. And there's a direct proportionality between mean water depth and the mean sediment concentration. Changes in the lagoon is the result of in and out sedimentation.

There are various forcings and boundary conditions that control episodic salt intrusion, stratification, mixing and advection of fresh and salt water in the estuary. Generally in the shallow mouth region where the tide and wind causes mixing,

incoming of fresh water causes strong stratification. The hydrodynamic motions and salinity regime is more clear in some meteorological and seasonal time periods.

The most important reasons causing circulation and salinity structure in the lagoon-type estuaries can be considered as;

- . low frequency motion and salt intrusion from the coastal sea,
- . wind forcing over a wide range of frequencies (daily or seasonal),
- . episodic storms,
- . freshwater runoff and groundwater seepage,
- . strong topographic effects,
- . evaporation and
- . human impacts in the form of controlled stormwater releases to the estuary.

The overcomning of freshwater has a bad effect on the growth of some seaplants because of sudden and severe salinity changes.

From the point of view of salinity, stratification changes in some regions of the lagoon. It's more effective near the river and the sea rather than the inner parts. In our country especially in summer season, freshwater coming into the lagoon decrease upto the minimum level. And in this period also with the effect of evaporation salinity escalates to the maximum level by means of sea flowing into the lagoon. The optimal salinity regime of lagoon in the mouth is of importance for the living species in this region. This rapid salinity level changes may cause severe living conditions for some species.

In order to investigate the hydrodynamic sturcture of the lagoons, it's possible to make a mathematical model. Models according to their scales can be separated into two such as large scaled and small scaled models.

In a lagoon system that's connected to the sea with a channel, there should be a discharge from sea into the lagoon because of the stormy weather conditions and from the lagoon towards the sea when it's returned back to mean water level because of river's discharge into the lagoon. Within this case there will be a problem of discharge in two directions. There will be differentiations in the salinity concenterations and water levels in the lagoons and in the channels that connect lagoons to eachother.

An idealized lagoon system is investigated and the mathematical model of the sea and the lagoon relations is considered. In this model it's assumed that the discharge into the lagoon is the lineer function of water level of the sea and the lagoon, the lagoon area is stable and the salinity mixture is uniform.

A computer programming has been done in order to compute the parameters changing with the new conditions. In the calculations for the water level changes in the lagoon, formulas;

$$h_1^{n+1} = h_1^n + \frac{Q_1^n - Q_2^n}{A_1} \Delta t \quad (1)$$

and

$$h_2^{n+1} = h_2^n + \frac{Q_2^n - Q_a}{A_2} \Delta t \quad (2)$$

are used.

For the differentiation of the salinity concentration in the channels, formula

$$C_j^{n+1} = \frac{1}{1+r} C_j^n + \frac{r}{1+r} C_{j-1}^{n+1} \quad (3)$$

whereas stability factor r should be $\leq 1/2$ is used.

For the differentiation of the salinity concentration in the lagoon, formula

$$\frac{dc}{dt} = \frac{Q}{V} (C_i - C) \quad (4)$$

is used.

Interpretations on the results of the mathematical model:

Because of the increase in the sea level, the discharges in the channels and the concentrations in the lagoons are observed.

The discharges in the channels, with the increase of the time period, advances into the lagoon more. After sometimes the direction of the discharge has turned back to the seaward. After a while it has become neutralized and in the small time period little, in the big time periods wider oscillations takes place.

With the advance of sea and the discharge of river into the lagoon at the same time, water coming into the lagoon from the sea facing with the discharge of the river changes its direction back to the sea having the discharge of river by the time.

Concentrations in the lagoons with the salinity coming from the sea increases somewhat and by the last of the current coming from the sea decrease to a value and oscillate around.

Concentrations in the lagoons decrease down till having the same ratio with that of the coming discharge caused by the river.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

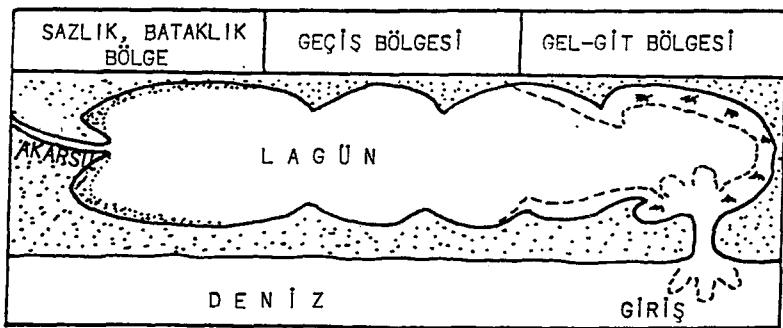
1.1. TANIMI

Lagünler rölatif olarak sıçra suya sahip, çökelme nedeniyle oluşan bariyerler nedeniyle de denizden kısmen veya tamamen tescit olabilen yüzeysel su alanlarıdır. Bunlar genellikle kıyıların arkasında alçak topografik yapıya sahip bölgelerde oluşurlar. Kayalık veya dik yamaçlı kıyılar ile sediment hareketi sonucu yığılmalının fazla olduğu kıyılarda görülmeyebilirler (Bird 1984).

Denizler, içsular kıyı gölleri olarak lagünler ve sulak alanların doğal sistemleri çok değişik ve genellikle birbirleriyle etkileşim içinde olan değişik faktörlerin etkisi altında oluşmakta, bu nedenle doğal hayatın en karmaşık ve o derece de hassas parçalarından birini oluşturmaktadırlar.

1.2. LAGÜNLERİN SINIFLANDIRILMASI

Lagünlerde dikkate alınması gereken en önemli hususlar girişlerinin ve denizden ayıran bariyerlerin nasıloluştuğu ve nasıl bir yapıya sahip olduklarının araştırılmasıdır. Genelde denizden olan giriş ağızı genişliklerinin, bariyer uzunluğunun beşte birinden küçük olduğu gözlenmiştir (Bird 1984). Ancak denizle bağlantısı olan giriş ağızının genişliği belirtilenden daha geniş olur ise bu tür lagünlere "açık lagün" adı verilir. Kıyı lagünleri çok geniş bir yelpazede farklı jeomorfolojik ve ekolojik özellikler gösterirler (Şekil 1.1).

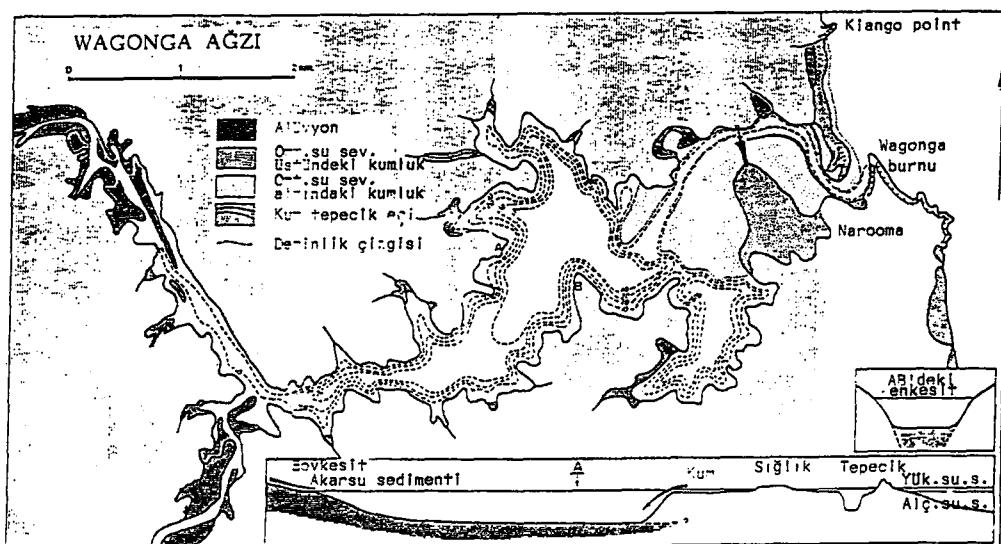


Şekil 1.1. Lagünün bölgelere ayrılması

Genellikle lagünler üç bölgede incelenmektedir:

1. Akarsuların ağzlarına yakın tatlı su bölgesi,
2. Lagün ağzına yakın tuzlu su gel-git bölgesi,
3. Tuzlu su geçiş bölgesi.

Bu bölgelerin büyülüğu bir sistemden diğerine değişmektedir. Örneğin Şekil 1.2'de oldukça büyük geçiş bölgесine sahip bir lagün görülmektedir. Bu lagünün çok geniş bir tuzlu su gel-git etkilenme bölgesi mevcuttur. Belirtilen bölgelerin büyülüğu çoğunlukla lagünlere giren tatlı su miktarına, kurak bölgelerde daha tuzlu bir yapıya sahip olmalarına ve denize açılan ağzların boyut ve yapısına bağlıdır.



Şekil 1.2. Büyük geçiş bölgесine sahip Wagonga Lagünü (Bird 1984)

Lagünler, tamamıyla denize kapalı da olabilirler. Bu durumda tatlı su ihtiva edebilirler. Ancak denizden ayıran bariyerden tuzlu suyun sızmasıyla tuzluluk miktarı artabilir (Bird 1984). Buna örnek olarak Şekil 1.3'de İngiltere Devonshire bölgesindeki bir lagün gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Devonshire Lagünü (İngiltere) (Bird 1984)

1.3. LAGÜN AĞIZLARI

Lagün ağızlarının yapısı kıyıya dik ve kıyı boyu akımlarının kum veya daha kaba malzemeleri hareket ettirmesi ile şekillenmektedir. Ağız bölgesinde birçok sebep dolayısıyla akıntılar meydana gelmektedir. Örneğin,

- Gel-git etkisiyle lagüne giren ve çıkan akıntılar,
- Taşın nedeniyle lagün ağzından aşağı doğru bir akıntıya neden olan akarsulardan gelen akım,
- Rüzgar etkisiyle oluşan akıntılar,
- Dalga etkisiyle denizin ortalama su seviyesinin artışı sonucu oluşan akımlar.

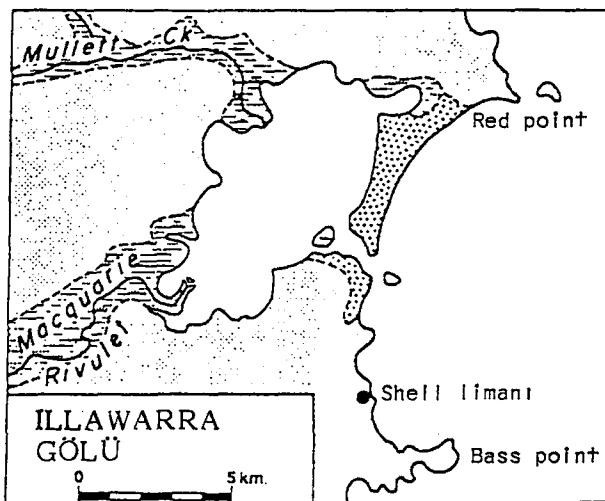
Rüzgar etkisi ile oluşan akıntılar denizin lagüne girmesine neden olacak şekilde rüzgarın açıktan kıyıya doğru esmesi ile ve lagünden aşağı bir akımın olmasına neden olan karadan aşağı doğru rüzgarın esmesiyle meydana gelirler. Kuvvetli akıntılar lagün ağızlarının boyutlarında son derece etkin olmaktadır. Konsolide olmamış giriş kesitinin enkesit alanı geçen akımın debisine bağlıdır. Çıkan akım zayıf ise ağız, yakın kıyıdıraki dalga etkisindeki akıntıların neden olduğu kıyiboyu katı madde hareketinden etkilenebilmektedir.

Özellikle nehir ağızlarının yakınlarında bulunan lagünlerde nehirin katımadde rejimine de bağlı olarak lagün boyutlarında ve ağızlarında yıllık dönemlerde önemli değişiklikler meydana gelebilmektedir.

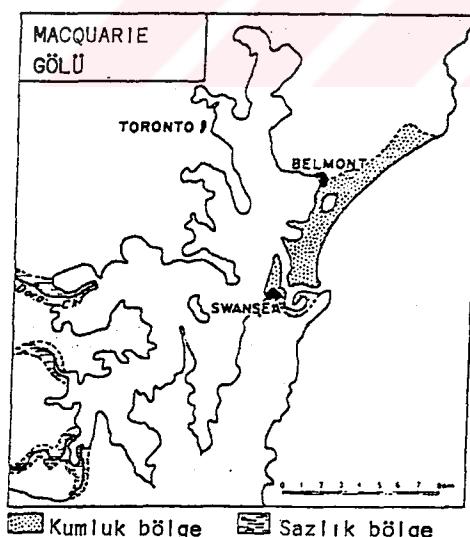
Dünyadaki bir çok lagün gölünün bir diğer özelliği ise bunların denize bağlandıkları kanal ağızlarının zaman zaman kapanabilmesidir. Denize boşalan suyun az olduğu kurak dönemler ile dalgaların büyük olduğu dönem aynı olduğunda denizin getirdiği katı madde ile lagün ağızları kapanmaktadır. Ne varki eğer göle tatlı su girişi sıfır değilse (ki çoğunlukla değildir) gölde yükselen suyun basıncı ile yığulan kum yırtılmakta ve bağlantı yeniden kendiliğinden sağlanmaktadır.

1.4. LAGÜN KONFIGÜRASYONLARI

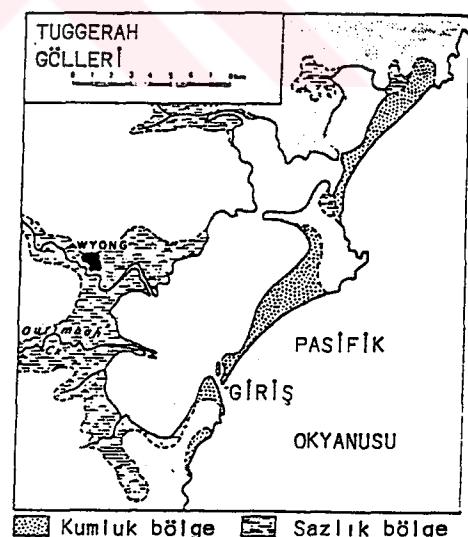
Kıyı lagünlerinin başlangıç formları giriş ağızlarının veya lagün ile deniz arasındaki bariyerin şekline ve yine bariyerin konfigürasyonuna bağlıdır. Bazı lagünler oldukça geniş bir bariyere sahiptir (Şekil 1.4). Bazıları da deniz seviyesinden daha aşağıda kota sahip çok girinti ve çıkışlı bir yapı göstermektedir (Şekil 1.5). Bir ada ile bağlantılı lagünler de mevcuttur (Şekil 1.6). Bazlarında ise lagünlerle birlikte sulak alan olarak tanımlanan geniş alanların da bulunduğu görülmektedir. Buna en güzel örneklerden biri ülkemizdeki Dalyan (İztuzu kumsalı) bölgesidir.



Şekil 1.4. Illawarra Gölü (Bird 1984)



Şekil 1.5. Macquarie Gölü (Bird 1984)



Şekil 1.6. Tuggerah Gölleri (Bird 1984)



Şekil 1.7. Dalyan (Köyceğiz) lagün ve sulak alanı

BÖLÜM 2

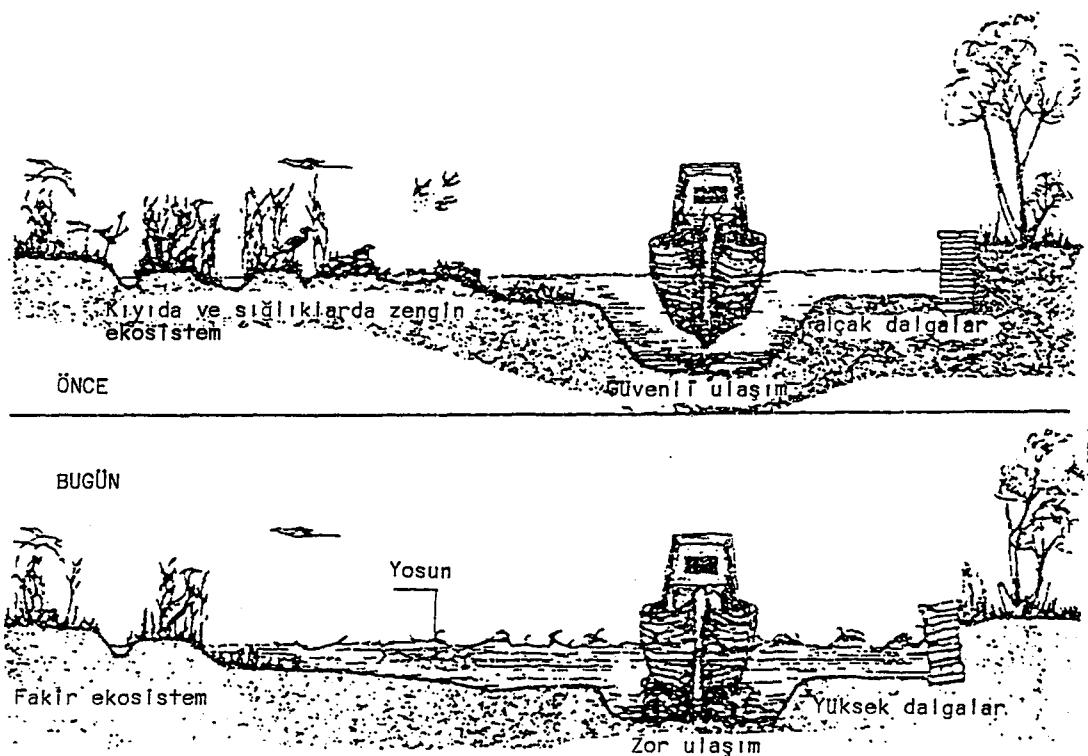
LAGÜNLERE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

2.1. MORFOLOJİK ETKENLER

Lagün kıyılarında erozyon neticesinde morfolojik değişimler gözlenmektedir. Lagün ve kanallarda inşa edilen geçit kontrol yapıları, dibin taranması, arazi ıslahı, kentsel, tarımsal ve endüstriyel atık tahliyelerine bağlı olarak ekolojik dengedeki değişimler sistemin dengesinin bozulmasına neden olur, lagündeki değişimleri hızlandırır.

Doğal kanallar alüwyonlarla dolarken sıg bölgelerde de önemli erozyon etkileri gözlenir (Silva 1992). Bunun sonucunda bataklıklar ve sıg bölgeler yok olmakta, kanallar dolmaktadır. Ekolojik sistemin aşırı yosun oluşumu ve birçok canlı türlerinin ortadan yok olmasıyla dengesi bozulur. Ayrıca büyük miktarlarda sediment kaybı da söz konusudur. Buna neden olarak hidrodinamik dengenin bozulmasına yol açan küçük limanların yapılması, yapay kanalların açılması ve kum elde etmek için tarama yapılması gösterilebilir (Di Silvio 1989).

Lagün morfolojisindeki bu değişimler insan aktivitelerini de olumsuz yönde etkiler. Doğal kanallarda yapılan deniz taşımacılığında zorluklara yol açarak ve yerleşim birimleri ile ekilebilir araziyi yoğun dalgaların etkisinde bırakarak bölge sakinleri üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Morfolojik değişimlerin etkileri

2.2. GEL-GİT ETKİSİ VE BATAKLILARIN OLUŞUMU

Gel-git akımının lagüne girmesi durumunda tuzluluk oranı bir haliçinkile aynı olur. Gel-git etkisinin zayıf olması durumunda kumsal sıglıklar sözkonusu olabilir ve bu bölgeler bataklıklara dönüşerek sazlıklar oluşabilir. Giriş ağzından uzaktaki tuzlu su bölgesinde, gel-git etkisi azalır, sazlıklar ortada yoktur. Bu geçiş bölgesindeki lagün kıyıları oldukça dar bir bataklık örtüsüyle sınırlanmıştır, kısmen bitki örtüsü yoktur ve kumsal ya da daha kaba bir malzemeye sahiptir. Bu malzeme ise kıyı erozyonu neticesinde oluşmuştur.

Akarsu ağzına doğru sudaki tuzluluk miktarı gittikçe azalır, sazlık bölgelerde phragmites, scirpus ve typpa tipi bitki örtüleri hakim olur (Bird 1984). Bu bitki örtüsü sudaki katı madde yapısında da etkin olur ve killi malzemeyi tutar. Böylece lagünde çeşitli yerlerde adacıklar meydana gelmesine neden olur. Ayrıca sazlık alanlarının büyümesi tatlı su bölgesinin küçülmesine neden olmaktadır, buna karşılık bitki örtüsünün ortadan kalkması ise lagün sahillerinde erozyonun artmasına sebep olmaktadır (Şekil 2.2) (Şekil 2.3).

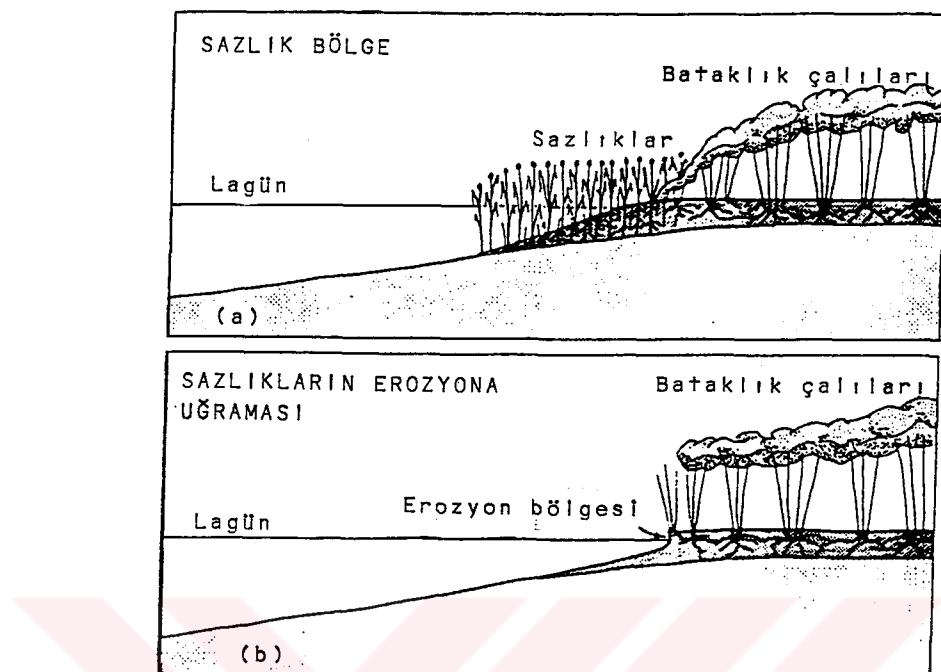


Şekil 2.2. Sazlık lagün sahili

2.3. KANALLARIN DOLMASI, SEDİMENTASYON ETKİSİ

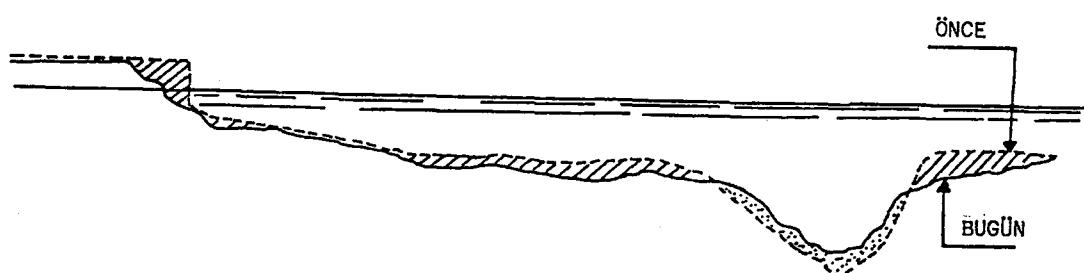
İtalya'da Venice Lagününde bu konuda yapılan araştırmalar sediment dengesindeki bozukluğun ilk olarak akarsuların doğrudan denize bağlanması ile oluştuğunu ortaya çıkarmıştır (Marchi 1993). Nehirlerin denize bağlanmasındaki amaç lagünün dolmasını engellemektir. Sonuç olarak nehir deltasında oluşan bataklıkların azalması haricinde lagün doğal dengesini bulmuştur. Ayrıca denize inşa edilen dalgakırın da denizden gelen sedimentasyon girişini azaltmıştır. Buna rağmen sudaki ortalama sediment miktarının artmakta olduğu kanıtlanmıştır. Bunun sebepleri olarak kirlilikten dolayı direnç kuvvetlerinin azalması ve gemicilik, balıkçılık gibi aktivitelerin çoğalması gösterilebilir (Şekil 2.4).

Sediment konsantrasyonu ile dalga-akım ilişkileri incelenmiş kanallarda hızın, sıçrın bölgelerde ise dalga hareketinin lagün tabanında etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca ortalama su derinliği ile ortalama sediment konsantrasyonu arasında yaklaşık lineer bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Bruun 1978).



Şekil 2.3. a) Sazlık yapı ve bodur çalılıkların gelişmesi,
b) Ekolojik yapının bozulması ile sazlık bölgede oluşan erozyon

Lagünde oluşan değişimler toplam giren-çikan sedimentler arasındaki farklılıklardan ve iç kısımlardaki sedimentlerin yeniden dağılımından oluşmaktadır.

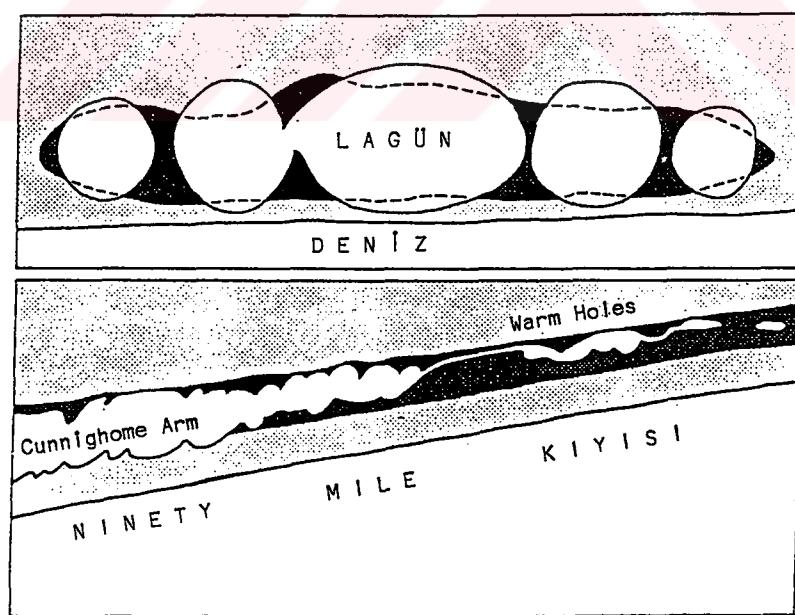


Şekil 2.4. Lagün kesitinin zamanla değişimi

2.4. RÜZGAR, DALGA, AKINTI İLİŞKİLERİ

Rüzgarın esme yönüne bağlı olarak zorlayıcı etkisi neticesinde akım hızlarında bazı değişiklikler meydana gelebilir. Rüzgar etkisi bazen öyle büyük boyutlara ulaşır ki, lagünün bir ucundan diğer ucuna göre oluşan kot farkı sonucu akım meydana gelebilir (Zarillo 1993).

Lagün boyunca esen rüzgarın sebep olacağı dalgalar ve akıntılar, rüzgarın doğrultu, şiddet ve feç mesafesine bağlıdır. Uzun ve dar lagünler en uzun feç mesafesi boyunca en büyük dalgalarla maruz kalacaktır. Eğer kıyıları deniz bitkileri ile korunmuyor ise dalgalar belli bir açı altında kıyuya yaklaşarak kıyı boyu katı madde taşınımına neden olacaktır. Böylece lagün ağzını kapatan bariyer erozyona maruz kalabileceği gibi, yeni dil ve burunların oluşmasına sebep olacak, bu da birbirine dar geçişlerle bağlı oval lagün serilerinin meydana gelmesine neden olabilecektir (Şekil 2.5). Bu olay segmentasyon olarak adlandırılır. Lagün içindeki akıntı yapısı ovalleşmenin nedenidir (Bird 1984).



Şekil 2.5. Gippland Gölleri (Bird 1984)

Lagün içindeki katı madde hareketi, dalga ve akıntı karakteristiklerine bağlılı olarak oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Katı madde hareketi aynı zamanda lagün içi bitki örtüsünden de etkilenmektedir. Örneğin bitki örtüsü lagünlerde "segmentasyon" daha sık görülebilmektedir.

Dalgalar kanala ulaşınca "konkav" biçimindeki taban, dalgaların kanal dışına yansımmasına ve dalga enerjisinin sıçrak bölgelerde kıyılara çarpmasına neden olur. Kanal yansımıası olarak da bilinen bu yayılma etkisi kanal içerisinde dalga enerjisini arttırmaya yönelik taban kırılması ile dengelenir. Sıçrak bölgelerde dalga enerjisi dalga kırılması ile sınırlanır. Giriş ağzında artan gel-git akımı dalga yayılmasını etkiler.

2.5. LAGÜNLERDE KİRLİLİK ETKİSİ

Hızlı gelişen yerleşim, kıyısal bölgelerde çevre sorunlarını ortaya çıkarmakta ve yarı kapalı su kütlelerinin ötrifikasyonuna neden olmaktadır. Yerleşim bölgelerinin atıkları buralara deşarj edilmektedir. Bu ise lagündeki biyolojik korunmanın bozulmasına, biyolojik ve kimyasal kirlenmeye, balıkçılık faaliyetlerine etki etmektedir.

Lagüler genelde sıçrak su kütleleri olduğundan güneş ışığı tabana rahat ulaşır ve su sıcaklığının artmasına yol açar. Bu da kimyasal reaksiyonları hızlandırır. Hızlı yosun üremesi ile suyun ötrifikasyonu aşırı oksijen doygunluğuna daha sonra bitkilerin ölmelerine bağlı olarak çözünmüş oksijen miktarında hızlı bir düşüşe neden olur. Organik maddelerin çürümesi daha zorlaşır ve lagünün arıtma kapasitesi azalır.

Kuvvetli rüzgar ve yağmur ile birlikte tabana çökelmiş atık malzeme hareket eder, askı malzemesi haline gelir ve bulanıklıkla birlikte zehirli gazların da ortaya çıkmasına sebep olur. Bu durum lagünün ekolojik dengesinin aniden bozulmasına ve kitlesel balık ölümlerine neden olur.

Rüzgar lagünlerde su sirkülasyonunu sağlayan en önemli faktördür. Fakat şiddet ve yönüne bağlı olarak aynı rüzgar suyun berraklığını azaltabilir. Güneşin aşağı tabakalara ulaşamaması yosun fotosentezini ve suyun oksijen almasını engeller.

Lagünlerin çeşitli kesimlerinden alınan su numuneleri bir dizi deneye tabi tutularak lagündeki su niteliği hakkında bilgi edinilebilir (Man Wai 1993). Sonuçlar çeşitli parametreler ile ifade edilirler. Nitrit, nitrat, amonyak, oksijen, fosfor, klorofil, vb...

Lagünlerin karmaşıklığına ve çeşitliliğine bağlı olarak lagünün tropik durumunu belirlemek için bazı korelasyonlar yapılmıştır. Bu korelasyon için seçilen bazı parametreler Dr. Richard Vollenweider (1982) liderliğindeki bilim adamları tarafından değerlendirilmiştir. Nitrogen-fosfor bağıntısı ile lagünün tropik durumu belirlenebilir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Lagünde Tropikal Belirlenmesi

N/p Bağıntısı	> 100 >	> 10 >	
TROPİK DURUM	OLIGOTROPIK	MESOTROPIK	EUTROPIK

Şunu belirtmekte fayda vardır ki; bir su kütlesinin tropikal seviyesinin sınıflandırılması ayrıca geomorfolojik ve biyolojik faktörlere de bağlıdır.

2.6. BUHARLAŞMA ETKİLERİ

Buharlaşma özellikle sıç lagünlerde etkili olur. Buharlaşmanın yoğun olduğu, akarsu veya kanal su kaynaklarının iyice zayıfladığı yaz aylarında lagünlerde kot kaybı meydana gelir ve denizden lagüne doğru oluşan akım sonucu lagünün tuzluluğu artar. Lagün ağızından giren tuzlu su akım yönünde ve rüzgar etkisinde içeriğe doğru ilerler. Yağmurlu sezon sonrası iyice azalan tuzluluk oranı da böylece giderek artmaya başlar. Tuzluluğun artması neticesinde lagün ve çevresindeki doğal yaşamda yeni oluşumlar ortaya çıkar. Yeni ortama elverişli bitki türleri görülmeye başlar. Buharlaşma etkisinin azalması ve tuzluluğun tekrar eski seviyesine dönmesiyle birlikte ekolojik denge tekrar oluşur.

BÖLÜM 3

LAGÜNLERİN HİDRODİNAMİK YAPISI

Lagün ile deniz bağlantısını sağlayan kanalların hidrolik yapısı oldukça karışiktır. Lagün tabanının, hidrolojik durumuna bağlı olarak lagün su seviyesinin ve çevredeki dalga durumunun etkisi altındadır. Kanaldaki akım yönü her iki doğrultuda da olabilir. Bu akım, lagündeki su seviyesi ortalama deniz suyu seviyesinden yüksek olduğunda denize doğru, dalga yüksekliklerine bağlı olarak ortalama su seviyesinin yüksek olduğu fırtınalı dalga koşullarında ise lagün içlerine doğru olmaktadır.

Lagünlerde devamlı su giriş ve çıkışının olması sonucu tabakalaşma meydana gelir. Tabakalaşma ve tuzluluğun içeriye doğru ilerlemesine neden olan ve kontrol eden çeşitli kuvvetler ile sınır koşullarını incelemek için Indian River Lagün'de (A.B.D) uzun dönemli fiziksel hareketler incelenmiştir (Zarillo 1993).

Genellikle gel-git ve rüzgarın sebep olduğu karışımın meydana geldiği sıg ağız bölgesinde tatlı suyun girişi kuvvetli tabakalaşmaya imkan verir. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki hidrodinamik hareketler ve tuzluluk rejimi belli meteorolojik ve iklimsel zaman sürecinde belirginleşmektedir. Doğrudan gel-git etkileri daralan lagün ağızında sönmülenmektedir. Yapılan çalışmalar rüzgarın baskın olduğu sıg koylardaki fiziksel hareketlere ışık tutmakta, işletme uygulamalarının gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Açık denizlerdeki gel-git hareketinin neden olduğu seviye farklılıklar 1 m'den az olduğu takdirde bu etki dar ve sıg ağız bölgesinde iyice zayıflar.

Lagün girişindeki karışım ve tuzluluğa neden olan en önemli özellikler şu şekilde sıralanabilir:

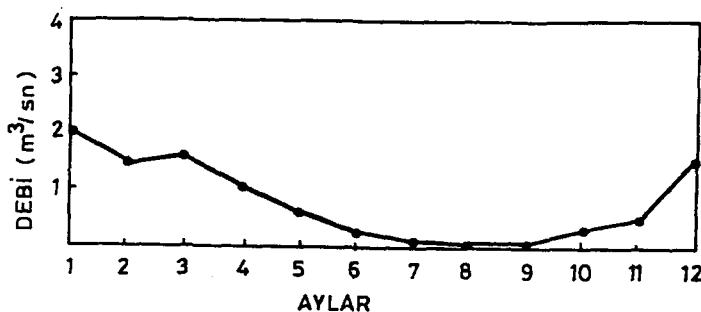
- . Düşük frekanslı hareketlerin ve açık denizden tuz girişinin birleşik etkisi,
- . Rüzgarın her konumdaki zorlayıcı etkisi,
- . Çeşitli sebeplerden oluşan fırtınalar,
- . Tatlı su akışı ve yeraltı suyunun sızması,
- . Kuvvetli topografik etkiler,
- . Buharlaşma,
- . Kontrollü olarak taşın sularının ağıza bırakılması.

Lagünler, akarsular ve bağlanan havza drenaj kanalları ile beslenirler. Bu sistemler ile tatlı su ve dolayısıyla katı madde girişi olur. Giren tatlı su büyük miktarda ise lagünden denize doğru bir akım sözkonusu olmaktadır. Meydana gelen değişiklikler lagün ve çevresinde ekolojik dengenin bozulmasına neden olur. Tatlı su akışının fazlalaşması neticesinde meydana gelen ani ve keskin tuzluluk değişimi bu bölgelerde yetişen deniz bitkilerinin gelişimine mani olur (Davis 1958).

Lagünlerin hidrodinamik ve tuzluluk rejimlerini incelemek için yapılan veri toplama çalışmalarının amacı mevsimsel ve ani değişikliklerin ve bunların nedenlerinin belirlenmesidir. Yerinde yapılan ölçümler sonucu elde edilen veri setleri uzun zaman serileri şeklinde birleştirilmiş, akım yönü, tuzluluk yapısı, tabakalaşma ve tatlı su akışının etkileri hakkında bazı sonuçlar elde edilmiştir (Zarillo 1993).

Tuzluluk açısından tabakalaşma lagünün çeşitli bölgelerinde farklılıklar gösterebilir. Deniz ve akarsu ağzlarına yakın bölgelerde tabakalaşma iç bölgelere nazaran daha fazla olur.

Ülkemizde özellikle yaz aylarında lagünlere giren tatlı su miktarı yok denecek kadar azalmaktadır (Şekil 3.1) (Kapdaşlı 1993).



Şekil 3.1. Küçükçemece lagününde aylık ortalama tatlı su giriş debileri

Tatlı su girişinin azaldığı ve buharlaşmanın yoğun olduğu yaz aylarında lagünün tuzluluğu denizden göl içine akım olması sebebiyle oldukça artar.

Özellikle yaz aylarında tuzluluk farklılıklarını yüzeye yakın ve taban bölgelerinde çok azaltır. Bazı durumlarda tam tersi durum söz konusu olabilir. Yüzeydeki tuzluluk tabandakinden fazla olabilir. Bu durum, buharlaşma ile birlikte yeraltı suyunun yükselmesi sonucu oluşur.

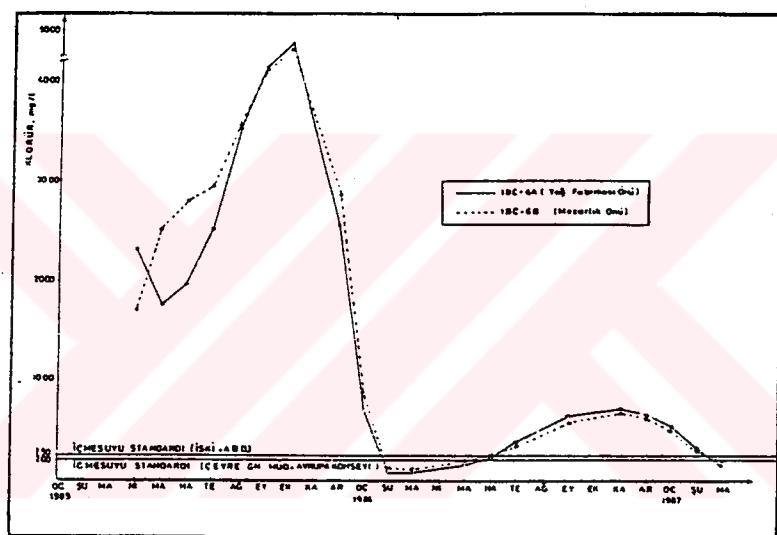
Lagün ağzının optimal tuzluluk rejimi o bölgede yetişen canlılar için de önemlidir. Ticari amaçla toplanan canlıların (istiridye vs) üremesi için gerekli tuzluluk ani değişimlere uğradığı takdirde canlıların üreme ortamı kaybolmakta hatta bazı canlı türlerinin yokmasına neden olmaktadır.

Tuzluluk sediment yapısını etkileyebilmektedir. Kil tatlı su içinde flok oluşturarak askı halinde taşınabilmektedir ve sodyum kloridin elektrolit etkisiyle bu işlem tuzlu su ile karşılaşlığında hızlanmaktadır. Tuzluluğun aynı zamanda ekolojik etkisi vardır. Sahil bitki örtüsünün dağılımına ve gelişmesine tesir etmekte böylece bataklıkların oluşumlarına da etkin olabilmektedir.

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki tuzluluğun içeri girmesi, tabakalaşma ve mevsimsel tatlı su girişi lagün için oldukça büyük öneme sahiptir (Zarillo 1993). Bu bakımdan lagüne çeşitli şekilde tatlı su girişine havza drenaj koşulları vasıtasyıyla izin

verilecekse bu kontrollü şekilde yapılmalı, canlı türlerinin yaşam şartlarını değiştirecek kadar tuzluluğun azalıp artmasına izin verilmemelidir.

Lagünlere deniz koşullarına bağlı olarak göldeki su kalitesinin değişimini gösteren en önemli örnek İstanbul Büyükçekmece Lagünü bir baraj ile kapatılarak göl haline dönüştürülmüşidir. Burada 1985 yılında baraj kapaklarının kapatılması ile lagünün tam olarak göle dönüştürülmesi sonucunda tuzluluğun hızla düşüğü ve suyun tatlı su haline dönüştüğü, buna karşılık gölde bazı kirletici parametrelerde yine hızlı bir artışın olduğu görülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Tuzluluk değişimi

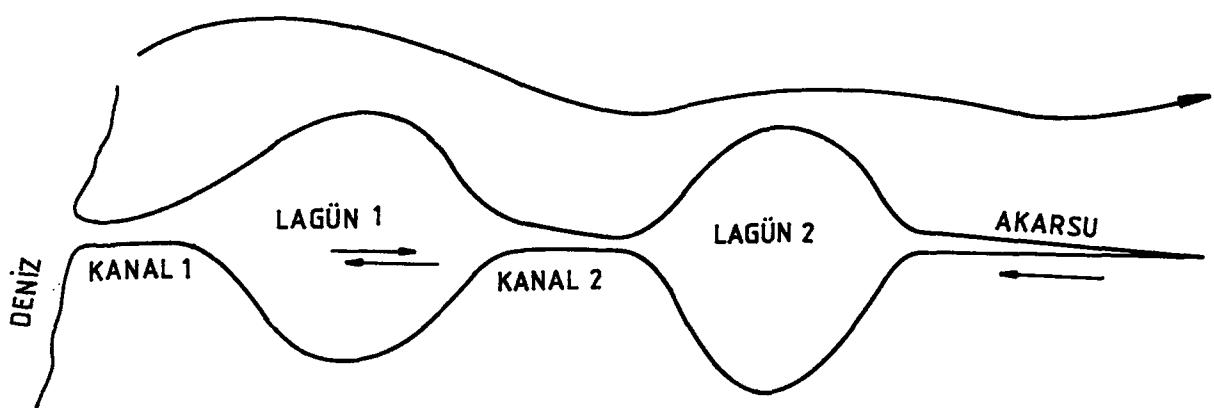
BÖLÜM 4

LAGÜN SİSTEMİNİN MATEMATİK MODELLENMESİ

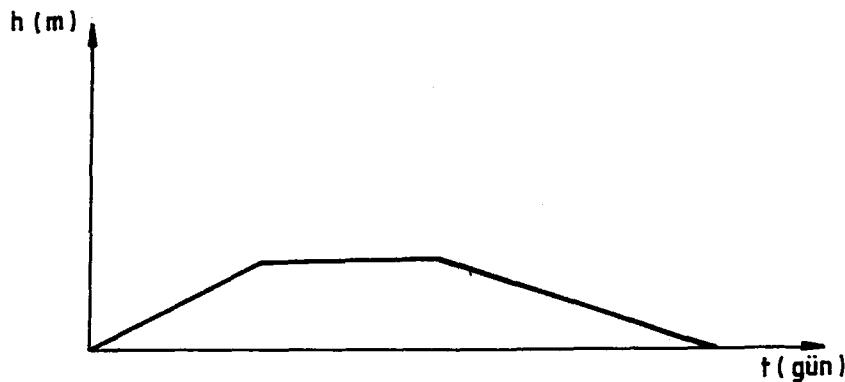
4.1. GİRİŞ

Lagünlerin hidrodinamik yapılarını incelemek için analojik, matematiksel ve fiziksel modeller yapmak mümkündür. Modeller ölçeklerine göre büyük ölçekli ve küçük ölçekli olarak sınıflandırılabilirler. Büyük ölçekli modeller tüm lagünü, küçük ölçekli modeller ise lagünün belirli bir bölümünü ilgilendiren problemleri inceler.

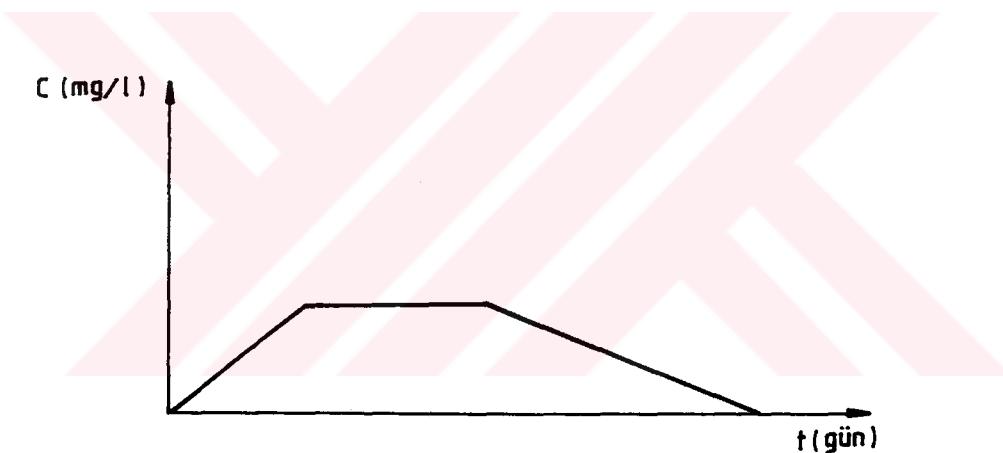
Denize bir ağızla bağlanan lagün sisteminde (Şekil 4.1) fırtına şartlarında kabarmadan dolayı deniz tarafından, deniz seviyesinde normal şartlara dönüldüğünde de akarsuların akım girişi söz konusudur. Bu, iki doğrultulu bir akım problemi meydana getirecektir. Bütün bu olaylar esnasında lagün ve bunları birbirine bağlayan kanallarda tuzluluk konsantrasyonu ve yine lagün sisteminde seviye değişimi meydana gelecektir. Bu değişimler Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Lagün sistemi



Şekil 4.2. Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesindeki değişim



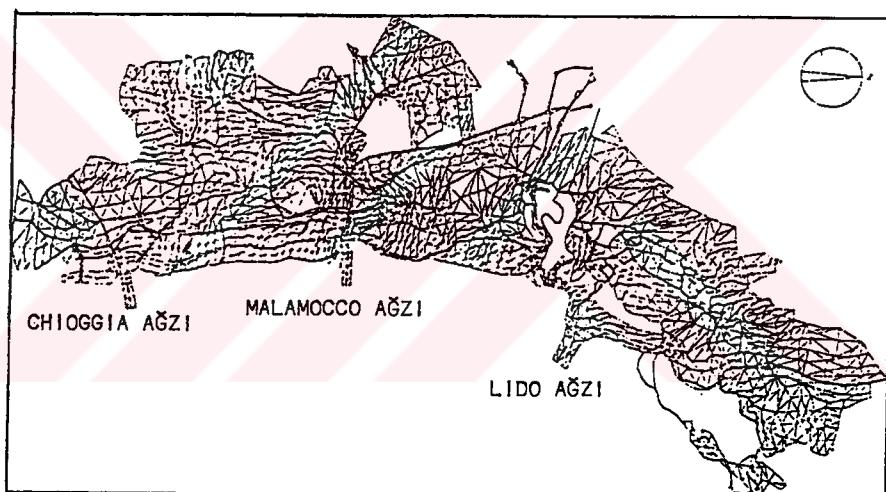
Şekil 4.3. Tuzluluk değişimi

Problem gerçekte üç boyutludur. Bunun için sistem kural ve lagünler olmak üzere ayrı ayrı modellenenecek ve başlangıçta bazı basitleştirici kabuller yapılarak çözümlenmeye çalışılacaktır. Daha sonra adım adım başlangıçta ihmäl edilen parametreler probleme dahil edilecektir.

4.2. MATEMATİKSEL MODEL

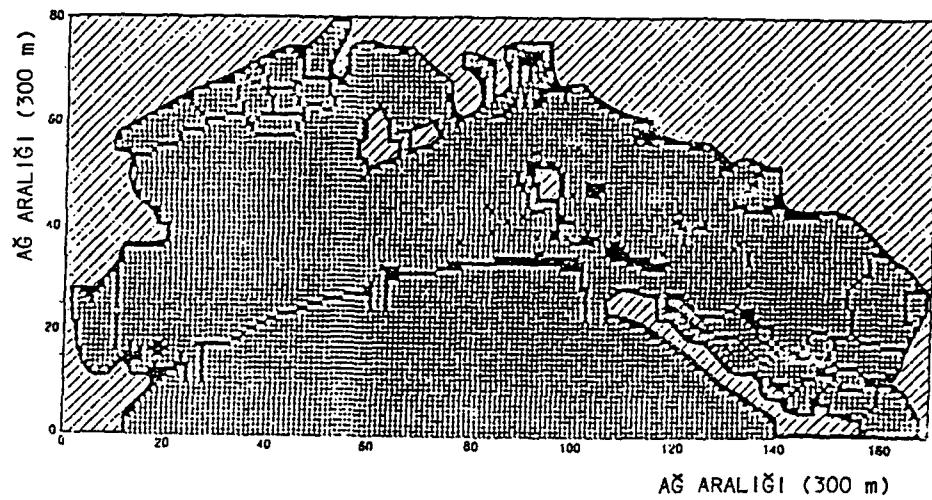
Matematiksel modellemelerde son zamanlarda sonlu elemanlar metodu (Şekil 4.4) ile sonlu farklar yöntemi (Şekil 4.5) kullanılmaktadır. Bu model 300 m'lik adımlarla tüm lagünü kaplar ve ağ aralığının 50 m'ye indirilip belirli kısımlarını zoomlamaya imkan verir (Adami 1991).

Günümüz mühendislik uygulamalarında fiziksel model ile birlikte matematiksel modeller de karakteristiklere ve incelenecek konuya bağlı olarak kullanılmaktadır. Sonlu farklar yönteminin en iyisi olduğu özellikle giriş ağzına yakın bölgelerde lagün hidrodinaminiyi iyi temsil ettiği kanıtlanmıştır (Marchi 1993).

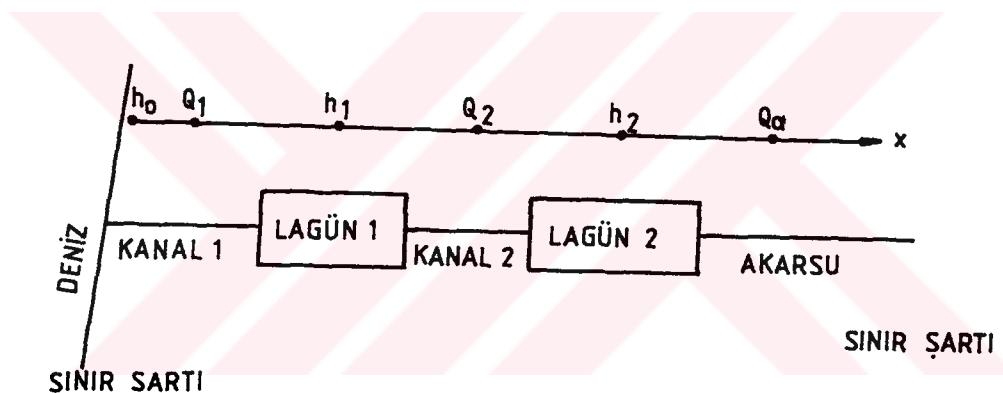


Şekil 4.4. Sonlu elemanlı matematiksel model ağı (Venedik Lagünü)

Sonlu eleman metodu kanal ve sığlıkların tamamen ayrılabilenliği lagünlerin iç kısımlarında kullanılmaya uygunudur. Lagün sisteminin modellenmesi için Şekil 4.6'da idealleştirilmiş lagün sistemi gösterilmiş ve problem ayrık ağ sisteminde izah edilerek sınır şartları ile değişkenler tanımlanmıştır.



Şekil 4.5. Sonlu farklar matematiksel model ağı (Venedik Lagünü)



Şekil 4.6. İdealleştirilmiş lagün sistemi

Sistemde yapılan kabuller:

- 1) Lagün sisteminde akımın yapısına rüzgarın etkisi yoktur.
- 2) Kanaldan içeri giren akım deniz ve lagündeki su seviyesinin lineer fonksiyonudur.

$$Q = K \sqrt{\Delta h} \quad (4.1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada K kanalın kesit faktörüdür.

- 3) Lagün yüzey alanı sabittir.
- 4) Tuzluluk karışımı üniform dağılıma sahiptir.

Matematik modelde kullanılan parametreler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

h_0 : Kanal 1'in hemen başındaki deniz seviyesindeki değişim(m)

h_1 : Lagün 1'deki su yüksekliği (m)

h_2 : Lagün 2'deki su yüksekliği (m)

Q_1 : Kanal 1'deki akım debisi ($m^3/gün$)

Q_2 : Kanal 2'deki akım debisi ($m^3/gün$)

Q_{ak} : Akarsudaki akım debisi ($m^3/gün$)

A_1 : Lagün 1 yüzey alanı (m^2)

A_2 : Lagün 2 yüzey alanı (m^2)

Δt : Zaman aralığı (gün)

Δx : Mesafe aralığı (m)

K_1 : Kanal 1 kesit faktörü ($m^{2.5}/gün$)

K_2 : Kanal 2 kesit faktörü ($m^{2.5}/gün$)

u : Akım hızı (m/gün)

C : Tuzluluk konsantrasyonu (mg/lt)

V : Lagün hacmi (m^3)

Lagündeki su seviyesi değişimi

$$\frac{dh}{dt} = \frac{Q}{A} \quad (4.2)$$

şeklinde yazılabilir.

Formülü Lagün 1 için yazarsak

$$\frac{dh_1}{dt} = \frac{Q}{A_1} \quad (4.3)$$

olur ve formülü sonlu farklar şeklinde ifade edersek

$$\frac{h_1^{n+1} - h_1^n}{\Delta t} = \frac{Q_1^n - Q_2^n}{A_1} \quad (4.4)$$

olur. h_1^{n+1} 'i çekersek

$$h_1^{n+1} = h_1^n + \frac{Q_1^n - Q_2^n}{A_1} \Delta t \quad (4.5)$$

ifadesini elde ederiz.

Aynı formül Lagün 2 için yazılırsa

$$\frac{dh_2}{dt} = \frac{Q}{A_2}$$

olur ve formülü sonlu farklar şeklinde ifade edersek

$$h_2^{n+1} = h_2^n + \frac{Q_2^n - Q_a}{A_2} \Delta t \quad (4.6)$$

ifadesini elde ederiz.

Kanal debileri,

$$\text{Kanal 1 için } Q_1^n = K_1(h_o^n - h_1^n)^{1/2} \quad (4.7)$$

$$\text{Kanal 2 için } Q_2^n = K_2(h_1^n - h_2^n)^{1/2} \quad (4.8)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Kanalda tuzluluk konsantrasyonu değişimi;

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} = 0 \quad (4.9)$$

olarak yazılırsa ve kanal hızı

$$u = \frac{Q}{A_{kesit}} \quad (4.10)$$

alınırsa, sonlu farklar yöntemi ile kanalda tuzluluk konsantrasyonu değişimi

$$\frac{C_j^{n+1} - C_j^n}{\Delta t} + u_j \frac{C_j^{n+1} - C_{j-1}^{n+1}}{\Delta x} = 0 \quad (4.11)$$

olur.

Stabilite faktörü olarak

$$r = \frac{u \cdot \Delta t}{\Delta x} \quad (4.12)$$

alınırsa ($|r| \leq 1/2$ olmalı) konsantrasyon

$$C_j^{n+1} = \frac{1}{1+r} C_j^n + \frac{r}{1+r} C_{j-1}^{n+1} \quad (4.13)$$

Lagündeki tuzluluk konsantrasyonu değişimi;

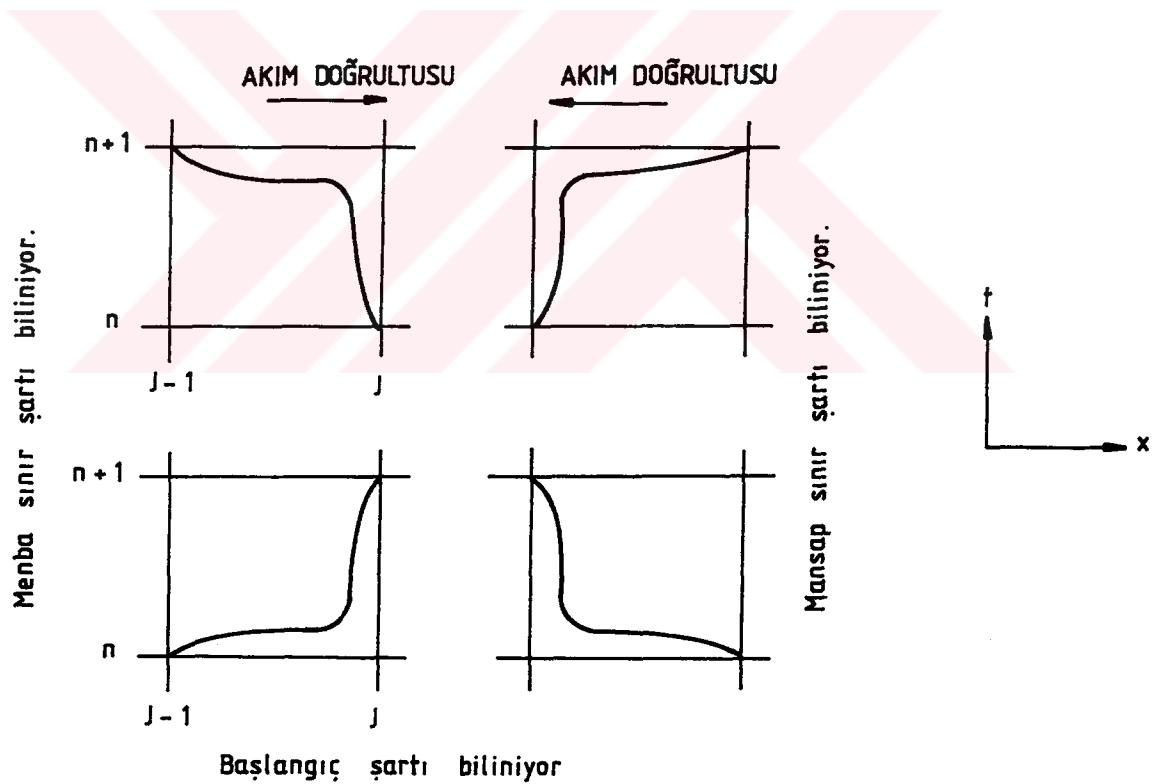
Giren akım konsantrasyonu-çıkan akım konsantrasyonu olarak düşünüldüğünde

$$\frac{d}{dt}(CV)dt = (QC_i - QC)dt \quad (4.14)$$

olur. Bu da

$$\frac{dc}{dt} = \frac{Q}{V}(C_i - C) \quad (4.15)$$

şeklinde ifade olunur.



Şekil 4.7. Sonlu fark operatörleri

Difüzyon etkisi ihmal edildiğinde;

- . Sınır şartları
- Lagün ağzı sınır şartı olarak c sabit
 h değişken
- Akarsu ağzı sınır şartı olarak Q değişken alınmıştır.

- . Akım şartları
- Deniz seviyesi yükseldiğinde akım akarsuya doğru
- Deniz seviyesi alçaldığında akım denize doğru

şeklinde kullanılmıştır.

Eğer lagün sisteminde debi lineer değişmeyen ve kanallarda depolama varsa Şekil 4.8'deki sonlu fark operatörü kullanılarak çözüm yapılabılır.

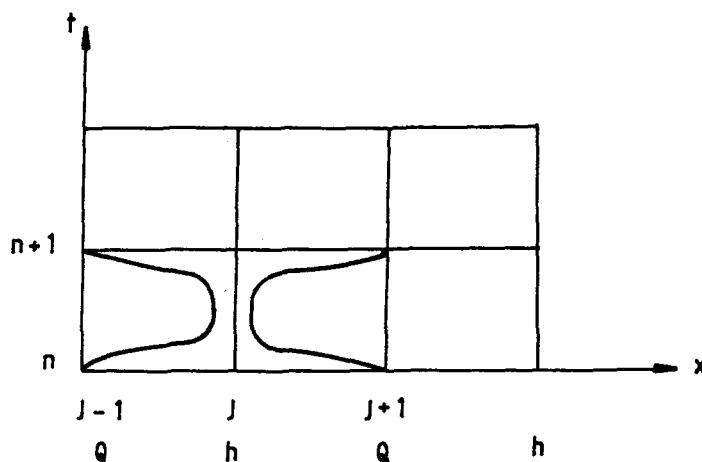
- . Saint-Venant denklemlerinin nümerik çözümünde

A,B,C,D katsayılar olmak üzere

$$A_1 Q_{j-1}^{n+1} + B_1 h_j^{n+1} + C_1 Q_{j+1}^{n+1} = D_1 \quad (4.16)$$

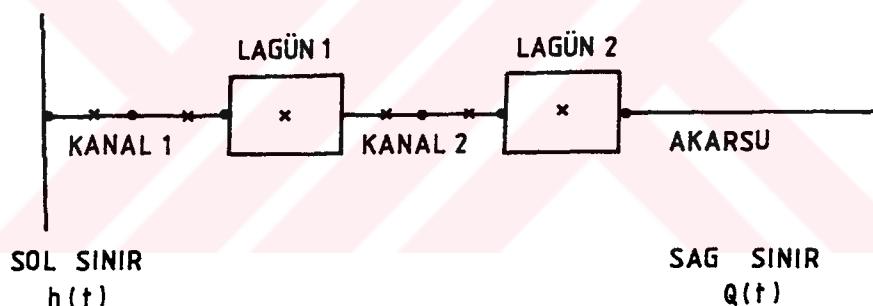
$$A_2 h_{j-1}^{n+1} + B_2 Q_j^{n+1} + C_2 h_{j+1}^{n+1} = D_2 \quad (4.17)$$

formülleri yazılabılır.



Şekil 4.8. (4.16) ve (4.17) ifadeleri için sonlu fark operatörü

Lagün sistemi aynı zamanda ayrık ağ sistemi yardımıyla çözümlenebilir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Ayrık ağ sistemi. Abbott-Ionescu Şeması

4.3. ÖRNEK MODELLEME

Şekil 4.6'da verilen, denize bir ağızla bağlanan idealleştirilmiş lagün sisteminde fırtına şartlarında kabarmadan dolayı denizden içeriye doğru, deniz seviyesinde normal şartlara dönüldüğünde ise akarsudan denize doğru bir akım oluşmaktadır.

Bu idealleştirilmiş lagün sisteminin bilgisayar programı yardımıyla matematiksel modellemesi yapılmıştır. Başlangıç koşulları ve sınır değerleri ile birlikte lagün ve kanalların boyutsal büyüklükleri giriş bilgisi olarak verilmiştir. Bu değerler sonucu

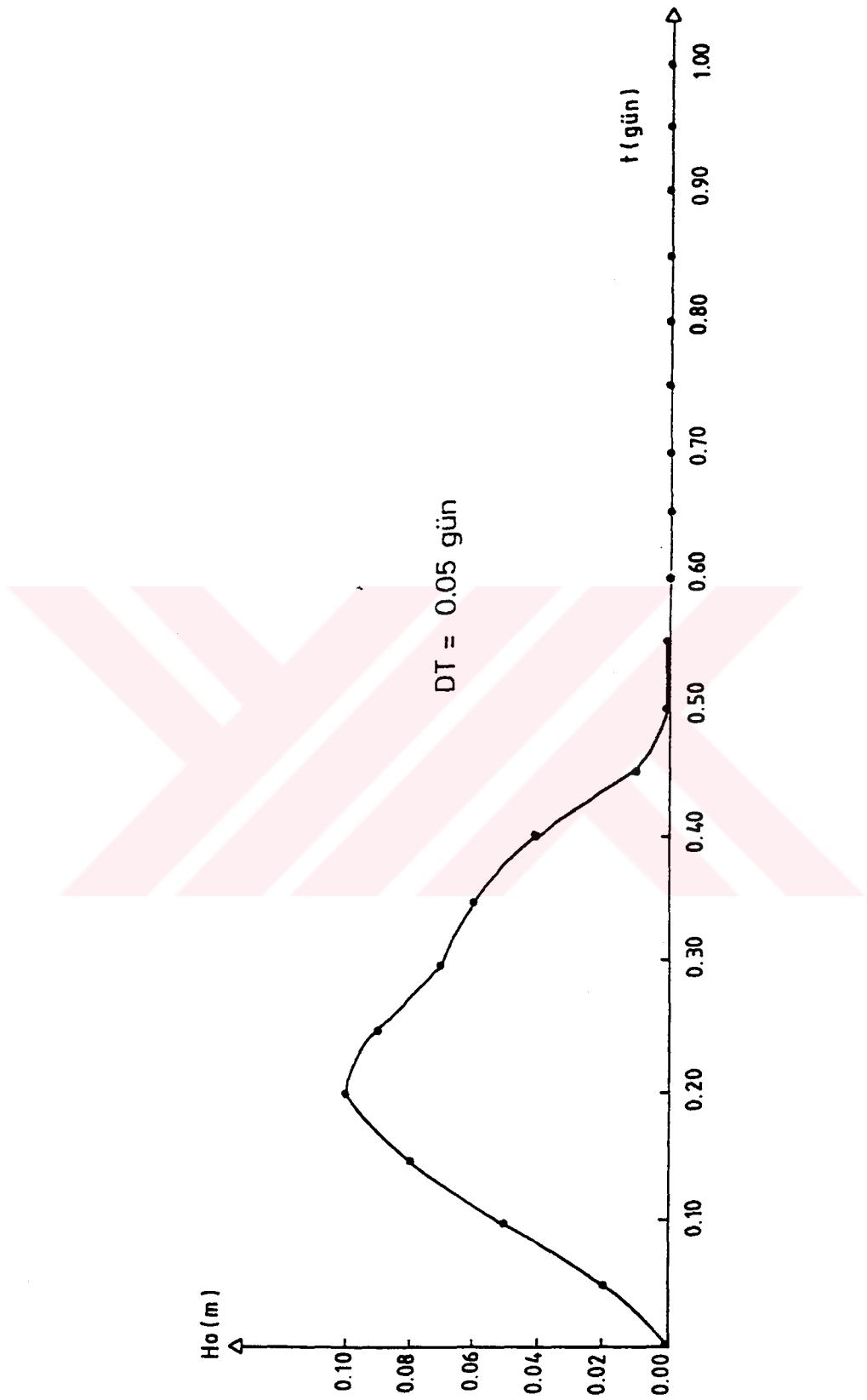
kanallarda oluşan debiler, hızlar, lagünlerde su seviyesindeki değişimler ile kanal ve lagünlerdeki tuzluluk konsantrasyonu değişimleri hesaplanmıştır.

Bilgisayar programı sırasında (4.1)-(4.12)'de verilen formüller kullanılmıştır. Yapılan hesaplamlarda stabilité faktörü olarak alınan

$$| R | = \frac{u \cdot \Delta t}{\Delta x} \leq \frac{1}{2}$$

koşulu tüm koşullarda sağlanmıştır.

Değişik zaman aralıklarındaki denizdeki kabarmalar sonucu giriş bilgileri yardımıyla program çalıştırılmış, Tablo 4.1 - Tablo 4.8 arasında verilen değerler elde edilmiştir. Ve bu değerlere bağlı olarak, Q1, Q2, HL1, HL2, CK1, CK2, CL1, CL2 grafikleri çizilmiştir (Şekil 4.10 - 4.73).



Şekil 4.10. Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma

(1). GİRİŞ BİLGİLERİ

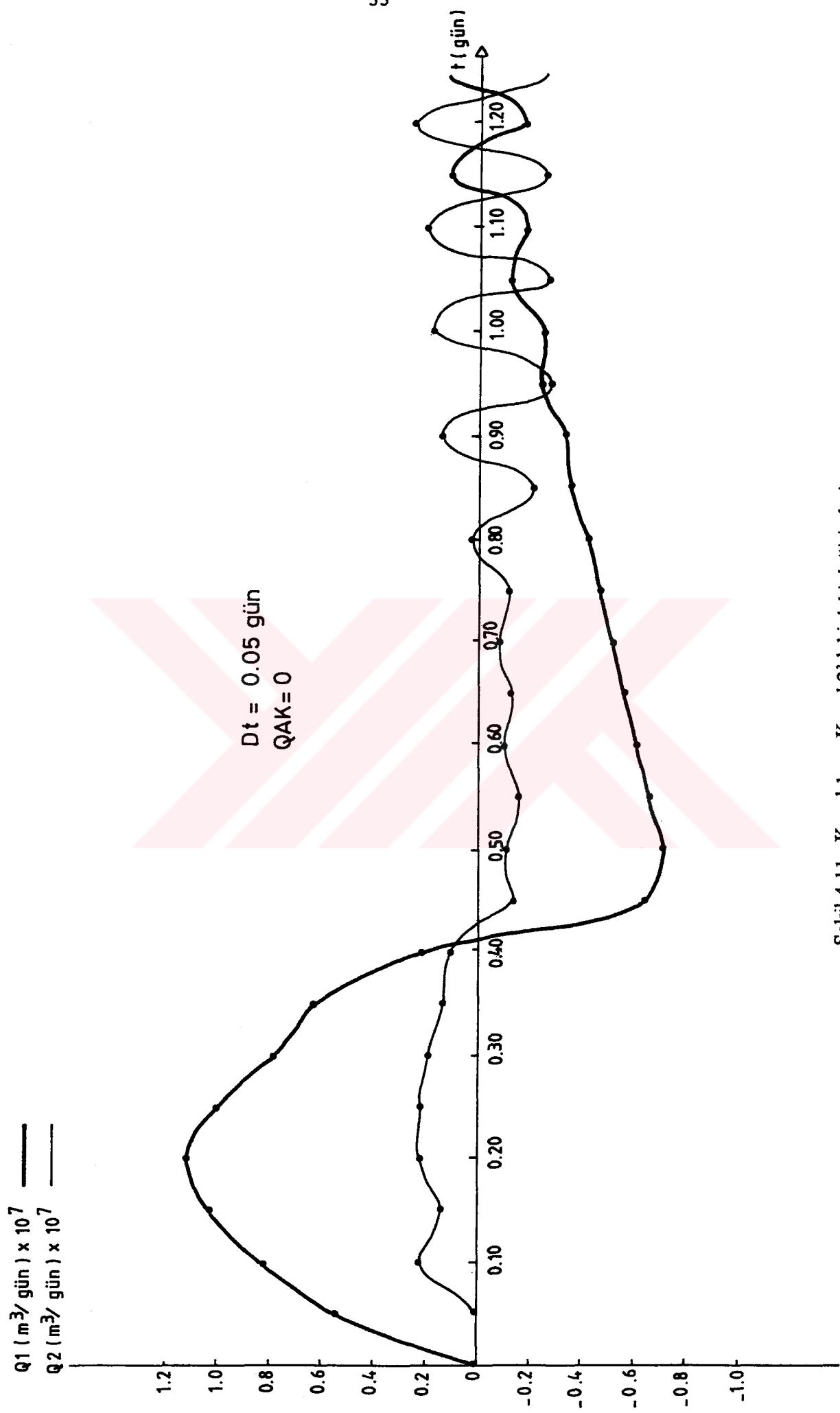
N=20	CL1(0,0)=14
M=3	CL1(1,0)=13
L1=3	CL1(2,0)=12
L2=3	CL1(3,0)=10
N1=0.025	CL2(0,0)=7
N2=0.025	CL2(1,0)=6
HK1=1.5	CL2(2,0)=4
HK2=1.35	CL2(3,0)=3
BK1=80	H1=0
BK2=60	H2=0
DXK1=20000	CLAK=1
DXK2=10000	DT=0.05
CKD=20	QAK=0
CK1(1,0)=18	
CK1(2,0)=16	
CK1(3,0)=14	
CK2(0,0)=10	
CK2(1,0)=9	
CK2(2,0)=8	
CK2(3,0)=7	
HL1(1,0)=2	
HL1(2,0)=5	
HL1(3,0)=3	
HL2(1,0)=2	
HL2(2,0)=5	
HL2(3,0)=3	
BL1(1)=3000	
BL1(2)=2000	
BL1(3)=2500	
BL2(1)=1500	
BL2(2)=1200	
BL2(3)=900	
DXL1(1)=400	
DXL1(2)=1200	
DXL1(3)=1000	
DXL2(1)=350	
DXL2(2)=500	
DXL2(3)=450	

Tablo 4.1a. (1). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

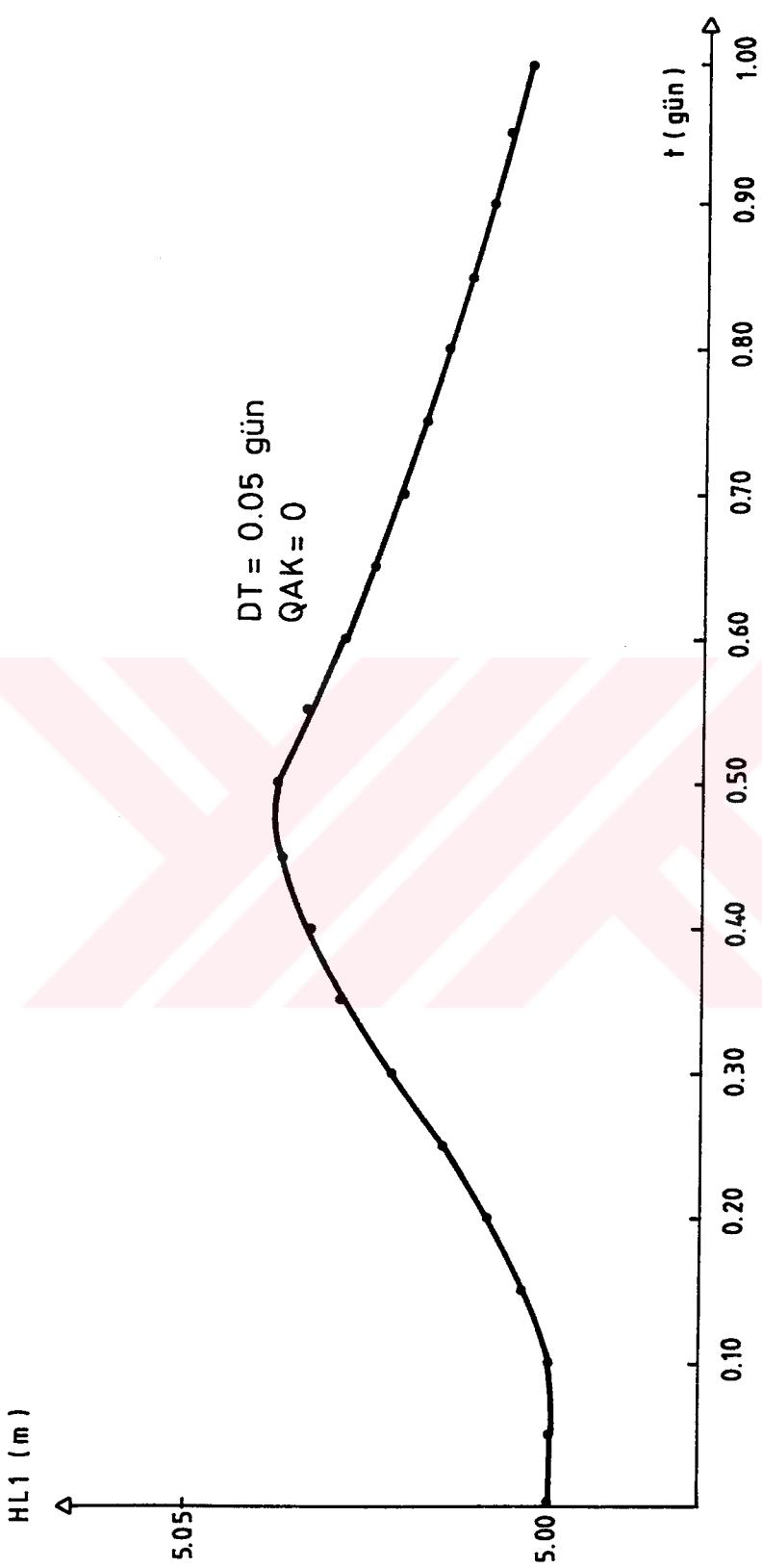
ADIM	T (gün)	Q1 (m ³ /gün)	Q2 (m ³ /gün)	HL1(2) (m)	HL2(2) (m)
0	0.00	0	0	5.000	5.000
1	0.05	543436	0	5.000	5.000
2	0.10	822546	221080	5.000	5.000
3	0.15	1025305	141853	5.004	5.000
4	0.20	1116345	215453	5.009	5.007
5	0.25	998115	216113	5.016	5.012
6	0.30	782359	189867	5.023	5.019
7	0.35	630179	134853	5.029	5.025
8	0.40	213402	110447	5.033	5.032
9	0.45	-639639	-141179	5.037	5.036
10	0.50	-707236	-108885	5.038	5.039
11	0.55	-657433	-157692	5.034	5.035
12	0.60	-612743	-103529	5.029	5.031
13	0.65	-563573	-133113	5.025	5.026
14	0.70	-518383	-80934	5.022	5.023
15	0.75	-468009	-124756	5.018	5.019
16	0.80	-424316	17780	5.015	5.016
17	0.85	-360317	-214730	5.012	5.012
18	0.90	-336588	145831	5.009	5.013
19	0.95	-241858	-277078	5.008	5.006
20	1.00	-249992	173868	5.004	5.010
21	1.05	-119979	-270275		
22	1.10	-177323	204379		
23	1.15	109144	-262964		
24	1.20	-174223	250724		
25	1.25	133844	-263279		

Tablo 4.1b. (1). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

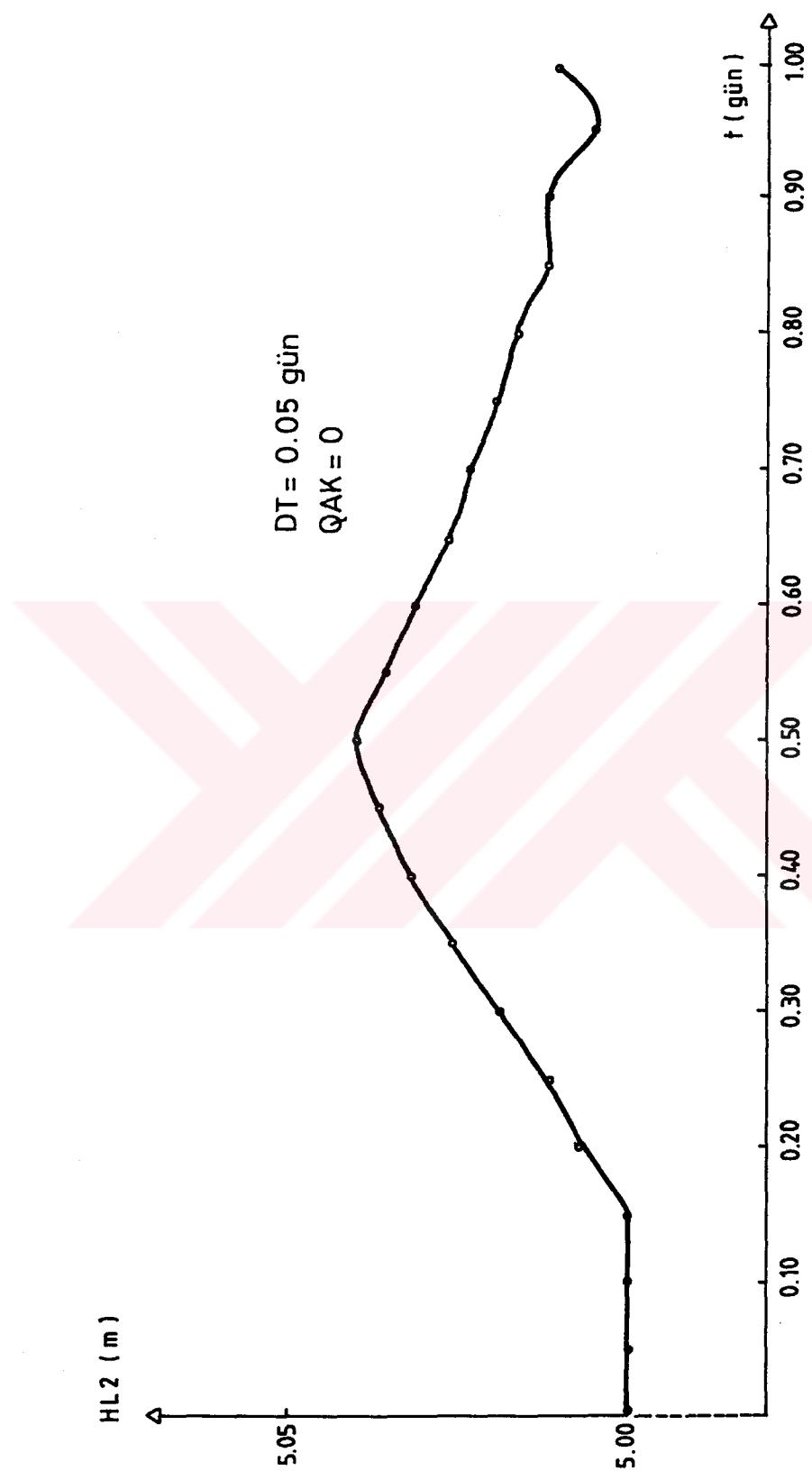
ADIM	T (gün)	CK1(2) (mg/lt)	CK2(2) (mg/lt)	CL1(2) (mg/lt)	CL2(2) (mg/lt)
0	0.00	16.00	8.00	12.00	4.00
1	0.05	16.00	8.00	12.00	4.00
2	0.10	16.02	8.00	12.01	4.00
3	0.15	16.06	8.01	12.02	4.01
4	0.20	16.10	8.02	12.03	4.02
5	0.25	16.15	8.04	12.04	4.03
6	0.30	16.19	8.05	12.06	4.04
7	0.35	16.21	8.06	12.07	4.05
8	0.40	16.25	8.07	12.08	4.06
9	0.45	16.25	8.08	12.08	4.06
10	0.50	16.23	8.07	12.07	4.05
11	0.55	16.20	8.06	12.06	4.05
12	0.60	16.17	8.05	12.05	4.04
13	0.65	16.15	8.04	12.04	4.04
14	0.70	16.12	8.04	12.04	4.03
15	0.75	16.10	8.03	12.03	4.03
16	0.80	16.08	8.02	12.02	4.02
17	0.85	16.06	8.02	12.02	4.02
18	0.90	16.05	8.01	12.01	4.01
19	0.95	16.04	8.02	12.01	4.02
20	1.00	16.03	8.00	12.01	4.00



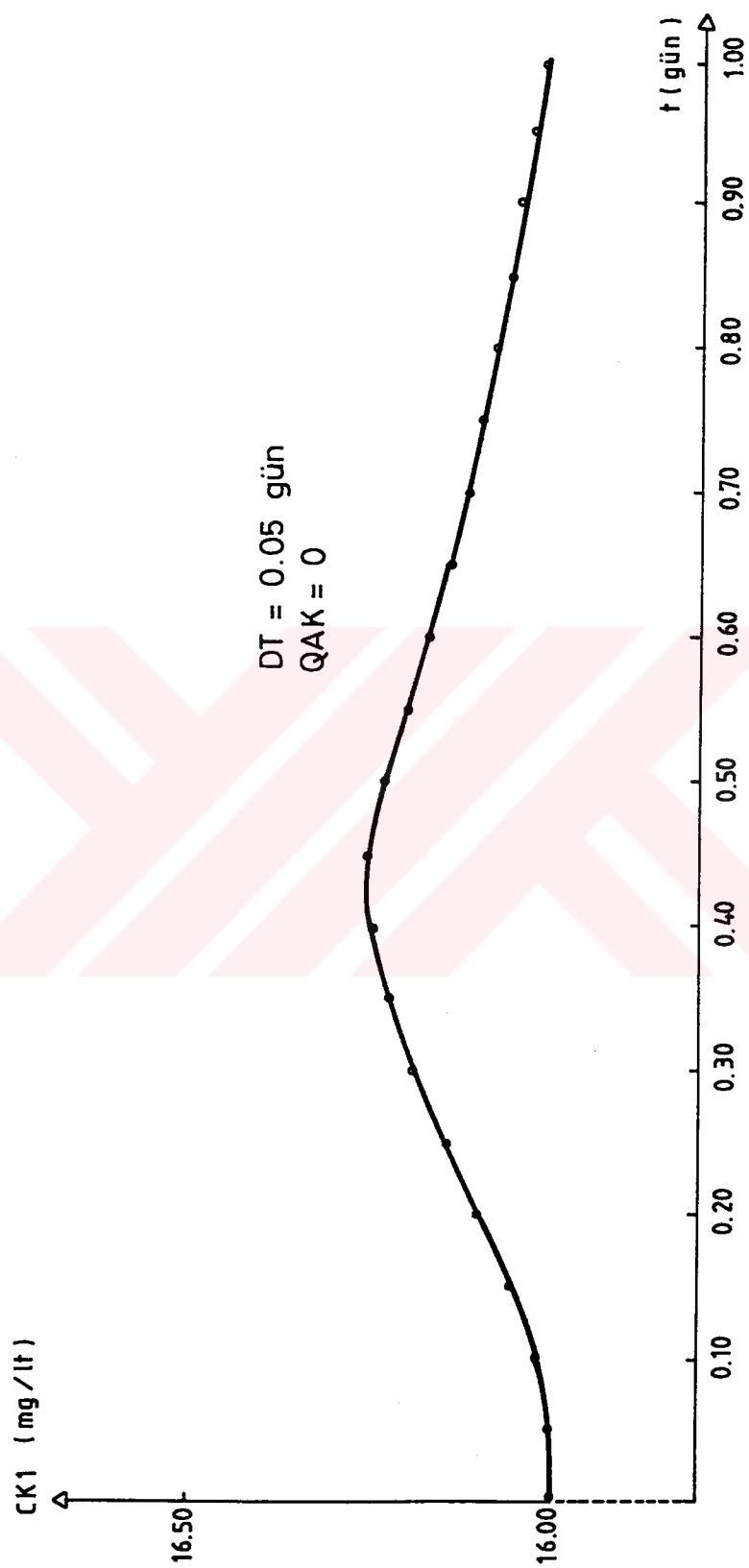
Şekil 4.11. Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri



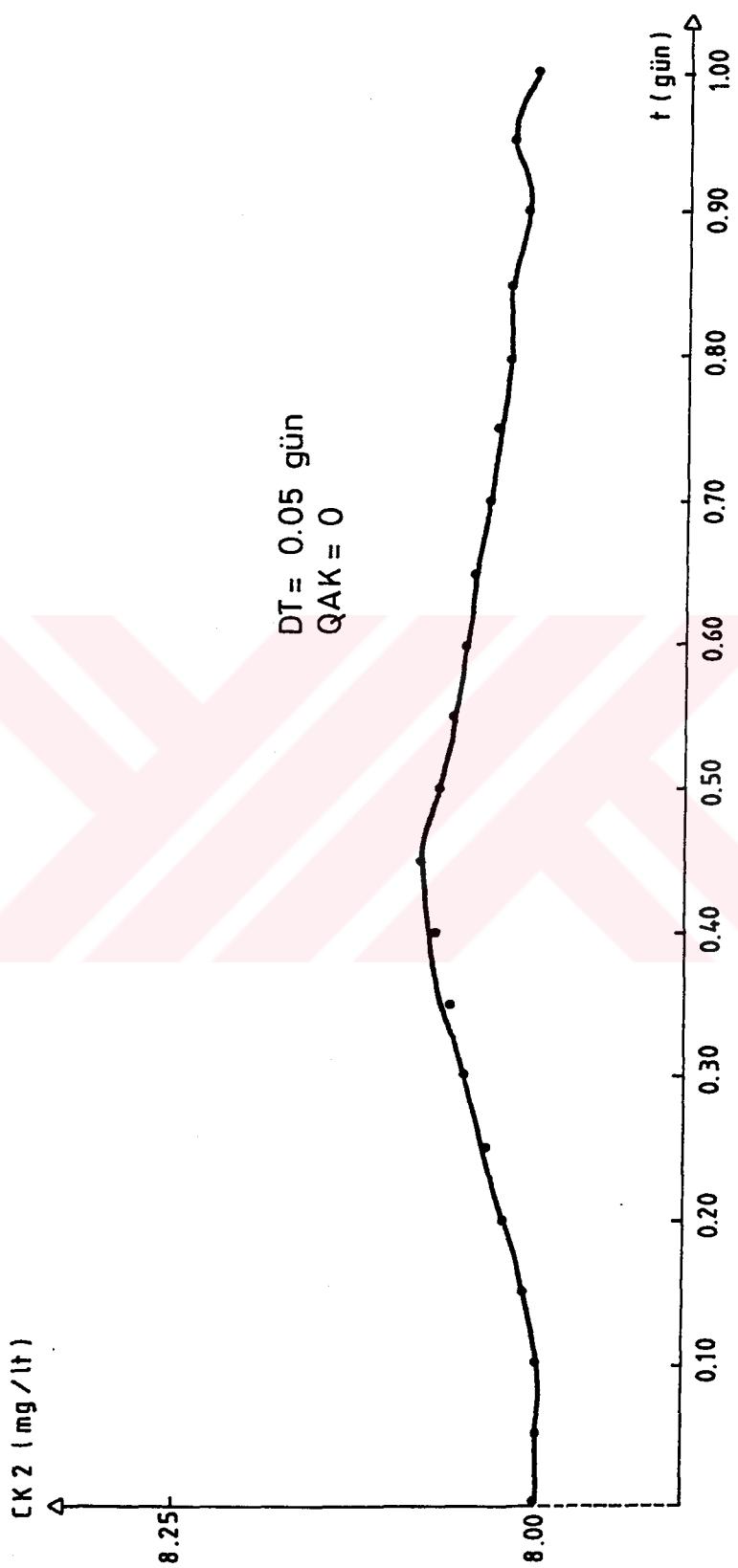
Sekil 4.12. Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



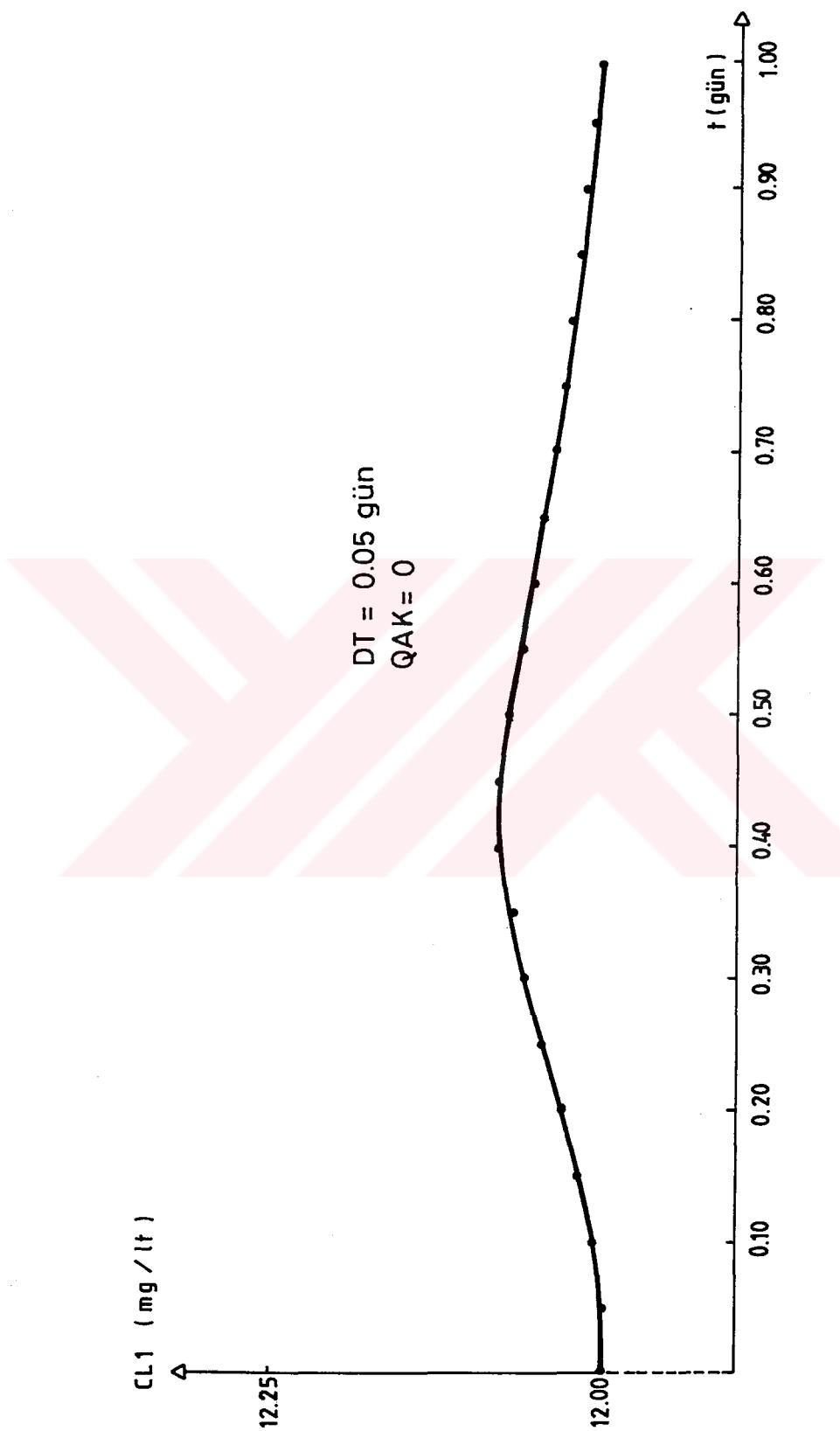
Şekil 4.13. Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



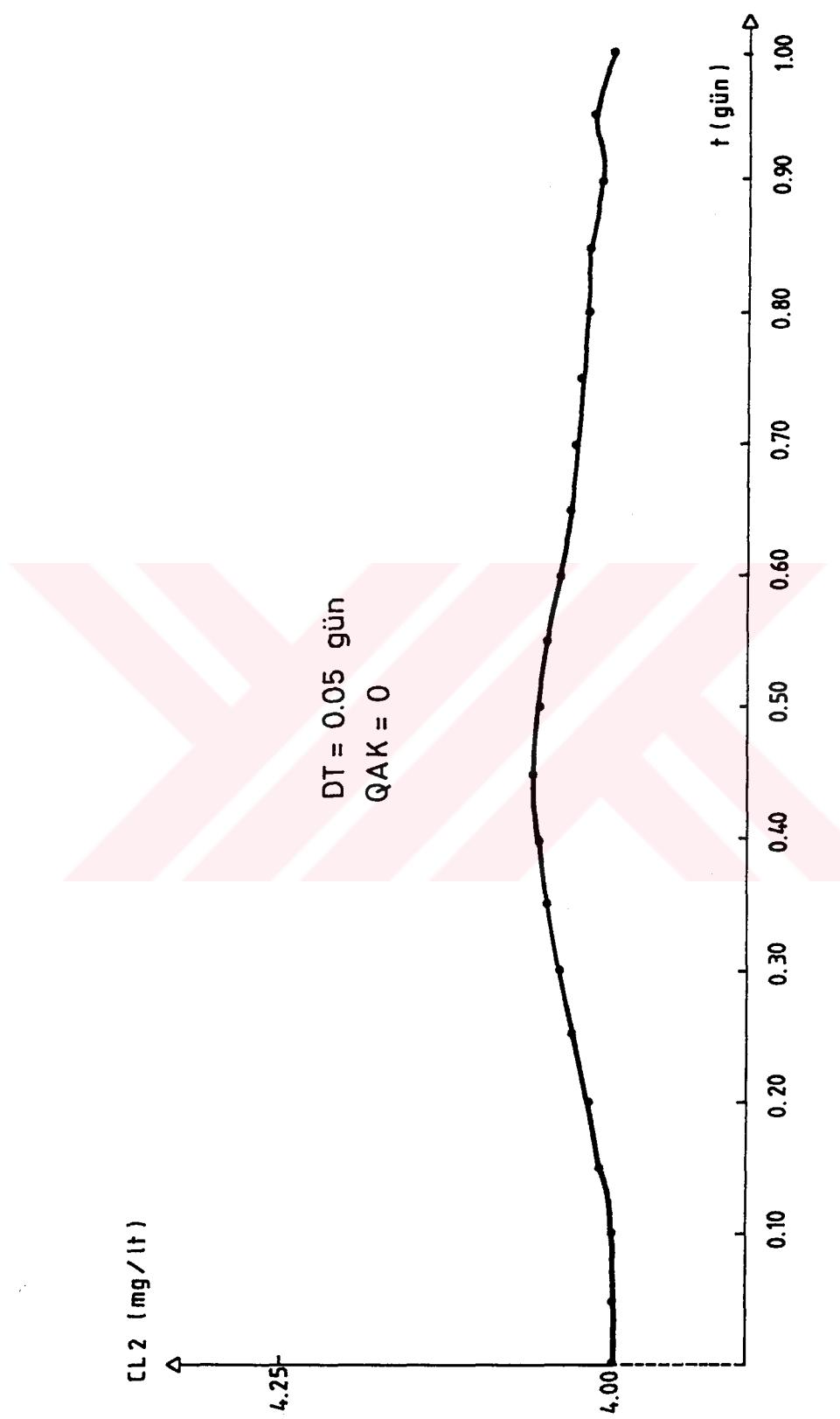
Şekil 4.14. Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



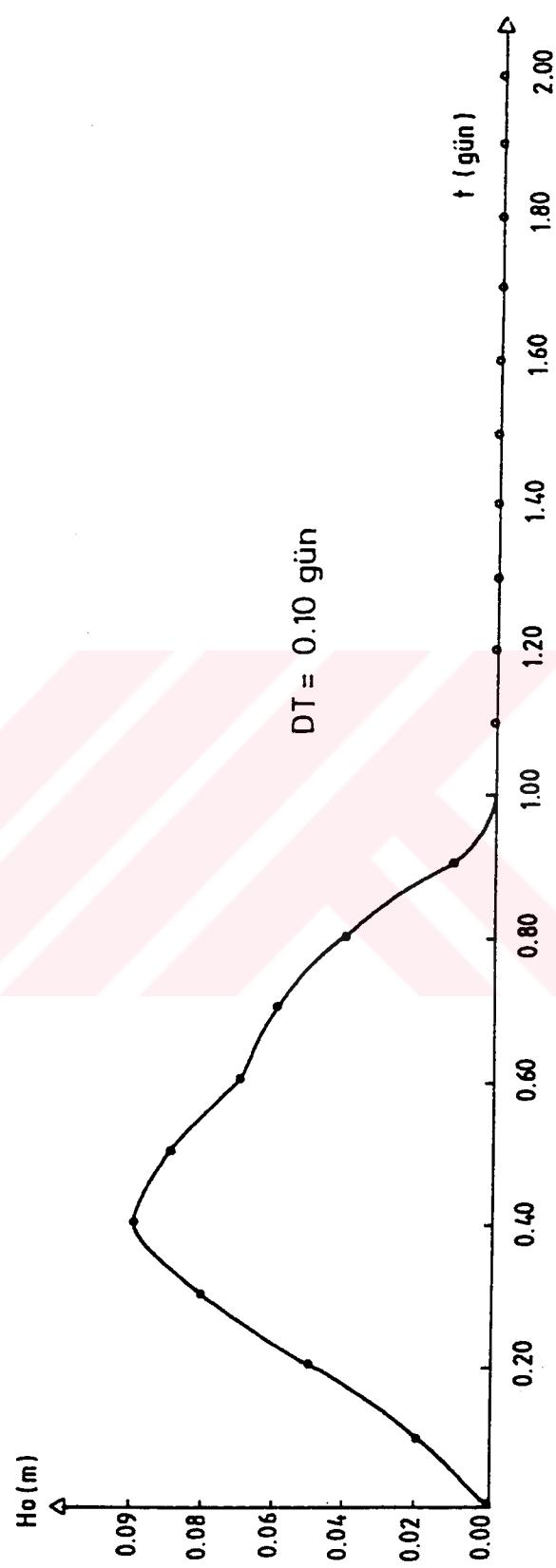
Şekil 4.15. Kanal 2'deki tuzuluk konsantrasyonu değişimini (2.kesitte)



Şekil 4.16. Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Şekil 4.17. Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Şekil 4.18. Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma

(2). GİRİŞ BİLGİLERİ

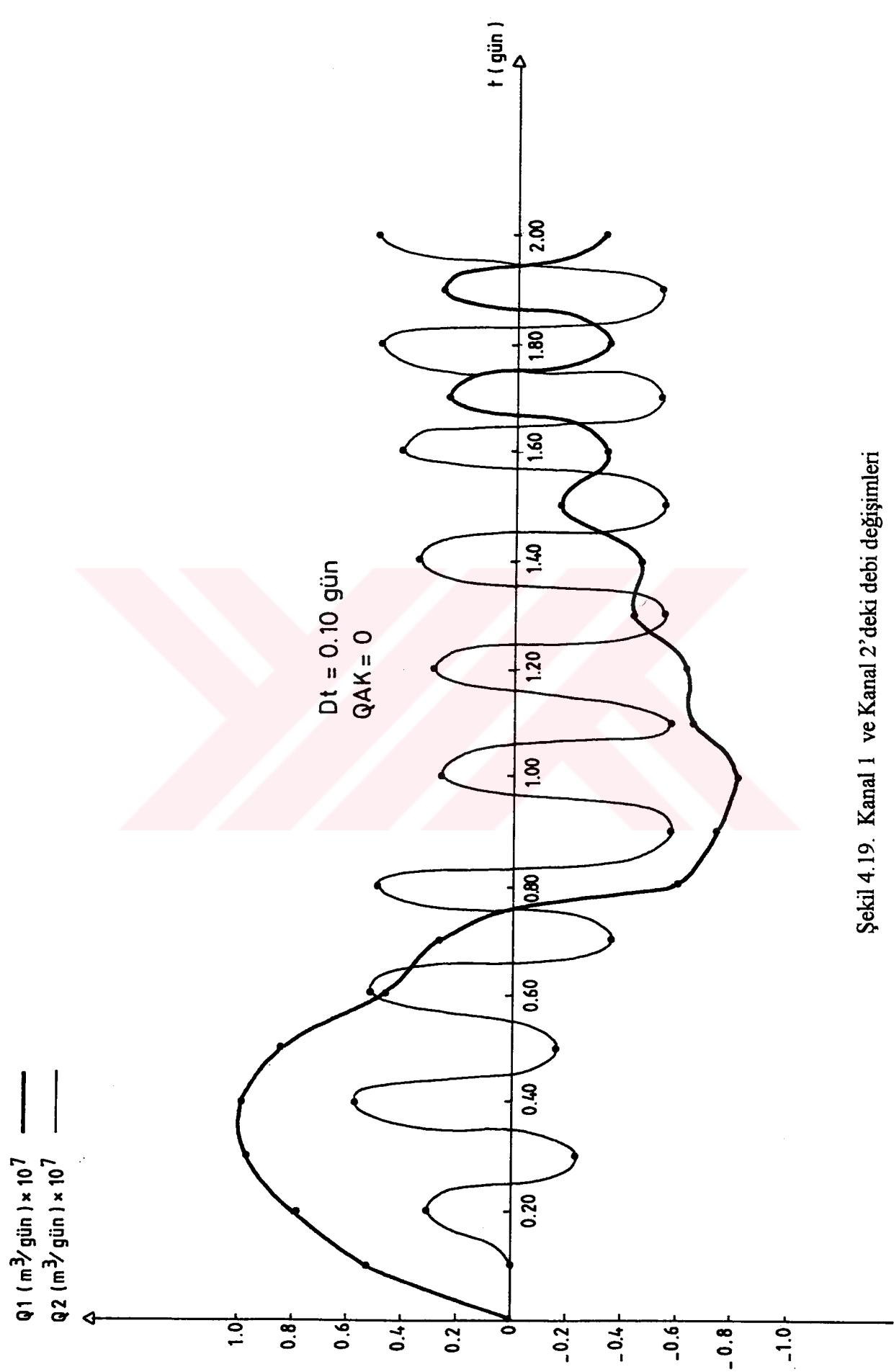
$N=20$	$CL1(0,0)=14$
$M=3$	$CL1(1,0)=13$
$L1=3$	$CL1(2,0)=12$
$L2=3$	$CL1(3,0)=10$
$N1=0.025$	$CL2(0,0)=7$
$N2=0.025$	$CL2(1,0)=6$
$HK1=1.5$	$CL2(2,0)=4$
$HK2=1.35$	$CL2(3,0)=3$
$BK1=80$	$H1=0$
$BK2=60$	$H2=0$
$DXK1=20000$	$CLAK=1$
$DXK2=10000$	$DT=0.10$
$CKD=20$	$QAK=0$
$CK1(1,0)=18$	
$CK1(2,0)=16$	
$CK1(3,0)=14$	
$CK2(0,0)=10$	
$CK2(1,0)=9$	
$CK2(2,0)=8$	
$CK2(3,0)=7$	
$HL1(1,0)=2$	
$HL1(2,0)=5$	
$HL1(3,0)=3$	
$HL2(1,0)=2$	
$HL2(2,0)=5$	
$HL2(3,0)=3$	
$BL1(1)=3000$	
$BL1(2)=2000$	
$BL1(3)=2500$	
$BL2(1)=1500$	
$BL2(2)=1200$	
$BL2(3)=900$	
$DXL1(1)=400$	
$DXL1(2)=1200$	
$DXL1(3)=1000$	
$DXL2(1)=350$	
$DXL2(2)=500$	
$DXL2(3)=450$	

Tablo 4.2a. (2). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

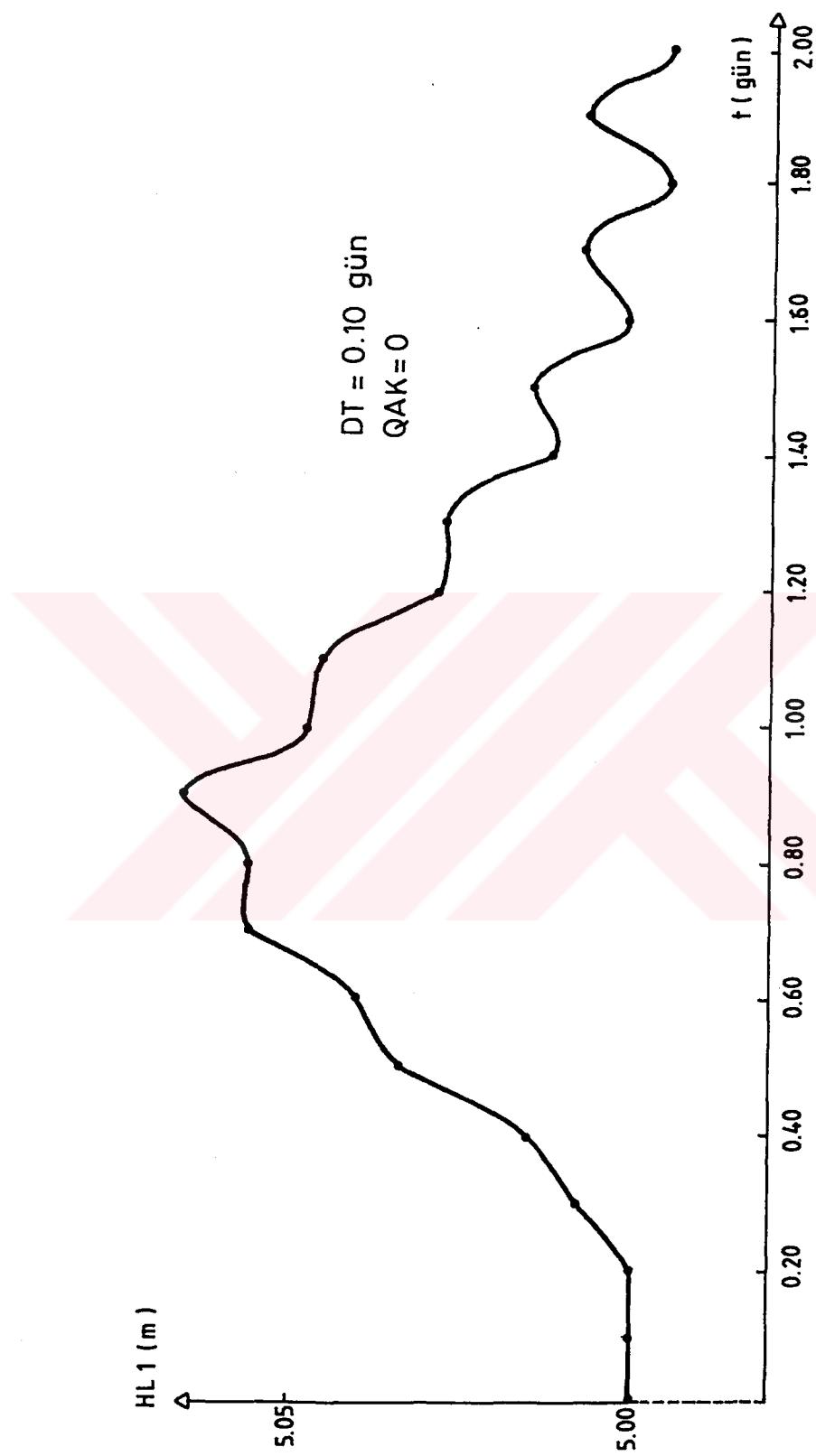
ADIM	T (gün)	Q1 (m ³ /gün)	Q2 (m ³ /gün)	HL1(2) (m)	HL2(2) (m)
0	0.00	0	0	5.000	5.000
1	0.10	543437	0	5.000	5.000
2	0.20	784127	312655	5.000	5.000
3	0.30	975057	-227538	5.008	5.000
4	0.40	986339	578868	5.016	5.020
5	0.50	855942	-159616	5.034	5.005
6	0.60	454539	526149	5.040	5.043
7	0.70	274248	-361105	5.056	5.032
8	0.80	-603694	504518	5.055	5.066
9	0.90	-745437	-568280	5.065	5.043
10	1.00	-814306	266676	5.048	5.075
11	1.10	-646162	-568511	5.045	5.039
12	1.20	-632364	298205	5.028	5.056
13	1.30	-434149	-549517	5.027	5.019
14	1.40	-463351	361450	5.013	5.039
15	1.50	-165294	-537239	5.015	5.003
16	1.60	-334391	425371	5.002	5.027
17	1.70	246534	-523966	5.008	4.992
18	1.80	-338019	506724	4.996	5.019
19	1.90	278649	-524378	5.008	4.986
20	2.00	-323698	512345	4.995	5.018

Tablo 4.2b. (2). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

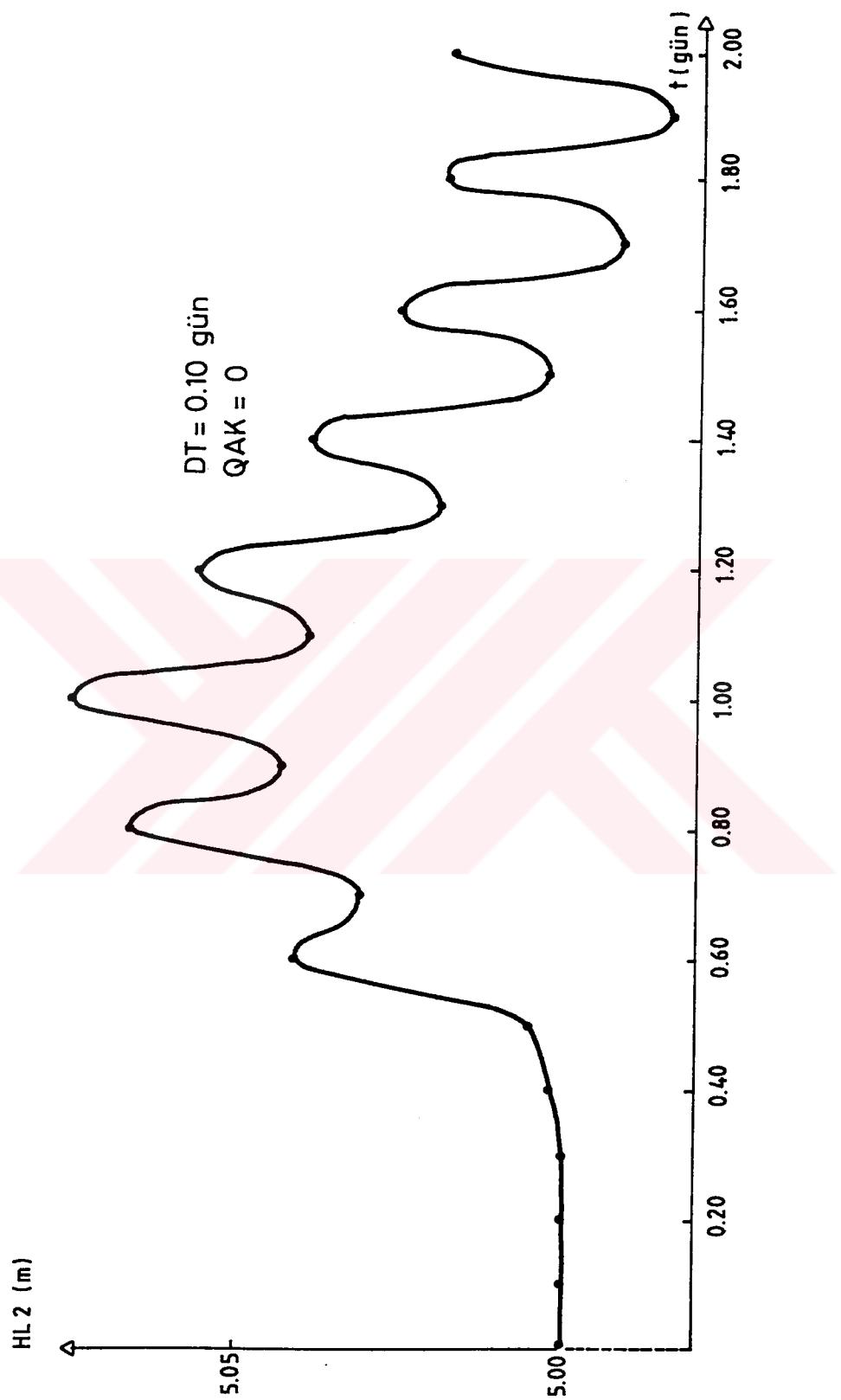
ADIM	T (gün)	CK1(2) (mg/lt)	CK2(2) (mg/lt)	CL1(2) (mg/lt)	CL2(2) (mg/lt)
0	0.00	16.00	8.00	12.00	4.00
1	0.10	16.00	8.00	12.00	4.00
2	0.20	16.05	8.00	12.01	4.00
3	0.30	16.11	8.04	12.03	4.03
4	0.40	16.19	8.01	12.06	4.01
5	0.50	16.27	8.08	12.08	4.07
6	0.60	16.34	8.06	12.11	4.05
7	0.70	16.38	8.13	12.12	4.10
8	0.80	16.40	8.08	12.13	4.07
9	0.90	16.35	8.14	12.11	4.12
10	1.00	16.29	8.08	12.09	4.06
11	1.10	16.22	8.11	12.07	4.09
12	1.20	16.17	8.04	12.05	4.03
13	1.30	16.12	8.07	12.03	4.06
14	1.40	16.08	8.01	12.02	4.01
15	1.50	16.04	8.05	12.01	4.04
16	1.60	16.03	7.99	12.01	3.99
17	1.70	16.00	8.04	12.00	4.03
18	1.80	16.02	7.98	12.01	3.98
19	1.90	16.00	8.04	12.00	4.03
20	2.00	16.02	7.97	12.00	3.98



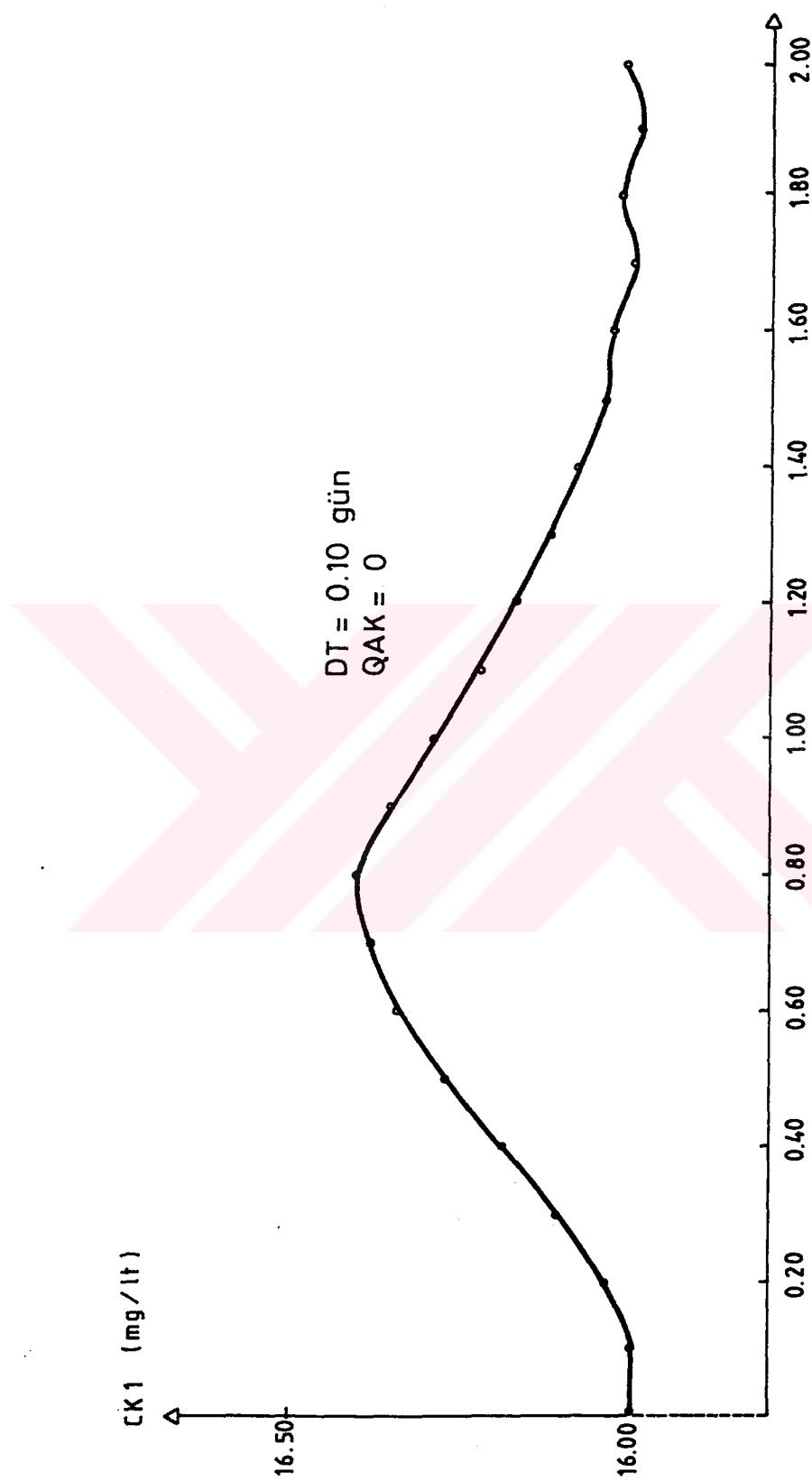
Şekil 4.19. Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri



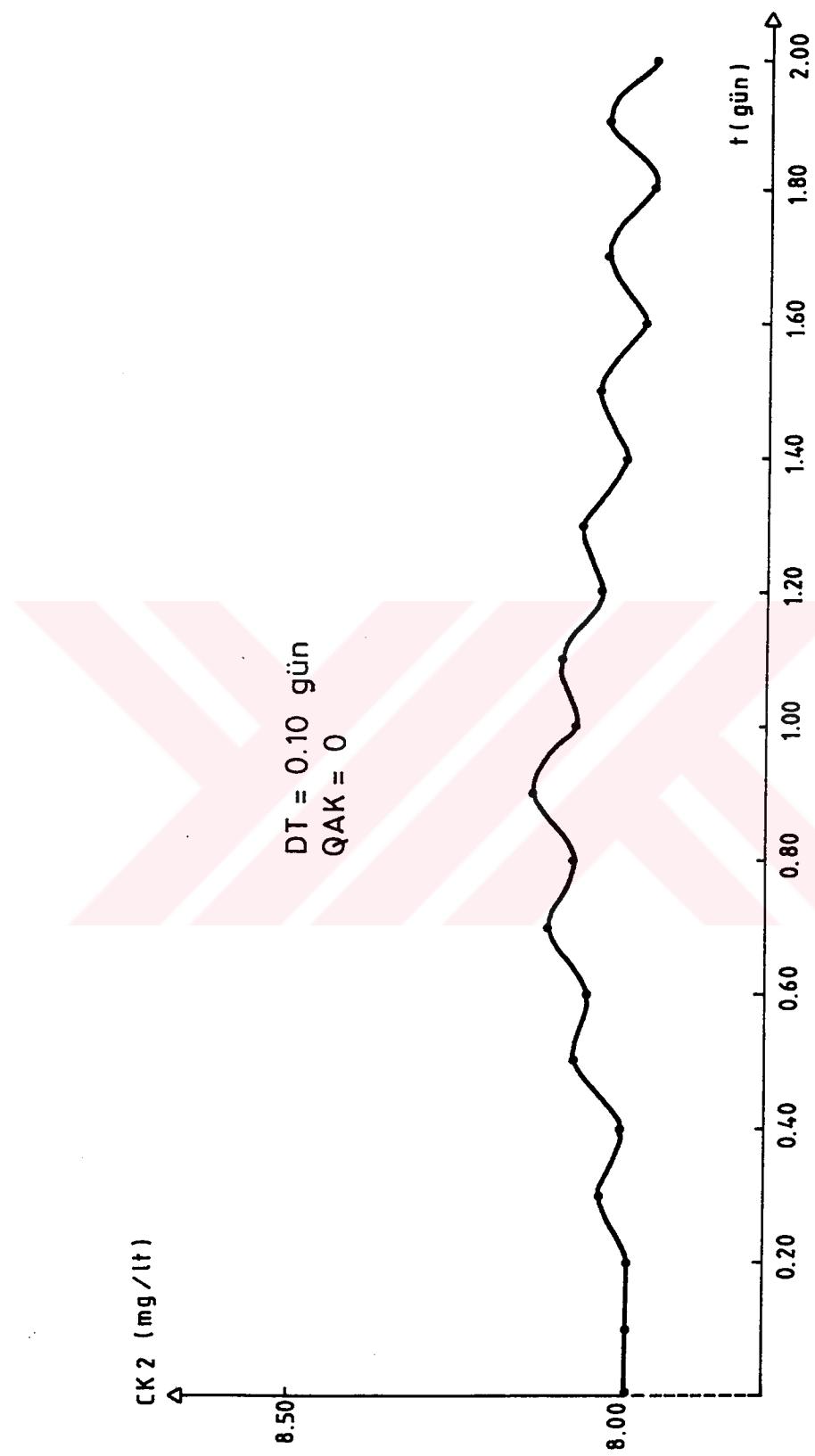
Şekil 4.20. Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



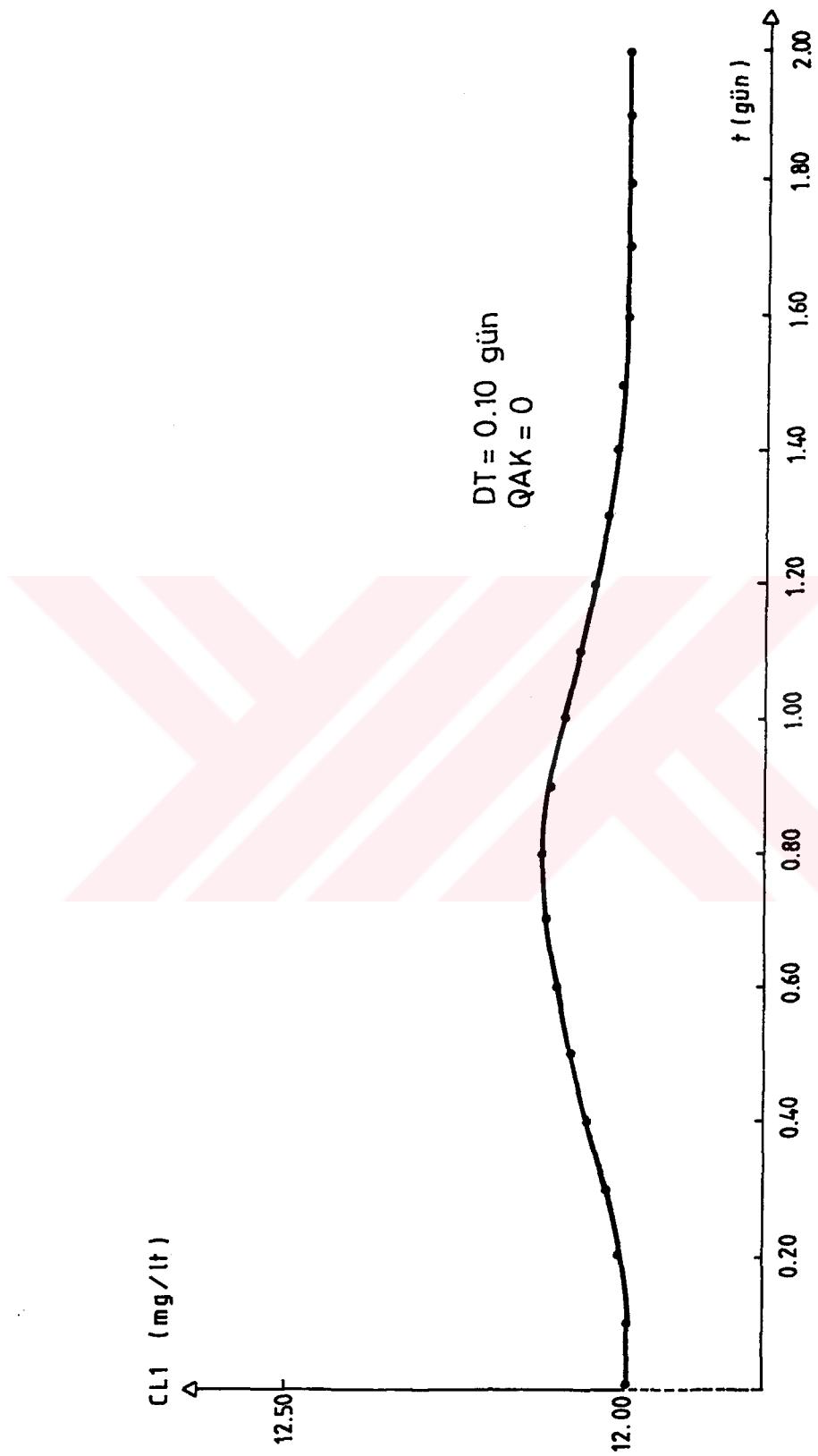
Şekil 4.21. Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



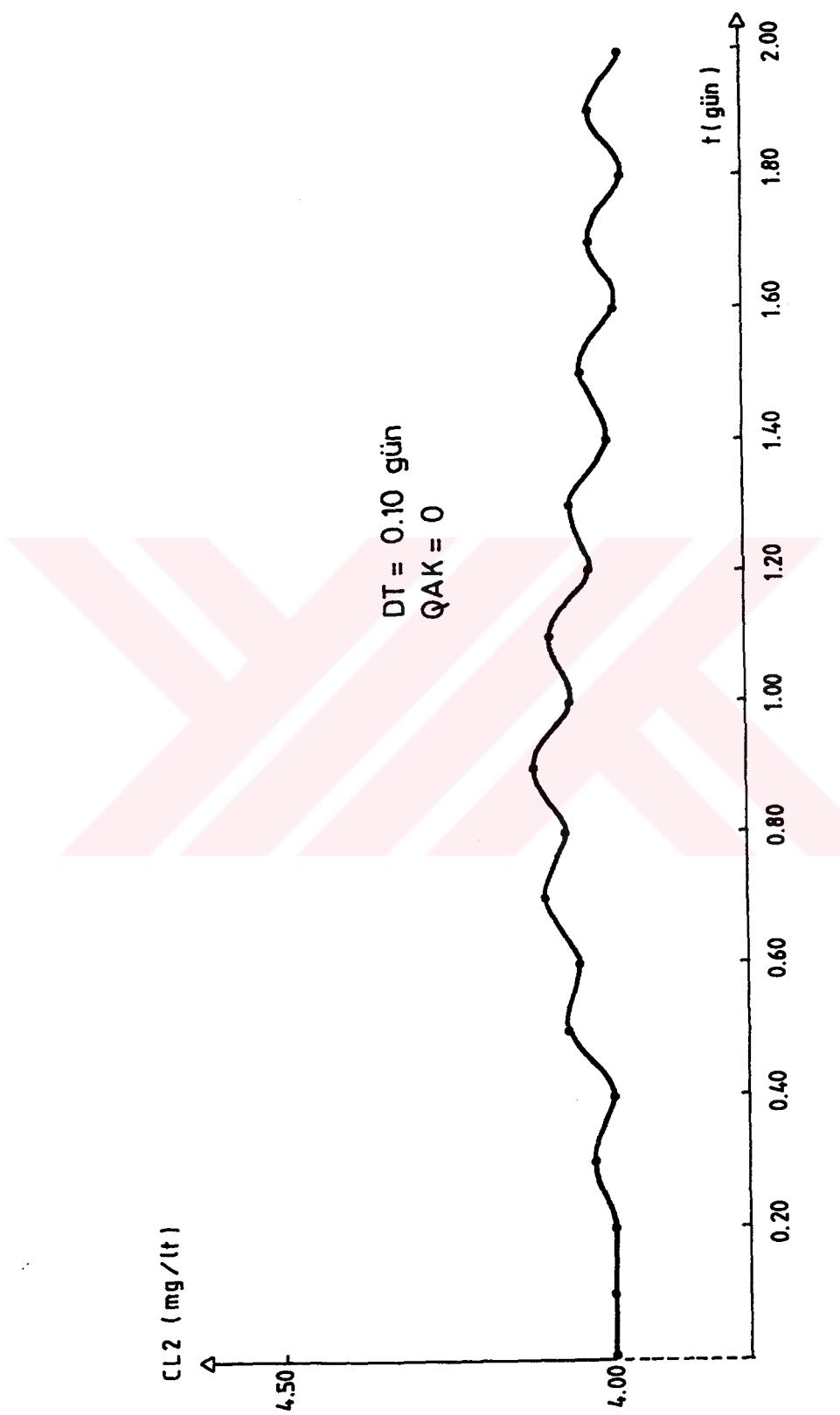
Şekil 4.22. Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



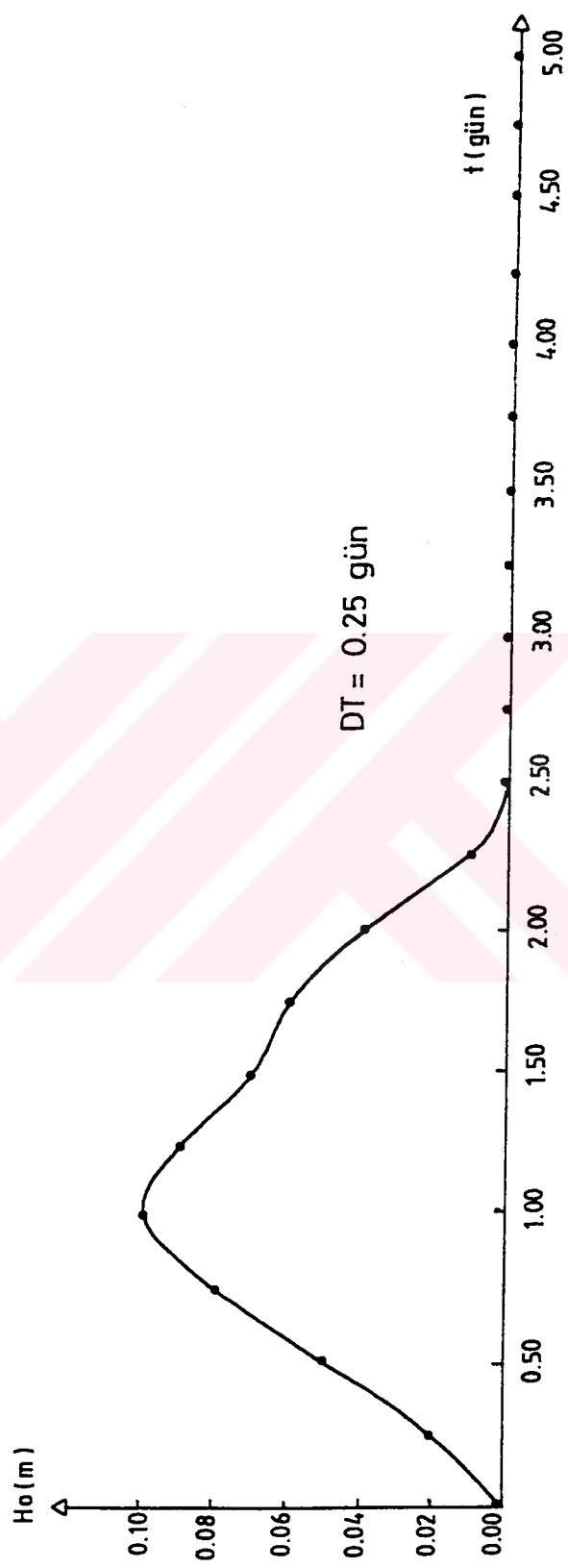
Şekil 4.23. Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Şekil 4.24. Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Şekil 4.25. Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Şekil 4.26. Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma

(3). GİRİŞ BİLGİLERİ

N=20	CL1(0,0)=14
M=3	CL1(1,0)=13
L1=3	CL1(2,0)=12
L2=3	CL1(3,0)=10
N1=0.025	CL2(0,0)=7
N2=0.025	CL2(1,0)=6
HK1=1.5	CL2(2,0)=4
HK2=1.35	CL2(3,0)=3
BK1=80	H1=0
BK2=60	H2=0
DXK1=20000	CLAK=1
DXK2=10000	DT=0.25
CKD=20	QAK=0
CK1(1,0)=18	
CK1(2,0)=16	
CK1(3,0)=14	
CK2(0,0)=10	
CK2(1,0)=9	
CK2(2,0)=8	
CK2(3,0)=7	
HL1(1,0)=2	
HL1(2,0)=5	
HL1(3,0)=3	
HL2(1,0)=2	
HL2(2,0)=5	
HL2(3,0)=3	
BL1(1)=3000	
BL1(2)=2000	
BL1(3)=2500	
BL2(1)=1500	
BL2(2)=1200	
BL2(3)=900	
DXL1(1)=400	
DXL1(2)=1200	
DXL1(3)=1000	
DXL2(1)=350	
DXL2(2)=500	
DXL2(3)=450	

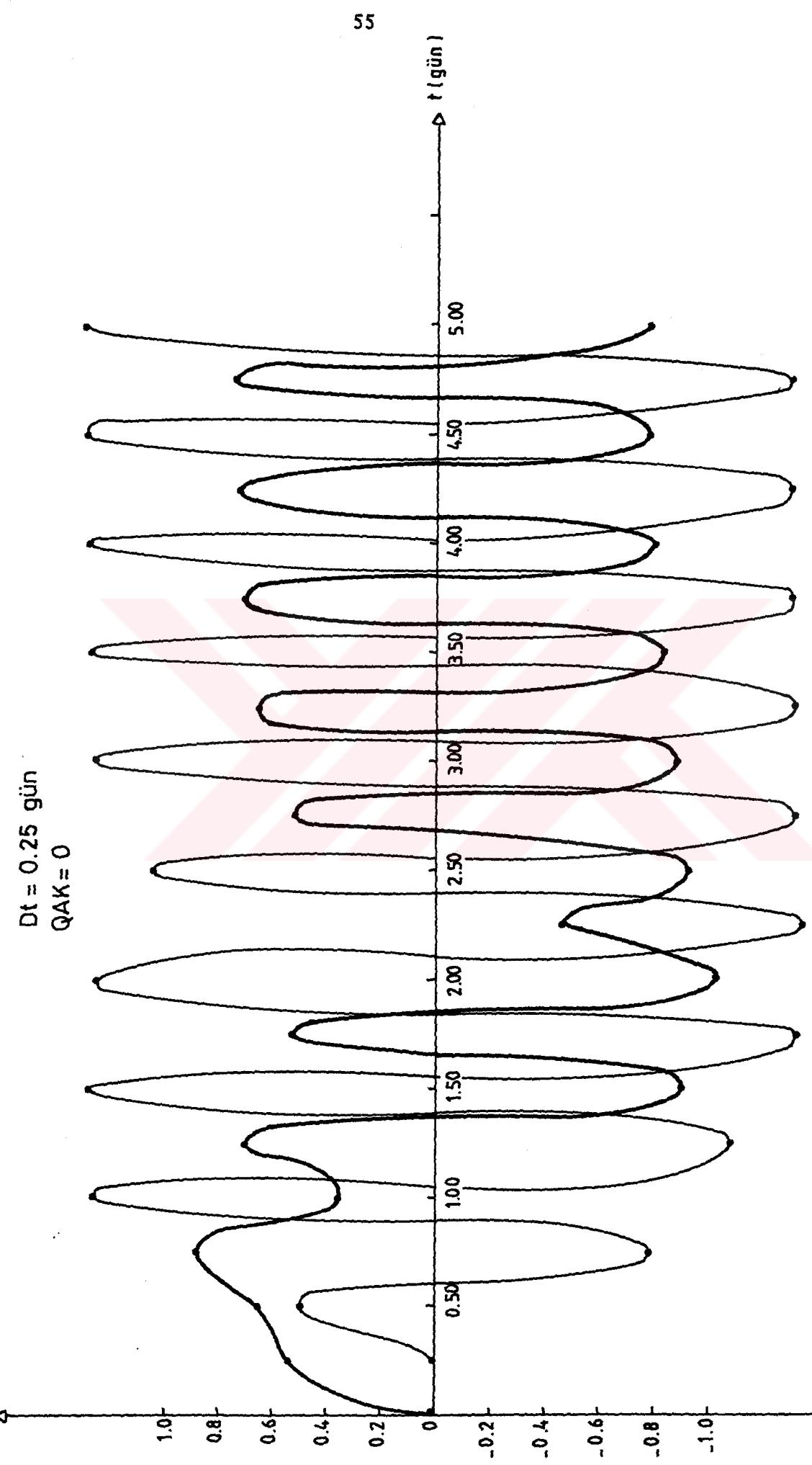
Tablo 4.3a. (3). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

ADIM	T (gün)	Q1 (m ³ /gün)	Q2 (m ³ /gün)	HL1(2) (m)	HL2(2) (m)
0	0.00	0	0	5.000	5.000
1	0.25	543437	0	5.000	5.000
2	0.50	655496	494351	5.000	5.000
3	0.75	883822	-780667	5.021	5.000
4	1.00	362149	1265643	5.027	5.079
5	1.25	704707	-1084410	5.091	4.954
6	1.50	-902666	1288616	5.056	5.157
7	1.75	531063	-1318874	5.125	4.983
8	2.00	-1031470	1250490	5.041	5.190
9	2.25	-459263	-1343717	5.112	4.978
10	2.50	-927843	1053542	5.024	5.179
11	2.75	514194	-1324821	5.058	4.963
12	3.00	-883197	1246690	4.982	5.132
13	3.25	655431	-1318923	5.053	4.920
14	3.50	-831688	1272650	4.971	5.120
15	3.75	709516	-1308170	5.047	4.908
16	4.00	-801556	1283443	4.966	5.112
17	4.25	735963	-1302016	5.044	4.903
18	4.50	-784722	1288753	4.963	5.108
19	4.75	749533	-1298598	5.042	4.890
20	5.00	-775497	1291485	4.962	5.106

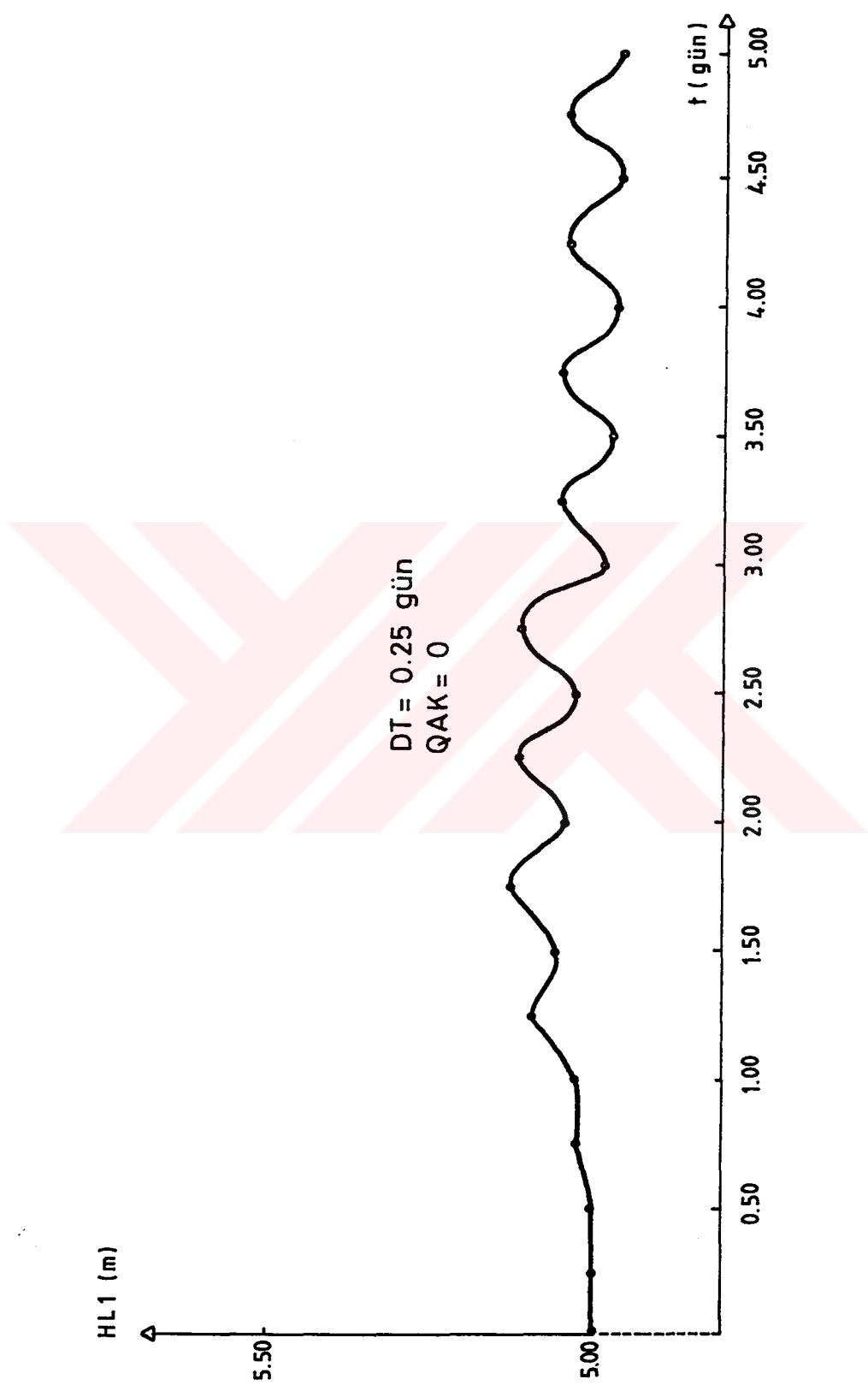
Tablo 4.3b. (3). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

ADIM	T (gün)	CK1(2) (mg/lt)	CK2(2) (mg/lt)	CL1(2) (mg/lt)	CL2(2) (mg/lt)
0	0.00	16.00	8.00	12.00	4.00
1	0.25	16.00	8.00	12.00	4.00
2	0.50	16.11	8.00	12.03	4.00
3	0.75	16.25	8.15	12.08	4.12
4	1.00	16.43	7.94	12.13	3.93
5	1.25	16.50	8.29	12.16	4.25
6	1.50	16.64	8.09	12.21	3.97
7	1.75	16.46	8.38	12.14	4.31
8	2.00	16.56	8.39	12.18	3.97
9	2.25	16.36	8.52	12.11	4.30
10	2.50	16.26	8.89	12.08	3.95
11	2.75	16.08	8.79	12.02	4.24
12	3.00	16.18	9.76	12.05	3.91
13	3.25	16.00	9.30	11.99	4.25
14	3.50	16.13	11.02	12.03	3.97
15	3.75	15.97	10.08	11.98	4.30
16	4.00	16.11	12.77	12.02	4.12
17	4.25	15.95	11.20	11.97	4.39
18	4.50	16.10	15.14	12.02	4.32
19	4.75	15.94	12.73	11.97	4.56
20	5.00	16.09	18.31	12.02	4.54

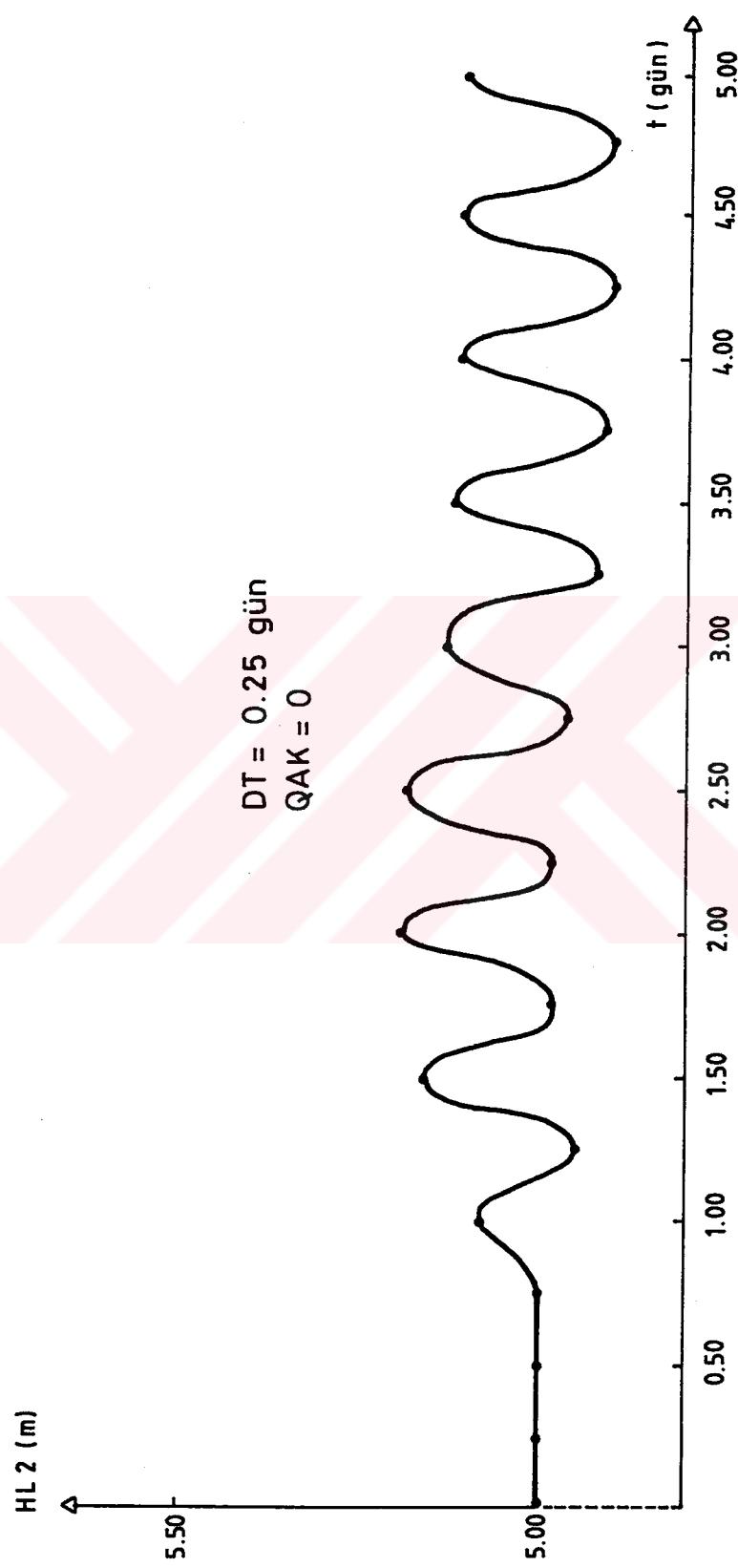
$$\begin{aligned} Q_1 (\text{m}^3/\text{gün}) \times 10^7 &= \text{---} \\ Q_2 (\text{m}^3/\text{gün}) \times 10^7 &= \text{---} \end{aligned}$$



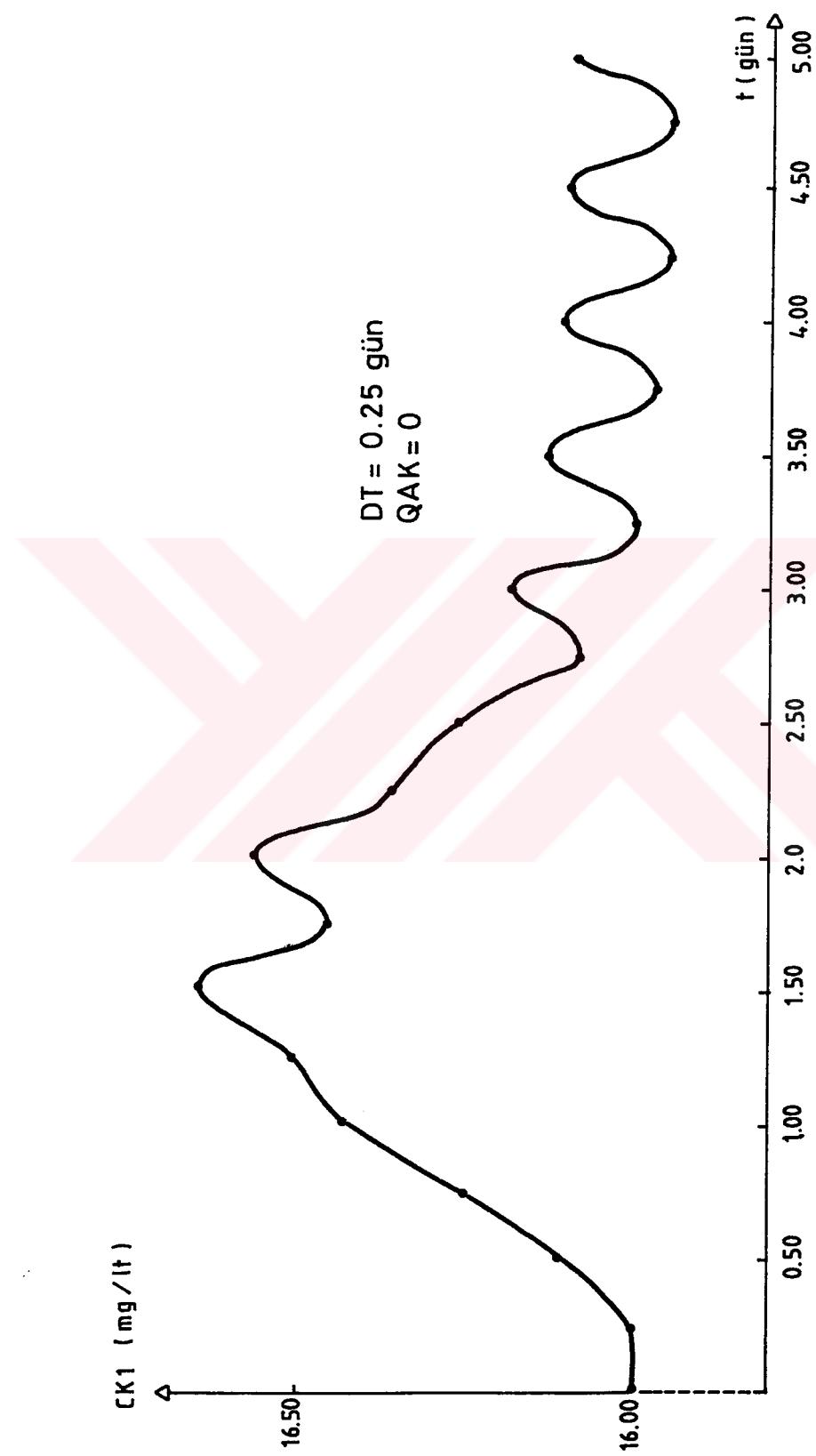
Şekil 4.27. Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri



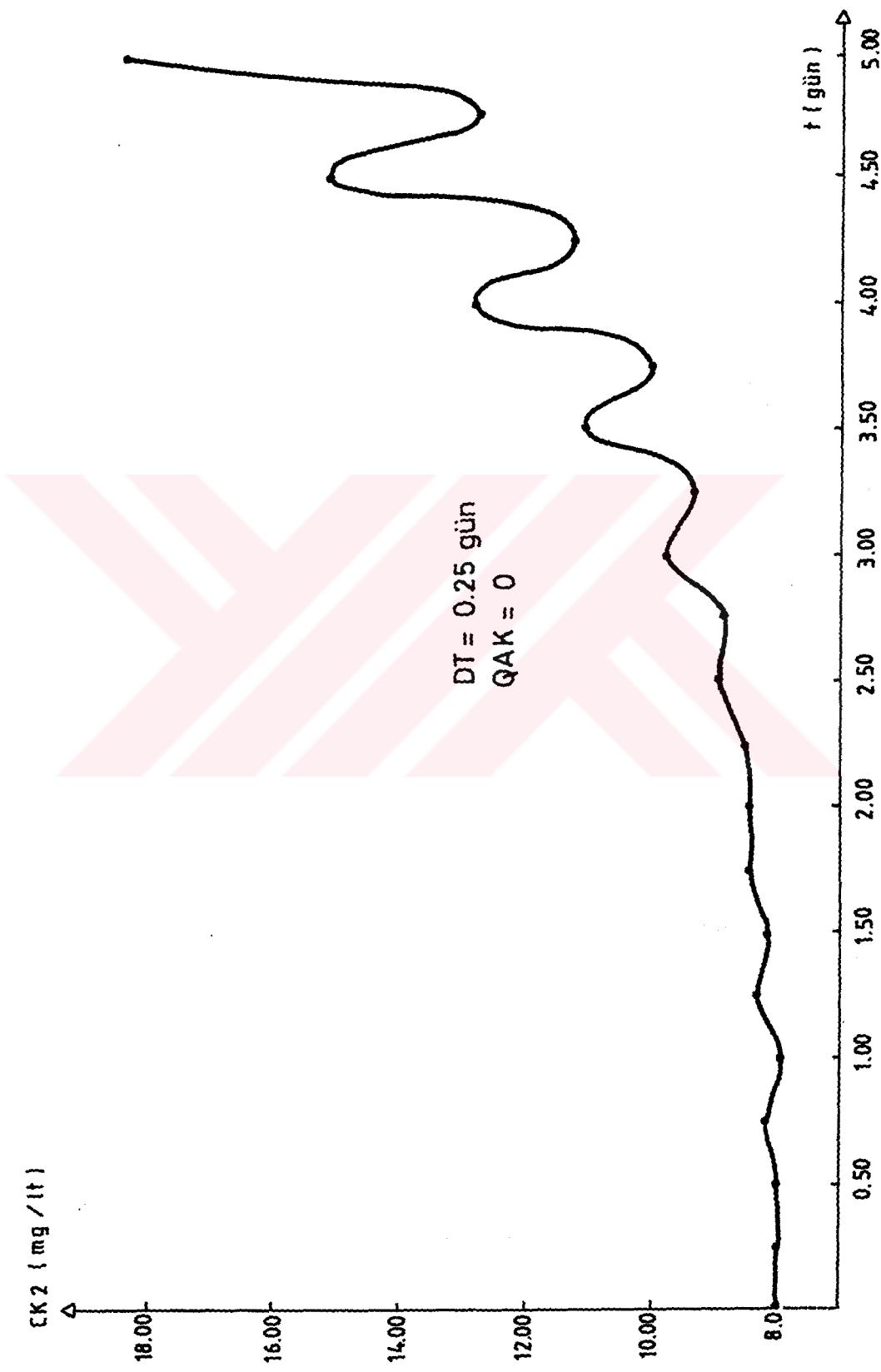
Sekil 4.28. Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



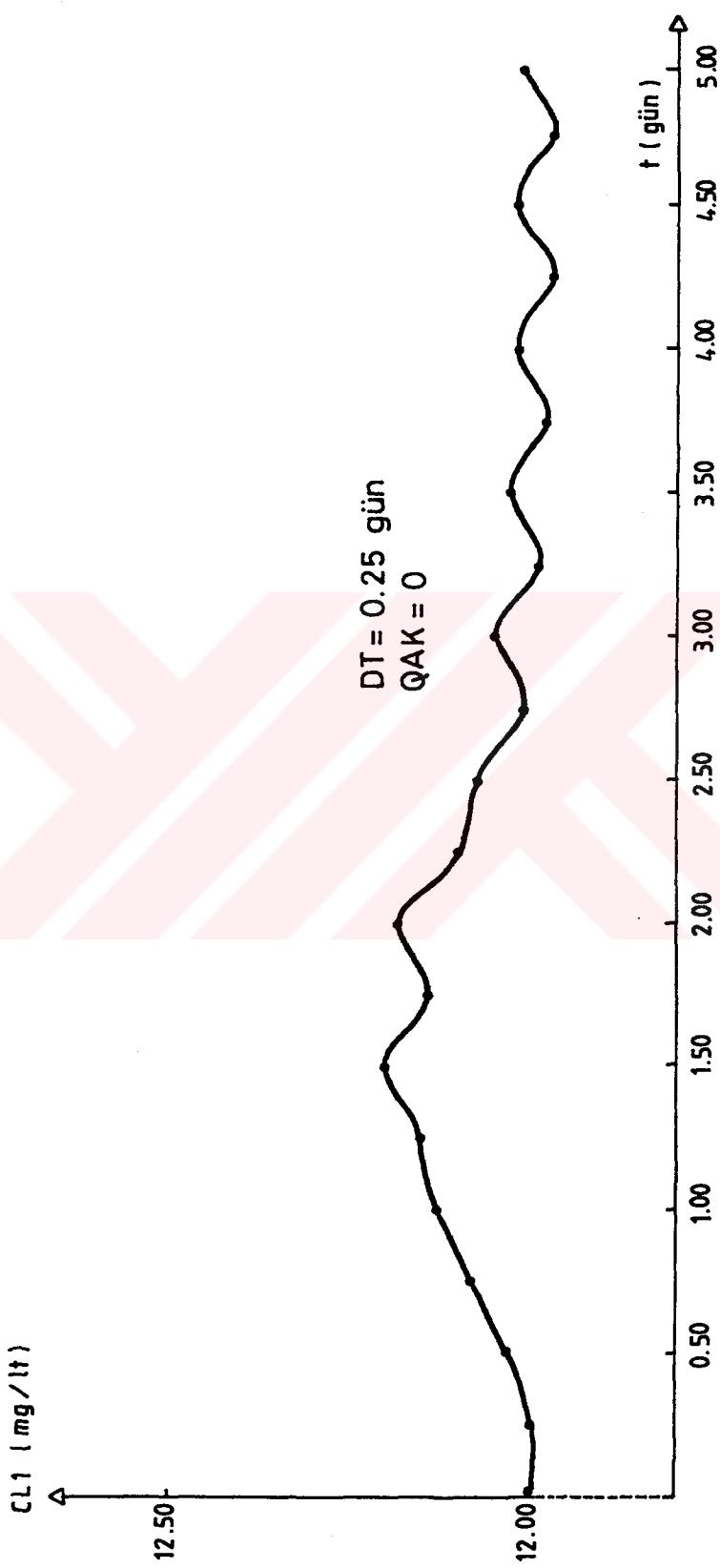
Şekil 4.29. Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



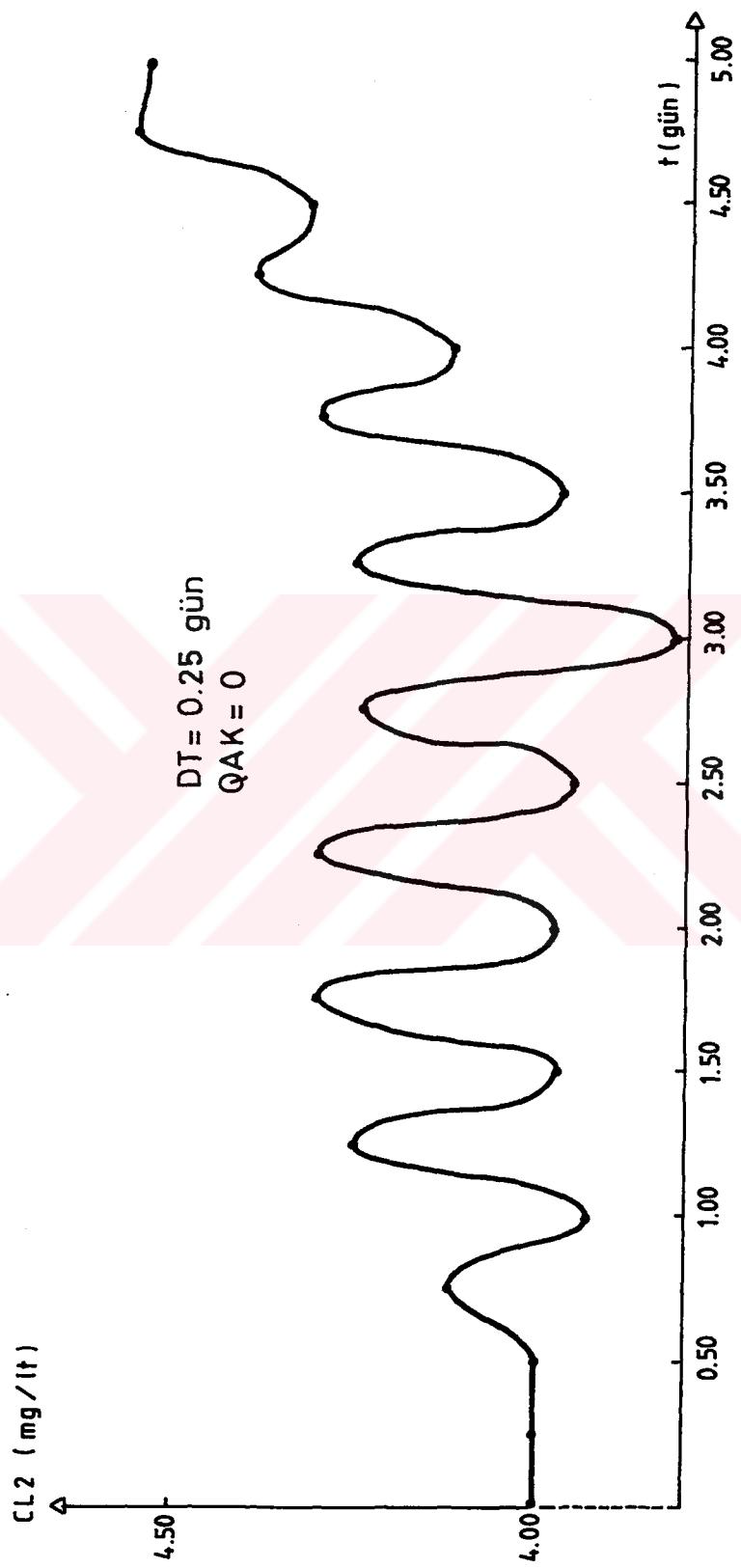
Şekil 4.30. Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)



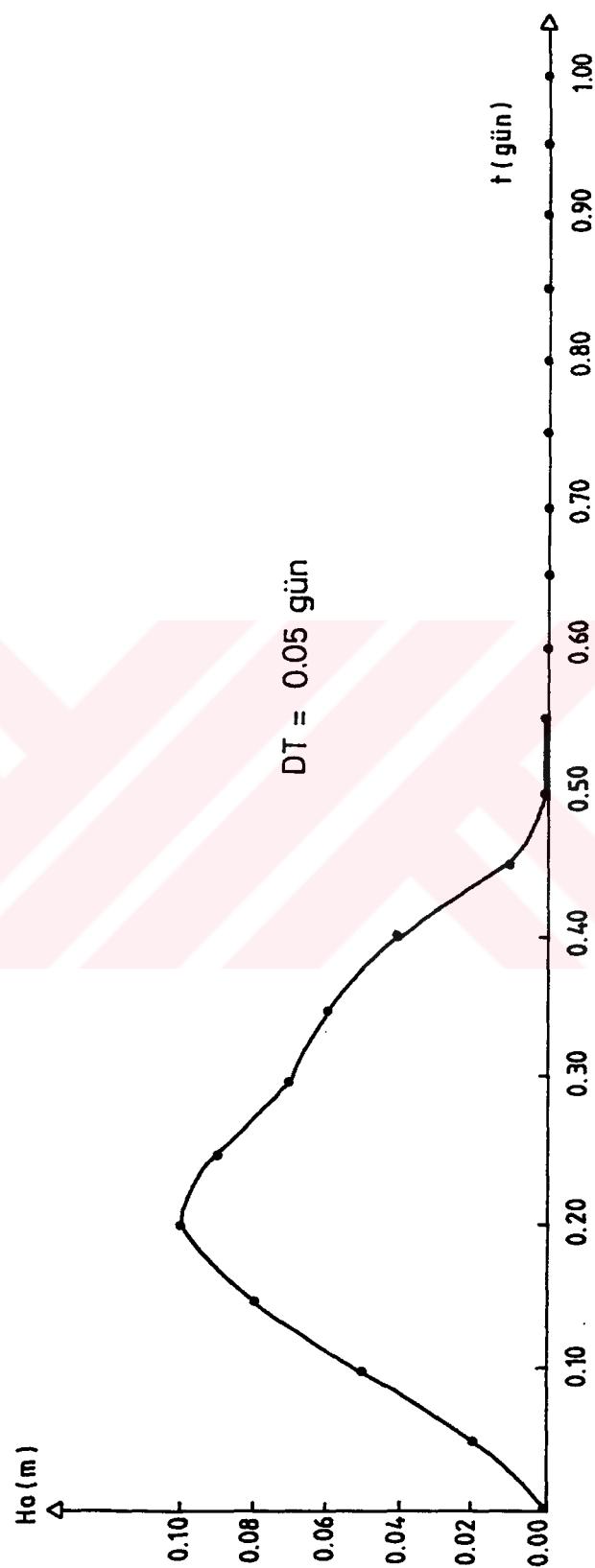
Sekil 4.31. Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Sekil 4.32. Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.Kesitte)



Sekil 4.33. Lagün 2'deki tuzluluuk konsantrasyonu deðiþimi (2.kesitte)



Şekil 4.34. Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma

(4). GİRİŞ BİLGİLERİ

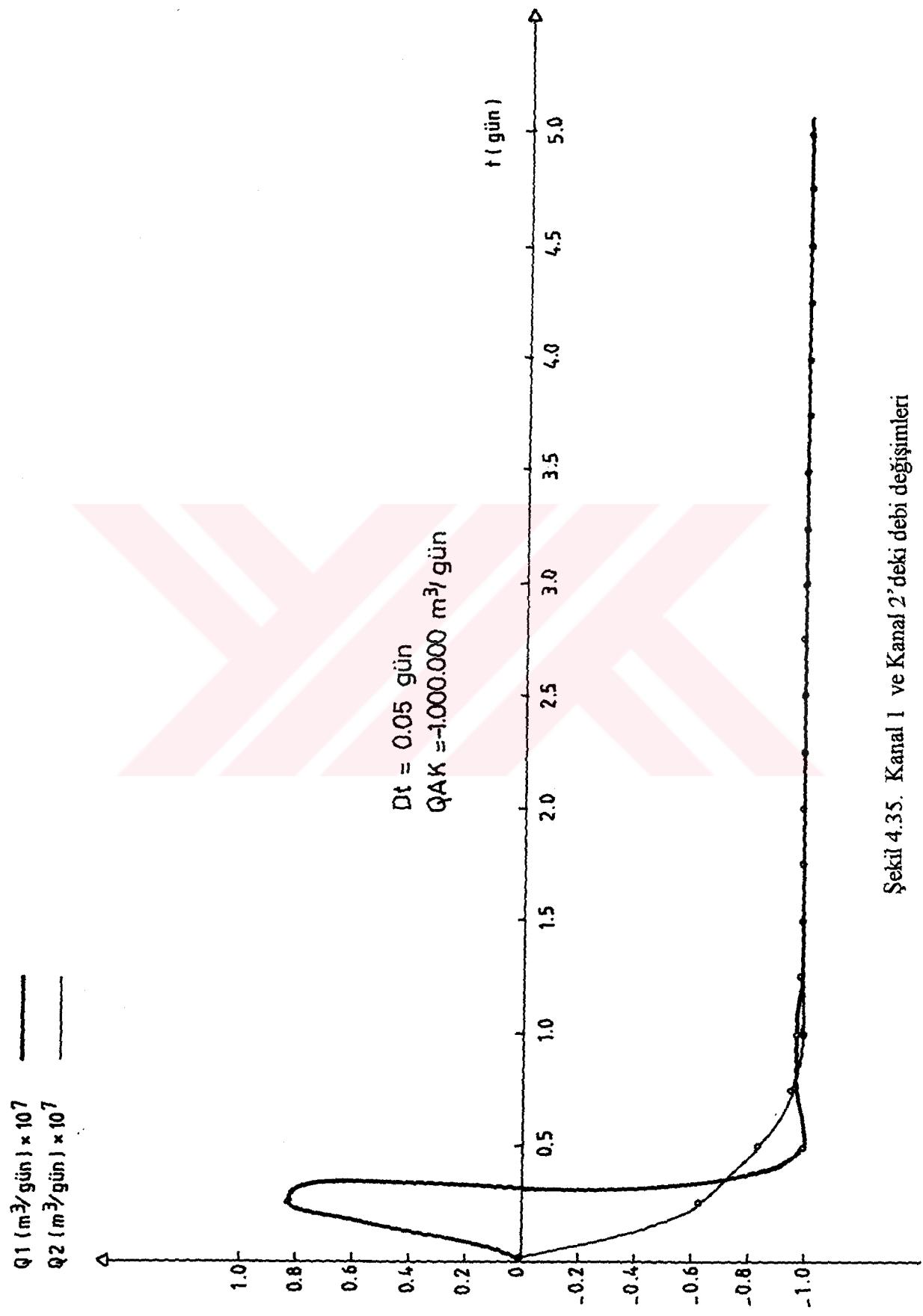
N=20	CL1(0,0)=14
M=3	CL1(1,0)=13
L1=3	CL1(2,0)=12
L2=3	CL1(3,0)=10
N1=0.025	CL2(0,0)=7
N2=0.025	CL2(1,0)=6
HK1=1.5	CL2(2,0)=4
HK2=1.35	CL2(3,0)=3
BK1=80	H1=0
BK2=60	H2=0
DXK1=20000	CLAK=1
DXK2=10000	DT=0.05
CKD=20	QAK=-1000000
CK1(1,0)=18	
CK1(2,0)=16	
CK1(3,0)=14	
CK2(0,0)=10	
CK2(1,0)=9	
CK2(2,0)=8	
CK2(3,0)=7	
HL1(1,0)=2	
HL1(2,0)=5	
HL1(3,0)=3	
HL2(1,0)=2	
HL2(2,0)=5	
HL2(3,0)=3	
BL1(1)=3000	
BL1(2)=2000	
BL1(3)=2500	
BL2(1)=1500	
BL2(2)=1200	
BL2(3)=900	
DXL1(1)=400	
DXL1(2)=1200	
DXL1(3)=1000	
DXL2(1)=350	
DXL2(2)=500	
DXL2(3)=450	

Tablo 4.4a. (4). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

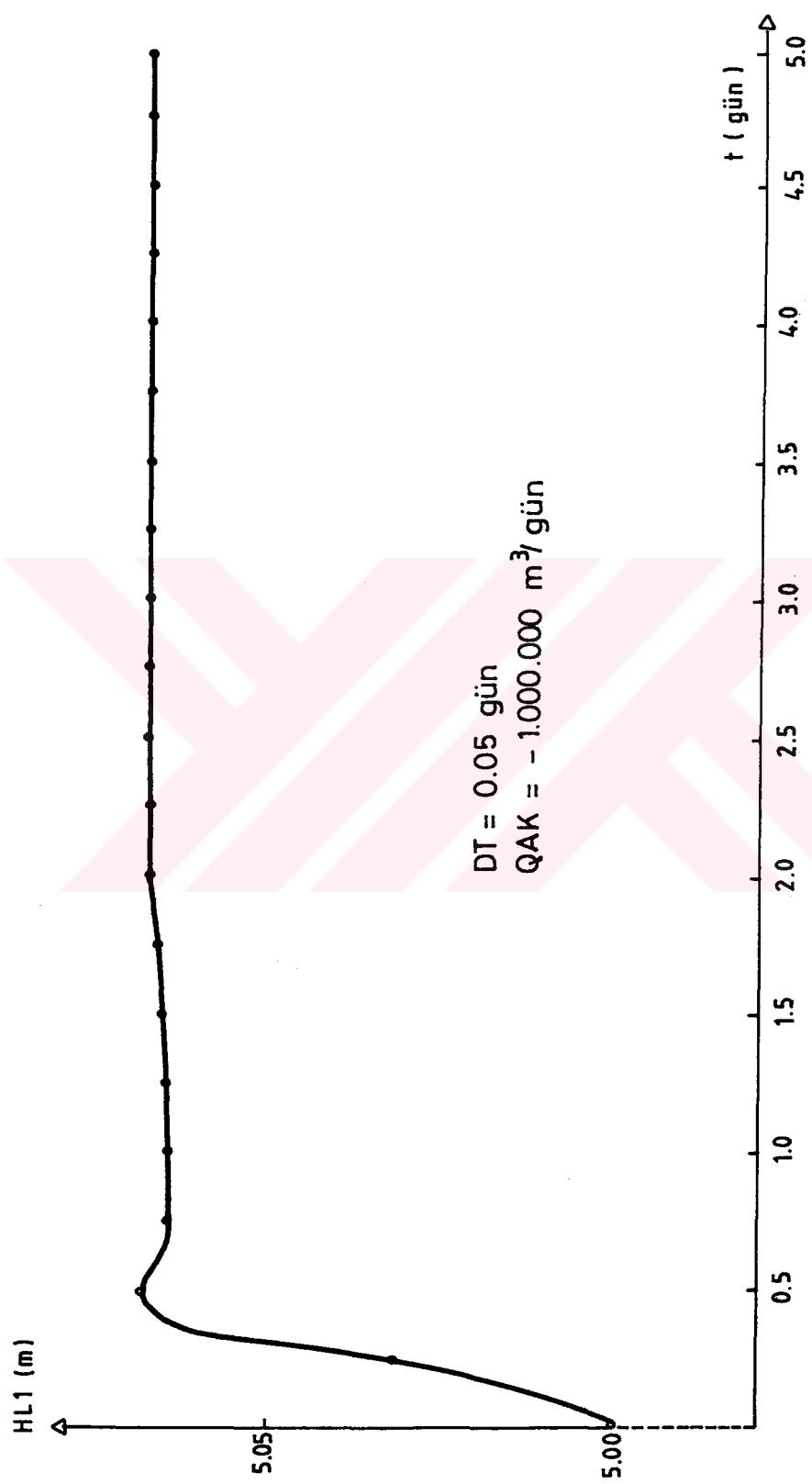
ADIM	T (gün)	Q1 (m ³ /gün)	Q2 (m ³ /gün)	HL1(2) (m)	HL2(2) (m)
0	0.00	0	0	5.000	5.000
5	0.25	817760	-629939	5.032	5.067
10	0.50	-995474	-845780	5.068	5.122
15	0.75	-973471	-961336	5.064	5.142
20	1.00	-973765	-986171	5.064	5.147
25	1.25	-977883	-992909	5.065	5.149
30	1.50	-982062	-995283	5.065	5.150
35	1.75	-985603	-996460	5.066	5.151
40	2.00	-988476	-997227	5.067	5.151
45	2.25	-990780	-997797	5.066	5.152
50	2.50	-992622	-998241	5.067	5.152
55	2.75	-994094	-998593	5.067	5.152
60	3.00	-995272	-998874	5.067	5.152
65	3.25	-996214	-999099	5.067	5.153
70	3.50	-996967	-999278	5.067	5.153
75	3.75	-997571	-999422	5.067	5.153
80	4.00	-998054	-999537	5.067	5.153
85	4.25	-998441	-999629	5.068	5.153
90	4.50	-998751	-999703	5.068	5.153
95	4.75	-998999	-999762	5.068	5.153
100	5.00	-999198	-999809	5.068	5.153

Tablo 4.4b. (4). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

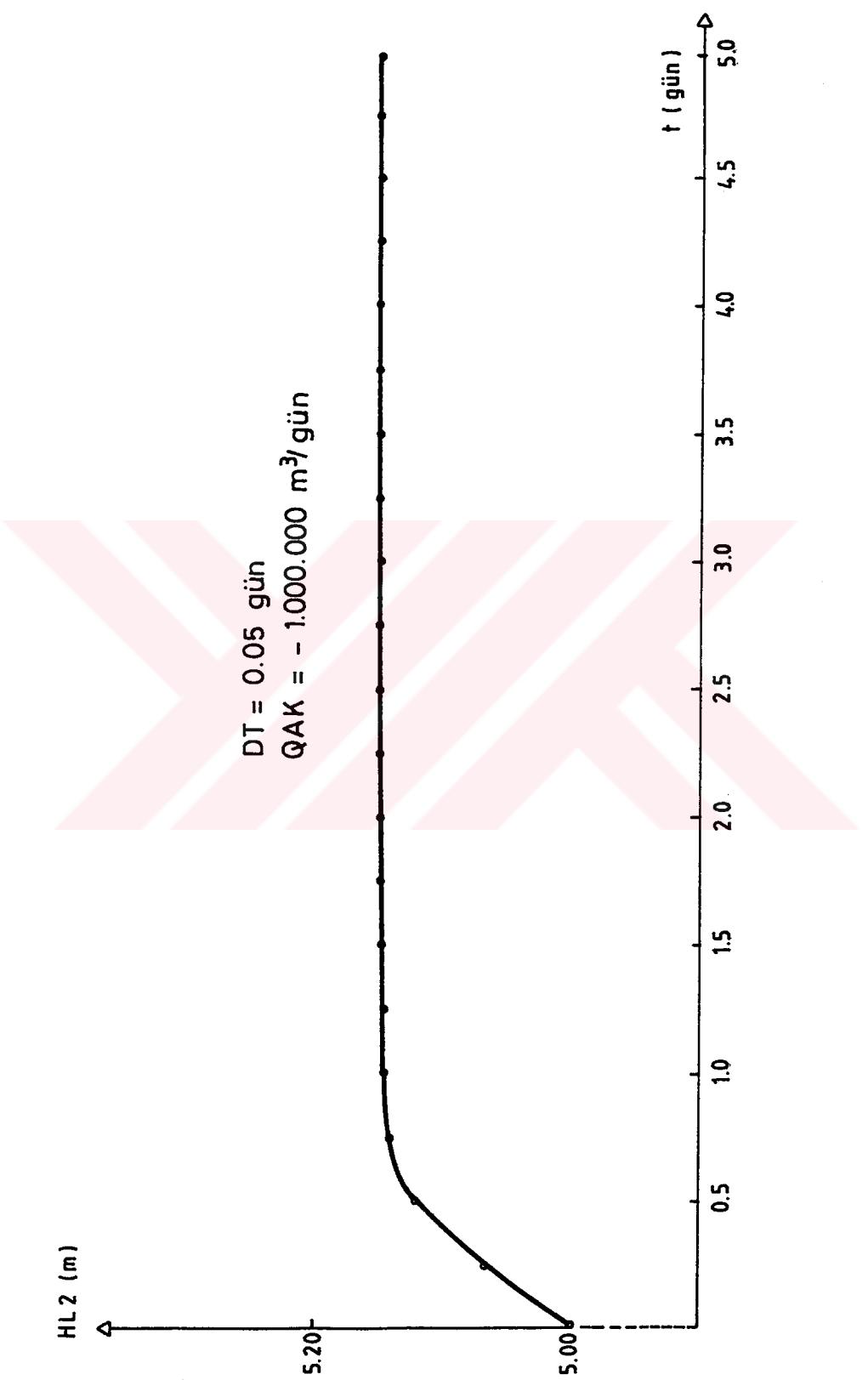
ADIM	T (gün)	CK1(3) (mg/lt)	CK2(3) (mg/lt)	CL1(2) (mg/lt)	CL2(2) (mg/lt)
0	0.00	14.00	7.00	12.00	4.00
10	0.50	14.11	6.63	12.03	3.71
20	1.00	13.71	5.94	11.92	3.29
30	1.50	13.30	4.43	11.81	2.88
40	2.00	12.87	1.00	11.70	2.46
50	2.50	12.42	1.00	11.60	1.89
60	3.00	11.90	1.00	11.50	1.18
70	3.50	11.25	1.00	11.40	1.00
80	4.00	10.37	1.00	11.30	1.00
90	4.50	9.11	1.00	11.17	1.00
100	5.00	7.23	1.00	11.03	1.00
110	5.50	4.40	1.00	10.85	1.00
120	6.00	1.00	1.00	10.61	1.00
130	6.50	1.00	1.00	10.30	1.00
140	7.00	1.00	1.00	9.90	1.00
150	7.50	1.00	1.00	9.43	1.00
160	8.00	1.00	1.00	8.94	1.00
170	8.50	1.00	1.00	8.45	1.00
180	9.00	1.00	1.00	7.96	1.00
190	9.50	1.00	1.00	7.47	1.00
200	10.00	1.00	1.00	6.98	1.00



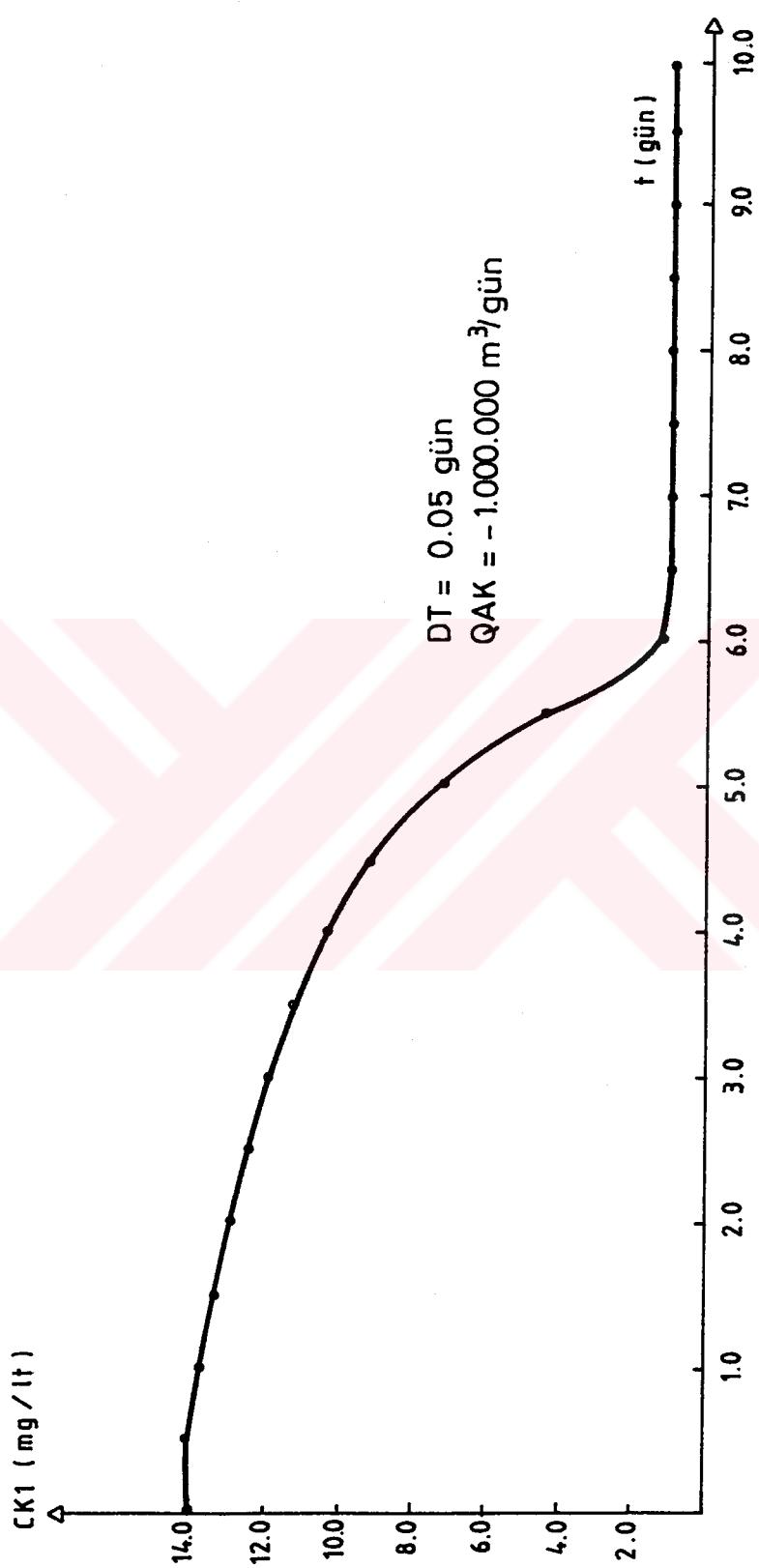
Şekil 4.35. Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri



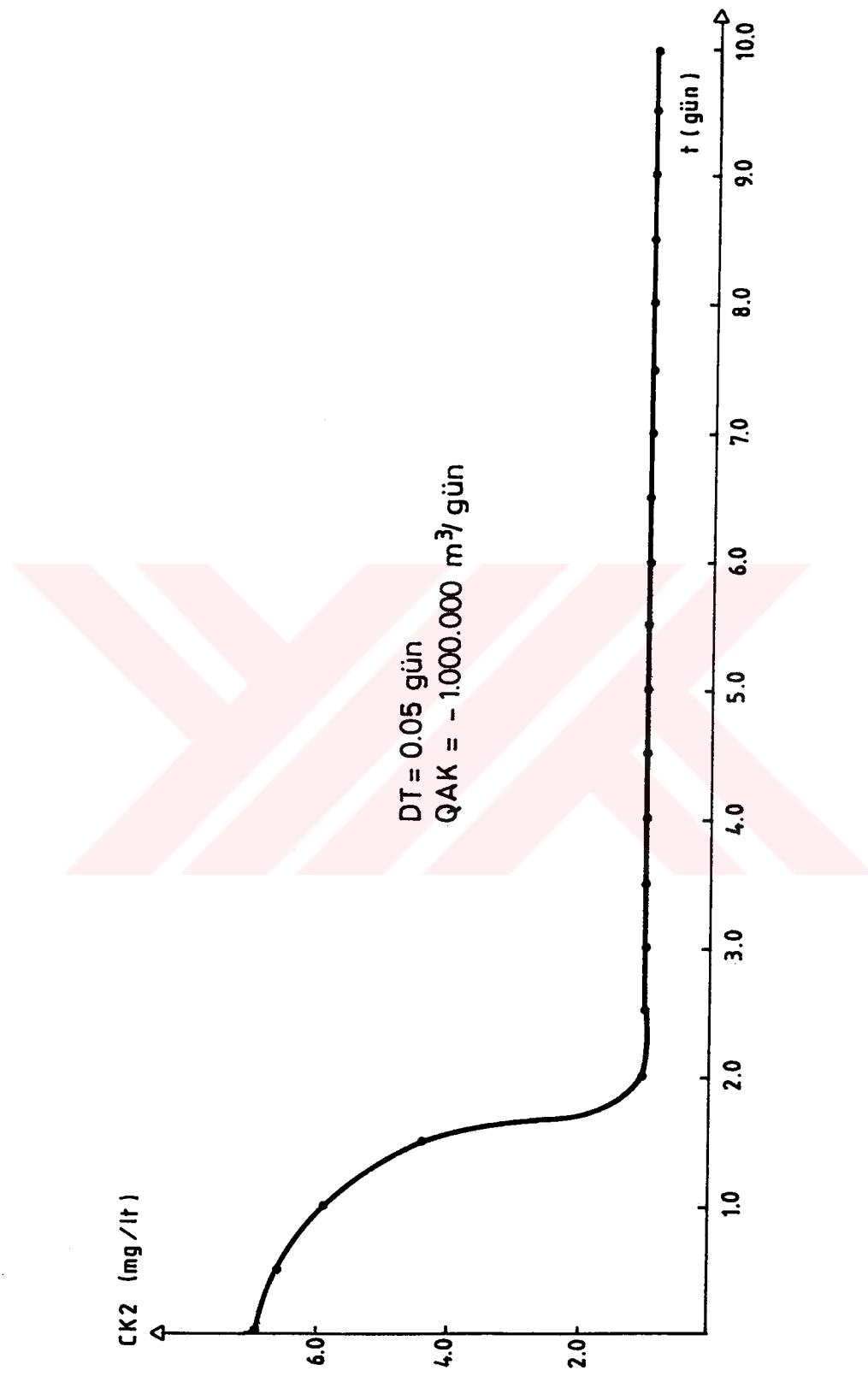
Şekil 4.36. Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



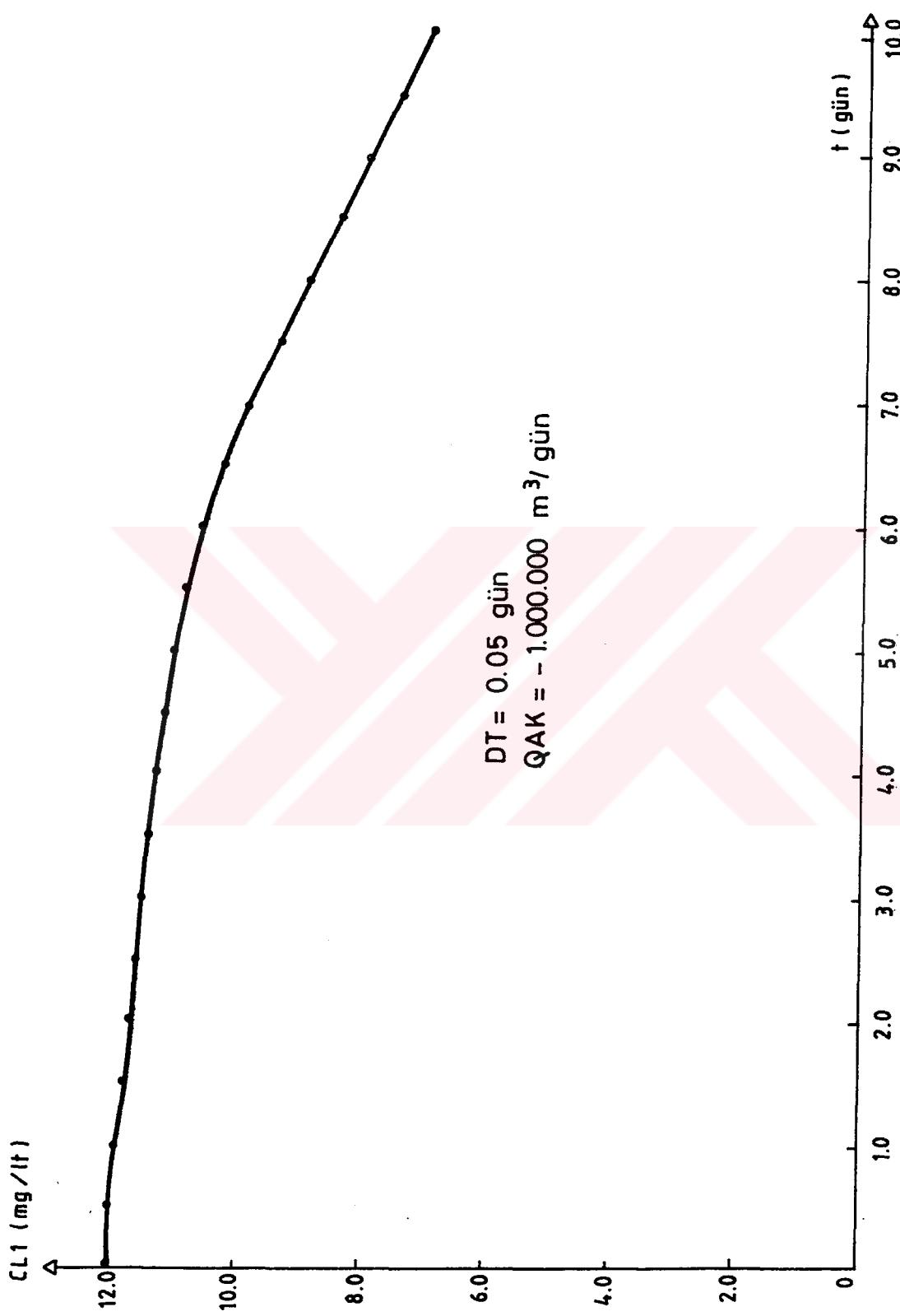
Sekil 4.37. Lagün 2'deki su seviyesi değişimini (2 kesitte)



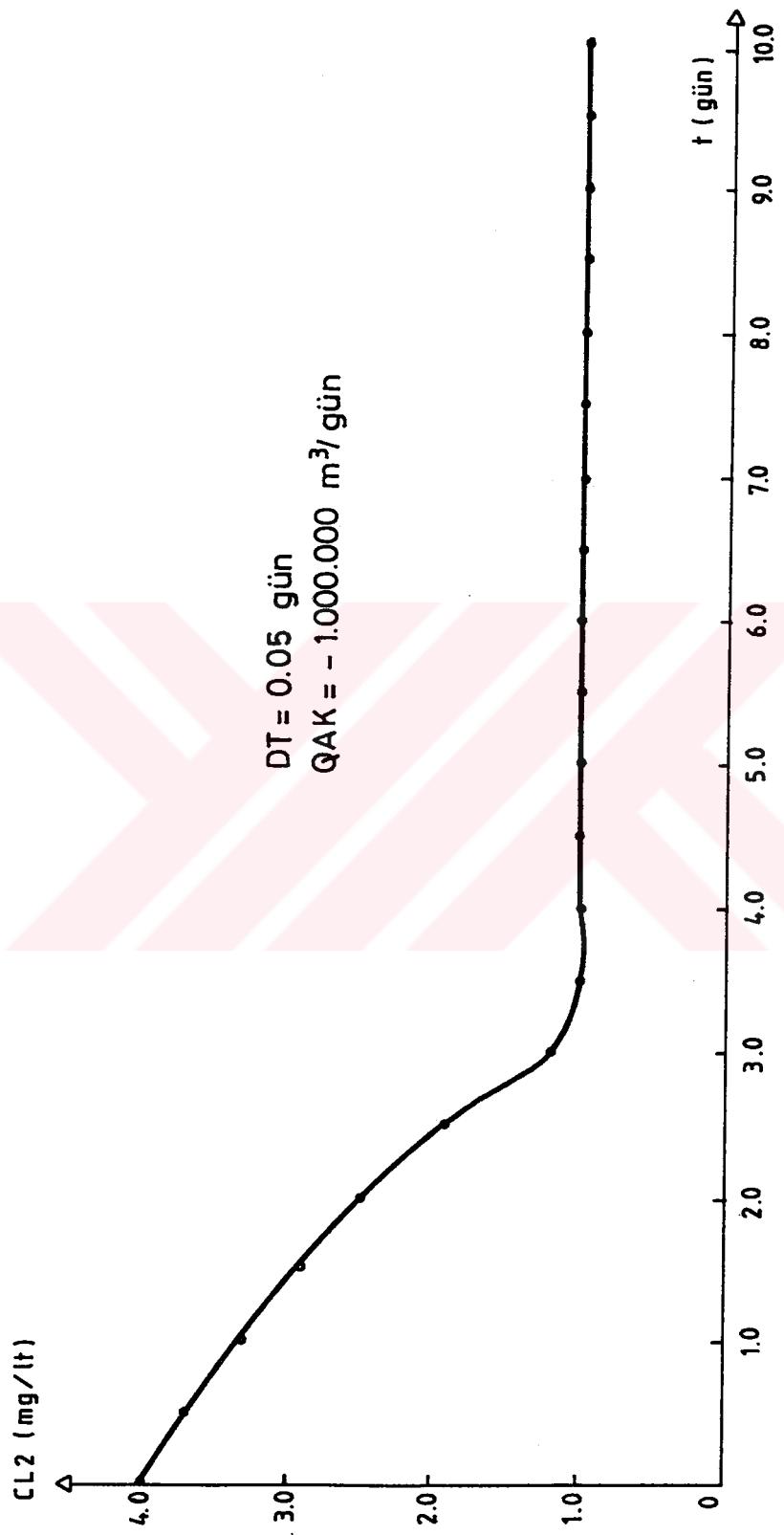
Sekil 4.38. Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3.kesitte)



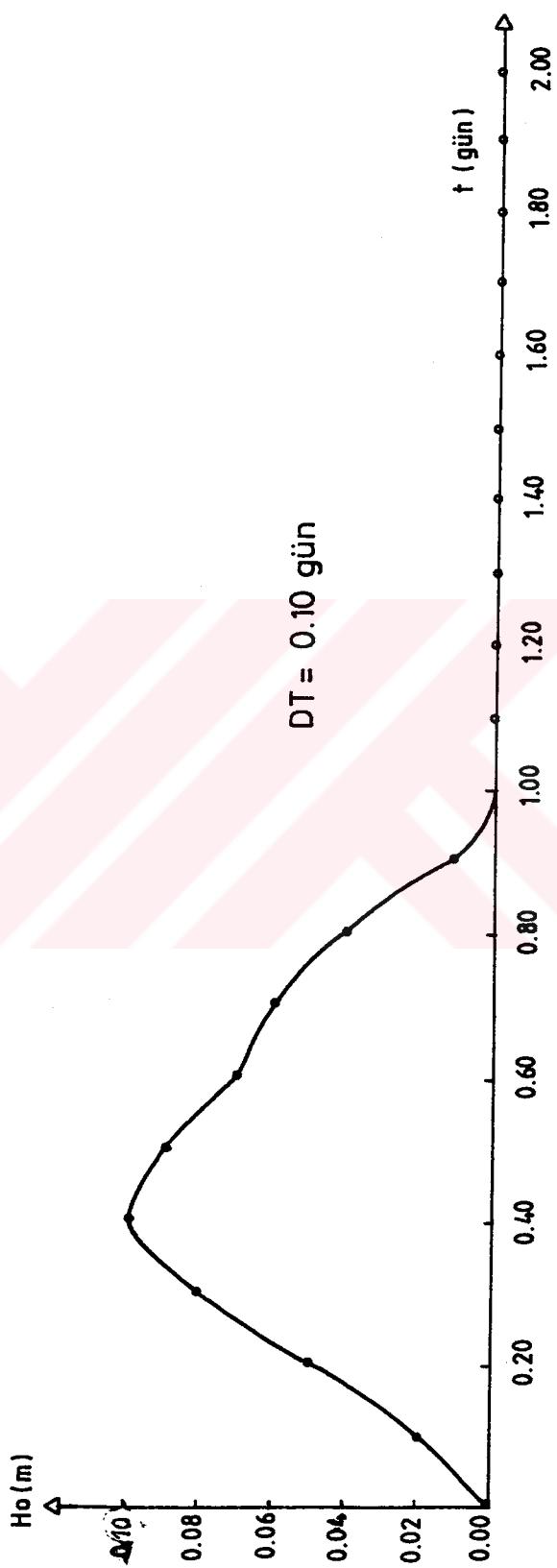
Şekil 4.39. Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimini (3 kesitte)



Sekil 4.40. Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Şekil 4.41. Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2'kesitte)



Şekil 4.42. Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma

(5). GİRİŞ BİLGİLERİ

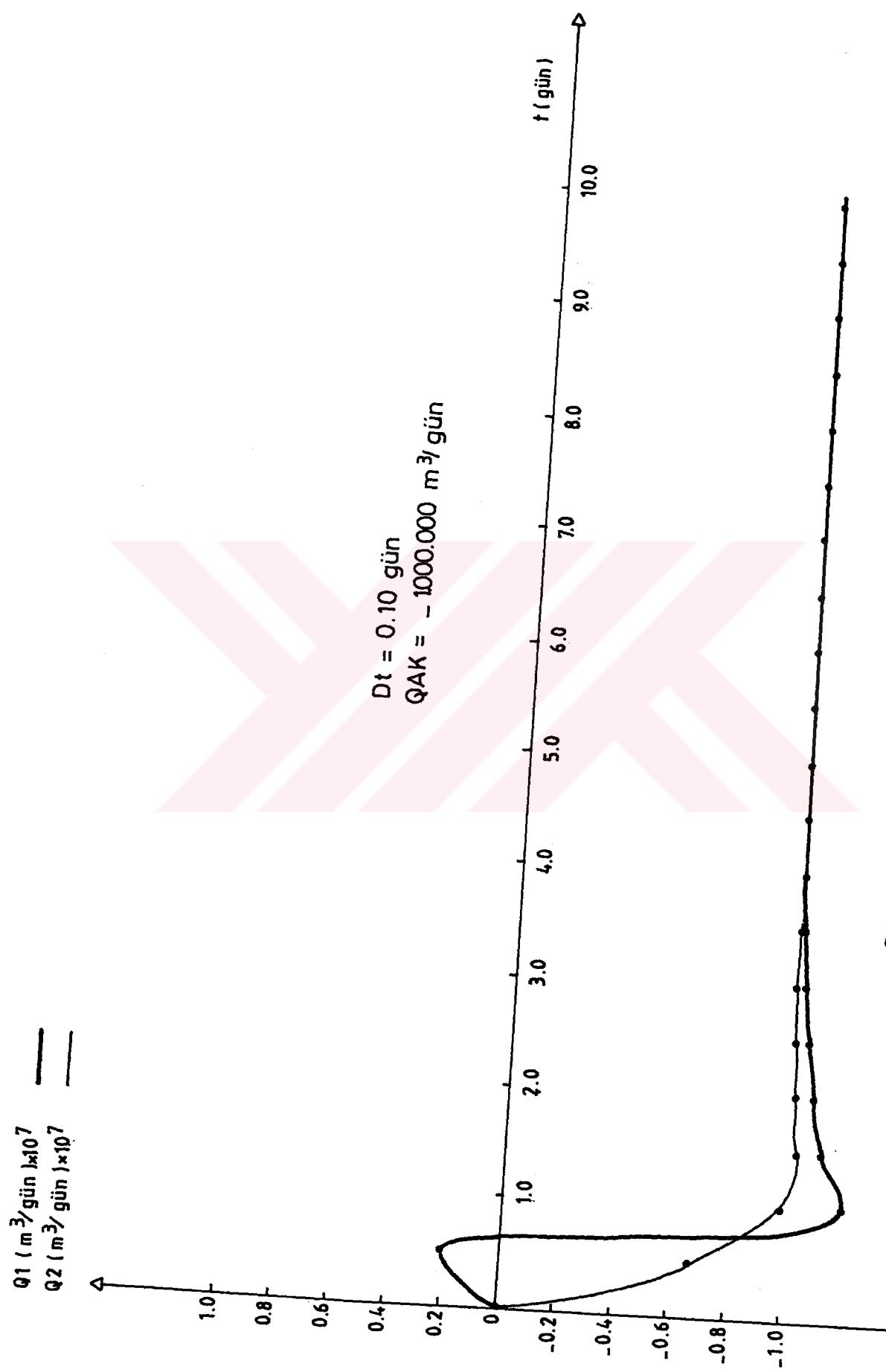
N=20	CL1(0,0)=14
M=3	CL1(1,0)=13
L1=3	CL1(2,0)=12
L2=3	CL1(3,0)=10
N1=0.025	CL2(0,0)=7
N2=0.025	CL2(1,0)=6
HK1=1.5	CL2(2,0)=4
HK2=1.35	CL2(3,0)=3
BK1=80	H1=0
BK2=60	H2=0
DXK1=20000	CLAK=1
DXK2=10000	DT=0.10
CKD=20	QAK=-1000000
CK1(1,0)=18	
CK1(2,0)=16	
CK1(3,0)=14	
CK2(0,0)=10	
CK2(1,0)=9	
CK2(2,0)=8	
CK2(3,0)=7	
HL1(1,0)=2	
HL1(2,0)=5	
HL1(3,0)=3	
HL2(1,0)=2	
HL2(2,0)=5	
HL2(3,0)=3	
BL1(1)=3000	
BL1(2)=2000	
BL1(3)=2500	
BL2(1)=1500	
BL2(2)=1200	
BL2(3)=900	
DXL1(1)=400	
DXL1(2)=1200	
DXL1(3)=1000	
DXL2(1)=350	
DXL2(2)=500	
DXL2(3)=450	

Tablo 4.5a. (5). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

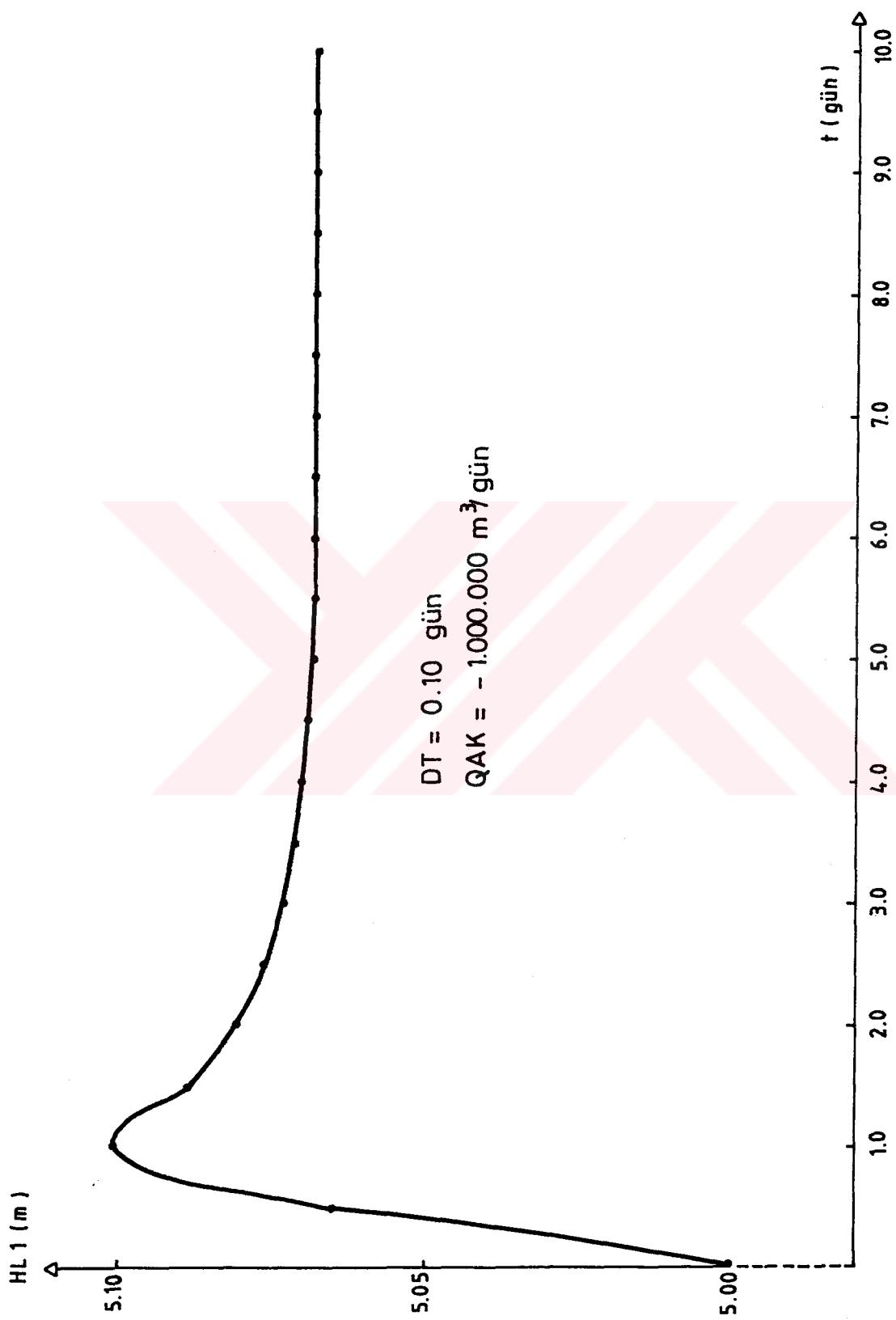
ADIM	T (gün)	Q1 (m ³ /gün)	Q2 (m ³ /gün)	HL1(2) (m)	HL2(2) (m)
0	0.00	0	0	5.000	5.000
5	0.50	202326	-672875	5.066	5.105
10	1.00	-1206540	-989554	5.012	5.179
15	1.50	-1131053	-1028201	5.088	5.179
20	2.00	-1086648	-1020211	5.081	5.170
25	2.50	-1056728	-1013353	5.076	5.164
30	3.00	-1036786	-1008691	5.073	5.160
35	3.50	-1023694	-1005611	5.071	5.158
40	4.00	-1015193	-1003604	5.070	5.156
45	4.50	-1009713	-1002306	5.069	5.155
50	5.00	-1006198	-1001473	5.069	5.154
55	5.50	-1003950	-1000939	5.068	5.154
60	6.00	-1002515	-1000598	5.068	5.154
65	6.50	-1001601	-1000381	5.068	5.154
70	7.00	-1001018	-1000242	5.068	5.153
75	7.50	-1000648	-1000154	5.068	5.153
80	8.00	-1000412	-1000098	5.068	5.153
85	8.50	-1000262	-1000062	5.068	5.153
90	9.00	-1000167	-1000040	5.068	5.153
95	9.50	-1000106	-1000025	5.068	5.153
100	10.00	-1000067	-1000016	5.068	5.153

Tablo 4.5b. (5). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

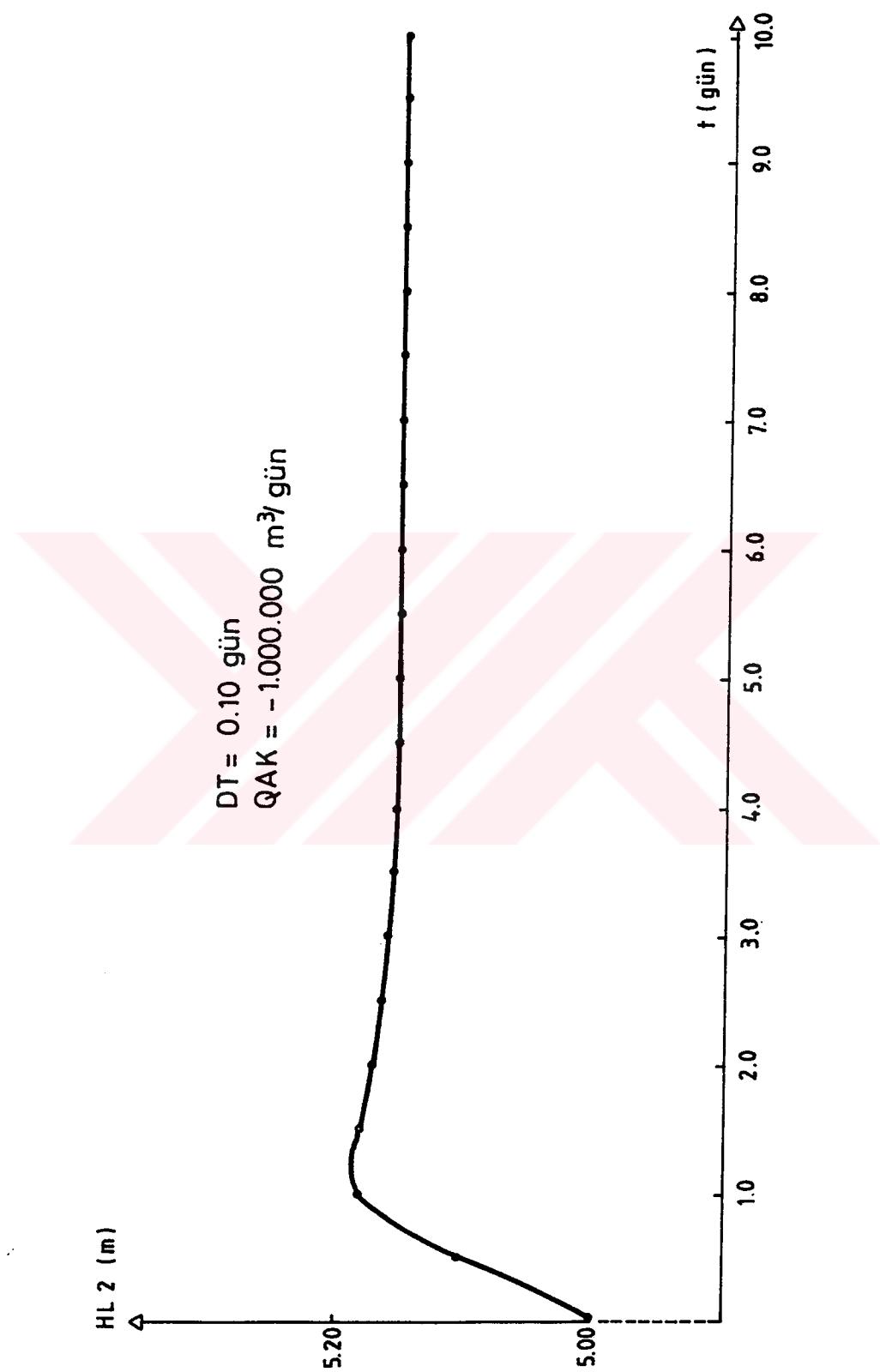
ADIM	T (gün)	CK1(3) (mg/lt)	CK2(3) (mg/lt)	CL1(2) (mg/lt)	CL2(2) (mg/lt)
0	0.00	14.00	7.00	12.00	4.00
10	1.00	13.94	6.00	11.98	3.33
20	2.00	12.97	1.00	11.73	2.46
30	3.00	11.91	1.00	11.51	1.09
40	4.00	10.23	1.00	11.30	1.00
50	5.00	6.70	1.00	11.03	1.00
60	6.00	1.00	1.00	10.60	1.00
70	7.00	1.00	1.00	9.87	1.00
80	8.00	1.00	1.00	8.90	1.00
90	9.00	1.00	1.00	7.92	1.00
100	10.00	1.00	1.00	6.94	1.00
110	11.00	1.00	1.00	5.98	1.00
120	12.00	1.00	1.00	5.04	1.00
130	13.00	1.00	1.00	4.14	1.00
140	14.00	1.00	1.00	3.29	1.00
150	15.00	1.00	1.00	2.51	1.00
160	16.00	1.00	1.00	1.83	1.00
170	17.00	1.00	1.00	1.25	1.00
180	18.00	1.00	1.00	1.00	1.00
190	19.00	1.00	1.00	1.00	1.00
200	20.00	1.00	1.00	1.00	1.00



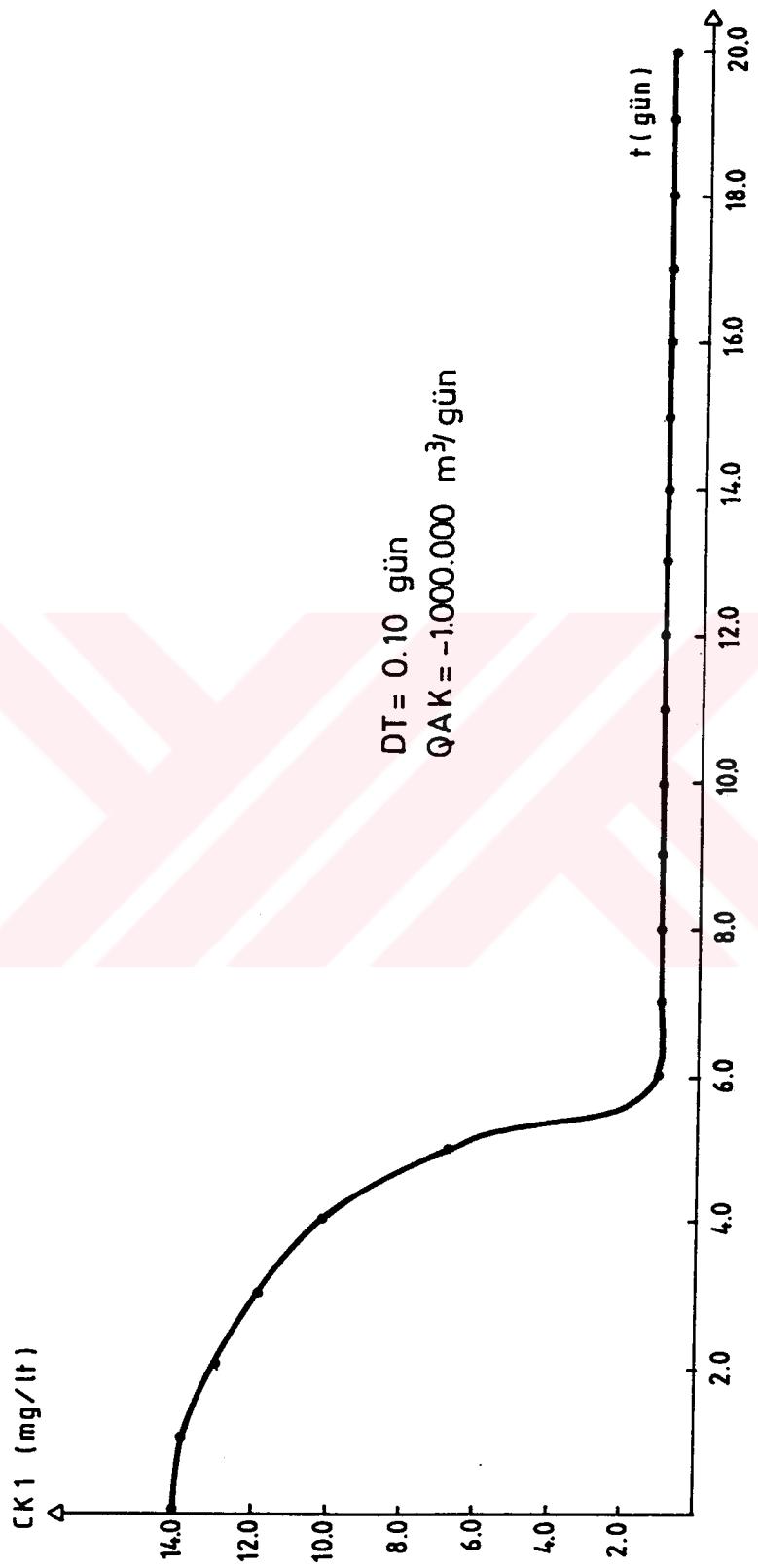
Şekil 4.43. Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri



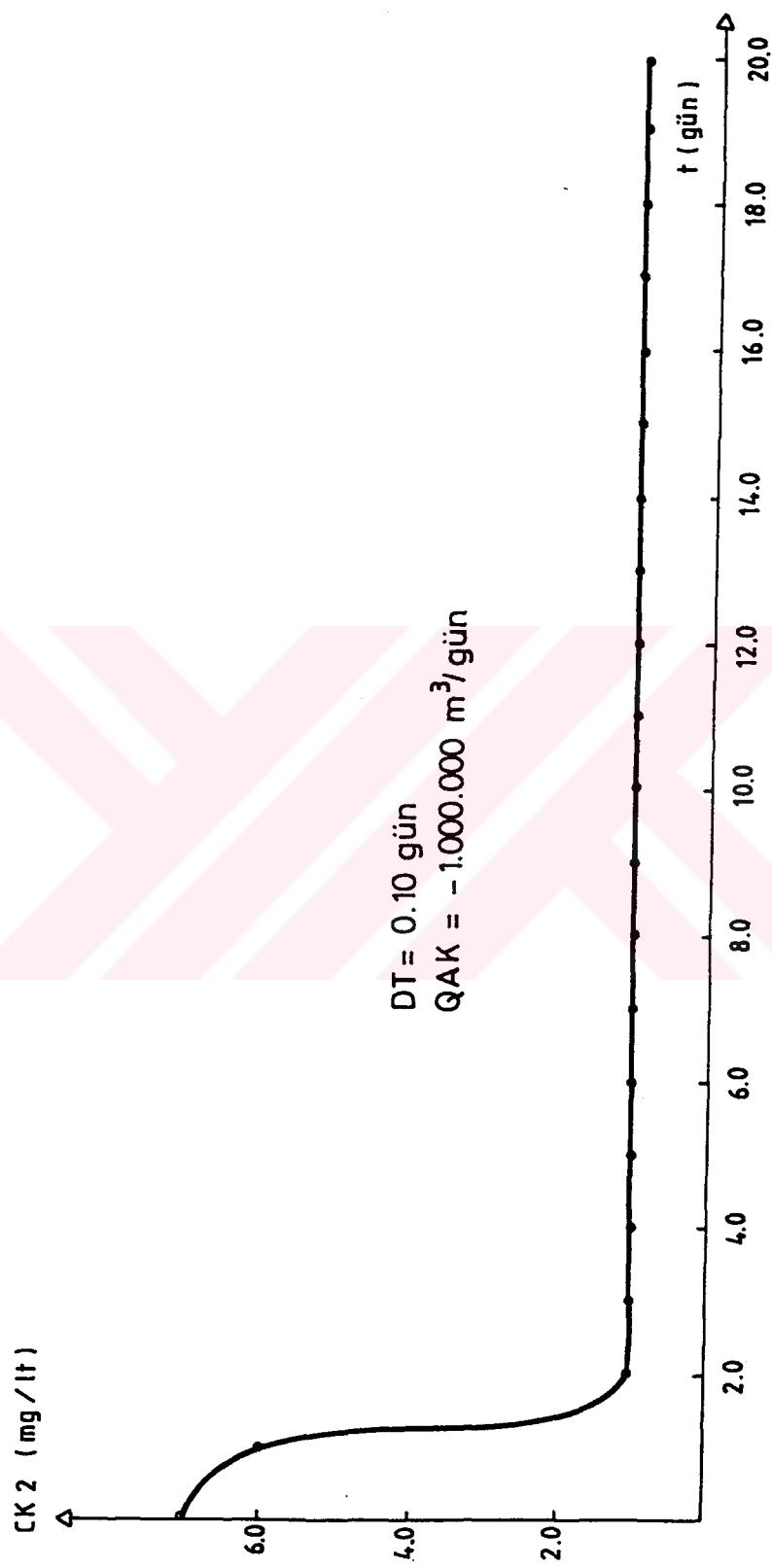
Şekil 4.44. Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



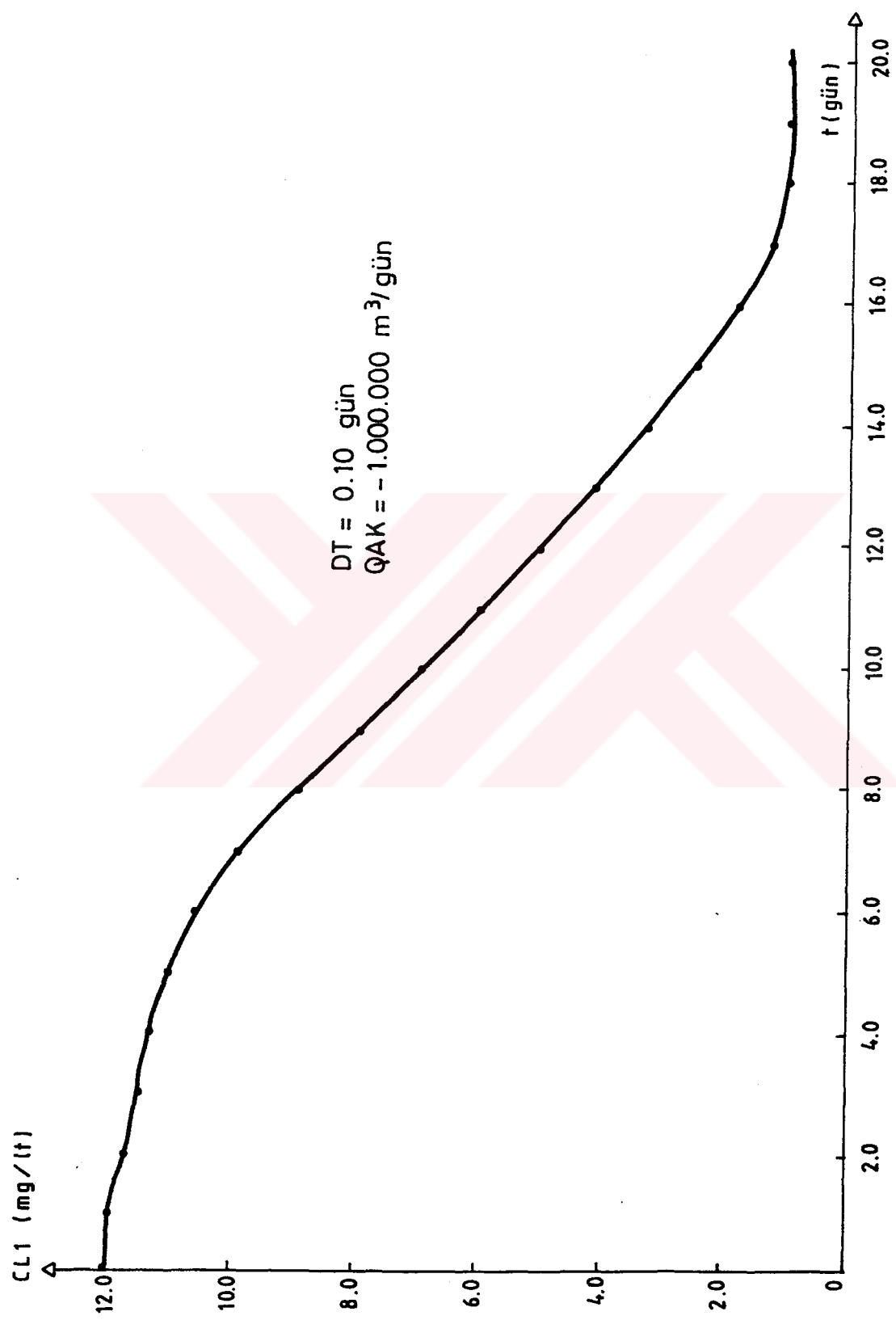
Sekil 4.45. Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



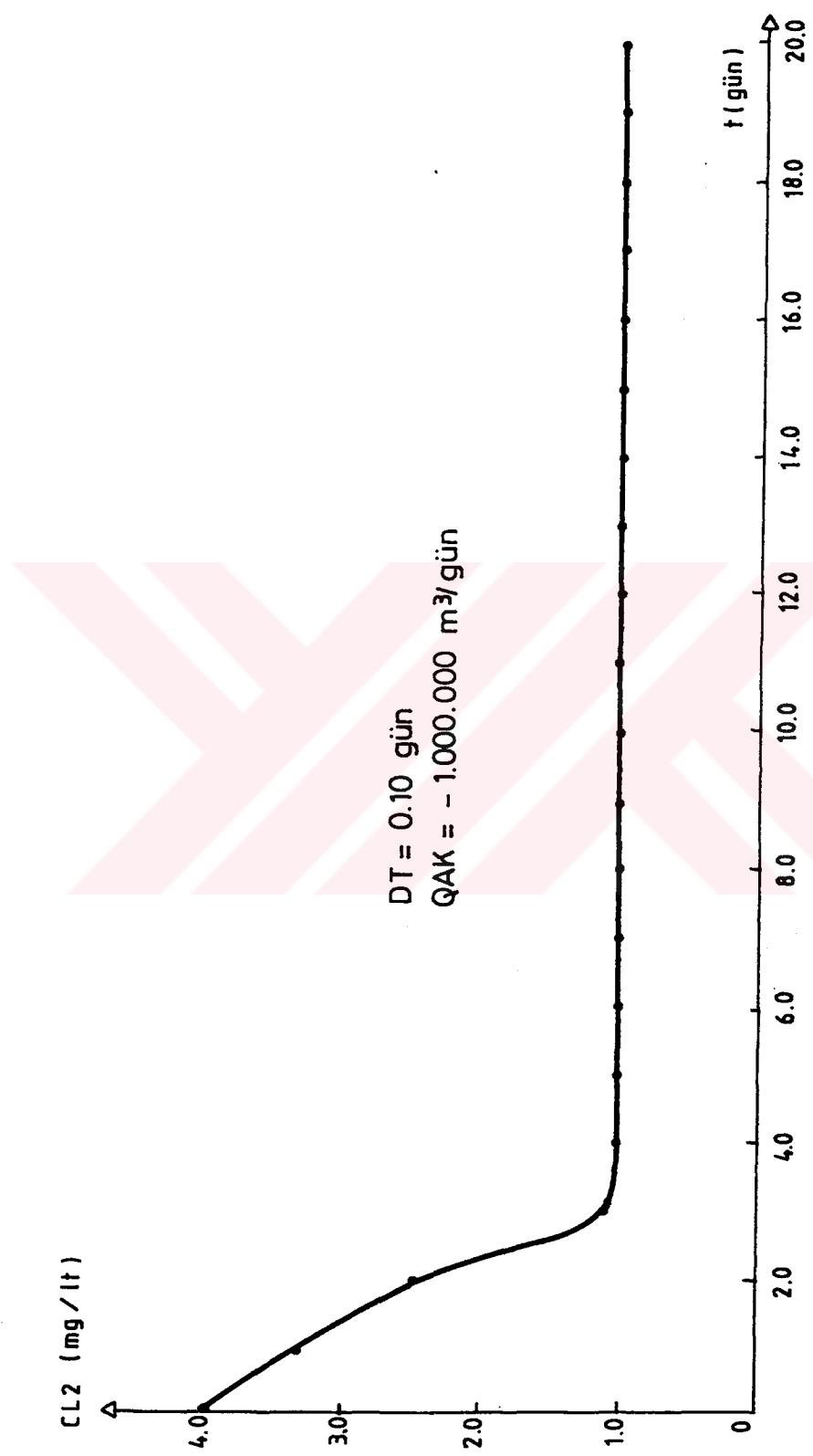
Şekil 4.46. Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3 kesitte)



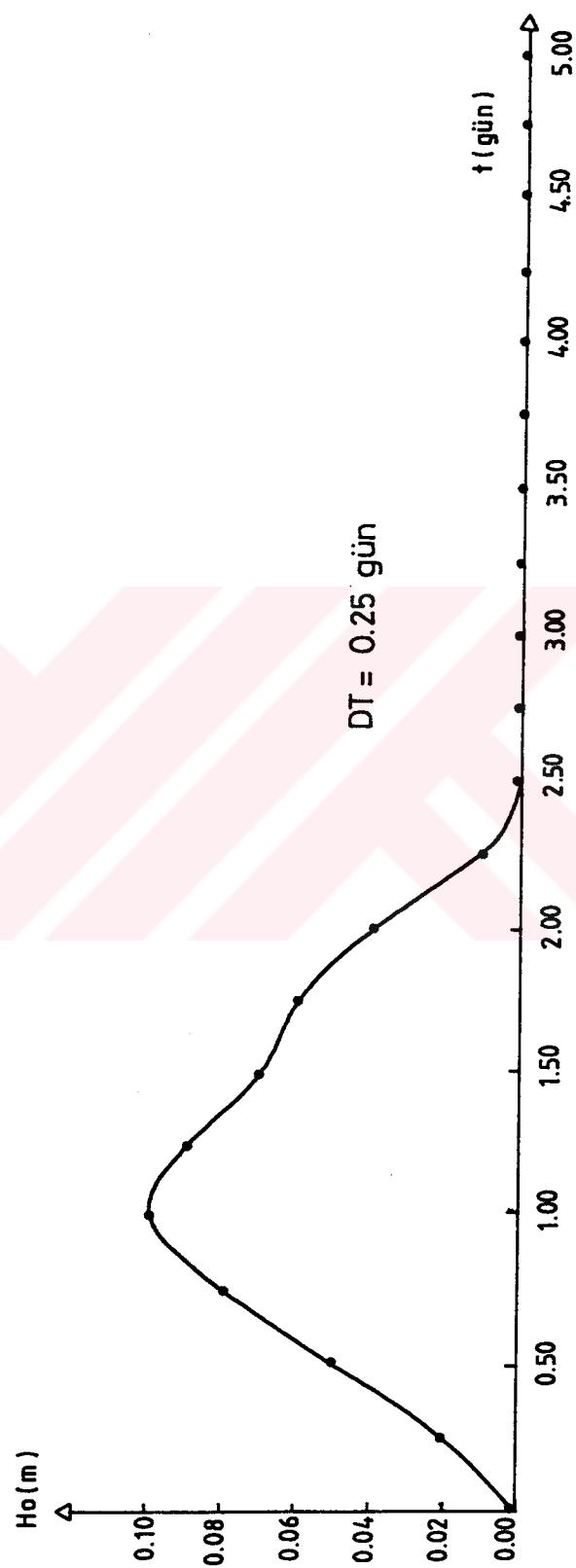
Sekil 4.47. Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3.kesitte)



Şekil 4.48. Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Şekil 4.49. Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimini (2.kesitte)



Sekil 4.50. Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma

(6). GİRİŞ BİLGİLERİ

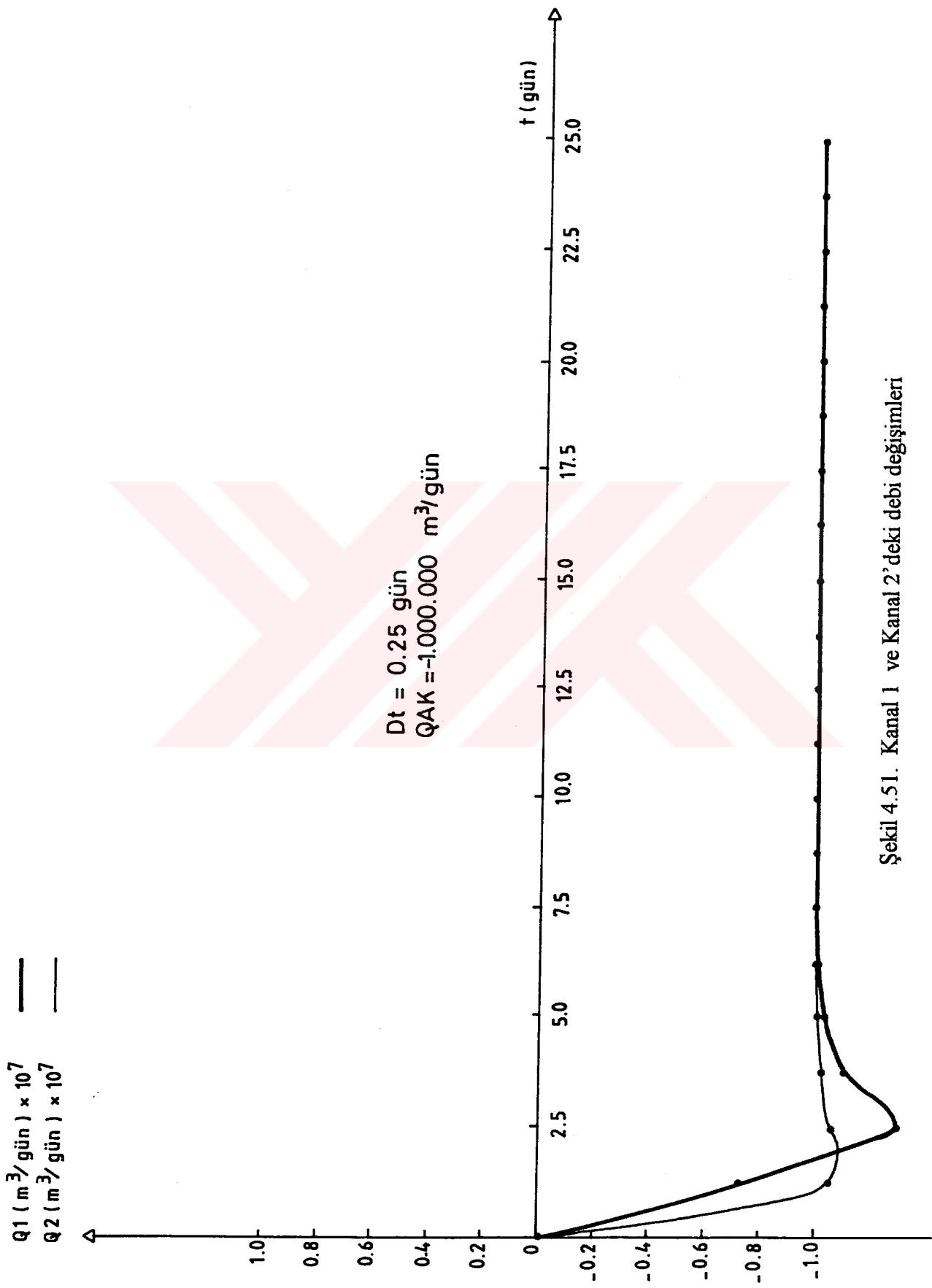
N=20	CL1(0,0)=14
M=3	CL1(1,0)=13
L1=3	CL1(2,0)=12
L2=3	CL1(3,0)=10
N1=0.025	CL2(0,0)=7
N2=0.025	CL2(1,0)=6
HK1= 1.5	CL2(2,0)=4
HK2= 1.35	CL2(3,0)=3
BK1=80	H1=0
BK2=60	H2=0
DXK1=20000	CLAK=1
DXK2=10000	DT=0.25
CKD=20	QAK=-1000000
CK1(1,0)=18	
CK1(2,0)=16	
CK1(3,0)=14	
CK2(0,0)=10	
CK2(1,0)=9	
CK2(2,0)=8	
CK2(3,0)=7	
HL1(1,0)=2	
HL1(2,0)=5	
HL1(3,0)=3	
HL2(1,0)=2	
HL2(2,0)=5	
HL2(3,0)=3	
BL1(1)=3000	
BL1(2)=2000	
BL1(3)=2500	
BL2(1)=1500	
BL2(2)=1200	
BL2(3)=900	
DXL1(1)=400	
DXL1(2)=1200	
DXL1(3)=1000	
DXL2(1)=350	
DXL2(2)=500	
DXL2(3)=450	

Tablo 4.6a. (6). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

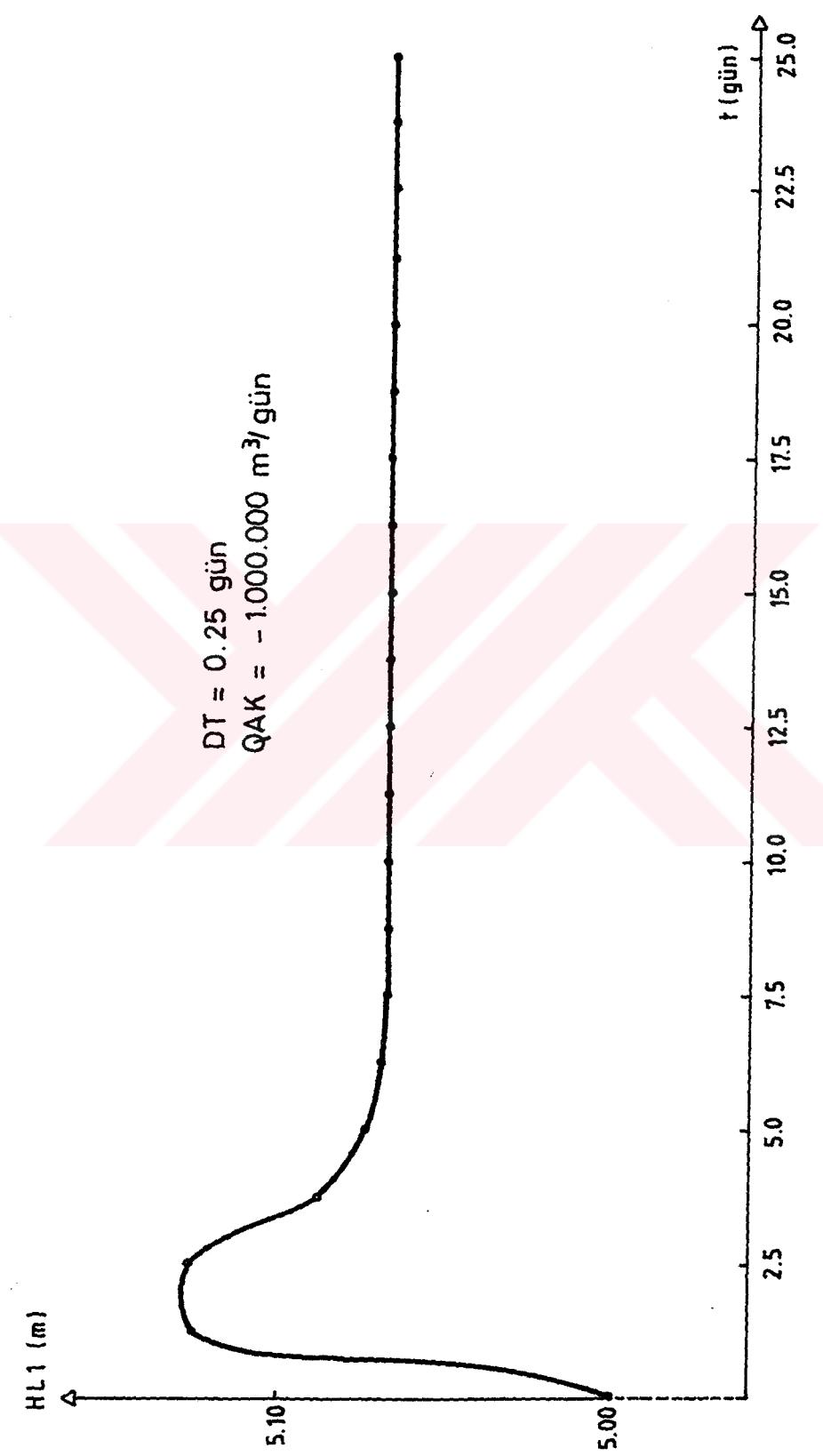
ADIM	T (gün)	Q1 (m ³ /gün)	Q2 (m ³ /gün)	HL1(2) (m)	HL2(2) (m)
0	0.00	0	0	5.000	5.000
5	1.25	-731896	-1047714	5.126	5.159
10	2.50	-1313055	-1063918	5.128	5.220
15	3.75	-1113662	-1026561	5.088	5.179
20	5.00	-1036466	-1008621	5.074	5.161
25	6.25	-1011068	-1002628	5.070	5.156
30	7.50	-1003297	-1000784	5.068	5.154
35	8.75	-1000976	-1000232	5.068	5.153
40	10.00	-1000289	-1000069	5.068	5.153
45	11.25	-1000085	-1000020	5.068	5.153
50	12.50	-1000025	-1000006	5.068	5.153
55	13.75	-1000008	-1000002	5.068	5.153
60	15.00	-1000002	-1000001	5.068	5.153
65	16.25	-1000001	-1000000	5.068	5.153
70	17.50	-1000000	-1000000	5.068	5.153
75	18.75	-1000000	-1000000	5.068	5.153
80	20.00	-1000000	-1000000	5.068	5.153
85	21.25	-1000000	-1000000	5.068	5.153
90	22.50	-1000000	-1000000	5.068	5.153
95	23.75	-1000000	-1000000	5.068	5.153
100	25.00	-1000000	-1000000	5.068	5.153

Tablo 4.6b. (6). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

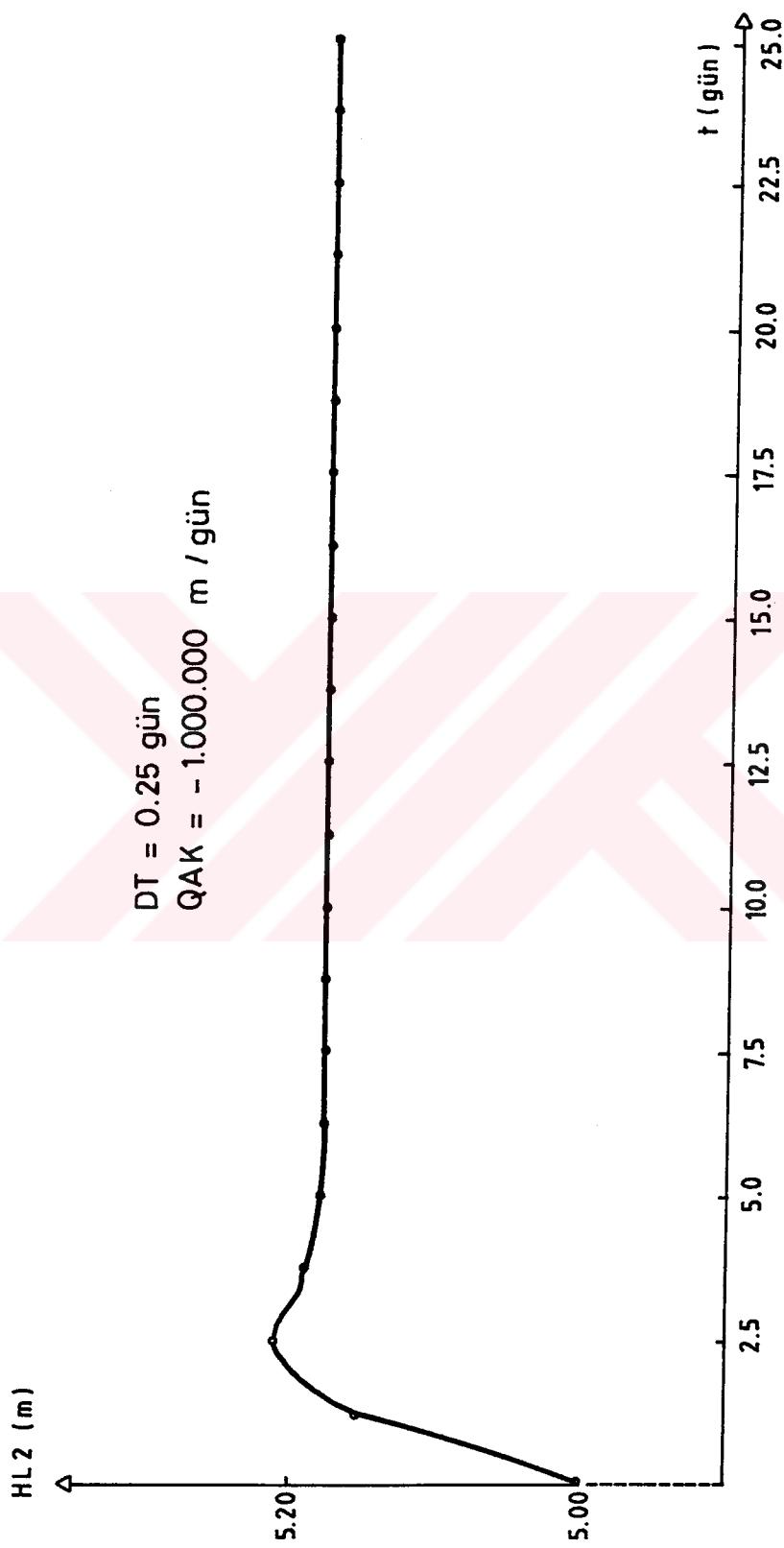
ADIM	T (gün)	CK1(3) (mg/lt)	CK2(3) (mg/lt)	CL1(2) (mg/lt)	CL2(2) (mg/lt)
0	0.00	14.00	7.00	12.00	4.00
5	1.25	13.93			3.15
10	2.50	12.77	1.00	11.69	1.61
15	3.75	10.54	1.00		1.00
20	5.00	4.78	1.00	11.05	1.00
25	6.25	1.00	1.00		1.00
30	7.50	1.00	1.00	9.29	1.00
35	8.75	1.00	1.00		1.00
40	10.00	1.00	1.00	6.85	1.00
45	11.25	1.00	1.00		1.00
50	12.50	1.00	1.00	4.50	1.00
55	13.75	1.00	1.00		1.00
60	15.00	1.00	1.00	2.43	1.00
65	16.25	1.00	1.00		1.00
70	17.50	1.00	1.00	1.00	1.00
75	18.75	1.00	1.00	1.00	1.00
80	20.00	1.00	1.00	1.00	1.00
85	21.25	1.00	1.00	1.00	1.00
90	22.50	1.00	1.00	1.00	1.00
95	23.75	1.00	1.00	1.00	1.00
100	25.00	1.00	1.00	1.00	1.00
110	27.50	1.00	1.00	1.00	1.00
120	30.00	1.00	1.00	1.00	1.00
130	32.50	1.00	1.00	1.00	1.00
140	35.00	1.00	1.00	1.00	1.00



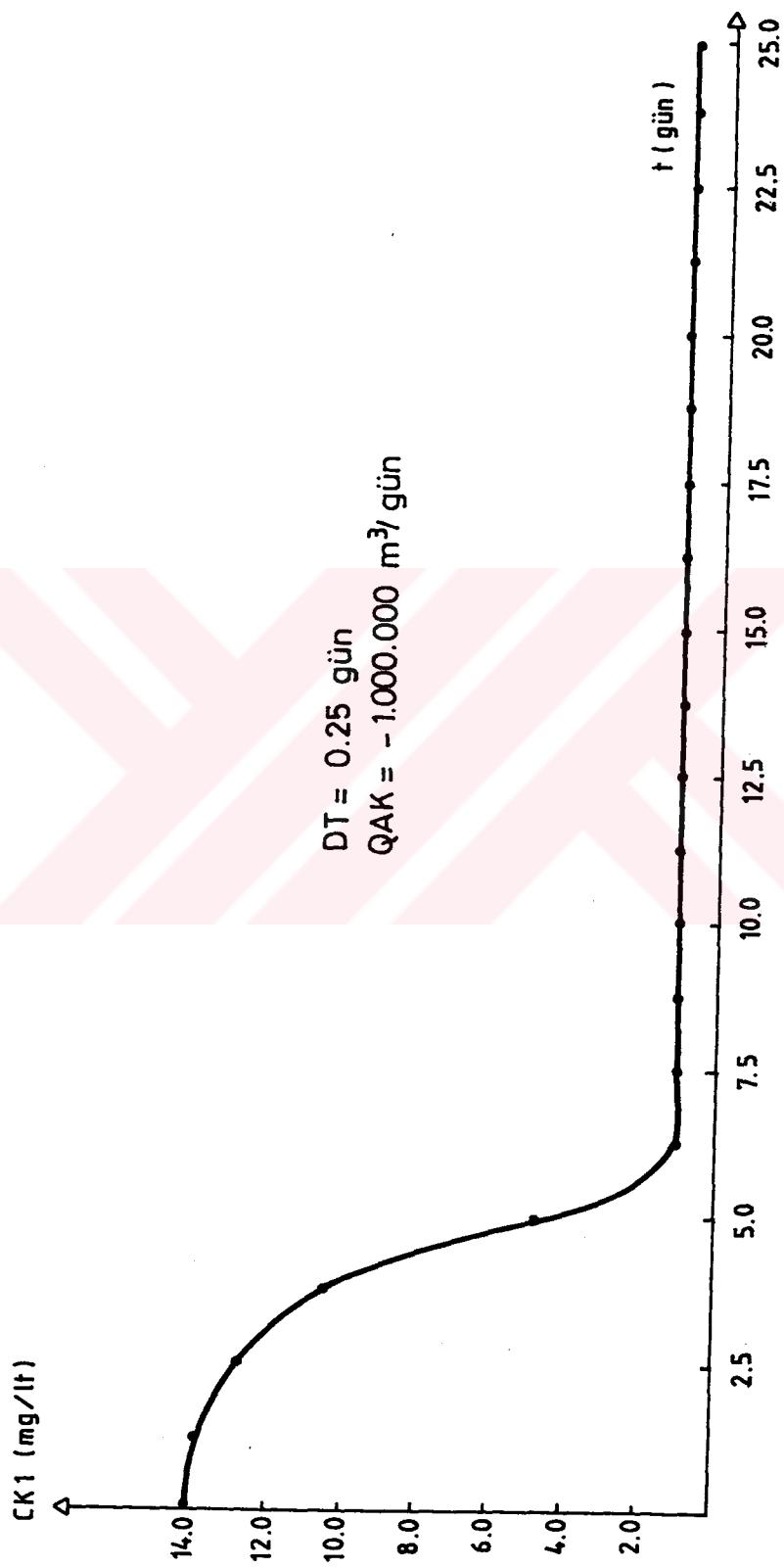
Sekil 4.51. Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri



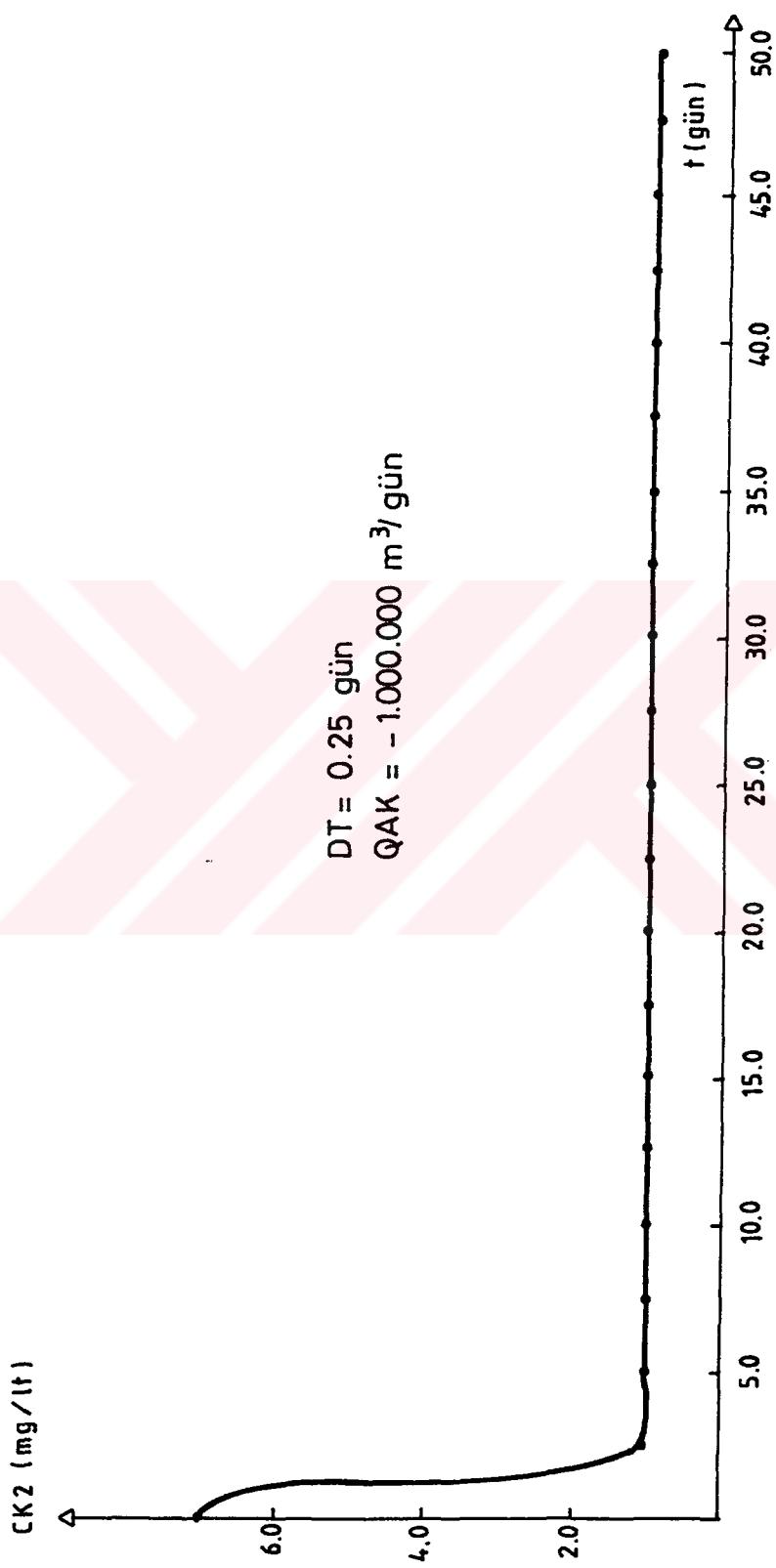
Şekil 4.52. Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2. kesitte)



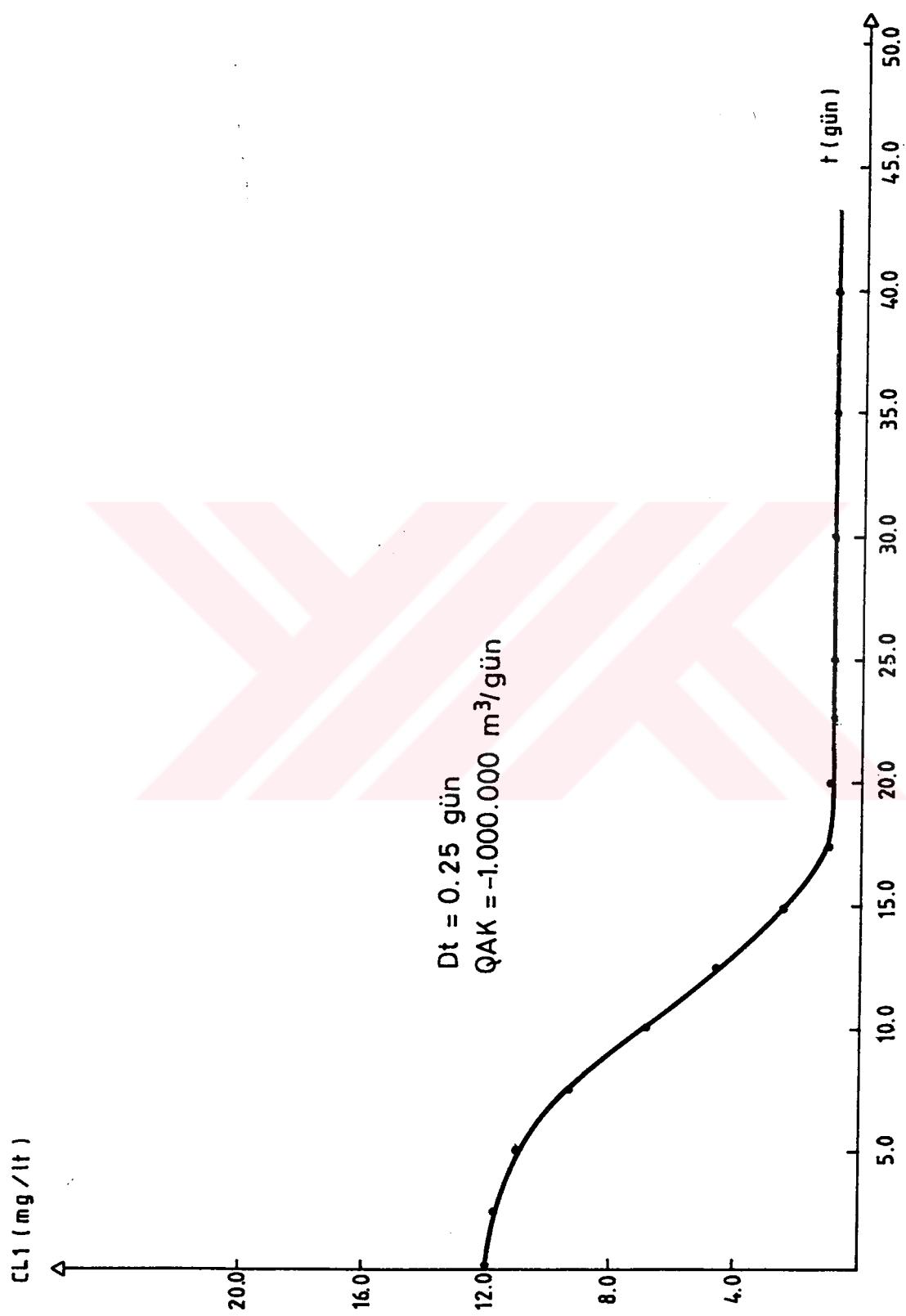
Şekil 4.53. Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



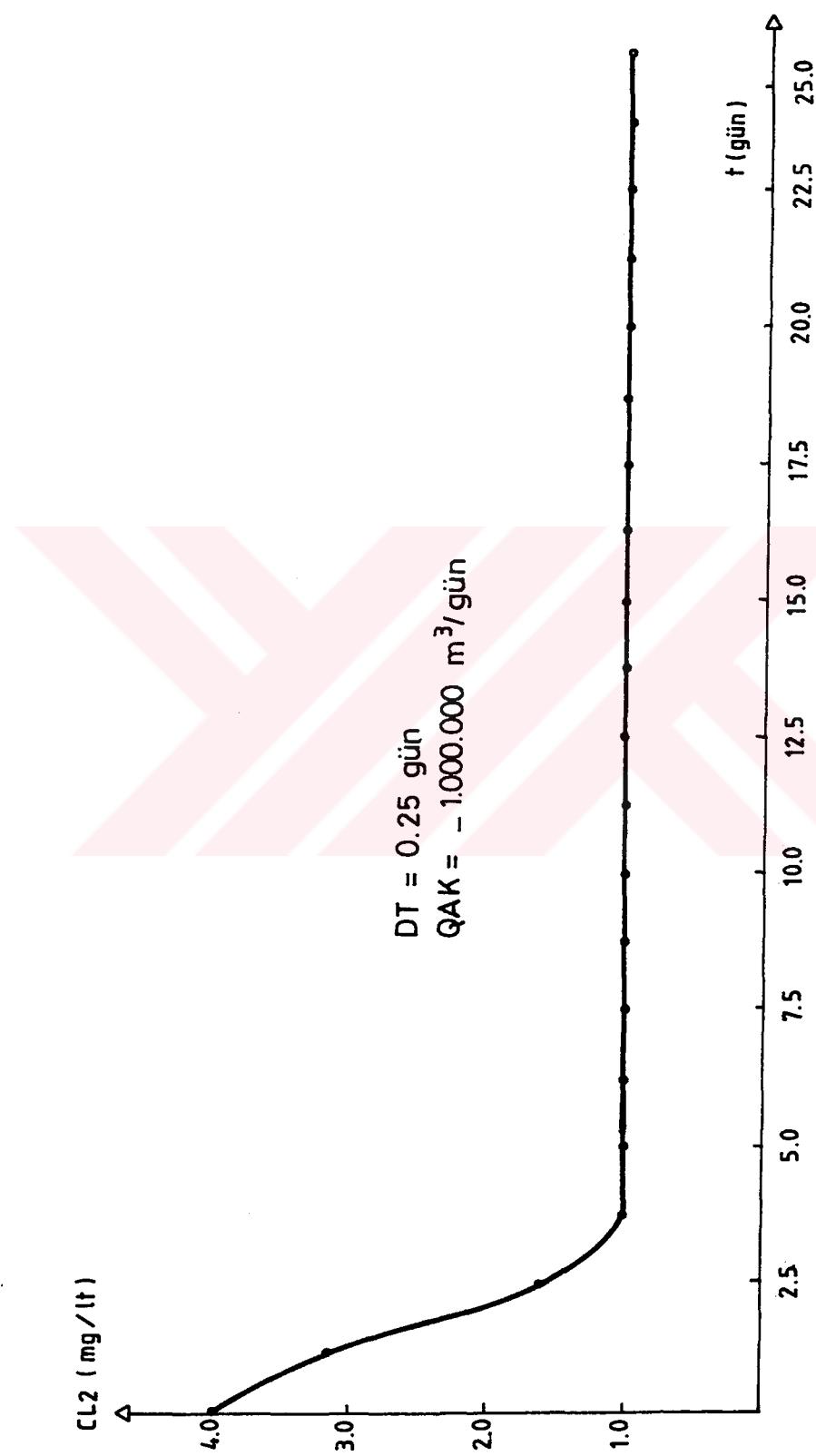
Şekil 4.54. Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3. kesitte)



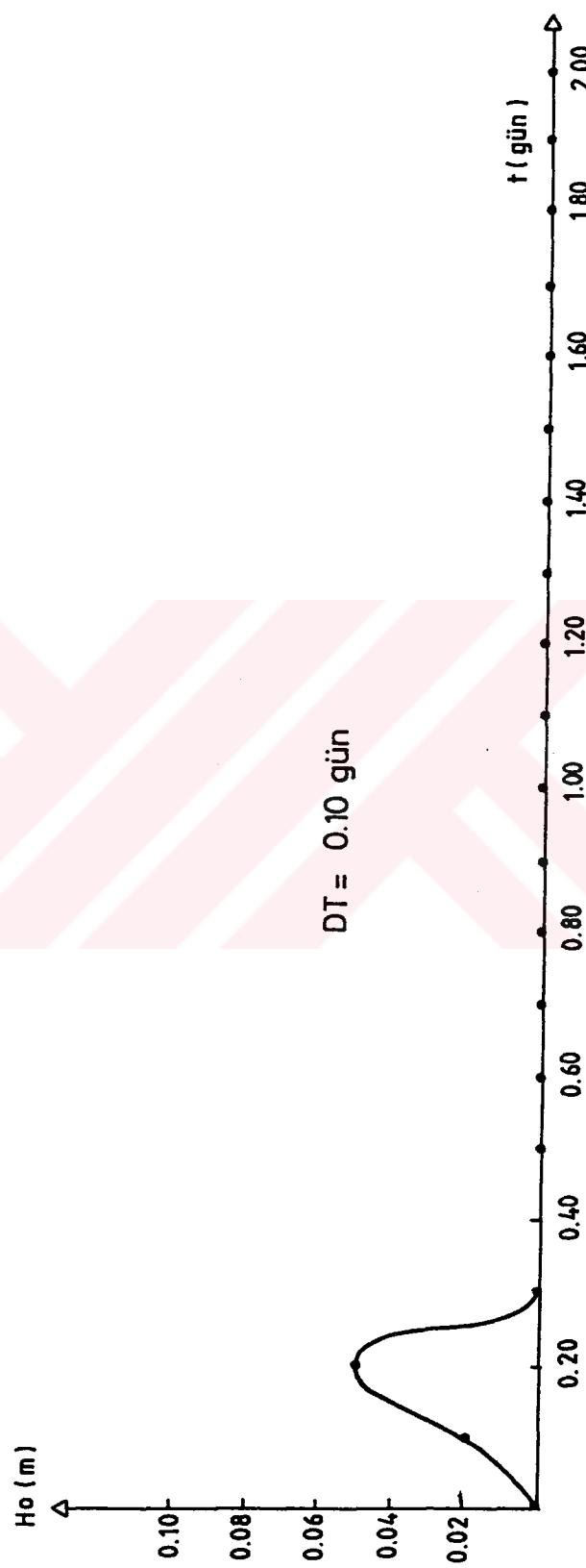
Sekil 4.55. Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3.kesitte)



Şekil 4.56. Lagün 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Sekil 4.57. Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Şekil 4.58. Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma

(7). GİRİŞ BİLGİLERİ

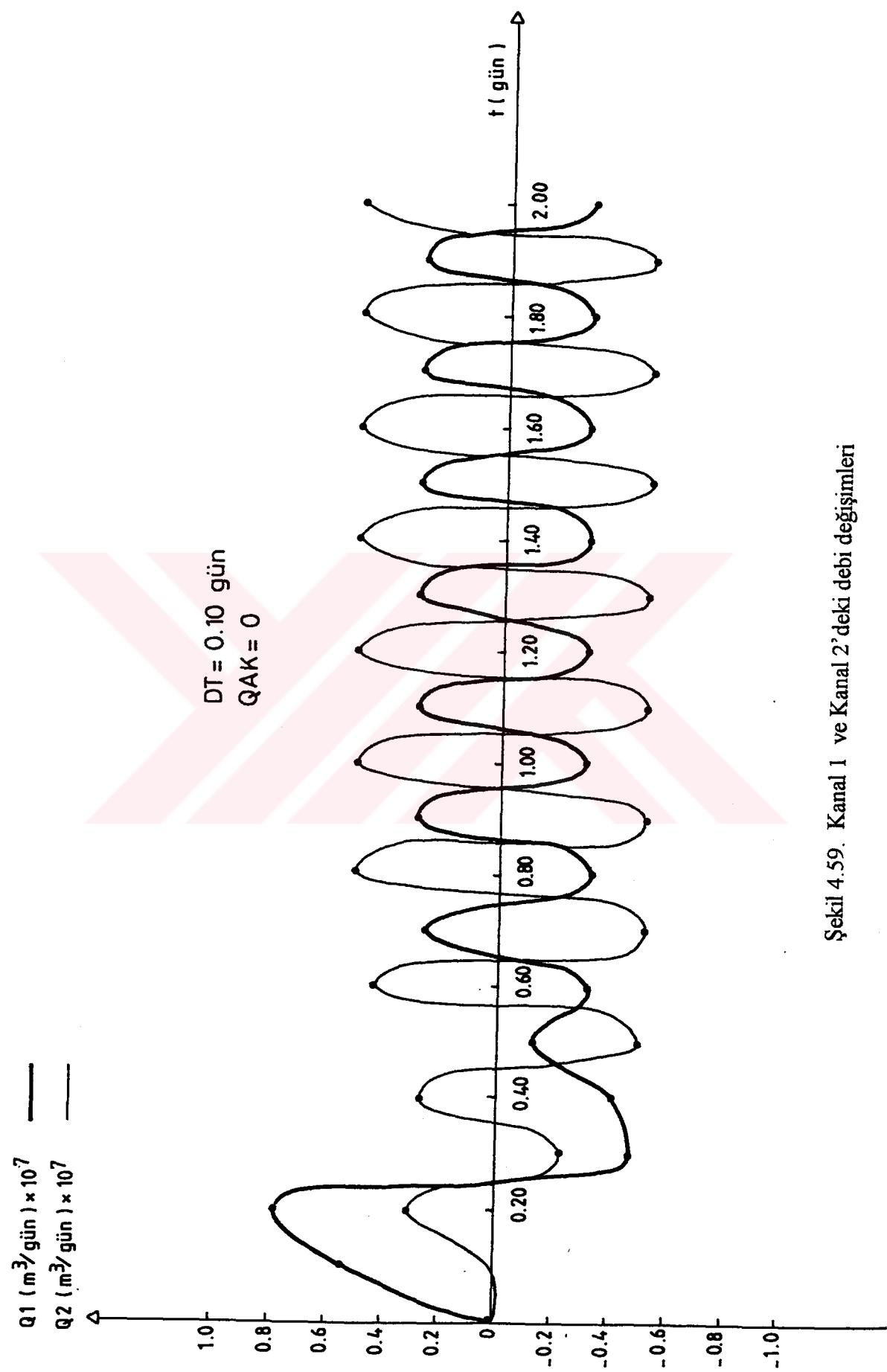
N=20	CL1(0,0)=14
M=3	CL1(1,0)=13
L1=3	CL1(2,0)=12
L2=3	CL1(3,0)=10
N1=0.025	CL2(0,0)=7
N2=0.025	CL2(1,0)=6
HK1= 1.5	CL2(2,0)=4
HK2= 1.35	CL2(3,0)=3
BK1= 80	H1=0
BK2= 60	H2=0
DXK1= 20000	CLAK= 1
DXK2= 10000	DT= 0.10
CKD= 20	QAK=0
CK1(1,0)= 18	
CK1(2,0)= 16	
CK1(3,0)= 14	
CK2(0,0)= 10	
CK2(1,0)= 9	
CK2(2,0)= 8	
CK2(3,0)= 7	
HL1(1,0)= 2	
HL1(2,0)= 5	
HL1(3,0)= 3	
HL2(1,0)= 2	
HL2(2,0)= 5	
HL2(3,0)= 3	
BL1(1)= 3000	
BL1(2)= 2000	
BL1(3)= 2500	
BL2(1)= 1500	
BL2(2)= 1200	
BL2(3)= 900	
DXL1(1)= 400	
DXL1(2)= 1200	
DXL1(3)= 1000	
DXL2(1)= 350	
DXL2(2)= 500	
DXL2(3)= 450	

Tablo 4.7a. (7). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

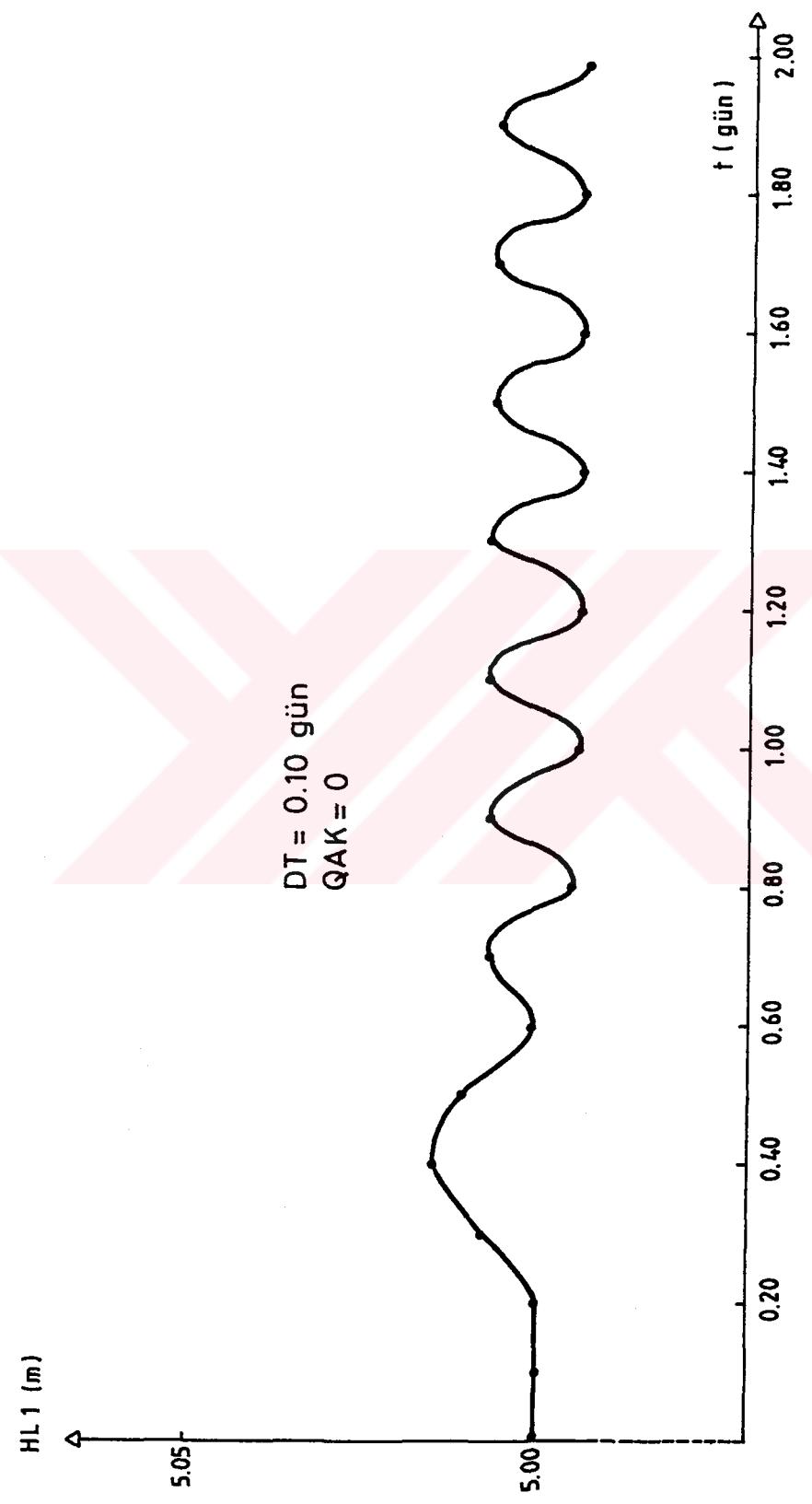
ADIM	T (gün)	Q1 (m ³ /gün)	Q2 (m ³ /gün)	HL1(2) (m)	HL2(2) (m)
0	0.00	0	0	5.000	5.000
1	0.10	543937	0	5.000	5.000
2	0.20	784127	312655	5.000	5.000
3	0.30	-480165	-227537	5.008	5.000
4	0.40	-416135	270782	5.015	5.020
5	0.50	-130844	-503180	5.011	5.005
6	0.60	-318911	436942	5.001	5.022
7	0.70	264583	-522046	5.006	4.990
8	0.80	-329690	510137	4.995	5.018
9	0.90	286512	-522662	5.007	4.985
10	1.00	-318955	513919	4.994	5.017
11	1.10	295759	-520467	5.006	4.984
12	1.20	-312970	515777	4.994	5.017
13	1.30	300529	-519252	5.006	4.983
14	1.40	-309699	516738	4.993	5.016
15	1.50	303034	-518590	5.006	4.983
16	1.60	-307929	517243	4.993	5.016
17	1.70	304361	-518232	5.006	4.983
18	1.80	-306976	517511	4.993	5.016
19	1.90	305067	-518039	5.006	4.983
20	2.00	-306465	517654	4.993	5.016

Tablo 4.7b. (7). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

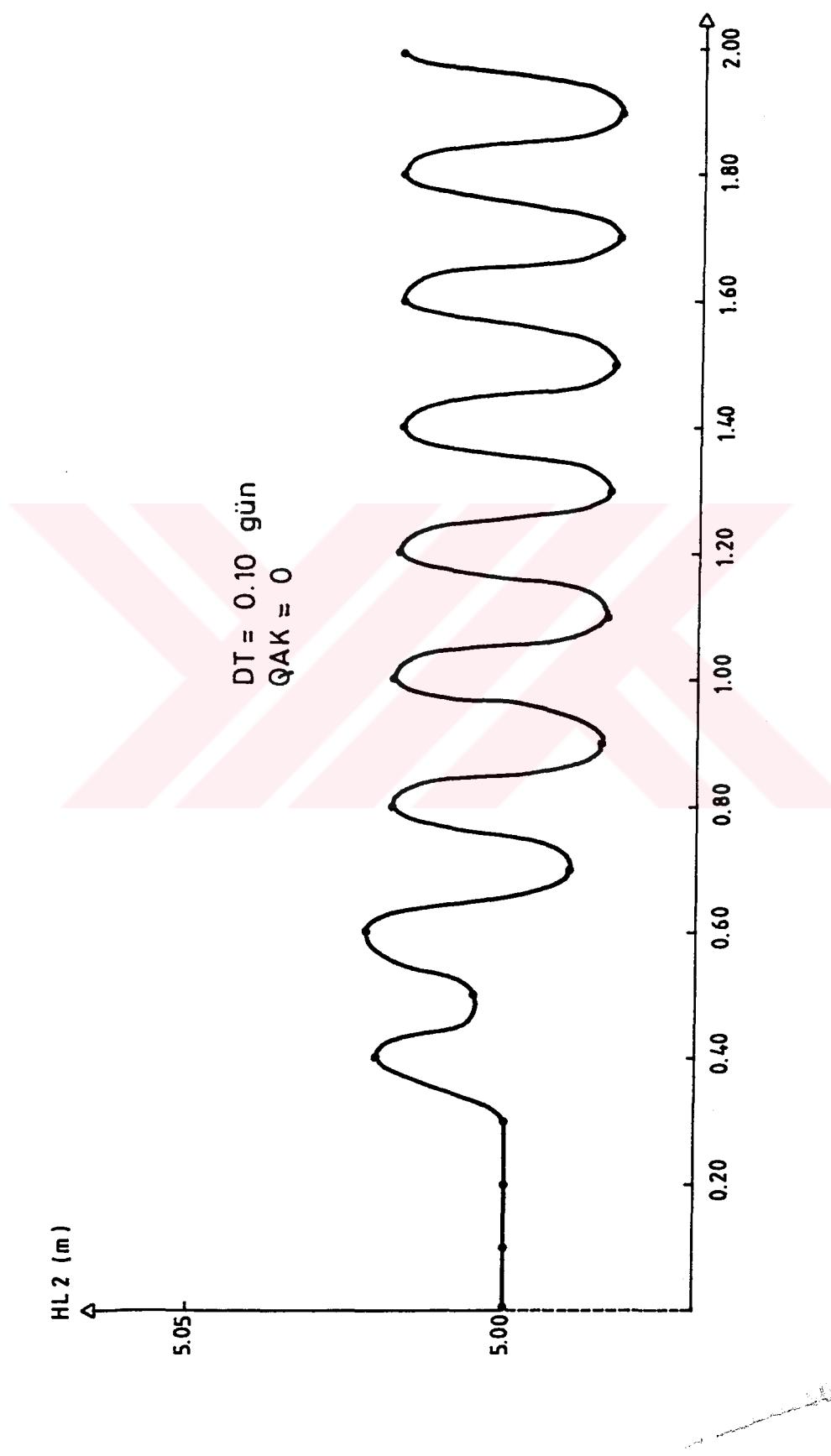
ADIM	T (gün)	CK1(2) (mg/lt)	CK2(2) (mg/lt)	CL1(2) (mg/lt)	CL2(2) (mg/lt)
0	0.00	16.00	8.00	12.00	4.00
1	0.10	16.00	8.00	12.00	4.00
2	0.20	16.05	8.00	12.01	4.00
3	0.30	16.11	8.04	12.03	4.03
4	0.40	16.07	8.01	12.02	4.01
5	0.50	16.04	8.04	12.01	4.04
6	0.60	16.02	7.98	12.01	3.99
7	0.70	16.00	8.04	12.00	4.03
8	0.80	16.02	7.97	12.01	3.98
9	0.90	15.99	8.03	12.00	4.03
10	1.00	16.02	7.97	12.00	3.98
11	1.10	15.99	8.03	12.00	4.03
12	1.20	16.01	7.97	12.00	3.97
13	1.30	15.99	8.03	12.00	4.03
14	1.40	16.01	7.97	12.00	3.97
15	1.50	15.99	8.03	12.00	4.03
16	1.60	16.01	7.97	12.00	3.97
17	1.70	15.99	8.03	12.00	4.03
18	1.80	16.01	7.97	12.00	3.94
19	1.90	15.99	8.03	12.00	4.03
20	2.00	16.01	7.97	12.00	3.97



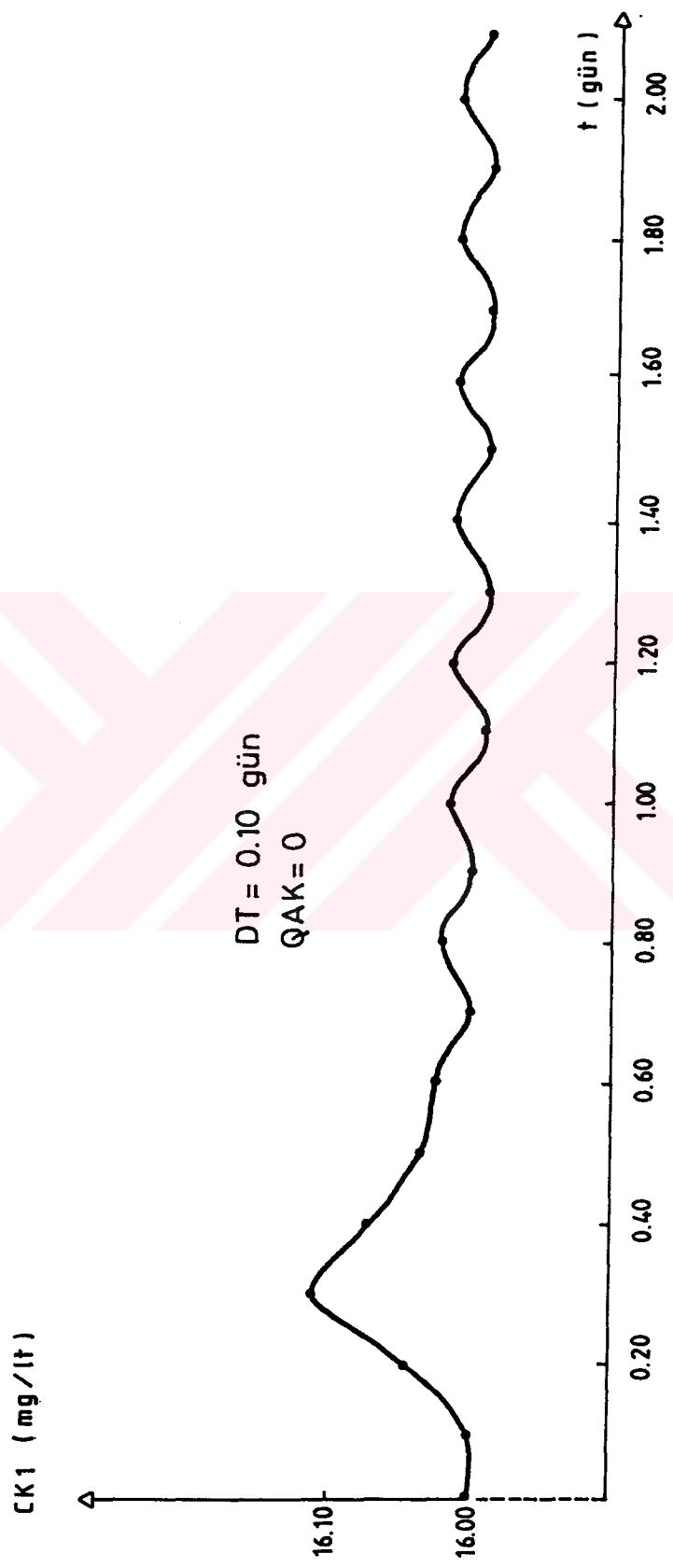
Sekil 4.59. Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri



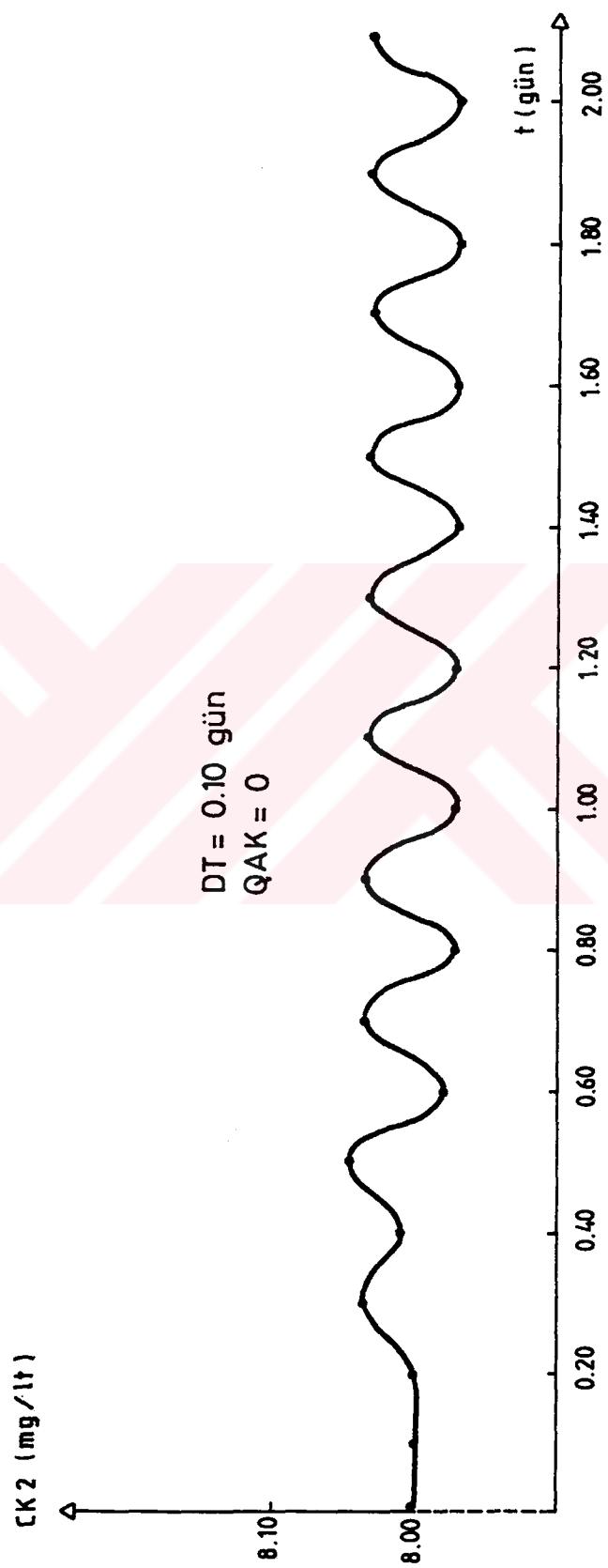
Şekil 4.60. Lagün 1'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



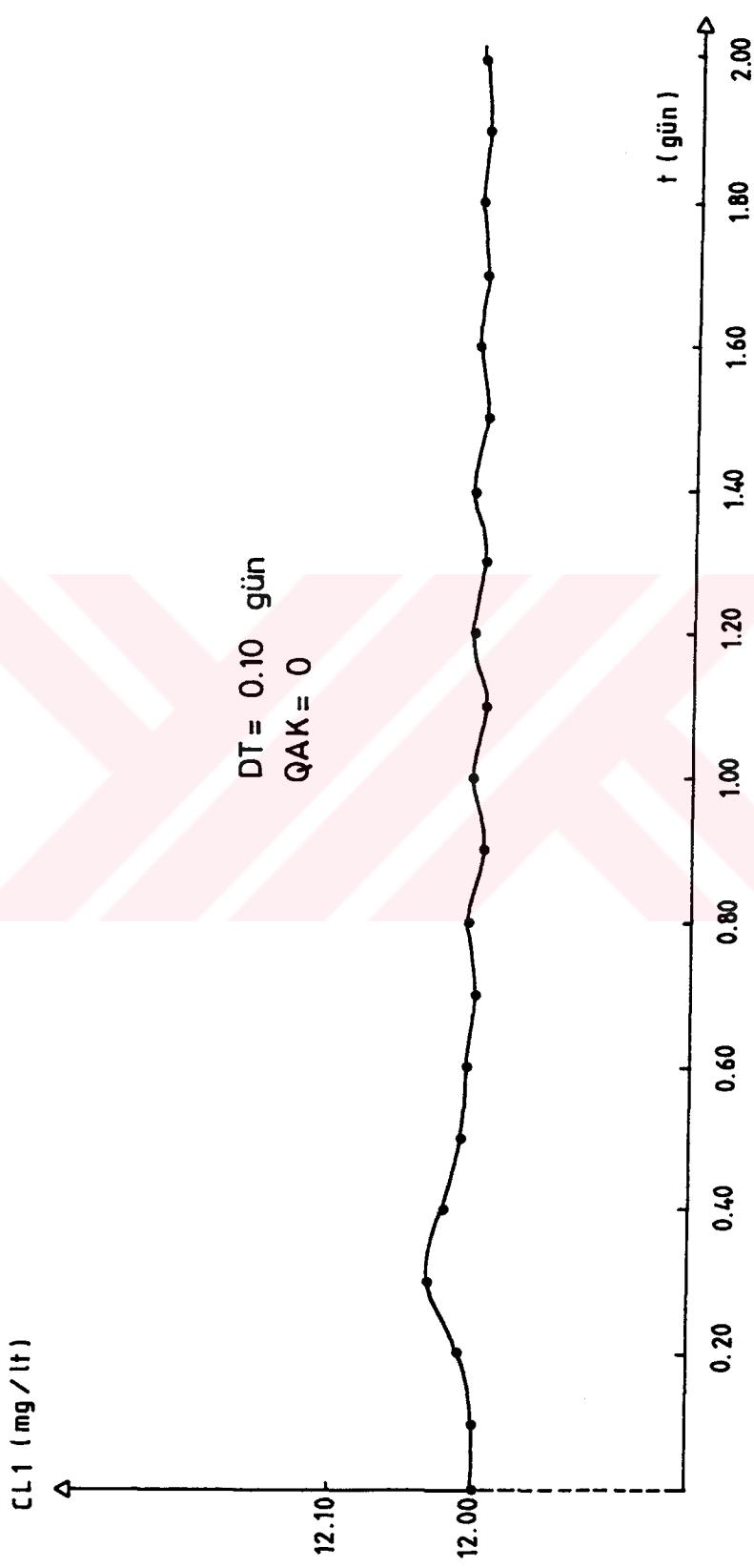
Şekil 4.61. Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



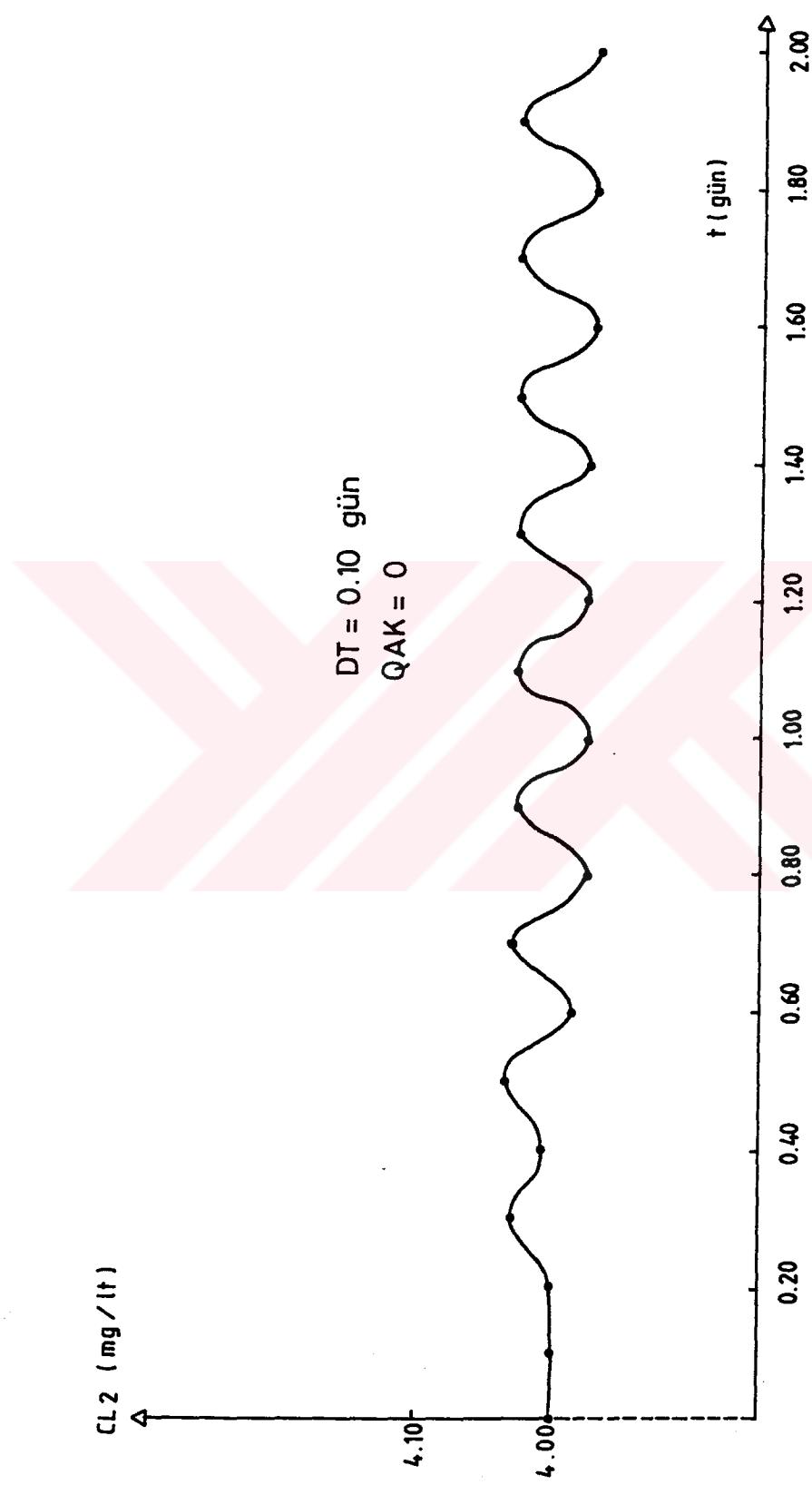
Sekil 4.62. Kanal 1'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



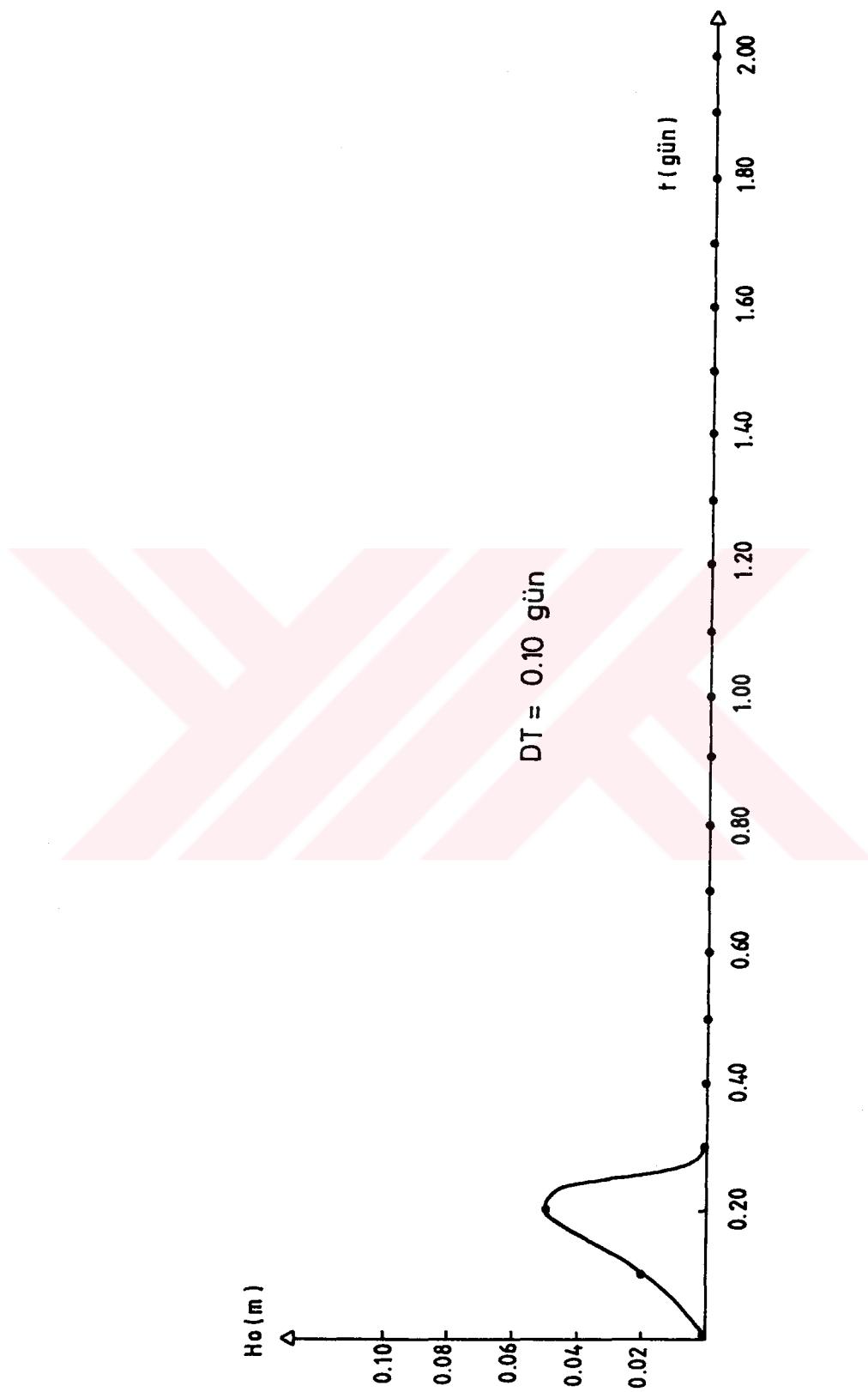
Şekil 4.63. Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2'kesitte)



Sekil 4.64. Lagün 1'deki tuzluluuk konsantrasyonu deгiшimi (2.kesitte)



Sekil 4.65. Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)



Şekil 4.66. Rüzgar etkisiyle kanal girişinde deniz seviyesinde meydana gelen kabarma

(8). GİRİŞ BİLGİLERİ

N=20	CL1(0,0)=14
M=3	CL1(1,0)=13
L1=3	CL1(2,0)=12
L2=3	CL1(3,0)=10
N1=0.025	CL2(0,0)=7
N2=0.025	CL2(1,0)=6
HK1=1.5	CL2(2,0)=4
HK2=1.35	CL2(3,0)=3
BK1=80	H1=0
BK2=60	H2=0
DXK1=20000	CLAK=1
DXK2=10000	DT=0.10
CKD=20	QAK=-1000000
CK1(1,0)=18	
CK1(2,0)=16	
CK1(3,0)=14	
CK2(0,0)=10	
CK2(1,0)=9	
CK2(2,0)=8	
CK2(3,0)=7	
HL1(1,0)=2	
HL1(2,0)=5	
HL1(3,0)=3	
HL2(1,0)=2	
HL2(2,0)=5	
HL2(3,0)=3	
BL1(1)=3000	
BL1(2)=2000	
BL1(3)=2500	
BL2(1)=1500	
BL2(2)=1200	
BL2(3)=900	
DXL1(1)=400	
DXL1(2)=1200	
DXL1(3)=1000	
DXL2(1)=350	
DXL2(2)=500	
DXL2(3)=450	

Tablo 4.8a. (8). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

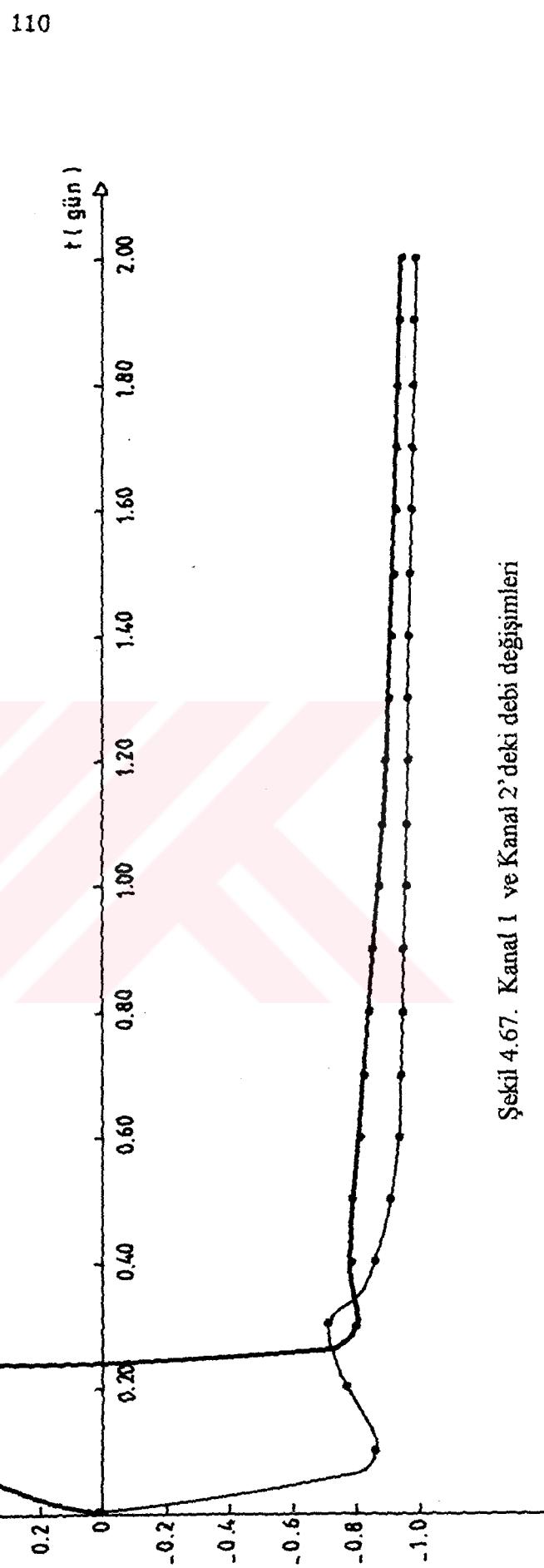
ADIM	T (gün)	Q1 (m ³ /gün)	Q2 (m ³ /gün)	HL1(2) (m)	HL2(2) (m)
0	0.00	0	0	5.000	5.000
1	0.10	543437	-865736	5.000	5.000
2	0.20	646672	-772429	5.000	5.064
3	0.30	-801564	-715503	5.022	5.073
4	0.40	-789275	-860613	5.043	5.087
5	0.50	-799475	-912301	5.042	5.106
6	0.60	-815347	-936872	5.043	5.114
7	0.70	-832105	-950360	5.045	5.120
8	0.80	-848093	-958706	5.047	5.124
9	0.90	-862781	-964453	5.049	5.127
10	1.00	-876064	-968774	5.050	5.130
11	1.10	-888003	-972240	5.052	5.132
12	1.20	-898713	-975143	5.053	5.134
13	1.30	-908321	-977643	5.055	5.136
14	1.40	-916949	-979833	5.056	5.138
15	1.50	-924706	-981772	5.057	5.139
16	1.60	-931689	-983500	5.058	5.140
17	1.70	-937985	-985048	5.059	5.142
18	1.80	-943667	-986438	5.060	5.143
19	1.90	-948801	-987690	5.060	5.144
20	2.00	-953445	-988819	5.061	5.144

Tablo 4.8b. (8). Giriş Bilgileri Sonucu Hesaplanan Değerler

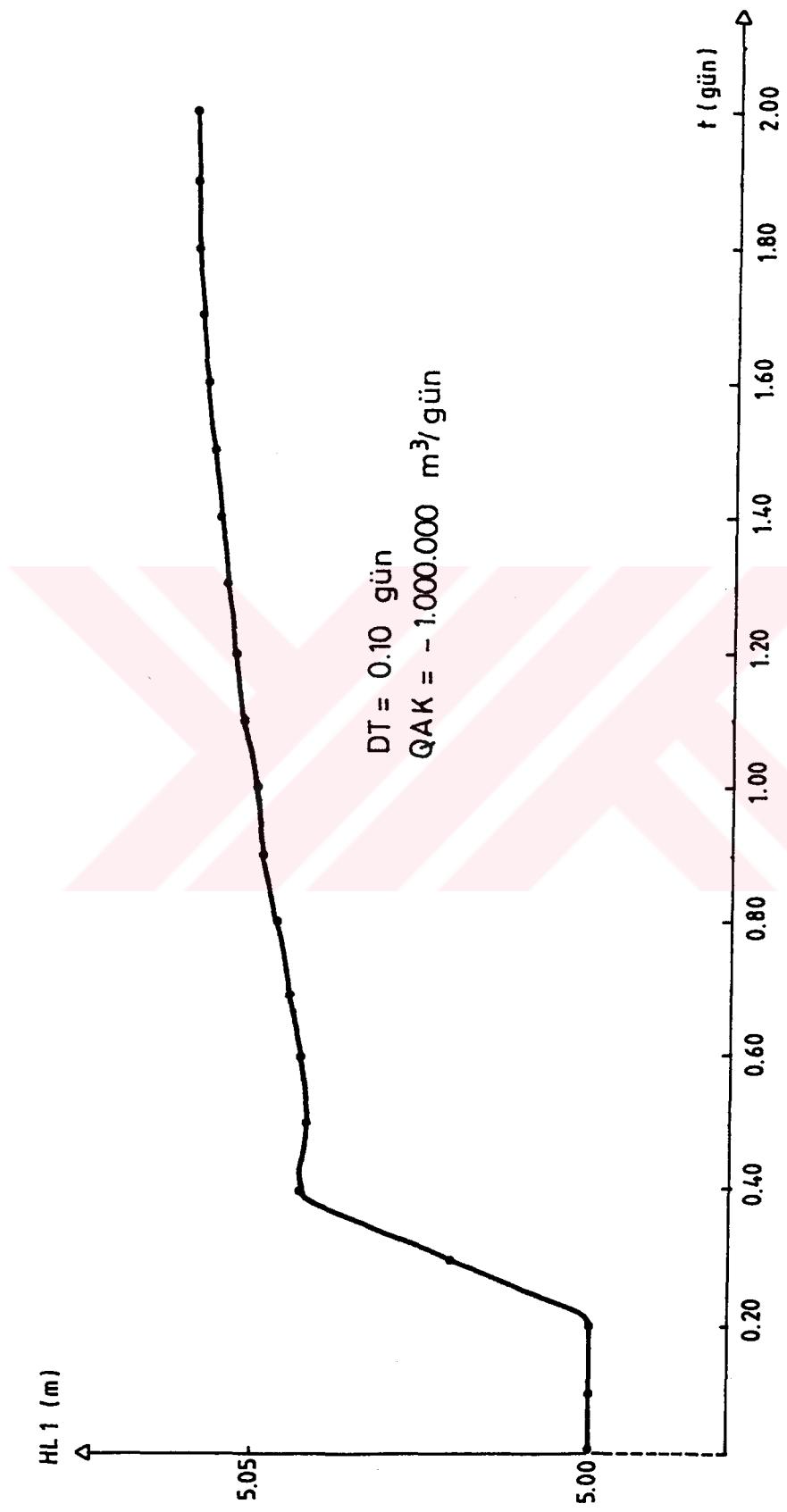
ADIM	T (gün)	CK1(2) (mg/lt)	CK2(3) (mg/lt)	CL1(2) (mg/lt)	CL2(2) (mg/lt)
0	0.00	16.00	7.00	12.00	4.00
1	0.10	16.00	7.00	12.00	4.00
2	0.20	16.05	6.89	12.01	3.91
3	0.30	16.10	6.80	12.03	3.84
4	0.40	16.03	6.70	12.01	3.77
5	0.50	15.97	6.60	11.99	3.69
6	0.60	15.90	6.48	11.97	3.60
7	0.70	15.83	6.34	11.95	3.52
8	0.80	15.76	6.20	11.93	3.43
9	0.90	15.70	6.03	11.91	3.35
10	1.00	15.63	5.84	11.89	3.26
11	1.10	15.55	5.61	11.87	3.18
12	1.20	15.48	5.33	11.85	3.10
13	1.30	15.41	4.98	11.83	3.02
14	1.40	15.34	4.53	11.81	2.94
15	1.50	15.28	3.96	11.79	2.86
16	1.60	15.21	3.22	11.77	2.78
17	1.70	15.14	2.26	11.75	2.70
18	1.80	15.08	1.03	11.73	2.62
19	1.90	15.02	1.00	11.71	2.53
20	2.00	14.97	1.00	11.69	2.43

$$Q_1 \text{ (m}^3/\text{gün)} \times 10^7 =$$
$$Q_2 \text{ (m}^3/\text{gün)} \times 10^7 =$$

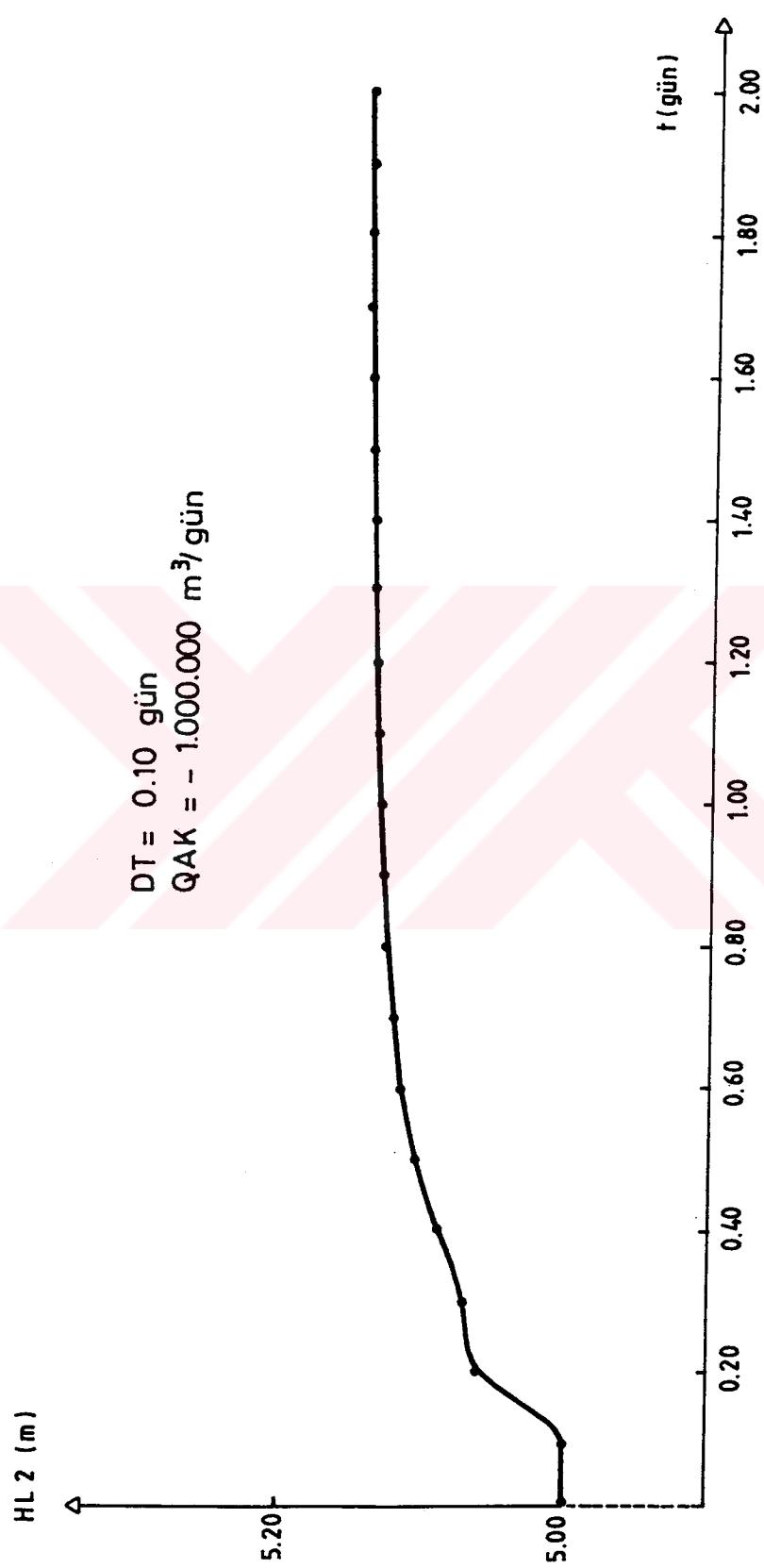
$$DT = 0,10 \text{ gün}$$
$$QAK = -1.000.000 \text{ m}^3/\text{gün}$$



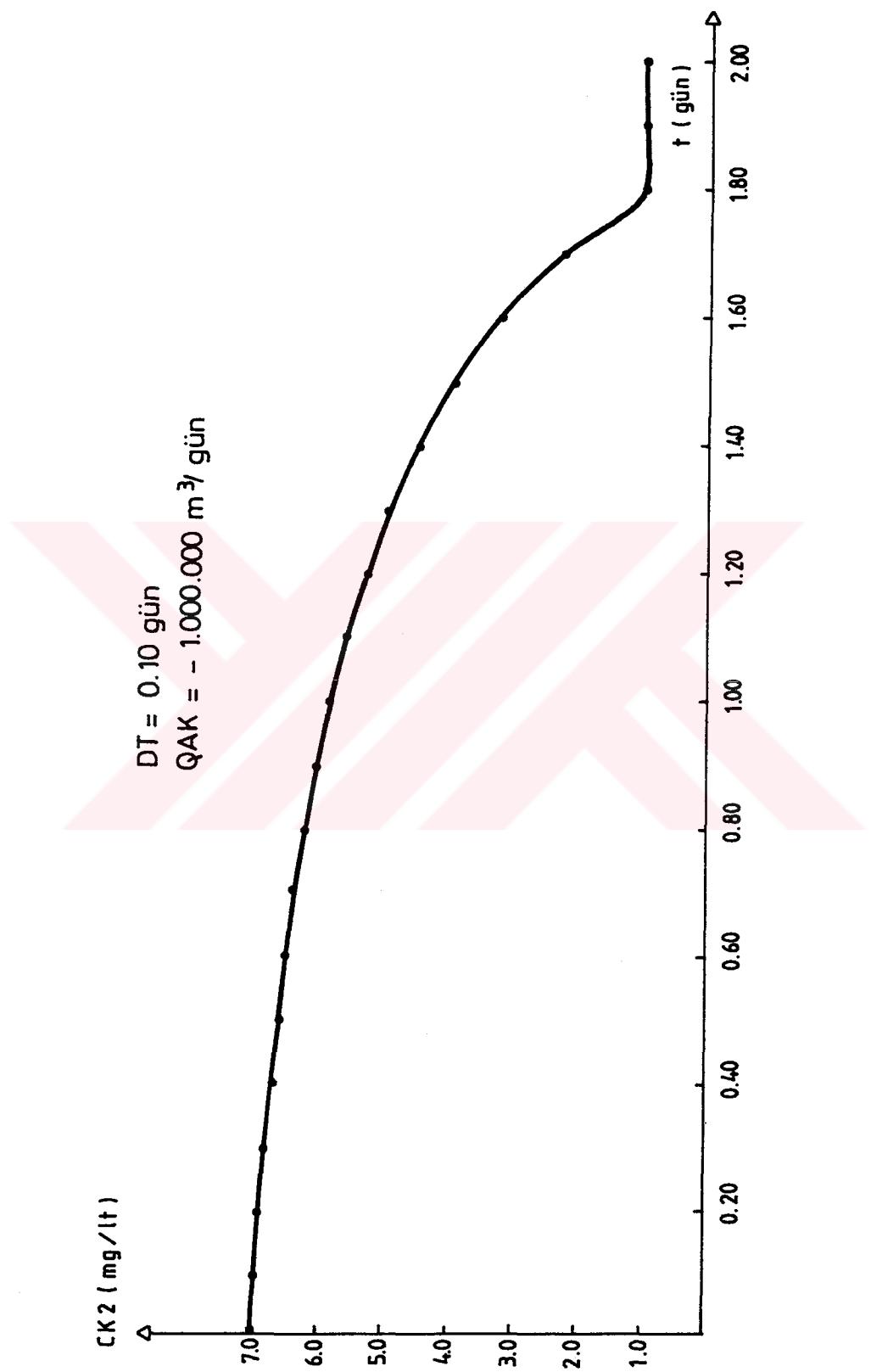
Sekil 4.67. Kanal 1 ve Kanal 2'deki debi değişimleri



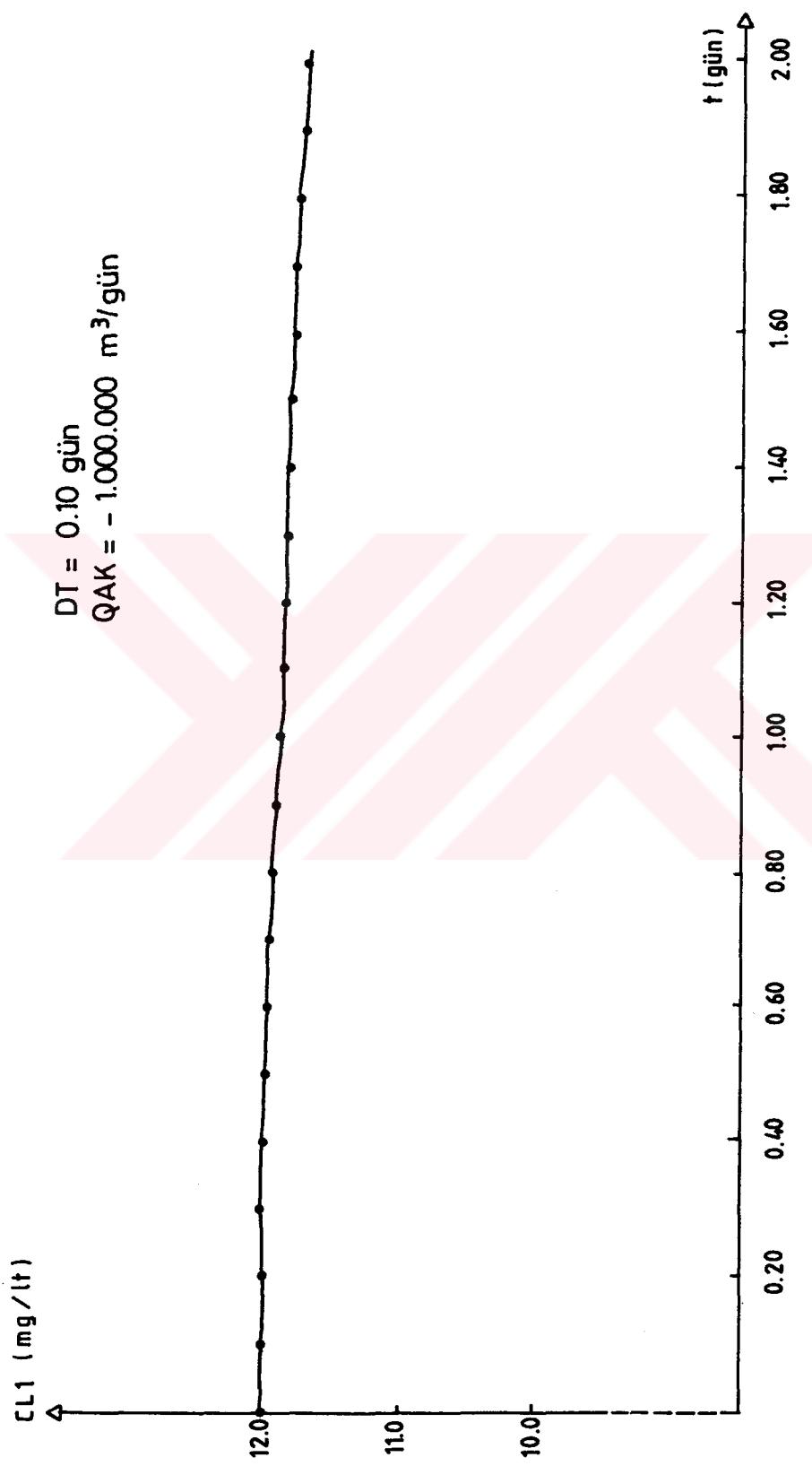
Sekil 4.68. Lagiin 1'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



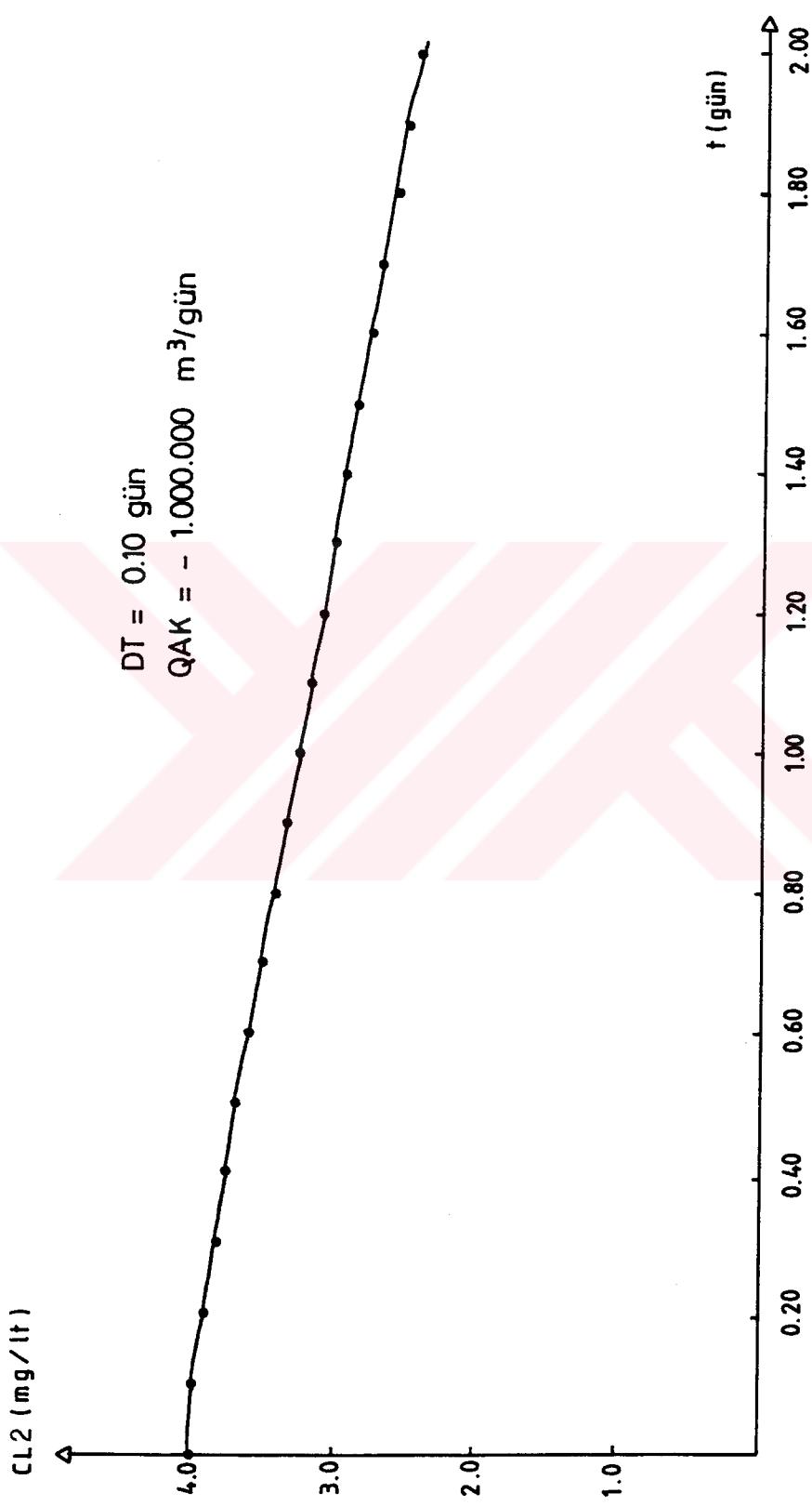
Şekil 4.69. Lagün 2'deki su seviyesi değişimi (2.kesitte)



Şekil 4.71. Kanal 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (3. kesitte)



Şekil 4.72. Lagün I'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2. kesitte)



Şekil 4.73. Lagün 2'deki tuzluluk konsantrasyonu değişimi (2.kesitte)

BÖLÜM 5

DEĞERLENDİRME

5.1. SU GİRİŞİNİN AZALMASI

Lagün göllerinin başlıca tatlı su kaynakları lagünlere bağlanan dere ve akarsulardır. Ayrıca havza drenaj kanalları da su kaynakları arasındadır. Yaz aylarının oldukça kurak geçtiği ülkemizde buharlaşmanın da etkisiyle tatlı su kaynaklarında azalma sonucu lagünde büyük kot kaybı meydana gelir. Akım kapasitesinin düşmesi olumsuz etkilere neden olmaktadır. Deniz suyunun içeriye doğru ilerlemesi ile lagünde tuzluluk artar. Öte yandan eğer bu kapasite belli bir seviyeyi aşarsa, su kalitesinde deniz suyu hakim olacak ve lagün yarı tuzlu suya sahip olma özelliğini kaybedecektir.

Su girişinin azalması ile lagün-deniz arasındaki kot farkı yok olduğunda taban topoğrafyasına da bağlı olarak lagün tabanından gelen katı maddeler ile dere ve kanallardan oluşan atık maddeler denize taşınamazlar.

Lagün ağızındaki çıkan akımın çok zayıf olması veya hiç olmaması halinde, ağız yakın kıyıdaki dalga ve dalga etkisindeki akıntıların neden olduğu kıyıboyu katı madde hareketinden etkilenebilmektedir.

Lagün ile deniz bağlantısını sağlayan kanal sistemleri doğal yaşamı ve su kalitesini etkileyen en önemli parametredir. Çünkü nüfusun artışı ile birlikte bu kanallara doğrudan atıksu boşaltımı ile doğal denge bozulmaktadır. Katı atıkların çökelmesiyle kanal sistemlerinin akım kapasitesi azalmaktadır. Zamanla giriş ağızlarında meydana gelen daralma ve siglaşma giriş-çıkış olanaklarını sınırlamaktadır.

5.2. AĞZIN KAPANMASI

Lagün ağızlarının kapanmasının en önemli nedeni denizden kıyıya doğru dalga ve akıntıının getirmiş olduğu katı madde yığılmasıdır. Dalga sırtlarının kıyıya paralel yaklaşması durumunda deniz tabanındaki kum sahile doğru hareketlenmekte ve lagün ağızından içeri girerek yığılalar oluşturmaktadır. Dalga sırtları kıyıya bir açı yaparak yaklaşması durumunda da kıyı boyu katı madde hareketine neden olacak ve böylece giriş ağızından içeriye doğru saparak giriş ağızının dolmasına sebep olacaklardır.

Lagünlerin giriş ağızlarının pozisyonları ve boyutları bahsedilen olaylar nedeniyle sıkça değişebilmektedir. Bunun için dalgakıran inşa edilerek bu ağızların stabilizasyonu sağlanabilmektedir.

Kıyıya dik ve kıyıboyu katı madde hareketi ile kapanabilen lagün ağızları, akarsulardan gelen taşın akımı ile lagündeki su seviyesinin yükselmesi sonucunda ağızdaki katı madde açığa doğru sürüklentimesi sonucu yeniden açılır.

Lagün giriş ağızları genellikle dalga etkisinin zayıf olduğu kıyı çizgisinde yapılandırılmış ve bu bölgelerde giren ile çıkan akıntılar daha etkili olmaktadır.

Lagün ağızı boyutu, mevcut olabilecek akıntı yapılarını etkilemektedir. Gel-git etkisi lagün ağızında azalmaktadır. Böylece geniş lagün sistemlerinin büyük bir kısmı gel-git tesirinden etkilenmemektedir. Ancak sağnak yağış, taşın veya kuvvetli rüzgar etkisi düzensiz değişimlere sebep olabilir. Fırtına esnasında ise fırtınanın estiği doğrultunun kaynak tarafında lagünde su seviyesi düşer, buna karşın mansap tarafında kabarmaya neden olur. Fırtına dindikten sonra lagün su yüzeyi eski durumuna döner.

Lagün ağızı boyutları aynı zamanda lagün içindeki tuzluluk değişimini de etkilemektedir. Tuzluluk akarsu ve yağışlardan kaynaklanan tatlı su ile deniz suyunun karışımıyla oluşur. Tuzluluk lagün ağızından akarsuyun ağızına doğru azalır. Tuzluluk miktarı aynı zamanda yağışlı ve kurak hava mevsim değişimlerinden

etkilenir. Yani kurak havada buharlaşma artar, akarsu debisi azalır, giren deniz suyu artar. Böylece lagünün tuzluluk oranı artar. Buna karşın yağışlı mevsimde giren akarsu debisi ile yağmur artar, lagündeki tuzluluk miktarı düşer.

5.3. MATEMATİKSEL MODELİN SONUÇLARI

İdealleştirilmiş bir lagün sistemi ele alınıp bilgisayar programı yardımıyla lagündeniz etkileşiminin matematiksel modeli yapılmıştır. Başlangıç koşulları ve sınır değerleri ile birlikte lagün ve kanalların boyutsal büyülükleri verilmiştir. Bu değerler yardımıyla kanallarda oluşan debiler, hızlar, lagünlerdeki su seviyesi değişimleri ile kanal ve lagünlerdeki tuzluluk konsantrasyonu değişimleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar değişik zaman aralıklarında denizden kabarma dolayısıyla lagün içerisine doğru su girişi ve lagünü besleyen akarsulardan akım girişi olması koşulları için ayrı ayrı yapılmıştır.

Denizdeki kabarma nedeniyle kanallarda oluşan akım debisi incelemiştir. Kanal 1'deki debi Q_1 'in DT zaman aralığının artması ile lagün içine doğru ilerleme süreci de artmıştır. Daha sonra akım yönü tersine yani lagünden denize doğru dönmüştür. Akım belli bir zaman sonra nötr olmuş ve küçük zaman aralığında ufak, zaman aralığı arttıkça da büyük salınım yapmaktadır.

Kanal 2'deki debi Q_2 ise küçük zaman aralığında bir süre lagün içlerine doğru ilerlemiştir, zaman aralığı büyütükçe ise daha kısa sürede salınmaya başlamakta ve bu salınım farkları oldukça büyümektedir. Yani akım bir ileri bir geri gidip gelmektedir.

Denizdeki kabarmaya birlikte akarsudan da akım gelmesi durumunda Q_1 kabarmaya birlikte artarak içeriye doğru ilerlerken akarsuyun gelen debisiyle karşılaşınca ters dönerek akarsu debisi şeklinde denize dökülmektedir.

Lagün 1 ve Lagün 2'deki su seviyesi denizdeki kabarma neticesinde küçük zaman aralıklarında lineer yükselterek zaman aralıkları büyütükçe ise salınarak yükselmekte kabarma sona erdiğinde ise eski seviyesine doğru gelmekte ve bu değerler etrafında salınımlar yapmaktadır.

Akarsudan gelen akım dikkate alındığında ise lagünde su seviyesi iki yönden gelen akım neticesinde ani bir yükseliş meydana gelmekte daha sonra kabarmanın etkisini kaybetmesi ile sadece akarsudan gelen debi neticesinde oluşan su seviyeleri zamanla sabit kalmaktadır.

Kanallardaki konsantrasyon büyük zaman aralıklarında daha fazla olmak üzere bir miktar yükselip daha sonra tekrar eski tuzluluk değerlerinde salınımaktadır. Akarsudan akım gelmesi koşulunda ise denizden gelen tuzluluğun fazla bir etkisi görülmemekte ve tuzluluk konsantrasyonu giderek akarsudan gelen tuzluluk konsantrasyonuna yaklaşımda ve belli bir zaman sonra akarsu konsantrasyonu ile aynı olmaktadır.

Lagünlerdeki konsantrasyonlar denizden gelen tuzluluk neticesinde yükselmekte ve denizden gelen akımın durması sonrasında belli bir değere inmeye ve ufak salınımlar yapmaktadır. Akarsudan gelen akım nedeniyle ise lagündeki tuzluluk konsantrasyonları gelen akım konsantrasyonu oranına düşünceye kadar azalmaktadır.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR

Lagünlerin başlıca su kaynaklarından olan dere ve akarsuların özellikle kurak yaz aylarında büyük ölçüde sularının azalmasından dolayı lagünlere tatlı su girişi azalmakta ve lagün tuzluluğu artmaktadır. Lagünden denize çıkan akımın çok zayıf olması halinde ise, lagün ağız bölgesi kıyıdıraki dalga etkisindeki akıntıların neden olduğu kıyıboyu katı madde harektinden etkilenebilmektedir. Ve ağzda biriken katı madde neticesinde ağız belli bir süre kapanmaktadır. Denizde rüzgar nedeniyle oluşan kabarma sonucunda akımın kot farkından dolayı lagüne doğru ilerlemesiyle ağız tekrar açılmaktadır. Lagün içine doğru ilerleyen su lagündeki su seviyesinde ve tuzluluk konsantrasyonunda bir miktar artış meydana getirir. Su seviyesinin normale dönmesi sonucunda ise akım yönü tekrar lagünden denize doğru değişir. Akarsudan devamlı olarak su gelmesi halinde ise denizden içeriye doğru giren akım debisi bir süre sonra ters döner ve akarsudan gelen tatlı su ile birlikte denize dökülür. Akarsudan gelen tatlı su debisi yüksek ise özellikle akarsu girişinde tuzluluk konsantrasyonu gelen akımın ile aynı olabilir. Lagünlerdeki konsantrasyonlar denizden gelen tuzluluk neticesinde yükselmekte, denizden gelen akımın durması ile belli bir değere inmeye ve bu değerler civarında salınılmaktadır. Akarsudan gelen akım dolayısıyla lagünlerdeki tuzluluk konsantrasyonları gelen akım konsantrasyonu oranına düşünceye kadar azalmaktadır.

Lagün gölleri ve deniz kıyısındaki sulak alanlar sahip oldukları doğal güzelliklerin yanı sıra yaban hayatı için yaşamsal öneme sahiptirler. Bu bölgeler genellikle doğada az bulunan bitki türlerinin yanı sıra, yaban hayvanları özellikle göçmen kuşlar için tam bir barınak ve konaklama alanı olmaktadır. Dolayısıyla, lagünlerdeki tuzluluk konsantrasyonlarındaki değişimler lagün canlı hayatı için oldukça büyük öneme sahiptir.

Diger taraftan lagün gölleri insanların dinlenme, su sporları, balıkçılık vb. amaçlarla büyük ilgi duydukları alanlar olmaktadır. Bu ilgi sonucu ortaya çıkan kullanım, lagün gölleri ve sulak alanlara oldukça ağır ve doğal dengeyi tehlikeye sokan bir çevresel kirlilik yükü yaratmaktadır.

Lagünlerin karmaşık doğal yapısı, lagün ve çevresinin kontolsüz kullanımı ile tahribata uğramaktadır. Özellikle deniz ile olan etkileşimin sürekli sağlanması ve temiz su kaynaklarının yerlesime karşı korunması önem kazanmaktadır.

Lagün-deniz geçiş bölgesinin doğal durumunun korunması lagün ve çevresinin doğal dengesi açısından çok önemlidir. Lagünlerin tatlı su kaynakları da kontrol altına alınmalıdır. Lagün ve bağlantı kanallarında kirlenmeye ve geçiş bölgesinde katı madde çökelmesine neden olan atıksu boşaltımı kesinlikle yapılmamalıdır.

Özellikle yerleşim bölgesinde içerisinde kalmış lagünler tamamen tariplenebilmeden önce toplumda uygunsuz kullanıma karşı bilinç uyandırmak gereklidir.

Lagün havzasında yerlesime sınırlama getirilmeli, gerekirse yasaklanmalıdır. Çünkü yüzey sularının akışı da lagünler için bir diğer tatlı su kaynağıdır.

Lagün göllerinin ve deniz kıyısındaki sulak alanların doğal sistemlerin ana yapısını bölgelerin hidrolik, hidrolojik ve klimatolojik yapısı oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı lagün gölleri ve deniz kıyılarında sulak alanların doğal sistemlerini oluşturan temel bileşenleri ve bunlar arasındaki etkileşimi ortaya çıkarmaktır.

Lagünlerin işletilmesi insanların bu bölgelerdeki çeşitli faaliyetleri bakımından önemlidir. Bu açıdan dinamik yapı doğal yaşamın değişik faktörlerinin baskısı altındadır. Lagünlerin doğal dengesi çok çeşitli parametrelerle bağlıdır. Lagünlerin işletilmesi lagün ve çevresinin korunması ile ilgili olarak büyük öneme sahiptir. Düzenlemeler, bazı limitler koymak ve hatta nüfusun bazı isteklerine yasaklamalar getirmek gerekebilir. Aksi takdirde ileride çözülmlesi zor ve karışık problemlerle karşılaşılabilir.

Toplumun bu alanlarda ilgisi sadece kullanım amacı ile sınırlı değildir. Gelişen çevre bilinci dolayısıyla bu bölgelerin korunmasına yönelik istek ve toplumsal baskılar da ortaya çıkmaktadır.

Bunun sonucu olarak lagünlerin ve sulak alanların kullanılırken, doğal sistemlerin korunması sorunu ortaya çıkmaktadır ki, son yıllarda bilimsel çalışmalarla bu soruna çözüm yöntemleri aranmaya başlanılmıştır.

Sorunun temel çözümü lagünlerin ve sulak alanların iyi planlanmış bir organizasyonla yönetilmesidir. Buna karşılık iyi bir yöntem planı olarak, lagünlerin ve sulak alanların hidrodinamik, hidrolojik ve diğer karakteristiklerinin belirlenmesi, doğal sistemlerinin temel yapısının ve bu yapının geçmişten günümüze değişiminin ortaya konması ve sonunda gelecekte çeşitli etkenlerin sonucunda nelerin ortaya çıkabileceğinin tahmin edimesi ile elde edilebilir.

Hükümetlerin bu konudaki tutumları da oldukça önemlidir. Bu konuya gerekli önemin verilmemesi, çeşitli araştırma geliştirme projelerinin üretilip uygulanamaması ve finansal yetersizlikler lagünlere etki eden faktörler arasındadır.

Lagünlerin gelecekteki değişimleri ile ilgili planlar yapmak oldukça zor olmaktadır. Bunun nedeni ise toplumun değişik kesimlerinin olaya kendi menfaatleri doğrultusunda bakmalarıdır. Yerel yönetimler bu istekleri lobi baskuları altında yerine getirememektedir.

Bütün bu çalışmalar yürütülürken karşılaşılacak en büyük problem uzun süreli ve detaylı bir data elde edebilmektir. Araştırmacılara yeterli ve doğru bilgileri sağlamak için değişik kaynaklardan elde edilmiş bir data bankası oluşturulmalıdır.

Toplumun tüm sosyal kesimlerinin katılımıyla oluşturulacak organizasyon komitesi ile lagünlerin yönetimi sağlanmalıdır. Aksi takdirde gerekli olan yasal, toplumsal ve politik kuvvetli bir destek sağlamak lagün ve çevresinin korunması için yeterli olmayabilir.

KAYNAKLAR

- A. Adami, (1991), Alcuni aspetti hidrodinamici legati all'apertura della valli de pesca rilevati sul modello fisico della laguna. Proceedings of Symposium organized by l'Istituto veneto si SSLLAA in occasione del bicentenario della conterminazione, Venezia, p. 102-115.
- Bird, E.C.F., (1984), Coasts, 3rd ed., Blackwell, Oxford.
- Bruun,P., (1978), Stability of Tidal inlets- Theory and Engineering, Elsevier Publ.Co.
- Davis, H.C., (1958), Survival and growth of clam and oyster larvae at different salinities, Biol Bulletin, 114(3), p. 296-307.
- Di Silvio G. (1989), Modelling the morphological evolution of tidal lagoons and their equilibrium configurations, 23 rd IAHR Congress, Ottawa, Canada.
- Kapdaşlı, S., (1993), Lagoon management problems: A case study, The First International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 93, Antalya, Türkiye.
- Man Wai, D., (1993), Some considerations about a coastal lagoon (RJ-Brasil) tropic level, Proceedings of the Eight Symposium on Coastal and Ocean Management, V.2, Publ. by ASCE, New York, NY, USA, p.2270-2282.
- Marchi, E., Adami, A., (1993), Water flow modelling of the Venice Lagoon, Proceedings of the 23rd International Conference on Coastal Engineering V.2, Publ. by ASCE, Newyork, NY, USA, p.1869-1878.
- Silva,P., Mol A., (1992), Development of the Venice morphological system, Proceedings of the 23rd International Conference on Coastal Engineering, Venice, Italy.
- Vollenweider, R., (1982), Eutrophication of Waters Monitoring, Assessment, and Control, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- Zarillo, Gary A., Liu, James T., Surak, Clem, (1993), Comprehensive analysis of physical processes in a coastal lagoon: new insights for estuarine management, Proceedings of 8th Symposium on Coastal and Ocean Management V.1, Publ. by ASCE, New York, NY, USA. p.1108-1122.

E K L E R

EK A BİLGİSAYAR PROGRAMI

```
REM **** LAGUNLERİN MATEMATİKSEL MODELLENMESİ ****
REM *** PROGRAM GİRDİLERİ ***
OPEN "C:\DOS\BASIC\LAGUN" FOR INPUT AS #1

INPUT #1, N
INPUT #1, M
INPUT #1, L1
INPUT #1, L2
INPUT #1, N1
INPUT #1, N2
INPUT #1, HK1
INPUT #1, HK2
INPUT #1, BK1
INPUT #1, BK2
INPUT #1, DKK1
INPUT #1, DKK2
INPUT #1, CKD

REDIM Q1(N + 1), Q2(N + 1)
DIM U1(N + 1), U2(N + 2)
DIM R1(N + 1), R2(N + 1)
DIM CK1(M + 1, N + 1), CK2(M + 1, N + 1)
DIM H1(N + 2), H2(N + 2)
DIM CL1(L1 + 2, N + 2), CL2(L2 + 2, N + 2)
DIM HO(N + 1)
REDIM HL1(L1 + 1, N + 2), HL2(L2 + 1, N + 2)
DIM BL1(L1 + 2), BL2(L2 + 2)
DIM DXL1(L1 + 2), DXL2(L2 + 2)

FOR I = 0 TO N
INPUT #1, HO(I)
NEXT I

FOR J = 1 TO M
INPUT #1, CK1(J, 0)
NEXT J

FOR J = 0 TO M
INPUT #1, CK2(J, 0)
NEXT J

FOR J = 1 TO L1
INPUT #1, HL1(J, 0)
NEXT J
```

```

FOR J = 1 TO L2
INPUT #1, HL2(J, 0)
NEXT J

```

```

FOR J = 1 TO L1
INPUT #1, BL1(J)
NEXT J

```

```

FOR J = 1 TO L2
INPUT #1, BL2(J)
NEXT J

```

```

FOR J = 1 TO L1
INPUT #1, DXL1(J)
NEXT J

```

```

FOR J = 1 TO L2
INPUT #1, DXL2(J)
NEXT J

```

```

FOR J = 0 TO L1
INPUT #1, CL1(J, 0)
NEXT J

```

```

FOR J = 0 TO L2
INPUT #1, CL2(J, 0)
NEXT J

```

```

INPUT #1, H1
INPUT #1, H2
INPUT #1, DT
INPUT #1, QAK
INPUT #1, CLAK

```

```
CLOSE #1
```

```
REM *** KANAL KESİT ALANLARININ HESABI ***
```

```
AK1 = HK1 * BK1
AK2 = HK2 * BK2
```

```
REM *** KANAL KÖNVERYANS KATSAYILARININ HESABI ***
```

```
K1 = ((1 / N1) * AK1 * HK1 ^ (2 / 3) / DXK1 ^ .5) * 86400
K2 = ((1 / N2) * AK2 * HK2 ^ (2 / 3) / DXK2 ^ .5) * 86400
```

```
REM *** LAGUN YÜZYEY ALANLARININ HESABI ***
```

```
TBL1 = 0
TBL2 = 0
```

```
FOR I = 1 TO L1
TBL1 = TBL1 + BL1(I)
```

```

NEXT I

FOR I = 1 TO L2
TBL2 = TBL2 + BL2(I)
NEXT I

ORTBL1 = TBL1 / L1
ORTBL2 = TBL2 / L2

TDXL1 = 0
TDXL2 = 0

FOR I = 1 TO L1
TDXL1 = TDXL1 + DXL1(I)
NEXT I

FOR I = 1 TO L2
TDXL2 = TDXL2 + DXL2(I)
NEXT I

AL1 = ORTBL1 * TDXL1
AL2 = ORTBL2 * TDXL2

REM *** LAGUN VE KANAL SİSTEMİNDE Q VE H DEĞERLERİNİN HESABI ***
Q1(0) = 0
Q2(0) = 0

H1(0) = H1
H2(0) = H2

FOR I = 0 TO N

H1(I + 1) = H1(I) + (Q1(I) - Q2(I)) * DT / AL1
H2(I + 1) = H2(I) + (Q2(I) - QAK) * DT / AL2

IF (H0(I + 1) - H1(I + 1)) < 0 THEN
    Q1(I + 1) = -(K1 * (ABS(H1(I + 1) - H0(I + 1)) ^ .5))
ELSEIF (H0(I + 1) - H1(I + 1)) >= 0 THEN
    Q1(I + 1) = K1 * ABS((H0(I + 1) - H1(I + 1))) ^ .5
END IF

IF (H1(I + 1) - H2(I + 1)) < 0 THEN
    Q2(I + 1) = -(K2 * (ABS(H2(I + 1) - H1(I + 1)) ^ .5))
ELSEIF (H1(I + 1) - H2(I + 1)) >= 0 THEN
    Q2(I + 1) = K2 * ABS((H1(I + 1) - H2(I + 1))) ^ .5
END IF

NEXT I

REM *** KANALDA HIZ DEGISIMI ***
FOR I = 0 TO N
U1(I) = Q1(I) / AK1

```

U2(I) = Q2(I) / AK2
NEXT I

REM *** R DEGERLERİNİN HESABI ***

FOR I = 0 TO N
R1(I) = U1(I) * DT / DDX1
R2(I) = U2(I) * DT / DDX2
NEXT I

REM *** KANAL 1'DEKİ KONSANTRASYON DEĞİŞİMİ ***

FOR I = 0 TO N
CK1(0, I) = CKD
NEXT I

FOR J = 1 TO M
FOR I = 0 TO N

CK1(J, I + 1) = 1 / (1 + R1(I)) * CK1(J, I) + R1(I) / (1 + R1(I)) * CK1(J - 1, I + 1)
IF CK1(J, I) > CKD THEN
CK1(J, I) = CKD
ELSEIF CK1(J, I) < CLAK THEN
CK1(J, I) = CLAK
END IF

NEXT I
NEXT J

REM *** LAGUN 1'DEKİ KONSANTRASYON DEĞİŞİMİ ***

FOR J = 1 TO L1
FOR I = 0 TO N
HL1(J, I + 1) = HL1(J, 0) + H1(I)
NEXT I
NEXT J

FOR I = 1 TO N
CL1(0, I) = CK1(M, I)
NEXT I

FOR I = 0 TO N
FOR J = 1 TO L1

IF J < L1 THEN
CL1(J, I + 1) = CL1(J, I) + DT * Q1(I) * (CL1(J - 1, I) - CL1(J + 1, I)) / (HL1(J, I + 1) * BL1(J) * DXL1(J))
ELSEIF J = L1 THEN
CL1(J, I + 1) = CL1(J, I) + DT * Q1(I) * (CL1(J - 1, I) - CL1(J, I)) / (HL1(J, I + 1) * BL1(J) * DXL1(J))
END IF

IF CL1(J, I) > CKD THEN
CL1(J, I) = CKD

```

ELSEIF CL1(J, I) < CLAK THEN
    CL1(J, I) = CLAK
END IF
NEXT J
NEXT I

```

REM *** KANAL 2'DEKİ KONSANTRASYON DEĞİŞİMİ ***

```

FOR I = 0 TO N
CK2(0, I) = CL1(L1, I)
NEXT I

FOR J = 1 TO M
FOR I = 0 TO N
CK2(J, I + 1) = 1 / (1 + R2(I)) * CK2(J, I) + R2(I) / (1 + R2(I)) * CK2(J - 1, I + 1)

IF CK2(J, I) > CKD THEN
    CK2(J, I) = CKD
ELSEIF CK2(J, I) < CLAK THEN
    CK2(J, I) = CLAK
END IF

NEXT I
NEXT J

```

REM *** LAGUN 2'DEKİ KONSANTRASYON DEĞİŞİMİ ***

```

FOR J = 1 TO L2
FOR I = 0 TO N
HL2(J, I + 1) = HL2(J, 0) + H2(I)
NEXT I
NEXT J

FOR I = 0 TO N
CL2(0, I) = CK2(M, I)
NEXT I

FOR I = 0 TO N
FOR J = 1 TO L2

IF J < L2 THEN
    CL2(J, I + 1) = CL2(J, I) + DT * Q2(I) * (CL2(J - 1, I) - CL2(J + 1, I)) / (HL2(J, I + 1) * BL2(J) * DXL2(J))
ELSEIF J = L2 THEN
    CL2(J, I + 1) = CL2(J, I) + DT * Q2(I) * (CL2(J - 1, I) - CLAK) / (HL2(J, I + 1) * BL2(J) * DXL2(J))
END IF

IF CL2(J, I) > CKD THEN
    CL2(J, I) = CKD
ELSEIF CL2(J, I) < CLAK THEN
    CL2(J, I) = CLAK
END IF

NEXT J
NEXT I

```

```

REM *** PROGRAM CIKILARI ***

LPRINT TAB(22); "N="; N
LPRINT TAB(22); "M="; M
LPRINT TAB(22); "L1="; L1
LPRINT TAB(22); "L2="; L2
LPRINT TAB(22); "K1="; K1
LPRINT TAB(22); "K2="; K2
LPRINT TAB(22); "N1="; N1
LPRINT TAB(22); "N2="; N2
LPRINT TAB(22); "HK1="; HK1
LPRINT TAB(22); "HK2="; HK2
LPRINT TAB(22); "BK1="; BK1
LPRINT TAB(22); "BK2="; BK2
LPRINT TAB(22); "DXK1="; DXK1
LPRINT TAB(22); "DXK2="; DXK2
LPRINT TAB(22); "CKD="; CKD

FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "H0("; I; ")="; H0(I)
NEXT I

LPRINT TAB(22); "H1="; H1
LPRINT TAB(22); "H2="; H2
LPRINT TAB(22); "DT="; DT
LPRINT TAB(22); "QAK="; QAK
LPRINT TAB(22); "CLAK="; CLAK
LPRINT TAB(22); "AK1="; AK1
LPRINT TAB(22); "AK2="; AK2
LPRINT TAB(22); "AL1="; AL1
LPRINT TAB(22); "AL2="; AL2

FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "H1("; I; ")="; H1(I)
LPRINT TAB(22); "H2("; I; ")="; H2(I)
NEXT I

FOR J = 1 TO L1
LPRINT TAB(22); "BL1("; J; ")="; BL1(J)
NEXT J

FOR J = 1 TO L2
LPRINT TAB(22); "BL2("; J; ")="; BL2(J)
NEXT J

FOR J = 1 TO L1
LPRINT TAB(22); "DXL1("; J; ")="; DXL1(J)
NEXT J

FOR J = 1 TO L2
LPRINT TAB(22); "DXL2("; J; ")="; DXL2(J)
NEXT J

FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "Q1("; I; ")="; Q1(I)
NEXT I

```

```

FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "Q2("; I; ")="; Q2(I)
NEXT I

FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "U1("; I; ")="; U1(I)
NEXT I

FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "U2("; I; ")="; U2(I)
NEXT I

FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "R1("; I; ")="; R1(I)
NEXT I

FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "R2("; I; ")="; R2(I)
NEXT I

FOR J = 1 TO L1
FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "HL1("; J; ", "; I; ")="; HL1(J, I)
NEXT I
NEXT J

FOR J = 1 TO L2
FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "HL2("; J; ", "; I; ")="; HL2(J, I)
NEXT I
NEXT J

FOR J = 0 TO M
FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "CK1("; J; ", "; I; ")="; CK1(J, I)
NEXT I
NEXT J

FOR J = 0 TO M
FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "CK2("; J; ", "; I; ")="; CK2(J, I)
NEXT I
NEXT J

FOR J = 0 TO L1
FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "CL1("; J; ", "; I; ")="; CL1(J, I)
NEXT I
NEXT J

FOR J = 0 TO L2
FOR I = 0 TO N
LPRINT TAB(22); "CL2("; J; ", "; I; ")="; CL2(J, I)
NEXT I
NEXT J

```

EK B YARDIMCI PROGRAM

```
REM      **** TEZ PROGRAMI GIRDILERI ****
```

```
OPEN "LAGUN" FOR OUTPUT AS #1
```

```
INPUT "N="; N
```

```
INPUT "M="; M
```

```
INPUT "L1="; L1
```

```
INPUT "L2="; L2
```

```
INPUT "N1="; N1
```

```
INPUT "N2="; N2
```

```
INPUT "HK1="; HK1
```

```
INPUT "HK2="; HK2
```

```
INPUT "BK1="; BK1
```

```
INPUT "BK2="; BK2
```

```
INPUT "DXK1="; DXK1
```

```
INPUT "DXK2="; DXK2
```

```
INPUT "CKD="; CKD
```

```
REDIM Q1(N + 1), Q2(N + 2)
```

```
DIM U1(N + 1), U2(N + 1)
```

```
DIM R1(N + 1), R2(N + 1)
```

```
DIM CK1(M + 1, N + 1), CK2(M + 1, N + 1)
```

```
DIM H1(N + 2), H2(N + 2)
```

```
REDIM CL1(L1 + 2, N + 2), CL2(L2 + 2, N + 2)
```

```
DIM HO(N + 1)
```

```
REDIM HL1(L1 + 1, N + 2), HL2(L2 + 1, N + 2)
```

```
DIM BL1(L1 + 2), BL2(L2 + 2)
```

```
DIM DXL1(L1 + 2), DXL2(L2 + 2)
```

```
FOR I = 0 TO N
```

```
PRINT "HO("; I; ")=";
```

```
INPUT HO(I)
```

```
NEXT I
```

```
FOR J = 1 TO M
```

```
PRINT "CK1("; J; ",0)=";
```

```
INPUT CK1(J, 0)
```

```
NEXT J
```

```
FOR J = 0 TO M
```

```
PRINT "CK2("; J; ",0)=";
```

```
INPUT CK2(J, 0)
```

```
NEXT J
```

```

FOR J = 1 TO L1
PRINT "HL1("; J; ",0)=";
INPUT HL1(J, 0)
NEXT J

```

```

FOR J = 1 TO L2
PRINT "HL2("; J; ",0)=";
INPUT HL2(J, 0)
NEXT J

```

```

FOR J = 1 TO L1
PRINT "BL1("; J; ")=";
INPUT BL1(J)
NEXT J

```

```

FOR J = 1 TO L2
PRINT "BL2("; J; ")=";
INPUT BL2(J)
NEXT J

```

```

FOR J = 1 TO L1
PRINT "DXL1("; J; ")=";
INPUT DXL1(J)
NEXT J

```

```

FOR J = 1 TO L2
PRINT "DXL2("; J; ")=";
INPUT DXL2(J)
NEXT J

```

```

FOR J = 0 TO L1
PRINT "CL1("; J; ",0)=";
INPUT CL1(J, 0)
NEXT J

```

```

FOR J = 0 TO L2
PRINT "CL2("; J; ",0)=";
INPUT CL2(J, 0)
NEXT J

```

```

INPUT "H1="; H1
INPUT "H2="; H2
INPUT "DT="; DT
INPUT "QAK="; QAK
INPUT "CLKA="; CLKA

```

```

WRITE #1, N
WRITE #1, M
WRITE #1, L1
WRITE #1, L2
WRITE #1, K1
WRITE #1, K2
WRITE #1, N1
WRITE #1, N2

```

```
WRITE #1, HK1  
WRITE #1, HK2  
WRITE #1, BK1  
WRITE #1, BK2  
WRITE #1, AK1  
WRITE #1, AK2  
WRITE #1, DXK1  
WRITE #1, DXK2  
WRITE #1, CKD
```

```
FOR I = 0 TO N  
WRITE #1, HO(I)  
NEXT I
```

```
WRITE #1, H1  
WRITE #1, H2  
WRITE #1, DT  
WRITE #1, QAK  
WRITE #1, CLAK  
WRITE #1, AL1  
WRITE #1, AL2
```

```
FOR I = 0 TO N  
WRITE #1, H1(I)  
WRITE #1, H2(I)  
NEXT I
```

```
FOR J = 1 TO L1  
WRITE #1, BL1(J)  
NEXT J
```

```
FOR J = 1 TO L2  
WRITE #1, BL2(J)  
NEXT J
```

```
FOR J = 1 TO L1  
WRITE #1, DXL1(J)  
NEXT J
```

```
FOR J = 1 TO L2  
WRITE #1, DXL2(J)  
NEXT J
```

```
FOR I = 0 TO N  
WRITE #1, Q1(I)  
NEXT I
```

```
FOR I = 0 TO N  
WRITE #1, Q2(I)  
NEXT I
```

```
FOR I = 0 TO N  
WRITE #1, U1(I)  
NEXT I
```

```
FOR I = 0 TO N
```

```
WRITE #1, U2(I)
NEXT I
```

```
FOR I = 0 TO N
WRITE #1, R1(I)
NEXT I
```

```
FOR I = 0 TO N
WRITE #1, R2(I)
NEXT I
```

```
FOR J = 1 TO L1
FOR I = 0 TO N
WRITE #1, HL1(J, I)
NEXT I
NEXT J
```

```
FOR J = 1 TO L2
FOR I = 0 TO N
WRITE #1, HL2(J, I)
NEXT I
NEXT J
```

```
FOR J = 0 TO M
FOR I = 0 TO N
WRITE #1, CK1(J, I)
NEXT I
NEXT J
```

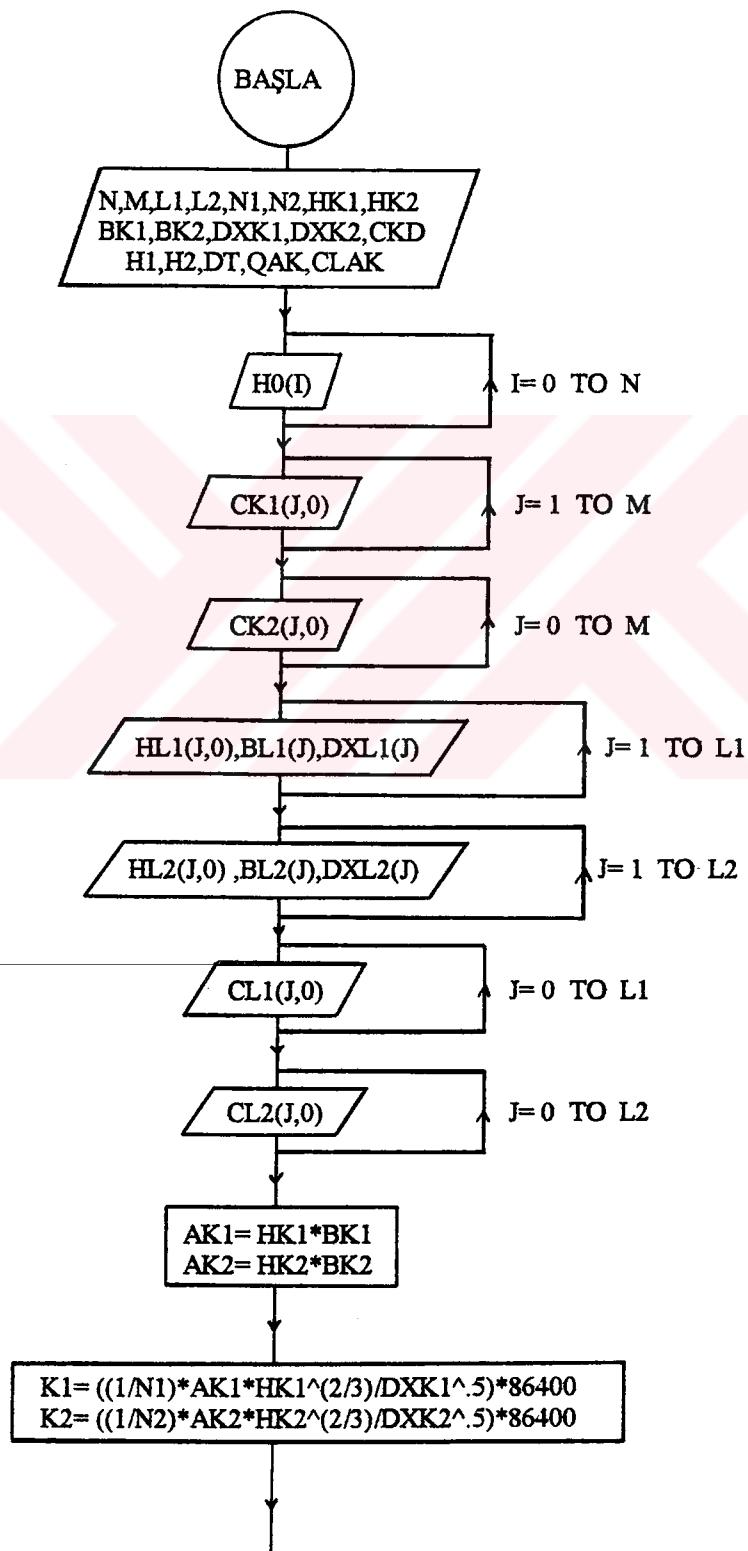
```
FOR J = 0 TO M
FOR I = 0 TO N
WRITE #1, CK2(J, I)
NEXT I
NEXT J
```

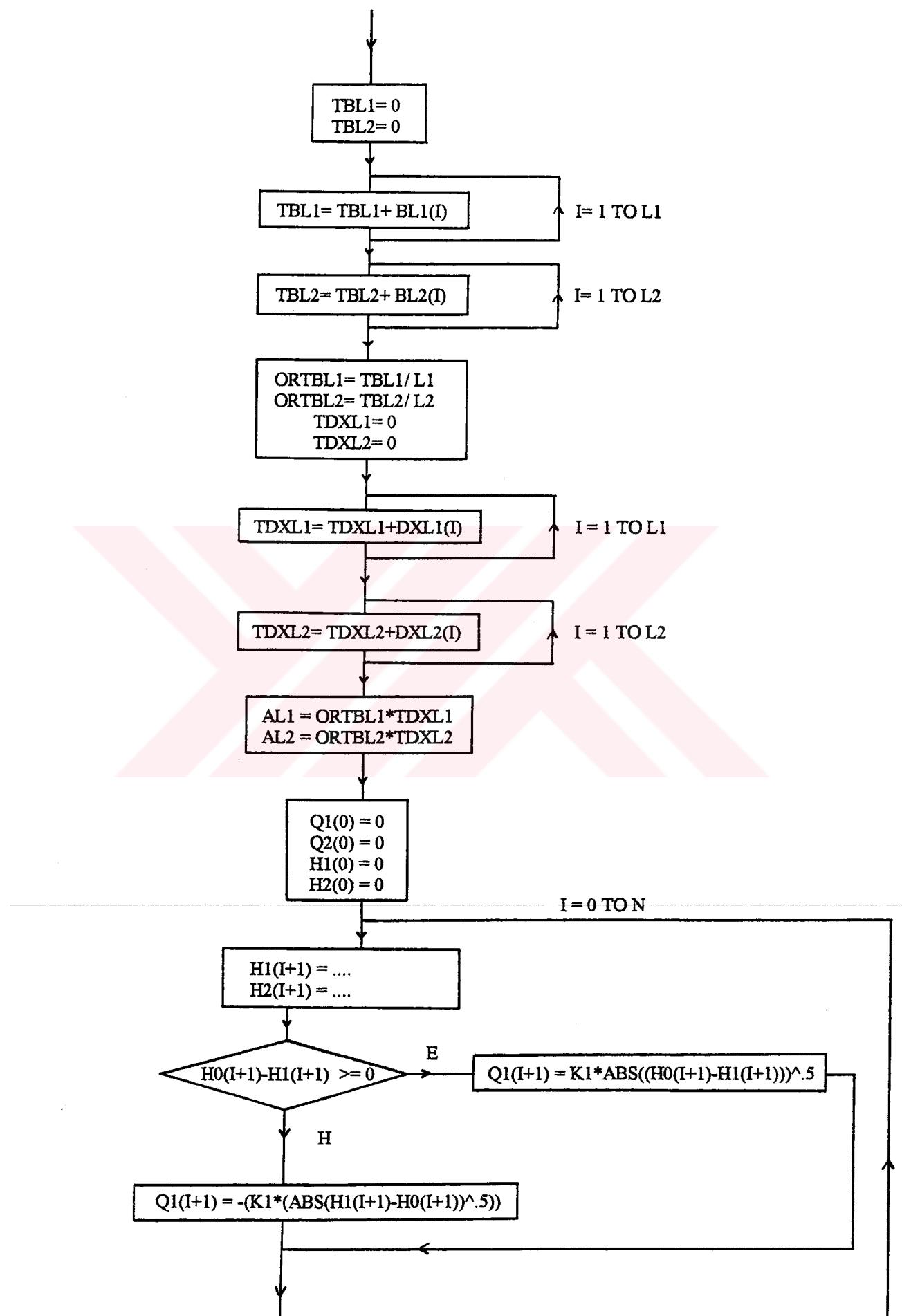
```
FOR J = 0 TO L1
FOR I = 0 TO N
WRITE #1, CL1(J, I)
NEXT I
NEXT J
```

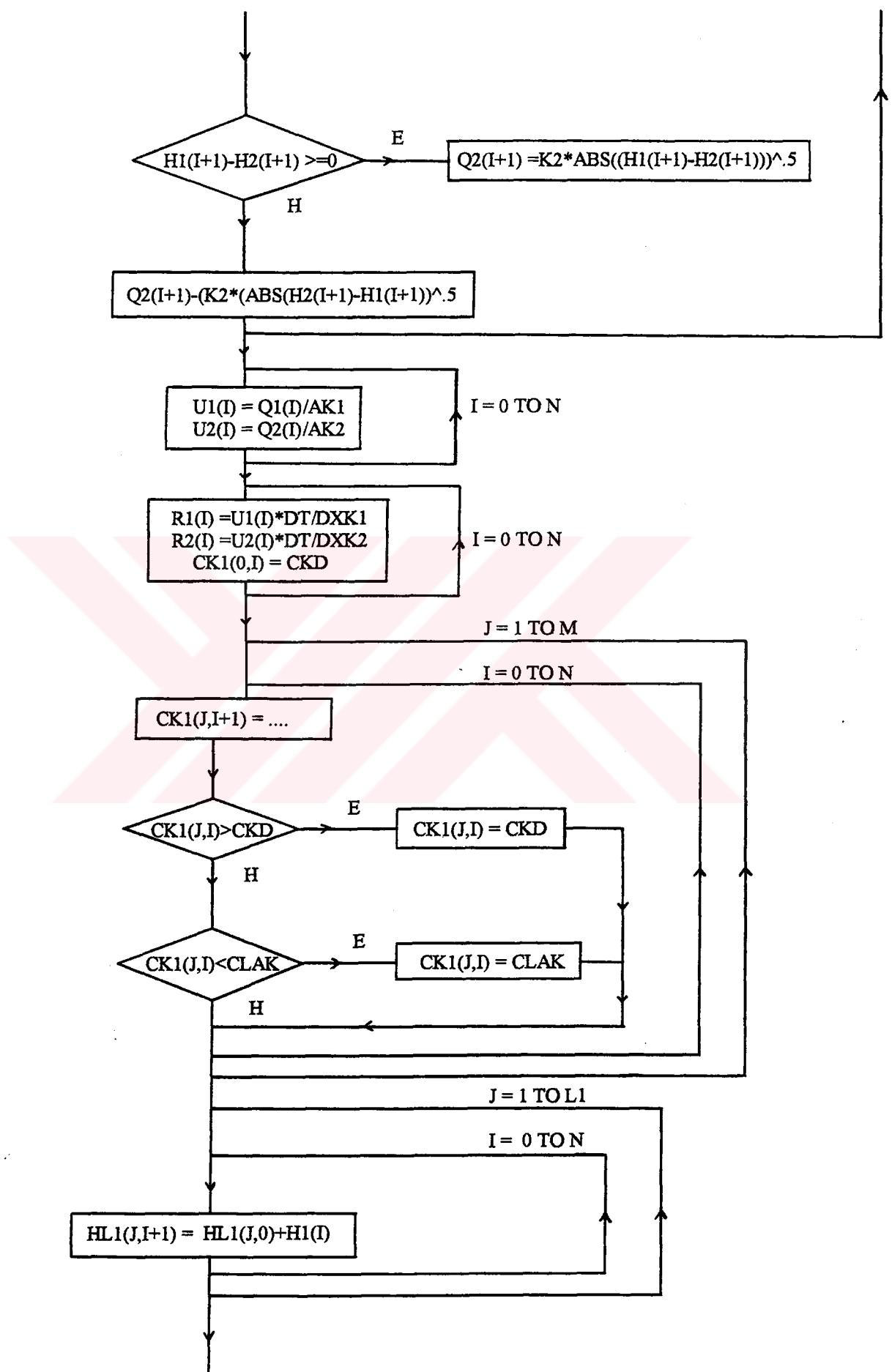
```
FOR J = 0 TO L2
FOR I = 0 TO N
WRITE #1, CL2(J, I)
NEXT I
NEXT J
```

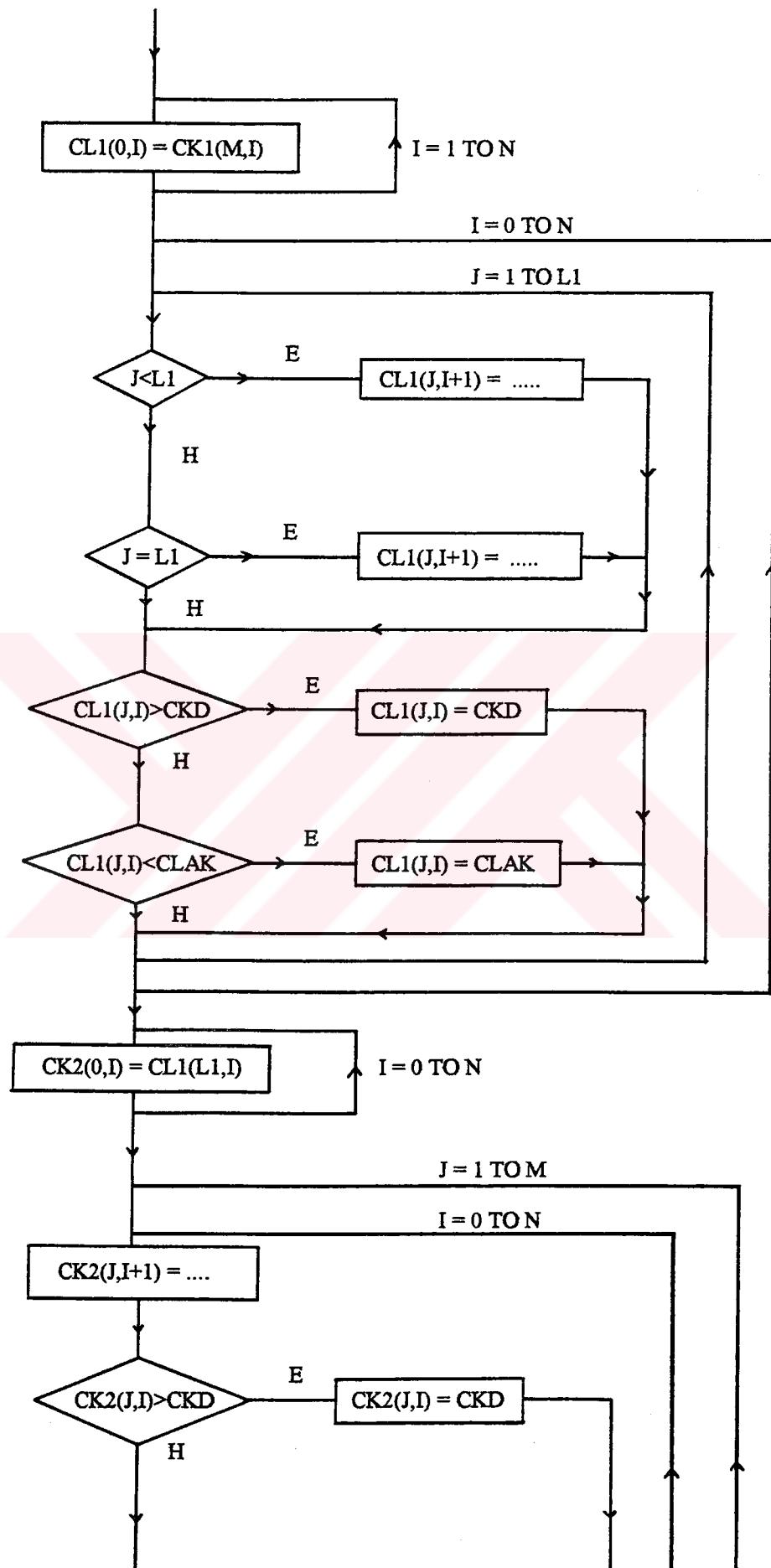
```
CLOSE #1
```

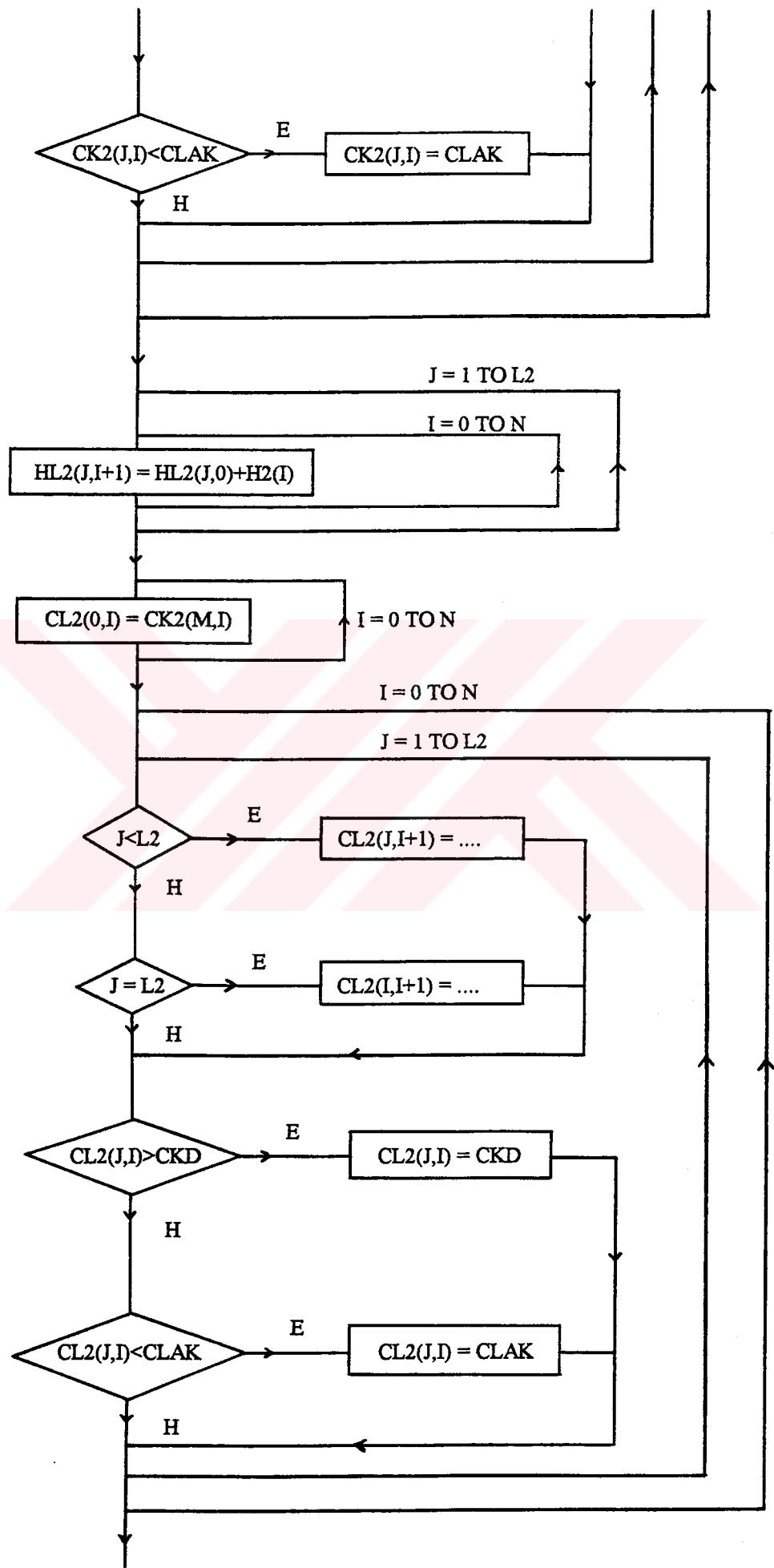
EK C AKIŞ DİAGRAMI

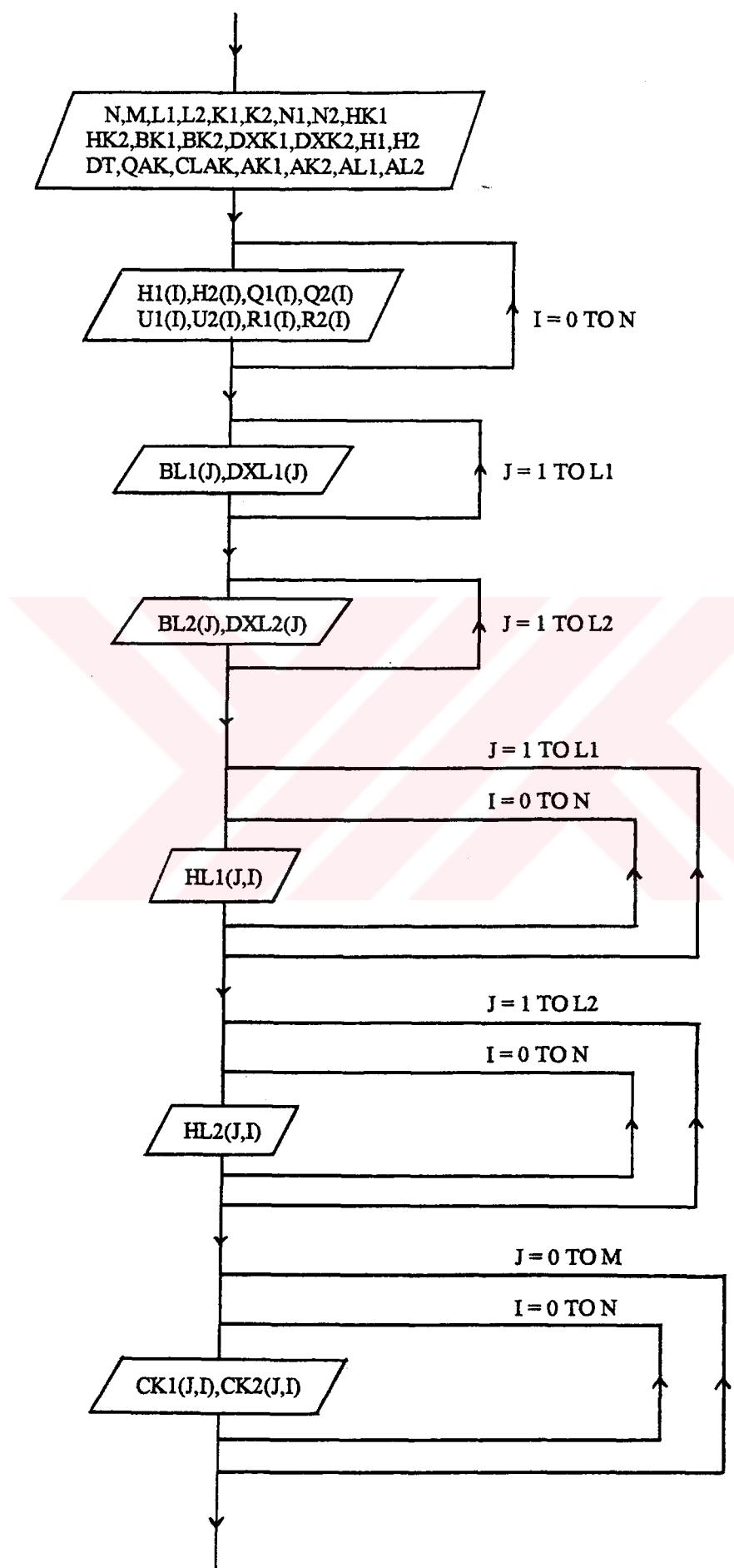


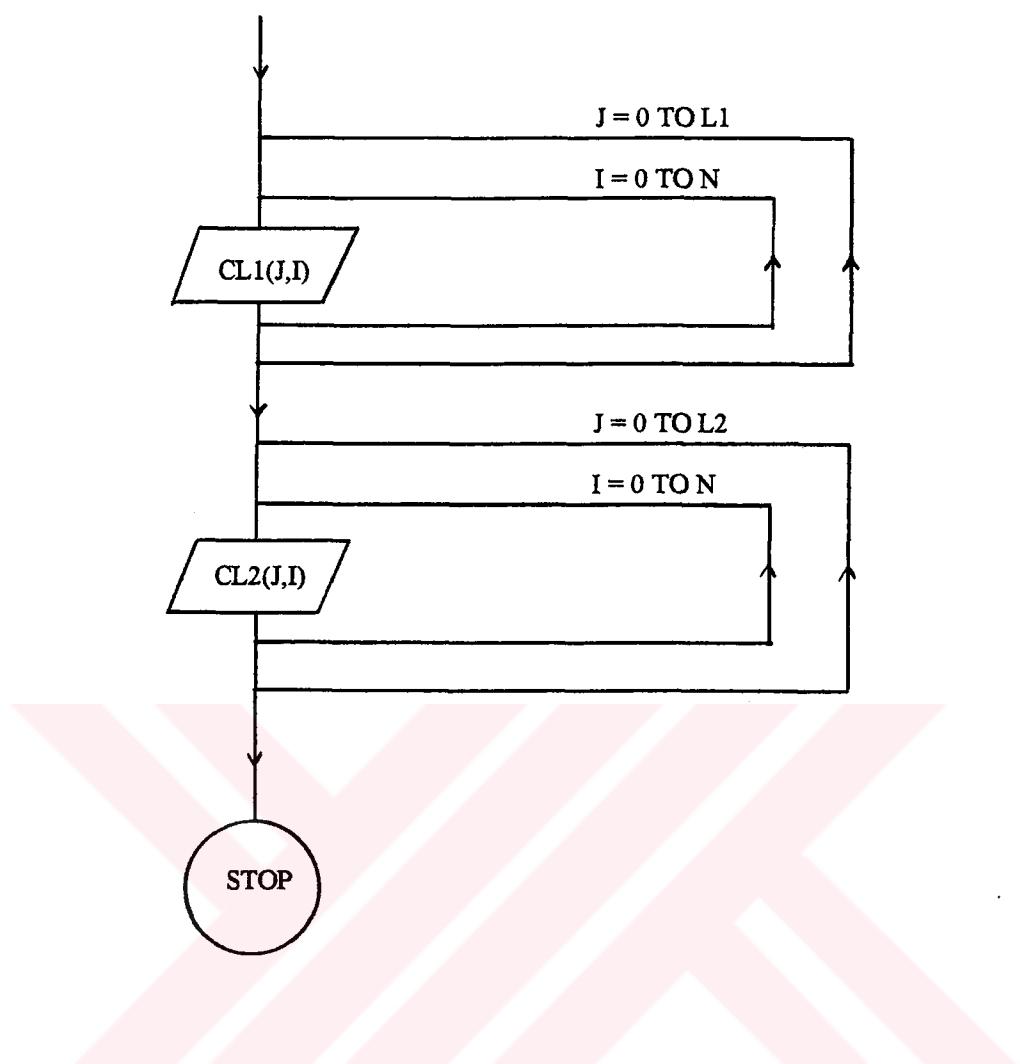












ÖZGEÇMİŞ

M. Mustafa Güngör 1969 yılında İstanbul'da doğdu. Lise öğrenimini Kadıköy Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 1987 yılında girdiği İ.T.Ü. İnşaat Fakültesinden 1992 yılında mezun oldu. 1993 yılında İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı İnşaat Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

