

39448

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EĞİRDİR GÖLÜ
SU KALİTE MODELLEMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Ali Fuat AYDIN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 21 Haziran 1993

Tezin Savunulduğu Tarih : 14 Temmuz 1993

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hasan Z. SARIKAYA

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ahmet SAMSUNLU

Prof. Dr. İ. Ethem GÖNENÇ

TEMMUZ 1993

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Ö N S Ö Z

Eğirdir Gölü su kalitesi yönetiminde strateji ve alternatiflerin değerlendirilmesine imkan vermek, karar verme durumunda olan yönetici, idareci ve sorumlu kuruluşlara karar verme mekanizmasında yardımcı olmak maksadıyla geliştirilmiş bulunan göl su kalitesi modeli (GMODEL) bu çalışmanın ana amacıdır. Konu ile ilgili mevcut modeller derlenmiş, elde mevcut verilere ve bölgenin şartlarına göre uygulanabilir modeller geliştirilmiştir. Geliştirilmiş bulunan su kalitesi modelleri ile göldeki nutriyent (azot ve fosfor) konsantrasyonlarının tahmini genel olarak hem tabakalı ve derin göllerde ve hem de sığ ve tabakalaşmamış göllerde yapılabilmektedir.

Bu tez çalışması esnasında her konuda göstermiş olduğu ilgi ve yakınlıkla beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof.Dr. Hasan Z. SARIKAYA 'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Model simulasyonları aşamasında çalışmalarından yararlandığım ve her türlü yardımı büyük bir hoşgörü ile sağlayan Sayın Prof.Dr. Ahmet M. SAATÇI 'ye ve sahadaki göl analizlerinde gerekli teçhizat ve organizasyonu sağlayan, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Sayın Prof. Dr. M. Nevzat KOR 'a da çok teşekkür ederim.

Öğrenim yaşamım boyunca bana her türlü desteği veren aileme ve bu tez çalışması boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca tez ile ilgili gerek mevcut verilerin toplanmasında ve gerekse saha çalışmalarım sırasında yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Eğirdir Kaymakamlığı, Eğirdir Belediye Başkanlığı ve DSİ 'ye de çok teşekkür ederim.

Çevre Mühendisi
Ali Fuat Aydın

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
NOTASYONLAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xvi
ÖZET	xviii
SUMMARY	xix
BÖLÜM 1. GİRİŞ ve KAPSAM	1
BÖLÜM 2. EĞİRDİR GÖLÜ 'NÜN HAVZA BAZINDA İNCELENMESİ	4
2.1. Coğrafik Durum	4
2.2. İklim	5
2.3. Jeoloji	10
2.4. Hidroloji	10
2.4.1. Akarsu Akım Karakteristikleri	16
2.4.2. Su Bilançosu	18
BÖLÜM 3. KİRLİTİCİ KAYNAKLAR ve KİRLİLİK YÜKLERİ	22
3.1. Yerleşim Merkezleri	22
3.1.1. Nüfus Tahminleri	22
3.1.2. Kanalizasyon ve Arıtma Durumu	22
3.1.3. Evsel Atıksu Miktarları	25
3.2. Sanayi	26
3.3. Tarımsal Alanlar	27
3.3.1. Bitki Besin Maddelerinin Sebebi Olduğu Kirlilik	27
3.3.2. Hayvansal Atıkların Sebebi Olduğu Kirlilik	28
3.3.3. Tarım Mücadele İlaçlarının Sebebi Olduğu Kirlilik	28
3.4. Kirlilik Yükleri	29
BÖLÜM 4. SU KALİTE ÖLÇÜMLERİ ve VERİ TABANI	35

4.1. Önceki Ölçümler	35
4.2. İlave Ölçümler	46
4.3. Numune Alma ve Analiz Metodları	69
BÖLÜM 5. EĞİRDİR GÖLÜNÜN TROFİK SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ	71
5.1. Trofik Seviye Belirleme Kriterleri	71
5.2. Eğirdir Gölü'nün Trofik Seviyesin Belirlenmesi	75
BÖLÜM 6. EĞİRDİR GÖLÜ MATEMATİK MODELİ	77
6.1. Modellemeye Giriş	77
6.2. Alıcı Ortam Kalite Simulasyonu	
Modellerinin Güvenilirliği	78
6.3. Ötrofikasyon Modelleri	80
6.3.1. Bazı Ötrofikasyon Modellerinin Kıyaslanması	81
6.3.2. Göl Su Kalitesi Matematik Modelinin Geliştirilme Safhaları	82
6.3.2.1. Lorenzen Modeli	83
6.3.2.2. Aver Programı (Geliştirilmiş Lorenzen Modeli)	85
6.3.2.2.1. Klorofil-Seki Diski Derinliği Denklemleri	85
6.3.2.2.2 Kütle Korunumu Denklemleri	86
6.3.2.3. James Modeli	90
6.3.2.3.1. James Modeli Girdi ve Çıktıları	90
6.3.2.3.2. Fitoplankton Denklemleri (Alg Alt Programı Açıklaması)	92
6.3.2.4. WASP4 ve QUAL2E - UNCAS Su Kalite Modelleri	94
6.3.2.5. Delft Hydraulics Modeli	97
6.3.3. Göl Kütle Korunumu Denklemleri	98
6.3.3.1. Tam Karışım Göl Kütle Korunma Denklemi	98
6.3.3.2. Tam karışım Göl Modeli Birinci Derece Denklem	100
6.3.3.3. Fosfor - Azot Kütle Korunumu Denklemleri	101
6.3.4. Ötrofikasyon Modeli (GMODEL) Açıklaması	108

BÖLÜM 7. ÖTROFİKASYON MODELİNİN EĞİRDİR GÖLÜNE UYGULANMASI	118
7.1. Ötrofikasyon Modeli (GMODEL) Kalibrasyon ve Verifikasyon Veri Dosyalarının Hazırlanması	118
7.2. Model Sabitlerinin Tayini	121
7.3. Modellerin İleriye Dönük Su Kalite Tahminlerinde Kullanılması	123
7.4. GMODEL Programının Quick Basic Programı Altında Açılımı	123
7.5. GMODEL Programının Eğirdir Gölü İçin Kalibrasyonu	124
7.6. GMODEL Programının Eğirdir Gölü İçin Verifikasyonu	133
7.7. GMODEL Programının 5 Yıl Süreli Çalıştırılması	142
7.8. GMODEL Programının 7 Yıl Süreli Çalıştırılması	183
SONUÇLAR ve ÖNERİLER	210
KAYNAKLAR	212
EK.A	215
ÖZGEÇMİŞ	229

NOTASYONLAR

P_S	Çözünmüş oksijen konsantrasyonu	mg / l
$P_{S\infty}$	Kararlı durum için çözünmüş oksijen konsantrasyonu	mg / l
P_{Sin}	Birim zamanda epilimniyona giren fosfor miktarı	ton / ay
A	Gölün yüzey alanı	m ²
K_1	Fosforun sedimente transfer hızı	m / yıl
K_2	Fosforun sedimentten transfer hızı	m / yıl
K_3	Sedimente geçen toplam fosforun çözünemeyecek olan kısmının oranı	Boyutsuz
P_{SED}	Sedimentteki toplam çözünebilecek fosfor konsantrasyonu	µg / l
V_S	Sediment hacmi	m ³
V	Toplam göl hacmi	m ³
Q	Çıkış debisi	m ³ / yıl
SD	Gölde istenen seki diski derinliği	m
C_S	Sedimentteki fosfor konsantrasyonu	ppm
C	Su kolonundaki fosfor konsantrasyonu	ppm
W	Göle gelen fosfor yükü	kg P / yıl
C_o	Çıkış debisiyle azalan fosforun miktarı	ppm
V_{EPI}	Epilimniyon Hacmi	m ³
V_{HiP}	Hypolimniyon hacmi	m ³
A	Göl alanı	m ²
K_E	Işık emilme katsayısı	m ⁻¹
K_P	Fosfor Michalis Menten katsayısı	mg / l
K_{NO3}	Nitrat Michalis Menten katsayısı	mg / l
K_{SED}	Alg çökelme katsayısı	Boyutsuz
I_{OPT}	Maksimum fotosentez ışık yoğunluğu	gm-cal/cm ² -hr
G_{MAKS}	Maksimum fotosentez hızı	Boyutsuz
U	Geri çevrilen besi maddesi oranı	Boyutsuz
Alg	Başlangıç Alg konsantrasyonu	µg Chl a / l
P_o	İlk fosfor konsantrasyonu	mg / l

NO ₃ O	İlk nitrat konsantrasyonu	mg / l
P(yr)	Yıllık ortalama fosfor konsantrasyonu	ppm
NO ₃ (yr)	YıllıkSenelik ortalama nitrat konsantrasyonu	ppm
I ₀ (m)	Aylık ortalama ışık yoğunluk ortalaması	Langley's / gün
T (cm)	Aylık ortalama ışık emilme faktörü sabiti	Boyutsuz
Q (m)	Aylık ortalama giriş debisi	m ³ / ay
T (m)	James modelinde aylara göre değişen katsayı	Boyutsuz
f	Gündeki aydınlık zaman oranı	Boyutsuz
H	Ortalama göl derinliği	m
I	Göl yüzeyindeki ışık şiddeti	Langley's / gün
GI	Işık Emilme Faktörü	Boyutsuz
G _{max} T	Sıcaklık Faktörü	Boyutsuz
GN	Besi Sınırlaması Faktörü	Boyutsuz
GP _R	Günlük Toplam Fotosentetik Üreme	µg Chl a / l
Resp	Günlük Solunum	µg Chl a / l
Sed	Çökme ile Azalan Alg Miktarı	µg Chl a / l
Alg	Net Alg Üremesi	µg Chl a / l
ΔV	Göl hacmindeki değişimler	m ³
P _{epi}	Epilimniyondaki günlük fosfor konsantrasyonu artması veya azalması,	mg / l /gün
LP(i)	Epilimniyona giren günlük toplam fosfor yükü	ton P / Ay
P	Göldeki fosfor konsantrasyonu	mg / l
Q _ç (i)/V _{EPI}	Gölden günde atılan fosfor miktarı	mgP/gün
K _P / Alg	Alg tarafından kullanılan fosfor miktarını belirten katsayı	Boyutsuz
L _{NO3} (i)	Göle giren toplam inorganik azot yükü	ton NO ₃ / ay
$\frac{NO_3(i)}{V_{EPI}(i)}$	Gölden günde çıkan toplam inorganik azot miktarı	kgNO ₃ / ay
S _{min}	Minumum solar radyasyon	langley's / gün
S _{max}	Maksimum solar radyasyon	langlays / gün
C	Tam karışmalı göl konsantrasyonu	mg / l
C ₀	Giriş konsantrasyonu	mg / l
C _e	Buharlaşıma ile taşınan sıvı konsantrasyonu	mg / l
C _P	Yağmurdaki madde konsantrasyonu	mg / l
Q _g	Giriş debisi	m ³ / ay
Q _ç	Çıkış debisi	m ³ / ay
Q _e	Buharlaşıma debisi	m ³ / ay

Q_p	Yağmur debisi	m^3 / ay
Q_w	Göl altına sızma debisi	m^3 / ay
$\dot{C}$	Göl çamuruna çöken kütle	$\text{ton} / \text{yıl}$
r	Reaksiyon hızı	yıl^{-1}
t_r	Suyun gölde kalma müddeti	yıl
C_{eq}	Denge hali konsantrasyonu	mg / l
t_α	Denge konsantrasyonunun belli bir yüzdesine erişebilmek için gerekli zaman	yıl
C_1	Tam karışımli bir gölde $t=0$ anındaki besi maddesi konsantrasyonu	mg / l
s	Sedimentasyon hızı	$1 / \text{yıl}$
R	Fosforun gölden çıkış hızı	$1 / \text{yıl}$
I_p	Göle giren toplam fosfor miktarı	$\text{ton P} / \text{ay}$
I_{pL}	Su toplama havzasından göle giren toplam azot miktarı	$\text{ton P} / \text{ay}$
I_{pp}	Yağmur Sularının Göl Yüzeyine Düşmesi ile gelen P Yüğü	$\text{ton P} / \text{ay}$
I_{pw}	Atıksuların Göle karışması ile gelen P Yüğü	$\text{ton P} / \text{ay}$
Q_{out}	Gölden yılda atılan su miktarı	$m^3 / \text{yıl}$

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2 - 1 : 1966 - 1989 Yılları Arasında Eğirdir Regülatörü ve Hoyran 'a Düşen Yıllık Yağış Grafiği	9
Şekil 2 - 2 : Kırıntı Meteoroloji İstasyonuna Göre Uzaklık-Ortalama Yıllık Yağış (1966-1989) İlişkisi	9
Şekil 2 - 3 : Eğirdir Meteoroloji İstasyonu Ortalama Yıllık Yağıştan Eklenik Sapma-Eylül Ayı için Su Seviye İlişkisi (9/9 Göl Rasat İstasyonunda)	12
Şekil 2 - 4 : Eğirdir Gölü Rezervuarı Kot-Hacim ve Kot-Alan Eğrileri	13
Şekil 2 - 5 : Göller Bölgesi Hidrometri Gözlem İstasyonları	17
Şekil 3 - 1a: Eğirdir İlçesine Ait Tahmini Nüfus Artış Grafiği	24
Şekil 3 - 1b: Gelendost 'a Ait Tahmini Nüfus Artış Grafiği	24
Şekil 3 - 1c: Senirkent 'e Ait Tahmini Nüfus Artış Grafiği	24
Şekil 4 - 1a : 1985 -1990 Yılları Arasında Aylara Göre Ortalama Göl Suyu Sıcaklıkları	37
Şekil 4 - 1b : 1985 -1990 Yılları Arasında Mevsimlere Göre Ortalama Göl Suyu Sıcaklıkları	37
Şekil 4 - 2a : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Çözünmüş Oksijen (3 nolu istasyonda)	38
Şekil 4 - 2b : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Çözünmüş Oksijen (4 nolu istasyonda)	38
Şekil 4 - 2c : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Çözünmüş Oksijen (5 nolu istasyonda)	38
Şekil 4 - 3a : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Ortofosfat İyonu Miktarı (3 nolu istasyonda)	39
Şekil 4 - 3b : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Ortofosfat İyonu Miktarı (4 nolu istasyonda)	39
Şekil 4 - 3c : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Ortofosfat İyonu Miktarı (5 nolu istasyonda)	39
Şekil 4 - 4a : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Toplam Amonyak Miktarı (3 nolu istasyonda)	40
Şekil 4 - 4b : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Toplam Amonyak Miktarı (4 nolu istasyonda)	40
Şekil 4 - 4c : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Toplam Amonyak Miktarı (5 nolu istasyonda)	40
Şekil 4 - 5a : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Nitrat İyonu Miktarı (3 nolu istasyonda)	41
Şekil 4 - 5b : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Nitrat İyonu Miktarı (4 nolu istasyonda)	41
Şekil 4 - 5c : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Nitrat İyonu Miktarı (5 nolu istasyonda)	41

Şekil 4 - 6 : dBASE III PLUS Programı İle Oluşturulan Veri Tabanı Dosyaları Örneği	42
Şekil 4 - 7 : Numune Alma İstasyon Yerleri	44
Şekil 4 - 8 : TÜBİTAK Destekli Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Merkezince Yapılmakta Olan Çalışmada Numune Alma İstasyonları	45
Şekil 4 - 9 : Eğirdir Gölü'ne Ait Derinlik-Tuzluluk Profili (13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)	61
Şekil 4 -10 : Eğirdir Gölü'ne Ait Derinlik-Sıcaklık Profili (13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)	62
Şekil 4 -11 : Eğirdir Gölü'ne Ait Derinlik-EC Profili (13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)	63
Şekil 4 -12 : Eğirdir Gölü'ne Ait Derinlik-ÇO Profili (13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)	64
Şekil 4 -13 : Eğirdir Gölü'ne Ait Derinlik-(NO3-N) Profili (13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)	65
Şekil 4 -14 : Eğirdir Gölü'ne Ait Derinlik-(PO4-P) Profili (13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)	66
Şekil 5 - 1 : OECD Alg Miktarına Göre Göl Ekolojik Sınıflama Yöntemi	73
Şekil 5 - 2 : OECD Fosfat Miktarına Göre Göl Ekolojik Sınıflama Yöntemi	74
Şekil 6 - 1 : Dağınık Kaynaklardan Kirletici Taşınması Örneği	80
Şekil 6 - 2 : Lorenzen Modeli Fosfor Kütle Korunumu	87
Şekil 6 - 3 : Lorenzen Modelinin Washington Gölüne Tatbiki	88
Şekil 6 - 4 : Aver Programı (Geliştirilmiş Lorenzen Modeli) Akım Şeması	89
Şekil 6 - 5 : James Modeline Girilen Veri ve Çıktıların Özeti	90
Şekil 6 - 6 : James Tabakalı Göl Modeli Akım Şeması	91
Şekil 6 - 7 : Alg Alt Programı	94
Şekil 6 - 8 : WASP4 Modelini Teşkil Eden Programlar	95
Şekil 6 - 9 : QUAL2 Programını Oluşturan Alt Bölümler	96
Şekil 6 -10 : Deltf Hydraulics Modeli Kısımları	97
Şekil 6 -11 : Tam Karışım Göl Modeli	98
Şekil 6 -12 : Göllere Gelen P ve N Yükleri	102
Şekil 6 -13 : Alg, Fosfor, Azot ve Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonları Programının İlişkilerini Gösteren Akım Şeması	104
Şekil 6 -14 : Göllerde Çözünmüş Oksijen Dengesi	105
Şekil 6 -15 : Göllerde Fosfor Dengesi	105
Şekil 6 -16 : Göllerde Azot Dengesi	106
Şekil 6 -17 : Fosfor Bileşikleri	106
Şekil 6 -18 : Azot Bileşikleri	107
Şekil 6 -19 : Model Parametreleri	107
Şekil 6 -20 : Göllere Giren ve Çıkan Su Debileri	108
Şekil 6 - 21 : Basitleştirilmiş Ötrofikasyon Programı Akım Şeması	114
Şekil 6 -22 : Plankton Alt Programı Akım Şeması	117
Şekil 7 -1 : Kuzey Enlemleri İçinde Bulunan Yerler Ait Aylık Gündüz Saatleri Yüzdesi Eğrileri	120

Şekil 7 -2 : Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Kalibrasyon 1984)	128
Şekil 7 -3 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Kalibrasyon 1984)	129
Şekil 7 -4 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Kalibrasyon 1984)	130
Şekil 7 -5 : Eğirdir Gölü Alg ve İnorganik Toplam Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Kalibrasyon 1984)	131
Şekil 7 -6 : Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Kalibrasyon 1984)	132
Şekil 7 -7 : Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Verifikasyon 1991)	137
Şekil 7 -8 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Verifikasyon 1991)	138
Şekil 7 -9 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Verifikasyon 1991)	139
Şekil 7 -10 : Eğirdir Gölü Alg ve İnorganik Toplam Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Verifikasyon 1991)	140
Şekil 7 -11 : Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Verifikasyon 1991)	141
Şekil 7 -12 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	148
Şekil 7 -13 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	149
Şekil 7 -14 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	150
Şekil 7 -15 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	151
Şekil 7 -16 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	152

Şekil 7 -17 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 1. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	158
Şekil 7 -18 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 1. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	159
Şekil 7 -19 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 1. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	160
Şekil 7 -20 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 1. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	161
Şekil 7 -21 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 1. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	162
Şekil 7 -22 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması ve 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi Durumunda Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	168
Şekil 7 -23 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması ve 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	169
Şekil 7 -24 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması ve 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	170
Şekil 7 -25 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması ve 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	171
Şekil 7 -26 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	172
Şekil 7 -27 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılarak 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	178

Şekil 7 -28 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılarak 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	179
Şekil 7 -29 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılarak 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	180
Şekil 7 -30 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılarak 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	181
Şekil 7 -31 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılarak 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	182
Şekil 7 -32 :	Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	190
Şekil 7 -33 :	Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	191
Şekil 7 -34 :	Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	192
Şekil 7 -35 :	Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	193
Şekil 7 -36 :	Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	194
Şekil 7 -37 :	Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 2. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	195
Şekil 7 -38 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 2. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	196

Şekil 7 -39 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 2. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	197
Şekil 7 -40 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 2. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	198
Şekil 7 -41 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 2. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	199
Şekil 7 -42 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi Durumunda Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	200
Şekil 7 -43 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	201
Şekil 7 -44 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	202
Şekil 7 -45 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	203
Şekil 7 -46 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	204
Şekil 7 -47 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılarak 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 Kat Artması ve Göl Hacminin de 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	205
Şekil 7 -48 :	Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılarak 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 Kat Artması ve Göl Hacminin de 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	206

Şekil 7 -49 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılarak 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 Kat Artması ve Göl Hacminin de 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	207
Şekil 7 -50 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılarak 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 Kat Artması ve Göl Hacminin de 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	208
Şekil 7 -51 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılarak 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 Kat Artması ve Göl Hacminin de 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi	209



TABLO LİSTESİ

Tablo 2 -1	:Isparta ve Eğirdir Meteoroloji İstasyonlarının Aylık ve Yıllık Ortalama Yağış Değerleri	6
Tablo 2 -2	:Eğirdir için Penman Metodu ile Hesaplanmış Evapotranspirasyon Potansiyel ve Su Bilanço Değerleri	7
Tablo 2 -3	:Kırıntı-Afyon Bölgesi Ortalama Yıllık Yağış Değerleri	8
Tablo 2 -4	:Eğirdir Gölünden Alınan Ortalama Su Miktarı	11
Tablo 2 -5	:Eğirdir Gölü Kot-Alan-Hacim Tablosu ve Değişim Oranları	14
Tablo 2 -6	:Eğirdir Gölü Su Kotu, Göl Alanı, Hacim Değişimi ve Yağış Değerleri (1984 -1991)	15
Tablo 2 -7	:Eğirdir Gölü Akarsularının Akım Karakteristikleri	16
Tablo 2 -8	:Eğirdir Gölü Su Bilanço Değerleri (1984 - 1991)	21
Tablo 3 -1	:Eğirdir Gölü Hidrolojik Havzasındaki Yerleşim Merkezlerinin 1970-1990 Nüfusları ile Gelecekteki Tahmin Edilen Nüfuslar	23
Tablo 3 -2	:Eğirdir Gölü Havzasındaki Evsel Atıksuların İlçelere Göre Dağılımı	25
Tablo 3 -3	:Atıksuların Verildiği Yerlere Göre Dağılımı	26
Tablo 3 -4	:Tarım Arazilerinin İlçelere Göre Dağılımı	27
Tablo 3 -5	:Kullanılan Gübrelerin İlçelere Göre Dağılımı	28
Tablo 3 -6	:Kullanılan Tarım Koruma İlaçlarının İlçelere Göre Dağılımı	29
Tablo 3 -7	:Müsaade Edilen ve Tehlikeli Nutriyent Yükleri	32
Tablo 4 -1	:Eğirdir Gölü Su Kalitesi Üzerine Yapılan Çalışmalar	36
Tablo 4 -2	:Eğirdir Gölü'nde Numune Alma Yerleri	43
Tablo 4 -3	:Eğirdir Gölü Su kalitesi Mevsimlik Değişimi	47
Tablo 4 -4	:Eğirdir Gölü Su kalitesi Mevsimlik Değişimi	48
Tablo 4 -5	:Eğirdir Gölü'nde Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Tarafından 1991 Yılında Yapılan Su Kalitesi Ölçüm Sonuçları	49
Tablo 4 -6	:DSİ 18.Bölge Müdürlüğü Eğirdir Gölü Bedre Tesisleri 1991 Yılı Su Kalite Ölçümleri	57
Tablo 4 -7	:DSİ 18.Bölge Müdürlüğü Eğirdir Gölü Belediye Su Alım Noktası 1991 Yılı Su Kalite Ölçümleri	58
Tablo 4 -8	:DSİ 18.Bölge Müdürlüğü Eğirdir Gölü ELE İstasyonu Çıkışı 1991 Yılı Su Kalite Ölçümleri	59
Tablo 4 -9	:Eğirdir Gölü Su Kalitesi Analiz Sonuçları (13.7.1992)	67
Tablo 4 -10	:Eğirdir Gölü Su Kalitesi Analiz Sonuçları (25.11.1992)	68
Tablo 4 -11	:Çalışmada Kullanılan Arazi Alet ve Ekipmanı	70

Tablo 4 -12 : Ölçme Metodları (Hach Drell 2000)	70
Tablo 5 -1 : Göllerin Sınıflandırılması	72
Tablo 5 -2 : Trofik Seviye Kriterleri	72
Tablo 5 -3 : Çeşitli Parametreler Yönünden Eğirdir Gölü Trofik Seviyeleri	75
Tablo 6 -1 : Dağınık (Noktasal Olmayan) Kaynaktan Gelen Kirleticiler ve Halihazırda Kullanılan Göl Modellerinin Güvenirliliği	78
Tablo 6 -2 : Bazı Ötrofikasyon Modelleri	72
Tablo 6 -3 : Lorenzen Modelinde Kullanılan Sabitler	88
Tablo 7 -1 : Deniz Seviyesindeki Yerler için Solar Radyasyon	119
Tablo 7 -2 : Ötrofikasyon Modelinde Kullanılan Sabitler ve Literatür Değerleri	122
Tablo 7 -3 : Eğirdir Gölü Kalibrasyon Veri Dosyası (1984 Yılı İçin)	124
Tablo 7 -4 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot ve Fosfor İçin Kalibrasyon Veri Dosyası (1984 Yılı İçin)	126
Tablo 7 -5 : Eğirdir Gölü Verifikasyon Veri Dosyası (1991 Yılı İçin)	133
Tablo 7 -6 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot ve Fosfor İçin Verifikasyon Veri Dosyası (1991 Yılı İçin)	135
Tablo 7 -7 : Eğirdir Gölünden Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü ile Modelin 5 Yıl Süreli Çalıştırılması İçin Veri Dosyası	142
Tablo 7 -8 : Eğirdir Gölünde Birinci Yıl Azot ve Fosfor Yükünün Artması Durumunda Modelin 5 Yıl Süreli Çalıştırılmasına Ait Veri Dosyası	153
Tablo 7 -9 : Eğirdir Gölünde Üçüncü Yıl Gün Işığı Müddetinin 10-13 Saatten 1 Saate inmesi Durumunda Modelin 5 Yıl Süreli Çalıştırılmasına Ait Veri Dosyası	163

Ö Z E T

Bu çalışma ile Eğirdir Gölünün korunması; mevcut kirliliğin önlenmesi ve zamanla ortaya çıkabilecek farklı kirlenme durumlarında alınması gereken uygulamaya yönelik tedbirlerin belirlenmesi hedeflenmiş, potansiyel kirliliğin izlenmesi ve gelecek yıllardaki gelişiminin tahmini için bir matematik model geliştirilmesi öngörülmüştür. Çalışma bu yönüyle gölün trofik statülerindeki değişimlerin belirlenebilmesi için oluşturulan matematiksel model (GMODEL) vasıtasıyla gölün su toplama havzası bazında su yönetimi planının çıkarılmasına da olanak tanımaktadır. Söz konusu modelin oluşturulması ve geçerliliğinin ispat edilmesi aşamasında gerekli olan parametreler var olan veya yürütülmekte olan çalışmalardan sağlanarak, eksik parametreler sahada yapılan analiz çalışmaları ile temin edilmiştir. Göl hakkında elde edilen tüm analiz sonuçları PC tipi bilgisayarlarda çalışabilen DBASE III PLUS paket programı kullanılarak bir "veri tabanı " programı içinde arşivlenmiştir.

Çalışmada ilk olarak bölge hakkında genel bilgiler verilmiş, gölün jeolojik yapısı, hidrolojisi ve iklimi ele alınarak su bilanço değerleri ve "su derinliği (kot)-alan-hacim" eğrileri oluşturulmuştur. Daha sonra göl havzasındaki yerleşimlerin gelecek yıllara göre nüfus tahminleri yapılarak, kirlilik miktarları belirtilmiş, tarımsal alanlar ve bunlardan gelebilecek kirlilik değerleri ve kirlетici kaynaklardan ileri gelen yıllık kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Su kalite modellerinin kalibrasyonu 1983-1984 yıllarındaki veriler, doğrulaması ise 1991-1992 yıllarında Eğirdir Su Ürünleri Yüksek Okulu ile Çevre Bakanlığı Göller Bölgesi Projesi kapsamında MİMKO A.Ş. organizesi altında bizzat gölde ölçülen su kalite parametreleri kullanılarak yapılmıştır.

Değişik su kalite parametrelerine göre halen temiz durumda olan Eğirdir gölünden içmesuyu, sulama, su ürünleri-balıkçılık, rekreasyon maksatları için yararlanılmakta ve göl "Oligotrofik " bir yapı göstermektedir.

SUMMARY

THE WATER QUALITY MODELLING OF EĞİRDİR LAKE

The aim of this study is to predict the water quality of Eğirdir Lake by applying a relatively simple model.

In this study, informations as regard to morphological, geological characteristics, pollutant resources and water quality data of Eğirdir Lake, were collected and evaluated on the basis of a project, that has been initiated for the Ministry of Environment of Turkey. The project aimed water quality modelling studies of nine lakes located in "Lake's Region" of Turkey, in Mid-West Anatolia.

Eğirdir Lake was selected out of total nine lakes studied because Eğirdir Lake is one of the unpolluted lakes of the region and is used for recreation, aquatic products, irrigation and also for drinking purposes. There are plans to supply the drinking water demand of Isparta city located about 25 km from Eğirdir Lake. The future water withdrawal is estimated to be about 86.400 m³/day. Local authorities want to inquire whether an additional water withdrawal will upset the ecological balance and will reduce the water potential and recreational value of the lake.

General informations and background about the region were presented. Also by calculating the water inputs and outputs of the lake basin, rainy and drought periods were determined.

Then geological and hydrological characteristics of the lake area was investigated and amount of water taken from lake was determined, depth of water - area - volume curves were drawn by using input (precipitation, surface runoff, etc.), and output flowrates (evaporation, artificial discharge, etc.) of the lake. Also an input - output equation of the lake was developed.

The variation range of the lake volume and surface area within the period of 1958-1991 are as follows:

Elevation of water surface, m : 915.33 - 919.11
 Surface area, m² : 453 x10⁶ - 481.5 x10⁶
 Volume, m³ : 2740 x10⁶ - 4440 x10⁶
 Mean depth, m : 5.7 - 9.8

Eğirdir Lake has an elongated shape divided into two parts with a throat section of 3 km wide. The length of the lake in the North-South direction is about 50 km. The maximum water depth is 15 m. Temperature and precipitation values measured at Eğirdir station are given in Table - 1.

Table - 1 : Range and Mean Values of the Monthly Average Temperature and Precipitation Readings at Eğirdir Station (Period: 1930-1988)

Parameter	Range	Mean
Temperature, °C	2.8- 24.0	13.1
Precipitation, mm/month	7.4-131.8	62.8

Annual precipitation is 753.6 mm. The total drainage area of the Eğirdir lake is 3321 km².

Eğirdir lake receives the surface runoff from agricultural fields and municipal wastewater discharge. The total pollution loads including the nutrient loads of direct precipitation are estimated (Table - 2).

Table - 2 : Pollution Loads of Eğirdir Lake

Pollutant (ton/year)	Period	
	1983 - 1984	1991 -1992
BOD5	258.9	31.2
SS	317.5	34.7
TN	1047.9	751.0
TP	51.3	46.2

Approximately 90 percent of the town of Eğirdir is served with a new sanitary sewer system. Therefore pollutant loads have been reduced in the years of 1991-1992.

Considerable data has also been collected for Eğirdir Lake by different research groups. Water quality measurements required to run the quality model were conducted in the field. A mathematical model that can simulate the nitrogen, phosphorus and algae concentrations using the available data was improved.

Pollutant resources and pollutant loads were investigated, pollution levels were determined, agricultural areas and loads caused by agricultural areas were presented. Annual pollution loads due to pollutant resources were determined.

In order to evaluate the strategies and alternatives of water quality management of the lake and to help to the manager or responsible persons on their decisions, a water quality model of the lake was developed.

Using this model its possible to make the future estimates or scenarios that predict the effect of pollutant loads on water quality of the lake.

The trophic level that indicates the nutrient level of the lake was investigated. Present water quality of Eğirdir Lake can be classified as oligotrophic. The lake water can be used for drinking, irrigation, fishing water products and recreation purposes. While deciding on the trophic level of Eğirdir Lake, many parameters including nitrogen and phosphorus loads, chlorophyl-a concentrations, Secchi disc depths, and dissolved oxygen profiles were considered .

A dBASE III Plus program was written to organise & classify the collected data. The dBASE III Plus program can be used to organise past and future data.

Scenarios were made to illustrate the implication of the model and results were discussed by using the computer outputs, profiles graphics, etc.

The purpose of developing a new model was to be able to obtain predictions using the available data. The data on lake water quality and the loads is very restricted and does not go beyond few years.

Initially use of complicated EPA models such as WASP (Water Analysis Simulation Program) was tried but such programs require detailed and extensive data.

In order to calibrate the eutrophication model (GMODEL) the data collected during the period of 1983 -1984 within the TUBİTAK Turkish Technical Research Council) research projects (ÇAĞ-45, ÇAĞ-47 and ÇAĞ-46/G) were used.

Verification of the model was achieved using Eğirdir Aquatic Products Department measurements in 1991, and MİMKO A.Ş. measurements in 1992.

The models constants were chosen to minimize the difference between the measured and calculated values of the water quality parameters such as nitrogen, phosphorus and chlorophyl-a concentrations. The range of the values reported in the literature was also kept in mind before deciding on the value of a constant in the model.

Apparently great differences between the calculated and the measured values in the graphs are due to the large scale used in the drawings.

Different scenarios included changing the loads on the lake. When the nitrogen load was increased from 87.32 tons / month to 187.32 tons / month in the second year, a sharp increase of the algae concentration was also observed in the second year.

In the same way, by running the GMODEL program for five years, when the third year daylight is dropped to 1 hour from 10 -13 hour, a sharp decrease in algae concentration is observed. And this drop causes a concentration increase in nitrogen and phosphorus concentrations especially in the third year.

In forth and fifth years, increase of algal concentration results in small fluctuation ranges of total nitrogen and phosphorus concentrations. Smaller fluctuations indicate that the steady-state conditions are being approached.

Another scenario included changes on the lake volume and changes of the water withdrawals for the followings five years.

Four times decrease of lake volume in second year was assumed and the water withdrawal was increased to $500 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{month}$ from $20 - 50 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{month}$.

Such volume and flowrate withdrawals the algae production. And this caused sharp decrease in total organic nitrogen and phosphorus concentrations in second year, tendency to the steady - state condition has started in fourth year.

A similar study using different volume and water withdrawals for seven years was done. A tendency towards to the steady - state condition was observed similar to the simulations done for a period of five years.



BÖLÜM 1. GİRİŞ ve KAPSAM

Göller Bölgesi içersinde, çok temiz içmesuyu niteliğine sahip göllerden biri olan Eğirdir Gölü, civarındaki yerleşimlerin içme ve kullanma suyu ihtiyaçları ile tarım alanlarının sulama suyu ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

Eğirdir Gölü suları, Milli Park statüsünde olan Kovada Gölünü bir bağlantı kanalı ile beslemekte ve bu kanaldan elektrik üretimi ve sulama için de yararlanılmaktadır. Ayrıca göl önemli birer su ürünü kaynağı olup turistik maksatlı su sporları, dinlenme tesisleri, yaban hayatı ve avcılık faaliyetleri için de uygun birer ortamdır.

Bu gölün korunmasında, kirlenmelerini önlemek kadar, su miktarının, su bilançosunun dengeli bir şekilde gerçekleşmesi önemli ve hatta daha da önceliklidir. Göl su seviyesinin yüksek tutulması sularının düdenlerden kaçıp kaybolmasına; kontrolsuz su çekilmesi de Göl'ün kurumasına neden olmaktadır.

Bölüm 2 'de göl havza bazında ele alınarak göl havzasının coğrafik durumu ve iklimi kapsamlı bir şekilde ele alınmış ve yağış-uzaklık ilişkileri incelenmiştir.

Daha sonra göl alanının jeolojik yapısı ve hidrolojisi incelenmiştir. Kapsamlı bir şekilde ele alınan hidrolojik incelemelerde önce gölden alınan su miktarları belirlenmiş, su seviye değişimlerinin şartlarının araştırılması bakımından "ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma-su seviye ilişkileri" gösterilmiştir. Göl için "su derinliği (kot) - alan - hacim" eğrisi verilmiş, en düşük ve en yüksek ort. su seviyelerine göre (% de olarak) kot, alan ve hacim değişimleri yağış değerleriyle birlikte tablolar halinde gösterilmiştir.

Müteakiben, göle boşalan akarsuların akım ölçüm değerleri analiz edilerek her akarsuyun ve göl drenaj alanının ort. akış katsayısı ve özgül debisi belirlenmiştir. Daha sonra gölün beslenimi (yağış, yüzeysel akış, y.a.s. akışı), ve boşalımı (buharlaşıma, düdenlerle yeraltına akış, sunî boşalım) değerleri yardımıyla su bilançosu denklemleri kurulmuş, elde edilen değerler yıllara ve aylara bağlı olarak tablolar halinde gösterilmiştir.

3.Bölüm 'de Kirletici Kaynaklar ve Kirlilik Yükleri ele alınmış, göl havzasındaki yerleşimlerin gelecek yıllara göre nüfus tahminleri yapılmış, kanalizasyon ve arıtma durumları hakkında bilgi verilmiş, kirlilik miktarları belirtilmiş, tarımsal alanlar ve bunlardan gelebilecek kirlilik değerleri açıklanarak; kirletici kaynaklardan ileri gelen yıllık kirlilik yükleri hesaplanmıştır.

Sonraki bölümde ise Eğirdir Gölü 'nde, önceki yıllarda Su Ürünleri, TÜBİTAK (İller Bankası, Ankara Nükleer Araştırma Enstitüsü, Üniversiteler), DSI tarafından yapılan su kalite ölçüm sonuçları verilmiş, daha sonra bu çalışma kapsamında gölde yapılan ilave saha ölçümleri açıklanmış sonuçları tablo ve şekiller halinde verilerek yorumları yapılmıştır. dBASE III Plus programı kullanılarak oluşturulan veri tabanı formuyla, göl hakkında toplanan ve daha ileride toplanacak olan verilerin kolayca kaydedilebileceği bir arşivleme dosyası hazırlanmıştır.

Gölün trofik seviyesinin belirlenmesi için literatür değerleri araştırılmış ve Bölüm 5 'te Eğirdir Gölü'nün trofik yapısı hakkında yoruma gidilmiştir.

6.Bölüm 'de gölün su kalitesi yönetiminde strateji ve alternatiflerin değerlendirilmesine imkan vermek, karar verme durumunda olan yönetici, idareci ve sorumlu kuruluşlara karar verme mekanizmasında yardımcı olmak maksadıyla geliştirilmiş bulunan göl su kalitesi modeli (GMODEL) verilmiştir. Konu ile ilgili mevcut modeller derlenmiş, elde mevcut verilere ve bölgenin şartlarına göre uygulanabilir modeller geliştirilmiştir. Geliştirilmiş bulunan su kalitesi modelleri ile göldeki nutriyent (azot ve fosfor) konsantrasyonlarının

tahmini genel olarak hem tabakalı ve derin göllerde ve hem de sığ ve tabakalaşmamış göllerde yapılabilmektedir.

Bu modeller kullanılarak gelecekte düşünölen kirletici yükleri ve göl suyu kullanım maksatlarına göre oluşacak su kalitesini tahmin etmek mümkün olacaktır. Gölü halihazırda kirleten kaynakların ne ölçüde arıtma yapmaları, gölden ne kadar su çekilmesi gibi hususlara cevap verebilmek için bu tür değişikliklerin göl su kalitesinde meydana getireceğı değişiklikleri tahmin edebilmek icabeder. Doğrulaması yapılmış olan ve tez kapsamında detaylı olarak sunulmuş bulunan modeller yönetime bu imkanı sağlayacaktır.



BÖLÜM 2. EĞİRDİR GÖLÜNÜN HAVZA BAZINDA İNCELENMESİ

2.1. Coğrafi Durum

Eğirdir İlçesinin kuzeyinde, Yalvaç'ın batısında ortalama 917.17 m kotunda, kuzey-güney doğrultusunda uzanan tektonik bir göldür. Orta kısmında doğu-batı doğrultusunda bir daralma göstererek göl iki kısma ayrılır. Kuzeyde kalan daha küçük kısmına Hoyran gölü, güneyde kalan parçasına da Eğirdir gölü denir. Gölü ikiye ayıran Hoyran boğazının genişliği 3 km dir. Gölün kuzey-güney doğrultusundaki uzunluğu ise 50 km dir. Eğirdir Gölünün kıyıları genellikle dik bir eğimle inerler. Gölün güneyinde Eğirdir İlçesinin üzerine yerleştiği yarım adanın uzantısı olan iki ada vardır. Bu adalar bir yolla şehre bağlanmıştır. Can ada ve Yeşil ada bahçelik ve meskundur. Eğirdir İlçesinin bir mahallesini teşkil ederler. Hoyran gölünün doğusunda Gelendost ovası yeralır. Gölün bu kıyıları sığ ve sazlarla kaplıdır. Hoyran gölünün kuzeydoğu ucunda, Yalvaç yönünden gelen Akçayın ağzında da geniş bir sazlık yer alır. Eğirdir gölünün derinliği 7 ile 12 m arasında değişir. En derin yeri Barla kasabası önlerinde ve 15 m dir. Gölü, çevreden inen küçük çaylar ve dereler besler. Bunların belli başlıları Uluborlu yönünden gelen Pupa Çayı, Hoyran Ovasından gelen Değirmen Çayı ve Yalvaç'tan gelen Akçay 'dır. Bu çayların hepsinde yaz aylarında su kalmaz. Geçtikleri yerde bahçe ve tarla sulamasında kullanılırlar.

Bu gölü besleyen aslında kaynak sularıdır. Kuzeyindeki Karamık Gölü sularını boşaltan düden, Hoyran Gölü'nün kuzeyinde Tırtar altında çıkar ve göle karışır. Batıda Gençali köyünün altından çıkan Kanlıpalamut Pınarı ve daha güneyden çıkan Karaot Avlağı Pınarı ile Havutlu Pınarı Gölü besleyen belli başlı pınarlardır. Göl suları güney ucundaki ırmak suyu ile Kovada Gölü 'ne ve Kovada çayı ile Aksu ırmağına akarak Akdeniz 'e ulaşır.

2.2. İklim

Eğirdir Gölü ve drenaj alanının iklimi Akdeniz iklimi ile İç Anadolu karasal iklimi arasında bir geçit teşkil eder. Göl kenarındaki meteoroloji istasyonlarındaki genellikle yağış ve sıcaklık rasatları yapılmaktadır. Eğirdir ve Isparta meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık ortalama meteorolojik değerler Tablo 2 -1 de verilmiştir. Bu tablodaki aylık ortalama sıcaklıklar ve aylık ortalama güneşlenme müddetleri Ötrofikasyon Modeli için gerekli veri dosyalarının teşkilinde kullanılacaktır. Eğirdir için Penman metodu ile hesaplanan yıllık evapotranspirasyon potansiyeli 532.8 mm dir (Tablo 2 - 2). Ayrıca 1966-1989 yılları arasında Eğirdir ve Hoyran 'da gözlenen yıllık yağış miktarları Şekil 2 -1 'de gösterilmiştir.

Yağış-Uzaklık İlişkisinin Araştırılması

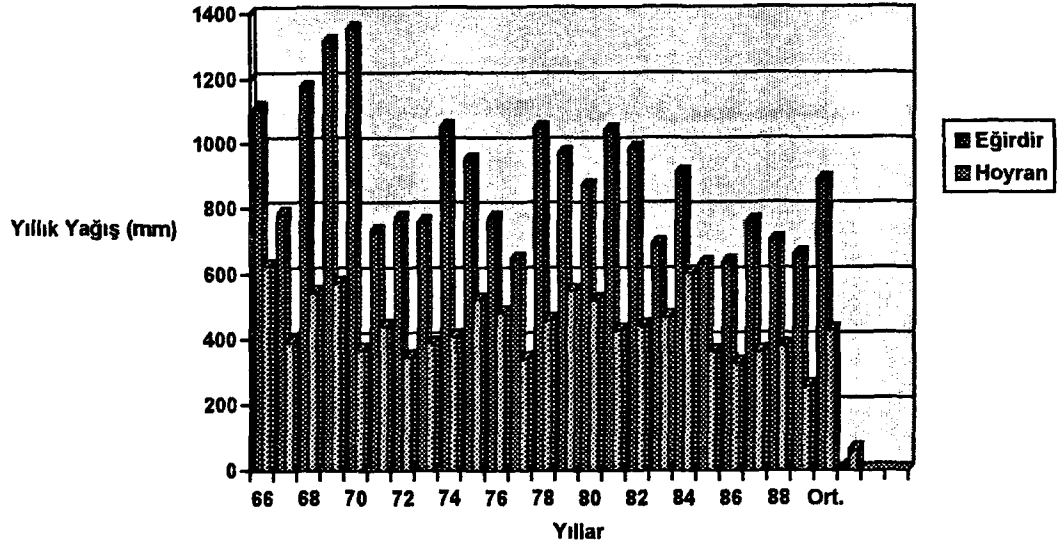
Gölün güneyinde Kovada grabeni içinde yeralan Kovada Gölü kuzeyindeki Kırıntı meteoroloji istasyonu ile Afyon meteoroloji istasyonu arasında kalan bölgedeki meteoroloji istasyonlarının, 1966-1989 ortak rasat periyodunu (24 yıl) temsil eden ortalama yıllık yağış miktarı ile bu bölgenin en güneyindeki Kırıntı'ya göre uzaklıkları (Tablo 2 - 3) arasındaki ilişki araştırılmış ve bu bölgede güneyden kuzeye doğru yağışın azalması ile uzaklık arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Şekil 2 -1). Bu araştırma sonucuna göre Kovada Gölü ile Afyon arasında bölgede güneyden kuzeye doğru her 10 km de yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık olarak 72.6 mm azalmaktadır (Şekil 2 - 1).

Tablo 2 - 1 : Isparta ve Eğirdir Meteoroloji İstasyonlarının Aylık ve Yıllık Ortalama değerleri

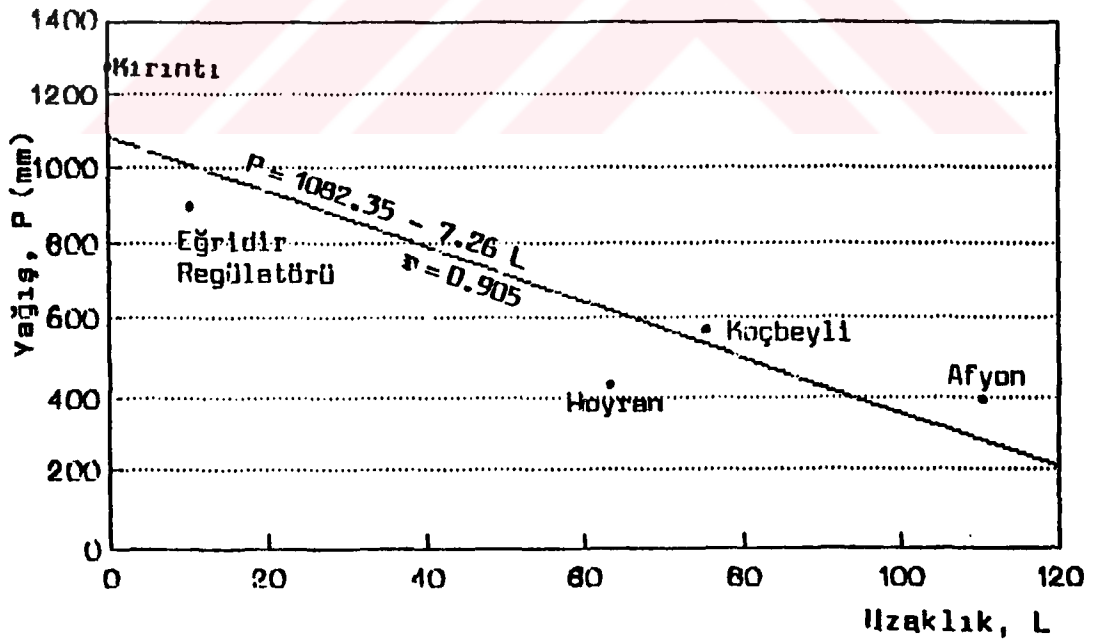
Yıllar	A A Y L A R												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1941-1990 (Ort.34 yıl)	ISPARTA												7.2
	Aylık Ortalama Güneşlenme Müddeti (saat)												
	3.7	4.5	5.7	6.7	8.5	10.5	11.6	11.1	9.4	6.9	5.0	3.3	
1930-1990 (Ort.61 yıl)	Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)												61.5
	76	73	66	61	59	52	45	45	51	62	71	77	
	Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)												
1939-1990 (Ort.52 yıl)	2.1	2.3	2.5	2.4	1.9	1.8	1.9	1.7	1.6	1.6	1.7	2.0	2.0
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)												
	1.7	2.7	5.7	10.6	15.3	19.6	23.1	22.8	18.4	13.0	7.7	3.6	
1929-1990 (Ort.61 yıl)	EĞİRDİR												12.0
	Aylık Ortalama Yağış (mm)												
	15.5	109	75.9	69.1	44.5	26.0	7.7	7.4	20.1	44.2	66.3	131.8	
1930-1988 (Ort.32 yıl)	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)												753.6
	2.8	3.4	6.7	11.2	16.3	20.8	24.0	23.6	20.1	14.4	8.7	4.6	
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)												
1930-1988 (Ort.24 yıl)	2.8	3.4	6.7	11.2	16.3	20.8	24.0	23.6	20.1	14.4	8.7	4.6	13.1
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)												
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)												

Tablo 2 - 3 : Kırıntı - Afyon Bölgesi Ortalama Yıllık Yağış Değerleri

Su Yılı	Yıllık Yağış, P (mm)				
	Meteoroloji İstasyonları				
	Kırıntı	Eğirdir Regülatörü	Hoyran	Koçbeyli	Afyon
1966	1814.0	1112.7	625.9	704.6	298.0
1967	1236.6	782.7	391.4	658.9	299.4
1968	1604.0	1174.1	544.3	758.1	460.8
1969	1478.0	1313.8	573.0	729.0	477.4
1970	1603.5	1352.3	368.7	568.0	347.7
1971	1001.4	730.8	440.9	541.4	410.2
1972	1037.8	769.4	347.1	543.3	410.2
1973	893.9	758.5	389.5	470.2	266.2
1974	943.2	1051.2	409.3	425.7	289.8
1975	1515.0	950.6	522.5	669.5	382.6
1976	1194.8	771.0	482.7	526.5	485.9
1977	1004.3	647.6	341.1	411.7	376.1
1978	1480.4	1048.1	458.9	639.8	430.7
1979	1547.4	969.8	549.3	541.0	441.7
1980	1232.7	868.8	520.8	737.4	407.6
1981	1642.6	1041.8	427.9	628.3	397.5
1982	1645.3	985.6	442.2	533.4	369.5
1983	980.5	691.6	468.7	479.5	365.0
1984	1516.4	909.4	604.6	690.7	455.7
1985	930.2	633.6	363.8	410.6	347.3
1986	1067.8	637.0	328.2	414.9	412.5
1987	950.9	760.5	362.9	519.6	410.0
1988	1220.3	702.5	380.2	554.1	426.3
1989	918.0	659.7	257.6	288.6	272.8
Ortalama	1269.1	888.5	427.1	560.2	385.0
Uzaklık, L, km	0	10	63	75.5	110.5



Şekil 2 - 1 : 1966- 1989 Yılları Arasında Eğirdir Regülatörü ve Hoyran 'a Düşen Yıllık Yağış Grafiği



Şekil 2 - 2 : Kırıntı Meteoroloji İstasyonu ' na Göre Uzaklık - Ortalama Yıllık Yağış (1966-1989) İlişkisi

2.3. Jeoloji

Eğirdir gölü kapalı alanının güneydoğusu mevzi ve sınırlı yeraltısuyu ihtiva eden ofiolitik seri ile, bunun dışında kalan kısmı ise yaygın ve verimli akiferleri ihtiva eden genellikle kireç taşları ve alüvyonla kaplıdır. Göl alanı ve çevresinde değişik doğrultularda önemli fay hatları yer almaktadır. Bunların en önemlisi güneyde Eğirdir-Kovada gölü arasındaki vadi, kuzey-güney doğrultulu birbirine paralel iki fay hattına bağlı olarak meydana gelmiştir. Göl alanı ve çevresinde meydana gelen önemli karstik yapı ve sistemlerin bölgedeki kayaç litolojisi ve faylarla çok sıkı bir ilişkisi vardır.

Gölün batı kıyısındaki karstik kalkerlerde gölden önemli miktarda su kaybına (sızma kaybı) sebep olan düdenler bulunmaktadır.

2.4. Hidroloji

Eğirdir Gölü'nün suları tabii bir bağlantı kanalıyla daha düşük kotta olan Kovada Gölü'ne ve oradan da Yukarı Aksu Irmağına boşalmaktadır. Eğirdir Gölü ile Yukarı Aksu Irmağı arasında inşa edilen Kovada I ve Kovada II hidroelektrik santralleri halen işletilmeye devam edilmektedir. Kovada I hidroelektrik santrali Kovada Gölü'nün batısında bulunan Kırıntı köyüne 4 km mesafede olup işletmeye 1960 yılında açılmıştır. Bu santrale Eğirdir Gölü 'nden tahsis edilen ortalama su miktarı $225 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ dır.

Kovada II hidroelektrik santralının 4 km mansabında İniş dibi mevkiinde projelendirilmiş ve işletmeye 1971 yılında açılmıştır. Eğirdir Gölü'nün drenaj alanı 3321 Km^2 dir. Gölün 1962 yılında maksimum su derinliği 12.85 m dir. Gölün su seviyesi DSİ 9-9 Göl rasat istasyonunda 1.5.1958 tarihinden beri sürekli ölçülmektedir.

Eğirdir Gölü 'nden Kovada kanalına ilave olarak pompaj ve cazibe ile su alınmaktadır. 1991 yılı itibari ile gölden alınan toplam su miktarı ortalama olarak $338 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ dır (Tablo 2 - 4).

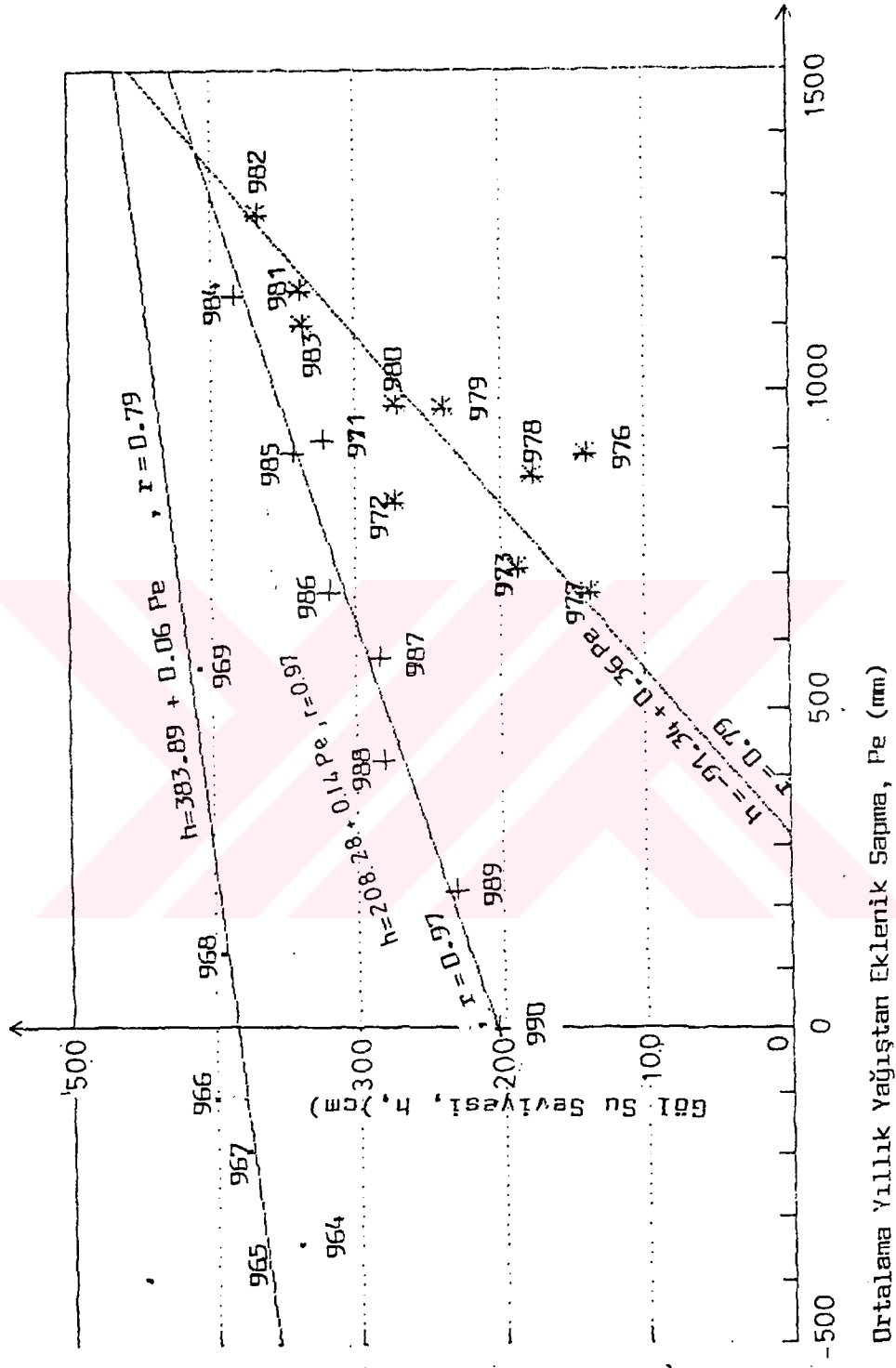
Tablo 2 - 4 : Eğirdir Gölü 'nden Alınan Ortalama Su Miktarı

Ünite Adı	İşletmeye Açıldığı Tarih	Gölden Alınan Su Miktarı ($10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$)
Kovada I , II HES	I (1960), II (1971)	225
Boğazova	Cazibe Sulaması : 968 Pompaj sulaması: 976	11
Atabey	1974	40
Senirkent	I Kademe : 977 II Kademe : 982	40
Gelendost	1983	15
Barla	1987	1
Hoyran	1989	6
TOPLAM		338

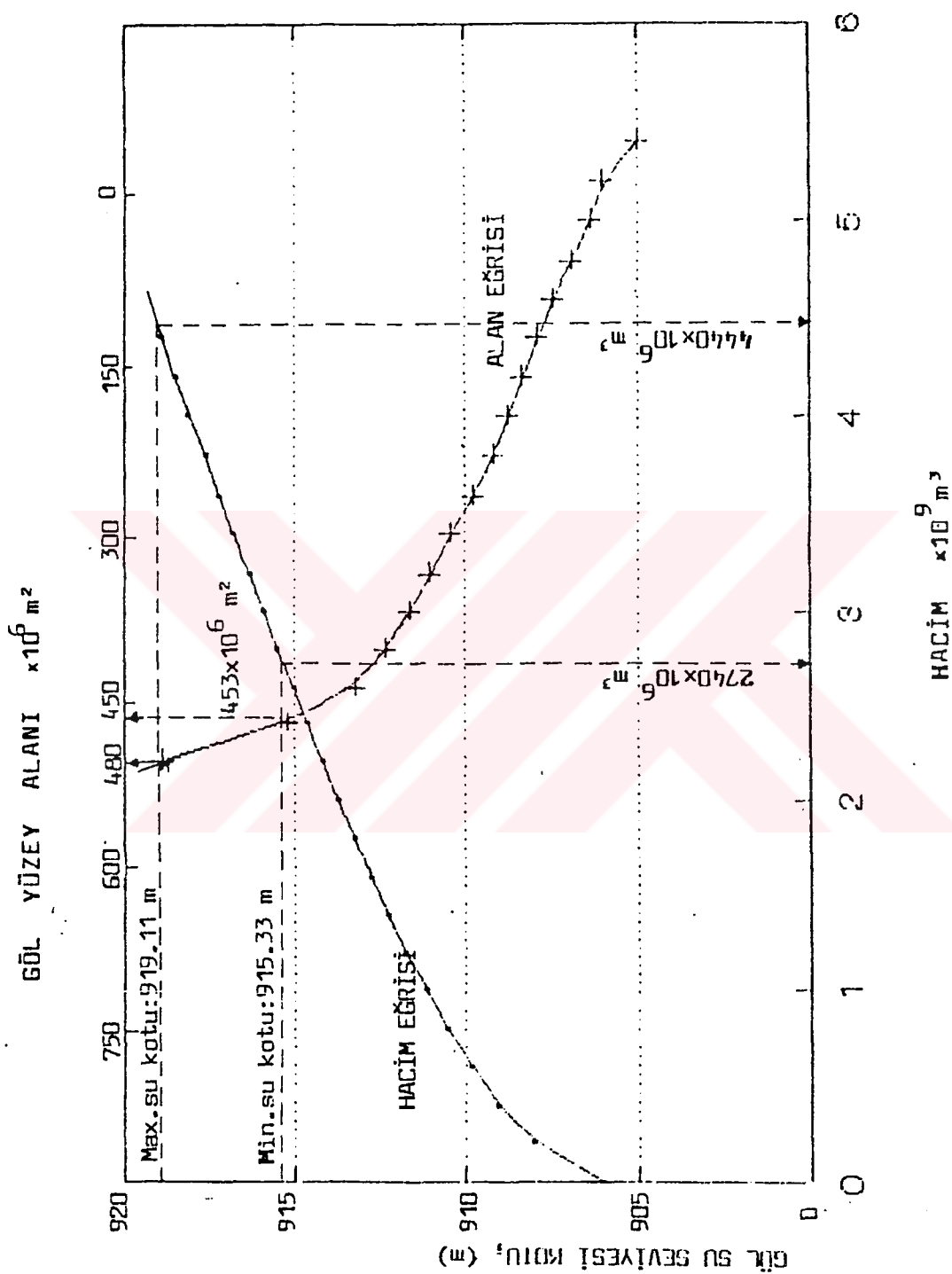
Eğirdir Gölü uzun devreli (yıllar arası) su seviye değişimi yıllık yağışlara bağlı olmayıp ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma değerlerine bağlı olarak kurak ve yağışlı periyot şartlarına bağlı olarak gelişmektedir (Şekil 2 - 3). Göl su seviyesinin son yıllardaki düşümünün (1982-1990 : 1.62 m) en önemli sebeplerinden birisi 1983 yılında başlayan ve son yılları da içine alan kurak periyot şartlarıdır (Şekil 2 - 3).

Eğirdir Gölü depolaması 1968 yılında işletmeye açılmış olup halihazırda % 3 sulama, % 69 enerji ve % 26 taşkın kontrolü gayesiyle işletilmektedir. Aktif hacmi $1555.9 \times 10^6 \text{ m}^3$, maksimum işletme kotu ve hacmi sırasıyla 918.84 m, $4360.6 \times 10^6 \text{ m}^3$, minimum işletme kotu ve hacmi sırasıyla 915.50 m, $2804.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ dür. Gölün maksimum feyezan kotu 918.84 m dir.

1958 -1991 rasat periyodunun (34 yıl) en düşük ortalama su seviyesinde (Aralık 1975) su kotu 915.33 m, göl alanı $453 \times 10^6 \text{ m}^2$, su hacmi $2740 \times 10^6 \text{ m}^3$; en yüksek ortalama su seviyesinde (Mayıs 1969) ise su kotu 919.11 m, göl alanı $481.5 \times 10^6 \text{ m}^2$, su hacmi $4440 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak gerçekleşmiştir (Şekil 2 - 4, Tablo 2 - 5).



Şekil 2 - 3 : Eğirdir Meteoroloji İstasyonu Ortalama Yıllık Yağıştan Eklenik Sapma - Eylül Ayı İçin Su Seviye İlişkisi (9/9 Göl Rasat İst.)



Şekil 2 - 4 : Eğirdir Gölü Rezervuarı Kot - Hacim ve Kot - Alan Eğrileri

Tablo 2 -5 : Eğirdir Gölü Kot-Alan-Hacim Tablosu ve Değişim Oranları

Göl Rasat İstasyonu (9/9) Eşel Sıfır Kotu : 914.5 m			
Kot, H (m)	Alan , A (10^6 m^2)	Hacim , V (10^6 m^3)	Açıklamalar
915.33	453.0	2740.0	1958-1991 Rasat Periyodu En Düşük Ort. Su Sev. (Aralık 1975)
916.00	456.0	3040.0	
916.88	465.0	3436.7	
917.00	466.5	3520.0	
917.14	468.0	3557.3	
918.84	480.0	4360.6	En Yüksek İşletme Kotu
919.11	481.5	4440.0	1958-1991 Rasat Periyodu En Yüksek Ortalama Su Seviyesi (Mayıs , 1969)
Kot Değişimi ΔH (m)	Alan Değişim ΔA (10^6 m^2)	Hacim Değişimi ΔV (10^6 m^3)	1958 - 1991 Rasat Periyodu En Düşük ve En Yüksek Ortalama Su Seviyesine Göre
3.78	28.5	1700.0	
	Alan Değişim Oranı A_d , (%)	Hacim Değişim Oranı V_d , (%)	
	5.9	38.3	

Bu rasat periyodunun en yüksek ve en düşük ortalama su kotuna göre, su seviye değişimi 3.78 m, alan ve hacim değişimi sırasıyla $28.5 \times 10^6 \text{ m}^2$, $1700 \times 10^6 \text{ m}^3$, alan ve hacim değişim oranları ise sırasıyla % 5.9, % 38.3 dür (Tablo 2 - 5).

Eğirdir Gölü 1984 ve 1991 su yıllarına ait su kotu, göl alanı, göl hacmi, göl hacim değişimi ve yağış değerleri Tablo 2 - 6 'de verilmiştir.

Tablo 2 - 6 : Eğirdir Gölü Su Kotu, Göl Alanı, Hacim , Hacim Değişimi ve Yağış Değerleri (1984 ve 1991 Yılı İçin)

Göl Rasat İstasyonu (9/9) Eşel Kotu : 914.5 m						Yağış	
Su Yılı	Ay	Su Kotu (m)	Alan, A 10 ⁶ m ²	Hacim, V 10 ⁶ m ³	Hacim Değiş. ΔV 10 ⁶ m ³	P (mm)	Pg (A x P) 10 ⁶ m ³
1984	Ocak	917.77	472.32	3946.4	42.55	63.9	30.18
	Şubat	918.06	473.10	3989.0	66.32	87.2	41.25
	Mart	918.20	474.29	4055.3	104.55	115.9	54.97
	Nisan	918.42	476.18	4159.9	138.44	105.1	50.05
	Mayıs	918.71	478.66	4298.3	52.71	14.7	7.04
	Haziran	918.82	479.60	4351.0	-47.91	1.0	0.48
	Temmuz	918.72	478.75	4303.1	-71.73	16.8	8.04
	Ağustos	918.57	477.46	4231.4	-71.51	4.3	2.05
	Eylül	918.42	476.18	4159.9	-80.84	4.1	1.95
	Ekim	918.25	474.72	4079.0	-47.43	0.3	0.14
	Kasım	918.15	473.87	4031.6	14.23	53.1	25.16
	Aralık	918.18	474.12	4045.8	14.22	19.2	9.10
1991	Ocak	916.56	461.15	3288.9	13.82	24.0	11.07
	Şubat	916.59	461.20	3302.7	36.90	47.3	21.81
	Mart	916.67	461.86	3339.6	27.71	10.7	4.94
	Nisan	916.73	462.04	3367.3	64.76	98.2	45.37
	Mayıs	916.87	463.06	3432.1	4.64	91.7	42.46
	Haziran	916.88	463.14	3436.7	-37.03	3.4	1.57
	Temmuz	916.80	462.55	3399.7	-83.14	23.9	11.05
	Ağustos	916.62	461.23	3316.5	-91.10	10.5	4.84
	Eylül	916.42	459.76	3224.4	-83.63	11.3	5.20
	Ekim	916.24	458.44	3141.8	-13.76	65.0	29.80
	Kasım	916.21	458.40	3128.0	18.33	28.7	13.16
	Aralık	916.25	458.55	3146.4	96.46	211.4	98.31

Not : Su Kotu, Alan ve Hacim Değerleri ay başı değerleridir.

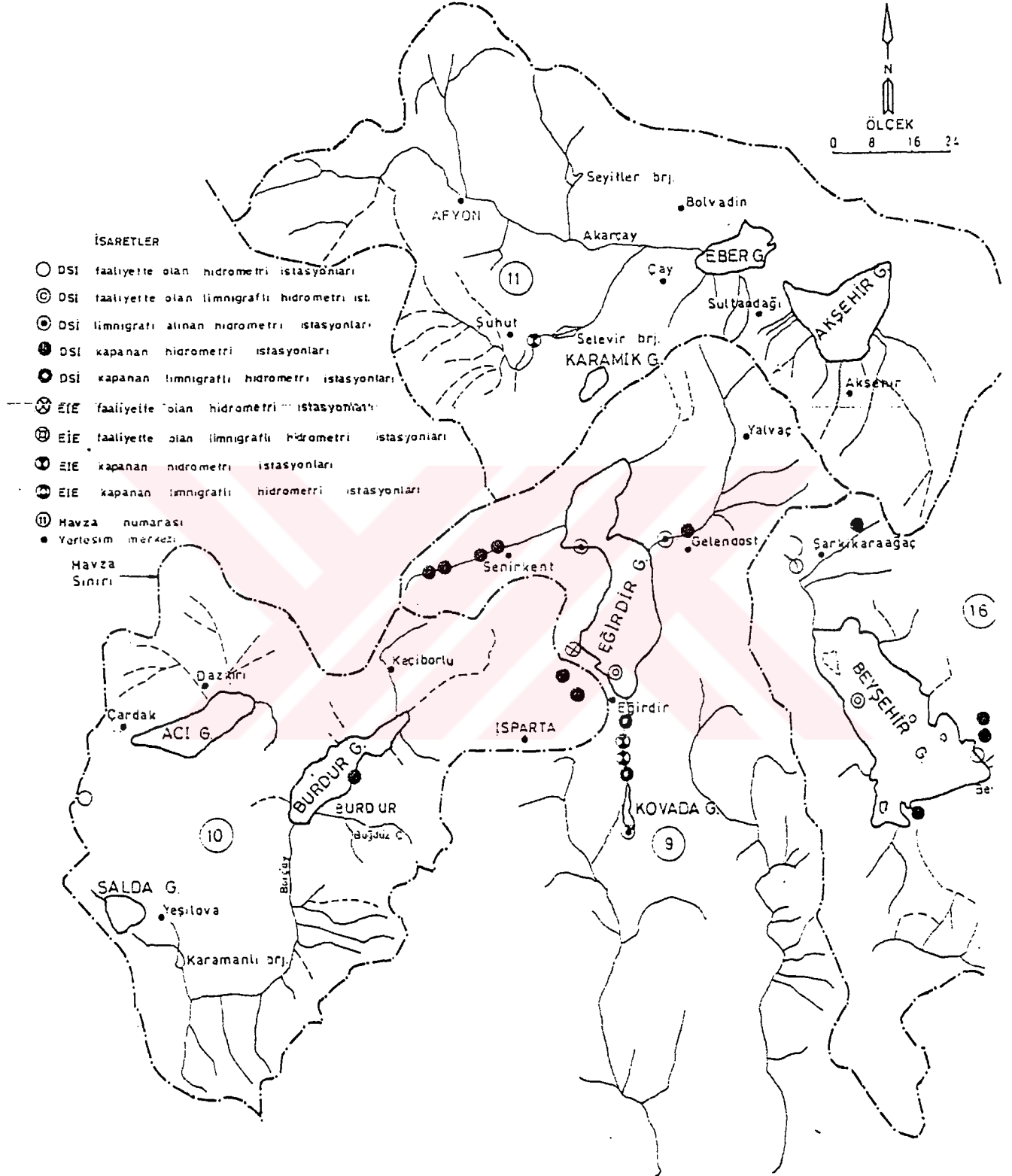
2.4.1. Akarsu Akım Karakteristikleri

Eğirdir Gölü'ne boşalan akarsuların göle en yakın akım rasat istasyonlarının (Bkz. Şekil 2 - 5) akım ölçüm değerleri analiz edilerek, her akarsuyun ve göl drenaj alanının ortalama akış katsayısı (akış ve yağış oranı) ve özgül debisi belirlenmiştir (Tablo 2 - 7).

Bu analizlere göre Eğirdir Gölü drenaj alanının ortalama akış katsayısı 0.17, ortalama özgül debisi 3.80 l / sn / km² dir (Tablo 2 - 7).

Tablo 2 - 7 : Eğirdir Gölü Akarsularının Akım Karakteristikleri

Parametre	Gelendost Deresi	Hoyran Deresi	Çaydere	Pupo Çayı
İstasyon No	9 - 75	9 - 57	9 - 60	9.61
Rasat Süresi	1977 - 1985	1973 - 1978	1974 - 1986	1974 - 1976
Drenaj Alanı 10 ⁶ m ²	988.96	186.00	111.20	294.40
Ortalama Yıllık Yağış, mm	602.1	434.0	862.0	646.1
Drenaj Alanı Ortalama Yağış Miktarı, 10 ⁶ m ³	595.40	80.72	95.85	190.21
Ortalama Yıllık Akarsu Akımı 10 ⁶ m ³	91.24	8.60	34.29	9.14
Akış Katsayısı	0.15	0.11	0.36	0.05
Özgül Debi l / sn / km ²	2.93	1.47	9.79	0.99
Göle Giriş Noktası	Göl Doğu Girişi	Göl Kuzey - Doğu Girişi	Göl Güney Girişi	Göl Kuzey - Batı Girişi



Şekil 2 - 5 : Göller Bölgesi Hidrometri Gözlem İstasyonları

2.4.2. Su Bilançosu

Eğirdir Göl alanı ve çevresindeki karstik kireç taşları yüzeysel akışa ilave olarak, genellikle doğu, kuzey ve kuzeybatıdan yeraltı akışı şeklinde gölü boşaltmaktadır. Gölün beslenimi, göl alanına düşen yağıştan, drenaj alanı beslediği gibi genellikle gölün batı kısmında da havza dışına düdenlerle su yüzeysel akışından, yeraltısuyu akışı (kaynaklar dahil) şeklinde; boşalımı ise göl yüzeyinden buharlaşma, göl alanından havza dışına düdenler vasıtasıyla yeraltı akışı ve suni boşalım (sulama, hidroelektrik enerji üretimi, içme-kullanma suyu temini) yoluyla olmaktadır.

Gölün batı kısmında (Hoyran boğazı-Yazla arası) gölden önemli miktarda su kaybına sebep olan düdenlere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

Süpürge Çiftliği Düdenleri

Bu düdenler, Barla-Hoyran boğazı arasında ortalama 1 Km uzunluğundaki bir bölgede bulunmaktadır. Buradaki düdenlerin en büyüğü olan Sazlık düdeninden su kaçağı, göl su kotu 915.32 m iken (2.12.1974) 0.358 m³/sn, göl su kotu 916.06 m de (21.9.1977) 1.208 m³/sn olarak ölçülmüştür. Bu düdenin, 350 m uzunlukta sedde inşa edilerek gölle irtibatı kesilmiştir.

Gölün süpürgelik çiftliği bölümündeki karstik kalkerlerin 915.84 - 917.0 m kotları arasındaki karstik boşluklardaki dolgu temizlenip, zemin islah edilerek bu kısımdaki kaçaklar kısmen önlenmiştir.

Eye Burnu Düdenleri

Boyalı çiftliği kuzeyinde gölden ortalama 200 m içeride olup göl su seviyesine bağlı olarak çalışmaktadır. Ağustos 1962 tarihinde göl su kotu 917.94 m iken kaçak miktarı 0.325 m³/sn olarak ölçülmüştür.

Haznetası Düdenleri

Çorak çiftliği güneyindeki karstik kalker bölgesinde yer almaktadır.

Yanıktaş Düdeni

Karstik kalkerlerde gelişmiş olup ortalama 0.5 m açıklıktadır.

Tozaklık Düdeni

Bedre - Barla arasındaki Tozaklık mevkindedir. Ağustos 1962 de göl su kotu 917.94 m deki kaçak miktarı $1.250 \text{ m}^3/\text{sn}$ ölçülmüştür.

Hacıktır Düdeni

Göl kıyı şeridinde karstik kalkerler üzerindeki granüler örtü içerisinde.

Balıkhane Düdenleri

Karaburun tepenin NW-W yamacında ortalama 200 m lik bir sahayı kaplarlar. Göl kotu 917.94 seviyesindeki ölçümlerde (Ağustos 1962) kaçak (sızma kaybı) miktarı $1.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ dir.

Eğirdir gölüne, sürekli akarsulara ilave olarak çok sayıda mevsimlik akarsu su getirdiğinden ve bunların hepsinde göle girişte akım rasat istasyonu bulunmadığından; ayrıca, gölün çevresindeki çok komplike karstifikasyon şartlarına sahip akiferlerden

Gölün beslenme miktarı (gölaltı kaynakları, göle geniş yüzeyler boyunca yeraltısuyu boşalımı) ve göl sızma kayıplarını (kaçaklar) doğrudan doğruya, sihhatli bir şekilde belirlemenin imkansızlığı sebebiyle, su bilançosu

hesaplamalarında gölün su bilançosu (denge) denkleminde ΔQ parametresini hesaplama yoluna gidilmiştir.

Eğirdir Gölü su bilanço denklemi

$$\Delta Q = Q_e + Q_s + Q_k - P_g \pm \Delta V \quad (2.1)$$

şeklindedir.

Burada :

ΔQ = Gölün yüzey suları ve yeraltısuyu beslenimi ile göl sızma kaybı farkı miktarı,

Q_e = Göl yüzeyinden buharlaşma miktarı,

Q_s = Sulama suyu miktarı,

Q_k = Enerji için Kovada kanalına verilen su miktarı (Enerji suyu)

P_g = Göl yüzeyine düşen yağış miktarı,

ΔV = Göl hacim (rezerv) değişim miktarı

dır.

Eğirdir Gölü Su Bilanço değerleri 1984 ve 1991 su yılları için Tablo 2 - 8 'da verilmiştir.

Tablo 2 - 8 : Eğirdir Gölü Su Bilanço Değerleri (1984 ve 1991 Yılları)

Göl Su Bilanço Denklemi : $\Delta Q = Q_e + Q_s + Q_k - P_g \pm \Delta V$							
Su Yılı	Ay	Buharlaştırma Q_e 10^6 m^3	Sulama Suyu 10^6 m^3	Enerji Suyu, Q_k 10^6 m^3	Yağış P_g 10^6 m^3	Hacim Değişimi $\pm \Delta V$ 10^6 m^3	Gölün Yüzey ve Yeraltısuyu Beslenimi ile Göl Sızma Kaybı Farkı, ΔQ 10^6 m^3
1984	Ocak	--	--	15.44	30.18	42.55	27.81
	Şubat	--	--	14.00	41.25	66.32	39.07
	Mart	--	--	14.57	54.97	104.55	64.15
	Nisan	28.33	--	13.86	50.05	138.44	130.58
	Mayıs	85.52	--	14.71	7.04	52.71	145.90
	Haziran	86.30	18.02	25.80	0.48	-47.91	81.73
	Temmuz	107.69	22.92	43.89	8.04	-71.73	94.73
	Ağustos	82.59	17.41	33.01	2.05	-71.51	59.45
	Eylül	61.57	16.55	29.30	1.95	-80.84	24.63
	Ekim	41.59	--	39.87	0.14	-47.43	33.89
	Kasım	--	--	20.08	25.16	14.23	9.15
	Aralık	--	--	11.26	9.10	14.22	16.38
1991	Ocak	--	--	--	11.07	13.82	2.75
	Şubat	--	--	--	21.81	36.90	15.09
	Mart	--	--	--	4.94	27.71	22.77
	Nisan	36.21	--	--	45.37	64.76	55.60
	Mayıs	43.75	--	--	42.46	4.64	5.93
	Haziran	65.63	11.04	0.93	1.57	-37.03	39.00
	Temmuz	81.14	36.86	5.18	11.05	-83.14	28.99
	Ağustos	75.06	35.95	4.60	4.84	-92.10	18.67
	Eylül	48.25	23.59	3.34	5.20	-82.63	-12.65
	Ekim	29.92	--	--	29.80	-13.76	-13.64
	Kasım	--	--	--	13.16	18.33	5.17
	Aralık	--	--	--	98.31	96.46	-1.85

BÖLÜM 3. KİRLLETİCİ KAYNAKLAR

3.1. Yerleşim Merkezleri

Eğirdir Gölü havzasında 5 ilçe merkezi ve bunlara bağlı 17 belde ile 59 köyden oluşan 81 yerleşim birimi bulunmaktadır. Havza içerisinde 1990 sayımına göre 92 985 nüfus yaşamaktadır. Bu nüfusun 2017 yılında 169 381 olacağı tahmin edilmektedir.

3.1.1. Nüfus Tahminleri

Eğirdir Gölü Havzasındaki yerleşim merkezlerinin 1970-1990 yılları arasındaki nüfus sayım sonuçları [1] ile 5, 10 ve 25 yıl sonraki tahmin edilen nüfusları Tablo 3 - 1 'de verilmiştir. 1997, 2002 ve 2017 yılları nüfuslarını tahmin için kullanılan ve İller Bankası tarafından verilen metoda göre bulunan nüfus artış yüzdeleri de tablolarda gösterilmiştir. Eğirdir Gölü havzasında yer alan Eğirdir, Gelendost ve Senirkent gibi belediyesi bulunan yerleşim birimlerinin nüfus artış grafiği Şekil 3 - 1 'de verilmiştir.

3.1.2. Kanalizasyon ve Arıtma Durumu

Havza içerisinde, 6 sında tamamen, 12 sinde kısmen kanalizasyonu mevcut olan 18 yerleşim birimi yer almaktadır [2]. Diğer 63 yerleşim biriminde kanalizasyon mevcut değildir.

İller Bankası 1990 da yayınladığı Yıllığında 1990 yılı itibari ile kanalizasyon ve atıksu arıtması konularında proje ve/veya inşaat şeklinde hizmet götürdüğü yerleşme merkezlerindeki kanalizasyon ve arıtma tesisi durumlarını özetlemiştir[3]. Adı geçen yayındaki bilgilere göre Eğirdir Gölü havzasında İller Bankasınca sadece Eğirdir İlçesine kanalizasyon ve atıksu arıtma hizmeti götürüldüğü anlaşılmaktadır. Buna göre kanalizasyon inşaatı

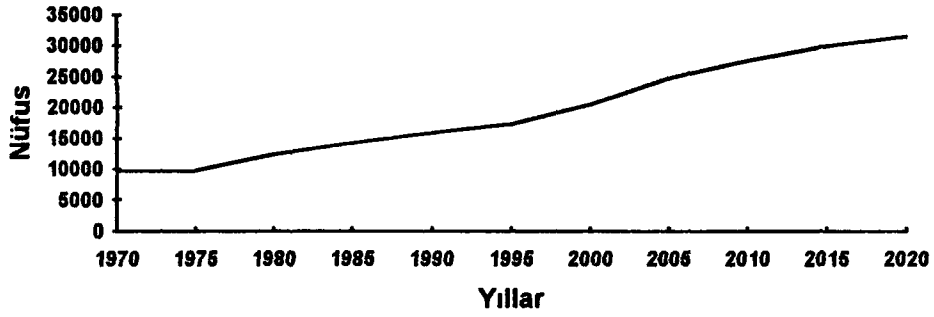
tamamlanmış olup pompa istasyonunun kabul işlemleri ile arıtma tesisi inşaatının yapımı sürdürülmektedir. 1993 yılı sonuna doğru tamamlanması beklenen aktif çamur prosesi şeklindeki arıtma tesisinin halen % 10 'u inşaa edilmiştir.

Tablo 3 - 1 : Eğirdir Gölü Hidrolojik Havzasındaki Yerleşim Merkezlerinin 1970-1990 Nüfusları ile Gelecekteki Tahmin Edilen Nüfuslar

Yerleşim Biriminin Adı	Nüfuslar							
	1970	1975	1980	1985	1990	1997	2002	2017
Eğirdir	9650	9799	12415	14265	15828	18821	21299	30870
Ağılköy	606	669	733	842	921	1066	1184	1621
Akpınar	387	313	334	303	234	251	264	306
Mahmutlar	502	507	579	647	612	656	690	801
Sarıdriş (B)	2230	2460	2612	3043	3454	4026	4493	6235
Sorkuncak	1116	1287	1384	1500	1895	2281	2604	3873
Gökçeşöyük	1505	1668	1834	1819	2240	2575	2844	3832
Atabey	3823	3544	3543	3894	5010	5550	5892	7217
Harmanören	583	589	658	555	508	545	572	665
İslamköy (B)	1726	1807	1738	1650	1657	1777	1867	2168
Barla	2372	2143	1794	2435	3014	3278	3480	4165
Bağören	462	382	423	369	201	215	226	263
Gelendost	4147	4870	5628	5832	7338	8960	10334	15855
Afşar	1128	1236	1223	416	1122	1203	1264	1468
Hacılar	485	485	549	594	573	614	646	750
Yenice	1395	1444	1453	1370	1532	1643	1726	2004
Yeşilköy	1352	1423	1662	1824	1853	2069	2239	2836
Senirkent	10168	8247	8333	10329	10738	11513	12100	14048
Akkeçili	256	277	290	282	272	292	306	356
Garip	695	715	688	669	805	863	907	1053
Gençali	929	1080	1103	1175	927	994	1045	1213
Yalvaç	10545	18305	19750	19968	28028	34471	39961	62258
Kumdanlı	2113	2402	2428	2735	2554	2738	2878	3341
Aşağıkaşıkara	685	727	769	759	592	635	667	774
Aşağıtirtar	431	549	618	596	471	505	531	616
Taşevi	268	298	366	389	268	287	302	351
Yukarıtirtar	484	514	475	442	338	362	381	442

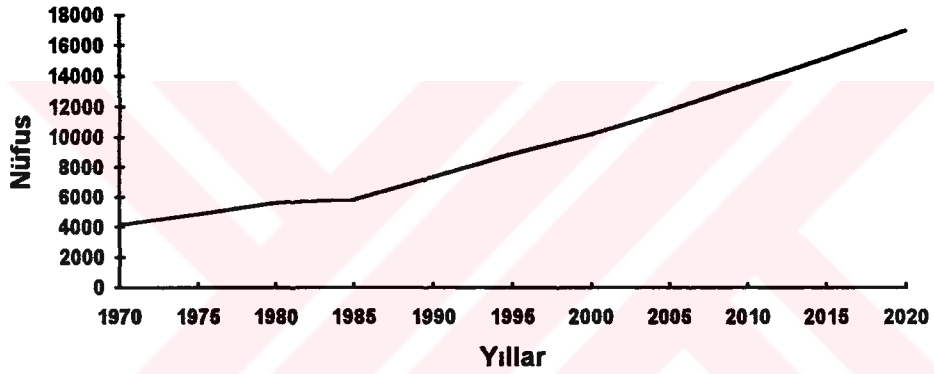
(B) : Belediyesi bulunan yerler

EĞİRDİR



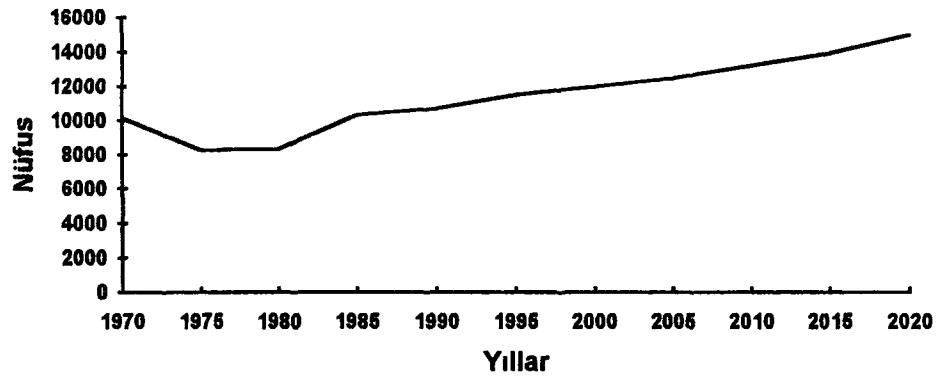
Şekil 3 - 1a : Eğirdir İlçesine Ait Tahmini Nüfus Artış Grafiği

GELENDOST



Şekil 3 - 1b : Gelendost 'a Ait Tahmini Nüfus Artış Grafiği

SENİRKENT



Şekil 3 - 1c : Senirkent 'e ait Tahmini Nüfus Artış Grafiği

İller Bankasınca verilen bilgiler ışığında , Tablo 3 - 1 'de isimleri yazılı yerleşim birimlerinden sadece Eğirdir, Yalvaç, Senirkent ve İslamköy'de kanalizasyon ve arıtma ile ilgili çalışmaların mevcut olduğu anlaşılmaktadır. Bu bilgilere göre, Yalvaç ilçesinde kanalizasyon ve arıtma tesisi yoktur. Ancak kanalizasyon şebekesi avan projesi 1987 yılında hazırlanmıştır. Benzer durum Senirkent için de geçerlidir. Keza İslamköy için sadece kanalizasyon avan projesi mevcut olup 1992 de yapılmıştır.

3.1.3. Evsel Atıksu Miktarları

Mutlutürk ve arkadaşları [2], kişi başına atıksu miktarını 50 l/gün alarak atıksu miktarlarını Tablo 3 - 2 'de verildiği gibi hesaplamışlardır.

Tablo 3 - 2 : Eğirdir Gölü Havzasındaki Evsel Atıksuların İlçelere Göre Dağılımı [2]

İlçe	Atıksu Miktarı (m ³ /yıl)
Eğirdir	515916
Gelendost	415697
Senirkent	445806
Uluborlu	219163
Yalvaç	1552217
TOPLAM	3148799

Atıksuların bir kısmı doğrudan Eğirdir Gölü'ne, bir kısmı dereler yoluyla Eğirdir Gölü'ne, bir kısmı alüvyon içerisinde kazılan fosseptik çukurları ile yeraltısuyuna ve dolaylı olarak Eğirdir Gölü'ne, bir kısmı ise geçirimsiz litolojilerde açılan fosseptik çukurlarına verilmektedir. Bunların dağılımı Tablo 3 - 3 'de verilmiştir [2].

Tablo 3 - 3 : Atıksuların Verildiği Yerlere Göre Dağılımı [2]

Deşarj Şekli	Atıksu Miktarı (m ³ /yıl)
Doğrudan Eğirdir Gölü'ne Karışan	255000
Akarsular ile Eğirdir Gölü'ne Karışan	3185445
Alüvyona Verilen	1023534
Geçirimsiz Litolojilere Verilen	854295

Her ne kadar yukarıdaki tablolarda havzada oluşan tüm atıksu debileri verilmiş ise de Göle ulaşarak kirlenmeye sebep olan başlıca kaynaklar Eğirdir ilçesi kanalizasyonu atıklarıdır. Eğirdir kanalizasyon projesinde günlük su ihtiyacı 120 l / N-gün alınmıştır. Atık su miktarının 100 l / N-gün olacağı kabul edilirse atıksu debileri yıllara göre aşağıda verildiği gibi hesaplanabilir.

$$1990 - Q = 15.828 \times 100 \times 10^{-3} = 1582.8 \text{ m}^3/\text{gün} = 577\,722 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$2017 - Q = 30.870 \times 100 \times 10^{-3} = 3087 \text{ m}^3/\text{gün} = 1126\,755 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Şu anda Eğirdir kanalizasyonu atıksularının büyük kısmı, Gölü Kovada'ya bağlayan kanala dökülmektedir. Önümüzdeki aylarda, kanalizasyon pompa istasyonunun işletmeye alınmasını müteakip Eğirdir kanalizasyonundan Göle atıksu deşarjı tamamen kesilecektir. Atıksuların "Göl-Kovada" kanalına deşarjı ise 1993 yılı sonunda arıtma tesisinin tamamlanması ile son bulacaktır.

3.2. Sanayi

Havza içinde önemli bir sanayi kuruluşu mevcut değildir. Römork ve tarım aletleri gibi küçük sanayi ile havzada mevcut 26 adet akaryakıt istasyonunun atıksuları belediye atıksuları ile beraber arıtılıp uzaklaştırıldığından ayrıca ele alınmamıştır.

3.3. Tarımsal Alanlar

Eğirdir Gölü havzasındaki toplam tarım alanı 95841 ha dır. Kirletici olarak kabul edilen tarım koruma ve destekleme faaliyetlerinin yapıldığı toplam tarım alanı ise 57811 ha dır. Bu arazilerin havza içerisindeki ilçelere göre dağılımı Tablo 3 - 4 'de verilmiştir.

Tablo 3 - 4 : Tarım Arazilerinin İlçelere Göre Dağılımı

İlçe Adı	Hububat	Gül	Sebze	Meyve	Bağ
Eğirdir	3142	70	48	658	91
Gelendost	12500	10	35	2821	150
Senirkent	4055	110	420	1891	2100
Uluborlu	922	100	25	1744	90
Yalvaç	20000	--	750	3768	1500
TOPLAM	40619	290	1278	10883	4741
	57811 ha				

3.3.1. Bitki Besin Maddelerinin Sebep Olduğu Kirlilik

Havza içerisinde bulunan bitki besin maddeleri başlıca diamonyum fosfat, amonyum nitrat ve triple süper fosfattır. Bu gübreler havza içerisinde en sık kullanılanlar olup, hesaplamalarda bu üç gübre türü kullanılmıştır.

Gübrelerin yöre halkı tarafından % 70 oranında kullanıldığı göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre ilçelerdeki kullanılan gübre miktarları Tablo3-5 'de gösterilmiştir.

Tablo 3 - 5 : Kullanılan Gübrelerin İlçelere Göre Dağılımı

İlçe Adı	Diamonyum Fosfat (kg)	Amonyum Nitrat (kg)	Triple Süper Fosfat (kg)
Eğirdir	307916	197946	448000
Gelendost	1225000	787500	1356250
Senirkent	397390	225465	597800
Uluborlu	129080	58086	445550
Yalvaç	1960000	1260000	1069250
TOPLAM	4019386	2558997	3916850

3.3.2. Hayvansal Atıkların Sebep Olduğu Kirlilik

Havza içerisinde 10.000 büyükbaş, 300.000 küçükbaş, 117.000 kanatlı hayvan bulunmaktadır. Bu hayvanların atıklarının büyük bir kısmı gübre ve tezek olarak değerlendirilmektedir. Hayvansal atıklarla ilgili rakamsal atık hesaplamaları yapılamamıştır.

3.3.3. Tarım Mücadele İlaçlarının Sebep Olduğu Kirlilik

Eğirdir Gölü havzasında meyvecilik; başta elma ve kiraz olmak üzere Türkiye çapında önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle meyvecilikte tarımsal mücadele ilaçlarını her meyva bahçesi sahibi kullanmaktadır. Bölgede kullanılan mücadele ilaçları (pestisit) insektisit (böcek öldürücü), fungusit (mantar hastalıkları), akarisit (örümcek öldürücü) dır. Bunlardan başka hububat alanlarında herbisit (yabancı ot öldürücü) türü ilaçlar atılmaktadır. Türlerine göre ilaç kullanımı dağılımları Tablo 3 - 6 'da verilmiştir.

Tablo 3 - 6 : Kullanılan Tarım Koruma İlaçlarının İlçelere Göre Dağılımı (kg)

İlçe Adı	Insektisit	Fungusit	Akarisit	Herbisit	CuSO ₄
Eğirdir	6295	3726	3726	2357	31060
Gelendost	20253	12111	11856	9375	100530
Senirkent	8745	4416	4152	3041	34840
Uluborlu	8146	4644	4152	691	34600
Yalvaç	14226	10624	10200	20312	87000
TOPLAM	57655	35521	34086	35776	288030

3.4. Kirlilik Yükleri

Eğirdir Gölü su kalitesi ölçümleri 1984 yılı ve 1991-1992 yılları için mevcut olduğundan, modelleme çalışmalarında her iki grup datanın da kullanılması imkanını temin açısından kirlilik yükleri hem 1984 yılı ve hem de 1991 yılı için hesaplanacaktır.

Kirlilik yükü hesapları birçok kabule dayalı olduğundan, yapılan bu kabuller dolayısıyla hesaplanan kirlilik yükleri model kalibrasyon ve doğrulama safhalarında tekrar gözden geçirilecektir. 1984 yılı su kalitesi ölçümleri TÜBİTAK projeleri kapsamında yapılmış olduğundan aynı proje kapsamında İller Bankası Araştırma Grubu tarafından hesaplanan ve TÜBİTAK ÇAĞ-47 Raporunda verilen kirlilik yükleri 1984 yılı kirlilik yükleri olarak itibar edilecektir [4]. Ancak adı geçen raporda 1984 yılında Eğirdir Gölü ortalama yüzey alanı 476.3 Km² yerine yanlışlıkla 974.6 Km² alınmıştır. Buna göre hesaplar tekrar edilerek 1984 yılı için bulunan kirlilik yükleri aşağıda verilmiştir.

BOİ5 258.8 ton/yıl

AKM 317.5 "

TN 1047.9 "

TP 51.3 "

Yukarıda verilen toplam azot (TN) ve toplam fosfor (TP) yüklerine evsel kaynaklı yüklere ilave olarak tarımsal alanlar ile göl yüzeyine doğrudan yağıştan gelen yükler de dahil edilmiştir. Tarımsal alanlardan göle taşınan azot ve fosfor miktarları :

Azot için $0.5 \text{ g/m}^2/\text{yıl}$

Fosfor için $0.05 \text{ g/m}^2/\text{yıl}$

değerleri esas alınarak hesaplanmıştır. Toplam hidrolojik havzanın % 20 sinin tarımsal alan olduğu kabul edilmiştir. Bölüm 4.1.5.3 de verilen bilgilere göre toplam tarım alanı 95.841 ha olup, toplam hidrolojik havza alanının (332.100 ha) % 29 unu teşkil eder. Ancak tarım koruma ve destekleme faaliyetlerinin yapıldığı toplam alan 57.811 ha olup, toplam havza alanının % 17 sini teşkil eder. Bu bakımdan yukarıda belirtilen kirlilik yükü hesaplarında kullanılmış bulunan % 20 oranı savunulabilir bir değer olarak görülmektedir. Keza Eğirdir Gölü hidrolojik havzasında ortalama akış katsayısı 0.17 olarak hesaplanmıştır (Tablo 2 - 8).

Göl yüzeyine direk yağış ile gelen azot ve fosfor miktarları ise ortalama göl alanı 476.3 Km^2 , yıllık yağış 902.6 mm alınarak ve yağmur suyundaki :

Azot konsantrasyonu : 1 g/m^3

Fosfor " : 0.03 g/m^3

olarak hesaplanmıştır. 1984 yılı itibariyle göl birim alanına gelen azot ve fosfor yükleri :

Azot : $1047.9 \text{ (ton/yıl)} / 476.3 \text{ (Km}^2) = 2.2 \text{ g/m}^2/\text{yıl}$

Fosfor : $51.3 \text{ (ton/yıl)} / 476.3 \text{ (Km}^2) = 0.107 \text{ g/m}^2/\text{yıl}$

Vollenweider modeline göre kritik fosfor yükü aşağıdaki ifadeye göre hesaplanır [5]:

$$L_c \text{ (mg P / m}^2 \text{ -yıl)} = 10q_s (1 + \sqrt{Z / q_s}) \quad (2.2)$$

Burada :

Z : Ortalama göl derinliği, m

L_c : Oligotrofik şartların tahakkuku için kritik fosfor yükü

q_s : Yüzey yükü = Q / A , m/yıl

Q : Yıllık giren su miktarı, m^3 /yıl

A : Göl yüzey alanı, m^2

Eğirdir Gölü'nün ortalama özgül debisi Tablo 2 - 8 de 3.80 l/snKm^2 olarak verildiğinden, Göle giren yıllık su miktarı :

$$Q = (3.80 \text{ l/snKm}^2) \times (3321 \text{ Km}^2) \times (86.400 \times 365 \text{ sn/yıl}) \times (10^{-3} \text{ m}^3/\text{l}) \\ = 3.98 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

bulunur. Göl ortalama hacmi $4165 \times 10^6 \text{ m}^3$ alınarak, ortalama su derinliği :

$$Z = 4165 \times 10^6 / 476.3 \times 10^6 = 8.7 \text{ m veya } \sim 9 \text{ m olarak}$$

hesaplanmıştır.

$$q_s = Q / A = (3.98 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yıl}) / (476.3 \times 10^6 \text{ m}^2) = 0.84 \text{ m/yıl}$$

Buna göre L_c

$$L_c \text{ (mg P/m}^2 \text{ -yıl)} = 10 \times 0.84 (1 + \sqrt{9 / 0.84}) = 35.9$$

1984 yılı için çeşitli kaynaklardan Göle olan fosfor yüklemesi $107 \text{ mg/m}^2/\text{yıl}$ olarak tahmin edildiğinden, fosfor yükünün kritik fosfor yükünü çok aştığı

görülmektedir. Ancak ötrofik şartlar L_c değerinin 2 ~ 3 katı yükleme halinde başladığında, bu değer gölün ötrofik olduğunu göstermez. Kaldı ki hesaplanan fosfor yükleri de bir takım kabulleri içermektedir.

TÜBİTAK ÇAĞ-47 Projesinde kullanılan ve Vollenweider tarafından verilen müsaade edilen ve tehlikeli nutriyent yükleri Tablo 3 - 7 'de verilmiştir[4].

Tablo 3 - 7 : Müsaade Edilen ve Tehlikeli Nutriyent Yükleri

(a) Ort. Göl Derinliği (m)	(b) Müsaade Edilen Yük (g/m ² .yıl)		(c) Tehlikeli Yük (g/m ² .yıl)	
	Azot	Fosfor	Azot	Fosfor
5	1.0	0.07	2.0	0.13
10	1.5	0.10	3.0	0.20
50	4.0	0.25	8.0	0.50
100	6.0	0.40	12.0	0.80
150	7.5	0.50	15.0	1.00
200	9.0	0.60	18.0	1.20

- a) Verilen derinlik, örneğin 5 m lik değer 0-5 m lik tüm gölleri kapsar, 10 m.lik değer ve karşısı olan azot, fosfor değerleri 5-10 m arası ortalama derinliği olan göller için geçerlidir.
- b) Verilen değerler üst sınırdır.
- c) Tehlike sınırı bu değerlerden başlamakta olup, verilen değerler tehlike sınırının başlangıç noktasıdır.

Hesaplanan nutriyent yükleri müsaade edilen ve tehlikeli yük değerleri ile karşılaştırıldığında, gölün derinliği 9 m. olduğundan gerçek nutriyent yüklerinin müsaade edilen yük değerinden az ve fakat tehlikeli yük değerlerinden daha az olduğu görülmüştür.

Eğirdir Gölü 'nde DSI [6], Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü [7] ve MİMKO A.Ş. [8] tarafından organize edilen sahadaki su kalite analizleri 1991-1992 yıllarında yapıldığından bu yılları temsil edecek kirlilik yüklerinin hesabına ihtiyaç duyulmuştur.

Eğirdir mahalli idare ve yetkililerinden alınan bilgilere göre eski mahalleler hariç Eğirdir ilçesi atıksuları göle deşarj edilmemektedir. Yaklaşık % 90 oranında tamamlanmış durumda olan kanalizasyon şebekesi ile toplanan atıksular Eğirdir Gölü çıkışındaki Kovada kanalına verilmektedir. Halen inşaa halindeki arıtma tesisinin yapımı tamamlandığında arıtılmış evsel nitelikteki atıksular ya tarımsal sulamada kullanılacak veya civardaki düdenlere deşarj edilecektir.

Halihazırda Askeri Tugay ile Kemik Hastahanesinin atıksuları göle verilmediğinden ve ilçe nüfusunun % 90 ı da kanalizayona bağlı bulunduğundan atıksuları göle intikal eden nüfus :

$$N = 0.1 \times 15828 = 1583 \text{ kişi}$$

Buna göre evsel kaynaklı kirlilik yükleri :

$$BOI5 = 1583 \times 54 \text{ g/kişi/gün} \times 365 \text{ gün/yıl} = 31.2 \text{ ton/yıl}$$

$$AKM = 1583 \times 60 \text{ g/kişi/gün} \times 365 \text{ gün/yıl} = 34.7 \text{ ton/yıl}$$

$$TN = 1583 \times 12 \text{ g/kişi/gün} \times 365 \text{ gün/yıl} = 6.9 \text{ ton/yıl}$$

$$TP = 1583 \times 1 \text{ g/kişi/gün} \times 365 \text{ gün/yıl} = 0.6 \text{ ton/yıl}$$

Eğirdir Gölü 'nün toplam drenaj alanı 3321 Km² dir. Bu alanın ancak % 20 sinin drenaj sularının göle intikal ettiği kabul edilerek, göle taşınan azot ve fosfor miktarları :

$$\text{Azot} : 3321.106 \text{ m}^2 \times 0.20 \times 0.5 \text{ g/m}^2/\text{yıl} = 332.1 \text{ ton/yıl}$$

$$\text{Fosfor: } 3321.106 \text{ m}^2 \times 0.20 \times 0.05 \text{ g/m}^2/\text{yıl} = 33.2 \text{ ton/yıl}$$

Göl yüzeyine doğrudan yağış ile gelen azot ve fosfor miktarları ise ortalama Göl alanı 476.3 Km², yıllık yağış 864.5 mm (1964-1990 yılları ortalaması) alınarak :

$$\text{Azot yükü} = 476.3 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 1 \text{ g/m}^3 \times 0.8645 = 412 \text{ ton/yıl}$$

$$\text{Fosfor yükü} = 476.3 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0.03 \text{ g/m}^3 \times 0.8645 = 12.4 \text{ ton/yıl}$$

Buna göre toplam kirletici girdileri :

$$\text{BOİ5} = 31.2 \text{ ton/yıl}$$

$$\text{AKM} = 34.7 \text{ ton/yıl}$$

$$\text{TN} = 6.9 + 332.1 + 412 = 751 \text{ ton/yıl}$$

$$\text{TP} = 0.6 + 33.2 + 12.4 = 46.2 \text{ ton/yıl}$$

olarak hesaplanmıştır.

Birim yüzey alanına gelen nutriyent yükleri :

$$\text{Azot} : (751 \text{ ton/yıl}) / (476.3 \text{ Km}^2) = 1.58 \text{ g/m}^2/\text{yıl}$$

$$\text{Fosfor} : (46.2 \text{ ton/yıl}) / (476.3 \text{ Km}^2) = 0.098 \text{ g/m}^2/\text{yıl}$$

Nutriyent yükleri Göle deşarjın kesilmesi sebebiyle daha da azalmıştır.

BÖLÜM 4. SU KALİTE ÖLÇÜMLERİ

4.1. Önceki Çalışmalar

Eğirdir Gölü, üzerinde en çok çalışılan göllerimizden biridir. Ülkemizin dördüncü büyük gölü olmasına rağmen istenilen düzeyde balıkçılık yapılamaması önemli bir içmesuyu ve sulama suyu kaynağı olması, Isparta ilinin içmesuyu ihtiyacının da bu gölden karşılanmasının planlanmış olması gibi sebeplerden dolayı bilhassa 1980 yılından itibaren Eğirdir Gölü üzerindeki çalışmalar yoğunluk kazanmıştır.

Önceki çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda Eğirdir Gölü 'nün karstik ve oligotrofik özellikte bir göl olduğu sonucuna varılmıştır (Menengiç, 1991) [9]. Atıksuların göle döküldüğü noktalarda mevzi kirlenme olmakla beraber gölü temsil eden göl açıklarındaki su kalitesinin hem 1380 sayılı Su Ürünleri Kanununda belirtilen kriterlere uygun [9] ve hem de TS 266 da verilen İçmesuyu Standartlarına uygun olduğu belirtilmiştir (Doğan 1991) [10].

Eğirdir Gölü planktonik organizmalar üzerine yapılan çalışmalar ile de gölün planktonca fakir olduğu, oligotrofik yani nutriyent bakımından fakir göller sınıfına dahil olduğu vurgulanmıştır (Demirhindi 1991, Conk ve Cirik 1991) [11 ve 12].

Hatta Conk ve Cirik [12] Eğirdir Gölü'nü azot ve fosfor yönünden beslemek ve dolayısıyla fitoplanktonik kantitenin zenginleştirilmesini sağlamak amacıyla Gölün suni olarak gübrelenmesini dahi tavsiye etmişlerdir.

Keza Günay ve arkadaşları (1985) [4] gerek azot ve fosfor yükleri ve gerekse bunların konsantrasyonları yönünden Eğirdir Gölü'nün oligotrofik göl sınıfına girdiğini belirtmişlerdir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde verilen kıta içi suların sınıflandırılmalarındaki kriterlere göre gölün S1-Yüksek kaliteli su sınıfına girdiği ve derinliğe göre tabakalaşmanın olmadığı ifade edilmiştir (Menengiç, 1991) [9]. Menengiç, 1991 yılına kadar yapılan 5 adet çalışmanın sonuçlarını değerlendirmiştir. Bu çalışmalar Tablo 4 -1 de özetlenmiştir.

Tablo 4 -1 : Eğirdir Gölü Su Kalitesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

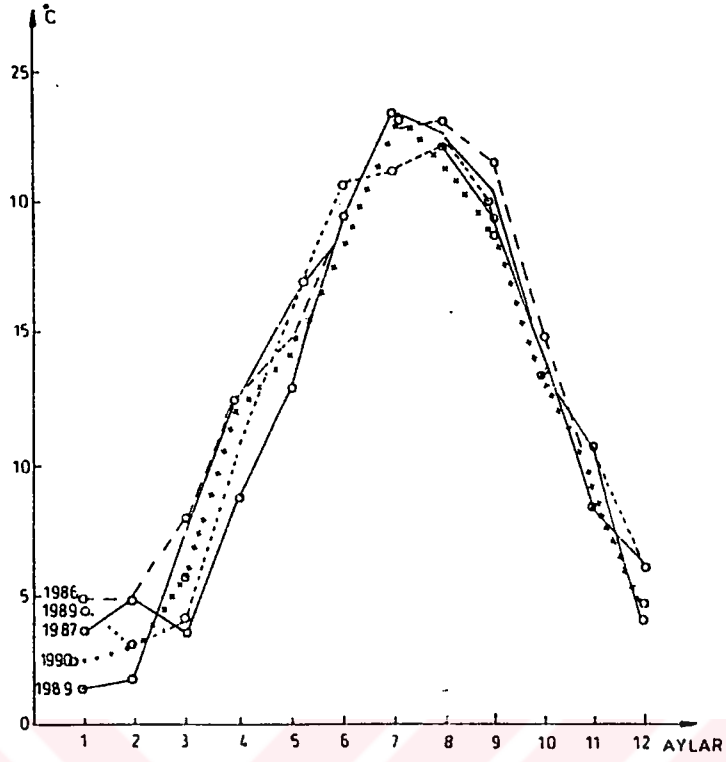
S.No	Çalışmanın yapıldığı yıl	Yapan Kuruluş	Ölçülen Parametre Sayısı
1	1981-82	Isparta Su Ürün.Böl.Md.	---
2	1984	TÜBİTAK	---
		Isparta Su Ürün.Böl.Md.	22
		Ankara nükleer Arş.Enst.	20
		İller Bankası Gn.Müd.	8
3	1986-87	Eğirdir Su Ürünleri Yük.Ok.	13
4	1988-90	Eğirdir Su Ürünleri Araş.Ens.	20
5	1990	Eğirdir Su Ürünleri Araş.Ens.	---

Menengiç (1991) Tablo 4 -1 de verilen çalışmaları değerlendirerek bazı kalite parametrelerinin değişik senelerde mevsimlik değişimlerini grafikler halinde vermişlerdir. Bunlardan nutriyent modellemesinde lüzumlu görülenler Şekil 4 -1 , 4 -2 , 4 -3, 4 -4, 4 -5 de verilmiştir.

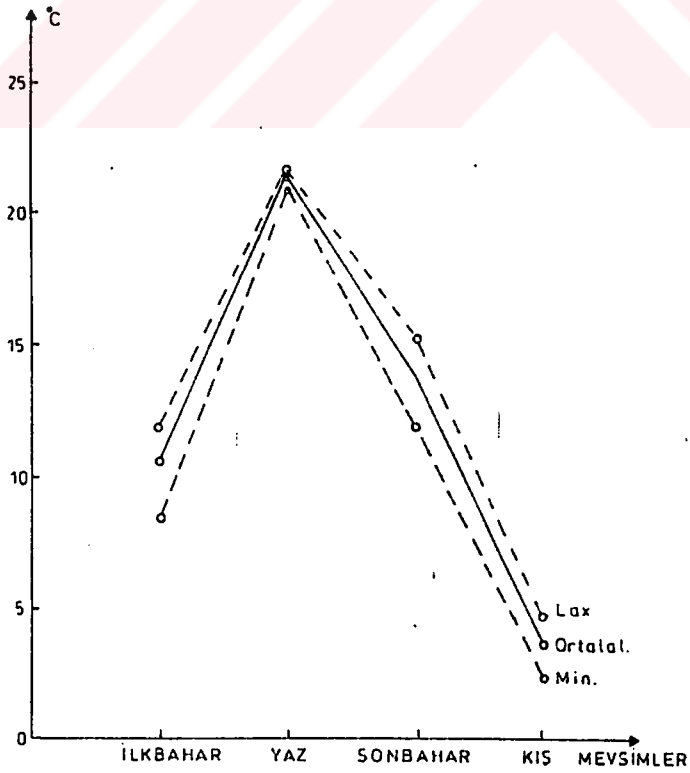
Elde mevcut önceki çalışma sonuçlarının sistematik bir şekilde saklanması ve ulaşılmasını sağlamak bakımından gölün morfolojik yapısı ile su kalitesini nazara alan bir veri tabanı hazırlanmış her bir göle ait veriler bu veri tabanı bilgisayar programındaki formata göre yüklenerek değerlendirilmesi daha kolay hale getirilmiştir. dBASE III Plus programı kullanılarak hazırlanan veri tabanı örnek çıktıları Şekil 4 -6 'da verilmiştir[8].

Eğirdir Gölü'ndeki numune alma yerleri Tablo 4 -2 de açıklanmış ve ayrıca Şekil 4 -7 ve 4 -8 de gösterilmiştir.

GÖL SUYU SICAKLIĞI

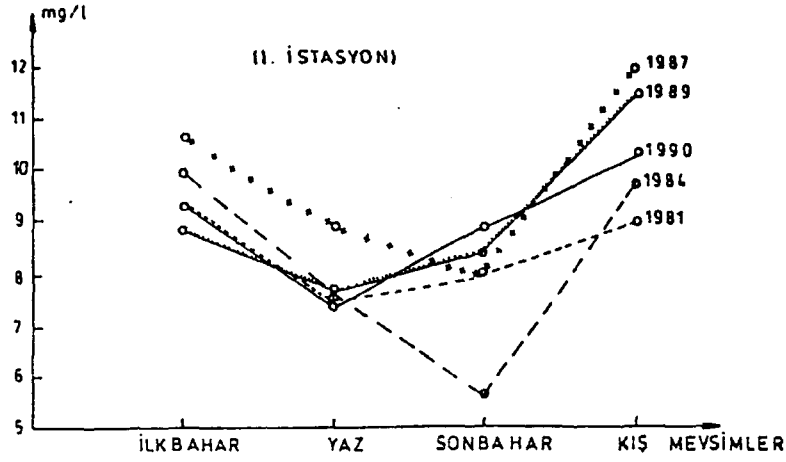


Şekil 4 - 1a : 1985-1990 Yılları Arasında Aylara Göre Ortalama Göl Suyu Sıcaklıkları (Menengiç,1991)

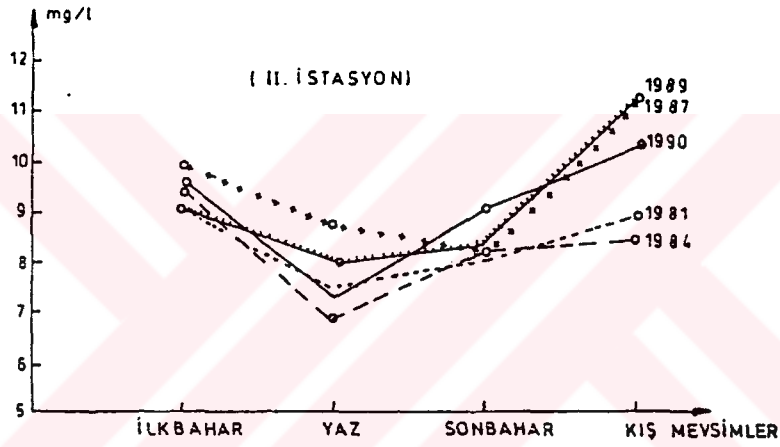


Şekil 4 - 1b : 1985 -1990 Yılları Arasında Mevsimlere Göre Ortalama Göl Suyu Sıcaklıkları (Menengiç,1991)

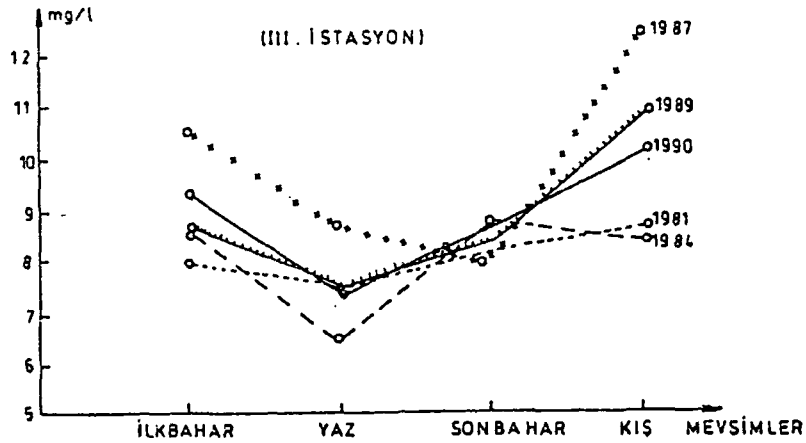
ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN



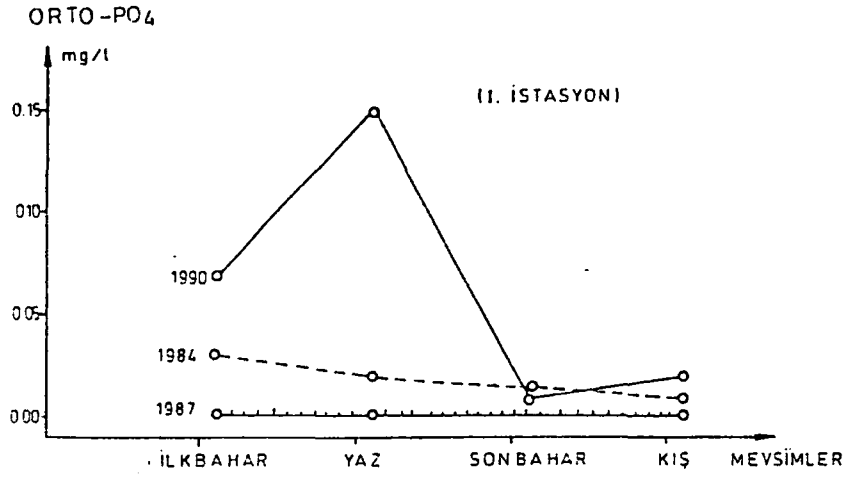
Şekil 4 -2a: Mevsimlere Göre Göl Suyunda Çözünmüş Oksijen (3 nolu istasyonda)



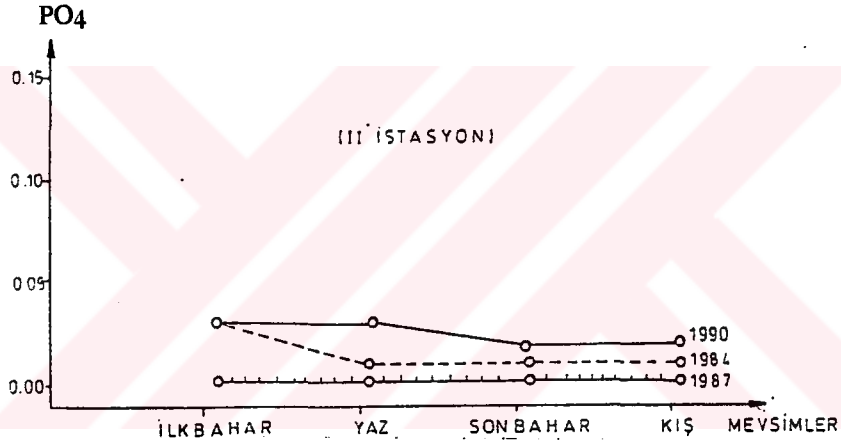
Şekil 4 -2b: Mevsimlere Göre Göl Suyunda Çözünmüş Oksijen (4 nolu istasyonda)

TOPLAM AMONYAK (NH_3)

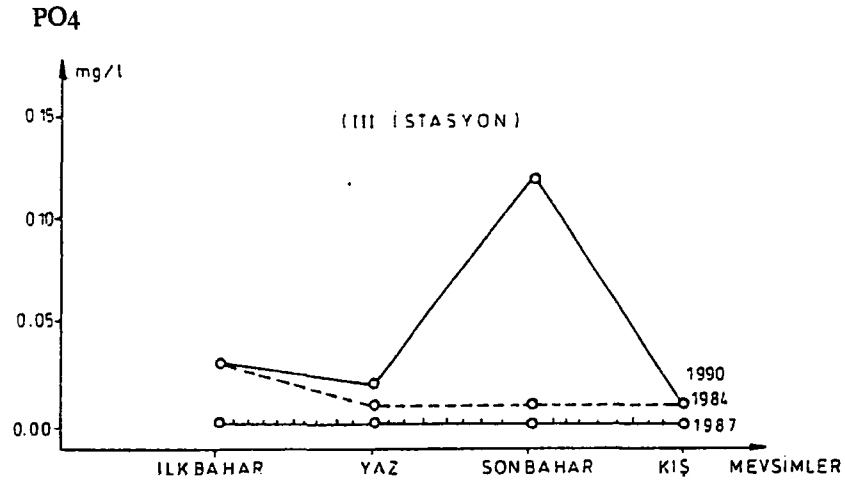
Şekil 4 -2c: Mevsimlere Göre Göl Suyunda Çözünmüş Oksijen (5 nolu istasyonda)



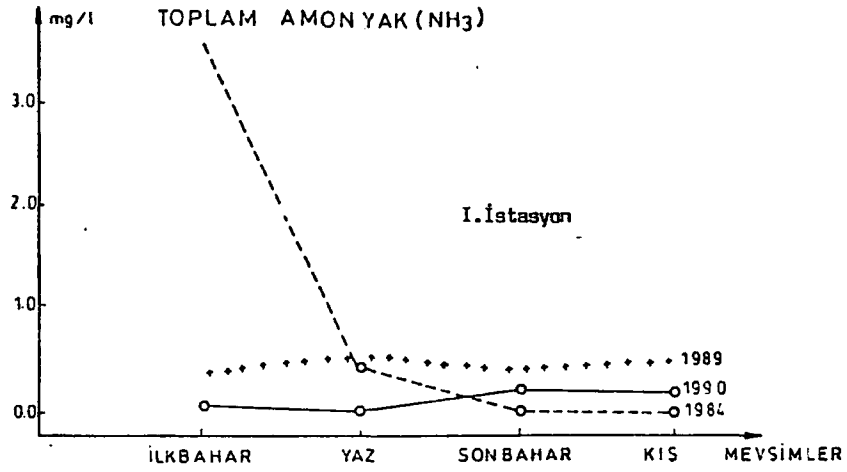
Şekil 4 - 3a : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Ortofosfat İyonu Miktarı (3 nolu istasyonda)



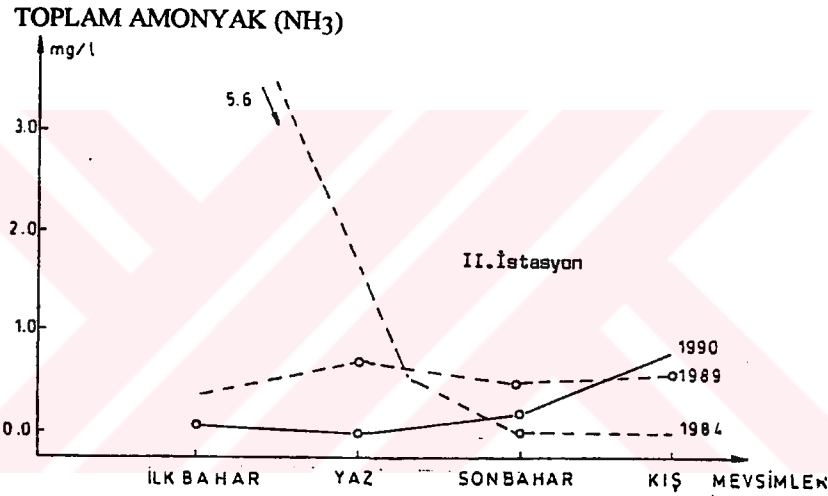
Şekil 4 - 3b : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Ortofosfat İyonu Miktarı (4 nolu istasyonda)



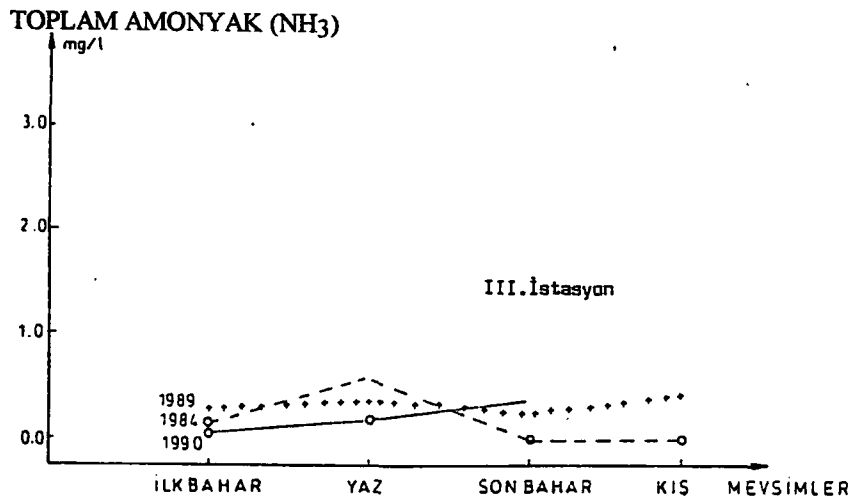
Şekil 4 - 3c : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Ortofosfat İyonu Miktarı (5 nolu istasyonda)



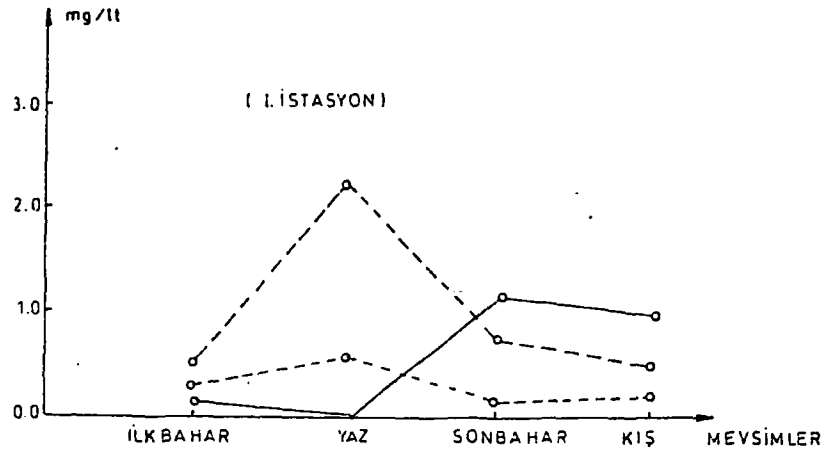
Şekil 4 - 4a : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Toplam Amonyak Miktarı (3 nolu istasyonda)



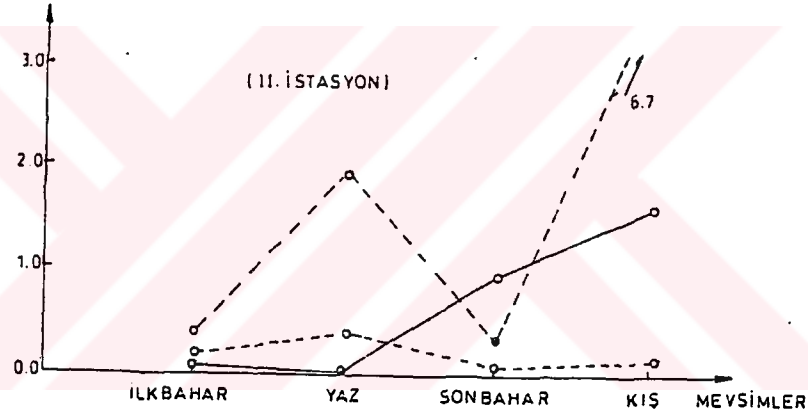
Şekil 4 - 4b : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Toplam Amonyak Miktarı (4 nolu istasyonda)



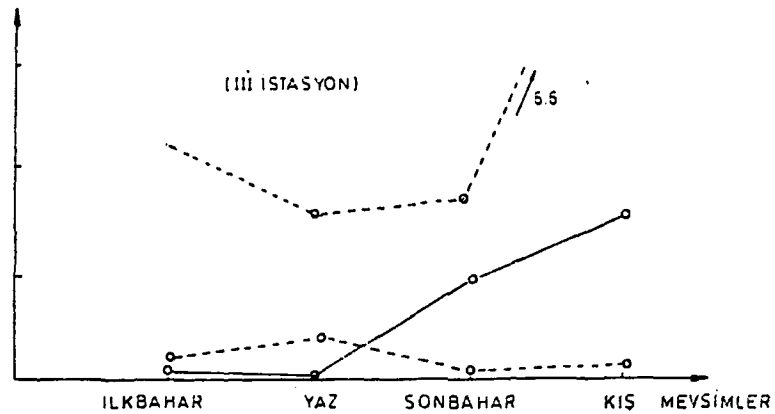
Şekil 4 - 4c : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Toplam Amonyak Miktarı (5 nolu istasyonda)

NİTRAT İYONU (NO_3^-)

Şekil 4 - 5a : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Nitrat İyonu Miktarı (3 nolu istasyonda)

NİTRAT İYONU (NO_3^-)

Şekil 4 - 5b : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Nitrat İyonu Miktarı (4 nolu istasyonda)

NİTRAT İYONU (NO_3^-)

Şekil 4 - 5c : Mevsimlere Göre Göl Suyunda Ortalama Nitrat İyonu Miktarı (5 nolu istasyonda)

Göl : EGİRDİR	Numune Yeri:EĞ-4(GOL ORTASI İST.4)	Tarih : 20/05/84	
	N.Derinliği(m): YUZEY	Kaynak:ÇAĞ-45/G,47,46/G	
	Alan (km2) : 460.34	Maks.Derin(m): 12.85	
	Drenaj A. (km2): 3321.00	Kot(m) : 916.51	
SICAKL: 20.0	BULANIKLIK: 0.50	Tuzluluk(%) : TKM(ppm): 245.0	
pH : 7.0	Seki Diski(m): 1.80	E.İletken(mS): 300.00 SAR : 0.00	
		Toplam Sertlik (Fs°): 15.60	
Katyonlar(ppm)	Anyonlar(ppm)	Eser Elem(ppm)	Kirl.Param. (ppm)
Ca : 24.00	HCO3 : 115.90	As: Hg:	BOI-5 : 40.00
Mg : 24.30	SO4 : 16.00	B : 0.0340	Ni: KOI : 8.90
Na : 9.45	Cl : 10.60	Cd: 0.2530	Mn: 7.0000 ÇO : 0.60
K : 2.68	NO2-N: 0.020	Co: 0.0030	Mo: 0.0320 TKN : 2.00
Fe : 0.017	NO3-N: 0.02	Cr: Pb:	AKM : 0.10
NH4-N:	PO4-P: 0.04	Cu: 0.0290	Zn: 0.0100 MBAS : Klorof-a:
	CO3 : 48.00		

||Rec: 154/628

Göl :EGİRDİR	Numune Yeri:EĞ-5 HOYRAN GÖLÜ İST.5	Tarih :20/09/84	
	N.Derinliği(m): YUZEY	Kaynak:ÇAĞ-45/G47,46/G	
	Alan (km2) : 460.34	Maks.Derin(m): 1285.00	
	Drenaj A. (km2): 3321.00	Kot(m) : 916.51	
SICAKL: 5.5	BULANIKLIK: 0.50	Tuzluluk(%) : TKM(ppm): 0.0	
pH : 8.5	Seki Diski(m): 1.80	E.İletken(mS): 240.00 SAR : 0.00	
	Toplam Sertlik (Fs°): 20.00		
Katyonlar(ppm)	Anyonlar(ppm)	Eser Elem(ppm)	Kirl.Param.(ppm)
Ca : 36.00	HCO3 : 268.40	As: Hg: 0.0005	BOI-5 :
Mg : 27.00	SO4 : 9.60	B : 0.0500 Ni: 0.0073	KOI :
Na : 7.66	Cl : 18.00	Cd: 0.0350 Mn: 0.0130	ÇO : 8.80
K : 2.26	NO2-N: 1.15	Co: 0.0035 Mo: 0.0130	TKN :
Fe : 0.059	NO3-N: 1.15	Cr: 0.0062 Pb: 0.0280	AKM :
NH4-N:	PO4-P: 12.00	Cu: 0.0179 Zn: 0.0280	MBAS :
	CO3 : 12.00		Klorof-a:

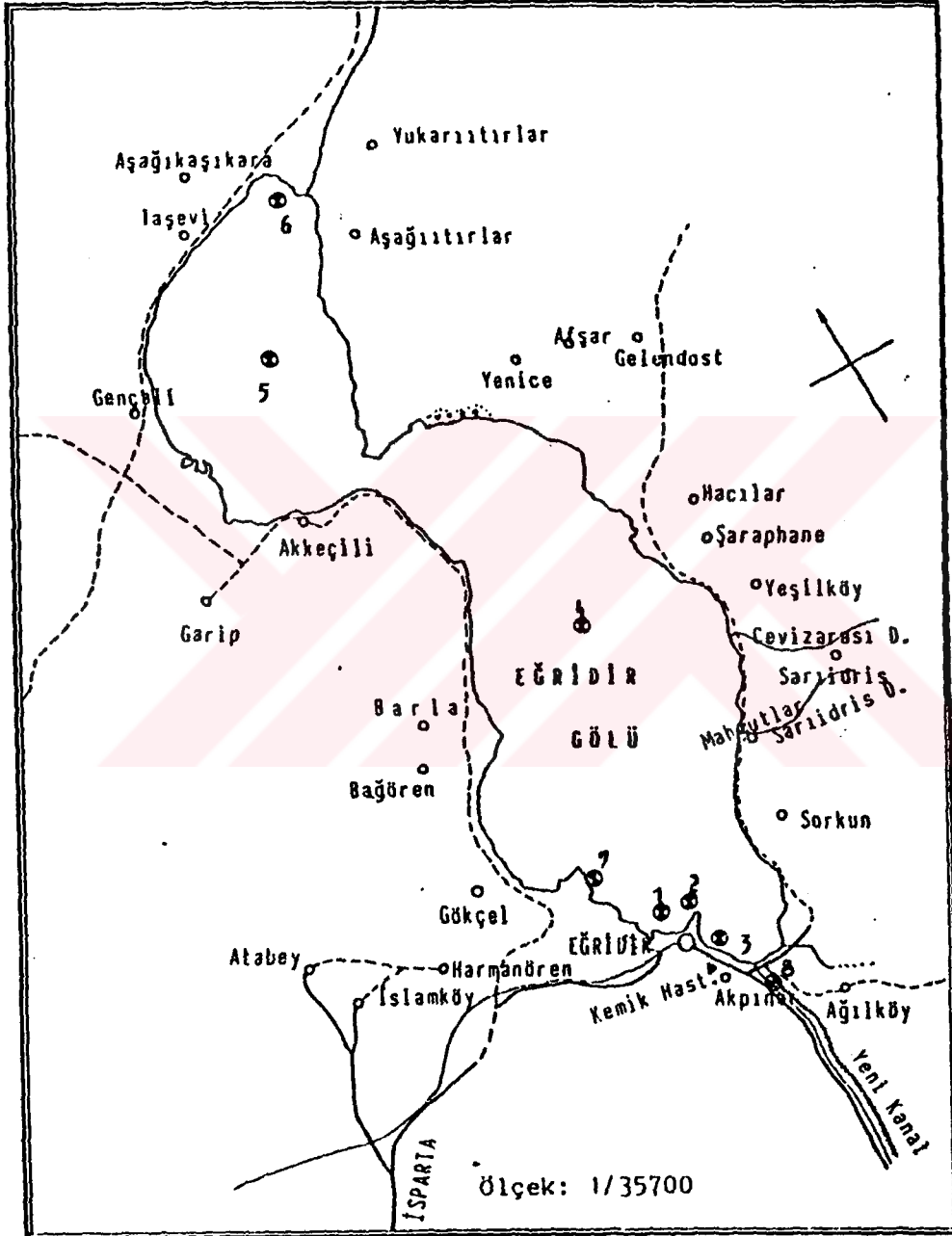
||Rec: 168/628

Şekil 4 - 6 : dBASE III PLUS Programı İle Oluşturulan Veri Tabanı Dosyaları Örneği

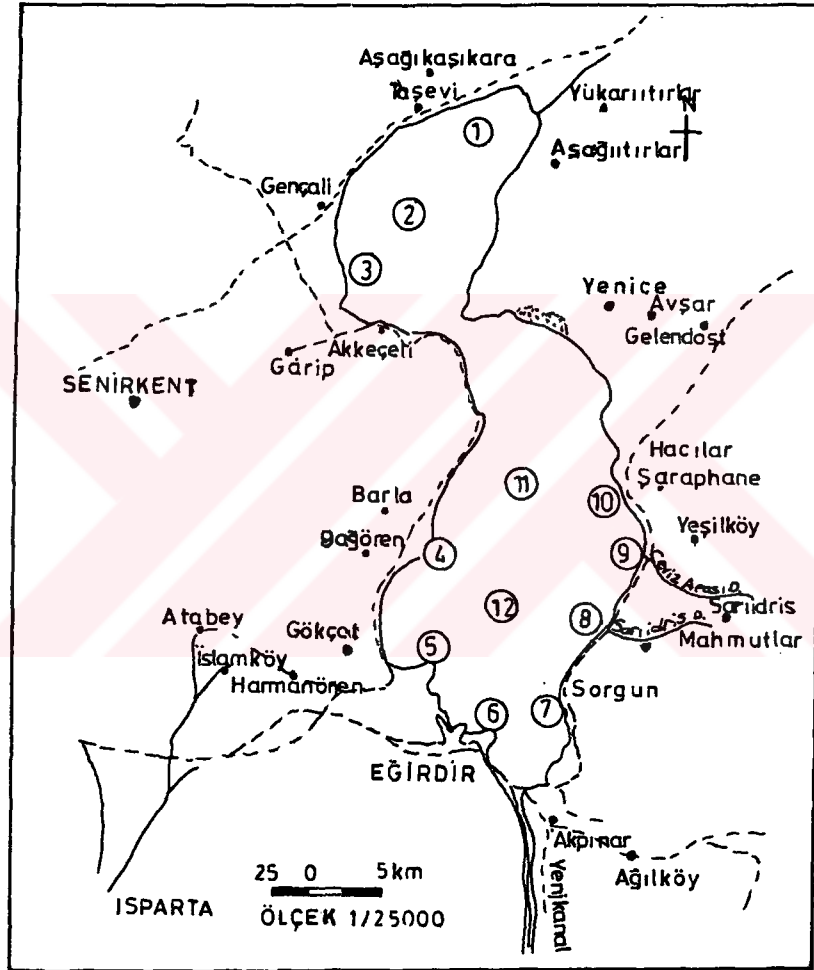
Tablo 4 - 2 : Eğirdir Gölü 'nde Numune Alma Yerleri

Ref No	Çalışmanın adı	Tarih	Yapan kuruluş	İstasyon numaraları
[13]	TÜBİTAK, ÇAĞ-45/G	1986	Tarım-Orman ve Köy İşleri Bakanlığı	Şekil 4 -7 de 1,2,3,4,5 ve 6
[14]	TÜBİTAK, ÇAĞ-46/G	1986	Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Kimya Böl. (ANAEM)	Şekil 4 - 7 de 1,2,3,4,5 ve 6
[4]	TÜBİTAK, ÇAĞ-47	1985	İller Bankası	Şekil 4 - 7 de 1,2,3,4,5 ve 6
[6]	DSİ Yıllık Kalite Gözlemleri	1991	DSİ 18. Bölge Md.	Şekil 4 - 7 de 2, 7 ve 8
[7]		1991	Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü	Şekil 4 -8 deki istasyonların tümü
	Hoyran, Gelendost ve Yalvaç Ovaları Hidrolojik Etüd Raporu	1977	DSİ	Şekil 4 - 7 de 4 ve 5
[9]	Eğirdir Su Kalite ve Kirlenme Düzeyinin Tesbiti	1991	Mehmet Menengiç'e ait tebliğdeki ANAEM analiz sonuçları	Şekil 4 - 7 de 3, 4, ve 5
[8]	Çevre Bakanlığı Göller Bölgesi Projesi	1992	MİMKO A.Ş.	Şekil 4 -7 de 4

Bilhassa Eğirdir Gölü için çok sayıda datanın mevcut olması ve bunların bir kısmının gölün kalite modellemesinde önemli olmaması sebebiyle elde mevcut datayı birleştirip, sadeleştirerek ve sadece modelleme de lüzumlu dataların mevsimlik değişimlerinin nazara alınması uygun bulunmuştur. Bu şekilde hazırlanan 1984 yılı verileri Tablo 4-3 ve 4-4 de verilmiştir. Ölçüm değerleri TÜBİTAK ÇAĞ-45, ÇAĞ-46/G ve ÇAĞ-47 Projelerinden alınan bu tablolardaki numune alma istasyonlarının yerleri Şekil 4-7 de gösterilmiştir.



Şekil 4 - 7 : Numune Alma İstasyon Yerleri



Şekil 4 -8 : TÜBİTAK Destekli Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Merkezince Yapılmakta Olan Çalışmada Numune Alma İstasyonları

4.2. İlave Ölçümler

Eğirdir Gölü ile ilgili ilave bilgi toplamak maksadıyla 7.3.1992 günü Eğirdir Gölüne gidilmiş İlçe Kaymakamı, Su Ürünleri Araştırma Merkezi, Turizm Danışma Müdürlüğü yetkililerinden bilgi alınmıştır. Su Ürünleri Araştırma Merkezince Eğirdir Gölü su kalitesi üzerine oldukça kapsamlı bir çalışmanın yapılmakta olduğu bildirilmiştir. 1990-1992 yılları arasında 3 yıl süre ile planlanan bu çalışmada yerleri Şekil 4 - 8 de gösterilen 12 ayrı istasyonda, 3 ayrı derinlikten her ay numune olarak Klorofil-a dahil 23 adet su kalitesi parametresi ölçülmektedir. Buna göre ayda 36, yılda 432 numune üzerinde su kalitesi analizleri yapılmaktadır.

Su Ürünleri Araştırma Enstitüsünden alınan su kalitesi ölçüm sonuçları bu projenin gayelerine uygun olarak sadeleştirilerek Tablo 4 - 5 de verilmiştir[7].

Benzer şekilde DSİ 18.Bölgesi tarafından yapılan ölçüm sonuçları Tablo 4 - 6, 4 - 7 ve 4 - 8 'de verilmiştir.

Tablo 4 - 3 : Eğirdir Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Değişimi

Numune Yeri : Eğirdir Gölü Açığı, (EĞ-4 Yüzey/Dip) Yıl: 1984

Parametre	Mevsim (1984)					Açıklama
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık Ort.	
Seki Diski (cm)	180/--	150/--	175/--	250/--	189/--	TUBİTAK-ÇAĞ 45/G
Çöz. Oksijen (mg/l)	8.9/8.0	6.9/4.6	8.2/2.7	8.4/8.3	8.1/5.9	
Sıcaklık (°C)	20/17	20.5/18.5	--/5.0	5.0/5.5	15/11.5	
Nitrit (mg/l)	0.01/Eser	Eser/Eser	Eser/Eser	Yok/Yok	Yok/Yok	
Nitrat (mg/l)	0.01/Eser	Eser/Eser	0.97/0.97	1.6/1.25	0.65/0.56	
Amonyak (mg/l)	0.26/0.04	0.51/0.55	Yok/Yok	Yok/Yok	0.19/0.15	
KOI (mg/l)	26.0/18.9	16.1/24.1	--/--	8.2/5.2	16.8/16.1	1 TUBİTAK-ÇAĞ 47/G
Kjeldahl N (mg/l)	0.6/0.4	1.2/0.9	--/--	0.7/0.7	0.83/0.67	
P.Fosfat Fosforu (mg/l)	0.025/0.025	0.01/0.01	--/--	0.01/0.15	0.015/0.017	
Deterjan (mg/l)	0.17/0.13	0.01/0.01	--/--	0.08/0.07	0.08/0.07	

Tablo 4 - 4: Eğirdir Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Değişimi

Numune Yeri : Hoyran Gölü Açığı, (EĞ-5 Yüzey/Dip) Yıl :1984

Parametre	Mevsim (1984)					Açıklama
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık Ort.	
Seki Diski (cm)	160/--	160/--	180/--	250/--	185/--	TUBİTAK-ÇAĞ 45/G
Çöz. Oksijen (mg/l)	7.4/7.0	6.2/4.2	8.8/5.8	8.5/8.2	7.8/6.3	
Sıcaklık (°C)	15/14	25/23	21/19	6.0/5.5	16.8/15.4	
Nitrit (mg/l)	Eser/Yok	Eser/Yok	Yok/Yok	Yok/Yok	Yok/Yok	
Nitrat (mg/l)	Eser/Yok	Eser/Eser	1.15/1.33	1.75/1.55	0.73/0.72	
Amonyak (mg/l)	0.06/0.06	0.55/0.55	Yok/Yok	Yok/Yok	0.15/0.15	
Küf (mg/l)	15.0/7.0	16.1/8.0	--/--	18/7.0	16.4/7.0	TUBİTAK-ÇAĞ 47/G
Kjeldahl N (mg/l)	0.7/0.7	0.3/2.7	--/--	1.0/0.7	0.67/0.7	
İ. Fosfat Fosforu (mg/l)	0.03/0.02	0.01/0.01	--/--	0.01/0.01	0.017/0.013	
Deterjan (mg/l)	0.16/0.12	0.02/0.02	--/--	0.05/0.04	0.08/0.06	

Tablo 4 - 5'in Devamı :

Aylar	İstasyonlar	NH ₃ ppm	NO ₃ ppm	NO ₂ ppm	O-PO ₄ ppm	Klorof-a mg/m ³	Seki Diski, cm		Sıcaklık			pH			Çözünmüş Oksijen			EC	
							Güneşli	Gölgeli	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Dip
	1	0.62	1.88	0.002	0.02	0.000	-	-	27.0	27.0	26.2	8.68	8.71	8.84	8.2	7.8	8.4	300	300
	2	0.35	2.92	0.002	0.01	0.000	-	270	26.0	24.5	23.5	8.65	8.65	8.74	8.0	7.2	6.4	300	295
	3	0.53	2.72	0.004	0.05	0.000	-	125	27.0	26.2	25.7	8.75	8.69	8.76	7.6	6.8	6.8	305	300
	4	0.71	2.62	0.004	0.03	0.000	-	190	24.5	25.0	23.9	8.89	8.93	9.04	7.7	7.7	7.7	285	290
	5	0.98	1.86	0.003	0.01	0.000	-	300	24.5	23.6	22.5	8.90	8.80	9.08	7.5	7.7	7.7	280	280
	6	0.70	2.28	0.004	0.001	0.000	-	300	23.0	23.0	22.3	9.11	9.10	9.01	7.6	7.9	7.6	265	270
	7	0.33	2.36	Eser	0.02	2.057	-	-	25.0	24.0	23.5	8.81	8.95	8.80	8.8	8.0	8.0	275	270
	8	0.30	2.02	Eser	0.02	2.112	270	-	26.5	23.7	22.5	8.85	8.95	8.64	8.6	9.0	7.4	285	265
	9	0.41	1.98	Eser	0.04	2.057	350	-	27.0	25.0	23.3	8.90	8.90	8.95	7.7	7.4	7.6	300	270
	10	0.43	1.38	0.002	0.09	1.890	-	-	27.0	26.2	23.0	8.95	8.90	-	7.8	7.4	8.4	280	270
	11	0.74	0.98	0.002	0.04	2.196	-	290	25.0	25.0	23.0	8.93	9.01	8.57	7.4	7.6	7.6	290	275
	A. Kaşıkara	1.10	2.82	0.003	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kayaagzı	0.15	2.68	0.008	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Egeburnu	0.15	2.00	0.001	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A. Kaşıkara(sağ)	0.81	1.98	0.001	0.001	22.796	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A. Kaşıkara(sol)	0.53	2.28	0.001	0.002	47.315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

F B M H U Z

Tablo 4 - 5'in Devamı :

Ay lar	İstasyonlar	NH ₃ ppm	NO ₃ ppm	NO ₂ ppm	O-PO ₄ ppm	Klorof-a mg/m ³	Seki Diski, cm			Sıcaklık			pH			Çözünmüş Oksijen			EC		
							Güneşli	Gölge li		Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip
E K İ M	1	0.59	1.23	Yok	Yok	0.000	2.00	1.90	18.2	18.2	18.2	18.2	8.08	-	-	8.0	8.2	8.2	230	230	230
	2	0.32	0.83	Yok	Yok	0.205	3.65	3.15	19.0	18.0	18.0	17.5	8.03	-	-	7.6	7.3	7.2	242	240	240
	3	0.47	1.01	Yok	0.008	0.205	2.00	1.85	19.0	17.6	17.6	17.5	8.21	-	-	8.2	8.1	8.2	235	235	225
	4	-	-	-	-	0.212	2.95	3.20	18.5	18.5	18.5	18.2	8.70	8.80	9.00	-	-	-	240	240	240
	5	0.15	0.77	Yok	Yok	0.000	2.75	3.20	-	19.4	18.4	18.4	8.25	-	-	8.8	8.6	8.7	245	240	240
	6	0.15	-	Yok	Yok	0.000	3.50	4.30	-	19.7	19.5	19.5	8.32	-	-	8.7	8.7	8.5	250	247	245
	7	0.17	0.76	Yok	Yok	0.000	3.00	3.00	-	18.9	18.3	18.3	8.32	-	-	9.4	9.0	7.5	240	240	240
	8	0.15	0.76	Yok	Yok	0.000	4.50	4.30	19.0	18.8	18.8	18.1	8.31	-	-	7.6	7.8	7.6	230	230	225
	9	0.21	0.88	Yok	Yok	0.000	3.25	2.70	19.0	18.6	18.6	18.5	8.31	-	-	8.2	8.2	8.2	226	222	222
	10	0.17	0.76	Yok	Yok	0.000	2.00	2.00	18.0	18.0	18.0	18.3	8.24	-	-	7.7	7.5	7.5	220	220	220
	11	0.36	0.77	Yok	Yok	0.194	2.00	1.80	17.0	17.0	17.0	16.5	8.20	-	-	7.8	7.9	7.9	215	215	215

Tablo 4 - 5'in Devamı :

Aylar	İstasyonlar	NH ₃ ppm	NO ₃ ppm	NO ₂ ppm	O-PO ₄ ppm	Klorof-a mg/m ³	Seki Diski, cm		Sıcaklık			pH			Çözünmüş Oksijen			EC		
							Güneşli	Gölge	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip
K A S I M	1	1.15	0.90	Eser	0.025	-	1.15	1.00	10.0	10.4	10.2	7.90	-	-	9.9	-	9.7	223	-	220
	2	0.64	2.31	Eser	Yok	-	4.00	4.60	11.0	10.6	10.5	8.19	-	-	9.6	9.4	9.4	208	205	203
	3	0.98	2.75	Eser	0.025	0.000	1.60	1.50	9.5	10.0	9.9	8.24	-	-	11.1	11.1	10.0	192	191	189
	4	0.12	0.78	Eser	-	0.205	2.15	2.10	10.5	10.2	10.2	8.32	-	-	11.0	10.0	10.5	191	191	190
	5	0.12	0.77	Eser	Yok	-	4.00	3.00	11.5	10.6	10.4	8.48	-	-	11.0	11.0	10.5	188	196	195
	6	0.14	0.78	Eser	Yok	0.000	3.60	3.50	11.0	10.6	10.3	8.15	-	-	9.7	9.6	10.0	199	198	196
	7	0.15	0.76	Eser	Yok	0.222	2.80	2.80	10.5	10.5	10.9	8.12	-	-	9.8	9.8	9.8	199	199	200
	8	0.14	0.77	Eser	Yok	0.000	2.90	3.00	11.0	11.2	11.2	8.42	-	-	9.8	9.7	9.6	200	199	198
	9	0.17	0.76	Eser	Yok	-	1.00	8.00	11.0	10.3	10.3	8.42	-	-	9.8	9.8	9.8	-	199	199
	10	0.17	0.76	Eser	Yok	0.000	1.80	1.80	10.0	9.8	9.8	8.19	-	-	10.0	-	10.1	185	-	180
	11	0.22	0.77	Eser	Yok	0.617	1.00	8.00	10.0	9.9	10.0	8.20	-	-	10.5	11.0	10.0	190	187	185

Tablo 4 - 5'in Devamı :

Aylar	İstasyonlar	NH ₃ ppm	NO ₃ ppm	NO ₂ ppm	O-PO ₄ ppm	Klorof-a mg/m ³	Seki Diski, cm		Sıcaklık			pH			Çözünmüş Oksijen			EC		
							Güneşli	Gölgeli	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip	Yüzey	Orta	Dip
	1																			
	2																			
	3																			
A	4	1.40	0.87	Eser	Yok	2.0572			2.0	1.8	1.8	8.35	-	-	13.2	13.0	12.8	410	410	410
R	5	0.46	0.83	Eser	Yok	0.000			2.1	2.0	1.8	7.92	-	-	13.2	13.0	13.0	-	430	-
A	6	0.51	0.89	Eser	Yok	0.1835			2.0	2.0	1.8	8.28	-	-	13.2	13.2	13.1	380	370	-
L	7																			
I	8																			
K	9																			
	10																			
	11	0.27	0.89	Eser	Yok	0.423			2.8	2.8	2.0	8.45	-	-	13.5	13.4	13.2	148	145	148

Tablo 4 - 6 : DSİ 18.Bölge Müdürlüğü Eğirdir Gölü Bedre Tesisleri 1991 Yılı Su Kalite Ölçümleri

PARAMETRE	MINIMUM	ORTALAMA	MAKSİMUM	OCAK	NİSAN	TEMMUZ	EKİM
Sıcaklık, °C	1.0	14.0	25.0	1.0	12.0	25.0	18.0
pH	8.2	8.4	8.5	8.2	8.4	8.4	8.5
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	400.0	419.0	443.0	401.0	443.0	400.0	430.0
TÇM, mg/l	266.0	301.0	354.0	354.0	305.0	266.0	277.0
AKM, mg/l	3.0	9.0	25.0	5.0	3.0	4.0	25.0
Bulanık.	2.0	7.0	20.0	3.0	2.0	4.0	20.0
Renk	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
M-Alk, mg/l	85.0	164.4	200.0	199.0	200.0	85.0	173.5
P-Alk, mg/l	0.0	14.8	30.0	0.0	15.0	14.0	30.0
Cl, mg/l	8.5	9.0	9.9	9.2	8.5	8.5	9.9
NH ₃ -N, mg/l	0.04	0.13	0.36	0.36	0.04	0.04	0.07
NO ₂ -N, mg/l	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000
NO ₃ -N, mg/l	0.00	0.60	1.40	0.00	0.10	1.40	0.90
ÇO, mg/l	7.7	9.2	11.3	11.3	9.2	7.7	8.6
BOI ₅ , mg/l	1.6	3.0	5.0	2.3	5.0	1.6	3.0
T.Sert, mg/l	209.0	222.0	237.0	209.0	237.0	215.0	225.0
O-PO ₄ , mg/l	0.02	0.15	0.35	0.02	0.14	0.35	0.07
SO ₄ , mg/l	20.6	24.4	28.8	20.6	24.0	24.0	28.8
Na, mg/l	9.2	9.67	10.4	9.89	9.20	9.20	10.4
K, mg/l	3.1	3.6	3.9	3.9	3.5	3.1	3.9
Ca, mg/l	26.7	29.6	35.2	28.9	27.7	35.2	26.7
Mg, mg/l	23.6	33.6	40.7	33.3	40.7	23.6	36.6
T-Coli	0.00	88.0	240.0	23.0	0.0	240.0	-
KOI, mg/l	20.0	20.0	20.0	< 20.0	< 20.0	-	< 20.0
B, mg/l	0.4	0.4	0.4	0.4	-	-	-
F, mg/l	0.20	0.25	0.30	0.28	0.30	0.20	0.20

Tablo 4 - 7 : DSI 18.Bölge Müdürlüğü Eğirdir Gölü Belediye Su Alım Noktası 1991 Yılı Su Kalite Ölçümleri

PARAMETRE	MINIMUM	ORTALAMA	MAKSIMUM	OCAK	NİSAN	TEMMUZ	EKİM
Sıcaklık, °C	0.5	13.9	25.0	0.5	12.0	25.0	18.0
pH	8.2	8.5	8.8	8.2	8.4	8.8	8.5
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	401.0	416.0	430.0	401.0	430.0	-	417.0
TÇM, mg/l	227.0	269.0	309.0	367.0	309.0	227.0	271.0
AKM, mg/l	3.0	8.0	18.0	3.0	4.0	5.0	18.0
Bulanık.	3.0	6.0	13.0	3.0	4.0	4.0	13.0
Renk	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
M-Alk, mg/l	170.0	186.3	201.0	201.0	200.5	173.5	170.0
P-Alk, mg/l	0.0	17.0	27.0	0.0	15.0	26.0	27.0
Cl, mg/l	1.1	6.9	8.9	8.9	8.9	8.5	1.1
NH ₃ -N, mg/l	0.04	0.18	0.50	0.50	0.14	0.04	0.04
NO ₂ -N, mg/l	0.001	0.006	0.020	0.020	0.002	0.001	0.001
NO ₃ -N, mg/l	0.00	0.09	0.20	0.00	0.15	0.00	0.20
ÇO, mg/l	6.7	9.2	11.8	11.8	10.0	6.7	8.3
BOI ₅ , mg/l	1.3	2.9	5.6	1.3	5.6	1.6	3.0
T.Sert, mg/l	199.0	213.0	236.0	206.0	236.0	199.0	212.0
O-PO ₄ , mg/l	0.10	0.19	0.32	0.10	0.25	0.32	0.10
SO ₄ , mg/l	17.6	21.4	25.4	19.2	25.4	17.6	23.5
Na, mg/l	9.2	10.35	11.5	11.50	9.20	9.20	11.5
K, mg/l	3.1	3.6	3.9	3.9	3.5	3.1	3.9
Ca, mg/l	28.9	31.5	38.3	29.3	29.3	28.9	38.3
Mg, mg/l	28.2	32.7	39.6	32.2	39.6	30.7	28.2
T-Coli	0.00	66.0	240.0	0.0	23.0	240.0	0.0
KOI, mg/l	20.0	20.0	20.0	< 20.0	< 20.0	< 20.0	< 20.0
B, mg/l	0.0	0.1	0.2	0.2	-	-	0.0
F, mg/l	0.10	0.19	0.25	0.20	0.25	0.10	0.20

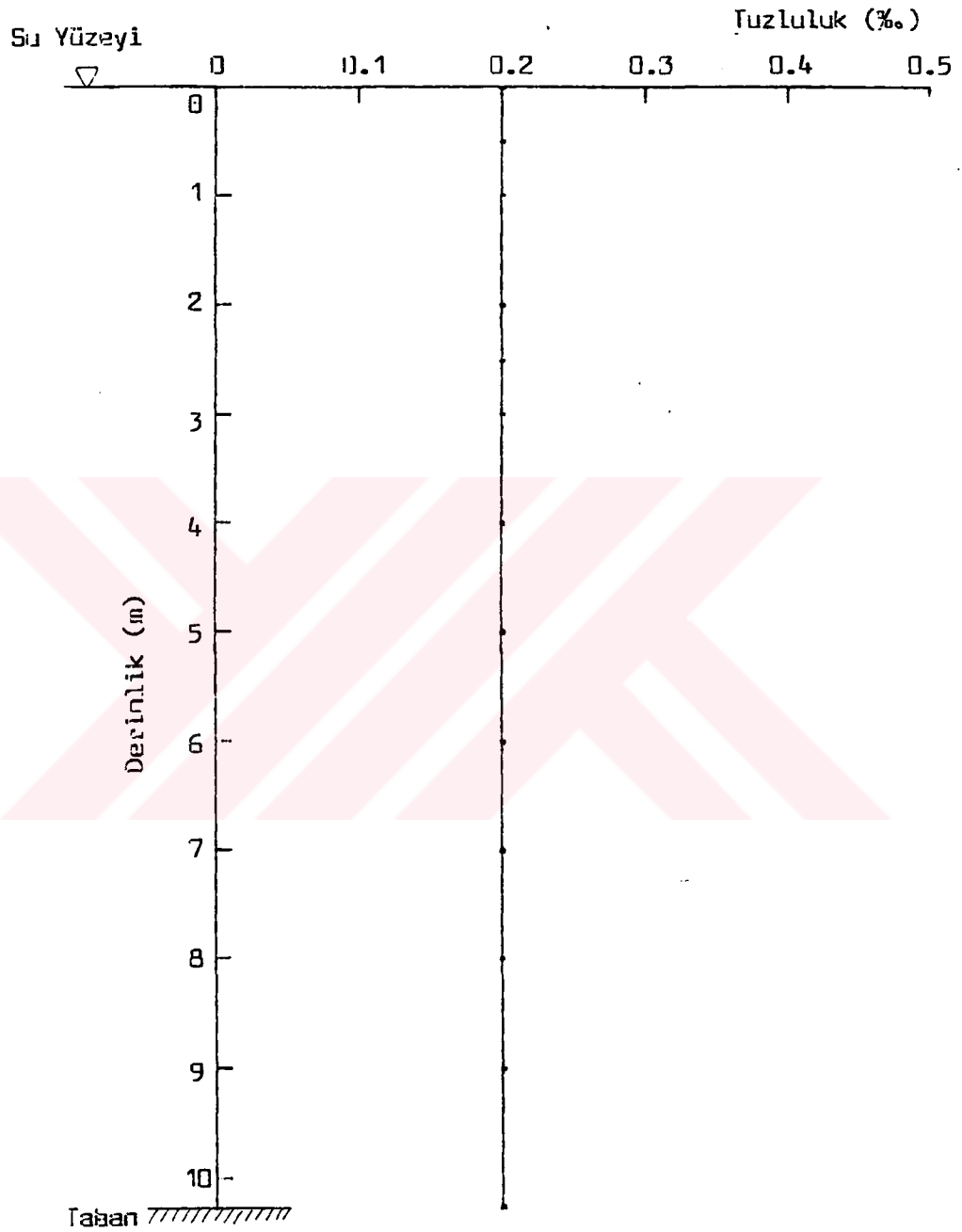
Tablo 4 - 8 : DSİ 18.Bölge Müdürlüğü Eğirdir Gölü EİE İstasyonu Çıkışı
1991 Yılı Su Kalite Ölçümleri

PARAMETRE	MINIMUM	ORTALAMA	MAKSİMUM	OCAK	NİSAN	TEMMUZ	EKİM
Q, m ³ /sn	0.217	0.814	1.80	-	0.425	1.80	0.217
Sıcaklık, °C	6.0	15.0	22.0	6.0	14.0	22.0	18.0
pH	7.4	8.0	8.6	7.4	8.0	8.1	8.6
EC, µS/cm	420.0	463.0	533.0	533.0	459.0	440.0	420.0
TÇM, mg/l	274.0	314.0	376.0	376.0	315.0	292.0	274.0
AKM, mg/l	5.0	13.0	20.0	20.0	17.0	11.0	5.0
M-Alk, mg/l	171.0	208.9	255.5	255.5	202.5	206.5	171.0
P-Alk, mg/l	0.0	7.8	31.0	0.0	0.0	0.0	31.0
Cl, mg/l	8.5	12.2	17.8	17.8	11.7	8.5	10.6
NH ₃ -N, mg/l	0.04	4.11	10.00	10.00	6.30	0.08	0.04
NO ₂ -N, mg/l	0.001	0.009	0.016	0.003	0.016	0.001	0.016
NO ₃ -N, mg/l	0.00	0.15	0.45	0.00	0.15	0.00	0.45
ÇO, mg/l	6.9	7.9	8.8	8.8	7.1	6.9	8.8
BOI ₅ , mg/l	3.0	7.1	17.0	17.0	4.5	3.0	3.9
T.Sert, mg/l	218.0	240.0	260.0	256.0	260.0	224.0	218.0
O-PO ₄ , mg/l	0.17	0.31	0.47	0.47	0.17	0.30	0.29
SO ₄ , mg/l	20.2	23.8	26.5	26.5	24.5	20.2	24.0
Na, mg/l	9.2	12.6	19.5	19.5	10.30	9.20	11.5
K, mg/l	3.1	3.6	3.9	3.7	3.5	3.1	3.9
Ca, mg/l	30.1	36.8	49.7	49.7	31.7	30.1	35.7
Mg, mg/l	31.4	33.9	36.5	32.0	35.8	36.5	31.4
KOI, mg/l	20.0	30.4	52.0	52.0	29.5	< 20.0	< 20.0
B, mg/l	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.00	0.00
F, mg/l	0.28	0.28	0.28	0.28	-	-	-

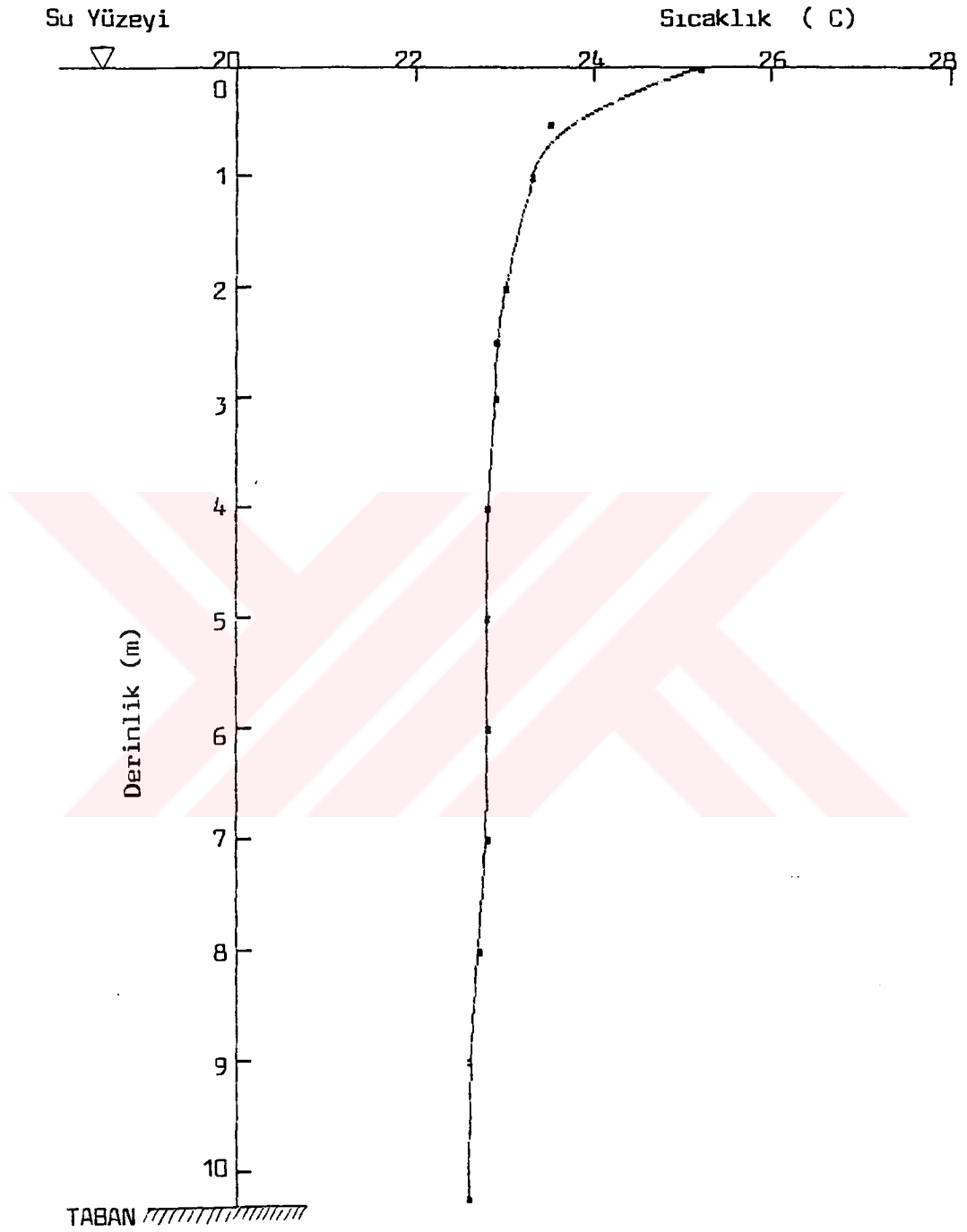
Eğirdir Gölü'nde yaz aylarını karakterize etmek üzere 13.7.1992 günü, ve sonbahar aylarını karakterize etmek üzere 25.11.1992 tarihinde yerinde yapılan su kalitesi ölçümlerinin sonuçları Tablo 4-9 ve 4-10 da özetlenmiştir. Kış-İlkbahar dönemini karakterize etmek üzere 7.3.1992 tarihindeki çalışmada Eğirdir Gölü buzlarla kaplı olduğundan ölçüm yapılamamıştır.

Tablo 4-9 daki değerlere göre hazırlanan tuzluluk, sıcaklık, EC, çözünmüş oksijen, NO₃-N ve PO₄ profilleri Şekil 4-9...4-14 de gösterilmiştir. Gölde sadece gündüzün sıcak saatlerinde 0.5 m lik yüzey tabakada bir sıcaklık gradyanı olmasına rağmen bunun gece saatlerinde ortadan kalktığını söyleyebiliriz. Ayrıca tuzluluk da derinlikle değişmemektedir. Bu profillere göre gölde tabakalaşma olmadığı anlaşılmaktadır. Kasım 1992 de gölsuyu sıcaklığının yüzeyden tabana 5.7~5.9 °C arasında değerler aldığı, herhangi bir yatay tabakalaşmanın bulunmadığı, düşey karışımının vuku bulunduğu görülmüştür. Göl suyunda çözünmüş oksijen seviyeleri yüksektir.

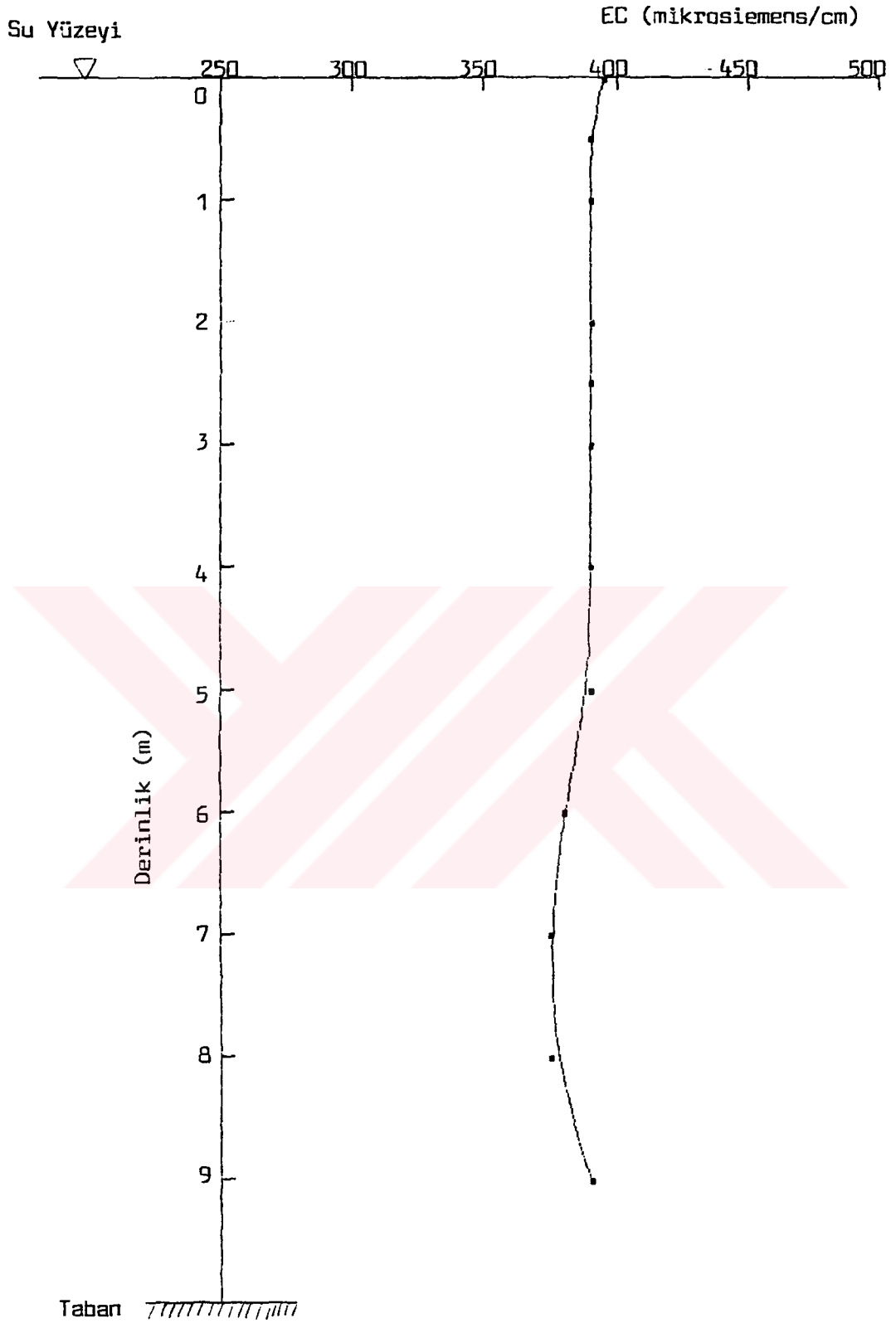
Seki diski ve bulanıklık ölçmeleri gölün bulanık olduğunu göstermektedir. Klorofil-a konsantrasyonu da nisbeten yüksek olmasına rağmen, bulanıklığın esas sebebi inorganik askıdaki katı madde sebebiyle olabilir. Amonyak azotunun nitrat azotuna göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu hızlı büyüme mevsimi sonu nitratın tüketilmesi ve yağış suları ile taze amonyum azotunun göle taşınması şeklinde izah edilebilir[8].



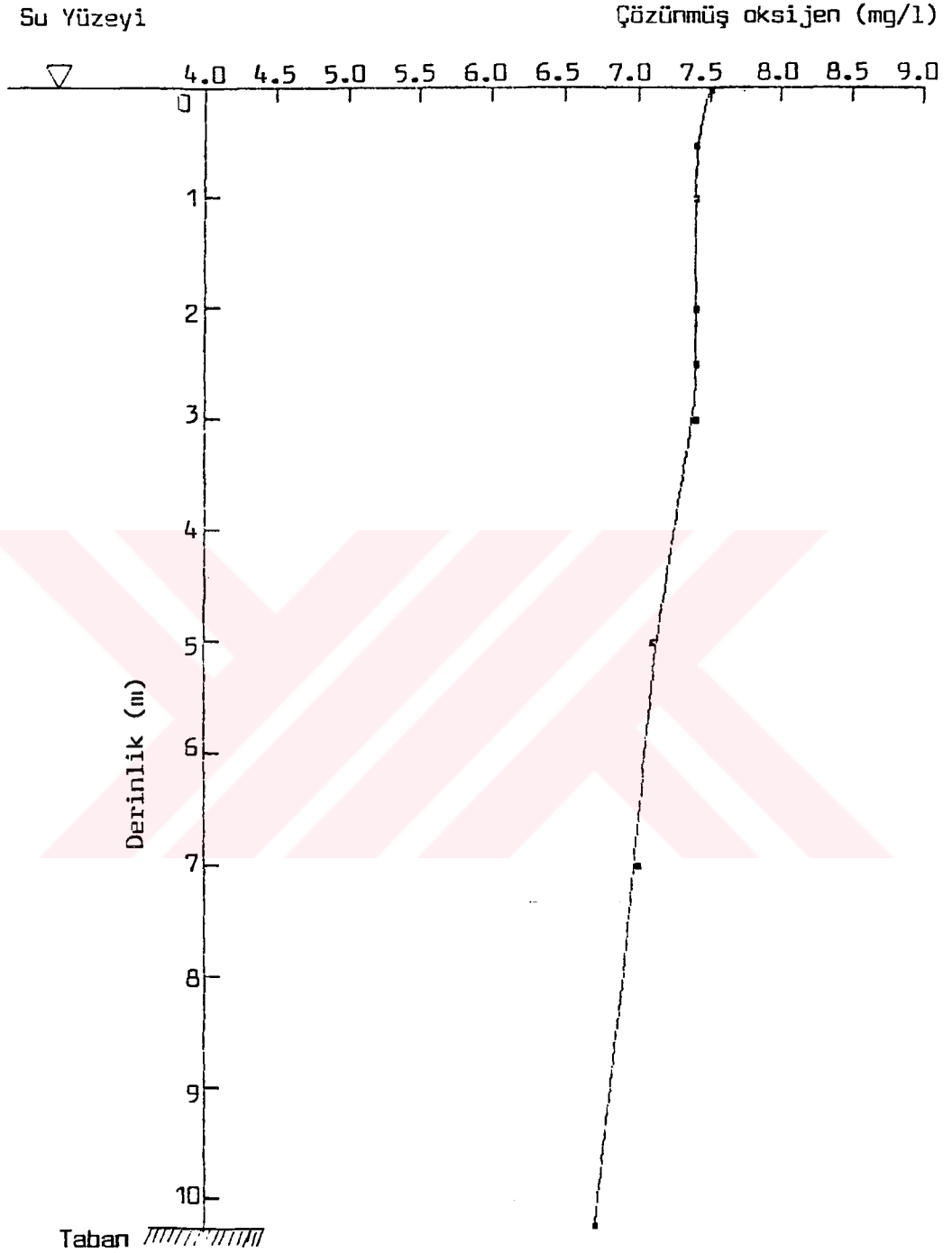
Şekil 4 - 9 : Eğirdir Gölüne Ait Derinlik - Tuzluluk Profili
(13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)



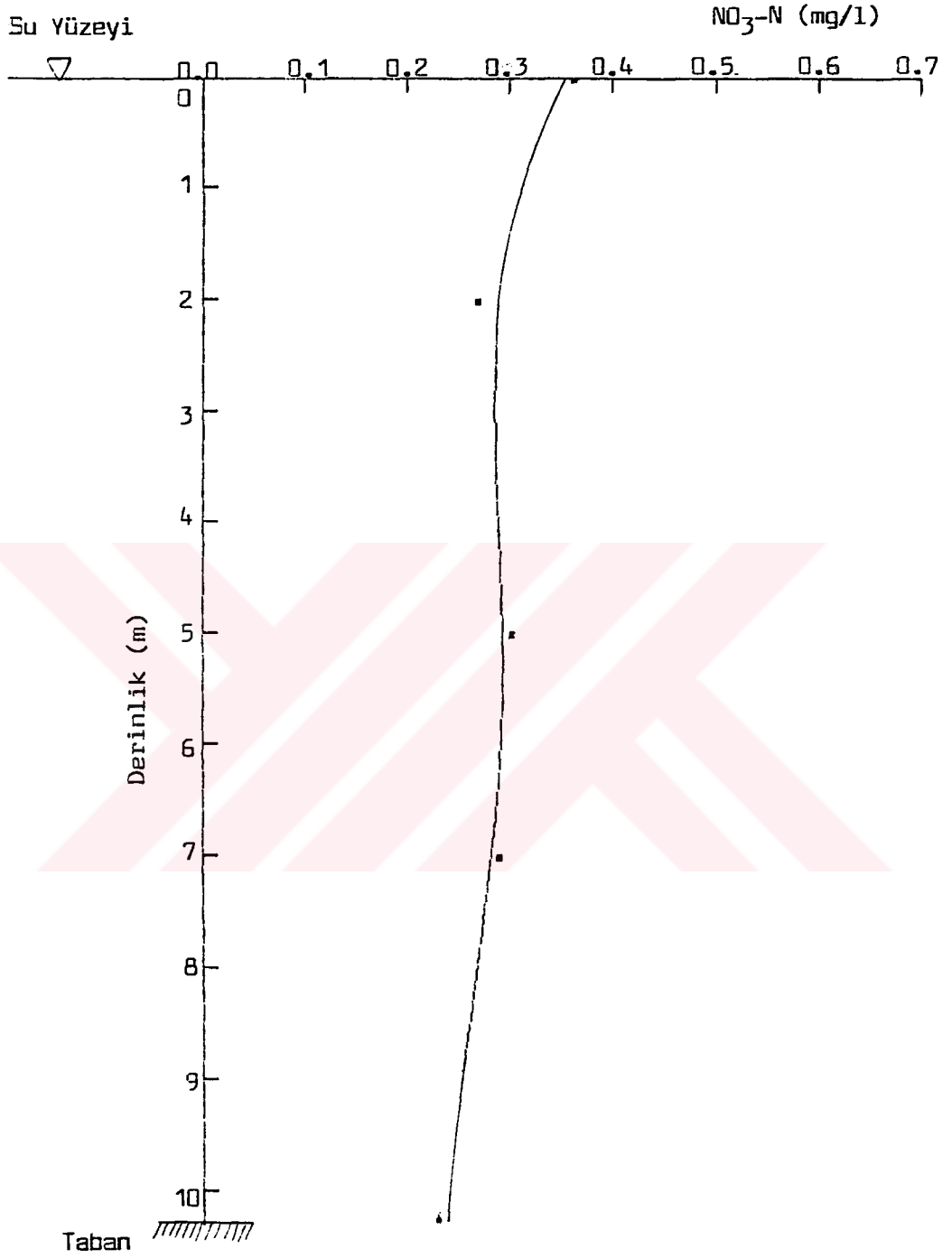
Şekil 4 - 10 : Eğirdir Gölüne Ait Derinlik - Sıcaklık Profili
(13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)



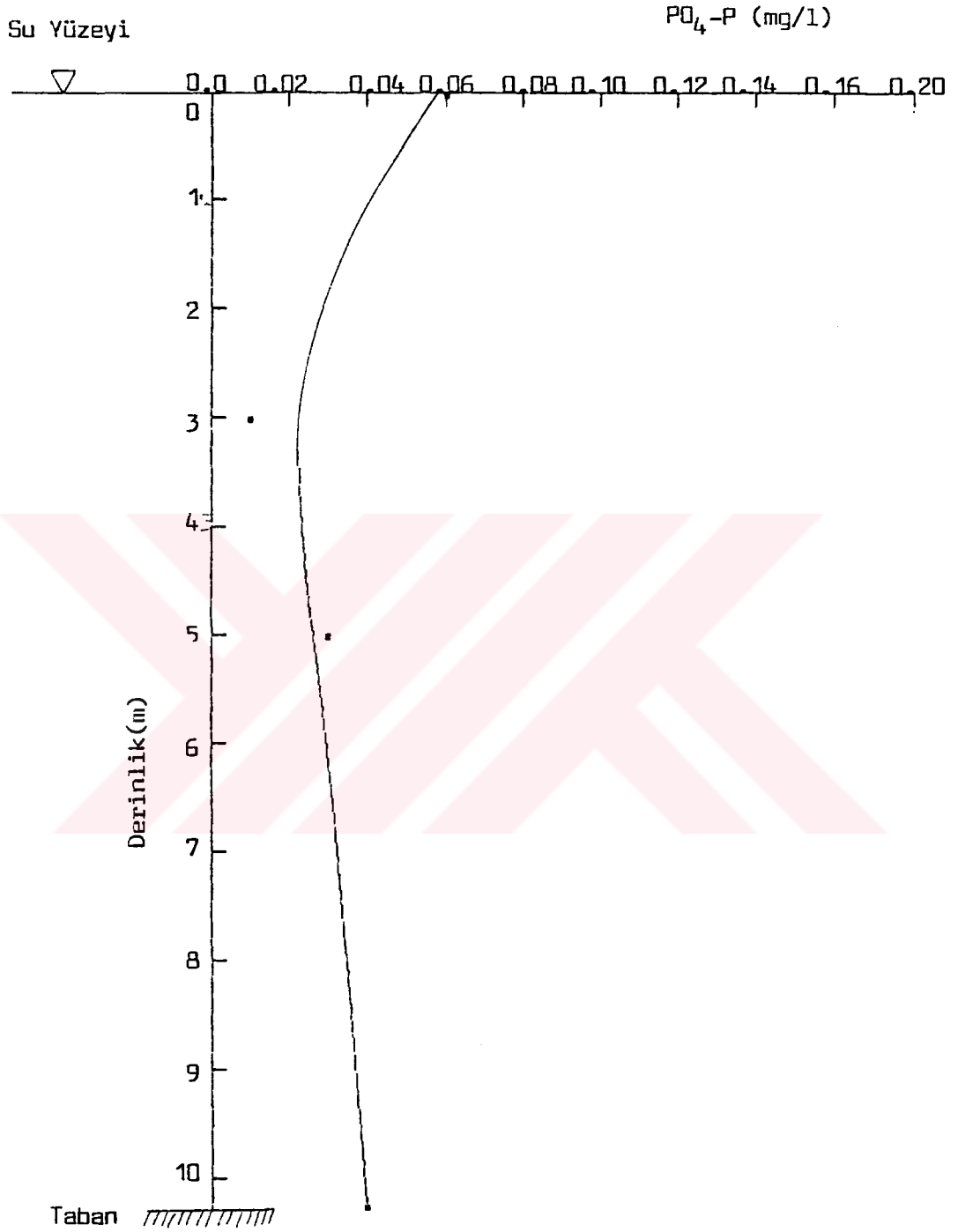
Şekil 4 - 11 : Eğirdir Gölüne Ait Derinlik - EC Profili
(13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)



Şekil 4 - 12 : Eğirdir Gölüne Ait Derinlik - ÇO Profili
(13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)



Şekil 4 - 13 : Eğirdir Gölüne Ait Derinlik - (NO₃-N) Profili
(13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)



Şekil 4 - 14 : Eğirdir Gölüne Ait Derinlik - (PO_4-P) Profili
(13.7.1992 Tarihinde 4 Nolu İstasyonda)

Tablo 4 - 9 : Eğirdir Gölü Su Kalitesi Analiz Sonuçları (13.7.1992)

Numune Yeri	Tarih (zaman)	Derinlik (m)	t (°C)	pH	ÇÖ mg/l	EC µS/cm	TKN mg/l	Tuzl. (‰)	SD (m)	Bula. NTU	NH ₃ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	PO ₄ ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	NBS mg/l	CHL-a µg/m ³	BOI, mg/l	DOI, mg/l	AÇILAMA
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Egirdir Gölü Ortası	13/07/92 (16:00)	Yüzey	23.2- 25.2	10.66	7.5	395	-	0.20	2.50	4.34	0.03	0.001	0.360	0.19*	18	6.6	--	1.13	-	-	-
		0.5	23.5		7.1	390		0.20													
		1.0	23.3		7.4	390		0.20													
		2.0	23.0	10.15	7.4	390		0.20	-	-	-	0.269									
		2.5	22.5		7.4	390		0.20	-	-	-										
		3.0	22.9		7.4	390		0.20	-	-	-			0.04	16						
		4.0	22.8			390		0.20	-	-	-		0.302	0.10	16						
		5.0	22.8	10.91	7.1	390		0.20	-	-	-										
		6.0	22.8			380		0.20													
		7.0	22.8	10.80	7.0	375		0.20	-	7.16	-	-	0.290								
		8.0	22.7			375		0.20													
		9.0	22.6			390		0.20													
		10.25	22.6	10.47	6.7	420		0.20	-	AKH var	0.08	0.004	0.230	0.11	17	9.1	--	-	-	-	-

- Analizler sahada yapılmıştır (HACH/DRELL 2100 ve HACH pHmetre, YSI Oksijenmetresi, BECKMAN Kondukt.metre).

* PO4-P = (0.33) (PO4)

Tablo 4 - 10 : Eğirdir Gölü Su Kalitesi Analiz Sonuçları (25.11.1992)

Numune Yeri	Tarih (zaman)	Derinlik (m)	t (°C)	pH	ÇO mg/l	EC µS/cm	Tuzl. (‰)	SD (m)	Bula. NTU	NH ₃ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	PO ₄ -P mg/l	SO ₄ -S mg/l	Cl- mg/l	CHL-a mg/m ³	BOD ₅ mg/l	KOI mg/l	AÇIKLAMA	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Eğirdir Gölü Ortası İst.no:4 (Ek.1-A)	25.11.92 (10.00)	Yüzey	5.8- 6.5	8.80	9.9	200	0.2	0.25 (*)	97.8	0.40	0.000	0.0	0.75	15	9.1	--	11.08	0.6	3.9	(*) ölçmeler esnasında göl suyu bulanıklığı
		0.5	5.75		9.9	220	0.2													
		1.0	5.80		9.9	220	0.2													
		2.0	5.85		9.9	210	0.2													
		2.5	5.80			210	0.2													
		3.0	5.90			210	0.2													
		4.0	5.90			200	0.2													
		5.0	5.90			200	0.2													
		6.0	5.70	8.61		240	0.2			0.34	-	0.2	0.03	14	10.3	--	-	1.3	3.0	
		(Dip)																		

- Analizler sahada yapılmıştır (HACH/DRELL 2100 ve HACH pHmetre, YSI Oksijenmetresi, BECKMAN Konduct.metre).

4.3. Numune Alma ve Analiz Metodları

Numune alma ve analiz metodları aşağıdaki tebliğ ve standartlara uygun olarak yapılmıştır.

- a) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği, 7 Ocak 1991
- b) TS 5089/Mart 1987 - Su Kalitesi-Numune Alma
Kısım I : Numune Alma Programlarını Hazırlama Kuralları
- c) TS 5090 / Mart 1987
Kısım II : Numune Alma Teknikleri
- d) TS 5106 / Mart 1987
Kısım III : Numunelerin Muhafaza ve Taşınma Kuralları

Önceki çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada mümkün mertebe fazla sayıdaki parametrelerin numunenin alındığı yerde yapılmasına çalışılmıştır. Böylece taşınma ve bekletme esnasında söz konusu parametrelerin değerindeki olabilecek herhangi bir değişiklik önlenmiş ve aynı zamanda herhangi bir sebeple ölçüm sonucu şüpheli görülen parametre için numune alma ve analiz işlemini hemen yerinde tekrar etme imkanı elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan alet ve ekipman listesi Tablo 4 -11 de verilmiştir.

Gölde tabakalaşmanın mevcut olup olmadığını anlamak için göl yüzeyinden tabanına doğru her 1-2 m de bir tuzluluk, sıcaklık, iletkenlik ölçümleri yapılmıştır.

Derinden numune almak için 3 litre hacimli PVC Van Dorn Hydropducts numune alma kabı kullanılmıştır.

Hach Drell 2000 Seyyar Arazi Laboratuvarı ile ölçülen parametreler ve ölçüm metodları Tablo 4-12 de verilmiştir.

Tablo 4 -11 : Çalışmada Kullanılan Arazi Alet ve Ekipmanı

Alet / Ekipman, Fonksiyonları	Fonksiyonları
Hach KOI Cihazı	Komple Su Analizi (PO_4 , $\text{NH}_4\text{-N}$, NO_2 , NO_3 , SO_4 , MBAS, Cl, ...)
Hach Drell 2000 Seyyar Su Analizi Lab.	KOI
Seyyar Su Analizi Kiti ICM. Model 51100 (USA)	Sıcaklık, pH, Çözünmüş Oksijen , İletkenlik
Salinometre - Beckman (USA)	Sıcaklık, Tuzluluk, İletkenlik
Oksijenmetre YSI, Model 51 B (USA)	Çözünmüş Oksijen
Millipore Arazi Süzme Tk. (Filtre Whatman GF/B)	Klorofil-a
Seki Diski	Seki Diski Derinliği
Derinden Numune Alma Sis. (Hydroproducts, USA, 3 lt)	Numune Alma

Tablo 4 -12 : Ölçme Metodları (Hach Drell 2000)

Parametre	Metod
Ortofosfat	Askorbik Asit Metodu
Amonyak Azotu	Nessler
Nitrit Azotu	Diazotization Metod (Düşük Aralık)
Nitrat Azotu	Kadmiyum İndirgemesi
Sülfat	Sülfaver 4
MBAS	Kristal Viyole
Klorür	Civa Tiosiyandır

Kloril-a ölçümleri ile 1 litreye kadar hacimdeki su numuneleri Millipore arazi süzme takımı kullanılarak Whatman GF/B Tipi (1 μm) filtreden süzölmüş ve filtre kağıdı petri kutusuna alınmıştır. Buz içinde saklanan filtre kağıdı üzerinde toplanan klorofil-a, aseton ve MgCO_3 ile ekstraksiyona dayanan spektrofotometrik metod ile ölçölmüştür.

BÖLÜM 5. GÖLÜN TROFİK SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

5.1. Trofik Seviye Belirleme Kriterleri

Trofik seviye göllerin nutriyentler ile beslenme derecesinin ve buna bağlı olarak da ilk üretim hızlarının bir ölçüsünü ifade eder. Kabaca nutriyent yükleri ve ilk üretim miktarı düşük olan göller oligotrofik, yüksek olanlar ise ötrofik olarak sınıflandırılır. Bu iki sınıf arasında kalan göllere ise mezotrofik göller denir.

Göllerin trofik seviyelerine karar vermede kullanılan çok sayıda parametre mevcuttur. Bunlar arasında :

- Nutriyent konsantrasyonları (Bilhassa İlkbahar karışımı esnasında)
- Nutriyent yükleri
- Büyüme mevsimi sonunda (yaz ayları sonu) N:P oranı
- Alg veya klorofil-a konsantrasyonları
- Seki diski derinliği
- İlk üretim hızı
- Hipolimniyondaki çözünmüş oksijen seviyeleri

söylenbilir. Yukarıdaki parametrelerden sadece biri nazara alınarak bir gölün trofik seviyesi hakkında karar vermek yanıltıcı olabilir. Mümkün mertebe çok sayıda parametrenin müştereken nazara alınarak, kollektif bir sonuca varılması daha sağlıklı olur. Eğirdir Gölü 'nü trofik seviye yönünden bir değerlendirmeye tabi tutmadan önce, çeşitli kaynaklara göre yukarıdaki parametrelerin değişik trofik seviyeler için aldığı değerlerin sınırları veya aralıkları verilecektir.

Göllerin klorofil-a, seki diski derinliği ve toplam azot parametrelerine göre bir sınıflandırması Tablo 5-1 'de verilmiştir. Yine göllerin trofik seviyelerini

belirlemede kullanılması uygun görülen kriterlerin limit değerleri Tablo 5-2 'de gösterilmiştir. Klorofil-a ve toplam fosfor konsantrasyonlarına göre göllerin çeşitli trofik seviyede bulunmalarının ihtimali Şekil 5-1 ve Şekil 5-2 'de gösterilmiştir[15].

Tablo 5-1 : Göllerin Sınıflandırılması (Hakanson and Jansson, 1983)[16]

Göl Trofik Seviyeleri	Alg - Klorofil	Sechi Derinliği	Toplam N
	(mg / m ³)	(m)	(mg / m ³)
Oligotrofik	<2.0	>4.6	<7.9
Oligo-Mesotrofik	2.1 - 2.9	4.5 - 3.8	8 - 11
Mesotrofik	3.0 - 6.9	3.7 - 2.4	12 - 27
Meso-ötrofik	7.0 - 9.9	2.3 - 1.8	28 - 39
Ötrofik	>10	<1.7	>40

Tablo 5-2 : Trofik Seviye Kriterleri

Parametre	Göl Sınıfı		
	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik
P (1) , mg/l	< 0.01 - 0.04 (Stumm, 1970)[17] < 0.01 - 0.02 (Arceivala, 1981)[18]	0.02 - 0.05 (Arceivala, 1981)[18]	> 0.05 (Arceivala, 1981)[18] > 0.1 (Sawyer, 1966)[19]
N (1) , mg/l	—	—	0.3 (Sawyer , 1966)[19]
Klorofil - a (2) mg /m ³	0 - 3	3 - 20	> 20
N / P (3)	Yüksek		Düşük
LC mg P/ m ² -yıl (4)	L= LC		L > LC (Vollenweider, 1969)[5]

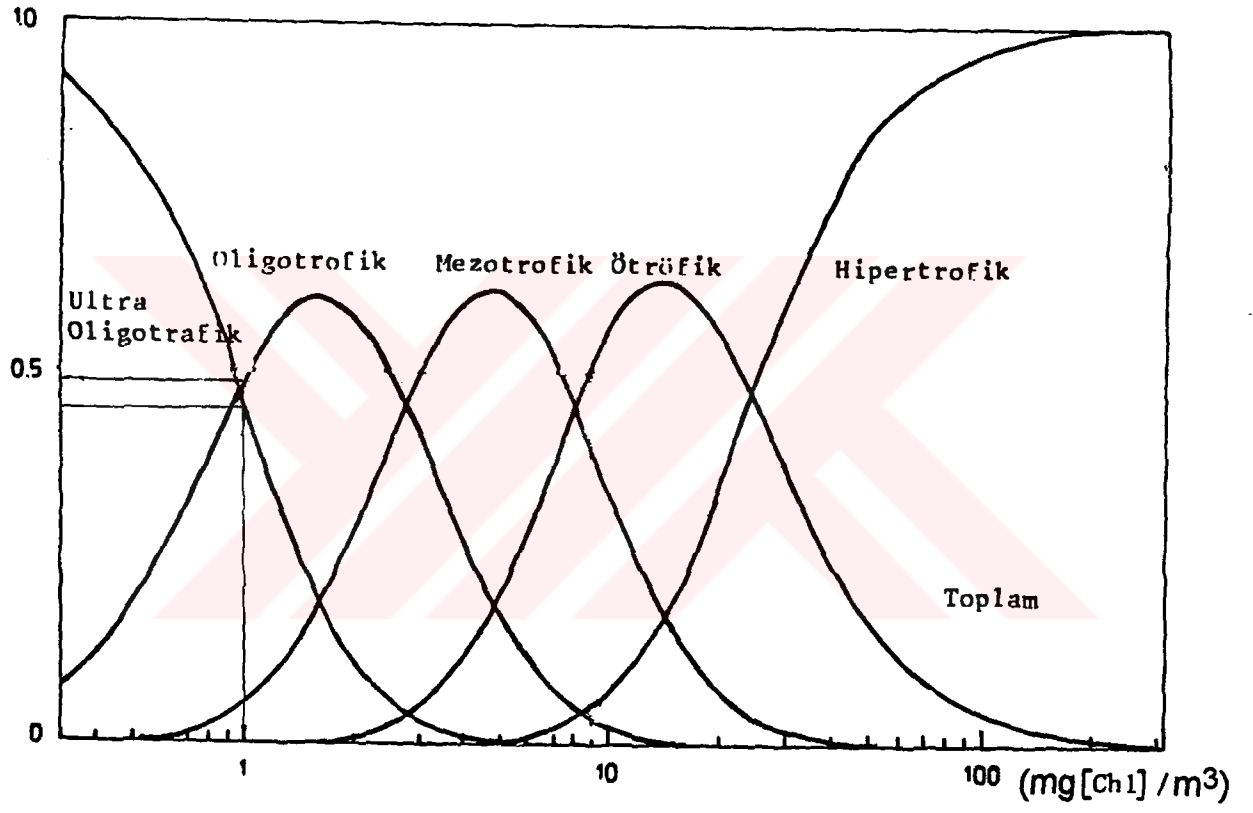
(1) İlkbahar karışımı esnasında

(2) Fotik bölgedeki pik değerler

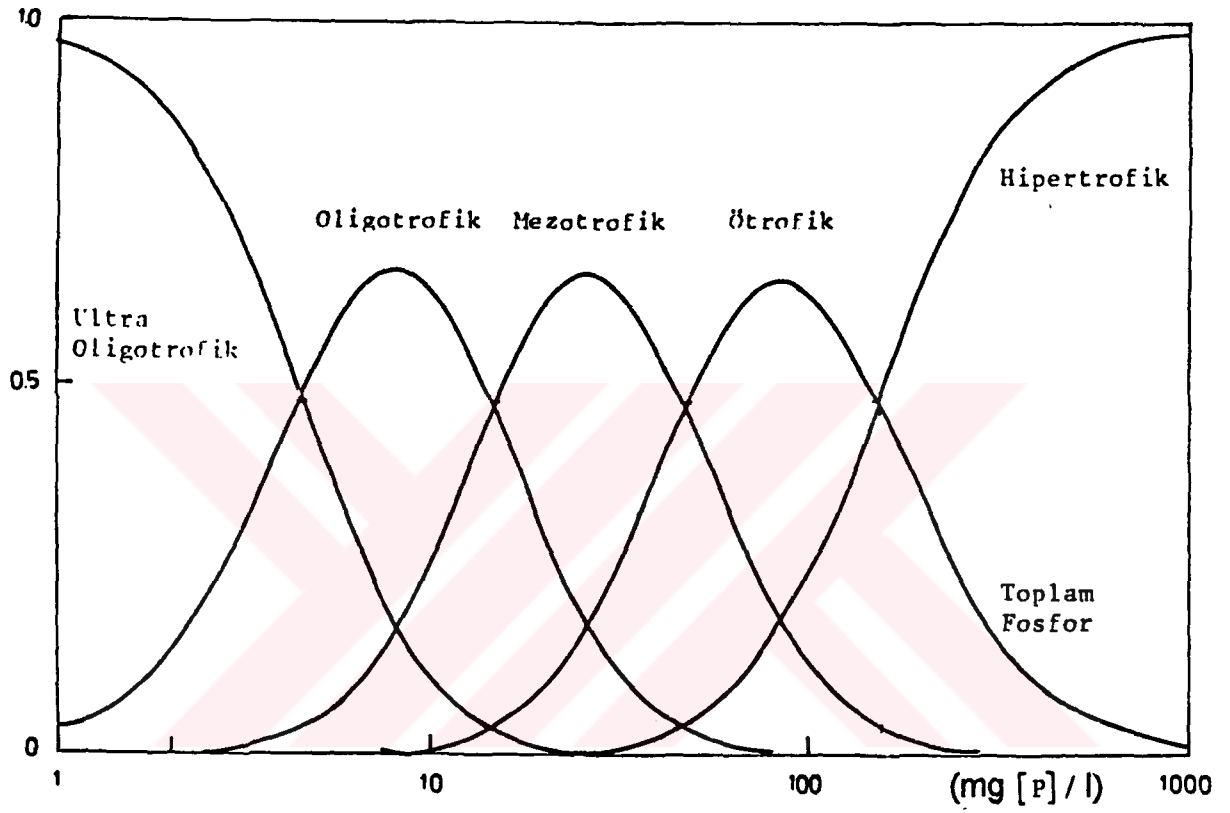
(3) Yaz ayları sonu

4) $L_c \text{ (mgP/m}^2\text{.yıl)} = 10 q_s (1 + \sqrt{Z/q_s})$

$q_s = Q / A \text{ (m/yıl)}$, $z = \text{Ortalama derinlik (m)}$



Şekil 5 -1 : OECD (Alg Miktarına Göre) Göl Ekolojik Sınıflama Yöntemi



Şekil 5 -2 : OECD (Fosfat Miktarına Göre) Göl Ekolojik Sınıflama Yöntemi

5.2. Eğirdir Gölü 'nün Trofik Seviyesinin Belirlenmesi

Trofik seviye belirlemede kullanılan değişik parametrelerin 1991-1992 yılı için Eğirdir Gölü 'ndeki değerleri bu parametrelerin ötrofik seviye için verilen limit değerleri ile birlikte Tablo 5 - 3 'ün 2. ve 3. kolonlarında gösterilmiştir. Bu tabloda SKKY Tablo:2 de çeşitli kullanımlar için verilen limit değerler de 4.kolonda gösterilmiştir. Ancak bu değerler trofik seviyeyi belirlemek maksadıyla olmayıp ötrofikasyon kontrolü maksadıyla öngörülen sınır değerleri ifade etmektedir. Tablo 5 - 3 'ün 2. kolonunda verilen değerler 1991-1992 yıllarındaki ölçüm sonuçlarının büyük çoğunluğunun içine düştüğü aralığr ifade etmektedir. Tablo 3. kolonunda verilen ötrofik seviye için limit değerler ise değişik kaynaklarda belirtilen ve önceki bölümde verilmiş olan sınır değer aralıklarını göstermektedir.

Tablo 5 - 3 : Çeşitli Parametreler Yönünden Eğirdir Gölü Trofik Seviyeleri

Parametre	Ölçülen veya Hesaplanan Değer	Ötrofik Seviye İçin Limit Değer	SKKY Tablo-2	Trofik Seviye
T.İnorganik Azot (ilkbahar karışımında), (mg / l)	0.33 - 0.48	0.04 - 0.3	1.0	Ötrofik
T. İnorganik Fosfor, (mg /l)	0.01 - 0.03	0.1 - 1.5	0.1	Oligotrofik
Klorofil - a (mg/m ³)	0.00 - 2.36	10 - 20	--	Oligotrofik
Seki Diski Derinliği, (m)	2.0 - 4.5	< 1.7	--	Oligo-Mezotrofik
Azot Yüğü (g /m ² -yıl)	1.58	3.00	--	Oligotrofik
Fosfor Yüğü (g /m ² -yıl)	0.098	0.20	--	Oligotrofik

Tablo 5 - 3 den görüleceği üzere Eğirdir Gölü 'nün birçok parametre yönünden Oligotrofik yapıda olduğu anlaşılmaktadır. Bu toplam inorganik azot konsantrasyonu yönünden sağlanmamakla beraber bunun sebebi elde çok sınırlı muhtemelen de yeterli olmayan azot datasına bağlanabilir. (N:P) oranının nisbi olarak yüksek olması ve göl tabakalarındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının doygunluk konsantrasyonları civarında bulunması Eğirdir Gölü 'nün Oligotrofik yapıya sahip olduğunu kuvvetlendiren hususlardır. Ayrıca önceden yapılmış bazı araştırmalar sonucunda Eğirdir Gölü 'nün nutriyent yönünden fakir olduğu ve hatta Göl'deki ilk üretim veriminin artırılması için suni olarak nutriyent ilavesinin gerekli olduğu belirtilmiştir.

Bu da Eğirdir Gölü'nün Oligotrofik yapıda olduğunu destekleyen bir durumdur. Netice olarak trofik seviyeyi belirleyen parametrelerin tamamı ve önceki bulgu ve araştırmaların sonuçları beraberce değerlendirildiğinde Eğirdir Gölü 'nün oligotrofik durumda olduğunu söylemek mümkündür.

Eğirdir Gölü azot ve fosfor konsantrasyonları SSKY Tablo:2 deki sınır değerleri aşmadığından ve Eğirdir ilçesi atıksuları atıldıktan sonra Eğirdir Gölü çıkışını Kovada Gölüne bağlayan kanala verildiğinden, evsel atıksuların arıtılmasında nutriyent giderilmesine gerek görülmemiştir.

BÖLÜM 6. EĞİRDİR GÖLÜ ÖTROFİKASYON MATEMATİK MODELİ

6.1. Modellemeye Giriş

Göllerin matematik modellemelerinde kullanılan kütle korunumu denklemleri akarsular için geliştirilen kütle korunumu denklemlerine benzerlik gösterirler. Göllerdeki su kalitesini önceden tahmin edilmesinde karşılaşılan problem ise, nehirlerle göre farklılık gösterir. Göller termodinamik açıdan incelenecek olursa, madde (atıksu, buharlaşma, yağmur) ve enerji (buharlaşma, radyasyon) değişimine açık bir sistem olarak kabul edilebilir. Büyük göllerde bir senede göle giren kirlilik miktarı göldeki konsantrasyonu ölçülebilecek seviyede değiştiremez. Bu durumda büyük göller sadece enerji değişimine açık fakat madde değişimine kapalı kabul edilebilir. Sene boyunca hacmi değişmeyen göllerde basit giriş-çıkış modelleri kullanılabilir. Tam karışmalı göllerde bu metodun geçerli olduğu görülmüştür. Bu şartlara uymayan, tabakalı ve hacmi sene boyunca değişiklik gösteren göllerde, termal gradyanları, yoğunluk tabakalaşmasını, gölün kimyasal, biyolojik ve fiziksel yapısını tahmine yarayan karışık modeller geliştirilmiştir.

Bu çalışma kapsamındaki Eğirdir gölünde özellikle tabakalaşmanın görülebileceği yaz aylarında derinlik boyunca yapılan sıcaklık ölçümlerinde belirgin her hangi bir tabakalaşmaya rastlanmamıştır. Derinliği 7 - 12 m arasında değişen göl Göller Bölgesi 'ndeki tabakalaşma gösteren Burdur Gölü ve Salda Gölüne nazaran daha sığ bir göl olması nedeniyle farklılık gösterir. Bu çalışma kapsamında geliştirilmiş olan göl modeli (GMODEL) ise tam karışımli tabakasız göl yaklaşımını kullanarak alg, inorganik toplam azot ve inorganik toplam fosforun zamana göre değişimini hesaplamakta ve bunlar arasındaki ilişki grafikler halinde otomatik olarak verilmektedir.

6.2. Alıcı Ortam Kalite Simulasyonu Modellerinin Güvenilirliği

Yukarıda bahsedilen göl modellerinde giren kirletici konsantrasyonların ve miktarlarının bilindiği farzedilmiştir. Bu kirleticilerin kaynakları ve miktarlarını tahmin etmek kolay değildir. Şayet kirletici kaynağı tek noktadan değil fakat dağınık bir bölgeden ise yapılan tahminlerdeki hata payları büyük olabilir. Bu tip dağınık bir alandan gelen kirleticilerin modelleme çalışmaları yapılmıştır. Tablo 6 -1 'de bu tip kirletici tipleri ve kullanılan modellerin güvenilirliği özetlenmiştir.

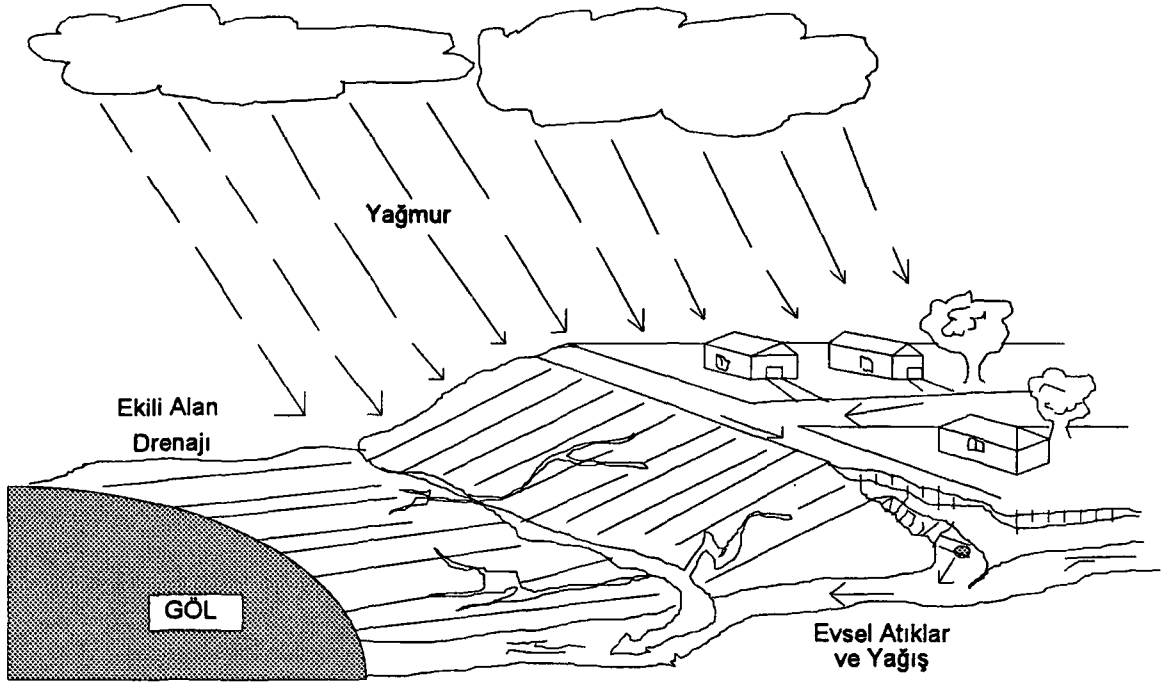
Tablo 6 -1 : Dağınık (noktasal olmayan) kaynaktan gelen kirletici tipleri ve halihazırda kullanılan göl modellerinin güvenilirliği

Dağınık Kaynaktan Gelen Kirletici Tipleri	Halihazırda Kullanılan Göl Modellerinin Güvenirliliği
1 Askıdaki katı madde	Zayıf
2 Bakteriler, protozolar	Zayıf
3 BOİ, Çözünmüş oksijen	Orta
4 Basit kimyasal maddeler ve metaller	Zayıf
5 Sentetik kimyasal maddeler ve kompleks metaller	Yetersiz
6 Besi maddeleri	Orta
7 Ötrofikasyon (Alg)	Zayıf
8 Zooplankton ve balık	Yetersiz
9 Sıcaklık	Orta
10 Virus	Yetersiz
11 Yüzen maddeler	Yetersiz
12 Renk ve Bulanıklık	Yetersiz

Belli kaynaklardan gelen kirleticilerin (fabrika atıkları veya evsel atıksular gibi) miktarlarının tesbiti daha doğru olarak yapılabilir. Göller için geliştirilmiş modeller kullanılarak bu tip kirletici konsantrasyonlarının değişmesi güvenilir olarak hesaplanabilir. Dağınık (yayılı) kaynaklardan gelen kirleticiler için durum aynı değildir. Bölgedeki dağınık haldeki kirleticiler ekseriyetle yağmur ve sel suları ile sürüklenerek gelirler. Bu tip kirleticilerin sürüklenmeleri, yerlatına

sızması veya tutulması devamlı izlemek suretiyle doğru olarak tesbit edilebilir. Bu maksatlarla çok basit modeller geliştirdiği gibi, çok karışık modeller de mevcuttur. Karışık modeller ekseriyetle ölçülmesi imkansız parametreler ve sabitler ihtiva ederler. Bu parametrelerin değerleri modelin kalibrasyonu ile tesbit edilir. Kalibre edilen model, sahadaki değerler kullanılarak doğruluğunun geçerliliği kontrol edilmelidir. Noktasal olmayan, kaynaklardan gelen kirlilik yüklerinin doğru olarak belirlenmesi güç olduğu için bu tip karışık modellerin doğruluğunun da tesbiti zordur.

Dağınık kirleticiler kaynaklarına örnek olarak Şekil 6 - 1 de ekili alanlardan ve evsel atıklardan gelen kirleticilerin yağmur ve sel suları ile taşınması gösterilmiştir. Yağmur ve sel suları toplama havzasında kirleticilerin bir kısmını çözerek beraberinde alıcı ortama doğru taşır. Yerleşme alanlarında yağmur suyu drenaj sistemi ve evsel atıksu kanalizasyonu mevcut ise kirleticilerin miktarını ve konsantrasyonunu doğru olarak tesbit etmek mümkündür. Ekili alanlardan gübre, ağır metal ve benzeri kirleticilerin taşınması tam iyi anlaşılmış değildir. Bu kirleticilerin taşınmaları toprak yüzeyinden akan sularla, sulama suyu drenajları ile veya diğer tip drenaj sistemleri ile olabilir. Kirleticilerin ekili alanlardan taşınmalarını modellere katabilmek için ampirik bazı modeller geliştirilmiştir. Tablo 6-1 den anlaşılacağı üzere bu modellerin güvenirliliği zayıftır.

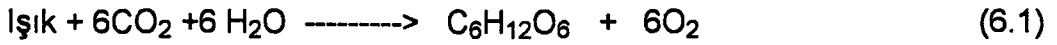


Şekil 6 -1 : Dağınık Kaynaklardan Kirletici Taşınması Örneği

6.3. Ötrofikasyon Modelleri

Ötrofi kelimesi besin bakımından zengin manasına gelir. Oligotrofi ve ötrofi kavramları ilk defa Nauman tarafından 1919'da ortaya atılmıştır. Bu sınıflamaya göre oligotrofik göller az planktonik alg ihtiva ederler ve ötrofik göller ise çok alg ihtiva ederler. 1900'lerden itibaren gübrelerin artması, göllerde fosfor artmasını ve ötrofikasyonu arttırmıştır. Aynı şekilde detarjanların artışı da göl ötrofikasyonuna katkıda bulunmaktadır. Ötrofikasyon genellikle gölde suni olarak nitrojen ve fosfor artması manasına gelir. Ötrofikasyon ekseriyetle istenmez. Yeşil renkli alg konsantrasyonunun artması gölde yüzmeyi, taşımayı zorlaştırır. Klorofil konsantrasyonunun 100 mg/m³ değerinden fazla artması estetik olarak sakıncalıdır. Hipolimniyon açısından asıl tehlike olan algların göl tabanına çökmesi ve orada çürümesidir. Ötrofik göllerde yaz aylarında yüzeyde oksijen olmasına rağmen, alt tabakada (hipolimniyonda) oksijen balık yaşamasına yeterli düzeyde değildir.

Fosfor konsantrasyonu ötrofikasyonun ana sebebi olarak kabul edilir. Algların çoğalmasında sınırlayıcı besin maddesi fosfordur. Fakat son zamanlarda atıksular vasıtasıyla göllere giren fosfor miktarı artmaya başlamıştır. Böylece bazı göllerde fosfor konsantrasyonu nitrojen konsantrasyonunu geçmiş ve azot sınırlayıcı besin maddesi olmuştur. Bunun sebeplerinden biri de evsel atıksuların izafi olarak azota göre daha fazla fosfor ihtiva etmesidir. Alglar fosforun 4 -10 misli azot özümleyicilerdir. Atıksular fosforun 3 misli azot ihtiva eder ve azotun bir kısmı denitrifikasyon yoluyla N₂ gazı olarak kaybedilir. İlk fitoplankton üremesi organik madde özümlemesine bağlıdır ve aşağıdaki gibi özetlenebilir.



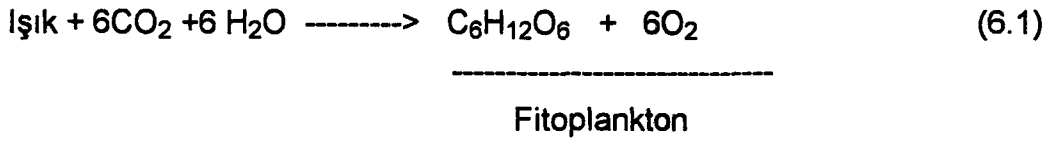
Fitoplankton

Fitoplankton yapısının çoğunu C, O, H, N, P elementleri teşkil eder. Fitoplankton konsantrasyonu sabit değildir. Ortamdaki besin maddeleri konsantrasyonuna göre değişebilir. Mesala fosfor fazlalığında fazlaca fosfor özümleyilerek depolanır. Ötrofikasyona sebep olan olaylar aşağıdaki şekilde özetlenebilir. Oligotrofik göllerde N : P oranı 10 değerine eşit veya büyüktür. Bu fosforun, fitoplankton çoğalması için azota göre sınırlı olması demektir. Şayet göle evsel atık verilirse evsel atık N : P oranı 3 : 1 olduğu için yukarıdaki oran azalacaktır. Bunun neticesinde azot sınırlayıcı element olacaktır. Bu durumlarda en iyi çözüm göle giren atıksulardan azot giderilmesi değildir, zira gölde azot havadan alabilecek alg türleri gelişebilir. Ekseriyetle fosforun % 95 i evsel atıksulardan kaynaklanır.

6.3.1. Bazı Ötrofikasyon Modellerinin Kıyaslanması

Ötrofikasyon modeli seçiminde elde bulunan veriler gözönüne alınarak model seçilmiştir. Tablo 6-2 de bazı ötrofikasyon modellerinin listesi verilmiştir. Göller için genel bir model yapılması gayet zordur. Modellerin göllerin özelliklerine göre değiştirilerek kalibre edilip doğruluklarının test edilmesi gerekir.

Fosfor konsantrasyonu ötrofikasyonun ana sebebi olarak kabul edilir. Algalın çoğalmasında sınırlayıcı besin maddesi fosfordur. Fakat son zamanlarda atıksular vasıtasıyla göllere giren fosfor miktarı artmaya başlamıştır. Böylece bazı göllerde fosfor konsantrasyonu nitrojen konsantrasyonunu geçmiş ve azot sınırlayıcı besin maddesi olmuştur. Bunun sebeplerinden biri de evsel atıksuların izafi olarak azota göre daha fazla fosfor ihtiva etmesidir. Algal fosforun 4 -10 misli azot özümleyiciler. Atıksular fosforun 3 misli azot ihtiva eder ve azotun bir kısmı denitrifikasyon yoluyla N₂ gazı olarak kaybedilir. İlk fitoplankton üremesi organik madde özümlemesine bağlıdır ve aşağıdaki gibi özetlenebilir.



Fitoplankton yapısının çoğunu C, O, H, N, P elementleri teşkil eder. Fitoplankton konsantrasyonu sabit değildir. Ortamdaki besin maddeleri konsantrasyonuna göre değişebilir. Mesala fosfor fazlalığında fazlaca fosfor özümlemeye depolanır. Ötrofikasyona sebep olan olaylar aşağıdaki şekilde özetlenebilir. Oligotrofik göllerde N : P oranı 10 değerine eşit veya büyüktür. Bu fosforun, fitoplankton çoğalması için azota göre sınırlı olması demektir. Şayet göle evsel atık verirse evsel atık N : P oranı 3 : 1 olduğu için yukarıdaki oran azalacaktır. Bunun neticesinde azot sınırlayıcı element olacaktır. Bu durumlarda en iyi çözüm göle giren atıksulardan azot giderilmesi değildir, zira gölde azot havadan alabilecek alg türleri gelişebilir. Ekseriyetle fosforun % 95 i evsel atıksulardan kaynaklanır.

6.3.1. Bazı Ötrofikasyon Modellerinin Kıyaslanması

Ötrofikasyon modeli seçiminde elde bulunan veriler gözönüne alınarak model seçilmiştir. Tablo 6-2 de bazı ötrofikasyon modellerinin listesi verilmiştir. Göller için genel bir model yapılması gayet zordur. Modellerin göllerin özelliklerine göre değiştirilerek kalibre edilip doğruluklarının test edilmesi gerekir.

Tablo 6 - 2 : Bazı Ötrofikasyon Modelleri

Model	Modellerde Kullanılan Besi Maddeleri	B=Boyut T=Tabaka	Literatürde kullanılması
Vollenwieder	P,N	1T	Çok
Imboolean	P	2T, 1B	3
O'Melia	P	1B	1
Larsen	P	1T	1
Lorenzen	P	1T	1
Thomann 1	P, N, C	3T	1
Thomann 2	P, N, C	YB	1
Thomann 3	P, N, C	YB	1
Chen ve Orlob	P, N, C	YB	2
Pattern	P, N, C	1B	1
Di Toro	P, N	1B	1
Biermann	P, N, S	1B	1
Canale	P, N, S	2T	1
Jorgensen	P, N, C	1-2 T	17
Cleaner	P, N, C, S	Bir çok T	Çok
Nyholm	P,N	1-2 T	13

6.3.2. Göl Su Kalitesi Matematik Modelinin Geliştirilme Safhaları

Matematik Modelleme için daha önce kullanılan James ve Lorenzen modelleri geliştirilmiş, kullanılması basit, mümkün olduğu kadar az giriş verisi isteyen bir model üzerinde çalışma başlatılmıştır. Bu safhada kaynak olarak kullanılan modeller şunlardır :

1. Lorenzen Modeli ve Aver Programı,
2. James Modeli,
3. WASP4 Su Kalite Modeli
4. QUAL2E-UNCAS Modeli
5. Delft Hydraulics Modeli

6.3.2.1. Lorenzen Modeli

Bu modelde sadece iki diferansiyel denklem mevcuttur. Birinci denklem, çözünmüş fosforu, ikinci denklem ise sediment içerisindeki değiştirilebilir fosforun konsantrasyonunu hesaplar.

$$dP_S / dt = P_{SIN} / V + K_2(A) (P_{SED}) / V - K_1(A) (P_S) / V - Q / V P_S \quad (6.2)$$

$$dP_{SED} / dt = K_1(A) P_S / V_S - K_2(A) P_{SED} / V_S - K_1 K_3 (A) P_S / V_S \quad (6.3)$$

- A : Gölün yüzey alanı
 K₁ : Fosforun sedimente transfer hızı
 K₂ : Fosforun sedimentten transfer
 K₃ : Sedimente geçen toplam fosforun çözünemeyen kısmının oranı
 P_{SIN} : Birim zamanda epilimniyona giren çözünmüş fosfor miktarı
 P_{SED} : Sedimentteki toplam çözünebilecek fosfor konsantrasyonu
 P_S : Çözünmüş oksijen konsantrasyonu
 V_S : Sediment hacmi
 Q : Çıkış debisi
 V : Toplam göl hacmi

Bu modelin ana maksadı çok değişik yüklemelere maruz kalmış göllerde uzun vadede gözükcek değişimleri önceden hesaplamaktadır. P_{SIN}, P_S nin yıllık yüklemesi ve Q nun ise yıllık çıkan debi olduğu anlaşılır. K₁ ve K₂ değerlerinin birimleri de m / sene olarak modelde kullanılır.

Denklem (6.2) ve (6.3) analitik olarak çözülebilir. P_S için çözümü :

$$P_{S\infty} = P_{SIN} / (Q + K_1 K_3 A) \quad (6.4)$$

Sonsuzluk işareti kararlılık halini gösterir. Model basitliğine rağmen sedimentte biriken fosforu gözönüne alır ve sedimente çöken fosforun sadece bir kısmı

sedimentteki bu özelliğini gözönüne almazlar. Halbuki uzun vade modellerde bu çok önemli bir husustur. Uzun vadede göle giren fosforun mühim bir miktarı göl çamurundan birikir.

Bu modelin parametreleri aşağıdaki prosedür kullanılarak hesaplanır. Daha evvel göle giren yükler, avaraj su ve sediment konsantrasyonlarının belirlenmesi gerekir.

1. Sedimente giren toplam fosforun erimiş fosfor haline geçemeyecek oranı K_3 , tesbit edilir.

$$K_1 = P_{SIN} - Q(P_{S\infty}) / K_3 (P_S) (A) \quad (6.5)$$

denklemini kullanarak, K_1 değeri hesaplanır.

$$2. \quad K_2 = (P_{S\infty} / P_{SED})_{\infty} K_1 (1 - K_3) \quad (6.6)$$

denklemini kullanarak, K_2 değeri hesaplanır.

Denklem (6.6) kullanılarak kararlılık halindeki suda erimiş fosforun sedimentteki fosfora oranı analitik çözüm olarak hesaplanır.

$$(P_{S\infty} / P_{SED})_{\infty} = K_2 / K_1 \times 1 / (1 - K_3) \quad (6.7)$$

Model, Washington gölü için 1941 -1950 seneleri arasındaki veriler kullanılarak tatbik edilmiştir [20]. K_3 değeri sediment analizi yapılarak bulunabilir. Kamp - Nielsen (1915) göl çamuru-su fosfor alışverişi üzerinde daha detaylı araştırma yapmıştır [21]. Washington Gölü üzerinde yapılan araştırmalarda $K_3 = 0.6$ olarak alınmış ve model kalibre edilmiştir. Model 1941-1950 seneleri arasındaki değerler kullanılarak kalibre edildiği halde 1953 -1964 seneleri arasındaki fosfor artışını ve 1964 - 1970 arasında ki düşüşü gayet doğru olarak tahmin edebilmiştir.

6.3.2.2. Aver Programı (Geliştirilmiş Lorenzen Modeli)

Aver (1986) Lorenzen modelini geliştirmiş ve literatürdeki diğer çalışmaları da kullanarak Washington Gölü için bir bilgisayar programı hazırlamıştır [22]. Programda tam karışmış göller için fosfor kütle korunması hesapları, ampirik klorofil-seki diski fosfor bağlantıları ile beraber kullanılmaktadır. Kütle korunumu denkleminde fosfor yüklemesi, sedimentten fosfor çözünmesi, çökme ve çökmeden sonra tekrar çözünmeyecek şekilde fosforun sedimente karışması dahil edilmiştir.

Modelin ana maksadı ötrofikasyonu azaltmak ve fosfor dengesini koruyarak göl su kalitesini yükseltmektedir.

Modelde önce göl suyunun kullanma maksadı tesbit edilir ve bu maksada göre kalite standardı tesbit edilir. İstenen su standartına göre model çalıştırılarak göle yüklenen fosfor konsantrasyonu azaltacak arıtma derecesi hakkında karar verilir. Arıtma derecesine bağlı olarak maliyet analizi yapılır.

Programda su kalitesi tesbit edilirken önce gölde istenen seki diski derinliği (SD) tesbit edilir. Program aşağıda izah edilecek ampirik denklemleri kullanılarak seçilen seki diski değerini verecek göldeki klorofil konsantrasyonunu tesbit eder. Klorofil konsantrasyonu bulunduğundan sonra gölde olması gereken toplam fosfor konsantrasyonu hesaplanır.

6.3.2.2.1. Klorofil - Seki Diski Derinliği Denklemleri

Fosfor konsantrasyonu ile klorofil-a arasında bazı ampirik denklemler verilmiştir. Dillion ve Rigler (1974) ve Sakamoto (1966) ortalama yaz klorofil - a konsantrasyonunu, fosfor (P) konsantrasyonuna bağlayan denklemi aşağıdaki şekilde verirler [23]:

$$\log (\text{klorofil} - a) = 1.45 \log (P) \times (1000) - 1.14 \quad (6.8)$$

Bu denklem $N : P > 12$ için geçerlidir. Aynı şekilde $N : P < 4$ için aşağıdaki denklem geliştirilmiştir.

$$\log (\text{klorofil} - a) = 1.4 \log (N) \times (1000) - 1.9 \quad (6.9)$$

Denklem (6.8) ve (6.9) da N ve P mg / l , klorofil-a ise mikrogram / l olarak verilmiştir. Şayet $N : P$ oranı 4 ile 12 arasında ise her iki denklemden bulunan en küçük değerin kullanılması tavsiye edilir.

Dillion ve Rigler (1975) seki diski derinliği (SD) ve kloril-a konsantrasyonu arasındaki ilgiyi veren bir ampirik denklem vermişlerdir [24].

$$\ln (\text{klorofil} - a) = 3.03917 + (-1.56502) \times \ln (SD) \quad (6.10)$$

Dillion ve Rigler (1974) aynı zamanda fosfor ve klorofil-a arasında ampirik bir bağıntı da vermişlerdir [23].

$$\ln (P) = [0.4347 \times \ln (\text{klorofil} - a) + 1.136] / 0.63 \quad (6.11)$$

Denklem (6.11) de kloril-a ve fosfor konsantrasyonu (P), mikrogram/litre olarak verilmiştir.

6.3.2.2.2. Kütle Korunumu Denklemleri

Lorenzen 'in iki kompartmanlı modeli kullanılarak fosfor kütle korunumu denklemleri çözülür. Model hem sedimentteki (C_s), hem de su kolonundaki (C), fosfor konsantrasyonlarını içerir. Model su kolonunu tam karışmış olarak kabul eder. Göle fosfor yükü (W), sedimente kaybolan fosfor miktarı $K_1 C$ ve sedimentten fosfor çözünmesi ise $K_2 C_s$ terimleri ile gösterilir. Fosforun sedimente çöküp tekrar suya karışmayacak kısmı $K_3 K_1 C$ terimi, çıkış debisiyle azalan fosforun miktarında C_0 terimi ile gösterilmiştir (Şekil 6-2).

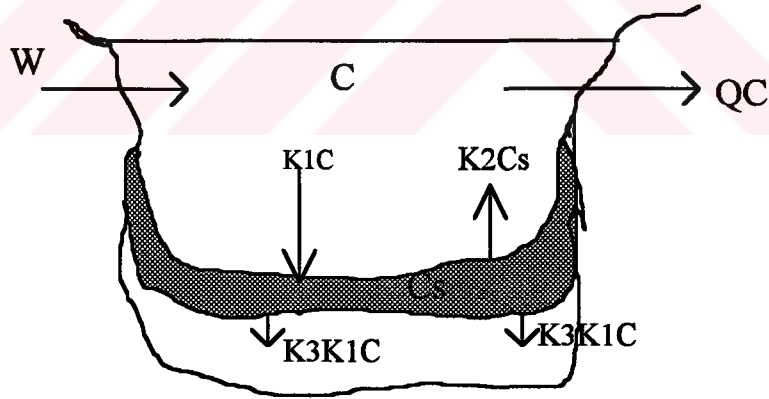
Modelde kullanılan differansiyel denklemler Lorenzen tarafından verilen denklemlerin aynısıdır.

$$V (dc / dt) = W + K_2 A C_s - K_1 A C - Q C \quad (6.12)$$

$$V_s (dC_s / dt) = K_1 A C - K_2 A C_s - K_3 K_1 A C \quad (6.13)$$

Denklem (6.12) ve (6.13) de göl yüzey alanı ve sediment alanı A ile gösterilmiştir.

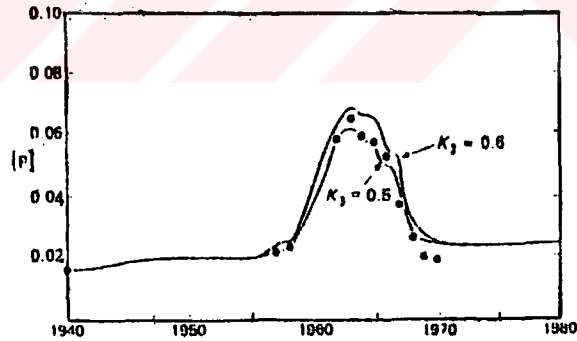
Denklem (6.12) ve (6.13) Euler Integrator metodu kullanılarak çözülebilir. Program su kolonundaki sedimentteki toplam fosfor konsantrasyonunun, belli ilk şartlar ve kinetik katsayıları için zamana göre çözümünü verir.



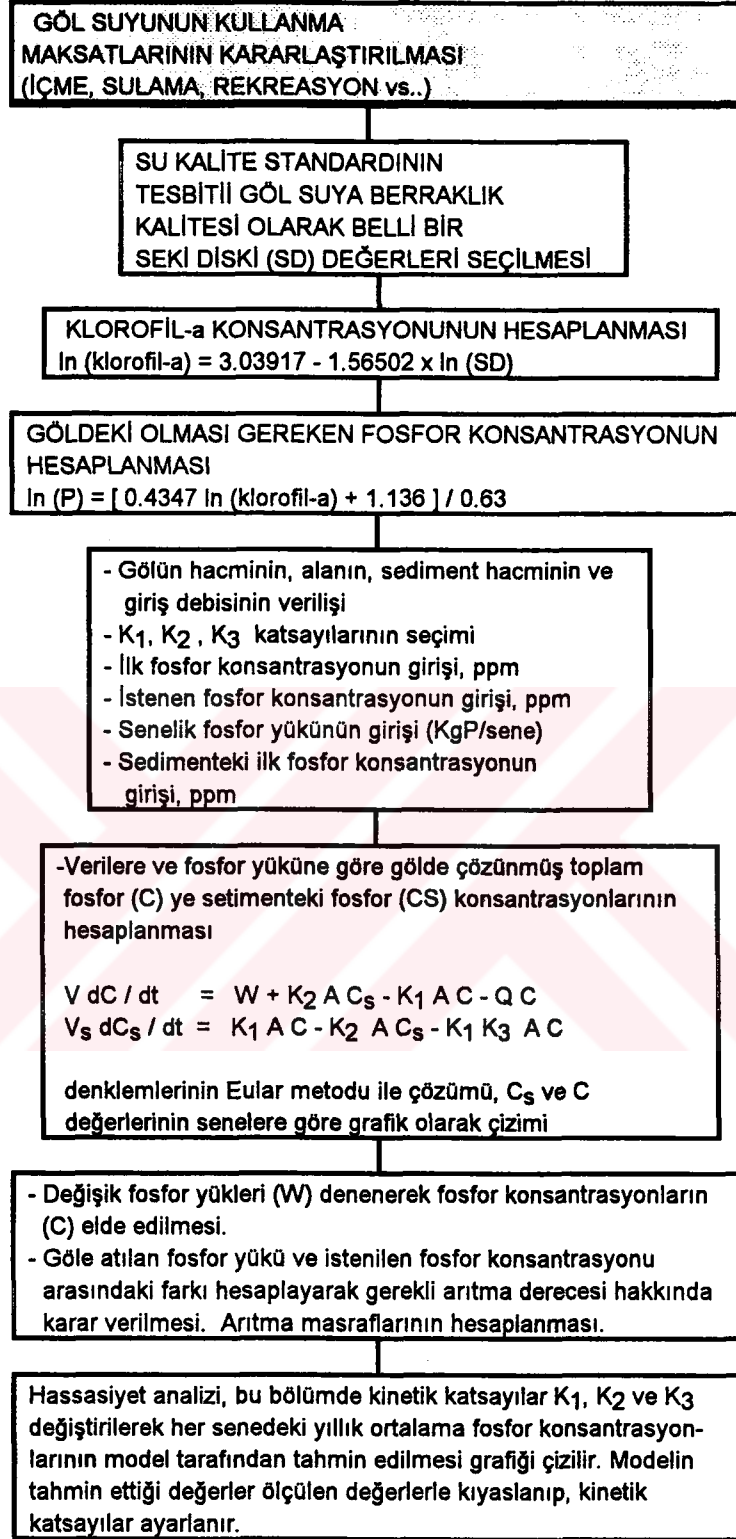
Şekil 6-2 : Lorenzen Modeli Fosfor Kütle Korunumu

Tablo 6-3 : Lorenzen Modelinde Kullanılan Sabitler

Sabitler	Birimler	Sınır Değerler	Tipik Değerler
K ₁ Çökelme yoluyla fosfor azalma katsayısı	m/sene	12 -100	36
K ₂ Sedimentten fosfor çözünme katsayısı	m/sene	0 - 0.01	1.2×10^{-3}
K ₃ Sedimente giren fosforun suda çözünmeyecek yüzdesi	%	0 -100	60
C İlk fosfor konsantrasyonu	$\mu\text{g} / \text{l}$	0 -100	15
C _s İlk sediment fosfor konsantrasyonu	$\mu\text{g} / \text{l}$	50 -1000	240
W Fosfor giriş yükü	Kg P/sene	$0 - 2.8 \times 10^6$	6.1×10^5
C ₀ Gölde istenen fosfor konsantrasyonu	$\mu\text{g} / \text{l}$	----	10



Şekil 6-3 : Lorenzen Modelinin Washington Gölüne Tatbiki (Ölçülen P değerleri)



Şekil 6-4 : Aver Programı (Geliştirilmiş Lorenzen Modeli) Akım Şeması

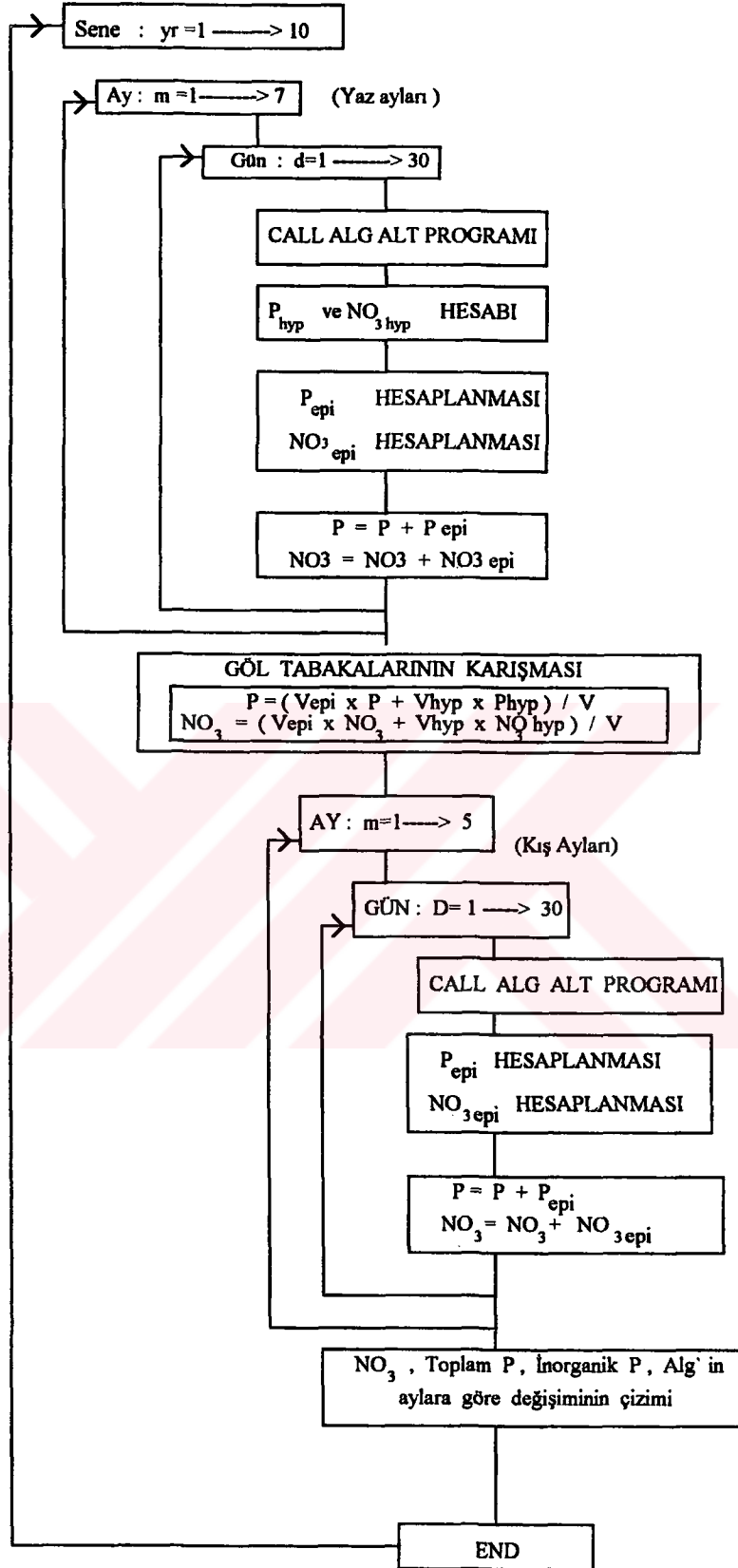
6.3.2.3. James Modeli

6.3.2.3.1. Model Girdi ve Çıktıları

Bu model mevsimlik tabakalaşma gösteren göllerde uzun vadede alg veya besin maddesi konsantrasyonlarını hesaplamak için hazırlanmıştır. Alg konsantrasyo- nunun günlük kütle korunumunu (Büyüme-Soluma-Ölüm-Atılma) ve besin maddelerinin kütle korunumunu (Giriş+Geri dönüş-Özümlenme-Atılma) içerir. Tabakalaşmanın her sene belli zamanlarda olduğu ve tabakalaşma neticesi gölün sabit epilimnion ve hipolimnion hacimlerine ayrıldığı kabul edilir. Yaz aylarında olan tabakalaşma, kış aylarında yerini tam karışmış göl modeline terk eder. Tabakalı göl modelinden, tam karışmış göl modeline geçişin ani olduğu farz edilir. Şekil 6-5 te modele girilen veri ve çıktılar, Şekil 6-6 da ise geliştirilmiş James modelinin akım şeması gösterilmiştir.

GİRDİLER		JAMES MODELİ	ÇIKTILAR
V	: Toplam Göl Hacmı		Aylara ve senelere göre Alg NO ₃ , Toplam-P İnorganik-P değişimlerinin nümerik ve grafik çözümleri
VEP _i	: Epilimniyon Hacmı		
VHYP	: Hypolimniyon hacmı		
A	: Göl alanı		
KE	: Işık emilme katsayısı		
K _P	: Fosfor Michalis Menten katsayısı		
K _{SED}	: Alg çökme katsayısı		
K _{NO₃}	: Nitrat Michalis Menten katsayısı		
I _{OPT}	: Maksimum fotosentez ışık yoğunluğu		
G _{MAKS}	: Maksimum fotosentez hızı		
U	: Geri çevrilen besi maddesi oranı		
Alg	: Başlangıç Alg konsantrasyonu		
P _O	: İlk fosfor konsantrasyonu		
NO _{3O}	: İlk nitrat konsantrasyonu		
P(gr)	: Senelik ort. fosfor konsantrasyonu		
NO ₃ (yr)	: Senelik ortalama nitrat		
I _O (m)	: Aylık ort.ışık yoğunluk ortalaması		
T (cm)	: Aylık ort.ışık emilme faktörü sabiti		
Q (m)	: Aylık ortalma giriş debisi		

Şekil 6 - 5 : James Modeline Girilen Veri ve Çıktıların Özeti



Şekil 6 -6 : James Tabakalı Göl Modeli Akım Şeması

6.3.2.3.2. Fitoplankton Denklemleri (Alg Alt Programı Açıklaması)

1) GI = Işık Emilme Faktörü : Işığın derinliğe göre azalması göz önüne alınarak büyüme hızı faktörünün derinliğe göre ortalaması alınır. James ve WASP modellerinde ayrı denklemler verilmiştir.

James Modeli [25]

$$GI = (T(m) / K_E) \times e^{1-\phi} \quad (6.14)$$

WASP Modeli [26]

$$GI = [(e.f / H) / K_E] [e^{-\phi e^{K_E H}} - e^{-\phi}] \quad (6.15)$$

Basitleştirilmiş WASP Modeli

$$GI = [(e.f / H) / K_E] [1 - e^{-\phi}] \quad (6.17)$$

$e = 2.718$

$T(m)$ = James modelinde aylara göre değişen katsayı

f = Gündeki aydınlık zaman oranı

H = Ortalama göl derinliği

K_e = Işık emilme katsayısı

$\phi = I_O(m) / I_{OPT}$

$I_O(m)$ = Işığın göl yüzeyinin hemen altındaki şiddeti

$I = 0.9 I_O$ (I = Göl yüzeyindeki ışık şiddeti Langley's / gün)

I_{OPT} = Fitoplankton doyum ışık şiddeti. Ortalama ışık şiddetinin % 30 kadarına eşittir.

2) G_{maxT} = Sıcaklık Faktörü

$$G_{maxT} = G_{max} (1.068)^{t - 20} \quad (6.17)$$

3) GN = Besi Sınırlaması Faktörü

$$\mu_{\max T} = P_O / (P_O + K_P) \quad (6.18)$$

$$\mu_{\max NO_3} = NO_{3O} / (NO_{3O} + K_{NO_3}) \quad (6.19)$$

$$GN = \mu_{\max P} \times \mu_{\max NO_3} \quad (6.20)$$

4) GP_R = Günlük Toplam Fotosentetik Üreme

$$GP_R = GI \times G_{\max T} \times GN \times Alg \quad (6.21)$$

Alg = Alg konsantrasyonu

5) Resp = Günlük Solunum

$$Resp = 0.1 \times 24 \times G_{\max T} \times Alg \quad (6.22)$$

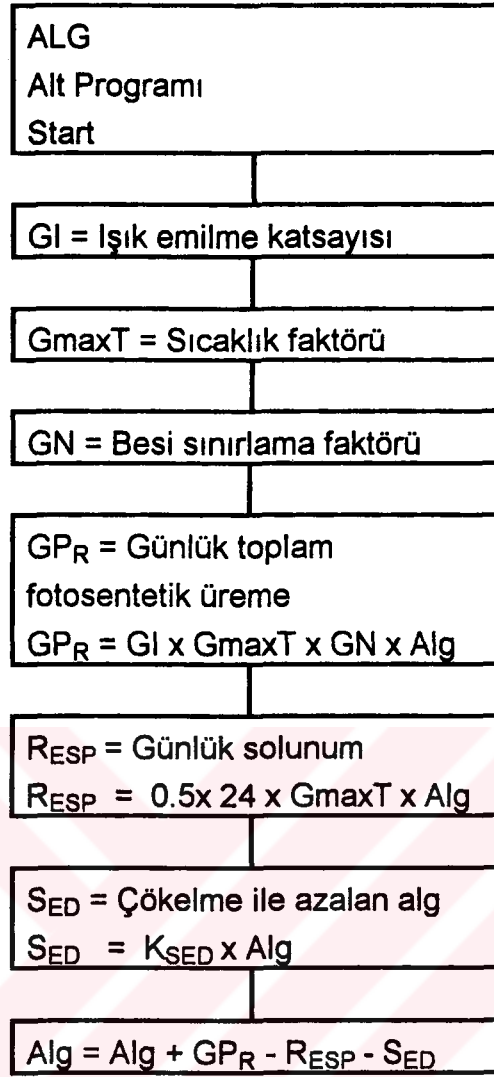
6) Sed = Çökelme ile Azalan Alg Miktarı

$$Sed = K_{sed} \times Alg \quad (6.23)$$

7) Alg = Net Alg Üremesi

$$Alg = Alg + GP_R - Resp - Sed \quad (6.24)$$

Şekil 6 -7 'de Alg Alt Programı akım Şeması Gösterilmiştir.



Şekil 6 -7 : Alg Alt Programı

6.3.2.4. WASP4 ve QUAL2E-UNCAS Su Kalite Modelleri

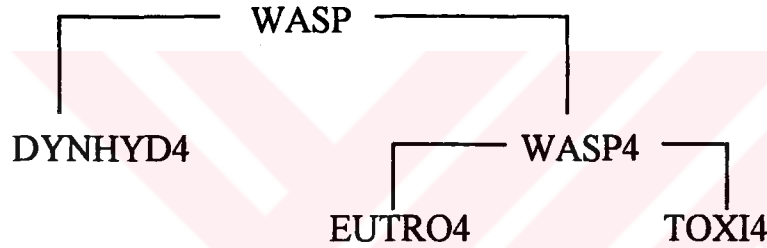
EPA tarafından hazırlanan WASP4 (Water Quality Analysis Simulation Program) ve QUAL2E-UNCAS programları dinamik ve kompartmanlı su kalite analizi modelleridir. WASP4 programı su içerisindeki kirleticilerin hareketlerini ve birbiriyle reaksiyonlarını inceleyen bir programdır. Modelde sulardaki kirleticiler iki ana gruba ayrılır :

1. Konvansiyonel kirleticiler : Çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı fosfor, karbon, azot gibi besi maddeleri ve ötrofikasyon.

2. Zehirli kirleticiler: Organik kimyasallar, ağır metaller, ve çökelen maddeler.

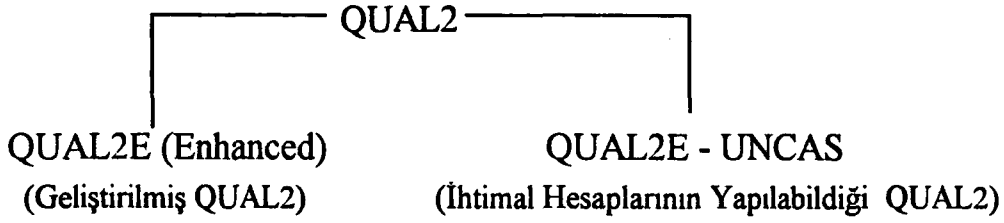
WASP4 programında konvansiyonel kirliliğin modellemesi EUTRO4 yan modeli, zehirli maddelerin modellemesi ise TOXI4 yan modeli ile yapılır.

Kütle transportu, hidrodinamik modelleme yapılmak istenirse WASP4 den ayrı bir program olan DYNHYD4 programı kullanılabilir.



Şekil 6 -8 : WASP4 Modelini Teşkil Eden Programlar

QUAL2E, alg, azot, fosfor, çözünmüş oksijen ve sıcaklık gibi parametreleri inceleyen bir modeldir. Modelde aynı zamanda ortamın hidroliği de incelenmiştir. QUAL2E - UNCAS (Uncertainty Analysis), modelin belirsizlik analizi yapılmasını sağlayan kısmıdır. Bu kısım kullanılarak, modelin hassasiyeti, birinci dereceden hata analizi ve Monte-Carlo simülasyonları yapılabilir.



Şekil 6 -9 : QUAL2 Programı Kısımları

Her iki modelde EPA (Environmental Protection Agency) tarafından geliştirilmiştir. Modeller detaylı simulasyon yapmak için hazırlanmışlardır. Dolayısıyla kullanılmaları için detaylı giriş verilerine ihtiyaç vardır. Verilerin düzenli şekilde ve değişik derinliklerde, her mevsimi ihtiva edecek şekilde toplanması gerekir. Aynı zamanda modelin kullanılacağı gölün hidrodinamiğinin çok iyi bilinmesi gerekir. Bu verilerin bilgisayara yüklenmesi ve veri dosyalarının hazırlanması da ayrı eğitim isteyen bir husustur. Bu programların Eğirdir Gölüne doğrudan doğruya tatbik edilmesi uzun süreli ve detaylı bilgi birikimini gerektirmektedir. Bu bilgi bankasının hazırlanması için gerekli ilk bilgi bankası (database-data bank) çalışmaları Çevre Bakanlığı tarafından yürütülen "Göller Bölgesi Projesi " ile başlatılmıştır. Gerekli bilgilerin, sıhhatli bir şekilde toplanması için zamana ve ekonomik desteğe ihtiyaç vardır.

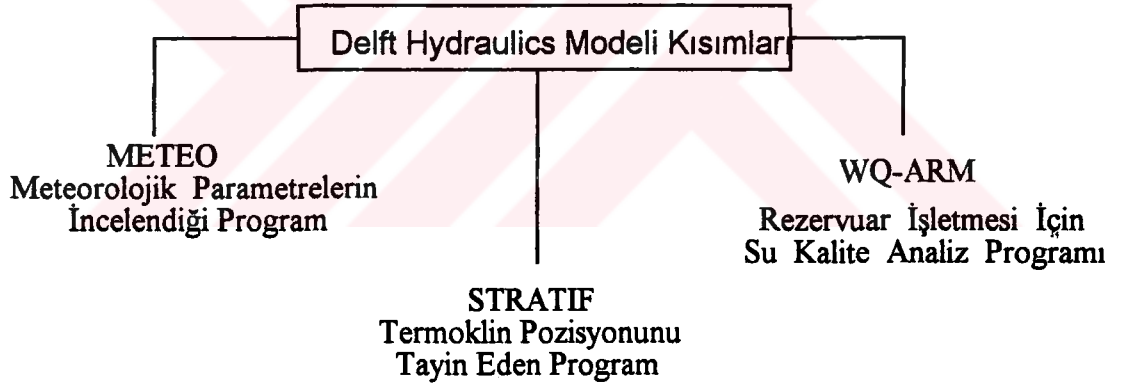
Bu bilgi birikimi gölde kurulacak merkezi bir laboratuvar ve sene boyunca değişik derinliklerden ve istasyonlardan alınacak numunelerin düzenli analizi ile mümkün olabilir. Daha önce gölde yapılan çalışmalar ve projede yapılan çalışmalarda toplanan bilgiler gözönüne alındığı zaman, daha az veri isteyen, toplanan verilerin daha kolaylıkla bilgisayara yüklenebileceği bir modele ihtiyaç duyulduğu aşikardır. Bu amaçla Amazon rezervuarında kullanılmak üzere geliştirilen Delft Hydraulics Modeli incelenmiştir.

6.3.2.5. DELFT Hydraulics Modeli

DELFT Hydraulics tarafından Amazonlardaki rezervuarların su kalitesi çalışmaları sırasında daha az veri isteyen ve daha kolay bilgisayar girdisi sağlayan WQ -ARM, METEO ve STRATIF Modelleri hazırlanmıştır. Delft Hydraulics modeli, WASP4 ve QUAL2E 'ye nazaran daha basit ve az parametre ihtiva eden bir modeldir. METEO ve STRATIF kısımlarında enerji korunumu prensiplerinden hareket edilerek gölün denge sıcaklığı ve termoklin pozisyonu tayini yapılmaktadır.

Eğirdir Gölü için model kurma aşamasında DELFT Hydraulics 'e ait bu modeller incelenmiş, WASP4 ve QUAL2E modelleri ile karşılaştırma yapılarak yeni bir model geliştirilmiştir.

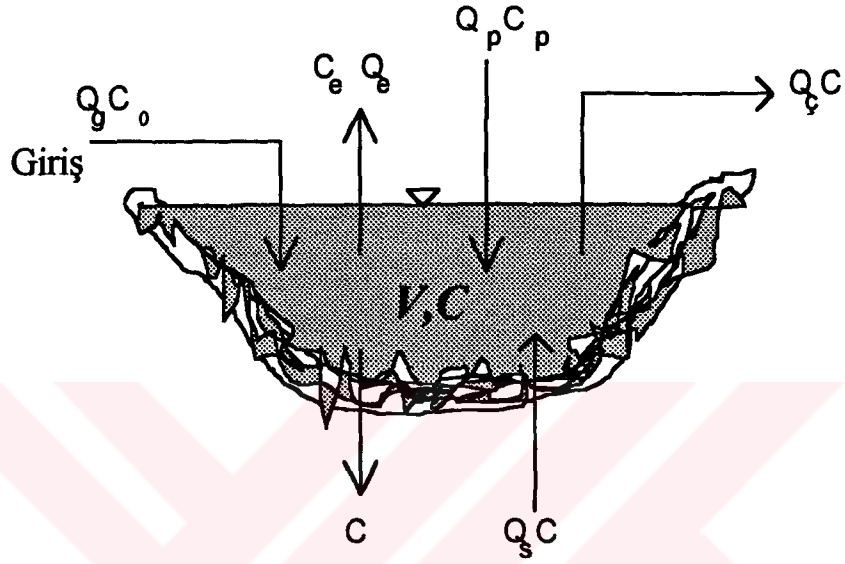
Delft Hydraulics modelinin ana kısımları Şekil 6 -10 da gösterilmiştir.



Şekil 6 -10 : Delft Hydraulics Modeli Kısımları

6.3.3. Ötrofikasyon Modeli (GMODEL) Kütle Korunumu Denklemleri

6.3.3.1. Tam Karışım Göl Kütle Korunma Denklemi



Şekil 6 -11: Tam Karışım Göl Modeli

$$\begin{array}{cccccc}
 \frac{V \cdot (dc/dt)}{\text{Biriken miktar}} = & \frac{Q_g C_o}{\text{Giren kütle}} + & \frac{Q_p C_p}{\text{Yağmurla giren kütle}} - & \frac{Q_c C}{\text{Çıkıştan giden kütle}} - & \frac{Q_s C}{\text{Göl altına sızan kütle}} - & \frac{\dot{Q}}{\text{Göl çamuruna çökelen kütle}} \\
 & & & & & \\
 & & - \frac{Q_e C_e}{\text{Buharlaşımayla uzaklaştırılan kütle}} & \pm & \frac{V}{\text{Reaksiyonla değişen kütle miktarı}} &
 \end{array} \quad (6.25)$$

- V = Göl hacmi
 C = Tam karışmalı göl konsantrasyonu
 C_o = Giriş konsantrasyonu
 C_e = Buharlaşma ile taşınan sıvı konsantrasyonu = 0
 C_P = Yağmurdaki madde konsantrasyonu
 Q_g = Giriş debisi
 $Q_ç$ = Çıkış debisi
 Q_e = Buharlaşma debisi
 Q_P = Yağmur debisi
 Q_w = Göl altına sızma debisi (düdenler vs)
 $Ç$ = Göl çamuruna çöken kütle
 r = Reaksiyon hızı

Göl tam karışmalı kabul edildiği için göl içindeki C konsantrasyonunun çıkış suyunda da aynı olduğu kabul edilmiştir. $C_e=0$, $Ç=0$ kabul edilirse

$$V (dc/dt) = Q_g C_o + Q_P C_P - (Q_s + Q_ç) C \pm V.r \quad (6.26)$$

$$dc/dt = (Q_g / V) C_o + (Q_P / V) C_P - [(Q_s + Q_c) / V] C \pm r$$

$$\begin{aligned}
 [C(I+1) - C(I)] / t = & [Q_g(I) C_o(I)] / V(I) + [Q_P(I) C_P(I)] / V(I) \\
 & - [(Q_s(I) + Q_c(I)) / V(I)] C(I) \pm r \quad (6.27)
 \end{aligned}$$

Denklem (6.27) nin bilgisayar programında kullanılabilmesi için (r) teriminin tarif edilmesi gerekir. (r) teriminin birinci derece bir reaksiyon olma halinde :

$$r = -k V C \quad (6.28)$$

aşağıdaki çözümler elde edilir.

6.3.3.2. Tam Karışım Göl Modeli - Birinci Derece Denklem

Tam karışım bir gölde çökelme, asimilasyon vb. yollarla giderilme birinci derece bir reaksiyon olarak farz edilirse, aşağıdaki kütle korunumu denklemi yazılabilir.

$$\frac{V (dC/dt)}{\text{Biriken miktar}} = \frac{Q C_o}{\text{Giren miktar}} - \frac{Q C}{\text{Çıkan miktar}} - \frac{kVC}{\text{Çökelme ve asimilasyonla giderilen miktar}} \quad (6.29)$$

Denklem (6.29), $t=0$, $c=0$ kabul edilerek entegre edilirse

$$C(t) / C_o = [1 / (1+k t_r)] [1 - e^{-(k+1/t_r) t}] \quad (6.30)$$

$$t_r = \frac{V}{Q}, \text{ suyun gölde kalma müddetidir.}$$

Denklem (6.30), göl denge haline gelmeden evvelki durumu ifade eder. Denge hali konsantrasyonu C_{eq} , $dc/dt = 0$ kabul edilerek bulunur.

$$\frac{C_{eq}}{C_o} = \frac{1}{1 + (k \cdot t_r)} \quad (6.31)$$

Denge konsantrasyonunun belli bir yüzdesine erişebilmek için gerekli zaman t_α

$$t_\alpha = - t_r \ln (1-\alpha) / [1 + (k \cdot t_r)] \quad (6.32)$$

$$\frac{C(t)}{C_{eq}} = \alpha \quad (6.33)$$

Tam karışımli bir gölde $t=0$ anındaki besi maddesi konsantrasyonu C_1 ise ve göle devamlı beslenen besi maddesi yoksa ($QC_o = 0$),

Denklem (6.29) dan,

$$dc/dt = - (k + t_r^{-1}) C \quad (6.34)$$

Denklem (6.34) herhangi bir t zamanına kadar entegre edilirse,

$$\frac{C(t)}{C_1} = e^{-\left(\frac{k+1}{t_r}\right)t} \quad (6.35)$$

Denklem (6.35) $t=0$ anında C_1 konsantrasyonunda olan besi maddesinin zaman geçtikçe azalmasını veren denklemdir.

Başlangıç besi maddesi konsantrasyonunun ($C(t) / C_1 = 1-\alpha$) değerine erişebilmesi için gerekli zaman denklem (6.32) kullanılarak hesaplanabilir.

Vollenweider ve Dillion, Larsen ve Mercier ve diğer araştırmacılar, tam karışmalı büyük göllerde fosfor konsantrasyonunun hesaplanmasında bu denklemleri kullanmışlardır. Aynı denklemler O'Connor ve Mueller tarafından göllerdeki klorür konsantrasyonunu modellemek için kullanılmıştır.

6.3.3.3 Fosfor - Azot Kütle Korunumu Denklemleri

Vollenweider (1969) fosfor kütle korunumu denklemi [25];

$$dp/dt = I_p / V - s \cdot P - r \cdot P \quad (6.36)$$

Gölde çöken
P miktarı

Gölden senede
atılan P

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

$$I_P = I_{PL} + I_{PP} + I_{PW} \quad (6.37)$$

$$r = \frac{Q_{out}}{V} \quad (6.38)$$

Q_{out} = Gölde senede atılan su miktarı, L / sene

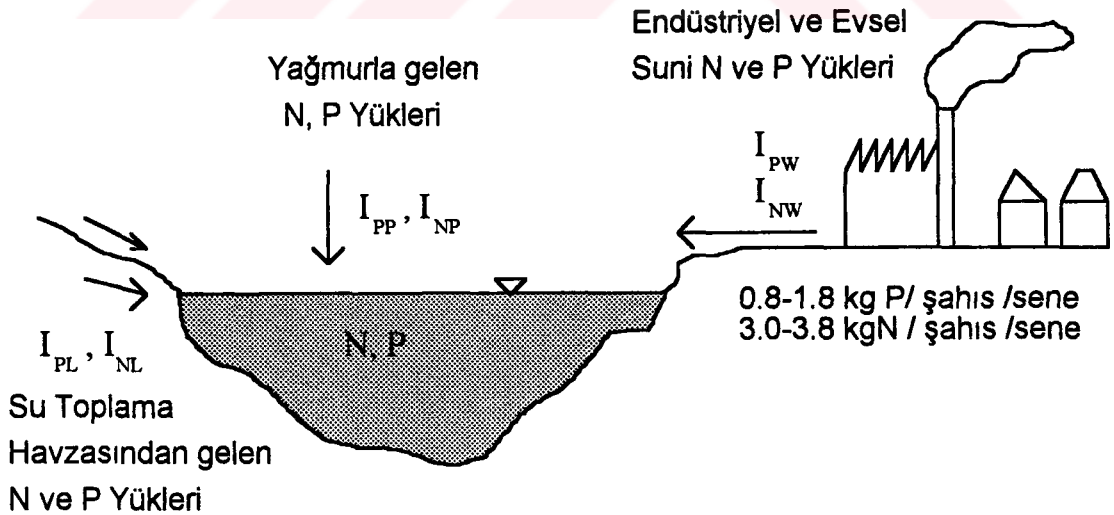
Denklem analitik olarak çözülebilir.

$$P = [I_P / (V(s+r))] - [1 - (V(s+r)P_o / I_P)] e^{-(s+r)t} \quad (6.39)$$

Kararlılık hali çözümü ($t \rightarrow \infty$)

$$P = I_P / [V(s+r)] \quad (6.40)$$

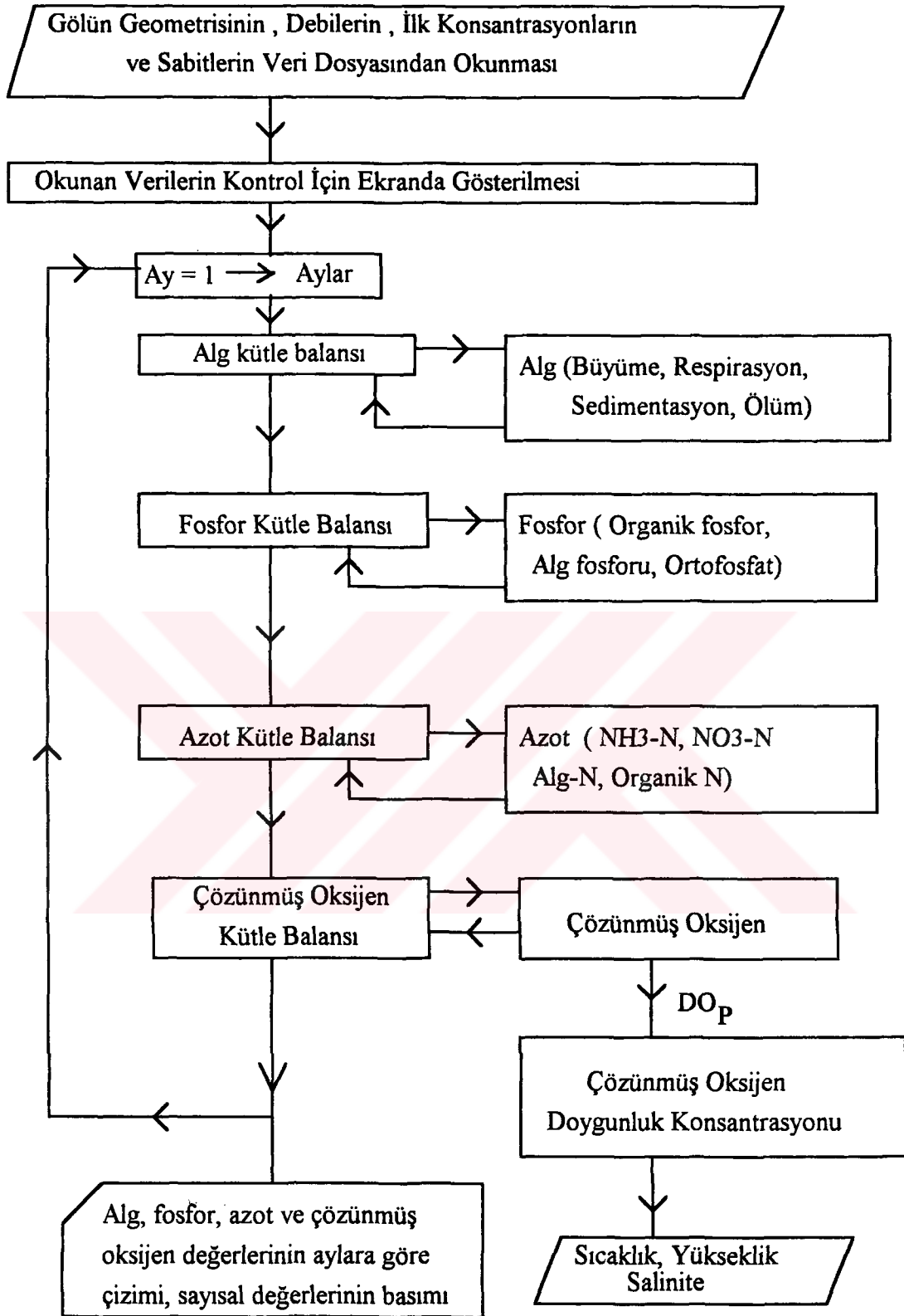
olarak elde edilir. Aynı denklem takımı N için de yazılabilir. Göllere gelen P ve N yükleri ve yukarıdaki denklemlerde bahsedilen notasyonlar Şekil 6 -12 de gösterilmiştir.



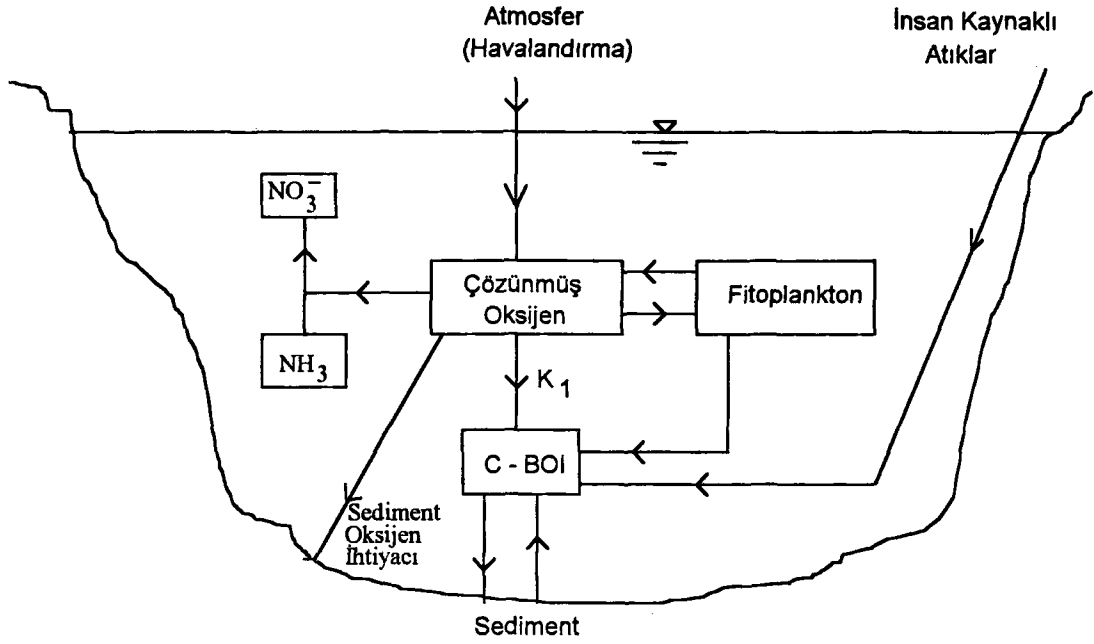
Şekil - 6.12 : Göle Gelen Azot (N) ve Fosfor (P) Yükleri

Kütle korunumu (6.25-6.27) denklemleri gölde kütle korunumu yapılan fosfat, nitrat, çözünmüş oksijen, klorür iyonu gibi herhangi bir madde için yapılabilir. Şayet ele alınan madde klorür iyonu gibi bir reaksiyona girmiyorsa, denklem (6.25) de $r=0$ alınır ve denklem (6.25) maddenin göle karışmasıyla ve atılmasıyla ilgili bir hidrolik denkleme dönüşür. Fosfat, nitrat, çözünmüş oksijen gibi korunamayan maddelerin göl içindeki konsantrasyonları çeşitli ve karmaşık reaksiyonlarla değişir. Besi maddelerinin ve çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının değişmesini inceleyen ana program ve yan programların akım şeması Şekil 6-13 de verilmiştir.

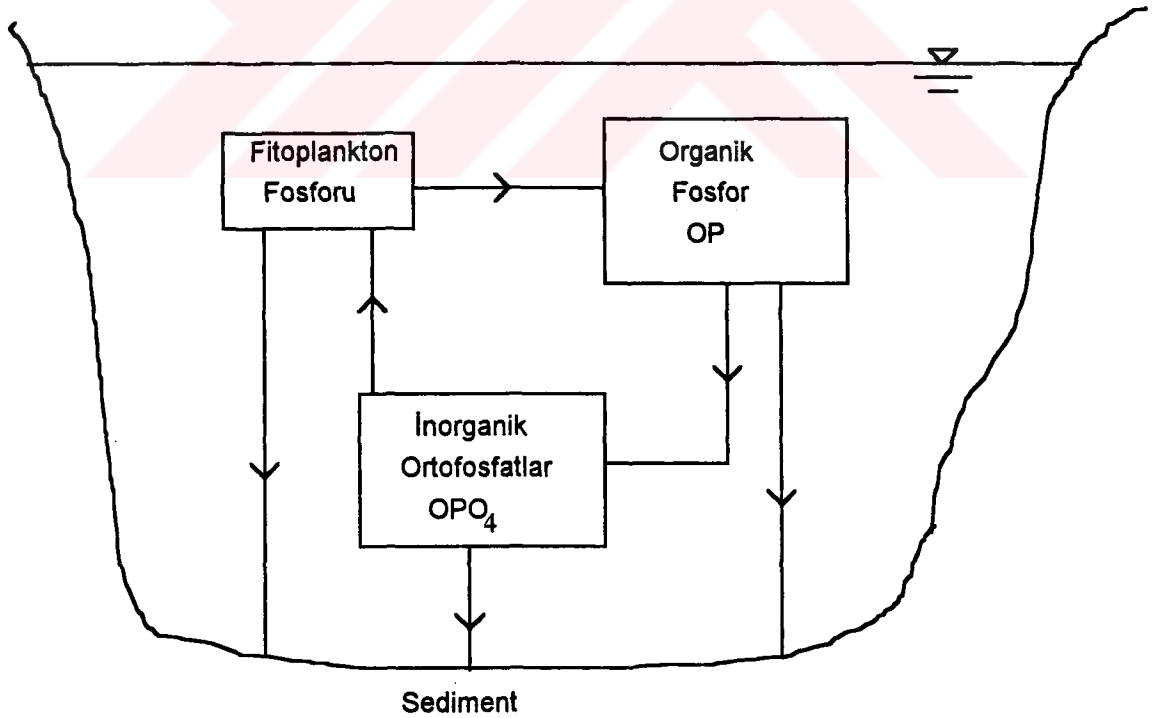




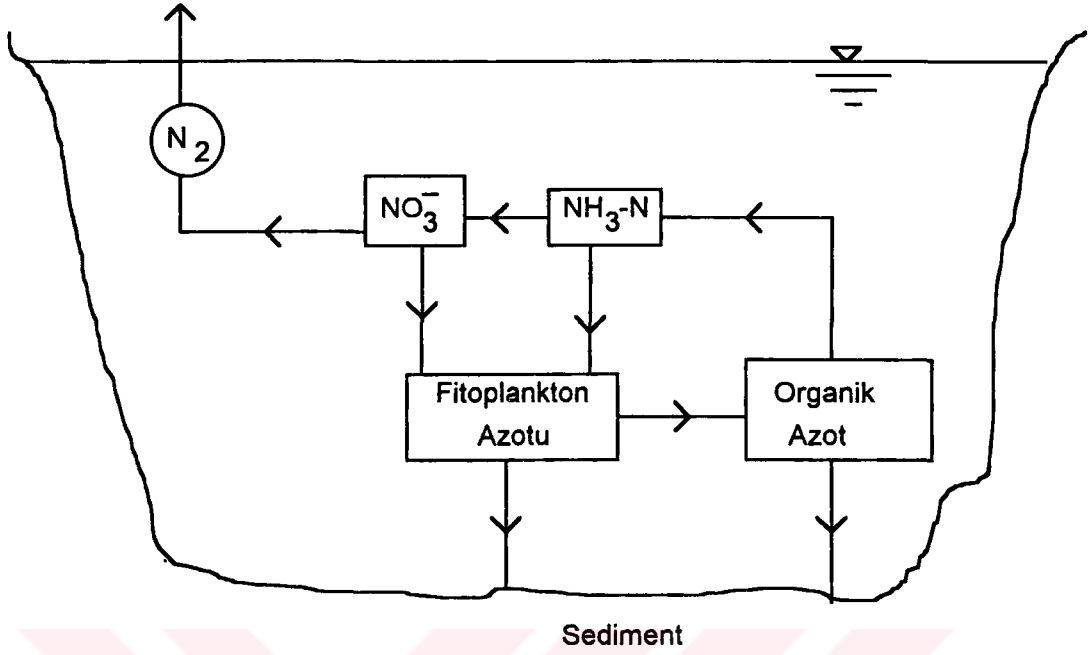
Şekil 6 -13 : Alg Fosfor,Azot ve Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonları Programlarının ilişkilerini Gösteren Akım Şeması



Şekil 6 -14 : Göllerde Çözünmüş Oksijen Dengesi

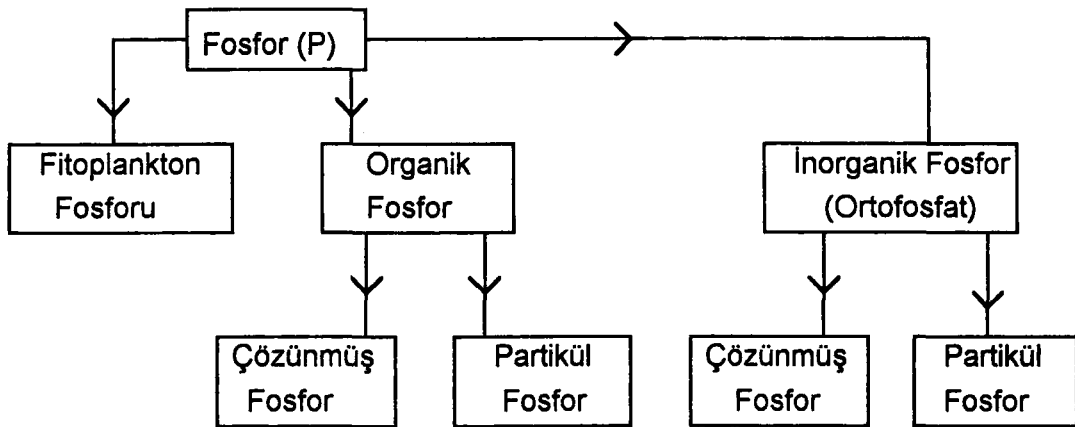


Şekil 6 -15 : Göllerde Fosfor Dengesi

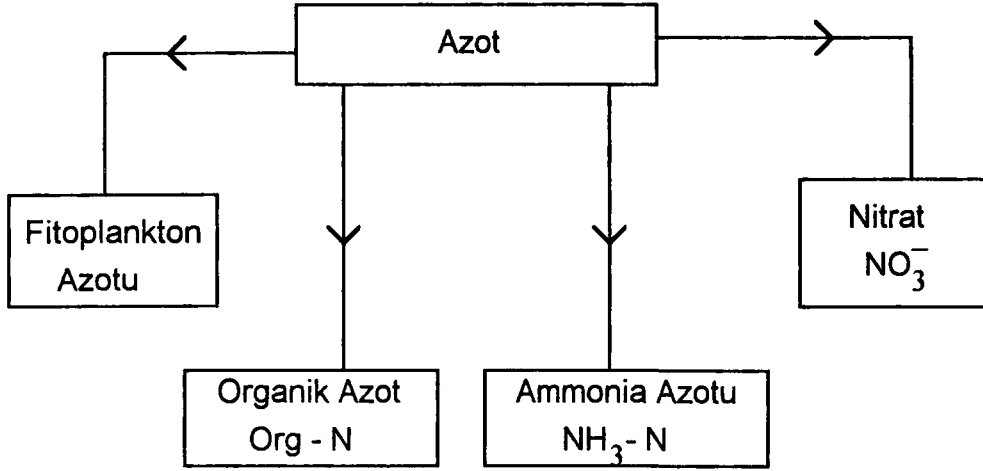


Şekil 6 -16 : Göllerde Azot Dengesi

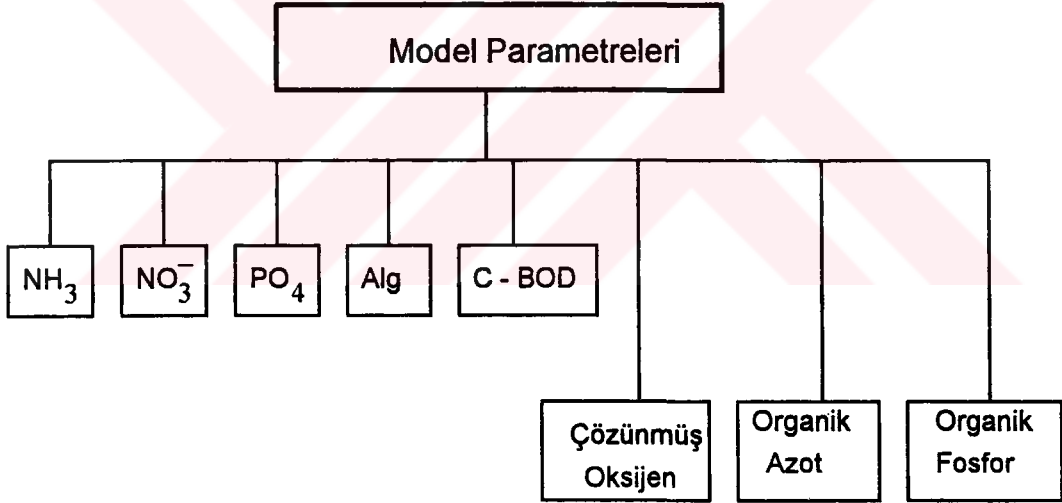
Veri dosyası örneği ekte sunulmuştur. Veri dosyası her hangi bir yazılım programı (Wordstar, Wordperfect) veya editör programı (Norton Editör) kullanılarak yazılabilir. Veri dosyasının ASCII dosyası olarak saklanması gerekir. Programda kullanılan parametreler aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 6 -17 : Fosfor Bileşikleri



Şekil 6 -18 : Azot Bileşikleri



Şekil 6 -19 : Model Parametreleri

6.3.4. ÖTROFİKASYON MODELİ (GMODEL) AÇIKLAMASI

Göl hacmindeki değişimleri verecek bir denklem aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\Delta V = Q_{\text{giriş}} + Q_{\text{kaynak}} - Q_{\text{çıkış}} - Q_{\text{kayıp}} + Q_{\text{yağış}} - Q_{\text{buhar}} \quad (6.41)$$

ΔV = Göl hacmindeki değişimler, m^3

$Q_{\text{giriş}}$ = Giriş debisi, m^3 / ay

Q_{kaynak} = Gölü besleyen kaynak debileri, m^3 / ay

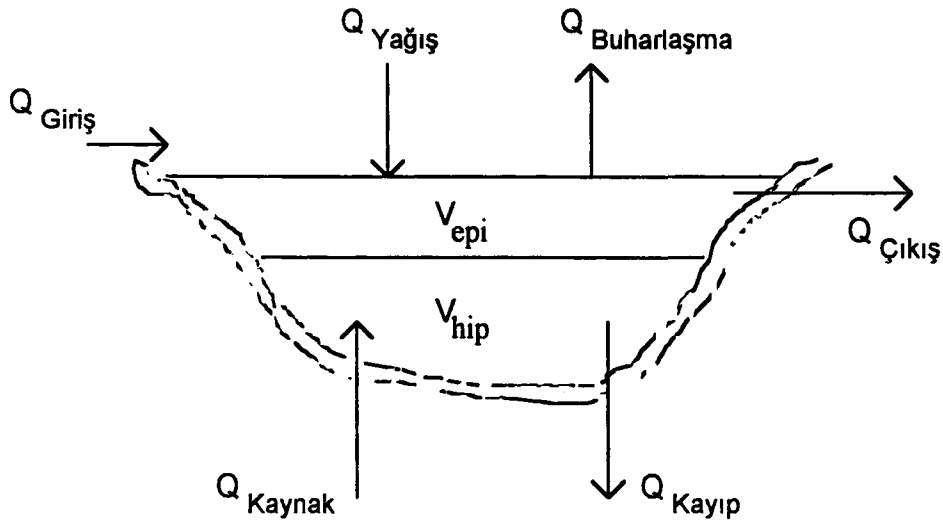
$Q_{\text{çıkış}}$ = Gölden çekilen veya çıkan debi, m^3 / ay

$Q_{\text{kayıp}}$ = Düdenler ve benzeri yollarla gölden uzaklaşan su debisi, m^3 / ay

$Q_{\text{yağış}}$ = Yağışla göle gelen debi, m^3 / ay

Q_{buhar} = Buharlaştırma yoluyla gölden kaybolan miktar, m^3 / ay

Şekil 6 -20 de matematik modelde kullanılan göle giriş ve çıkış debileri gösterilmiştir.



Şekil 6 -20 : Ötrofikasyon Modelinde Göle Giren ve Çıkan Su Debileri

Göl hacmindeki değişimler (ΔV), artı veya eksi değerde olabilir. Göl su bilançosu neticesinde elde edilen bilgilere göre denklem (6.41) ($Q_{giriş} + Q_{kaynak}$) ve ($Q_{çıkış} + Q_{kayıp}$) gibi ayrı iki terim olarak basitleştirilebilir. Denklem aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\Delta V(i) = Q_g(i) - Q_ç(i) + Q_p(i) - Q_e(i) \quad (6.42)$$

(i) indeksi gün, ay veya sene olarak alınabilir. Bu programda ay kullanılmıştır. Her ayın hacim değişmesi bir önceki göl hacmiyle toplanarak, aylık göl hacim değerleri elde edilir.

$$V(i) = V(i-1) + \Delta V(i) \quad (6.43)$$

Eğirdir Gölü 'nde yapılan ölçümler gölde tabakalaşma olmadığını göstermektedir. Ancak Ötrofikasyon Modeli (GMODEL) veri dosyalarında verilebilecek değişik V_{epi}/V oranları ile tabakalı ve tabakasız göl yaklaşımı ile çalıştırılabilir. Eğirdir Gölü için bu oran 1 alınarak tabakasız göl kabulü yapılmıştır. GMODEL programı veri dosyasında (V_{epi} / V) <1 olarak verildiğinde gölde tabakalaşma olduğunu kabul ederek hesaplama yapar. Bu durumda epilimniyon tabaka kalınlığının bilinmesiyle, aylık epilimniyon [$V_{epi}(i)$] ve hipolimniyon hacimleri [$V_{hyp}(i)$] bulunur.

Aylık epilimniyon hacim değerleri, epilimniyondaki fosfor (P_{epi}) ve nitrat (NO_{3epi}) konsantrasyonlarını hesaplamakta kullanılır.

$$P_{epi} = [LP(i)/V_{epi}(i)] (1 \times 10^6 / 30) - [Q_ç(i)/V_{epi}] (P/30) - K_p/Alg (\Delta Alg) \quad (6.44)$$

- V = Gölün toplam hacmi (m^3)
 V_{epi} = Göldeki epilimniyon tabakası hacmi (m^3)
 P_{epi} = Epilimniyondaki günlük fosfor konsantrasyonu artması veya azalması, $mg / l / gün$
 $LP(i)$ = Epilimniyona giren günlük toplam fosfor yükü, $ton P / ay$
 P = Göldeki fosfor konsantrasyonu, mg / l
 $Q_{ç}(i) / V_{epi}$ = Gölden günde atılan fosfor miktarı, $mgP / gün$ ($Q_{ç}(i)$, $m^3 / gün$ cinsinden verilmiştir)
 $K_{P/Alg}$ = Alg tarafından kullanılan fosfor miktarını belirten katsayı
 ΔAlg = Günlük üretilen net alg miktarı

Günlük net üretilen alg farkı ΔAlg , toplam üründen, çökeltme ve solunum yoluyla kaybolan alg çıkartılarak bulunur.

$$\Delta Alg = \text{Toplam ürün} - \text{Çökelen Alg} - \text{Solunum} \quad (6.45)$$

Denklem (6.44) e benzer şekilde epilimniyondaki toplam inorganik azot konsantrasyonu hesaplanır.

$$NO3_{epi} = [L_{NO3}(i) / V_{epi}(i)] (1 \times 10^6 / 30) - [Q_{ç}(i) / V_{epi}] (NO3 / 30) - K_{NO3 / Alg} (\Delta Alg) \quad (6.46)$$

$L_{NO3}(i)$ = Göle giren toplam inorganik azot yükü ($ton NO3 / ay$)

$NO3(i) / V_{epi}(i)$ = Gölden günde çıkan toplam inorganik azot miktarı, ($kgNO3 / ay$)

Yaz ayları süresince hipolimniyondaki biriken fosfor ve toplam inorganik azot konsantrasyonları aşağıdaki denklemlerle bulunur.

$$P_{hip} = P_{hip} + (K_{hipP}) [(\text{Çökelen Alg}) \cdot (U) V_{epi} / V_{hip}] \quad (6.47)$$

$$NO3_{hip} = NO3_{hip} + (K_{hip}NO3) [(\text{Çökelen Alg}) \cdot (U) V_{epi} / V_{hip}] \quad (6.48)$$

K_{hipP} ve K_{hipNO3} hipolimniondaki fosfor ve toplam inorganik azot sabitleridir. Denklem (6.47) ve (6.48) e göre tabakalaşma mevsiminde hipolimniondaki fosfor ve azot artmaları, epilimniondan çöken algten dolayıdır.

Yaz ayları bitiminde göldeki tabakalaşmanın sona erdiği, epilimnion ve hipolimnion tabakalarının birbirleriyle karıştığı farz edildi. Bu durumda göldeki karışım sonucu ortaya çıkan yeni alg, azot ve fosfat konsantrasyonları aşağıdaki denklemlerden hesaplanabilir.

$$P = [V_{epi(i)}(P) + V_{hip(i)} (P_{hip})] / V(i) \quad (6.49)$$

$$NO3 = [V_{epi(i)}(NO3) + V_{hip(i)} (NO3_{hip})] / V(i) \quad (6.50)$$

Programın kış aylarındaki alg, nitrat ve fosfat konsantrasyonlarını hesaplayan kısmına denklem (6.49) ve (6.50) den elde edilen konsantrasyon değerleri ile girilir.

Kış ayları boyunca toplam inorganik fosfor ve toplam inorganik azot konsantrasyonları aşağıdaki denklemler vasıtasıyla bulunur.

$$P_{epi} = [LP(i) / V(i)] (1 \times 10^6 / 30) - [Q_{\text{ç}}(i) / V(i)] (P / 30) - K_{P/Alg} \times \Delta Alg + K_{WP} \times U \times \text{Çökelen Alg} \quad (6.51)$$

$$NO3 = [LNO3(i) / V(i)] (1 \times 10^6 / 30) - [Q_{\text{ç}}(i) / V(i)] (NO3 / 30) - K_{NO3 / Alg} \times \Delta Alg + K_{WNO3} \times U \times \text{Çökelen Alg} \quad (6.52)$$

PLANKTON ALT PROGRAMI DENKLEMLERİ

Maksimum özgül büyüme hızının sıcaklığa göre düzeltilmesi (G_{maxT}) aşağıdaki denkleme göre yapılmıştır.

$$G_{maxT} = G_{max} \theta^{(t^{\circ}C - 20)} \quad (6.53)$$

Sıcaklık düzeltme katsayısı θ , veri dosyasında 1.068 (birimsiz) olarak alınmıştır.

Derinlik ortalaması alınmış alg üremesini azaltma faktörü (GI) aşağıdaki WASP (Water Analysis Simulation Program) modelinde kullanılan denklem vasıtasıyla hesaplanmıştır.

$$GI = [e \cdot f(i) / H \cdot K_e] [e^{-\phi} e^{-K_e H} - e^{-K_e H}] \quad (6.54)$$

Denklem (6.54) ün basitleştirilmiş şekli aşağıda gösterilmiştir.

$$GI = [e \cdot f(i) / K_e(H)] (1 - e^{-\phi}) \quad (6.55)$$

Denklem (6.54) ve (6.55) de,

$f(i)$ = Gündüz saatleri oranı

ϕ = $I_O(i) / I_{OPT}$

Besi maddesi sınırlaması faktörünün (GN), hesaplanması denklem (6.56) da gösterilmiştir.

$$GN = (\mu_{maxP}) (\mu_{maxNO_3}) \quad (6.56)$$

$$\mu_{\max P} = P / (P + K_P) \quad (6.57)$$

$$\mu_{\max NO_3} = NO_3 / (NO_3 + K_{NO_3}) \quad (6.58)$$

K_P = Fosfat Michalis-Menten katsayısı (mgP/l)

K_{NO_3} = Azot Michalis-Menten katsayısı (mgNO₃/l)

Günlük fotosentez ürünü (microgram klorofil-a/L)

$$G_{Pr} = (G_{\max T} \times GI \times GN) \times Alg \quad (6.59)$$

Günlük solunum :

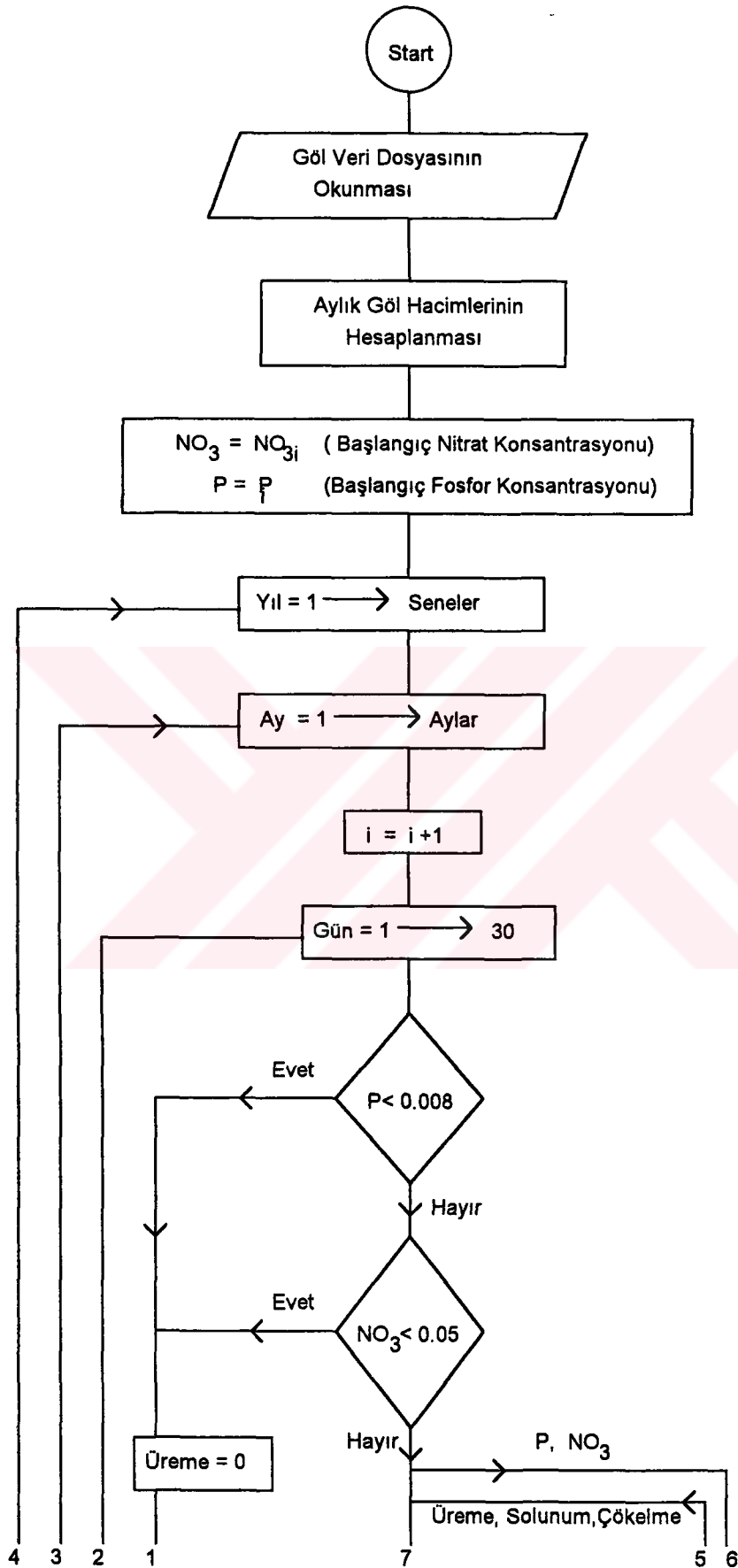
$$Resp = (K_{resp} \times G_{\max T}) \times Alg \quad (6.60)$$

Günlük Alg Çökmesi :

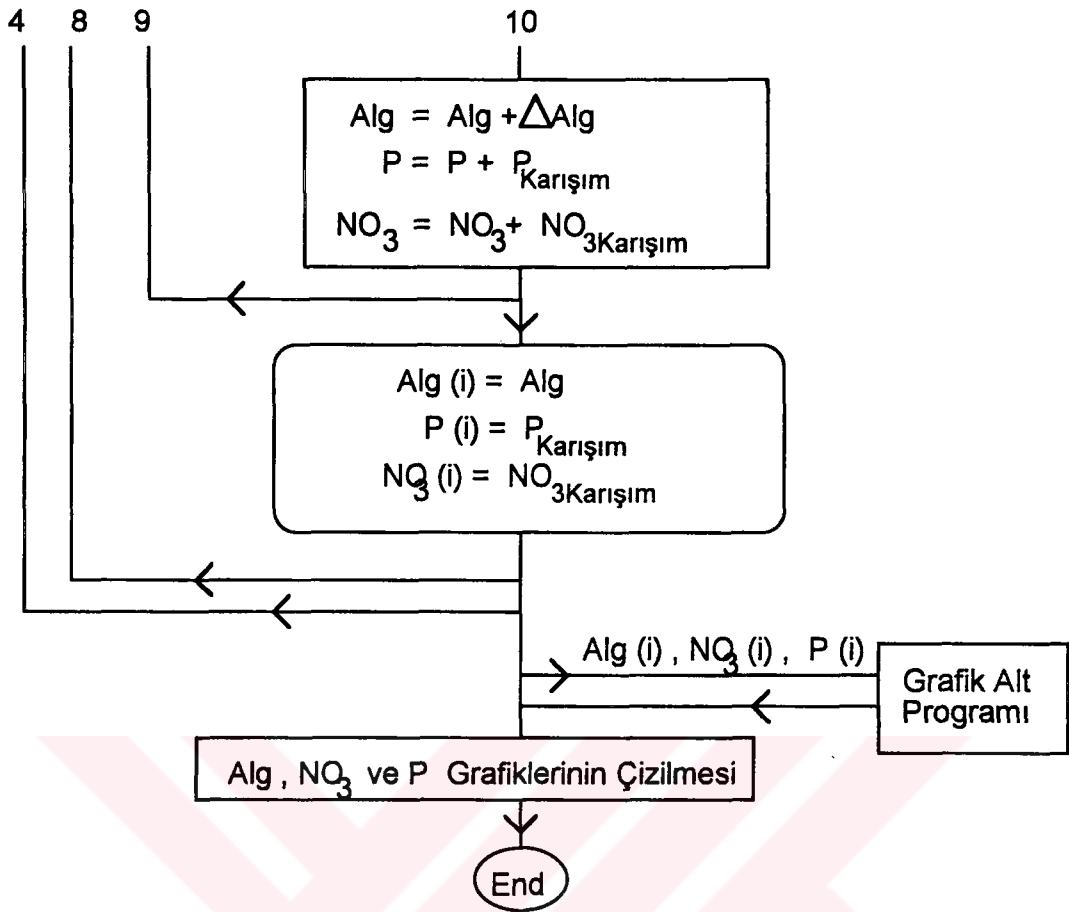
$$\text{Çökelen Alg} = K_{sed} \times Alg \quad (6.61)$$

bulunur.

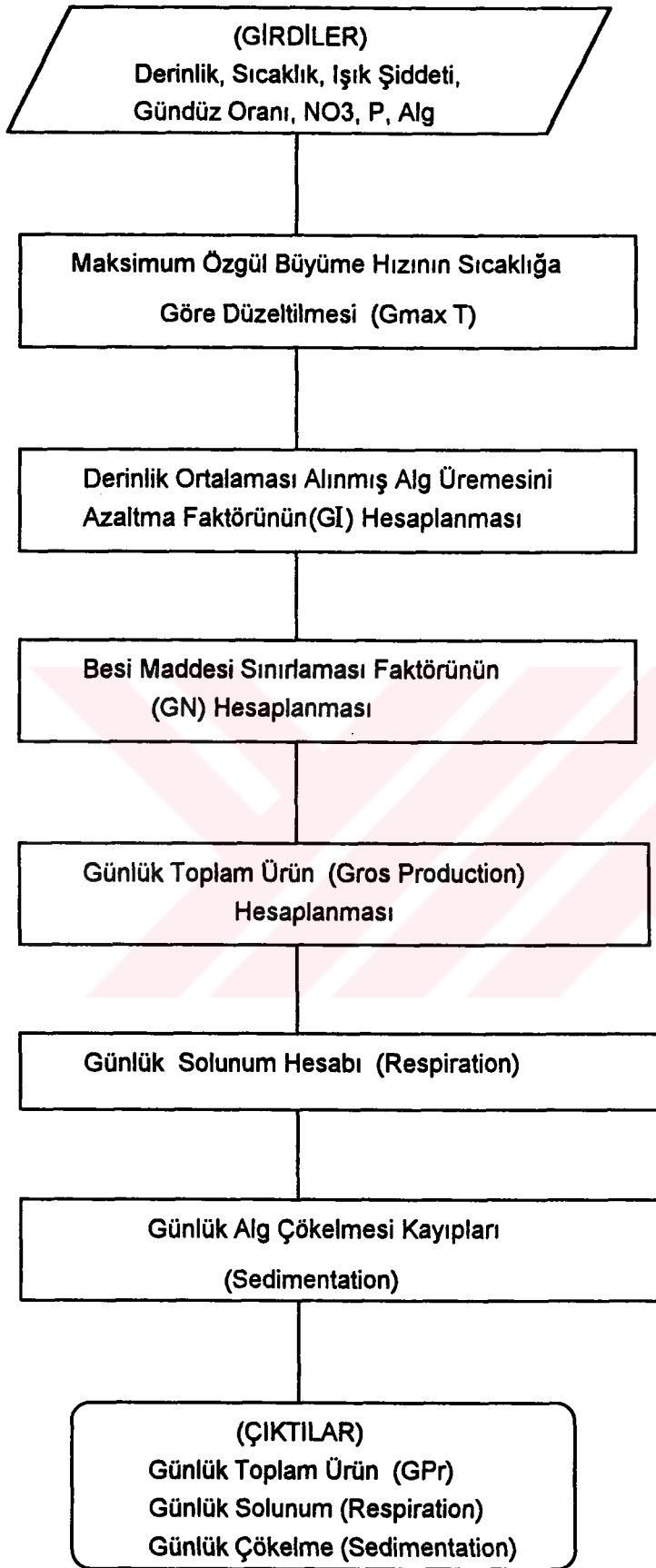
Basitleştirilmiş Ötrofikasyon Programı (GMODEL) akım şeması ve plankton alt programı Şekil 6 -21 ve Şekil 6 -22 de verilmiştir.



Şekil 6-21 in devamı:



Şekil 6 -21 : Basitleştirilmiş Ötrofikasyon Programı Akımı Şeması



Şekil 6 -22 : Plankton Alt Programı Akım Şeması

BÖLÜM 7. ÖTROFİKASYON MODELİNİN (GMODEL) EĞİRDİR GÖLÜ'NE UYGULANMASI

7.1. Ötrofikasyon Modeli (GMODEL) Kalibrasyon ve Verifikasyon Veri Dosyalarının Hazırlanması

Bölüm 6 'da açıklanan ötrofikasyon modeli Eğirdir Gölü için ayrı ayrı kalibrasyon veri dosyaları yazılarak kalibre edilmiştir. Model kalibrasyonu için lüzumlu girdilerden göl hacmi, göl yüzey alanı, debiler gibi değerler göllerin havza bazında incelendiği Bölüm 2 deki ilgili su bilanço tablolarından alınmıştır.

Solar Radyasyon (S_{min} , S_{max}) değerleri kalibrasyon ve verifikasyon safhasında enlem derecesine bağlı olarak her göl için Tablo 7 -1 den alınmıştır. Gündüz saatleri süresi ise Şekil 7 -1 kullanılarak veri dosyasına işlenmiştir. Güneşlenme müddetleri ve sıcaklıklar Bölüm 2 de göl için ayrı ayrı verilen meteorolojik ölçüm bültenlerinden alınmıştır.

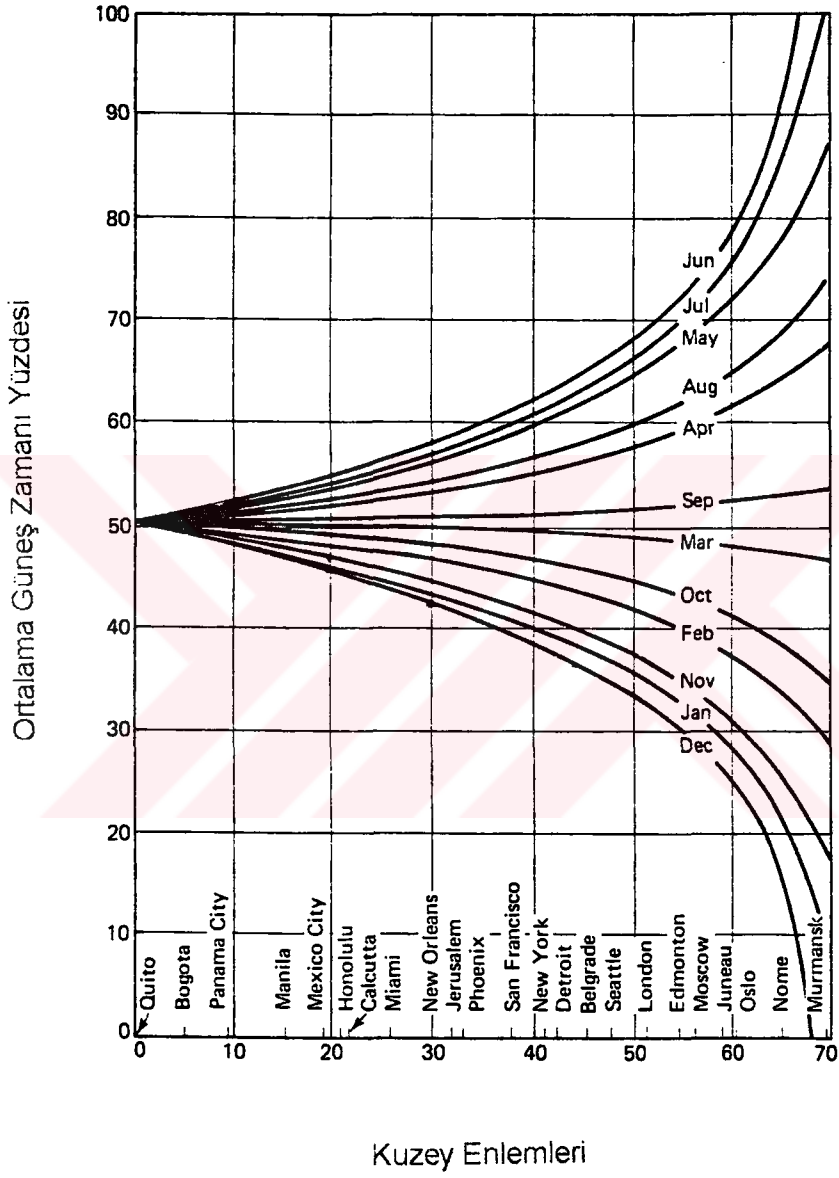
Programın icrası esnasında başlangıç şartlarını tamamlayabilmek için kullanılan alg konsantrasyon değeri, kalibrasyon yılı için hiç bir gölde eldeki mevcut analiz ve raporlarda bulunamamıştır. Bu yüzden 1992 yılında yapılan göl analizlerindeki alg konsantrasyonları, başlangıç konsantrasyonları olarak kabul edilmiştir. Azot ve fosfor için başlangıç konsantrasyonları kalibrasyon yılına ait analizlerden ilk aya ait olan değerler alınarak girilmiştir.

Yıllık azot ve fosfor yükü değerleri olarak TÜBİTAK ÇAĞ-45 raporlarında belirtilen yük değerleri kabul edilmiştir. Söz konusu yük değerlerinin hatalı yada eksik bulunanları düzeltilmiş ve bu şekliyle model kalibrasyon veri

Tablo 7 -1 : Deniz Seviyesindeki Yerler İçin Solar Radyasyon (langleys/gün)

Kuzey Enlemler		Aylar											
Degree	Range	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	max	295 088	298 700	271 708	268 889	249 046	238 026	228 030	222 086	210 090	205 084	204 093	203 087
0	min	210 080	210 083	208 028	188 462	182 489	101 274	157 286	167 432	207 033	203 030	202 043	198 027
2	max	290 070	293 083	271 708	267 097	253 055	241 042	244 046	238 073	228 093	222 088	221 088	219 040
2	min	206 060	212 080	204 034	188 464	184 484	108 288	141 276	160 442	208 031	208 023	198 028	199 005
4	max	244 050	259 089	270 704	260 701	250 085	247 058	250 057	238 078	229 095	220 080	214 050	214 024
4	min	200 040	208 043	202 032	187 458	187 492	112 300	140 285	171 440	204 029	198 013	194 019	193 040
6	max	239 030	264 075	268 702	270 705	262 078	252 066	268 069	261 083	250 087	236 070	219 034	220 010
6	min	183 020	199 030	200 030	188 467	189 000	110 310	150 295	172 452	202 024	191 050	180 494	179 480
8	max	230 010	249 083	267 700	270 706	260 088	258 078	260 080	263 086	267 095	252 082	234 018	231 090
8	min	187 495	192 010	198 023	185 467	191 008	124 320	164 408	174 450	200 018	188 488	182 478	180 440
10	max	223 006	244 055	264 094	271 711	270 094	262 086	265 090	268 093	268 093	248 050	228 005	226 070
10	min	179 478	184 482	192 013	183 464	192 012	126 330	168 414	176 460	198 010	181 474	176 482	162 420
12	max	211 012	238 048	262 090	271 710	278 096	267 700	268 710	267 087	264 081	244 040	221 085	217 050
12	min	172 458	178 479	198 000	181 462	193 018	133 343	161 421	170 464	193 002	178 462	168 448	164 408
14	max	208 005	233 030	268 080	271 708	278 710	272 710	273 708	269 700	262 088	240 027	214 067	208 038
14	min	183 430	187 480	184 487	179 480	184 434	137 354	164 429	172 487	188 498	170 448	162 430	148 380
16	max	208 020	228 010	268 070	272 707	279 716	276 710	277 718	270 705	260 084	236 016	208 054	200 020
16	min	184 400	180 439	188 473	177 458	194 439	141 393	167 436	172 460	188 488	164 434	154 410	138 380
18	max	193 018	220 080	268 084	271 708	280 723	280 726	280 726	272 700	258 080	232 028	198 038	182 006
18	min	164 400	180 410	174 460	174 452	184 430	148 370	170 445	172 471	180 476	162 410	148 380	128 340
20	max	183 005	213 075	268 052	271 703	284 730	284 736	282 726	272 706	252 074	224 008	182 008	162 000
20	min	134 380	140 390	160 440	170 447	180 432	140 383	172 450	172 472	170 487	150 400	130 370	120 370
22	max	176 480	208 040	261 044	270 701	280 734	280 747	280 738	273 707	248 080	218 082	182 008	172 480
22	min	121 328	132 370	182 420	187 448	198 030	182 388	173 454	178 472	174 488	143 380	128 380	110 300
24	max	160 480	200 040	260 080	268 087	280 736	280 743	280 743	273 708	244 088	212 088	178 480	161 440
24	min	111 310	128 340	160 410	184 435	191 020	180 405	170 458	174 471	168 463	138 360	118 320	101 280
26	max	158 460	182 330	220 018	260 080	280 741	282 740	280 748	273 704	240 082	208 082	168 480	148 420
26	min	98 360	114 310	140 380	180 425	180 015	158 409	177 463	172 468	160 420	128 332	108 360	90 360
28	max	148 400	184 310	224 052	264 083	280 743	284 744	280 748	272 704	236 038	198 037	167 448	138 400
28	min	87 350	106 390	142 373	180 410	187 005	161 410	170 407	160 460	164 410	120 310	90 270	80 330
30	max	136 400	170 480	210 087	261 070	280 744	280 768	280 750	271 702	231 020	192 024	148 420	128 380
30	min	70 320	90 380	134 382	181 489	184 489	162 423	170 489	168 482	167 390	113 290	90 280	70 210
32	max	126 380	165 470	212 078	258 083	280 744	280 772	280 761	268 706	226 016	186 010	138 400	114 380
32	min	62 300	87 340	120 340	140 380	181 470	180 431	170 472	163 456	140 380	104 370	80 324	60 164
34	max	116 380	160 480	204 083	254 087	280 743	280 770	280 763	267 096	221 002	178 480	128 380	101 330
34	min	53 160	70 210	110 320	141 380	170 482	160 450	170 472	159 448	134 380	98 360	70 302	47 180
36	max	103 330	150 430	198 030	250 080	280 741	280 778	280 769	264 090	218 080	170 470	118 380	80 314
36	min	44 133	70 200	111 300	136 376	172 444	170 442	177 470	158 436	127 350	88 230	60 160	30 134
38	max	80 310	140 410	180 020	240 040	280 730	280 770	280 766	262 084	210 070	162 480	108 330	77 290
38	min	30 120	62 180	102 280	121 388	160 480	171 440	176 464	162 420	120 330	80 210	50 180	30 111
40	max	60 280	130 360	181 000	241 030	280 732	280 770	280 768	258 080	203 082	152 430	98 310	60 270
40	min	20 105	62 180	98 270	120 395	162 410	172 450	172 489	147 418	112 310	72 202	42 124	24 04
42	max	46 155	110 370	172 485	236 018	280 720	280 777	280 761	254 070	198 047	144 410	84 260	54 244
42	min	24 00	46 140	80 260	120 344	157 405	174 451	187 442	143 403	108 390	65 187	34 112	10 70
44	max	30 220	100 340	180 470	230 097	280 722	280 777	280 765	250 080	188 030	132 380	72 263	47 210
44	min	20 00	37 130	80 230	114 388	163 385	178 483	184 430	138 380	90 270	50 173	20 00	10 02
46	max	40 200	94 310	150 450	224 080	270 710	280 774	284 740	248 450	181 012	122 370	61 230	29 194
48	max	10 74	30 110	72 210	108 310	150 385	175 455	161 420	134 374	90 290	57 150	23 00	11 00
48	min	30 180	82 280	140 420	210 082	274 710	280 776	282 740	241 040	174 486	111 390	50 210	32 170
50	max	12 04	20 00	64 180	102 307	148 370	176 458	150 410	129 350	81 230	45 144	10 70	0 37
50	min	20 184	70 285	141 410	210 040	271 705	280 776	280 733	236 026	160 480	100 320	40 182	20 144
52	max	10 04	10 00	58 173	97 300	144 371	176 450	150 403	126 342	73 210	40 130	10 00	7 30
52	min	20 140	60 340	134 380	202 085	267 080	280 776	280 725	232 018	158 480	87 307	32 160	21 121
54	max	0 40	14 02	81 180	92 298	141 380	176 480	163 380	120 370	80 180	34 120	12 00	4 27
54	min	10 120	60 216	120 370	194 042	263 087	280 770	276 720	224 002	150 440	70 285	20 140	10 00
56	max	0 40	11 40	40 140	88 280	130 360	176 480	180 384	116 312	60 170	20 104	0 43	3 23
58	max	12 102	43 200	120 380	180 028	250 080	280 776	273 714	218 087	141 420	84 261	20 120	12 70
58	min	0 30	0 30	61 132	88 283	130 392	170 480	140 390	110 297	61 150	24 00	7 30	2 10
60	max	0 00	27 170	113 320	182 018	254 074	284 774	270 710	212 070	134 402			
60	min	3 20	0 20	57 110	82 277	134 340	170 480	140 385	100 285	44 132			
62	max	7 04	32 130	107 210	170 300	240 080	284 773	280 708	200 350	126 380			
62	min	7 20	4 20	53 105	70 270	132 340	174 489	164 380	100 270	30 110			

(*) Kaynak: Oswald ve Gotaas (1957)



Şekil 7 -1 : Spesifik Enlemler İçin Toplam Güneşli Zaman Yüzdesi Grafiği

dosyalarına işlenmiştir. Kalibrasyon ve verifikasyon yılları arasındaki nüfus artışı ve diğer sebeplerle olan yük artışları verifikasyon yılı azot ve fosfor yükü değerleri hesabında gözönünde tutularak tekrar hesaplanmıştır.

Ölçülen ve hesaplanan inorganik azot ve fosfor konsantrasyonları birbirine yakın olacak şekilde modelin kalibrasyonu yapılmıştır. Modelin çalıştırılması safhasında hesaplanan ve ölçülen değerlerin kıyaslandığı tabloda ölçülen sütunundaki değerler, kalibrasyon yılı içerisinde yapılmış olan aylık analizlerin ortalamaları olarak alınmaktadır.

7.2. Model Sabitlerinin Tayini

Modellerin geliştirilmesi safhasında aşağıdaki modellere ait sabitlerden bir kısmı kalibrasyon işleminde veri dosyalarında kullanılmıştır:

- 1) EPA tarafından geliştirilen WASP4 modeline ait sabitler
- 2) A.James'a ait göl modeli sabitleri
- 3) EPA tarafından 1985'de yayınlanan yüzeysel su kalite modeli raporunda yeralan B.A.C.A. ve Arnet tarafından yapılan göl çalışması sabitleri

Modelin göle tatbiki esnasında kullanılan sabitler iki kısım altında toplanabilir:

- 1) Işık Sabitleri
- 2) Fitoplankton Üreme Sabitleri

Modelin göllere uygulanması aşamasında kullanılan sabitlerin alt-üst limitleri, literatür aralığı ve literatür isimleri Tablo 7 -2 de özetlenmiştir.

Tablo 7 -2 : Ötrofikasyon Modelinde (GMODEL) Kullanılan Sabitler ve Literatür Değerleri

Modelde Kullanılan Sabitler	Eğirdir Gölü 'nde Kullanılan Sabit Aralığı	Literatür Aralığı	Alındığı Kaynak
Işık Sabitleri			
Işık Emilme Katsayısı, K_e (m^{-1})	0.4	0.1 - 5.0	WASP4
Maks. Fotosentez Hızı, Işık Şiddeti, I_{opt} ($La/gün$)	200	0 - 2000	WASP4
Fitoplankton Üreme Sabitleri			
Azot Michalis Menten Katsayısı, KNO_3 (mgN/l)	0.025	0.025	WASP4
Fosfor Michalis Menten Katsayısı, K_p ($mg P/l$)	0.001	0.001	WASP4
Geriye Dönen Sediment Besi Maddesi Oranı, U ($gün^{-1}$)	0.02	0.02	WASP4
Sıcaklık Düzeltme Katsayısı,	1.068	1.068	WASP4
Alg Respirasyon Sabiti ($gün^{-1}$)	0.125	0.125	WASP4
Alg P Özümleme Katsayısı, KPI_{Alg}	0.0005	0.0001	James Modeli
Alg N Özümleme Katsayısı, KNO_3I_{Alg}	0.01	0.0004	James Modeli
Hipolimniyon Geri Dönen P Katsayısı, K_{phyp}	0.003	0.003	James Modeli
Hipolimniyon Geri Dönen N Katsayısı, K_{no3hyp}	0.01	0.01	James Modeli
Kış Aylarında Geri Dönen P Katsayısı, K_{up}	0.001	0.001	James Modeli
Kış Aylarında Geri Dönen N Katsayısı, K_{uno3}	0.001	0.001	James Modeli
Maksimum Spesifik Büyüme Hızı, G_{max} ($gün^{-1}$) [27]	0.82	0.2 - 8.0	B.A.C.A ve Arnet

7.3. Modellerin İleriye Dönük Su Kalite Tahminlerinde Kullanılışı

Kalibrasyonu ve doğrulaması (verifikasyonu) yapılmış olan ve önceki bölümlerde verilmiş bulunan modeller değişen şartlar ve kararlar altında ileride oluşacak su kalitesinin tahmininde bir araç olarak kullanılabilir. Arıtma yapılarak göllere giren kirletici yüklerin azaltılması, gölden çekilen su miktarının artırılması veya azaltılması hallerinde göl su kalitesinin nasıl etkileneceği bulunmak istendiğinde, modellerin uygulanmasına ihtiyaç olacaktır. Böylece karar verme durumunda olan yöneticiler değişik karar stratejilerinin doğuracağı sonuçları önceden tahmin etme imkanına sahip olacaklarından daha sağlıklı karar verebileceklerdir. Ayrıca model kullanımı ile arzu edilen su kalitesini verecek arıtma derecelerinin tahmini de yapılabilir.

Geliştirilmiş bulunan modeller, kısa süreli (1 yıl) ve sınırlı veri kullanılarak kalibre ve verifiye edildiklerinden, güvenilirlikleri kalibrasyonda kullanılan verilerin doğruluğuna ve süresine bağlıdır. Daha sıhhatli tahminlerde bulunabilmek için daha uzun süreye yayılmış ilave veri toplanması gerekir.

7.4. GMODEL Programının Quick Basic Software Programı Altında Açılımı

Ötrofikasyon modelinin (GMODEL) PC türü bilgisayarlarda Quick Basic Programı altında çalıştırılabilen bu versiyonu 6 ayrı alt programın birlikte işletilmesi ile hesaplamalarını yapmaktadır. Programın hesaplama kısmı yanında ayrıca grafik inceleme ve kıyas imkanı sağlayan özel bir yapısı vardır. Ana program tüm verileri (.dat) uzantıya sahip (ASCII) karakterli veri dosyalarından okumakta ve çalıştırmaktadır. Söz konusu program açılımı Ek A kısmında tümüyle verilmektedir.

7.5. GMODEL Programının Eğirdir Gölü İçin Kalibrasyonu

Ötrofikasyon modelinin Eğirdir Gölü 'ne uygulanması aşamasında model de kullanılan sabitler kalibrasyon işlemi ile belirlenmektedir. Kalibrasyon yılı olarak daha önceden yapılmış mevcut analizlerin fazla olduğu 1984 yılı seçilmiş ve aynı yıl içerisinde TÜBİTAK ÇAĞ-45 ve TÜBİTAK ÇAĞ-47 projelerinden alınan veriler ve DSİ hidrolojik verileri kullanılmıştır. Oluşturulan kalibrasyon veri dosyası Tablo 7 -3 te, toplam inorganik azot ve fosfor analiz sonuçları ise Tablo 7-4 te verilmektedir.

Tablo 7 - 3: Eğirdir Gölü Kalibrasyon Veri Dosyası(1984 Yılı İçin)

<u>EGIRDİR_GOLU</u>				
Kalibrasyon_(1984_Yili):, EVET				
<u>Golun_Ozellikleri</u>				
Hacim_Vo,	39464E5	, m3		
Vepi_Vo_Orani,	1	, birimsiz		
Alan_A,	4723E5	, m2		
Derinlik_H,	8.35	, m		
Yukseklık_Alt,	917.97	, m		
Tuzluluk,	0	, %.		
<u>Yaz_Aylari,</u>				
12 , ay				
<u>Kis_Aylari,</u>				
0 , ay				
<u>Sene</u> , 1 , sene				
<u>V(m)</u>	<u>Qout(m)_m3/ay</u>			
39464E5	1544E4			
39890E5	1400E4			
40553E5	1457E4			
41598E5	1386E4			
42983E5	1471E4			
43510E5	4382E4			
43031E5	6681E4			
42314E5	5042E4			
41598E5	4585E4			
40790E5	3987E4			
40316E5	2008E4			
40458E5	1126E4			
<u>_toC</u>	<u>Smin(La/d)</u>	<u>Smax(La/d)</u>	<u>GüneşMüd(h)</u>	<u>DayLight(h)_</u>
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1

Tablo 7-3 ün devamı:

20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4

_Baslangic_Konsantrasyonlari_(mg/L)_

_Algo_mg/m3____Po____NO3o__

1 0.01 0.2

_Aylik_Ortalama_Giris_Yukleri_(ton/ay)_

_Lp(m)____Lno3(m)____

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

____Isik_Sabitleri:_____

Deger_____

Birimi_____

Isik_Emilme_Katsayisi_Ke,

0.4

m-1

Maks_Fotosentez_Hizi_Isik_Siddeti_lopt ,

200

La/d

____Fitoplankton_Ureme_Sabitleri_____

Deger_____

Birimi_____

Maksimum_Spesifik_Buyume_Hizi_Gmax,

0.82

gun-1

Nitrat_Michalis_Menten_Katsayisi_KNO3,

0.025

mgN/L

Fosfat_Michalis_Menten_Katsayisi_Kp,

0.001

mgP/L

Alg_Cokelme_Hizi_Ksed

0.15

m/gun

Geriye_Donen_Sediment_Besi_Madde_Orani_U,

0.02

gun-1

Sicaklik_Duzeltme_Katsayisi,

1.068

birimsiz

Alg_P_Ozumleme_Katsayisi_KplAlg,

0.001

birimsiz

Alg_NO3_Ozumleme_Katsayisi_Kno3lAlg,

0.01

birimsiz

Hipolim_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kphyp,

0.0005

birimsiz

Hipolim_Geri_Donen_NO3_KatsayisiKno3hyp,

0.01

birimsiz

Kis_Aylari_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kup,

0.001

birimsiz

Kis_Aylari_Geri_Donen_NO3_Katsayisi_Kuno3,

0.001

birimsiz

Alg_Respirasyon_Sabiti,

0.125

gun-1

Tablo 7-4 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot ve Fosfor İçin Kalibrasyon Veri Dosyası (1984 Yılı İçin)

Egirdir_Golu_Kalibrasyon_Verileri_(1984_Yili)
Toplam_Inorganik_Azot_Kalibrasyon_Degerleri

Veri_Nokta_Capi, 5
Veri_Sayisi, 21

Ay	NO3
1	0.328
1	0.328
1	0.328
1	0.229
3	0.074
3	0.107
3	0.107
5	0.01
5	0
7	0.419
7	0.452
7	0.452
7	0.452
9	0.218
9	0.218
9	0.259
9	0.299
12	0.405
12	0.225
12	0.472
12	0.472

_Toplam_Inorganik_P_Kalibrasyon_Degerleri:

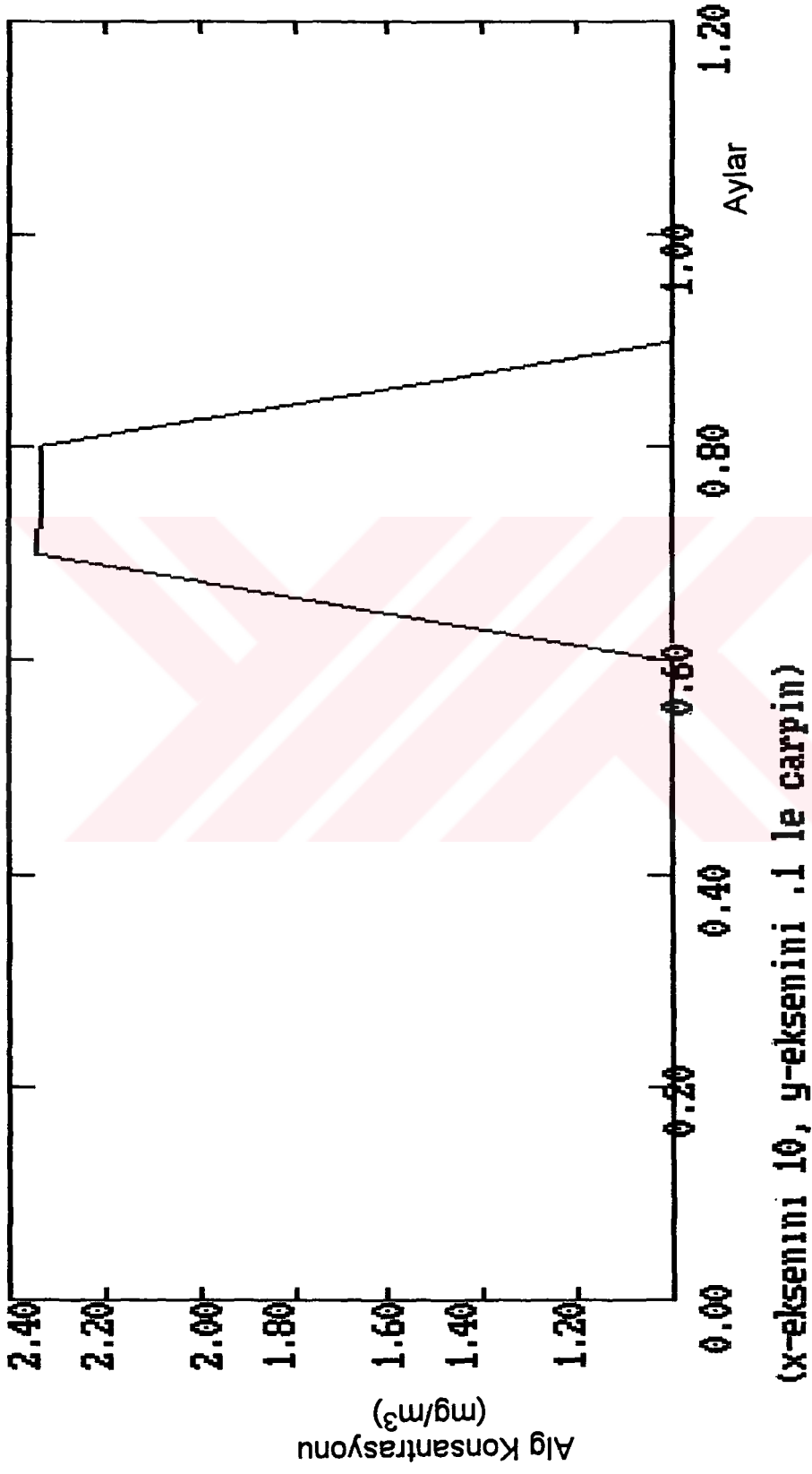
Veri_Sayisi, 20

Ay	P
1	0.01
1	0.01
1	0.01
1	0.01
3	0.01
3	0.01
3	0.01
3	0.01
5	0.04
5	0.04
5	0.04

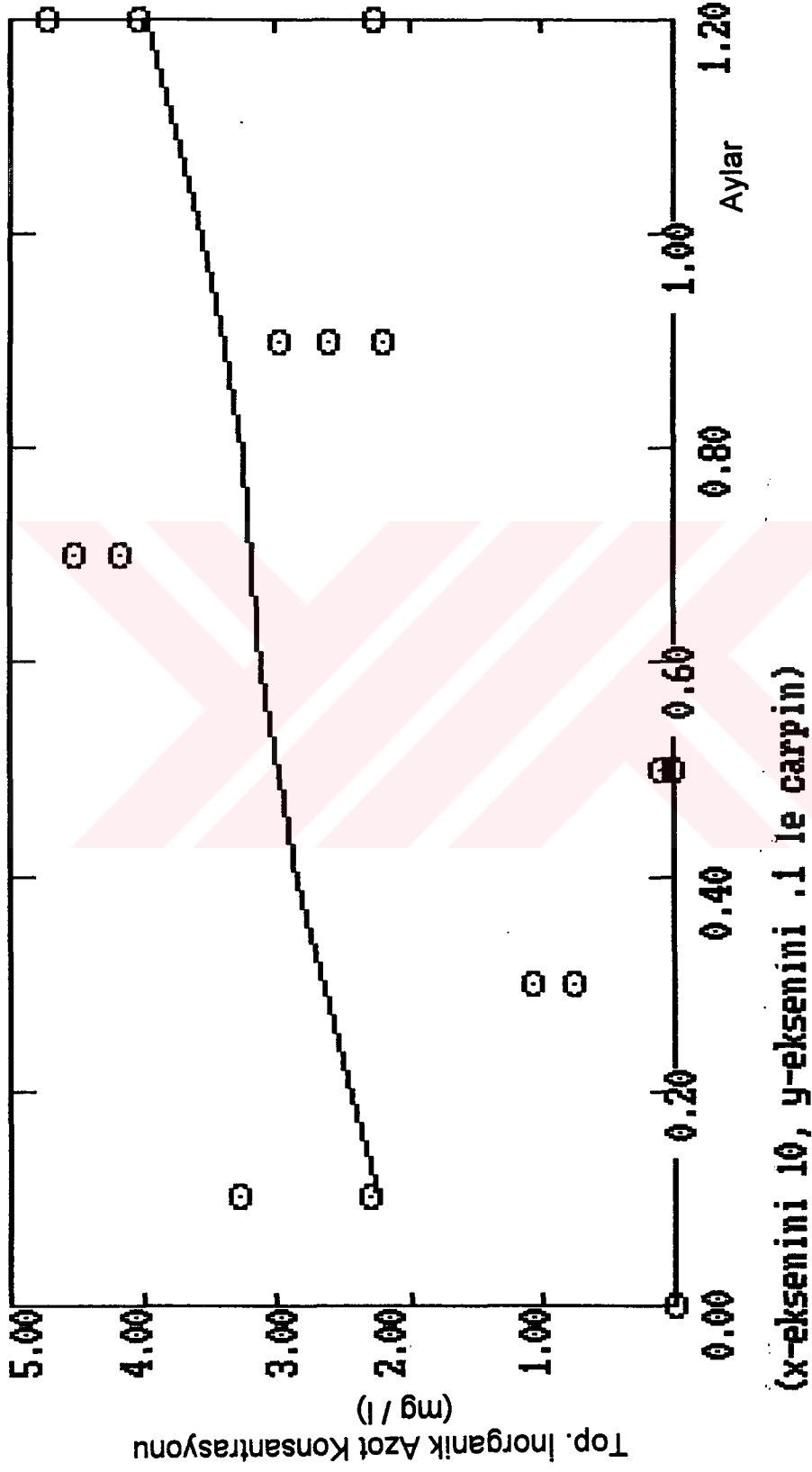
Tablo 7 -4 ün devamı:

5	0.03
7	0.01
7	0.01
7	0.01
7	0.01
12	0.01
12	0.02
12	0.01
12	0.01

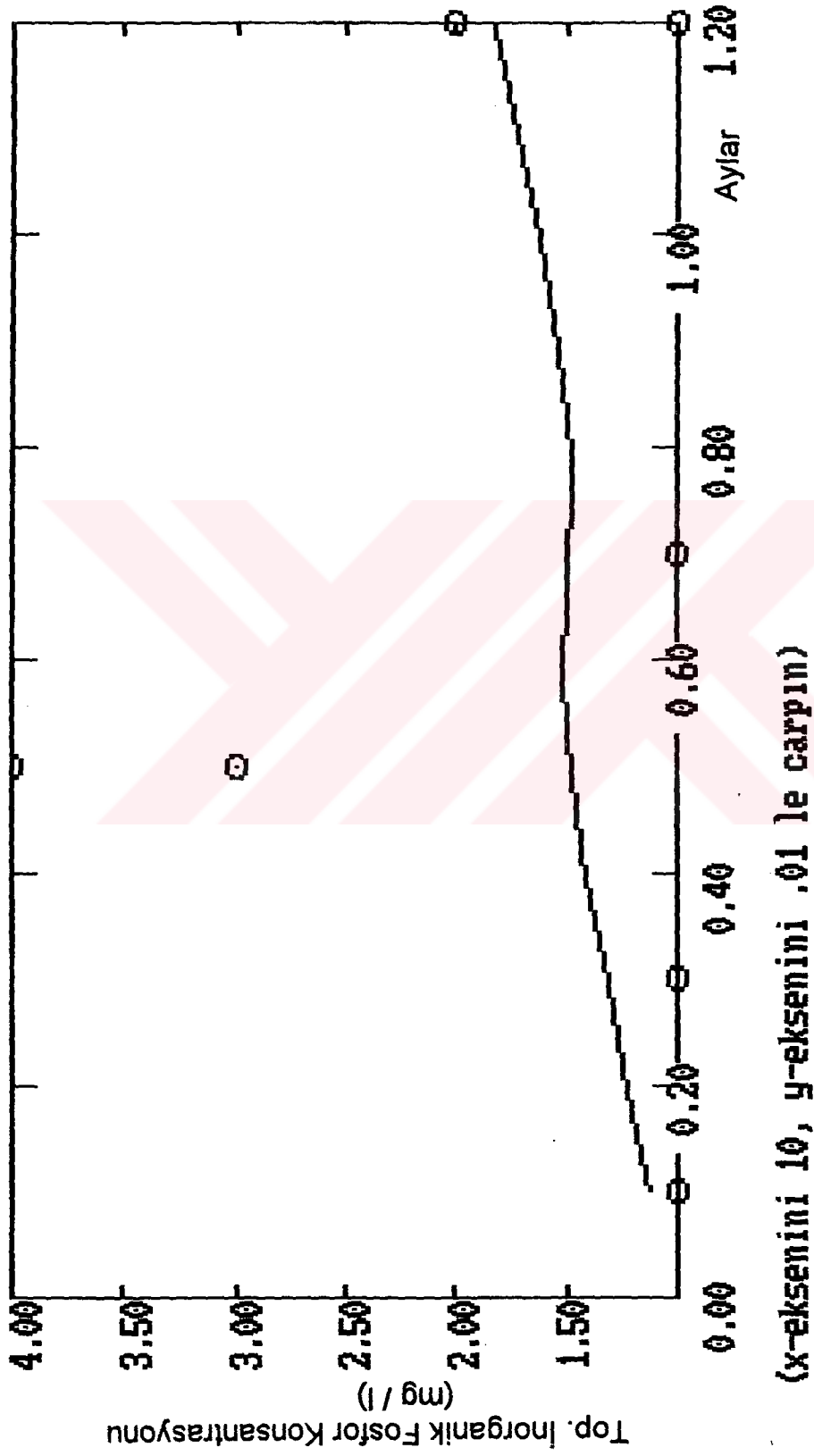




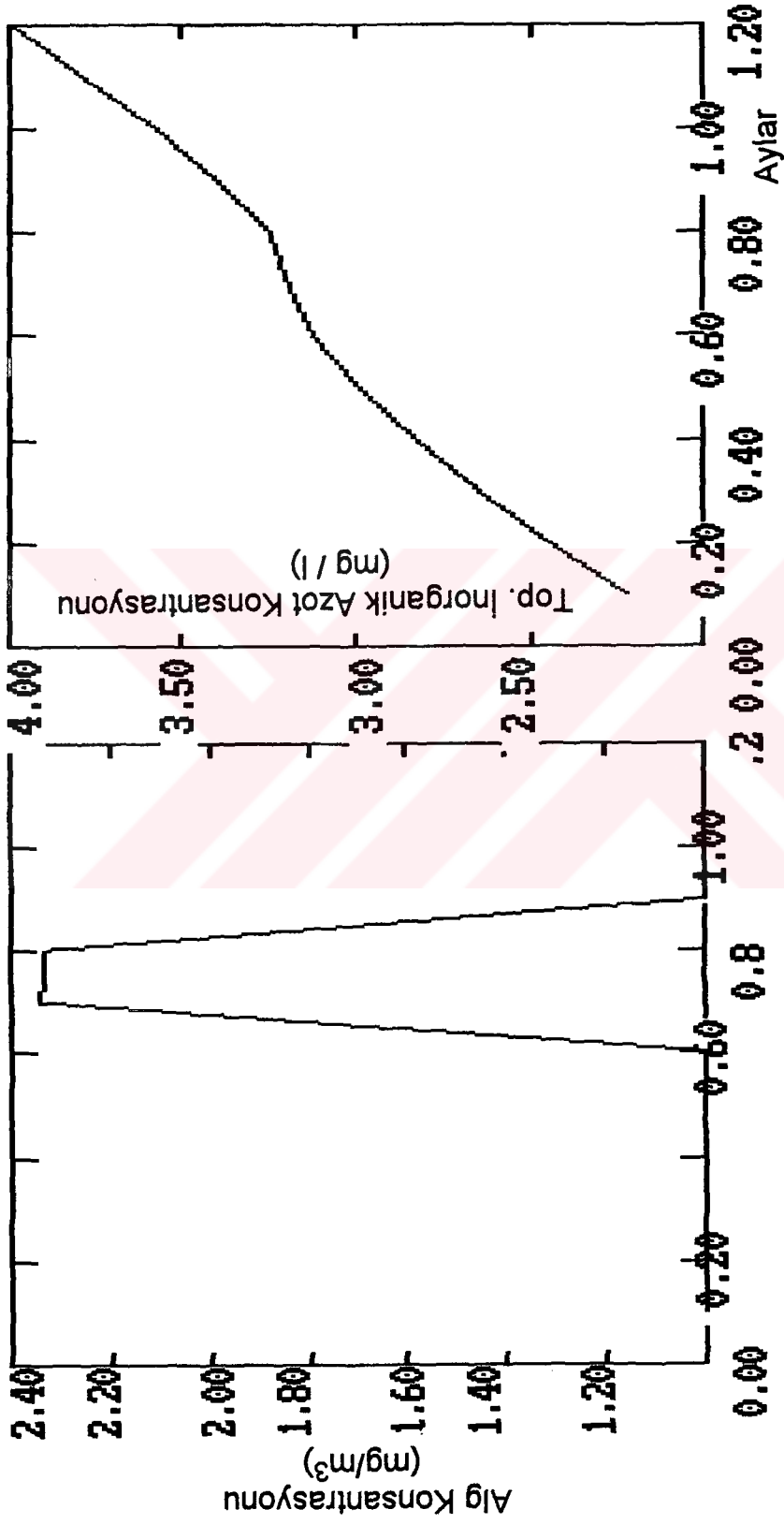
Şekil 7 -2 : Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Kalibrasyon 1984)



Şekil 7 -3 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Kalibrasyon 1984)

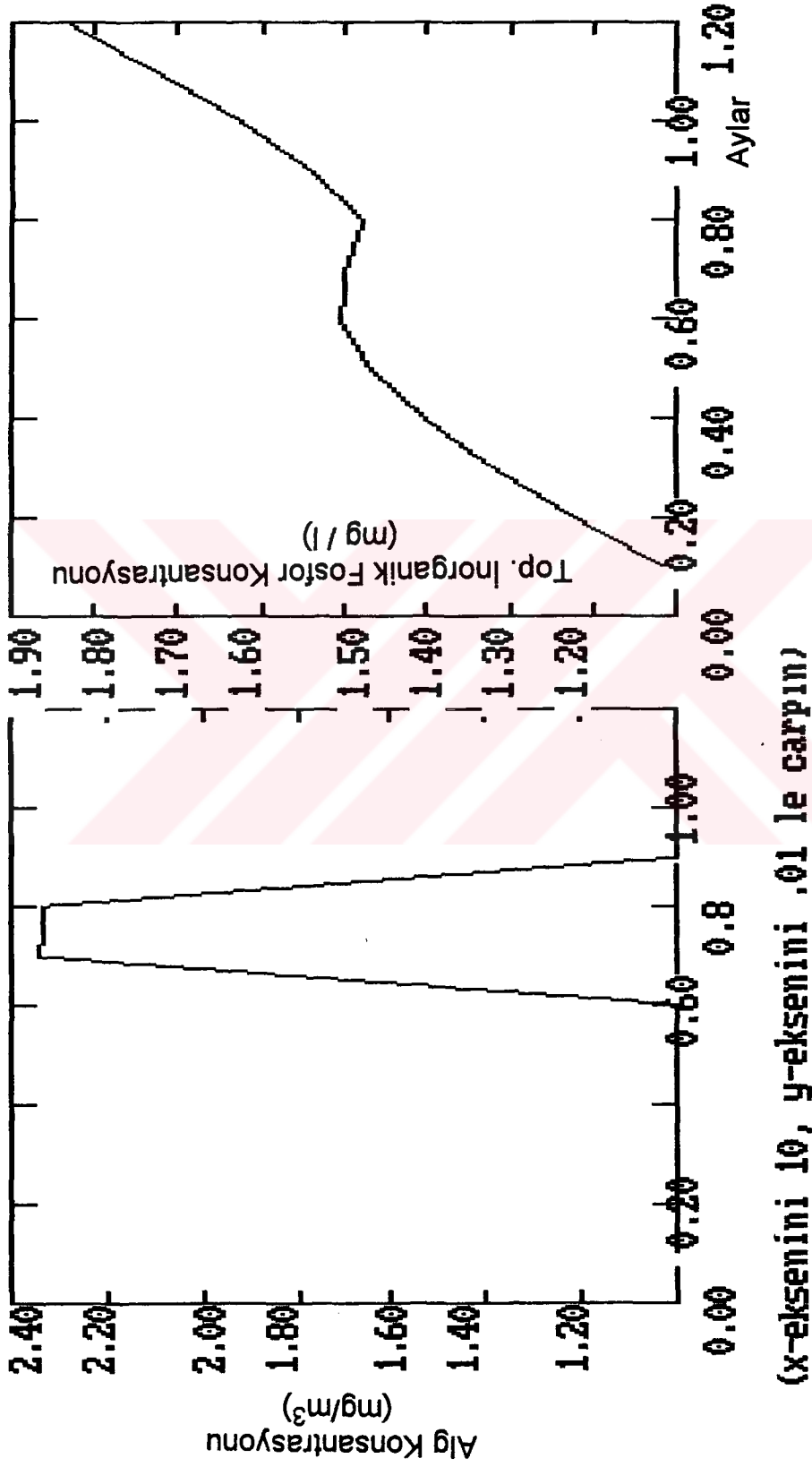


Şekil 7 -4 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Kalibrasyon 1984)



(x-eksenini 10, y-eksenini .1 le carpın)

Şekil 7 -5 : Eğirdir Gölü Alg ve İnorganik Toplam Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Kalibrasyon 1984)



Şekil 7 -6 : Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Kalibrasyon 1984)

7.6. GMODEL Programının Eğirdir Gölü İçin Verifikasyonu

Kalibrasyon kısmında mevcut literatür aralığında seçilen model sabitleri kullanılarak 1984 yılında ölçülen değerler ile modelin hesap ettiği değerler incelenerek , bunların birbirine eşit olduğu ideal durum sabitler değiştirilerek yakalanmaya çalışılmıştır. Bunun sonucunda mümkün olan en yakın sonuçların elde edildiği sabitler, verifikasyon veri dosyalarında aynen kullanılarak 1991 yılı ölçümleri için bu sabitlerin doğrulaması yapılmıştır (Tablo7-5). Verifikasyon yılına ait toplam inorganik azot ve fosfor ölçümleri ise Tablo 7-6 da görülebilir.

Tablo 7 - 5: Eğirdir Gölü Verifikasyon Veri Dosyası(1991 Yılı)

____EGIRDİR_GOLU____				
Verifikasyon_(1991_Yili):, EVET				
____Golun_Ozellikleri____				
Hacim_Vo,	32889E5	,	m3	
Vepi_Vo_Orani,	1	,	birimsiz	
Alan_A,	46115E4	,	m2	
Derinlik_H,	7.13	,	m	
Yukseklık_Alt,	916.56	,	m	
Tuzluluk,	0	,	%.	

Yaz_Aylari,	12	,	ay	
Kis_Aylari,	0	,	ay	
Sene	, 1	,	sene	

_V(m)____	Qout(m)____	m3/ay		
32889E5	0			
33027E5	0			
33396E5	0			
33673E5	0			
34320E5	0			
34367E5	1197E4			
33997E5	4204E4			
33165E5	4055E4			
32244E5	2693E4			
31418E5	0			
31280E5	0			
31463E5	0			

_toC____	Smin(La/d)____	Smax(La/d)____	GüneşMüd(h)____	DayLight(h)____
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8

Tablo 7-5 in devamı:

6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4

_Baslangic_Konsantrasyonlari_(mg/L)_

_Algo_mg/m3__Po__NO3o_
1 0.01 0.2

_Aylık_Ortalama_Giris_Yükleri._(ton/ay)_

Lp(m)_Lno3(m)_

4.275 87.32
4.275 87.32
4.275 87.32
4.275 87.32
4.275 87.32
4.275 87.32
4.275 87.32
4.275 87.32
4.275 87.32
4.275 87.32
4.275 87.32

Isik_Sabitleri:	Deger	Birimi
Isik_Emilme_Katsayisi_Ke,	0.4	m-1
Maks_Fotosentez_Hizi_Isik_Siddeti_lopt ,	200	La/d
Fitoplankton_Ureme_Sabitleri	Deger	Birimi
Maksimum_Spesifik_Buyume_Hizi_Gmax,	0.82	gun-1
Nitrat_Michalis_Menten_Katsayisi_KNO3,	0.025	mgN/L
Fosfat_Michalis_Menten_Katsayisi_Kp,	0.001	mgP/L
Alg_Cokelme_Hizi_Ksed ,	0.15	m/gun
Geriye_Donen_Sediment_Besi_Madde_Orani_U,	0.02	gun-1
Sicaklik_Duzeltme_Katsayisi,	1.068	birimsiz
Alg_P_Özümlleme_Katsayisi_KplAlg,	0.001	birimsiz
Alg_NO3_Özümlleme_Katsayisi_Kno3lAlg,	0.01	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kphyp,	0.0005	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_NO3_KatsayisiKno3hyp,	0.01	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kup,	0.001	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_NO3_Katsayisi_Kuno3,	0.001	birimsiz
Alg_Respirasyon_Sabiti,	0.125	gun-1

Tablo 7-6 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot ve Fosfor İçin Verifikasyon
Veri Dosyası (1991 Yılı İçin)

Egirdir_Golu_Verifikasyon_Verileri_(1991_Yili)
Toplam_Inorganik_Azot_Verifikasyon_Degerleri

Veri_Nokta_Capi, 5
Veri_Sayisi, 20

Ay	NO3
1	0.328
1	0.328
1	0.328
1	0.229
3	0.074
3	0.107
3	0.107
5	0.01
5	0
7	0.419
7	0.452
7	0.452
7	0.452
9	0.218
9	0.218
9	0.259
9	0.299
12	0.405
12	0.225
12	0.472

Toplam_Inorganik_P_Verifikasyon_Degerleri:

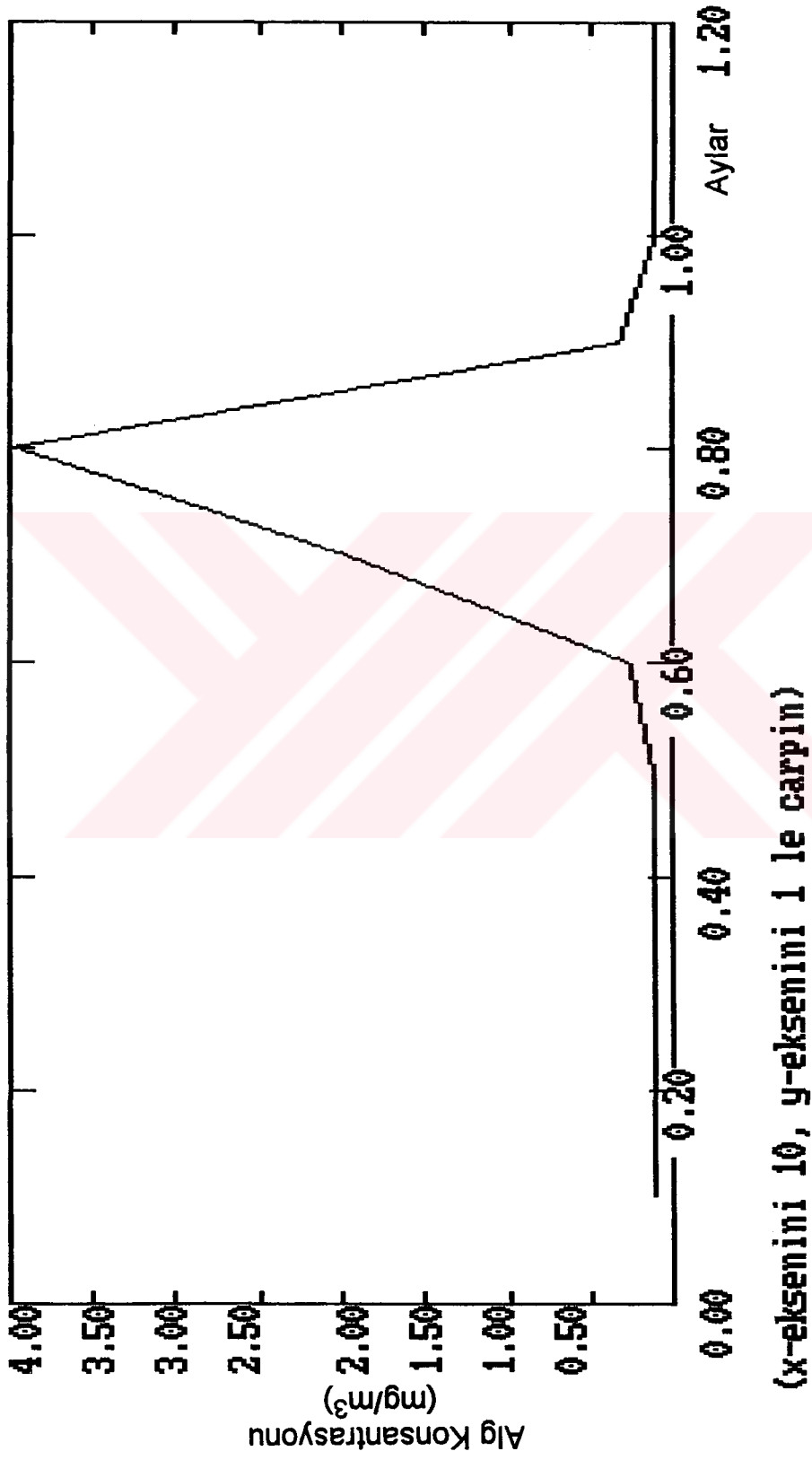
Veri_Sayisi, 20

Ay	P
1	0.01
1	0.01
1	0.01
1	0.01
3	0.01
3	0.01
3	0.01
3	0.01
5	0.04
5	0.04
5	0.04
5	0.03

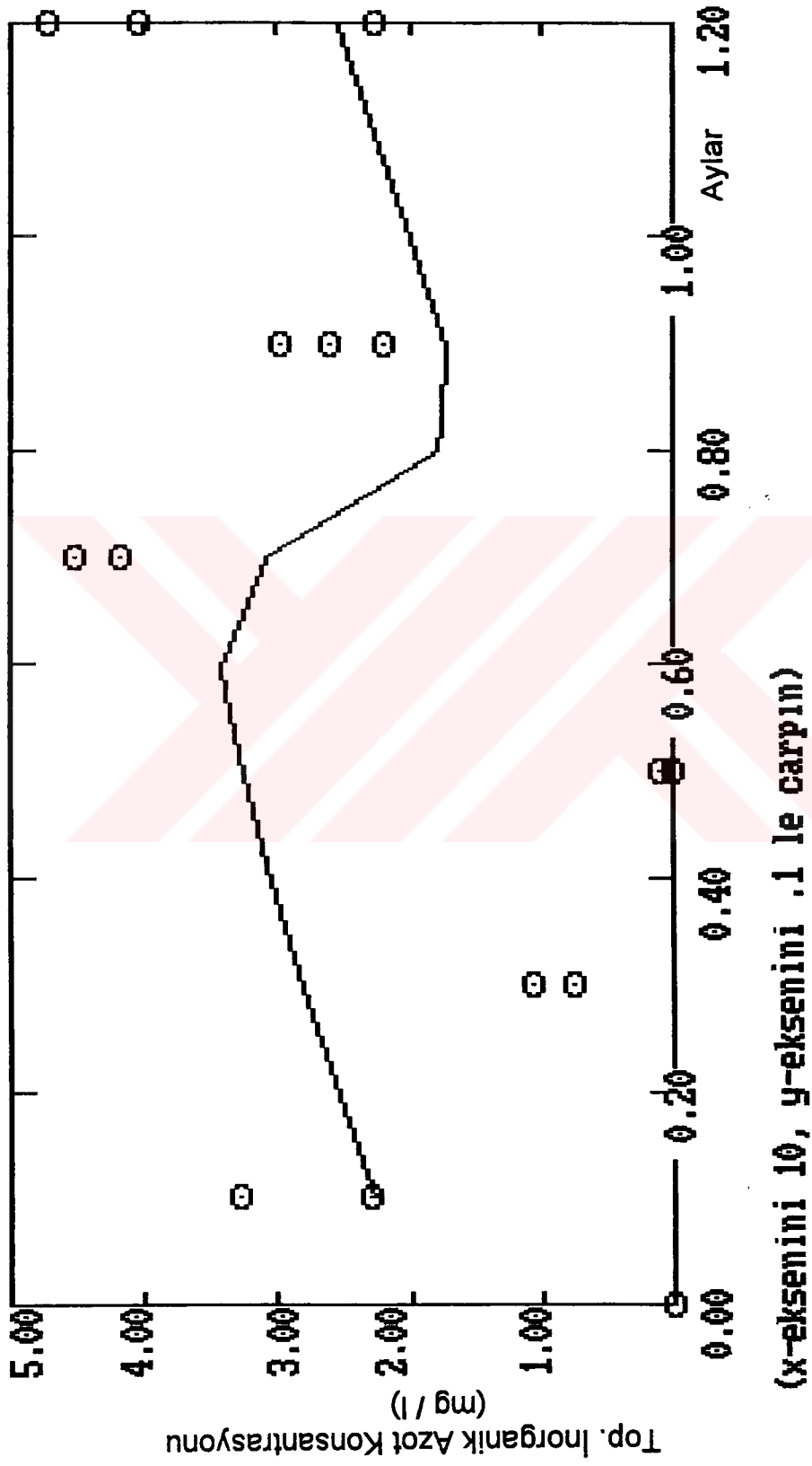
Tablo 7 -6 nın devamı:

7	0.01
7	0.01
7	0.01
7	0.01
12	0.01
12	0.02
12	0.01
12	0.01

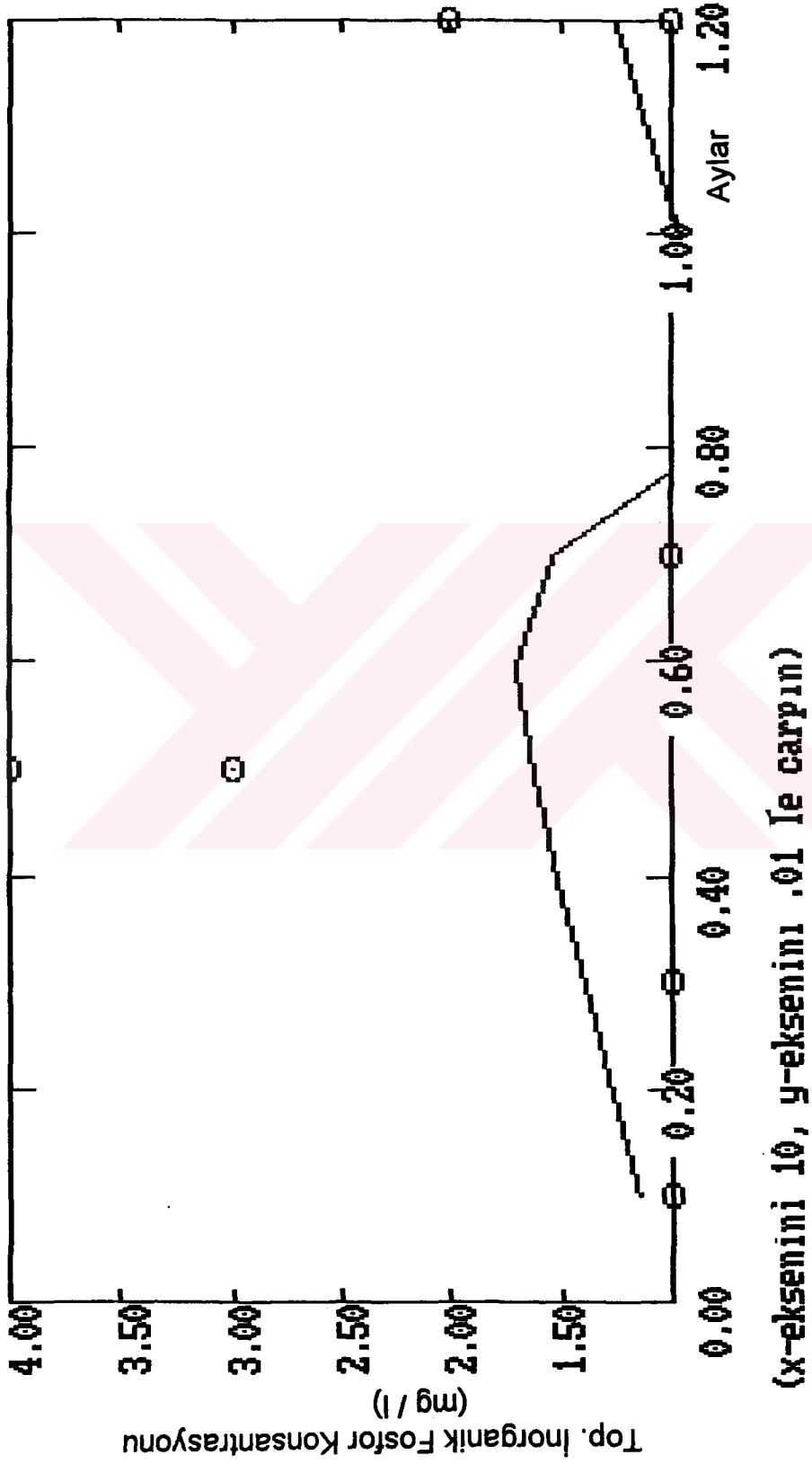




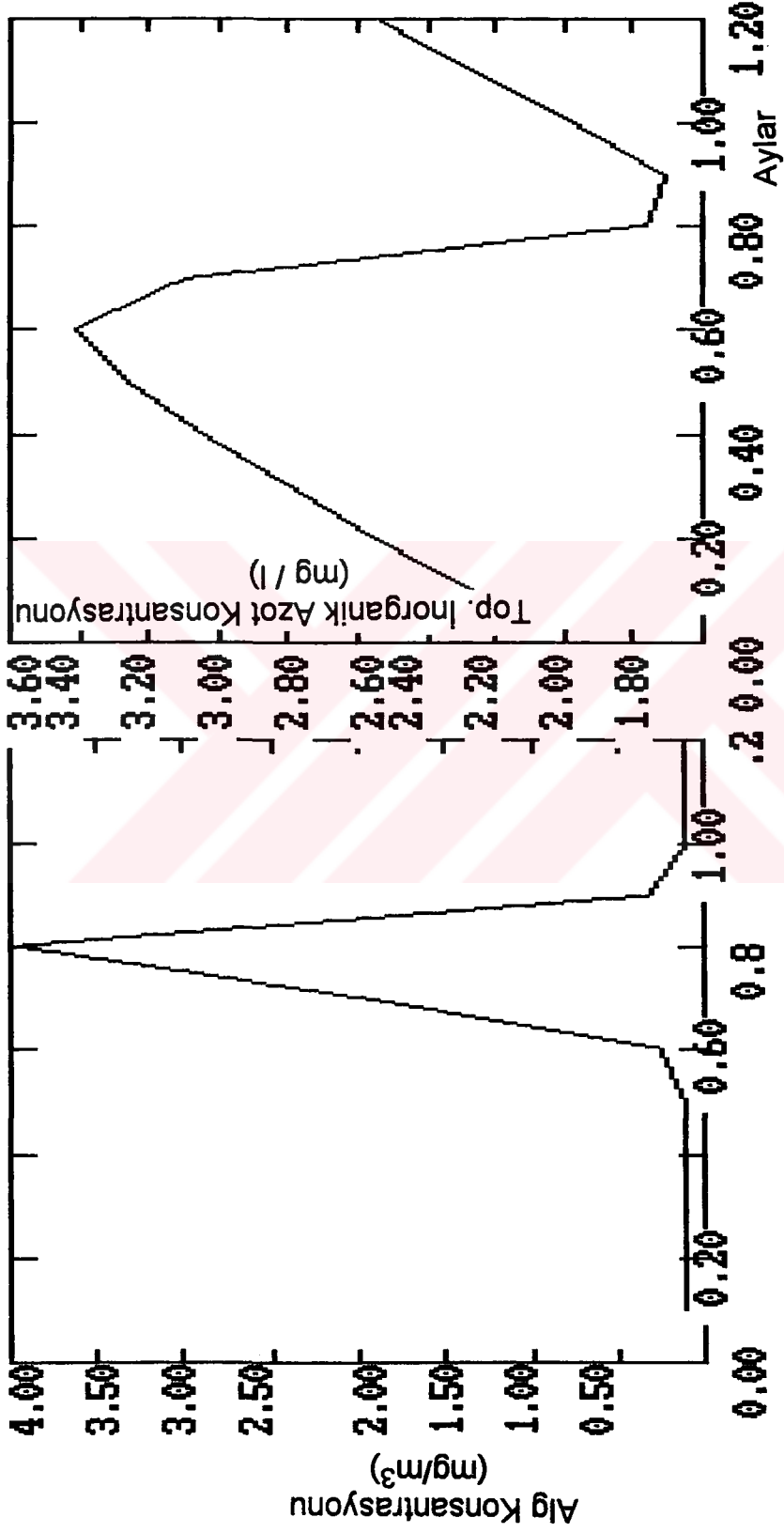
Şekil 7 -7 : Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Verifikasyon 1991)



Şekil 7 -8 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Verifikasyon 1991)

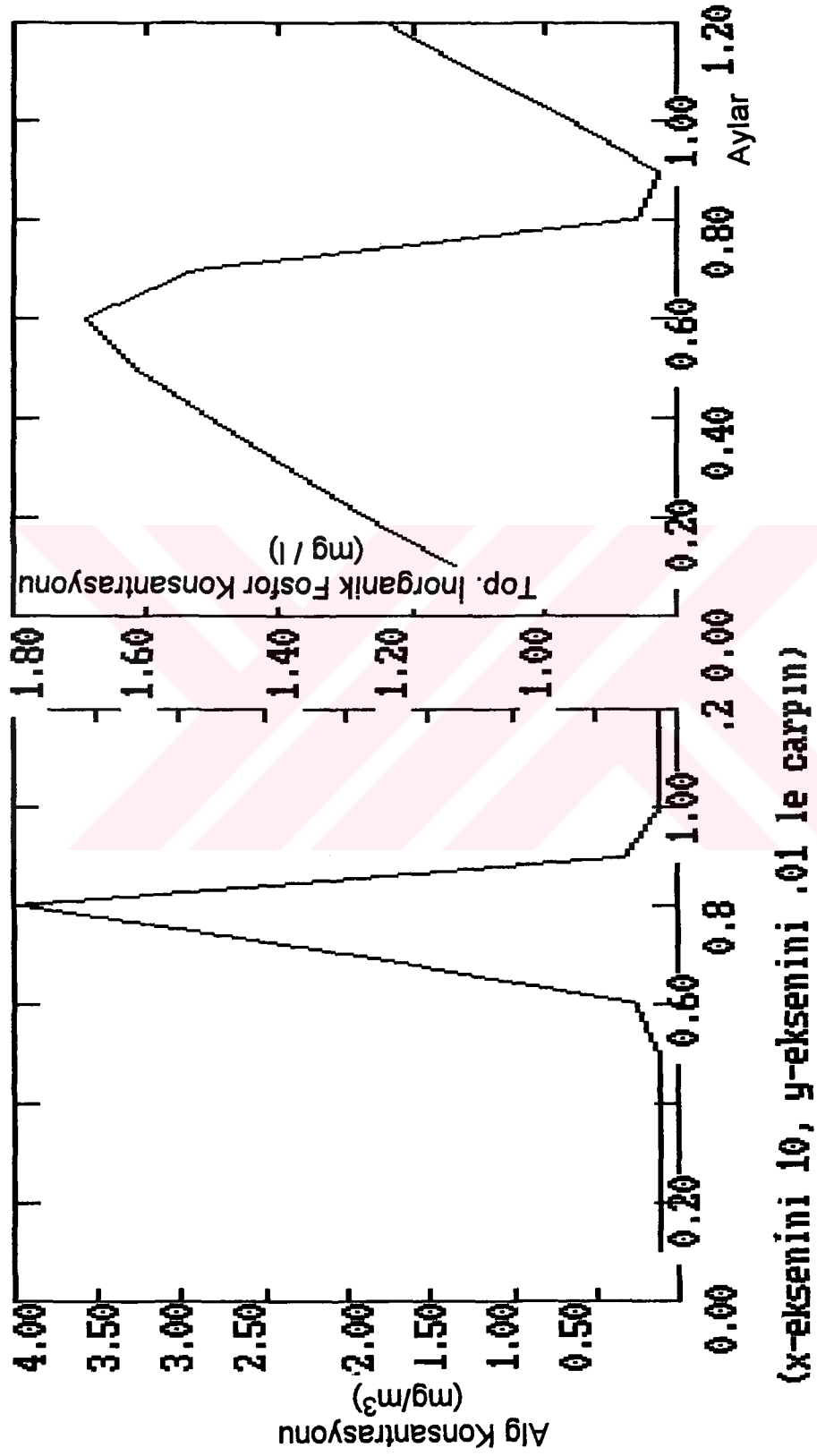


Şekil 7 -9 : Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Verifikasyon 1991)



(x-eksenini 10, y-eksenini .1 le carpın)

Şekil 7 -10 : Eğirdir Gölü Alg ve İnorganik Toplam Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Verifikasyon 1991)



Şekil 7 -11 : Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi (Verifikasyon 1991)

7.7. GMODEL Programının 5 Yıl İçin Çalıştırılması

Bu kısımda ötrofikasyon modeli için kalibrasyon ve verifikasyon işlemleri sonunda belirlenen ve göl için doğruluğu kabul edilen model sabitleri kullanılarak, 5 yıl süreli senaryolar düzenlenmiş ve alg , toplam inorganik azot ve fosforun zamanla değişimi incelenmiştir. Düzenlenen senaryolar 4 gruba ayrılabilir:

- 1.Grup: İlk yıla ait göl verilerinin diğer 4 yılda da aynı kabul edilmesi durumuna ait model uygulaması (Tablo 7-7)
- 2.Grup: Birinci yıl Eğirdir Gölü'ndeki azot yükünün 87.32 ton /ay değerinden 187.32 ton /ay 'a çıkması ve fosfor yükünün de 4.275 ton /ay 'dan 14.275 ton /ay değerine ulaştığı duruma ait model uygulaması (Tablo 7-8)
- 3.Grup: Gölde 3 yıl sonra gün ışığı müddetinin 10-13 saatten 1 saate düşmesi durumunda modelin çalıştırılması (Tablo 7-9)
- 4.Grup: Göl hacminin 4 kat azalması ve gölden çekilen suyun 10 kat artması durumunda modelin çalıştırılması (Tablo 7-10)

Her gruba ait veri dosyaları tablolar halinde verilmiş ve bunlara ait orijinal GMODEL programı grafik çıktıları ayrı ayrı şekiller halinde aşağıda verilmiştir.

Tablo 7 - 7: Eğirdir Gölünden Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabülü İle Modelin 5 Yıl Süreli Çalıştırılması İçin Veri Dosyası

```

___EGIRDİR_GOLU_(Modelin_5_Yil_Icin_Calistirilmesii)___
___Her_Yil_Sabit_Hacimde_Su_Cekilmesi:, HAYIR
___Golun_Ozellikleri___
Hacim_Vo, 39464E5 , m3
Vepi_Vo_Orani, 1 , birimsiz
Alan_A, 472.3E06 , m2
Derinlik_H, 8.35 ,0 m
Yukseklık_Alt, 917.97 , m
Tuzluluk, 0 , %.

Yaz_Aylari, 12 , ay
Kis_Aylari, 0 , ay
Sene , 5 , sene

```

Tablo 7-7 nin devamı:

<u>V(m)</u>	<u>Qout(m)</u>	<u>m3/ay</u>
39464E5	1544E4	
39890E5	1400E4	
40553E5	1457E4	
41598E5	1386E4	
42983E5	1471E4	
43510E5	4382E4	
43031E5	6681E4	
42314E5	5042E4	
41598E5	4585E4	
40790E5	3987E4	
40316E5	2008E4	
40458E5	1126E4	
39464E5	1544E4	
39890E5	1400E4	
40553E5	1457E4	
41598E5	1386E4	
42983E5	1471E4	
43510E5	4382E4	
43031E5	6681E4	
42314E5	5042E4	
41598E5	4585E4	
40790E5	3987E4	
40316E5	2008E4	
40458E5	1126E4	
39464E5	1544E4	
39890E5	1400E4	
40553E5	1457E4	
41598E5	1386E4	
42983E5	1471E4	
43510E5	4382E4	
43031E5	6681E4	
42314E5	5042E4	
41598E5	4585E4	
40790E5	3987E4	
40316E5	2008E4	
40458E5	1126E4	
39464E5	1544E4	
39890E5	1400E4	
40553E5	1457E4	
41598E5	1386E4	
42983E5	1471E4	
43510E5	4382E4	
43031E5	6681E4	
42314E5	5042E4	
41598E5	4585E4	
40790E5	3987E4	
40316E5	2008E4	
40458E5	1126E4	
39464E5	1544E4	

Tablo 7-7 nin devamı:

39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4

t°C	Smin(La/d)	Smax(La/d)	GunesMud(h)	DayLight(h)
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8

Tablo 7-7 nin devamı:

3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4

_Baslangic_Konsantrasyonlari_(mg/L)_

_Algo_mg/m3__Po__NO3o_
1 0.01 0.2

_Aylık_Ortalama_Giris_Yükleri_(ton/ay)_

_Lp(m)__Lno3(m)_

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

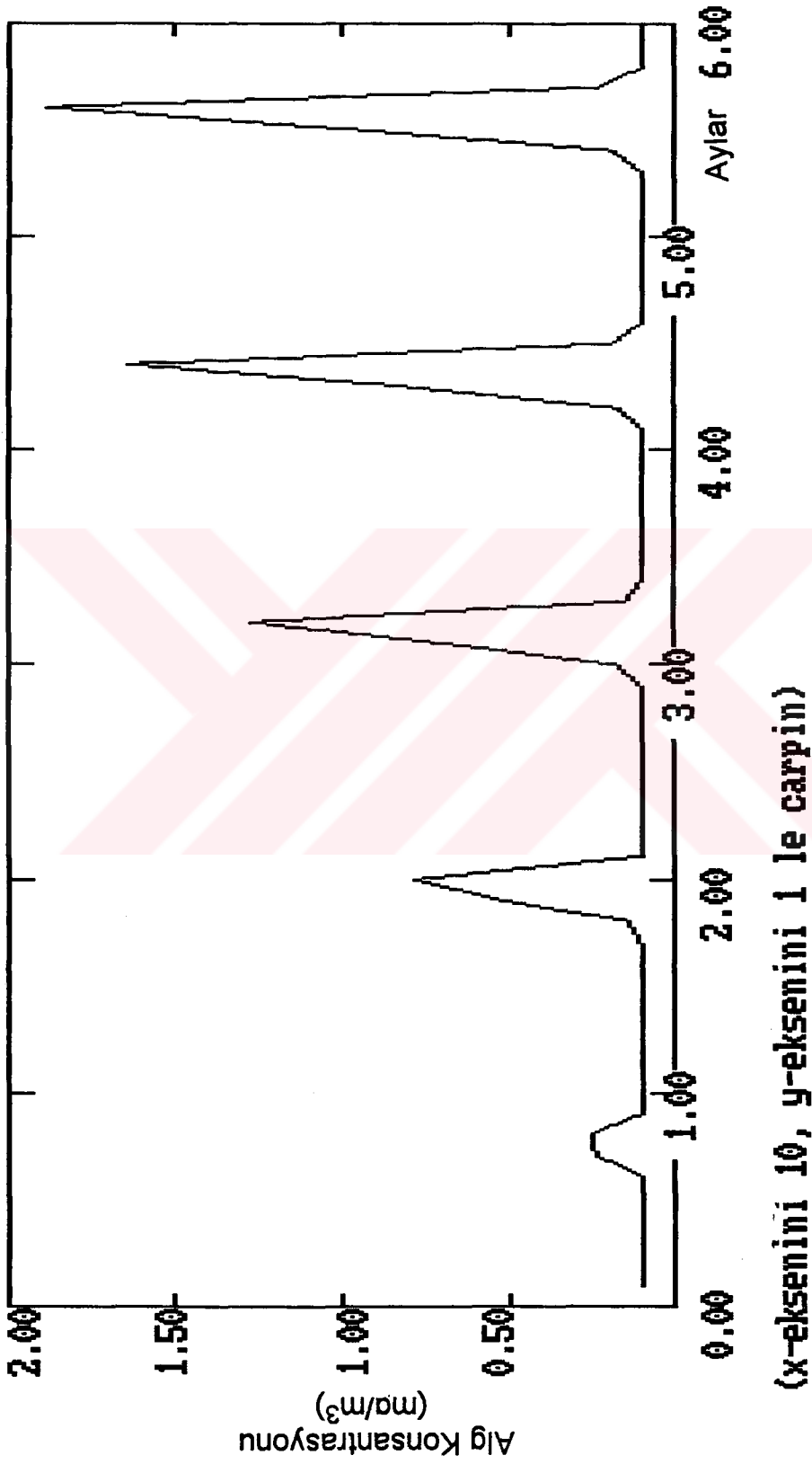
4.275 87.32

4.275 87.32

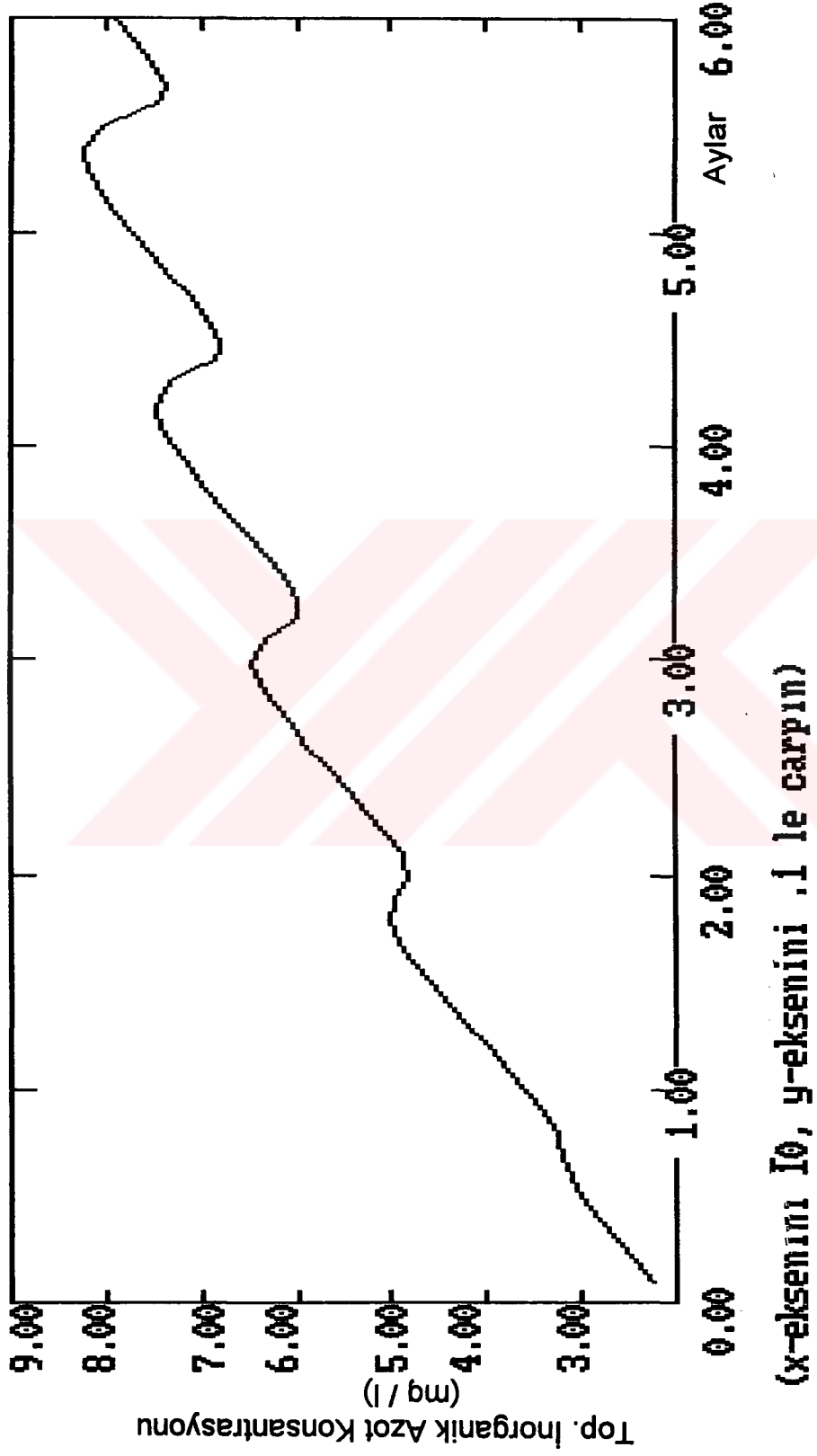
4.275 87.32

Geriye_Donen_Sediment_Besi_Madde_Orani_U,	0.02 ,	gun-1
Sicaklik_Duzeltme_Katsayisi,	1.068 ,	birimsiz
Alg_P_Ozumleme_Katsayisi_KplAlg,	0.0005,	birimsiz
Alg_NO3_Ozumleme_Katsayisi_Kno3lAlg,	0.01,	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kphyp,	0.003,	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_NO3_KatsayisiKno3hyp,	0.01,	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kup,	0.001,	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_NO3_Katsayis_Kuno3,	0.001,	birimsiz
Alg_Respirasyon_Sabiti_Kresp,	0.125,	gun-1

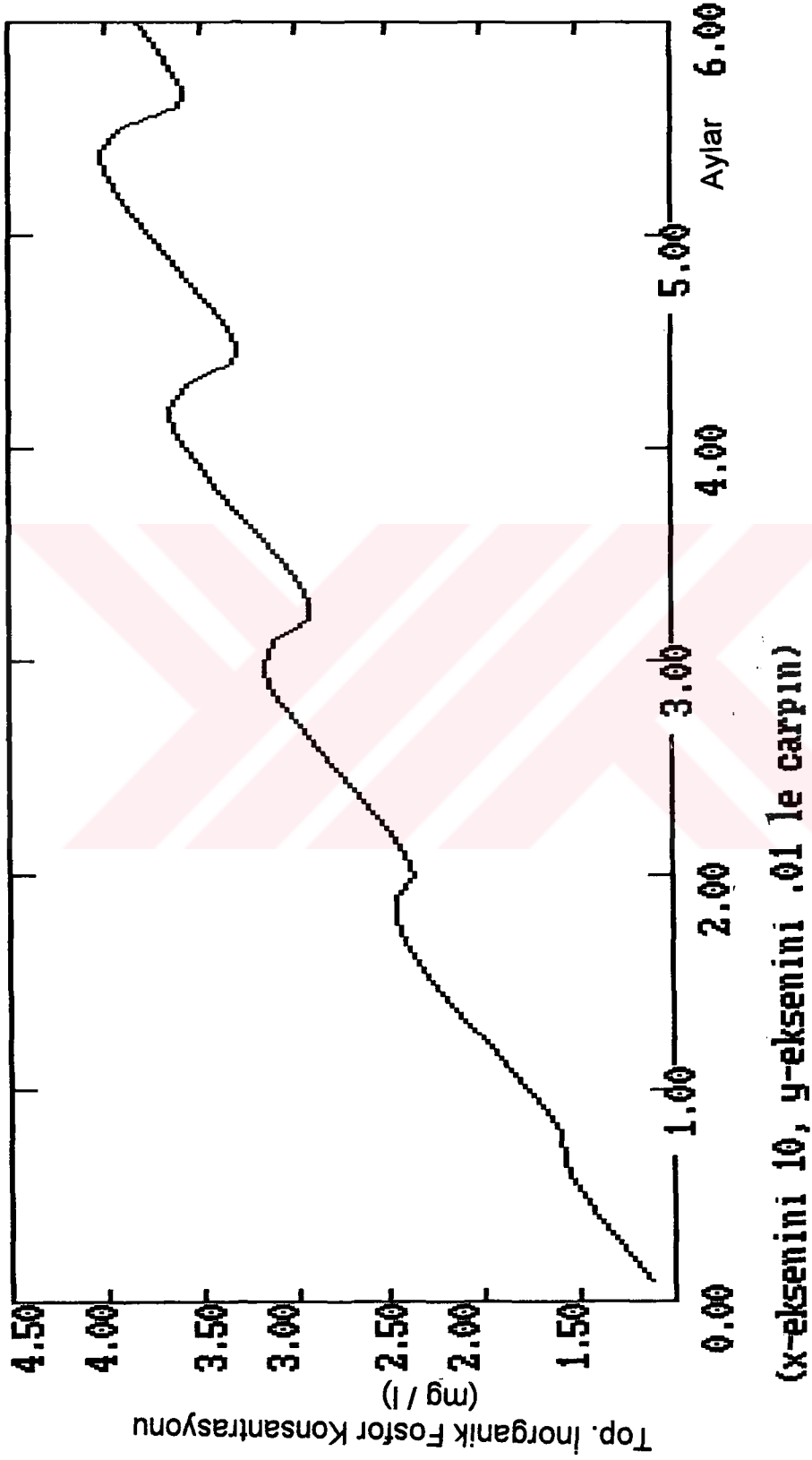




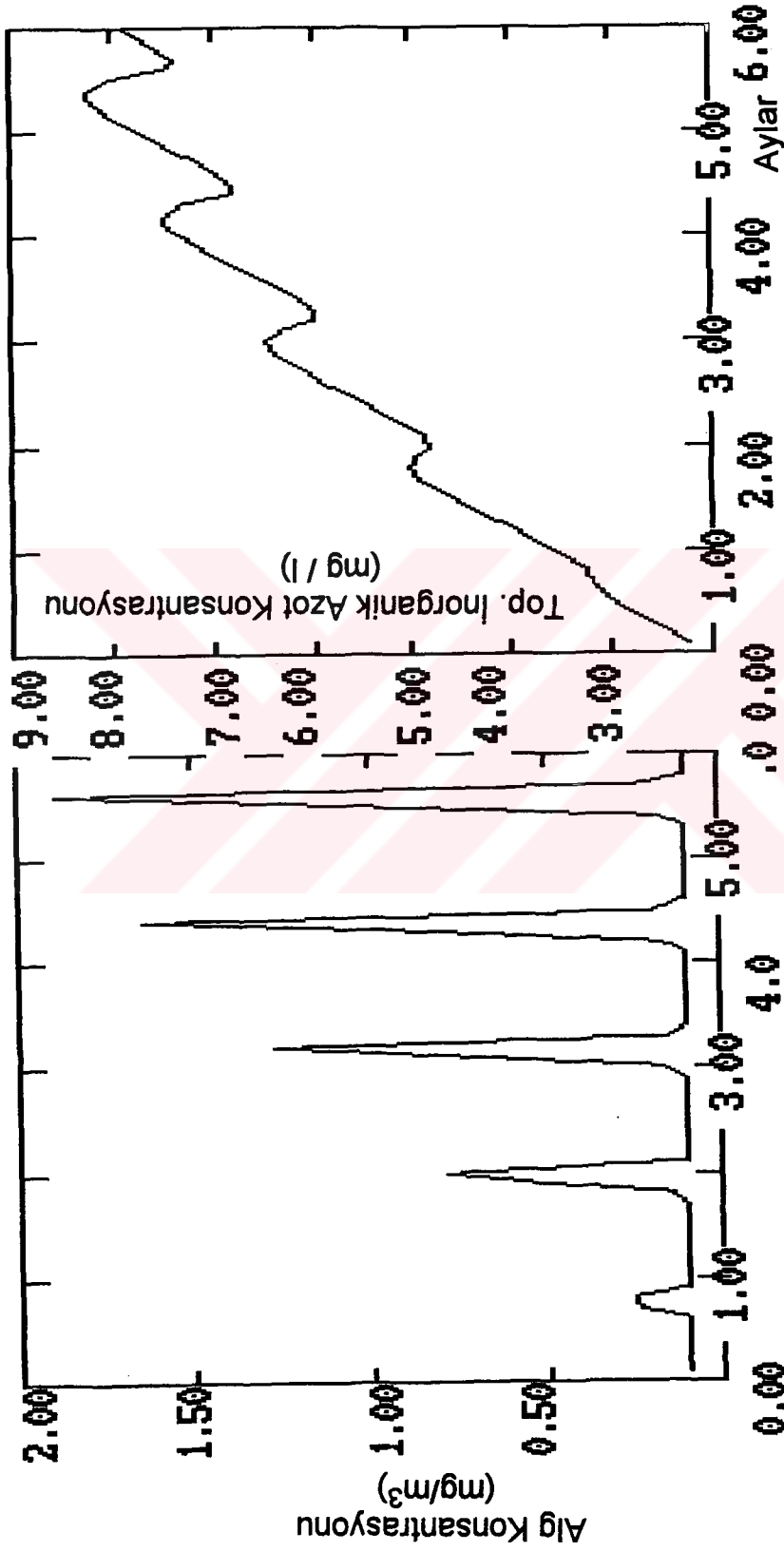
Şekil 7 -12 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü ile Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



Şekil 7 -13 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü ile Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

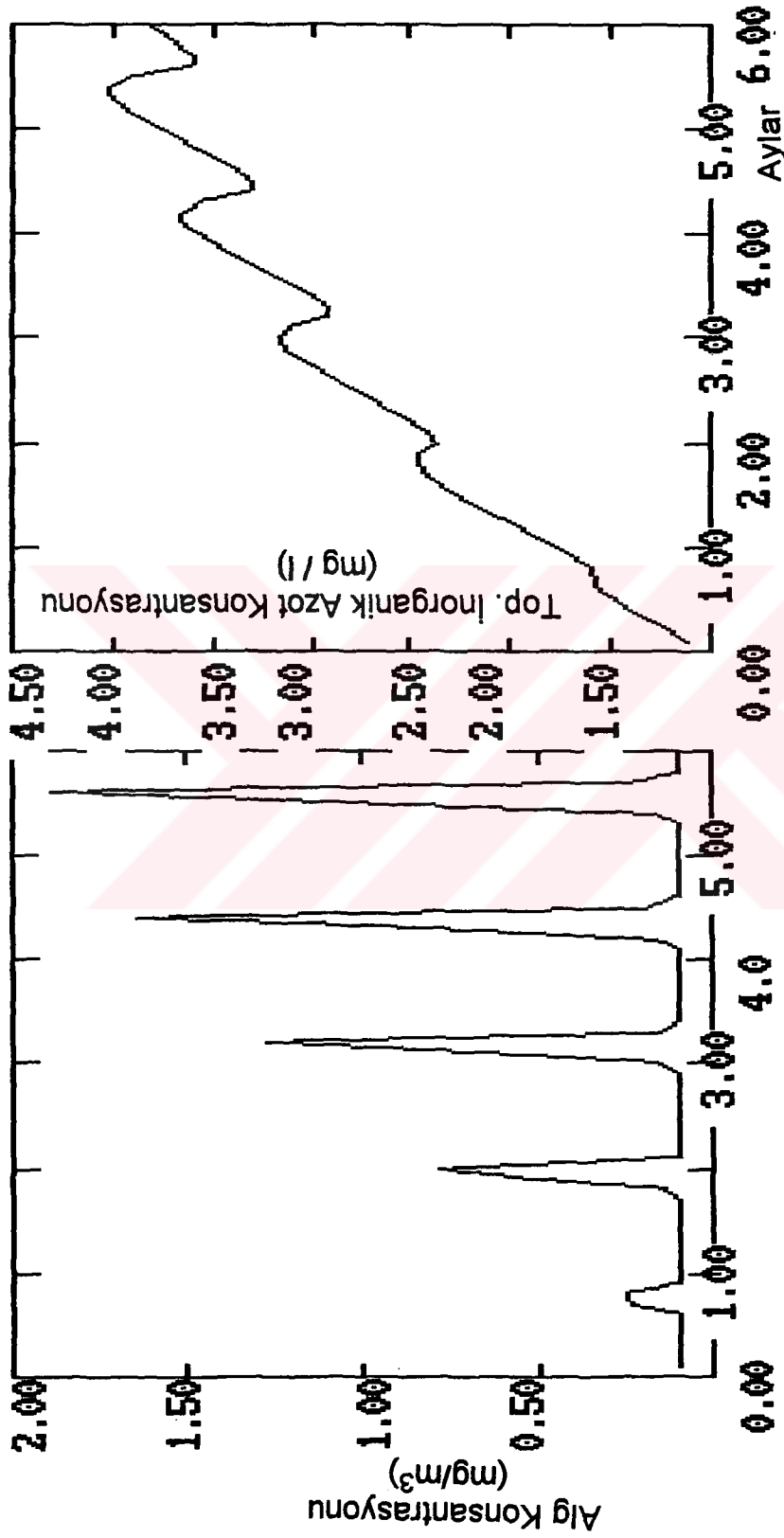


Şekil 7 -14 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü ile Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



(x-eksenini 10, y-eksenini .1 le carpın)

Şekil 7 -15 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü ile Eğirdir Gölü Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



(x-eksenini 10, y-eksenini .01 le çarpın)

Şekil 7 -16 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü ile Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

Tablo 7 -8 : Eğirdir Gölünde Birinci Sene Azot ve Fosfor Yükünün Artması
Durumunda Modelin 5 Yıl Süreli Çalıştırılmasına Ait Veri
Dosyası

__EGIRDİR_GOLU__(Modelin_5_Yıl_Icin_Calistirilmasi)____
 __Birinci_Sene_P_ve_NO3_Yuklerinin_Artmasi_., HAYIR
 __Golun_Ozellikleri____
 Hacim_Vo, 39464E5 , m3
 Vepi_Vo_Orani, 1 , birimsiz
 Alan_A, 472.3E06 , m2
 Derinlik_H, 8.35 , m
 Yukseklik_Alt, 917.97 , m
 Tuzluluk, 0 , %.

Yaz_Aylari, 12 , ay
 Kis_Aylari, 0 , ay
 Sene , 5 , sene

_V(m)____	Qout(m)____m3/ay
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4

Tablo 7 - 8 in devamı :

42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4

toC	Smin(La/d)	Smax(La/d)	GunesMüd(h)	DayLight(h)_
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4

Tablo 7 - 8 in devamı :

23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4

_Baslangic_Konsantrasyonlari_(mg/L)_

_Algo_mg/m3__Po__NO3o_

1

0.01

0.2

_Aylik_Ortalama_Giris_Yükleri_(ton/ay)_

_Lp(m)__Lno3(m)_

14.275 187.32

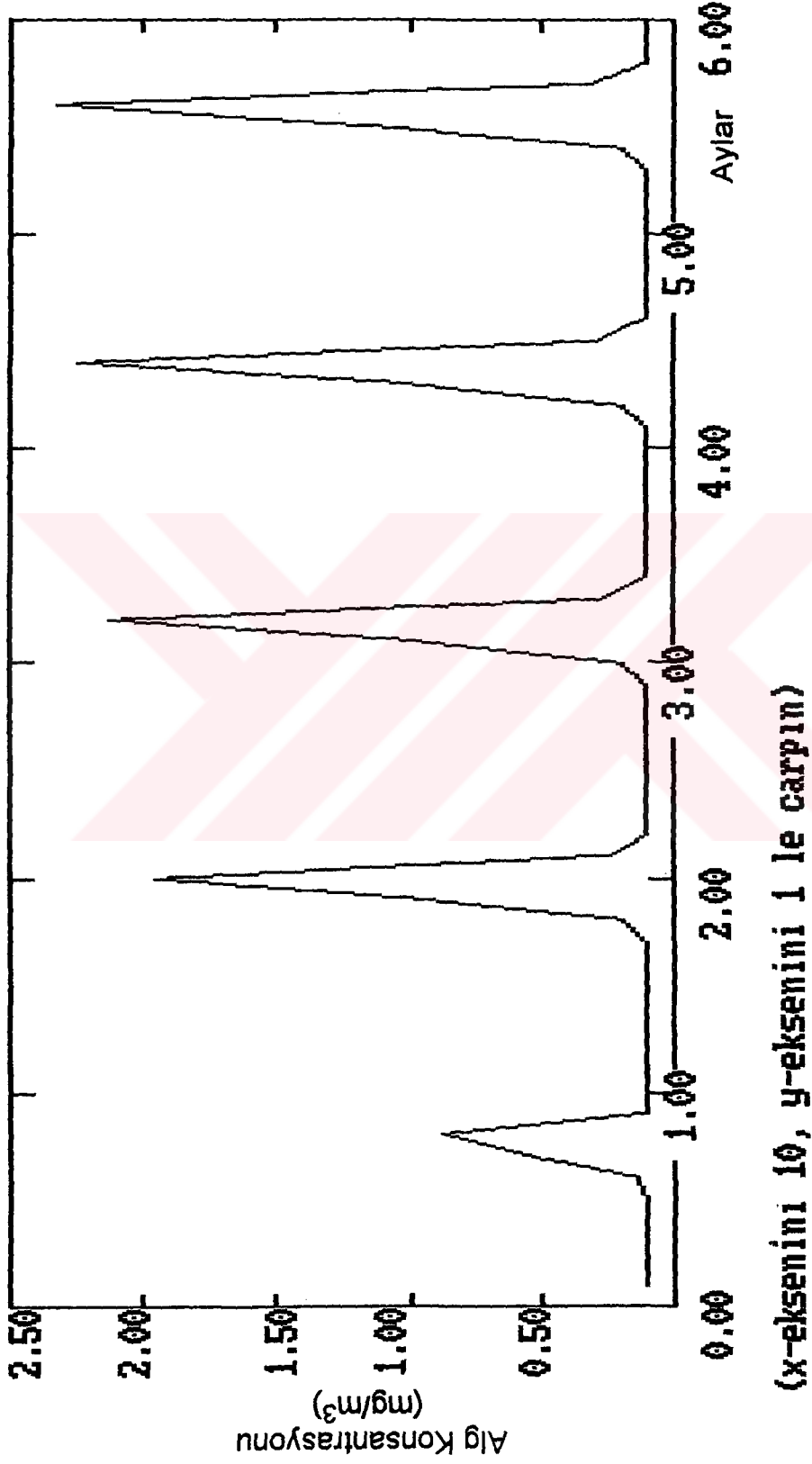
14.275 187.32

Tablo 7 - 8 in devamı :

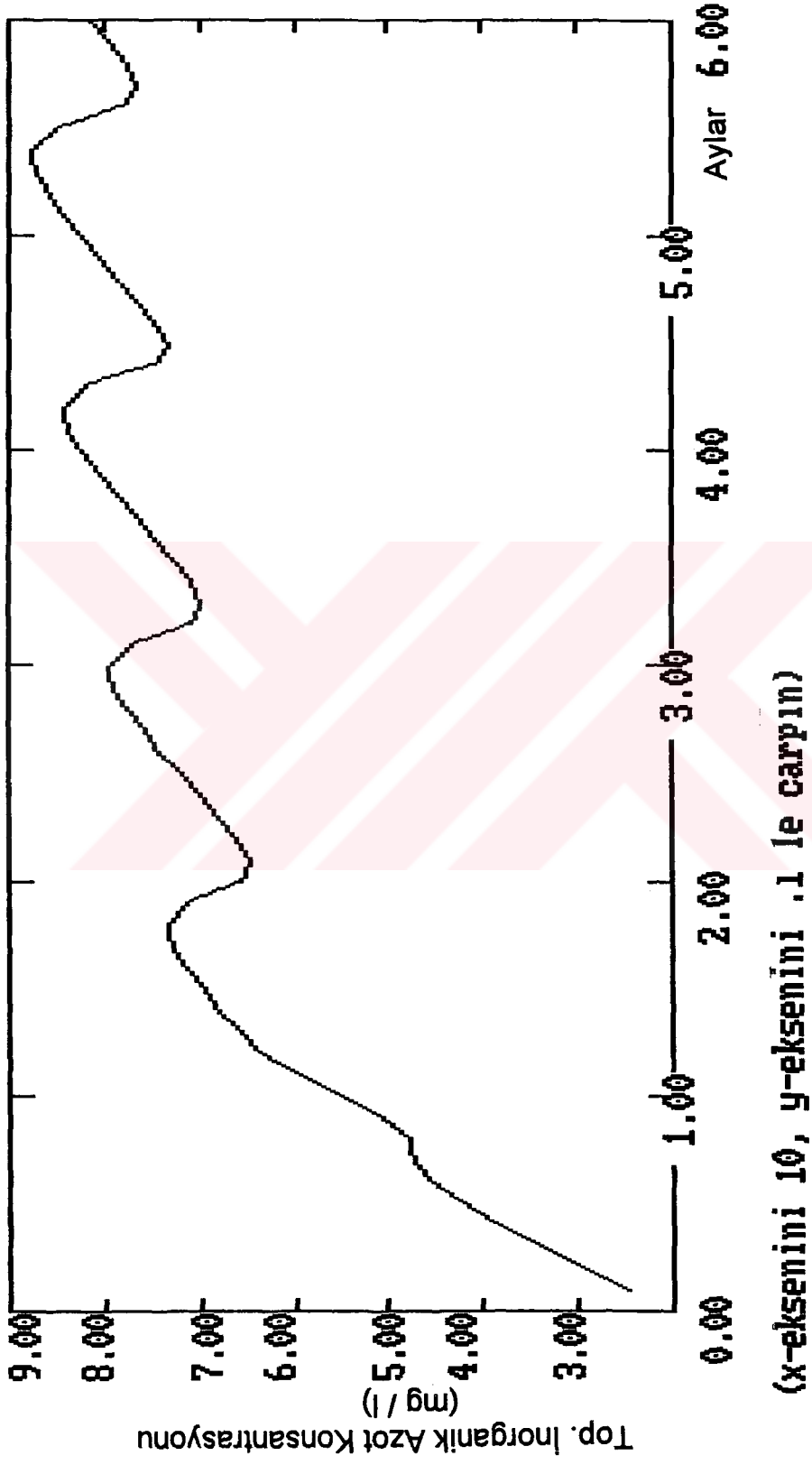
4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32

Isik_Sabitleri:	Deger	Birimi
Isik_Emilme_Katsayisi_Ke,	0.4	m-1
Maks_Fotosentez_Hizi_Isik_Siddeti_lopt ,	200	La/d

Fitoplankton_Ureme_Sabitleri	Deger	Birimi
Maksimum_Spesifik_Buyume_Hizi_Gmax,	0.82	gun-1
Nitrat_Michalis_Menten_Katsayisi_KNO3,	0.025	mgN/L
Fosfat_Michalis_Menten_Katsayisi_Kp,	0.001	mgP/L
Alg_Cokelme_Hizi_Ksed	0.15	m/gun
Geriye_Donen_Sediment_Besi_Madde_Orani_U,	0.02	gun-1
Sicaklik_Duzeltme_Katsayisi,	1.068	birimsiz
Alg_P_Ozümleme_Katsayisi_KplAlg,	0.001	birimsiz
Alg_NO3_Ozümleme_Katsayisi_Kno3IAlg,	0.01	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kphyp,	0.0005	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_NO3_KatsayisiKno3hyp,	0.01	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kup,	0.001	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_NO3_Katsayisi_Kuno3,	0.001	birimsiz
Alg_Respirasyon_Sabiti,	0.125	gun-1

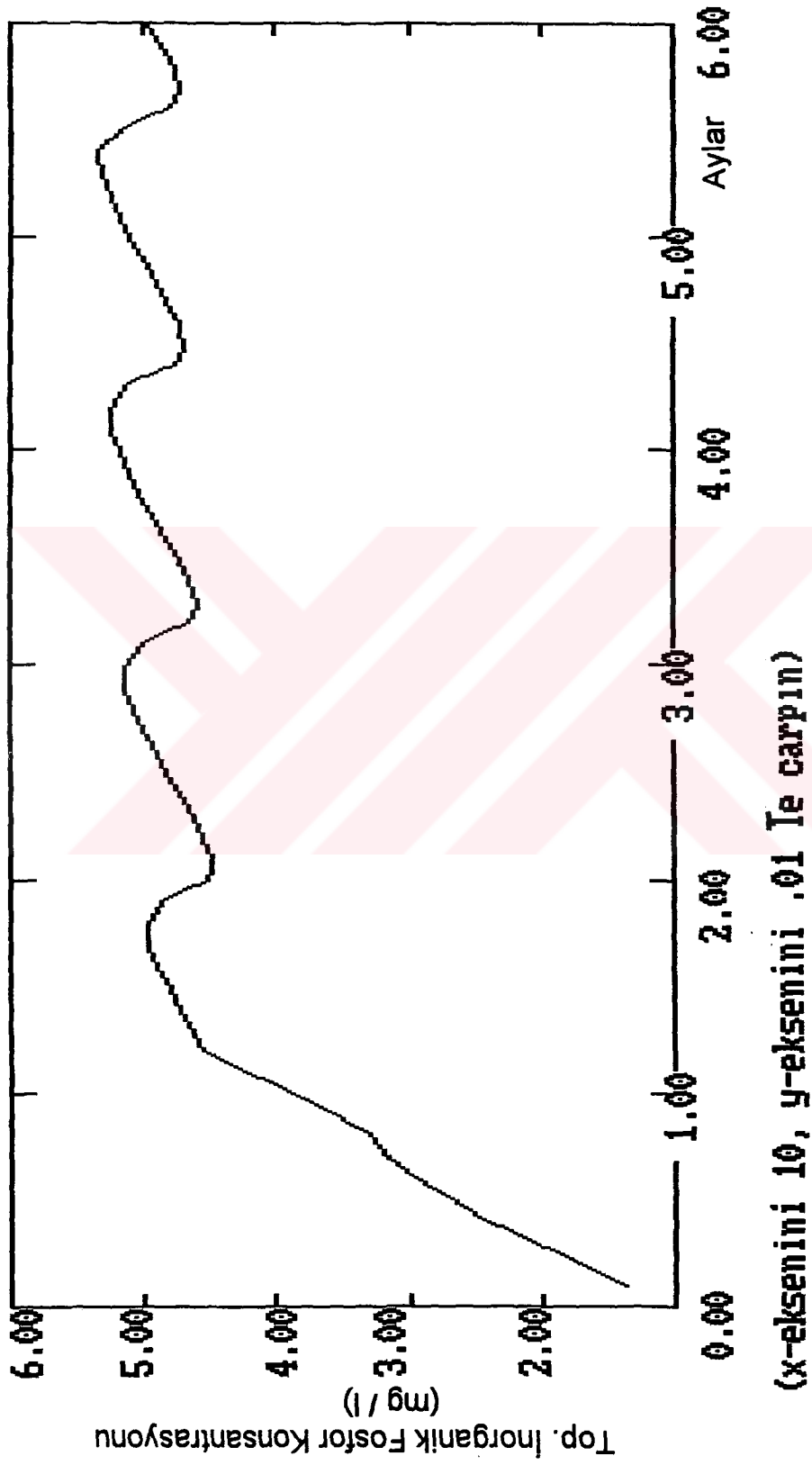


Şekil 7 -17 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
1. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü
Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



Şekil 7 -18 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda

1. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü
Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara
Göre Değişimi

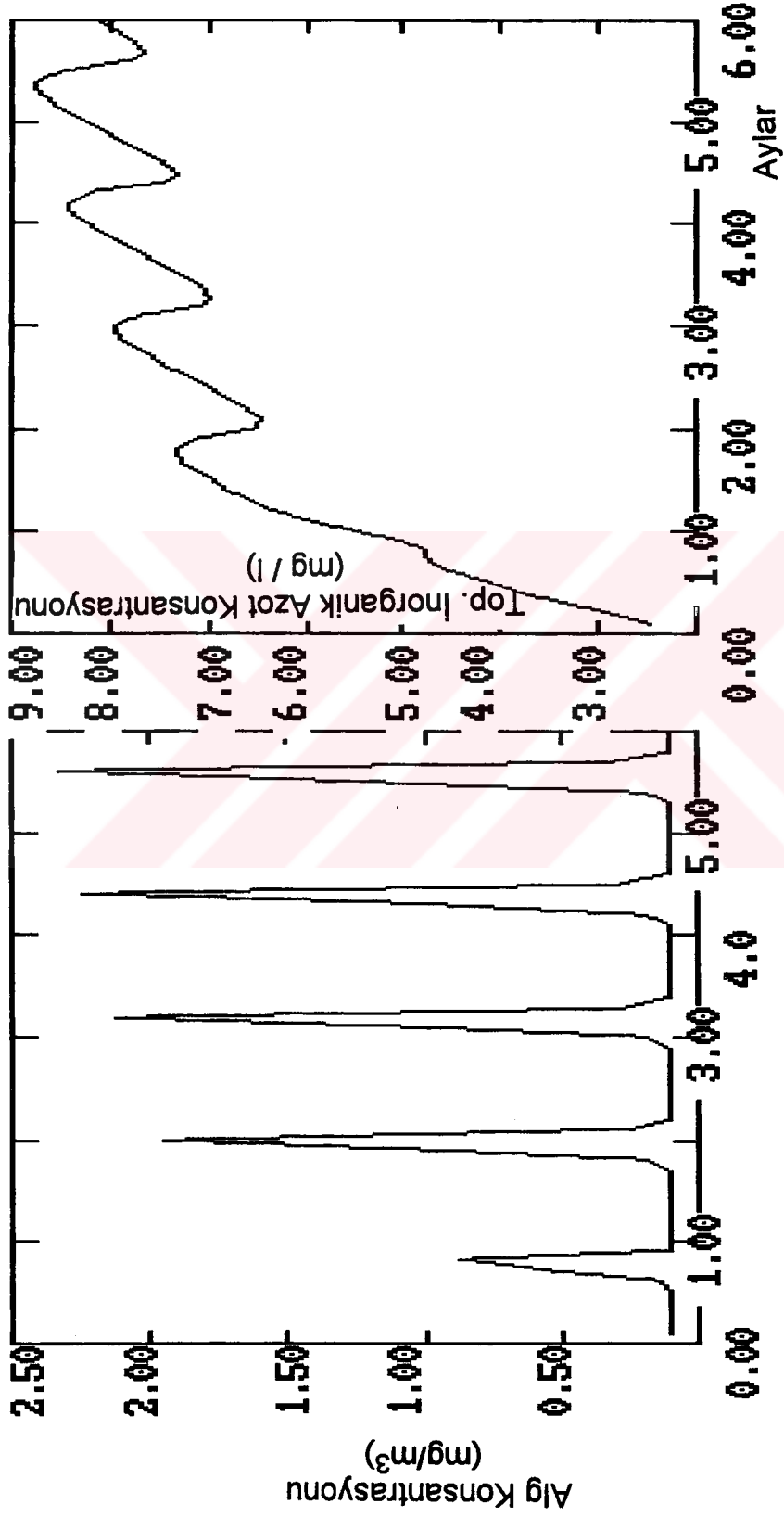


Şekil 7 -19 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda

1. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü

Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara

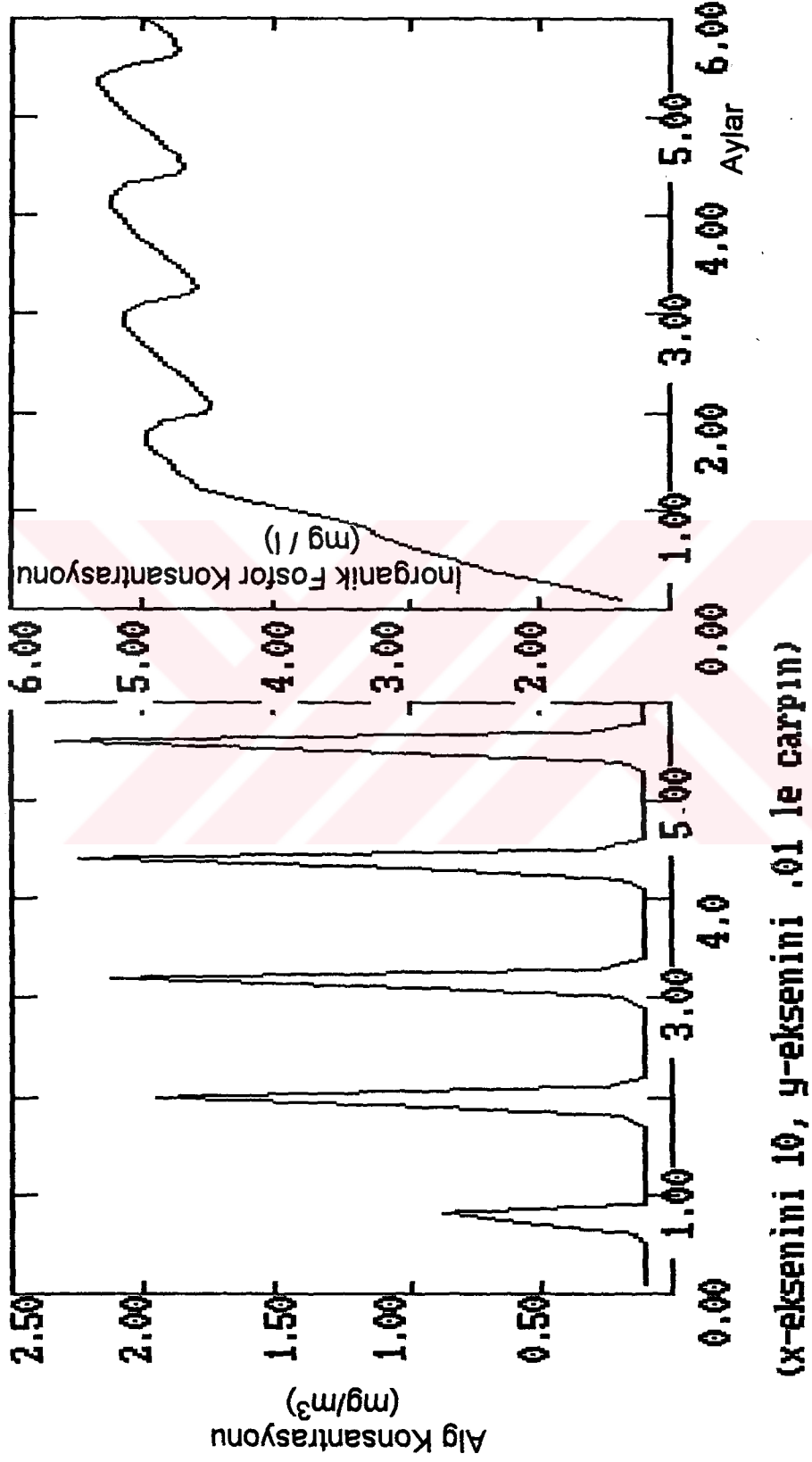
Göre Değişimi



(x-eksenini 10, y-eksenini .1 ile çarpın)

Şekil 7 -20 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda

1. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü
Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara
Göre Değişimi



Şekil 7 -21 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda

1. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü

Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara

Göre Değişimi

Tablo 7 -9 : Eğirdir Gölünde Üçüncü Sene Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate İnmesi Durumunda Modelin 5 Yıl Süreli Çalıştırılmasına Ait Veri Dosyası

__EGIRDİR_GOLU__(Modelin_5_Yil_Icin_Calistirilmasi)____
 __Ucuncu_Sene_Gun_Isigi_Muddetinin_1_Saate_Inmesi:, HAYIR
 __Golun_Ozellikleri____
 Hacim_Vo, 39464E5 , m3
 Vepi_Vo_Orani, 1 , birimsiz
 Alan_A, 472.3E06 , m2
 Derinlik_H, 8.35 , m
 Yukseklik_Alt, 917.97 , m
 Tuzluluk, 0 , %.

Yaz_Aylari, 12 , ay
 Kis_Aylari, 0 , ay
 Sene , 5 , sene

V(m)	Qout(m) m3/ay
3946.4E6	15.44E6
3989.0E6	14.00E6
4055.3E6	14.57E6
4159.8E6	13.86E6
4298.3E6	14.71E6
4351.0E6	43.82E6
4303.1E6	66.81E6
4231.4E6	50.42E6
4159.8E6	45.85E6
4079.0E6	39.87E6
4031.6E6	20.08E6
4045.8E6	11.26E6
3946.4E6	15.44E6
3989.0E6	14.00E6
4055.3E6	14.57E6
4159.8E6	13.86E6
4298.3E6	14.71E6
4351.0E6	43.82E6
4303.1E6	66.81E6
4231.4E6	50.42E6
4159.8E6	45.85E6
4079.0E6	39.87E6
4031.6E6	20.08E6
4045.8E6	11.26E6
3946.4E6	15.44E6
3989.0E6	14.00E6
4055.3E6	14.57E6
4159.8E6	13.86E6
4298.3E6	14.71E6
4351.0E6	43.82E6
4303.1E6	66.81E6
4231.4E6	50.42E6

Tablo 7 -9 un devamı:

4159.8E6	45.85E6
4079.0E6	39.87E6
4031.6E6	20.08E6
4045.8E6	11.26E6
3946.4E6	15.44E6
3989.0E6	14.00E6
4055.3E6	14.57E6
4159.8E6	13.86E6
4298.3E6	14.71E6
4351.0E6	43.82E6
4303.1E6	66.81E6
4231.4E6	50.42E6
4159.8E6	45.85E6
4079.0E6	39.87E6
4031.6E6	20.08E6
4045.8E6	11.26E6
3946.4E6	15.44E6
3989.0E6	14.00E6
4055.3E6	14.57E6
4159.8E6	13.86E6
4298.3E6	14.71E6
4351.0E6	43.82E6
4303.1E6	66.81E6
4231.4E6	50.42E6
4159.8E6	45.85E6
4079.0E6	39.87E6
4031.6E6	20.08E6
4045.8E6	11.26E6

toC	Smin(La/d)	Smax(La/d)	Güneşlenme_Müd(h)	DayLight(h)
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9

Tablo 7 -9 devamı:

20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	1.0
3.4	62	140	4.5	1.0
6.7	103	189	5.7	1.0
11.2	131	246	6.7	1.0
16.3	166	287	8.5	1.0
20.8	171	298	10.5	1.0
24.0	175	288	11.6	1.0
23.6	152	262	11.1	1.0
20.1	120	210	9.4	1.0
14.4	80	162	6.9	1.0
8.7	50	106	5.0	1.0
4.6	30	77	3.3	1.0
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4

_Baslangic_Konsantrasyonlari_(mg/L)___

_Algo_mg/m3___Po___NO3o_

1.0 0.01 0.2

_Aylik_Ortalama_Giris_Yukleri._(ton/ay)___

_Lp(m)___Lno3(m)___

4.275 87.32

4.275 87.32

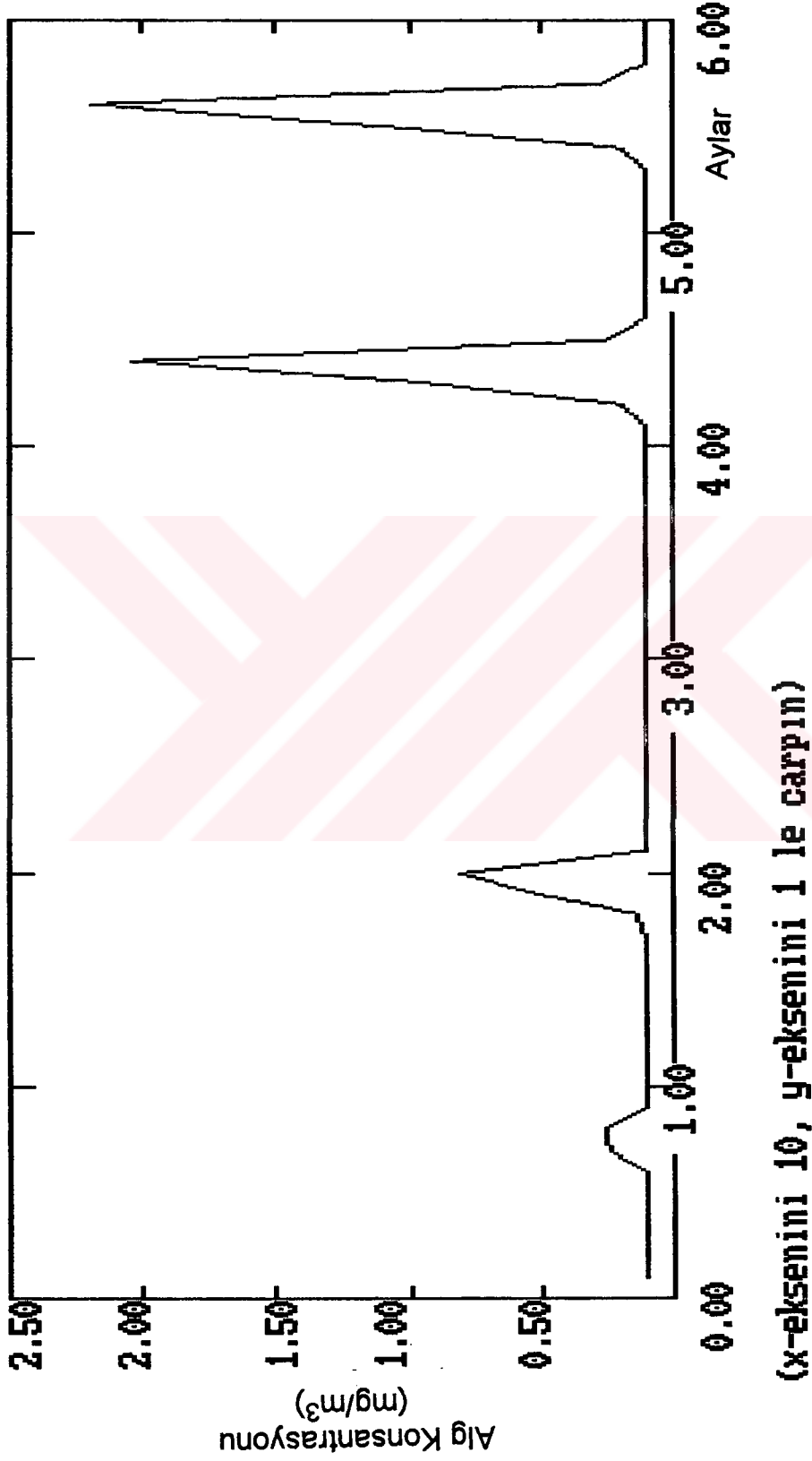
4.275 87.32

Tablo 7 -9 devamı :

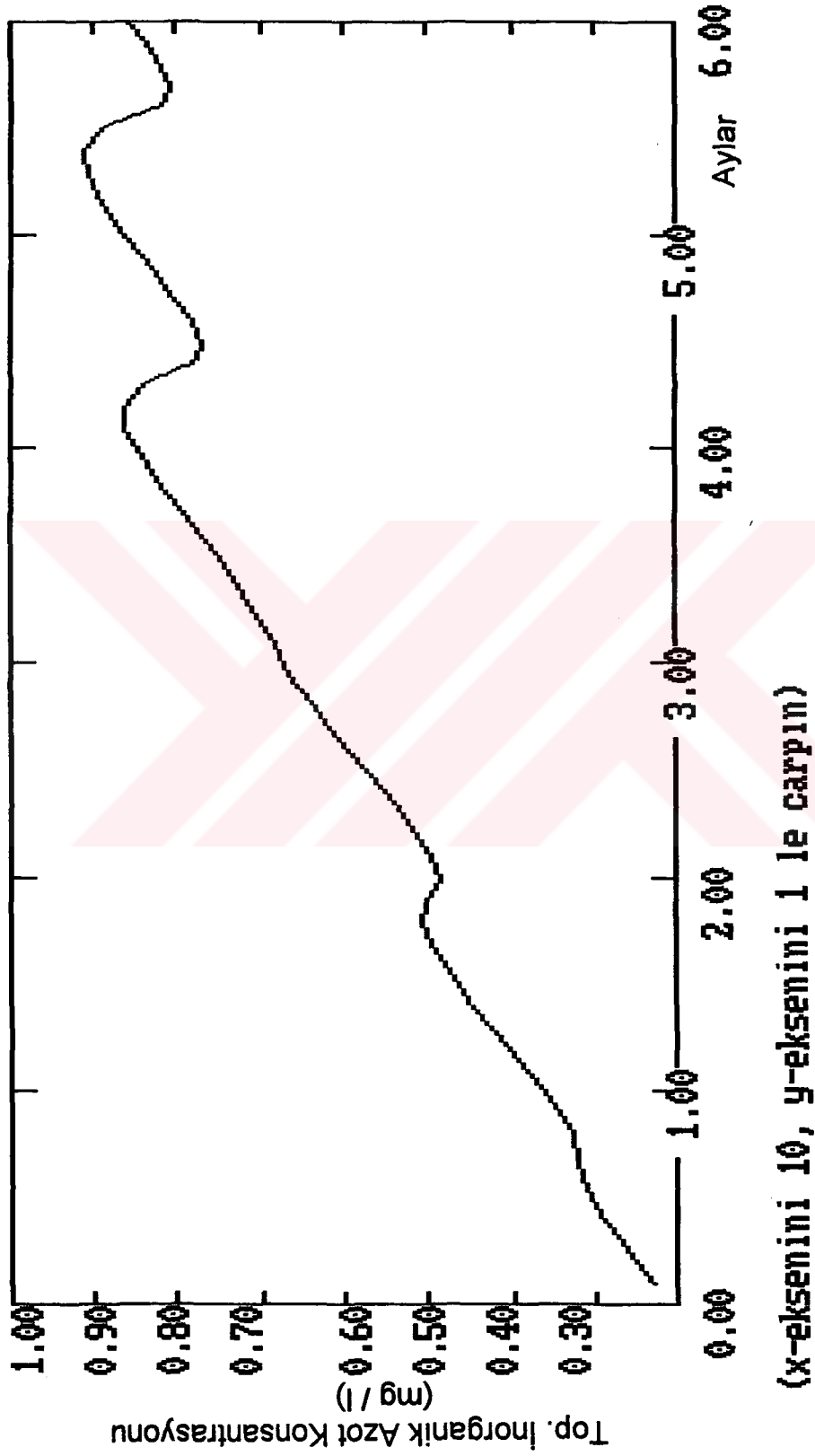
4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32

Isik_Sabitleri:	Deger	Birimi
Isik_Emilme_Katsayisi_Ke,	0.4	m-1
Maks_Fotosentez_Hizi_Isik_Siddeti_lopt ,	200	La/d

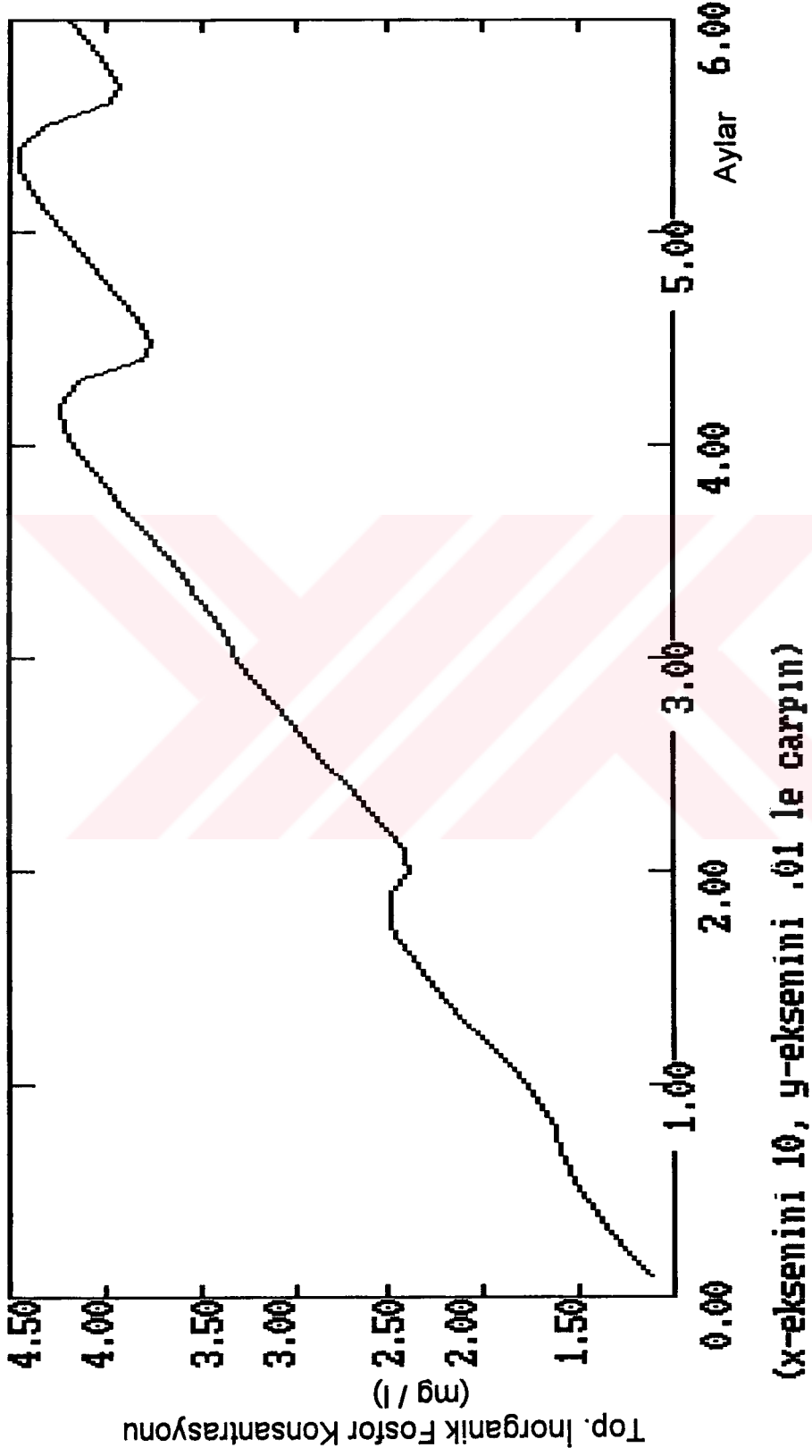
Fitoplankton_Ureme_Sabitleri	Deger	Birimi
Maksimum_Spesifik_Buyume_Hizi_Gmax,	0.82	gun-1
Nitrat_Michalis_Menten_Katsayisi_KNO3,	0.025	mgN/L
Fosfat_Michalis_Menten_Katsayisi_Kp,	0.001	mgP/L
Alg_Cokelme_Hizi_Ksed	0.15	m/gun
Geriye_Donen_Sediment_Besi_Madde_Orani_U,	0.02	gun-1
Sicaklik_Duzeltme_Katsayisi,	1.068	birimsiz
Alg_P_Ozümleme_Katsayisi_KplAlg,	0.001	birimsiz
Alg_NO3_Ozümleme_Katsayisi_Kno3lAlg,	0.01	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kphyp,	0.0005	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_NO3_KatsayisiKno3hyp,	0.01	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kup,	0.001	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_NO3_Katsayisi_Kuno3,	0.001	birimsiz
Alg_Respirasyon_Sabiti,	0.125	gun-1



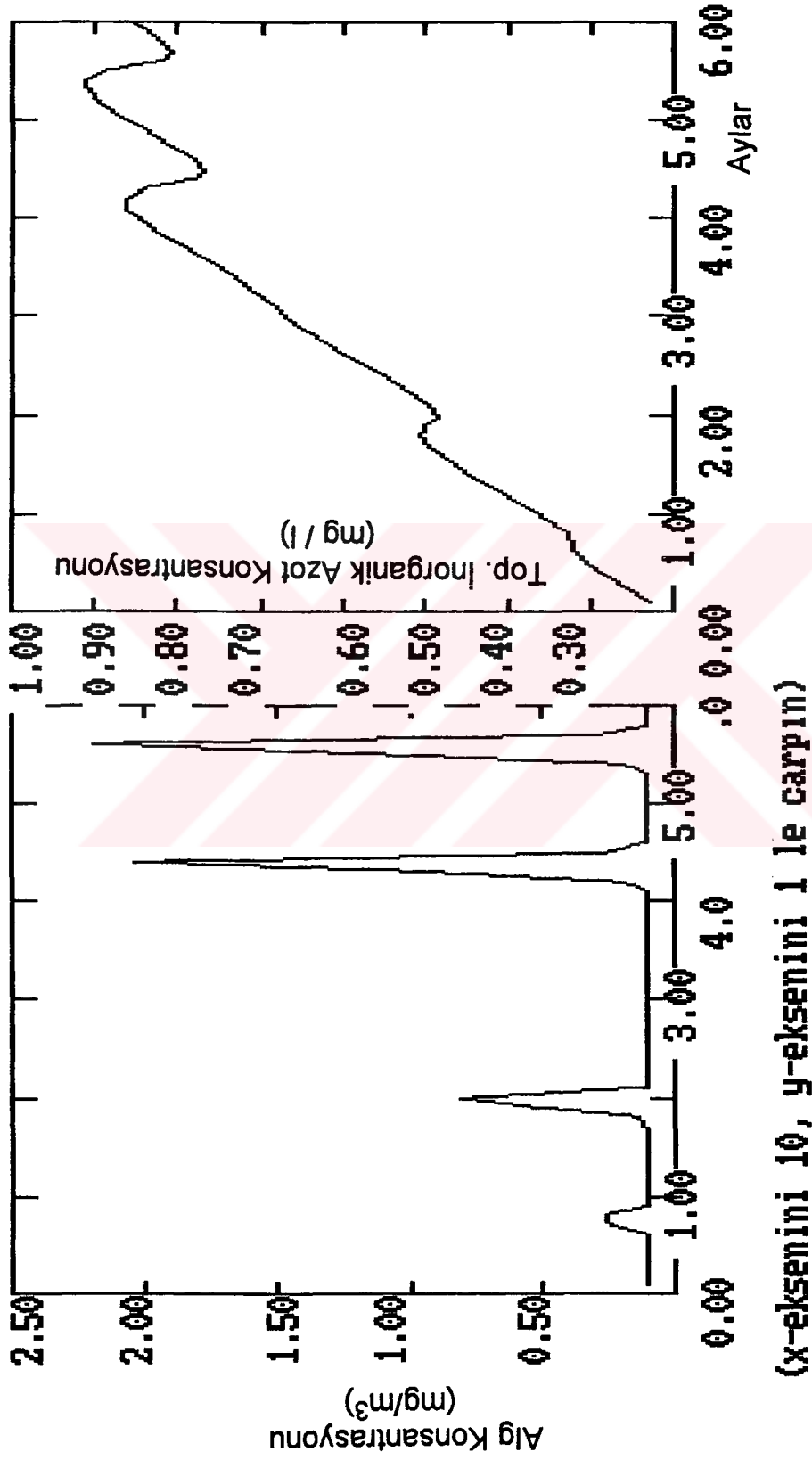
Şekil 7 -22 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi
Durumunda Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre
Değişimi



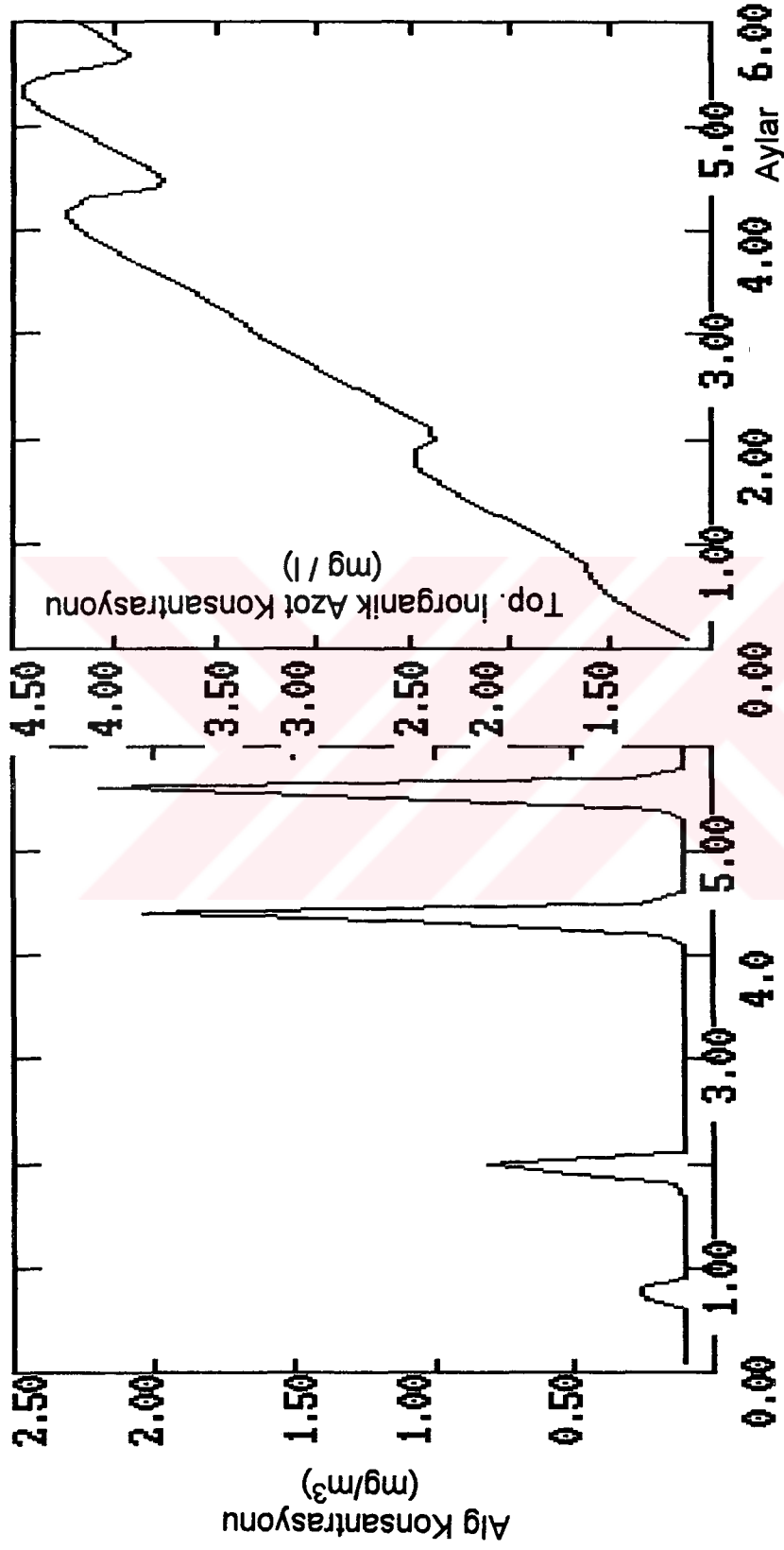
Şekil 7 -23 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi
Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot
Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



Şekil 7 -24 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi
Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor
Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



Şekil 7 -25 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
 3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi
 Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot
 Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



(x-eksenini 10, y-eksenini .01 le carpın)

Şekil 7 -26 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi
Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor
Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

Tablo 7 -10 devamı :

4159.8E6	45.85E6
4079E6	39.87E6
4031.6E6	20.08E6
4045.8E6	11.26E6
34464E5	1544E4
3989E6	14E6
4055.3E6	14.57E6
4159.8E6	13.86E6
4298.3E6	14.71E6
4351.0E6	43.82E6
4303.1E6	66.81E6
4231.4E6	50.42E6
4159.8E6	45.85E6
4079E6	39.87E6
4031.6E6	20.08E6
4045.8E6	11.26E6
34464E5	1544E4
3989E6	14E6
4055.3E6	14.57E6
4159.8E6	13.86E6
4298.3E6	14.71E6
4351.0E6	43.82E6
4303.1E6	66.81E6
4231.4E6	50.42E6
4159.8E6	45.85E6
4079E6	39.87E6
4031.6E6	20.08E6
4045.8E6	11.26E6

_toC	Smin(La/d)	Smax(La/d)	Gunes	Mud(h)	DayLight(h)
2.8	36	90	3.7		9.8
3.4	62	140	4.5		10.8
6.7	103	189	5.7		12.0
11.2	131	246	6.7		13.1
16.3	166	287	8.5		14.1
20.8	171	298	10.5		14.6
24.0	175	288	11.6		14.4
23.6	152	262	11.1		13.9
20.1	120	210	9.4		12.2
14.4	80	162	6.9		11.5
8.7	50	106	5.0		10.2
4.6	30	77	3.3		9.4
2.8	36	90	3.7		9.8
3.4	62	140	4.5		10.8
6.7	103	189	5.7		12.0
11.2	131	246	6.7		13.1
16.3	166	287	8.5		14.1
20.8	171	298	10.5		14.6
24.0	175	288	11.6		14.4
23.6	152	262	11.1		13.9

Tablo 7 -10 devamı :

20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4

_Baslangic_Konsantrasyonlari_(mg/L)_

_Algo_mg/m3__Po__NO3o_

1 0.01 0.2

_Aylık_Ortalama_Giris_Yükleri_(ton/ay)_

_Lp(m)__Lno3(m)_

4.275 87.32

4.275 87.32

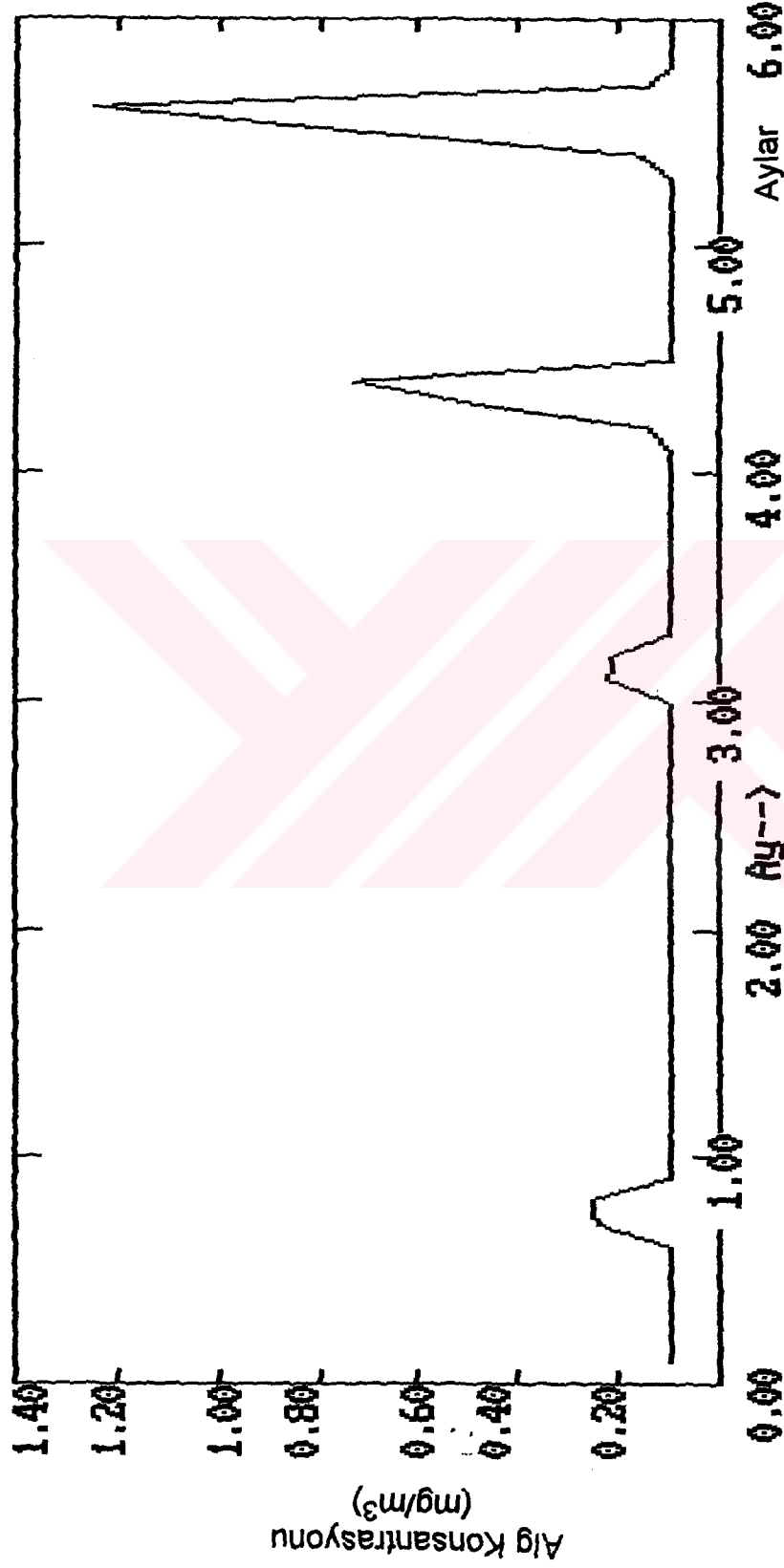
[illegible][illegible]

Tablo 7 -10 devamı :

4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32

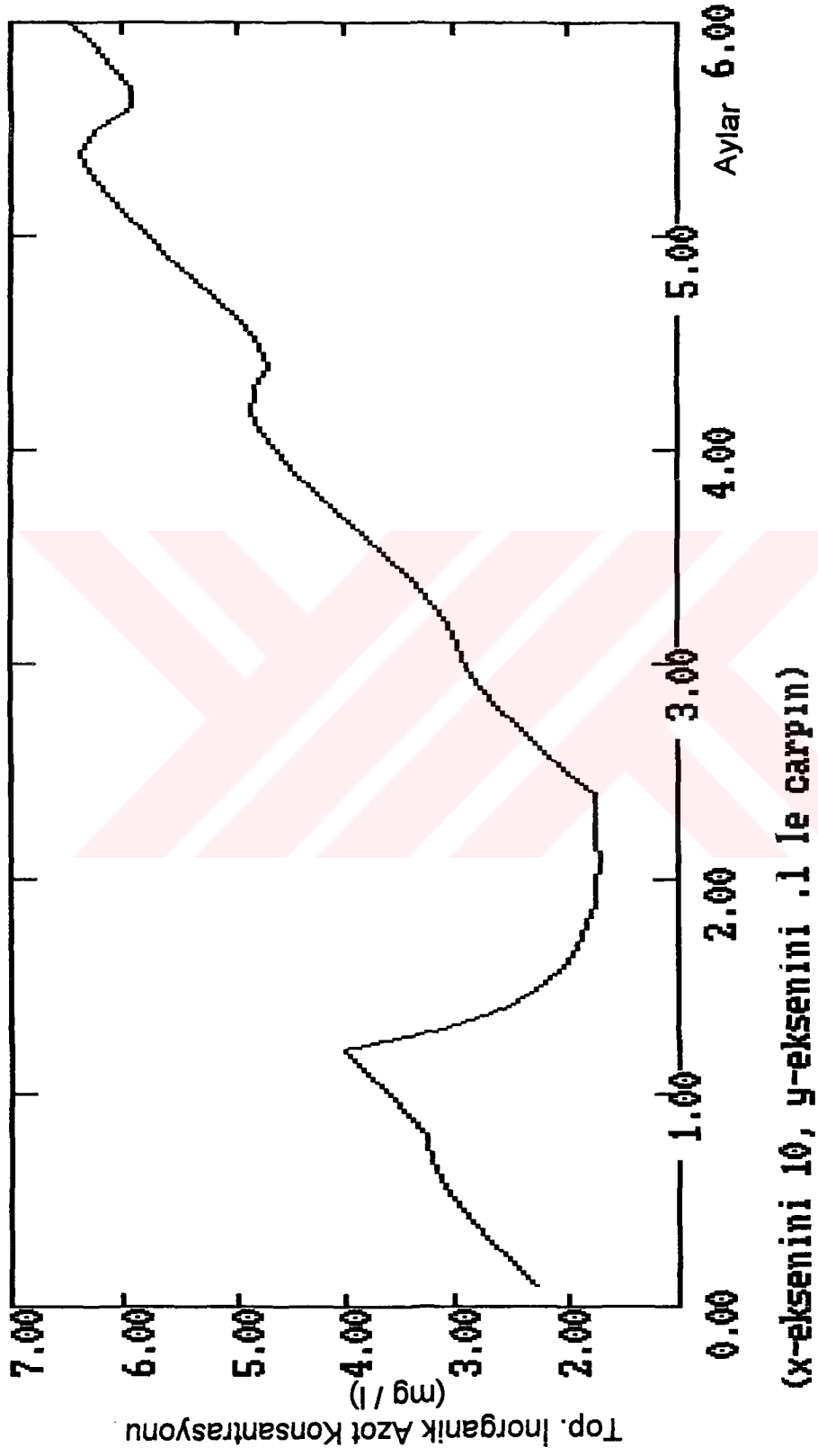
Isik_Sabitleri:	Deger	Birimi
Isik_Emilme_Katsayisi_Ke,	0.4	m-1
Maks_Fotosentez_Hizi_Isik_Siddeti_lopt ,	200	La/d

Fitoplankton_Ureme_Sabitleri	Deger	Birimi
Maksimum_Spesifik_Buyume_Hizi_Gmax,	0.82	gun-1
Nitrat_Michalis_Menten_Katsayisi_KNO3,	0.025	mgN/L
Fosfat_Michalis_Menten_Katsayisi_Kp,	0.001	mgP/L
Alg_Cokelme_Hizi_Ksed ,	0.15	m/gun
Geriye_Donen_Sediment_Besi_Madde_Orani_U,	0.02	gun-1
Sicaklik_Duzeltme_Katsayisi,	1.068	birimsiz
Alg_P_Özümlleme_Katsayisi_KplAlg,	0.001	birimsiz
Alg_NO3_Özümlleme_Katsayisi_Kno3lAlg,	0.01	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kphyp,	0.0005	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_NO3_KatsayisiKno3hyp,	0.01	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kup,	0.001	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_NO3_Katsayisi_Kuno3,	0.001	birimsiz
Alg_Respirasyon_Sabiti,	0.125	gun-1

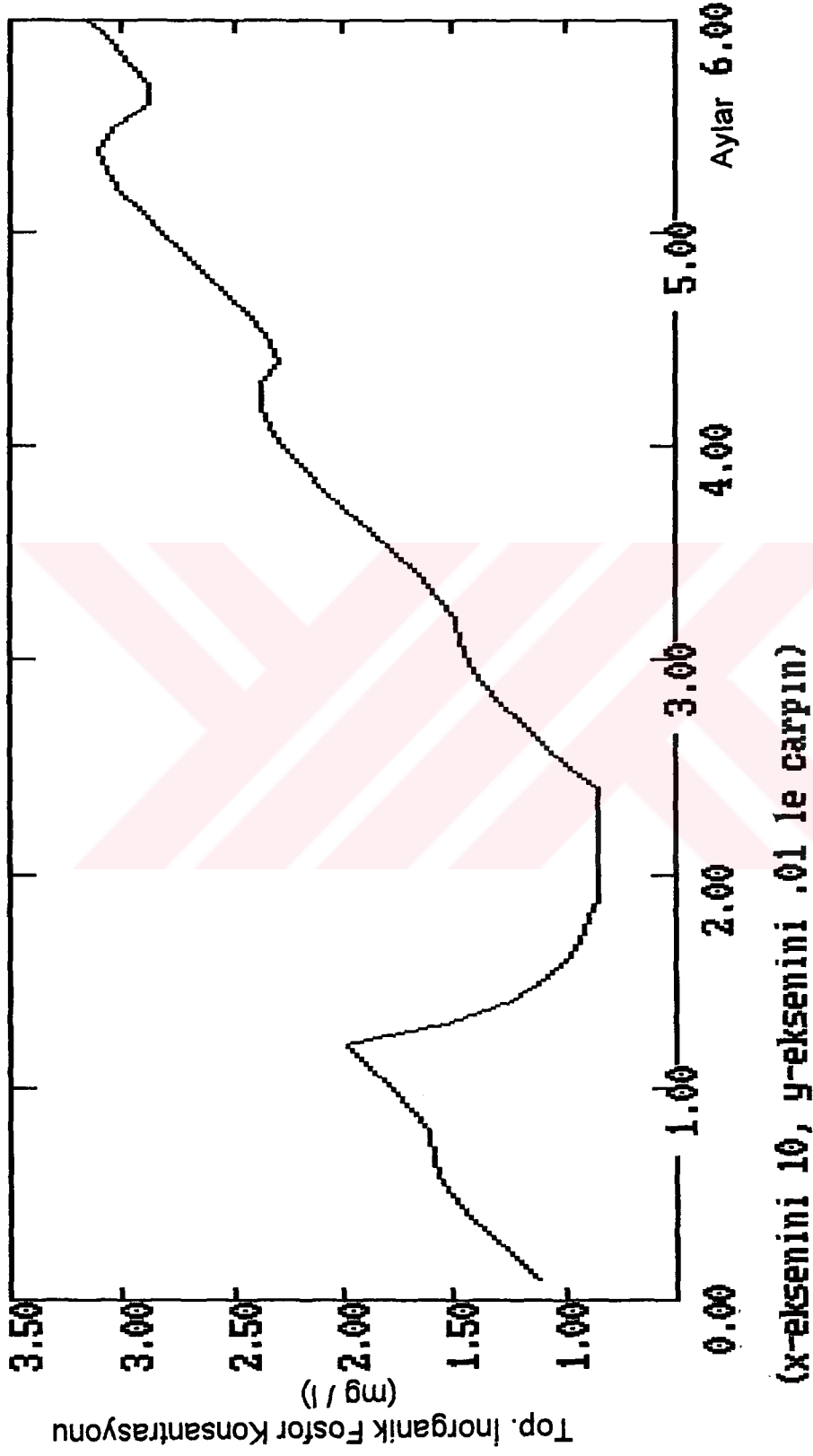


(x-eksenini 10, y-eksenini 1 le carpın)

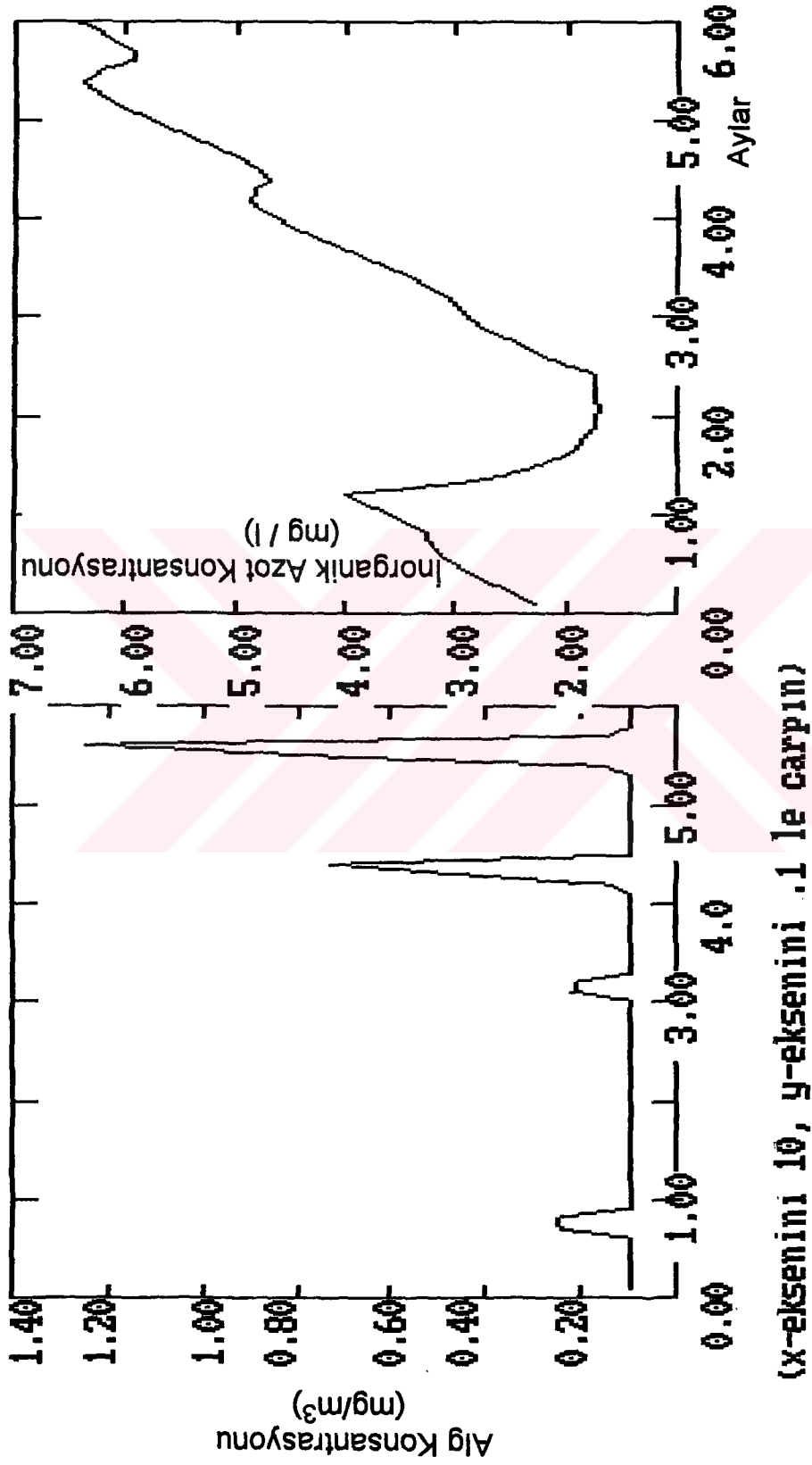
Şekil 7 -27 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de
4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg
Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



Şekil 7 -28 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de
 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot
 Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



Şekil 7 -29 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de
 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik
 Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

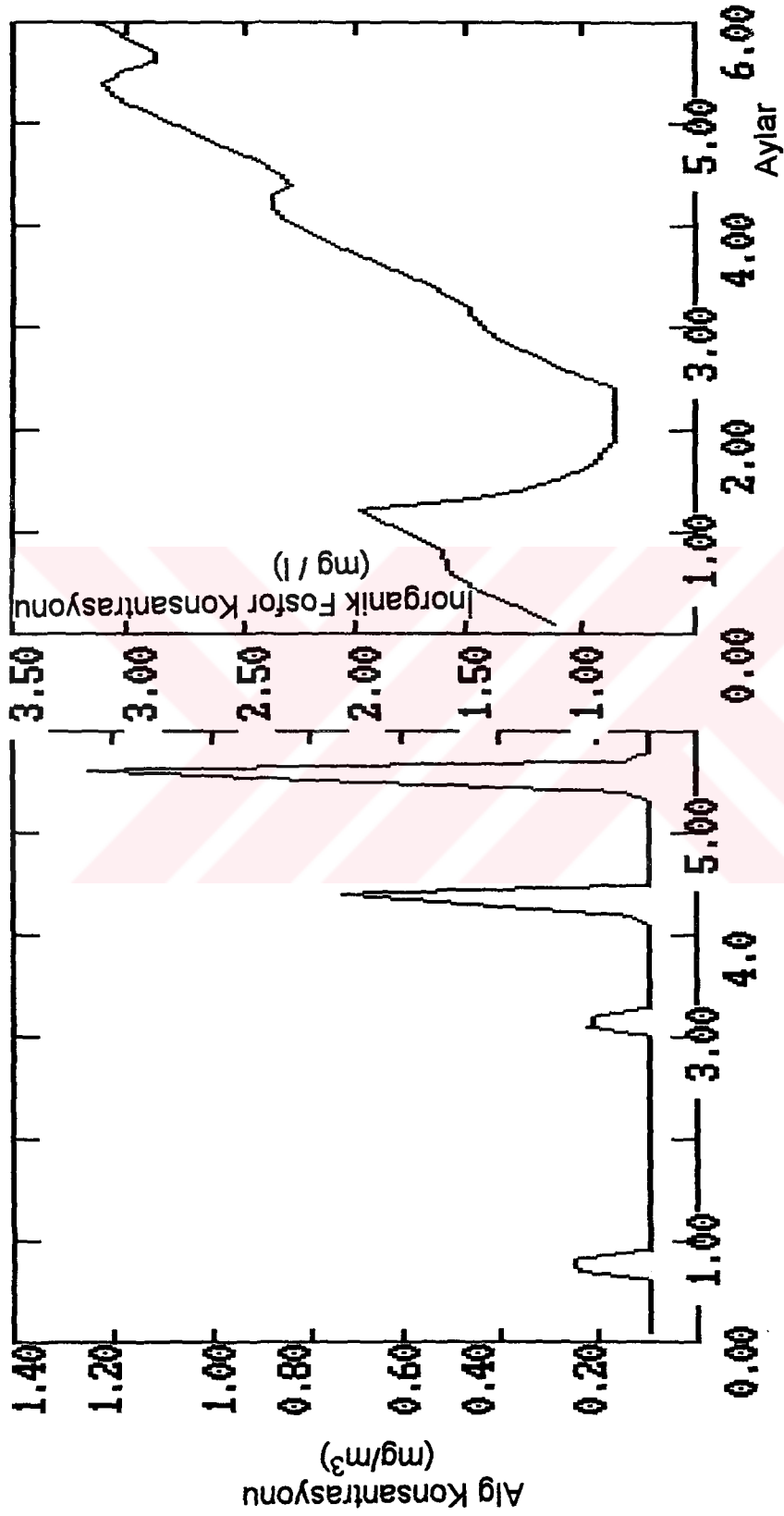


Şekil 7 -30 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda

2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de

4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam

İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



(x-eksenini 10, y-eksenini .01 le carpın)

Şekil 7 -31 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de
 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam
 İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

7.8. GMODEL Programının 7 Yıl Süre İle Çalıştırılması

Daha önce hazırlanan 5 yıllık senaryoların daha uzun süreli periyotlarda nasıl değişebileceği görmek için veri dosyalarının tekrar düzenlenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bunun için 7 yıllık hazırlanan veri dosyaları 5 yıllık model uygulamasında kullanılan grupta sistemine bağlı kalınarak 4 farklı senaryo tipi için alg, toplam inorganik azot ve fosforun değişimi incelenmiştir. Bunun sonucu alg, toplam inorganik azot ve fosfor salınımlarının zamanla kararlı bir yapıya doğru gittiği gözlenmiştir. Bu kısımda sadece 1.grup veri dosyası tipi tablo halinde verilerek (Tablo 7-11), diğer gruplar için model tarafından çizilen grafikler Şekil 7-32 ... Şekil 7-51 de verilmiştir.

Tablo 7-11 : Eğirdir Gölü Hacminin ve Çekilen Su Miktarının Sabit Olması Durumunda Modelin 7 Yıl Süre İle Çalıştırılması İçin Kullanılan Veri Dosyası

____EGIRDİR_GOLU____(7_Yıl_İçin_Modelin_Calistirilmesi)____
 Her_Yil_Gol_Hacminin_ve_Cekilen_Su_Miktarinin_Sabit_Olmasi_Durumu:,HAYIR
 ____Golun_Ozellikleri____
 Hacim_Vo, 39464E5 , m3
 Vepi_Vo_Orani, 1 , birimsiz
 Alan_A, 472.3E06 , m2
 Derinlik_H, 8.36 , m
 Yukseklik_Alt, 917.97 , m
 Tuzluluk, 0 , %.

Yaz_Aylari, 12 , ay
 Kis_Aylari, 0 , ay
 Sene , 7 , sene

V(m)	Qout(m) m3/ay
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4

Tablo 7-11 in devamı:

34464E5	1544E4
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4
34464E5	1544E4
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4
34464E5	1544E4
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4
34464E5	1544E4
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4

Tablo 7-11 in devamı:

40316E5	2008E4
40458E5	1126E4
34464E5	1544E4
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4
34464E5	1544E4
39464E5	1544E4
39890E5	1400E4
40553E5	1457E4
41598E5	1386E4
42983E5	1471E4
43510E5	4382E4
43031E5	6681E4
42314E5	5042E4
41598E5	4585E4
40790E5	3987E4
40316E5	2008E4
40458E5	1126E4
34464E5	1544E4

toC	Smin(La/d)	Smax(La/d)	GunesMud(h)	DayLight(h)_
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4

Tablo 7-11 in devamı:

23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2

14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4
2.8	36	90	3.7	9.8
3.4	62	140	4.5	10.8
6.7	103	189	5.7	12.0
11.2	131	246	6.7	13.1
16.3	166	287	8.5	14.1
20.8	171	298	10.5	14.6
24.0	175	288	11.6	14.4
23.6	152	262	11.1	13.9
20.1	120	210	9.4	12.2
14.4	80	162	6.9	11.5
8.7	50	106	5.0	10.2
4.6	30	77	3.3	9.4

Algo_mg/m3	Po	NO3o
1	0.01	0.2

 $L_p(m)$ $L_{no3}(m)$

[illegible]

[illegible]

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

4.275 87.32

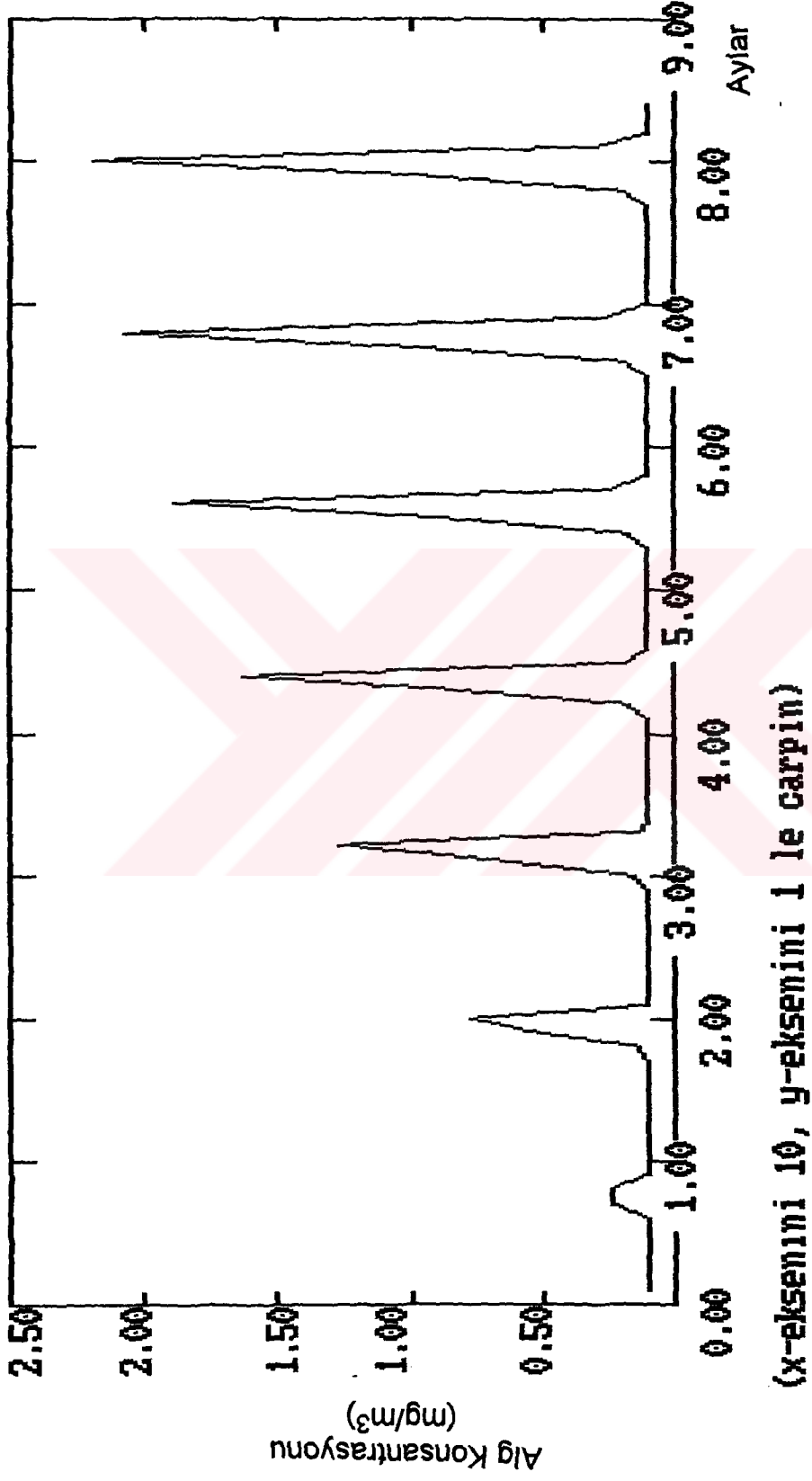
4.275 87.31

Notes

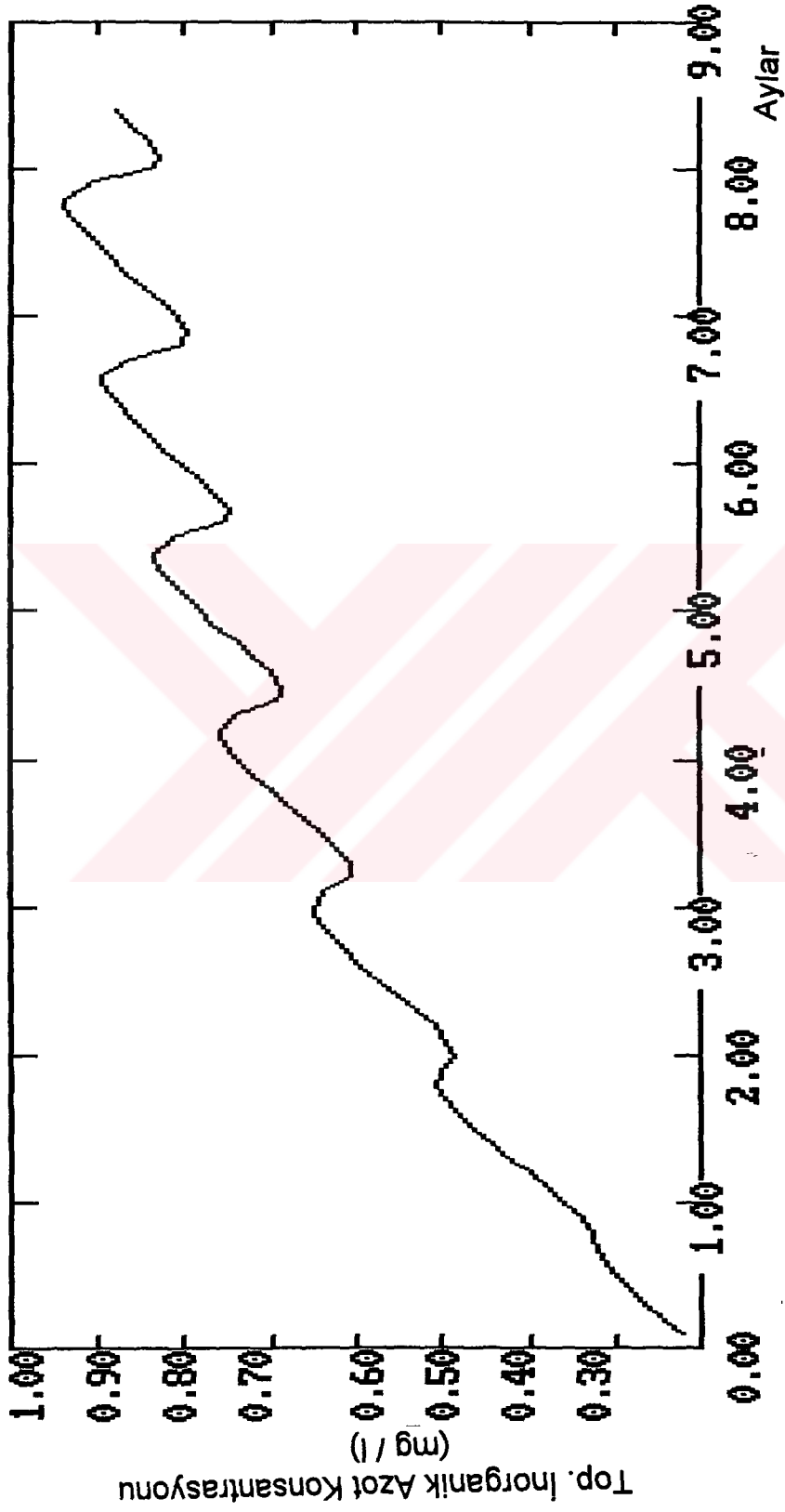
Tablo 7-11 in devamı:

4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32
 4.275 87.32

Isik_Sabitleri:	Deger	Birimi
Isik_Emilme_Katsayisi_Ke,	0.4	m-1
Maks_Fotosentez_Hizi_Isik_Siddeti_lopt ,	200	La/d
Fitoplankton_Ureme_Sabitleri	Deger	Birimi
Maksimum_Spesifik_Buyume_Hizi_Gmax,	0.82	gun-1
Nitrat_Michalis_Menten_Katsayisi_KNO3,	0.025	mgN/L
Fosfat_Michalis_Menten_Katsayisi_Kp,	0.001	mgP/L
Alg_Cokelme_Hizi_Ksed	0.15	m/gun
Geriye_Donen_Sediment_Besi_Madde_Orani_U,	0.02	gun-1
Sicaklik_Duzeltme_Katsayisi,	1.068	birimsiz
Alg_P_Ozumleme_Katsayisi_KplAlg,	0.001	birimsiz
Alg_NO3_Ozumleme_Katsayisi_Kno3lAlg,	0.01	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kphyp,	0.0005	birimsiz
Hipolim_Geri_Donen_NO3_KatsayisiKno3hyp,	0.01	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_P_Katsayisi_Kup,	0.001	birimsiz
Kis_Aylari_Geri_Donen_NO3_Katsayisi_Kuno3,	0.001	birimsiz
Alg_Respirasyon_Sabiti,	0.125	gun-1

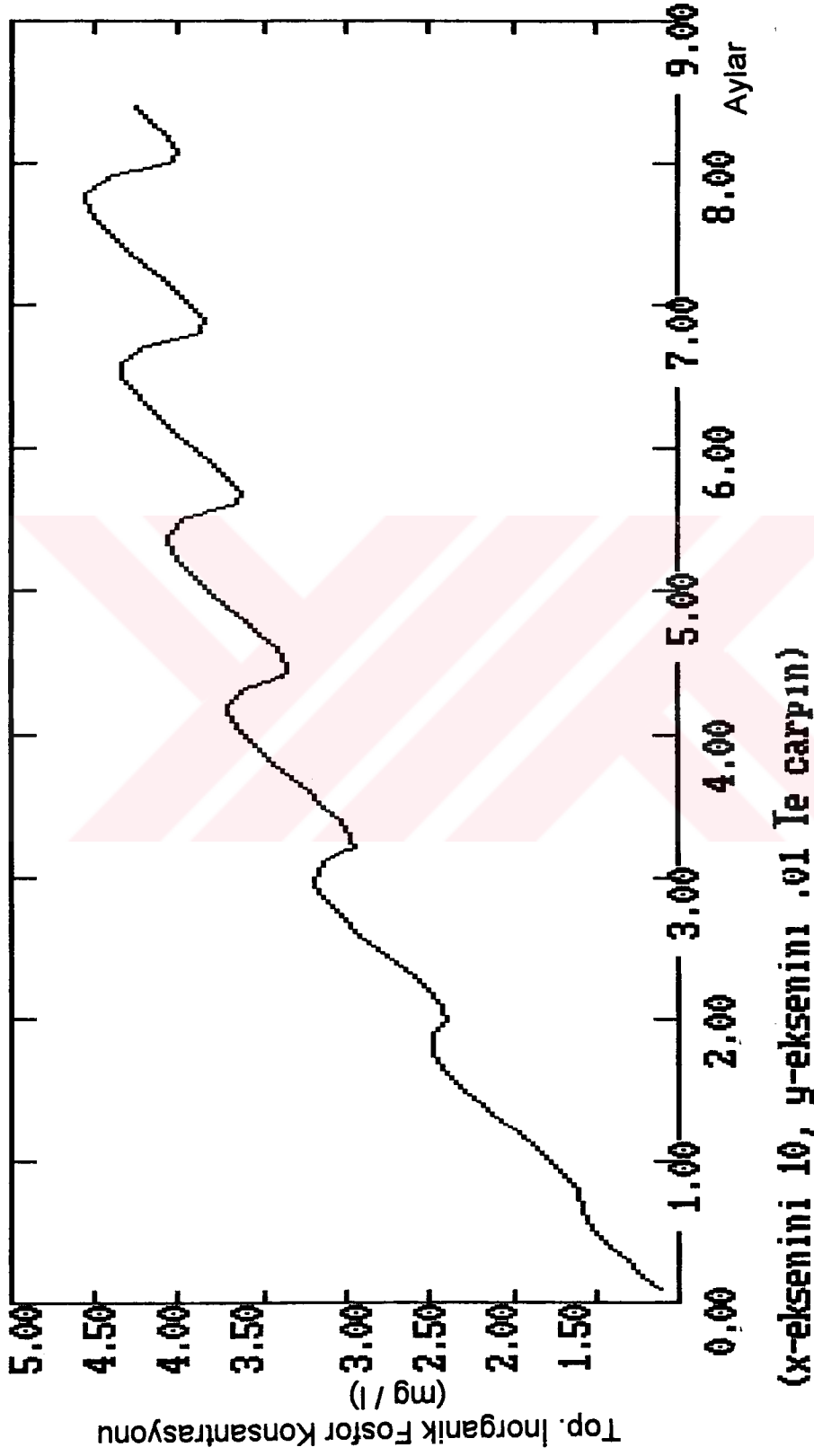


Şekil 7 -32 : Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü ile Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

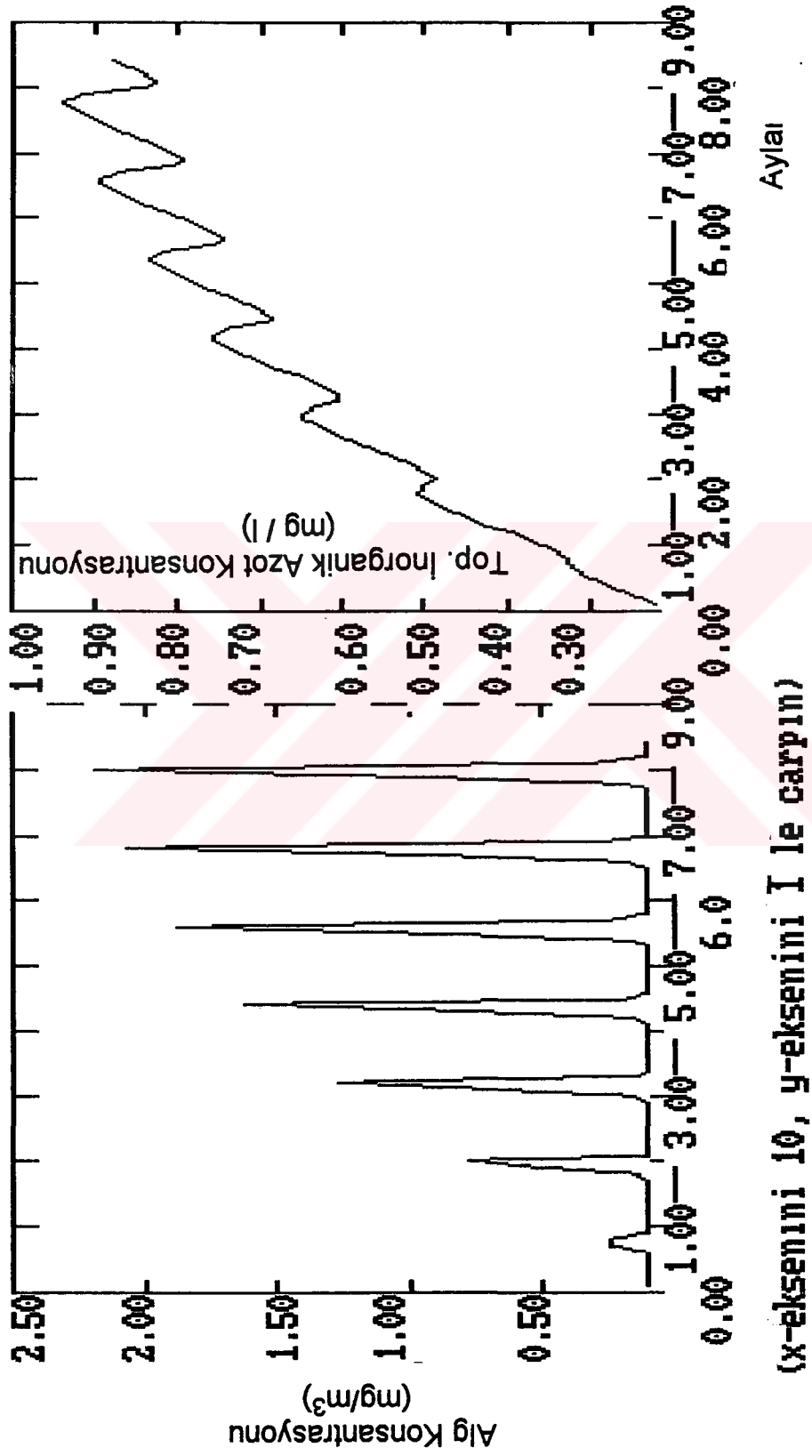


(x-eksenini T0, y-eksenini 1 ile carpin)

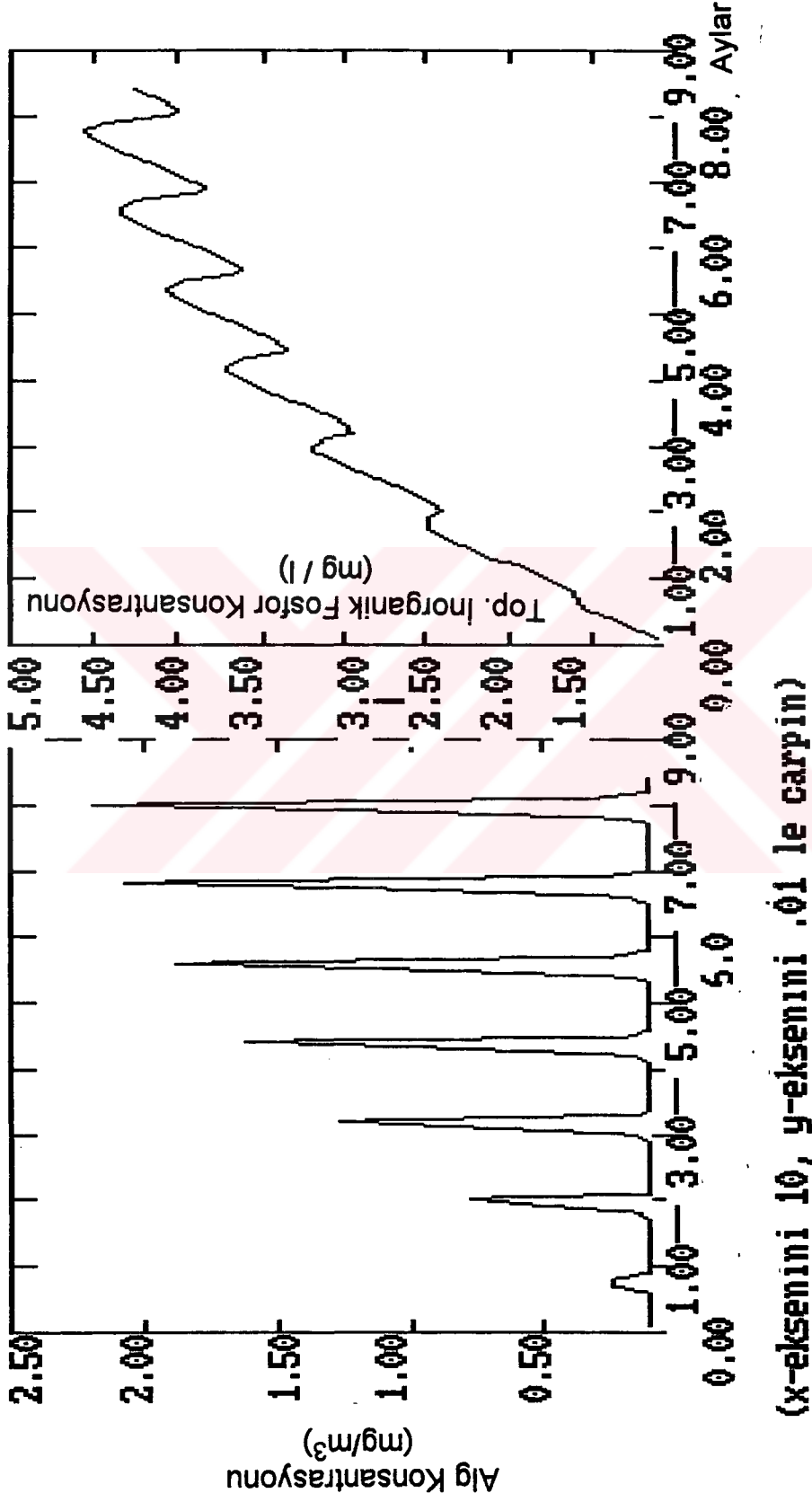
Şekil 7 -33 : Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü ile Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



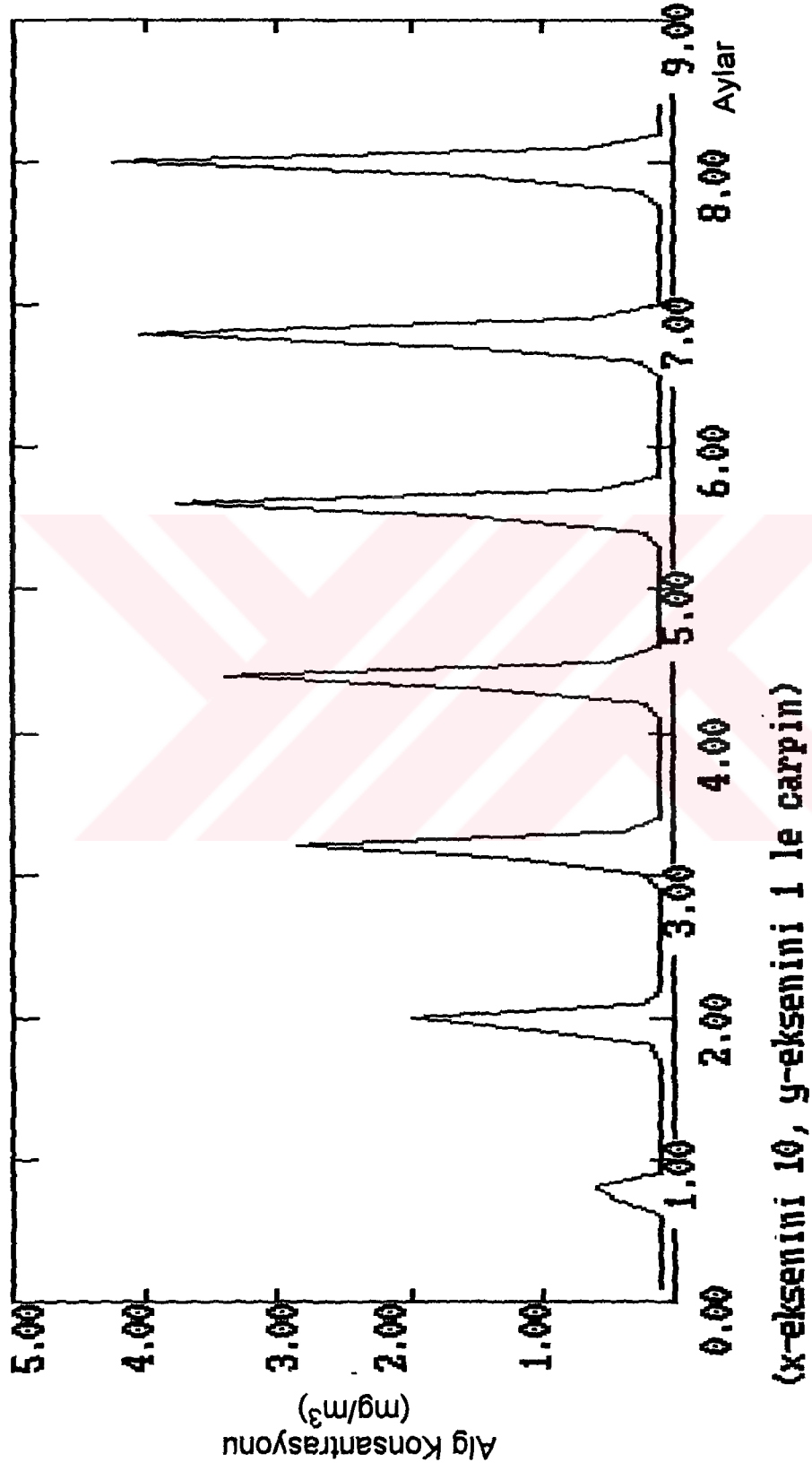
Şekil 7 -34 : Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü ile Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



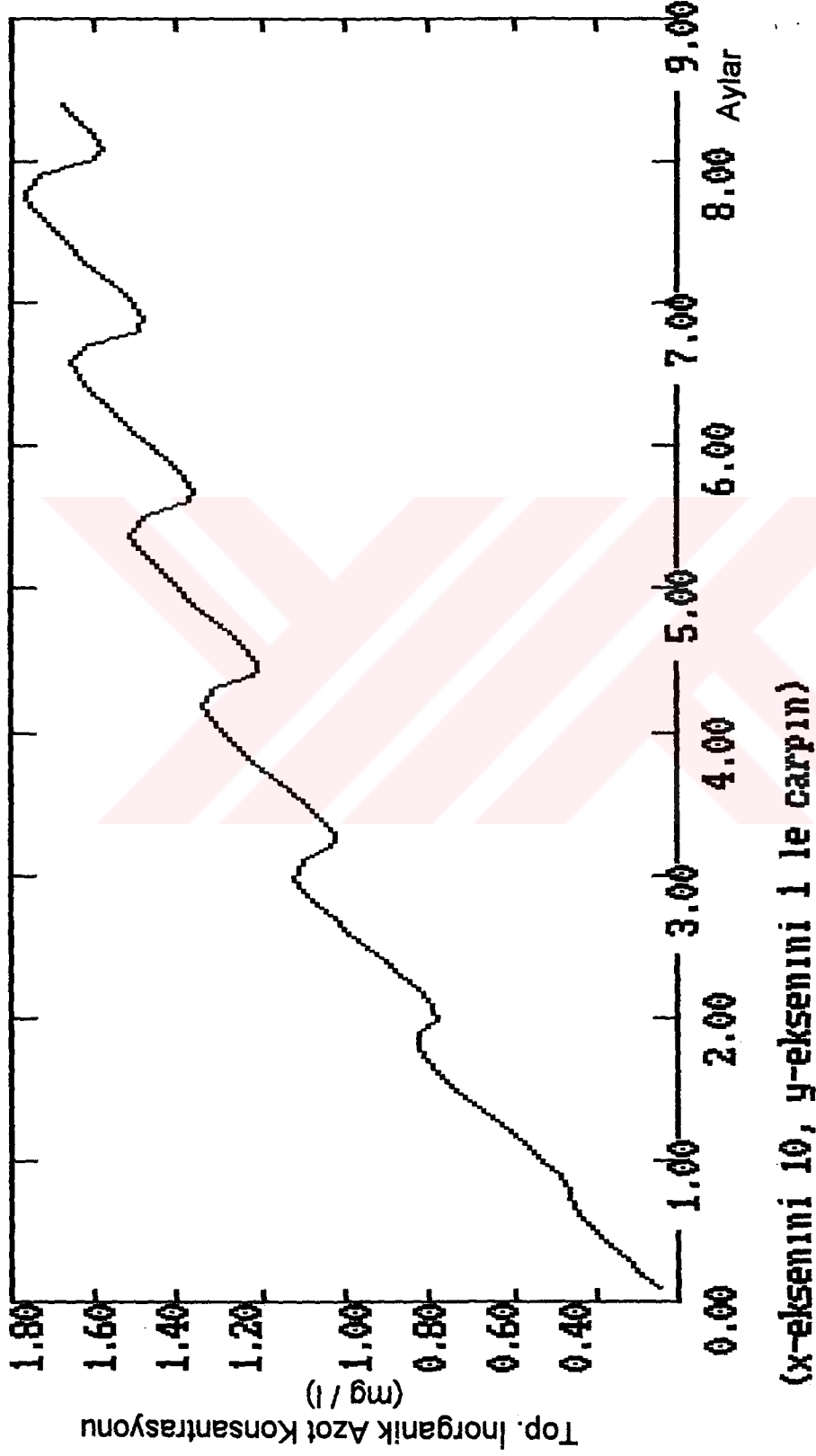
Şekil 7 -35 : Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



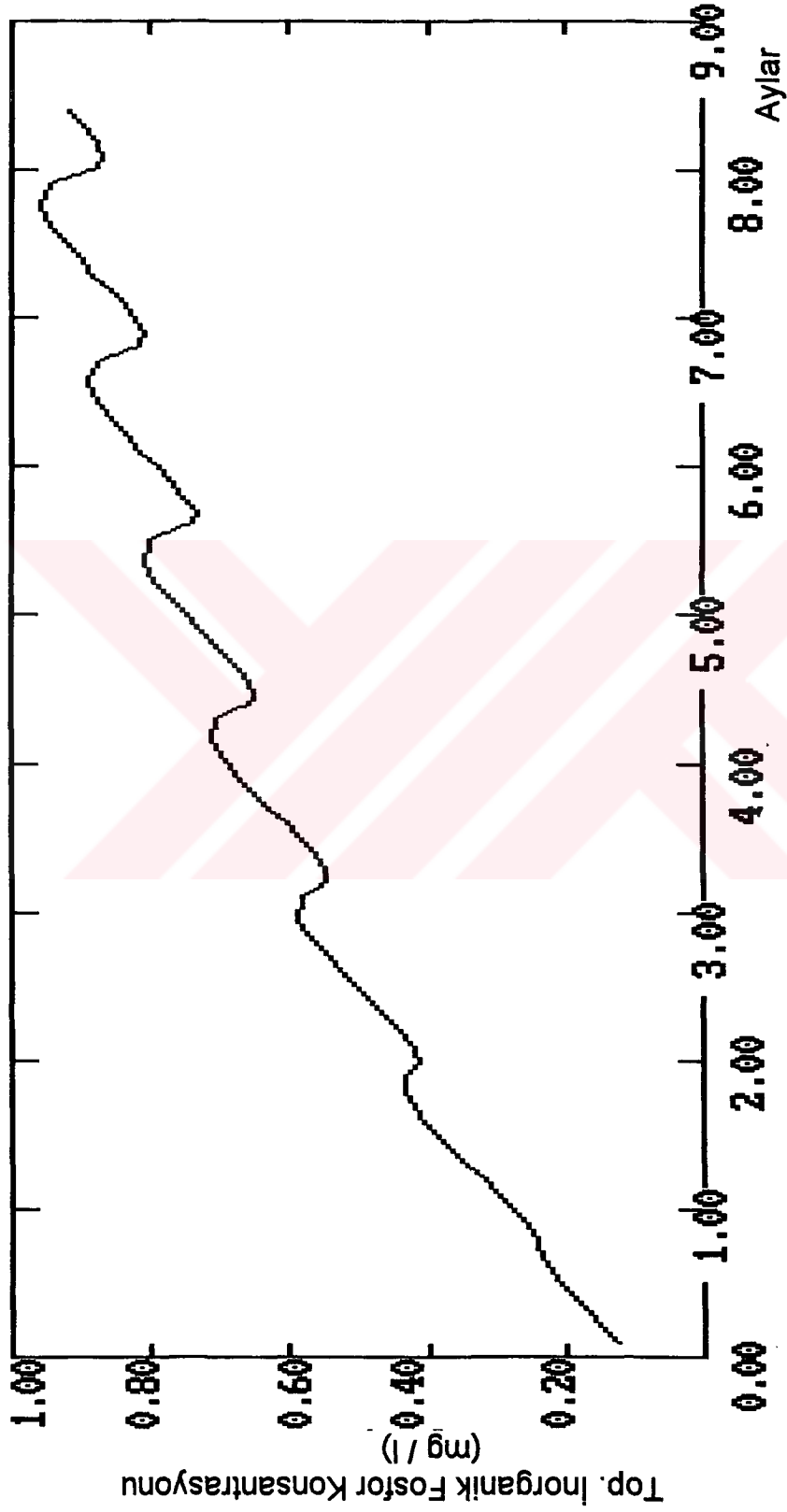
Şekil 7 -36 : Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
Her Yıl Sabit Hacimde Su Çekilmesi Kabulü İle Eğirdir Gölü Alg
ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara
Göre Değişimi



Şekil 7 -37 : Ötrofikasyon Modelinin 7 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
2. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü
Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

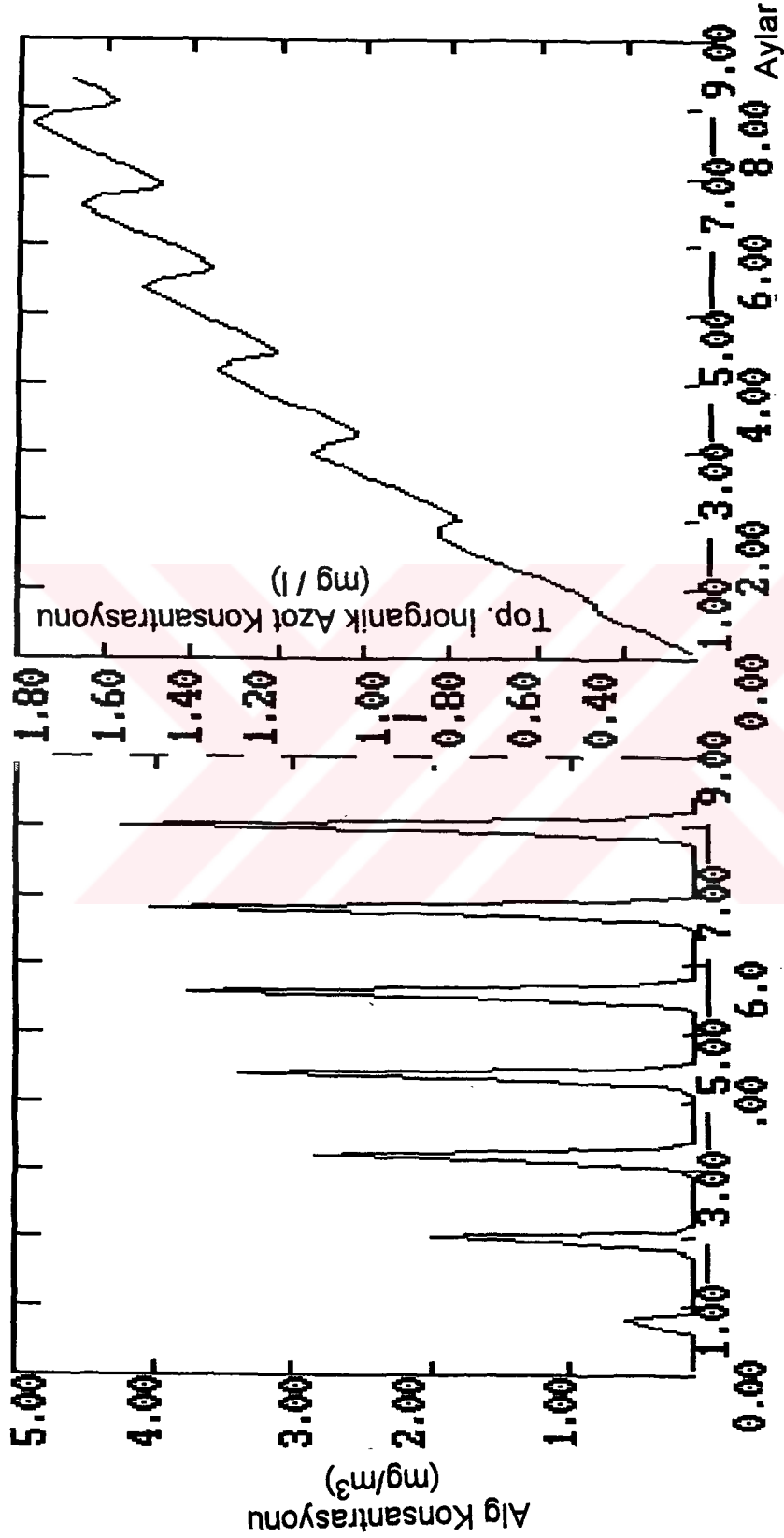


Şekil 7 -38 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
 2. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü
 Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara
 Göre Değişimi



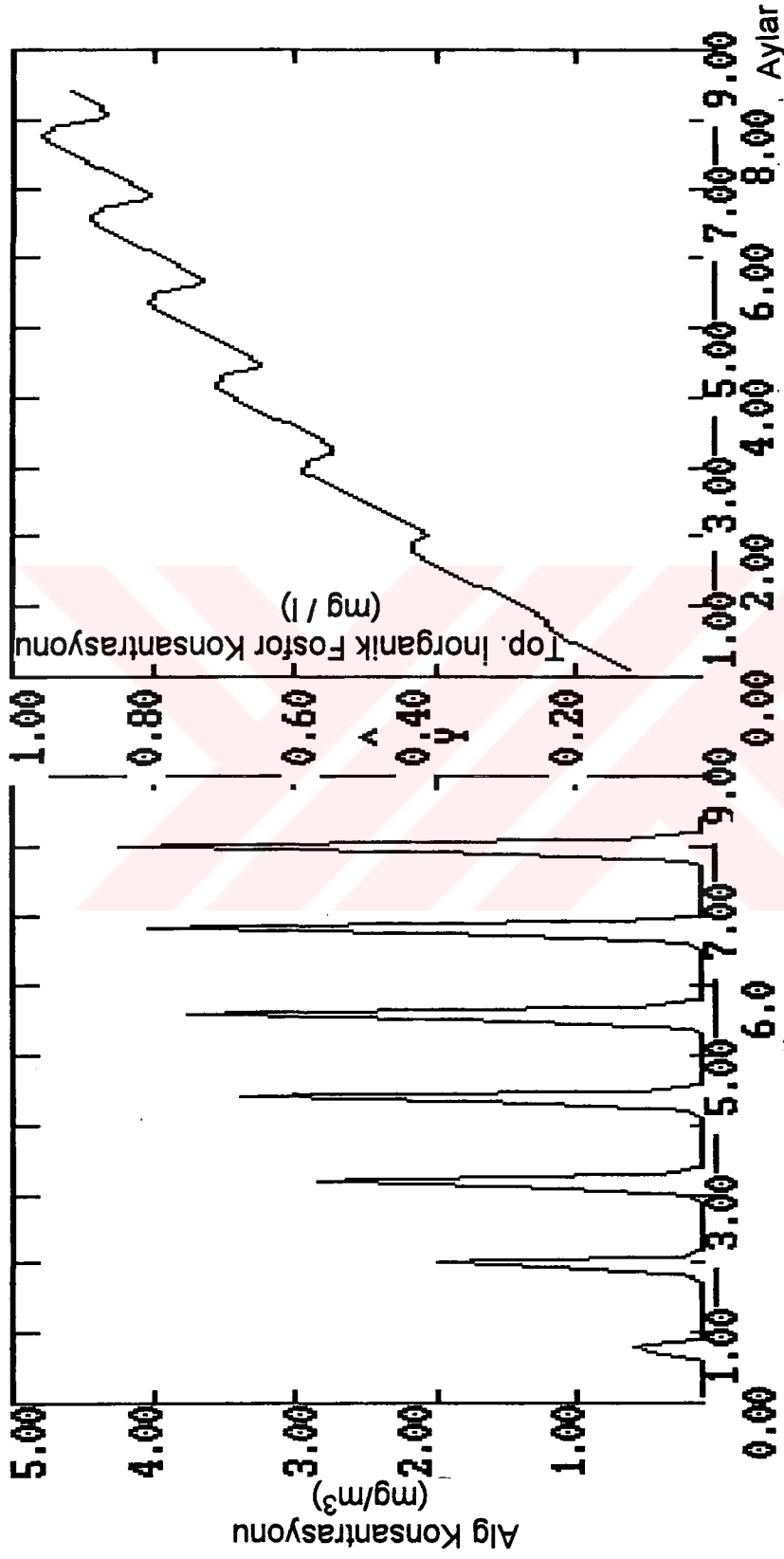
(x-eksenini 10, y-eksenini 9.999999E-02 le carpın)

Şekil 7 -39 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
2. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü
Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara
Göre Değişimi



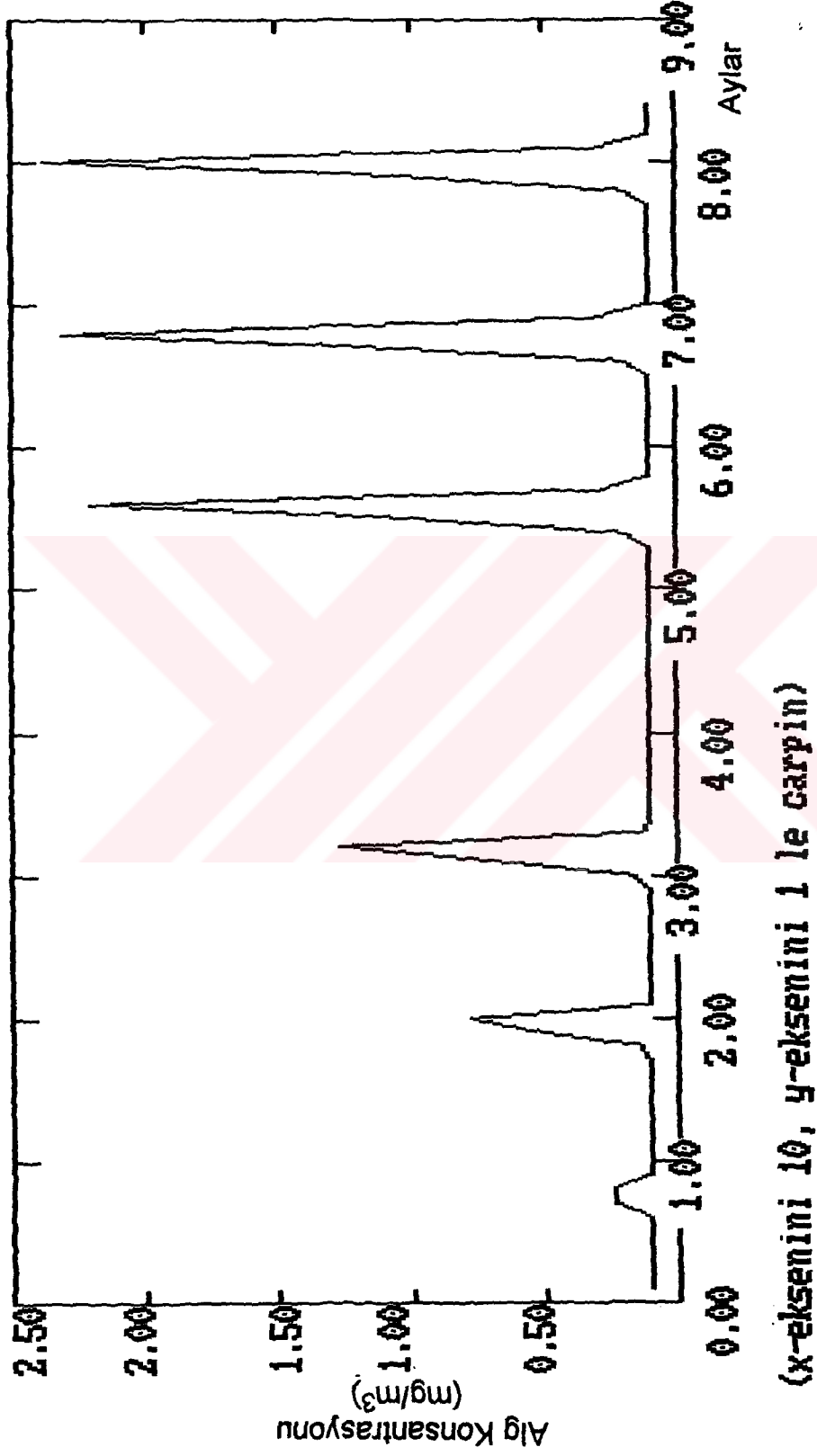
(x-eksenini 10, y-eksenini 1 ile carpın)

Şekil 7 -40 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
2. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü
Alg ve Toplam İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara
Göre Değişimi

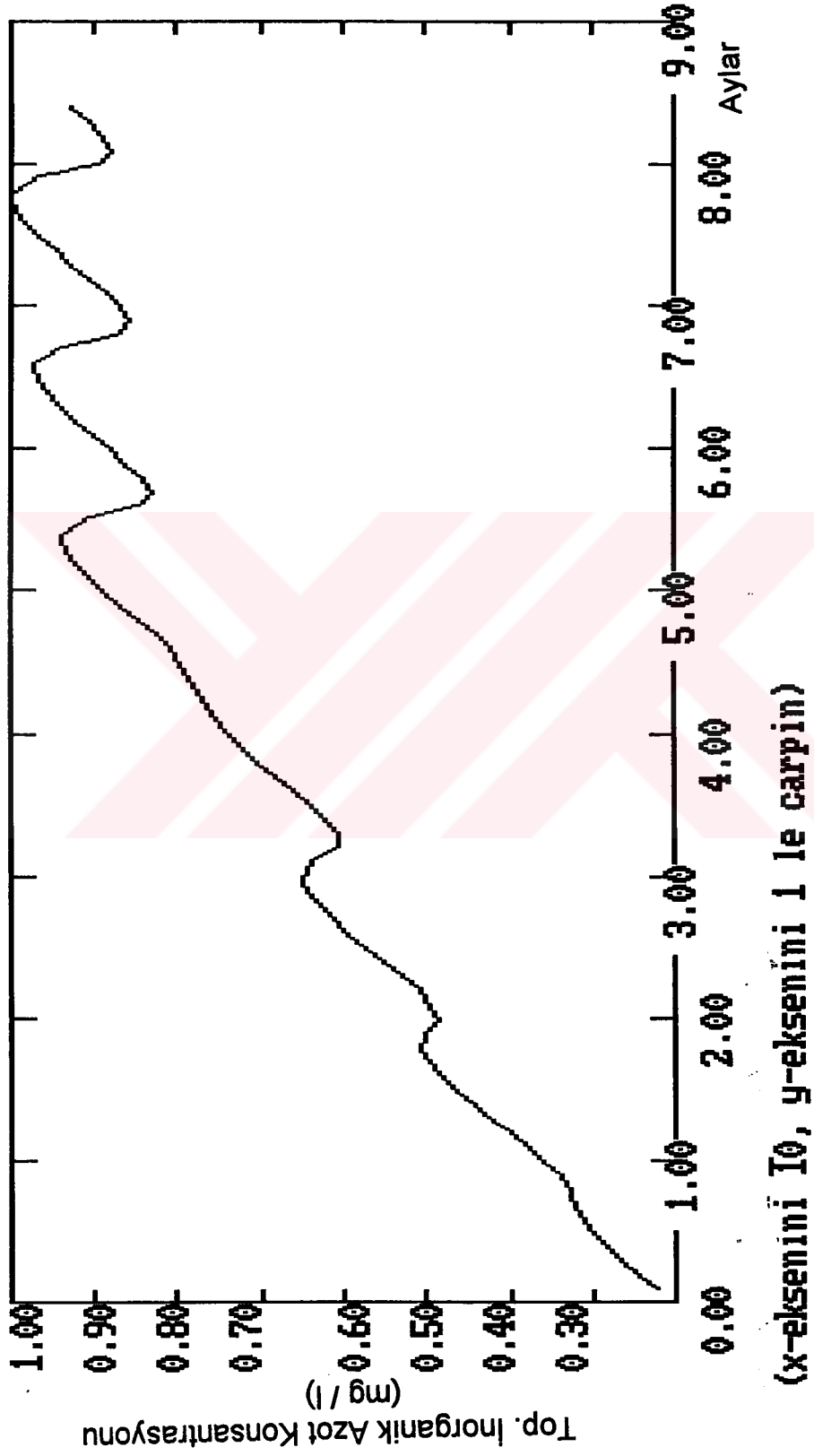


(x-eksenini 10, y-eksenini 9.999999E-02 le carpın)

Şekil 7 -41 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
 2. Yıl Azot ve Fosfor Yüklerinin Artması Kabulü ile Eğirdir Gölü
 Alg ve Toplam İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara
 Göre Değişimi



Şekil 7 -42 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi
Durumunda Eğirdir Gölü Alg Konsantrasyonunun Aylara Göre
Değişimi

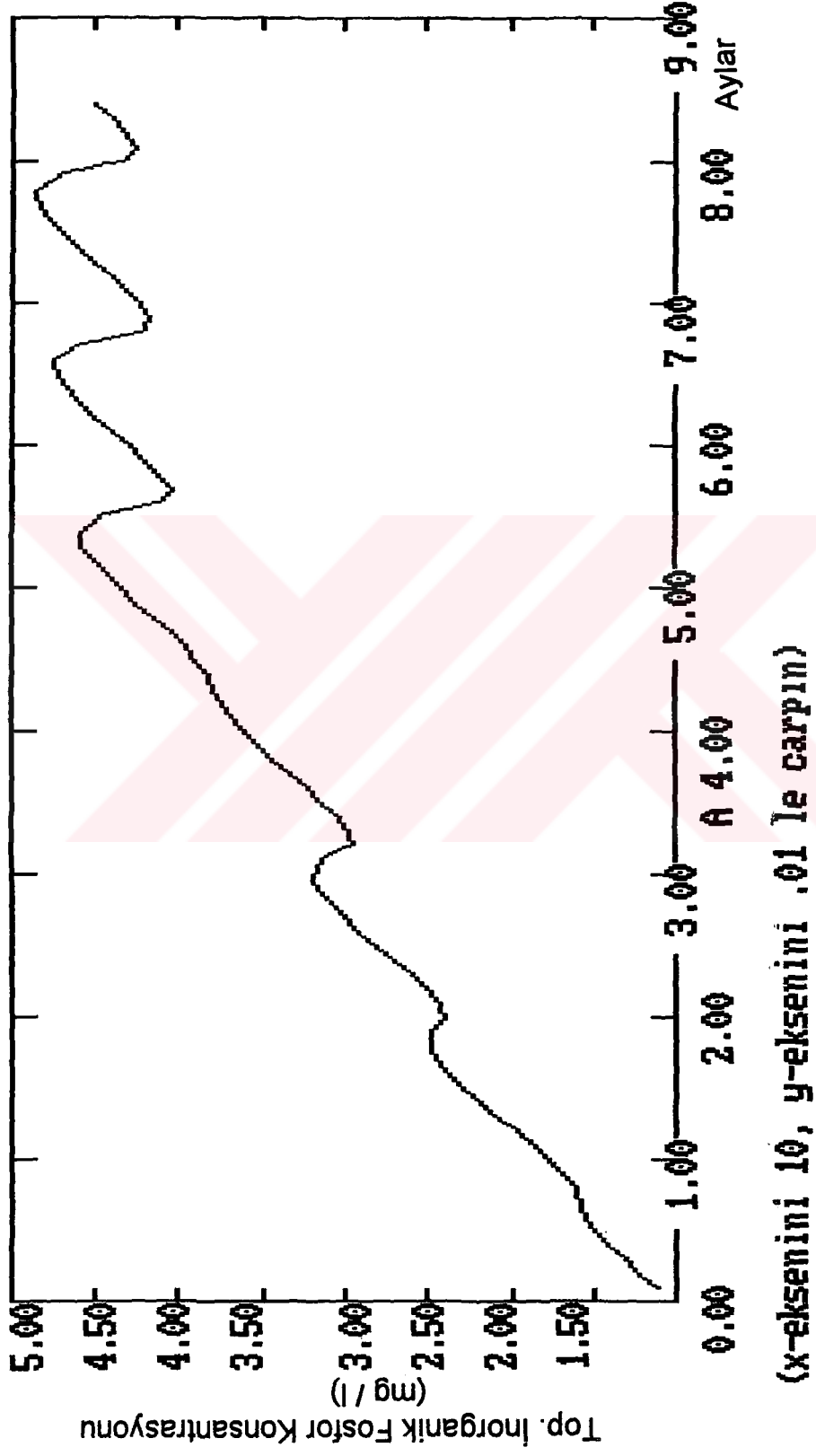


Şekil 7 -43 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda

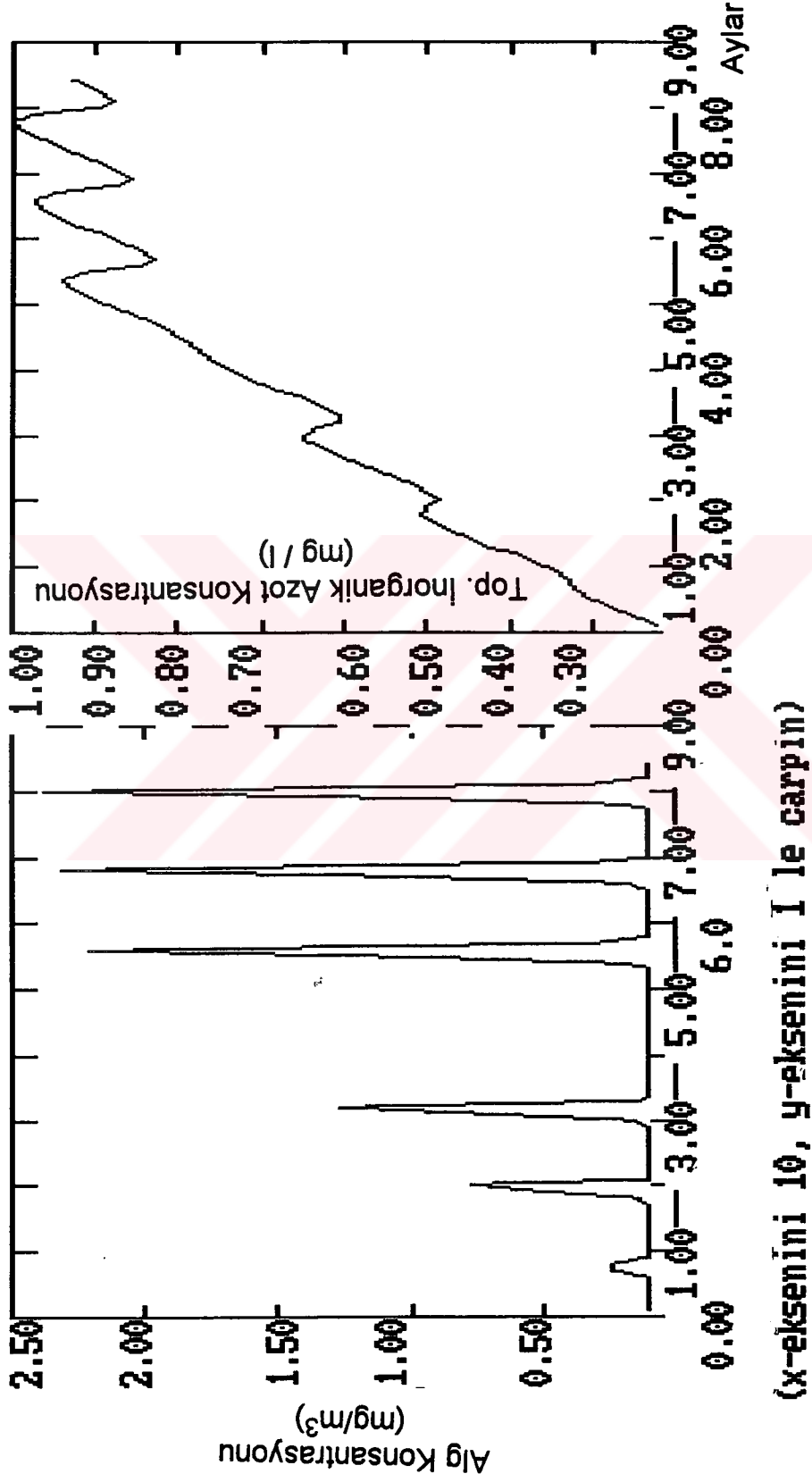
3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi

Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot

Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



Şekil 7 -44 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi
Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Fosfor
Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

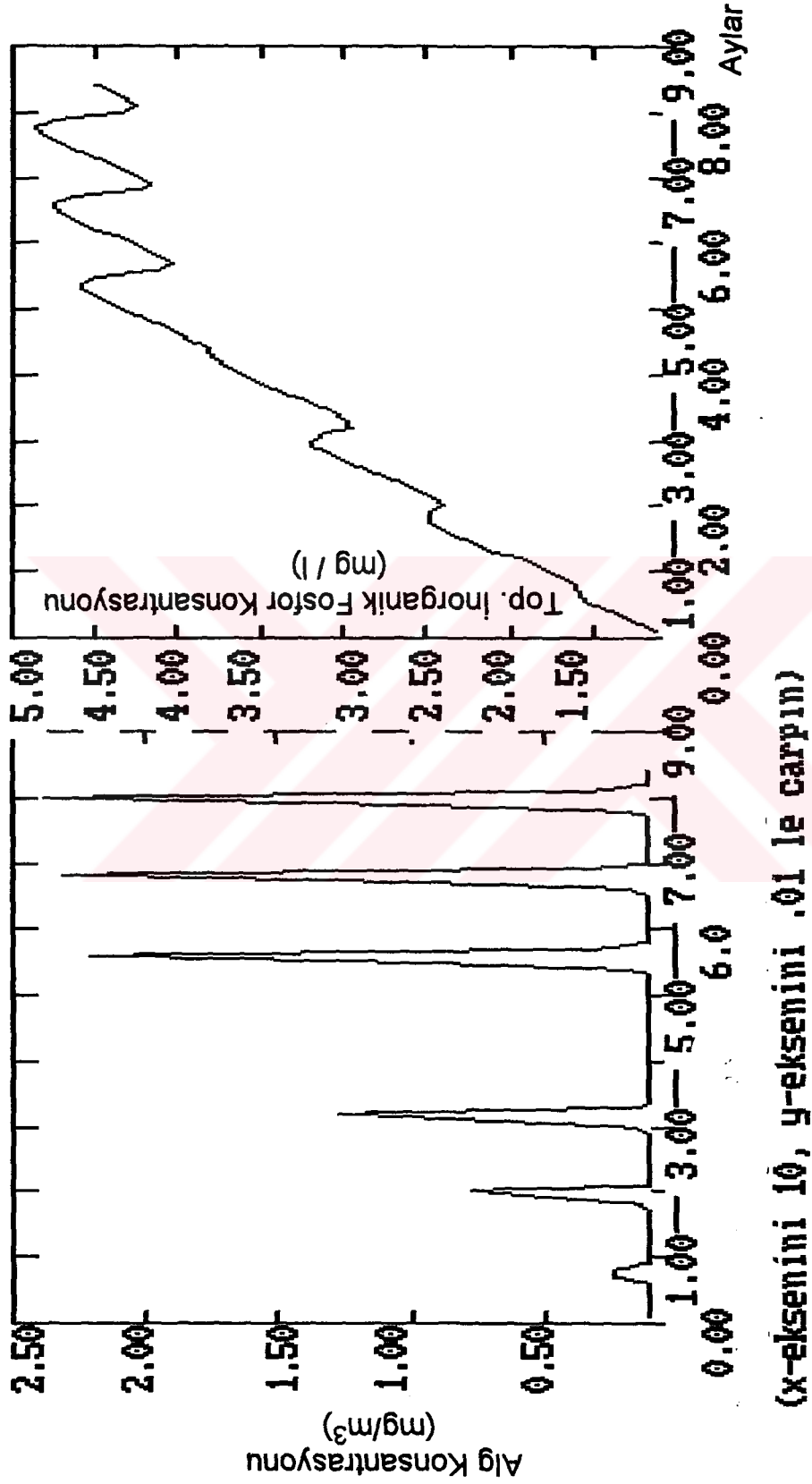


Şekil 7 -45 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda

3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi

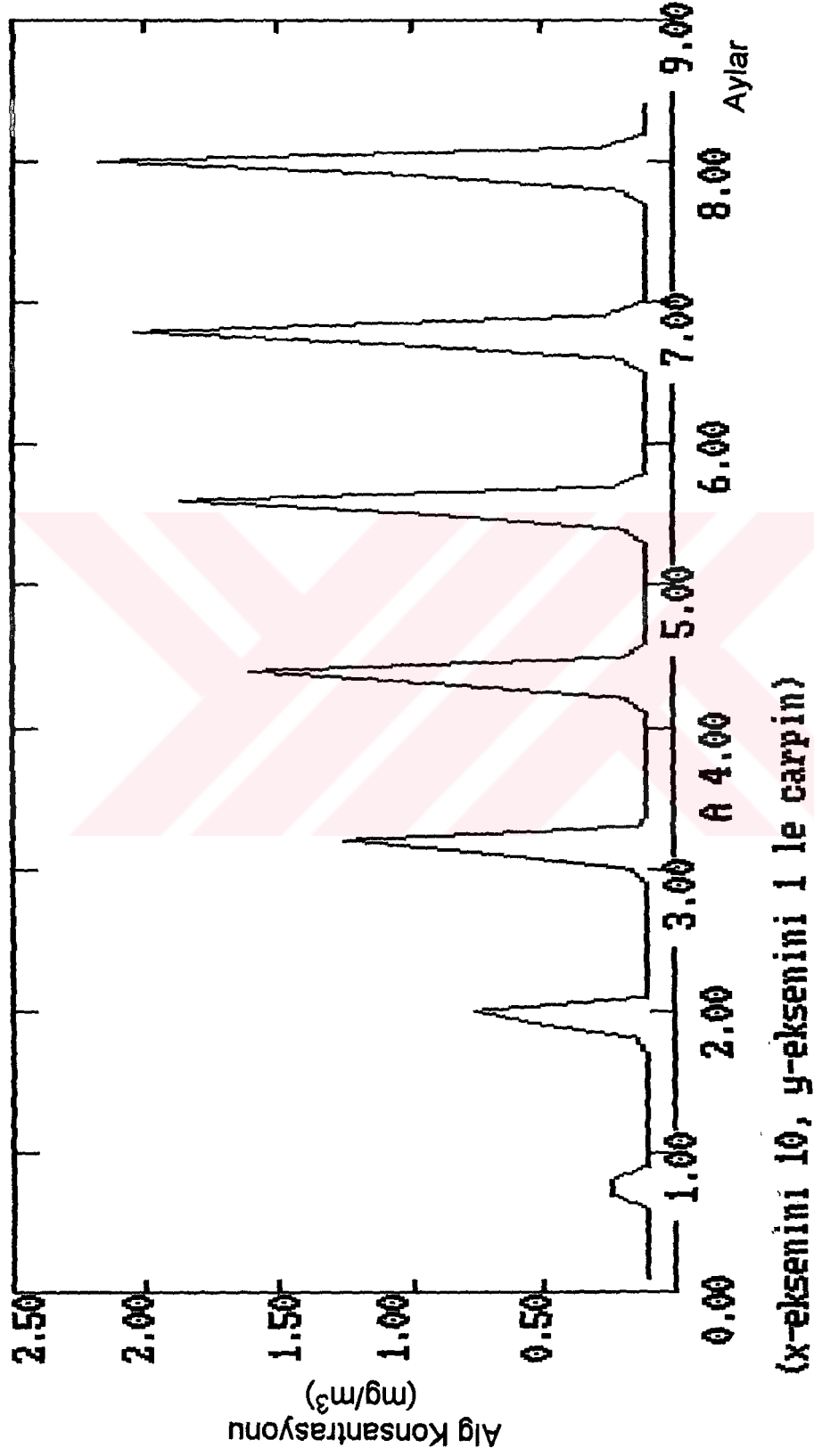
Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Azot

Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

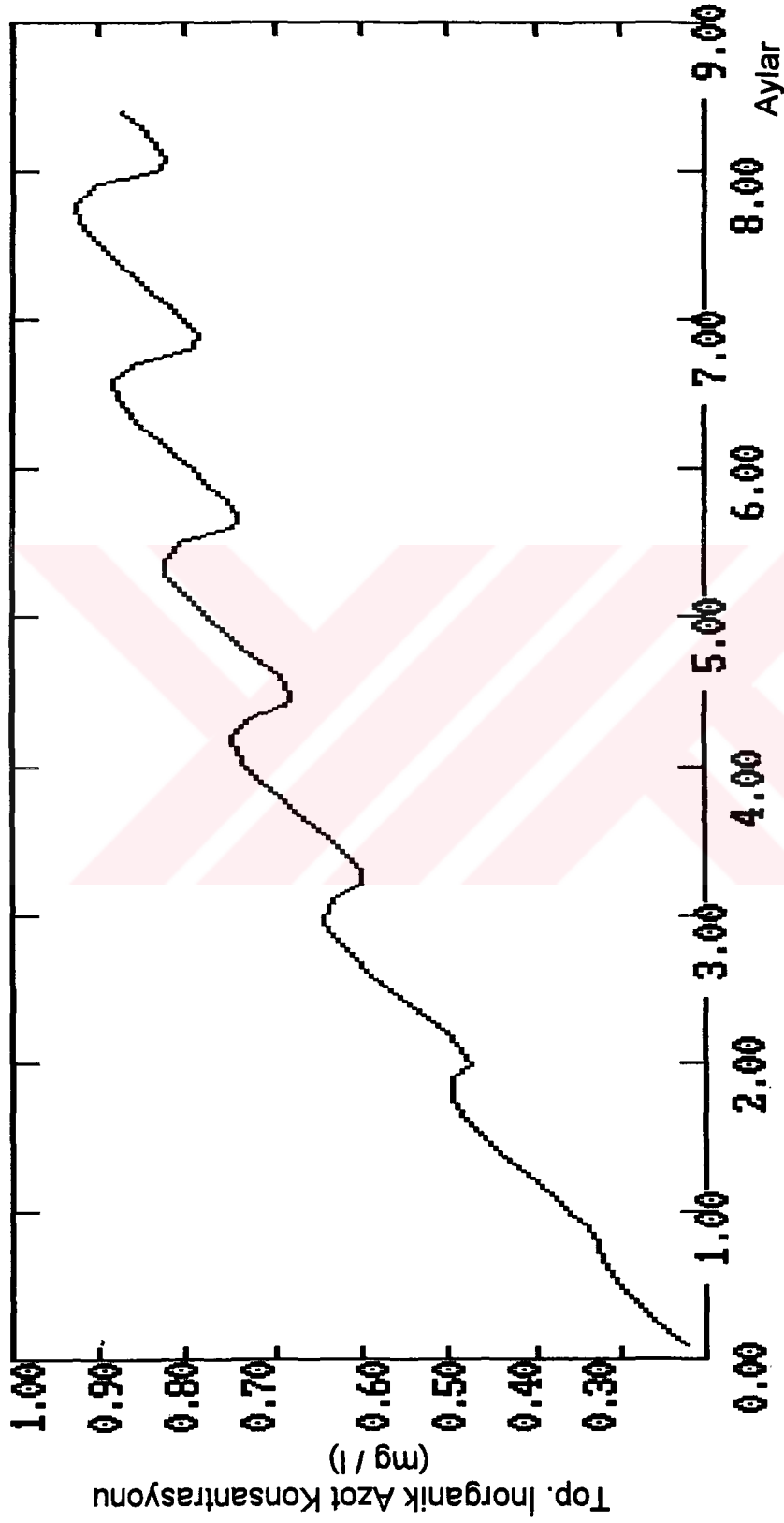


(x-eksenini 10, y-eksenini .01 le carpın)

Şekil 7 -46 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
3. Yıl Gün Işığı Müddetinin 10 -13 Saatten 1 Saate Düşmesi
Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam İnorganik Fosfor
Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



Şekil 7 -47 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de
 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg
 Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



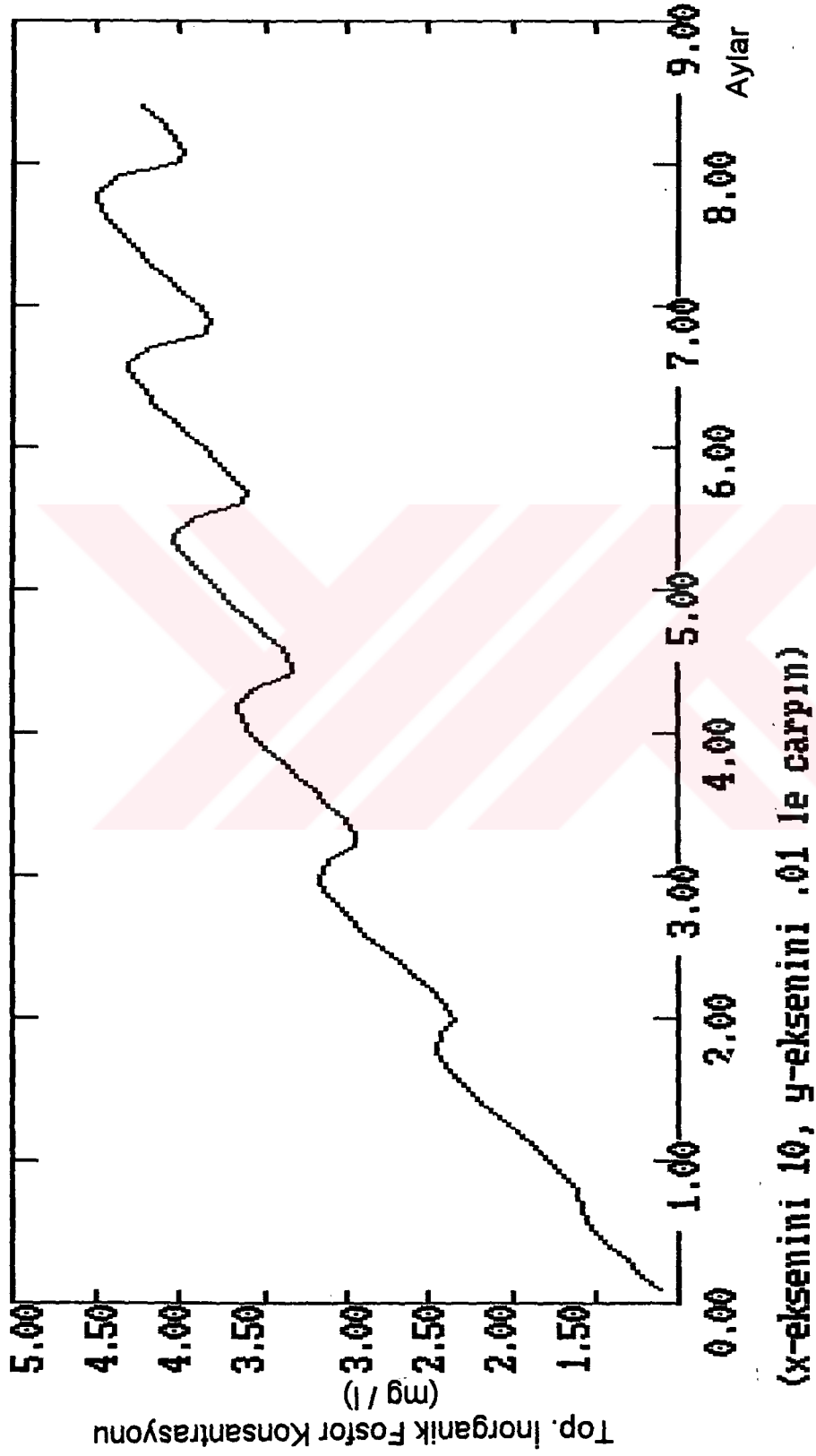
(x-eksenini 10, y-eksenini 1 le carpın)

Şekil 7 -48 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda

2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de

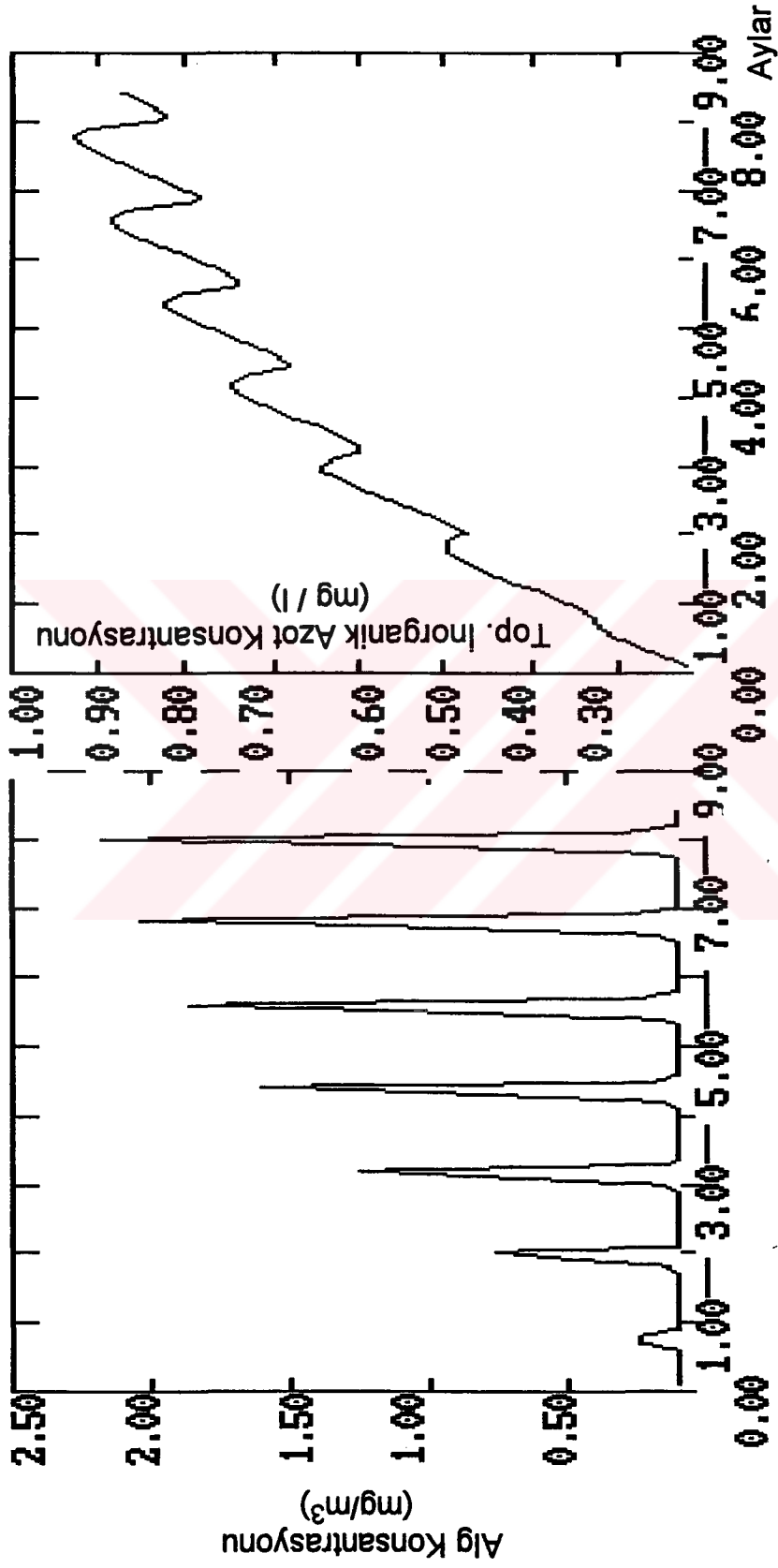
4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik Azot

Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



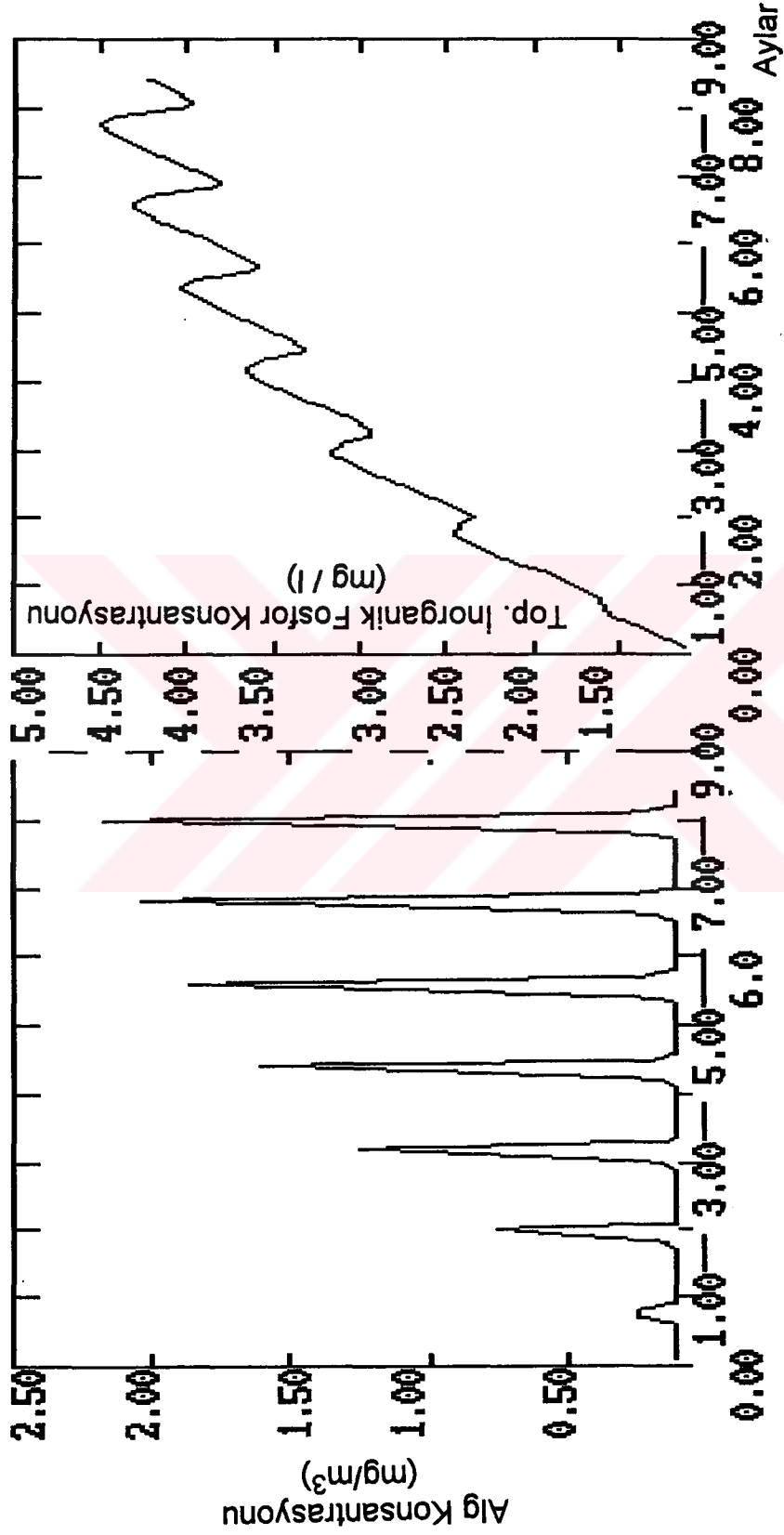
(x-eksenini 10, y-eksenini .01 ile carpın)

Şekil 7 -49 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
 2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de
 4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Toplam İnorganik
 Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



(x-eksenini 10, y-eksenini 1 ile carpın)

Şekil 7 -50 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda
2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de
4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam
İnorganik Azot Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi



(x-eksenini 10, y-eksenini .01 le carpın)

Şekil 7 -51 : Ötrofikasyon Modelinin 5 Yıl Süre ile Çalıştırılması Durumunda

2. Yıl Çekilen Su Miktarının 10 kat artması ve Göl Hacminin de

4 Kat Azalması Durumunda Eğirdir Gölü Alg ve Toplam

İnorganik Fosfor Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Ötrofikasyon modelinin Eğirdir Gölü için 5 ve 7 yıl süre ile çalıştırılması suretiyle elde edilen grafikler incelendiğinde, 1. grup veri dosyalarına ait grafiklerde alg, toplam inorganik azot ve toplam inorganik fosfor konsantrasyonlarındaki salınımlar ortak özellikler göstermekte, zamanla salınımlar azalarak göl kararlı hale gelmektedir. Bunun sebebi incelenen zaman aralığındaki tüm yıllar için girilen verilerin aynı ve üniform alınmasıdır.

2. grup veri dosyaları gölün azot ve fosfor yüklemelerine karşı hassasiyetini incelemek için hazırlanmıştır. Azot ve fosfor yükü minimum iki kat artırıldığında, alg miktarında iki kat artış gözlenmiş ve özellikle göldeki fosforun bu durumdan etkilenecek daha düşük konsantrasyon aralığında salınım yaptığı saptanmıştır. Azot konsantrasyonunda ise kısmi bir artış görülmektedir. Her iki parametrenin kararlı hale geçişi ikinci seneden itibaren belirginlik göstermektedir.

Gün ışığı müddetindeki değişimlere ait senaryo 3. grup veri dosyası ile modele yüklenmiştir. Alg gelişimi gün ışığı müddetindeki ani düşmelerde tamamen durmuş, buna paralel olarak, ani düşüşün verildiği yılda, azot ve fosfor, alg faaliyeti olmaması sebebiyle salınım yapmaksızın direk bir artış göstermiştir. Buda modelin alg-azot-fosfor dengesi açısından doğru çalıştığının bir göstergesidir.

Göl hidrolojisi ile ilgili değişimlerin azot ve fosfor konsantrasyonlarına etkisi ise 4. grupta incelenmiştir. Özellikle bu bölüm gölün ilerisi için planlanan kullanımına ışık tutması açısından önemlidir. Veri dosyası oluşturulurken ikinci sene göl hacminin 4 kat azaldığı ve çekilen su miktarının 10 kat arttığı kabul edilmiş ve model buna göre çalıştırılmıştır. Alg, azot ve fosfor grafiklerinde belirgin bir değişme gözlenmemiş, hacmin ve çekilen suyun

sabit alındığı 1. grup senaryo değerlerine benzerlik göstererek trofik seviyeyi etkilememiştir. Ancak bu noktada şunlara dikkat edilmelidir. Eğirdir Gölü'nün oligotrofik bir yapıda olması içme suyu kaynağı olarak gölü büyük içme suyu projeleri açısından cazip kılmaktadır. Aynı zamanda sulama suyu kaynağı olarak halen kullanılmakta, bağlantı kanalı vasıtasıyla Kovada Hidroelektrik Santralinin de enerji temin etmesini sağlamaktadır. Bu açıdan bakıldığında gölden yüksek miktarda su çekilmesinin trofik yapıya etkisi önem kazanmaktadır.

Su kalite yönetiminin model sonuçlarına göre karar vermesi durumunda güvenilir su bilançosu değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Eğirdir Gölü ve çevre havzasının karstifikasyonunun çok komplike oluşu, gölaltı kaynaklarının varlığı ve geniş yüzeyler boyunca yeraltı suyu boşalımı ve sızma kayıpları sebebiyle söz konusu yeraltısuyu girdi ve çıktılarının tam olarak belirlendiği çalışma verileri gerektirmektedir. Nitekim eldeki mevcut hidrolojik bilgiler ışığında sulama için çekilen ve enerji temin edilen su miktarı gölden çekilen debi olarak kabul edilirse, göldeki bekleme süresi 1984 yılı hacim değerlerine göre 11.8 yıl, 1991 verilerine göre ise 27,1 yıl olarak bulunmaktadır. Bu değerler böyle bir göl için oldukça büyüktür. Dolayısıyla yeraltısuyu bilançosunun bu durumda oldukça etkili olduğu açıktır. Söz konusu güvenilir veriler elde edildiği takdirde model sonucuna bakılarak değerlendirme yoluna gidilebilir.

KAYNAKLAR

- [1]. DİE, Genel Nüfus Sayımı Yayınları
- [2]. MUTLUTÜRK, M. ve Diğerleri, Eğirdir Gölü ve Havzası Kirletici Faktörlerinin Araştırılması, Göller Bölgesi Tatlısu Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Isparta, Sh.479 - 489, (1991)
- [3]. İller Bankası Eğirdir Kanalizasyon Projesi, (1980)
- [4]. GÜNAY, Y., DURUSU, A. ve TABUMAN, F.C., " Isparta ve Yöresindeki Göllerde Su Kalitesi Evsel ve Endüstriyel Atıklarla İlgili Parametreler " , TÜBİTAK , ÇAĞ - 47, (1985)
- [5]. VOLLENWEIDER, R.A. , Possibilities and Limits of Elementary models concerning the budget of substances in Lakes Arch. Hydrobiol, 66, 1-36, (1969)
- [6]. DSI , Yıllık Su Kalite Gözlemleri ,(1991)
- [7]. Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Su Kalite Gözlemleri (1991)
- [8]. MİMKO A.Ş. , T.C. Çevre Bakanlığı Göller Bölgesi Projesi, (1992)
- [9]. MENENGİÇ, M., Eğirdir Gölü Su Kalitesi ve Kirlenme Düzeyinin Tesbiti , Göller Bölgesi Tatlısu Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu , Isparta , Sh. 251 - 267, (1991)
- [10]. DOĞAN, A., Eğirdir Merkezinden Gelen Atıksuların Eğirdir Gölü 'ndeki Suyun Kalitesine Etkileri, Göller Bölgesi Tatlısu Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Isparta , Sh. 269 -284 , (1991)

- [11]. DEMİRHİNDİ, O., Eğirdir Gölü 'nün Planktonik Organizmaları Göller Bölgesi Tatlısu Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Isparta, Sh. 381-392, (1991)
- [12]. CONK, M., CİRİK, S., Eğirdir Gölü Fitoplanktonu Üzerine Bir Araştırma Göller Bölgesi Tatlısu Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Isparta, Sh. 393 - 412 , (1991)
- [13]. MERTER, Ü., " Isparta ve Yöresindeki Göllerde Su Kalitesi, Fiziksel Kimyasal, ve Biyolojik Parametreler ", TÜBİTAK , ÇAĞ - 45 /G, (1986)
- [14]. GÖLGE, T., KILIÇ, Z. ve TÜLÜMEN, S. , " Isparta ve yöresindeki Göllerde Su Kalitesi Eser Elementler " , TÜBİTAK , ÇAĞ - 46/G (1986)
- [15]. OECD, Eutrophication of Waters Monitoring, (1982)
- [16]. HAKANSON, L., JANSSON, M., "Principles of Lake Sedimentology", Springer-Verlag, Berlin ,Heidelberg, (1983)
- [17]. STUMM, W. and MORGAN, J., Aquatic Chemistry, Willey Intersciens, (1970)
- [18]. ARCEIVELA, S.J., Wastewater Treatment and Disposal, Mercel-Dekker Inc., (1981)
- [19]. SAWYER, C., Basic Concept of Eutrophication, Journal WPCF V.38 No. 5, (1966)
- [20]. LORENZEN, M.W., SNITK, O.J. and KUMNIEL, L.V. , A Long term phosphorus model for lakes. Application to lake Washington. Modelling biochemical processes in aquatic ecosystems, ad., R.P., Canada, Ann Arbor, MI. Ann Arbor science, P.P.75-92,(1976)
- [21]. KMAPNIELSEN, L., A kinetic approach to the aerobic sediment-water exchange in lake stream. Ecological modelling 1: 53-60, (1975)

- [22]. AVER, M.T. , Association of Environmental Engineering Professors
Computer Software Manual Version 1, pp115-123, (1986)
- [23]. DILLION, P.J. ve RIGLER, F.H., "The Phosphorus-Chlorophyll
Relationship in Lakes", Limnol. Ocexnogr. 19 : pp 763-773,
(1974)
- [24]. DILLION, P.J. ve RIGLER, F.H. , "A Simple Method for Predicting
the Capacity of a Lake for Development based on Lake Trophic
Status" J.Fish.Res.Bd.Can.,32 : pp 1319-1331, (1975)
- [25]. JAMES, A., "An Introduction to Water Quality Modeling",
Chapter 7, Lake Reservoir Modeling, p.145
- [26]. WASP4, A Hydrodynamic and Water Quality Model , United States
Environmental Protection Agency , EPA/ 600/3-87/039,
Georgia, January,(1988)
- [27]. EPA ,600/3-85/040, "Rates Constants and Kinetics Formulations in
Surface Water Quality Modelling", Second Edition, June,(1985)

EK. A

GMODEL Programının Quick Basic Software Programı Listesi

```
DECLARE SUB calib (NAy( ), PAy( ), MNO3( ), MP( ))
DECLARE SUB graph (type$, option$, QX( ), QY( ), x$, Y$, name$)
DECLARE SUB Rxn ( )
DECLARE SUB dataread ( )
DECLARE SUB intro ( )
DECLARE SUB initial ( )

SCREEN 0

CALL intro

DIM Qin(100), Qout(100), Qp(100), Qevap(100)
DIM lo(100), temp(100), x(300)
DIM Po(100), P(100), OrgP(100), TotP(100), NO3o(100), NO3(100)
DIM YAlg(100), YP(100), YNO3(100)
DIM V(100), DV(100), Vepi(100), Vhyp(100)
DIM Lp(100), Lno3(100), f(100)
DIM PAy(100), NAy(100), MP(100), MNO3(100), PAv(100), NAv(100)

CALL dataread
CALL initial
IF chose$ = "EVET" OR chose$ = "Evet" THEN CALL calib(NAy( ), PAy( ), MNO3(
), MP( ))

DO: LOOP WHILE INKEY$ = ""

i = 0
U$ = "### ## ###.### ###.### ###.### ###.### ###.### ###.###"

CLS

'----- Monthly Lake Volume Changes, m = Months (months = sene*12)-----
'It is assumed that Qin comes into the epilimn and Qout goes out from epilimn.
PRINT "___ V ( i ), ___ Vepi ( i ), ___ Vhyp ( i )___"

V(0) = Vo
FOR i = 1 TO months
'   DV( i ) = Qin(i) - Qout(i) + Qp(i) - Qevap(i)
'   V(i) = V(i - 1) + DV(i)
Vepi( i ) = V( i ) * VepiVo
Vhyp( i ) = V( i ) * (1 - VepiVo)
PRINT V( i ), Vepi( i ), Vhyp( i )
NEXT i
PRINT '-----
PRINT "Bir Tusa Basiniz !"
DO: LOOP WHILE INKEY$ = ""

i = 0
P = Pi
```

NO3 = NO3i

Alg = Algi

NO3hyp = NO3i

Phyp = Pi

FOR Yr = 1 TO Sene

CLS

PRINT "----- SIMULASYON DEGERLERI -----"

PRINT "Sene="; Yr

PRINT

PRINT " Inorg-P NO3"

PRINT " -----"

PRINT " Oculen Oculen "

PRINT " Aylar Alg Model (Ortalama) Model (Ortalama)"

PRINT "-----"

PRINT

*****Summer Months *****

FOR m = 1 TO YazAy

i = i + 1

FOR day = 1 TO 30

IF P < .008 THEN 300: 'no Algal production , skip

IF NO3 < .05 THEN 300: 'no Algal production , skip

CALL Rxn

dAlg = GPr - Resp - Sed

IF VepiVo = 1 THEN 310

Phyp = Phyp + ((Kphyp * Sed * U * Vepi(i)) / Vhyp(i)): 'P conc. in hypolimnion

NO3hyp = NO3hyp + ((Kno3hyp * Sed * U * Vepi(i)) / Vhyp(i)): 'NO3 conc. in hypolimnion

GOTO 310

300 GPr = 0

310 Pepi = Lp(i) / Vepi(i) * 1000000! / 30 - (Qout(i) / 30 / Vepi(i)) * P - KplAlg *
(dAlg

+ Sed): 'P conc. in Epilimnion

NO3epi = Lno3(i) / Vepi(i) * 1000000! / 30 - (Qout(i) / 30 / Vepi(i)) * NO3 - Kno3IAlg
* (dAlg + Sed)

Alg = Alg + dAlg

P = P + Pepi

NO3 = NO3 + NO3epi

IF P < 0 THEN P = 0

IF NO3 < 0 THEN NO3 = 0

IF Alg < .1 THEN Alg = .1

NEXT day

x(i) = i

YAlg(i) = Alg

YP(i) = P

YNO3(i) = NO3

PRINT USING U\$; x(i); m; YAlg(i); YP(i); PAv(i); YNO3(i); NAv(i)
NEXT m

'----Calc.Nutrient Balance @ lake overturn---

$P = (V_{epi}(i) * P + V_{hyp}(i) * P_{hyp}) / V(i)$

$NO3 = (V_{epi}(i) * NO3 + V_{hyp}(i) * NO3_{hyp}) / V(i)$

***** Winter Months*****

FOR m = m TO 12

i = i + 1

FOR day = 1 TO 30

CALL Rxn

dAlg = GPr - Resp - Sed

$P_{wint} = L_p(i) / V(i) * 1000000! / 30 - Q_{out}(i) / 30 / V(i) * P - K_{pl}Alg * (dAlg + Sed) + K_{up} * Sed * U$

$NO3_{wint} = L_{no3}(i) / V(i) * 1000000! / 30 - (Q_{out}(i) / 30 / V(i)) * NO3 - K_{no3}Alg * (dAlg + Sed) + K_{uno3} * Sed * U$

Alg = Alg + dAlg

P = P + Pwint

NO3 = NO3 + NO3wint

IF P < 0 THEN P = 0

IF NO3 < 0 THEN NO3 = 0

IF Alg < .1 THEN Alg = .1

NEXT day

x(i) = i

YAlg(i) = Alg

YP(i) = P

YNO3(i) = NO3

PRINT USING U\$; x(i); m; YAlg(i); YP(i); PAv(i); YNO3(i); NAv(i)
NEXT m
PRINT
NEXT Yr

SCREEN 0

PRINT "(Oculen Ortalama Degerin 0.000 olmasi Olcum Degerinin Olmadigini
Gosterir)"

PRINT " Grafikler icin bir Tusa Basiniz !"

'----- Graphics Part-----

DO: LOOP WHILE INKEY\$ = ""

type\$ = "big"
option\$ = "new"
x\$ = " Ay"
Y\$ = " Alg"
name\$ = "Alg_Konsantrasyonu"

CALL graph(type\$, option\$, x(), YAlg(), x\$, Y\$, name\$)

DO: LOOP WHILE INKEY\$ = ""

Y\$ = "NO3"
name\$ = "Nitrat_Konsantrasyonun_Aylara_Gore_Degisimi_"

IF chose\$ = "EVET" OR chose\$ = "Evet" THEN

option\$ = "new"
type\$ = "data"
CALL graph(type\$, option\$, NAY(), MNO3(), x\$, Y\$, name\$)

option\$ = "over"
type\$ = "big"
CALL graph(type\$, option\$, x(), YNO3(), x\$, Y\$, name\$)

ELSE

option\$ = "new "
type\$ = "big"
CALL graph(type\$, option\$, x(), YNO3(), x\$, Y\$, name\$)

END IF

DO: LOOP WHILE INKEY\$ = ""

CLS

name\$ = "Inorganik_Fosforun_Aylara_Gore_Degisimi_"
Y\$ = "P"

IF chose\$ = "EVET" OR chose\$ = "Evet" THEN

option\$ = "new"
type\$ = "data"
CALL graph(type\$, option\$, PAY(), MP(), x\$, Y\$, name\$)

option\$ = "over"
type\$ = "big"
CALL graph(type\$, option\$, x(), YP(), x\$, Y\$, name\$)

ELSE

```
option$ = "new"  
type$ = "big"  
CALL graph(type$, option$, x( ), YP( ), x$, Y$, name$)
```

END IF

DO: LOOP WHILE INKEY\$ = ""

```
Y$ = "Y"  
name$ =  
"___ALG'in_Aylara_Gore_Degisimi_____NO3un_Aylara_Gore_Degisimi_"  
type$ = "2FIG"  
option$ = "new"  
CALL graph(type$, option$, x( ), YAlg( ), x$, Y$, name$)  
CALL graph(type$, option$, x( ), YNO3( ), x$, Y$, name$)
```

DO: LOOP WHILE INKEY\$ = ""

CLS

```
Y$ = "Y"  
option$ = "new"  
name$ =  
"___ALG'in_Aylara_Gore_Degisimi_____Fosforun_Aylara_Gore_Degisimi_"  
CALL graph(type$, option$, x( ), YAlg( ), x$, Y$, name$)  
CALL graph(type$, option$, x( ), YP( ), x$, Y$, name$)
```

DO: LOOP WHILE INKEY\$ = ""

END

SUB calib (NAy(), PAy(), MNO3(), MP())

SHARED PAv(), NAV()

SHARED cap

'-----NO3 measured values-----

CLS

PRINT "----- KALIBRASYON-VERIFIKASYON -----"
-----"

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT " Kalibrasyon-Verifikasyon Dosyasinin Bulundugu Surucu (A, B, C)"

PRINT

INPUT " "; D1\$

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT "Kalibrasyon-Verifikasyon Dosya Ismi ? (Isim 8 harften az ve *.DAT olacak !)"

"

PRINT

PRINT

```

INPUT " "; file$
D2$ = "DAT"

OPEN "i", 1, D1$ + ":" + file$ + "." + D2$

CLS
INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, d$
PRINT d$

INPUT #1, d$, cap
PRINT d$, cap

INPUT #1, d$, Ndata
PRINT d$, Ndata

INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, d$
PRINT d$

FOR j = 1 TO Ndata
    INPUT #1, NAY(j), MNO3(j)
NEXT j
    say = 1

FOR j = 1 TO Ndata

    PRINT NAY(j), MNO3(j)

    IF NAY(j) = NAY(j - 1) THEN
        IF say = 1 THEN toplam = MNO3(j - 1)
        say = say + 1
        toplam = toplam + MNO3(j)
        Aver = toplam / say
        IF NAY(j) = NAY(j + 1) THEN 111
        PRINT "n="; say; "Ortalama="; Aver
        say = 1
        toplam = 0
        x = NAY(j)
        NAv(x) = Aver
        PRINT "-----"
        GOTO 111
    ELSE
        IF say = 0 THEN 111
        IF NAY(j) <> NAY(j + 1) THEN
            x = NAY(j)
            NAv(x) = MNO3(j)

```

```

        PRINT "Ortalama="; NAv(x)
        PRINT "-----"
    ELSE
        GOTO 111
    END IF
    toplam = toplam + MNO3(j)
    Aver = toplam / say

END IF

```

```

111  NEXT

```

```

DO: LOOP WHILE INKEY$ = ""

```

```

'---- Measured P Data

```

```

INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, d$, Pdata
PRINT d$, Pdata
INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, d$
PRINT d$

```

```

FOR j = 1 TO Pdata
    INPUT #1, PAy(j), MP(j)
NEXT
say = 1

```

```

FOR j = 1 TO Ndata

```

```

    PRINT PAy(j), MP(j)

```

```

    IF PAy(j) = PAy(j - 1) THEN
        IF say = 1 THEN toplam = MP(j - 1)
        say = say + 1
        toplam = toplam + MP(j)
        Aver = toplam / say
        IF PAy(j) = PAy(j + 1) THEN 117
        PRINT "n="; say; "Ortalama="; Aver
        say = 1
        toplam = 0
        x = PAy(j)
        PAv(x) = Aver
        PRINT "-----"
        GOTO 117
    END IF

```

ELSE

IF say = 0 THEN 117

IF P_{ay}(j) <> P_{ay}(j + 1) THEN

x = P_{ay}(j)

P_{av}(x) = M_P(j)

PRINT "Ortalama="; P_{av}(x)

PRINT "-----"

ELSE

GOTO 117

END IF

topl_{am} = topl_{am} + M_P(j)

A_{ver} = topl_{am} / say

END IF

117 NEXT

END SUB

SUB dataread

SHARED YazAy, KisAy, Sene, months

SHARED Vo, A, H, alt, Salinity

SHARED U, o, Alg, Pi, NO₃i

SHARED V(), Q_{out}(), L_p(), L_{no3}(), lo(), f(), temp()

SHARED G_{max}, lo_{pt}, V_{epilVo}, choise\$

SHARED Ke, K_p, kNO₃, K_{sed}, K_{plAlg}, K_{no3Alg}, K_{phyp}, K_p, K_{uno3}, K_{resp}

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT " Veri Dosyasinin Bulundugu Surucu (A, B, C)"

PRINT

INPUT " "; D1\$

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT " Dosya Ismi ? (Isim 6 harften az ve Uzantisi *.DAT olacak !) "

PRINT

INPUT " "; file\$

PRINT

PRINT

PRINT

D2\$ = "DAT"

OPEN "i", 1, D1\$ + ":" + file\$ + "." + D2\$

CLS

INPUT #1, Isim\$

PRINT "Veri Dosyasi="; file\$ + "." + D2\$

PRINT '-----'

INPUT #1, d\$, choise\$

INPUT #1, d\$

PRINT d\$

INPUT #1, var\$, Vo, dim\$

PRINT var\$, Vo, dim\$

INPUT #1, var\$, VepilVo, dim\$

PRINT var\$, VepilVo, dim\$

INPUT #1, var\$, A, dim\$

PRINT var\$, A, dim\$

INPUT #1, var\$, H, dim\$

PRINT var\$, H, dim\$

INPUT #1, var\$, alt, dim\$

PRINT var\$, alt, dim\$

INPUT #1, var\$, Salinity, dim\$

PRINT var\$, Salinity, dim\$

INPUT #1, d\$

INPUT #1, d\$

PRINT d\$

INPUT #1, var\$, YazAy, dim\$

PRINT var\$, YazAy, dim\$

INPUT #1, var\$, KisAy, dim\$

PRINT var\$, KisAy, dim\$

INPUT #1, var\$, Sene, dim\$

PRINT var\$, Sene, dim\$

DO: LOOP WHILE INKEY\$ = ""

PRINT

'-----Input Qin and Qout

INPUT #1, d\$

INPUT #1, d\$

PRINT d\$

PRINT

months = 12 * Sene

```

FOR m = 1 TO months
    INPUT #1, V(m), Qout(m)
    PRINT V(m), Qout(m)
NEXT m

DO: LOOP WHILE INKEY$ = ""

PRINT

INPUT #1, d$
INPUT #1, d$
PRINT d$
PRINT
FOR m = 1 TO months
    INPUT #1, temp(m), Smin, Smax, SolHr, DayLight
    lo(m) = Smin + (Smax - Smin) * SolHr / DayLight
    f(m) = DayLight / 24
    'tK(m) = temp( i ) + 273.15
    PRINT temp(m), Smin, Smax, SolHr, DayLight: ' "lo="; lo(m)
NEXT m
PRINT

DO: LOOP WHILE INKEY$ = ""

'----Baslangic Konsantrasyonlari
INPUT #1, d$
INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, Algi, Pi, NO3i
PRINT Algi; Pi; NO3i
PRINT
'----- Loads
INPUT #1, d$
INPUT #1, d$
PRINT d$
PRINT
INPUT #1, d$
PRINT d$
PRINT
'input monthly P and NO3 loads
FOR m = 1 TO months
    INPUT #1, Lp(m), Lno3(m)
    PRINT Lp(m), Lno3(m)
NEXT m

DO: LOOP WHILE INKEY$ = ""

'----Isik Parametreleri--
INPUT #1, d$

```

```
INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, var$, Ke, dim$
PRINT var$, Ke, dim$
INPUT #1, var$, lopt, dim$
PRINT var$, lopt, dim$
```

'-----Fitoplankton Parametreleri

```
INPUT #1, d$
INPUT #1, d$
PRINT d$
INPUT #1, var$, Gmax, dim$
PRINT var$, Gmax, dim$
INPUT #1, var$, kNO3, dim$
PRINT var$, kNO3, dim$
INPUT #1, var$, Kp, dim$
PRINT var$, Kp, dim$
INPUT #1, var$, Ksed, dim$
PRINT var$, Ksed, dim$
INPUT #1, var$, U, dim$
PRINT var$, U, dim$
INPUT #1, var$, o, dim$
PRINT var$, o, dim$
INPUT #1, var$, KplAlg, dim$
PRINT var$, KplAlg, dim$
INPUT #1, var$, Kno3IAlg, dim$
PRINT var$, Kno3IAlg, dim$
INPUT #1, var$, Kphyp, dim$
PRINT var$, Kphyp, dim$
INPUT #1, var$, Kno3hyp, dim$
PRINT var$, Kno3hyp, dim$
INPUT #1, var$, Kup, dim$
PRINT var$, Kup, dim$
INPUT #1, var$, Kuno3, dim$
PRINT var$, Kuno3, dim$
INPUT #1, var$, Kresp, dim$
PRINT var$, Kresp, dim$
```

```
PRINT
```

```
'-----
DO: LOOP WHILE INKEY$ = ""
```

```
CLS
```

```
CLOSE #1
```

```
'-----End reading data -----
```

END SUB

SUB initial

SHARED Ke, Kp, kNO3, Ksed, lopt, Gmax, Vo, Pi, NO3i, Algi

SHARED A, Sene, U, YazAy, KisAy

PRINT

"=====

PRINT " --- KABUL EDILEN SABITLER ---"

PRINT "Golun toplam Hacmi,Vo, m3 ="; Vo

PRINT "Golun Yuzey Alani, A, m2 ="; A

PRINT "-----
-----"

PRINT "Isik Emilme Katsayisi,Ke, m-1="; Ke

PRINT "Fosfor Michalis-Menten Katsayisi,Kp, mg/L="; Kp

PRINT "Nitrat Michalis-Menten Katsayisi,Kno3 mg/L="; kNO3

PRINT "Alg cokelme Katsayisi, Ksed ="; Ksed

PRINT "Maksimum Fotosentez Isik Yogunlugu, lopt, gm-cal/cm2-hr="; lopt

PRINT "Maksimum Fotosentez Hizi, Gmax="; Gmax

PRINT "Mikrogr Chl-a/(Microgr Chlro-a/L*saat)="; Gmax

PRINT "-----
-----"

PRINT "Yaz Aylari, YazAy ="; YazAy

PRINT "KisAylari, KisAy ="; KisAy

PRINT "Sene, Sene ="; Sene

PRINT

"=====

66 IF INKEY\$ = "" THEN 66

PRINT : PRINT : PRINT

PRINT

"=====

PRINT "-----ILK DEGERLER -----"

PRINT "Gerl cevriilen cokelme bes maddesi orani, U = "; U

PRINT "Ilk Alg Konsantrasyonu, Alg, microgr Chlr-a/L ="; Algi

PRINT "Ilk Fosfor Konsantrasyonu,P, mg/L ="; Pi

PRINT "Ilk Nitrat Konsantrasyonu,NO3, mg/L ="; NO3i

PRINT : PRINT

PRINT

"=====

77 IF INKEY\$ = "" THEN 77

CLS

PRINT : PRINT

PRINT

"=====

PRINT " SONUCLAR:"

PRINT "-----"

PRINT " 1. ALGIN AYLARA GORE DEGISIM GRAFIGI"

PRINT " 2. FOSFORUN AYLARA GORE DEGISIM GRAFIGI"

PRINT " 3. NITRATIN AYLARA GORE DEGISIM GRAFIGI"

PRINT "-----"

PRINT

"=====

' PRINT "----DEGISKENLER ----"

' PRINT "Seneler, Yr"

' PRINT "Aylar = m"

' PRINT "Gunler = day"

' PRINT "Isik Yogunlugu, gm-cal/cm2-hr = lo(i) "

' PRINT "Aylık Sicakliklar, C = T(i)"

' PRINT "Gole giren akim, Q(i)"

' PRINT "MumaxP,MumaxNO3"

' PRINT "GPr, Alg=Yalg(i)"

' PRINT "Res,Sed,Phyp,Pepi,P=P+Pepi, YLp(i)"

' PRINT "NO3hyp,NO3epi"

' PRINT "-----"

END SUB

SUB intro

CLS

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT "

PRINT "

PRINT "

PRINT "

PRINT "

PRINT "

PRINT "

PRINT "

PRINT "

PRINT "

PRINT "

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT

PRINT "

Bir Tusa Basiniz !"

10 IF INKEY\$ = "" THEN 10 ELSE CLS

END SUB

SUB Rxn

TABAKALI VE TABAKASIZ GOLLER ICIN

ALG-P-NO3 MODELİ

(GMODEL)

Haziran 1993

SHARED m, i, H, temp(), lo(), f(), NO3, P, Alg: 'inputs
SHARED GPr, Resp, Sed: 'outputs
SHARED o, Gmax, lopt, Ke, kNO3, Kp, Ksed, Kresp: 'constants

'Phytoplankton Net Growth Equations

'Temperature Correction

$$G_{maxT} = G_{max} * o^{(temp(i) - 20)}$$

'Light Reduction

'GI= Growth of algae, Depth averaged algal growth attenuation factor

'f=Fraction of day light during day

$$E = 2.718$$

'H= Average depth of lake

$$f_i = lo(i) / lopt$$

'T = f(i) * 24: 'James T(i)=f(i)*24=DayLight time in hrs

'GI = GmaxT * T / Ke * EXP(1 - fi): 'A. James' Model

GI = (E * f(i) / H) / Ke * (EXP(-fi * EXP(-Ke * H)) - EXP(-fi)): 'WASP Model

'GI = (e * f(i) / H) / Ke * (1 - EXP(-fi)): 'simpl. WASP Model

'GI = (e * f(i)) / Ke * (1 - EXP(-fi)): 'simpl. WASP Model

'PRINT "GI, (e * f(i) / H), Ke, (1 - EXP(-fi))"

'PRINT GI, e, f(i), H, Ke, (1 - EXP(-fi))

'Nutrient Limitation

'GN=Growth of algae nutrient limitation adjustment factor

$$M_{maxP} = (P / (P + K_p))$$

$$M_{maxNO3} = (NO3 / (NO3 + kNO3))$$

$$GN = M_{maxP} * M_{maxNO3}$$

'GPr = Gross Daily Phtosynthetic Productn/m2 ,Microgr Chlr-a/L

$$GPr = (G_{maxT} * GI * GN) * Alg$$

'Respiration per Day

$$Resp = (K_{resp} * G_{maxT}) * Alg$$

'Sed = Daily Losses by sediment, Micro-gr Chlro-a/L

$$Sed = (K_{sed}) * Alg$$

END SUB

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖZGEÇMİŞ

Ali Fuat Aydın 1967 yılında İstanbul 'da doğdu. İlkokulu Kazım Özalp İlkokulunda bitirdi. Orta öğrenimini Zeytinburnu Abdülhakhamit Ortaokulunda birincilikle tamamladı. Lise tahsilini Bakırköy Yahya Kemal Beyatlı Lisesinde 1984 yılında tamamlayarak aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümüne girdi. 1990 yılında bu bölümü bitirerek aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Programında yüksek lisans eğitimine başladı. Halen İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Teknolojisi Ana Bilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

