

**NİLÜFER ÇAYI SU KALİTE
MODELLEMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Aysen Güner

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Haziran 1992

Tezin Savunulduğu Tarih : 8 Temmuz 1992

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hasan Z. Sarıkaya

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ethem Göneng

Doç. Dr. Hasan Ali San

ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında görüşlerinden yararlandığım tez danışmanım Prof. Dr. Hasan Z. Sarıkaya'ya teşekkür ederim.

Ayrıca, gerek data, gerekse döküman temininde yardımlarını esirgemeyen Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi (BUSKİ) Çevre Sorunları Bölümü ve Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü Rasat Dairesi çalışanlarına da ayrıca teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca ilgi ve desteklerini daima hissettiğim aileme şükranlarımı sunarım.

Aysen Güner
Temmuz 1992

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
SEMBOL LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM I - GİRİŞ	1
I.1 - Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	1
I.2 - Çalışmanın Anlam ve Önemi	1
BÖLÜM II - NİLÜFER ÇAYI HAVZASI HAKKINDA GENEL BİLGİLER	2
II.1 - Coğrafi Durum	2
II.2 - Meteoroloji	2
II.3 - Jeolojik Yapı	7
II.4 - Nüfus	7
II.5 - Sosyal ve Ekonomik Durum	10
II.6 - Hidroloji	11
BÖLÜM III - NİLÜFER ÇAYININ KİRLENME DURUMU	16
III.1 - Bursa'daki Sanayi Kuruluşlarının Belirlenmesi	16
III.2 - Sanayi Bölgelerinin Kirlilik Yüklerinin Belirlenmesi	18
III.3 - Atıksu Deşarj Noktaları ve Toplam Yükler	20
III.3.1 - Toplam Atıksu Yükleri ve Deşarj Yerleri	41
III.4 - Nilüfer Çayı'nın Su Kalitesi	44
BÖLÜM IV - BOİ - ÇO KİNETİĞİ	57
IV.1 - BOİ - ÇO Sistemi	57
IV.2 - BOİ - ÇO Kinetiği	57
BÖLÜM V - NEHİR SU KALİTE MODELLEMESİ	69
V.1 - Model Tipleri	69

V.2 - Akarsu Kalite Modellemesi	70
V.3 - Akarsu Kalite Modellerinin Kurulma Nedenleri	70
V.4 - Modelin Ayarlanması (Calibration) veya Parametre Değerlerinin Tahmini	71
V.5 - Modelin Doğrulanması (Verification)	72
V.6 - Hassaslık Analizi	
BÖLÜM VI - NİLÜFER ÇAYI MODELLEME ÇALIŞMASI	74
VI.1 - Modelin Seçimi	74
VI.1.1 - Programdaki Denklemler	75
VI.2 - Programın Yapısı	78
VI.3 - Model Parametrelerinin Tahmini (Calibration)	80
VI.4 - Modelin Doğrulanması (Verification)	81
BÖLÜM VII - SONUÇLAR VE ÖNERİLER	86
KAYNAKLAR	
EK I - Kararlı Hal Tek Boyutlu Nehir Kalite Modelinin Listesi	93
EK II - 1987 Yıllık Ortalamalara Göre Modelin Ayarlanması (calibration)	99
EK III - 1988 Yıllık Ortalamalara Göre Modelin Doğrulanması (Verification)	103
EK IV - Atıksuların % 80 Arıtılması Halinde 1987 Yıllık Ortalamalara Göre Tahmin Edilen Su Kalitesi	107
ÖZGEÇMİŞ	111

SEMBOL LİSTESİ

	Birim
D: Çözünmüş oksijen eksikliği veya doygunluk konsantrasyonu ile t anındaki konsantrasyon arasındaki fark	$[ML^{-3}]$
K_d : Oksijen tüketim hız sabiti	$[T^{-1}]$
K_a : Havadan oksijen kazanma hız sabiti	$[T^{-1}]$
L: Karbonlu maddelerin BOI'si	$[ML^{-3}]$
D_t : t anındaki ÇO eksikliği	$[ML^{-3}]$
L_t : t anındaki karbonlu maddelerin BOI'si	$[ML^{-3}]$
L_0 : Başlangıçtaki (t=0) anında BOI konsantrasyonu	$[ML^{-3}]$
D_0 : Başlangıçtaki (t=0) anında ÇO eksikliği	$[ML^{-3}]$
D_c : Kritik noktadaki ÇO eksikliği	$[ML^{-3}]$
t_c : Kritik noktaya erişmek için gerekli seyahat süresi	$[T]$
K_s : Çökelme ile BOI giderimi hız sabiti	$[T^{-1}]$
B: Taban birikintilerinden su katmanına BOI ilavesi değeri	$[ML^{-3} T^{-1}]$
P: Fotosentez ile oksijen üretimi değeri	$[ML^{-3} T^{-1}]$
E: Türbülanslı taşınım katsayısı (boyuna difüzyon katsayısı)	$[L^2 T^{-1}]$
u: Ortalama nehir hızı	$[L T^{-1}]$
C: ÇO konsantrasyonu	$[ML^{-3} T^{-1}]$
C_s : ÇO doygunluk değeri	$[ML^{-3}]$
L_{add} : Kontrol kesiti boyunca BOI artış değeri	$[ML^{-3} T^{-1}]$
D_b : Bentik ihtiyaç ve bitkilerin sebep olduğu oksijen giderimi	$[ML^{-3} T^{-1}]$
P_m : Fotosentez/Solunum ile maksimum/minimum oksijen üretim/tüketim değeri	$[ML^{-3} T^{-1}]$
w: Frekans	-
Q: Faz	-
L_d : Dip tabakalarının toplam BOI'si	$[ML^{-2}]$
H: Nehir derinliği	$[L]$

K_p : Yüzeysel ihtiyaç sabiti	$[T^{-1}]$
K_r : Bağlı su bitkilerinin ve balçıklarının oksijen tüketimi ile BOI artış değeri	$[T^{-1}]$
t_s : Oksijen kaynağının aktif olduğu sürede günün bir kesri olarak ifade edilen zaman	$[T]$
P : Oksijen kaynağının aktifliği (güneş ışığı periyodu) süresindeki günün kesri	
A : Enkesit alanı	$[L^2]$
Q : Debi	$[L^3 T^{-1}]$
$L(x)$: x mesafesinde karbonlu maddelerin BOI konsantrasyonu	$[ML^{-3}]$
$N(x)$: x mesafesinde azotlu maddelerin BOI konsantrasyonu	$[ML^{-3}]$
K_n : Hem amonyak giderilmesini hem de oksijen kullanımını yansıtan, azotlu maddelerin BOI'sinin oksijen tüketim hız sabiti	$[T^{-1}]$
$S(x)$: Bentik solunum değeri (kuyu)	$[ML^{-3}T^{-1}]$
$R(x)$: Alglerin solunum değeri (kuyu)	$[ML^{-3}T^{-1}]$
$P(x,t)$: Alglerin fotosentetik oksijen üretim değeri (kaynak)	$[ML^{-3}T^{-1}]$

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa no

ŞEKİL II.1 - Nilüfer Çayı Drenaj Alanı	3
ŞEKİL II.2a - Bursa Meteoroloji İstasyonu'nda Ölçülen Ortalama Yağış ve Bu- harlaşma	5
ŞEKİL II.2b - Bursa Meteoroloji İstasyonu Yıllık Yağışlar	6
ŞEKİL II.2c - Bursa Meteoroloji İstasyonu Kümülatif Yağışlar	6
ŞEKİL II.3a - Bursa Ovası'nın Basitleştirilmiş Jeolojisi	8
ŞEKİL II.3b - Bursa Ovası'nın Jeolojik Kesiti	9
ŞEKİL II.4a - Nilüfer Çayı Havzası İçindeki Debi İstasyonları	13
ŞEKİL II.4b - Geçit (EİE 321) Akım Gözlem İstasyonunda 1954-1988 Periyo- dunda Aylık Debi Diyagramı	14
ŞEKİL III.1 - Nilüfer Çayı'na Yapılan Atıksu Girişleri ve Nehir Bağlantıları	42
ŞEKİL III.2a - Nilüfer Çayı Üzerindeki Su Kalite İzleme İstasyonları	46
ŞEKİL III.2b - 002 (Nilüfer Çayı-Dereçavuş) Su Kalite İstasyonunda BOI Değişimi	48
ŞEKİL III.2c - 002 (Nilüfer Çayı-Dereçavuş) Su Kalite İstasyonunda ÇO Değişimi	49
ŞEKİL III.2d - 002 (Nilüfer Çayı-Dereçavuş) Su Kalite İstasyonunda NH ₃ -N'u Değişimi	50
ŞEKİL III.2e - 004 (Nilüfer Çayı-Göbelye) Su Kalite İstasyonunda BOI Değişimi	51
ŞEKİL III.2f - 004 (Nilüfer Çayı-Göbelye) Su Kalite İstasyonunda ÇO Değişimi	52
ŞEKİL III.2g - 004 (Nilüfer Çayı-Göbelye) Su Kalite İstasyonunda NH ₃ -N'u De- ğişimi	53
ŞEKİL III.2h - 048 (Nilüfer Çayı-Simav Çayı'na Karışmadan Önce) Su Kalite İs- tasyonunda BOI Değişimi	54
ŞEKİL III.2i - 048 (Nilüfer Çayı-Simav Çayı'na Karışmadan Önce) Su Kalite İs- tasyonunda ÇO Değişimi	55

ŞEKİL III.2j - 048 (Nilüfer Çayı-Simav Çayı'na Karışmadan Önce) Su Kalite İstas- yonunda NH ₃ -N'u Değişimi	56
ŞEKİL IV.1- BOİ-ÇO Sistemi	57
ŞEKİL IV.2a - Organik Madde- BOİ İlişkisi	58
ŞEKİL IV.2b - 1. ve 2. Kademe BOİ	58
ŞEKİL IV.2c - ÇO Eksikliği	58
ŞEKİL V.4 - Modelin Ayarlanması İçin Klasik Deneme-Yanılma Prosedürü	71
ŞEKİL V.2 -Modelleme Aşamaları	72
ŞEKİL V.3 - Data İhtiyacının Saptanmasında Hassaslık Analizinin Kullanımı	73
ŞEKİL VI .4 - NCON ve NSTOP'un Kullanımına İlişkin Örnek Bir Nehir Sistemi	79
ŞEKİL VI.2 - Nilüfer Çayı Su Kalite Modellemesi Planı	81
ŞEKİL VI.3a - BOI Ayarlama Profili (1987)	82
ŞEKİL VI.3b - ÇO Ayarlama Profili (1987)	83
ŞEKİL VI.3c - NH ₃ -N'u Ayarlama Profili (1987)	84
ŞEKİL VI.4a - BOI Doğrulama Profili (1988)	82
ŞEKİL VI.4b - ÇO Doğrulama Profili (1988)	83
ŞEKİL VI.4c - NH ₃ -N'u Doğrulama Profili (1988)	84
ŞEKİL VII.1a- Atıksuların % 80 Arıtılması Halinde BOI Profili (1987)	88
ŞEKİL VII.1b- Atıksuların % 80 Arıtılması Halinde ÇO Profili (1987)	88
ŞEKİL VII.1c- Atıksuların % 80 Arıtılması Halinde NH ₃ -N'u Profili (1987)	89

TABLO LİSTESİ**Sayfa no**

TABLO II.1 a - Aylık Ortalama Meteoroloji Verileri	4
TABLO II.1b - Bursa İçin 1931-1980 periyodundaki Yağış İstatistikleri	5
TABLO II.2 - Nilüfer Çayı Su Toplama Havzası İçindeki Belediyelerin Nüfus Durumu	10
TABLO II.3 - Nilüfer Çayı Üzerindeki Akım Gözlem İstasyonları	12
TABLO III.1a - Bölgelere Düşen Atıksu Yükleri	19
TABLO III.1b - Bölgelere Düşen Toplam Atıksu Yükleri	19
TABLO III.2a - Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi Kirlilik Yükü	21
TABLO III.2b - Yeni Yalova Yolu Kirlilik Yükü	22
TABLO III.2c - Küçükbalıklı Kirlilik Yükü	24
TABLO III.2d - Panayır Köyü Kirlilik Yükü	25
TABLO III.2e - Ovaakça Köyü Kirlilik Yükü	26
TABLO III.2f - Tabakhaneler Kirlilik Yükü	27
TABLO III.2g - Bursa Şehri İçindeki Sanayilerin Kirlilik Yükü	30
TABLO III.2h - Bursa Kanalizasyonu Kirlilik Yükü	33
TABLO III.2i - Bursa Organize Sanayi Bölgesi Kirlilik Yükü	34
TABLO III.2j - Hamitler Köyü Kirlilik Yükü	33
TABLO III.2k - Geçit Köyü Kirlilik Yükü	38
TABLO III.2l - Havalanı Yolu Kirlilik Yükü	38
TABLO III.2m - Yunuseli Köyü Kirlilik Yükü	39
TABLO III.2n - Mudanya Yolu Kirlilik Yükü	39
TABLO III.2o - Çeltik Köyü Kirlilik Yükü	40
TABLO III.2ö - Beşevler Köyü Kirlilik Yükü	40
TABLO III.3 - Nilüfer Çayı Üzerindeki DSİ Su Kalite İstasyonları	45
TABLO VI.1 - Kalibre Edilmiş Parametre Değerleri ve Literatürde Aldıkları Değerler	85
TABLO VII.1-BOİ,ÇO ve NH ₃ -N Parametreleri İçin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde Belirtilen Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri	90

ÖZET

Nilüfer Çayı , Uludağ'ın kuzey ve batısından gelen suları tahliye eder. Ana kol, dağdan Bursa'nın batısına doğru akar, sonra doğuya doğru kıvrılır; daha sonra tekrar geri dönerek Bursa'nın 50 km. batısında Simav Çayı ile birleşir. Bursa'nın kuzeyinde, ana yolların bulunduğu kısımda Nilüfer Çayı, havzanın doğusundan gelen suları tahliye eden sulama kanalı ile birleşir. Nehir Bursa'nın mansabında, yoğun tarımsal etkinliğe sahip bir ovadan geçer.

Bursa şehri ve çevresinde kurulu bulunan endüstriler kuruluşları itibariyle dağınıklık göstermektedir. Endüstri sayısının çok fazla olması ve dağınık bir şekilde yerleşmeleri nedeniyle, endüstriyel yüklerle ilgili olarak kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Endüstriyel atıksuların yerleri ve yükleri hakkında, 1989 yılında yapılmış "Bursa Kirlilik Envanter Çalışması"ndan yararlanılmıştır. Bu çalışma, Bursa şehri boyunca 335 endüstriyi kapsamaktadır. Bu çalışmada Bursa şehri içindeki atıksular, biri evsel, diğeri endüstriyel nitelikli atıksuların yoğunlukta olduğu iki bölgeye ayrılmıştır.

Nilüfer Çayı'nın hidrolojisi ve su kalitesi ile ilgili bilgiler, 1979 yılından beri bu çay üzerinde gözlemlerini sürdüren Devlet Su İşleri (D.S.İ.)'den alınmıştır. Ayrıca nehir akımıyla ilgili olarak D.S.İ. ve E.İ.E. (Elektrik İşleri Etüd İdaresi)'nin akım gözlemlerinden yararlanılmıştır.

Eldeki hidrolojik ve su kalitesi bilgilerinin yetersizliği nedeniyle karmaşık bir model yerine BOI(Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı) ve ÇO(Çözünmüş Oksijen)'in simüle edildiği, tek boyutlu kararlı hali gözönüne alan bir model kullanılmıştır. Halen Nilüfer Çayı'na özellikle evsel atıksular nedeniyle önemli miktarda azot yükü gelmektedir. Bu nedenle mevcut kirliliğin belirlenmesi için NH_3-N 'unun simüle edilmesinde yarar vardır. Kullanılan model BOI ve ÇO'in yanısıra NH_3-N 'unu da modellemektedir.

Model hem aerobik hem de anaerobik şartlar altında, noktasal ve/veya yayılı atık yükleri ile kirlenen kollu bir nehir sisteminde, su kalitesi üzerinde meydana gelen BOI, ÇO ve NH_3-N 'u konsantrasyonlarının değişimlerini modellemektedir. Modelde, organik maddenin biyokimyasal ayrışması sonucu BOI'nin indirgenmesi, havadan oksijen transferi sonucu ÇO'in artması, çökeltme ile BOI'nin indirgenmesi, dip tabakalarından su ortamına BOI ilavesi, fotosentez ve solunum olayları neticesi ÇO'deki değişim ve NH_3-N 'unun indirgenmesi mekanizmaları hesaba katılmaktadır.

Kalibrasyonda 1987 yıllık ortalama BOI, ÇO ve NH_3-N 'u değerleri kullanılmıştır. Modelin verifikasyonu aynı parametrelerin 1988 yıllık ortalama değerlerine göre yapılmıştır. Atıksuların arıtılması halinde su kalitesinin nasıl bir değişim göstereceği belirlenmeye çalışılmıştır.

SUMMARY

WATER QUALITY MODELLING OF NILUFER RIVER

Mathematical models of dissolved oxygen have been used for water quality management for many years since first proposed by Streeter and Phelps. The models have been used to assess the assimilation capacity of rivers in regard to discharges from Water Pollution Control Plant (WPCP) and to evaluate various management options of pollution control strategies for improving the water quality.

The models have been continuously improved to be more representative of the real world including more independent or state variables that represent the relevant physical and chemical processes found in nature. The first 40 years of river modelling involved two linear differential equations of biological oxygen demand (BOD) and dissolved oxygen (DO) applied one - dimensionally to rivers and estuaries. This evolved into two - dimensional models with additional state variables to include the effects of different nitrogen compounds.

Later, the phosphorus cycle and the effect of phytoplankton were included. The recent advances included three - dimensional models involving carnivores, zooplankton, phytoplankton and toxicants in nonlinear interactive "compartments". These models can involve more than 20 state variables.

There is always some error or uncertainty in a model. A mathematical model cannot represent the real process perfectly : either there is some unknown process involved or some part of the representation cannot be calculated due to complexity or economics. The uncertainty has usually been attributed to the randomness inherent in natural processes. This variability has usually focused on the rate constants or parameters representing the different processes being modelled. Initial estimates of rate constants are modified until the model reproduces field measurement data (calibration). There is always some error or uncertainty that cannot be eliminated.

Mathematical models of water systems allows the water planner to evaluate the effects of various treatment schemes on water quality to predict river conditions during periods of extreme climatological conditions. Inherent in these models is a detailed consideration of the numerous elements defining the hydraulic and water quality characteristic of drainage basins.

Many of the models in use are extensions of two simple equations proposed by Streeter and Phelps in 1925 for predicting the biochemical oxygen demand(BOD) of various biodegradable constituents, and the resulting dissolved oxygen concentration

(DO) in rivers. Often used with these BOD-DO models are other fairly simple first-order exponential decay, dilution and sedimentation models for additional nonconservative and conservative substances.

More complex multiconstituent water quality models have also been proposed and have been applied to predict the physical, chemical and biological interactions of many constituents and organisms found in natural water bodies. These multiconstituent simulation models generally require more data and computer time, but they also can provide much more detailed and comprehensive information on the quality of water resulting from various water and land management policies.

Water quality models can be used to evaluate steady state conditions, for which the values of the water quality and quantity variables do not change with time. They can be used to evaluate dynamic or time-varying conditions. The latter type of model permits an evaluation of transient phenomena such as nonpoint stormwater runoff of spills of pollutants. Steady state models are usually simpler and require less computational effort than dynamic or transient models and are more relevant to long-term planning than to short-term management and control.

Assumptions pertaining to the mixing of pollutants in water bodies dictate the spatial dimensions of the model. Sufficient accuracy may be obtained in many river systems by modelling only one or two dimensions. One dimensional models of river systems assume complete vertical and lateral mixing.

The catchment of the Nilufer River drains the northern and western slopes of the Uludag mountain. The main river flows out of the mountains to the west of Bursa, before turning eastwards along the foot of the steep mountain slopes; the river then turns back on itself, before flowing into the Simav River some 50 km. to the west of Bursa. Just north of Bursa, near the point where the main road to the north crosses the river, the Nilufer is joined by a network of irrigation drainage canals that collect water from the eastern part of the basin.

There are many small creeks and torrents which feed the Nilufer along its courses through the urban area. Some of these are fed by springs that have been used for water supply over many years; other watercourses flow intermittently after rainfall, or in the spring when they are fed by snowmelt from the mountains.

Downstream of Bursa, the river meanders through a flat alluvial plain to the east and north of the city, where there is extensive development. Some of the area is supplied with irrigation from groundwater. At Bursa almost 70 percent of the annual rainfall falls in the wet season from December to June; at higher altitudes the percentage of winter rainfall approaches 80 percent of the annual total. The hydrological data are held at the Bursa office of DSI and other data are available from published yearbooks. Quality control of the data was not possible, which were accepted in published form.

In the study area, the main DSI gauges are located in the upper parts of the catchments. Since the main river was modelled, the DSI flow gauges have not been sufficient. The EIE gauge at Gecit is used for the downstream computations. The Gecit has a catchment area of 1290 km², out of the total catchment to the tributary with the Simav of over 1900 km². It appears that there are no stream flow gauges downstream of Gecit, either on the Nilufer itself, or on tributaries. Maintaining good gauges on

the downstream reaches of the Nilufer is difficult for several reasons. Firstly, the bed is very muddy and unstable, so it is difficult to obtain accurate cross-sectional measurements for the derivation of rating curves. Secondly the river water is considered to be highly polluted and there are dangers associated with current metering. The EIE gauge at Gecit was the main source of streamflow data for the study.

DSI initiated a programme of water quality monitoring at locations in and around Bursa in 1984. The sampling points fall into two categories ; points upstream of the Dogancı Dam which are used to monitor water flowing into the reservoirs, and points downstream of the dam, located throughout the urban and agricultural area.

At first the sampling frequency was about six times a year, but this has fallen in recent years. A range of chemical and biological determinants are measured ; flows are measured at the same time as the samples are taken. So these flow measurements were used at uppermost reaches.

The study demonstrates that the increasing pollution of surface watercourses as they pass from their upper catchments through the urban and agricultural areas before joining the main river within the plain to the north of Bursa.

The sampling points of the Nilufer river are divided into three groups : mountain sample points, upstream sample points, and downstream sample points. The upstream sample points are used by DSI to monitor the quality of reservoir inflows. The data indicate that these mountain watercourses are relatively unpolluted, with high dissolved oxygen (DO) and low biochemical oxygen demand (BOD). However some high E.Coli measurements indicate that domestic pollution from upstream villages can sometimes be a problem.

Sampling points in upstream group are at a lower altitude, but are all upstream of the main urban area of Bursa. Nevertheless there is a decline in water quality, particularly in the dry season when dilution is small. BOD is higher and there are samples with high E.Coli counts.

The sampling points in the third group are further downstream where rivers, channels and drains flow out of the urban area. The effects of untreated outfalls are clear; dissolved oxygen is reduced and in some cases falls to zero. BOD and chloride have increased in general, all the sample points indicate gross pollution from sewage outfalls upstream.

The quality of these surface water courses does change over the seasons. Highest concentrations of BOD and lowest DO levels tend to occur at the end of the dry season (October/November) through to January/February. During this period flows are initially low so that there is little dilution of the effluent discharges. Higher rainfall results in increased flows but this causes residual pollution in many of the dry water courses to be flushed into the system. DO concentrations tend to decrease when moving downstream, together with the zero DO concentrations.

It should be remembered that only spot samples are taken, at a frequency of every two months or so. It is likely that river water quality will deteriorate dramatically within the space of just a few hours when particular industrial processes are operating and discharging effluents at a high rate. Such pollution events could be completely missed by the present sampling procedures. Consequently, it is likely that extremely poor water quality can occur at any time of the year.

At present many of the surface waters downstream of Dogancı Dam would fall into the Class IV or very polluted category. A first stage objective would be to reduce pollution from the major outfalls so the reaches of the river can be assigned to a less polluted class.

During the analyzes of water quality datas, it is observed that Nilüfer River has lost its ecologic characteristics and has become an open channel. At microbiological analyses it is found that some coliform bacteria levels are even at billion levels. Therefore, it is definite that usage of these waters for agricultural purposes will cause very serious results for human health which can not be recovered.

In this study, the present water quality of the Nilufer River has been modelled and the solution alternatives have been investigated. The model is a steady-state one-dimensional water quality model which was developed by Wu J. S. and Ahlert R. C. [9]. It has the capability of handling river system and computing BOD- NH_3 -N-DO profile under both aerobic and anaerobic conditions. Firstly, a diagram of the system to be analyzed was drawn. Secondly the reaches were numbered starting with the uppermost and carefully determined the values of the control variables. The model has three control variables that can be defined below:

- NCON 0 uppermost reach
- 1 all other reaches, except
- 2 encountered a branch
- 3 end segment of a branch joining main river

- NSTOP 0 for last downstream reach
- 1 for uppermost reach joined by a branch
- 2 a non-branched reach joining main river
- 3 otherwise

- NCASE 1 no waste input
- 2 point source input
- 3 uniform loads input
- 4 point and uniform loads

The river system is divided into the reaches which have the same physical, biological and hydrological conditions. The reaction constants do not change in the same reach. K_d , K_a , K_s , K_n , B and PR are used in the model as the reaction constants. But B and PR are neglected in the model.

In this study, 1987 mean water quality measurements are used for calibration and 1988 mean water quality measurements are used for verification. The model includes biochemical oxidation of organic substances, reduction of dissolved oxygen by this oxidation, elevation of dissolved oxygen by reaeration process, removing of BOD by sedimentation, benthic oxygen demand and photosynthesis/respiration effects. The model can simulate the BOD, DO and NH_3 -N concentration in a river under both aerobic and anaerobic conditions.

The development of water quality simulation models requires an understanding of the external forces acting on the stream system. These inputs to the system are waste loads, effluents, water withdrawals, tributaries or all of these of the main stream system. Detailed investigations of these inputs were not possible in the study and "Bursa Pollution Inventory Study" was used. So it should be remembered that this study could not characterize the real system because of the insufficient flow data. But it can be usefull for understanding the pollution level of the stream system and it can be a base for better investigations.



BÖLÜM I - GİRİŞ :

1.1.Çalışmanın Amaç ve Kapsamı:

Hali hazırda Nilüfer Çayı, sıvı atıkların Bursa dışına ve çevredeki alanlara transfer edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Hem evsel ve hem de endüstriyel alanlardan kaynaklanan, arıtılmamış atıksular doğrudan doğruya nehre verilmektedir. Yaz aylarında buharlaşma ve alt tabakalara sızma nedeniyle de bu kirlenme problemleri maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Adeta Nilüfer Çayı, endüstriyel ve evsel atıkların Bursa dışına ve oradan da Marmara Denizi'ne taşınmasını sağlayan açık bir kanal halini almıştır. Şehrin endüstriyel gelişimine paralel olarak, kirlilik seviyesi her geçen gün artmaktadır. Bu sebeple, Nilüfer Çayı'nın mevcut kirliliğinin tahmini-ne yardımcı olması bakımından, bu çalışmada sadece biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), çözülmüş oksijen (ÇO) ve amonyak azotunun ($\text{NH}_3\text{-N}$ 'u) simüle edildiği basit bir model kullanılmıştır.

Bu çalışma ile Nilüfer Çayı'nın su kalitesi kararlı halde tek boyutlu basit bir modelle modellenmektedir. Bu model yardımıyla, geleceğe yönelik olarak çeşitli atıksu arıtma alternatifleri kullanılarak su kalitesi iyileştirilebilir. Bu çalışmada, Nilüfer Çayı'nın su kalitesine etki eden süreç ve mekanizmaların belirlenmesi, istenilen su kalitesine ulaşmak için atıksuların arıtılması gereğinin anlaşılması amaçlanmıştır.

1.2. Çalışmanın Anlam ve Önemi:

Matematik modeller su bünyesinde, su kalitesi değişimlerine etki eden proseslerin incelenmesini ve ulaşılmak istenen su kalitesini sağlamak için alınması gereken tedbirlerin belirlenmesini sağlar. Böylece, matematik modeller geleceğe yönelik mühendislik çalışmalarına ışık tutmaktadır.

Bu çalışmada Nilüfer Çayı'na atıksu deşarj eden kaynaklar belirlenmiş, model parametreleri ayarlanmıştır. Atıksuların % 80 arıtılması durumunda su kalitesi değişimi incelenmiştir. Mevcut durumda Nilüfer Çayı aşırı kirli IV. sınıf su kalitesine sahipken, atıksuların arıtılması durumunda II. sınıfa kadar yükselmektedir.

Su kalitesi yönetiminde modelleme çalışmaları, su kaynakları hakkındaki bilgi düzeyinin artırılması ve su kalitesinin amaçlanan bir yararlı kullanıma uygun bir seviyeye çıkarılması için alınması gerekli önlemlerin belirlenmesini sağlar.

BÖLÜM II - NİLÜFER ÇAYI HAVZASI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

II.1. Coğrafi Durum :

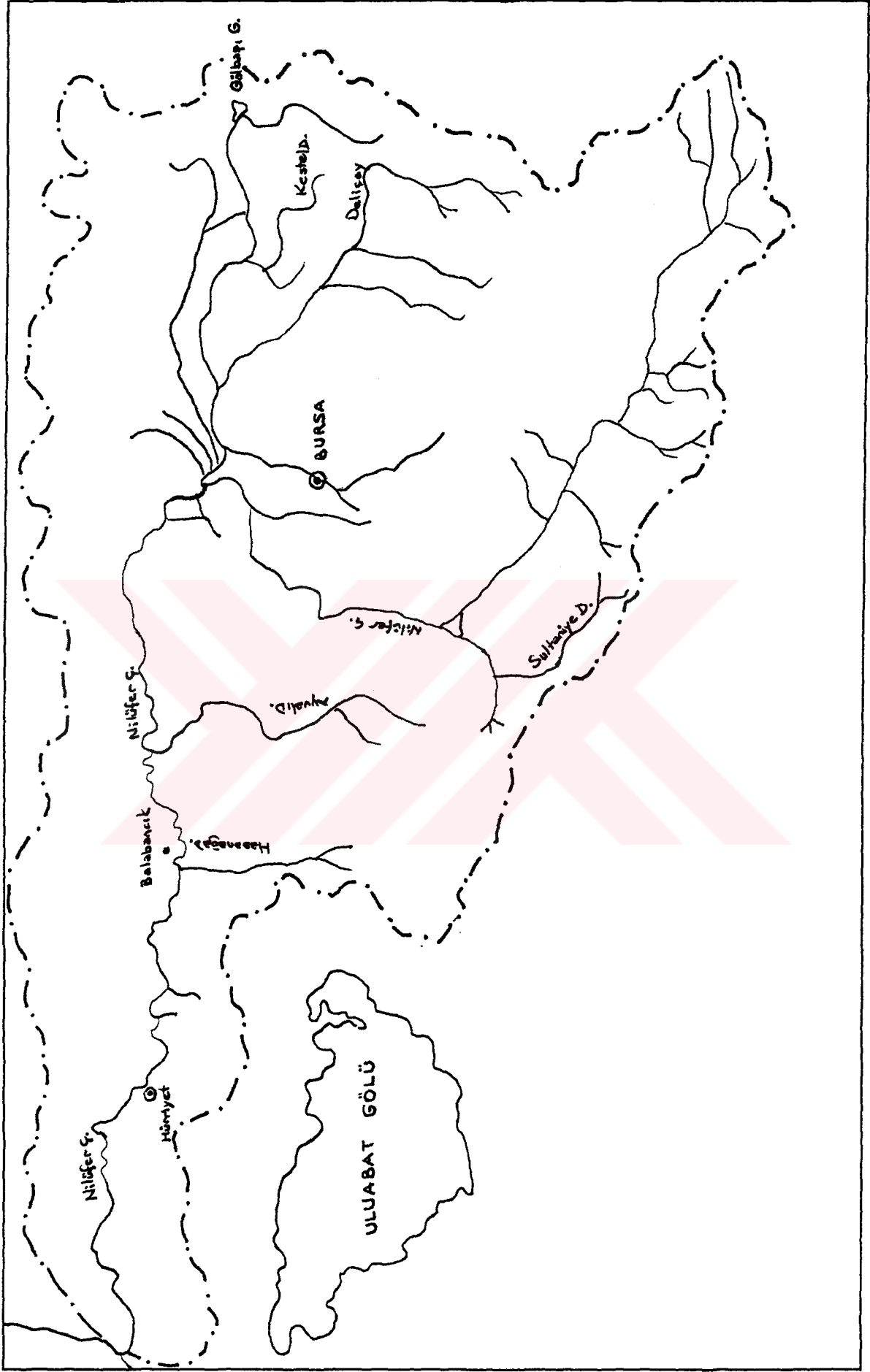
Keles ilçe merkezinin yaklaşık 10 km. kuzeydoğusundan ve Tepel Dağı (2012m.) güneybatı yamaçlarından doğan Nilüfer Çayı, genel olarak kuzeybatıya doğru oldukça dar bir vadi içinde akar. Eğimi genel olarak %2'yi geçen ve Uludağ'ın güneybatı etekleri boyunca uzanan, bu vadi içinde akan Nilüfer Çayı'na, Uludağ yamaçlarından ve vadinin güneybatısındaki yamaçlardan birçok yan dereler katılır. Misiköy kesiminde akışı kuzeye kıvrılan Nilüfer Çayı, Bursa Ovası çıkışındaki Dereçavuş Köyü'nün kuzeyinde batıya yönelir. Bu arada Bursa Ovası'nın güneyinden ve Uludağ'ın kuzey taraflarından inen derelerle (Aksu, Kestel, Deliçay, Gökdere), ovaya kuzeyden inen Nazlıdere, Sarpdere, Kelkesen derelerinin sularını tahliye eden birleşik kol da Nilüfer Çayı'na katılır. Bundan sonra batıya akan çaya Göbelye Köyü kesiminde Çayırköy Ovası'ndan gelen Ayvalı Deresi karışır. Nilüfer Çayı, buradan itibaren tekrar geniş bir vadi içinde akarak İskele Köyü'nün güneyinde Marmara Denizi'ne akan Simav Çayı ile birleşir. (Şekil II.1)

1984 yılında yapılan bir çalışmada, Nilüfer Çayı'nın uzunluğu yaklaşık olarak 168 km. olarak verilmekte, Geçitköy akım rasat istasyonunun yağış alanı 1232 km^2 ve çayın yıllık ortalama suyu $388 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak belirtilmektedir [1].

II.2. Meteoroloji:

Bursa şehri, Akdeniz iklimi ile daha kıtasal iklim karakterine sahip Karadeniz iklimi arasında bir geçiş özelliği taşıyan Marmara Bölgesi'nde bulunur. İklim yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçer. Kış boyunca yüksek kesimlerde kar bulunur. Yersel iklim özellikleri, Uludağ'ın kuzey eteklerindeki dik yamaç eğimi nedeniyle kısa mesafelerde önemli derecede değişim gösterir. Tablo II.1a'da aylık olarak ortalama meteoroloji verileri görülmektedir [2].

Bursa'da havaalanı yanında bir meteoroloji istasyonu bulunmakta ve bu istasyonda 1929'dan beri meteorolojik ölçümler yapılmaktadır. Diğer yağmur ve kar ölçümleri 1930'larda inşa edilmiş olan Uludağ'daki meteoroloji istasyonunda



ŞEKİL II.1. Nilüfer Çayı Drenaj Alanı

TABLO II.1a. Aylık Ortalama Meteoroloji Verileri

	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm.)	Buharlaşma (mm.)
OCAK	5.2	92	27
ŞUBAT	6	78	36
MART	8	74	56
NİSAN	12.6	61	56
MAYIS	17.4	52	85
HAZİRAN	21.6	30	91
TEMMUZ	24.2	25	126
AĞUSTOS	23.9	20	104
EYLÜL	19.7	41	65
EKİM	15.4	59	29
KASIM	11.3	81	9
ARALIK	7.5	108	26
Toplam	-	721	710

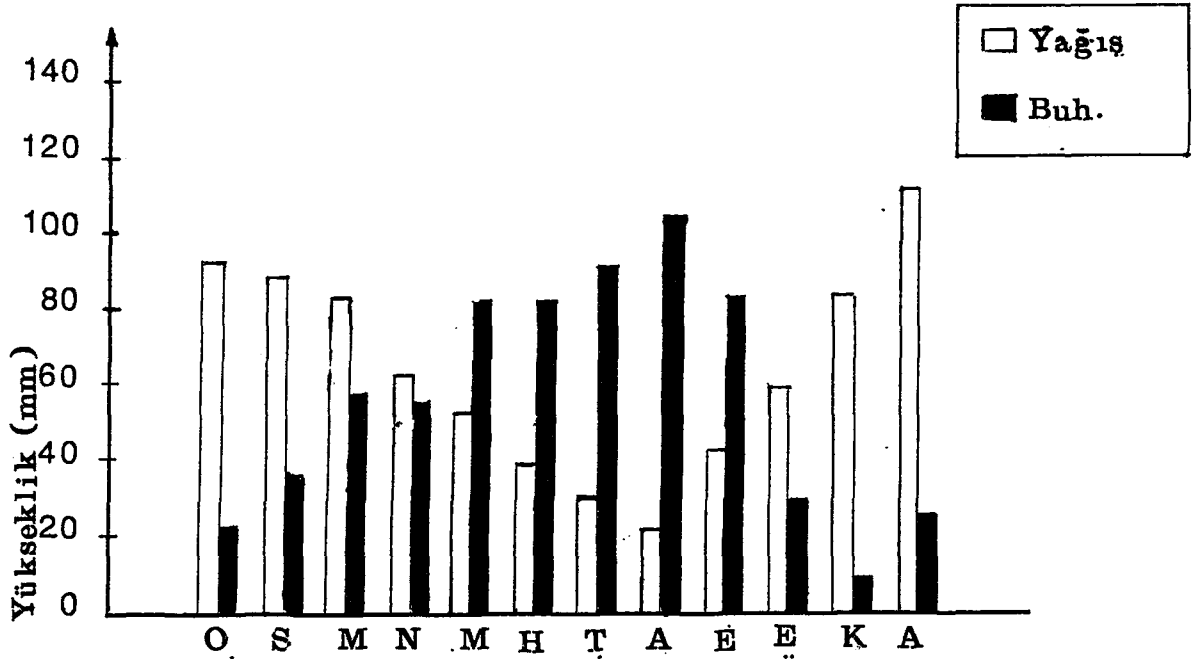
yapılmaktadır.

Bursa'da 42 gözlem yılı içinde yıllık ortalama sıcaklık 14,4 °C'dir. Aynı zaman süresi içinde tesbit edilen en yüksek sıcaklık 42,6 °C, en düşük sıcaklık da (-25,7 °C) olmuştur. Genellikle en sıcak aylar temmuz-eylül aylarını kapsayan üç aylık süre, en soğuk aylar da şubat-mart aylarıdır.

42 gözlem yılı içinde Bursa'da güneşli bulunma süresi günde ortalama 6 saat 42 dakikadır. Bursa'da aynı zamanda tesbit edilen ortalama nisbi nem %69'dur. Bursa'nın yıllık ortalama basıncı 1003,8 milibar(mb.)'dir.

42 gözlem yılı içinde yıllık ortalama yağış miktarı 1061,3 mm. civarındadır. Yağışlı gün sayısı ortalama 113 gündür. Ortalama karla kaplı gün sayısı 10-15 gün civarındadır. Bölgede kar yağışına aralık-mart aylarında rastlanmaktadır. Kısmen bulutlu günler sayısı 176, açık ve güneşli günler sayısı 76 olmuştur [1].

Bursa'da yıllık yağışın yaklaşık %70'i, aralık-haziran ayları arasındaki yağış mevsiminde düşer. Ayrıca, Şekil II.2a'da Bursa Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülmüş aylık ortalama yağış diyagramı görülmektedir [3]. Diyagram aynı zamanda yağışa karşılık buharlaşmanın aylık dağılımını da göstermektedir. Kış aylarında yağışın buharlaşmayı geçtiği, yaz aylarında ise buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu görülmektedir.



ŞEKİL II.2a - Bursa Meteoroloji İstasyonu'nda Ölçülen Ortalama Yağış ve Buharlaşma.

1931-1980 yılları arasında Bursa'daki yağış istatistikleri de Tablo II.4b'de görülmektedir.

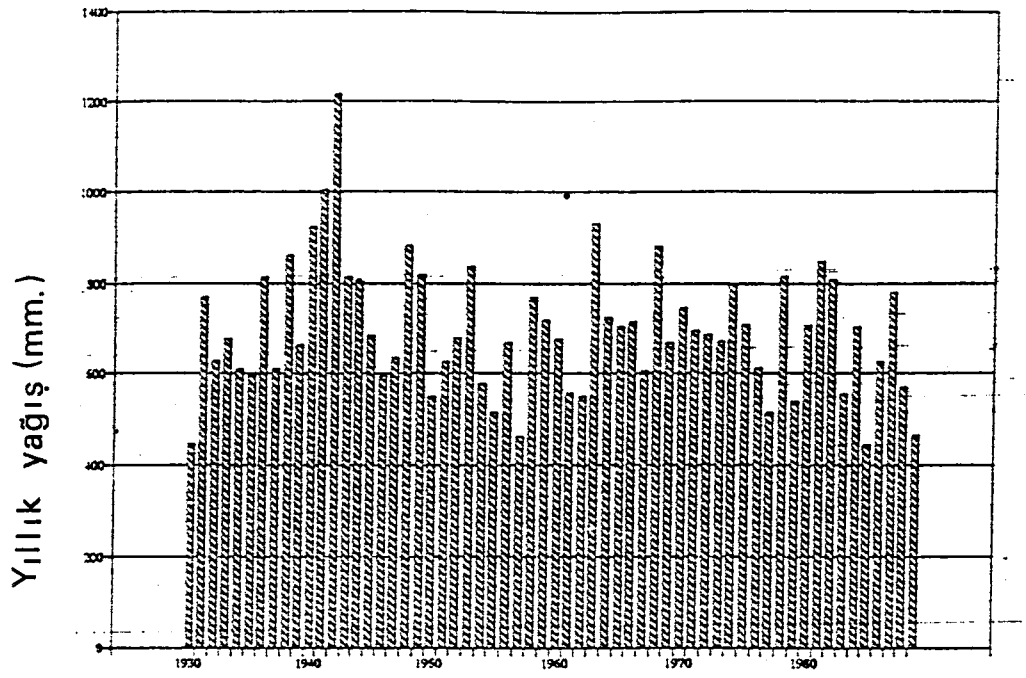
TABLO II.4b - Bursa İçin 1931-1980 Periyodundaki Yağış İstatistikleri.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek.	K	Ar.	Top.
Ort. aylık yağış (mm.)	92	78	74	61	52	30	25	20	41	59	81	108	720
Ort. yağışlı gün sayısı	15.7	14.3	12.8	11.9	9.2	5.8	3.2	3	4.9	8.8	11.7	14.6	115.7
Max. günlük yağış (mm.)	57.6	55.9	39.8	38.7	49.2	42.2	200.9	68.91	3.2	71.5	78.1	189.2	

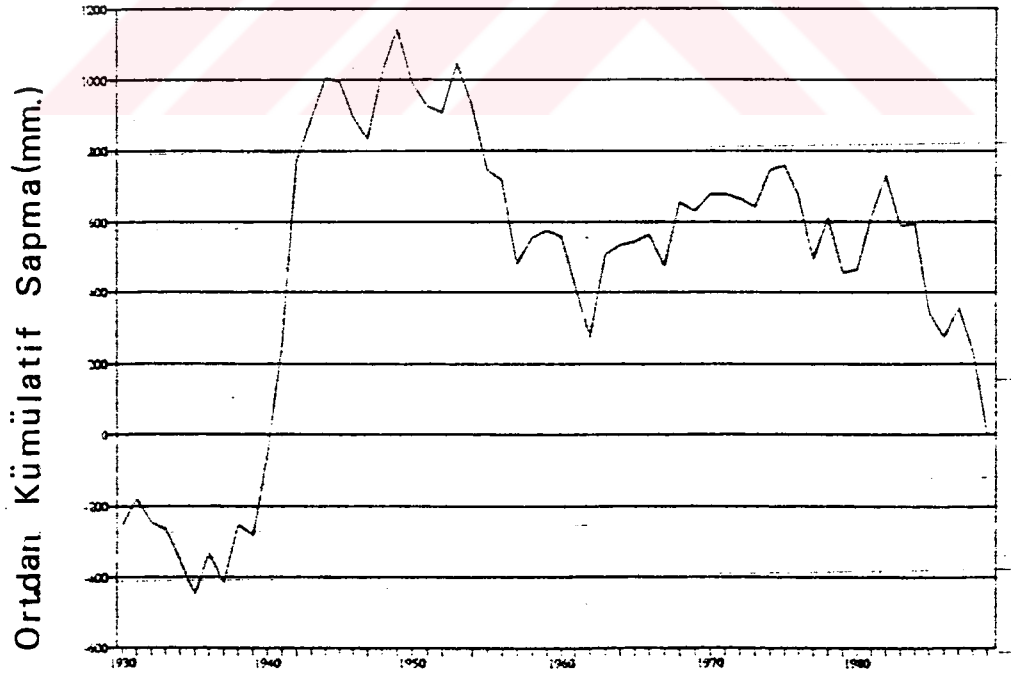
Şekil II.2a'nın yanı sıra Şekil II.2b de Bursa'da ortalama yıllık yağış dağılımını göstermektedir. Şekil II.2c ise yıllara göre kümülatif yağışı vermektedir.

Bölgedeki hidrolojik çalışmalar üzerindeki çeşitli D.S.İ. raporları, ortalama yıllık yağış ve yükseklik arasında basit bir ilişki olduğunu göstermektedir. Tipik olarak, yükseklikteki her 100 m.'lik artış için 40 mm.'nin üzerinde bir ortalama yıllık yağış artışı olmaktadır.

Şekil II.2b incelendiğinde, 1940'ların başında yağışın çok fazla olduğu, bunu



ŞEKİL II.2b - Bursa Meteoroloji İstasyonu Yıllık Yağışlar.



ŞEKİL II.2c - Bursa Meteoroloji İstasyonu Kümülatif Yağış.

1950'lerin sonlarında görülen daha kurak bir periyodun izlediği görülmektedir. Grafikte son yıllarda düşen yağışın ortalamalardan düşük olduğu gözlenmektedir [3]

II.3. Jeolojik Yapı:

Bursa şehri 150-200 m. yüksekliğindeki bir dizi kireçtaşı tepesinden Uludağ masifinin kuzeyine doğru uzanır. Bu tepeler, Uludağ'ın kuzeyinden Nilüfer Çayı'na doğru akan çaylar tarafından derin bir şekilde oyulmakta olan bir yüksekliğe erişerek, şehrin güneyinde topografik bir engel oluşturur. Metamorfik ve bu masifi oluşturan igneous kayalar, şehrin kuzeyinde ve güneyinde yüzeye çıkarlar. Fazla yüksek olmamakla birlikte, bu tepeler tamamlanmamış bir çanak oluştururlar. Bu çanak şekli ve hakim rüzgarların yönü gazların şehrin üzerinden uzaklaştırılmasını büyük ölçüde kısıtlamaktadırlar. Bu yüzden şehrin endüstriyel gelişimine paralel olarak, hava kirliliği problemleri her geçen gün artmaktadır. Bursa şehrinin jeolojisinin büyük bir kısmı [4]'te detaylı olarak anlatılmaktadır. Şekil II.3.a ve Şekil II.3.b D.S.İ. raporlarından alınan haritaların basitleştirilmiş şekilleridir [3].

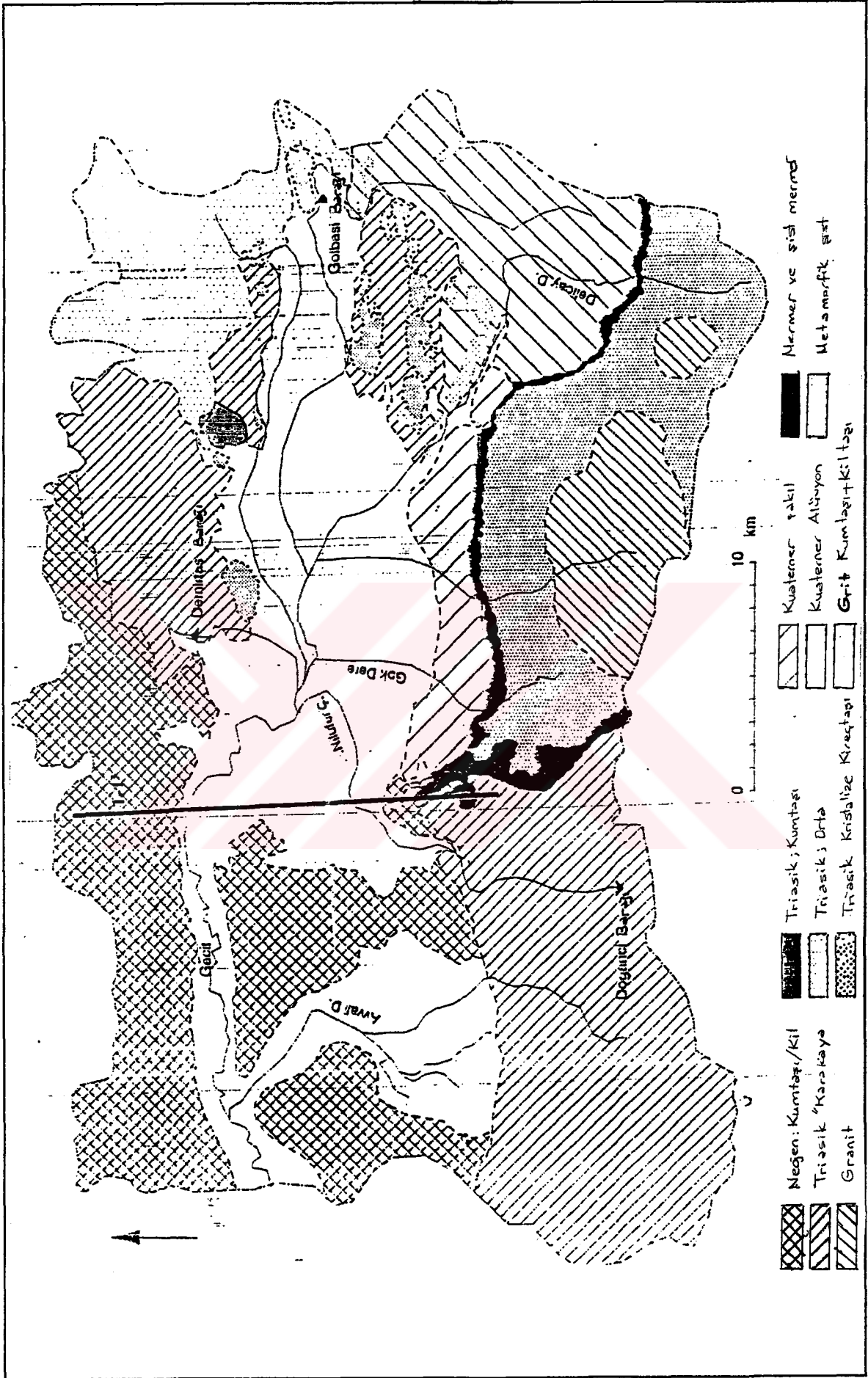
Paleozoik kireçtaşı oluşumları, vadi içerisine kaynak sularının akmasına sebep olmuştur. Uludağ'ın kuzey yamaçlarından gelen kaynak suları, yıllardır Bursa için güvenilir bir su stoku oluşturmuşlardır.

Nilüfer vadisinin ana yapısı Şekil II.3.b'deki enkesitte görülmektedir. Nehir, önce geniş bir yere çıkarak, neojen oluşumları kaplayan alüvyon katmanlar üzerinde akar. Alüvyon kalınlığı 80-200 m. kadardır. Alüvyon, neojen katmanlara nazaran yüksek bir geçirimsizliğe sahiptir. Vadide kimi yerlerde, alüvyal akifer nehir tarafından tekrar toprağa geri döndürülür; bazı yerlerde de artezyen şartlar vardır ve yeraltı suyu tekrar nehir içine geri döner. Sulama için yoğun bir şekilde yeraltı suyundan yararlanılmaktadır.

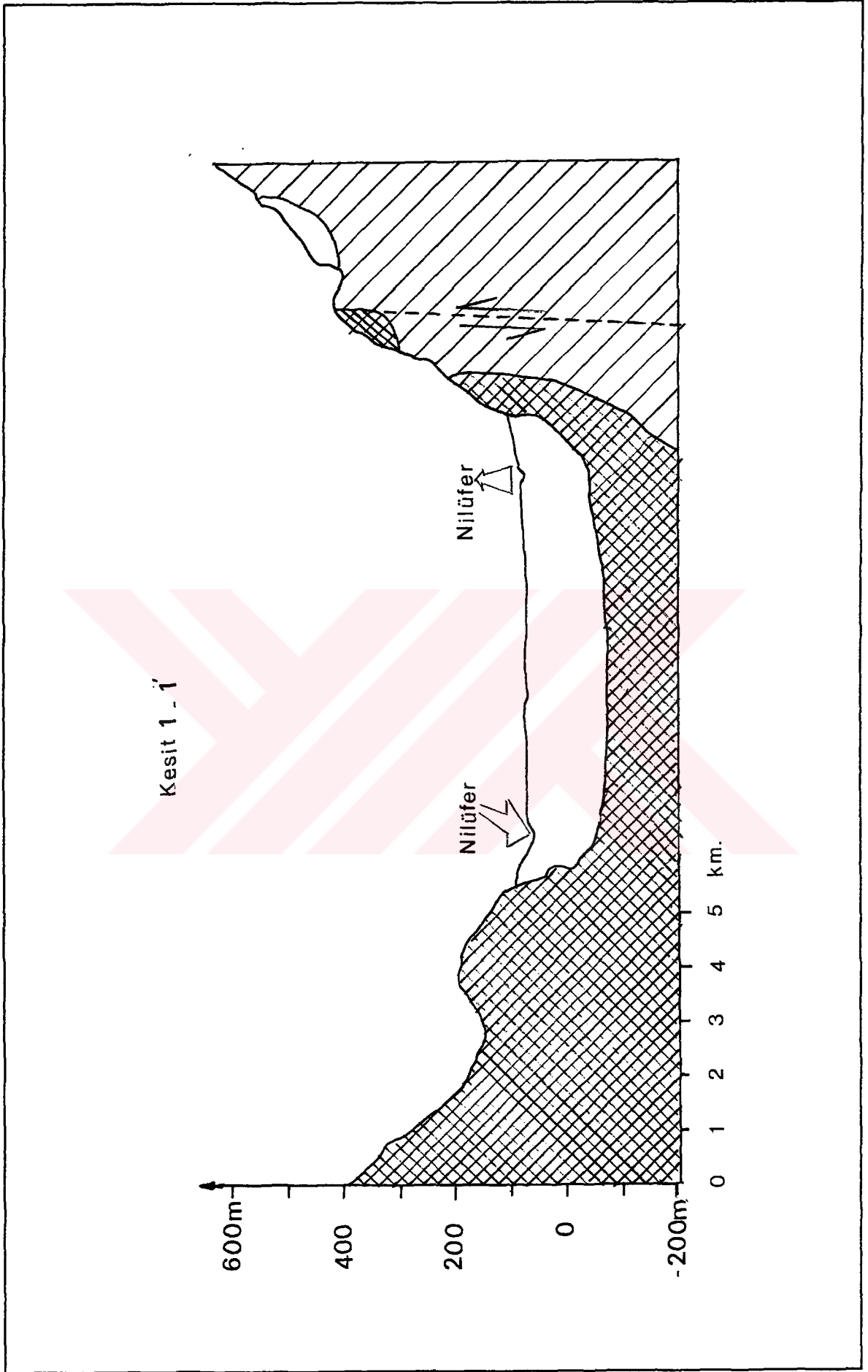
Üçüncül kumtaşları Bursa vadisi ve Marmara Denizi arasında tepeler oluşturur. Kumtaşları, Nilüfer Çayı'nın batıya doğru aktığı Geçit'te Nilüfer'i hapsederek dar bir yarık oluşturur. Geçit'in mansabında nehre Ayvalı Deresi katılır. Bu su tutma alanı, yüzeye çıkan neojen katman tarafından Nilüfer'den ayrılır. [4]

II.4. Nüfus:

1987 tarihi itibarıyla Bursa Büyükşehir Belediyesi yaklaşık 250 km² (25000 ha) alana sahiptir. Belediye sınırları içinde üç tane ilçe belediyesi bulunmaktadır. 1985-1990 yılları arasındaki nüfus değerleri Tablo II.2.'de verilmektedir.



ŞEKİL II.3.a Bursa Ovasının Basitleştirilmiş Jeolojisi.



ŞEKİL II.3.b - Bursa Ovasının Jeolojik Kesiti.

TABLO II.2 - Nilüfer Çayı Su Toplama Havzası İçindeki İlçe Belediyelerinin Nüfus Durumu.

İL	İLÇE	1985	1990
	Nilüfer	32.483	38.042
	Osmangazi	377.556	474.416
	Yıldırım	246220	325.865
BURSA	Merkez	748.632	838.323

Tablodan da görüldüğü gibi 1990 yılı nüfus sayımına göre bölgede 838.323 kişi yaşamaktadır.

Bursa'da son yıllardaki hızlı nüfus artışı plansız bir gelişmeye yol açmaktadır. Nüfusun sadece %80'i planlanmış alanlarda oturmakta olduğundan, plansız yapılaşma hızla artmaktadır.

İmalat sanayinin ve bunun paralelinde gelişen hizmet sektörlerinin önemli etkinliklere sahip bulunması, büyük miktardaki nüfusun Bursa'ya kaymasına sebep olmaktadır. Diğer taraftan, son yıllarda özellikle Bulgaristan'dan gelen göçmenlerle Bursa'da tam bir nüfus patlaması yaşandığı söylenebilir.

II.5. Sosyal ve Ekonomik Durum:

İlde en büyük gelir kaynağı tarımdır. Sulu tarıma geçiş ve modern hayvancılık hizmetlerinin kurulması ile tarım sektöründe büyük aşamalar kaydedilmiştir. İl topraklarının üçte birinden fazlası tarıma ayrılmıştır. Ekili alanların en büyük kısmını tahıl tarlaları kaplamaktadır (265.000 hektarın 194.000 hektarı). En çok buğday, (140.000 ton), arpa (56.000 ton), mısır (32.000 ton), yulaf (25.000 ton) ve çavdar (13.000 ton) ekilmektedir. Ovaların sulak kesimlerinde pirinç ekimi önemli yer tutar. (3.000-9.000 ton), bakla (2.000 ton), fiğ ve burçak ekilir. Sebze bahçeleri önemli yer tutar, üretilen sebzeler İstanbul'a, Ankara'ya gönderilir veya konservecilik besler. Patates ürünü yükselerek 75.000 tonu aşmıştır. Soğan da çok yetiştirilmektedir (84.000 ton). Bursa ilinde çeşitli ve kaliteli meyve de yetişir. Şeftali Bursa dolaylarındaki ova köylerinde, kestane de özellikle Uludağ'ın alçak yamaçlarında yetişir. Üzüm bağları 19.000 hektar yer tutar, en çok taze üzüm sevkedilir. Sanayi bitkileri arasında başta gelenler; şeker pancarı (250.000 ton), pamuk (2.500-3.000 ton), susam

(1.500 ton), ayçiçeğidir (18.000 ton). Ayrıca aspir, kolza, anason ekimi de yapılır.

Bursa ikliminin bölgelere göre değişiklik arzemesi, tarım ürünlerinin çeşit ve kalite bakımından zenginlik göstermesine neden olmaktadır. Kıyı dağların alçak yamaçları zeytinlik, dutluk ve bağlarla kaplıdır. Bursa ilinde önemli zeytinlikler vardır. Bunlar ençok Gemlik körfezinin kuzey ve güney kıyılarında kümelenir. Ağaç sayısı 5,5 milyona yaklaşmaktadır. Zeytinyağı ürünü 2.000-5.500 ton arasında değişir.

Bursa ilinde koyun (540.000) ve keçi (370.000) sayısı oldukça hızlı bir şekilde artmaktadır. Sığır sayısı pek fazla değildir (140.000), süt sanayi de gelişme yolundadır. Eskiden olduğu gibi bugün de, gerilemiş bile olsa, ipekböceği üretimi önemlidir. Buna karşılık arıcılık pek gelişmiş değildir.

Bursa ilinde oldukça çeşitli maden yatakları varsa da büyük işletmeler yok gibidir. Linyit, amyant, krom, manganez, manyezit, volframa rastlanmaktadır.

Uzun yıllar bir tarım, ticaret, turizm, dokuma ve makina sanayi merkezi olarak bilinen Bursa, 1961 tarihinde Organize Sanayi Bölgesi'nin kurulmasıyla büyük bir sanayi kenti olmuştur. Büyük sanayi tesisleri, aynı zamanda küçük çapta birçok yan sanayinin kurulmasında ve gelişmesinde etkili olmuştur. Özellikle tekstil endüstrisi, havlu üretimi yönünden önem arz etmektedir. Son 30 yıldır, metal endüstrisi ve otomotiv endüstrisi ile bunlara bağlı yan sanayiler tesis edilmektedir. Bölgede iki adet otomotiv endüstrisi yer almaktadır. Son yıllarda turizm açısından da önemli bir gelişme görülmektedir. Şehir camileri, şifalı banyoları ve Osmanlılardan kalma tarihi yapıları ile, her geçen gün daha çok turist çekmektedir. Ayrıca, Uludağ kış sporlarının yapıldığı bir tatil yeri olarak da yerli ve yabancı turistlere hizmet vermektedir.

II.6. Hidroloji:

Nilüfer Çayı hidrolojisi ile ilgili bilgiler 1979 yılından beri bu çay üzerinde gözlemlerini sürdüren Devlet Su İşleri (D.S.İ.)'den alınmıştır.

Nehir akımıyla ilgili olarak D.S.İ. ve E.İ.E. (Elektrik İşleri Etüd İdaresi)'nin akım gözlemlerinden yararlanılmıştır. D.S.İ.'nin halen faaliyette olan 11 akım gözlem istasyonuna karşılık E.İ.E.'nin sadece 321 numaralı Geçit akım gözlem istasyonu bulunmaktadır.

Nilüfer Çayı ve kolları üzerinde belirlenmiş akım gözlem istasyonları Tablo II.3'da görülmektedir. Nilüfer Çayı havzası içindeki debi istasyonları Şekil II.4'a da

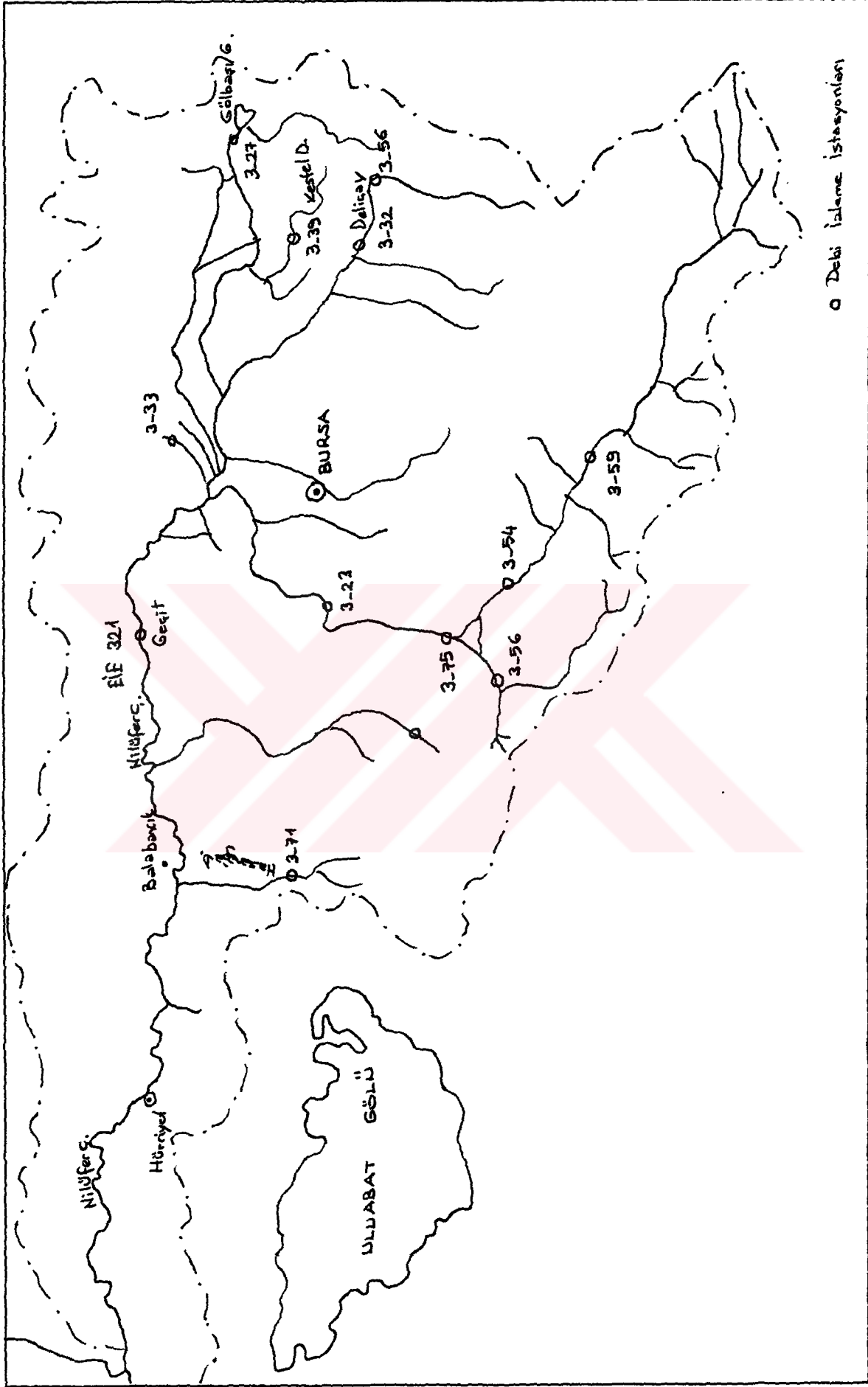
TABLO II.3 - Nilüfer Çayı Üzerinde Belirlenen Akım Gözlem İstasyonları.

İST. NO	İSTASYON İSMİ	AÇILIŞ TARİHİ	YAĞIŞ ALANI (km ²)	RAKIM (m)	ÖLÇÜM YAPILAN TARİHLER
3-23	Nilüfer Ç. - Gümüştepe	1/12/1965	472.1	155	1973-1984
3-27	Gölbaşı Gölü - Çıkış	1/3/1966	64.3	119	1969-1990
3-28	Aksu-Gölbaşı Girişi	1/11/1967	50.7	151	1969-1989
3-33	Ballıkaya D.- Kelkesen	1/3/1969	45.7	124	1976-1978
3-38	Kırkpınarlar D.- Uludağ	1/11/1971	8.33	167	1972-1990
3-44	Doğancı Rez. Girişi	1/9/1977	286.4	341	1982-1990
3-54	Nilüfer Ç.- Güneybayır	1/10/1981	307.6	385	1982-1991
3-55	Deliçay - Gözede	1/10/1981	34.56	626	1982-1992
3-56	Sultaniye D. - Sultaniye	16/9/1981	44.4	291	1981-1992
3-59	Nilüfer Ç. - Dev pazarı	14/8/1982	192.3	679	1982-1991
3-69	Kurtkaya D. -Atlas	15/5/1984	12.2	375	1984-1992
3-70	Değirmendere- Kayapa	17/5/1984	21.6	91	1984-1991
3-71	Kocadere - Hasanağa	10/5/1984	28.1	100	1984-1988
3-75	Nilüfer Ç. - Doğ. B. Ç.	8/3/1984	446.9	250	1984-1991
EİE 321	Nilüfer Ç. - Geçit	31/7/1953	1290.8	63	1953-1990

görülmektedir.

Geçit'teki E.İ.E. istasyonu 1290 km² su tutma alanına sahiptir. 1954-1988 yılları arasındaki gözlem süresinde ortalama debi 16.485 m³/s, maksimum debi 359 m³/s (15.12.1981), minimum debi 0.182 m³/s (2.10.1985) olarak ölçülmüştür. Bu istasyonda en çok debiye aralık-haziran ayları arasındaki yağış mevsiminde, en az debiye temmuz-ekim ayları arasındaki kurak mevsimde rastlanmaktadır. Mart-nisan aylarında yüksek tepelerdeki karların erimesi sonucu yüzeysel akışta büyük bir artış olur. Buna karşılık, özellikle yaz aylarında buharlaşma ve alt tabakalara sızma nedeniyle debi düşer. Şekil II.4b'de ise Geçit (EİE 321) akım gözlem istasyonunda 1954-1988 periyodundaki aylık debi değişimleri görülmektedir.

Geçit'in mansabında, ne Nilüfer Çayı üzerinde, ne de kollarında hiçbir debi ölçüm istasyonu bulunmadığından, mansaptaki reachlerde debi ölçümleri ile ilgili büyük problemlerle karşılaşmıştır. Mansapta nehir yatağı balçuktur ve stabil değildir.



ŞEKİL II.4a - Nillüfer Çayı Havzası İçindeki Debi İstasyonları

Bu nedenle debi eğrileri üretmek için doğru enkesit ölçümleri elde etmek çok zordur.

D.S.İ.'nin su kalite istasyonlarında kimyasal ve biyolojik parametrelere ilaveten debi ölçümleri de yapılmıştır. Bu nedenle, debi verilerinde mümkün olduğunca kalite istasyonlarında ölçülen debi değerlerinden yararlanılmıştır.

3-55 (Deliçay-Gözede) istasyonunda ençok akım nisan-haziran ayları arasında görülür ve dağdan gelen erimiş kar sularının yüzeysel akışı ile beslenmektedir. 3-23 (Nilüfer-Gümüstepe) ve 3-28 (Aksu-Gölbaşı Girişi) istasyonlarında, aralık-mart ayları arasında görülen yüzeysel akış ile birlikte aynı yüzeysel akış modeli görülür. Alçak yerlerde yağış kardan ziyade yağmur formunda olduğu için daha çok yüzeysel akış meydana gelir.



BÖLÜM III - NİLÜFER ÇAYI'NIN KİRLENME DURUMU

Bursa'da sanayi etkinlikleri her geçen gün artmaktadır. 1961 yılında Organize Sanayi Bölgesi kurulmuş, buna 1986 yılında gelişmeye başlayıp, 1990 yılında organize sanayi bölgesi hüviyetini kazanan Demirtaş Sanayi Bölgesi de katılmıştır. Bunların dışında, şehir içinde ve dışında pekçok sanayi bölgeleri oluşmaktadır. Sanayi atıksularına yönelik hiçbir arıtma işlemi yapılmadığından atıksuların doğrudan Nilüfer Çayı'na veya kollarına verilmesi sonucu, bu nehir güngüçtikçe bir açık kanal haline almaktadır.

III.1. Bursa'daki Sanayi Kuruluşlarının Belirlenmesi :

Endüstriyel atıksuların yerleri, miktarları ve kaliteleri üzerindeki incelemelerde daha önce bu bölgede yapılan bir çalışmadan yararlanılmıştır [5].

Bursa şehrinde kurulu bulunan endüstriler kuruluş itibariyle dağınıklık gösterdiklerinden atıksuları bir noktada toplamak mümkün olmamaktadır. Adı geçen çalışmada Bursa şehri iki alt bölgeye ayrılmış, bu iki bölgede atıksuların bir kanalizasyon ağı ile toplanıp, iki ayrı arıtma tesisinde arıtılması planlanmıştır. Bu iki bölgeye giren sanayi kuruluşları şunlardır :

1. BÖLGE :

Birinci bölge nispeten geniş bir alanı içine almakta olup, atıksu açısından büyük bir ağırlığa sahiptir. Sözkonusu bölgenin kapsamı içindeki önemli sanayi merkezleri şunlardır :

- Demirtaş Sanayi Bölgesi
- Eski Yalova Yolu
- Yeni Yalova Yolu
- Küçükbalıklı
- İsmetiye Köyü
- Alaşar Köyü
- Panayır Köyü
- Ovaakça Köyü

- Tabakhaneler
- Samanlı Köyü
- Ankara Yolu
- İsabey Köyü
- Kestel
- Gürsu
- Vakıf Köyü
- Şehir Merkezi

2. BÖLGE :

İkinci bölge alan olarak dar olmasına rağmen içinde Organize Sanayi Bölgesi'nin bulunması dolayısıyla endüstriyel kirlenme olarak önemli bir yoğunluğa sahiptir. İkinci bölgenin içindeki önemli sanayi merkezleri şunlardır :

- Organize Sanayi Bölgesi
- Hamitler Köyü
- Geçit Köyü
- Havaalanı Yolu
- İzmir Yolu
- Yunuseli Köyü
- Mudanya Yolu
- Çeltik Köyü
- Hasköy Yolu
- Beşevler Köyü
- Ertuğrul Köyü
- Nilüfer Köyü

Bursa Kirlilik Envanter Çalışması sırasında ilk etapta 554 adet kuruluş tespit edilmiştir. Yapılan incelemeler esnasında 554 firmadan 219 tanesinin çalışmanın amaçlarına uygun olmadığı görülmüştür. Çalışma, geriye kalan 335 firma üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Bu 335 firmadan proses atıksuyu olan 210 firmadan numuneler alınmış ve inceleme sırasında tespit edilen kirletici parametrelerin analizleri gerçekleştirilmiştir.

Yukarıda sözü geçen 219 firmanın çalışma harici tutulmasının sebepleri :

- Kuruluşların belirtilen adreste bulunmaması,
- Kuruluşların belirtilen işlevlerde bulunmaması,

- Kuruluşların işlev değişikliğinde bulunması,
- Kuruluşların kirlilik envanteri çalışması açısından önemli işlevlerde bulunmamasıdır.

Endüstriyel atıksuların fabrika bazında yapılan analiz çalışmalarının yanısıra daha önce yapılmış çalışmalardan kaynaklanan literatür değerleri de adı geçen çalışmada incelenmiştir.

Bu çalışma gereğince, Bursa şehri iki bölgeye ayrılmıştır : 1. Bölgeye evsel nitelikli atıksular, 2. Bölgeye ise endüstriyel nitelikli atıksular hakimdir. Her endüstri noktasında, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Azot, pH ve ağır metal ölçümleri tespit edilmiştir. Deşarj noktaları genel olarak dereye ve kanala olmak üzere belirlenmiş ve atıksu debileri değerlendirilmiştir.

Her iki bölgeye düşen toplam yükler Tablo III.1.a'da verilmektedir. Bölgelere göre toplam evsel ve endüstriyel debi de Tablo III.1.b'de verilmektedir.

1989'da yapılan bu çalışmadan beri endüstriyel gelişmelerle ilgili olarak daha ileri bir çalışma yapılmamıştır. Sadece Bursa Çevre Projesi kapsamı içinde belirlenen 24 endüstri için yeniden analiz yapılmıştır. Ancak, yapılan incelemeler ışığında değişimin çok az olduğu kabul edilmektedir.

Endüstriyel atıksu deşarjlarının detaylı olarak incelenmesi mümkün olmamaktadır. Bu sebeple yapılan araştırmalarda Bursa Kirlilik Envanter Çalışması baz olarak alınmıştır. İlk olarak endüstriyel tesislerin yer tespiti yapılarak, her endüstri bölgesine ne kadar yük geldiği belirlenmiştir.

III.2. Sanayi Bölgelerinin Kirlilik Yüklerinin Belirlenmesi :

Yukarıda belirtilen sanayi bölgelerinde önemli derecede kirletici yüküne sahip endüstriler tespit edilmiş ve tablolar halinde gösterilmiştir. Bu aşamada, sanayi bölgeleri içindeki endüstrilerden proses atıksuyu olanlarının inceleme konusu olduğu unutulmamalıdır. Ancak, bazı proses atıksuyu olan endüstriler kirletici yükleri çok düşük olduğundan veya debileri çok düşük olduğundan gözönüne alınmamışlardır. Ayrıca bu çalışmada Bursa Kirlilik Envanter Çalışması baz olarak alındığı için, 1989'dan bu yana kurulan endüstriler gözönüne alınmamıştır. Dolayısıyla, hesaplanan atıksu yüklerinin bir miktar daha fazla olacağı varsayılmaktadır.

TABLO III.1.a. Bölgelere Düşen Atıksu Yükleri

İNCELENEN PARAMETRE		I. BÖLGE	II. BÖLGE	TOPLAM
BOI ₅ (Kg / G)	Evsel	400.728	498.894	899.622
	End. yel	12856.833	18786.85	2041.55
KOI (Kg / G)	Evsel	907.7	1133.85	2041.55
	End. yel	28668.241	38148.961	66817.202
Toplam - N (Kg / G)	Evsel	72.096	90.708	162.804
	End. yel	270.445	77.198	347.643
Toplam - P (Kg / G)	Evsel	14.537	18.142	32.679
	End. yel	16.508	2.656	19.164
AKM (Kg / G)	Evsel	400.708	498.894	899.622
	End. yel	5440.784	1527.049	6967.833
Yağ - Gres (Kg / G)	Evsel	189.995	226.77	416.765
	End. yel	3258.226	982.63	4240.856
Toplam - S (Kg / G)	Evsel	4.305	4.535	8.84
	End. yel	79.794	2637.7676	2717.561
Deterjan	Evsel	10.525	13.606	24.131
	End. yel	22.025	309.69	331.715

TABLO III.1.b. Bölgelere Düşen Toplam Atıksu Debileri

ATIKSU DEBİSİ (m ³ / G)	I. BÖLGE	II. BÖLGE	TOPLAM
EVSEL	1.821,400	2.267,700	4.089,100
ENDÜSTRİYEL	20.247,150	18.485,300	38.732,450

Modelleme aşamasında Nilüfer Çayı'nın ana kolu modellendiğinden, burada sadece ana kola olan atıksu girişleri ve ilgili tablolar verilecektir. Detaylı bilgiler yukarıda belirtilen kaynaktan temin edilebilir [5].

1. Bölgeye giren Demirtaş Sanayi Bölgesi kirlilik yükü Tablo III.2.a'da, Yeni Yalova Yolu kirlilik yükü Tablo III.2.b'de, Küçükbalıklı kirlilik yükü Tablo III.2.c'de, Panayır Köyü kirlilik yükü Tablo III.2.d'de, Ovaakça Köyü kirlilik yükü Tablo III.2.e'de, Tabakhaneler kirlilik yükü Tablo III.2.f'de ve Bursa şehri içindeki sanayilerin kirlilik yükü Tablo III.2.g'de verilmektedir.

Bursa kanalizasyonu ile ilgili yeterli bilgi alınamamıştır. Bu yüzden kişi başına düşen kirlilik yüklerinden gidilerek, Bursa nüfusunun evsel atıksu yükü bulunmaya çalışılmıştır. Bursa şehri evsel atıksu yükü Tablo III.2.h'da verilmektedir.

2. Bölgeye giren Bursa Organize Sanayi Bölgesi'nin kirlilik yükü Tablo III.2i'de Hamitler Köyü kirlilik yükü Tablo III.2.j'de, Geçit Köyü kirlilik yükü Tablo III.2.k'de, Havaalanı Yolu kirlilik yükü Tablo III.2.l'de, Yunuseli Köyü kirlilik yükü Tablo III.2.m'de, Mudanya Yolu kirlilik yükü Tablo III.2.n'de, Çeltik Köyü kirlilik yükü Tablo III.2.o'da ve Beşevler Köyü kirlilik yükü Tablo III.2.ö'de verilmektedir.

III.3. Atıksu Deşarj Noktaları ve Toplam Yükler:

Halihazırda hiçbir sanayi tesisinde atıksu arıtma tesisi bulunmadığı gibi, Bursa kanalizasyonu atıksuları da arıtılmadan Nilüfer Çayı'na verilmektedir. Sanayiler kendilerine en yakın noktadan atıksularını nehre verme yolunu benimsemişlerdir. Şehirden kaynaklanan evsel atıksular kanalizasyon ağı ile toplanarak Gökdere ve Soğanlıdere üzerinden onbir ayrı deşarj noktası ile Nilüfer Çayı'na ulaşmaktadır.

Bursa Organize Sanayi Bölgesi bünyesindeki atıksular, organize sanayi bölgesi kanalizasyonu ile toplanarak, arıtılmaksızın Ayvalı Deresi'ne verilmektedir. Nilüfer Çayı'ndan sağlanan ve özellikle Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi atıksularını yoğun bir şekilde içeren sanayi kullanma suyunun kullanılabilir hale getirilebilmesi için organize sanayi bölgesi bünyesinde bir arıtma tesisi kurulmuştur.

Bursa İllerbankası'nca kanalizasyon ağının genişletilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Bursa Su Kanalizasyon İdaresi (BUSKİ) tarafından yürütülen Bursa Çevre Projesi ile de bütün atıksuların, kanalizasyon ağı ile her iki bölgede toplanarak iki ayrı arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra Nilüfer Çayı'na verilmesi planlanmaktadır.

TABLO III.2.a. Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ /G)	BOİ5 (mg/lit)	BOİ5 (Kg/G)	KOI (mg/lit)	KOI (Kg/G)	N (mg/lit)	N (Kg/G)	P (mg/lit)	P (Kg/G)
ERMETAL Eşya San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
	End. yel	-	-	30.266	1.513	-	-	0.2	-
ESTETİK Boya San. ve Tic. Ltd. Şti.	Evsel	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	1706	75.064	2871	126.324	1.9	0.084	-	-
GÜVENER Oto Kauçuk San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	-	-	1792	1.792	-	-	0.2	-
KOLORTEKS Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	220	0.66	500	1.5	40	0.12	8	0.024
	End. yel	26.535	1247.145	49.976	2348.872	-	-	0.3	0.014
MANOLYA Boya Apre San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	275	14.85	857	46.278	0.2	0.011	-	-
PAKTEL A.Ş.	Evsel	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
	End. yel	-	-	762	6.096	-	-	-	-
SATEKS Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	220	1.1	500	2.5	40	0.02	8	0.04
	End. yel	35	0.35	79	0.79	4.5	0.045	-	-
SUNTEKS Dokuma Boya Apre San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	220	0.66	500	1.5	40	0.12	8	0.024
	End. yel	175	19.25	254	27.94	-	-	-	-
TOPLAM			1362.379		2572.605		1		0.222
		300.05							

TABLO 2.2.b. Yeni Yalova Yolu Kirlilik Yüku

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOİ ₅ (mg / lt)	BOİ ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
ERBAK ULUDAĞ Meş. ve Gıda San. A.Ş.	Evsel	80	220	17.6	500	40	40	3.2	8	0.64
	End. yel	500	239	119.5	478	239	-	-	23.2	11.6
FİDANLAR Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	10	220	2.2	500	5	40	0.4	8	0.08
	End. yel	800	199	159.2	417	333.6	-	-	0.4	0.32
PARLA Demir San. ve Tic.Ltd. Şti.	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	15	-	-	6594	98.91	-	-	-	-
PİLOT-GRAMMER Koltuk Sis. San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	7	220	1.54	500	3.5	40	0.28	8	0.056
	End. yel	1	-	-	139	0.139	-	-	75.2	0.075
SAVCAN Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	10	220	2.2	500	5	40	0.4	8	0.08
	End. yel	270	1140	307.8	2881	777.87	6.2	1.674	-	-
SÖNMEZ ASF A.Ş.	Evsel	50	220	11	500	25	40	2	8	0.4
	End. yel	2740	735	2013.9	2903	7954.22	26	71.24	-	-
SÜMER Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	10	1247	12.47	3160	31.6	183	1.83	0.2	0.002
TOFAŞ Türk Otomobil Fab. A.Ş.	Evsel	500	220	110	500	250	40	20	8	4
	End. yel	4500	-	-	51	229.5	-	-	-	-
İBRAHİM SÖNMEZ	Evsel	5	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
	End. yel	234	7	1.638	12	2.808	-	-	0.4	0.94

TABLO III.2.b. Yeni Yalova Yolu Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ /G)	BOİ5 (mg/lt)	BOİ5 (Kg/G)	KOI (mg/lt)	KOI (Kg/G)	N (mg/lt)	N (Kg/G)	P (mg/lt)	P (Kg/G)
İMSA A.Ş.	Evsel	7	220	1.54	500	40	0.2	8	0.096
	End. yel	60	2	0.12	3	-	-	2.4	0.144
ÖZDİLEK Tekstil San. İhr. İth. ve Tic. A.Ş.	Evsel	40	220	8.8	500	40	1.6	8	0.32
	End. yel	400	1210	484.31	2.566	-	-	-	-
BURBEST Boya Emaye Seramik ve Top San. Tic. A.Ş.	Evsel	1	220	0.22	500	40	0.04	8	0.008
	End. yel	25	-	-	68	-	-	0.3	0.007
BURSA Akü San. A.Ş. (Mutlu Akü)	Evsel	46	220	10.12	500	40	1.84	8	0.368
	End. yel	124	-	-	94	-	-	-	-
TOPLAM		703		505.11			3.68		0.943

TABLO 2.c. Küçükbalıklı Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ /G)		BOİ ₅ (mg/lt)	BOİ ₅ (Kg/G)	KOI (mg/lt)	KOI (Kg/G)	N (mg/lt)	N (Kg/G)	P (mg/lt)	P (Kg/G)
	Evsel	End. yel								
DOĞUŞ Boya Ltd. Şti.	Evsel	1	220	0.22	100	0.1	2	0.002	6	0.006
	End. yel	4	55	0.22	29	0.116	-	-	0.6	0.002
SANTEKS	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	20	408	8.16	1216	24.32	1.9	0.038	0.9	0.018
HASAN DÜNDAR RENKİŞ Mensucat Boyahanesi	Evsel	-	220	-	500	-	40	-	8	-
	End. yel	10	35	0.35	114	1.14	0.2	0.002	-	-
ÖZGÜMÜŞ Boyahanesi	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	2	443	2.215	756	3.78	0.9	0.005	0.3	0.002
MUAMMER ÇETİNTAŞ	Evsel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	50	30	1.5	156	7.8	1.1	0.055	0.2	0.01
NURKAYA Tic Koll. Şti.	Evsel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	15	149	2.235	737	11.055	5.5	0.083	-	-
REKOR Dokumacılık San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	5	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
	End. yel	15	772	11.58	1954	29.31	0.8	0.012	0.1	0.002
SAYAS Gıda Maddeleri San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	4	220	0.88	500	2	40	0.16	8	0.032
	End. yel	60	938	56.28	1536	92.16	6.8	0.408	0.4	0.024
ZÜRAP YEŞİL BURSA Boyasan Boya- cılık San. A.Ş.	Evsel	1.5	220	0.33	500	0.75	40	0.06	8	0.012
	End. yel	40	98	3.92	323	12.92	0.6	0.024	-	-

TABLO III.2.c. Küçükbalıklı Kirillik Yüğü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Eysel	End. yel								
ÖZRENK Boyahanesi	Eysel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	40	102	4.08	437	17.48	0.8	0.032	-	-
İSMAIL KOYUN-YENİ GÜLÇAY	Eysel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	10	1460	14.6	3199	31.99	0.6	0.006	12	0.012
TOPLAM		283		108.88		240.171		1.307		0.204

TABLO III.2.d. Panayır Köyü Kirillik Yüğü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Eysel	End. yel								
BURSA Emaye San. ve Tic. A.Ş.	Eysel	4	220	0.88	500	2	40	0.16	8	0.032
	End. yel	40	-	-	76	3.04	-	-	2.6	0.104
TOPLAM		44		0.88		5.04		0.16		0.136

TABLO II.2.e. Ovaakça Köyü Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Anksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
ERMAN Un San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	50	420	21	1597	79.85	-	-	-	-
ASS Profil Lastik ve Hortum San. Tic. Ltd. Şti.	Evsel	4	220	0.88	500	2	40	0.16	8	0.032
	End. yel	1	-	-	454	0.454	-	-	0.1	-
TOPLAM		56		22.1		82.804		0.2		0.04

TABLO 2.2.f. Tabakhaneler Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
GÜRDERE Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	4	220	0.88	500	2	40	0.16	8	0.032
	End. yel	131	3.1	40.61	1626	213	6.7	0.877	-	-
GÜVENÇ Dericilik San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	20	330	6.6	2926	58.52	190	3.8	1.6	0.032
HASAN DEMİR	Evsel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	10	595	5.95	2944	29.44	64	0.64	0.1	0.001
HÜSEYİN GÜL	Evsel	0.2	220	0.044	500	0.1	40	0.008	8	0.002
	End. yel	1	17850	17.85	39350	39.35	224	0.024	2.6	0.003
KAZIM KARTAL	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	6	1200	7.2	3713	22.278	915	5.49	0.6	0.004
ÇİÇEK Deri San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	10	1690	16.9	6091	60.91	213	2.13	0.7	0.007
MUR-DER Deri San A.Ş.	Evsel	10	220	2.2	500	5	40	0.4	8	0.08
	End. yel	90	1350	121.5	2387	214.83	45	4.05	0.3	0.027
DERSANDeri San. A.Ş.	Evsel	1.5	220	0.33	500	0.75	40	0.06	8	0.012
	End. yel	12	70	0.84	199	2.388	21	0.252	-	-
ZİRVE Deri San. A.Ş.	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	4	12390	49.56	447.5	178.86	588	2.352	4.2	0.017

TABLO 2.f. Tabakhaneler Kirililik Yüklü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ /G)	BOİ ₅ (mg/lit)	BOİ ₅ (Kg/G)	KOI (mg/lit)	KOI (Kg/G)	N (mg/lit)	N (Kg/G)	P (mg/lit)	P (Kg/G)
SADI TAKE	Evsel	220	0.11	500	0.25	40	8	0.008	0.002
	End. yel	1390	6.95	2769	13.845	275	0.3	0.001	0.001
YILMAZ ÇETİNGÜÇ	Evsel	220	0.22	500	0.5	40	8	0.008	0.002
	End. yel	496	4.96	573	5.73	104	0.3	0.003	0.002
DEMİRAL Deri San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	220	0.72	500	0.5	40	8	0.008	0.002
	End. yel	366	1.838	1299	6.495	76	-	-	-
AHMET-EROL SAHİLLER	Evsel	220	0.11	500	0.25	40	8	0.004	0.001
	End. yel	440	1.98	2351	10.597	224	1.7	0.007	0.003
AKIŞLER Boyahanesi	Evsel	220	0.66	500	1.5	40	8	0.024	0.005
	End. yel	175	105	583	349.8	11	0.65	0.39	0.068
UĞUZER Deri İmalatı	Evsel	220	0.22	500	0.5	40	8	0.008	0.002
	End. yel	2430	9720	7788	31.152	187	1.6	0.006	0.015
BİLGİN HOCAOĞLU	Evsel	220	0.44	500	1	40	8	0.016	0.004
	End. yel	205	2.05	1119	11.19	98	-	-	-
CAN Deri San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	220	0.11	500	0.25	40	8	0.004	0.001
	End. yel	2950	2.655	7337	6.603	930	0.4	-	-
COŞKUN DOĞAN	Evsel	220	0.22	500	0.5	40	8	0.008	0.002
	End. yel	830	2.49	4066	12.198	915	0.7	0.002	0.002

TABLOII.2.f. Tabakhaneler Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOİ ₅ (mg / lt)	BOİ ₅ (Kg / G)	KOİ (mg / lt)	KOİ (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
YUSUF BECERİKLİ ve Ortakları	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	20	1440	28.8	6877	137.54	521	10.42	1.7	0.034
ERHAN ÖZGÖRÜR	Evsel	0.2	220	0.044	500	0.1	40	0.008	8	0.002
	End. yel	1.5	1110	1.665	4561	6.841	476	0.714	0.8	0.001
ESAT KÖPRÜBAŞILI	Evsel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	25	400	10	2519	62.975	166	4.15	0.6	0.015
ZEKERİYA BAŞO	Evsel	3	220	0.66	500	1.5	40	0.12	8	0.024
	End. yel	25	1320	33	4605	115.125	291	7.275	0.9	0.022
VERDOĞLU	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.5	8	0.008
	End. yel	10	259	2.59	746	7.46	2.8	0.028	0.1	0.001
DEFNE Deri San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	4.1	8870	36.367	15657	65.194	901	3.694	2.7	0.011
ÖZYENİCE Koll. Şti.	Evsel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	30	7520	225.6	9194	275.82	179	5.37	0.75	0.022
TOPLAM		1081.9		752.723		1959.841		69.175		0.958

TABLO 2.g. Bursa Şehri İçindeki Saniyelerin Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Eysel	End. yel								
BİRADERLER Boyahanesi	Eysel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	384	10	3.84	26	9.984	-	-	-	-
EMKO Empirimecilik Koll. Şti.	Eysel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	10.5	61	0.64	147	1.543	-	-	-	-
EPİRİLER A.Ş.	Eysel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	4.5	91	0.409	382	1.719	-	-	-	-
FERRUH ÖZKAYA	Eysel	-	220	-	500	-	40	-	8	-
	End. yel	4	-	-	283	1.132	-	-	-	-
GENÇLER Boyahanesi	Eysel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	4.5	845	3.802	2079	9.355	0.7	0.003	-	-
HAS-NUR Koll. Şti.	Eysel	0.2	220	0.044	500	0.1	40	0.008	8	0.002
	End. yel	0.5	-	-	*	-	-	-	-	-
MALCILAR Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Eysel	10	220	2.2	500	5	40	0.4	8	0.08
	End. yel	70	14	0.98	86	6.02	-	-	-	-
SÜTMANLAR Süt Mamülleri San. ve Tic. A.Ş.	Eysel	0.3	220	0.066	500	0.15	40	0.012	8	0.002
	End. yel	9.7	7940	77.018	10268	99.599	13.4	0.13	-	-
YENİGÜN Boyahanesi	Eysel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	18	302	5.436	1096	19.728	0.2	0.004	0.1	0.002

TABLO III.2.g. Bursa Şehri İçindeki Sanayilerin Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOİ ₅ (mg / lt)	BOİ ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
ERSÖZ Un San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	1.5	220	0.33	500	0.75	40	0.06	8	0.012
	End. yel	86.4	585	50.544	931	80.438	-	-	-	-
ESAT SACİT TAKE	Evsel	0.2	220	0.044	500	0.1	40	0.008	8	0.002
	End. yel	40	497	19.88	866	34.64	115	4.6	0.1	0.004
ESGİNLER Boya Apre San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	3	220	0.66	500	1.5	40	0.12	8	0.024
	End. yel	20	820	16.4	2502	50.04	17	0.34	0.3	0.006
SABA Deri San. A.Ş.	Evsel	0.1	220	0.022	500	0.05	40	0.004	8	0.001
	End. yel	15	325	4.875	1114	16.71	117	1.755	2.3	0.034
ZEN Deri San. A.Ş.	Evsel	0.3	220	0.066	500	0.15	40	0.012	8	0.012
	End. yel	1.5	295	0.043	625	0.938	41	0.062	0.2	-
ÖZYÜKSELEN	Evsel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	8	955	7.64	3165	25.32	409	3.272	1.4	0.011
GEYE Dondurma San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	0.4	220	0.088	500	0.2	40	0.016	8	0.003
	End. yel	3	15320	45.96	17908	53.724	-	-	-	-
HÜDAVERDİ Boyahanesi	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	40	293	11.72	1819	72.76	17	0.68	0.1	0.004
YILDIZ Un Fab.	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	5	1540	7.7	4067	20.335	-	-	-	-

TABLO III.2.g. Bursa Şehri İçindeki Saniyelerin Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Eysel	End. yel								
MAYATEKS Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Eysel	22	220	4.84	500	11	40	0.88	8	0.176
	End. yel	1	815	0.815	4139	4.139	0.9	0.001	-	-
ÜÇKARDEŞLER Dokuma Boya San. A.Ş.	Eysel	5	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
	End. yel	100	1710	171	2690	269	6.3	0.63	0.7	0.07
AYATLAS Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Eysel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	25	1798	44.95	3649	91.225	0.9	0.022	0.1	0.002
BURSA Tekstil Ltd. Şti.	Eysel	5	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
	End. yel	100	21	2.1	62	6.2	-	-	-	-
BEYLİK Boyahanesi	Eysel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	36	36	1.296	84	3.024	-	-	-	-
ÇEKİRGE Un Fab.	Eysel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	3	30	0.09	100	0.3	-	-	-	-
İPEKİŞ Mensucat	Eysel	5	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
	End. yel	390	9	3.51	44	17.16	4	1.56	-	-
İPKAŞ Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Eysel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	9	430	3.87	1551	13.959	0.1	0.001	-	-
SÜMERBANK Merinos Fab.	Eysel	522	220	114.84	500	261	40	20.08	8	4.176
	End. yel	425	1010	429.25	1651	701.675	29.4	12.495	-	-
TOPLAM		2403.1		1043.458		1905.417		48.335		4.787

TABLO III.2.h. Bursa Kanalizasyonu Kirlilik Yüğü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)	BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
BURSA Kanalizasyonu	149.727	270	40.426	675	101.065	15	11.23	4	2.995

TABLO III.2.j. Hamitler Köyü Kirlilik Yüğü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
ANTEK Konserve Fab.	10.5	400	220	2.31	500	5.25	40	0.42	8	0.084
			43	17.2	261	104.4	-	-	-	-
TOPLAM			410.5	19.51		109.65		0.42		0.084

TABLO III2.i. Bursa Organize Sanayi Bölgesi Kirililik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
SÖNMEZ Filament Sentetik İplik ve Elyaf San. A.Ş.	Evsel	366	220	80.25	500	183	40	14.64	8	2.928
	End. yel	663	6850	4541.55	16.025	10624.575	58	38.54	0.1	0.066
SOYDAŞLAR Tekstil Boya San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	20	220	4.4	500	10	40	0.8	8	0.16
	End. yel	70	28	1.96	134	9.38	-	-	-	-
TÜRKKAN A.Ş.	Evsel	200	220	44	500	100	40	8	8	1.6
	End. yel	800	34	27.2	40	32	1.3	1.04	-	-
ULUSAN Emaye A.Ş.	Evsel	2.5	220	0.55	500	1.25	40	0.1	8	0.02
	End. yel	3	-	-	4586	13.758	-	-	0.8	0.002
ÜÇEL Elemek Havlu San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	15	220	3.3	500	7.5	40	0.6	8	0.12
	End. yel	250	497	124.25	1546	386.5	-	-	-	-
VAN Pres Döküm Kromaj San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	2.5	220	0.55	500	1.25	40	0.1	8	0.02
	End. yel	400	-	-	80	32	-	-	-	-
YILDIZ Zincir San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	0.2	220	0.044	500	0.1	40	0.008	8	0.002
	End. yel	1.5	-	-	34	0.051	-	-	-	-
YPS Yedek Parça ve Makina San. Tic. Ltd. Şti.	Evsel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	18	-	-	96	1.728	-	-	0.3	0.005
TÜRKA Y Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	10	220	2.2	500	5	40	0.4	8	0.08
	End. yel	175	490	85.75	939	167.825	-	-	-	-
TOPLAM		18618		16300.619		34631.829		162.845		20.087

TABLO III.2.i. Bursa Organize Sanayi Bölgesi Kirillik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
MAKO Elektrik San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	100	220	22	500	50	40	4	8	0.8
	End. yel	400	-	-	249	99.6	-	-	-	-
MASTAŞ Makina Kalıp San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	5	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
	End. yel	20	-	-	1103	22.06	-	-	0.2	0.004
MAYSAN A.Ş.	Evsel	50	220	11	500	25	40	2	8	0.4
	End. yel	90	-	-	*	-	-	-	0.4	0.036
OYAK RENAULT Otomobil Fab. A.Ş.	Evsel	350	220	77	500	175	40	14	8	2.8
	End. yel	700	-	-	1671	1169.7	-	-	2.7	1.89
POLYLEN Sentetik İplik San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	100	220	22	500	50	40	4	8	0.8
	End. yel	455	69	31.395	537	244.335	-	-	-	-
ROBERT-BOSCH Motorlu Araçlar Yan San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	30	220	6.6	500	15	40	1.2	8	0.24
	End. yel	184	-	-	536	98.624	-	-	-	-
SANTRAL Dikiş San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	200	220	44	500	100	40	8	8	1.6
	End. yel	800	76	60.8	245	196	0.5	0.4	0.2	0.16
SİFAŞ Sentetik İplik Fab., A.Ş.	Evsel	165	220	36.3	500	82	40	6.6	8	1.32
	End. yel	2475	1340	3316.5	2135	5284.125	1	2.475	-	-
SKT Yedek Parça ve Makina San. Tic. A.Ş.	Evsel	145	220	31.9	500	72.5	40	5.8	8	1.16
	End. yel	5	-	-	15	0.075	-	-	-	-

TABLO III.2.i. Bursa Organize Sanayi Bölgesi Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOİ5 (mg / lt)	BOİ5 (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
AKSOYLAR Tekstil Tic. ve San. A.Ş.	Evsel	15	220	3.3	500	7.5	40	0.6	8	0.12
	End. yel	1000	163	163	580	580	-	-	-	-
AKTEKS Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	5	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
	End. yel	210	62	13.02	169	35.49	-	-	-	-
BASTAŞ Bursa Ambalaj San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	40	626	25.04	169	49.08	-	-	-	-
BAYKAL Makina San. ve Tic. A.Ş.	Evsel	7	220	1.54	500	10	40	0.28	8	0.056
	End. yel	0.1	-	-	967	0.097	-	-	-	-
BAYRAKTARLAR A.Ş.	Evsel	50	220	11	500	25	40	2	8	0.4
	End. yel	120	-	-	2835	340.2	-	-	0.1	0.012
BİSAŞ Bursa İplik San. A.Ş.	Evsel	73	220	16.06	500	36.5	40	2.92	8	0.584
	End. yel	1265	990	1252.35	1718	2173.27	5.5	6.957	-	-
BURBOYA A.Ş.	Evsel	5	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
	End. yel	20	1126	22.52	1837	36.74	-	-	-	-
BURSA Otocam San. A.Ş.	Evsel	6	220	1.32	500	3	40	0.24	8	0.048
	End. yel	10	868	470	4.7	-	-	-	-	-
CANAL Plastik San. A.Ş.	Evsel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	1.5	-	-	1094	12.581	-	-	-	-

TABLO III.2.i. Bursa Organize Sanayi Bölgesi Kirillik Yüğü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOİ5 (mg / lt)	BOİ5 (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
COŞKUNÖZ Metal Form Makina End. ve Tic. A.Ş.	15	0.2	220	3.3	500	7.5	40	0.6	8	0.12
					446	0.089	-	-	-	-
ETE Mensucat San. ve Tic. A.Ş.	10	590	220	2.2	500	5	40	0.4	8	0.08
			202	119.18	715	421.85	-	-	-	-
HALIFLEKS San. ve Tic. A.Ş.	50	60	220	11	500	25.4	40	2	8	0.4
					35.636	2.138	-	-	-	-
HATEKS Havlu Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	50	500	220	11	500	25	40	2	8	0.4
			2560	1280	2775	1387.5	6.2	3.1	-	-
HATİBAŞ Fantazi İplik San. ve Tic. A.Ş.	5	50	220	1.1	500	2.5	40	0.2	8	0.04
			1540	77	2604	130.2	1.5	0.075	2.4	0.12
İPEKER Tekstil San. ve Tic. A.Ş.	15	2500	220	3.3	500	7.5	40	0.6	8	0.12
			454	1135	1715	4287.5	9.1	22.75	0.1	0.25
İPSAN Tekstil San. ve A.Ş.	100	2000	220	22	500	50	40	4	8	0.8
			401	802	1049	2098	-	-	-	-
KARSAN Otomotiv San. ve Tic. A.Ş.	10	14	220	2.2	500	5	40	0.4	8	0.08
					1072	15.008	-	-	0.3	0.004
KOZABİRLİK İpek Fıatür ve Bükme Fab.	7	540	220	1.54	500	3.5	40	0.28	8	0.056
			5060	2732.402	6620	3574.8	-	-	-	-

TABLO III.2.k. Geçit Köyü Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Eysel	End. yel								
ALTIINBAŞAK Un Fab. A.Ş.	Eysel	1	220	0.22	500	0.5	40	0.04	8	0.008
	End. yel	29	1700	49.3	2892	83.868	-	-	-	-
TEKNİK Malzeme Tic.ve San.. A.Ş.	Eysel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	5	-	-	651	3.255	-	-	-	-
EMEK Yağ San. A.Ş.	Eysel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	790	3170	2504.3	4294	3392.26	1.1	0.869	-	-
HEMTEKS Koll. Şti.	Eysel	4.5	220	0.99	500	2.25	40	0.18	8	0.036
	End. yel	40	605	24.2	1482	59.28	-	-	-	-
TOPLAM		873.5		2579.89		3543.413		1.249		0.076

TABLO III.2.l. Havaalanı Yolu Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Eysel	End. yel								
BAHTIYAR KARABAHTI	Eysel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	15.5	206	3.193	1619	25.094	-	-	-	-
BOYATEKS Tekstil A.Ş.	Eysel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	20	395	7.9	1760	35.2	0.1	0.002	-	-
TOPLAM		36.5		11.313		60.794		0.042		0.008

TABLO III2.m. Yunuseli Köyü Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
AKSTAR (EKSTAR) Tekstil San. A.Ş.	Evsel	12	220	2.64	500	6	40	0.48	8	0.096
	End. yel	150	976	146.4	2232	334.8	0.9	0.135	0.6	0.09
TOPLAM		162		149.04		340.8		0.615		0.186

TABLO III2.n. Mudanya Yolu Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOI ₅ (mg / lt)	BOI ₅ (Kg / G)	KOI (mg / lt)	KOI (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
GIDA Teknolojisi	Evsel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	10	123	1.23	397	3.97	-	-	-	-
KAFKAS Pasta Şekerleme REMZİ SÖZEN	Evsel	8	220	1.76	500	4	40	0.32	8	0.064
	End. yel	8	680	5.44	1111	8.888	-	-	-	-
ÜNAL Boyahanesi	Evsel	2	220	0.44	500	1	40	0.08	8	0.016
	End. yel	48	665	31.92	4125	198	0.9	0.043	-	-
TOPLAM		78		41.23		216.858		0.523		0.056

TABLO III.2.o. Çeltik Köyü Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOİ ₅ (mg / lt)	BOİ ₅ (Kg / G)	KOİ (mg / lt)	KOİ (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
GÜÇLÜ Boyahanesi	Evsel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	21.5	1305	28.057	2872	61.748	0.4	0.009	-	-
TOPLAM		22		28.167		61.998		0.029		0.004

TABLO III.2.ö. Beşevler Köyü Kirlilik Yükü

Kuruluşun Adı	Atıksu Debisi (m ³ / G)		BOİ ₅ (mg / lt)	BOİ ₅ (Kg / G)	KOİ (mg / lt)	KOİ (Kg / G)	N (mg / lt)	N (Kg / G)	P (mg / lt)	P (Kg / G)
	Evsel	End. yel								
AHMET SERT Sert Boya ve Apre San. A.Ş.	Evsel	0.5	220	0.11	500	0.25	40	0.02	8	0.004
	End. yel	19.5	310	6.045	1056	20.592	-	-	-	-
ANT Tekstil A.Ş.	Evsel	3.5	220	0.77	500	1.75	40	0.14	8	0.028
	End. yel	20	72	1.44	394	7.88	1.9	0.038	0.3	0.006
PALA Kauçuk ve Lastik Kap. San. A.Ş.	Evsel	2.5	220	0.55	500	1.25	40	0.1	8	0.02
	End. yel	2	-	-	28	0.056	-	-	-	-
TOPLAM		48		8.915		31.778		0.298		0.058

III.3.1. Toplam Atıksu Yükleri ve Deşanj Yerleri

Nilüfer Çayı'na yapılan atıksu girişleri ve nehir kolu bağlantıları Şekil III. .1'de verilmektedir. Modelleme çalışması için nehir 12 kısma (reach) ayrılmıştır. Her kısma gelen atıksu yükleri ve yerleri aşağıda belirtilmektedir.

. Beşevler Köyü, Havaalanı Yolu ve Orhaneli Yolu üzerindeki sanayilerin atıksuları 043 su kalite istasyonundan hemen sonra Nilüfer Çayı'na verilmektedir (1. kısım)

Atıksu Debisi : 0,00121 m³/s

BOİ₅ Yüğü: 35,68 Kg/G

Toplam-N Yüğü : 1,068 Kg/G

. Bursa şehri içindeki sanayilerin atıksularını ve evsel atıksuları yoğun bir şekilde içeren Soğanlıdere 2. kısmın başından itibaren Nilüfer Çayı'na katılmaktadır. Atıksu yükleri Soğanlıdere üzerindeki 044 su kalite istasyonu ile karakterize edilmektedir.

Atıksu debisi : 0,945 m³/s

BOİ₅ yüğü : 13.472 Kg/G

Toplam - N Yüğü : 263,72 Kg/G

. Küçükbalıklı ve Tabakhaneler bölgelerindeki sanayilerin atıksuları 045 su kalite istasyonundan sonra Nilüfer Çayı'na deşanj edilmektedir (3. kısım)

Atıksu Debisi : 0,00328 m³/s

BOİ₅ Yüğü :108,88 Kg/G

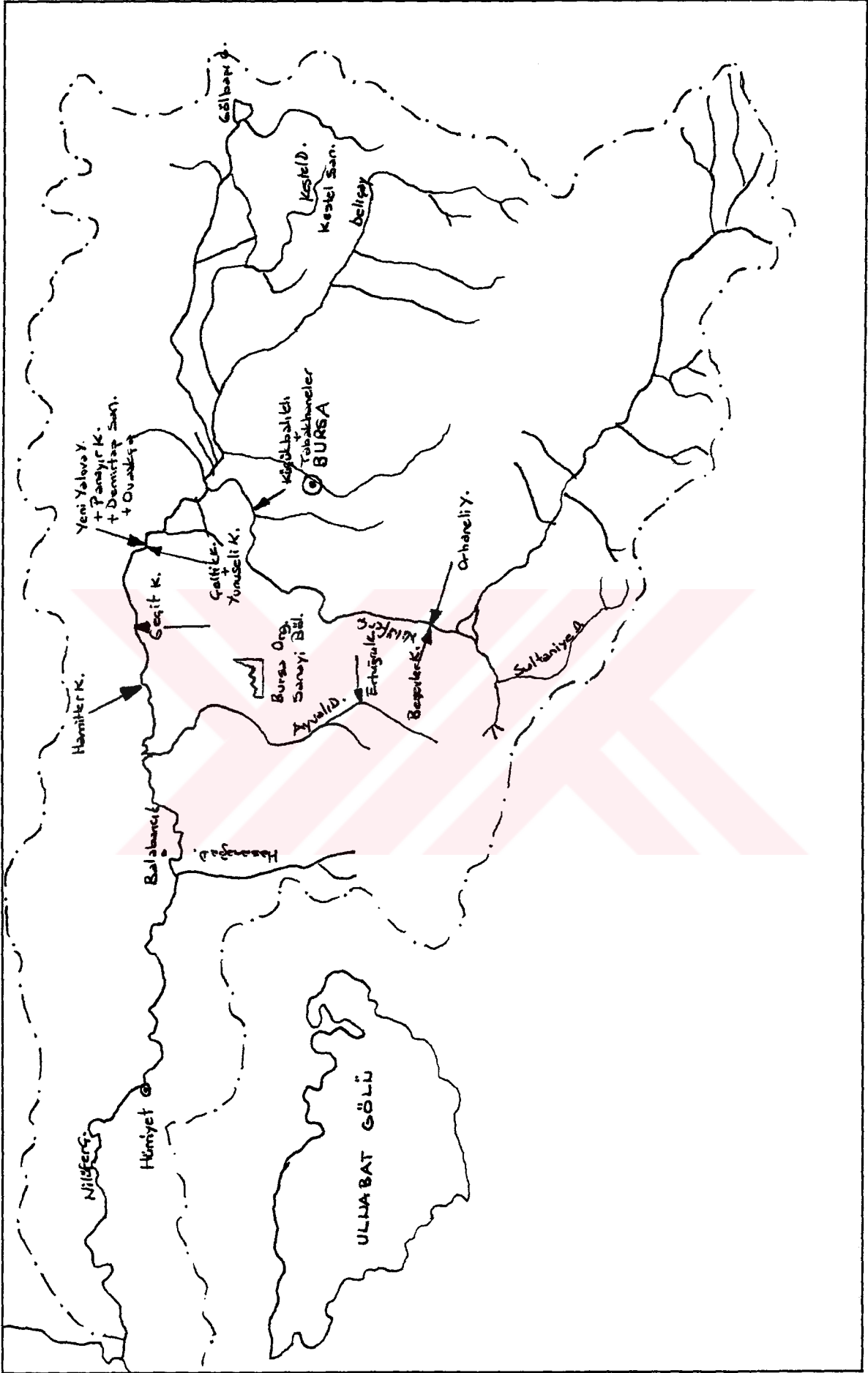
Toplam - N Yüğü : 1,307 Kg/G

. Nilüfer Çayı'nın doğusundaki Kelkesen, Kestel Dereleri gibi kanal ağlarının birleştiği ana tahliye kanalı bağlantısının atıksu yükleri, 040 su kalite istasyonu ile temsil edilmektedir

Atıksu Debisi : 0,425 m³/s

BOİ₅ Yüğü : 1799,28 Kg/G

Toplam-N Yüğü : 64,627 Kg/G



ŞEKİL III. 4-Nilüfer Çayı'na Yapılan Atıksu Girişleri.

.Demirtaş Sanayi Bölgesi, Yeni Yalova Yolu üzerindeki ve Yunuseli,Panayır, Çeltik, Ovaakça köyleri içindeki sanayilerin atıksuları 6. kısmın başından Nilüfer Çayı'na verilmektedir.

Atıksu Debisi : 0.0149 m³/s

BOİ₅ Yüğü : 2148,604 Kg/G

Toplam-N Yüğü : 5,896 Kg/G

.Hamitler Köyü içindeki sanayilerin atıksuları Geçitköy'den önce 8. kısımda Nilüfer Çayı'na ulaşmaktadır.

Atıksu Debisi : 0.005 m³/s

BOİ₅ Yüğü : 27,045 Kg/G

Toplam-N Yüğü : 0,503 Kg/G

. Geçit Köyü ve Mudanya Yolu üzerindeki sanayilerin atıksuları Geçit Köyü yakınlarından Nilüfer Çayı'na verilmektedir.

Atıksu Debisi : 0,0101 m³/G

BOİ₅ Yüğü : 2580 Kg/G

Toplam-N Yüğü : 1,249 Kg/G

. Ayvalı Deresi 10. kısmın başından itibaren Nilüfer Çayı'na katılmaktadır. Bursa Organize Sanayi Bölgesi, Ertuğrul Köyü'nde bulunan sanayiler ve Balıkesir Yolu üzerindeki sanayilerin atıksularınıyoğun bir şekilde içeren Ayvalıderesi'nin Nilüfer Çayı'na verdiği kirlilik 047 su kalite istasyonu ile karakterize edilmektedir. Bu su kalite istasyonundan Nilüfer Çayı'na kadar olan mesafe ihmal edilmiştir.

Atıksu Debisi : 1,431 m³/s

BOİ₅ Yüğü : 8667,052 Kg/G

Toplam- N Yüğü : 422,84 Kg/G

. Hasanağa Deresi 12. kısmın başından itibaren Nilüfer Çayı'na katılmaktadır. Bu dereye hiçbir atıksu girişi yoktur. Hasanağa Deresi üzerinde akım gözlem istasyonu bulunduğu halde su kalite istasyonu bulunmamaktadır.

Atıksu Debisi : 1,98 m³/s

BOİ₅ Yüğü : 256,608 Kg/G

Toplam-N Yüğü : 71,85 Kg/G

III.4. Nilüfer Çayı'nın Su Kalitesi:

Nilüfer Çayı, sıvı atıkların Bursa dışına ve çevredeki alanlara transfer edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Hem endüstriyel hem de evsel atıksular arıtılmaksızın nehre verilmekte, buna paralel olarak da su kalitesi hergeçen gün düşmektedir.

Su kalitesi ile ilgili incelemelerde 1979'dan beri bu nehir üzerinde incelemelerini sürdüren Devlet Su İşleri'nin (DSİ) su kalite gözlemlerinden yararlanılmıştır.

Nilüfer Çayı ve kolları üzerinde DSİ tarafından belirlenmiş su kalite istasyonları Tablo III. 3'de verilmektedir. Ayrıca bu su kalite istasyonları Şekil III. 2'de toplu halde görülmektedir.

DSİ'nin Nilüfer Çayı'nın su kalitesi izleme prosedürüne göre bu su kalite istasyonları genel olarak üç gruba ayrılabilir. Birinci grup, dağdaki su kalitesi izleme istasyonlarını oluşturur ve içmesuyunun kalitesinin izlenmesi amacıyla oluşturulmuşlardır. Böylece Doğancı Barajı'na su girişleri kontrol edilmektedir. 042, 102, 103, 104, 105, 106 numaralı su kalite istasyonları bu gruptadır. Ayrıca 001 ve 041 su kalite izleme istasyonları da Doğancı Barajı girişinde ve baraj ortasındaki suların kalitesini izlemek amacıyla oluşturulmuştur.

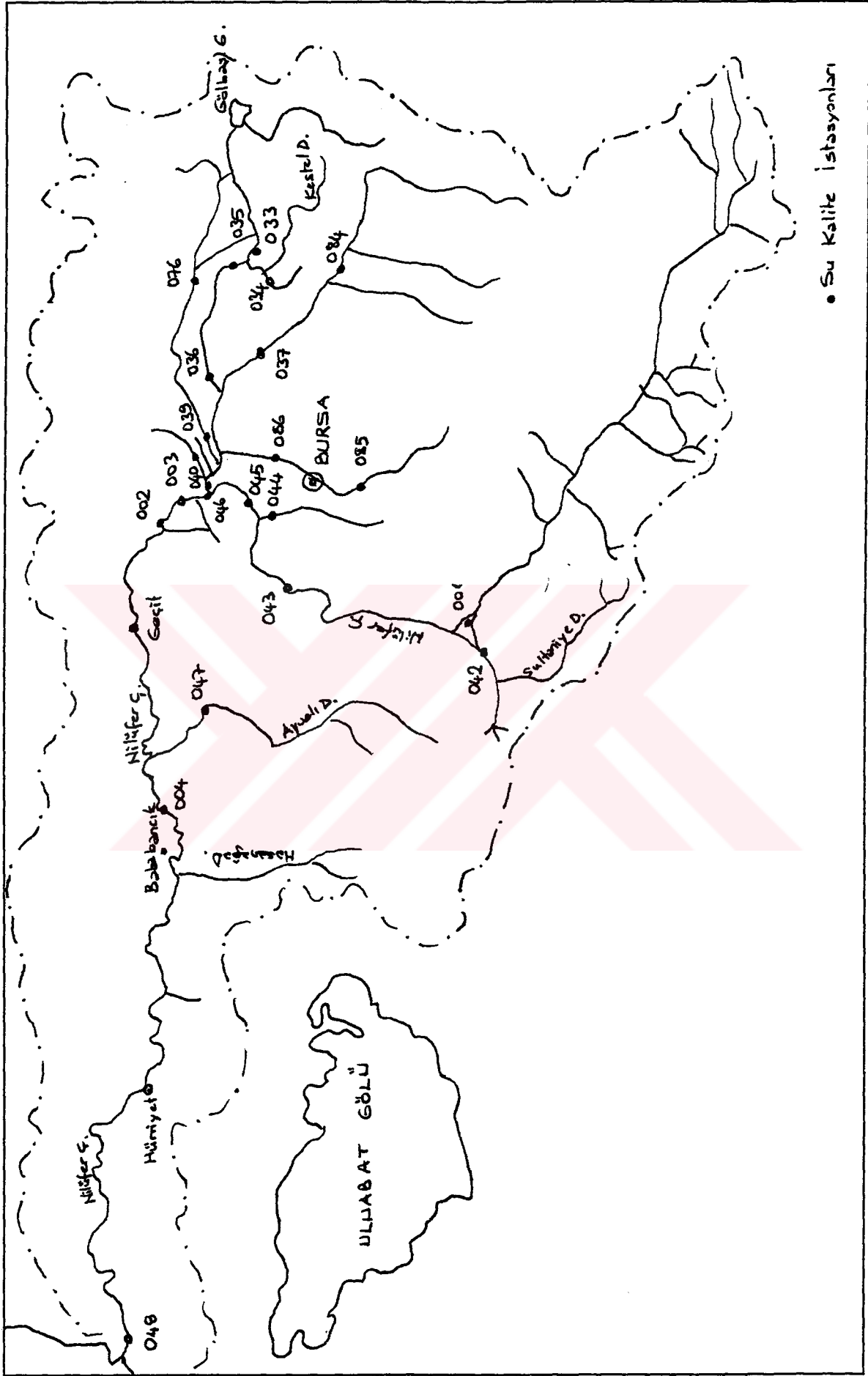
İkinci grup Nilüfer Çayı'nın membasındaki su kalite istasyonlarını oluşturur. Mansaba inildikçe özellikle Bursa kanalizasyonu nedeniyle Nilüfer Çayı'nın su kalitesinin hızla düştüğü görülmektedir. Bu gruba 043 ve 045 su kalite istasyonları örnek olarak verilebilir. 043 su kalite istasyonu Bursa şehrinin membasında bulunduğundan kirlilik bakımından nispeten temizdir. Fakat 044 su kalite istasyonu ile temsil edilen ve kanalizasyon atıksularını yoğun bir şekilde içeren Soğanlıdere karışımından sonraki 045 su kalite istasyonunda kirlilik seviyesi kış mevsiminde dahihad safhaya ulaşmaktadır.

Üçüncü grup Nilüfer Çayı'nın mansabındaki su kalite istasyonlarını oluşturur. Gerek doğudan gelen tahliye kanal ağlarının birleşmesi, gerekse yoğun endüstriyel

TABLO III. 3.-Nilüfer Çayı Üzerindeki DSİ Su Kalite Gözlem İstasyonları

İSTASYON		DEŞARJA UZAKLIK (km.)	ÖLÇÜM YAPILAN YILLAR
NO	İSMİ		
03-001	Nilüfer Çayı - Doğanlı Barajı	133.3	1979-1990
03-002	Nilüfer Çayı - Dereçavuş	91.8	1979-1990
03-004	Nilüfer Çayı - Göbelye	69	1979-1990
03-033	Kestel Deresi -Bursa Eskişehir Karayolu	126.7	1984-1990
03-034	Karasudere - Kestel D.'ne Kar. dan Önce	125.5	1984-1990
03-035	Cenup Kanalı - Kestel D.'ne Kar. dan Önce	125	1984-1990
03-036	Cenup Kanalı - Kestel D.'ne Kar. tan Sonra	124	1984-1990
03-037	Deliçay -İsabey Köyü Çıkışı	118	1984-1990
03-038	Deliçay - Demirtaş Yolu I. Köprü	109.7	1984-1990
03-039	Ana Tahliye Kanalı - II. Köprü	109.8	1984-1990
03-040	Panayır Deresi - Gemlik Yolu Köprüsü	107.7	1984-1990
03-041	Doğanlı Barajı -Rezervuar Ortası	134.1	1984
03-042	Sultaniye Deresi - Nilüfer Çayı'na Kar. Önce	138.7	1984-1990
03-043	Nilüfer Çayı - Abdal Murat Köprüsü	117.5	1984-1990
03-044	Soğanlıdere - Nilüfer Çayı'na Kar. Önce	111.4	1984-1990
03-045	Nilüfer Çayı - Soğanlıdere Kar. Sonrası	111.3	1984-1990
03-046	Nilüfer Çayı -Panayır Dere Kar. Sonrası	106.1	1984-1990
03-047	Ayvalıdere - Nilüfer Çayı'na Kar. Önce	76	1984-1990
03-048	Nilüfer Çayı - Simav Çayı'na Kar. Önce	15.5	1984-1990
03-076	Ana Tahliye Kanalı - Sermeköy Girişi	125.3	1986-1990
03-084	Deliçay - Memba Karayolu Köprüsü	121.4	1985-1990
03-085	Gökdere - Memba	119.7	1986-1990
03-086	Gökdere - Mansap	113	1986-1990
03-098	Nilüfer Çayı - Ayvalı Deresi Memba	73.9	1986-1990
03-099	Nilüfer Çayı - Hürriyet	34.4	1986-1990
03-102	Nilüfer Çayı - Gavuroldu Dere		1986-1990
03-103	Nilüfer Çayı - Örendere Mansap	136.5	1986-1990
03-104	Nilüfer Çayı - Madendere Mansap	138.2	1986-1990
03-105	Nilüfer Çayı - Karandere Sonrası	144.6	1986-1990
03-106	Nilüfer Çayı - Şeytanköy Deresi Mansap	143.1	1986-1990
03-107	Nilüfer çayı -Köydere Mansap	140.2	1986-1990

kirlenme nedeniyle bu su kalite istasyonlarında su kalitesi oldukça düşmektedir. Bu gruba 046, 002, 004 ve 048 numaralı su kalite istasyonları örnek olarak gösterilebilir. 047 su kalite istasyonu özellikle Bursa Organize Sanayi Bölgesi atıksularını içerdiği için Ayvalı Dresi'nin Nilüfer Çayı'na verdiği kirliliği ifade etmektedir. 048 numaralı su kalite istasyonu Simav Çayı'na karışmadan önceki son istasyon olduğu için Nilüfer Çayı'nın Simav Çayı'na verdiği nihai kirlilik bu noktada belirlenebilir.



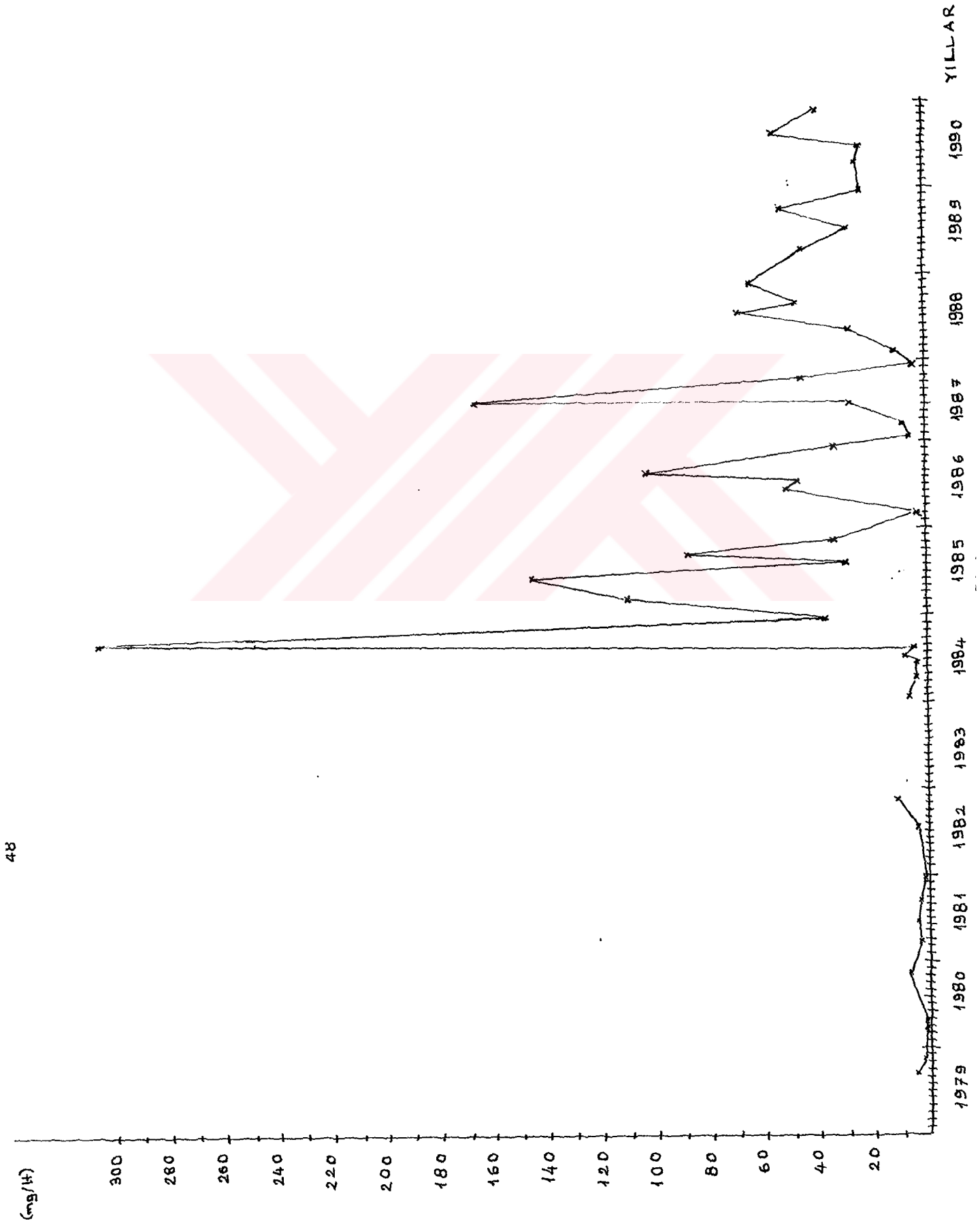
ŞEKİL III.2a- Nilüfer Çayı Havzası İçindeki Su Kalite İstasyonları

Yukarıda sözü geçen su kalite istasyonlarından 002, 004 ve 048 kirlilik ve mevki açılarında önem arz etmektedir. Bu nedenle, 1979-1990 yılları arasında BOI, ÇO ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u parametrelerinin bu istasyonlardaki değişimleri incelenmiştir. Şekil III.2b, Şekil III.2c ve Şekil III.2d, 002 su kalite istasyonundaki BOI, ÇO ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u parametrelerinin aldığı değerleri ifade etmektedir. Şekil III.2e, Şekil III.2f ve Şekil III.2g, 004 su kalite istasyonunda aynı parametrelerin aldığı değerleri göstermektedir. Şekil III.2h, Şekil III.2i ve Şekil III.2j de 048 su kalite istasyonundaki durumu göstermektedir.

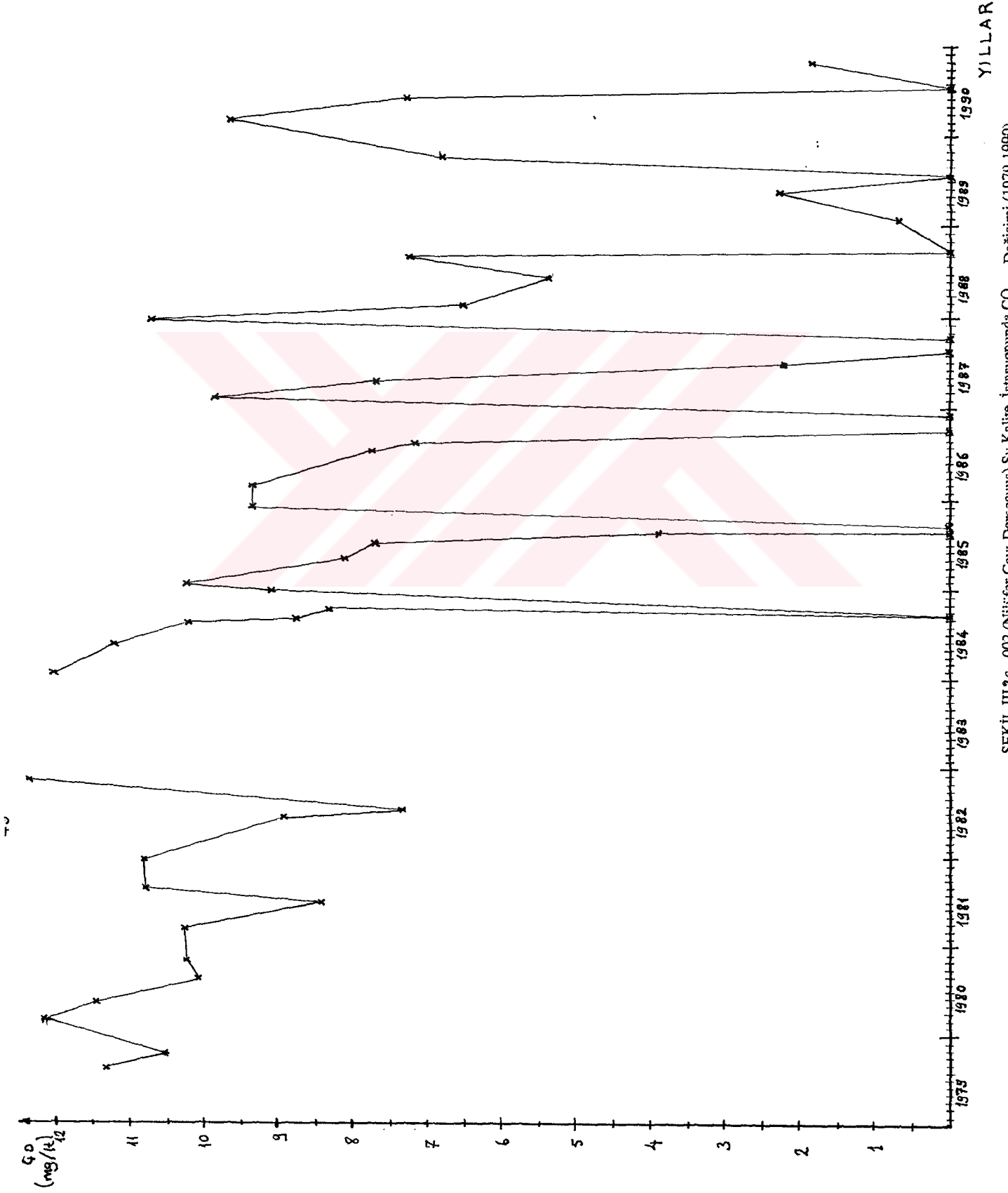
Diyagramlar incelendiğinde her üç istasyonda da bu üç parametre için yüksek değerler görülmektedir. Yıllar geçtikçe, şehrin endüstriyel gelişimine paralel olarak su kalitesinin gittikçe düştüğü görülmektedir.

002 istasyonunda 1984 yılı eylül ayında görülen yüksek BOI değeri (306 mg/lt), bu sırada bir endüstriyel tesisten yapılan ani bir deşarjı göstermektedir. Aynı şekilde 1985 yılının ağustos ayında gözlenen yüksek $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u (169.91 mg/lt) değeri aynı sebepten kaynaklanmaktadır. Genel olarak bakıldığında, bu istasyonda 1979'dan 1984 yılına kadar kirlilik düşük bir seviyede iken, 1984 yılından itibaren önemli derecede artış göstermiştir. 1985 yılı ağustos ve eylül aylarında $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u konsantrasyonu 11 yıllık süre içinde maksimum seviyeye ulaşmıştır. Bu istasyonda 1983 yılından itibaren kirliliğin had safhaya ulaştığı görülmektedir.

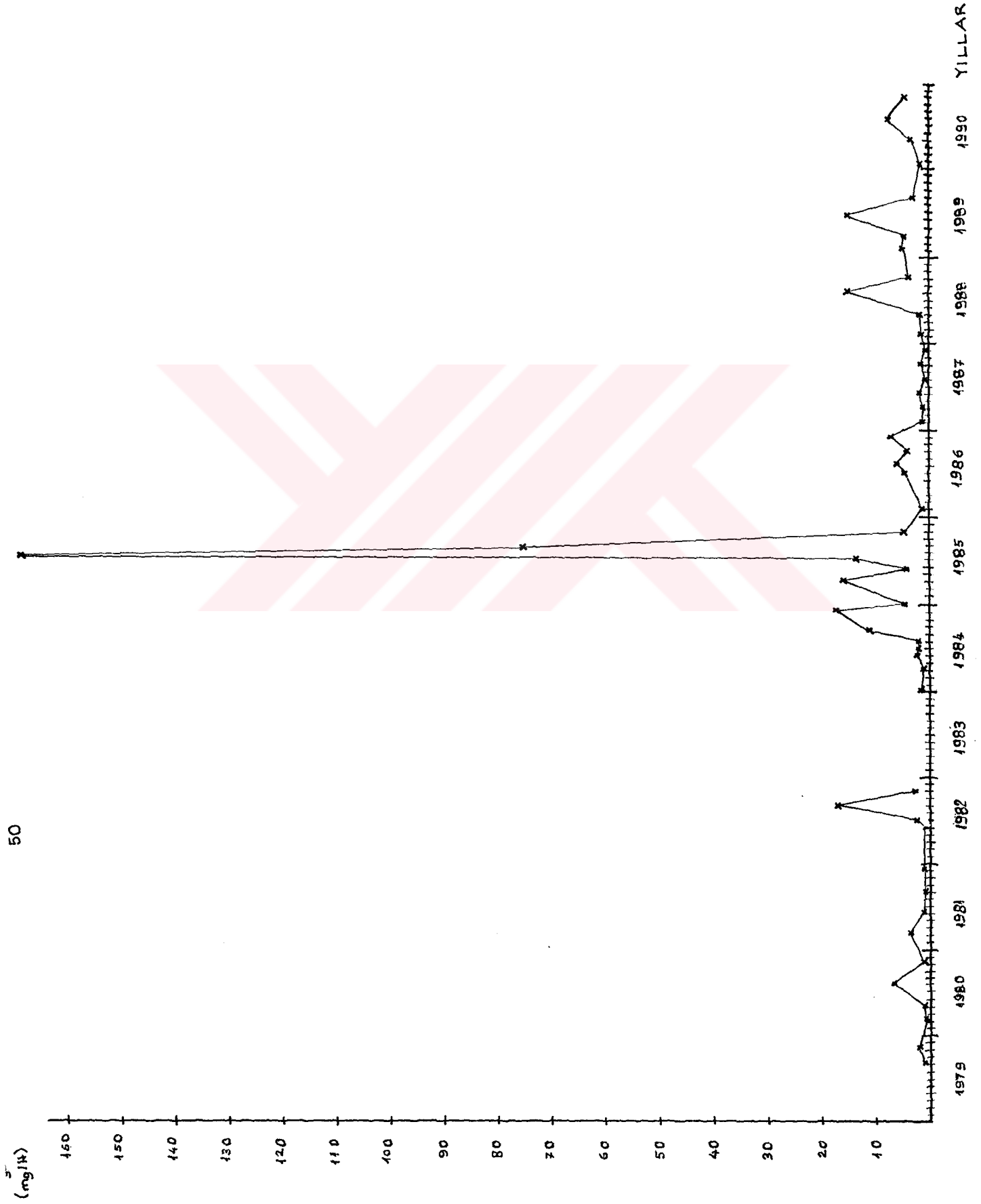
048 istasyonunda su kalitesi gözlemlerine 1984 yılında başlanmıştır. 1985 mayıs ayındaki çok yüksek BOI ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u konsantrasyonlarından görüldüğü gibi, bu istasyonda da kirlenme her geçen gün artmaktadır. Son yıllarda bu su kalite istasyonlarında ölçülen değerler, yoğun bir kirliliği göstermektedir. Bu nedenle, acil olarak tüm endüstrilere arıtma alternatifleri uygulanmalıdır.



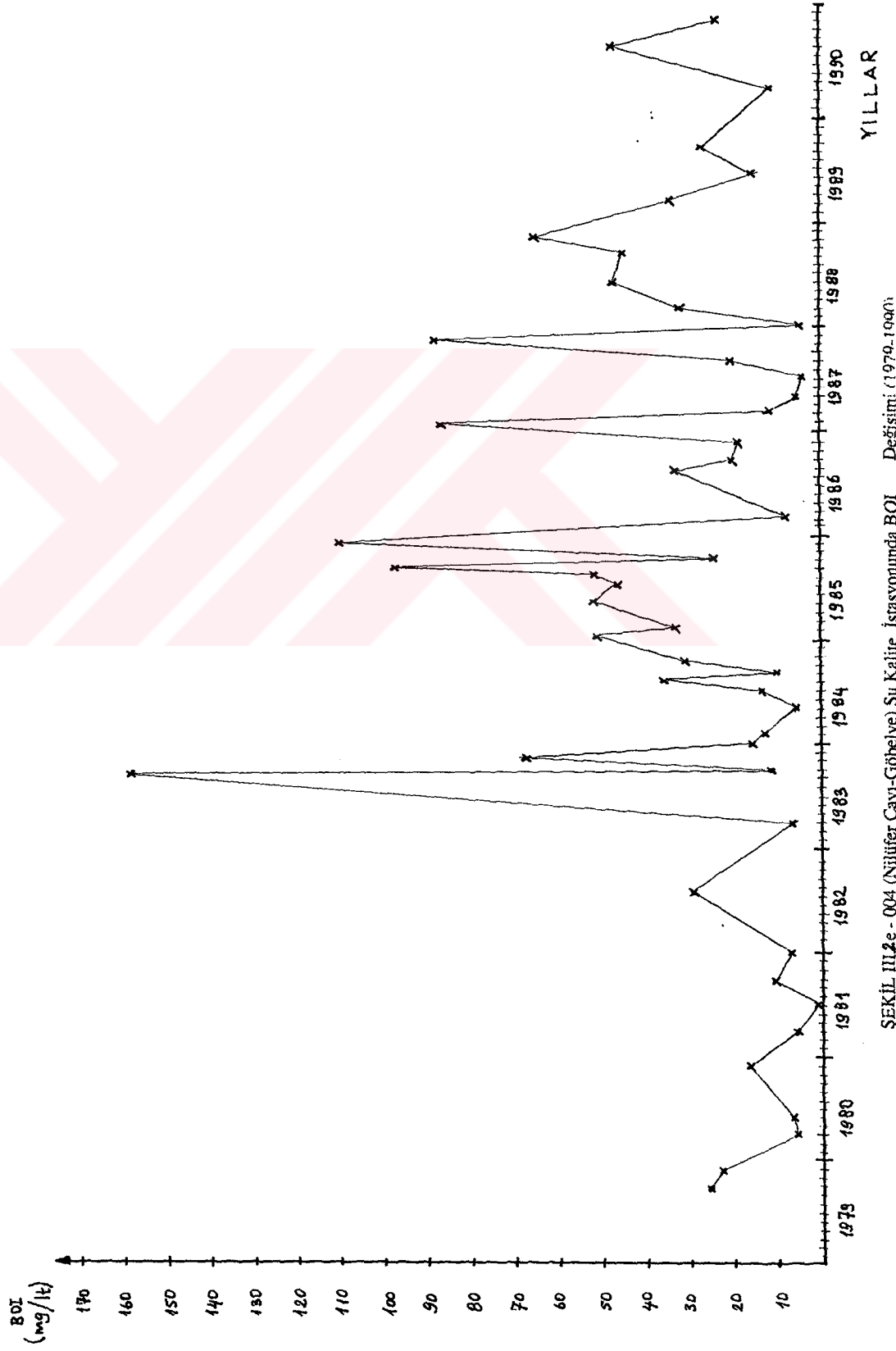
ŞEKİL III.36 - 002 (Nihüfer Çayı-Dereçavuş) Su Kalite İstasyonunda BOI Değişimi (1979-1990)

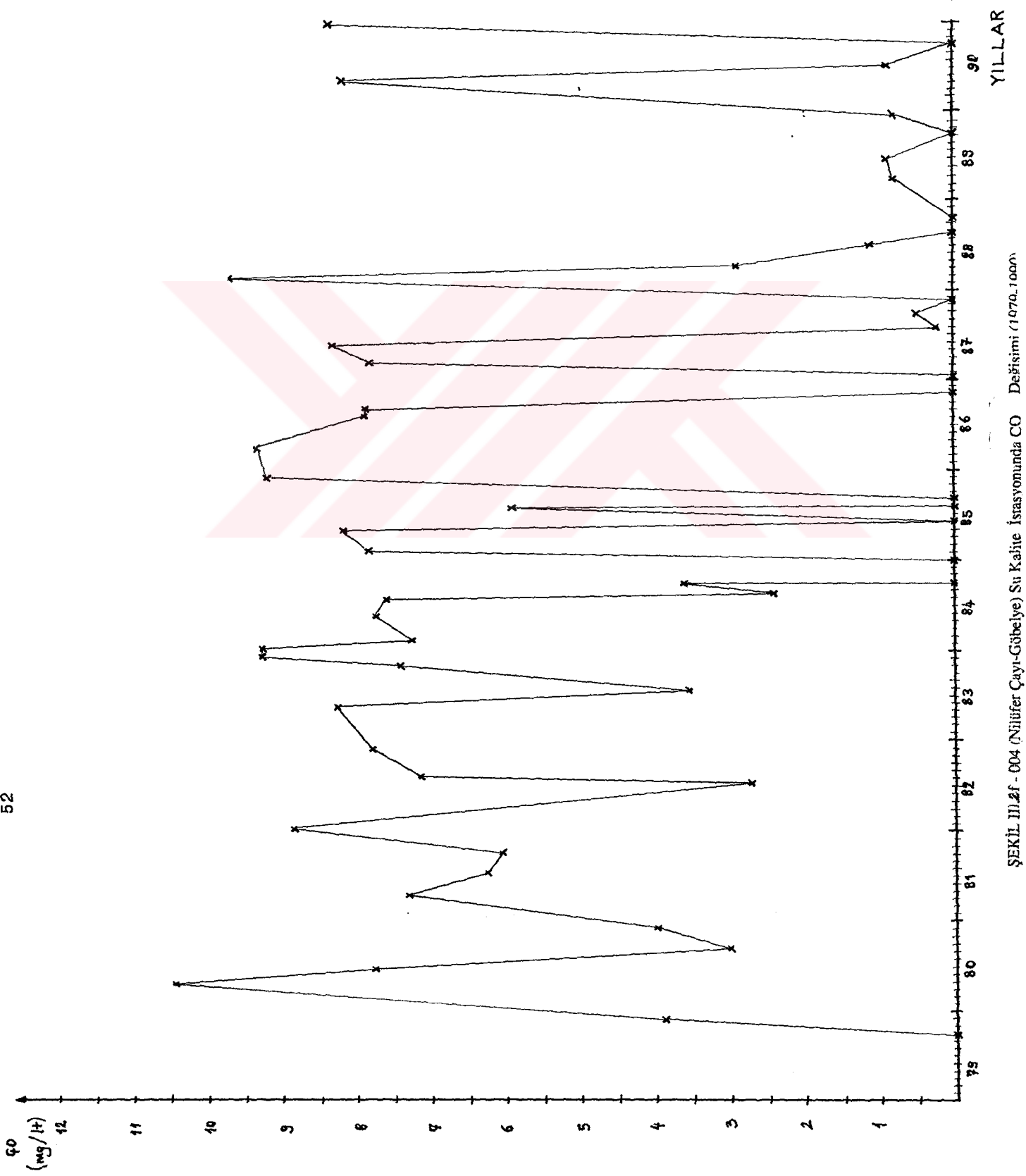


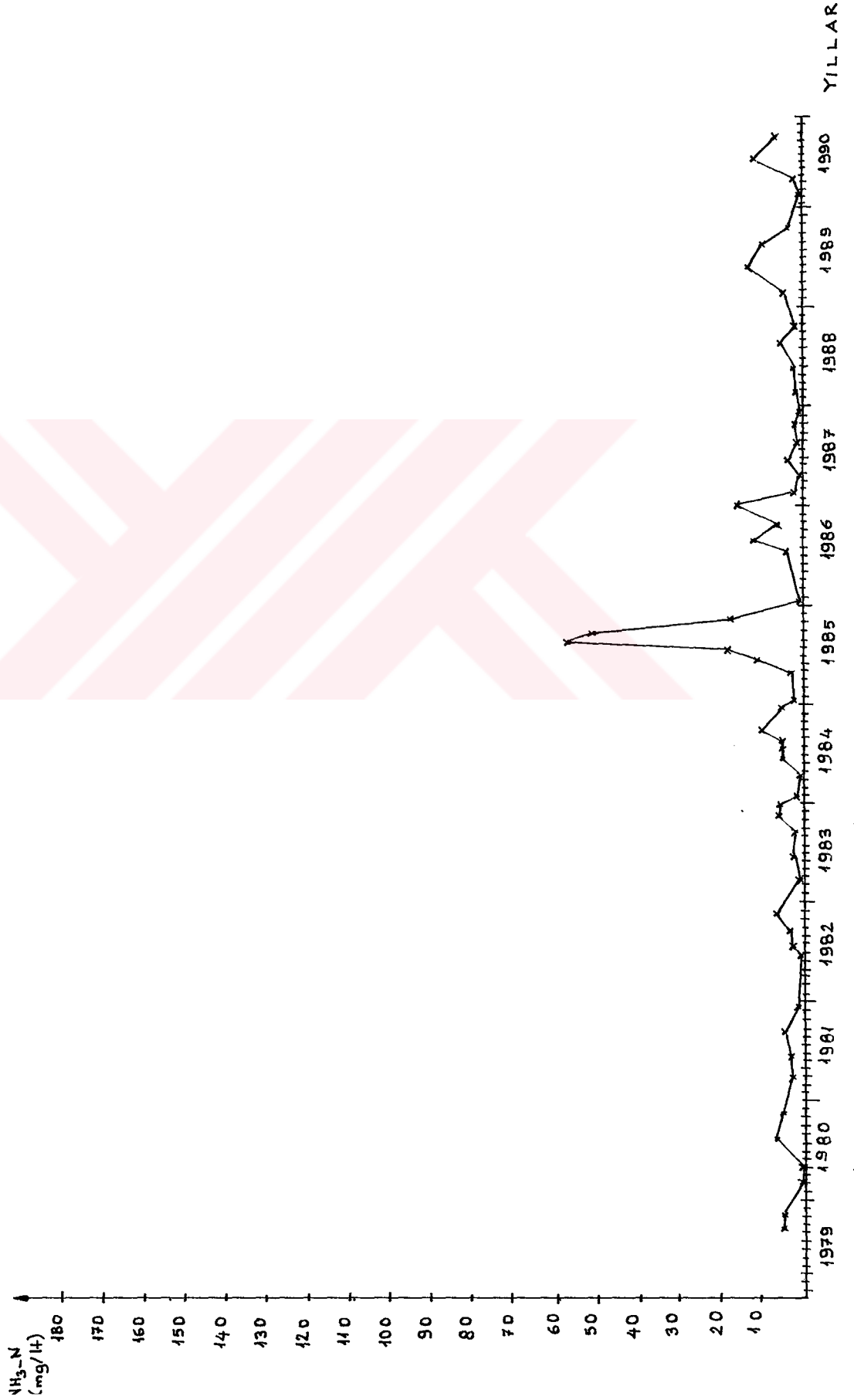
ŞEKİL III.2c - 002 (Nüfeler Çayı-Dereçavuş) Su Kalite İstasyonunda ÇO Değişimi (1979-1990)



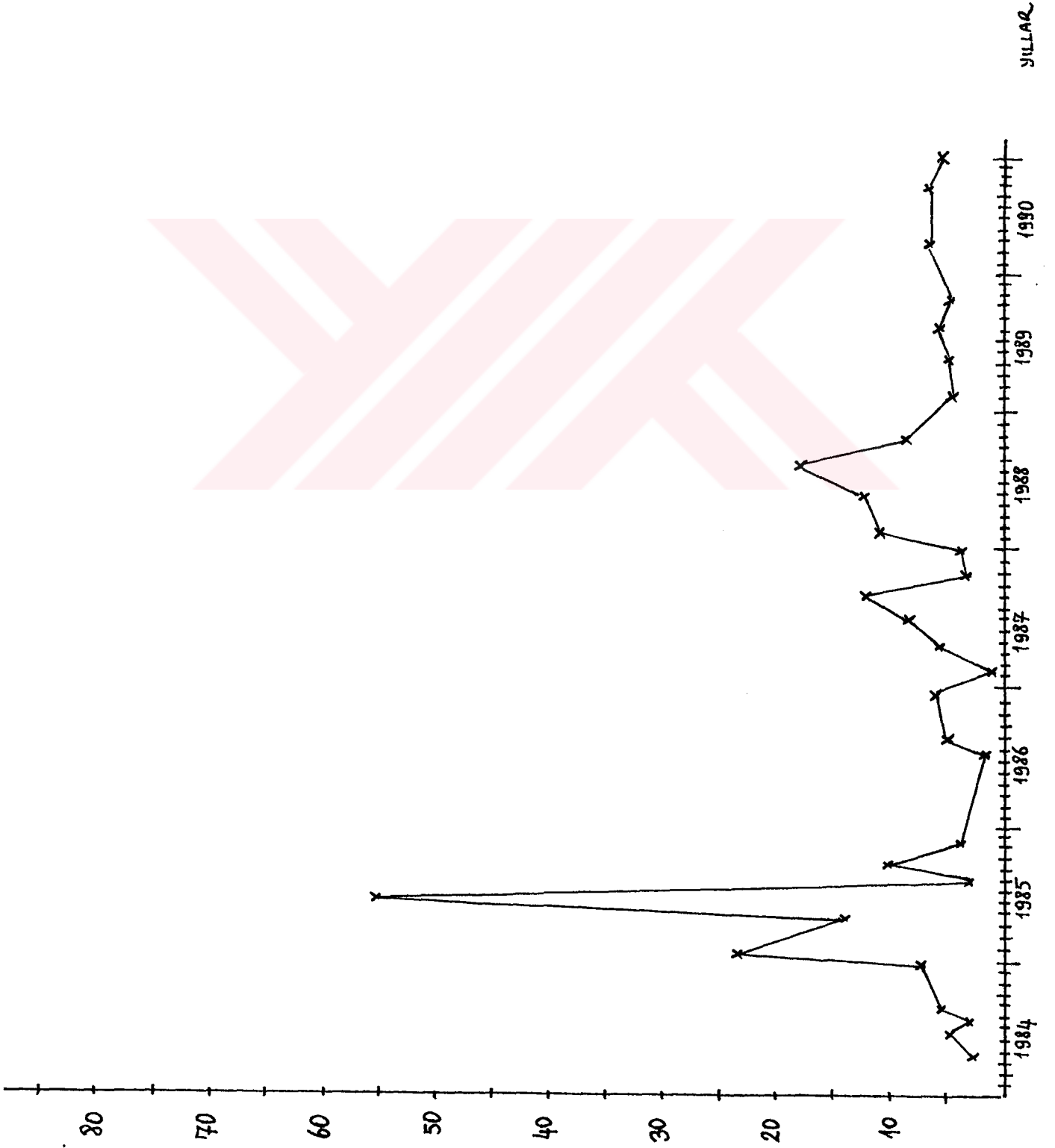
SEVİN İYİTAŞ GÖZ GÖRÜŞÜ



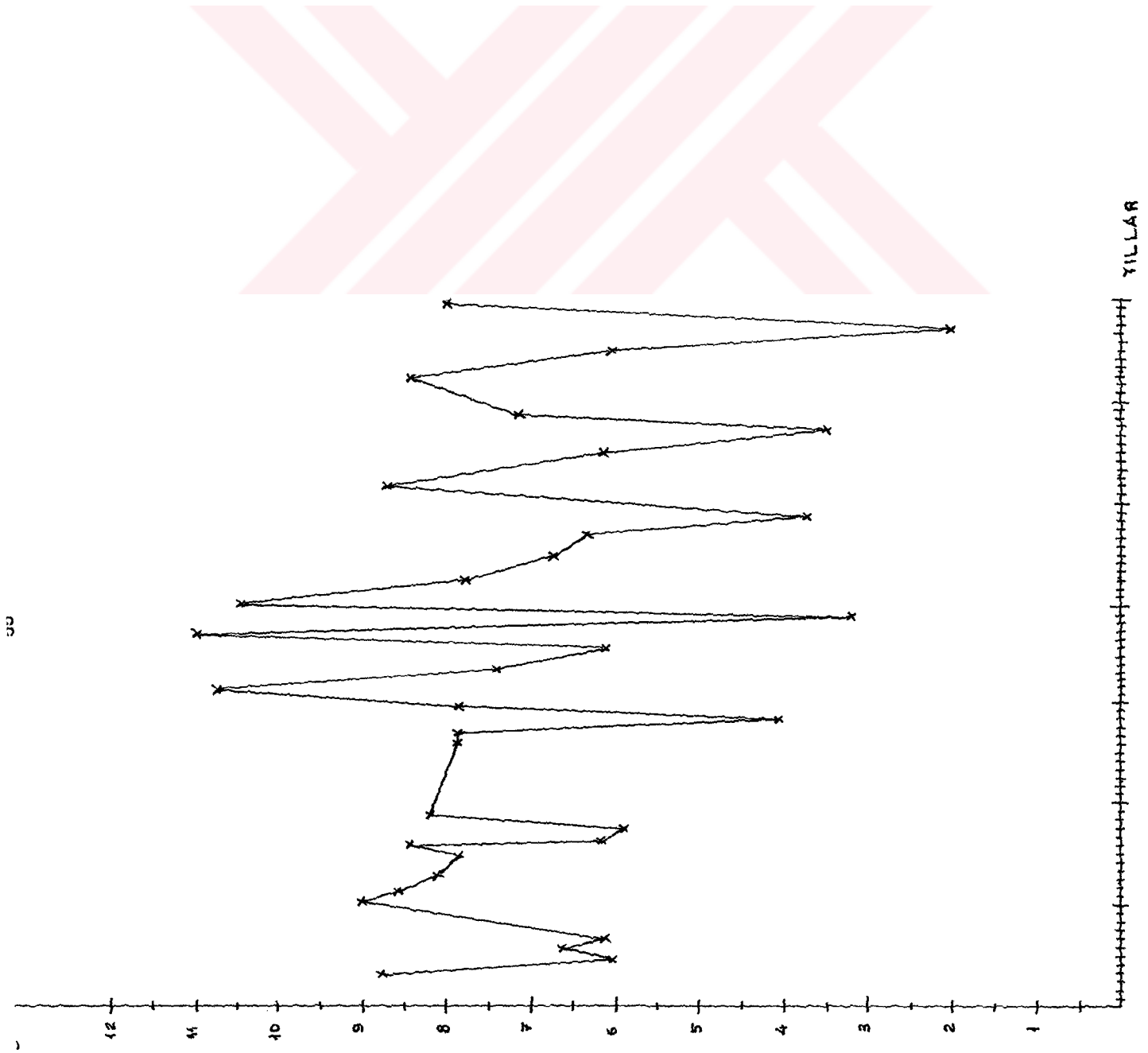




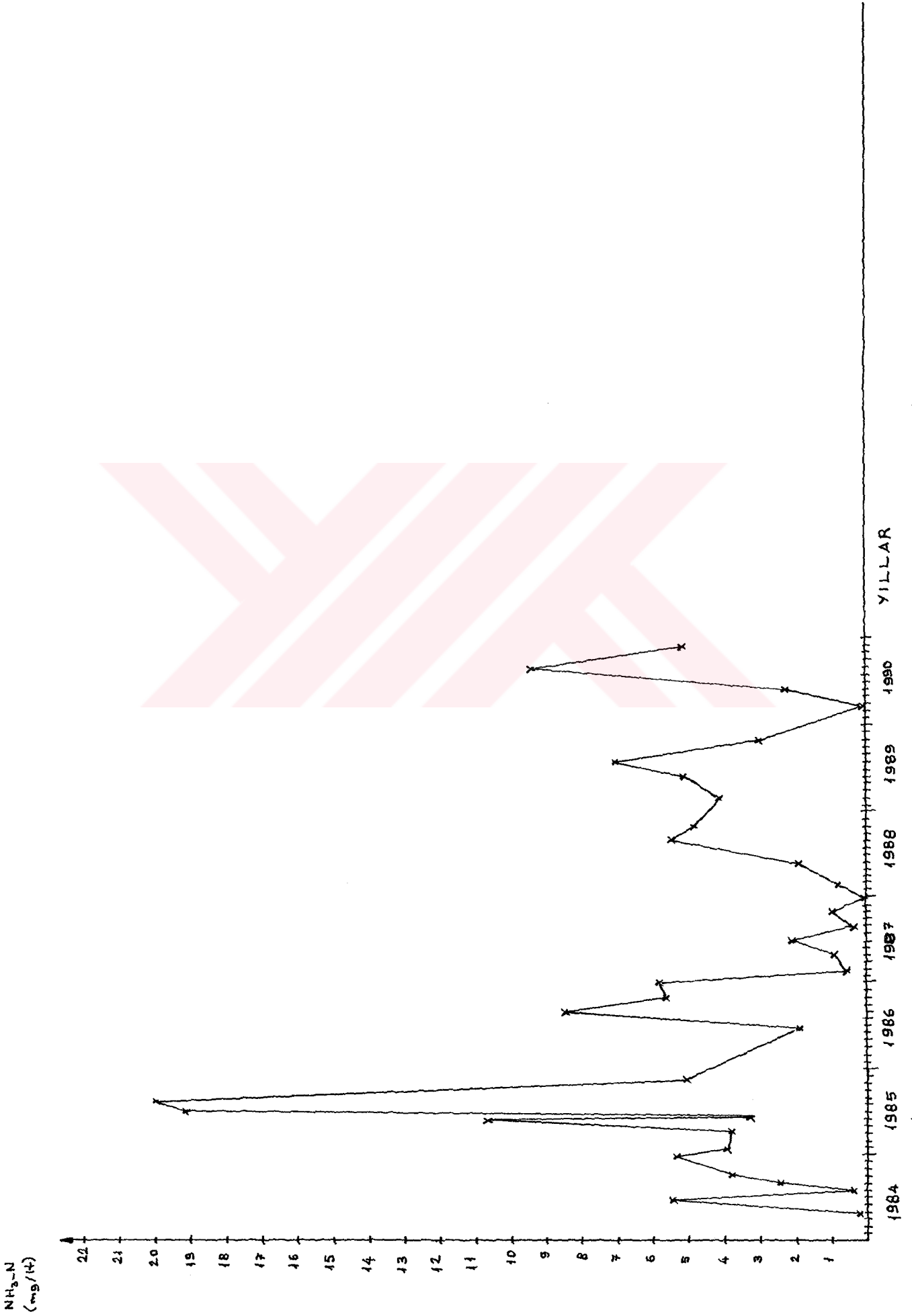
ŞEKİL III.4e - 004 (Nilüfer Çayı-Göbeyle) Su Kalite İstasyonunda $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u



ŞEKİL III.2h - 048 (Nilüfer Çayı-Simav Çayı'na Karışmadan Önce) Su Kalite İstasyonunda BOI Değişimi (1984-1990)

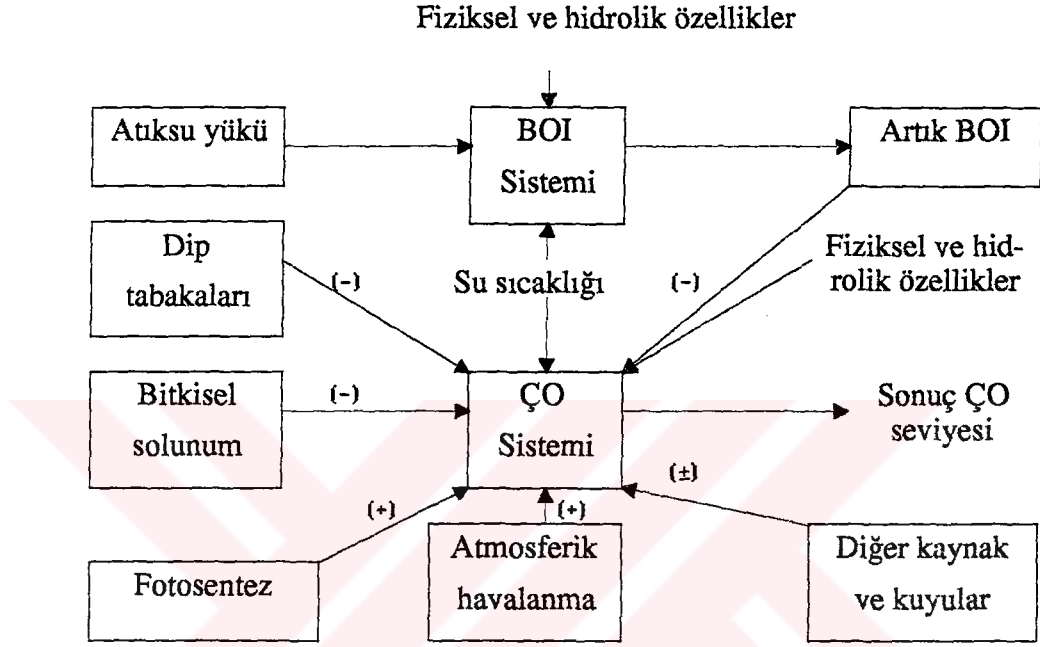


ŞEKİL III/41 - 048 (Nüfifer Çavuş Simay Çavuşoğlu) YILLAR



BÖLÜM IV - BOI-ÇO KİNETİĞİ

IV.1. BOI-ÇO Sistemi :

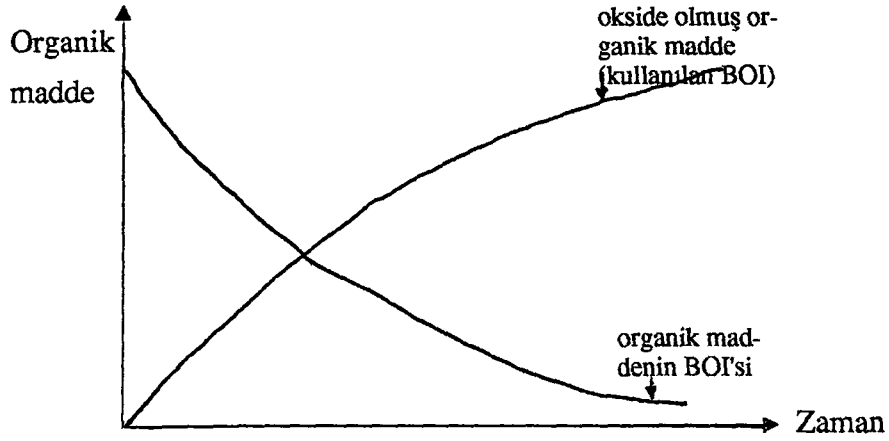


ŞEKİL IV.1 - BOI-ÇO Sistemi.

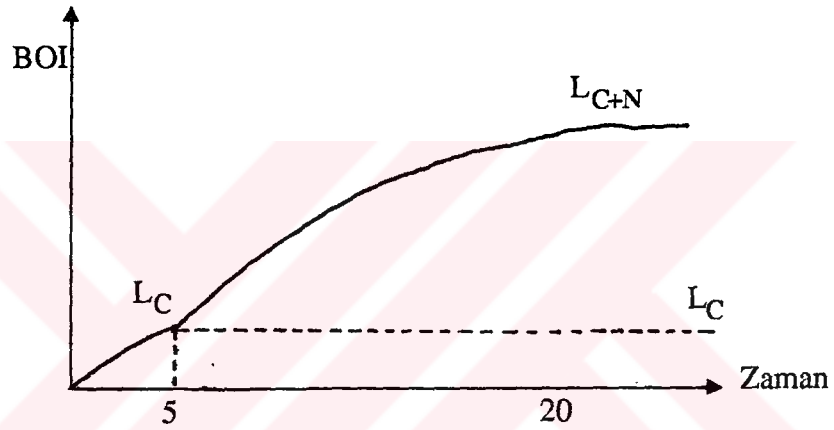
Nehir sistemine atıksularla gelen organik maddeler mikroorganizmalar tarafından biyolojik olarak ayrıştırılırlar. Bu ayrışma sırasında, solunumları için oksijene ihtiyaç duyarlar ve bu gereksinimlerini nehirdeki mevcut oksijenden karşılarlar. Böylece, nehirin çözülmüş oksijen(ÇO) konsantrasyonu düşmeye başlar. Bu mekanizma, biyokimyasal oksijen ihtiyacı olarak anılır. BOI ve ÇO arasında tersine bir ilişki vardır. BOI arttıkça, yani su bünyesine giren organik madde arttıkça, mikroorganizmaların organik maddeleri ayrıştırmaları sonucu, nehrin ÇO seviyesi düşmeye başlar. Buna karşılık, havadan oksijen kazanılması sonucu da ÇO artmaya başlar. Eğer organik madde miktarı çok fazla ise oksijen giderme oranı, oksijen kazanma oranından büyük olduğu için ÇO konsantrasyonu düşmeye devam eder.

Yukarıda sözü geçen BOI-ÇO mekanizması Şekil IV.1'de, organik madde-BOI ilişkisi Şekil IV.2a'da, karbonlu ve azotlu maddelerin ayrışması da Şekil IV.2b'de

verilmektedir.

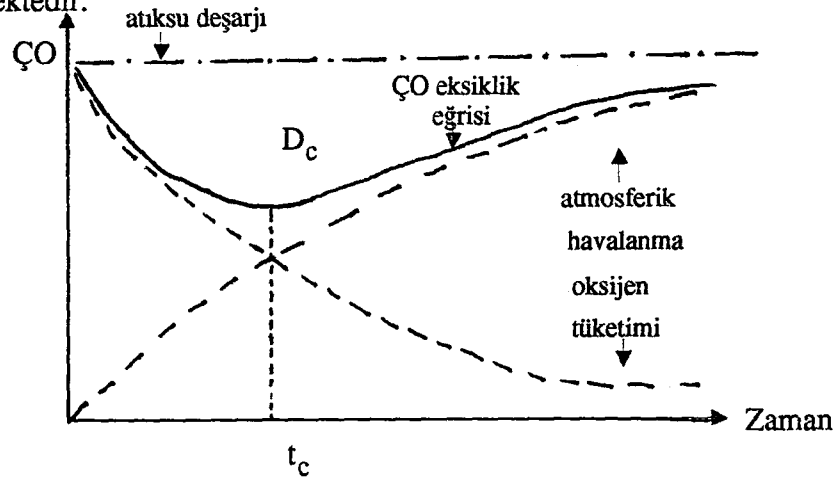


ŞEKİL IV.2a - Organik Madde -BOİ ilişkisi



ŞEKİL IV.2b - 1. ve 2. kademe BOİ.

Verilen bir atıksu yükü ile nehirdeki ÇO seviyesinin değişimi de Şekil IV.2c'de gösterilmektedir.



ŞEKİL IV.2c - ÇO eksikliği eğrisi (Kaşık eğrisi).

Oksijen tüketimi, atmosferden oksijen kazanımı ile ÇO eksikliği şu şekilde ifade

edilebilir:

$$\frac{dD}{dt} = K_d L - K_a D \quad (4.2.1)$$

D: Çözünmüş oksijen eksikliği veya doygunluk konsantrasyonu ile t anındaki konsantrasyon arasındaki fark [ML⁻³]

K_d: Oksijen tüketim hız katsayısı [T⁻¹]

K_a: Havadan oksijen kazanma hız sabiti [T⁻¹]

L: Karbonlu maddelerin BOİ'si [ML⁻³]

(4.2.1) denklemini integre edilirse:

$$D_t = \frac{K_d L_o}{K_a - K_d} [\exp(-K_d t) - \exp(-K_a t)] + D_o \exp(-K_a t) \text{ veya} \quad (4.2.2)$$

$$D_t = \frac{k_d L_o}{k_a - k_d} (10^{-k_d t} - 10^{-k_a t}) + D_o 10^{-k_a t} \quad (4.2.3)$$

D_t: t anındaki ÇO eksikliği [ML⁻³]

L_o: Başlangıçtaki (t=0) biyokimyasal oksijen ihtiyacı [ML⁻³]

D_o: Başlangıçtaki (t=0) ÇO eksikliği [ML⁻³]

Nehire bir atıksu verildiğinde, organik maddelerin ayrışması neticesi ÇO konsantrasyonu düşmeye başlar. Belli bir mesafeden sonra oksijen tüketimi ile havalanma dengeye ulaşır ve ÇO daha fazla düşmez. Bu nokta "kritik nokta" olarak adlandırılır. Bu noktadaki ÇO eksikliği D_c zaman t_c olarak gösterilir. Bu noktadan sonra havalanma oksijen tüketiminden fazla olduğu için ÇO tekrar yükselmeye başlar.

Kritik eksiklik ve kritik zaman şu şekilde verilebilir:

$$D_c = \frac{K_d}{K_a} L = \frac{K_d}{K_a} L_o \exp(-K_d t_c) \text{ veya} \quad (4.2.4)$$

$$D_c = \frac{k_d}{k_a} L_o 10^{-k_d t_c} \quad (4.2.5)$$

$$t_c = \frac{1}{K_a - K_d} \ln \left[\frac{K_a}{K_d} \left(1 - \frac{D_o(K_a - K_d)}{L_o K_d} \right) \right] \quad \text{veya} \quad (4.2.6)$$

$$t_c = \frac{1}{k_a - k_d} \log \left[\frac{k_a}{k_d} \left(1 - \frac{D_o(k_a - k_d)}{L_o k_d} \right) \right] \quad (4.2.7)$$

Yukarıdaki denklemler ilk kez 1925 yılında Streeter-Phelps tarafından önerilmiştir. Bu nedenle bu denklemler, "Streeter-Phelps" denklemleri olarak anılır. Daha sonraki araştırmacılar, bu denklemleri çeşitli şartlar için geliştirmişlerdir. Streeter-Phelps modeli sabit bir debiye veya üniform bir enkesite sahip bir nehir boyunca, tek bir nokta deşarjı ile verilen kirlenme yükünü kabul eder. Oksijenin ve BOİ'nin enine ve dikine konsantrasyonları herhangi bir boykesit boyunca üniform olarak kabul edilir. Reaksiyon katsayılarının sabit, oksijen tüketimi ve havadan oksijen kazanma oranlarının 1. derece reaksiyon oldukları, yapılan diğer kabullerdir. Buna karşılık, birçok durumda BOİ reaksiyon kinetiği 2. derece bir model ile daha iyi tanımlanabilmektedir.

Streeter-Phelps modelinde organik maddelerin bakteriyel oksitlenmesi ve atmosferik havalanma gözönüne alınmıştır. Ancak Dobbins (1964) bu mekanizmaların yanısıra, doğal nehirlerde oluşan farklı proseslerin varlığını belirtmiştir [6]. Bunlar :

1. Çökelme ve adsorbsiyon ile BOİ'nin indirgenmesi,
2. Dip tabakalarının kalkması veya kısmen ayrılmış organik maddelerin bentik katmanlardan su bünyesine difüzyonu sonucu BOİ artışı.
3. Nehir boyunca yüzeysel akış nedeniyle BOİ artışı,
4. Dip tabakalarının anaerobik bölgesinde oksijen ihtiyacının karşılanması için difüzyon ile sudan oksijen giderilmesi,
5. Bentik katmandan su yüzeyine yükselen gazlar ile sudan O₂ giderilmesi,
6. Plankton ve sabit bitkilerin fotosentetik hareketleri ile oksijen ilavesi,
7. Plankton ve sabit bitkilerin solunumu ile O₂ giderilmesi,
8. Boyuna dispersiyon etkisi ile BOİ ve ÇO'nin değişimi,

Frankel ve Hansen (1968) yukarıdaki proseslere şunları ilave etmiştir :

9. Özellikle seyahat süresinin uzun olması sonucu nitrifikasyon olduğu durumlarda K_d'nin zamanla değişimi,

10. Yüzeysel türbulans karakteristiklerini, dolayısıyla atmosferden O₂ transferi değerini değiştiren kanal şekli değişimleri,

11. Çözünmüş ve askıda maddelerin yüzeyden su bünyesine O₂ difüzyonuna etkileri,

12. Oksijen konsantrasyonunda, BOİ'de, sıcaklıkta ve atıksu deşarj debisindeki mevsimsel değişimler.

Streeter-Phelps modelinin çeşitli uyarlamalarında, bu proseslerin bazıları gözönüne alınmaktadır. Bu modellerden bazılarının kaba bir özeti aşağıda temsil edilmektedir [6].

Thomas (1948), BOİ'nin bir kısmının ÇO tüketimi olmaksızın çökeltme ile giderilebildiğini ve giderme oranının doğrudan artık BOİ ile orantılı olduğunu belirtmiştir.

$$\frac{dL}{dt} = -(K_d + K_s)L \quad (4.2.8)$$

K_s : Çökeltme ile BOİ giderimi hız sabiti [T^{-1}]

$$L_t = L_o \exp[-(K_d + K_s)t] \quad (4.2.9)$$

$$D_t = \frac{K_d L_o}{K_a - (K_d + K_s)} \{ \exp[-(K_d + K_s)t] - \exp(-K_a t) \} + D_o \exp(-K_a t) \quad (4.2.10)$$

Bu durumda, çökeltme miktarının düşük, çökeltiden sürüklenen ölçülebilir O₂'nin bulunmadığı, reaksiyon oranlarının düşük olduğu kabulleri yapılmıştır; fotosentez gözönüne alınmamıştır.

Camp (1963), BOİ ve ÇO profillerini aşağıdaki diferansiyel eşitliklerle tanımlamıştır:

$$\text{BOİ profili : } \frac{dL}{dt} = -(K_d + K_s)L + B \quad (4.2.11)$$

$$\text{ÇO profili : } \frac{dD}{dt} = -K_a D + K_d L - P \quad (4.2.12)$$

B : Taban birikintilerinden su katmanına BOİ ilavesi değeri [$ML^{-3}T^{-1}$]

P : Fotosentez ile euphotik bölgede O₂ üretim değeri [$ML^{-3}T^{-1}$]

Bu eşitliklerin çözümleri :

$$L_t = \left(L_o - \frac{B}{K_d + K_s}\right) \exp[-(K_d + K_s)t] + \frac{B}{K_d + K_s} \quad (4.2.13)$$

$$D_t = \frac{K_d}{K_a - (K_d + K_s)} \left(L_o - \frac{B}{K_d + K_s}\right) \{ \exp[-(K_d + K_s)t] - \exp(-K_a t) \} + \frac{K_d}{K_a} \left(\frac{B}{K_d + K_s} - \frac{P}{K_d}\right) [1 - \exp(-K_a t)] + D_o \exp(-K_a t) \quad (4.2.14)$$

Çökeltme ile BOİ giderilmesi ihmal edilirse;

$$L_t = \left(L_o - \frac{B}{K_d}\right) \exp(-K_d t) + \frac{B}{K_d} \quad (4.2.15)$$

$$D_t = \frac{K_d}{K_a - K_d} \left(L_o - \frac{B}{K_d}\right) [\exp(-K_d t) - \exp(-K_a t)] + \frac{B - P}{K_a} [1 - \exp(-K_a t)] + D_o \exp(-K_a t) \quad (4.2.16)$$

Eğer BOİ çökeltme ile azalır, fakat bentik ihtiyaç nehrin O₂ eksikliğinde ölçülebilir bir etkiye sahip değilse, eşitlik şu durumu alır:

$$D_t = \frac{K_d L_o}{K_a - (K_d + K_s)} \{ \exp[-(K_d + K_s)t] - \exp(-K_a t) \} - \frac{P}{K_a} [1 - \exp(-K_a t)] \quad (4.2.17)$$

Eğer K_s, B ve P sıfırsa, (4.2.13) denklemi orijinal Streeter-Phelps çözülmüş oksijen eşitliğine dönüşür.

Buna ilave olarak, Camp (1963), BOİ ve ÇO'i geçici ortalama derinlikle değişmeyen, önemli derecede boyuna karışıma sahip bir nehir düşündü. Genişlik, uzunluk ve derinliği birim olan bir element düşündü ve kararlı durumda x doğrultusunda BOİ ve ÇO profillerini şu şekilde yazdı:

BOİ profili,

$$E \frac{d^2 L}{dx^2} - u \frac{dL}{dx} - (K_d + K_s)L + B = 0 \quad (4.2.18)$$

ÇO profili,

$$E \frac{d^2C}{dx^2} - u \frac{dC}{dx} + K_a(C_s - C) - K_d L + P = 0 \quad (4.2.19)$$

E : Türbülanslı taşınım katsayısı (boyuna karışım) [L^2T^{-1}]

U : Ortalama nehir hızı [LT^{-1}]

C : ÇO konsantrasyonu [ML^{-3}]

C_s : ÇO doygunluğu [ML^{-3}]

O'Connor (1962) doğal nehirlerde, türbülans difüzyonu ile kütle taşınımının (bo yuna karışımında) önemsiz olduğunu varsaydı. Sadece organik maddelerin oksidasyo nu ile oksijen tüketimi ve atmosferik havalanmayı kabul ederek, ÇO'in kararsız hal dağılımını şu şekilde tanımladı:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = u \frac{\partial C}{\partial x} - K_d L - K_a(C_s - C) \quad (4.2.20)$$

Kararlı hal durumunda $\frac{\partial C}{\partial t} = 0$ olur. (4.2.20) şu şekle döner:

$$u \frac{dC}{dx} - K_d L - K_a(C_s - C) = 0 \quad (4.2.21)$$

Tüm terimler u'ya bölünürse,

$$\frac{dC}{dx} - \frac{K_d}{u} L - \frac{K_a}{u} (C_s - C) = 0 \quad (4.2.22)$$

L değişkeni aşağı doğru x mesafesinin bir fonksiyonu olarak ifade edilirse,

$L = L_0 \exp(-K_r X/u)$ 'da, K_r bir nehirde K_d 'nin dışında kalan BOİ giderme hız sabitidir.

(4.2.21) eşitliği şu şekilde integre edilebilir:

$$C = C_s - \frac{J_d L_0}{J_a - J_r} [\exp(-J_r x) - \exp(-J_a x)] - (C_s - C_0) \exp(-J_a x) \quad (4.2.23)$$

(4.2.22) için sınır koşulları $x=0$ 'da $C=C_0$ 'dır ve katsayılar $J_a = \frac{K_a}{u}$, $J_d = \frac{K_d}{u}$, $J_r = \frac{K_r}{u}$ şeklinde ifade edilir. Katsayıların birimi mesafe cinsindedir [L^{-1}]

Dobbins (1964) tarafından aşağıdaki kabuller yapıldı:

1. Nehir akışı kararlı ve üniformdur.
2. Kararlı durumda kontrol kesitinin prosesi, her enkesitte zamanla değişim göstermez.

3. Bakteriyel oksidasyon ve çökeltme ve/veya adsorbsiyon ile BOİ giderimi, birinci derece reaksiyonlardır. Herhangibir enkesitte giderme oranı halihazırdaki BOİ ile orantılıdır.

4. Bentik prosesler ve bitkisel solunum ile oksijen giderimi, fotosentez ile BOİ artışı kontrol kesiti boyunca üniformdur.

5. BOİ(L) ve ÇO(C) her enkesitte üniform olarak dağılır, bu yüzden eşitliğin alışılmış tek boyutlu formda yazılması uygundur.

Bu kabulleri kullanarak, Dobbins BOİ ve ÇO profillerini aşağı doğru mesafenin bir fonksiyonu olarak tanımlayan iki diferansiyel eşitlik takımı çıkardı:

BOİ profili,

$$E \frac{d^2L}{dx^2} - u \frac{dL}{dx} - (K_d + K_s)L + L_{add} = 0 \quad (4.2.24)$$

ÇO profili,

$$E \frac{d^2C}{dx^2} - u \frac{dC}{dx} + K_a(C_s - C) - K_dL - D_b = 0 \quad (4.2.25)$$

L_{add} : Kontrol kesiti boyunca BOİ artış değeri [$ML^{-3}T^{-1}$]

D_b : Bentik ihtiyaç ve bitkilerin sebep olduğu O_2 giderimi [$ML^{-3}T^{-1}$]

Oksijen gideriminin tamamının birinci aşama oksijen tüketiminde oluştuğu kabul edilirse, Camp-Dobbins modelleri nitrifikasyon aşamasını gözönüne almaz.

Hansen ve Frankel (1965), Camp-Dobbins modellerinin değişik bir şeklini önerdiler. Bir nehirde diurnal ÇO profillerinin klasik modeli, periyodik bir fonksiyon ile temsil edilebilir. Böylece, BOİ içeren faktörler ihmal edilirse, (4.2.11) şu şekilde yazılabilir:

$$\frac{dD}{dt} = -K_a D + P_m \cos(wt + \emptyset) \quad (4.2.26)$$

P_m : Fotosentez/Solunum ile maksimum oksijen üretim/tüketim değeri [$ML^{-3}T^{-1}$]

(4.2.26) eşitliği integre edilirse:

$$D_t = [D_0 - a(K_a \cos \emptyset + w \sin \emptyset)] \exp(-K_a t) + a[K_a \cos(wt + \emptyset) + \sin(wt + \emptyset)] \quad (4.2.27)$$

$$a = \frac{P_m}{(w^2 + K_a^2)} \quad w : \text{Frekans} \quad \emptyset : \text{Faz}$$

Maksimum veya minimum eksiklik (fonksiyonun işaretine bağlı olarak) şu şekilde verilir:

$$D_m = \left(\frac{P_m}{w}\right) \sin \alpha = \left(\frac{P_m}{K_a}\right) \cos \alpha$$

$$\alpha = wt + \emptyset = \tan^{-1} \left(\frac{w}{K_a}\right)$$

Oksijen üretimi/tüketiminin maksimum değeri, solar enerji girişi, ortalama nehir derinliği ve bulanıklığa bağlıdır. Dip katmanlardan su yüzeyine BOİ ilavesi değeri B [ML⁻³T⁻¹], sadece fiziksel mekanizmalar ile tanımlanmaktadır:

$$\frac{1}{H} \frac{dL_d}{dt} = -K_b L_d - B \quad (4.2.28)$$

L_d : Dip tabakasının toplam yüzeysel BOİ'si [ML⁻²]

H : Nehir derinliği [L]

K_b : Yüzeysel ihtiyaç sabiti [T⁻¹]

(4.2.28)'in integrasyonu ile:

$$\frac{L_d}{H} = \left(\frac{L_{do}}{H} + \frac{B}{K_b}\right) \exp(-K_b t) - \frac{B}{K_b} \quad (4.2.29)$$

Askıda ve çözünmüş maddenin BOİ değişim değeri L_s , Hansen ve Frankel tarafından verildi (1968):

$$\frac{dL_s}{dt} = -KL_s + B \text{ integre edildiğinde,}$$

$$L_{st} = \left(L_{so} - \frac{B}{K}\right) \exp(-Kt) + \frac{B}{K} \quad (4.2.30)$$

$$K = K_d + K_r + K_s \text{ [T}^{-1}\text{]} \quad (4.2.31)$$

K_d : Laboratuarda oksijen tüketimi ile BOİ artış değeri [T⁻¹]

K_r : Bağlı su bitkilerinin ve balçıklarının oksijen tüketimi ile BOİ artış değeri [T⁻¹]

K_s : Çökeltme ve/veya adsorbsiyon ile BOİ azalma değeri [T⁻¹]

Çökeltme miktarı dip tabakalarının kabarmasından fazla ise:

$$\frac{1}{H} \frac{dL_d}{dt} = - \frac{K_s}{K} \frac{dL_s}{dt} \quad (4.2.32)$$

Askıda ve çözünmüş BOI yükünün biyolojik oksidasyonuna sebep olan toplam oksijen eksikliği, dip tabakalarının anaerobik bozunması ve fotosentez/solunum ile oksijen üretimi/tüketimi şu şekilde ifade edildi:

$$Dt = \frac{(K_d + K_r) \left(1 + \frac{K_s}{K}\right)}{K_a - K} \left(L_{so} - \frac{B}{K}\right) [\exp(-Kt) - \exp(-K_a t)] + \frac{K_b}{K_a - K_b} \left(\frac{L_{do}}{H} + \frac{B}{K_b}\right) [\exp(-K_b t) - \exp(-K_a t)] + [D_o - a(K_a \cos \emptyset + w \sin \emptyset)] \exp(-K_a t) + a[K_a \cos(wt + \emptyset) + w \sin(wt + \emptyset)] \quad (4.4.33)$$

O'Connor ve Di Toro (1968, 1970), nehirlerde fotosentetik oksijen kaynağının kademeli oluşumunun yarı sinüzoidal dalga ile temsil edilebileceğini gösterdiler. Zamanın bir fonksiyonu olarak fotosentetik oksijen üretiminin günlük değeri $P(t)$ şu şekilde ifade edildi:

$$P(t) = P_m \sin\left[\left(\frac{\pi}{p}\right)(t - t_s)\right] \quad t_s \leq t \leq t_s + p \quad (4.2.34)$$

$$P(t) = 0 \quad t_s + p \leq t \leq t_s + 1$$

t_s : Oksijen kaynağının aktif olduğunda, günün bir kesri olarak ifade edilen zaman

P : Oksijen kaynağının aktifliği (güneş ışığı periyodu) süresindeki günün kesri

Fotosentetik oksijen üretiminin kademeli ve uzaysal değişiminin periyodik yayılımı bir Fourier serisi olarak ifade edildi:

$$P(x,t) = P_m \left(\frac{2p}{\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos\left[2\pi n \left(t - t_s - \frac{p}{2}\right)\right] \right) \quad (4.2.35)$$

$$b_n = \frac{4\pi}{p} \frac{\cos n\pi}{\left(\frac{\pi}{p}\right)^2 - (2\pi n)^2}$$

ÇO eksikliği $D(x,t)=C_s-C(x,t)$

$$\frac{\partial D(x,t)}{\partial t} = -\frac{Q}{A} \frac{\partial D(x,t)}{\partial x} - K_a D(x,t) + K_d L(x) + K_n N(x) + S(x) + R(x) - P(x,t)$$

(4.2.36)

A : Enkesit alanı [L^2]

Q : Debi [$L^3 T^{-1}$]

$u = \frac{Q}{A}$ Nehir hızı [$L T^{-1}$]

L(x) : X mesafesinde karbonlu maddelerin BOİ konsantrasyonu [ML^{-3}]

N(x) : X mesafesinde azotlu maddelerin BOİ konsantrasyonu [ML^{-3}]

K_d : Karbonlu maddelerin BOİ'sinin oksijen tüketim hız sabiti [T^{-1}]

K_n : Hem amonyak giderilmesi ve hem de oksijen kullanımını yansıtan, azotlu maddelerin BOİ'sinin oksijen tüketimi hız sabiti [T^{-1}]

K_a : Havadan oksijen kazanma hız sabiti [T^{-1}]

S(x) : Bentik solunum oranı (kuyu) [$ML^{-3} T^{-1}$]

R(x) : Alglerin solunum oranı (kuyu) [$ML^{-3} T^{-1}$]

P(x,t) : Alglerin fotosentetik oksijen üretim oranı (kaynak) [$ML^{-3} T^{-1}$]

(4.2.36)'daki solunum kuyuları sabit olarak kabul edilmiştir.

$$D(x,t) = D_0 \left(t - \frac{x}{u} \right) \exp(-J_a x) + F_{d,r} [\exp(-J_r x) - \exp(-J_a x)] + F_{n,r} [\exp(-J_n x) - \exp(-J_a x)]$$

$$+ \left(\frac{S}{K} \right) [1 - \exp(-J_a x)] + \left(\frac{R}{K} \right) [1 - \exp(-J_a x)] - P_m \left\{ \left(\frac{2p}{\pi} K_a \right) [1 - \exp(-J_a x)] + f(x,t) \right\}$$

$$J_a = \frac{K_a}{u}, \quad J_r = \frac{K_r}{u}, \quad J_n = \frac{K_n}{u}$$

(4.2.37)

$$F_{d,r} = \frac{K_d L_0 \left(t - \frac{x}{u} \right)}{K_a - K_r}$$

$$F_{n,r} = \frac{K_n N_0 \left(t - \frac{x}{u} \right)}{K_a - K_r}$$

$$f(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{b_n}{[K_a^2 + (2\pi n)^2]^{1/2}} \cos \left[2\pi n \left(t - t_s - \frac{p}{2} \right) - \tan^{-1} \frac{2\pi n}{K_a} \right] - \exp(-J_a x) \sum \frac{b_n}{[K_a^2 + (2\pi n)^2]^{1/2}}$$

$$\cos \left[2\pi n \left(t - t_s - \frac{p}{2} - \frac{x}{u} \right) - \tan^{-1} \frac{2\pi n}{K_a} \right]$$

(4.2.37) eşitliği ÇO'de diurnal değişimin birincil sebebinin algler olduğu nehirle-
re uygulanabilir.



BÖLÜM V - NEHİR SU KALİTE MODELLEMESİ :

V.1. Model Tipleri

Çeşitli nehir kalite modelleri, 1925'de Streeter - Phelps tarafından başlatılan BOİ / ÇO modellerinin geliştirilmesi ile ortaya çıkmaktadır. Yapılan ilk modellerde BOİ / ÇO değişimlerinin kimyasal kinetiği üzerinde durulmuştur. Daha sonraki çalışmalarda stokastik ve istatistik modeller ile kinetik modellerin sadeleştirilmesinin yanısıra, gittikçe hidrodinamik kavramlar olan adveksiyon ve difüzyon üzerinde durulmaya başlanmıştır.

Doğal su bünyesinde bulunan birçok eleman ve organizmanın fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkileşimlerinin tahmini için daha karmaşık modeller de önerilmektedir. Ancak bu çok elemanlı simülasyon modelleri genellikle daha fazla dataya, daha fazla hesaplama zaman ve emeğine ihtiyaç göstermektedir. Modelleme amacına göre, çoğu zaman kararlı denge halinde basit BOİ / ÇO modelleri yeterli olabilmektedir. Bununla beraber, daha karmaşık modeller yardımı ile çeşitli su ve arazi politikaları için, suyun miktar ve kalitesi üzerinde daha kapsamlı bilgiler elde edilebilir.

Su kalite modelleri su kalitesi ve miktarının zamanla değişmediği kararlı durum şartlarının değerlendirilmesi için kullanılabilir. Aynı zamanda modeller, dinamik veya zamanla değişim gösteren şartların değerlendirilmesinde de kullanılabilir. Daha ileri model tipleri ; taşkın suyu yüzeysel akışı ve kirleticilerin dökülmesi gibi anlık olayların değerlendirilmesine imkan sağlamaktadır. Kararlı modeller, genellikle daha basittir, dinamik veya anlık modellere oranla daha az hesaplama emeği gerektirir. Bu nedenle, kısa vadede yönetim ve kontrolden ziyade, uzun vade planlaması için daha uygundur.

Su bünyesinde kirleticilerin karışımı ile ilgili yapılan kabuller modelin uzaysal boyutunu oluşturur. Birçok nehir sisteminde sadece bir veya iki boyutun modellenmesi ile yeterli sonuçlar alınabilmektedir. Nehir sistemlerinin tek boyutlu modelleri tamamiyle boyuna ve enine karışımı gözönüne almaktadır. Tek boyutlu göl modelleri genellikle, düşey doğrultuda her yerde tam karışımı kabul eder. İki boyutlu

modeller tabakalı körfezlerde ve göllerde olduğu gibi enine karışımı veya nisbeten sığ ve geniş nehirlerde olduğu gibi boyuna karışımı kabul edebilir.

Deterministik modeller, çeşitli kalite elemanlarının ortalama değerlerinin tahmininden yararlanır. Oysa probablistik modeller, çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin tesadüfi olarak veya belirsiz bir şekilde hesaba katılması ile oluşturulur. Stokastik modellerin geçerliliği ise çeşitli elemanların su bünyesi içindeki karışımlarının ihtimal dağılımlarını gözönüne aldığı ve çok fazla data gerektirdiği için kısıtlanmaktadır.

V.2. Akarsu Kalite Modellemesi

Akarsu kalite modelleri, su kalitesini tanımlayan parametreler cinsinden, akarsuyun çeşitli koşullar altındaki davranışlarını, yani en genel durumda kalitenin zaman ve yerle değişimini simüle eden matematik modellerdir. Bu modellerin hemen hemen hepsi akarsuyun davranışını belirlediği düşünülen fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayları temsil eden matematik ifadelerin, bu olayların toplam sistem davranışını üretmek üzere bir araya gelişleri örnek alınarak birleştirilmesi ile oluşturulur. Yani bütün modeller gibi akarsu kalite modelleri de, prototipin (fiziksel modelini yapmak istediğimiz büyüklük) bir idealizasyonunu içerirler. Doğal sistemde birbirini izleyerek meydana gelen olayları, temsil edildikleri matematik ifadelerle tanımlanan az sayıda sürece indirgeyebiliriz [7].

V.3. Akarsu Kalite Modellerin Kurulma Nedenleri

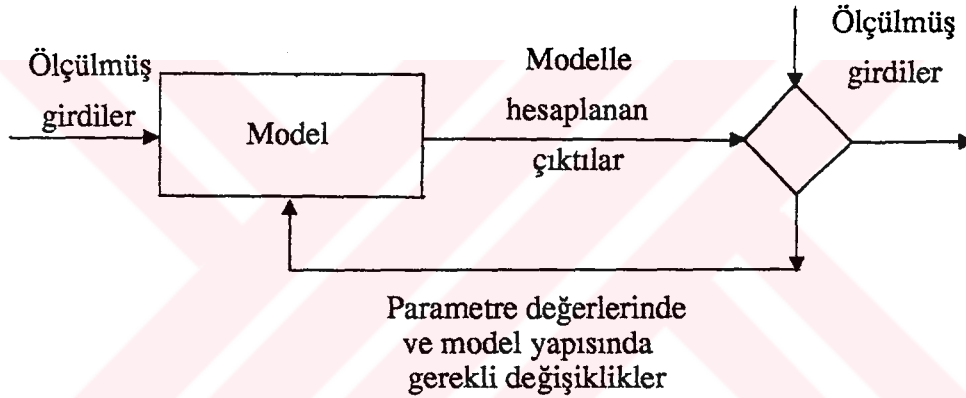
Akarsu kalite modelleri aşağıdaki üç maddeden en az birinin karşılanması için kurulur :

- a. Akarsu kalite yönetiminin vereceği kararlara ışık tutmak,
- b. Su kalitesinin değişimini belirleyen süreçler hakkındaki bilgi düzeyini yükseltmek,
- c. Eldeki bilgi ve verilerin düzenlenmesi, değerlendirilmesi ve yoğunlaştırılması için miktarsal bir çerçeve sağlamak, herhangi bir amaç için toplanması gereken bilgi ve verileri belirlemek.

V.4. Modelin Ayarlanması veya Parametre Değerlerinin Tespiti (Calibrati-on) :

Akarsuda yapılan ölçümlerle elde edilmiş bir ya da birkaç seri girdi - çıktı verisi kullanılarak, ölçülmüş çıktılara olabildiğince yakın model çıktıları elde etmek için model parametrelerinde ve modelin yapısında ayarlamalar ve düzeltmeler yapıldığı modelleme aşamasıdır. Kalibrasyon öncesinde geliştirilen örnek modelin içerdiği model parametreleri (reaksiyon hız katsayıları) için uygun değerlerin bulunması modellemenin en zor kısmıdır. Bunların çoğunun, teorik yollardan ya da laboratuvar deneyleri ile bulunması mümkün değildir. Bulunanların da akarsu koşullarındaki geçerlilikleri sınanmaya muhtaçtır.

Şekil V.4'te modelin ayarlanması (calibration) için klasik deneme-yanılma prosedürü verilmektedir.



ŞEKİL V.4 - Modelin Ayarlanması İçin Klasik Deneme-Yanılma Prosedürü.

Kalibrasyonu sadece parametreler ve bazı durum değişkenleri için uygun değerlerin bulunması olarak görmek, kalibrasyon öncesinde saptanmış model yapısının akarsuyu yeterince temsil ettiğini ve geriye sadece parametre değerlerinin ayarlanmasının kaldığını kabul etmek demektir. Ancak, bu doğru değildir. Kalibrasyon süreci aynı zamanda model yapısının düzeltilmesi veya değiştirilmesi gereğinin fark edilmesi ve yerine getirilmesinin koşullarını da sağlar [7].

Kalibrasyonda sorun modelin gözlenmiş girdi değerleri (ölçülen atık girişleri vb.) ile çalıştırıldığında, gözlenmiş çıktılara (ölçülen su kalitesi) en yakın sonuçları veren parametre ve durum değişkeni değerlerini bulmaktır. Bu amaçla, model parametrelerinin ve değeri bulunacak durum değişkenlerinin her biri için, daha önceki modelleme aşamalarında sistem hakkında edinilen bilgilerden yararlanılarak ya da doğrudan literatürden birer değer seçilir. Bu parametre değerleri ve ölçülmüş bir seri

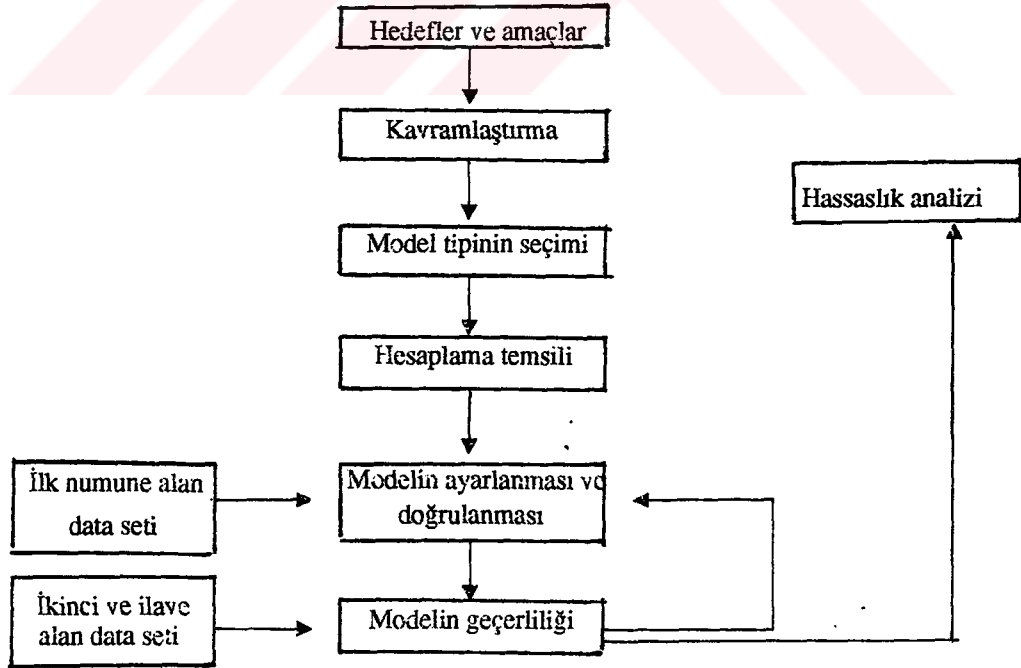
girdi değeri için model denklemleri çözümler. Modelin verdiği sonuç ölçölmüş çıktı- larla karşılaştırılarak aradaki uyumsuzluk sistem hakkında bilinenler ışığında değer lendirilir. Parametre değerlerinde ve gerekiyorsa model yapısında uygun görölen değişikler yapılarak model yeniden çalıştırılır. Bu deneme - yanılma prosedürünün de falarca tekrarlanması ile parametre değerleri ve uygun model yapısı saptanmış olur. Daha çabuk sonuç alınabilmesi için, durum değişkenlerinin aynı anda değiştirilerek kalibrasyona devam edilmesi önerilmektedir.

V.5. Modelin Doğrulanması (Verification) :

Doğrulama aşamasında model, daha önceki aşamalarda kullanılmamış bir ya da birkaç seri girdi - çıktı verisinden yararlanılarak belirlenir. Modelin doğrulanmış sa- yılması için, ölçölmüş çıktılarına ne kadar yakın sonuç vermesi gerektiği, akarsuyun fi- ziksel durumuna, modelin çeşidine, çalışmanın amaçlarına ve kullanılan verilerin gü- venilirliğine bağlıdır. Doğrulama aşamasında alınan sonuç, sistemin gelecekteki davranışlarını kestirmede modele duyulacak güvenin dayanağıdır.

En dolaysız ve kolay anlaşılır doğrulama, gözlenen ve hesaplanan değerler ara- sında yapılacak kalitatif(nitel) karşılaştırmalardır.

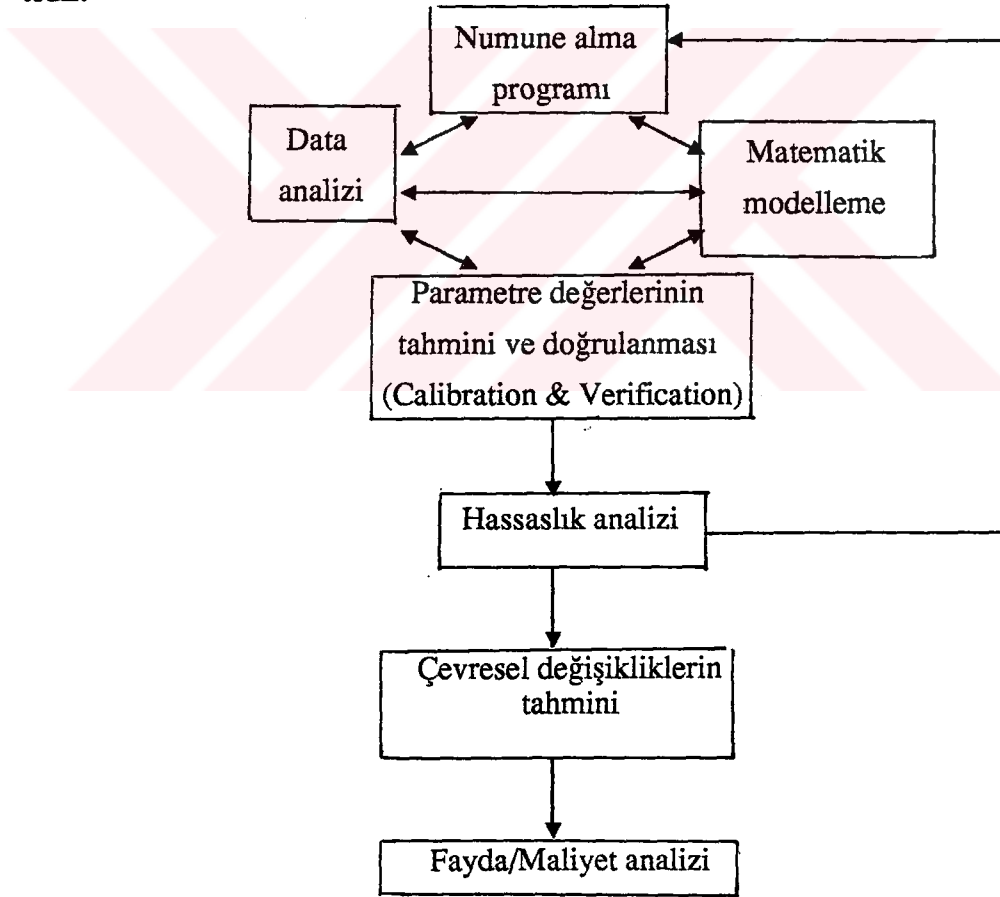
Şekil V.2’de modelleme çalışmasının aşamaları görölmektedir.



ŞEKİL V.2 - Modelleme Çalışmasının Aşamaları.

V.6. Hassaslık Analizi :

Modelleme çalışmalarında, hassaslık analizi gözönüne alınan modelin doğrulanmasında alternatif bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Hassaslık analizleri, model çıkışlarında ençok kritik etkilere sahip giriş datasının belirlenmesini sağlar. Böylece, model analizinin iyileştirilmesinde hangi ilave datanın biriktirilmesi gerektiğine karar verilir[8]. Daha açık bir ifadeyle, parametre değerlerinde değişiklik yapılmaksızın, giriş datalarından birine maksimum ve minimum değerler verilir, diğerleri aynı kalır. Model bu durum için çalıştırılır. Çıkan sonuç önceki sonuçtan farklı ise modelin bu giriş datasına hassas olduğu ortaya çıkar. Modellemenin doğru olarak yapılabilmesi için bu giriş datası üzerinde hassas olmak gerekir. Tersi durumunda ise modelin bu giriş datasına hassas olmadığı ortaya çıkar. Bu şekilde her bir giriş datası için aynı işlem yapılarak, belirlenen süreç ve mekanizmalar tekrar gözden geçirilerek model yapısı iyileştirilir. Hassaslık analizi kavramsal olarak Şekil V.3'da verilmektedir.



ŞEKİL V.3 - Data İhtiyacının Saptanmasında Hassaslık Analizinin Kullanımı.

BÖLÜM VI - NİLÜFER ÇAYI MODELLEME ÇALIŞMASI

VI.1. Modelin Seçimi :

Bursa şehri ve çevresinde bulunan endüstriler kuruluş itibariyle dağınıklık göstermektedir. Endüstri sayısının çok fazla olması ve dağınık bir şekilde yerleşmeleri nedeniyle atıksu yükleri ile ilgili olarak bu bölgede 1989 yılında yapılmış Bursa Kirlilik Envanter Çalışması'ndan yararlanılmıştır.

Nehir hidrolojisi ile ilgili eldeki datalar da yetersizdir. Geçit'teki (EİE 321) akım gözlem istasyonundan başka ne Nilüfer Çayı'nın membasında, ne de mansabında halen faaliyette olan hiçbir akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Bu nedenle, debi ile ilgili olarak Geçit istasyonundaki ölçümler esas olarak alınmıştır. Ayrıca, DSİ'nin bazı su kalite istasyonlarında çeşitli parametrelere ilaveten debi ölçümleri de yapılmaktadır. Nilüfer Çayı'nın memba kısmında bu su kalite istasyonlarında yapılmış olan debi ölçümlerinden yararlanılmıştır. Diğer kısımlarda, debinin tahminine çalışılmıştır.

Modelleme çalışmalarının güvenilirliği, giriş datalarının güvenilir olmasına bağlıdır. Güvenilir olmayan giriş dataları ile birlikte karmaşık, birçok süreç ve mekanizmanın gözönüne alındığı modellerin kullanılması, modelleme sonucunda ortaya çıkan hataları arttırır. Eldeki dataların yetersiz olması nedeniyle modelleme çalışmasında karmaşık, çok elemanlı bir simülasyon modeli kullanımından kaçınılmıştır. Bu sebeple, Jy. S. Wu tarafından geliştirilen kararlı halde, tek boyutlu bir nehir su kalitesi modelinin kullanımına karar verilmiştir [9].

Bir nehre verilen atıksu yükleri sebebiyle su kalitesinde meydana gelen bozulmalar, en basit şekilde BOI ve ÇO parametrelerinin izlenmesi ile belirlenebilir. Wu'nun geliştirdiği bu program BOI ve ÇO parametrelerinin yanısıra, $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u değişimlerini de modellediği için ayrıca yararlıdır. Halen Nilüfer Çayı'na özellikle evsel atıksular nedeniyle önemli miktarlarda azot yükü gelmektedir. Bu nedenle mevcut kirliliğin belirlenmesi için $\text{NH}_3\text{-N}$ 'unun modellenmesi de gerekmektedir.

Model hem aerobik hem de anaerobik şartlar altında, noktasal ve/veya yayılı atık yükleri ile kirlenen kollu bir nehir sisteminde, su kalitesi üzerinde meydana gelen BOI, ÇO ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u konsantrasyonlarının değişimlerini modellemektedir. Model kararlı hali gözönüne alan tek boyutlu bir su kalitesi modelidir. Modelde, organik maddenin biyokimyasal ayrışması sonucu BOİ'nin indirgenmesi, havadan oksijen

kazanıması sonucu ÇO'in artması, çökme ile BOİ'nin indirgenmesi, dip tabakala-
rından su ortamına BOİ ilavesi, fotosentez ve solunum olayları neticesi ÇO'deki de-
ğişim ve NH₃-N'unun indirgenmesi mekanizmaları hesaba katılmaktadır.

VI.1.1 - Programdaki Denklemler :

Programın orijinalinde giriş ve çıkış verileri İngiliz birimleri ile ifade edilmiştir.
Bu nedenle birimler ve denklemlerdeki katsayılar metrik sisteme dönüştürülmüştür.
Programın orijinal dökümü [9]'den temin edilebilir.

Hem aerobik ve hem de anaerobik şartlar için modelde yer alan denklemler aşağıda temsil edilmektedir.

. Aerobik şartlar için:

BOİ eşitliği:

$$L=L_0 \exp\left(-\frac{k_1+k_3}{v} \frac{x}{86.4}\right) + \frac{1}{k_1+k_3} [1-\exp\left(-\frac{k_1+k_3}{v} \frac{x}{86.4}\right)] \left(ADL + \frac{UL}{A}\right) \quad (6.1.1.1)$$

NH₃-N'u eşitliği:

$$N=N_0 \exp\left(-\frac{k_n}{v} \frac{x}{86.4}\right) + \frac{1}{k_n} [1-\exp\left(-\frac{k_n}{v} \frac{x}{86.4}\right)] \left(ADN + \frac{UN}{A}\right) \quad (6.1.1.2)$$

ÇO eksikliği eşitliği:

$$D=D_0 \exp\left(-\frac{k_2}{v} \frac{x}{86.4}\right) + \frac{B-PR - \frac{UD}{A}}{k_2} [1-\exp\left(-\frac{k_2}{v} \frac{x}{86.4}\right)] + \sum_{i=1}^2 (K_i \{V_i - V_{oj} \exp\left(-\frac{k_2}{v} \frac{x}{86.4}\right) + \frac{M_i}{k_2} [\exp\left(-\frac{k_2}{v} \frac{x}{86.4}\right) - 1]\}) \quad (6.1.1.3)$$

$$TERM 1 = ADL + \frac{UL}{A} = M_1$$

$$TERM 2 = ADN + \frac{UN}{A} = M_2$$

$$\text{TERM 3} = \left[1 - \exp\left(-\frac{(k_1+k_3)}{v} \frac{x}{86.4}\right) \right] \frac{1}{k_1+k_3}$$

$$\text{TERM 4} = \frac{B-PR}{k_2} \left[1 - \exp\left(-\frac{k_2}{v} \frac{x}{86.4}\right) \right]$$

$$\text{TERM 5} = \frac{k_1}{k_2-k_1-k_3}$$

$$\text{TERM 6} = \left[\exp\left(-\frac{k_2}{v} \frac{x}{86.4}\right) - 1 \right] \frac{1}{k_2}$$

$$K_1 = \frac{k_1}{k_2-k_1-k_3}$$

$$K_2 = \frac{4.3 k_n}{k_2-k_n}$$

$$V_1, V_{o1} = L, L_0$$

$$V_2, V_{o2} = N, N_0$$

BOİ, NH₃-N'u ve ÇO eksikliği için başlangıç koşulları:

$$L_0 = \frac{(QL)_{\text{membra}} + \sum WQWL + \frac{\sum RL}{86.4}}{Q}$$

$$N_0 = \frac{(QN)_{\text{membra}} + \sum WQWN + \frac{\sum RN}{86.4}}{Q}$$

$$D_0 = \frac{(QD)_{\text{membra}} + \sum WQWD + \frac{\sum RD}{86.4}}{Q}$$

.Anaerobik şartlar için:

BOİ eşitliği:

$$k_3 > 0 \quad L = L_0 \exp\left(-\frac{k_3}{v} \frac{Y}{86.4}\right) + \left\{ \left[\left(ADL + \frac{UL}{A} \right) - k_2 C_s - PR \right] \left[1 - \exp\left(-\frac{k_3}{v} \frac{Y}{86.4}\right) \right] \right\} \frac{1}{k_3}$$

$$k_3=0 \quad L=L_0+\frac{Y}{v} \frac{1}{86.4} (ADL-k_2C_s-PR+\frac{UL}{A})$$

Anaerobik şartlar altında NH_3-N 'u konsantrasyonunun korunduğu kabul edilmektedir. Anaerobik şartlar $k_1L \leq k_2C_s + PR$ olduğu noktada bitmektedir.

$$N=N_0 + (ADL + \frac{UL}{A}) \frac{Y}{v} \frac{1}{86.4}$$

Denklemlerde kullanılan parametreler şunlardır:

L: Nihai BOİ konsantrasyonu (mg/lt)

L_0 : Başlangıçtaki nihai BOİ konsantrasyonu (mg/lt)

k_1 : BOİ giderme hız sabiti, e tabanına göre ($gün^{-1}$)

k_2 : Havadan O_2 kazanma hız sabiti, e tabanına göre ($gün^{-1}$)

k_3 : Partikül haldeki BOİ'nin çökme hız sabiti, e tabanına göre ($gün^{-1}$)

v: Nehir hızı, (m/s)

x: Akım mesafesi, (km)

N: NH_3-N 'u konsantrasyonu, (mg/lt)

N_0 : Başlangıçtaki NH_3-N konsantrasyonu, (mg/lt)

k_n : Nitrifikasyon hız sabiti, e tabanına göre ($gün^{-1}$)

D: ÇO eksikliği, (mg/lt)

D_0 : Başlangıçtaki ÇO eksikliği konsantrasyonu, (mg/lt)

B: Dip tabakalarının oksijen ihtiyacı, (mg/lt-gün)

PR: Net fotosentez ve solunum oranı, (mg/lt-gün)

A: Enkesit alanı, (m²)

Nokta kaynaklar için:

WQ: Debi, (m³/s)

WL: Nihai BOİ, (mg/l)

WD: ÇO eksikliği, (mg/l)

WN: NH₃-N'u konsantrasyonu, (mg/l)

RL: BOİ yükü, (Kg/gün)

RN: NH₃-N'u yükü, (Kg/gün)

Yayılı kaynaklar için:

ADL, UL: BOİ yükü (mg/l-gün) ve (Kg/km-gün) olarak,

ADN,UN: NH₃-N'u yükü (mg/l-gün) ve (Kg/km-gün) olarak,

UD: Yüzeysel akıştan gelen ÇO eksikliği, (Kg/km-gün)

C_ç: ÇO doyunluk konsantrasyonu, (mg/l)

L_f: Anaerobik şartların iyileştiği, pozitif ÇO'in görüldüğü noktadaki BOİ konsantrasyonu, (mg/l)

VI.2. Programın Yapısı:

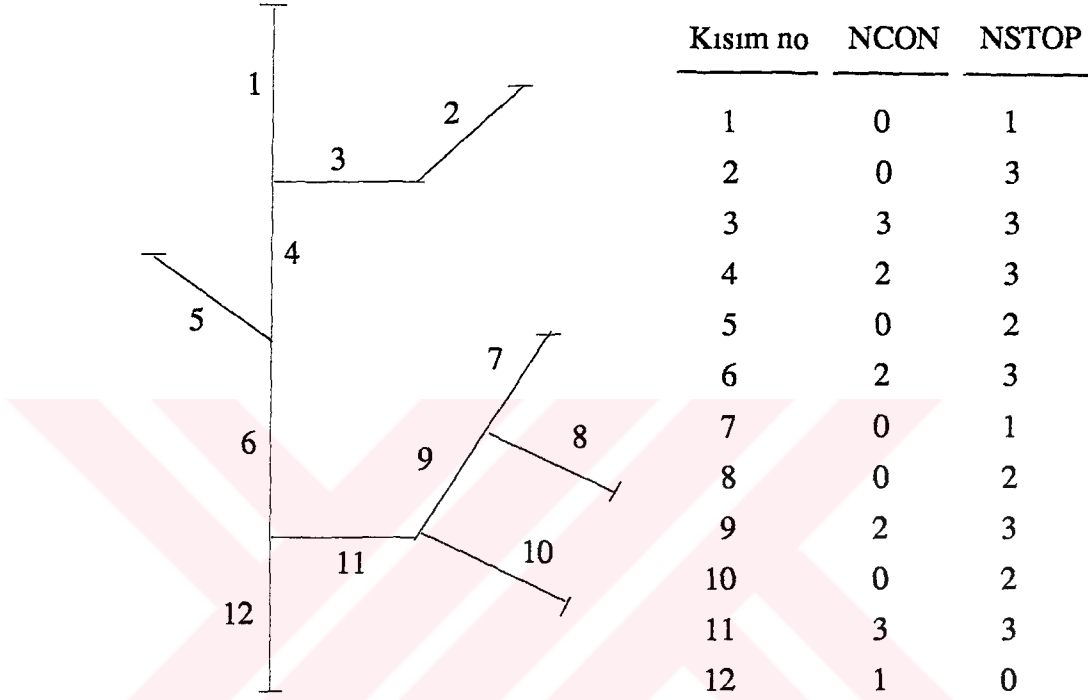
Program BASIC dilinde yazılmış ve IBM PC mikrobilgisayarlarda çalıştırılmıştır. Program başlıca üç elemandan oluşmaktadır: giriş, hesaplama ve çıkış. Programı kullanan kişi tarafından nehir sistemi kısımlara(reach) ayrılır. Kısımlara ayırma işi yer ve kısımlar arasındaki ilişkilere göre yapılmaktadır. Her kısma ait atık girişleri karakterize edilir. Kararlı hal kabulü gereğince, bir kısım içindeki her noktada fiziksel, biyolojik ve hidrolik özelliklerin değişmediği varsayılmaktadır.

Nehir kısımlara bölündükten sonra, en üstteki kısımdan başlayarak en aşağıdaki kısma kadar, her kısma ilişkin nehir karakteristikleri ve atık yükleri girilir. Her kısımdaki çıkış verileri bir sonraki kısmın giriş verileri olarak gözönüne alınmaktadır. Ana nehir bir yan kolla karşılaştığında, program yan kola ait giriş verilerini isteyerek gerekli hesaplamaları yapar. Yan kolla ilgili bütün değerlendirmeler tamamlandığında, program yan kolun çıkış verileri ile ana nehrin verilerini bağlantı kısmında birleştirir. Her kısımda program kullanıcıya istenilen hesaplama elementi sayısını sorar. Böylece, her kısım eşit uzunlukta hesaplama elementlerine ayrılır. Bir hesaplama elementinin sonuç verileri bir sonraki hesaplama elementinin giriş verisi olarak kullanılır.

Programın giriş verileri şu şekilde tanımlanabilir:

1. Nehir sistemini tanımlayan veriler:

Nehir sistemini tanımlamada kullanılan başlıca iki ana parametre bulunmaktadır: NCON ve NSTOP. Bu iki parametrenin kullanımını örnek bir sistem üzerinde Şekil VI.1'de verilmektedir.



ŞEKİL VI. 1- NCON ve NSTOP'un kullanımına ilişkin örnek bir nehir sistemi.

NCON - 0 en üstteki kısım,

1 diğer kısımlar,

2 ana nehir kolu bir yan kolla karşılaştığında,

3 ana nehir koluna bağlanan bir yan kolun en son elemanı,

NSTOP - 0 nehir sistemindeki en son kısım,

1 bir yan kolun birleştiği ana nehir kolunun en üstteki kısmı,

2 ana nehre katılan elemansız bir yan kol,

3 diğerleri.

2. Her kısma ilişkin veriler:

Programı kullanan kişi, en üstteki kısımdan başlamak üzere her kısım için fiziksel ve biyolojik parametreleri girer. Aynı zamanda, her kısımdaki giriş atık

yüklerini belirtmek üzere bir kontrol parametresi NCASE tanımlanmıştır:

- NCASE - 1 atıksu girişi yok,
 2 noktasal atıksu girişi var,
 3 yayılı kaynak atıksu girişi var,
 4 hem noktasal hem de yayılı kaynak atıksu girişi var.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, en üstteki kısımdaki noktasal atık yükünün başlangıç konsantrasyonlarına ilave edilerek girilmesi gerektiğidir.

Programın listesi Ek 1'de verilmektedir.

VI.3. Model Parametrelerinin Tahmini (Calibration) :

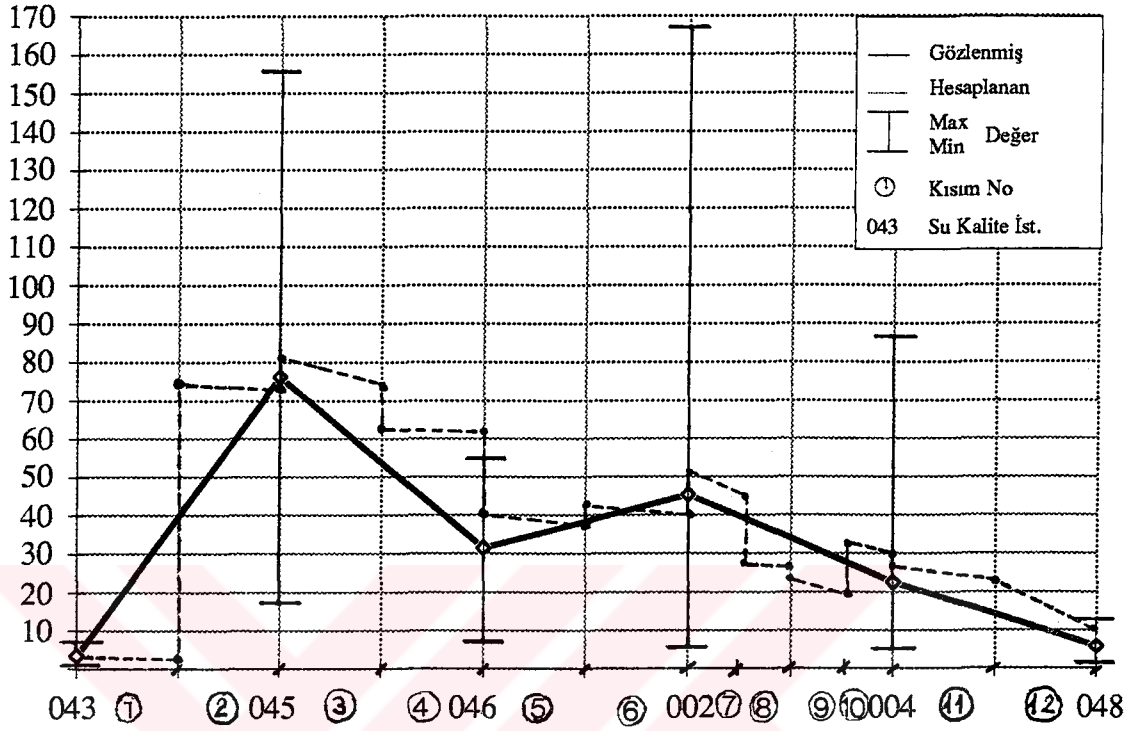
Daha önce VI.1 bölümünde anlatıldığı gibi, program nehir boyunca ÇO, BOİ ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u parametrelerini simüle etmektedir. Bu amaçla, önce simüle edilecek nehir kısmı, tüm fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin değişmediği kabul edilen 12 kısma (reach) ayrılmıştır. Şekil VI.2'de Nilüfer Çayı'nın modelleme planında bu kısımlar, her kısma gelen atık yerleri ve mevcut su kalite istasyonları görülmektedir.

Atıksu yükleri her kısmın başından itibaren hesaba katılmaktadır. Program $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u cinsinden atıksu yükü istemektedir. Ancak, atıksu yükleri Toplam-N cinsinden verildiğinden, atıksudan gelen N yükünün tamamının $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u olduğu kabulü yapılmıştır. Diğer taraftan, atıksu için ÇO eksikliği değeri sorulmaktadır. Elde böyle bir bilgi bulunmadığından, atıksuyun 20 °C sıcaklıkta deşarj edildiği kabulüyle doygunluk konsantrasyonundan gidilerek bir ÇO eksikliği tanımlaması getirilmiştir.

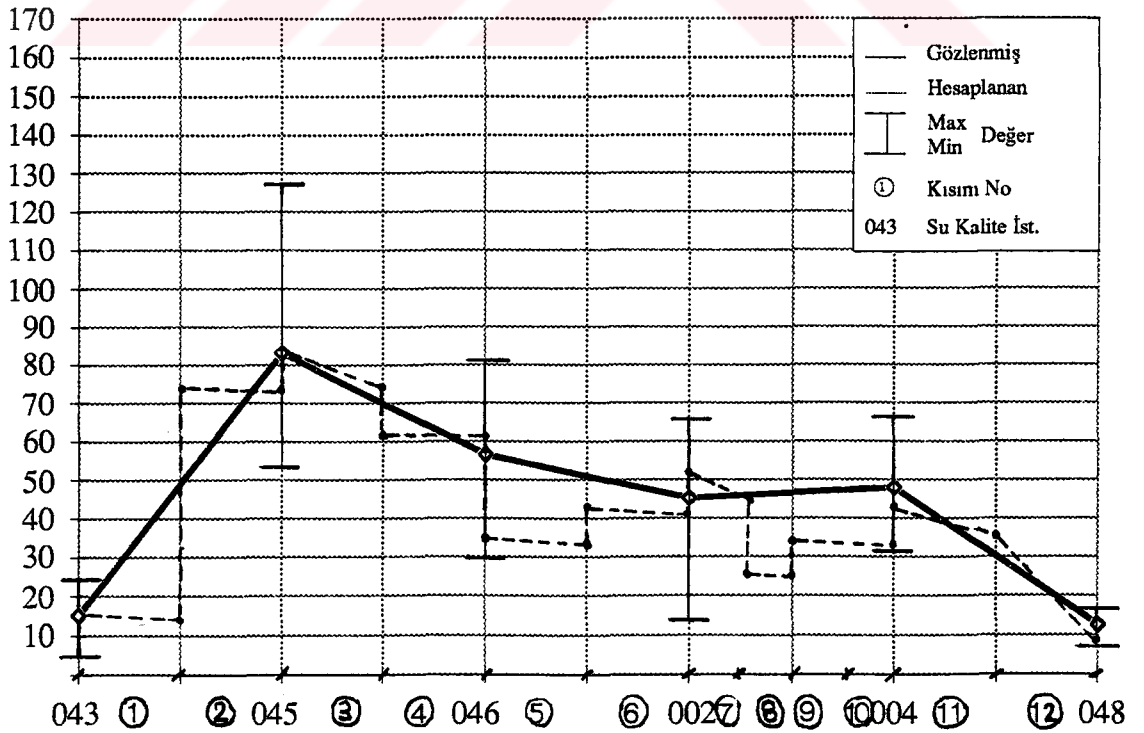
BOİ, ÇO ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u parametrelerinin 1987 yıllık ortalama değerlerine göre model parametrelerinin tahmini (calibration) yapılmıştır. Programın giriş ve çıkış data-larını gösteren program çıktısı EK II'de verilmektedir.

BOİ için kalibrasyon grafiği ŞEKİL VI.3a'da, ÇO için kalibrasyon grafiği VI.3.b'de ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u için kalibrasyon grafiği ŞEKİL VI.3.c'de görülmektedir.

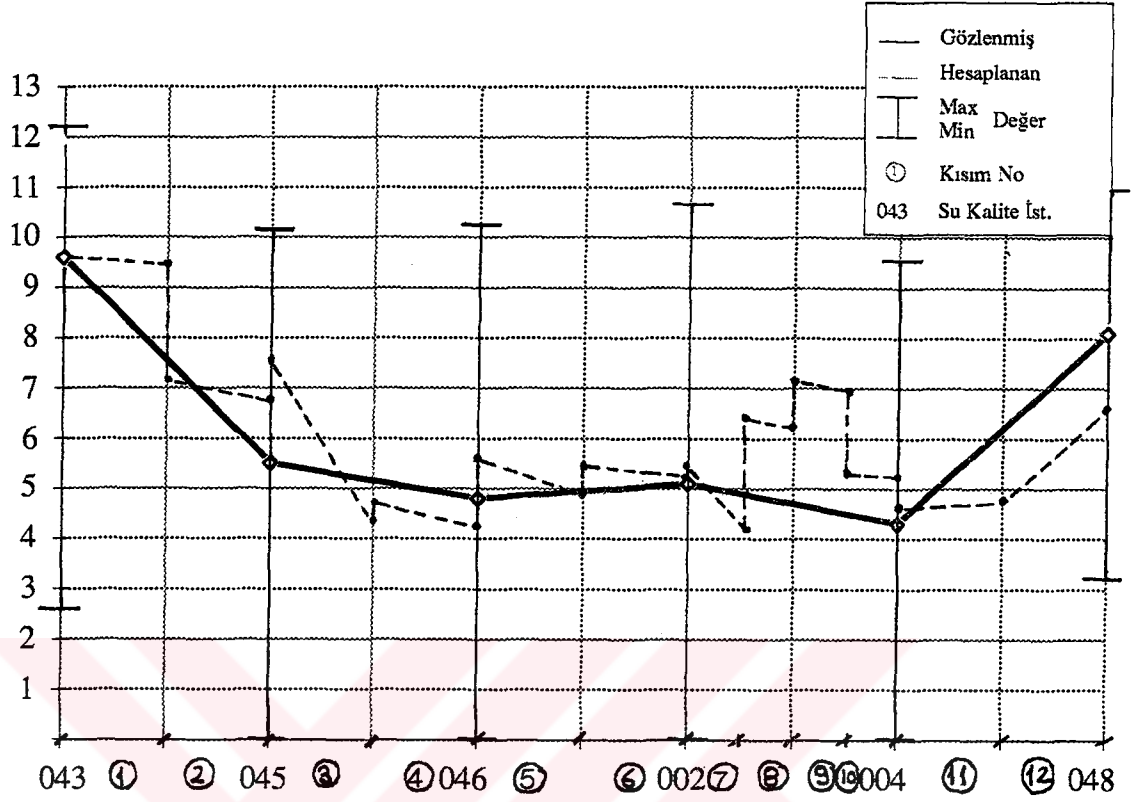
Modelde K_d , K_a , K_s ve K_n hız sabitleri kalibre edilmiş, B ve PR sabitleri gözönüne alınmamıştır. Kalibre edilmiş parametre değerleri ve literatür değerleri Tablo VI.1'de verilmektedir.



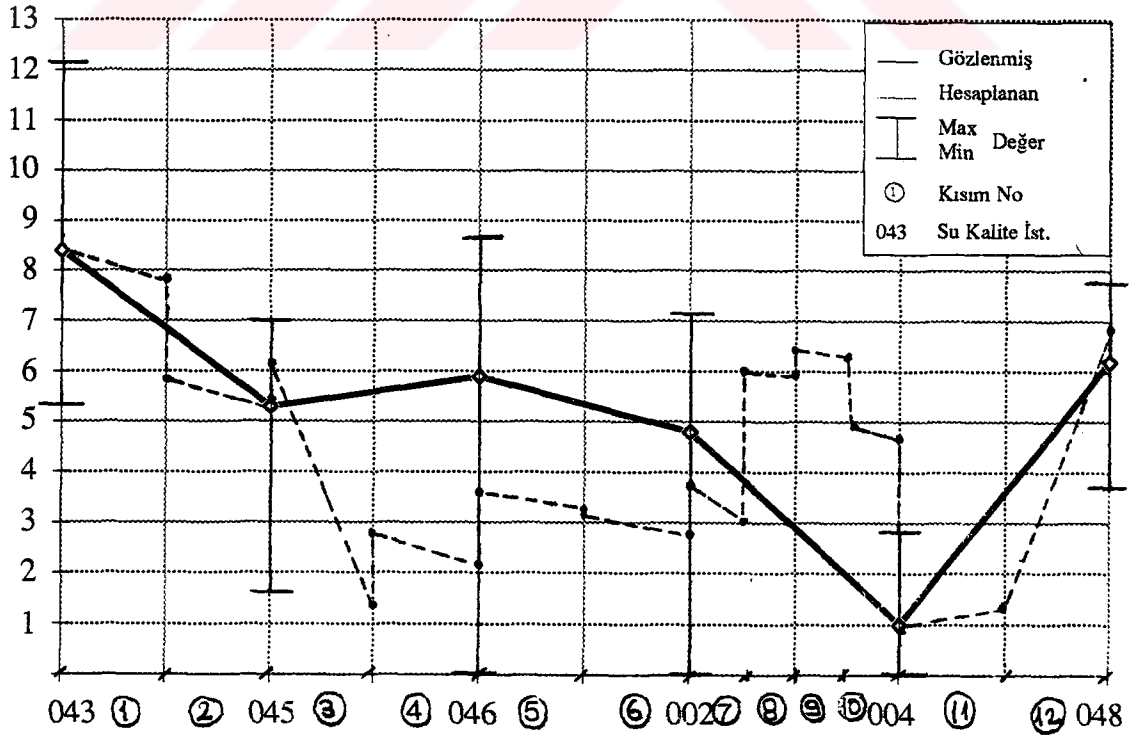
ŞEKİL VI.3a BOİ Kalibrasyon Profili (1987)



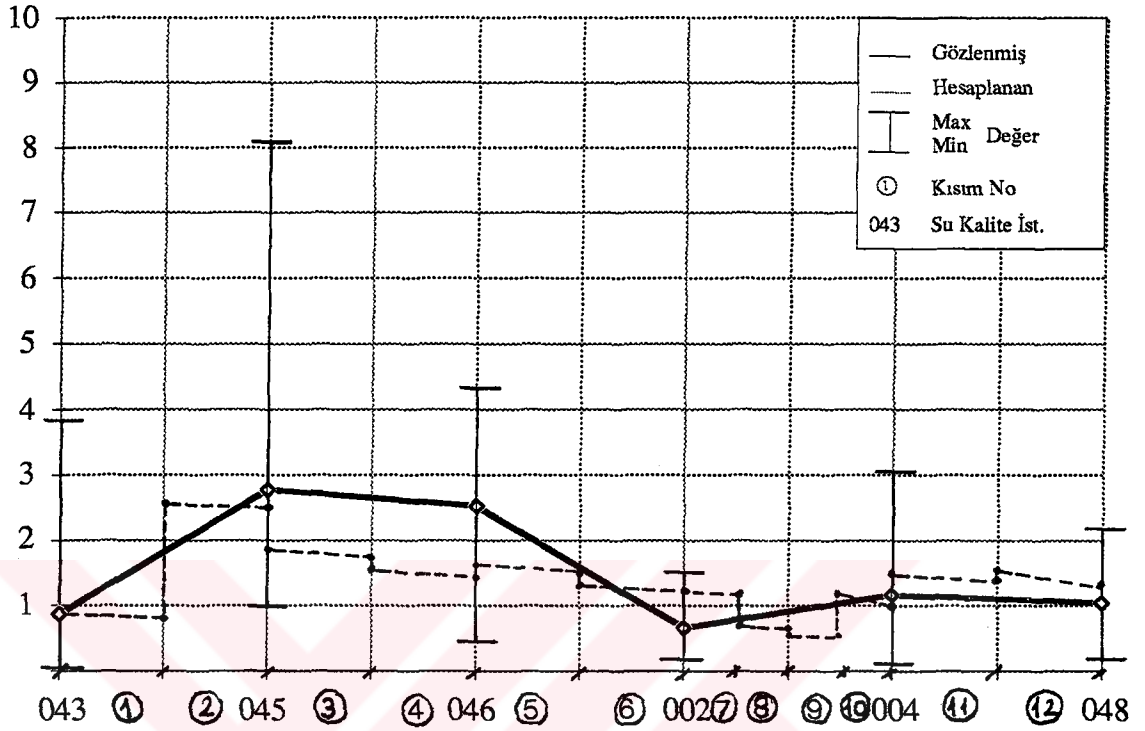
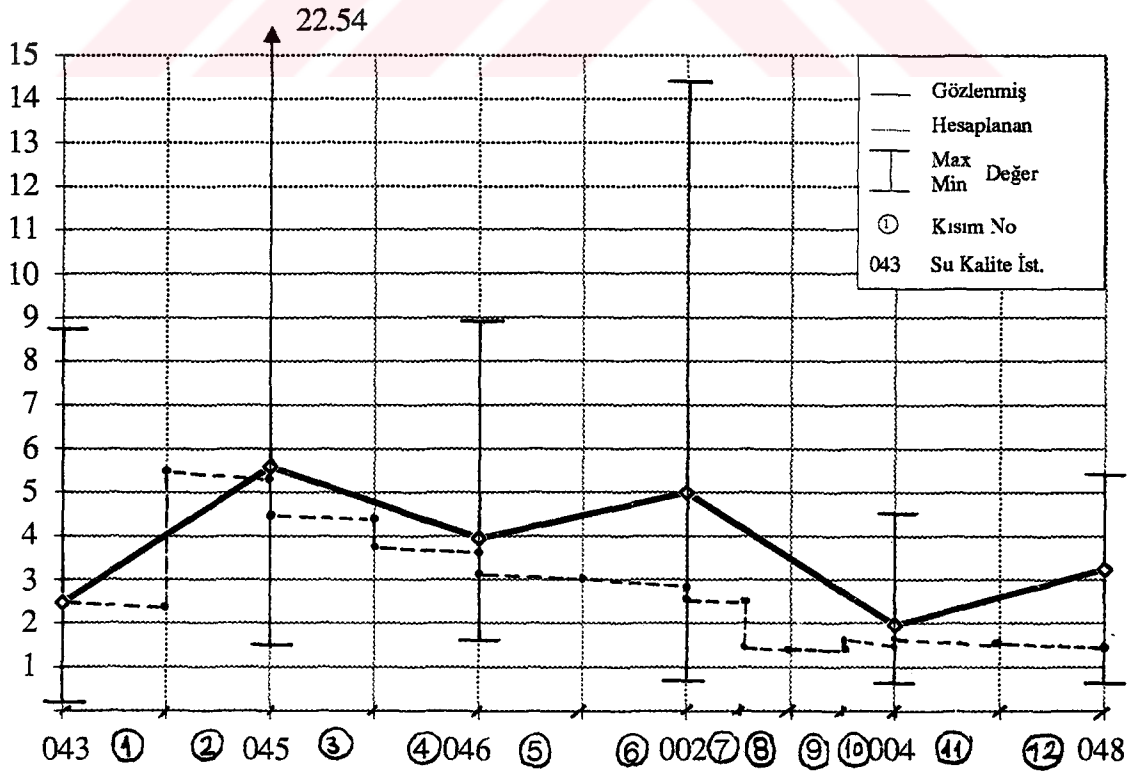
ŞEKİL VI.4.a BOİ Verifikasyon Profili (1988)



ŞEKİL VI.3.b ÇO Kalibrasyon Profili (1987)



ŞEKİL VI.4.b ÇO Verifikasyon Profili (1988)

ŞEKİL VI.3.c NH₃ - N Kalibrasyon Profili (1987)ŞEKİL VI.4.c NH₃ - N Verifikasyon Profili (1988)

TABLO VI.4 - Kalibre edilmiş parametre değerleri ve literatürde aldıkları değerler.

Kısım no	Kalibre edilmiş değerler			
	Kd (Gün ⁻¹)	Ka (Gün ⁻¹)	Ks (Gün ⁻¹)	Kn (Gün ⁻¹)
1	0.23	1.1	0	0.15
2	0.23	1.1	0	0.15
3	0.57	2.1	0.2	0.42
4	0.57	2.1	0.2	0.42
5	0.21	1.7	0.1	0.35
6	0.21	1.7	0.1	0.35
7	0.55	3.5	0.5	0.15
8	0.55	3.5	0.5	0.15
9	0.55	3.5	0.5	0.15
10	0.55	3.5	0.5	0.15
11	0.62	3.3	0.5	0.1
12	0.62	3.3	0.5	0.1
Literatür Değerleri	0.10-0.9	0.05-10.0	0.0-2.0	0.01-0.50

VI.4. Modelin Doğrulanması (Verification) :

BOİ, ÇO ve NH₃-N parametrelerinin 1988 yıllık ortalama değerlerine göre modelin doğrulanması (verification) yapılmıştır. Programın giriş ve çıkış datalarını gösteren program çıktısı EK III'de verilmektedir.

BOİ için verifikasyon grafiği ŞEKİL VI.4a'da, ÇO verifikasyon grafiği ŞEKİL VI.4b'de ve NH₃-N'u için verifikasyon grafiği de ŞEKİL VI.4c'de görülmektedir.

BÖLÜM VII - SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Nilüfer Çayı'nın su kalitesi, tek boyutlu kararlı halde bir model ile modellenmiştir. Kalibrasyon için 1987 yıllık ortalama BOİ, ÇO ve NH₃-N'u değerleri kullanılmıştır. BOİ, ÇO ve NH₃-N'unun 1988 yıllık ortalama değerleri için modelin verifikasyonu yapılmıştır. Modelde BOİ, ÇO ve NH₃-N'una etki eden süreçler; organik maddenin biyokimyasal oksidasyonu sonucu ÇO'in düşmesi, buna karşılık havadan oksijen kazanılması ile ÇO'in artması, çökeltme ile BOİ'nin giderilmesi ve amonyaklaşma ile NH₃-N'unun giderilmesidir. Model bentik ihtiyacı ve net fotosentez-solunum etkisini de gözönüne almaktadır. Fakat, yapılan çalışmada bu iki prosesle ilgili olarak elde hiçbir deney sonucu bulunmadığından, bu iki proses modelde gözönüne alınmamıştır.

Kalibrasyon sonucunda, BOİ için çok yakın değerler elde edilmiştir. BOİ verifikasyonu da tatminkardır. ÇO'in kalibrasyonu çoğu yerde iyi sonuç vermiştir. Ancak verifikasyonda hesaplanan değerler, gözlenmiş değerlerden yüksek çıkmıştır. Bu da özellikle mansap kısmında debi değerlerinin belirsizliğinden kaynaklanmaktadır. Aynı şekilde NH₃-N'u kalibrasyonunda hesaplanan değerler, gözlenmiş değerlerden düşük çıkmıştır. Bu da, atıksu yüklerinin güvenilir olmaması ve tarımsal alanlardan gelen üniform azot yüklerinin hesaba katılmamasından kaynaklanmaktadır.

Nilüfer Çayı'nın en memba tarafında bulunan ve Uludağ'dan gelen suları karakterize eden 001 istasyonunda su kalitesi, yüksek çözünmüş oksijen ve düşük biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerleri ile nisbeten temizdir. Bazı yüksek E.Coli ölçümleri yukarıdaki köylerden kaynaklanan kirliliğin kimi zaman bir problem oluşturabileceğini göstermektedir.

Özellikle, Bursa kanalizasyon atıksularının deşarj edildiği Soğanlıdere'nin Nilüfer Çayı'na karışmasından sonraki 045 numaralı istasyonda gözlenen ölçümler aşırı bir kirlenmeyi göstermektedir. Arıtılmamış atıksular nedeniyle, nehrin ÇO konsant

rasyonu düşmekte, kimi zaman da sıfır olmaktadır. Buna karşılık, BOİ'de de büyük bir yükselme görülmektedir.

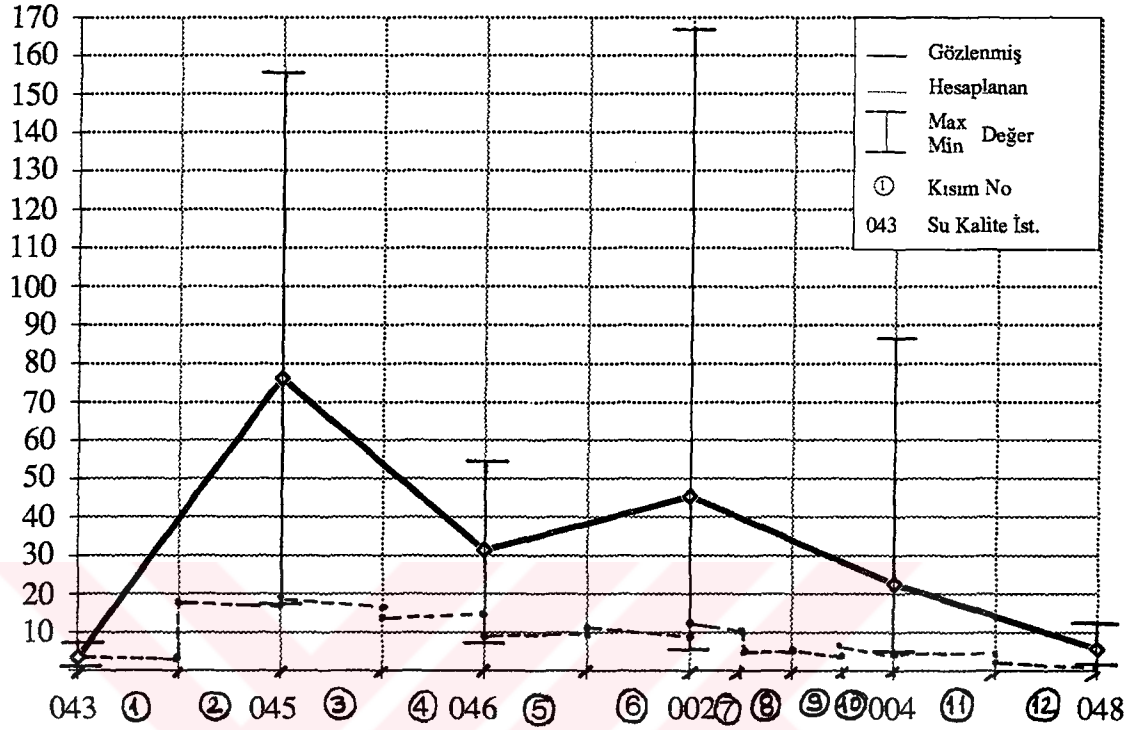
En yüksek BOİ ve en düşük ÇO seviyeleri, kurak mevsimin sonu olan Ekim/Kasım ile Ocak/Şubat ayları arasındaki periyotta görülmektedir. ÇO konsantrasyonu mansaba inildikçe (046, 002, 004) hızla düşmektedir. Hatta çoğunlukla sıfır olmaktadır.

D.S.İ. tarafından 1984'te başlatılan su kalitesini izleme programı gereğince, ilk yıllar her ay veya iki ayda bir olmak üzere tekil numuneler alınmıştır. Bu numune alma sıklığı son yıllarda azalmıştır. Bu nedenle, birkaç saatlik kısa bir zaman zarfında, bazı özel endüstriyel proseslerin faaliyette bulunması ve yüksek konsantrasyonda atık yükü boşaltması sonucu, nehir su kalitesinin aşırı derecede bozulması mümkündür. Mevcut numune alma prosedürüyle, bu tür olayların tamamiyle gözardı edilebileceği açıktır. Dolayısıyla, yıl içinde herhangi bir zaman zarfında oldukça kötü su kalitesi ortaya çıkabilir.

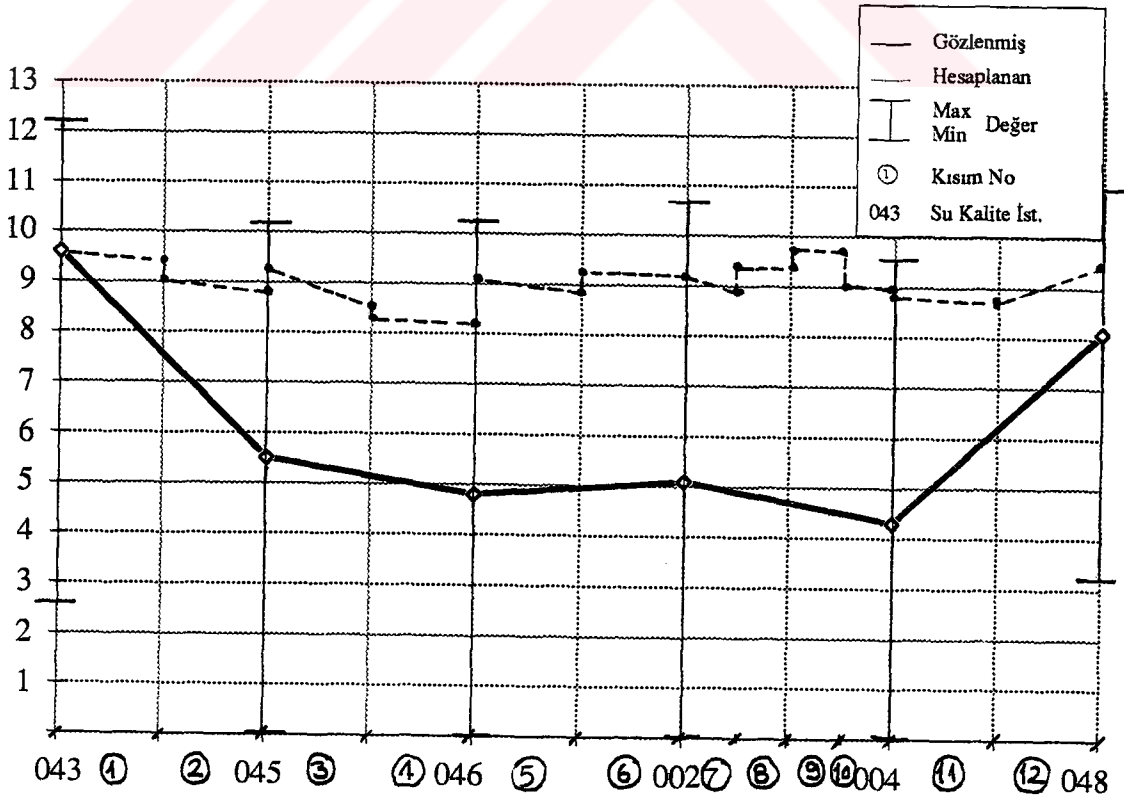
Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde BOİ, ÇO ve NH₃-N'u parametreleri için verilen su kalite standartları gözönüne alındığında, bu parametreler için nehir suyunun su kalitesi sınıfı belirlenebilir. Tablo VII .1'de Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ndeki BOİ, ÇO ve NH₃-N'u parametrelerine göre kalite kriterleri verilmektedir.

BOİ parametresine göre nehir IV. sınıf, yani çok kirlenmiş su kaynağı sınıfına girer. ÇO parametresine göre ise, nehir III. sınıf, yani kirlenmiş su kaynağına girer. NH₃-N'u parametresine göre 1987 'de III. sınıf, 1988'de IV. sınıf bir su kaynağını oluşturmaktadır. Genel olarak bakıldığında, Nilüfer Çayı'nın IV. sınıf su kalitesine sahip olduğu söylenebilir. Şehrin endüstriyel gelişimine paralel olarak su kalitesi de hergeçen gün düşmektedir. Nilüfer Çayı'na arıtılmaksızın verilen evsel ve endüstriyel atıksular nedeniyle, nehir özellikle yaz aylarında tam bir açık kanal görevi görmektedir. Bu nedenle, acil olarak arıtma alternatifleri uygulanarak su kalitesini iyileştirme yoluna gidilmelidir.

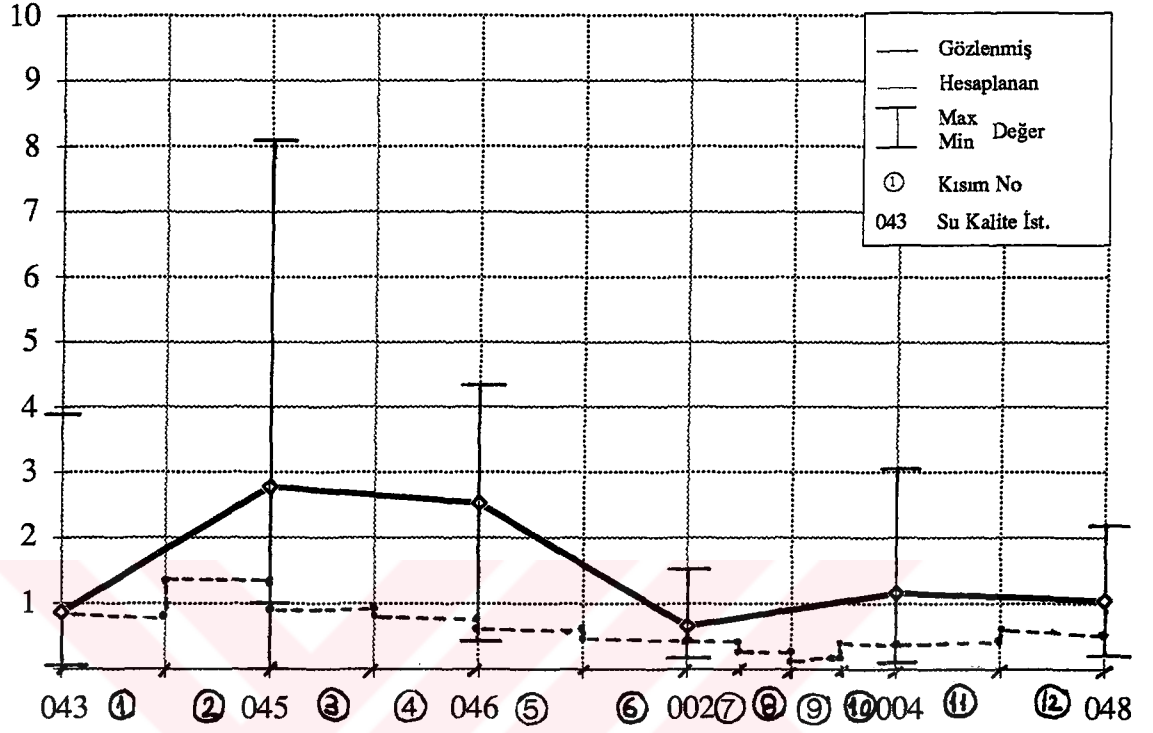
Bu aşamada Nilüfer Çayı'na yapılan bütün atıksu girişlerinin %80 arıtılması halinde su kalitesinin alacağı değerler incelenmiştir. Bu durum için programın giriş ve



ŞEKİL VII.1a Atıksuların %80 Arıtılması Durumu BOİ Kalibrasyon Profili (1987)



ŞEKİL VII.1b Atıksuların %80 Arıtılması Durumu ÇO Kalibrasyon Profili (1987)



ŞEKİL VII.16 Atıksuların %80 Arıtılması Dur. NH₃-N Kalibrasyon Profili (1987)

TABLO VII .1 - BOİ, ÇO ve NH₃-N'u Parametreleri İçin Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri.

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve İnorganik Kimyasal Parametreler				
. Çözünmüş Oksijen (mg/l)	8	6	3	3
. Amonyum azotu (mg/l)	0.2*	1.0*	2.0*	2.0*
B) Organik Maddeler				
. BOİ (mg/l)	4	8	20	20

* pH değerine bağlı olarak serbest amonyak konsantrasyonu 0.02 mg NH₃-N/l değerini geçmemelidir.

çıkış datası EK IV'te BOİ profili ŞEKİL VII.1'de, ÇO profili VII.1'de ve NH₃-N profili VII.1'de gösterilmektedir.

BUSKİ (Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi) tarafından yürütülen proje gereğince, Bursa ve çevresindeki evsel ve endüstriyel atıksular iki bölgede toplanarak arıtıldıktan sonra nehre verilecektir. Bu iki arıtma tesisinden birinin Küçükbalıklı 'da, diğerinin de Geçit Köy'de kurulması planlanmaktadır. Böylece, evsel ağırlıklı atıksular Küçükbalıklı'da inşa edilen arıtma tesisinde, büyük bir kısmını Bursa Organize Sanayi Bölgesi'nin oluşturduğu endüstriyel ağırlıklı atıksular da Geçit Köy'de inşa edilen arıtma tesisinde arıtılacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] D.S.İ. İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Bursa Bölgesi Kirlilik Araştırması, Ankara (1984).
- [2] Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi (BUSKİ), Bursa Environment Project Water Supply and Sewerage - Volume I. Summary Report , Bursa (1991).
- [3] Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi (BUSKİ), Bursa Environment Project Water Supply and Sewerage - Volume VII. Hydrology and Water Quality Modelling, Bursa (1991).
- [4] D.S.İ. Genel Müdürlüğü, Bursa ve Çayırköy Ovaları Hidrojeolojik Etüd Raporu, Ankara (1990).
- [5] Daka Teknik Müşavirlik Tic. ve San. A.Ş., Bursa Kirlilik Envanter Çalışması, İstanbul (1989).
- [6] GROMIEC M.J., LOUCKS D. and ORLOB G.T., Stream Quality Modelling.
- [7] AKYÜZ, B., Akarsu Kalite Modellemesindeki Basit Bilgisayar Programları, İ.T.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümü Bitirme Ödevi, İstanbul (Haziran 1986).

[8] HAGGARD K.R. and KRENKEL P.A., Water Quality Modelling And Water Resources Planning.

[9] WU J.S., and AHLERT R.C., Application of a Steady State Water Quality Model, Water Resources Bulletin, 15(3):660-670.



```

5 GOTO 440
10 REM filename = QUALAEEP
20 DEFINT J
30 DIM DQ(100),XL5(100),XN(100)
40 REM:                QUAL-1
50 REM:
60 REM: A steady-state one-dimensional water quality model which computes BOD,
70 REM: Amonia-N, and DO profile of a non-tidal river system under both aerobic
80 REM: and anaerobic conditions. Waste inputs include point and uniform loads.
90 REM:
100 DIM QTEM(20),XLTEM(20),DTEM(20),NCON(20),NSTOP(20),XNTEM(20)
110 N=0
120 FOR A=1 TO 9
130 PRINT ""
140 NEXT A
150 PRINT"                QUAL-1                "
160 PRINT"                -----                "
170 PRINT""
180 PRINT"                This is a steady-state one-dimensional water quality model. I
t has the capability of handling river system and computing BOD-N-DO profile un
der both aerobic and anaerobic conditions."
190 PRINT"
                                press RETURN to continue"

200 PRINT""
210 INPUT G1
220 PRINT"
                                "
230 PRINT"    You should initially draw a diagram of the system to be analyzed
as in the example on the next screen.  You should number the reaches starting
with the uppermost and carefully determine the values of the control variables.
"
240 PRINT""
250 PRINT""
260 PRINT"variables NCON and NSTOP using the criteria below:"
270 PRINT""
280 PRINT"                NCON  0 uppermost reach"
290 PRINT"                1 all other reaches, except"
300 PRINT"                2 encountered a branch    "
310 PRINT"                3 end segment of a branch"
320 PRINT"                joining main river"
330 PRINT"                NSTOP 0 for last downstream reach"
340 PRINT"                1 for uppermost reach joined"
350 PRINT"                by a branch"
360 PRINT"                2 a non-branched reach joining"
370 PRINT"                main river"
380 PRINT"                3 otherwise"
390 PRINT""
400 PRINT:PRINT:PRINT"                press RETURN for diagram"
410 INPUT G1
420 GOSUB 2800
430 IF R5=777 GOTO 230
440 INPUT "Enter the number of reaches in your system";LIMIT
450 PRINT"Now input the values of the control variables NCON and NSTOP for each
reach"
460 FOR NR=1 TO LIMIT
470 PRINT"For reach number"NR
480 PRINT"-----"
490 INPUT "Enter NCON";NCON(NR)
500 INPUT "Enter NSTOP";NSTOP(NR)
510 NEXT NR
520 NR=1
530 PRINT""
540 PRINT"Now input the following data for the reach indicated"
550 PRINT

```

```

560 PRINT"Reach #"NR
570 PRINT""
580 PRINT"BOD of uppermost reach,mg/l"
590 PRINT" 5"
600 INPUT XL5
610 PRINT""
620 PRINT"NH -N OF UPPERMOST REACH,mg/l"
630 PRINT" 3"
640 INPUT XN
650 PRINT""
660 INPUT "DO deficit of uppermost reach,mg/l";D
670 PRINT"For reach # "NR"enter the appropriate waste input code below"
680 PRINT""
690 PRINT"      1 no waste input"
700 PRINT"      2 point source input"
710 PRINT"      3 uniform loads input"
720 PRINT"      4 point and uniform loads"
730 PRINT" Note: The point source in the uppermost reach must be combined"
740 PRINT"      with the initial input"
750 INPUT NCASE
760 PRINT""
770 PRINT"Enter the following data concerning reach #"NR
780 PRINT ""
790 INPUT "Number of segments to be evaluated";NSEG
800 PRINT"      0"
810 INPUT "Temp, C";T
820 INPUT "Length, kilometers";RM
830 INPUT "Stream flow rate, m3/s";Q
840 INPUT "Velocity, m/s";V
850 PRINT"
860 INPUT"First order BOD decay rate at T (temperature entered),d-1";C1
870 PRINT "
880 INPUT "Reaeration coefficient at T, d-1";C2
890 PRINT "
900 INPUT "Sedimentation BOD removal rate at T, d-1";C3
910 PRINT "
920 INPUT "Nitrification coefficient at T, d-1";CN
930 INPUT "Benthic demand, mg/l/d";B
940 INPUT "Net photo/resp. , mg/l/d";PR
950 LPRINT"-----REACH No."NR,"FLOW,M3/S="Q,"VELOCITY,meter/s="V
960 LPRINT"      C1,1/d="C1,"C2,1/d="C2,"C3,1/d="C3,"CN,1/d="CN
970 LPRINT"      TEMPERATURE,C = "T,"      BENTHIC DEMAND,mg/l/d= "B
980 LPRINT"      PHOTO/RESP,mg/l/d="PR,"REACH LENGTH,kilometers= "RM
990 LPRINT""
1000 NCON=NCON(NR)
1010 NETOP=NETOP(NR)
1020 IF (NCON=0) AND (NCASE=3) GOTO 1490
1030 IF NCASE=1 GOTO 1490
1040 IF (NCASE=2)*(NCASE=4) GOTO 1310
1050 PRINT"Input the following data concerning the point source waste input for
reach #"NR
1060 WL5=0
1070 WN=0
1080 WD=0
1090 RL5=0
1100 RN=0
1110 RD=0
1120 PRINT""
1130 INPUT "flow rate, m3/s";WQ
1140 PRINT"BOD ,mg/l"
1150 INPUT " 5";WL5
1160 PRINT"NH -N,mg/l"
1170 INPUT " 3";WN

```

```

1180 INPUT "DO deficit ,mg/l";WD
1190 PRINT"BOD load, Kg/day"
1200 INPUT " 5";RL5
1210 PRINT"NH -N load, Kg/day"
1220 INPUT " 3";RN
1230 INPUT "DO deficit load, KG/day";RD
1240 IF WLS=0 GOTO 1270
1250 LPRINT"-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= "WD,"BOD5,mg/l = "WLS
1260 LPRINT"      NH3-N,mg/l = "WN,"DO DEFICIT,mg/l= "WD
1270 IF SLS=0 GOTO 1300
1280 LPRINT"      - POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = "RL5,"NH3-N,Kg/day = "RN
1290 LPRINT"      DO DEFICIT,Kg/d = "RD
1300 LPRINT""
1310 IF (NCASE=3)*(NCASE=4) GOTO 1490
1320 PRINT"Input the following data concerning the uniform waste load in reach
# "NR
1330 ADL5=0
1340 ADN=0
1350 UL5=0
1360 UN=0
1370 PRINT"Uniform BOD load, e.g. sewering, mg/l/d"
1380 INPUT "      5";ADL5
1390 PRINT"Uniform NH -N load, mg/l/d"
1400 INPUT "      3";ADN
1410 PRINT"Uniform BOD load, Kg/km/d"
1420 INPUT "      5";UL5
1430 PRINT"Uniform NH -N load, Kg/km/d"
1440 INPUT "      3";UN
1450 IF ADL5= 0 GOTO 1470
1460 LPRINT"-----UNIFORM LOAD & BOD5, mg/l/d = "ADL5,"NH3-N,mg/l/d = "ADN
1470 IF UL5=0 GOTO 1490
1480 LPRINT"-----UNIFORM LOAD & BOD5,Kg/km/d= "UL5,"NH3-N,Kg/km/d = "UN
1490 GOCUE 1780
1500 NSTOP=NSTOP(NR)
1510 NCON =NCON(NR)
1520 IF NSTOP=0 GOTO 1770
1530 IF (NCON = 0)*(NSTOP=1) GOTO 1600
1540 IF (NCON=0)*(NSTOP=2) GOTO 1670
1550 IF (NCON=0)*(NCON=1) GOTO 1580
1560 NR=NR+1
1570 GOTO 670
1580 IF NCON=2 GOTO 1600
1590 GOTO 1670
1600 N=N+1
1610 XLTEM(N) = XL
1620 XNTEM(N) = XN
1630 DTEM(N) = D
1640 QTEM(N) = Q
1650 NR = NR + 1
1660 GOTO 540
1670 M = N
1680 XL=(XL*Q+XLTEM(M)*QTEM(M))/(Q+QTEM(M))
1690 XN=(XN*Q+XNTEM(M)*QTEM(M))/(Q+QTEM(M))
1700 D=(D*Q+QTEM(M)*DTEM(M))/(Q+QTEM(M))
1710 BL=XL*(Q+QTEM(M))
1720 BN=XN*(Q+QTEM(M))
1730 BD= D*(Q+QTEM(M))
1740 N=N-1
1750 NR=NR+1
1760 GOTO 670
1770 END
1780 REM:          SUBROUTINE MODEL
1790 LPRINT"          DISTANCE          DO          BOD5          NH3-N"

```

```

1800 LPRINT"          miles          mg/l          mg/l          mg/l"
1810 LPRINT""
1820 Z=4.0
1830 ALFA=.2
1840 X=0
1850 XT=0
1860 XLX=0
1870 XNX=0
1880 DX=0
1890 CS=481.5/(22.5+T)
1900 C2=C1/(1.047*(T-20))
1910 A=Q/V
1920 RSEG=NSEG
1930 IF NCON = 0 THEN XL=XL5/(1!-EXP(-C20*5!))
1940 IF (NCASE<>2)*(NCASE<>4) GOTO 1970
1950 UL=UL5/(1!-EXP(-C20*5!))
1960 ADL=ADL5/(1!-EXP(-C20*5!))
1970 IF (NCASE<>2)*(NCASE<>4) GOTO 2000
1980 WL=WL5/(1!-EXP(-C20*5!))
1990 RL=RL5/(1!-EXP(-C20*5!))
2000 IF NCON=0 GOTO 2110
2010 IF (NCASE<>1)*(NCASE<>3) GOTO 2070
2020 XL=BL/Q
2030 XN=BN/Q
2040 D=ED/Q
2050 XL5=XL*(1!-EXP(-C20*5!))
2060 GOTO 2110
2070 XL=(BL+WL*WQ+RL/86.4)/Q
2080 XN=(BN+WN*WQ+RN/86.4)/Q
2090 D=(ED+WD*WQ+RD/86.4)/Q
2100 XL5=XL*(1!-EXP(-C20*5!))
2110 DO=CS-D
2120 XNX=XN
2130 CCQUE 3040
2140 XNX=0
2150 TERM1=0
2160 TERM2=0
2170 ISUM=0
2180 IF (NCASE<>3)*(NCASE<>4) GOTO 2210
2190 TERM1=ADL+UL/A
2200 TERM2=ADN+UN/A
2210 FOR I=1 TO NSEG
2220 IF DO:=ALFA GOTO 2410
2230 ISUM=ISUM+1
2240 XT=XT+RM/RSEG
2250 X=X+RM/RSEG
2260 TERM3=(1!-EXP(-(C1+C3)*X/V/86.4))/(C1+C3)
2270 TERM4=(B-FR)*(1!-EXP(-C2*X/V/86.4))/C2
2280 TERM5=C1/(C2-C1-C3)
2290 TERM6=(EXP(-C2*X/V/86.4)-1!)/C2
2300 IF CN=0 GOTO 2350
2310 XNX=XN+TERM2*X/V/86.4
2320 XLX=XL*EXP((-C1+C3)*X/V/86.4)+TERM3*TERM1
2330 DX=D*EXP(-C2*X/V/86.4)+TERM4+TERM5*(XLX-XL*EXP(-C2*X/V/86.4)+TERM1*TERM6)
2340 GOTO 2380
2350 XNX=XN*EXP(-CN*X/V/86.4)+(1!-EXP(-CN*X/V/86.4))*TERM2/CN
2360 XLX=XL*EXP(-(C1+C3)*X/V/86.4)+TERM3*TERM1
2370 DX=D*EXP(-C2*X/V/86.4)+TERM4+TERM5*(XLX-XL*EXP(-C2*X/V/86.4)+TERM1*TERM6)+
CN/(C2-CN)*(XNX-XN*EXP(-C2*X/V/86.4)+TERM2*TERM6)*Z
2380 DO=CS-DX
2390 GOTO 2570
2400 REM: ANAEROBIC CONDITION
2410 LO=0

```

```

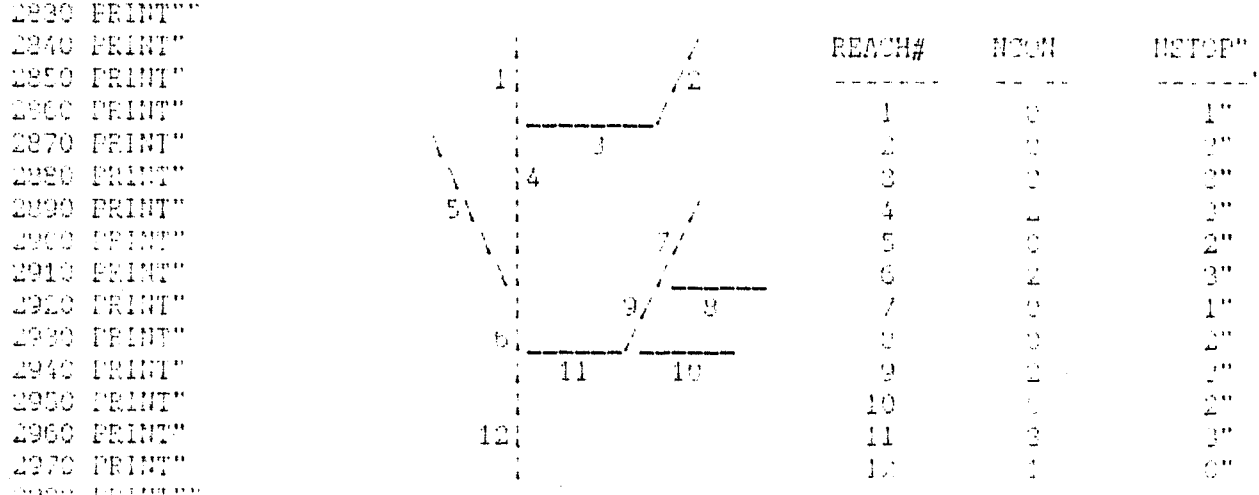
2420 Y=0
2430 SF=SF
2440 IF SF=0 THEN SF=1
2450 IF XLX=0 THEN XL=XLX
2460 IF XNX=0 THEN XN=XNX
2470 FOR J=1 TO NSEG
2480 ISUM=ISUM+1
2490 Y=Y+RM/RSEG
2500 XT=XT + RM/RSEG
2510 XN=EN+TERM*(Y/RM)
2520 IF CE=0 GOTO 2530
2530 XL=XL+(TERM*(CE*(1-SF))*Y/V/DB.4
2540 GOTO 2560
2550 XL=XL*EXP(-S1*Y/V/DB.4)+(TERM*(XN*(1-SF))*Y/V/DB.4)/V
2560 IF (CI*XL) > (CE*(CE+SF)) GOTO 2620
2570 XL=XL*(1-EXP(-S2*Y))
2580 LX=CE-LX
2590 GOSUB 3040
2600 IF ISUM=NSEG GOTO 2720
2610 NEXT J
2620 CE=ALFA*CE
2630 XL=XLX
2640 XN=XNX
2650 L=LX-LX
2660 X=XI
2670 XL=XL*(1-EXP(-S2*Y))
2680 GOSUB 3040
2690 IF ISUM=NSEG GOTO 2720
2700 NEXT I
2710 REM: STORE RESULTS FOR DOWNSTREAM REACH
2720 XL=XLX
2730 XN=XNX
2740 L=LX
2750 EL=XL*G
2760 EN=XN*G
2770 ED=L*G
2780 RETURN
2790 END

```

```

2800 REM: SUBROUTINE DIAGRAM
2810 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT" EXAMPLE RIVER SYSTEM"
2820 PRINT" *****"

```



```

2830 PRINT"
2840 PRINT"
2850 PRINT"
2860 PRINT"
2870 PRINT"
2880 PRINT"
2890 PRINT"
2900 PRINT"
2910 PRINT"
2920 PRINT"
2930 PRINT"
2940 PRINT"
2950 PRINT"
2960 PRINT"
2970 PRINT"
2980 PRINT"
2990 PRINT"
3000 PRINT"
3010 INPUT AS
3020 PRINT"
3030 END
3040 REM: PRINT"

```

PRESS RETURN TO CONTINUE OR ENTER
 277 TO DISPLAY CONTROL CRITERIA."

```
3050 D1=0
3060 IF D1=-ALEA THEN D1=0
3070 LPRINT USING "###.##";XT;D1;XL5;XNX
3080 RETURN
3090 END
```



-----REACH No. 1 FLOW,M3/S= 4.266 VELOCITY,meter/s= .93
 C1,1/d= .23 C2,1/d= 1.1 C3,1/d= 0 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 15.3 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 5.0

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH2-N mg/l
0.00	9.60	3.49	0.87
0.28	9.59	3.39	0.87
1.77	9.58	3.38	0.87
2.65	9.57	3.37	0.87
3.53	9.56	3.37	0.86
4.42	9.54	3.36	0.86
5.00	9.53	3.35	0.86

-----REACH No. 2 FLOW,M3/S= 4.275 VELOCITY,meter/s= .76
 C1,1/d= .23 C2,1/d= 1.1 C3,1/d= 0 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 15.4 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= .9

POINT INPUT & FLOW, m3/s= .245 BOD5,mg/l = 165
 NH2-N,mg/l = 3.23 DO DEFICIT,mg/l= 5.19

-----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 134.7 NH2-N,Kg/day = 263.72
 DO DEFICIT,Kg/d = 423.753

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH2-N mg/l
0.00	7.22	76.28	2.29
0.15	7.17	76.24	2.29
0.30	7.12	76.20	2.29
0.45	7.07	76.16	2.29
0.60	7.02	76.12	2.28
0.75	6.97	76.08	2.28
0.90	6.92	76.04	2.28

-----REACH No. 3 FLOW,M3/S= 5.22 VELOCITY,meter/s= .76
 C1,1/d= .57 C2,1/d= 2.1 C3,1/d= .2 CN,1/d= .42
 TEMPERATURE,C = 14.6 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 5.2

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .00228 BOD5,mg/l = 385
 NH2-N,mg/l = 4.62 DO DEFICIT,mg/l= 9.149999

-----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 108.88 NH2-N,Kg/day = 1.207
 DO DEFICIT,Kg/d = 2.592

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH2-N mg/l
0.00	7.65	89.47	1.88
0.87	7.06	79.65	1.87
1.73	6.50	78.85	1.85
2.60	5.96	78.05	1.84
3.47	5.44	77.26	1.83
4.33	4.94	76.48	1.82
5.20	4.47	75.71	1.81

-----REACH No. 4 FLOW,M3/S= 6.745 VELOCITY,meter/s= .75
 C1,1/d= .57 C2,1/d= 2.1 C3,1/d= .2 CN,1/d= .42
 TEMPERATURE,C = 16.5 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= .8

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .425 BOD5,mg/l = 49
 NH2-N,mg/l = 1.76 DO DEFICIT,mg/l= 4.41

-----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 1799.28 NH2-N,Kg/day = 64.627

DO DEFICIT, mg/d = 161.905

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	4.81	64.21	1.62
0.13	4.75	64.11	1.62
0.27	4.69	64.01	1.62
0.40	4.63	63.90	1.62
0.53	4.57	63.80	1.62
0.67	4.50	63.70	1.62
0.80	4.44	63.60	1.62

----REACH No. 5 FLOW, M3/S= 8.17 VELOCITY, meter/s= .62
 C1, 1/d= .21 C2, 1/d= 1.7 C3, 1/d= .1 CN, 1/d= .35
 TEMPERATURE, C = 14.8 BENTHIC DEMAND, mg/1/d= 0
 PHOTO, RESP, mg/1/d= 0 REACH LENGTH, kilometers= 7.3

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	5.73	40.08	1.24
1.22	5.60	39.73	1.22
2.44	5.47	39.32	1.21
3.65	5.36	38.84	1.20
4.87	5.25	38.31	1.20
6.08	5.14	37.74	1.20
7.30	5.03	37.12	1.20

----REACH No. 6 FLOW, M3/S= 8.942001 VELOCITY, meter/s= .62
 C1, 1/d= .21 C2, 1/d= 1.7 C3, 1/d= .1 CN, 1/d= .35
 TEMPERATURE, C = 14.8 BENTHIC DEMAND, mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP, mg/1/d= 0 REACH LENGTH, kilometers= 8

-----POINT INPUT & FLOW, M3/s= .0149 BOD5, mg/l = 1669
 NH3-N, mg/l = 4.58 DO DEFICIT, mg/l= 9.149999
 -----POINT SAMPLE IN & BOD5, kg/day = 2148.604 NH3-N, kg/day = 5.996
 DO DEFICIT, kg/d = 11.779

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	5.72	41.58	1.18
1.00	5.63	41.34	1.17
2.00	5.53	41.10	1.16
3.00	5.44	40.86	1.16
4.00	5.36	40.63	1.15
5.00	5.28	40.39	1.14
6.00	5.20	40.16	1.13

----REACH No. 7 FLOW, M3/S= 9.145001 VELOCITY, meter/s= .63
 C1, 1/d= .55 C2, 1/d= 3.5 C3, 1/d= .5 CN, 1/d= .15
 TEMPERATURE, C = 13.6 BENTHIC DEMAND, mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP, mg/1/d= 0 REACH LENGTH, kilometers= 5.8

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	5.02	50.67	1.11
0.97	5.13	49.74	1.10
1.93	4.95	48.82	1.10
2.90	4.80	47.92	1.10
3.87	4.67	47.03	1.10
4.83	4.55	46.16	1.09
5.80	4.45	45.31	1.09

-----REACH No. 8 FLOW, M3/S= 14.145 VELOCITY, meter/s= .67

C1,1/d= .55 C2,1/d= 3.5 C3,1/d= .5 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 19.6 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 4.8

----POINT INPUT & FLOW, m3/s= 1.005 BOD5,mg/l = 60
 NH3-N,mg/l = 1.10 DO DEFICIT,mg/l= 9.149999
 ----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 27.045 NH3-N,Kg/day =
 .5000001
 DO DEFICIT,Kg/d = 0.950

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	6.55	29.24	0.71
0.80	6.71	28.91	0.70
1.60	6.47	28.50	0.70
2.40	6.48	28.09	0.70
3.20	6.49	27.68	0.70
4.00	6.58	27.28	0.70
4.80	6.55	26.87	0.70

----REACH No. 9 FLOW,M3/S= 18.153 VELOCITY,meter/s= .81
 C1,1/d= .55 C2,1/d= 3.5 C3,1/d= .5 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 19.6 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 10.7

----POINT INPUT & FLOW, m3/s= 1.0101 BOD5,mg/l = 2956
 NH3-N,mg/l = 1.43 DO DEFICIT,mg/l= 9.149999
 POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 2580 NH3-N,Kg/day = 1.249
 DO DEFICIT,Kg/d = 7.985

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	7.14	24.24	0.54
1.72	7.12	22.60	0.54
3.57	7.13	22.98	0.54
5.35	7.09	22.37	0.54
7.13	7.06	21.78	0.54
8.92	7.04	21.21	0.53
10.70	7.03	20.65	0.53

----REACH No. 10 FLOW,M3/S= 18.153 VELOCITY,meter/s= .65
 C1,1/d= .55 C2,1/d= 3.5 C3,1/d= .5 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 16.1 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 2.9

----POINT INPUT & FLOW, m3/s= 1.431 BOD5,mg/l = 70.1
 NH3-N,mg/l = 3.42 DO DEFICIT,mg/l= 6.49
 ----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 8667.052 NH3-N,Kg/day = 422.84
 DO DEFICIT,Kg/d = 202.412

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	5.48	31.44	1.07
0.48	5.45	31.16	1.07
0.97	5.42	29.89	1.07
1.45	5.40	30.60	1.07
1.93	5.38	30.32	1.07
2.42	5.36	30.05	1.06
2.90	5.35	29.78	1.06

----REACH No. 1 FLOW,M3/S= 19.584 VELOCITY,meter/s= .75
 C1,1/d= .62 C2,1/d= 3.2 C3,1/d= .5 CN,1/d= .1
 TEMPERATURE,C = 16.1 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0

PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 8

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	4.71	20.80	1.40
1.00	4.69	20.10	1.40
2.00	4.64	19.39	1.39
3.00	4.57	18.61	1.37
4.00	4.48	17.74	1.39
5.00	4.34	16.83	1.37
6.00	4.17	15.84	1.38

---REACH No. 1 FLOW,MS, Q= 12.504 VELOCITY,feet/s= 1.2
 C1,1/d= .02 C2,1/d= 2.3 C3,1/d= .5 CN,1/d= .1
 TEMPERATURE,C = 10.1 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 45.2

---POINT INPUT & FLOW, m3/s= 1.98 BOD5,mg/l = 1.5
 NH3-N,mg/l = .42 DO DEFICIT,mg/l= 0
 ---POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 256.508 NH3-N,Kg/day = 11.81
 DO DEFICIT,Kg/d = 0

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	4.77	23.64	1.47
7.50	4.97	20.86	1.45
15.07	5.27	18.41	1.44
22.60	5.61	16.24	1.42
30.11	5.97	14.33	1.40
37.67	6.33	12.64	1.39
45.20	6.67	11.15	1.37

-----REACH No. 1 FLOW,M3/S= 3.142 VELOCITY,meter/s= .62
 C1,1/d= .23 C2,1/d= 1.1 C3,1/d= 0 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 16.6 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 5.2

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	9.33	15.00	2.47
0.82	8.32	14.94	2.46
1.77	8.24	14.89	2.46
2.65	8.17	14.83	2.45
3.53	8.10	14.77	2.45
4.42	8.02	14.71	2.44
5.20	7.96	14.65	2.43

-----REACH No. 2 FLOW,M3/S= 3.142 VELOCITY,meter/s= .62
 C1,1/d= .23 C2,1/d= 1.1 C3,1/d= 0 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 16.6 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= .9

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .65 BOD5,mg/l = 147.4
 NH3-N,mg/l = 7.87 DO DEFICIT,mg/l= 5.63
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 8277.986 NH3-N,Kg/day = 441.98
 DO DEFICIT,Kg/d = 316.121

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	5.78	75.75	5.68
0.15	5.72	75.70	5.68
0.30	5.66	75.66	5.68
0.45	5.60	75.61	5.67
0.60	5.54	75.56	5.67
0.75	5.48	75.51	5.67
0.90	5.42	75.47	5.67

-----REACH No. 3 FLOW,M3/S= 3.793 VELOCITY,meter/s= .53
 C1,1/d= .57 C2,1/d= 2.1 C3,1/d= .2 CN,1/d= .42
 TEMPERATURE,C = 15.9 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 5.2

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .00328 BOD5,mg/l = 385
 NH3-N,mg/l = 4.62 DO DEFICIT,mg/l= 9.149999
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 108.88 NH3-N,Kg/day = 1.307
 DO DEFICIT,Kg/d = 2.592

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	6.17	81.42	4.71
0.87	5.28	80.24	4.67
1.73	4.43	79.08	4.64
2.60	3.63	77.94	4.60
3.47	2.88	76.81	4.56
4.33	2.17	75.70	4.53
5.20	1.50	74.61	4.49

-----REACH No. 4 FLOW,M3/S= 4.437 VELOCITY,meter/s= .54
 C1,1/d= .57 C2,1/d= 2.1 C3,1/d= .2 CN,1/d= .42
 TEMPERATURE,C = 16.1 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= .8

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= 1.074 BOD5,mg/l = 21
 NH3-N,mg/l = 1.53 DO DEFICIT,mg/l= 4.13

-----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 1966.81
 DO DEFICIT,Kg/d = 30.119

NH3-N,Kg/day = 143.296

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	1.55	73.90	4.59
0.12	1.45	73.74	4.58
0.27	1.35	73.58	4.58
0.40	1.26	73.41	4.57
0.51	1.16	73.25	4.56
0.67	1.07	73.09	4.56
0.80	0.97	72.93	4.55

-----REACH No. 5 FLOW,M3/S= 6.531 VELOCITY,meter/s= .82
 C1,1/d= .21 C2,1/d= 1.7 C3,1/d= .1 CN,1/d= .05
 TEMPERATURE,C = 16.6 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 7.8

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	1.10	36.17	3.03
1.22	1.07	35.97	3.07
2.43	1.03	35.82	3.06
3.65	1.01	35.69	3.04
4.87	1.00	35.59	3.02
6.08	1.00	35.51	3.00
7.29	1.00	35.13	2.98

-----REACH No. 6 FLOW,M3/S= 6.531 VELOCITY,meter/s= .72
 C1,1/d= .21 C2,1/d= 1.7 C3,1/d= .1 CN,1/d= .05
 TEMPERATURE,C = 16.6 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 6

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .0149 BOD5,mg/l = 1669
 NH3-N,mg/l = 4.58 DO DEFICIT,mg/l= 9.149999

-----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 2148.604 NH3-N,Kg/day = 5.896
 DO DEFICIT,Kg/d = 11.779

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	1.35	42.74	3.00
1.00	1.16	42.53	2.99
2.00	1.06	42.32	2.97
3.00	1.02	42.11	2.95
4.00	1.00	41.90	2.94
5.00	1.01	41.69	2.92
6.00	1.00	41.48	2.91

-----REACH No. 7 FLOW,M3/S= 7.145 VELOCITY,meter/s= .61
 C1,1/d= .35 C2,1/d= 3.5 C3,1/d= .5 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 14.6 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 5.8

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	3.75	52.05	2.65
0.97	3.60	51.05	2.65
1.93	3.42	50.09	2.64
2.90	3.30	49.13	2.63
3.87	3.27	48.19	2.63
4.83	3.19	47.27	2.62
5.80	3.12	46.37	2.61

-----REACH No. 8 FLOW,M3/S= 9.031999 VELOCITY,meter/s= .62
 C1,l/d= .55 C2,l/d= 3.5 C3,l/d= .5 CN,l/d= .15
 TEMPERATURE,C = 14.6 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 4.8

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .005 BOD5,mg/l = 63
 NH3-N,mg/l = 1.16 DO DEFICIT,mg/l= 9.149999
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 27.045 NH3-N,Kg/day =
 .502001
 DO DEFICIT,Kg/d = 1.950

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	4.59	26.75	2.07
0.20	4.56	26.18	2.06
1.50	4.53	25.62	2.06
2.40	4.51	25.07	2.05
3.20	4.49	24.52	2.05
4.00	4.48	23.98	2.04
4.80	4.48	23.45	2.04

-----REACH No. 9 FLOW,M3/S= 13.088 VELOCITY,meter/s= .62
 C1,l/d= .55 C2,l/d= 3.5 C3,l/d= .5 CN,l/d= .15
 TEMPERATURE,C = 14.6 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 10.7

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .0101 BOD5,mg/l = 2956
 NH3-N,mg/l = 1.43 DO DEFICIT,mg/l= 9.149999
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 2580 NH3-N,Kg/day = 1.240
 DO DEFICIT,Kg/d = 7.985

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	6.24	27.65	1.41
1.78	6.16	26.70	1.40
3.57	6.11	25.78	1.40
5.35	6.08	24.90	1.39
7.13	6.07	24.04	1.38
8.92	6.08	23.22	1.38
10.70	6.10	22.42	1.37

-----REACH No. 10 FLOW,M3/S= 15.231 VELOCITY,meter/s= .61
 C1,l/d= .55 C2,l/d= 3.5 C3,l/d= .5 CN,l/d= .15
 TEMPERATURE,C = 20.8 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 2.9

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .441 BOD5,mg/l = 292.1
 NH3-N,mg/l = 6.02 DO DEFICIT,mg/l= 6.62
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 11129.71 NH3-N,Kg/day = 229.757
 DO DEFICIT,Kg/d = 252.238

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	5.11	25.06	1.52
0.48	5.03	25.02	1.52
0.97	4.96	24.69	1.52
1.45	4.90	24.36	1.52
1.93	4.84	24.02	1.52
2.42	4.78	23.70	1.51
2.90	4.72	23.38	1.51

-----REACH No. 1 FLOW,M3/S= 15.672 VELOCITY,meter/s= .48
 C1,l/d= .62 C2,l/d= 3.3 C3,l/d= .5 CN,l/d= .1

TEMPERATURE,C = 15.5 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 8

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	4.78	33.69	1.52
1.33	4.61	32.50	1.52
2.67	4.50	31.35	1.51
4.00	4.41	30.24	1.51
5.33	4.36	29.17	1.50
6.67	4.33	28.14	1.50
8.00	4.32	27.14	1.49

-----REACH No. 2 FLOW,m3/s= 15.672 VELOCITY,meter/s= .44
 C1,l/d= .52 C2,l/d= 2.3 C3,l/d= .5 CN,l/d= .1
 TEMPERATURE,C = 15.5 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 45.2

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= 1.98 BOD5,mg/l = 1.5
 NH3-N,mg/l = .42 DO DEFICIT,mg/l= 0
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 256.698 NH3-N,Kg/day = 11.85
 DO DEFICIT,Kg/d = 0

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	4.32	27.52	1.60
7.53	4.59	22.04	1.57
15.07	5.18	17.66	1.54
22.60	5.84	14.14	1.50
30.13	6.48	11.33	1.48
37.67	7.05	9.07	1.45
45.20	7.50	7.27	1.42

-----REACH No. 1 FLOW,M3/S= 4.266 VELOCITY,meter/s= .93
 C1,1/d= .23 C2,1/d= 1.1 C3,1/d= 0 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 15.3 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 5.3

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	9.60	3.40	0.87
0.88	9.59	3.39	0.87
1.77	9.58	3.38	0.87
2.65	9.57	3.37	0.87
3.53	9.56	3.37	0.86
4.42	9.54	3.36	0.86
5.30	9.53	3.35	0.86

-----REACH No. 2 FLOW,M3/S= 4.275 VELOCITY,meter/s= .76
 C1,1/d= .23 C2,1/d= 1.1 C3,1/d= 0 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 15.4 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= .9

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .945 BOD5,mg/l = 33
 NH3-N,mg/l = .65 DO DEFICIT,mg/l= 1.04
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 2094 NH3-N,Kg/day = 53.071
 DO DEFICIT,Kg/d = 84.914

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	9.03	17.92	1.15
0.15	9.04	17.91	1.15
0.30	9.02	17.90	1.15
0.45	9.02	17.90	1.15
0.60	9.01	17.89	1.15
0.75	9.00	17.88	1.15
0.90	8.98	17.87	1.14

-----REACH No. 3 FLOW,M3/S= 5.22 VELOCITY,meter/s= .76
 C1,1/d= .57 C2,1/d= 2.1 C3,1/d= .2 CN,1/d= .42
 TEMPERATURE,C = 14.6 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 5.2

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .00328 BOD5,mg/l = 77
 NH3-N,mg/l = .92 DO DEFICIT,mg/l= 1.83
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 21.821 NH3-N,Kg/day = .26
 DO DEFICIT,Kg/d = .519

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	9.24	18.89	0.94
0.87	9.20	18.70	0.93
1.73	9.06	18.51	0.93
2.60	8.93	18.32	0.92
3.47	8.81	18.14	0.92
4.34	8.69	17.95	0.91
5.20	8.57	17.77	0.91

-----REACH No. 4 FLOW,M3/S= 6.745 VELOCITY,meter/s= .75
 C1,1/d= .57 C2,1/d= 2.1 C3,1/d= .2 CN,1/d= .42
 TEMPERATURE,C = 16.5 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= .8

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .425 BOD5,mg/l = 9.8
 NH3-N,mg/l = .35 DO DEFICIT,mg/l= .88
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 359.856 NH3-N,Kg/day = 12.952

DO DEFICIT, Kg/d = 12.114

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	8.42	14.86	0.75
0.10	8.42	14.86	0.75
0.27	8.40	14.81	0.75
0.40	8.39	14.79	0.74
0.52	8.37	14.76	0.74
0.67	8.36	14.74	0.74
0.80	8.35	14.72	0.74

-----REACH No. 5
 C1,1/d= .21 FLOW,M3/S= 8.17 VELOCITY, meter/s= .62
 C2,1/d= 1.7 C3,1/d= .1 CN,1/d= .25
 TEMPERATURE,C = 14.8 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 7.3

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	8.95	9.27	0.61
1.22	8.92	9.21	0.61
2.43	8.89	9.14	0.60
3.65	8.86	9.08	0.60
4.87	8.83	9.02	0.59
6.08	8.80	8.95	0.59
7.30	8.78	8.89	0.58

-----REACH No. 6
 C1,1/d= .21 FLOW,M3/S= 8.942001 VELOCITY, meter/s= .62
 C2,1/d= 1.7 C3,1/d= .1 CN,1/d= .25
 TEMPERATURE,C = 13.6 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 6

-----POINT INPUT FLOW, m3/s= .0149 BOD5,mg/l = 134
 NH3-N,mg/l = .92 DO DEFICIT,mg/l= 1.82
 -----POINT SOURCE IN S BOD5,Kg/day = 400.936 NH3-N,Kg/day = 1.184
 DO DEFICIT,Kg/d = 2.856

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	9.15	9.45	0.54
1.00	9.13	9.39	0.54
2.00	9.11	9.34	0.53
3.00	9.09	9.28	0.53
4.00	9.07	9.23	0.52
5.00	9.05	9.18	0.52
6.00	9.03	9.13	0.52

-----REACH No. 7
 C1,1/d= .55 FLOW,M3/S= 9.145001 VELOCITY, meter/s= .63
 C2,1/d= 3.5 C3,1/d= .5 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 13.6 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 5.8

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	11.00	11.51	0.51
0.97	10.98	11.00	0.50
1.92	10.96	11.00	0.50
2.90	10.97	10.80	0.50
3.87	10.95	10.69	0.50
4.83	10.93	10.49	0.50
5.80	10.91	10.30	0.50

-----REACH No. 8
 FLOW,M3/S= 14.145 VELOCITY, meter/s= .67

C1,1/d= .55 C2,1/d= 3.5 C3,1/d= .5 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 13.6 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 4.8

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .005 BOD5,mg/1 = 12.6
 NH3-N,mg/1 = .23 DO DEFICIT,mg/1= 1.83
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 5.443 NH3-N,Kg/day = .099
 DO DEFICIT,Kg/d = .79

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	9.44	6.67	0.32
0.80	9.44	6.57	0.32
1.60	9.43	6.47	0.32
2.40	9.42	6.38	0.32
3.20	9.41	6.29	0.32
4.00	9.40	6.20	0.32
4.80	9.40	6.11	0.32

-----REACH No. 9 FLOW,M3/S= 18.153 VELOCITY,meter/s= .91
 C1,1/d= .55 C2,1/d= 3.5 C3,1/d= .5 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 13.6 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 10.7

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= .0101 BOD5,mg/1 = 591
 NH3-N,mg/1 = .23 DO DEFICIT,mg/1= 1.83
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 515.73 NH3-N,Kg/day = .259
 DO DEFICIT,Kg/d = 1.597

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	9.64	5.42	0.25
1.78	9.63	5.27	0.25
3.57	9.62	5.14	0.25
5.35	9.61	5.00	0.24
7.12	9.61	4.87	0.24
8.92	9.61	4.74	0.24
10.70	9.61	4.61	0.24

-----REACH No. 10 FLOW,M3/S= 18.153 VELOCITY,meter/s= .68
 C1,1/d= .55 C2,1/d= 3.5 C3,1/d= .5 CN,1/d= .15
 TEMPERATURE,C = 16.1 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/1/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 2.9

-----POINT INPUT & FLOW, m3/s= 1.431 BOD5,mg/1 = 14
 NH3-N,mg/1 = .68 DO DEFICIT,mg/1= 1.3
 -----POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 1730.938 NH3-N,Kg/day = 84.074
 DO DEFICIT,Kg/d = 160.73

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	8.87	6.76	0.35
0.48	8.87	6.70	0.35
0.97	8.86	6.64	0.35
1.45	8.86	6.58	0.35
1.93	8.86	6.52	0.35
2.42	8.85	6.46	0.35
2.90	8.85	6.41	0.35

-----REACH No. 11 FLOW,M3/S= 19.584 VELOCITY,meter/s= .75
 C1,1/d= .62 C2,1/d= 3.3 C3,1/d= .5 CN,1/d= .1
 TEMPERATURE,C = 16.1 BENTHIC DEMAND,mg/1/d= 0

PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 8

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	8.84	6.38	0.36
1.00	8.82	6.22	0.36
2.00	8.81	6.09	0.36
3.00	8.80	5.95	0.36
4.00	8.79	5.82	0.36
5.00	8.79	5.69	0.36
6.00	8.78	5.56	0.36
7.00	8.78	5.43	0.36
8.00	8.78	5.30	0.36

REACH No.12 FLOW,M3/S= 19.584 VELOCITY,meter/s= 1.78
 C1,l/d= .62 C2,l/d= 2.3 C3,l/d= .5 CN,l/d= .1
 TEMPERATURE,C = 16.1 BENTHIC DEMAND,mg/l/d= 0
 PHOTO/RESP,mg/l/d= 0 REACH LENGTH,kilometers= 45.2

POINT INPUT & FLOW, m3/s= 1.98 BOD5,mg/l = 1.5
 NH3-N,mg/l = .62 DO DEFICIT,mg/l= 0
 POINT SOURCE IN & BOD5,Kg/day = 256.608 NH3-N,Kg/day = 71.85
 DO DEFICIT,Kg/d = 0

DISTANCE miles	DO mg/l	BOD5 mg/l	NH3-N mg/l
0.00	8.79	5.86	0.44
7.52	8.79	5.17	0.44
15.07	8.82	4.56	0.43
22.60	8.88	4.02	0.43
30.13	8.95	3.55	0.42
37.67	9.02	3.13	0.42
45.20	9.10	2.76	0.41

ÖZGEÇMİŞ

Aysen Güner 1968 yılında Kütahya'da doğdu. İlk öğrenimini Kütahya Atatürk İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimini Kütahya Lisesi'nde tamamladı. 1985'de İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümüne girdi. 1990 yılı haziran döneminde mezun oldu. Aynı yıl girmiş olduğu yüksek lisans sınavını kazanarak, yüksek lisans eğitimine başladı.

