

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

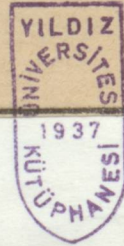
İznik Gölünde Ötrofikasyon Araştırması

İlhan Evcim

Yüksek Lisans Tezi

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 150
Alındığı Yer : ..Pen.Bil.Ens. 105
Tarih : ..22.12.1988
Fatura :
Fiatı : ..4000 TL.
Ayniyat No : ..1/24
Kayıt No : ..45916
UDC : ..378.242
Ek : ..628.16



7

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İZNİK GÖLÜNDE ÖTROFİKASYON
ARAŞTIRMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞ. MÜH. İLHAN EVCİN

İSTANBUL-1987

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı yöneten ve çalışma süresince büyük teşvik ve ilgilerini gördüğüm Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Necdet ARAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Yaptığım çalışmalarım esnasında konu ile ilgili ellerindeki bilgilerden yararlanmama izin verdiklerinden dolayı DSİ 1.Bölge Müdürlüğünden Sayın Mehmet Uygun DİLER'e ve Sayın Taner TORUNOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemiyen Yıldız Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarı Personeline teşekkürü bir borç bilirim.

Ö Z E T

Bu çalışmada İznik Gölünde ötrofikasyon ile bu olayı meydana getiren parametreler ve parametrelerin kaynakları araştırılmıştır.

Birinci bölümde, ötrofikasyonun göllerde ki önemi ele alınmıştır.

İkinci bölümde, ötrofikasyon olayının tanımı, nedenleri, belirtileri, olayı etkileyen parametreler, besi maddesi konsantrasyonuna göre göllerin sınıflandırılması, ötrofikasyon olayının meydana getirdiği zararlı etkiler ve bunların giderilmesi ile ilgili metodlar verilmiştir.

Üçüncü bölümde, araştırmanın yapıldığı İznik Gölü, çevresi, gölü besleyen akarsular, bölgenin iklimi, coğrafi ve ekonomik durumu hakkında bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölümde, İznik Gölünden alınan su numunelerinde yapılan analizler, analiz sonuçları, bu sonuçlardan elde edilen grafikler, azot ve fosfor bilanço hesapları ile kritik fosfor yükünün hesabı verilmiştir.

Beşinci bölümde ise, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar özet halinde verilmiştir.

2.7.1 Azotun Etkisi 19

2.7.2 Fosforun Etkisi 19

2.8 Ötrofikasyonun Zararlı Etkileri 22

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	23
ÖZET	23
BÖLÜM I	23
1. GİRİŞ	1
1.1 Göllerde Ötrofikasyon Olayının Önemi	1
BÖLÜM II	24
2. ÖTROFİKASYON	24
2.1 Göllerde Ötrofikasyonun Tanımı	2
2.2 Ötrofikasyonun Belirtileri	3
2.3 Tabakalaşmaya Maruz Bir Gölde Ötrofi-	
kasyon Parametreleri	9
2.4 Ötrofikasyonun Sebepleri	11
2.5 Göllerde Besi Maddesi Konsantrasyonu	30
ve Kritik Fosfor Yükünün Belirlenmesi	13
2.6 Göllerin Taşıdıkları Besi Maddesi Kon-	32
santrasyonlarına Göre Sınıflandırılması	16
2.6.1 Oligotrofik Göller	17
2.6.2 Mezotrofik Göller	17
2.6.3 Ötrofik Göller	17
2.6.4 Dystrofik Göller	18
2.6.5 Mikstrofik Göller	18
2.7 Fosfor (P) ve Azot (N) Elementlerinin	45
Ötrofikasyondaki Etkileri	19
2.7.1 Azotun Etkisi	19
2.7.2 Fosforun Etkisi	19
2.8 Ötrofikasyonun Zararlı Etkileri	22

2.9 Göl İyileştirme Teknikleri	23
2.9.1 Hypolimniondaki Oksijen Miktarı- nın Arttırılması	23
2.9.2 Durgunluk Peryodunu Etkileyen Tedbirler	23
2.9.3 Besi Maddesi Konsantrasyonu- nın Azaltılması	24
2.10 Göllerde Aşırı Üretimin Kontrolü	25

BÖLÜM III

3. İZNIK GÖLÜ	28
3.1 İznik Gölü Hakkında Genel Bilgiler	28
3.2 Bölgenin İklimi	29
3.3 İznik Gölü ve Civarının Ekonomik Durumu ...	30
3.4 Gölü Besleyen Akarsular	31
3.5 Gölü Besleyen Kaynaklar	32

BÖLÜM IV

4. DENEYSSEL ÇALIŞMALAR	33
4.1 Giriş	33
4.2 Deneylerin Yapılışı	37
4.3 Deneysel Çalışmalarda Gözönünde Bulundu- rulan Parametreler	41
4.4 Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi	46
4.4.1 Secchi Diski Derinliği	46
4.4.2 Göl Derinliğine Göre Sıcaklık Değişimi	47

4.4.3 Göl Derinliğine Göre Çözünmüş	
Oksijen Değişimi	50
4.4.4 Göl Derinliğine Göre Amonyak	
Azotu Konsantrasyonu Değişimi ...	54
4.4.5 Göl Derinliğine Göre Orto Fos-	
fat Konsantrasyonu Değişimi	58
4.5 Yıllık İznik Gölüne Girèn ve Çıkan	
Su Miktarının Belirlenmesi	61
4.6 İznik Gölünde Ötrofikasyonun	
Belirlenmesi	62

BÖLÜM V

5. SONUÇLAR

REFERANSLAR

ÖZGEÇMİŞ

BÖLÜM I

1. GİRİŞ

1.1 Göllerde Ötrofikasyon Olayının Önemi

Günümüzde artan su ihtiyaçları nedeniyle tatlı su kaynaklarının önemi ortaya çıkmaktadır. Mevcut su kaynaklarının bu günkü durumları hakkında elimizde fazlaca bir döküman bulunmamaktadır. Özellikle tatlı su kaynakları olarak göller doğal bir rezervuar olduklarından içme ve kullanma suyu temin edilmesinde ilk akla gelen kaynaklardır.

Göllerin çevresi, genelde yerleşim merkezleri ve tarımsal arazi olarak uygun olduğundan bu maksatlar için kullanılmaktadır. Ancak bu yerleşim merkezlerinden ve tarımsal arazilerden direkt veya dolaylı yollardan göle giren suların taşıdığı kirlilik yükleri ve besi maddeleri konsantrasyonları zamanla kritik konsantrasyon değerini aşmakta ve göllerde ötrofikasyon olayına sebep olmaktadır. Bunun dışında suni olarak göle besi maddesi girmese bile, göl çevresinin jeolojik yapısından ileri gelen besi maddeleri ile ormanlık bölgelerden gelen besi maddeleriden de göllerde ötrofikasyon olayı meydana gelebilir.

Bu çalışmada, İznik, Orhangazi ve civarının önemli bir su kaynağı olan İznik Gölünde ötrofikasyon olayı araştırılmıştır.

BÖLÜM II

2. ÖTROFİKASYON

2.1 Göllerde Ötrofikasyonun Tanımı

Ötrofikasyon terimi ötrofik (iyi beslenen) kelimesinden gelmektedir. Ötrofikasyon, tabii ve suni olarak N ve P gibi temel besin maddelerinin çok miktarda suya bırakılması, bunun sonucu olarak sudaki bitki ve hayvanlarda çeşitli değişiklikler meydana getirilmesi, suyun üretiminin artması, kullanılmasının ve güzelliğinin azalması ve zamanla tabii varlığının bozulması olarak tanımlanabilir.

Ötrofikasyon olayında insan yaşamının ve faaliyetlerinin beraberinde getirdiği kirleticiler veya N, P gibi besin maddeleri su ortamında aktif fotosentezin artmasına ve fazla biyokütle oluşmasına neden olmaktadır. Bu biyokütle, ortamdaki uzaklaştırılamıyorsa o zaman bunun bir miktarı bakteriler tarafından parçalanmakta ve bu esnada ortamda çözülmüş olarak bulunan oksijen sürekli olarak kullanılmakta ve oksijen miktarı azalmaktadır. Geri kalan biyokütle suyun dibine çökelmektedir. Bu olayın sürekli olarak meydana gelmesi

halinde tabana çöken sedimentlerden göl zamanla bataklık haline gelebilmektedir.

Ötrofikasyona uğramış bir gölde suyun tadı ve rengi bozulur ve kokusu değişir. Asılı katı madde miktarı çoğalır. Bu göllerden içme ve kullanma maksadıyla su alınıyorsa tasfiye maliyeti artar.

Eğer ötrofikasyon tesirleri kaçınılmaz ve gölün su kalitesi gittikçe kötüleşiyorsa ötrofikasyon olayı kirlenmenin bir şekli olarak kabul edilir.

2.2. Ötrofikasyonun Belirtileri :

Ötrofikasyonun derecesini sadece temel besin maddeleri miktarına bağlamak doğru değildir. Ancak bir fikir vermesi açısından bazı araştırmacıların yaptığı çalışmalardan aşağıdaki hususlar belirlenmiştir.

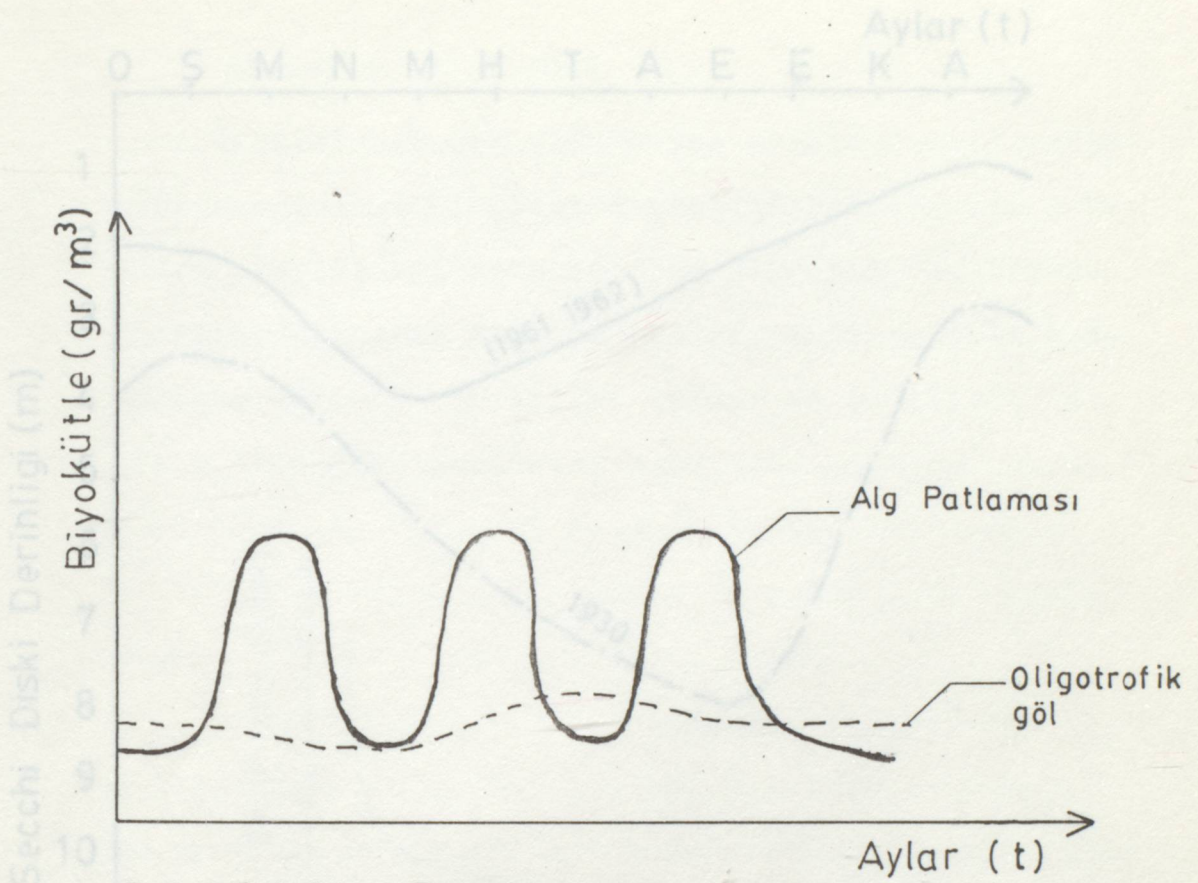
Biyokütlede meydana gelen artış

Bu durumda oligotrofik göller için tipik türlerin soyunda azalma olur. Kabul edilen ve beklenenden fazla fitoplankton miktarının artması gözlenir. Littoral, bentik, Planktonik fauna ile balık toplu-

mundaki kalite ve miktar değişir. Yüksek trofik kademede ki türler azalırken düşük trofik kademede ki türler artar. Fiziksel ve kimyasal yönden ışık geçirgenliği azalır, rengi değişir ve bulanıklığı artar. Görme derinliği temiz sularda 10 m'den daha yüksek iken, ötrofikasyonun olduğu sularda 0.5 m'den azdır. Göl yüzeyinde yüzen algler, rüzgâr ile kıyılarına, kıyı yakınlarına taşınır ve burada çürümeye başlar. Özellikle bırakılan alg miktarı 2 Kg biyokütle/m² ise kokuşma yaygın olur. Yaz aylarında Hypelimmionda çözünmüş oksijen miktarında azalmalar meydana gelir. Dip suyunda H₂S, CO₂, çözünmüş Fe ve Mn iyonları artar.

Secchi Diski Derinliğinde Meydana Gelen Değişim

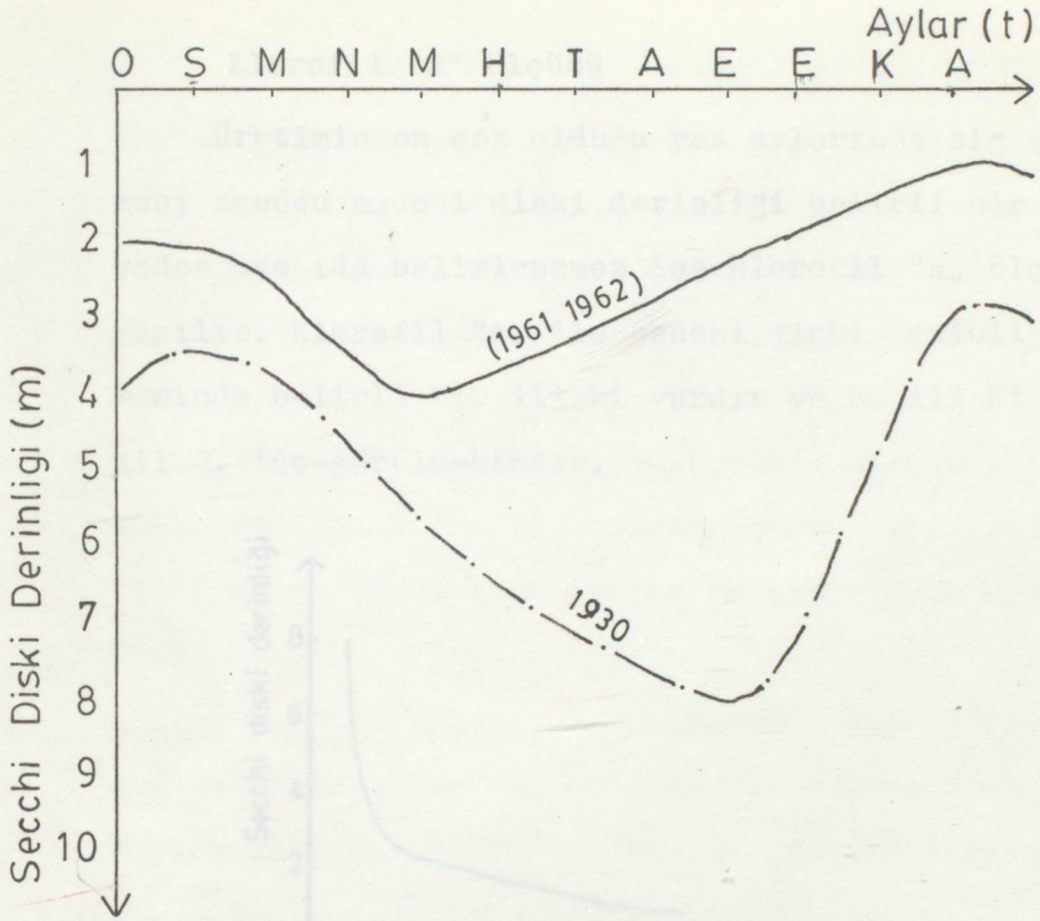
Çok fazla besin maddesinin göle girmesi sonucu ve ışık etkisi ile aşırı miktarda alg üremesi ve gelişmesi olur. Bu olaya alg patlaması denir. Alg patlamasıyla meydana gelen alg biokütlelerinin aylara göre değişimi Şekil 2.1'de görüldüğü gibidir. Alg patlamasıyla göl suyunun bulanıklığı artar ve ötrofikasyonun derecesi yükselir.



Şekil 2.1 Alg Patlaması

Şekil 2.2 Aylara Göre Secchi Diski Derinliği

Secchi diski derinliğindeki azalmalar suyun git-tikçe bulanıklılığın arttığını gösterir. Şekil 2.2'de Japonyada'ki bir gölde yaklaşık 30 yıl ara ile yapı-lan ölçümde secchi diski derinliğindeki azalma görül-mektedir.

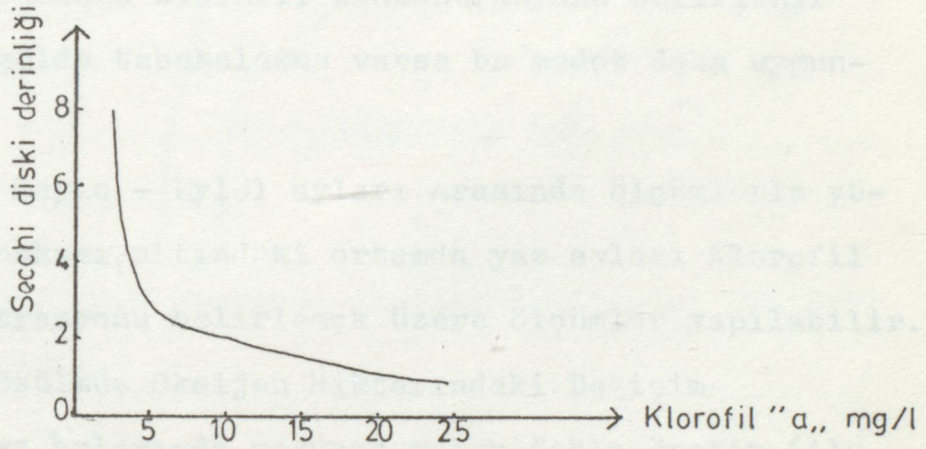


Şekil 2.2 Aylara Göre Secchi Diski Derinliği Değişimi

Şekil 2.2'den anlaşıldığına göre kış aylarında ve yağmurların çok olduğu ay larda, nehirlerin getirdiği veyüzeysel akışla göle giren katı maddeler bulanıklığı arttırarak secchi disk derinliğini azaltmaktadır.

Klorofil "a" ölçümü

Üretim en çok olduğu yaz aylarında alg patlaması sonucu secchi diski derinliği belirli bir seviyeden aşağıda belirlenemez ise klorofil "a" ölçümü yapılır. Klorofil "a" ile secchi diski derinliği arasında belirli bir ilişki vardır ve bu ilişki Şekil 2.3'de görülmektedir.



Şekil 2.3 Secchi diski derinliğinde Klorofil "a"

değişimi

Klorofil "a" ölçümü için aşağıdaki yollar izlenebilir.

— Belirli bir derinlikte bir yıl içinde maksimum klorofil konsantrasyonu belirlenerek ölçülür.

— Maksimum verimin olduğu günde gölde tüm sırtık bir durum yaratır.

Çözülmüş Oksijen Konsantrasyonu (mg/l)

derinliğince klorofil konsantrasyonu belirlenir (mg/m³) (Bu metod gölde karışım varsa daha uygundur).

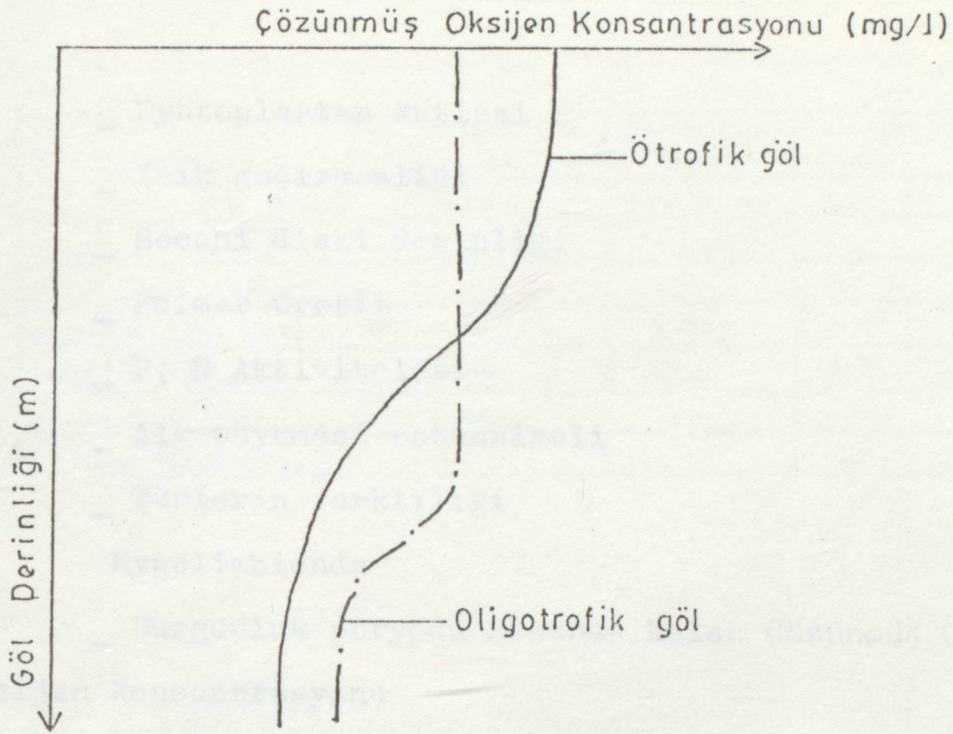
_ Aynı sekile maksimum verim gününde tüm su derinliğinde ortalama klorofil konsantrasyonu belirlenir.

_ Maksimum verimin olduğu günde efotik bölgedeki ortalama klorofil konsantrasyonu belirlenir (eğer gölde tabakalaşma varsa bu metod daha uygundur).

_ Mayıs - Eylül ayları arasında ölçümlerle yüzey tabakası, altındaki ortamda yaz ayları Klorofil konsantrasyonu belirlemek üzere ölçümler yapılabilir.

Çözülmüş Oksijen Miktarındaki Değişim

Yaz aylarında meydana gelen fazla üretim (Alg patlaması) sonucunda oluşan alg biokütlesinin bir kısmı yavaş yavaş dibine çöker. Bu çökme esnasında çözölmüş oksijen sarf edilir. Bu nedenle Hypelimiiondaki çözölmüş oksijen miktarında azalmalar görünür. Şekil 2.4'deki Grafikte anlaşılacağı gibi gölün dibine doğru indikçe çözölmüş oksijen miktarında önemli azalmalar olmaktadır. Bu azalma belirli bir süre sonra Hypelimiionda çözölmüş oksijen açısından kritik bir durum yaratır.



Şekil 2.4 Çözünmüş oksijen değişimini gösteren grafik

2.3. Tabakalaşmaya maruz bir gölde ötrofikasyonun belirlenmesi için parametreler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

Epilimnionda

— Bahar karışımı başında ortafostat konsantrasyonu

— Süspansiyon olarak organik madde ve azot

— Klorofil muhtevası

— Pyhtoplanktan hücre sayısı ve hacmi

Tablo 1 Çeşitli Parametrelere Göre Göllerin Sınıflandırılması

	Ortalama	Mezotrofik	Ötrofik
- Phytoplanton kütlesi	0-100	100-200	>200
- Isık geçirgenliği	0-100	100-200	>200
- Secchi diski derinliği	1-20	20-50	>50
- Primer üretim	0-10	10-20	>20
- P, N Aktiviteleri	Yüksek	Orta	Düşük
- Alg büyümesi potansiyeli	1-3	3-5	>5

- Türlerin farklılığı

Hypelimionda

- Durgunluk periyodu sonunda kalan Çözünmüş Oksijen konsantrasyonu

- PO_4 ve çözünmüş N birikimleri

- BOI

- Çözünmüş Oksijen üretimi

- Tabandaki çökeltilerin metan

- Dip organizmaların toplam yapısı belirlenmelidir.

Bu parametrelerin hepsi veya bir kısmı incelenerek gölün hangi özelliğe sahip olduğu tablo.1 yardımı ile belirlenebilir. Tablo.1 Çeşitli Parametrelere Göre Göllerin Sınıflandırılması

Tablo.1 Çeşitli Parametrelere Göre Göllerin Sınıflandırılması

Parametreler	Oligotrofik Göl	Mezotrofik Göl	Ötrofik Göl
Alg hücresi (her ml'de)	0-2000	2000-20.000	>20.000
Klorofil (mc/m^3)	0-3	3-20	>20
İlk Üretim gc/m^2 -gün	0-0,2	0,2-0,75	>0,75
Biyokütle kuru ağırlığı mg/l	0-1	1-10	>10
Türlerin farklılığı	Düşük	Yüksek	Düşük
Secchi diski derinliği (m)	Muhtelif	1-2	1-2
ÇO Tabakalaşma esnasında	Var	Var	Yok

2.4 Ötrofikasyonun sebepleri

Ötrofikasyon göllerde besi maddelerinin miktarının artması sonucu oluşan bir olaydır. Olayı meydana getiren başlıca besi maddeleri sunlardır. Makrobesi maddeleri (N, P, K gibi çok miktarda kullanılan mütrienlerdir. Mikrobesi maddeleri ise Mn, Zn, Cu gibi az miktarda kullanılan fakat gerekli olan besi maddeleridir. Çeşitli sulardaki N/P oranı şöyledir.

- _ Deniz Suyunda N/P 16/1
- _ Sahil sularında N/P 5-10/1
- _ Biyolojik tasviye görmüş evsel kullanılmış sularda N/P 4/1 dir.

Leibniz minimumlar kanununa göre hücre teşekkülü için hücreyi meydana getiren elementlerden her birinden yeterli miktarda olmalıdır. Bu elementlerden bir tanesi minimum veya daha az miktarda bulunursa bu sınırlayıcı element olarak adlandırılır. Ötrofikasyonda genel olarak sınırlayıcı element P kabul edilir.

2.4.1 Besi Maddesi Kaynakları

Ötrofikasyonu meydana getiren besin maddeleri ya göl için de üretilir ya da göle dışardan girerler. Dolayısıyla iç kaynaklı, dış kaynaklı besin maddeleri olarak iki kısımda incelenebilir.

İç kaynaklı besin maddeleri, göl içinde ve tabanındaki organizmaların sedimentleri ayrıştırması sonucu ortaya çıkar. Ayrıca göl tabanında 3-15 cm kalınlıkta oluşan sediment tabakası bentik hayvanlar tarafından karıştırılır. Bu esnada fiziksel kimyasal ve biyolojik besin maddesi ayrıştırılması yapılır.

Dış kaynaklardan gelen besin maddeleri ise, göle sızma sonucu, yeraltı sularının geçtiği jeolojik yapıdan getirdikleri besin maddeleri ya da göle giren akarsuyun su toplama havzasındaki jeolojik yapıdan

veya tarımsal alandardan sürükleyerek göle getirdikleri besi maddeleridir. Ayrıca atmosferden toz düşmesi sonucu göle giren besi maddeleride dış kaynaklardan gelenlere dahil edilebilir. Bu besi maddelerinin girişi ya kontrol edilemez veya plânlı bir tarımsal arazi kullanılmakla kısmen kontrol altına alınabilir.

Kontrol edilebilir dış kaynaklı besi maddeleri ise, evsel kullanılmış suların taşıdığı besi maddeleri ile endüstriyel sıvı atıkların taşıdığı besi maddeleridir. Bunlar arıtma tesislerinde büyük oranda azaltılabilir. Ayrıca tarımda dengeli ve yeterli bir gübrelemeyle tarımsal alanlardan gelecek besi maddeleri miktarında önemli ölçüde azaltma yapılabilir.

2.5. Göllerde Besi Maddesi Konsantrasyonu ve Kritik Fosfor Yükünün Belirlenmesi

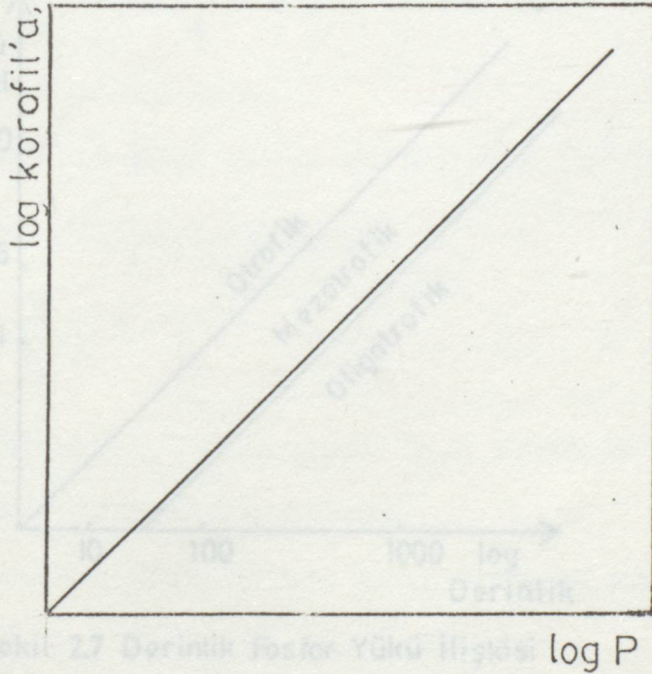
Ötrofik göllerde ilkbaharda ortalama bir değer olarak P konsantrasyonu 100 gr P/l ve N miktarı ise 300 grN/l'dir. (1)

Göllerdeki fosfor konsantrasyonu ilkbaharda alg üretimi ile birlikte artar. Eğer alg üretimi klorofil "a" ile ölçülürse, P konsantrasyonu ile klorofil

"a" arasında Şekil 2.5'deki gibi bir ilişki görülmektedir. Grafikteki doğrunun denklemi yazılırsa aşağıdaki bağıntı elde edilir (1).

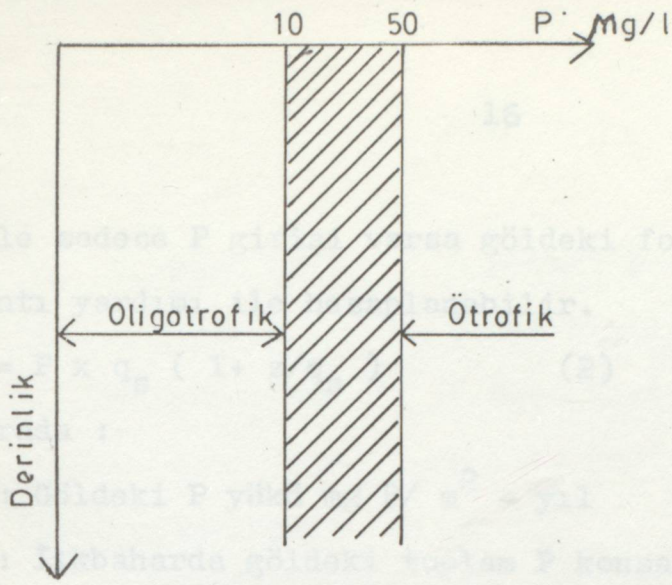
$$\log \text{ klorofil "a"} :: 1.45 \log P - 1.14 \quad (1)$$

Burada klorofil "a" ve fosfor konsantrasyonu mg/m^3 cinsinden verilmiştir.

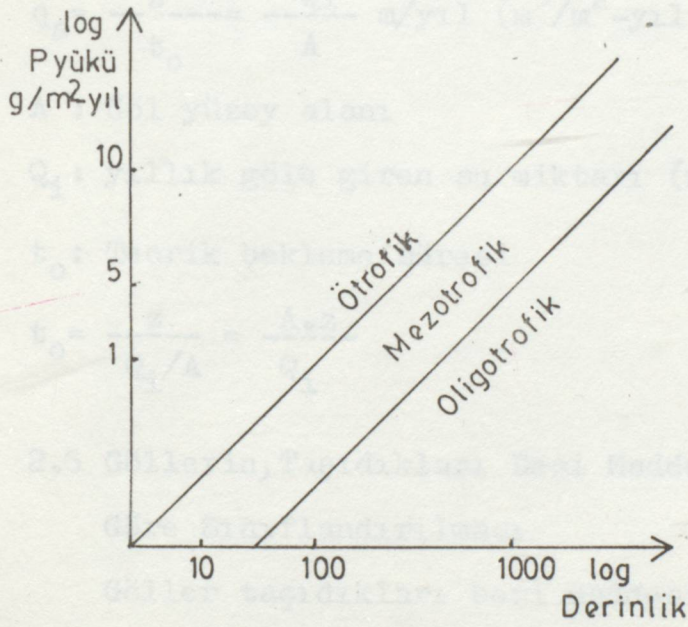


Şekil 2.5 Klorofil a ile fosfor konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi gösterir grafik

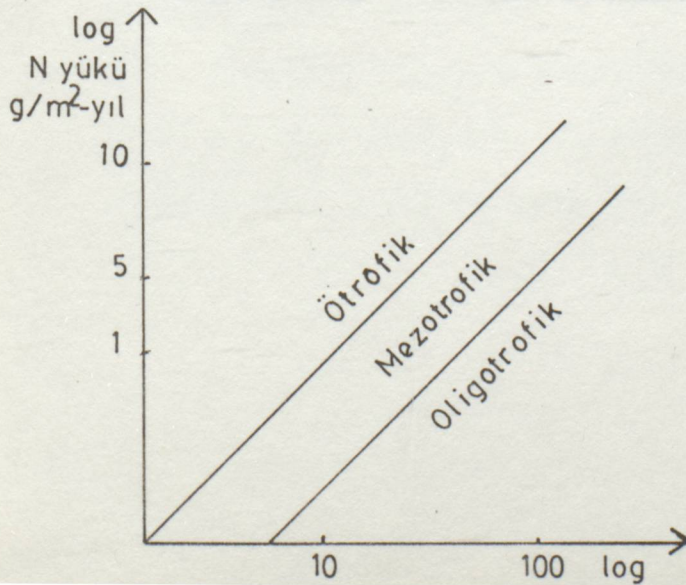
Göllerde bulunan P ve N ötrofikasyonu belirlemek için birer parametre olarak seçilirse göl derinliğine bağlı olarak bu besin maddeleri konsantrasyonu da Şekil 2.6-2.7-2.8'de görüldüğü gibidir.



Şekil 2.6 Derinlik Fosfor Konsantrasyonu ilişkisi



Şekil 2.7 Derinlik Fosfor Yüğü ilişkisi



Göle sadece P girişi varsa göldeki fosfor yükü aşağıdaki bağıntı yardımı ile hesaplanabilir.

$$L = P \times q_s (1 + z/q_s) \quad (2)$$

Burada :

L : Göldeki P yükü mg P/ m² - yıl

P : İlkbaharda göldeki toplam P konsantrasyonu mg P/m³

z : Ortalama göl derinliği (m)

q_s : Gölün yüzey yükü

$$q_s = \frac{z}{t_o} = \frac{Q_i}{A} \text{ m/yıl (m}^3/\text{m}^2\text{-yıl)}$$

A : Göl yüzey alanı

Q_i : yıllık göle giren su miktarı (m³/yıl)

t_o : Teorik bekleme süresi

$$t_o = \frac{z}{Q_i/A} = \frac{A \cdot z}{Q_i}$$

2.6 Göllerin, Taşıdıkları Besi Maddesi Konsantrasyonlarına Göre Sınıflandırılması

Göller taşıdıkları besin maddesi konsantrasyonlarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- Oligotrofik (Az besinli)

- Mezotrofik (normal besilli)
- Ötrofik (iyi besilli)
- Dystrofik (Kötü besinli)
- Mikstrofik (Kötü besinli fakat üretici)

2.6.1 Oligotrofik Göller :

Jeolojik olarak genç göllerdir. Bunlar normal olarak derin olup suları berrak ve üretimleri azdır. Phytoplankton üretimi düşük olup $7 - 75 \text{ grC/m}^2 - \text{yıl}$ dır. Günlük üretimi ise büyüme mevsiminde $0.03-0.1 \text{ grC/m}^2 - \text{gün}$ arasında değişmektedir. Alg patlamaları nadiren rastlanmasına rağmen türlerin çeşitliliği çok değişik ve fazladır. Bu göller P, N, Ca bakımından oldukça fakirdirler. Organik maddeler askıda veya göl tabanında az miktarda bulunur. Oksijen bütün mevsimlerde ve bütün derinliklerde bulunur. Hypolimnionda oksijen tüketim hızı düşüktür.

2.6.2 Mezotrofik göller

Bu göller oligotrofik ve ötrofik göl tipi arasında bir özelliğe sahiptir.

2.6.3 Ötrofik Göller

Bu göller genellikle sığdır. Bitki, besi maddeleri ve organik madde yönünden zengindirler. Yüksek verimliliğe sahiptirler. Göl yüzeyini otlar kaplaya-

bilir. Tabii ötrofik göllerde phytoplankton üretimi 75-250 grC/m²- Gün arasında değişmektedir. Kirilenmiş ötrofik göllerde bu değerler dahada yüksektir. Oksijen mevsimlere göre değişim gösterir veya bazen hiç değişim olmaz. Çok miktarda askıda ve dipte organik madde bulunur.

2.6.4 Dystrofik Göller

Çoğunlukla yumuşak zeminli yağışlı bölgelerde eskimiş dağlarda bulunur. P, N ve organik madde bakımından zengindir ancak humuslu maddelerin yüksek konsantrasyonda büyümeleri sınırlıdır. Bu bölgelerde plankton biyokütlesi ve tür farklılığı indeksi düşüktür. Alg patlamaları çok sık olmaz. Derin sularda çözülmüş oksijen olmayabilir. Zamanla gölün sığlaşması sonucu göl bataklık haline dönüşür. Bu durum Ötrofikasyonun sonucu değilde göle dışardan giren maddelerden ileri gelir.

2.6.5 Miksotrofik Göller

Bazı göller humuslu maddeler bakımından zengindir. Aynı zamanda üreticidirler bu tip göllere mikstrotrofik göl adı verilir. Temel besin maddeleri sadece insanların endüstriyel ve tarımsal faaliyetleri sonucu göle dökülmez. Kirlilik kaynakları çevrenin jeolo-

jik yapısı veya bitki örtüsünden ileri gelir.

2.7 Fosfor (P) ve Azot (N) Elementlerinin Ötrofikasyondaki Etkileri

2.7.1 Azotun Etkileri

Azot bütün hücrelerin temel maddesi olup organik maddelerin bakteriyel ayrışması sırasında meydana gelir. Azot esas itibariyle proteinlerin ayrışması sonucu NH_3 olarak ortaya çıkar. Aynı zamanda hayvanlar tarafından atılan idrardaki bol miktarda azot bulunur, Azot bakterileri idrardaki azotu ayrıştırarak NH_3 ve CO_2 dönüştürür. Azot sudaki bitkiler için sınırlayıcı elementlerden birisidir. 1mg NH_3 suya bırakıldığı zaman nitrifikasyon ayrıştırması sonucu 3.55 gr oksijene ihtiyaç gösterir. Bundan dolayı azot çevriminin su içindeki biyolojik işlemlerde önemli bir yeri vardır.

2.7.2 Fosforun Etkileri (P)

Fosfor tüm canlıların metabolik faaliyetlerin her fazında, özellikle canlı organizmalarda enerji taşıyan reaksiyonlarda çok önemli rol oynamaktadır. Özellikle ötrofikasyon olayında gösterge olan algler fosforu hem ışıklı hemde ışiksiz reaksiyon safhala-

rında kullanırlar. Alglerin gelişmesi fosforu minimuma indirmek, süretiyle mümkündür. Ancak bu sınır değer 0.018-8.9 mg/l arasındadır. Halbuki atıksu tam biyolojik bir arıtma tesisinden de geçse gene 1mg P toplam/l dolayında fosfor içermektedir (3). Ancak alıcı ortamda 1/50 oranında seyrelme sağlanırsa o zaman 0.02 mg/l P konsantrasyonuna ulaşılmış olur.

Günümüzde evsel atık sudan beklenen fosfor miktarı artan deterjan kullanımı ile yükselmiştir. Kişi başına 1.5-4.0 grP/N-G beklemek mümkündür (3). Bu miktarın % 15'i ise asitte çözülebilir şekilde bulunmaktadır. Deterjanlarda fosforun yerini alabilecek başka aktif madde kullanılması halinde ise evsel atık sudaki fosfor miktarı doğrudan azalmış olacaktır.

Tarımsal alanlardan yıkanmış beklenen fosfor yükleri çeşitli araştırmacılara göre 0.11-3.6 kgP/ha-yıl arasında değişmektedir (3). Bu miktar ise toprak cinsinin, toprak yapısının, arazinin topografik durumunun, yıllık yağışların, yağış şiddetinin kullanılan gübre miktarının ve ekilen bitki türünün bir fonksiyonudur.

Evsel atık sular ile ziraat alanlarından gelen

yüzeysel suları karşılaştırdığımızda N yükünün %70'inin tarımsal alanlarda, %30'unun ise evsel atık sulardan geldiğini görürüz. Aynı kıyaslama fosfor için terstir. Yani %9'u tarımsal kullanım alanlarından gelmektedir. N/P oranı dışkılarda 8/1'iken evsel atık sularda deterjan kullanımı nedeniyle 4/1 olmaktadır. Suni gübrelenmiş tarımsal alanlardan gelen sularda ise 100/1 dolayında bulunmaktadır (3).

Tarımsal arazilerden gelen N ve P kirlilik yükü olarak göz önünde bulundurulursa eşdeğer nüfus (EDN) cinsinden aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

N için : 10 EDN/ha tarımsal arazi

P için : 0.4 EDN/ha tarımsal arazi

Besihane ve ahırlardan gelen atık sularda çok miktarda N ve P içermektedir. Beslenen büyük baş hayvan başına 5gr P/hayvan- gün ve 40gr/hayvan- gün yükleri alınabilir.

Metamorf kayalar ise sürekli P vericileridir. Böyle bölgelerden gelen drenaj suları 38-290 mg/l bulunabilmekte veya 1000 mm/yıl olan yağışla 0.06-5.2 kg P/ha-yıl araziye alıcı ortama taşınabilmektedir. Yağmur suyunun taşıdığı besi maddelerinin ötrofikasyona etkisini azaltmak için yağmur suyu işlem

ünitelerinde, atık su arıtma tesislerinin yanısıra boyutlandırılması ve inşası gereklidir.

2.8 Ötrofikasyonun Zararlı Etkileri

İçme suyu, endüstriyel ve diğer maksatlar için göller bir su kaynağı olduğundan ötrofikasyonun etkileri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Eğer göl suyu içme maksadıyla kullanılıyorsa ham sudaki alglerin temizlenmesi ile tad, koku, renk gidermede ilave olarak tasfiye masrafları getirecektir. Ayrıca filtrenin geri yıkanması sık aralıklarla yapılacağından ilave işletme masrafları doğacak ve tasfiye edilen suyun birim maliyeti yükselecektir. Sağlığa zararlı olabilecek konsantrasyonlarda bazı alg türlerinin bulunması (mavi-yeşil alg), suyu içenlerde toksit etkileri gösterebilir. Ayrıca ötrofit göllerden içme suyu alınıyorsa veya su sporları yapılıyorsa içenlerde ve su sporu yapanlarda bağırsak hastalıkları, nefes bozuklukları ve deri hastalıkları meydana gelebilir.

Endüstriyel maksatla kullanılan su ötrofik göllerden sağlanıyorsa suyun birim tasfiye maliyeti yükselir. Soğutma sistemlerinde algler birikerek tesisin faydalı ömrünü azaltır. Ayrıca ekonomik açıdan balık yetiştirilmesi bakımından zararlı etkileri gö-

sunlu suyu azaltmak için tabakalık (tabakalık) meto-
rülür. Balıklar ölür, sivrisinek ve böcekler çoğalır.
Alg patlamalarından dolayı göl yüzeyinde yüzen
maddeler artar ve kıyılarda birikir. Kıyıları zararlı
otlar kaplar. Bu durum, eğer ulaşım yapılyorsa
ulaşımı zorlaştırır.

2.9. Göl İyileştirme Teknikleri

Göllerin iyileştirilmesi çeşitli metodlar uygulanarak yapılabilir. Bunlar Hypolimniondaki çözünmüş oksijen miktarının arttırılması, durgunluk periyodunun ve göle giren besi maddelerinin azalması gibi hususlardır.

2.9.1 Hypolimniondaki Oksijen Miktarının Arttırılması

Bunun için ya Hypolimnionun derinliği arttırılır veya bu tabakadaki çözünmüş oksijen miktarı suni olarak arttırılır. Gölün tabanındaki oksijensiz su, bir pompa vasıtasıyla çekilerek göl kenarındaki bir havalandırma havuzunda suyun çözünmüş oksijeni arttırılıp tekrar göl tabanına basılır. Bu metodla göl suyunun çözünmüş oksijeni homojen hale getirilebilir.

2.9.2 Durgunluk Periyodunu Etkileyen Tedbirler

Göllerdeki durgunluğu gidermek ve periyod u-

zunluğunu azaltmak için Habbecik (Kabarcık) Metodu uygulanabilir. Bu metodla göl tabanına yerleştirilen plastik borular yardımıyla göle hava basılır. Göldeki çözülmüş oksijen miktarı artarken tabakalaşma bozulur. Ve suni bir karışım elde edilir. Gölün karışmasıyla besi maddeleri göl yüzeyine çıkar ve gölde üretim artar. Tekrar tabana doğru meydana gelen çökme sonucu çözülmüş oksijen tüketimi artar. Göl tabanına anaerobik şartların oluşması ile üretilen H_2S gazı yüzeye doğru yükselirken çözülmüş oksijen tüketimine sebep olur. Bu bakımdan Habbecik metodu göl derinliğinin az olması durumunda uygulanır.

2.9.3 Besi Maddesi Konsantrasyonunun Azaltılması

Göle dışardan gelen maddeler ile üretilen organik maddeleri, gölde çevri yapan besi maddeleri ile üretilenden ayırt etmek mümkün değildir. Bu bakımdan gölde üretilen tüm maddelerin kontrolü söz konusudur. Bu maksatla aşağıdaki hususlar uygulanabilir.

Besi maddelerinin gölden uzaklaştırılması veya bunların kimyasal formu değiştirilip ilk üretim kabiliyetlerinin azaltılması gerekir. Toksik maddeler ve

ya parazitler ilave edilerek ilk üreticilerin organik madde sentezi engellenebilir. Ayrıca organik maddelerin ayrışmasından önce bu maddeler mekanik olarak toplanabilir veya biyolojik olarak yedirme yoluyla gölden uzaklaştırılabilir. Besi maddelerinin giderilmesi veya daha az aktif hale getirmek için göle Fe^{+3} , Al^{+3} , Ca^{+2} veya bunların tuzlarını ilave etmek suretiyle P'yi PO_4 şekline getirip çöktürülerek, besi maddeleri konsantrasyonu azaltılabilir.

2.10 Göllerdeki Aşırı Üretimin Kontrolü

Göllerde aşırı üretimin kontrolü ilk üretim kontrolüdür. Bunun için kimyasal algisit ve herbisitler kullanılır.

Kimyasal algisitler, algleri öldüren kimyasal maddelerdir. En uygun algisit bakır sülfattır ($CuSO_4$) Bakır sülfat hem alg hemde plaktonlara etkili olur. (0.1-10) mg/l dozda verilebilir. Her ne miktar verilirse verilsin balıklar için toksit etkisi vardır.

Herbisitler ise su yüzü altındaki zararlı bitkilerin kontrolü için kullanılır. Sodyum arsenit (Na_3AsO_3) bir kimyasal herbisittir ve insanlar için toksit özelliğe sahiptir. Öldürücü dozların altında kullanılan herbisitlerin akuatik (Su içinde yaşayan)

organizmaların üzerinde etkileri vardır. Ayrıca bu kimyasal maddelerin uygulanmasıyla gölde geçici bir düzelme olmaktadır. Bu sebeple gölden alınan suyun tasfiyesi sürekli olarak yapılmalıdır. Bunlardan başka gölü karıştırmak suretiyle yüzeyde bulunan alg konsantrasyonunu azaltmak, küçük havuz ve kanalların yüzeylerini kapatarak ilk üretimi azaltmak gibi tedbirler alınabilir.

Organik maddeyi ayrışmadan önce uzaklaştırmak mümkündür. Bu işlem göllerde mekanik yollarla veya biyolojik yollarla yapılabilir. Bunun için yoğun alg grupları filtrasyon veya tırmıklama yoluyla giderilebilir. Yine sentetik polielektrolit kullanılmak suretiyle alglerin birbirine yapışmasını ve çökmesini sağlamak mümkündür.

Göle besi maddesi girişi kontrol edilebilir. Bu maksatla çeşitli metodlar kullanılmaktadır. Bunlardan biri, göle giren besi maddesinin yönü saptırılarak göle girmesi engellenir. Noktasal kaynaklardan besi maddelerininin giderilmesi için biyolojik tasfiyede meydana gelen azot, nitrifikasyon yoluyla giderilebilir. Fosfor (P) ise filtrasyon veya kimyasal metodlarla giderilebilir. Bu tedbirler ilave tesis gerektireceğinden kullanılan suyun tasfiye maliyetini arttırmaktadır. Eğitim ve diğer yollarla, kirleticileri suya bırakanlara

bilgi verilmek suretiyle kaynak kontrolü yapılarak kirlilik azaltılabilir. Mesela bu yolla deterjan kullanımı azaltılabilir. Planlı bir arazi kullanılması ile çizgisel kaynak kontrolü yapılabilir. Dip çamuru sıyrılıp uzaklaştırılarak oksijen tüketimi kontrol altına alınabilir. Ancak bu metod çok pahalı olduğundan rezervuarlara uygulanır.

Bölgü besleyen havzanın toplam alanı 680 km²'dir. Bu drenaj alanı içinde İznik ovasının alanı 76 km², Orhangazi ovasının alanı 91 km² ve Gemlik ovasının alanı 6km² dir. Orhangazi ovası gölün batısında, İznik ovası gölün doğusunda ve Gemlik ovası gölün kuzeyinde doğu ucunda yer alır.

Bölgü 34.80 kotundaki alanı 513.39 km² dir. Bu alan göl seviyesinin altında yüksekliğiyle değişebilir. Bölgedeki ortalama derinlik 10-15 m civarındadır. Bölgenin en derin yeri rüzgârda ve % 6'dır. Bölgenin yüzeyi deniz seviyesinden ortalama 85m yüksekte dir.

İznik gölü ve ovası jeolojik devrelerde meydana gelen bir çukurluğa ile oluşmuştur (7). Bölgedeki ovası ve İznik gölünün güney sınırlarını kateden Orhangazi ve Gemlik ovası güney sınırlarındaki Kırcaali Dağları ile bir tıy boru ile meydana gelmiştir. İznik gölünün denizden 85m yüksekliğinde oluştuğundan Gemlik kör-

BÖLÜM III

3. İznik Gölü

3.1 İznik Gölü Hakkında Genel Bilgiler

İznik gölü Marmara Denizinin güney doğusunda yer alır. Haritada 40 20' -40 35' kuzey enlemleri ve 29 . 54-29.30' doğu boylamları tarafından sınırlanmıştır.

Gölü besleyen havzanın toplam alanı 660 km²dir. Bu drenaj alanı içinde İznik ovasının alanı 76 km², Orhangazi ovasının alanı 91 km² ve Gemlik ovasının alanı 6km² dir. Orhangazi ovası gölün batısında, İznik ovası gölün doğusunda ve Gemlik ovası Gemlik körfezinin doğu ucunda yer alır.

Gölün 84.80 kotundaki alanı 313.33 km² dir. Bu alan göl seviyesinin alçalıp yükselmesiyle değişebilir. Göldeki ortalama derinlik 40-45 m civarındadır . Gölün en derin yeri güneyde ve 74 m dir. Gölün yüzeyi deniz seviyesinden ortalama 85m yüksektedir.

İznik gölü ve ovası jeolojik devirlerde meydana gelen bir çöküntü ile oluşmuştur (7). Çöküntü ovayı ve İznik gölünün güney sınırını katedip Orhangazi ve Gemlik ovası güney sınırındaki körfeze kadar uzanan bir fay boyunca meydana gelmiştir. İznik gölünün denizden 85m yüksekte olması teşekkülünün Gemlik kör-

fezi ile ilişkisi olmadığını göstermektedir. Göl hacmi minimum işletme seviyesinin altında $11.728 \times 10^6 m^3$ olarak belirlenmiştir.

Gemlik körfezinden itibaren doğuya doğru İznik gölü ile devam eden çukurluğun kuzeyinde, gene aynı doğrultuda uzanan Samanlı dağları (800 m), güneyinde ise Katırlı dağları (1250 m) yer alır.

İznik gölü sularını Gölayağı deresi ile Karsak Boğazında Karsak deresine oradanda Gemlik körfezine boşaltır.

3.2 Bölgenin İklimi

Göl ve çevresi Marmara ikliminin etkisi altındadır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. İznik, Orhangazi, Boyalıca meteoroloji istasyonlarında yapılan gözlemlere göre İznik gölü ve çevresinde yıllık ortalama yağış 587.8 mm dir (6). Bu değer, havzanın üst kotlarında özellikle güney yamaçlarda 1000 mm'ye kadar yükselmektedir.

İznik gölünü besleyen havzada Marmara ikliminin egemen olmasına karşılık havzanın etrafının dağlarla çevrili olması iklimin daha ılıman bir karakter kazanmasına sebep olmaktadır. Bölgenin ortalama sıcaklığı 9 yıllık gözlem değerlerine göre ortalama $14.7^{\circ}C$ dir. Bölgenin sıcaklığı en yüksek değeri temmuz ayında

ve en düşük değeri ise ocak ayında alır.

İzник Gölü'nü besleyen havzada Boyalıca meteoroloji istasyonunda yapılan 1963-1983 yılları arası 21 yıllık gözlem sonuçlarına göre yıllık ortalama buharlaşma değeri 1617.2 mm dir (6). Havzada hakim olan bitki örtüsü zeytin ve makilerdir. Ovalarda ise meyva ağaçları ve bağlar önemli yer kaplar.

3.3 İzник Gölü ve Civarının Ekonomik Durumu

Bölgenin ekonomisi ağırlık olarak tarıma dayanır. Yurt içi ve yurt dışına gönderilen üzüm, turfanda sebze, tütün ve zeytinden büyük gelir sağlanır. Tahıl ziraatıda yapılmaktadır. İzник Gölü çevresindeki ovalarda sulu tarım yapılabilmektedir. Bu arazilerin bir kısmı çiftçilerin kendi imkanları ile yeraltı suyundan sulanmakta, bir kısmı ise DSİ tarafından yapılan kanallardan sulama yapmaktadır. DSİ'nin kanalları ile sulama yapılan alan 13290 ha dır. Sanayi bakımından daha çok Orhangazi ve Gemlik ilçeleri gelişmiştir. Orhangazi ovasında kurulmuş bulunan Asil Çelik, Döktaş, Ormo, Orhangazi Tuğla Sanayi gibi tesisler kullanma suyu ihtiyaçlarını yeraltı suyundan sağlamaktadır. Bunların dışında Gemlik körfezindeki Suni İpek ve Azot Sanayi tesislerinin su ihtiyaçları İzник Gölü'nden sağlanmaktadır.

3.4 Gölü Besleyen Akarsular

Gölü besleyen akarsular genel olarak yağışlı mevsimlerde su taşırlar. Yağışların en fazla olduğu Ocak, Şubat ve Mart aylarında yüksek debiye sahip olan akarsular yazın tamamen kurur veya çok az su taşırlar. İznik Gölü'nü besleyen başlıca akarsular; Karadere, Kırandere, Kocadere, Nadir Deresi, Kurudere ve Oluk Deresidir.

Karadere: İznik Gölü'nün kuzeydoğusunda 273 km² lik bir alanın sularını drene eder. Derenin ortalama debisi 2.4 m³/sn'dir.

Kırandere: İznik Gölü'nün güneydoğusunda 147 km² lik bir sahanın sularını drene eder. Üzerinde akım rasat istasyonu olmadığından debisi belirlenememiştir.

Kocadere: İznik Gölü'nün güneybatısında 92 km² lik bir sahanın sularını drene eder. Derenin ortalama debisi 1.086 m³/sn'dir.

Nadir Deresi: İznik Gölü'nün kuzeybatısında 76 km² lik bir sahanın sularını drene eder. Debisi belirlenememiştir.

Kuru Dere: İznik Gölü'nün kuzeyinde yer alır. Derenin ortalama debisi 0.48 m³/sn'dir.

Oluk Deresi: Orhangazinin Kuzeybatısındaki arazinin sularını drene eder. Orhangazi'den geçerek göle boşalır. Derenin ortalama debisi $0.743 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir.

3.5 Gölü Besleyen Kaynaklar

Dereköy Kaynağı: İznik Gölü'nün doğusundan çıkmaktadır. 24-6-1971'de yapılan ölçümde debisi 363 lt/sn bulunmuştur.

Nadir Kaynağı: Orhangazinin kuzeybatısındaki mermerlerden çıkar ve göle ulaşır. 7-10-1971'de debisi 153 lt/sn olarak ölçülmüştür.

Gedelek Kaynağı: Orhangaziovasının batısında Gedelek köyündedir. Mermer-Şist kontaktından çıkar. 7-10-1971'de debisi 67 lt/sn olarak ölçülmüştür.

Ilıpınar Kaynağı: Orhangazi ovasında Çeltikçi köyü ile göl arasındaki alüvyondan çıkar. 7-10-1971 de debisi 67 lt/sn olarak ölçülmüştür.

Keramet Köyü Ilıcapınar Kaynağı: Orhangazi ovasının kuzeydoğu ucunda Keramet köyü altından çıkar. Sıcaklığı 22 C 'dir. 7-10-1971'de debisi 86 lt/sn olarak ölçülmüştür.

BÖLÜM IV

arak yukarıda bahsedilen parametrelerin analizleri

4. Deneysel Çalışmalar

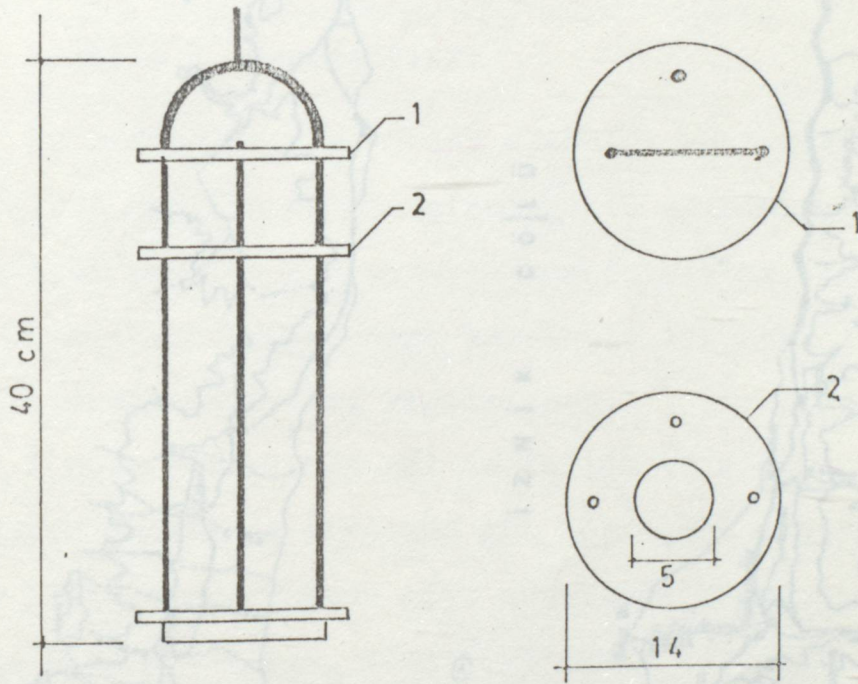
4.1 Giriş

İzmit Gölü ötrofikasyon araştırmasında, gölden alınan su numunelerinin analizlerinde Standart Methods the Examination of Water and Wastewater kitabından yararlanılmıştır. İzmit Gölü'nden numune olarak alınan sularda, çözünmüş oksijen, BOI, pH, bulanıklık renk, özgül iletkenlik, sıcaklık, toplam katı madde uçucu katı madde, kalıcı katı madde ve esof ana parametre olarak da amonyak azotu ile orto fosfatın belirlenmesi deneysel çalışmaları yapılmıştır. Bu analizler Yıldız Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Yapılan deneysel çalışmalarda gravimetrik analiz, titrimetrik analiz ve instrumental analiz metodları kullanılmıştır. Deneysel çalışmalardaki analiz sonuçlarının belirlenmesinde takip edilen yol ve deney düzenleri aşağıda verilmiştir.

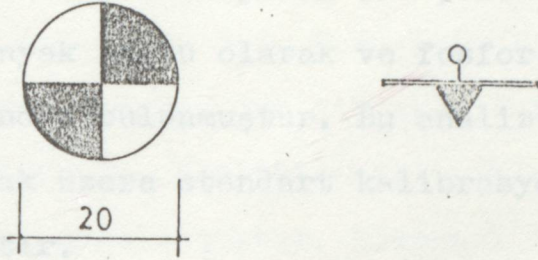
İzmit Gölünden su numunesi almak için belirlenen istasyonun yeri Şekil 4.1'deki İzmit Gölü haritasında 1. istasyon ve 2. istasyon olarak işaretlenmiştir. 1. istasyondan, 0.3 m, 5.0 m, 10.0 m, 15.0 m, 20.0 m ve 25.0 m derinliklerden su numunesi alı-

narak yukarıda bahsedilen parametrelerin analizleri yapılmıştır. Göl derinliklerinden su numunelerinin alınmasında Şekil 4.2'de görülen kafesten yararlanılmıştır. Ayrıca göl ayagından alınan numuneler ile Tablo 4.3'de sonuçları verilen parametreler belirlenmiştir.



Şekil 4.2 Derinden numune alma kafesi

Gölden numune alınan yerlerde ve uygun görülen yerlerde Secchi diski derinliği Şekil 4.3'de görülen alet yardımı ile ölçülmüştür.



Şekil 4.3 Secchi Diski

Su numunelerinin gölden alındığı anda sıcaklık ölçümleri yapılarak numune şişelerinin ağızları hava almıyacak şekilde cam kapakla kapatılmıştır. Numuneler alındıktan hemen sonra hareketle İstanbul'a getirilerek analizleri yapılmıştır.

1 nolu istasyonda göl derinliği 45 m'dir. İstasyonun seçiminde ortalama göl derinliği değeri esas alınmıştır. Numune alma esnasında ki su sıcaklığı, hava sıcaklığı, rüzgar ve güneş durumları bir fikir vermesi açısından kaydedilmiştir. Alınan numunelerde yapılan analizlerin sonuçları Tablo 4.1-Tablo 4.4 arasında verilmiştir. Bu tablolardan yararlanılarak çizilen grafikler Şekil 4.6 ile Şekil 4.25 arası verilmiştir.

4.2 Deneylerin Yapılışı

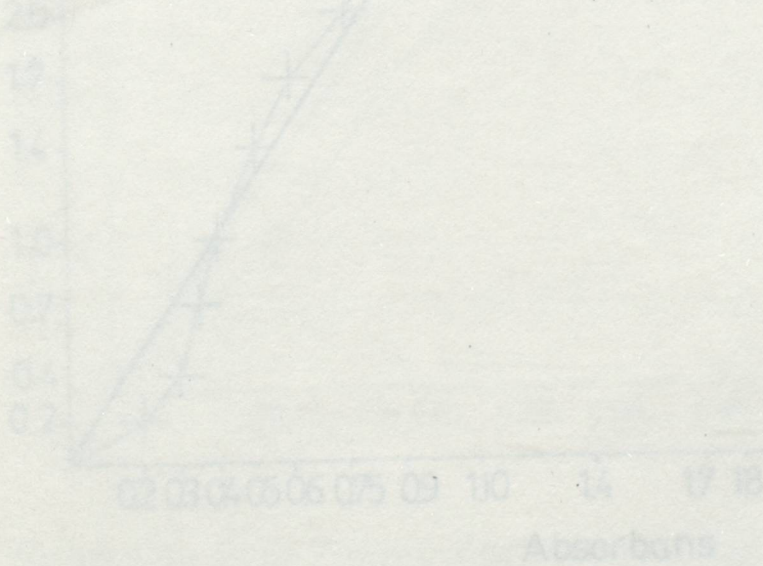
Ötrofikasyon olayının ana parametreleri olan azot, amonyak azotu olarak ve fosfor da orto fosfat cinsinden bulunmuştur. Bu analiz neticelerinde kullanılmak üzere standart kalibrasyon eğrileri hazırlanmıştır.

4.2.1 Standart Eğrilerin Hazırlanması

Amonyak azotu kalibrasyon eğrisinin çizilmesi için hazırlanan standart amonyum çözeltilerinden 0.0, 0.2-0.4- 0.7- 1.0- 1.4- 1.7- 2.0- 2.5- 3.0- 3.5- 4.0- 4.5 ml alınıp amonyaksız suyla 50 ml'ye seyreltilmiştir. Bundan sonra Nesslerizasyon metodundaki işlemler sıra ile uygulanmıştır. Hazırlanan standartlar 10 dakika beklendikten sonra şahid numuneye karşılık ayarı yapılan Nessler aygıtında 425 nm değeri baz olarak kabul edilip hazırlanan çözeltilerin ölçümleri absorbands cinsinden belirlenmiştir. Düşey ekseninde amonyak azotu konsantrasyonu, yatay ekseninde ise ölçülen absorbands değerleri işaretlenerek Şekil 4.4'de görülen Amonyak Azotu kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Bu eğriden gölden alınan su numunelerinin amonyak azotu değerlerinin belirlenmesinde yararlanılmıştır.

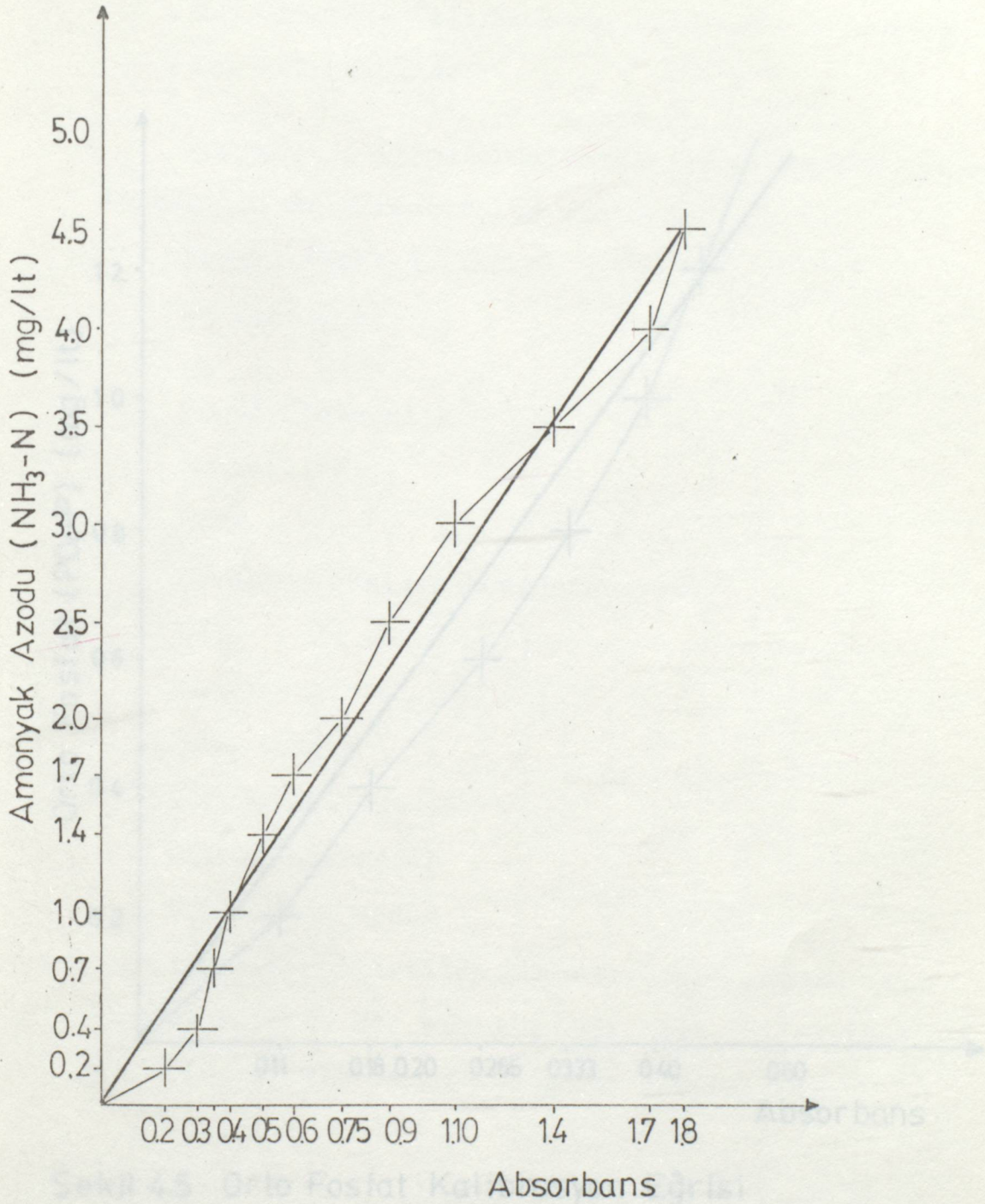
1 ml standartta 1 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ bulunmaktadır

Orto fosfat kalibrasyon eğrisinin elde edilmesinde ise hazırlanan standart fosfat çözeltisinden yine 0.0- 0.2- 0.4- 0.6- 0.8- 1.0- 2.0 ml alınıp içinde fosfat olmayan damıtık su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözeltilere Kalay Klorür Metodunda ki işlemler uygulanmıştır. Kimyasal işlemleri biten çözeltiler 10-12 dakika bekletildikten sonra Nessler aygıtında absorban değeri okunmuştur. Şahid numune için Nessler aygıtında 690 nm baz olarak alınmıştır. Düşey ekseninde orto fosfat konsantrasyonları, yatay ekseninde ise absorban değerleri işaretlenerek Şekil 4.5'deki orto fosfat kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir.

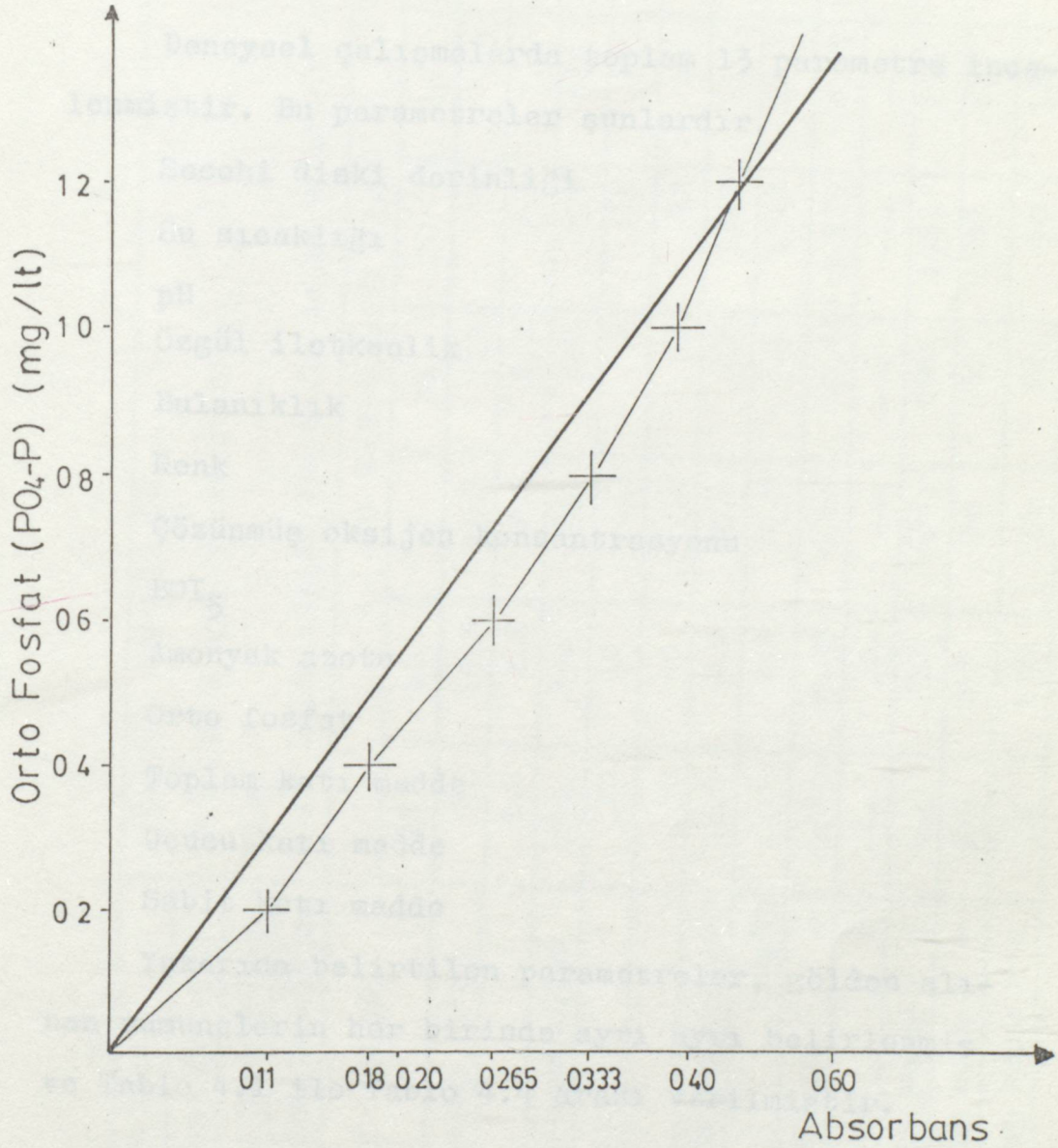


Şekil 4.5 Amonyak Azodu Kalibrasyon Eğrisi

1 ml standartta= 1 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ bulunmaktadır



Şekil 4.4 Amonyak Azodu Kalibrasyon Eğrisi



Şekil 4.5 Orto Fosfat Kalibrasyon Eğrisi

4.3 Deneysel Çalışmalarda Gözönünde Bulunduru- lan Parametreler

Deneysel çalışmalarda toplam 13 parametre ince-
lenmiştir. Bu parametreler şunlardır.

Secchi diski derinliği	10
Su sıcaklığı	18.2
pH	8.2
Özgül iletkenlik	870
Bulanıklık	5
Renk	30
Çözünmüş oksijen konsantrasyonu	12
BOI ₅	8.8
Amonyak azotu	2.4
Orto fosfat	0.39
Toplam katı madde	598
Uçucu katı madde	526
Sabit katı madde	70

Yukarıda belirtilen parametreler, gölden alı-
nan numunelerin her birinde ayrı ayrı belirlenmiş
ve Tablo 4.1 ile Tablo 4.4 arası verilmiştir.

TABLO 4.1

Tarih ve Saat		3-6-1986 Saat:19.00							
Hava Sıcaklığı (°C)		17 C Hava açık ve az bulutlu							
İstasyon Derinliği (m)		45 m							
Secchi Diski Derinliği (m)		4 m Gölde rüzgar etkisiyle dalga ve akıntı var							
ANALİZ ADLARI		SU DERİNLİKLERİ (m)							
		03	50	10	15	20	25	Gölayağı	
Su Sıcaklığı (°C)		16	15.5	13.5	13	12	11	---	
pH		8.2	8.2	8.2	8.2	7.8	7.5	---	
Özgül İletkenlik EC _{10⁶}		800	850	850	870	870	880	---	
Bulanıklık		10	10	5	5	10	10	---	
Renk		30	40	30	30	40	40	---	
Çözünmüş Oksijen (mg/l)		8.8	9.2	10.8	12	12.2	15	---	
BOI ₅ (mg/l)		1.6	2.4	8.8	8.8	10.8	12.8	---	
Amonyak Azodu "	"	0.35	0.30	0.40	0.60	0.825	0.20	---	
Orto Fosfat "	"	---	---	---	---	---	---	---	
Toplam Katı Madde "	"	596	750	686	666	1932	798	---	
Ucucu Katı Madde "	"	546	614	428	588	1842	612	---	
Sabit Katı Madde "	"	50	136	258	78	90	186	---	

TABLO 4.2

Tarih ve Saat	23-6-1986 Saat: 11.30									
	27 Ç Açık ve az bulutlu									
İstasyon Derinliği (m)	43 m									
Secchi Diski Derinliği (m)	5 m Göl yüzeyi düzgün, dipte akıntı var.									
ANALİZ ADLARI	SU DERİNLİKLERİ (m)									
	03	50	10	15	20	25	Gölayağı			
Su Sıcaklığı (°C)	24	23	23	17	14	14	---			
pH	10	10	10	10	10	10	---			
Özgül İletkenlik EC ₂₀	830	835	835	840	825	825	---			
Bulanıklık	--	--	--	--	--	--	---			
Renk	--	--	--	--	--	--	---			
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	9.4	9.8	11	11	12	11.2	---			
BOI ₅ (mg/lt)	2.8	3.6	4.8	4.8	6.4	6.8	---			
Amonyak Azodu "	0.70	0.80	0.85	0.75	0.825	0.70	---			
Orto Fosfat "	14	13.5	8	15	15	16.5	---			
Toplam Katı Madde "	718	692	660	674	3856	14500	---			
Ucucu Katı Madde "	288	188	206	260	2298	13700	---			
Sabit Katı Madde "	430	504	454	414	1558	800	---			

TABLO 4.3

Tarih ve Saat	7-9-1986 Saat: 8.30									
	19 C Hava açık ve az bulutlu									
Hava Sıcaklığı (°C)	40 m									
İstasyon Derinliği (m)	4 m Göl yüzeyi düzgün									
Secchi Diski Derinliği (m)										
ANALİZ ADLARI	SU DERİNLİKLERİ (m)									
	03	50	10	15	20	25	Gölayağı			
Su Sıcaklığı (°C)	23	22	22	15	12	-	24			
pH	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7		8.7			8.7
Özgül İletkenlik EC ₁₀₀	900	950	970	965	965		965			965
Bulanıklık	10	10	10	19	10		15			15
Renk	30	30	30	30	30		30			30
Çözünmüş Oksijen (mg/l)	6.2	8.8	8.8	8.8	9.0		7.2			7.2
BOI ₅ (mg/l)	0.4	1.2	2.4	5.6	2.0		--			--
Amonyak Azodu "	0.90	0.60	0.78	0.65	0.78		0.68			0.68
Orto Fosfat "	27.5	21	14	15.5	15.5		--			--
Toplam Katı Madde "	4424	1012	632	591	1196		648			648
Ucucu Katı Madde "	3166	712	284	310	1186		390			390
Sabit Katı Madde "	1258	300	348	281	10		258			258

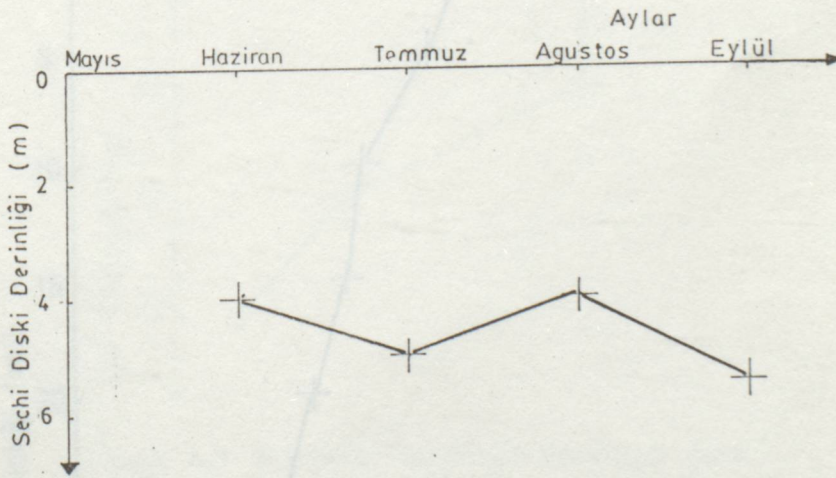
TABLO 4.4

Tarih ve Saat		27-9-1986 Saat: 16.00						
Hava Sıcaklığı (°C)		27 C Hava açık ve az bulutlu						
İstasyon Derinliği (m)		45 m						
Seçti Diski Derinliği (m)		5.5 m Göl yüzeyi durgun						
ANALİZ ADLARI		SU DERİNLİKLERİ (m)						
		03	50	10	15	20	25	Gölüyağı
Su Sıcaklığı (°C)		24	23	23	21	18	16	--
pH		8.4	8.4	8.4	8.4	8.3	8.0	--
Özgül İletkenlik EC ₂₀		905	905	910	910	920	920	--
Bulanıklık		--	--	--	--	--	--	--
Renk		--	--	--	--	--	--	--
Çözünmüş Oksijen (mg/l)		7.2	9.6	9.6	9.6	8.2	8.2	--
BOI ₅ (mg/l)		2.8	4.5	4.5	4.5	4.4	4.2	--
Amonyak Azodu "	"	0.60	0.395	0.89	0.57	0.75	1.00	--
Orto Fosfat "	"	20	24	19.5	19.5	20.5	22	--
Toplam Katı Madde "	"	1836	1320	1278	1196	3358	1244	--
Uçucu Katı Madde "	"	1052	422	462	406	1460	430	--
Sabit Katı Madde "	"	784	898	816	790	1898	814	--

4.4 Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

4.4.1 Secchi Diski Derinliği

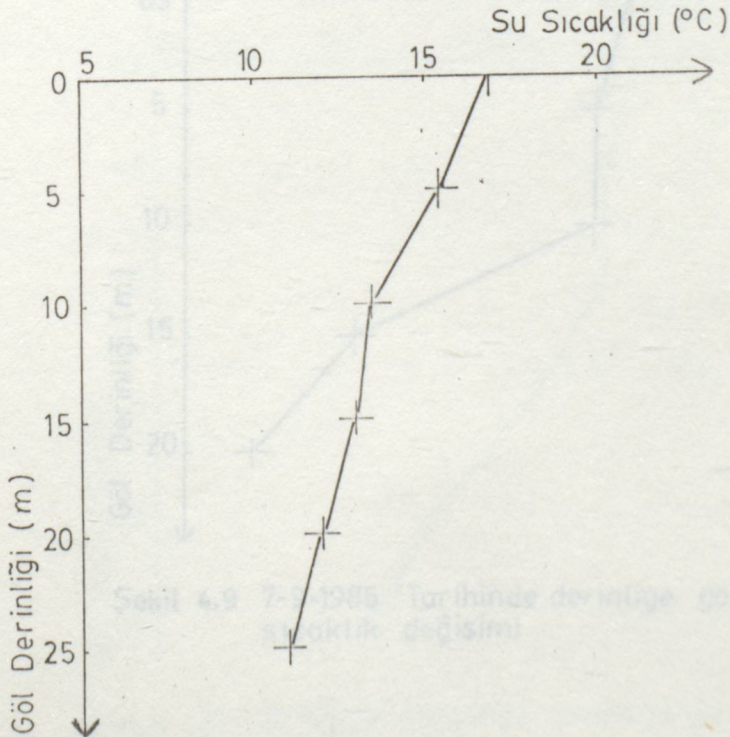
İzmit Gölünde ölçülen Secchi disk derinliklerinin farklı yerlerde ve değişik zamanlarda fazla bir değişim göstermediği gözlenmiştir. Şekil 4.6'da görüldüğü gibi Secchi disk derinliği Haziran, Ağustos aylarında 4m, Temmuz ve Eylül aylarında ise 5 m civarındadır. Bu az miktarda ki değişim, ölçümün yapıldığı sırada göldeki akıntı ve dalgalardan kaynaklanabilir. Rüzgar ve dalga etkisiyle göl iyice karıştığından bulanıklık artmış ve Secchi disk derinliğinde azalmalar meydana getirmiştir. Ayrıca ölçüm yapılan aylarda gölde üretimin arttığı belirlenmiştir. Üretim nedeniyle oluşan biyokütleler de bulanıklığın artmasına neden olmaktadır.



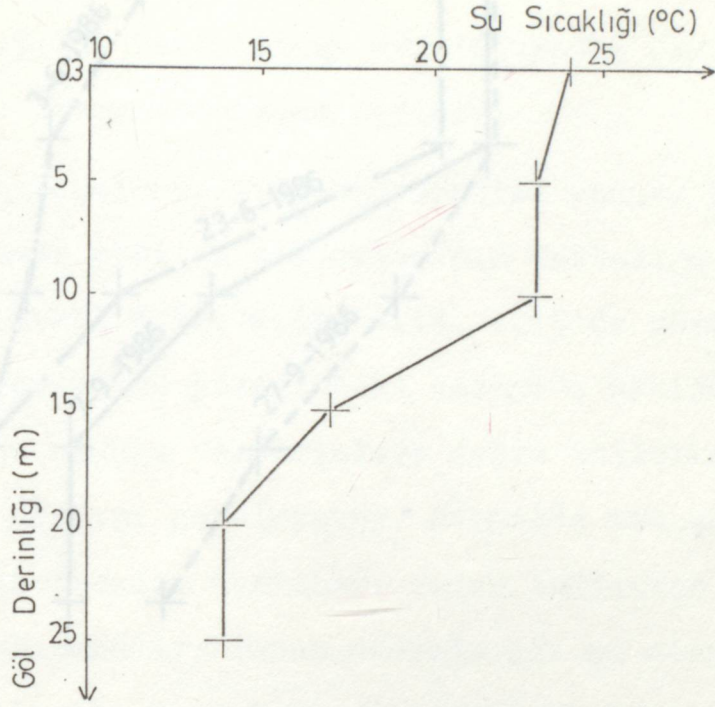
Şekil 4.6 Secchi Diski Derinliğinin Aylara Göre Değişimi

4.4.2 Göl Derinliğine Göre Sıcaklık Değişimi

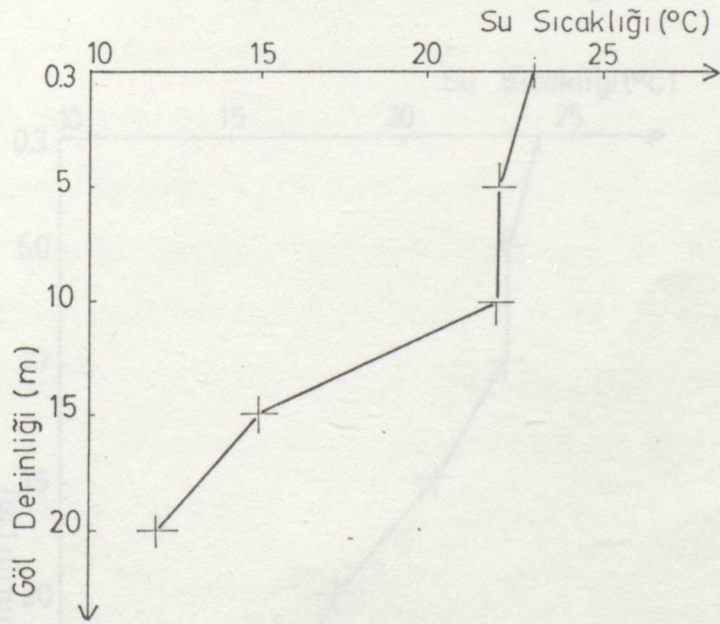
İznik Gölünden alınan su numunelerinin tümüne alma yerinde yapılan ölçümlerinde bulunan, derinliğe göre sıcaklık değişimleri Şekil 4.7 ile Şekil 4.10 arası görülmektedir. Yapılan tüm ölçümlerde derinlere doğru inildikçe sıcaklığın azaldığı görülmüştür. Sıcaklıktaki bu değişim gölde bir tabakalaşma olduğunu göstermektedir. Yüzeşte 10 m derinlikte Epilimnion, 10-20 m arasında Termoklin ve 20 m'nin altında ise Hypolimnion bölgesinin oluştuğu sıcaklık grafiklerinden gözlenmektedir. Şekil 4.11'de değişik zamanlarda yapılan sıcaklık ölçümlerinin derinliğe göre değişimleri bir grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.7 3-6-1986 tarihinde derinliğe göre sıcaklık değişimi

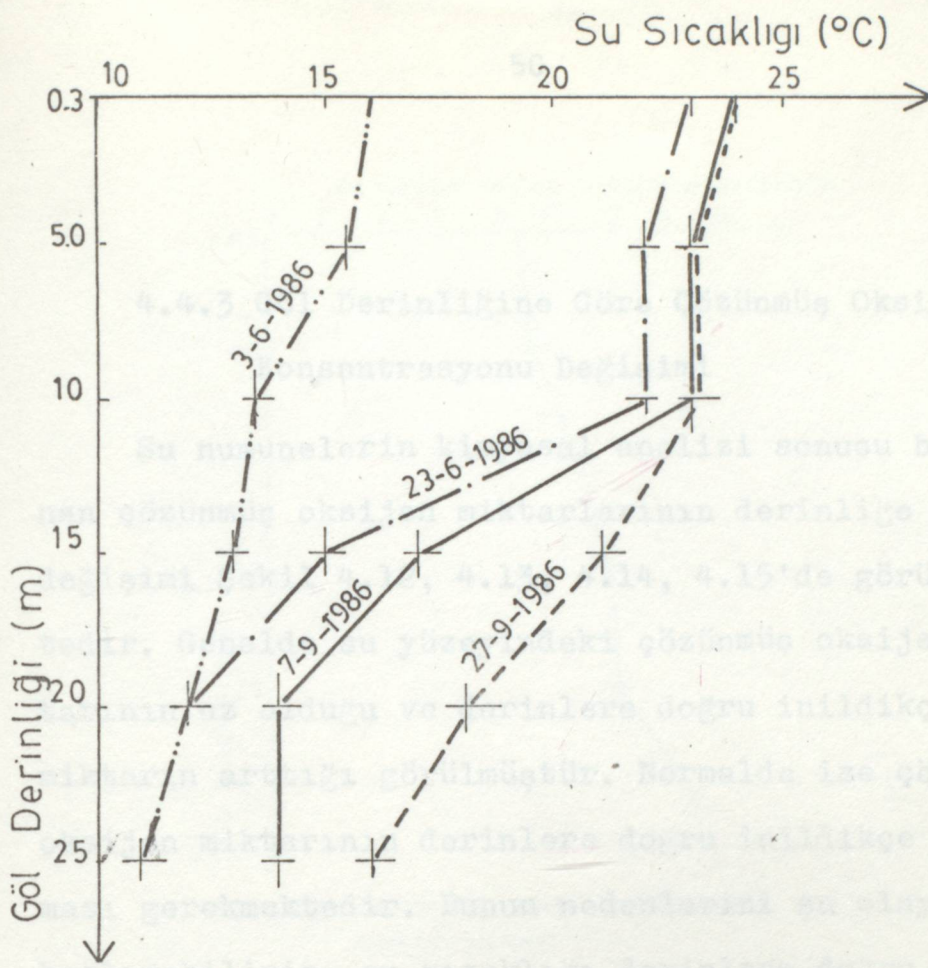


Şekil 4.8 23-6-1986 Tarihinde derinliğe göre sıcaklık değişimi

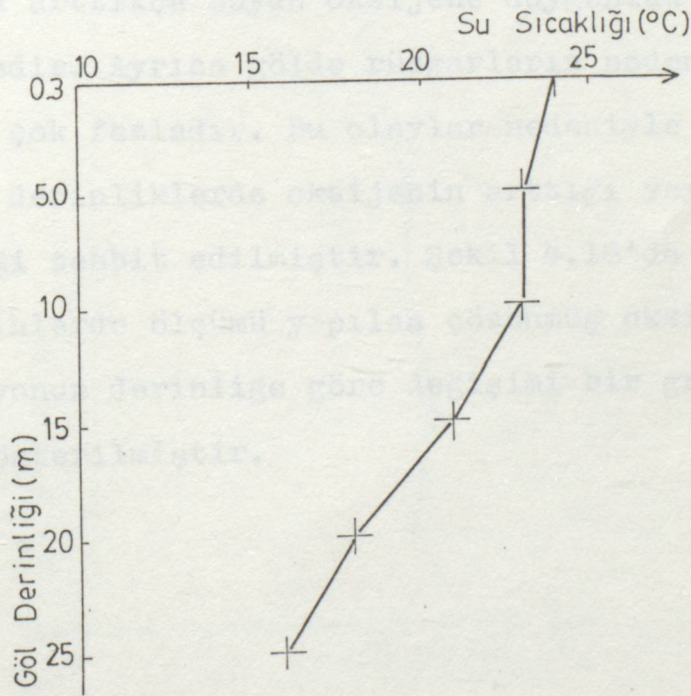


Şekil 4.9 7-9-1986 Tarihinde derinliğe göre sıcaklık değişimi

Şekil 4.10 27-9-1986 Tarihinde derinliğe göre sıcaklık değişimi



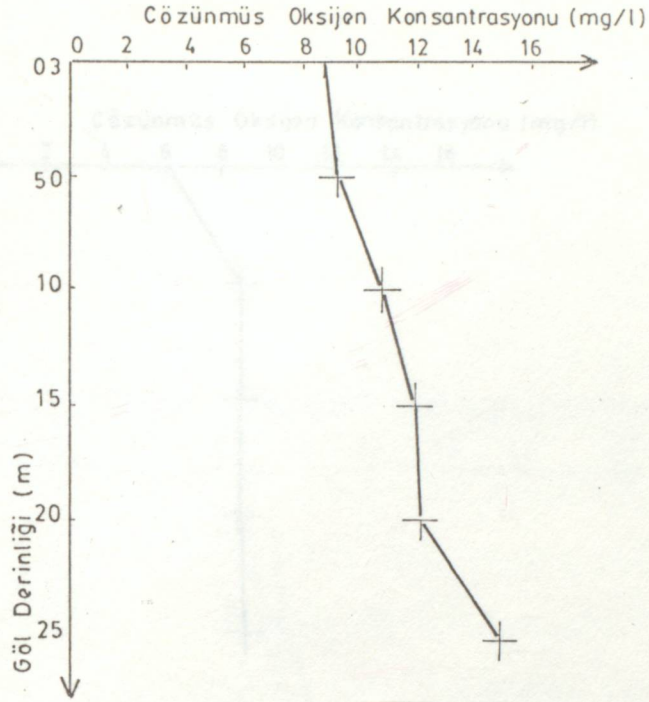
Şekil 4.11. Değişik zamanlarda yapılan ölçümlerde derinliğe göre sıcaklık değişimi



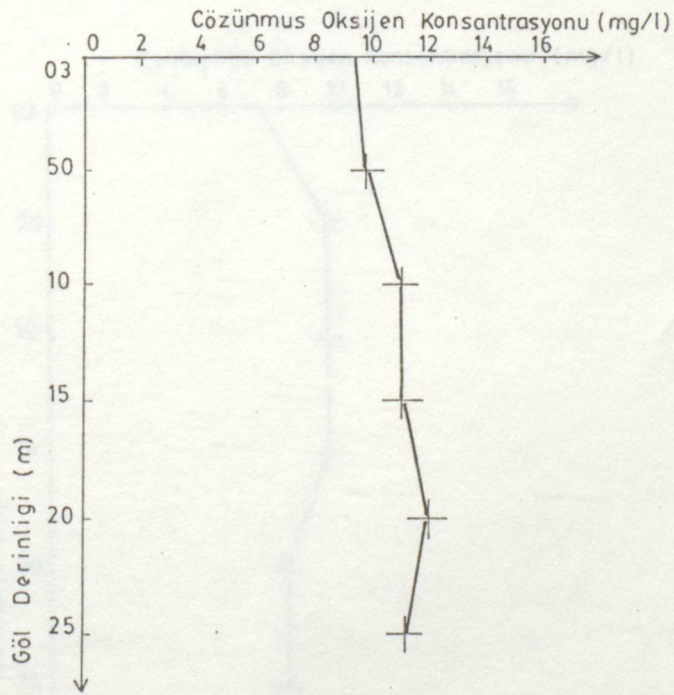
Şekil 4.10 27-9-1986 Tarihinde derinliğe göre sıcaklık değişimi

4.4.3 Göl Derinliğine Göre Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonu Değişimi

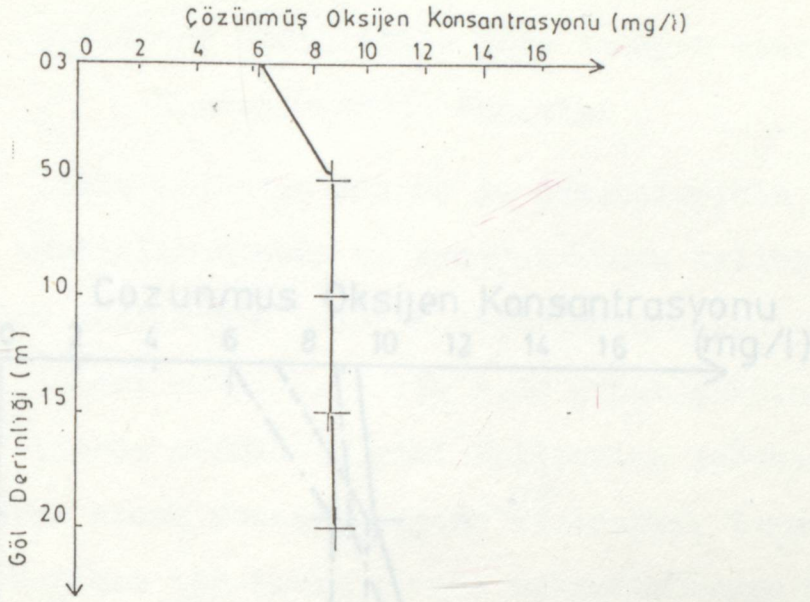
Su numunelerin kimyasal analizi sonucu bulunan çözünmüş oksijen miktarlarının derinliğe göre değişimi Şekil 4.12, 4.13, 4.14, 4.15'de görülmektedir. Genelde su yüzeyindeki çözünmüş oksijen miktarının az olduğu ve derinlere doğru inildikçe bu miktarın arttığı görülmüştür. Normalde ise çözünmüş oksijen miktarının derinlere doğru inildikçe azalması gerekmektedir. Bunun nedenlerini şu olaylara bağlayabiliriz; su sıcaklığı derinlere doğru inildikçe azalmaktadır. Su içinde oksijenin çözünebilmesi ve doygunluk konsantrasyonu sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık arttıkça suyun oksijene doygunluk değeri düşmektedir. Ayrıca gölde rüzgarların neden olduğu karışım çok fazladır. Bu olaylar nedeniyle ölçüm yapılan derinliklerde oksijenin arttığı veya değişmediği tesbit edilmiştir. Şekil 4.16'da değişik tarihlerde ölçümü yapılan çözünmüş oksijen konsantrasyonunun derinliğe göre değişimi bir grafik üzerinde gösterilmiştir.



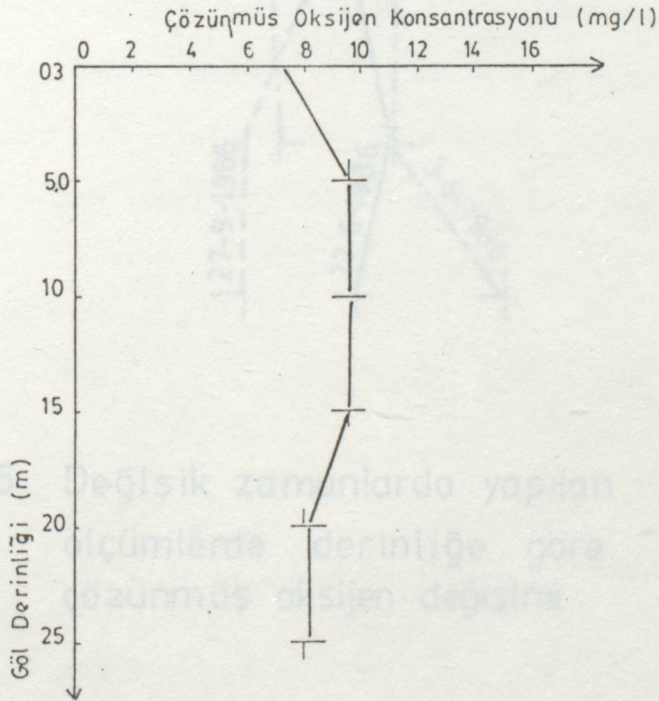
Sekil 4.12 3-6-1986 Tarihinde derinliğe göre oksijen değişimi



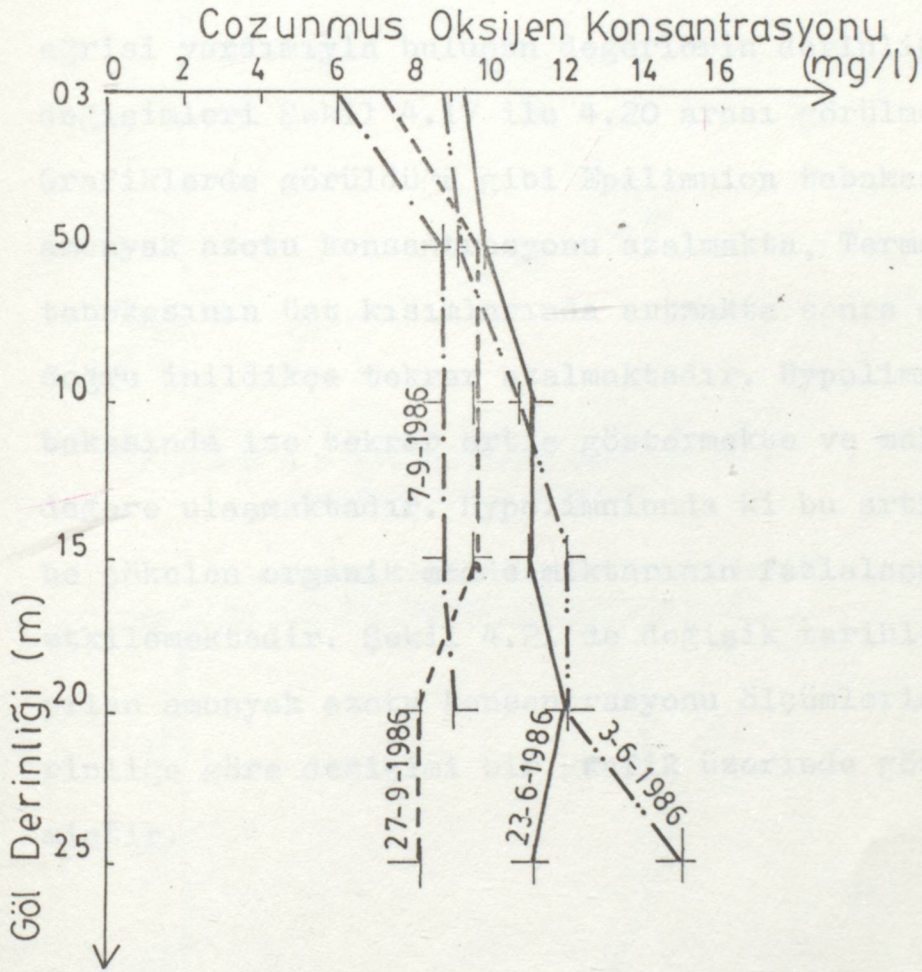
Sekil 4.13 23-6-1986 Tarihinde derinliğe göre oksijen değişimi



Sekil 4.14 4-9-1986 Tarihinde derinliğe göre oksijen değişimi



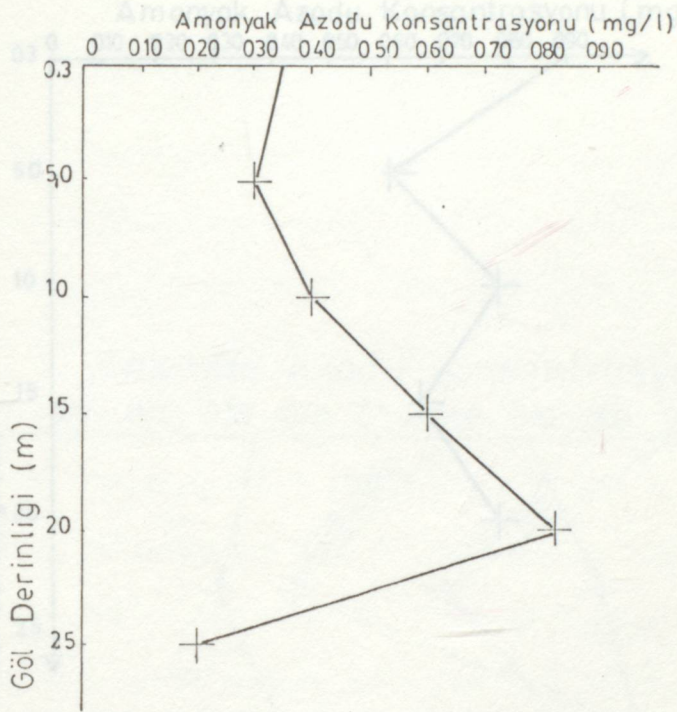
Sekil 4.15 27-9-1986 Tarihinde derinliğe göre oksijen değişimi



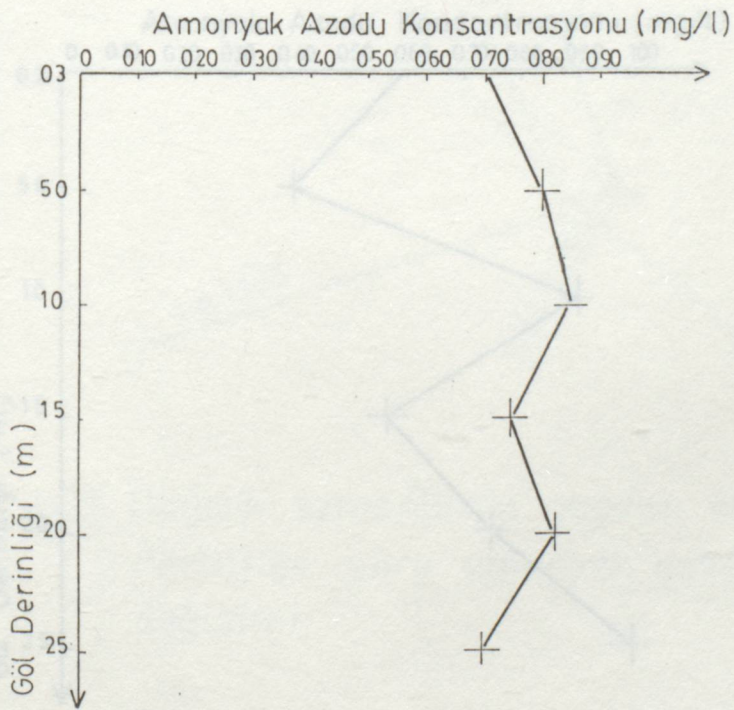
Sekil 4.16 Değişik zamanlarda yapılan ölçümlerde derinliğe göre çözülmüş oksijen değişimi

4.4.4 Göl Derinliğine Göre Amonyak Azotu Konsantrasyonu Değişimi

İznik Gölünden alınan su nünunelerinin kimyasal analizler sonucu ve amonyak azotu kalibrasyon eğrisi yardımıyla bulunan değerlerin derinliğe göre değişimleri Şekil 4.17 ile 4.20 arası görülmektedir. Grafiklerde görüldüğü gibi Epilimnion tabakasında amonyak azotu konsantrasyonu azalmakta, Termoklin tabakasının üst kısımlarında artmakta sonra dibe doğru inildikçe tekrar azalmaktadır. Hypolimnion tabakasında ise tekrar artış göstermekte ve maksimum değere ulaşmaktadır. Hypolimnionda ki bu artışı dibe çökelen organik madde miktarının fazlalaşması etkilemektedir. Şekil 4.21'de değişik tarihlerde yapılan amonyak azotu konsantrasyonu ölçümlerinin derinliğe göre değişimi bir grafik üzerinde gösterilmiştir.



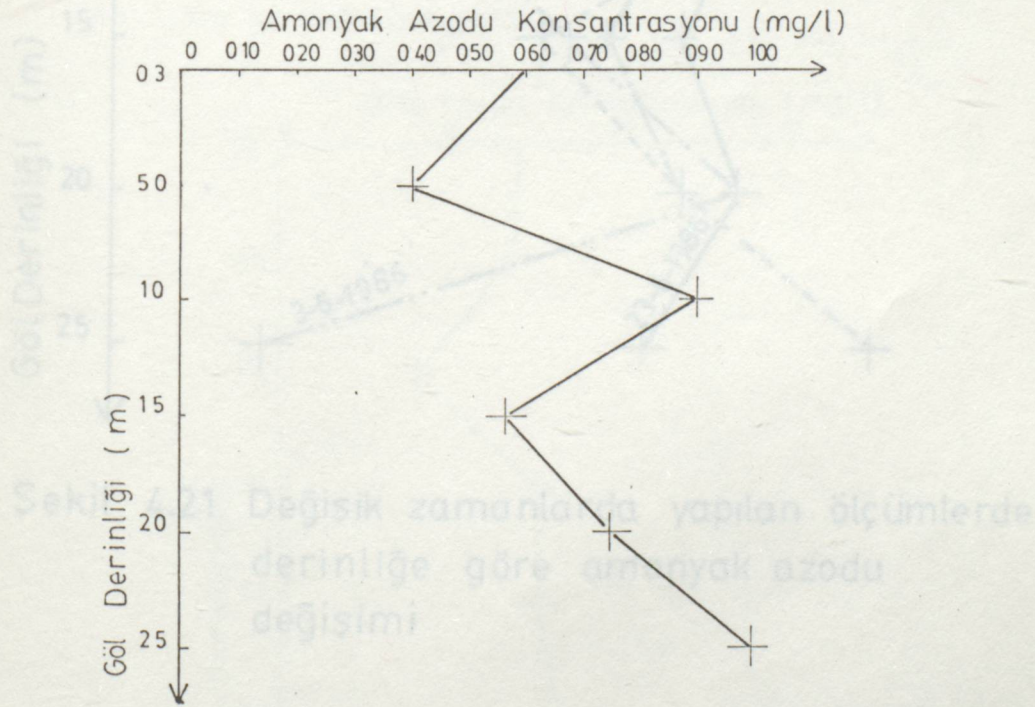
Sekil 4.17 7-9-1986 Tarihinde derinliğe göre amonyak azodu değışimi



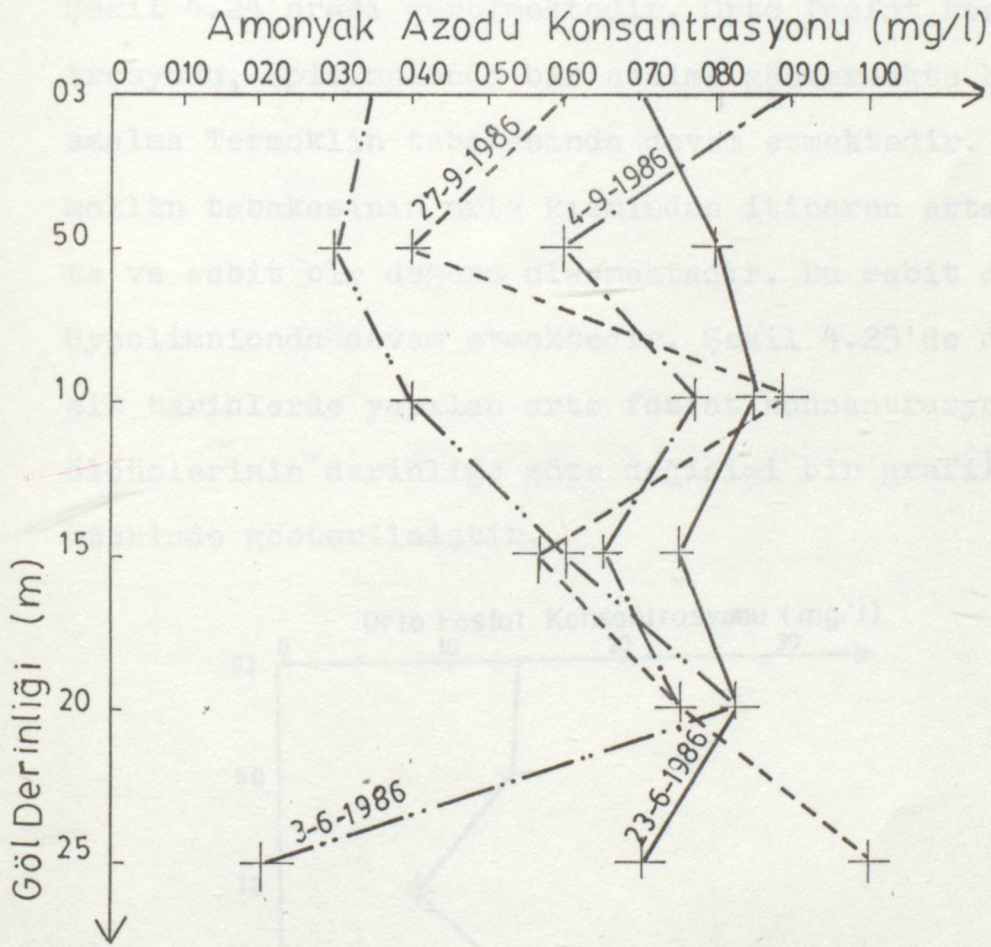
Sekil 4.18 23-6-1986 Tarihinde derinliğe göre amonyak azodu değışimi



Sekil 4.17 7-9-1986 Tarihinde derinliğe göre amonyak azodu değişimi



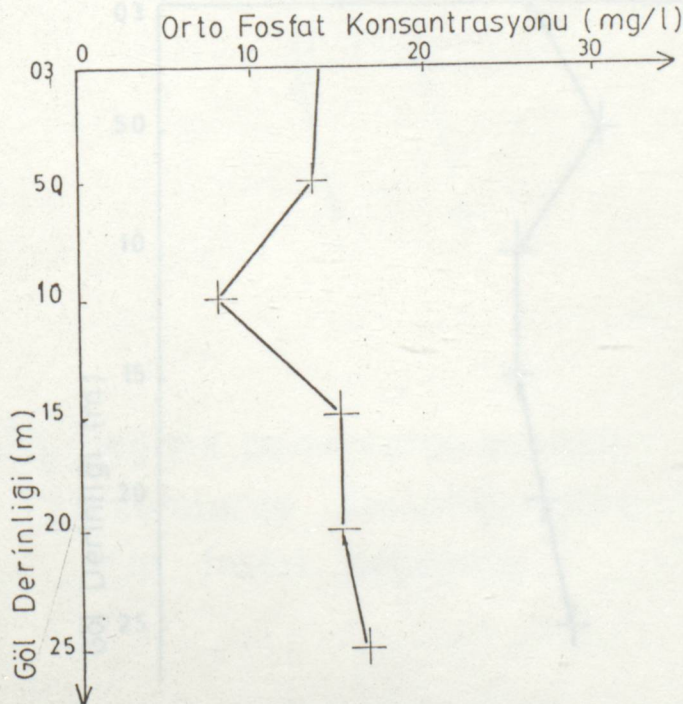
Sekil 4.20 27-9-1986 Tarihinde derinliğe göre amonyak azodu değişimi



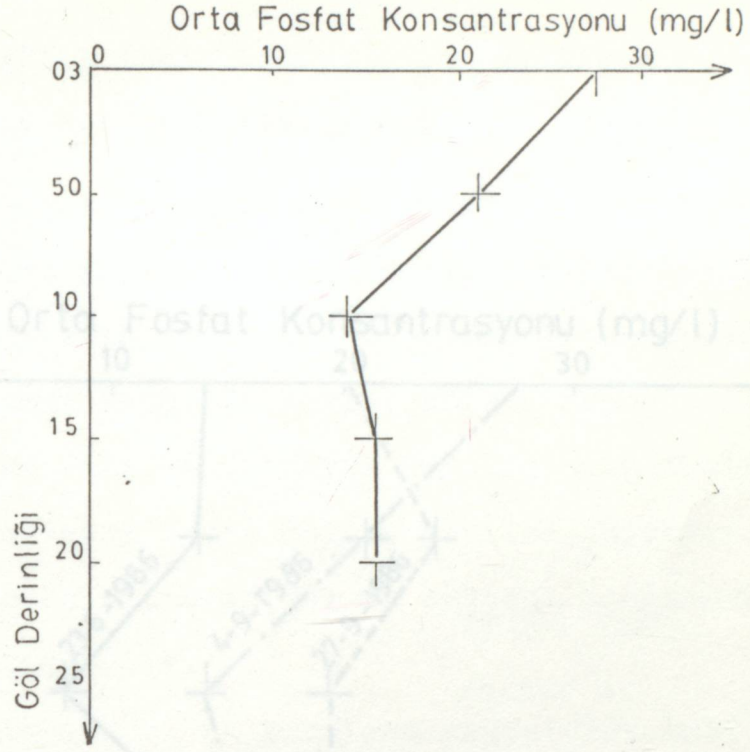
Şekil 4.21 Değişik zamanlarda yapılan ölçümlerde derinliğe göre amonyak azodu değişimi

4.4.5 Göl Derinliğine Göre Orto Fosfat Konsantrasyonu Değişimi

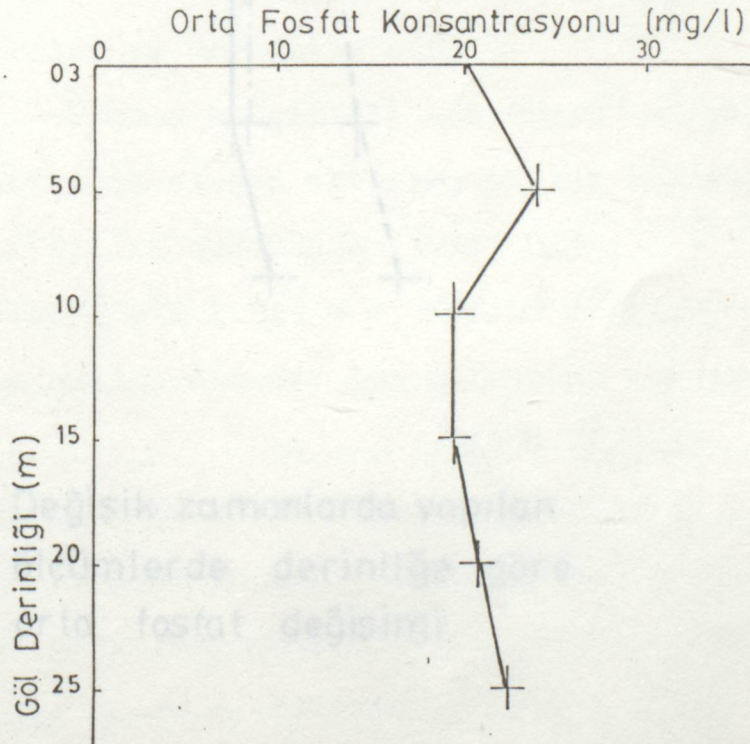
Su numunelerinin kimyasal analizi sonucu ve orto fosfat kalibrasyon eğrisi yardımıyla bulunan değerlerin derinliğe göre değişimleri Şekil 4.22-Şekil 4.24 arası görülmektedir. Orto fosfat konsantrasyonu, Epilimnionda bir azalma göstermekte bu azalma Termoklin tabakasında devam etmektedir. Termoklin tabakasının orta kısmından itibaren artmakta ve sabit bir değere ulaşmaktadır. Bu sabit değer Hypolimnionda devam etmektedir. Şekil 4.25'de değişik tarihlerde yapılan orto fosfat konsantrasyonu ölçümlerinin derinliğe göre değişimi bir grafik üzerinde gösterilmiştir.



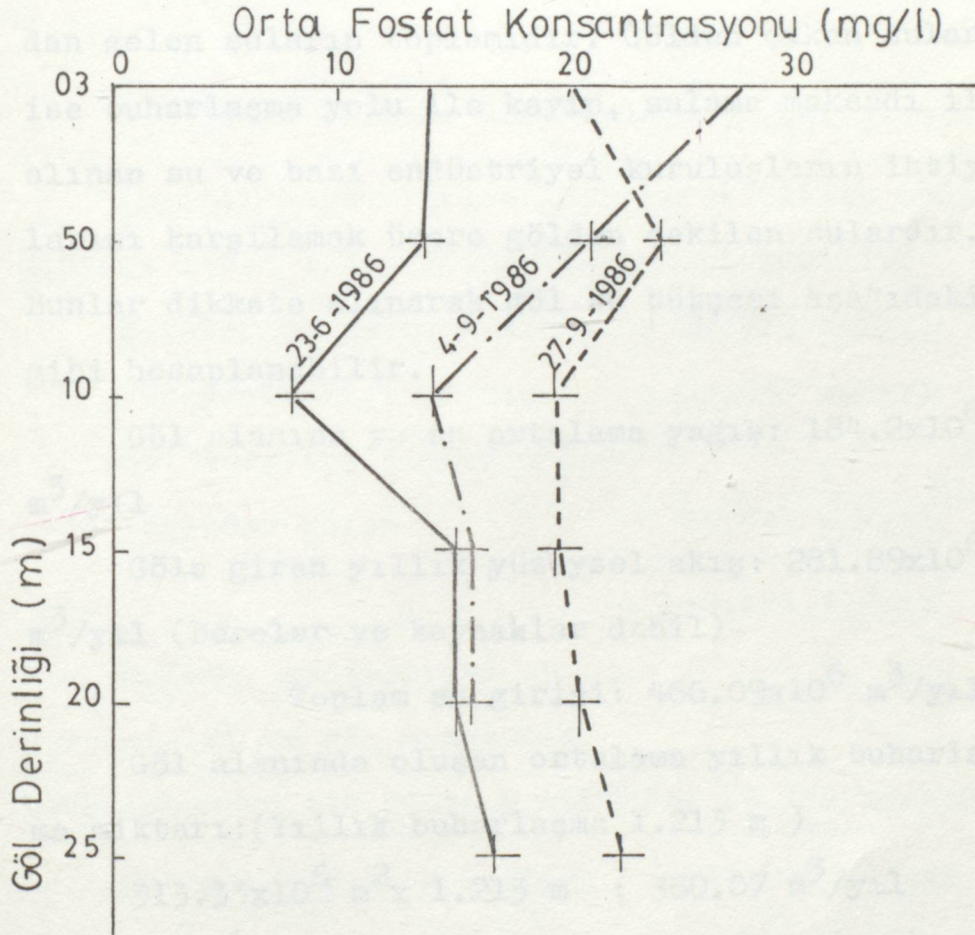
Sekil 4.22 23-6-1986 Tarihinde derinliğe göre orta fosfat değişimi



Sekil 4.23 7-9-1986 Tarihinde derinliğe göre orta fosfat değişimi



Sekil 4.24 27-9-1986 Tarihinde derinliğe göre orta fosfat değişimi



Şekil 4.25 Değişik zamanlarda yapılan ölçümlerde derinliğe göre orta fosfat değişimi

4.5 Yıllık İznik Gölüne Giren ve Çıkan Su Miktarının Belirlenmesi

Göle giren su miktarı, doğrudan doğruya göl yüzeyine yağış, yüzeysel akış, dereler ve kaynaklardan gelen suların toplamıdır. Gölden çıkan sular ise buharlaşma yolu ile kayıp, sulama maksadı ile alınan su ve bazı endüstriyel kuruluşların ihtiyaçlarını karşılamak üzere gölden çekilen sulardır. Bunlar dikkate alınarak göl su bütçesi aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

Göl alanına yatan ortalama yağış: 184.2×10^6
 $m^3/yıl$

Göle giren yıllık yüzeysel akış: 281.89×10^6
 $m^3/yıl$ (Dereler ve kaynaklar dahil)

Toplam su girişi: $466.09 \times 10^6 m^3/yıl$

Göl alanında oluşan ortalama yıllık buharlaşma miktarı: (Yıllık buharlaşma 1.213 m)

$313.33 \times 10^6 m^2 \times 1.213 m : 380.07 m^3/yıl$

Gölden sulama maksadı ile alınan su miktarı:

$71.04 m^3/yıl$

Endüstriyel su gereksinimi: $10.00 m^3/yıl$

Toplam su çıkışı: $467.11 \times 10^6 m^3/yıl$

Net su birikimi: $(466.07 - 467.11) \times 10^6 m^3/yıl$

: $-1.02 \times 10^6 m^3/yıl$

Net su birikimi (-) değer alması göl su seviyesinde bir azalma olduğunu göstermektedir. Göldeki bu azalma ya gölden sulama maksatıyla daha az su çekilerek yada fazla yağışlarla telafi edilmektedir.

4.6 İznik Gölünde Ötrofikasyonun Belirlenmesi

Çeşitli kaynaklardan göle giren yıllık azot (N) miktarı Tablo 4.5 yardımı ile hesaplanabilir.

Derelerden gelen N miktar	: 29.719 kg/yıl
Yüzeysel akıştan gelen	: 73.680 kg/yıl
Göl yüzeyine doğrudan doğ- ruya yağıştan gelen	: 45.095 kg/yıl
	<u>148.494 kg/yıl</u>

Sulama, endüstriyel su gereksinimi ve göl ayağından savaklanan su ile giden N miktarı: 19.388 kg/yıl

Net göle giren N miktarı : 129.106 kg/yıl

Göle giren fosfor (P) miktarı yıllık olarak Tablo 4.5 yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

Derelerden gelen P miktarı	: 10.015 kg/yıl
Yüzeysel akıştan gelen	: 37.975 kg/yıl
Göl yüzeyine doğrudan doğ- ruya yağıştan gelen	: 18.420 kg/yıl
	<u>66.410 kg/yıl</u>

Tablo 4.5 Çeşitli Kaynaklardan Gelen Debi, Azot ve Fosfor Konsantrasyonları

Tarih	17-1-1986
Sulama suyu, endüstriyel su gereksinimi ve göl ayağından savaklanan su ile gölden çıkan P miktarı: 8530 kg/yıl	
Net göle giren P miktarı	: 57.880 kg/yıl
Tarih	17-3-1986
Göle giren yıllık toplam azot (N) miktarı dikkate alınarak hesaplanan göldeki yıllık ortalama azot konsantrasyonu:	
$C_N = \frac{129106 \times 10^3 \text{ gr/yıl}}{11728 \times 10^6 \text{ m}^3} = 0.011 \text{ gr/m}^3$	
bulunur. Bu konsantrasyon kritik azot konsantrasyonu olan 0.3 gr/m^3 değerinden düşük olduğundan İznik gölü azot konsantrasyonu açısından ötrofik hale gelmediği söylenebilir.	
Göle giren yıllık toplam fosfor (P) miktarı dikkate alınarak belirlenen ortalama fosfor (P) konsantrasyonu ise:	
$C_P = \frac{57880 \times 10^3 \text{ gr/yıl}}{11728 \times 10^6 \text{ m}^3} = 0.0049 \text{ gr/m}^3$	
elde edilir. Bu değer literatürdeki 0.02 mg/lt (10) değerinin çok altında olduğu için göl fosfor konsantrasyonu bakımından ötrofik duruma geçmediği söylenebilir.	

Tablo 4.5 Çeşitli Derelerden Gelen Debi, Azot ve Fosfor Konsantrasyonları

Tarih	17-1-1986					
Analizler	Dereler					
	Keramet	Sölöz	Kıran D.	Kara D.	Gölayağı	Oluk D.
Orto P mg/l	0.12	0.146	0.035	0.75	0.16	--
Amonyak N "	0.311	0.52	0.125	0.28	0.32	--
Debi m ³ /sn	-	5.617	-	-	-	-
Tarih	13-3-1986					
Analizler	Dereler					
	Keramet	Sölöz	Kıran D.	Kara D.	Gölayağı	Oluk D.
Orto P mg/l	-	0.02	0.04	-	0.22	0.12
Amonyak N "	0.10	0.22	0.05	0.08	0.15	0.22
Debi m ³ /sn	-	0.246	0.128	0.715	0.473	0.187
Tarih	1-5-1986					
Analizler	Dereler					
	Keramet	Sölöz	Kıran D.	Kara D.	Gölayağı	Oluk D.
Orto P mg/l	0.07	0.28	0.035	0.02	0.60	0.21
Amonyak N "	0.12	0.095	0.045	0.15	0.07	0.20
Debi m ³ /sn	-	0.246	0.128	0.715	0.473	0.187
Tarih	16-5-1986					
Analizler	Dereler					
	Keramet	Sölöz	Kıran D.	Kara D.	Gölayağı	Oluk D.
Orto P mg/l	0.02	0.26	-	-	0.505	0.055
Amonyak N "	0.045	0.055	0.055	0.75	0.15	0.22
Debi m ³ /sn	-	0.206	0.016	0.55	0.65	0.216
Tarih	25-6-1986					
Analizler	Dereler					
	Keramet	Sölöz	Kıran D.	Kara D.	Gölayağı	Oluk D.
Orto P mg/l	0.016	1.853	0.101	0.033	0.695	0.097
Amonyak N "	0.043	2.03	0.53	0.378	0.67	0.39
Debi m ³ /sn	--	0.009	0.012	0.188	0.13	0.0016

Ancak, II. Bölümdeki (2) bağıntısı dikkate alınarak ve gölde yapılan fosfor ölçümleri kullanılarak elde edilen 4.30- 4.31- 4.32 şekillerindeki grafikler incelenirse gölün mezotrofik halde bulunduğu görülür. Yine (2) bağıntısı yardımı ile göldeki kritik fosfor yükü:

$$L_c = 10 \times 1.49 \left(1 + \sqrt{\frac{40}{1.49}} \right) = 92.10 \text{ mg P/m}^2\text{-yıl}$$

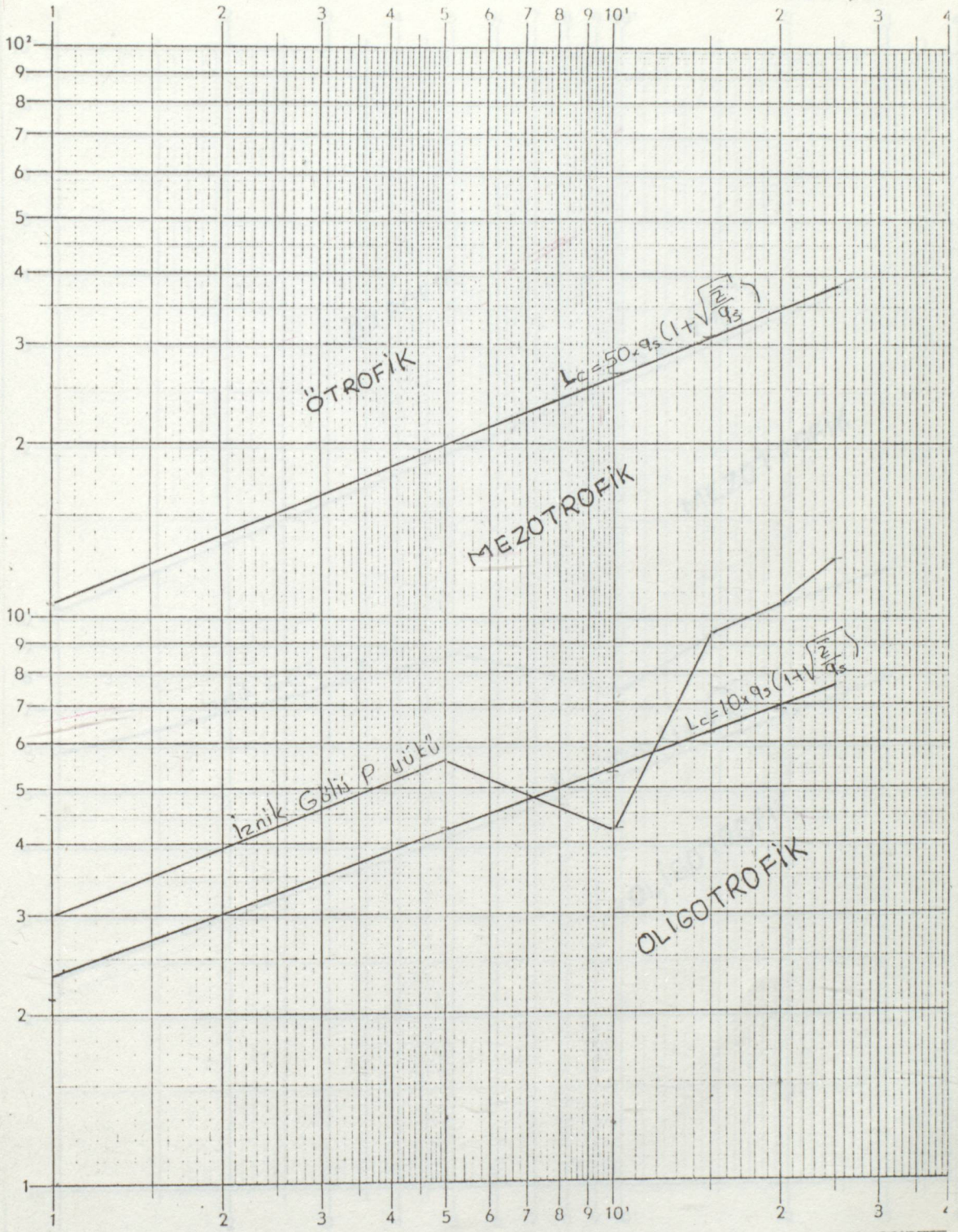
olarak elde edilmiştir.

Göle giren toplam fosfor yükü ise:

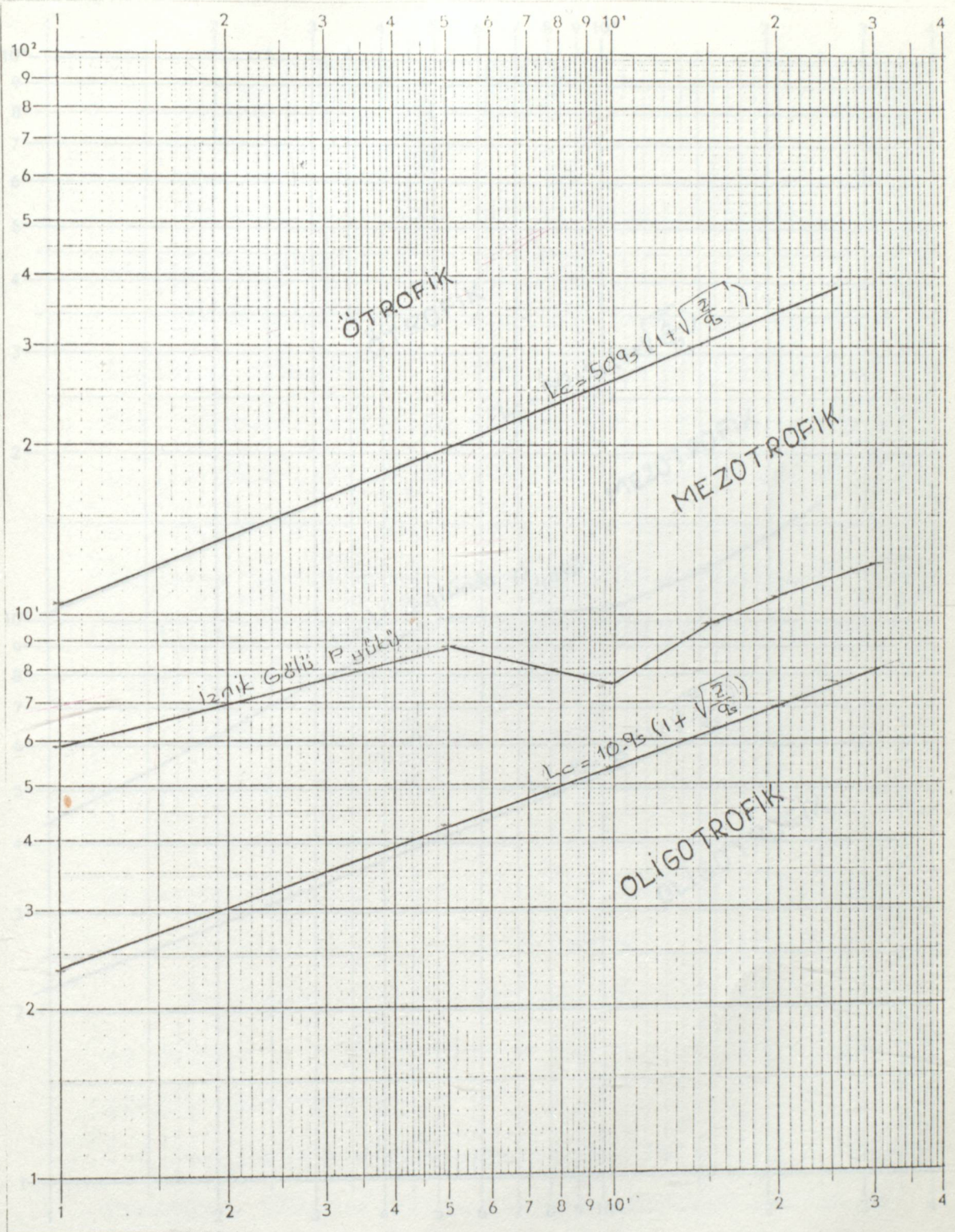
$$P_{\text{yük}} = \frac{57880 \times 10^6 \text{ mg/yıl}}{314 \times 10^6 \text{ m}^2} = 184 \text{ mg P/m}^2\text{-yıl}$$

olarak hesaplanır.

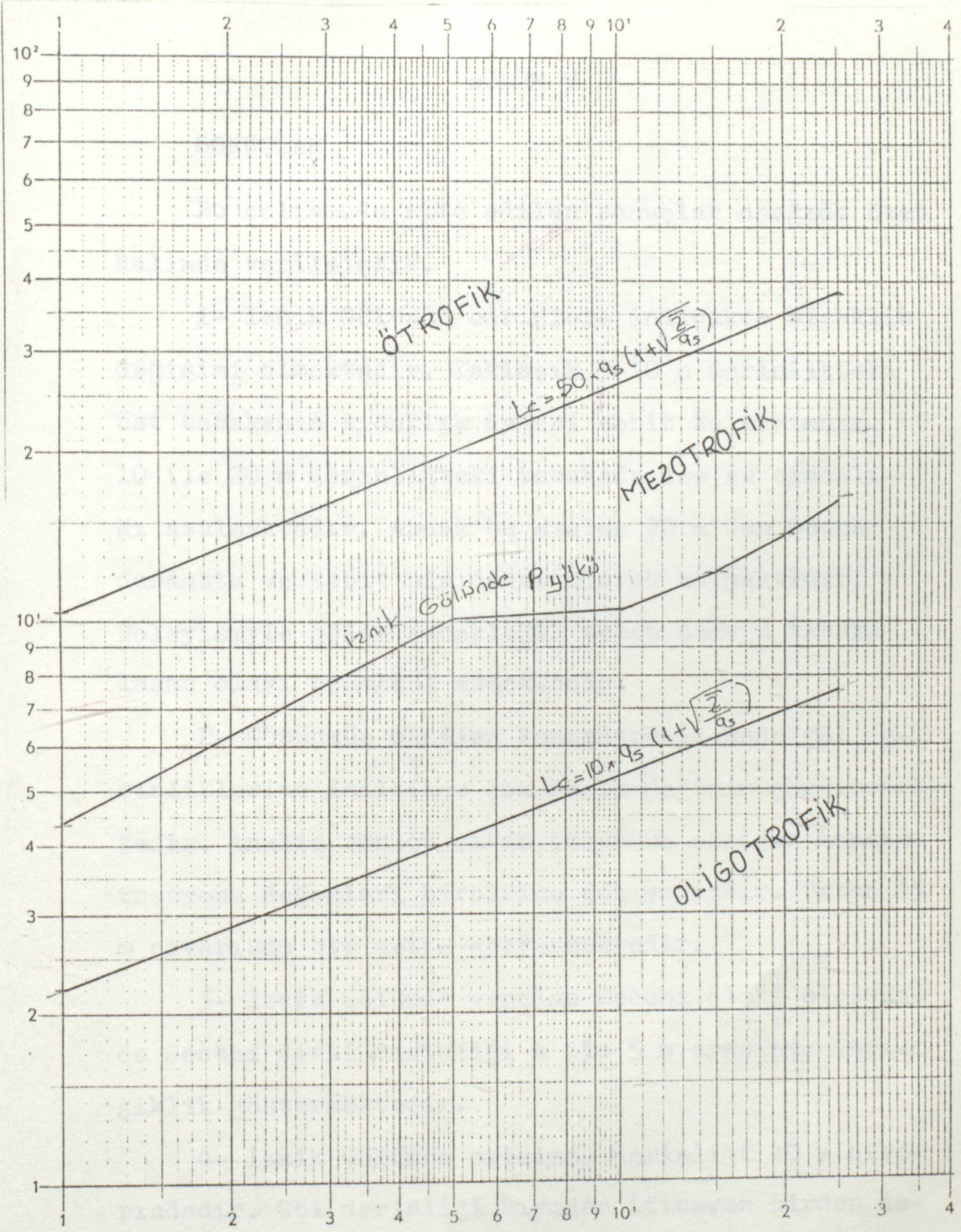
Bu iki değer karşılaştırılırsa, göl fosfor bakımından kritik yükün yaklaşık iki misline ulaşmıştır. Sonuç olarak gölde ötrofikasyon olayının başladığı belirtilebilir.



Şekil 4.30 Iznik Gölünde 23-6-1986 tarihinde
Fosfor (P) Yüğü



Şekil 4.31 Iznik Gölünde 7-9-1986 tarihinde
Fosfor (P) Yüğü



Şekil 4.32 İznik Gölünde 27-9-1986 tarihinde
Fosfor (P) Yükü

BÖLÜM V

SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özet halinde verilmiştir.

1- İznik Gölünde edrinlere inildikçe sıcaklık değişimi olmaktadır. Yaklaşık 5-10 m derinlikteki üst tabakanın sıcaklık değeri sabit kalmaktadır. 10 ile 20 m derinlikteki tabakada ise su sıcaklığı azalmaktadır. Ancak bu azalma 20 m'den sonra durmakta ve sabit bir değer olarak kalmaktadır. Dolayısıyla gölde sıcaklığın sebep olduğu tabakalaşma olayı teşekkül etmektedir.

2- Çözünmüş oksijen konsantrasyonunda göl derinliklerine inildikçe çok fazla değişim görülmemektedir. Analiz sonucu çıkan çözünmüş oksijen konsantrasyonu değerleri birbirine çok yakındır. Bazen 25 m civarında bir artış göstermektedir.

3- İznik Gölünde yapılan Secchi diski ölçümünde Secchi diski derinliği 4 ile 5 m arasında değişiklik göstermektedir.

4- İznik Gölünün ortalama derinliği 40 m civarındadır. Göl derinliği kıyıdan itibaren birden derinleşmekte ve 40 m civarına indikten sonra genelde bu derinlikte devam etmektedir.

5- Göle dışardan direk bir deşarj (kanalizasyon ve endüstriyel artıklar) yapılmamaktadır. Göle azot ve fosfor girişı, tarımsal alanlar ile az miktarda göl yüzeyine yağış ve metamorf kayaların olduğu bölgelerden gelen sularla olmaktadır. Göldeki fosfor (P) yükü 184 mg P/ m²-yıl değerine ulaşmıştır. Bu değer kritik fosfor yükü olan 92.10 mg P/ m²-yıl değerinin üzerine çıkmıştır. Bu nedenle gölde ötrofikasyon olayının başladığı söylenebilir. Ayrıca gölün besi maddesi konsantrasyonu bakımından mezotrofik özellik taşıdığı belirlenmiştir.

TEKNOLOJİLER

- (1) AKAL, N. "Çevre Mikrobiyolojisi ve Ekolojisi Ders Notları" İstanbul, 1984
- (2) TOPACIK, D. "Çevre Mikrobiyolojisi" İTÜ, İstanbul, 1987
- (3) ERDİN, S. **Ö Z G E Ç M İ Ş**

İlhan Evcin, 27 Temmuz 1962'de Yalova'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Yalova'da tamamladı. Yüksek öğrenimine 1979 senesinde Yıldız Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde başladı, aynı okuldan 1984 yılında mezun oldu. Yine aynı yıl Y.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Çevre programında Lisans Üstü öğrenimine başladı. Halen özel bir şirkette İnşaat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

- (8) ÖZAY, Y. SAĞLAM, O. "Çevre Mikrobiyolojisi" İstanbul, 1987
- (9) "Çevre Mikrobiyolojisi ve Ekolojisi" İstanbul, 1987

- (1) ARAL, N. "Çevre Mikrobiyolojisi ve Ekolojisi Ders Notları" İstanbul, 1984
- (2) TOPACIK, D. "Çevre Mikrobiyolojisi" İTÜ, İstanbul, 1982
- (3) ERDİN, E. TOPÇU, N. "Gölcük Gölü Ötrofikasyonu" Türkiye Tabiatı Koruma Derneği İstanbul Şubesi Yayınları 7, 1985
- (4) KOR, N. "Çevre Sağlığı ve Teknolojisi" İTÜ, 1974
- (5) EROĞLU, V. "Su Tasfiyesi" İTÜ, 1985
- (6) DSİ 1.Bölge Müdürlüğü "İzmit Gölü Hidrolojisi Planlama Ek Raporu" Bursa, 1984
- (7) DSİ 1.Bölge Müdürlüğü "İzmit Gölü Revizyon Raporu" Bursa, 1975
- (8) GÜNAY, Y. TABUMAN, C. "İçme Suyu ve Pis Sularda Standart Rutin Analiz Yöntemleri Kılavuzu" Tercüme İstanbul, 1977
- (9) "Standart Methods For The Examination of Water and Wastewater" 13.Baskı 1971

(10) CLARK, J.W.

"Water Supply and Pollution
Control" Harper and row,
Publishers, Newyork 1977

