

28529



**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EBER ve KARAMIK GÖLLERİNDE
ÖTROFIKASYON VE TROFIK SEVİYELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Çevre Müh. Cemil KAVURT

**F.B.E. Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURUMU
TAKİMUMANTASYON MERKEZİ**

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Necdet ARAL

28529

İSTANBUL, 1993

İÇİNDEKİLER

ÖZET SUMMARY	Sayfa No
1. GİRİŞ	1
2. ÖTROFIKASYONUN TANIMI VE ÖNEMİ	3
2.1. Ötrophikasyon Belirleme Yöntemleri	4
2.2. Ötrophikasyonun Yararlı ve Zararlı Etkileri	6
3. KARAMİK GÖLÜ HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	8
3.1. Coğrafik Durum	8
3.2. İklim	9
3.3. Hidroloji	9
4. EBER GÖLÜ HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	13
4.1. Coğrafik Durum	13
4.2. İklim	14
4.3. Hidroloji	16
5. ÖTROFIKASYONUN BELİRLENMESİ İÇİN GEREKLİ PARAMETRELER VE BAĞINTILAR.....	20
5.1. Çözünmüş Oksijen Etkisi	20
5.2. pH'nın Etkisi	23
5.3. Sıcaklığın Etkisi	24
5.4. Nitritin Etkisi	25
5.5. Toplam Azotun Etkisi	27
5.6. Amonyağın Etkisi	27
5.7. Sülfatın Etkisi	28
5.8. Elektriksel İletkenliğin Etkisi	29
5.9. Tuzluluğun Etkisi	29
5.10. Bulanıklığın Etkisi	30
5.11. Fosforun Etkisi	32
5.12. Seki Diski	33
5.13. Klorofil "a" Ölçümü	34
5.14. Ötrophikasyonun Belirlenmede Gerekli Formüller	35
6. DENEY SONUÇLARI.....	38
6.1. Eber Gölü	38
6.2. Karamık Gölü	63

T.C. YÜKSEKOĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

7.	DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	91
7.1.	Eber Gölü	91
7.1.1.	Akarçay	91
7.1.2.	Tarımsal Alanlar	92
7.1.3.	Yağış	93
7.2.	Eber Gölü Çözünmüşt Oksijen-Derinlik İlişkisi	100
7.3.	Karamık Gölü	103
7.3.1.	Seka	103
7.3.2.	Tarımsal Alanlar	106
7.3.3.	Yağış	106
7.4.	Karamık Gölü Çözünmüşt Oksijen-Derinlik İlişkisi	111
8.	GÖL MODELLERİ	114
8.1.	Korunmayan Maddeler	114
8.2.	Tam Karışıklı Göl Modeli-Birinci Derece Denklemi	115
8.3.	Klorofil "a"-Seki Diski Arasındaki Bağıntılar	127
9.	SONUÇLAR	130
9.1.	Eber Gölü	130
9.2.	Karamık Gölü	132
	REFERANSLAR	134
	ÖZGEÇMİŞ	

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKUMANTASYON MERKEZİ

ÖZET

Bu çalışmada Afyon İli Sınırları içinde bulunan Eber ve Karamık Göllerinde ötrophikasyon ve trofik seviyeleri araştırılmıştır.

Çalışmanın hedefi göllerin kirlenmelerine neden olan kaynakların ve kirletme oranlarının tesbitidir.

Birinci ve ikinci bölümde ötrophikasyonun tanımı ve önemi verilmiştir.

Üçüncü ve dördüncü bölgelerinde ise her iki gölün Coğrafik, İklim ve Hidrolik durumları verilmiştir.

Beşinci bölümde ötrophikasyonun belirlenmesi için gerekli parametreler ve bağıntılar verilmiştir.

Altıncı ve yedinci bölgelerde deney sonuçları ve deney sonuçlarının değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur.

Sekizinci bölümde Göl Modelleri verilmiştir.

Dokuzuncu bölümde ise bu çalışmada elde edilen sonuçlar özet halinde verilmiştir.

SUMMARY

In this study, the eutrophication and trophic status of the Eber and Karamik Lakes in Afyon province were investigated.

The aim of the study was to determine the sources of pollution and their relative contributions.

The eutrophication process is introduced in the first and second chapter.

Geographical, climate and hydrology characteristics, were given in the third and 4th chapter.

Parameters of eutrophication and formulary were given 5th chapter.

Experiments and result of experiments were given 6th and 7th chapter.

Lake Models were proposed in the 8th chapter.

The main conclusions of the study were summarized, in the last chapter.

1. GİRİŞ

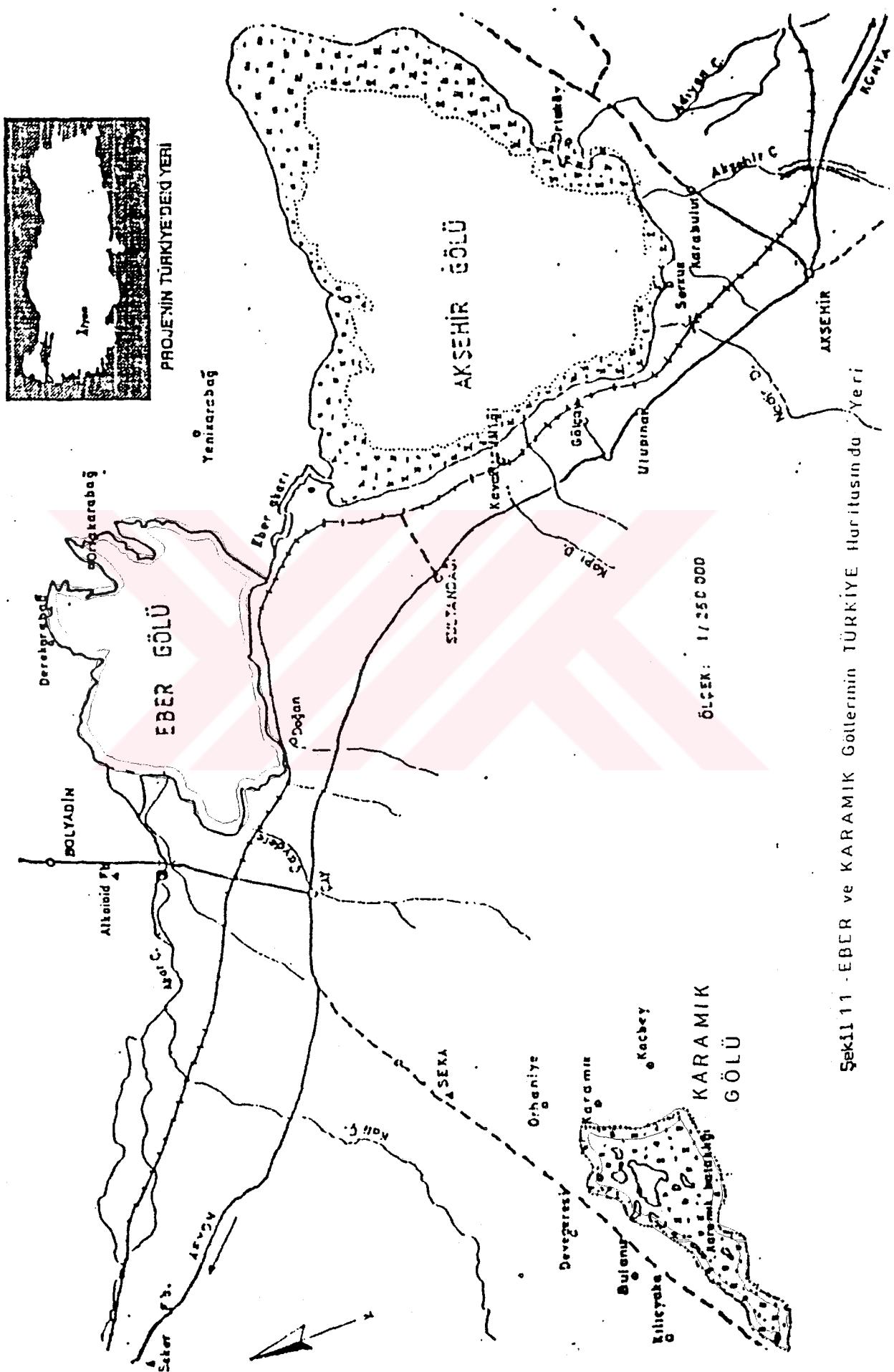
Türkiye hızla büyümekte ve endüstrileşmektedir. Bu büyüme, endüstrileşme ve nüfus artışı giderek daha büyük boyutlara ulaşan çevre kirlenmesi ve dünyadaki kısıtlı doğal kaynaklar üzerinde artan bir baskı oluşturmaktadır.

Afyon ili sınırları içerisinde bulunan Eber ve Karamık Gölleri ile bu göllerin su toplama havzalarındaki sular evsel, endüstriyel ve tarım alanlarında kullanılmaktadır. Bu bölgelerden kaynaklanan atık sular tekrar bu göllere deşarj edilmektedir. Söz konusu göller kirli suların deşarjı ise ekolojik dengenin bozulmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak da göllerin trofik statüleri bozulmuştur.

Planı Şekil 1.1'de verilen Eber ve Karamık Gölleri bataklık özelliğinde olup saz ve kamışlarla kaplıdır. Her iki gölde yapılan saz ve kamış hasadı SEKA Kağıt Fabrikası tarafından selüloz elde edilerek ekonomik yönden değerlendirilmektedir. Gölün ötrofik yapıda olmasının saz ve kamış üretimi bakımından yararı olmaktadır (10).



PROJENİN TÜRKİYE'DE YERİ



Sekil 11 - EBER ve KARAMIK Gölterinin TÜRKİYE Haritasında Yeri

2. ÖTROFIKASYONUN TANIMI VE ÖNEMİ

Oligotrofi ve ötrofi mefhumları ilk defa Nauman tarafından 1919'da ortaya atılmıştır. Nauman'a göre ötrofikasyon sudaki besi maddesi konsantrasyonunun artmasıdır. Vollenweider ise bilhassa göl sularının besi maddeleri yönünden zenginleşmesi sonucu aşırı bitki büyümesi ve bütün su içindeki metabolizmanın etkilenmesi sebebi ile su kalitesinin bozulması olarak tanımlamıştır.

Ötrofikasyon, su ortamında özellikle göllerde besin zenginleşmesi ve sonuçta aşırı miktarda organik madde üretimi için kullanılan bir terimdir. Bilhassa göl sularının tabii veya suni olarak Azot (N) ve Fosfor (P) gibi temel besi maddelerinin çok miktarda suya bırakılması ve sudaki bitki ve hayvanlarda çeşitli değişikliklerin meydana gelmesi suyun üretiminin artması, kullanımışının ve güzelliğinin azalması ve zamanla tabii varlığının bozulmasına ötrofikasyon denir (8).

1900'lü yıllarda itibaren gübrelerin artması göllerde fosfor miktarının artmasına dolayısı ile ötrofikasyona sebep olmuştur. Deterjan kullanımının artışıda göllerde ötrofikasyona neden olmaktadır.

Ötrofikasyon göl sularına suni veya tabii olarak besi maddelerinden ileri gelir. Bunlar makro ve mikro besi maddeleri olarak iki grupta incelenir. Makro besi maddeleri N, P, mikrobesi maddeler ise çok az miktarda kullanılan ve canlı hayatı için gerekli Ca, Cu, Zn ve Co gibi elementlerdir. Bu makro ve mikro besi maddeleri canlı

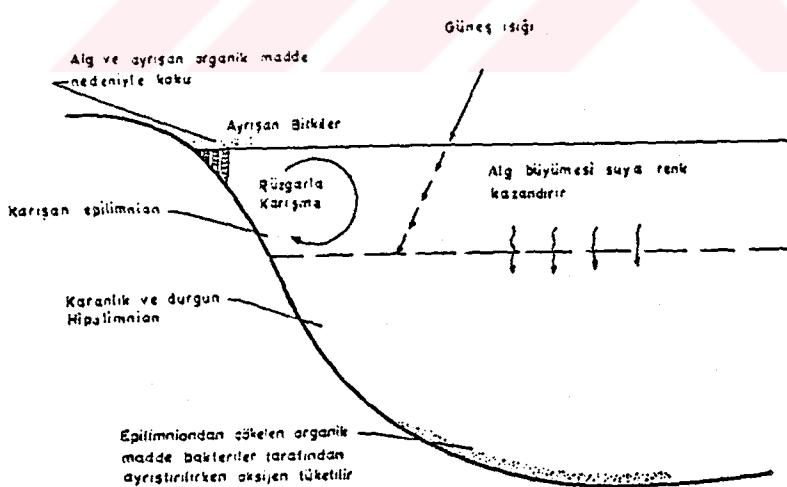
hayatı için sınırlayıcı element olabilir. Ötrophikasyon olayında P elementi sınırlayıcı element olarak bilinmektedir. Ayrıca N/P oranlarında sınırlayıcı element olarak bilinmektedir. Mesela deniz sularında N/P oranı 16/1, sahil sularında (5-10)/1 ve biyolojik arıtmadan geçen evsel kullanılmış sularda 4/1'dir (8).

2.1. Ötrophikasyon Belirleme Yöntemleri

Bir su kütlesinin ötrophikasyonu, insanlar tarafından, aşırı alg büyümesi gözlenerek ve dolayısıyla kullanımının uygunsuz hale gelmesi sonucu belirlenebilir. Genellikle bir su kütlesinin ötrophikasyonu aşağıdaki olaylarla gözlenir :

- Su organizmaları ve bitki kütlesindeki artıştır. Bu olay çoğunlukla tür sayısındaki azalmayı beraberinde getirir.
- Organizma tipinde maydana gelen değişimler. Mesela yeşil alge ilaveten mavi-yeşil alg üremesi ve somon balığı yerine daha kaba balık türlerinin çoğalması.
- Suyun ışık geçirgenliğinin azalması ve renk artışı.
- Göl derinliği boyunca oksijen değişimi oluşumu ve günlük oksijen konsantrasyonu ölçümlerinde maximum ve minimum değerler gözlenmesi.
- Tabakalaşmanın olduğu dönemlerde derin bölgelerde oksijen konsantrasyonunun azalması.
- Çözünmüş azot ve fosfor konsantrasyonunda artış.

Besi maddesi girişi devam ettikçe yukarıda sıralanan değişikliklerin yoğunluğu artar ve sonuçta alg patlaması ile birlikte su estetik ve kullanım açısından uygun olmayan bir durum kazanır. Kimyasal Faaliyetler olur. Dip kısımlarda çözünmüş oksijen yokluğu nedeni ile demir ve mangan bileşikleri çözünerek suya saliverilir. Dibe çöken organik madde (ölü, alg v.b.) orada ayışarak H_2S gibi kötü kokulu gazların oluşmasına sebebiyet verir. Metan ve karbondioksit gazları çıkararak su kalitesinin bozulmasıyla sonuçlanan olaylar gerçekleşir. Şekil 2.1'de aşırı beslenmenin bir gölü ne şekilde etkilediği görülmektedir.



Şekil 2.1 Göl ortamında aşırı beslenmenin etkisi

Ötrophikasyonun derecesini sadece temel besi maddelerinin miktarına bağlamak uygun değildir. Ancak ötrophikasyonun belirlenmesi için aşağıdaki hususlarla ilgili bilgi toplanarak çeşitli ölçütler yapılmalıdır.

Bunlar :

- Göl ve civarı ile ilgili coğrafik ve topografik bilgiler
- Marfometrik ve hidrolojik bilgiler
- Ekolojik bilgiler
- Su kalitesinin belirlenmesi için gerekli parametrelerin laboratuvar ve arazi ölçümleri
 - . Fiziksel
 - . Kimyasal
 - . Biyolojik parametreler olarak adlandırılabilir.

Yapılan ölçütlerin anlamlı olabilmesi ve belirli bir trendi göstermesi açısından gölün değişik yerlerinde uygun bir program içerisinde yapılması gereklidir. Ölçütlerin homojen değerler vermesi açısından saatlik, günlük, haftalık, aylık, mevsimlik, yıllık olarak yapılmalıdır (8).

2.2. Ötrophikasyonun Yararlı ve Zararlı Etkileri

Ötrophikasyon göl ortamı için genelde zararlı olmakla birlikte sınırlı olarak da yararlı etkileri vardır. Yararlı etkileri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- Ötrophikasyon sonucu saz ve kamış üretimi olmaktadır. Dolayısı ile yapılan saz ve kamış selüloz üretiminde kullanılarak ekonomik yönden değerlendirilmektedir.
- Mavi-yeşil algler ilaç yapımında kullanılmaktadır. Mavi-yeşil alg türleri ülser tedavisinde kullanılır (1).

Zararlı Etkileri

Ötrophik hale gelen göl suyu içme amacıyla kullanılıyorsa ham suda alg giderimi ile tad, koku, renk giderimi yapılmalıdır. Bu ilavelerin yapılması ile arıtma masrafları artacaktır. A.K.M. arttığı için kum filtreleri sık sık tıkanarak işletme problemlerine yol açacaktır. Mavi-yeşil alg türleri deri hastalıklarına, bağırsak hastalıklarına ve bu suyu içenlerde toksik etki gösterebilir.

Endüstriyel amaçla kullanılan ötrophik yapıdaki göl suyu arıtma maliyetini yükseltir. Soğutma suyu olarak kullanılıyorsa sisteme algler birikerek tesisin ömrünü azaltır.

Çözünmüştür oksijen değeri dipte ve yüzeyde farklılık gösterir. Gölün dip kısmında anaerobik şartlar oluşarak H_2S gazı aşağı çıkar. Gölün sıç kesimlerinde saz ve kamış üretimi artarak gölde ulaşımı olumsuz yönde etkiler. Balık türlerinde azalmalar meydana gelir (8).

3. KARAMİK GÖLÜ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

3.1. Coğrafik Durum

Karamık Gölü Afyon ili sınırları içerisinde, Çay ilçesinin 20 km güney batısında, kuzeybatı-güneybatı doğrultusunda uzanan ovada yer almıştır. Ortalama 1000 m ka kotunda, 4000 ha alana sahip bir göldür. Karamık gölünü besleyen dereler Geneli, Dipsiz, Aykırusu ve Kocabaş pınarlarıdır. Gölün dışarıya akışı bulunmamaktadır. Bataklık karakterinde sıg bir göldür. Ortalama derinliği 2 m'dir. Sular yükseldiğinde göl alanı 4500 ha'ı geçmektedir. Göl Drenaj alanı ise 342 km^2 'dir. Şekil 3.1'de gölün bir kısmına ait bir resim görülmektedir.



Şekil 3.1 Karamık Gölünden Bir Görünüş

3.2. İklim

Karamık Gölü ve çevresi karasal iklim özelliğindedir. Karamık Gölü'nün doğusunda bulunan Koçbeyli Meteoroloji istasyonunun 1966-1989 yılları arasında yaptığı ölçümlere göre ortalama yıllık yağış 560.2 mm'dir ve Karamık Gölü yağış ve su seviye değerleri Tablo 3.1'de verilmiştir. Bu tabloya göre 1966-1970 yılları arasında yağışlı dönem, 1971-1978 yılları arasında kurak 1979-1984 yılları arasında yağışlı ve 1986-1989 yılları arasında ise kurak dönem yaşanmıştır (13).

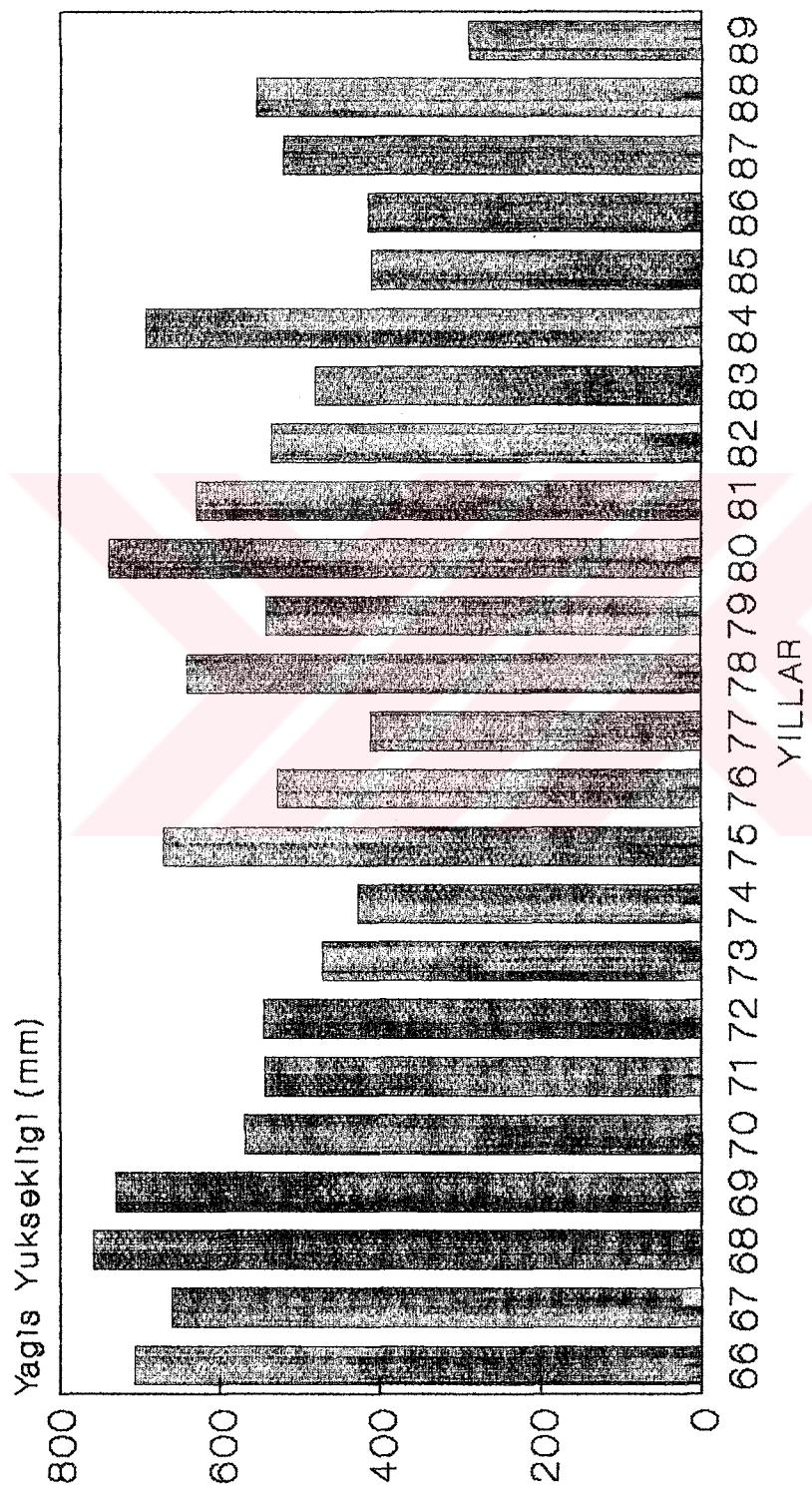
3.3. Hidroloji

Karamık Gölünün ortalama alanı 40 km^2 , drenaj alanı ise 342 km^2 'dir. Gölün su seviye ölçümleri D.S.İ. tarafından 1965 yılından beri yapılmaktadır. Su seviyeleri 1966-1970 yılları arasında 364 cm'e ulaşmış 1971-1977 yılları arasında 51 cm düşerek 313 cm olmuştur. 1984 yılında 199 cm'e ulaşmış 1985-1989 kurak dönemde ise 127 cm değerine düşmüştür (11). Tablo 3.1'den faydalananarak Karamık Gölü yağış değerleri ile gölün yıllara göre su seviyeleri Şekil 3.2 ve 3.3'de bar diyagramı şeklinde gösterilmiştir.

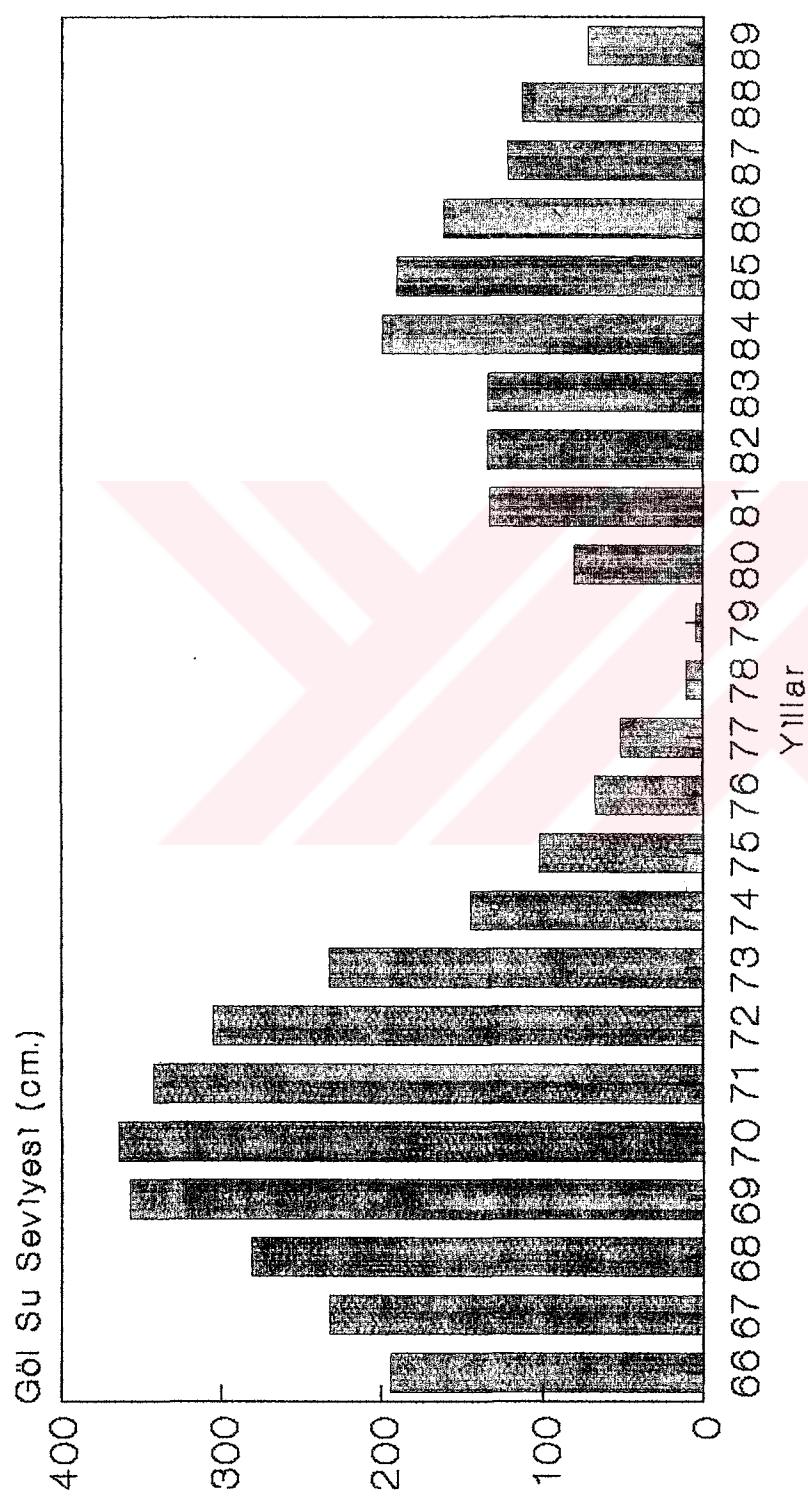
SEKA tarafından 1991 yılı itibarı ile Karamık Gölüne $6.421.920 \text{ m}^3/\text{yıl}$ atıksu arıtma tesisiinden göle deşarj edilmektedir.

Tablo 3.1 : Koçbeyli Meteoroloji İstasyonu Yağış Değerleri ile
Karamık Gölü Su Seviyesi Değerleri (13).

Yıl	Yağış (mm)	Eylül Ayı Göl Su Seviyesi (cm)
1966	704.6	194
1967	658.9	232
1968	758.1	281
1969	729.0	357
1970	568.0	364
1971	541.4	342
1972	543.3	305
1973	470.2	232
1974	425.7	145
1975	669.5	102
1976	526.5	67
1977	411.7	51
1978	639.8	10
1979	541.0	4
1980	737.4	80
1981	628.3	133
1982	533.4	134
1983	479.5	134
1984	690.7	199
1985	410.6	190
1986	414.9	162
1987	519.6	122
1988	554.1	113
1989	288.5	72
Ort.(24 Yıl)	560.2	



Sekil 3.2 Kocbeyli Meteorolojî İstasyonu
1966-1989 Yılları Arası Yağış Değerlerinin
Bar Diyagramında Gösterimi



Sekil 3.3 Kocbeyli Meteorolojî İstasyonu
1966-1989 Yılları Arası Göl Su Seviyesi
Değerlerinin Bar Diyagramında Gösterimi

4. EBER GÖLÜ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

4.1. Coğrafik Durum

Eber Gölü, Afyon ili Bolvadin ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Ülkemizin yirmialtı akarsu havzasından biri olan Akarçay havzasındadır. Akarçay Ahır dağlarından doğar ve Eber Gölüne dökülür. Eber Gölünü Akarçay dışında Sultan dağlarından inen irili ufaklı pekçok dere de beslemektedir. Eber Gölünün suları Bükler Akar adı verilen bir kanalla Akşehir gölüne bağlanmış olup Eber Gölünden su çıkışı sağlanmıştır.

Havzada tarım başlıca uğraşı alanıdır. Ekim ve hasadı yapılan türlerin belli başlıcaları : buğday, arpa, şeker pancarı, haşhaş, kamış, hasır otu yanısıra az da olsa sebze ve meyveyi sayabiliriz. Havzadaki yerleşimlerin nüfusları toplamı azımsanmayacak ölçüdedir. Afyon şehir merkezinde yer alan irili ufaklı sanayi tesislerine ilaveten şeker, alkaloid, bira ve çimento fabrikalarının yanısıra besin ve gıda sektörüne ait işletmelerde yer almaktadır. Bu nedenle Eber Gölüne gelen su vasıtası ile taşınan kirlilik üç grupta toplanabilir. Bunlar evsel, endüstriyel ve tarımsal alanlardan gelen yüzey sularıdır.

Eber Gölünün derinliği 1 ila 3 m arasında değişir. Göl içi tamamen sazlık ve kamışlarla kaplı olup ulaşım zorlukla yapılmaktadır. Şekil 4.1'de gölden bir görünüş sunulmaktadır.



Şekil 4.1 Eber Gölünden Bir Görünüş

4.2. İklim

Eber Gölü havzası, İç Ege Bölgesinin yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı karasal iklim özelliğini göstermektedir. Havzada etkili yağış türü kar yağışı şeklindedir. 1969-1990 yılları arasında ortalama 416 mm yağış düşmüştür. Tablo 4.1'de 1969-1991 yılları arasında yağış değerleri ve su seviyeleri verilmiştir (9).

Havzanın yıllık ortalama sıcaklığı 13.1°C olup, en soğuk ay olan Ocak ayında ortalama 0°C ölçülmüştür. Sıcaklığın Temmuz ayında ortalama 21.4°C ve en yüksek değerin 37.8°C olduğuna dikkat

Tablo 4.1 : Bolvadin Meteoroloji İstasyonu Yağış Değerleri ile
Eber Gölü Göl Rasat İstasyonu Su Seviye Değerleri (9).

Su Yılı	Yağış (mm)	Göldeki Su Seviyeleri (Eylül Ayı) cm	Su Yılı	Yağış (mm)	Göldeki Su Seviyeleri (Eylül Ayı) cm
1958	388.5	-	1974	324.1	115
1959	307.8	-	1975	406.9	120
1960	437.4	-	1976	448.4	151
1961	307.8	-	1977	349.9	170
1962	366.4	112	1978	365.1	184
1963	587.8	198	1979	365.2	180
1964	322.2	169	1980	430.3	187
1965	309.5	168	1981	439.0	194
1966	388.7	148	1982	408.4	186
1967	391.9	177	1983	346.6	167
1968	383.6	184	1984	394.7	217
1969	538.4	200	1986	288.3	169
1970	319.6	161	1986	343.2	134
1971	402.5	159	1987	411.5	158
1972	353.6	160	1988	464.8	171
1973	200.4	135	1989	304.2	92
			1990	409.6	79
			1991	382.7	84
			Ort.(34 Yıl)	379.1	

edilirse, yazın göl yüzeyinde olan buharlaşma alanından 954 mm buharlaşma ile yılda ortalama 143 milyon m^3 su kaybı olmaktadır.

4.3. Hidroloji

Havzanın menbasında yer alan Eber Gölü sıg bir göl olup, su seviye değişimlerine göre 2,5 ile 4,5 m arasında olan derinlik ortalama 3,5 m kabul edilebilir. Ortalama yüzey alanı değerleri yıllara göre dikkate alındığında gölün en düşük hacmi 60 milyon m^3 , en fazla 297 milyon m^3 'dür (11).

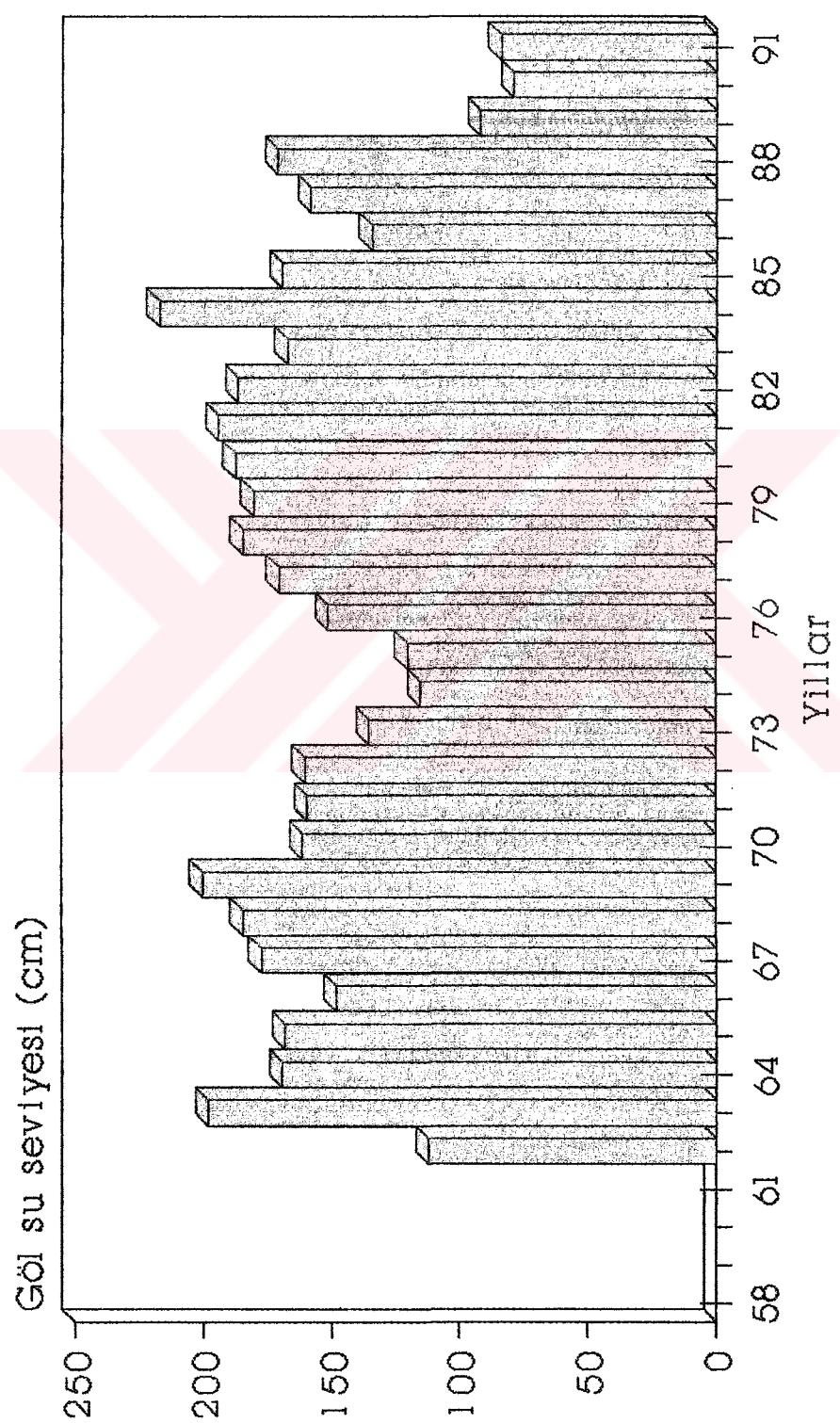
Gölü besleyen su kaynakları

- Akarçay'ın suları
- Göl çevresindeki derecelerin suları
- Doğrudan gelen yağış suları şeklinde sıralanabilir.

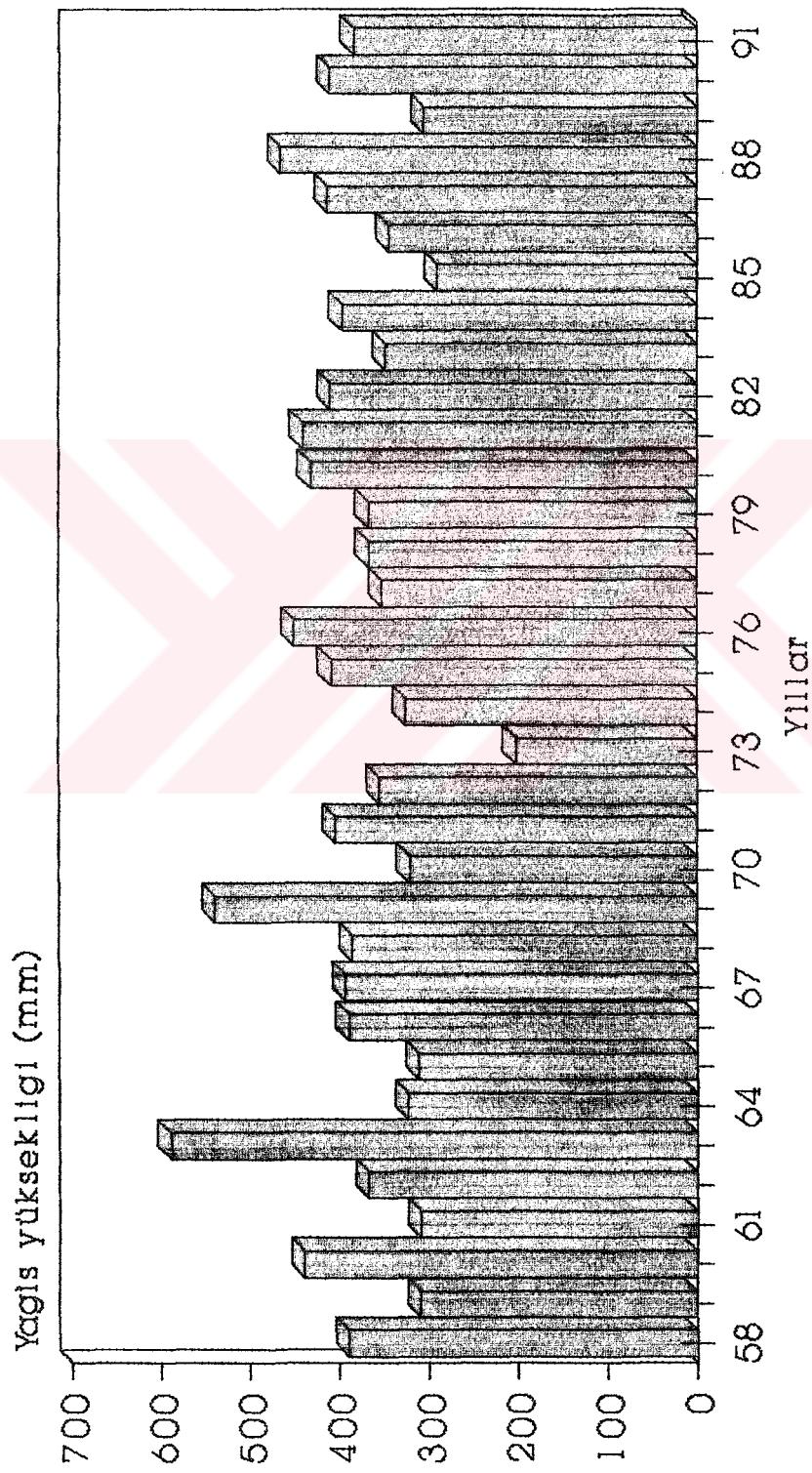
Akarçay Ahır dağı eteklerinden doğup, doğuya doğru akışına devam ederken, Nacak ve Sincanlı derelerini kendine katarak Araplı deresi adını alır ve Afyon ilini geçtikten sonra Akarçay adını alır. Doğuya doğru devam ederken kuzeyden Seyitler ve güneyden Seydiler deresini ve Koli çayıını alarak Bolvadin'e ulaşır.

Akarçayıñ özellikle son yıllarda azalan yağışlar nedeni ile Eber Gölüne taşıdığı su miktarı azalmıştır. Ayrıca membadaki Ahır dağlarından mansabına doğru yolu üzerine Akdeğirmen, 2. Naca deresi, 3. Seyitler ve 4. Selevir Barajlarının

yapılması nedeniyle nehri besleyen derelerin katkılarının azalması ve birçok gölet inşaasından dolayı yıllık toplam su miktarı önceki yıllara göre düşüş göstermiştir. Ayrıca Akşehir gölüne olan kanal bağlantısında göl sularının azalmasına yol açmıştır. Gölü ikincil olarak besleyen çevredeki derelerin başlıcaları Çay Dere, Eber Dere, Deresinek Dere ve Dört Dere olup yıllık ortalama 67 milyon m^3 su katkısında bulunurlar. Gölün üçüncü kaynağı olan yağış suları yıllık ortalaması 48 milyon m^3 civarındadır. Yıllık su bilanço değeri toplamı Akçayla beraber yaklaşık 275 milyon m^3 'dır. Bunun 143 milyon m^3 'ü buharlaşma ile kaybolmakta 63 milyon m^3 'ü Akşehir gölüne aktarılmakta ve 37 milyon m^3 'ü de göldeki kamışlar ve bitkiler tarafından tüketilmektedir (2). Eber Gölü yağış değerleri ile göl su seviyeleri yıllık değişimleri Şekil 4.2 ve 4.3'de bar diyagramında gösterilmiştir.



Sekil 4.2 Eber Gölü 1962-1991 Yılları Arası Su Yüksekliği Değerlerinin Bar Diyagramında Gösterilmesi



Sekil 4.3 Eber Gölü 1958-1991 Yılları Arası Yağış Yüksekliği Değerlerinin Bar Diyagramında Gösterilisi

5. ÖTROFİKASYONUN BELİRLENMESİ İÇİN GEREKLİ PARAMETRELER VE BAĞINTILAR

Ötrophikasyonun belirlenmesi için gerekli en önemli parametreler azot, fosfor, çözünmüş oksijen, sıcaklık, pH, sülfat, elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve bulanıklıktır.

Bununla birlikte su kütlesinde ve tabanda yapılan ölçümlerle Klorofil "a", secchi diskî derinliği ve kirlilik yükleri belirlenerek göllerin ötrophikasyona gidişatı yönünde karar verilebilir.

5.1. Çözünmüş Oksijen Etkisi

Doğal sulardaki çözünmüş oksijen seviyeleri su ortamındaki fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal aktivitelere bağlıdır. Sulardaki çözünmüş oksijen değerlerinin ölçümünde genelde iki metod yaygın olarak kullanılır.

- a) Winkler veya İyodometrik Metod ve onun Modifikasyonları,
- b) Membran Elektrodları Kullanan Elektromekanik Metod

İyodometrik metod çözünmüş oksijen oksitlenme özelliğine dayanan titrimetrik bir işlemidir. Buna

karşılık membran elektrod işlemi moleküller oksijeninin membrana karşı difüzyon hızına dayanabilen bir yöntemdir. Metod seçimi istenen hassasiyet derecesine mevcut girişimlere ve laboratuar imkanlarına göre yapılır.

Su organizmaları için en hayatı faktör çözünmüş oksijendir. Su canlıları, solumak için sadece sudaki serbest oksijeni kullanabilirler. Bağlı oksijenden birkaç bakteri türü ve mantar yararlanabilir (2).

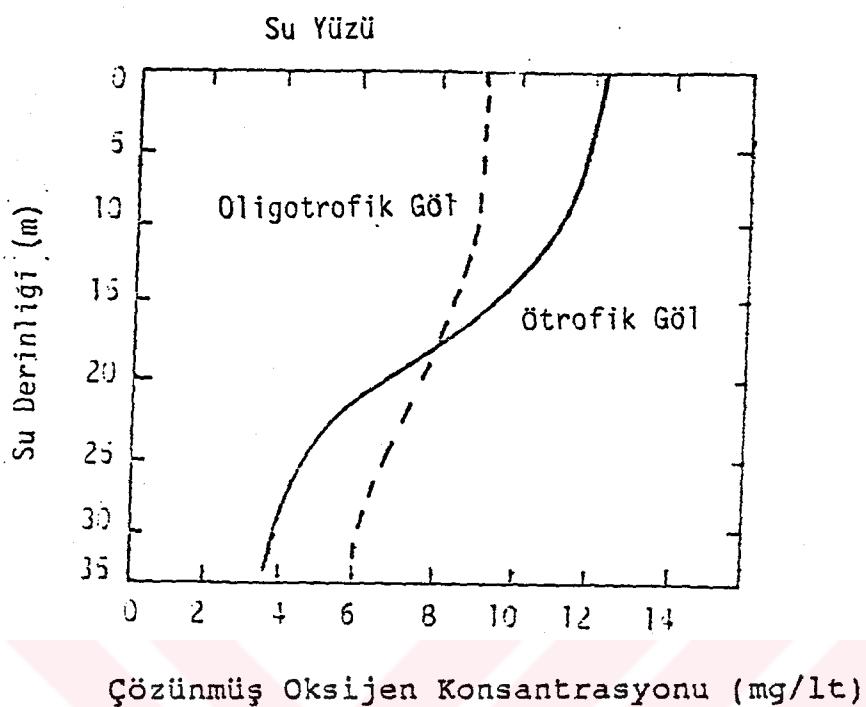
Balıkların oksijen ihtiyacı türden türe değiştiği gibi balığın yaşına ve büyüklüğüne ; sudaki çeşitli maddelerin miktarına, suyun sıcaklığına, balıkların tüketikleri besinin miktar ve kalitesine göre değişmektedir.

Sudaki çözünmüş oksijen miktarı ise, suyun sıcaklığı, tuzluluğu, yoğunluğu gibi fiziksel faktörlerle bazı kimyasal ve biyolojik faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca su kaynağının deniz seviyesinden yüksekliğine göre de değişmektedir.

Oksijenin sudaki çözünürlüğü sıcaklıkla ters, basınçla doğru orantılıdır. Çözünmüş oksijen, balıklarla birlikte daha çok bir su organizması

içinde önem taşımaktadır. Su canlılarının yanısıra su içinde bulunan organik maddeler de oksijen tüketirler. Bu maddelerin çözünmesi esnasında suyun oksijeni azalarak aerobik canlıların ölümüne sebep olur. Bu durumda anaerobik organizmalar hakim duruma geçebilir. Suda oksijen üretebilen su canlıları ise sadece alglerdir.

Sudaki çözünmüş oksijen belirli bir değerden aşağı düşüğü takdirde balıklarda boğulma sebebi ile ölümler başlar ve daha çok oksijene ihtiyaç duyan daha aktif balıklar önce ölürlər. Mesela ; Alabalık gibi aktif ve saldırgan balıklar ile sazanlar ölürlər. Özellikle yeşil sazan düşük oksijen konsantrasyonlarına dayanabilir. Göl su kütlesinde derinlere doğru çözünmüş oksijen konsantrasyonunda bir azalma vardır. Ötrotifik gölde yüzeyde çözünmüş oksijen konsantrasyonu yüksek, derinlere indikçe hızlı bir şekilde azalır. Buna karşın oligotrotifik göllerde bu konsantrasyon farkı çok büyük değildir (2). Şekil 5.1'de su derinlige göre çözünmüş oksijen değişimi görülmektedir.



Şekil 5.1 : Su Kütlesinde Derinlige Göre
Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonu
Değişimi

5.2. pH'nın Etkisi

Su ürünlerini ve su hayatı için en önemli parametrelerden biri de pH'dır. Sudaki bazı maddelerin toksisitesi pH'ya göre azalır veya çoğalır. Mesela, sülfür veya siyanür tuzlarının zehirliliği pH düşüktçe artar. Amonyağın zehirliliği ise pH yükseldikçe artar (2).

Tabii suların pH değerleri 4-9 arasında değişmektedir. Sulardaki pH değeri genelde

karbonat sistemi ile dengelenmemektedir. Tatlı su organizmaları 5-9 pH değerlerinde normal olarak etkilenmezler. Ancak, bazı parametrelerin pH ile artan zehirlilikleri sebebiyle dolaylı olarak etkilenmektedirler. Normal olarak tatlı su organizmalarının geliştiği, ortamın pH'sı 6.7-8.2 arasındadır.

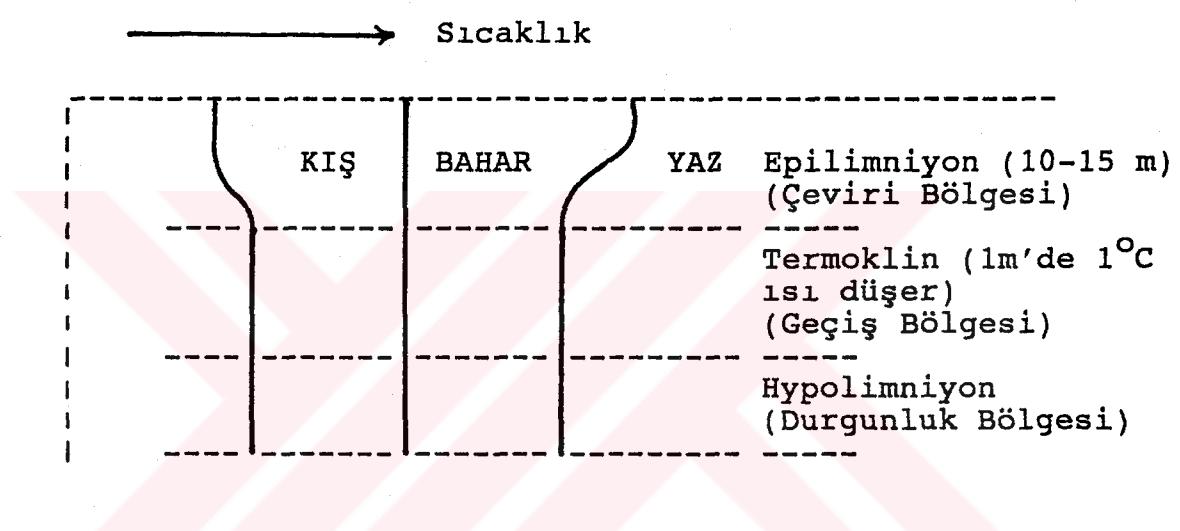
5.3. Sıcaklığın Etkisi

Suyun sıcaklığı su ortamındaki canlılara sadece doğrudan değil dolaylı yollardan da etkili olmaktadır. Sıcaklığın; suyun yoğunluğu, akışkanlığı ve bulanıklığı ile suda gazların çözünmesine ve kimyasal reaksiyonların hızına direkt etkisi vardır.

Sıcaklığın yukarıda da kısaca bahsedildiği gibi su kütlesindeki değişik fiziksel ve kimyasal olaylara önemli etkileri vardır. Çözünürlülük, doygunluk, konsantrasyon, difüzyon v.b. gibi olaylar sıcaktan etkilenirler (3).

Gazların atmosferden suya geçmeleri, dipte ayıran ölü biyolojik varlıklardan oluşan besinlerin dipten yukarı doğru transferleri de sıcaklıktan fazlasıyla etkilenirler. Sıcaklık fiziksel

bakımdan da su kalitesi üzerinde önemli bir rol oynar. Çünkü su kütlelerinde yoğunluğu etkileyerek suyun hareketine yön vererek tabakalaşmaya sebep olur. Aşağıdaki şekilde, göllerdeki mevsimlere bağlı olarak sıcaklık değişiklikleri verilmiştir.



Şekil 5.2 : Göllerde Mevsimlere Bağlı İşı Değişimi

5.4. Nitritin (NO_2) Etkisi

Nitrit proteinli maddelerin bozulması sonucunda suya geçer. Normal olarak içme sularında 0.1 mg/l'nin üzerinde nitrit bulunmaz. Evsel atıksularda bulunan amonyaklı bileşiklerin nitrifikasyonu sonucu ara bileşik olarak nitrit oluşur.

Nitrit tayini için kullanılan metodların tümü spektrofotometriktir.

Nitrit tayini metodu, basit ve hızlı bir spektrofotometrik metod olup mikro ölçekteki nitritin tayini için uygundur. Metodun esası, asidik ortamda zirkonil iyonları ile resornolün reaksiyonu sonucu şelat oluşumunda dayanır. Bu metodun en önemli avantajları ; yüksek seçimlilik göstermesi, düşük reaktif toksisitesi vermesi, oluşan renkli ürünün yüksek stabillik göstermesi, metodun hassasiyetinin yüksek ve tekrarlanabilirliğinin kolay olmasıdır.

Organik maddelerin bünyesinde bulunan azotlu bileşikler oksidasyon ürünleridir. Suda belirli bir konsantrasyonunun üzerinde bulunması, genelde atıksu kökenli kirlenmenin belirtimesidir. Oksitlenmede nitrit ara kademe elemanıdır. Kararsız bir bileşiktir. Hemen nitrata dönüşür, yüksek nitrit konsantrasyonu suyun kısa bir müddet önce kirlendigini gösterir. Balıklar için zehirlilik etki alt sınırı nitritlerde 10-20 mg/l'dir. Bu değer nitrat için ise 100-300 mg/l aralığındadır (3).

Nitrat zehirlenmelerine anemi, karaciğer, dalak ve böbreklerde kan yapı pigmentlerinin birikmesi ve

balığın renginde alacalaşma görülür, zehirlenme gayet yavaş seyir eder (2).

5.5. Toplam Azotun Etkisi

Sularda bulunan azot formları organik, amonyak, nitrit, nitrat ve azot gazıdır. Protein gibi azotlu maddeler canlı sistemler için gereklidir. Endüstriyel atıksular, biyolojik arıtma için atıksuda yeterli nütriyent maddelerinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi için azot ve fosfor yönünden analiz edilir. Coğunlukla amonyak ve nitrat şeklinde bulunan anorganik azot, fotosentez sırasında yeşil bitkiler tarafından kullanılır. Doğal sularda azot sınırlı olduğundan azotlu atıkların doğal sulara ilavesi alg büyümесini hızlandırabilir. Balıklar üzerinde toksik etki yapması nedeniyle önemli bir kirleticidir. Analitik olarak organik azot ve amonyak birlikte tayin edilerek toplam azot ya da daha doğru bir terimle Kjeldahl azotu olarak isimlendirilir.

5.6. Amonyağın (NH_3) Etkisi

Amonyağın sularda bulunan maddelerin balıklar açısından en önemlilerinden biridir. Suda bulunması aynı zamanda kirlenme şüphesinde

doğurur. Sulardaki amonyak genellikle atıksu kaynaklidır.

Amonyağın su ürünlerini açısından zehirli etkide bulunduğu ve zehirlilik derecesinin pH ile değiştiği bilinen bir husustur. 1934'lerde yapılan çalışmalar sudaki serbest amonyağın balıklara zarar verdiği, toplam amonyağın ise zehirsiz ya da çok az zehir etkisinde bulunduğu ortaya koymuştur (3).

Amonyak tabi sularda genellikle amonyum iyonu halindedir. Bununla birlikte pH değeri yüksek alkali karakterli sularda serbest hale geçerek zehirli seviyeye ulaşabilir. Çeşitli balıklar üzerinde yapılan denemeler amonyağın lethal dozunun 0.2-2.0 mg/l NH₃ arasında olduğunu göstermiştir. Ancak, ısı ile serbest amonyak konsantrasyonu artışının zehirlilik etkisi bilinmemektedir (2).

5.7. Sülfatin Etkisi

Tabi suların çoğu, fitoplankton gelişmesini sağlayacak düzeyde yeterli miktarda sülfat ihtiva ederler. Yüksek konsantrasyonlar düşük seviyelere nazaran daha fazla zararlı etki yaparlar.

Malezya'da 600 mg/l'lik sülfat konsantrasyonun çayır sazanlarına öldürücü etki yaptığı tesbit edilmiştir. Yüksek oranda sülfat miktarlarının, düşük pH derecelerine plankton gelişmesini önlediği bilinmektedir (4).

5.8. Elektriksel İletkenlik (EC)'in Etkisi

Sulardaki çözünmüş katı maddelerin tesbiti amacıyla geliştirilen elektriksel iletkenlik ölçümünün sonuçları $EC \times 10^6$, 25 °C'da umho/cm olarak ifade edilir. EC değeri aksi belirtildiğçe umho/cm 25 °C olarak anlaşılır.

Anyon ve katyonların toplamlarının birlikte etkileri gözönüne alındığında $EC \times 10^6$ değerinin 0.65 ile çarpımı mg/l cinsinde yaklaşık toplam tuz miktarını verir.

Su ürünleri açısından elektriksel iletkenlik tatlı sularda daha önemlidir. Genelde tatlı su balıkları 12.5-1800 umho/cm'lik bir aralıkta yaşarlar (3).

5.9. Tuzluluğun Etkisi

Balıklar yaşadığı ortamın tuzluluğuna göre 3 grupta toplanabilir : Tatlısu balıkları, tuzlu su balıkları ve hayatlarının bir evresini başka bir ortamda geçiren balıklar.

Bazı tatlı su balıkları tuzlu sularda, tatlı suda yaşadıkları gibi yaşayabilirler. Yılan balığı, som balığı gibi bazı balıklarda hayatlarının bir evresini tatlı sularda geçirirler. Diğer taraftan tatlı su balıklarının tuzlu suya, tuzlu su balıklarının da tatlı suya hassasiyet derecelerinin bilinmesi gereklidir. Bu değer sazan balıklarında % 0.12 - 15.0 arasındadır. Bu değerin üzerinde ölümler görülür (2).

5.10. Bulanıklığın Etkisi

Bulanıklık, göllerde çeşitli dönemlere göre değişik değerler gösterir. Bulanıklığı oluşturan maddeler organik veya inorganik kökenli olup, başlıca iki grupta ayrılırlar.

- a) Çökelen Maddeler : Kum, mil, çamur, bakteri ve koloidal parçacıklar v.s.
- b) Çökmeyen Maddeler : Planktonlar ve cansız iri taneler. Bunların spesifik graviteleri sürekli süspansı olmalarını sağlar.

Suyun, ışığı direkt olarak geçirmeme, dağıtma ve emme (absorbe) özelliğidir. Bulanıklığın şiddeti,

ışığın suya nüfuz kabiliyetiyle ters orantılı olduğundan, su canlıları yönünden önemli bir parametredir. NAS (American National Academy of Sciences) bulanıklığın ve rengin güneş ışığının en az % 10'unun biyolojik kütlenin fotosentezik faaliyetlerini sürdürdükleri noktaya kadar nüfuz etmesini engellememesi hükmünü getirmiştir. Bulanıkla su kaynaklarının üretkenliği arasında aşağıdaki ilişki verilmiştir.

Bulanıklık (JTU)	Üretkenlik Seviyesi
25	Yüksek Üretim
80	Orta Seviyede
400	Düşük Seviyede
> 400	Çok Düşük Üretim

Ayrıca, bulanıklık daha ziyade cansız materyaldan ileri geliyorsa su kaynağının verimliliği düşük, çoğunlukla canlı materyallerden olmuşsa üretkenlik yüksek düzeydedir.

Bulanıklığın fazla olması fotosentezi etkileyeceğinden plankton üretimi düşer ve balıkbesin dengesi bozulur. Bulanıkla ilgili olarak yapılan çalışmalarında 200 JTU'lık bulanıklığın

balıklarda öldürücü etki yapmaya başladığı görülmüştür. Bulanıklık balıkların besin bulmalarını da engeller (3).

Küçük göllerde bulanıklık, sıcaklık dağılımını da etkiler. Bulanık göllerde dip sıcaklığı, berrak göllerden daha azdır. Genellikle verimlilik düşük sıcaklıklarda daha azdır.

Seki diskî yardımıyla bulunan değerler de bulanıklık hakkında bilgi verir. Seki derinliği ile bulanıklık ters orantılıdır.

5.11. Fosforun Etkisi

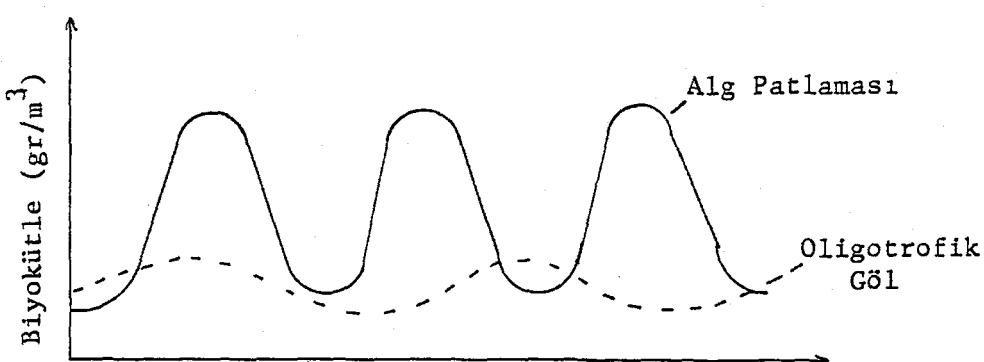
Doğal sular ve atıksularda fosfor genellikle fosfatlar halinde bulunur. Bunlar ortofosfatlar, kondans fosfatlar (Piro, meta ve diğer polifosfatlar) ve organik bağlı fosfatlardır. Bu fosfat formları çeşitli kaynaklardan gelmektedir. Ekim yapılan zirai alanlarda ortofosfatlar gübre olarak verilir. Yağmur drenajları ile ve sulamadan dönen sularla bu ortofosfat bileşikleri, zirai alanlardan yüzeysel sulara taşınırlar.

Fosfor organizmaların büyümesi için gerekli temel elementlerden birisi olup, su ortamında birincil üretkenliği kısıtlayıcı bir nutrienttir. Fosforun

büyümemeyi kısıtlayıcı nutriyent olması sebebiyle ham veya arıtılmış atıksuların, zirai drenajların veya bazı endüstriyel atıksuların su ortamlarına deşarji, fotosentetik, akuatik mikro ve makro organizmaların istenmeyen miktarda gelişmelerine yol açar. Fosfatlar aynı zamanda biyolojik çamurlarda ve sedimentlerinde hem çökelmiş organik formlarda, hem de organik bileşiklerin içeriğinde bulunabilir (8).

5.12. Secchi Diski

Fazla miktarda besi maddesinin göle girmesi sonucu, ışık geçirgenliğinde azalma, renk değişiklikleri, yaz aylarında hypolimniondaki çözünmüş oksijen miktarında azalmalar meydana gelir. Bu olaya alg patlaması adı verilir. Alg patlamasıyla meydana gelen alg biokütlerinin aylara göre değişimi Şekil 5.3'de görülmektedir.

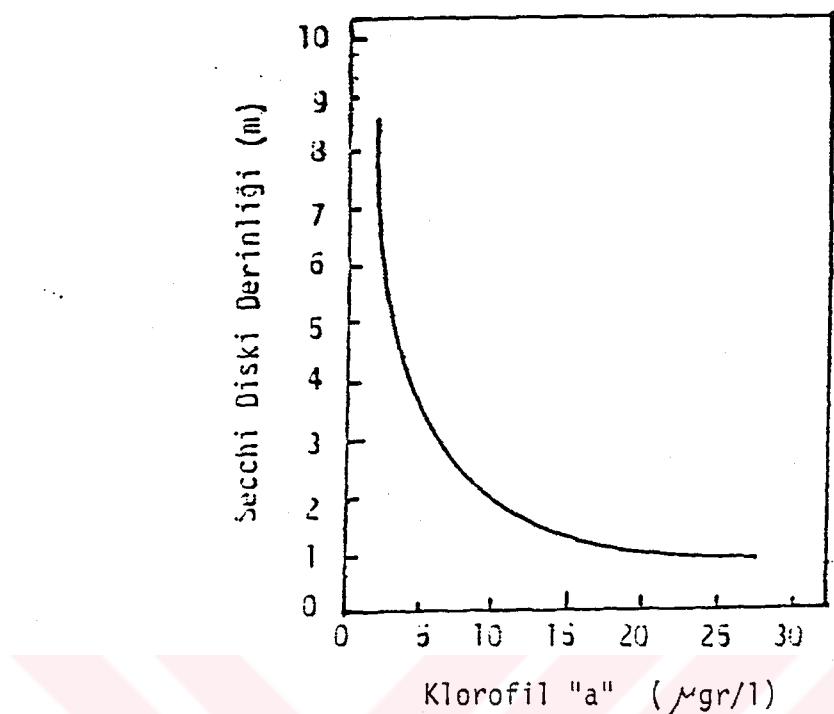


Şekil 5.3 Alg Patlaması

Alg Patlaması sonucu göl suyunun bulanıklığı artarak hem su kütlesindeki ışık geçirgenliği azalır ve hem de ötrophikasyon meydana gelir. ışık geçirgenliği Secchi Diski ile ölçülür. Gölde ötrophikasyon artarken Secchi Diski derinliği azalır. Ayrıca yağmurların çok olduğu aylarda nehirlerin getirdiği ve yüzeysel akışla göle giren katı maddeler bulanıklığı artarak Secchi Diski derinliğinin azalmasına sebep olmaktadır.

5.13. Klorofil "a" Ölçümü

Üretimin en çok olduğu yaz aylarında alg patlaması sonucu Secchi Diski belirli bir seviyeden aşağıya ölçülemez. Bu nedenle klorofil "a" ölçümü yapılır. Klorofil "a" ile Secchi Diski arasındaki ilişki Şekil 5.4'de görülmektedir.



Şekil 5.4 : Secchi Diski Derinliği ile Klorofil "a" Konsantrasyonu Arasındaki İlişki

Klorofil "a" ölçümleri maximum verimin olduğu gündə bütün su derinliğinde, sıcaklık tabakalaşması var ise maximum verim gündünde üst bölgəde ortalama Klorofil "a", Mayıs-Eylül ayları arasında ölçümle yüzey tabakası altındaki ortamda yaz ayları Klorofil "a" konsantrasyonu belirlemek üzere ölçüler yapılabilir.

5.14. Ötrophikasyon Belirlemede Gerekli Formüller

Herhangi bir göle sadece Fosfor (P) girişi varsa Vollenweider kirlilik yük sınırı belirleyen aşağıdaki bağıntıyı vermiştir.

$$L = P \times q_s (1 + \sqrt{h/q_s}) \quad (1)$$

Burada

L : Göldeki fosfor yükü ($\text{mgP}/\text{m}^2\text{-Yıl}$)

P : İlkbahar mevsiminde göldeki toplam fosfor konsantrasyonu (mgP/m^3)

h : Gölün ortalama derinliği (m)

q_s : Göldeki hidrolik yüzey yükü ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{-Yıl}$)

$$q_s = \frac{h}{t_0} = \frac{Q_i}{A} \quad (2)$$

Bu bağlantıda

Q_i : Göle giren yıllık su debisi ($\text{m}^3/\text{Yıl}$)

A : Göl yüzey alanı (m^2)

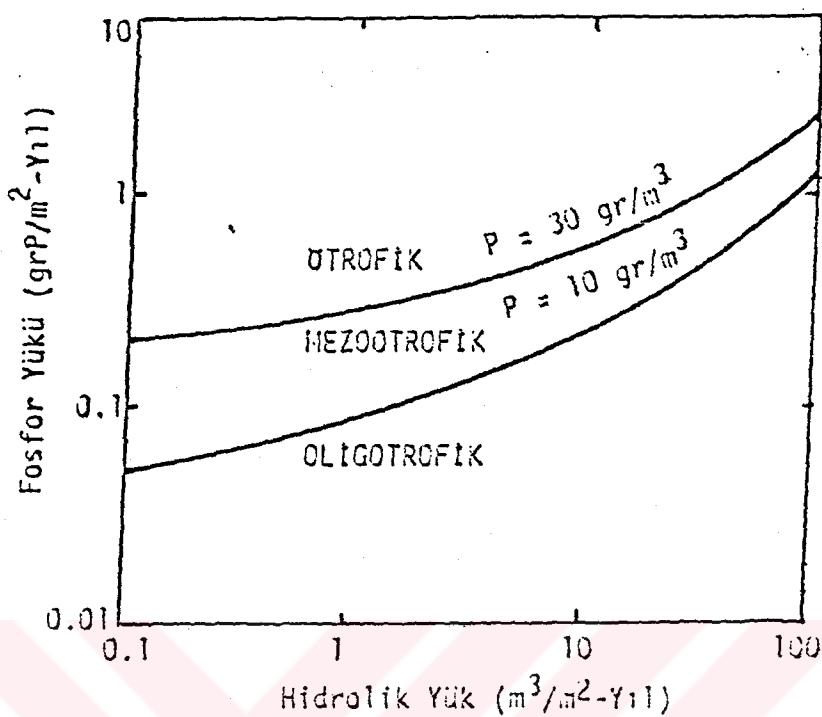
t_0 : Hidrolik bekleme süresi $t_0 = \frac{h \cdot A}{Q_i}$

İlkbaharda fosfor yükünün oligotrofik göller için

$P = \text{mgP}/\text{m}^3$ kabul edersek gölde ötrofikasyonu sınırlayıcı kritik fosfor yükü :

$$L_c = 10q_s (1 + \sqrt{h/q_s}) \quad (3)$$

olarak belirlenir. Eğer göldeki fosfor yükü (3) bağıntısı ile belirlenen L_c kritik yükünün 2-3 katına çıkmış ise gölde ötrofikasyon başlamıştır. Kritik azot (N) yükü yine (3) bağıntısı yardımı ile belirlenebilir. Fosfor (P) ve Azot (N) yükleri dikkate alınırsa ötrofik, mezotrofik ve oligotrofik göl sınıflandırması Şekil 5.5 yardımı ile yapılabilir.



Şekil 5.5 : Fosfor Yüküne göre Göllerin Sınıflandırılması

6. DENEY SONUÇLARI

6.1. Eber Gölü

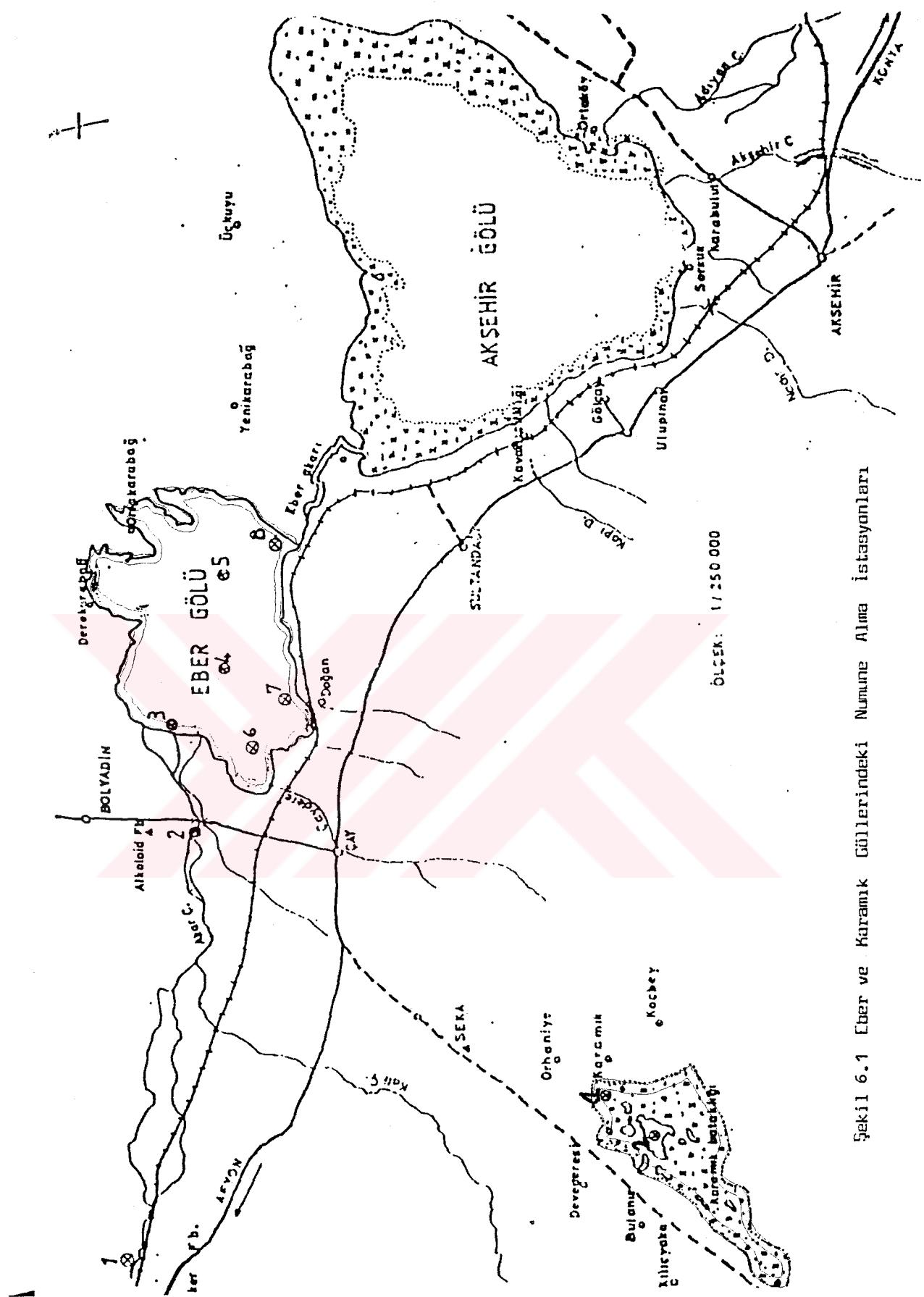
Eber Gölünde ilk çalışmalar TUBİTAK tarafından 1983 yılında yaptırılmıştır. Daha sonra 1991 yılında D.S.İ. ölçümler yapmış ve en son olarak 1992 yılında Çevre Bakanlığı tarafından analizler yaptırılmıştır. Tüm bu ölçümler her yılın dört mevsiminde yapılmaya özen gösterilmiştir.

Tüm bu çalışmalardaki numune alma istasyonları Şekil 6.1'de gösterilmiştir.

Her numune alma istasyonunun yüzeyinden ve tabandan örnekler alınarak tablolar oluşturulmuştur. TUBİTAK, D.S.İ. ve Çevre Bakanlığı tarafından aylara göre yapılan analiz sonuçları Tablo 6.1 ve 6.8'de verilmiştir.

Tablo 6.1 ve 6.8'de verilen analiz sonuçları değerleri grafikte çizilerek Şekil 6.2 ile 6.26 arasında gösterilmiştir.

Tablo 6.9 ve 6.10'da ise Eber Gölünün yıllara göre analiz sonuçları verilmiştir. Yine bu analiz sonuçlarının yıllara göre değişimlerinin grafik gösterimi Şekil 6.27 ile 6.38 arasında verilmiştir.



Şekil 6.1 Eber ve Karamik Gullerindeki Numune Alma İstasyonları

Tablo 6.1: Eber Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
Numune Yeri: Eber Gölü Açıgı, (E-4 Yüzey)
Yıl : 1983 (3,4)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
Seki Diski (cm)	58.00	110.00	200.00	105.00	113.00
çöz.Oksijen (mg/lt)	7.20	7.35	5.20	9.20	7.20
Sıcaklık (C)	10.00	21.20	11.00	5.00	11.80
Nitrit (mg/lt)	0.17	0.00	Eser	--	--
Nitrat (mg/lt)	0.28	0.05	0.15	--	0.16
Amonyak (mg/lt)	0.03	0.15	0.18	0.00	0.12
T.Fosfat (mg/lt)	0.03	0.05	0.04	0.10	0.06
Tuzluluk (%)	0.15	--	0.30	1.00	0.15

Tablo 6.2: Eber Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
Numune Yeri: Eber Gölü Açıgı, (E-4 Dip)
Yıl : 1983 (3,4)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
çöz.Oksijen (mg/lt)	7.00	6.00	5.00	--	6.00
Sıcaklık (C)	8.50	19.00	9.00	--	--
Nitrit (mg/lt)	0.18	0.00	Eser	--	--
Nitrat (mg/lt)	0.28	0.12	0.20	--	0.20
Amonyak (mg/lt)	0.03	0.10	0.16	--	0.10
T.Fosfat (mg/lt)	0.06	0.20	0.04	--	0.10
Tuzluluk (%)	0.10	--	0.30	--	0.20

Tablo 6.3: Eber Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
Numune Yeri: Eber Gölü Açıgı, (E-5 Yüzey)
Yıl : 1983 (3,4)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
Seki Diski (cm)	120.00	110.00	220.00	135.00	117.00
cöz.Oksijen (mg/lt)	7.80	9.10	7.30	9.20	8.40
Sıcaklık (C)	10.20	21.00	11.00	5.00	11.30
Nitrit (mg/lt)	0.22	0.00	Eser	--	--
Nitrat (mg/lt)	0.32	0.08	0.15	--	0.13
Amonyak (mg/lt)	0.02	0.08	0.16	0.00	0.07
T.Fosfat (mg/lt)	0.01	0.09	0.05	0.16	0.08
Tuzluluk (%.)	0.20	--	0.30	1.00	0.50

Tablo 6.4: Eber Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
Numune Yeri: Eber Gölü Açıgı, (E-5 Dip)
Yıl : 1983 (3,4)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
cöz.Oksijen (mg/lt)	7.00	7.00	7.30	--	7.30
Sıcaklık (C)	9.20	19.00	9.00	--	--
Nitrit (mg/lt)	0.15	0.00	Eser	--	--
Nitrat (mg/lt)	0.20	0.08	0.15	--	0.14
Amonyak (mg/lt)	0.02	0.05	0.15	--	0.07
T.Fosfat (mg/lt)	0.06	0.15	0.26	--	0.16
Tuzluluk (%.)	--	--	--	0.30	0.30

Tablo 6.5: Eber Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
Numune Yeri: Eber Gölü Açıgı, (E-4 Yüzey)
Yıl : 1991 (11)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
pH	7.50	7.80	7.80	7.80	7.80
Amonyak (mg/lt)	0.24	2.19	2.35	1.67	1.40
Nitrat (mg/lt)	0.30	0.26	0.45	0.20	0.40
Nitrit (mg/lt)	0.005	0.55	0.07	0.12	0.12
T.Fosfat (mg/lt)	--	--	1.00	0.47	0.74

Tablo 6.6: Eber Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
Numune Yeri: Eber Gölü Açıgı, (E-5 Yüzey)
Yıl : 1991 (11)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
pH	8.10	8.00	8.70	8.50	8.30
Amonyak (mg/lt)	2.20	1.35	1.70	0.72	1.70
Nitrat (mg/lt)	0.35	0.63	0.65	0.33	0.40
Nitrit (mg/lt)	0.02	0.28	0.70	0.12	0.35
T.Fosfat (mg/lt)	--	--	1.00	0.31	0.66

Tablo 6.7: Eber Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
Numune Yeri: Eber Gölü Açıgı, (E-4 Yüzey)
Yıl : 1992 (10)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
Seki Diski (cm)	0.50	0.18	0.15	--	0.28
cöz.Oksijen (mg/lt)	14.00	7.40	11.40	--	10.93
Sıcaklık (C)	16.30	22.50	4.00	--	14.20
Nitrit (mg/lt)	0.001	0.00	0.056	--	0.029
Nitrat (mg/lt)	0.45	0.60	3.60	--	1.55
Amonyak (mg/lt)	0.15	0.27	3.50	--	1.30
T.Fosfat (mg/lt)	0.28	0.09	0.34	--	0.11
Tuzluluk (%)	0.30	0.19	0.34	--	0.28
Klorofil-a (mg/m3)	--	51.50	31.63	--	41.60

Tablo 6.8: Eber Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
Numune Yeri: Eber Gölü Açıgı, (E-4 Dip)
Yıl : 1992 (10)

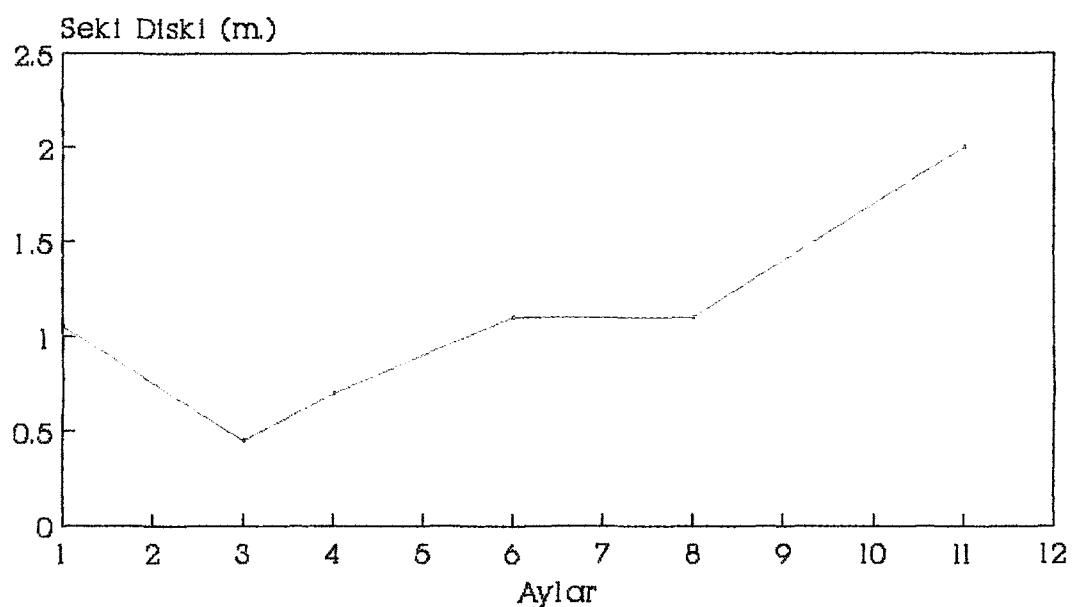
PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
cöz.Oksijen (mg/lt)	0.50	3.20	8.60	--	4.10
Sıcaklık (C)	12.10	22.00	3.75	--	12.50
Nitrit (mg/lt)	0.05	0.012	0.048	--	0.022
Nitrat (mg/lt)	0.56	0.61	4.60	--	0.60
Amonyak (mg/lt)	1.39	0.33	6.10	--	0.86
T.Fosfat (mg/lt)	0.25	0.01	0.36	--	0.20
Tuzluluk,(%)	0.30	0.23	0.34	--	0.31

Tablo 6.9: Eber Gölü Su Kalitesi Yıllara Göre Degisimi
Eber Gölü Açıgı 4 No'lu İstasyon

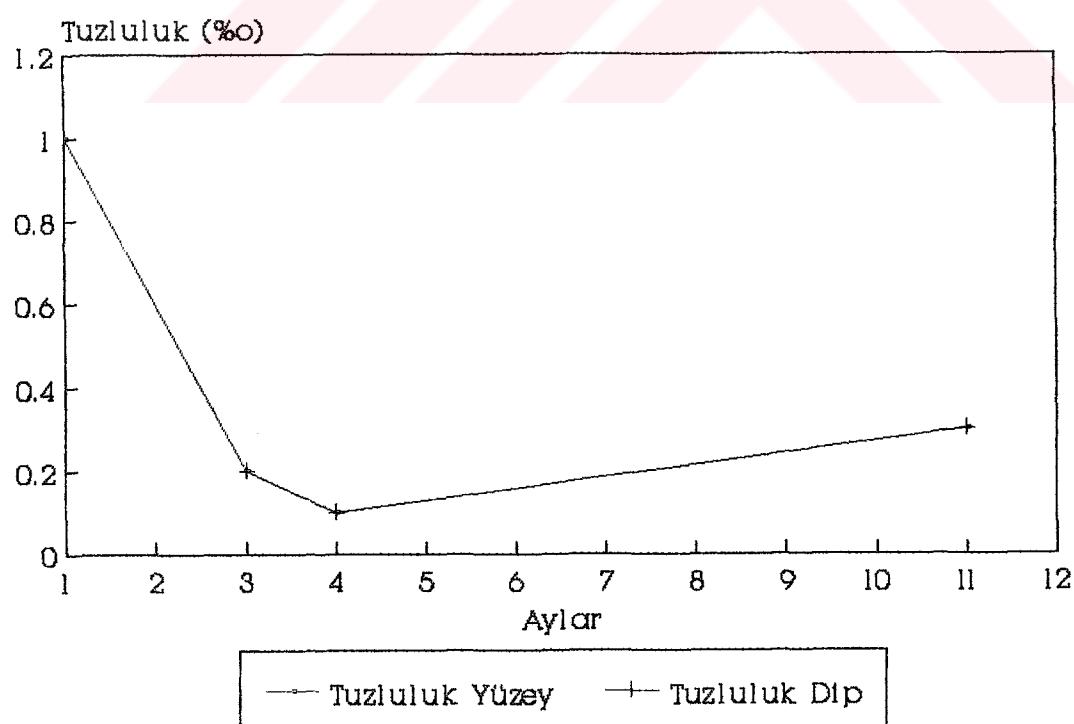
PARAMETRE	E-4 YÜZEY			E-4 DIP	
	1983	1991	1992	1983	1992
Seki Diski (cm)	0.94	--	0.28	--	--
cöz.Oksijen (mg/lt)	7.46	--	10.93	6.00	1.90
Nitrit (mg/lt)	0.175	0.14	0.029	0.17	0.022
Nitrat (mg/lt)	0.20	0.44	--	0.25	0.60
Amonyak (mg/lt)	0.167	1.39	1.30	0.14	0.36
T.Fosfat (mg/lt)	0.052	0.735	0.11	0.12	0.20
Tuzluluk (%)	0.20	--	0.28	0.20	0.31

Tablo 6.10: Eber Gölü Su Kalitesi Yıllara Göre Degisimi
Eber Gölü Açıgı 5 No'lu İstasyon

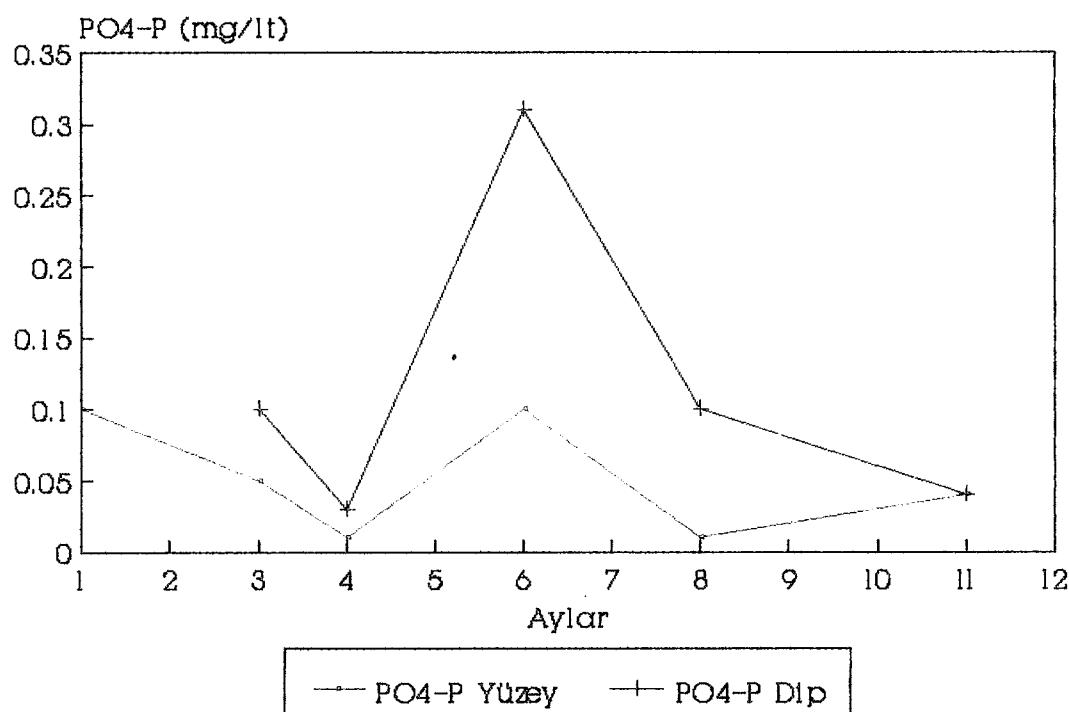
PARAMETRE	E-4 YÜZEY			E-4 DIP	
	1983	1991	1992	1983	1992
Seki Diski (cm)	1.36	--	0.22	--	--
cöz.Oksijen (mg/lt)	8.50	--	7.30	7.40	--
Nitrit (mg/lt)	0.45	0.035	--	0.30	--
Nitrat (mg/lt)	0.24	0.36	0.40	0.18	--
Amonyak (mg/lt)	0.16	1.62	0.11	0.09	--
T.Fosfat (mg/lt)	0.07	0.60	0.24	0.14	--
Tuzluluk (%)	0.30	--	0.23	0.30	--



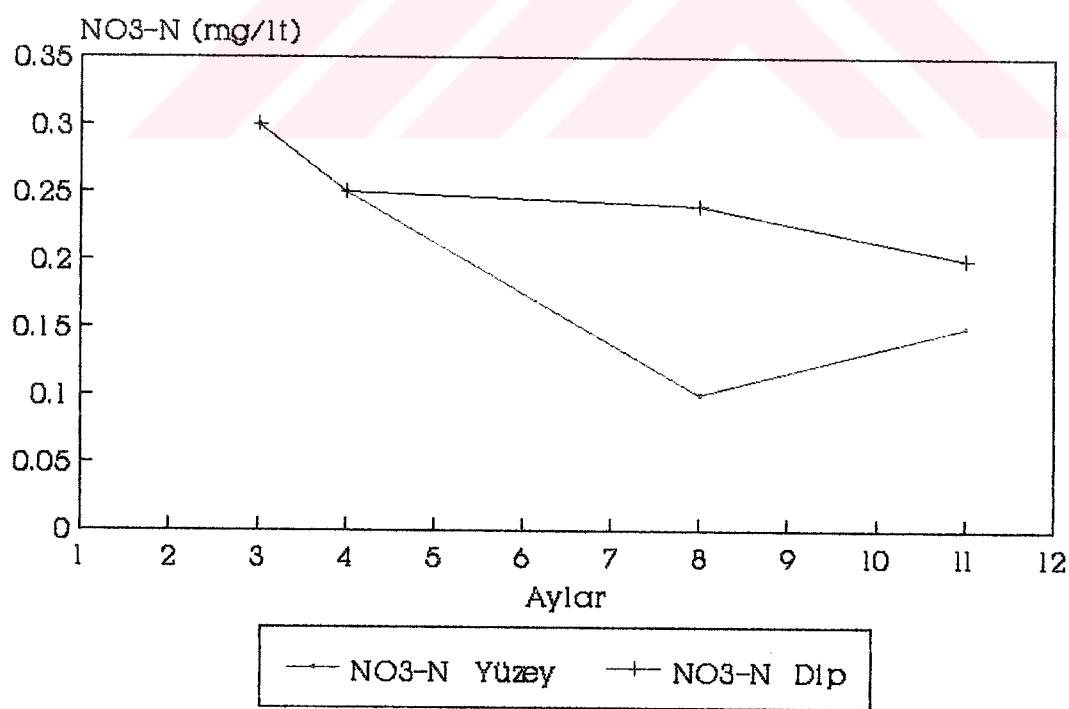
SEKIL 6.2 EBER GÖLÜ 4.ISTASYON
YIL:1983



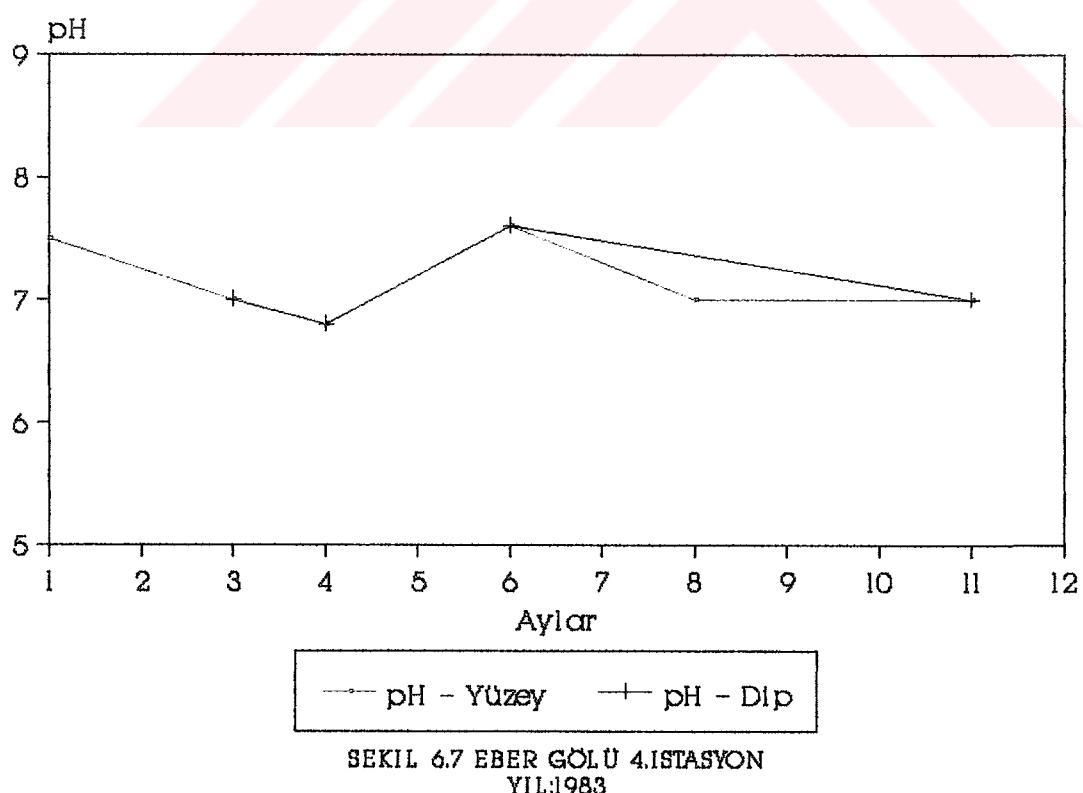
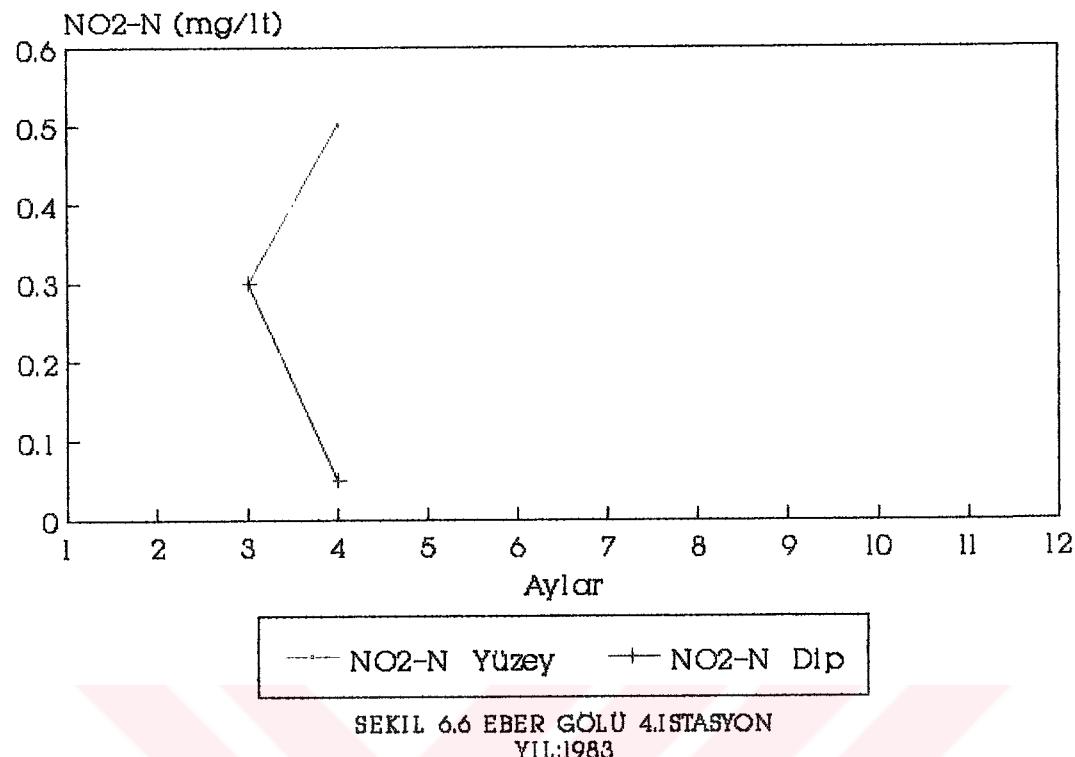
SEKIL 6.3 EBER GÖLÜ 4.ISTASYON
YIL: 1983

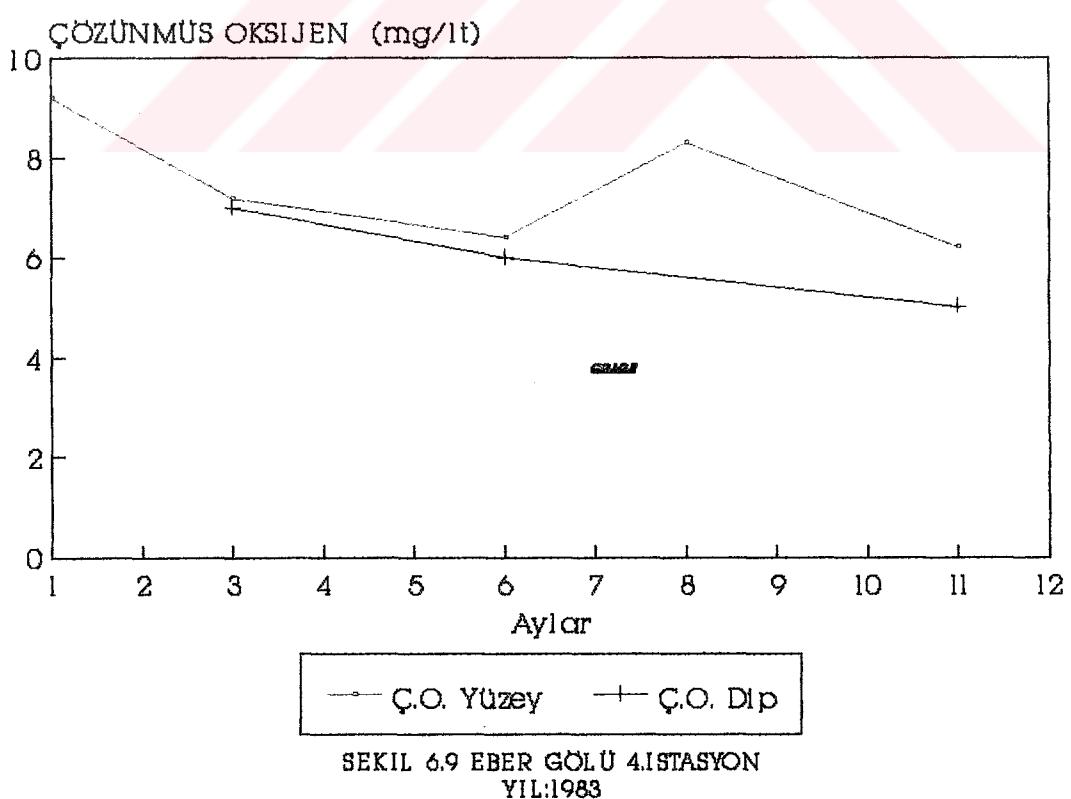
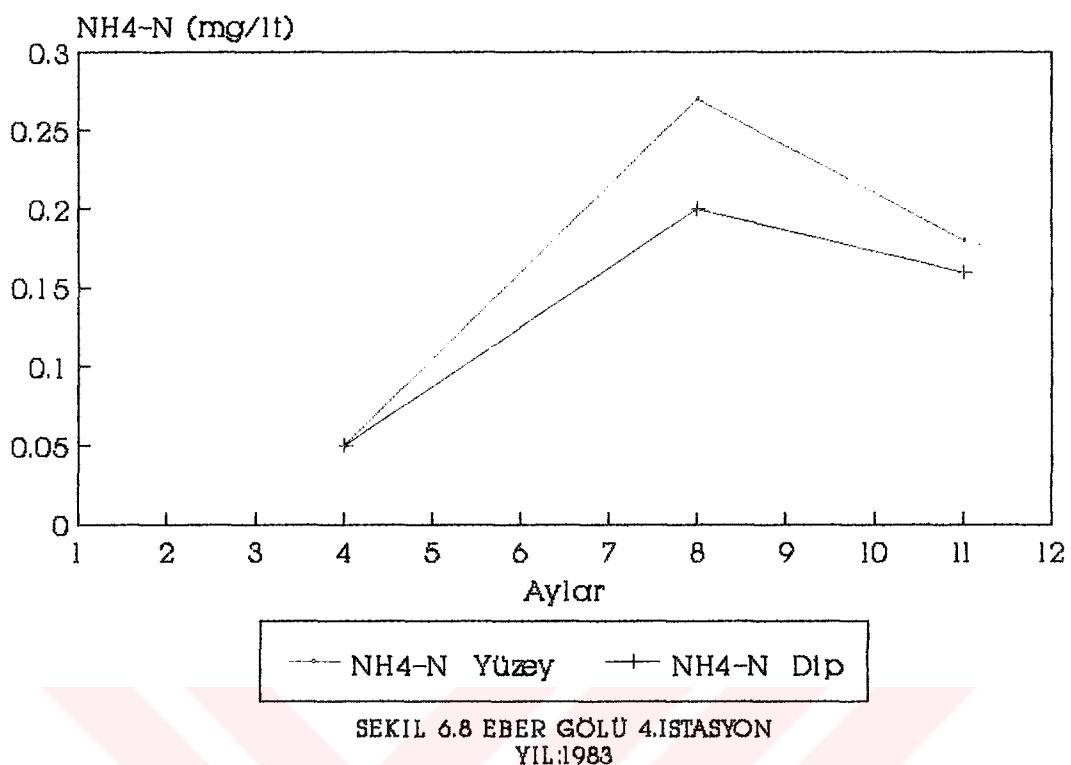


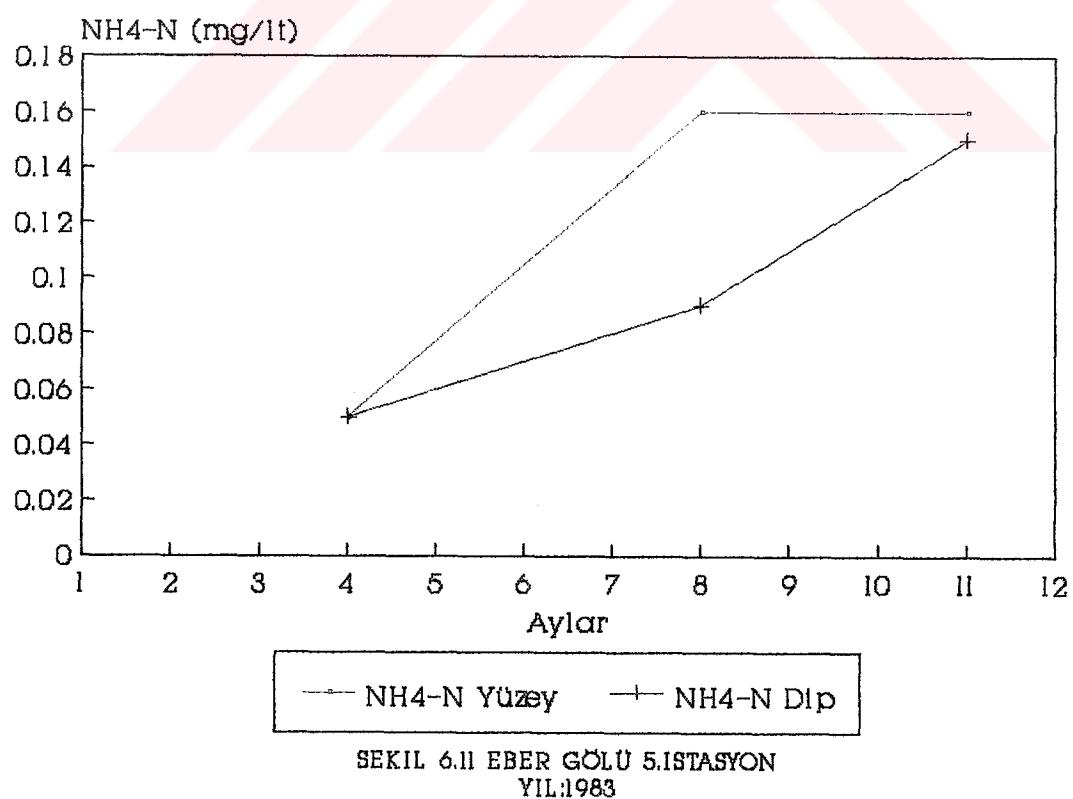
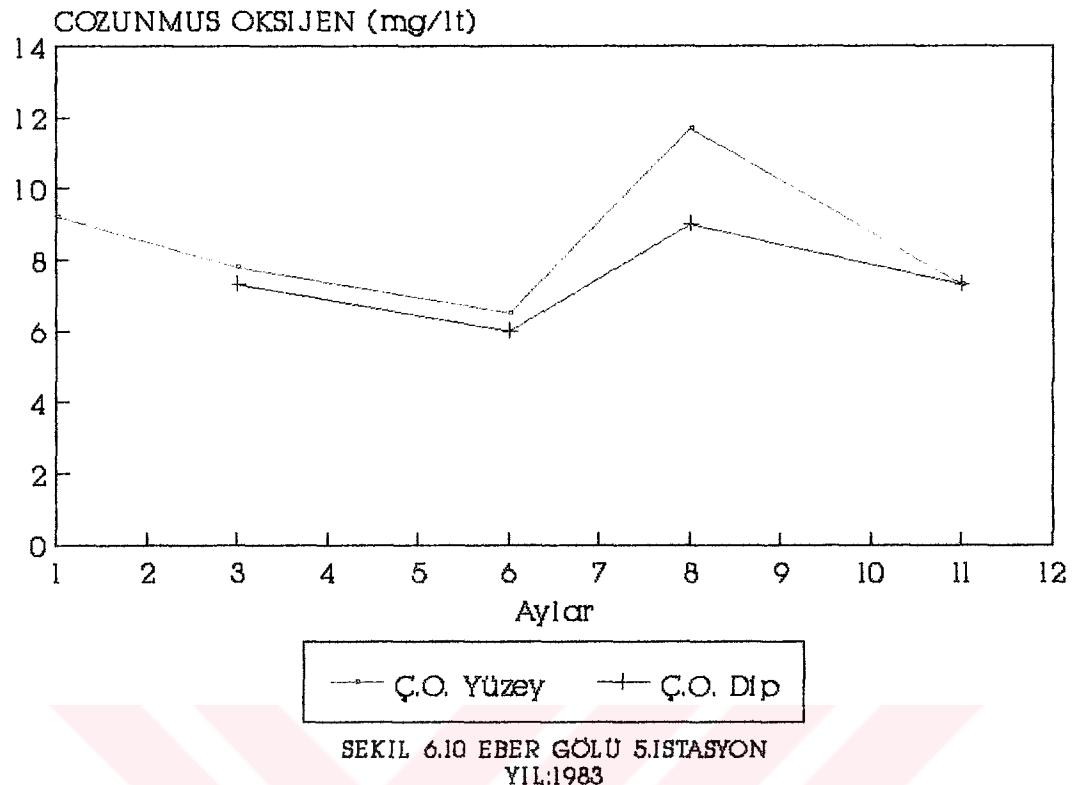
SEKIL 6.4 EBER GÖLÜ 4.ISTASYON
YIL:1983

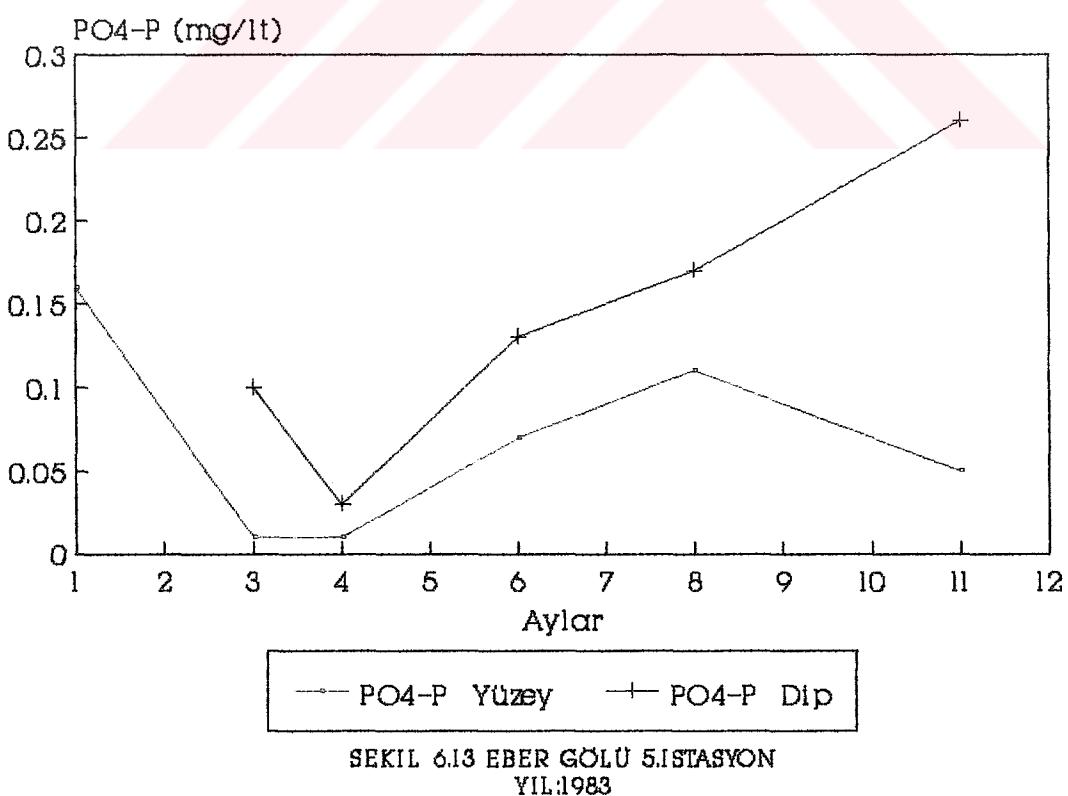
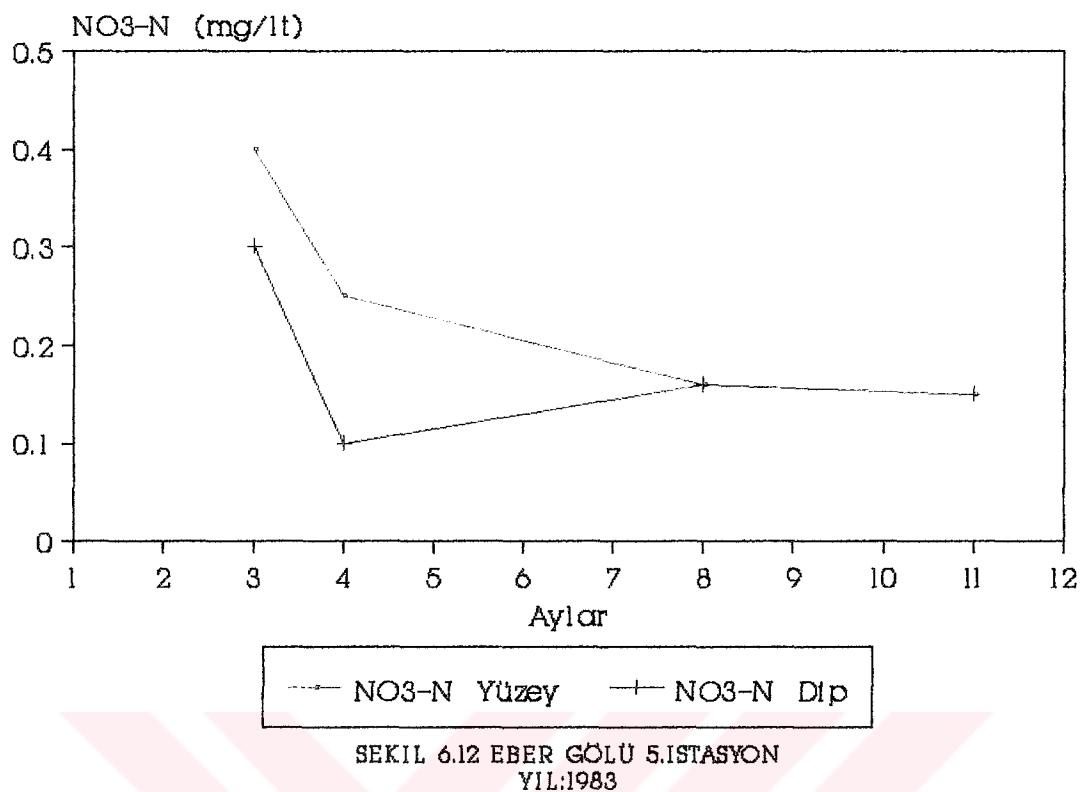


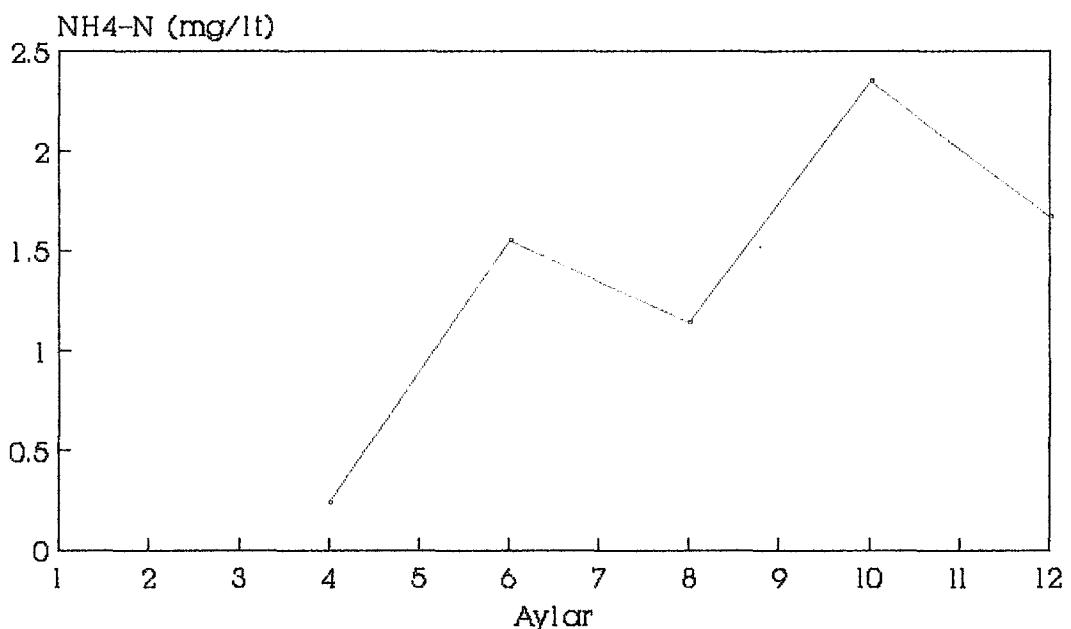
SEKIL 6.5 EBER GÖLÜ 4.ISTASYON
YIL:1983



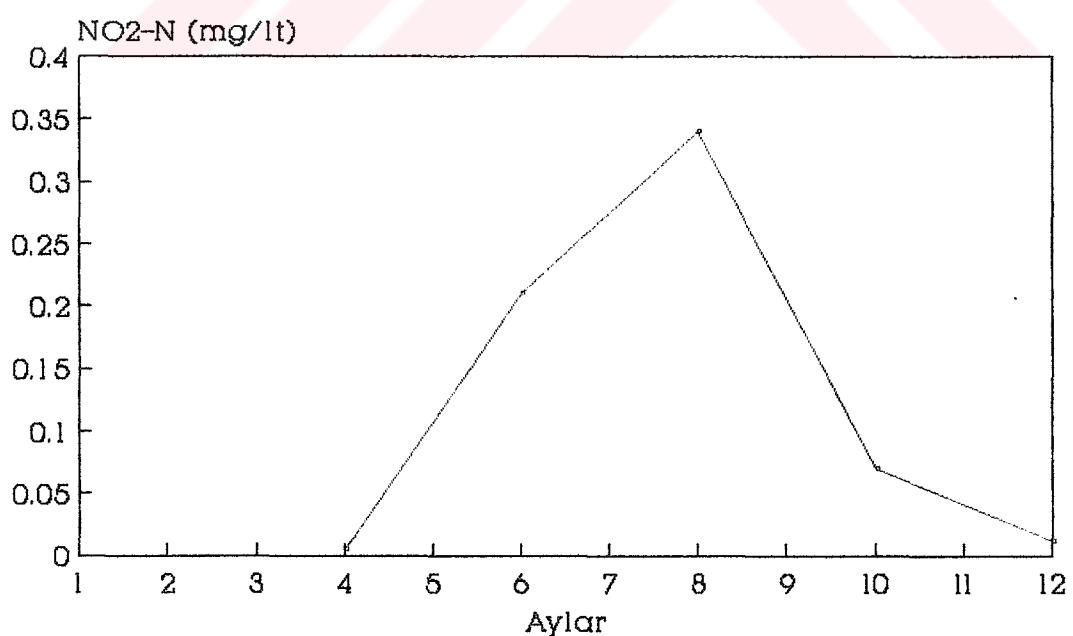




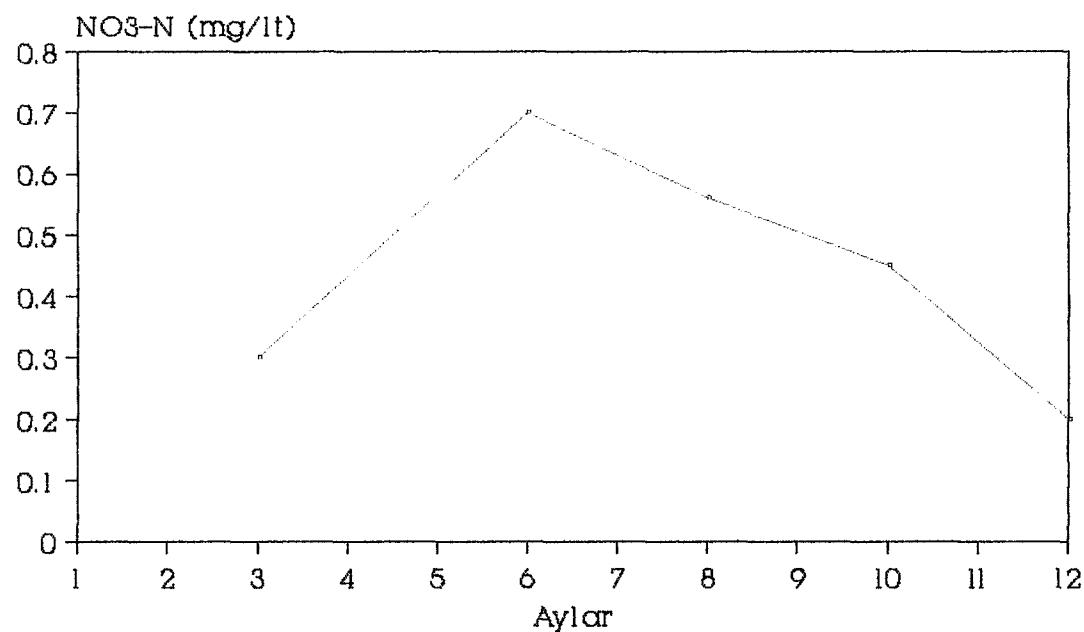




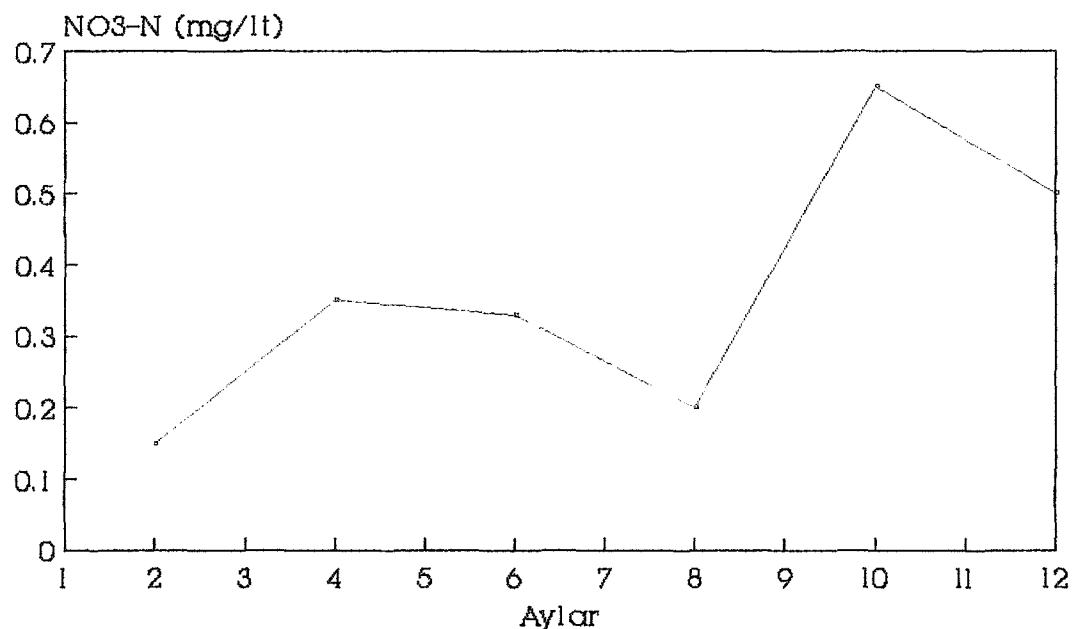
SEKIL 6.14 EBER GÖLÜ 4.ISTASYON
YIL:1991



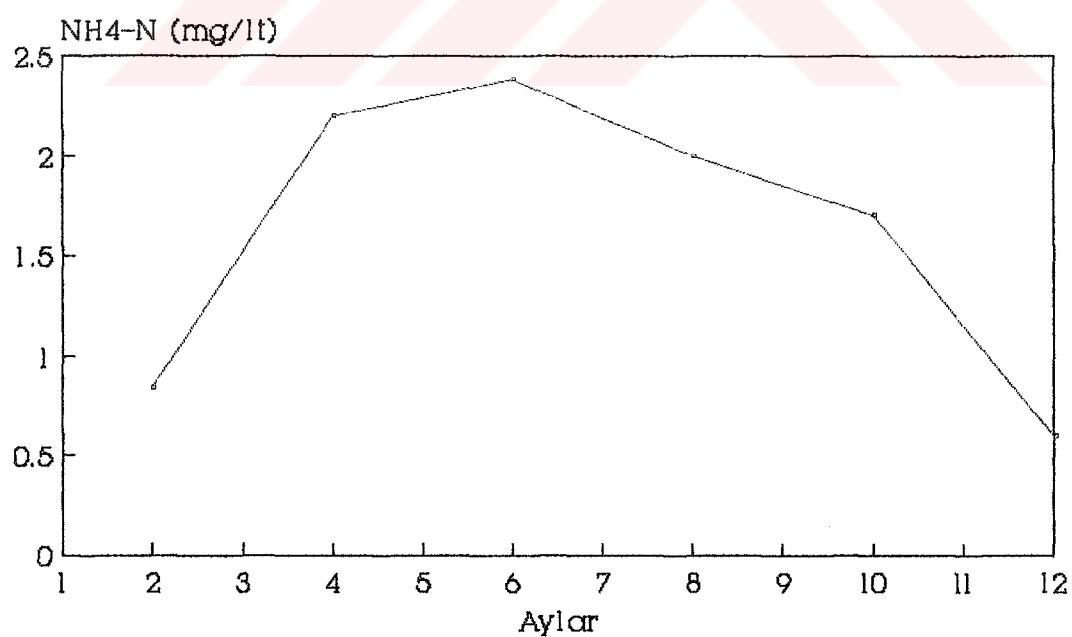
SEKIL 6.15 EBER GÖLÜ 4.ISTASYON
YIL:1991



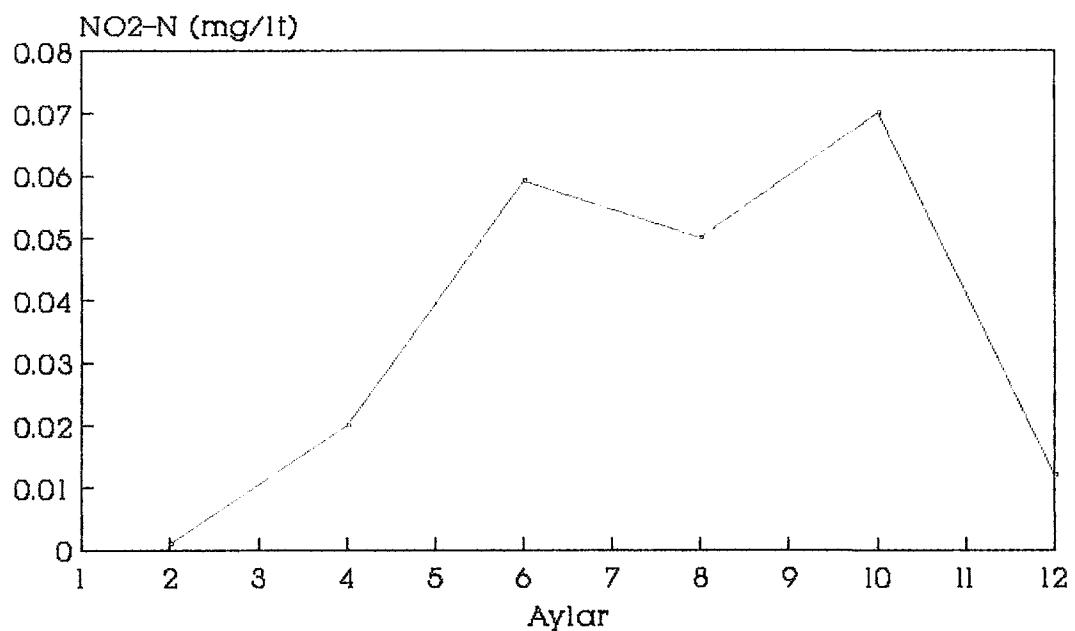
SEKIL 6.16 EBER GÖLÜ 4.ISTASYON
YIL:1991



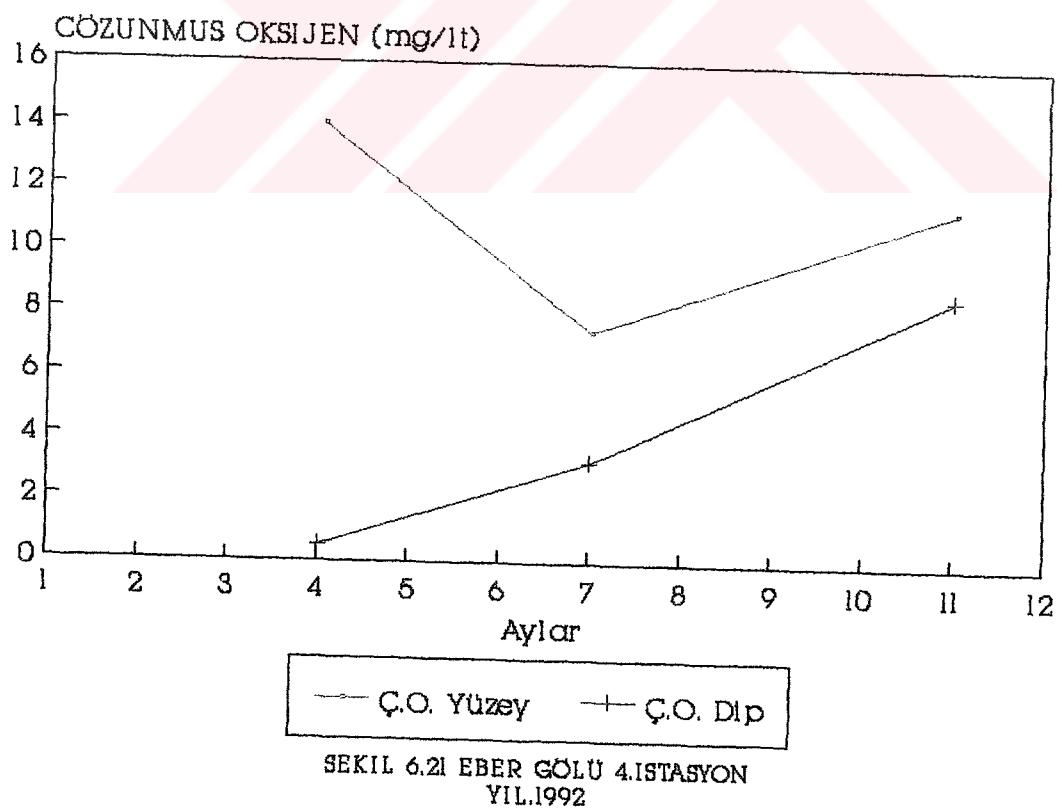
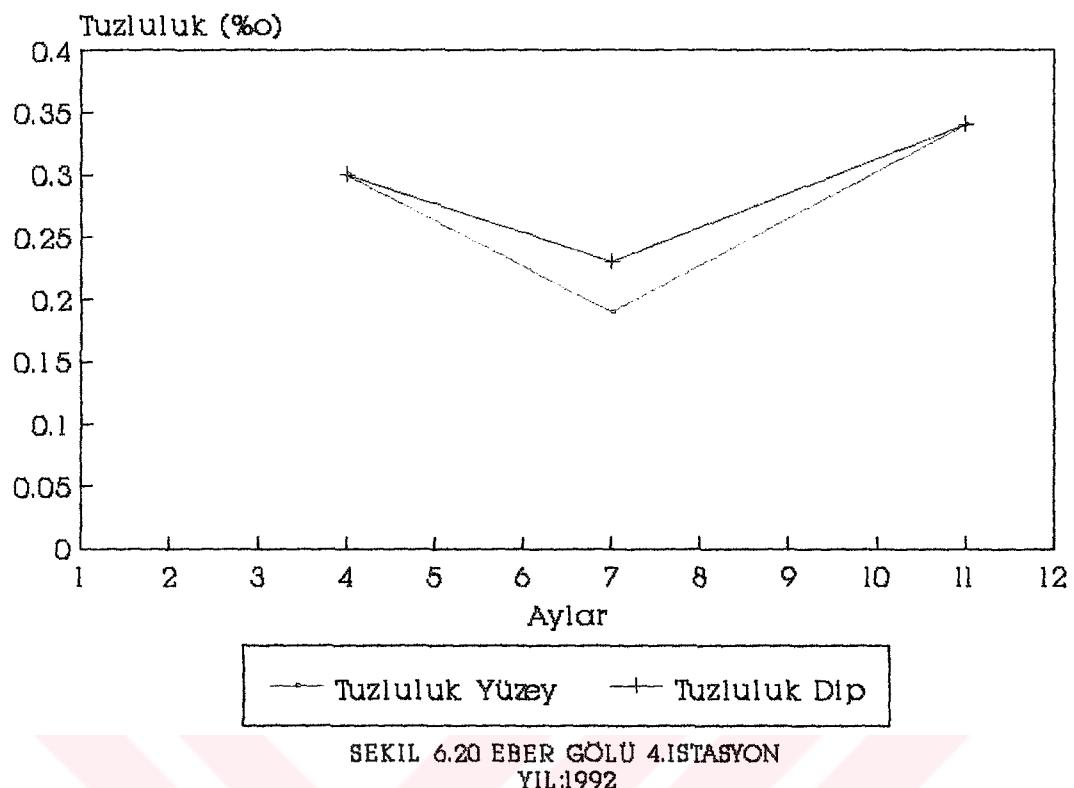
SEKIL 6.17 EBER GÖLÜ 5.ISTASYON
YIL:1991

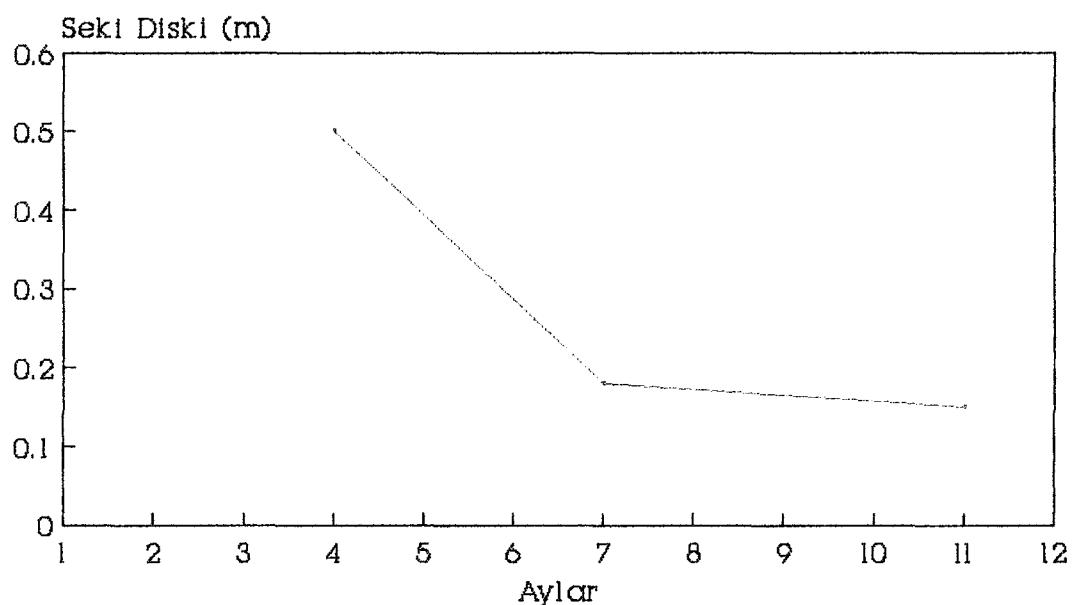


SEKIL 6.18 EBER GÖLÜ 5.ISTASYON
YIL:1991

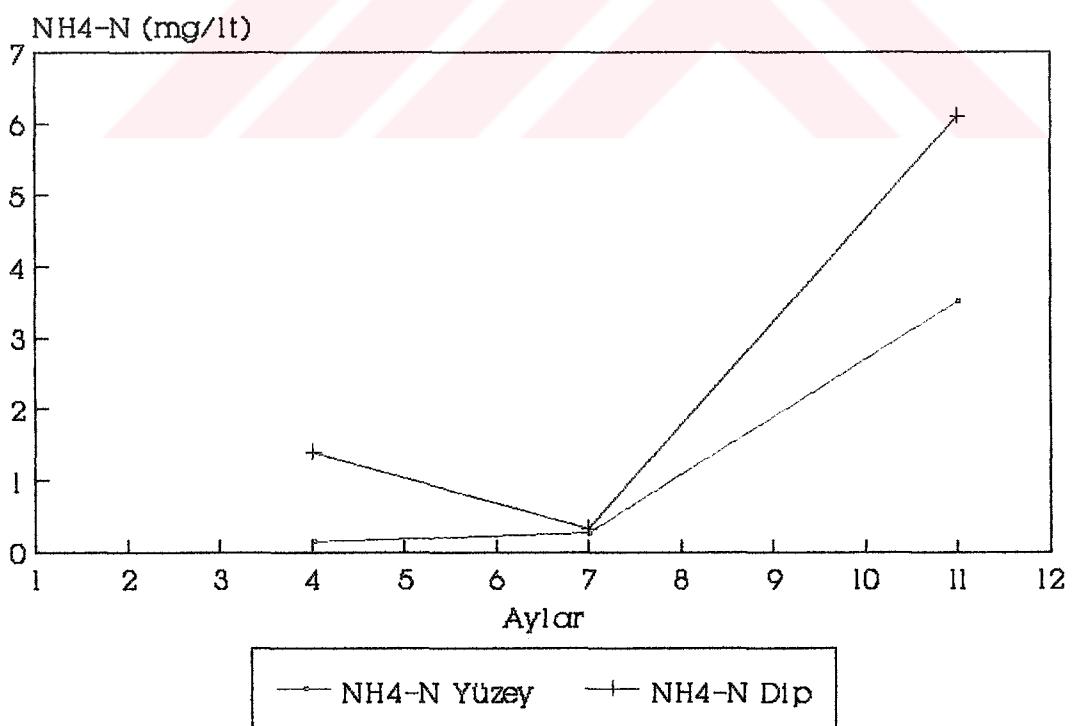


SEKIL 6.19 EBER GÖLÜ 5.ISTASYON
YIL:1991

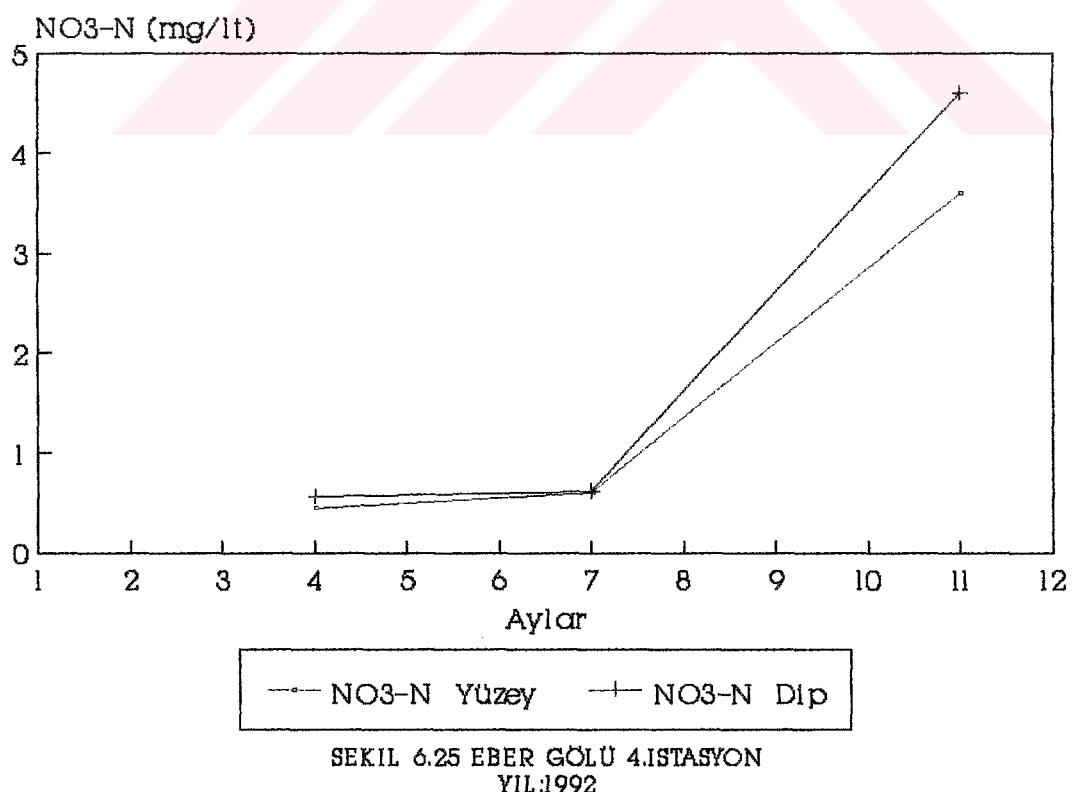
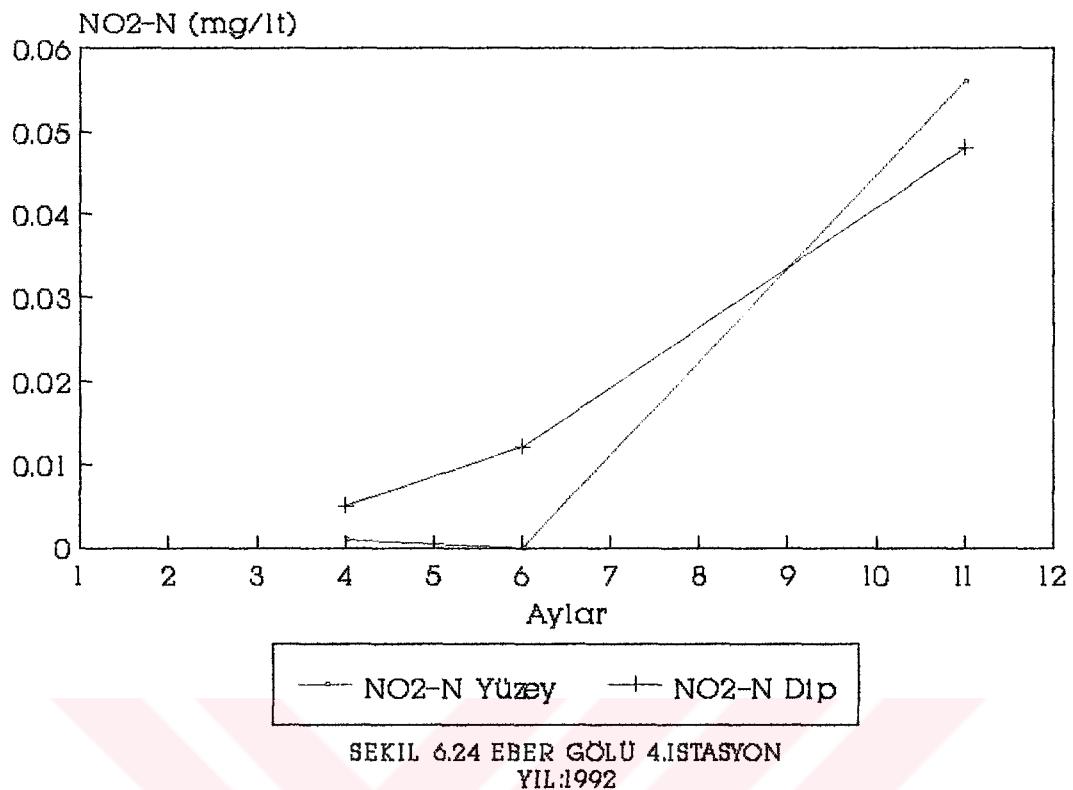


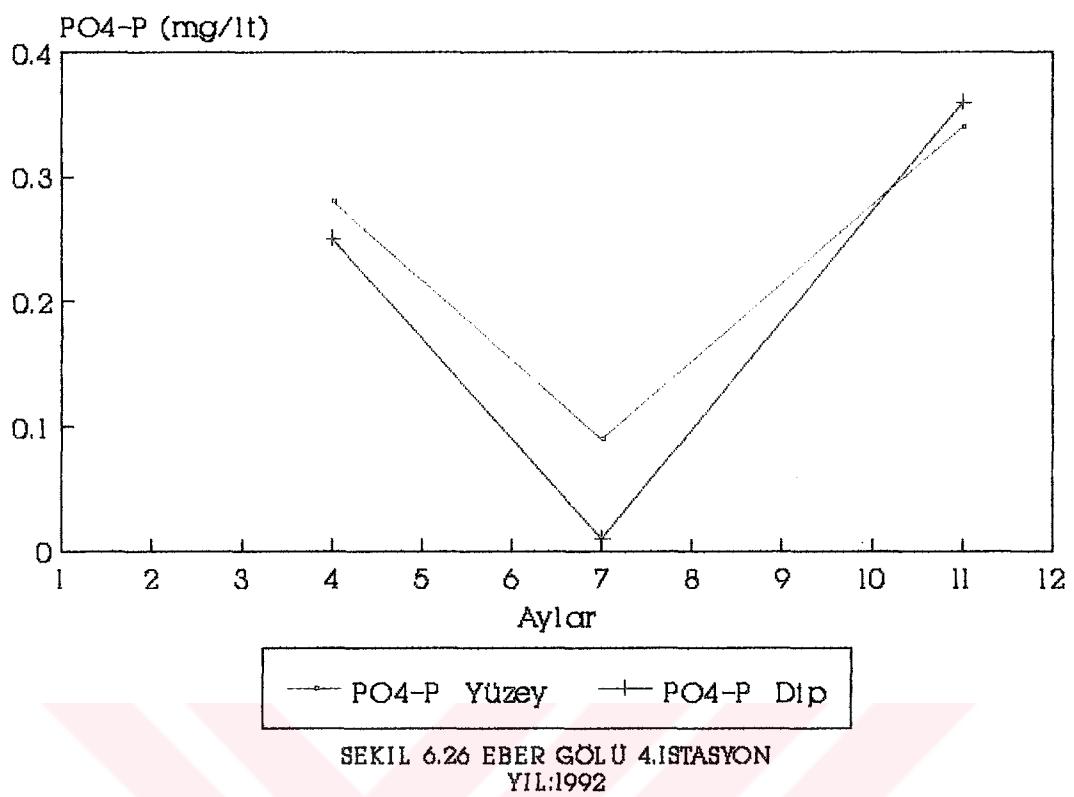


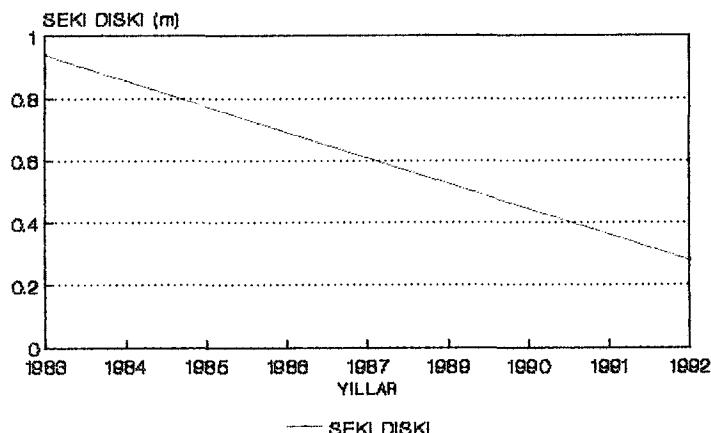
SEKIL 6.22 EBER GÖLÜ 4.ISTASYON
YIL:1992



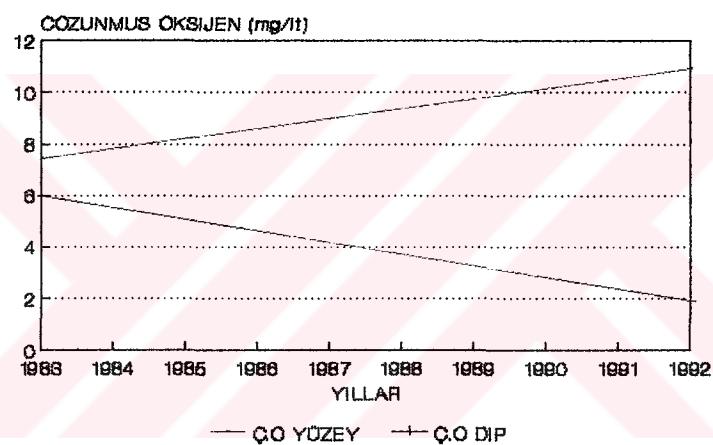
SEKIL 6.23 EBER GÖLÜ 4.ISTASYON
YIL:1992



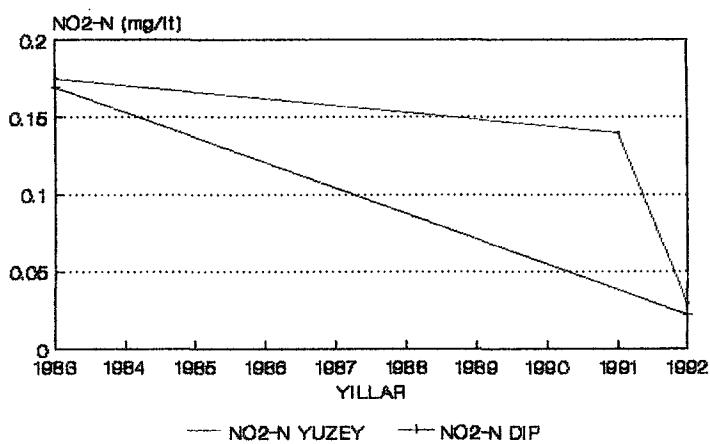




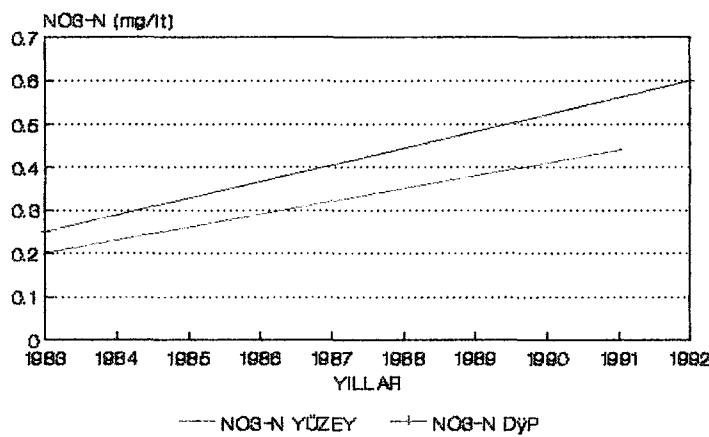
SEKİL 8.27 EBER GÖLÜ 4. İSTASYON
SEKİ DISKİNİN YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



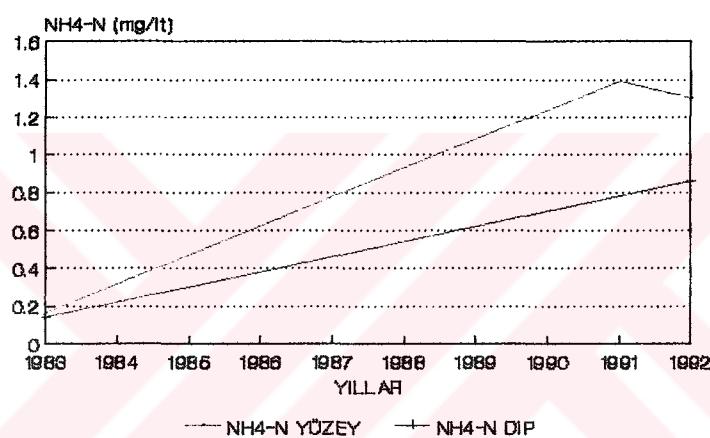
SEKİL 8.28 EBER GÖLÜ 4. İSTASYON
OKSİJENİN YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



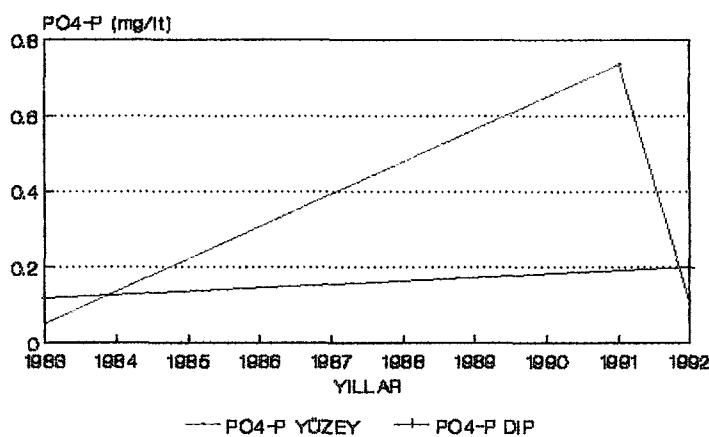
SEKİL 8.29 EBER GÖLÜ 4. İSTASYON
NO₂-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



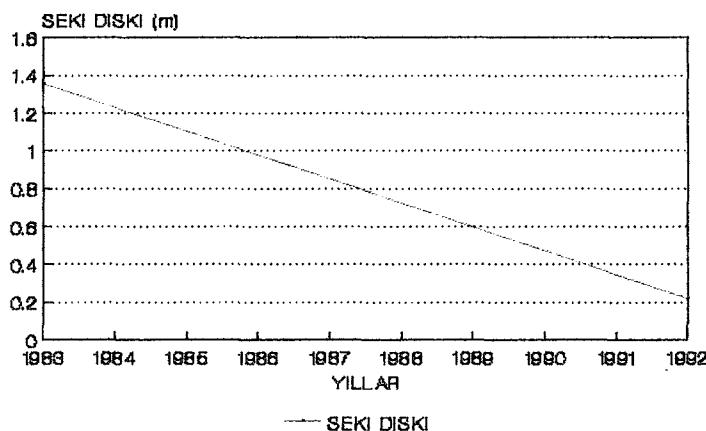
SEKIL 6.30 EBER GÖLU 4.ISTASYON
NO₃-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



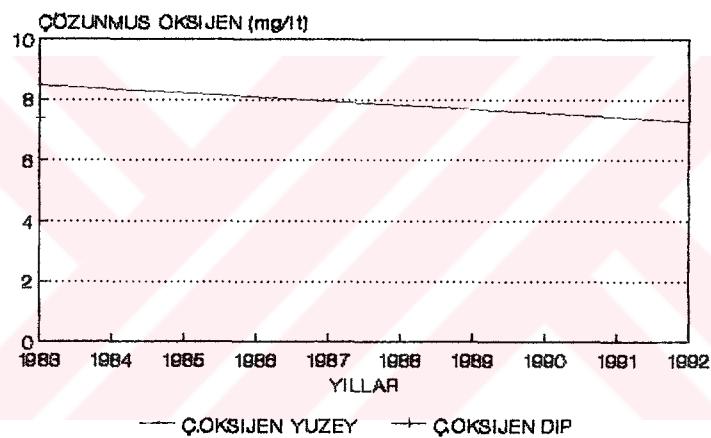
SEKIL 6.31 EBER GÖLU 4.ISTASYON
NH₄-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



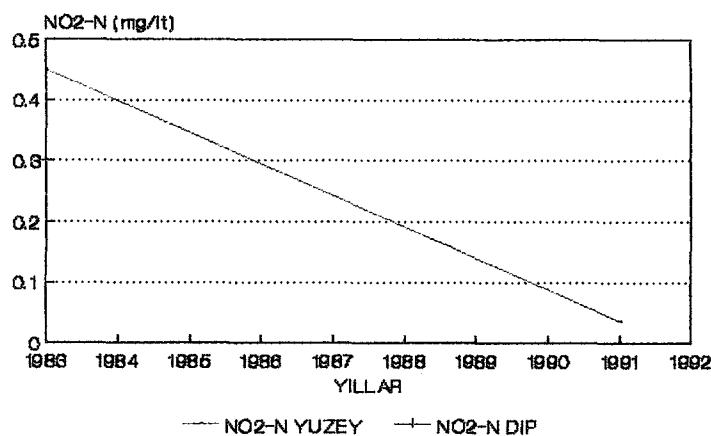
SEKIL 6.32 EBER GÖLU 4.ISTASYON
PO₄-P YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



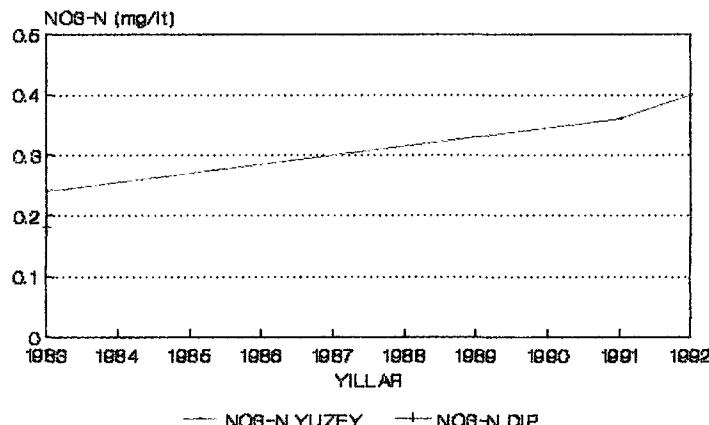
SEKIL 6.33 EBER GÖLÜ 5.ISTASYON
SEKİ DISKİNİN YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



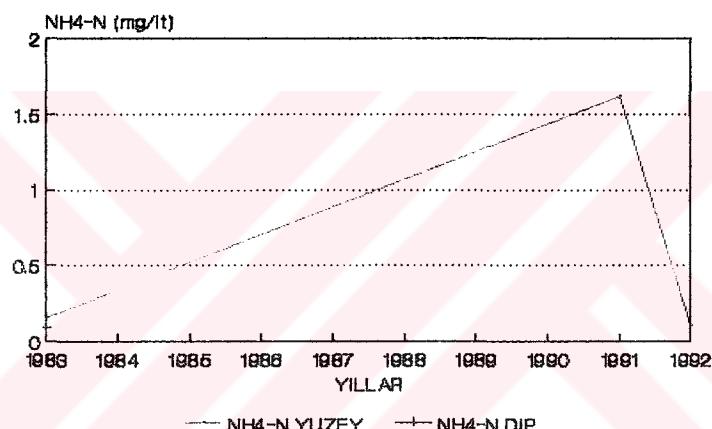
SEKIL 6.34 EBER GÖLÜ 5.ISTASYON
ÇOKSIJENİN YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



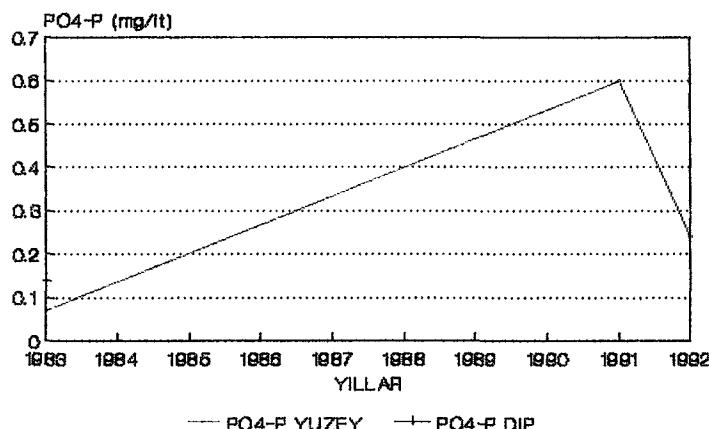
SEKIL 6.35 EBER GÖLÜ 5.ISTASYON
NO₂-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



SEKIL 6.66 EBER GÖLÜ 5.İSTASYON
NO3-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



SEKIL 6.67 EBER GÖLÜ 5.İSTASYON
NH4-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



SEKIL 6.68 EBER GÖLÜ 5.İSTASYON
PO4-P YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ

Bu çalışmalarдан kamışlar arasındaki kanallarda su kalitesinin göl açısından su kalitesinden daha iye olduğu gözlemlenmiştir. Yine sazlık ve kamışlar bölgesinin çözünmüş oksijen yönünden de daha iyi kalitede olduğu bulunmuştur.

1992 yılında 4 No.lu istasyonda yapılan ölçüme göre yüzeyde çözünmüş oksijen miktarı 14 mg/l't iken dipte 0,5 mg/l't bulunmuştur. Bu nedenle tabanda çamur teşekkül ettiği ve bu çamurun anaerob hale geldiği gözlemlenmiştir. Ayrıca göl içinde bırakılan kamış parçalarının bakteriyolojik olarak ayrışması sonucu tabanda bilhassa yazın anaerobik durum teşekkül etmiştir.

6.2. Karamık Gölü

Karamık Gölünde de ilk çalışmalar TÜBİTAK tarafından ÇAG: 45/G, 46, 47/G proje numaraları ile yapılmıştır. 1991 yılında D.S.İ. bir dizi ölçüm yapmış ve en son olarak yine 1992 yılında Çevre Bakanlığı tarafından analizler yaptırılmıştır.

Karamık Gölünde numune alma istasyonları Şekil 6.1'de gösterilmiştir.

1 ve 2 no.lu numune alma istasyonlarının yüzeyinden ve tabanından alınan numunelerin analiz sonuçları Tablo 6.11 - 6.19'da verilmiştir.

Tablo 6.11: Karamık Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
 Numune Yeri: Seka Atıksuyunun Verildiği Difüzör
 Çıkışı (K-1 Yüzey)
 Yıl : 1983 (3,4)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
Seki Diski (cm)	187.00	191.00	160.00	40.00	145.00
Çöz.Oksijen (mg/lt)	7.25	8.00	8.00	3.00	7.30
Sıcaklık (C)	11.80	21.50	15.00	6.00	13.30
Nitrit (mg/lt)	0.50	0.30	Eser	0.60	0.046
Nitrat (mg/lt)	0.35	0.11	0.15	0.50	0.28
Amonyak (mg/lt)	1.10	0.75	0.50	0.90	0.81
T.Fosfat (mg/lt)	0.06	0.02	0.01	0.06	0.04
Tuzluluk (%.)	0.20	0.40	0.40	0.50	0.38

Tablo 6.12: Karamık Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
 Numune Yeri: Seka Atıksuyunun Verildiği Difüzör
 çıkışlığı (K-1 Dip)
 Yıl : 1983 (3,4)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
Çöz.Oksijen (mg/lt)	6.70	7.15	7.20	--	7.00
Sıcaklık (C)	10.30	19.00	13.00	--	--
Nitrit (mg/lt)	0.50	0.30	Eser	--	0.40
Nitrat (mg/lt)	0.30	0.13	0.18	--	0.20
Amonyak (mg/lt)	1.05	0.45	0.70	--	0.73
T.Fosfat (mg/lt)	0.03	0.04	0.01	--	0.03
Tuzluluk,(%)	0.15	0.20	0.40	--	0.25

Tablo 6.13: Karamık Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
Numune Yeri: Karamık Gölü Ayna Kismi (K-2 Yüzey)
Yıl : 1983 (3,4)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
Seki Diski (cm)	225.00	180.00	160.00	170.00	181.00
cöz.Oksijen (mg/lt)	7.50	8.20	7.90	8.10	7.90
Sıcaklık (C)	11.80	24.00	13.00	6.50	13.30
Nitrit (mg/lt)	0.40	0.30	Eser	0.40	3.68
Nitrat (mg/lt)	0.30	0.11	0.15	0.50	0.26
Amonyak (mg/lt)	0.75	0.35	0.60	0.60	0.58
T.Fosfat (mg/lt)	0.02	0.03	0.01	0.08	0.03
Tuzluluk (%)	0.60	0.20	0.40	0.50	0.43

Tablo 6.14: Karamık Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
Numune Yeri: Karamık Gölü Ayna Kismi (K-2 Dip)
Yıl : 1983 (3,4)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
cöz.Oksijen (mg/lt)	7.20	4.80	7.00	--	6.30
Sıcaklık (C)	10.30	20.00	12.00	--	--
Nitrit (mg/lt)	0.40	0.30	Eser	--	0.35
Nitrat (mg/lt)	0.30	0.17	0.20	--	0.22
Amonyak (mg/lt)	0.75	0.35	0.70	--	0.60
T.Fosfat (mg/lt)	0.04	0.11	0.03	--	0.06
Tuzluluk (%)	0.20	0.20	0.40	--	0.27

Tablo 6.15: Karamık Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
 Numune Yeri: Karamık Gölü Ayna Kismi (K-2 Yüzey)
 Yıllı : 1991 (11)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
pH	7.40	8.00	--	7.80	7.70
Sıcaklık (C)	17.00	25.00	--	9.00	17.00
coz.Oksijen (mg/lt)	5.85	4.30	--	6.60	5.58
T.Fosfat (mg/lt)	0.50	0.75	--	0.10	0.45

Tablo 6.16: Karamık Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degrısmı
 Numune Yeri: Seka Atıksularının Verildiği Difuzor
 çıkışı (K-1 YUZEY)
 Yıllı : 1992 (10)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
Seki Diski (cm)	1.35	1.50	0.55	--	0.28
coz.Oksijen (mg/lt)	3.30	3.20	5.40	--	10.93
Sıcaklık (C)	14.80	26.00	4.40	--	14.20
Nitrit (mg/lt)	--	0.008	0.005	--	0.006
Nitrat (mg/lt)	0.70	1.77	2.10	--	1.53
Amonyak (mg/lt)	--	0.88	1.00	--	0.94
T.Fosfat (mg/lt)	--	0.23	0.07	--	0.15
Tuzluluk (%)	1.10	1.04	1.10	--	1.08
Klorofil-a (mg/m3)	--	2.46	--	--	2.46

Tablo 6.17: Karamık Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
 Numune Yeri: Seka Atıksularının Verildiği Difuzor
 çıkışı (K-1 YUZEY)
 Yıllı : 1992 (10)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
coz.Oksijen (mg/lt)	1.10	0.20	3.40	--	1.57
Sıcaklık (C)	12.50	21.70	3.90	--	--
Nitrit (mg/lt)	0.153	0.005	0.02	--	0.06
Nitrat (mg/lt)	1.10	2.73	2.40	--	2.07
Amonyak (mg/lt)	0.97	1.60	1.04	--	1.20
T.Fosfat (mg/lt)	0.27	0.25	0.10	--	0.21
Tuzluluk (%)	1.10	1.10	1.00	--	1.10

Tablo 6.18: Karamık Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
 Numune Yeri: Karamık Gölü Ayna Kismi (K-2 Yuzey)
 Yıl: 1992 (10)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
Sekili Diski (cm)	1.20	1.25	1.50	--	1.32
cöz.Oksijen (mg/lt)	5.80	7.90	11.40	--	8.37
Sıcaklık (C)	15.10	27.50	3.80	--	--
Nitrit (mg/lt)	0.068	0.005	0.002	--	0.025
Nitrat (mg/lt)	0.70	1.55	1.90	--	1.39
Amonyak (mg/lt)	0.51	0.57	0.70	--	0.60
T.Fosfat (mg/lt)	0.14	0.16	0.29	--	0.19
Tuzluluk (%.)	1.10	0.93	1.00	--	1.01
Klorofil-a (mg/m3)	5.54	1.76	4.09	--	3.80

Tablo 6.19: Karamık Gölü Su Kalitesi Mevsimlik Degisimi
 Numune Yeri: Karamık Gölü Ayna Kismi (K-2 Dip)
 Yıl : 1992 (10)

PARAMETRE	M E V S I M				
	Ilkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
cöz.Oksijen (mg/lt)	5.00	13.00	4.80	--	7.60
Sıcaklık (C)	11.50	24.00	3.94	--	--
Nitrit (mg/lt)	--	0.005	0.029	--	0.017
Nitrat (mg/lt)	1.06	1.75	1.20	--	1.34
Amonyak (mg/lt)	--	0.30	0.54	--	0.42
T.Fosfat (mg/lt)	0.22	0.11	0.03	--	0.12
Tuzluluk (%.)	0.90	0.90	1.08	--	0.96

Tablo 6.20: Karamık Gölü Su Kalitesi Yıllara Göre Degisimi
Karamık Gölü 1 No'lu İstasyon

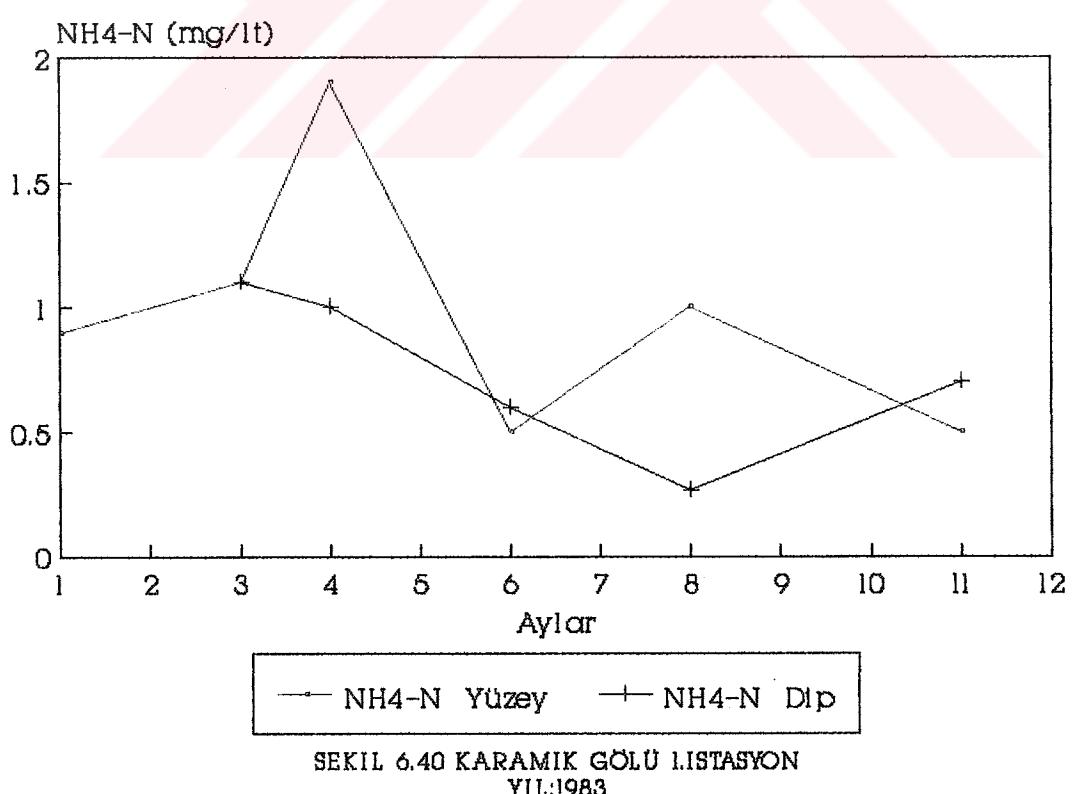
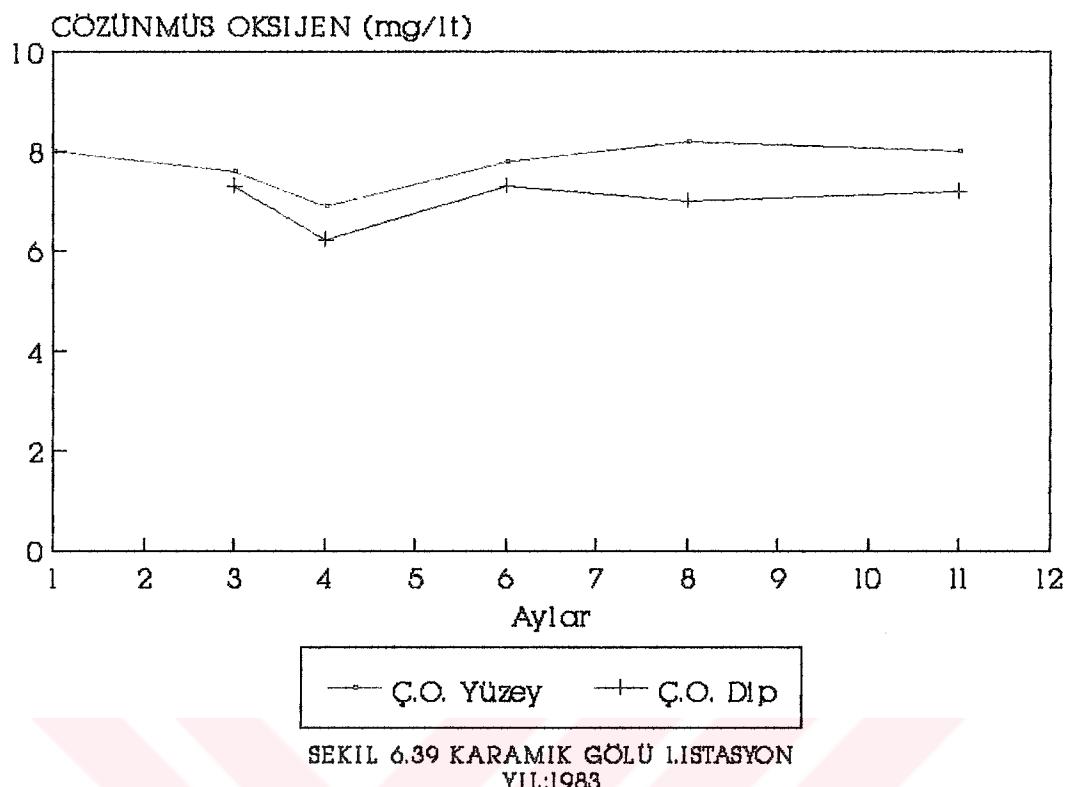
PARAMETRE	K-1 YUZEY		K-1 DIP	
	1983	1992	1983	1992
Seki Diski (cm)	1.60	0.74	--	--
cöz.Oksijen (mg/lt)	7.75	3.97	7.00	1.57
Nitrit (mg/lt)	0.48	0.007	0.44	0.06
Nitrat (mg/lt)	0.26	1.53	0.21	2.07
Amonyak (mg/lt)	0.98	0.94	0.73	1.20
T.Fosfat (mg/lt)	0.02	0.15	0.026	0.21
Tuzluluk (%)	0.34	1.08	0.23	1.10

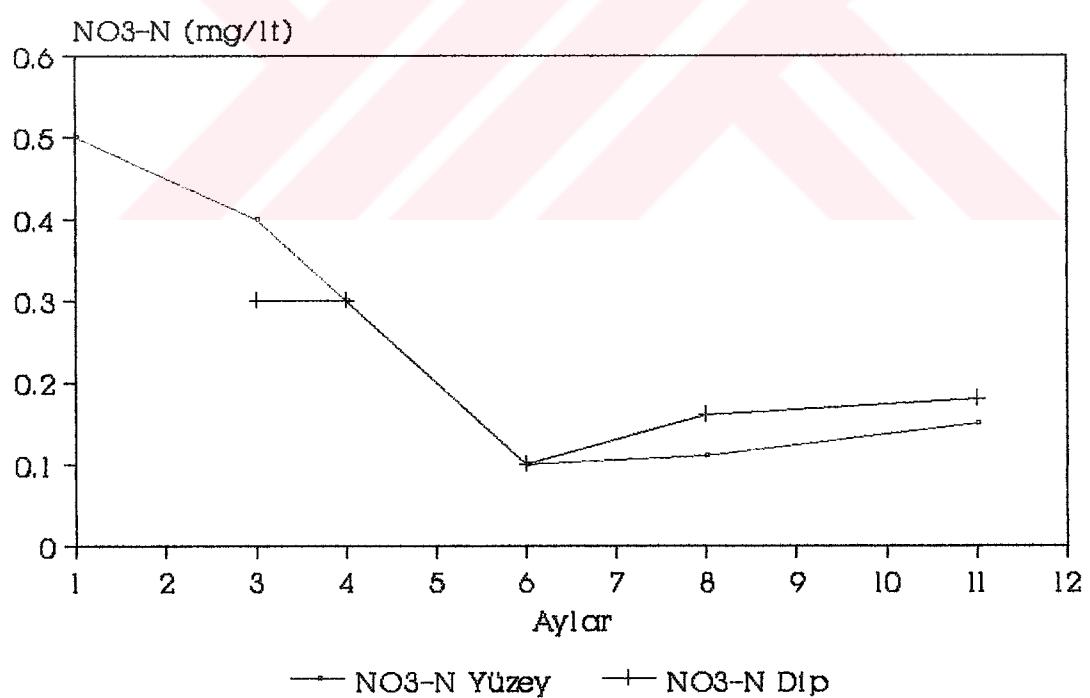
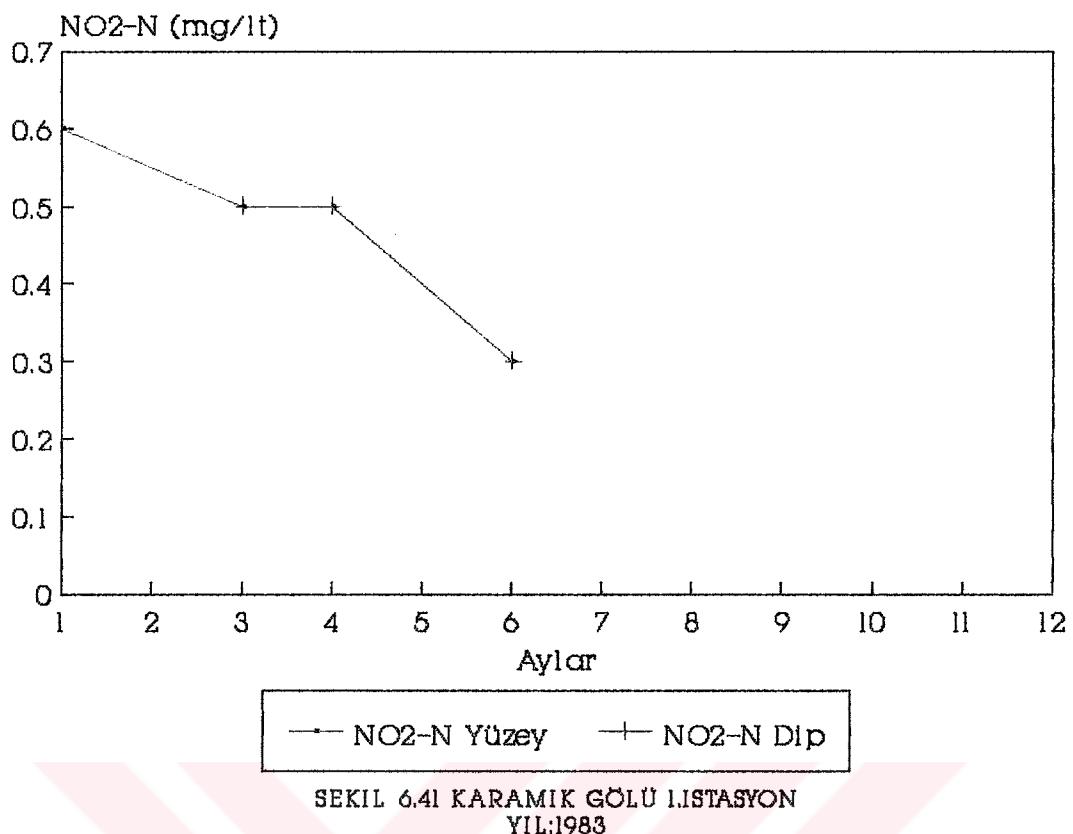
Tablo 6.21: Karamık Gölü Su Kalitesi Yıllara Göre Degisimi
Karamık Gölü 2 No'lu İstasyon

PARAMETRE	K-2 YUZEY		K-2 DIP	
	1983	1992	1983	1992
Seki Diski (cm)	1.64	1.32	--	--
cöz.Oksijen (mg/lt)	8.02	8.32	6.18	4.90
Nitrit (mg/lt)	0.35	0.025	0.40	0.017
Nitrat (mg/lt)	0.23	1.39	0.23	1.34
Amonyak (mg/lt)	0.52	0.60	0.58	0.42
T.Fosfat (mg/lt)	0.036	0.19	0.064	0.12
Tuzluluk (%)	0.15	1.01	--	0.96

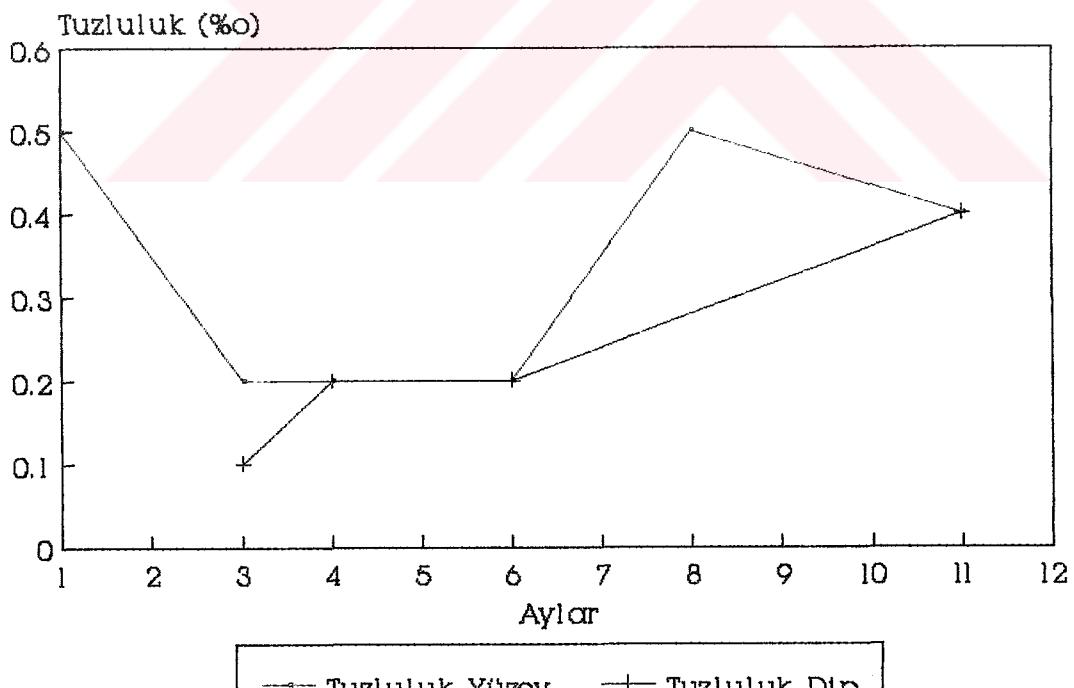
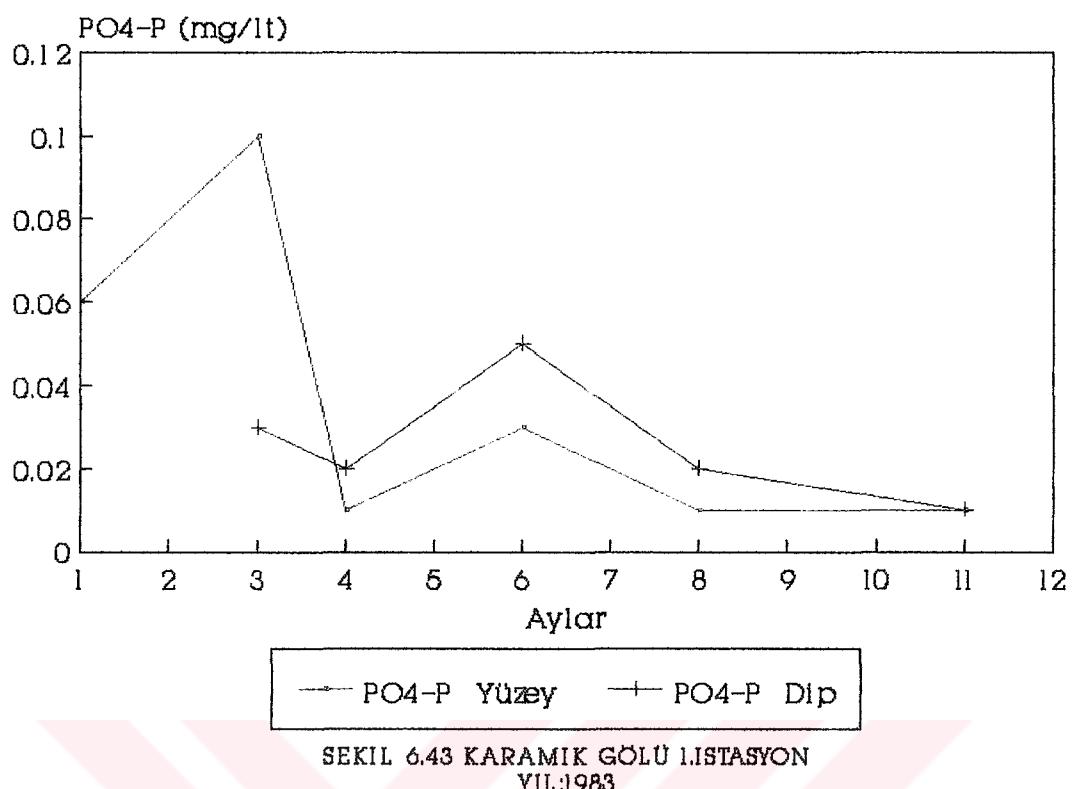
Tablo 6.11 - 6.19'da verilen analiz sonuçları grafikte çizilerek Şekil 6.39 - 6.68'de gösterilmiştir.

Tablo 6.20 - 6.21'de ise Karamık Gölü'nün Yıllara göre analiz sonuçları verilmiştir. Bu analiz sonuçlarının yıllara göre değişimlerinin grafik gösterimi Şekil 6.69 - 6.80'de verilmiştir.

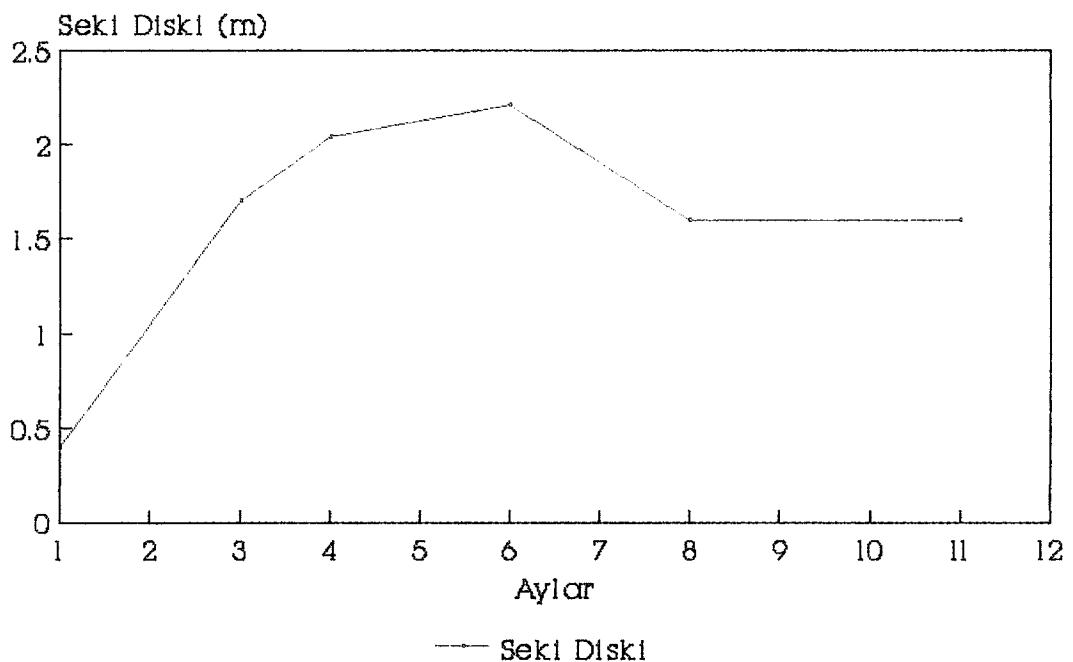




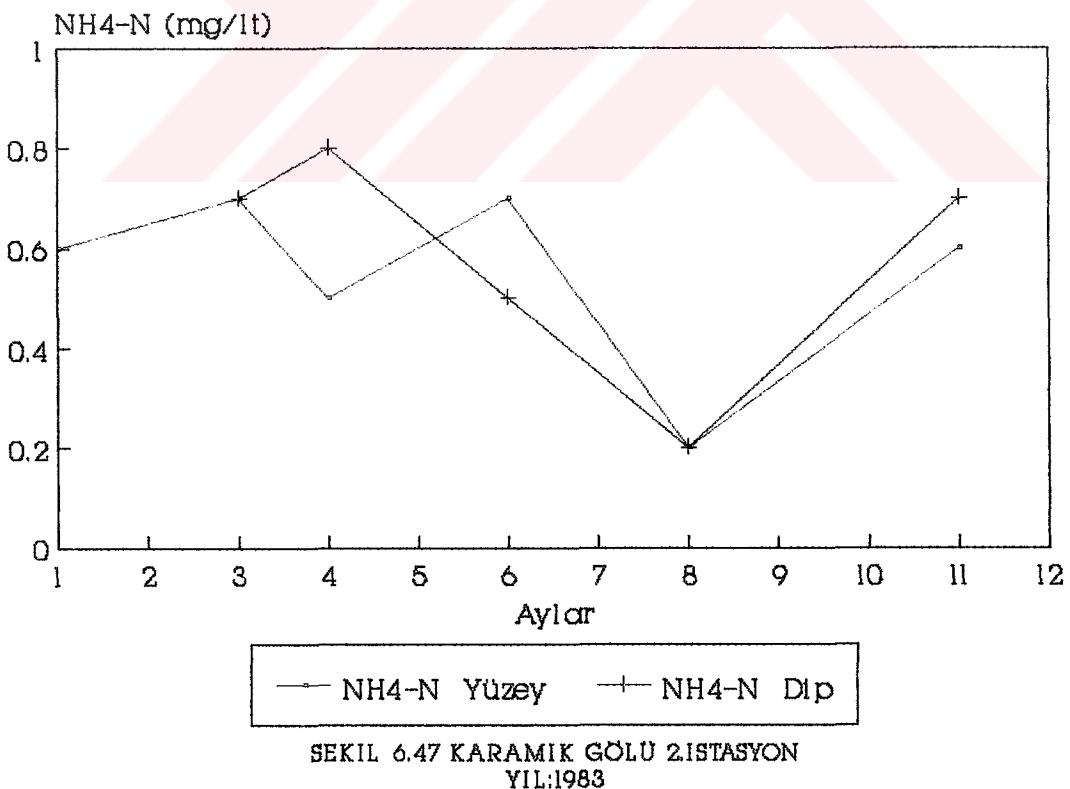
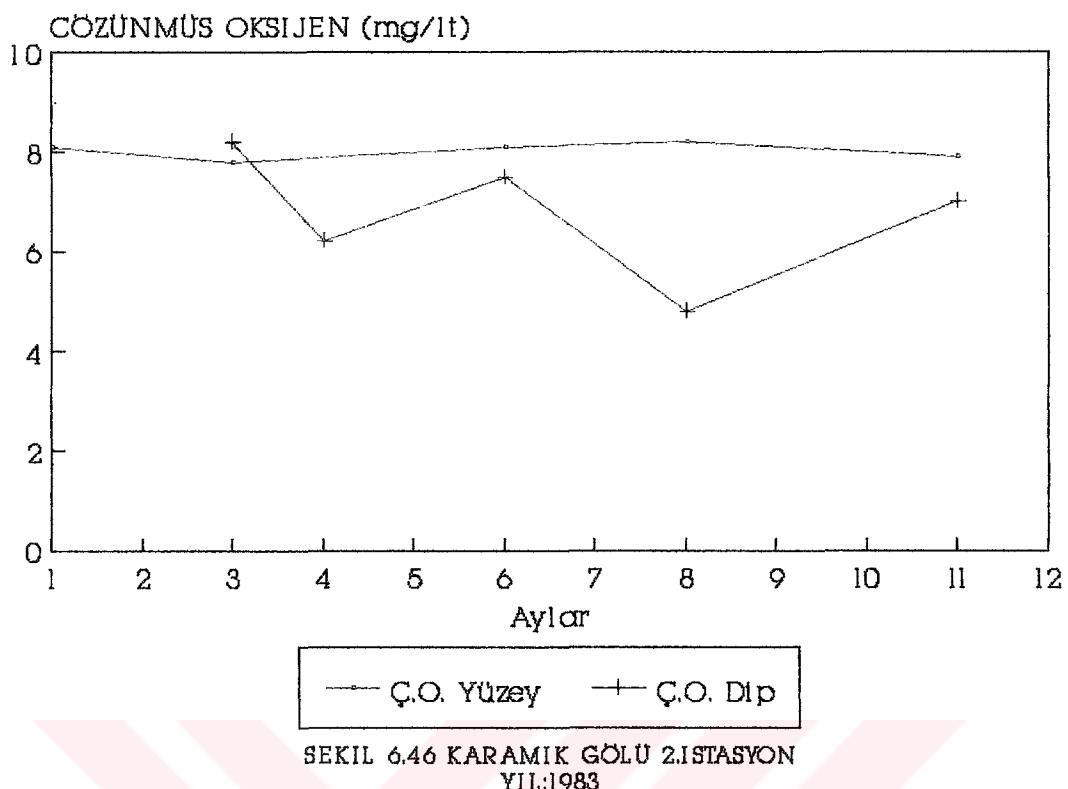
SEKIL 6.42 KARAMIK GÖLÜ İSTASYON
YIL:1983

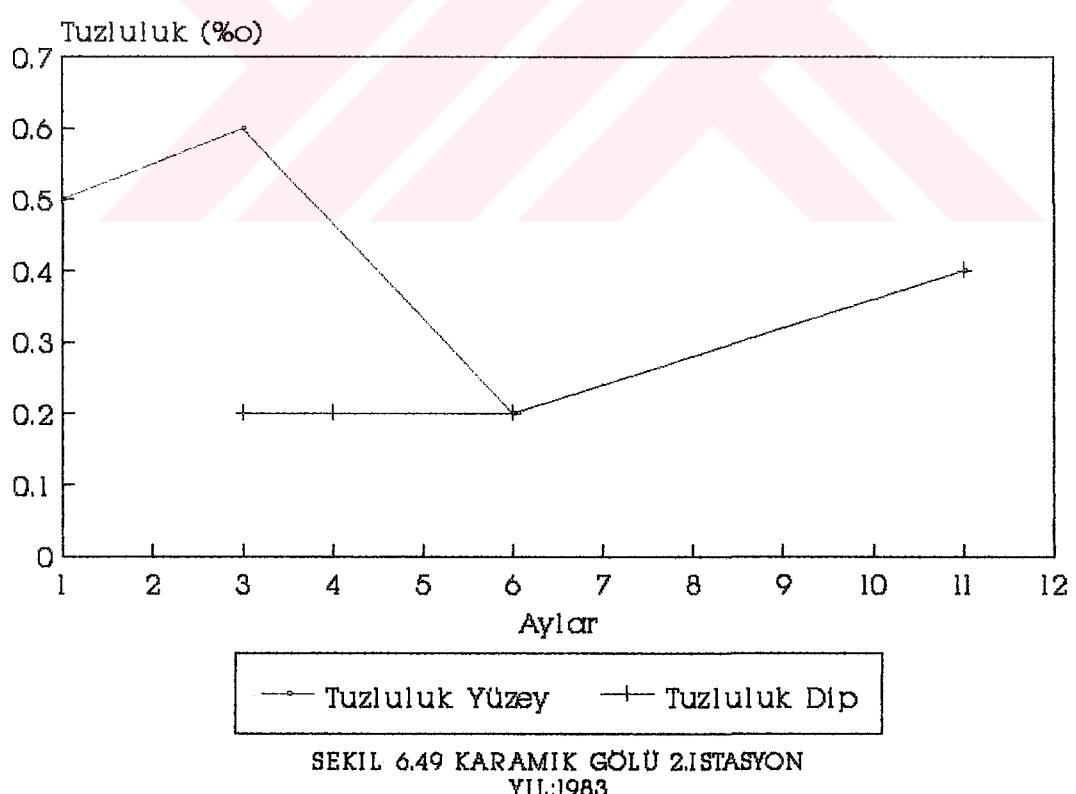
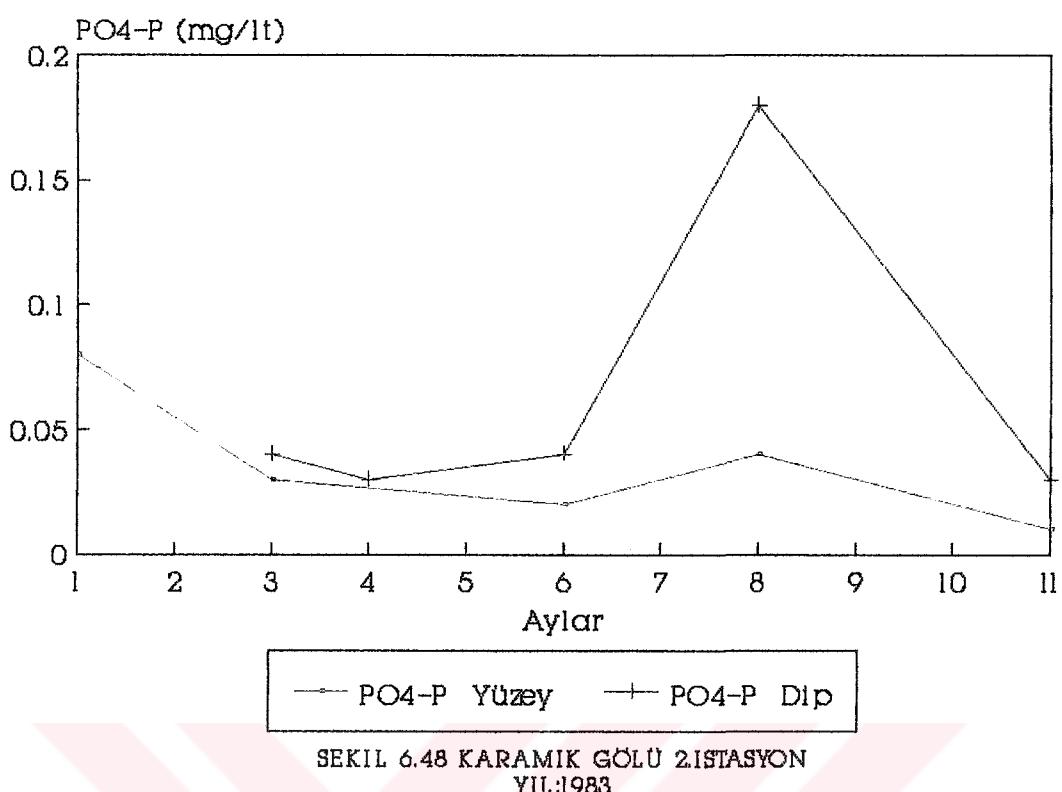


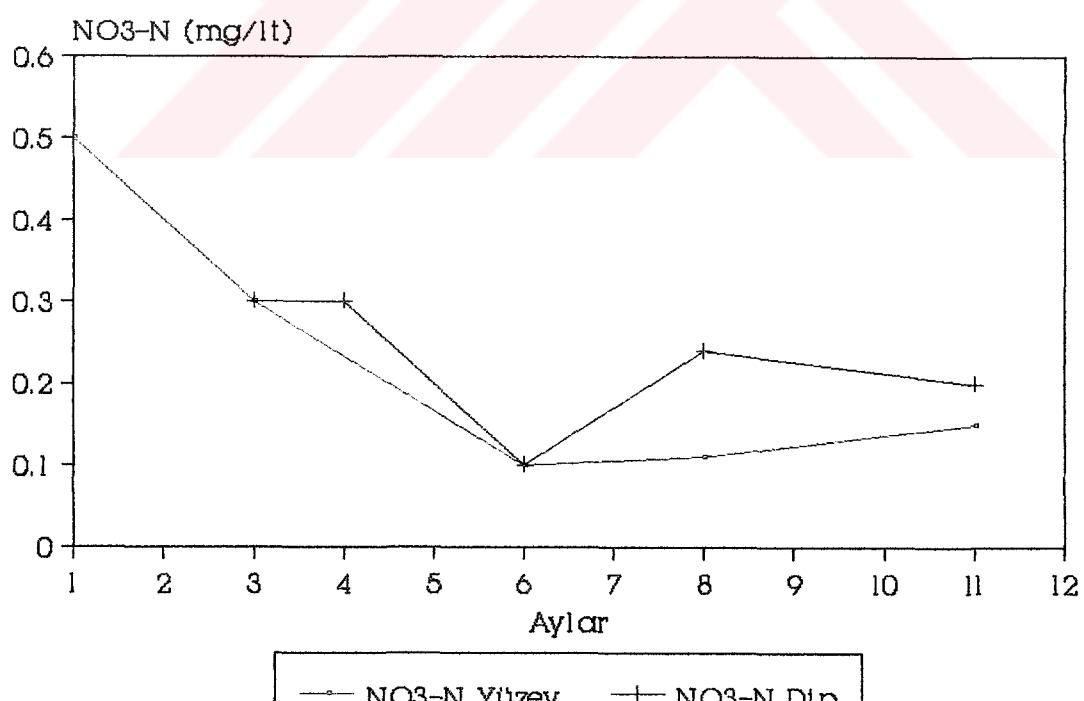
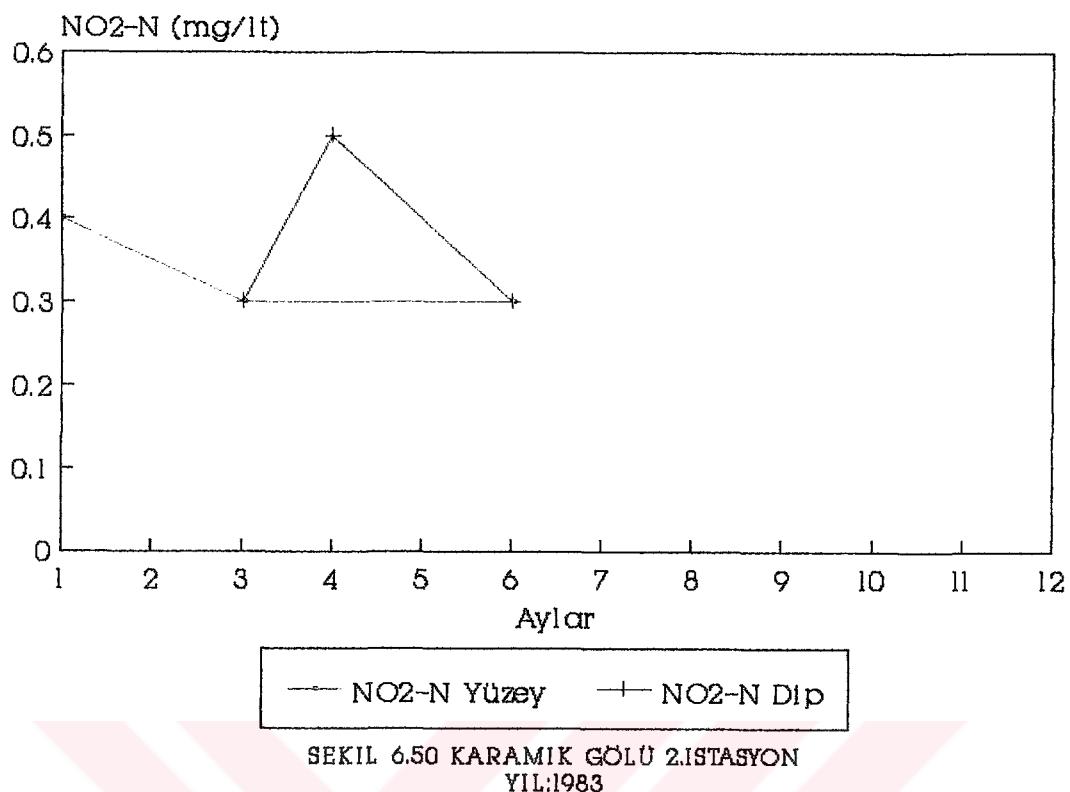
SEKIL 6.44 KARAMIK GÖLÜ 1.ISTASYON
YIL:1983



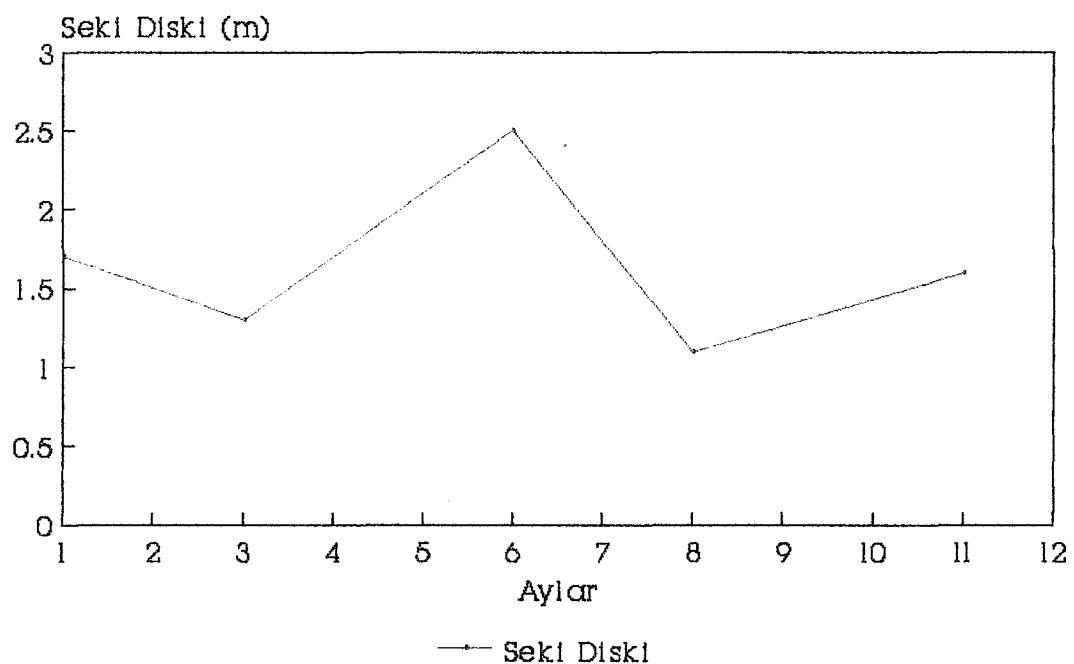
SEKIL 6.45 KARAMIK GÖLÜ İSTASYON
YIL:1983



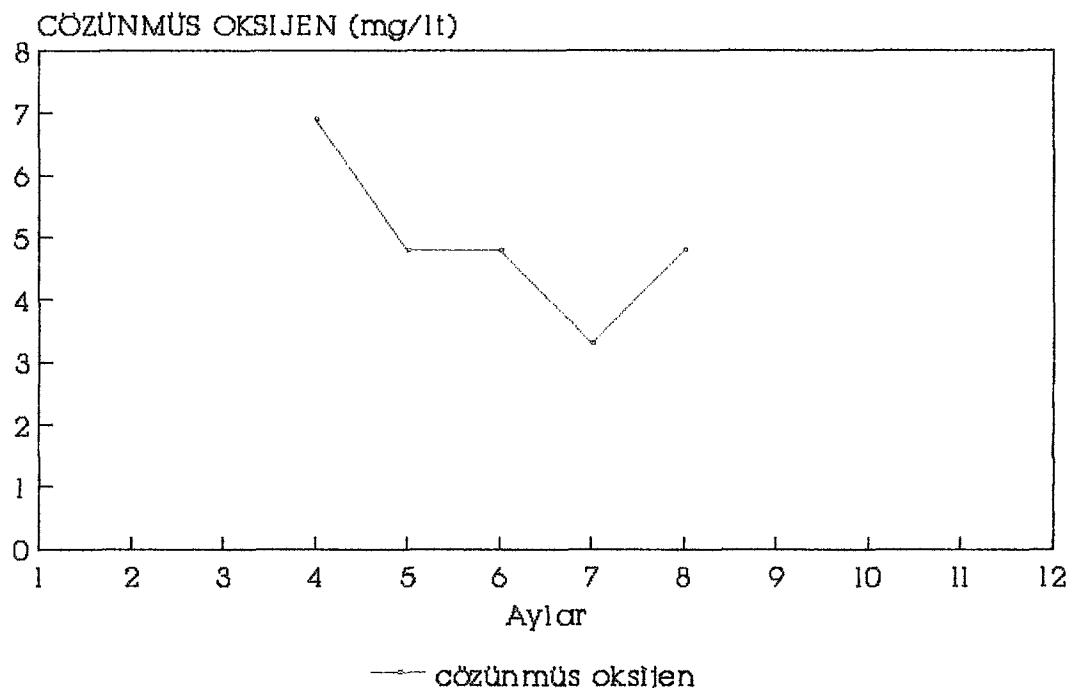




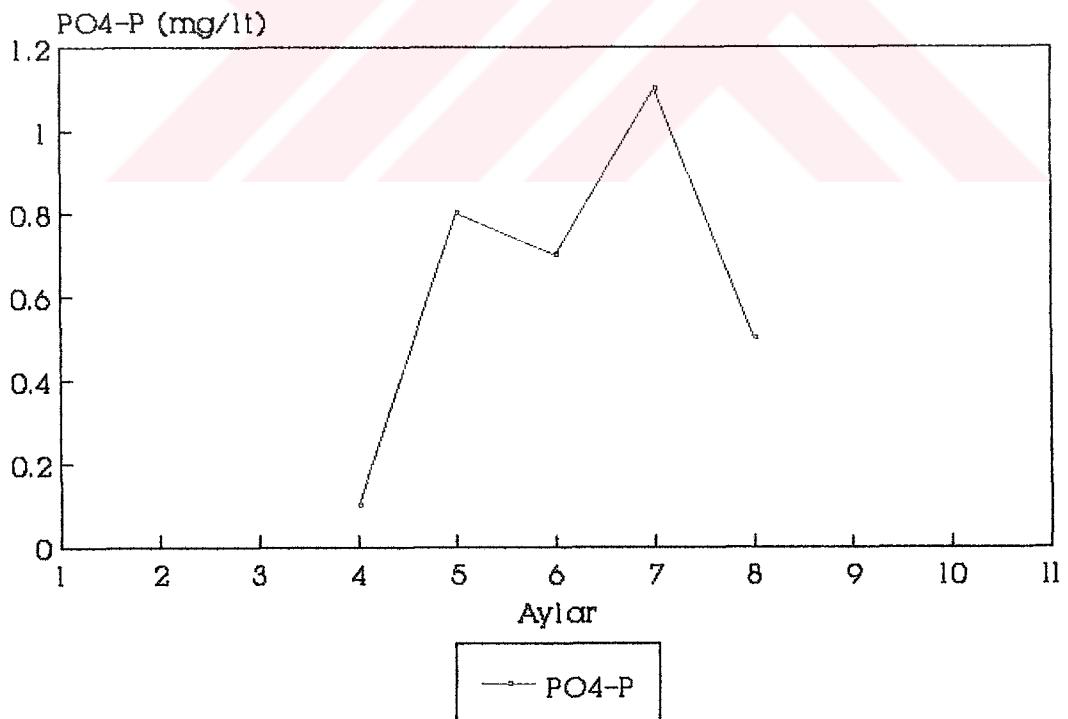
SEKİL 6.51 KARAMİK GÖLÜ 2.İSTASYON
YIL:1983



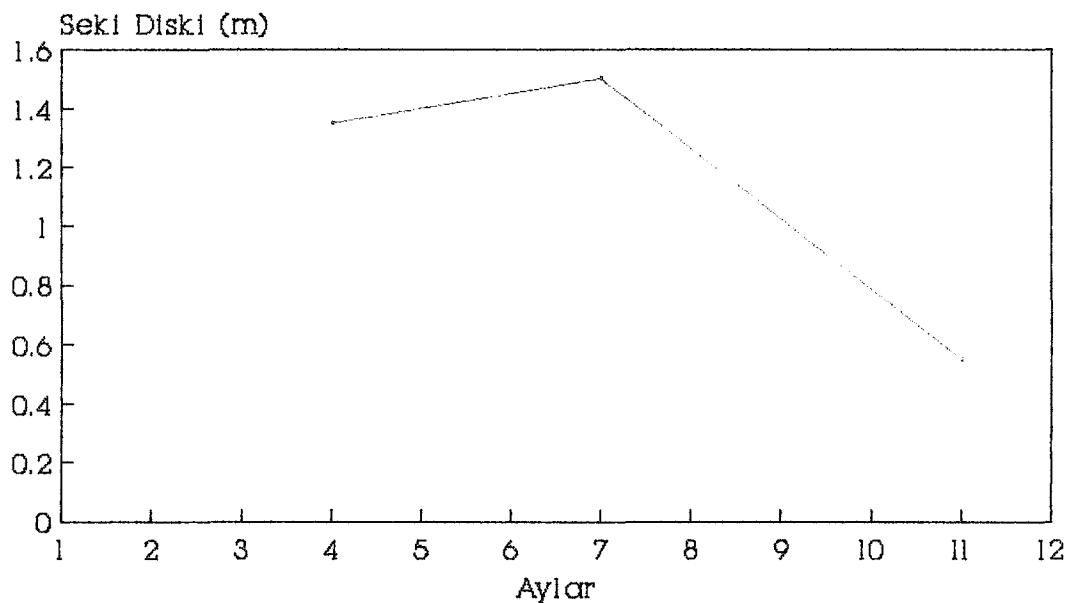
SEKIL 6.52 KARAMIK GÖLÜ 2.ISTASYON
YIL:1983



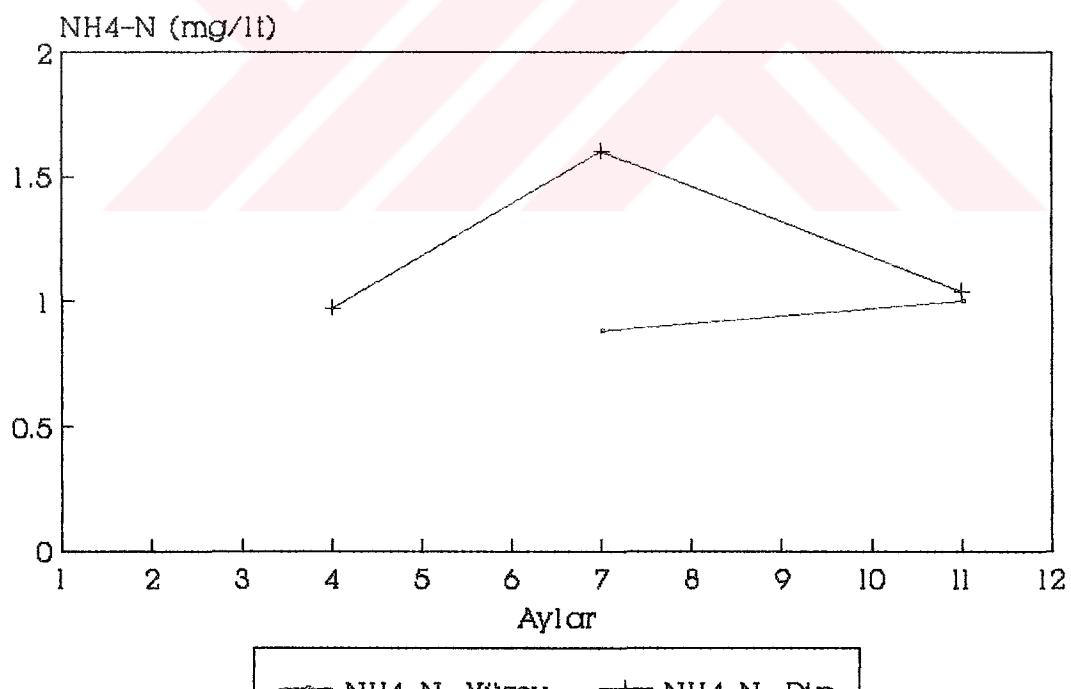
SEKİL 6.53 KARAMİK GÖLÜ 2.ISTASYON
YIL:1991



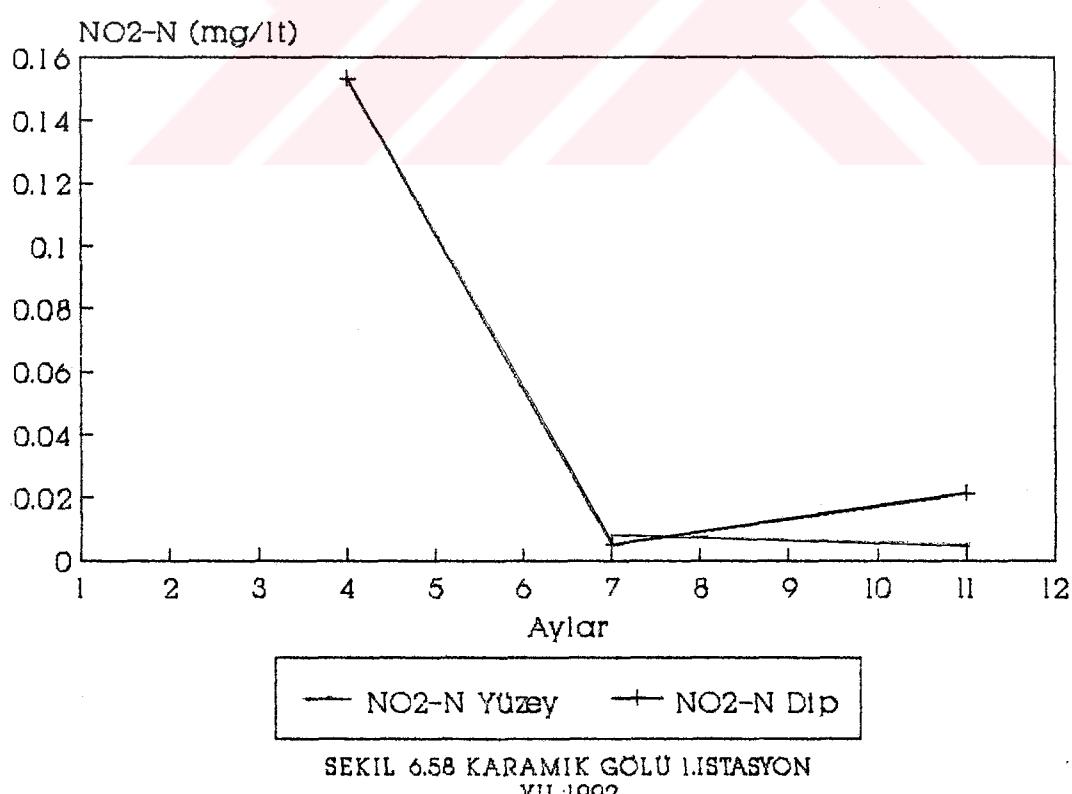
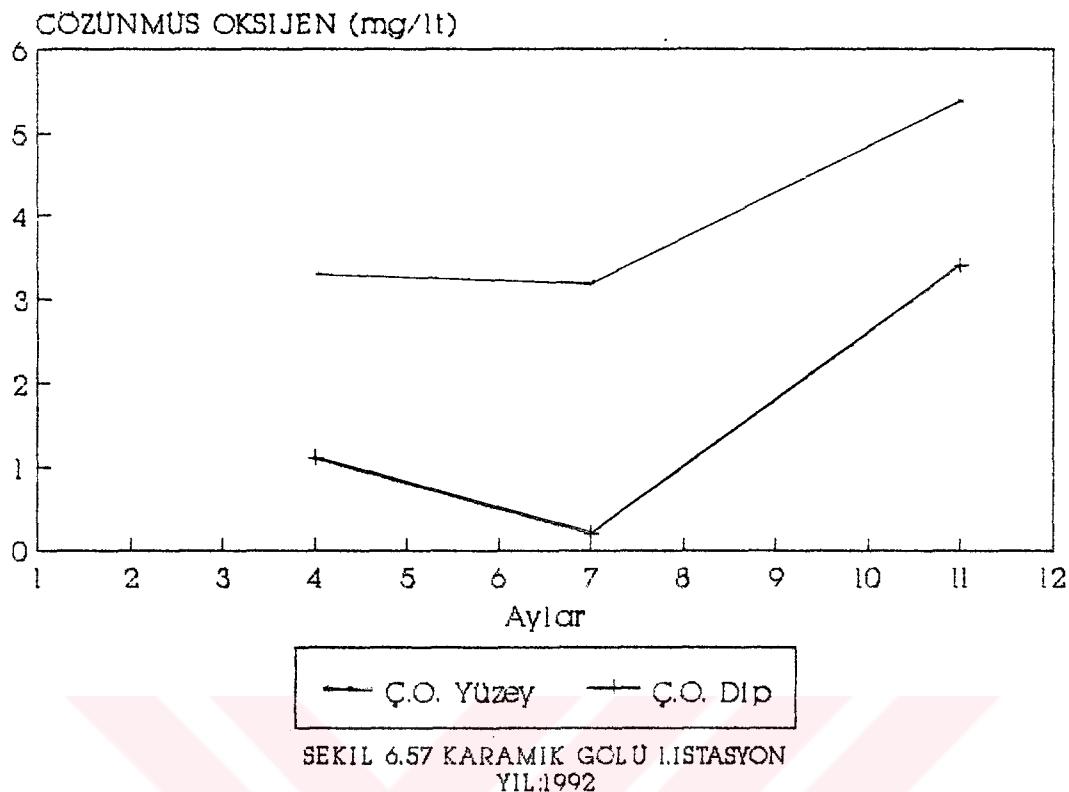
SEKİL 6.54 KARAMİK GÖLÜ 2.ISTASYON
YIL:1991

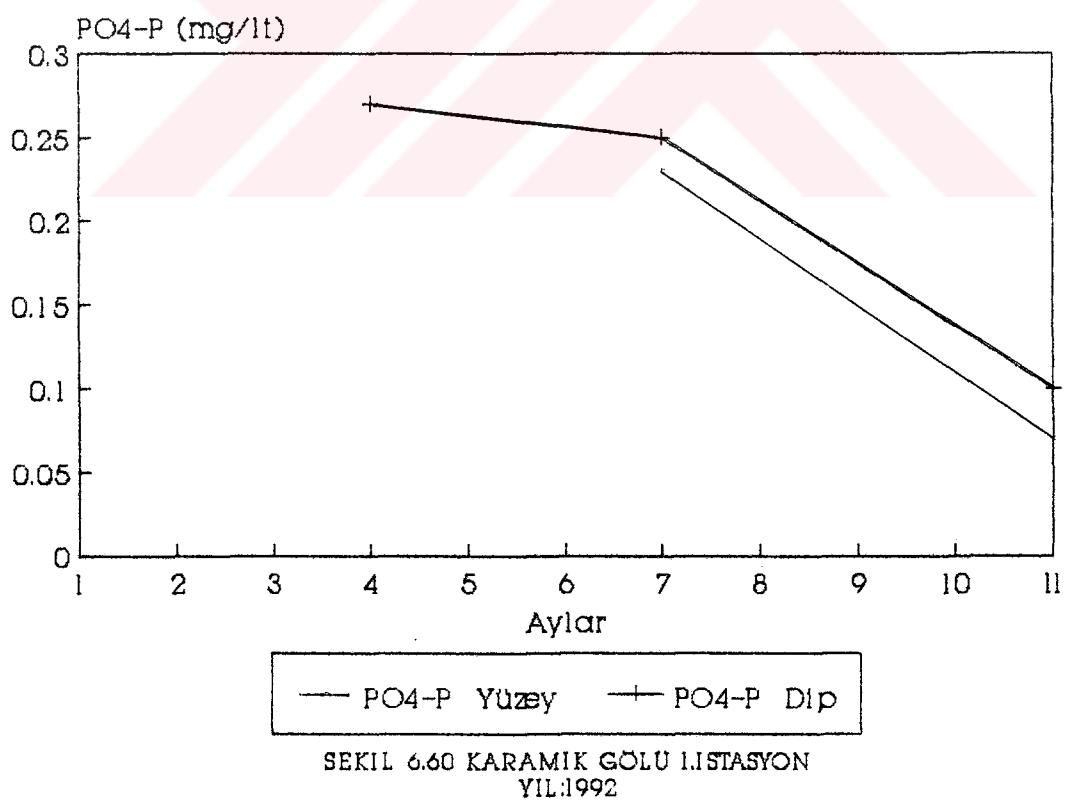
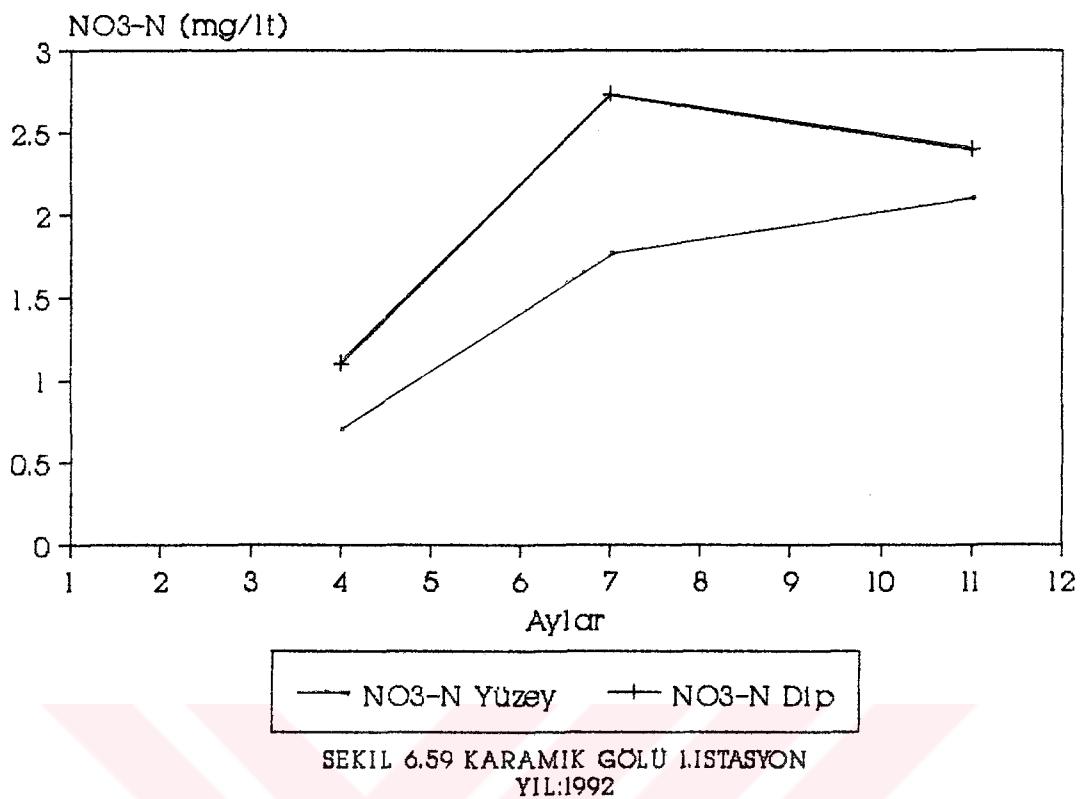


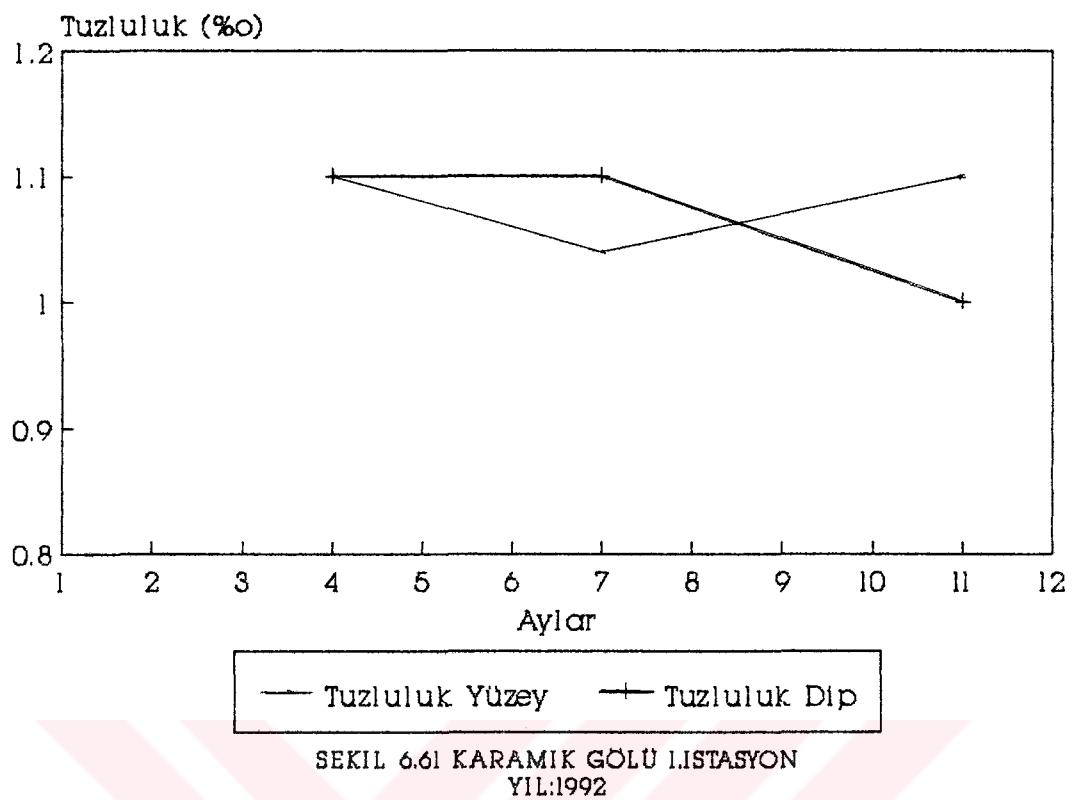
SEKIL 6.55 KARAMIK GÖLÜ LISTASYON
YIL:1992

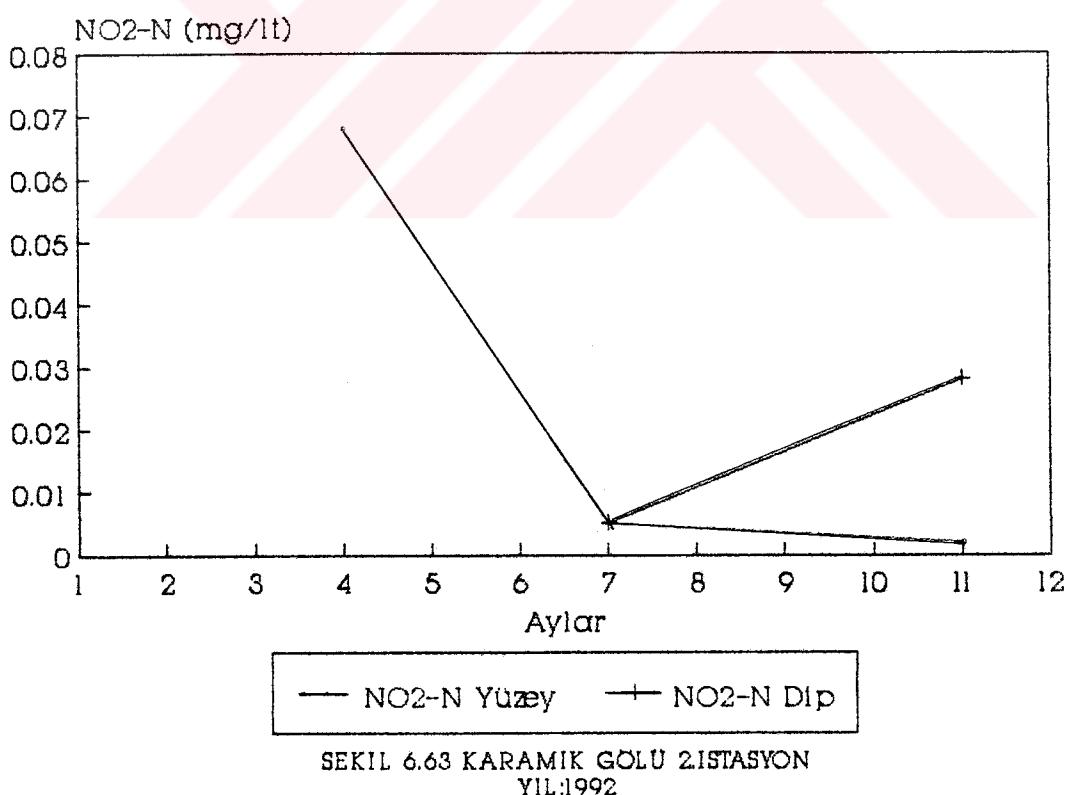
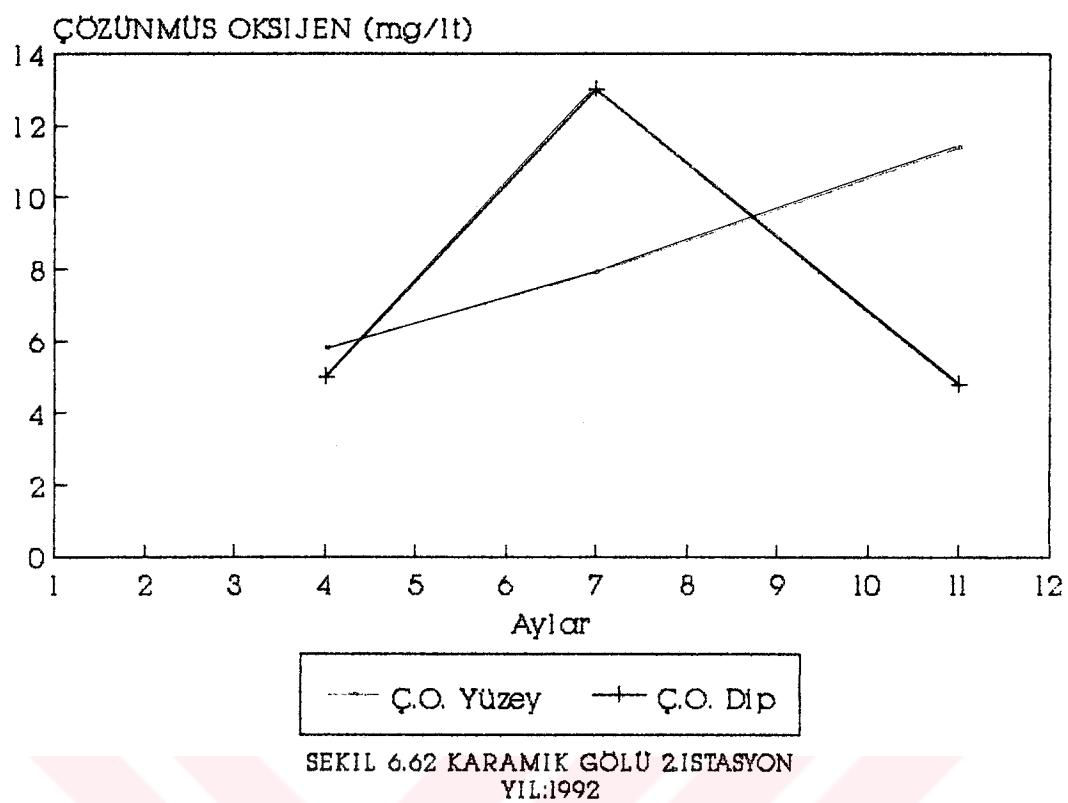


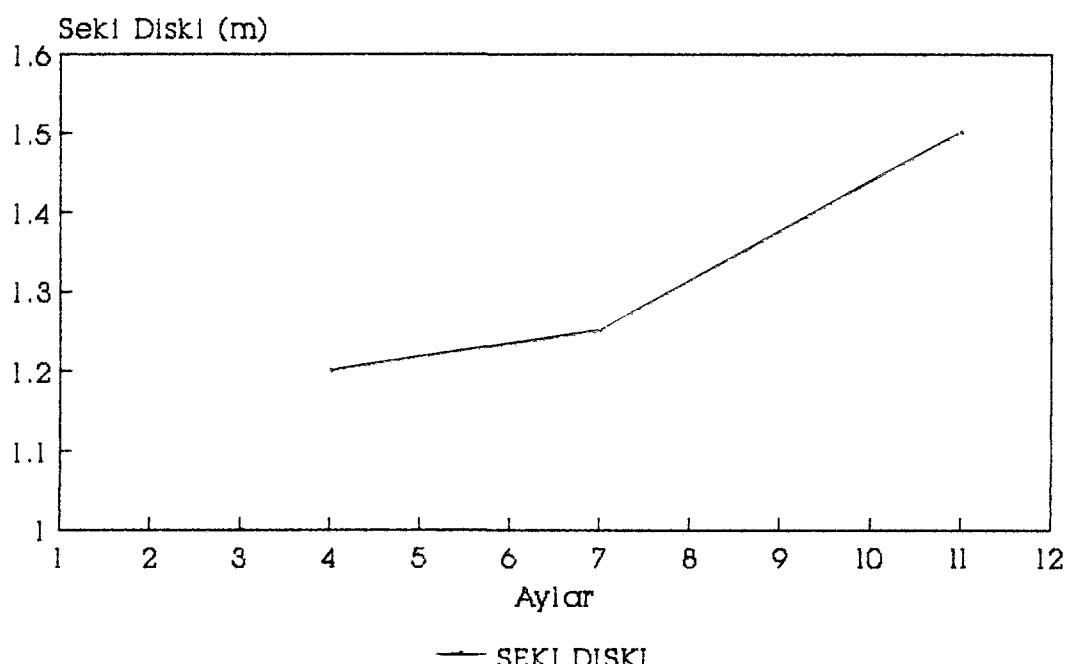
SEKIL 6.56 KARAMIK GÖLÜ LISTASYON
YIL:1992



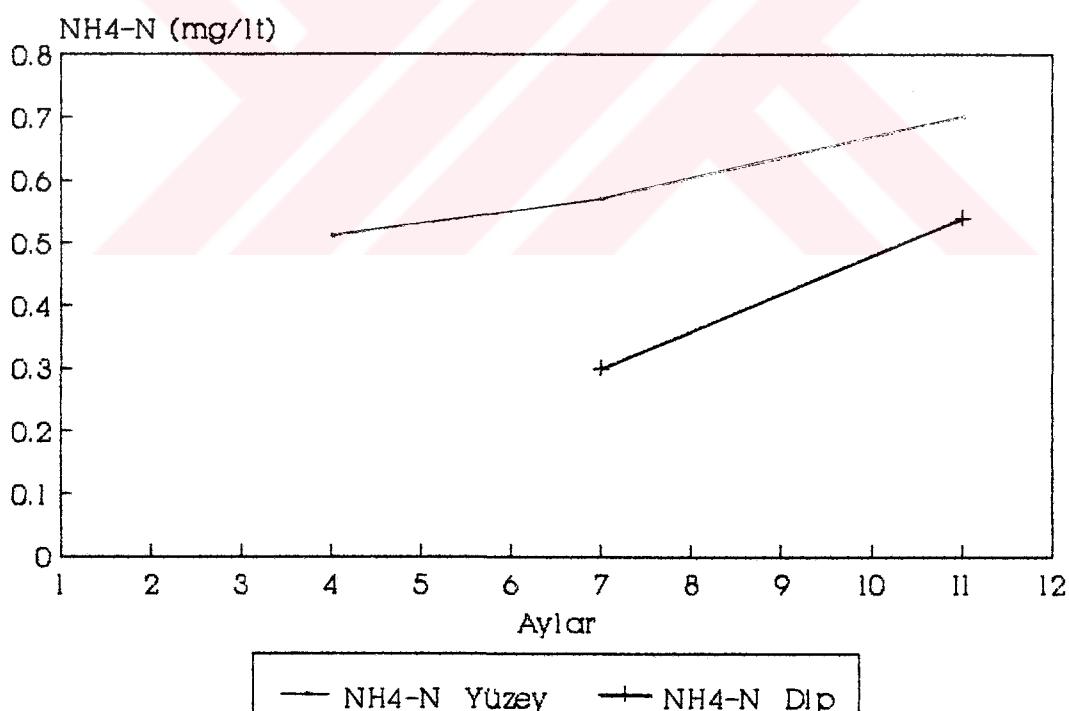




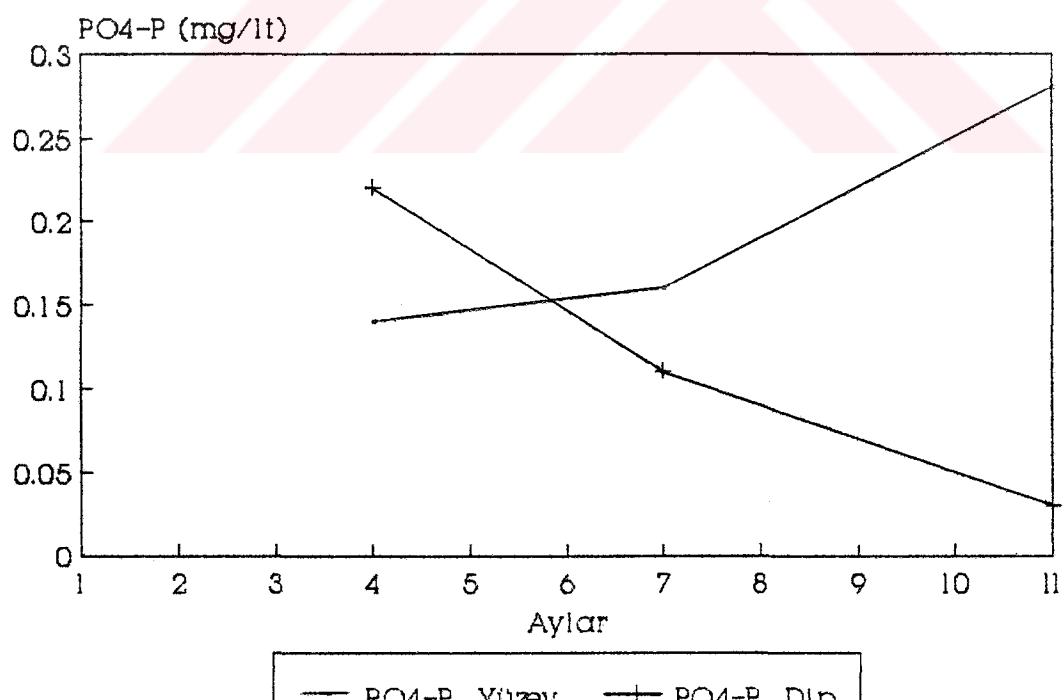
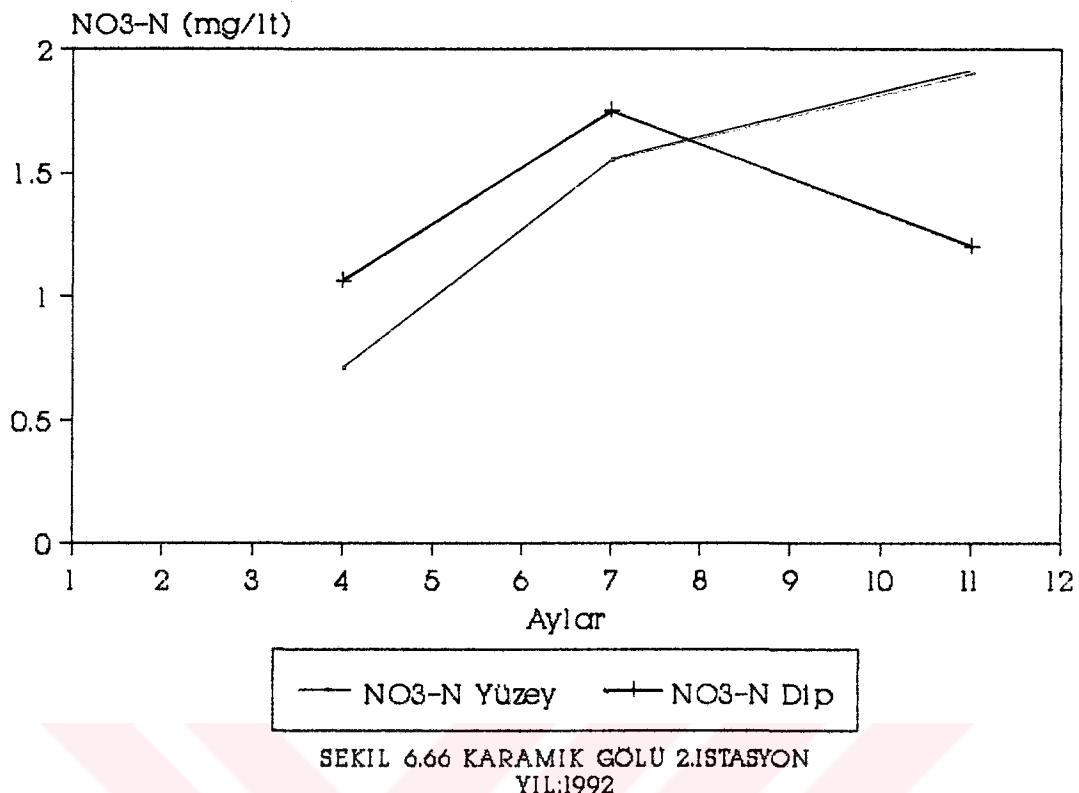




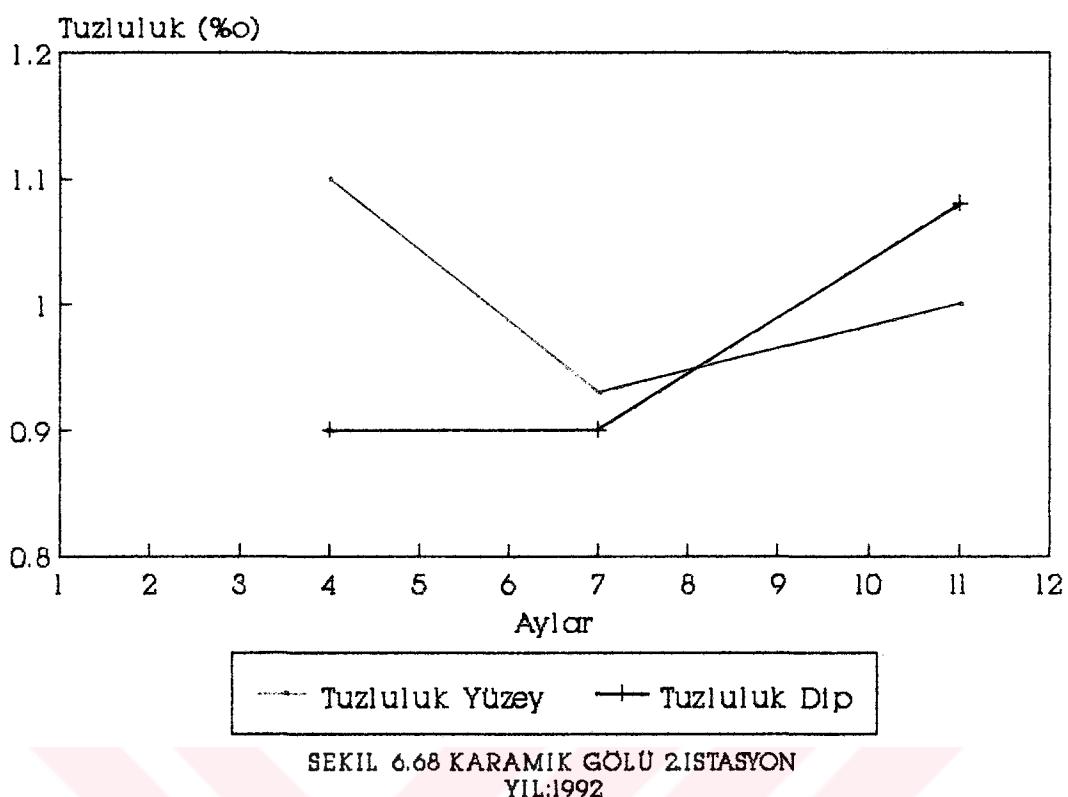
SEKIL 6.64 KARAMIK GÖLÜ 2.ISTASYON
YIL:1992

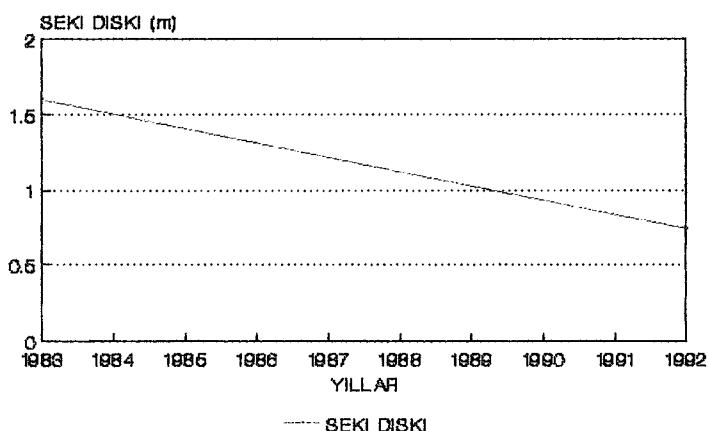


SEKIL 6.65 KARAMIK GÖLÜ 2.ISTASYON
YIL:1992

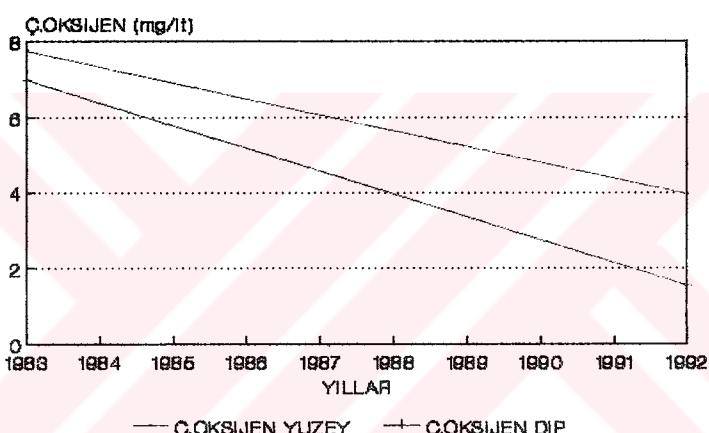


SEKIL 6.67 KARAMIK GÖLÜ 2.ISTASYON
YIL:1992

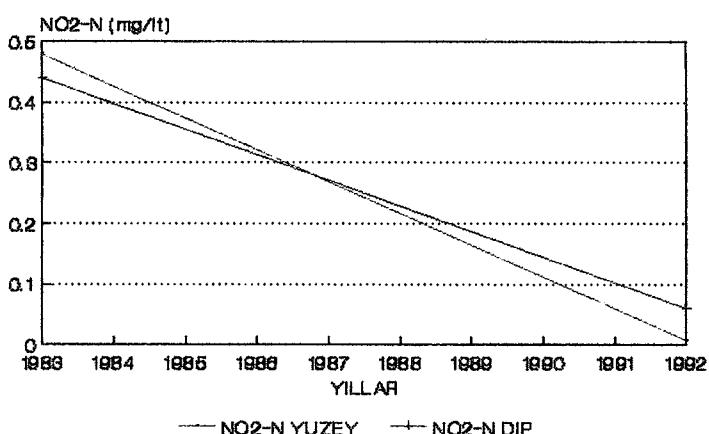




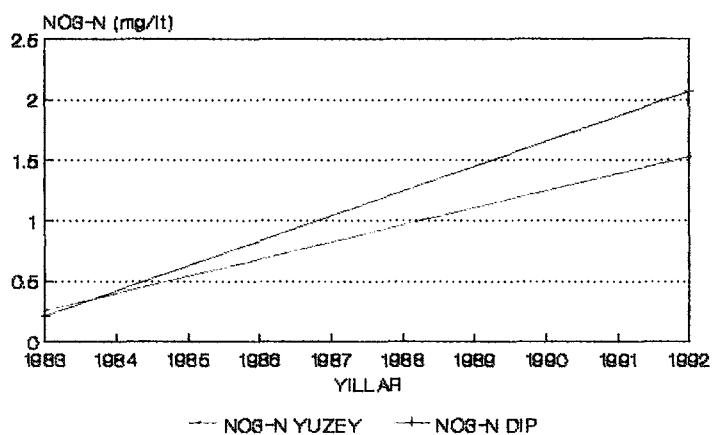
SEKIL 6.69 KARAMIK GÖLÜ 1.ISTASYON
SEKİ DISKİ YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



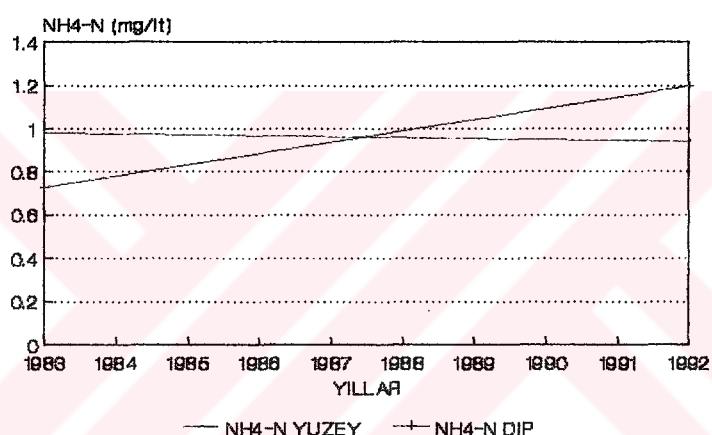
SEKİL 6.70 KARAMİK GÖLÜ 1.ISTASYON
ÇOKSIJEN YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



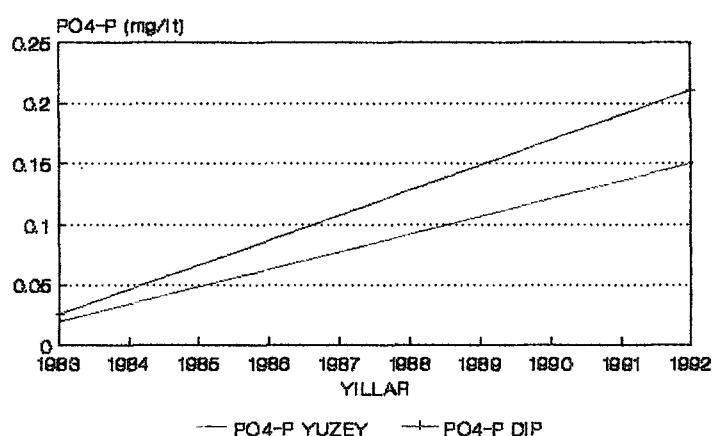
SEKİL 6.71 KARAMİK GÖLÜ 1.ISTASYON
NO₂-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



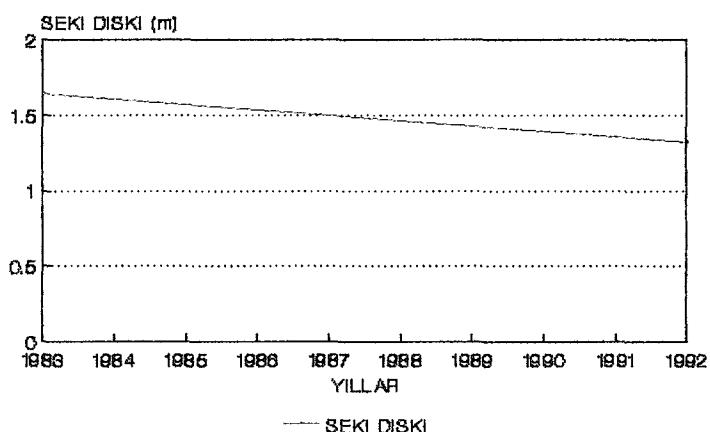
SEKIL 6.72 KARAMIK GÖLÜ 1.ISTASYON
NO₃-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



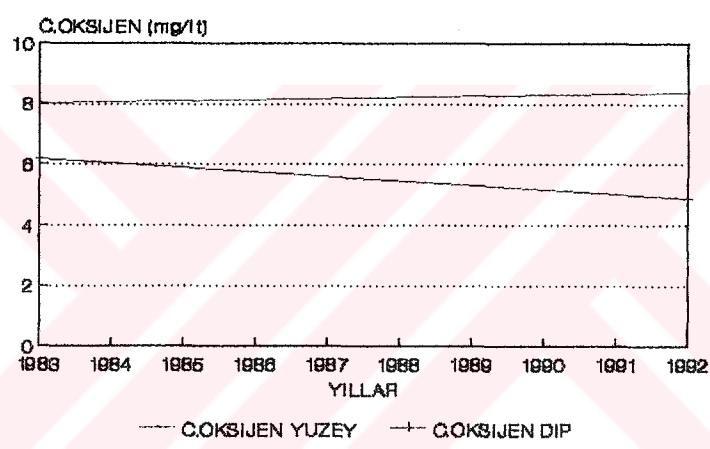
SEKIL 6.73 KARAMIK GÖLÜ 1.ISTASYON
NH₄-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



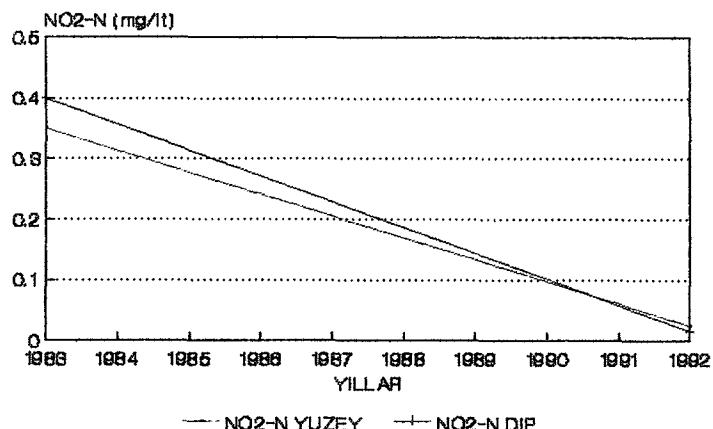
SEKIL 6.74 KARAMIK GÖLÜ 1.ISTASYON
PO₄-P YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



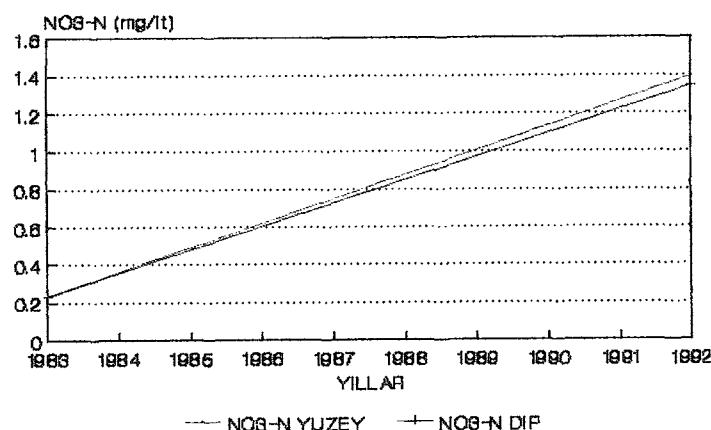
SEKIL 6.76 KARAMIK GÖLÜ 2.ISTASYON
SEKI DISKI YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



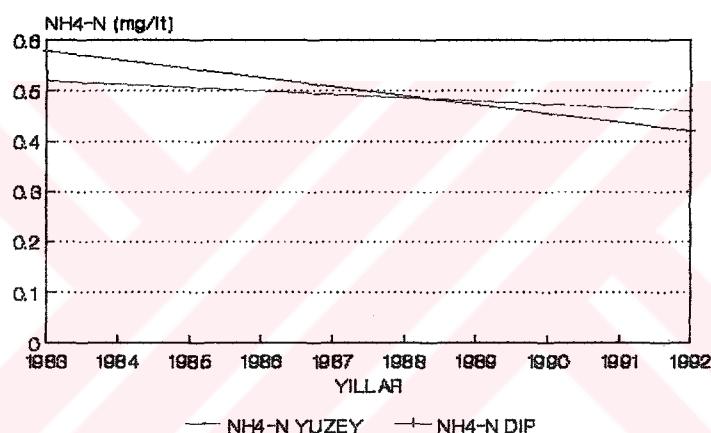
SEKIL 6.78 KARAMIK GÖLÜ 2.ISTASYON
C.OKSIJEN YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



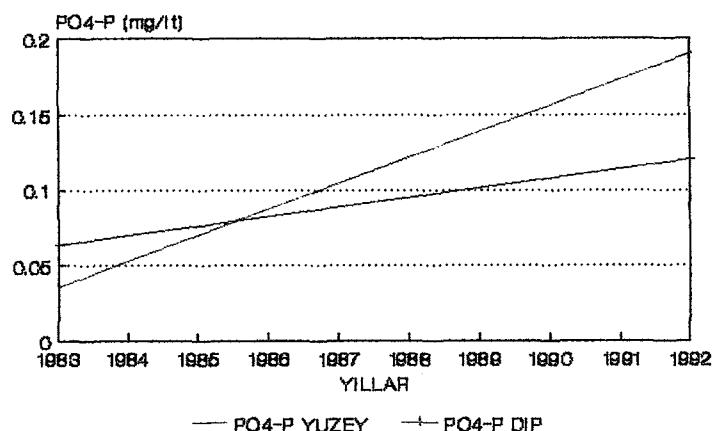
SEKIL 6.77 KARAMIK GÖLÜ 2.ISTASYON
NO₂-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



SEKIL 6.78 KARAMIK GÖLÜ 2.ISTASYON
NOS-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



SEKIL 6.79 KARAMIK GÖLÜ 2.ISTASYON
NH4-N YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ



SEKIL 6.80 KARAMIK GÖLÜ 2.ISTASYON
PO4-P YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ

7. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

7.1. Eber Gölü

Eber Gölüne kirlilik girişi Akarçay, Tarımsal alanlar ve yağış olmak üzere üç kaynaktan ileri gelmektedir.

7.1.1. Akarçay

Akarçaydan Eber Gölüne Ortalama Su Girdisi

$$160 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Akarçaydan Eber Gölüne Girişte Kirlilik Yükü

1983 Yılı Ortalama $\text{NH}_4\text{-N}$: 0,33 mg/lt
 $\text{PO}_4\text{-P}$: 0,21 mg/lt

1992 Yılı Ortalama $\text{NH}_4\text{-N}$: 3,57 mg/lt
 $\text{PO}_4\text{-P}$: 4,07 mg/lt

1983 Yılı Göle Giren $\text{NH}_4\text{-N}$ Konsantrasyonu;

$$160 \times 10^6 \times 0,33 \times 10^{-3} = 52800 \text{ kg/yıl}$$
$$= 52.8 \text{ ton/yıl}$$

1983 Yılı Göle Giren $\text{PO}_4\text{-P}$ Konsantrasyonu;

$$160 \times 10^6 \times 0,21 \times 10^{-3} = 33600 \text{ kg/yıl}$$
$$= 33,6 \text{ ton/yıl}$$

Tablo 7.1 : Eber Gölüne Akarçay'dan gelen kirlilik yükleri (4,10)

Yıl	NH ₂ -N (mg/lit)	PO ₄ -P (mg/lit)	NH ₄ -N (ton/yıl)	PO ₄ -P (ton/yıl)
1983	0,33	0,21	52,8	33,6
1992	3,57	4,07	571,2	651,2

7.1.2. Tarımsal Alanlar

Akarçayın Drenaj Alanı	4231 Km ²
Akarçay Dışında Drenaj Alanı	907 Km ²

Drenaj Alanlarından göle taşınan azot yükü 0,5 gr/m²-yıl, fosfor için 0,05 gr/m²-yıl değerleri esas alınacaktır (w. Stumm). Ayrıca akış sularının da % 20'sinin göle gireceği hesaplanarak yıllık azot ve fosfor yükleri

Azot

$$907 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0,20 \times 0,5 \text{ gr/m}^2\text{-yıl} = 90.7 \times 10^6 \text{ gr/yıl}$$

$$= 90,7 \times \text{ton/yıl}$$

Fosfor

$$907 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0,2 \times 0,05 \text{ gr/m}^2\text{-yıl} = 9,07 \text{ ton/yıl}$$

7.1.3. Yağış

Göl yüzeyine direkt yağış ile gelen azot ve fosfor yıllık ortalama yağış miktarına bağlıdır. Yağmur suyundaki ortalama toplam azot konsantrasyonu 1 gr/m^3 toplam fosfor konsantrasyonu $0,03 \text{ gr/m}^3$ olarak alınacaktır (7). Buna göre

1983 Yılı Ortalama Göl Alanı 114 km^2

1992 Yılı Ortalama Göl Alanı 108 km^2 'dir.

Eber Gölü İçin Yıllık Ortalama Yağış (9).

1983 Yılı için $346,6 \text{ mm}$

1992 Yılı için $382,7 \text{ mm}$

1983 Yılı ;

Azot

$$\begin{aligned} 114 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 1 \text{ gr/m}^3 \times 0,346 \text{ m/yıl} &= 39,4 \times 10^6 \text{ gr/yıl} \\ &= 39,4 \text{ ton/yıl} \end{aligned}$$

Fosfor

$$114 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0,03 \text{ gr/m}^3 \times 0,346 \text{ m/yıl} = 1,18 \times 10^6 \text{ gr/yıl}$$
$$= 1,18 \text{ ton/yıl}$$

1992 Yılı ;

Azot

$$108 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 1 \text{ gr/m}^3 \times 0,38 \text{ m/yıl} = 41,0 \times 10^6 \text{ gr/yıl}$$
$$= 41 \text{ ton/yıl}$$

Fosfor

$$108 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0,03 \text{ gr/m}^3 \times 0,38 \text{ m/yıl} = 1,23 \times 10^6 \text{ gr/yıl}$$
$$= 1,23 \text{ ton/yıl}$$

Toplam Azot ve Fosfor Girdileri hesaplarının sonuçları Tablo 7.2'de gösterilmiştir.

Tablo 7.2 : Eber Gölüne 1983 ve 1992 Yılı Giren Azot ve Fosfor Miktarları

Kaynak	1983 Yılı		1992 Yılı	
	Azot (Ton/Yıl)	Fosfor (Ton/Yıl)	Azot (Ton/yıl)	Fosfor (Ton/Yıl)
Akarçay	52,8	33,6	571,2	651,2
Tarimsal Alan	90,7	9,07	90,7	9,07
Yağış	39,4	1,18	41,0	1,23
TOPLAM	182,9	43,85	702,9	661,5

Göle Yıllık Toplam Giriş Debileri ;

1983 Yılı Eber Gölüne Giren Toplam Debi (9) :

$$259,7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

1992 Yılı Eber Gölüne Giren Toplam Debi (9) :

$$271 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Hidrolik bekletme süresi :

Minimum su kotunda ;

$$t_0 = \frac{V(\text{Göl Hacmi})}{Q(\text{Göle giren su})} = \frac{42,8 \times 10^6 \text{ m}^3}{271 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}} = 0,158 \text{ yıl}$$

Maksimum su kotunda ;

$$t_0 = \frac{V}{Q} = \frac{292 \times 10^6 \text{ m}^3}{271 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}} = 1,07 \text{ Yıl}$$

Göle Giren Fosfor Konsantrasyonu ;

$$C_i = \frac{\text{Yıllık Fosfor Girişi}}{\text{Yıllık Su Girişi}}$$

1983 Yılı Göle Giren PO₄-P Yükü 43,85 ton/yıl

1992 Yılı Göle Giren PO₄-P Yükü 661,5 ton/yıl

Eber Gölüne Giren Yıllık Su Debisi : $271 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

1983 Yılı :

$$C_i = \frac{\text{Yıllık Fosfor Girişi}}{\text{Yıllık Su Girişi}} = \frac{43,85\text{ton/yıl} \times 10^3 \text{kg/ton}}{259,7 \times 10^6 \text{m}^3/\text{yıl}}$$

$$1,69 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3 = 0,17 \text{ mg/lt}$$

1992 Yılı :

$$C_i = \frac{661,5 \text{ ton/yıl}}{271 \times 10^6 \text{m}^3/\text{yıl}} = \frac{2,44 \times 10^{-6} \text{ton}}{\text{m}^3} = \frac{2,44 \text{ gr}}{\text{m}^3} = \frac{2,44 \text{ mg}}{\text{lt}}$$

Fosforun Gölde Bekleme Süresi :

$$t_p = \frac{\text{Göldeki Fosfor Muhtevası}}{\text{Yıllık Fosfor Girişi}}$$

Gölde Fosfor Muhtevası :

1983 Yılı :

$$0,17 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 259,7 \times 10^6 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}} \times 1,07 \text{ yıl} = 47239 \text{ kg}$$

$$t_p = \frac{47239 \text{ kg}}{43,850 \times 10^3 \text{kg/yıl}} = 1,07 \text{ yıl}$$

1992 Yılı ;

$$2,44 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 271 \times 10^6 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}} \times 1,07 \text{ yıl} = 707526 \text{ kg}$$

$$t_p = \frac{707526 \text{ kg}}{661,5 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{yıl}}} = 1,07 \text{ yıl}$$

-Lc YÜKÜ-

$$L = P \times q_s (1 + \sqrt{h/q_s}) \quad (1)$$

Burada

L : Göldeki fosfor yükü ($\text{mgP}/\text{m}^2\text{-yıl}$)

P : İlkbahar mevsimindeki göldeki T.Fosfor Konsant.
(mgP/m^3)

h : Gölün ortalama derinliği (m)

q_s : Gölde hidrolik yüzey yükü ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{-yıl}$)

$$q_s = \frac{h}{t_0} = \frac{Q_i}{A} \quad (2)$$

Q_i : Göle giren yıllık su debisi ($\text{m}^3/\text{yıl}$)

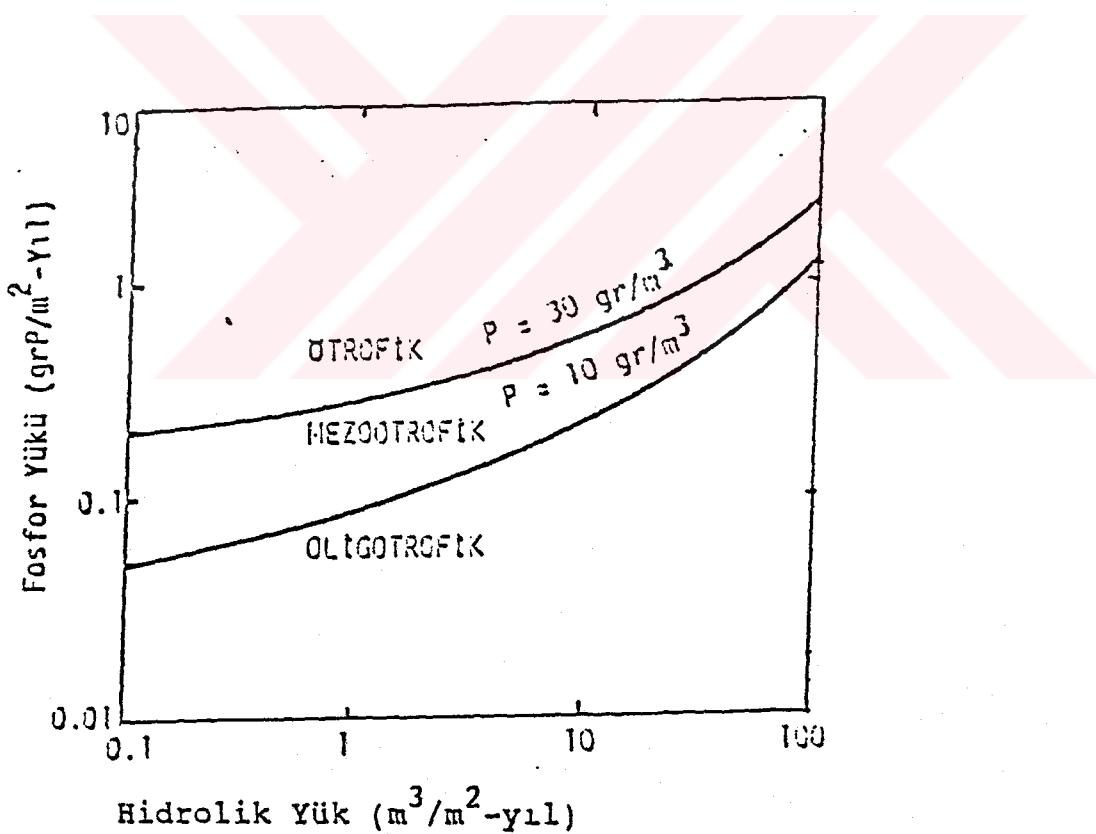
A : Göl yüzey alanı (m^2)

t_0 : Hidrolik bekletme süresi (yıl)

İlkbaharda fosfor yükünün ötrotifik göller için

$$L_c = 30 q_s (1 + \sqrt{h/q_s}) \quad (3)$$

olarak belirlenir. Eğer göldeki fosfor yükü (3) bağıntısı ile belirlenen L_c kritik yükünün 2-3 katına çıkmış ise gölde ötrophikasyon başlamıştır. Kritik azot yükü yine (3) bağıntısı yardımı ile belirlenebilir. Fosfor (P) ve Azot (N) yükleri dikkate alınarak ötrophik, mezotrophik ve oligotrophik göl sınıflandırılması Şekil 7.1 yardımı ile yapılabilir (1).



Şekil 7.1 : Fosfor Yüküne Göre Göllerin Sınıflandırılması

1983 Yılı ;

$$q_s = \frac{Q}{A} = \frac{259,7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}}{114 \times 10^6 \text{ m}^2} = 2,28 \text{ m/yıl}$$

$$L_C = 30 \times 2,28 (1 + \sqrt{1,67/2,28}) = 126,9 \text{ mgP/m}^2\text{-yıl}$$

1992 Yılı ;

$$q_s = \frac{Q}{A} = \frac{271 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}}{108 \times 10^6 \text{ m}^2} = 2,5 \text{ m/yıl}$$

$$L_C = 30 \times 2,5 (1 + \sqrt{1,7/2,5}) = 136,8 \text{ mgP/m}^2\text{-yıl}$$

-L YÜKÜ-

1983 Yılı ;

İlkbaharda ortalama P konsantrasyonu : 0,25 mg/lt

$$0,25 \frac{\text{mg}}{\text{lt}} \times \frac{1000 \text{ lt}}{1\text{m}^3} = 250 \text{ mg/m}^3$$

$$L = 250 \times 2,28 (1 + \sqrt{1,67/2,28}) = 1058 \text{ mgP/m}^2\text{-yıl}$$

1992 Yılı ;

İlkbaharda ortalama P konsantrasyonu : 0,52 mg/lt (10).

$$0,52 \text{ mg/lt} \times 1000 \text{ lt/m}^3 = 520 \text{ mg/m}^3$$

$$L = 520 \times 2,5 (1 + \sqrt{1,7/2,5}) = 2372 \text{ mgP/m}^2\text{-yıl}$$

Tablo 7.3 Eber Gölü 1983 ve 1992 Yılı L ve Lc Yükleri

Yıl	Lc Yükü (mgP/m ² -yıl)	L Yükü (mgP/m ² -yıl)
1983	126,9	1058
1992	136,8	2372

1983 Yılı

$$L > 8,33 \text{ Lc}$$

1992 Yılı

$$L > 17,3 \text{ Lc}$$

7.2. Eber Gölü Çözünmüşt Oksijen Derinlik İlişkisi

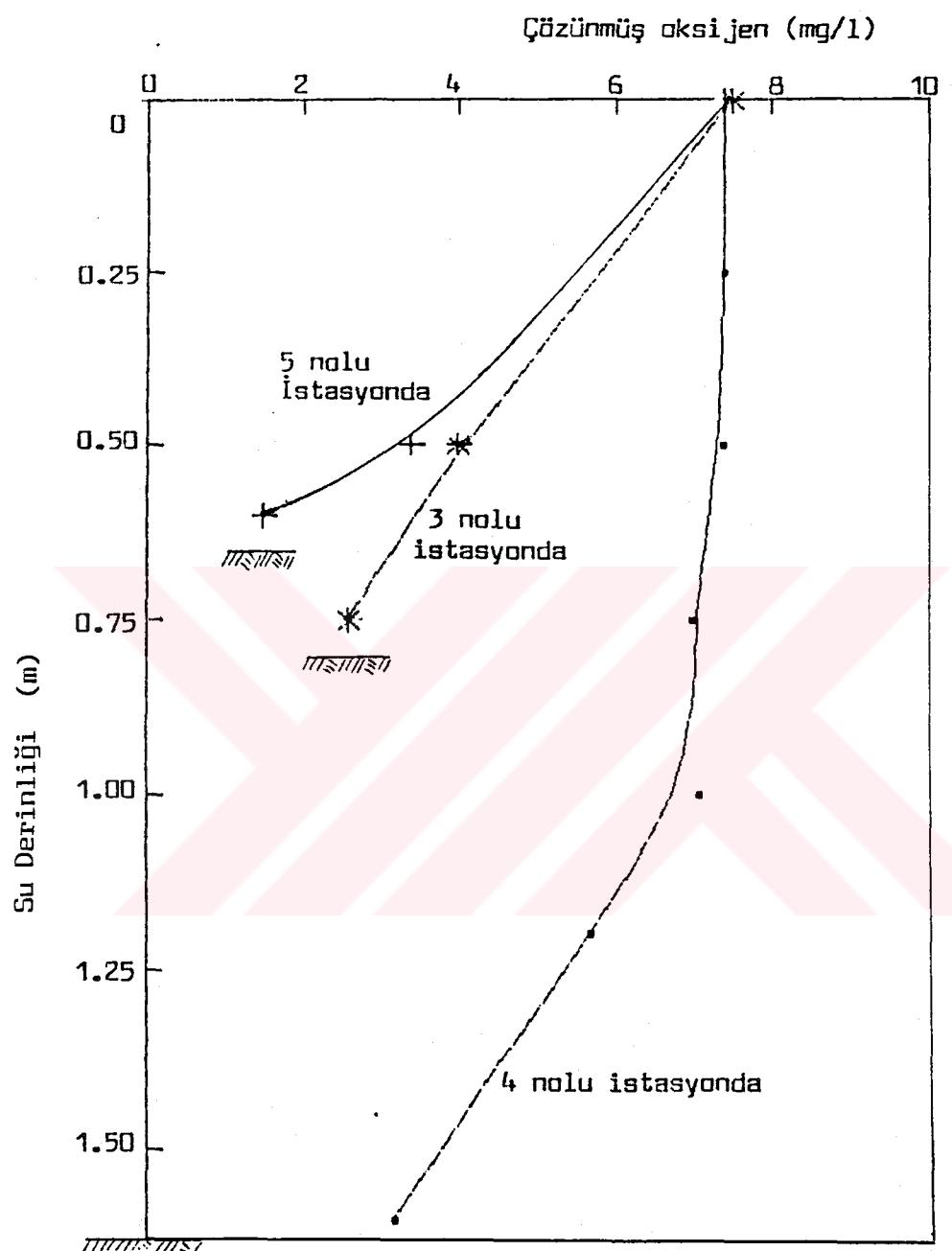
Bu yük'lere göre 1983 yılında göldeki fosfor yükü kritik yükün sekiz katına 1992 yılında da onyedi

katına ulaşmıştır. Bu durum göldeki fosfor konsantrasyonunun her yıl bir kat hızda arlığını ve gölün ötrophikasyona hızlı bir şekilde yaklaştığını göstermektedir. Eber Gölünde 11.7.1992 tarihinde 3,4,5 no.lu istasyonlarda yapılan ölçümler Tablo 7.4'de verilmiştir.

Tablo 7.4 Eber Gölü Derinlik-Çözünmüş Oksijen Değerleri (10).

Numune Yeri	Derinlik (m)	Çözünmüş Oksijen mg/lt
Eber Gölü	Yüzey	7,5
3 No'lu İstasyon	0,5	4,0
	0,75	2,6
Eber Gölü	Yüzey	7,4
4 No'lu İstasyon	0,25	7,4
	0,50	7,4
	0,75	7,0
	1,0	7,1
	1,20	5,7
	1,60	3,2
Eber Gölü	Yüzey	7,4
5 No'lu İstasyon	0,5	3,4
	0,6	1,5

Tablo 7.4'de verilen değerlerin grafik çizimi Şekil 7.2'de gösterilmiştir.



Şekil 7.2. : Eber Gölüne ait derinlik-çözünmüş oksijen profili
(11.7.1992 tarihinde)

Tablodaki değerlerden görüldüğü gibi göl derinliği fazla olmamasına rağmen çözünmüştür oksijen değeri ani düşüş göstermektedir. Dolayısıyle gölün tabanında anaerobik durumdan bahsedebiliriz.

7.3. Karamık Gölü

Karamık Gölüne kirlilik girişi ; SEKA arıtma tesisi çıkış suyu, Tarımsal Alanlar ve Yağış olmak üzere üç kaynaktan ileri gelmektedir.

7.3.1. SEKA

Karamık Gölüne SEKA tarafından 1991 yılı itibarı ile $6.421.920 \text{ m}^3/\text{yıl}$ arıtma tesisi çıkış suyu verilmiştir. SEKA Afyon Müessesesi 1991 ve 1992 yılları arasında arıtma tesisi çıkışında ölçülen $\text{NH}_3\text{-N}$ ve $\text{PO}_4\text{-P}$ konsantrasyonları ile Karamık Gölü Büyük Ayna ve Büyük Düden 1992 yılı $\text{NH}_3\text{-N}$ ve $\text{PO}_4\text{-P}$ ölçümleri Tablo 7.5'de verilmiştir (14).

Tablo 7.5 SEKA Arıtma Deşarjı ve Karamık Gölü (Büyük Ayna ve Büyük Düden)'in Azot ve Fosfor Değerleri (14)

AYLAR	1991 Yılı				1992 Yılı			
	NH3-(mg/1t)	PO4-P(mg/1t)	NH3-N (mg/1t)		1992		PO4-P (mg/1t)	
SEKA Arıtma Çıktısı	SEKA Arıtma Çıktısı	SEKA Arıtma Çıktısı	Büyük Ayna	Büyük Düden	SEKA Arıtma Çıktısı	Büyük Ayna	Büyük Düden	
1	5.3	2.1	1.4	-	-	1.4	-	-
2	2.4	1.5	1.6	-	-	2.0	-	-
3	2.3	1.4	2.1	-	-	1.2	-	-
4	1.0	1.0	4.5	0.3	0.2	4.3	0.4	0.3
5	2.0	1.7	1.7	1.0	1.0	2.6	0.8	0.7
6	1.5	2.1	2.0	0.2	0.2	2.0	0.4	0.4
7	1.7	1.9	2.7	0.2	0.2	2.0	0.3	0.3
8	2.2	1.7	2.8	1.1	1.1	2.8	1.0	1.0
9	2.3	2.4	-	1.5	1.4	-	1.6	1.5
ORT.	6.5	1.75	2.35	0.72	0.68	2.29	0.75	0.70

1991 Yılı Ortalama $\text{NH}_3\text{-N}$: 2,3 mg/lt
 $\text{PO}_4\text{-P}$: 1,75 mg/lt

1992 Yılı Ortalama $\text{NH}_3\text{-N}$: 2,35 mg/lt
 $\text{PO}_4\text{-P}$: 2,29 mg/lt

1991 Yılı Göle Giren $\text{NH}_3\text{-N}$ Konsantrasyonu ;

$$6.421.920 \times 2,3 \times 10^{-3} = 14770 \text{ kg/yıl}$$

$$= 14,77 \frac{\text{ton}}{\text{yıl}}$$

$\text{PO}_4\text{-P}$ Konsantrasyonu ;

$$6.421.920 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}} \times 1,75 \frac{\text{mg}}{\text{lt}} \times 10^{-3} = 11,238 \frac{\text{ton}}{\text{yıl}}$$

1992 Yılı Ortalama $\text{NH}_3\text{-N}$ Konsantrasyonu ;

$$6.421.920 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}} \times 2,35 \frac{\text{mg}}{\text{lt}} \times 10^{-3} = 15.091 \frac{\text{kg}}{\text{yıl}} = 15 \frac{\text{ton}}{\text{yıl}}$$

$\text{PO}_4\text{-P}$ Konsantrasyonu ;

$$6.421.920 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}} \times 2,29 \frac{\text{mg}}{\text{lt}} \times 10^{-3} = 14706 \frac{\text{kg}}{\text{yıl}} = 14,7 \frac{\text{ton}}{\text{yıl}}$$

Tablo 7.6 : Karamık Gölü 1991 ve 1992 Yılları $\text{NH}_3\text{-N}$
ve $\text{PO}_4^3\text{-P}$ Giriş Yükleri (10,11)

Yıl	$\text{NH}_3\text{-N}$ mg/l	$\text{PO}_4^3\text{-P}$ mg/l	$\text{NH}_3\text{-N}$ mg/l	$\text{PO}_4^3\text{-P}$ mg/l
1991	2,3	1,75	14,77	11,24
1992	2,35	2,29	15,0	14,7

7.3.2. Tarımsal Alanlar

Karamık Gölü çevresi genelde dağlık olduğu için tarımsal alan yaygın değildir. Bu nedenle drenaj alanının % 10'unun akış suyunun göle gireceği düşünülecektir. Azot $0,5 \text{ gr/m}^2\text{-yıl}$ fosfor $0,05 \text{ gr/m}^2\text{-yıl}$ kabul edilecektir (6).

Azot

$$342 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0,10 \times 0,5 \text{ gr/m}^2\text{-yıl} = 17,1 \text{ ton/yıl}$$

Fosfor

$$342 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0,1 \times 0,05 \text{ gr/m}^2\text{-yıl} = 1,71 \text{ ton/yıl}$$

7.3.3. Yağış

Karamık Gölü yüzey alanı ortalama 40 km^2 'dir. Yağmur suyundaki ortalama azot konsantrasyonu 1 gr/m^3 , toplam fosfor konsantrasyonu $0,03 \text{ gr/m}^3$ alınacaktır (6). Koçbeyli Meteoroloji İstasyonu 24 yıllık ortalama yağış yüksekliği 560.2 mm'dir.

Azot

$$40 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 1\text{gr/m}^3 \times 0,560\text{m/yıl} = 22,4 \text{ ton/yıl}$$

Fosfor

$$40 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0,03 \text{ gr/m}^3 \times 0,56\text{m/yıl} = 0,67 \text{ ton/yıl}$$

Toplam Azot ve Fosfor Girdileri Hesaplarının
Sonuçları Tablo 7.7'de gösterilmiştir.

Tablo 7.7 : 1991 ve 1992 Yılları Azot ve Fosfor
Girdilerinin Hesap Sonuçları

Kaynak	1991 Yılı		1992 Yılı	
	Azot (Ton/Yıl)	Fosfor (Ton/Yıl)	Azot (Ton/Yıl)	Fosfor (Ton/Yıl)
SEKA	14,77	11,24	15,0	14,70
Tarimsal Alanlar	17,1	1,71	17,1	1,71
Göle Yağış	22,4	0,67	22,4	0,67
TOPLAM	54,27	13,62	54,5	17,08

Göle Yıllık Toplam Giriş Debileri ;

SEKA'dan Karamık Gölüne Su Girdisi $6.421.920 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Göle Doğrudan Düşen Yağış Suyu Ort. $11.430.000 \text{ m}^3/\text{yıl}$

$17.851.920 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Hidrolik Bekletme Süresi :

Minimum Su Kotunda ;

$$t_{00} = \frac{V(\text{Göl Hacmi})}{Q(\text{Göle Giren Su})} = \frac{23,7 \times 10^6 \text{ m}^3}{17,85 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}} = 1,33 \text{ yıl}$$

Göle Giren Fosfor Konsantrasyonu :

$$C_i = \frac{\text{Yıllık Fosfor Girişi}}{\text{Yıllık Su Girişi}}$$

1991 Yılı Göle Giren $\text{PO}_4\text{-P}$ Yükü 13,62 ton/yıl

1992 Yılı Göle Giren $\text{PO}_4\text{-P}$ Yükü 17,08 ton/yıl

1991 Yılı :

$$C_i = 13,62 \text{ ton/yıl} = 7,6 \times 10^{-7} \text{ ton/m}^3 = 0,76 \text{ mg/lt}$$

1992 Yılı :

$$C_i = \frac{17,08 \text{ ton/yıl}}{17,85 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}} = \frac{9,57 \times 10^{-7} \text{ ton}}{\text{m}^3} = \frac{0,96 \text{ gr}}{\text{m}^3} = 0,96 \text{ mg/lt}$$

Fosforun Gölde Bekleme Süresi :

$$t_p = \frac{\text{Göldeki Fosfor Muhtevası}}{\text{Yıllık Fosfor Girişi}}$$

Göldeki Fosfor Muhtevası

1991 Yılı ;

$$0,76 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 17,85 \times 10^6 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}} \times 1,33 \text{ yıl} = 18043 \text{ kg}$$

$$t_p = \frac{18043 \text{ kg}}{13620 \text{ kg/yıl}} = 1,32 \text{ yıl}$$

1992 Yılı ;

$$0,96 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 17,85 \times 10^6 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}} \times 1,33 \text{ yıl} = 22791 \text{ kg}$$

$$t_p = \frac{22791 \text{ kg}}{17080 \text{ kg/yıl}} = 1,33 \text{ yıl}$$

-Lc YÜKÜ-

$$L = P \times q_s (1 + \sqrt{h/q_s}) \quad (1)$$

$$q_s = \frac{h}{t_0} = \frac{Q_i}{A}$$

1991 Yılı ;

$$q_s = \frac{Q}{A} = \frac{17,85 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}}{29 \times 10^6 \text{ m}^2} = 0,62 \text{ m/yıl}$$

$$L_c = 30 \times 0,62 (1 + \sqrt{2/0,62}) = 52 \text{ mgP/m}^2\text{-yıl}$$

-L YÜKÜ-

1991 Yılı ;

İlkbaharda ortalama $\text{PO}_4\text{-P}$ konsantrasyonu : 1,37 mg/lt

$$\frac{1,37 \text{ mg}}{\text{lt}} \times \frac{1000 \text{ lt}}{1\text{m}^3} = \frac{1370 \text{ mg}}{1\text{m}^3}$$

$$L = 1370 \times 0,62 (1 + \sqrt{2/0,62}) = 2374 \text{ mgP/m}^2\text{-yıl}$$

1992 Yılı ;

İlkbaharda ortalama $\text{PO}_4\text{-P}$ konsantrasyonu :
0,6 mg/lt

$$\frac{0,6 \text{ mg}}{\text{lt}} \times \frac{1000 \text{ lt}}{1\text{m}^3} = \frac{600 \text{ mg}}{1\text{m}^3}$$

$$L = 600 \times 0,62 (1 + \sqrt{2/0,062}) = 1040 \text{ mgP/m}^2\text{-yıl}$$

Tablo 7.8 : Karamık Gölü 1991 ve 1992 yılları
 L_c ve L Yükleri

Yıl	L_c Yükü mgP/m ² -yıl	L Yükü mgP/m ² -yıl
1991	52	2374
1992	52	1040

1991 Yılı

$L > 45,65 L_c$

1992 Yılı

$L > 20 L_c$

7.4. Karamık Gölü Çözünmüş Oksijen-Derinlik İlişkisi

Karamık Gölünde 10.07.1992 tarihinde 1 ve 2 no.lu istasyonlarda yapılan ölçütler Tablo 7.9'de verilmiştir.

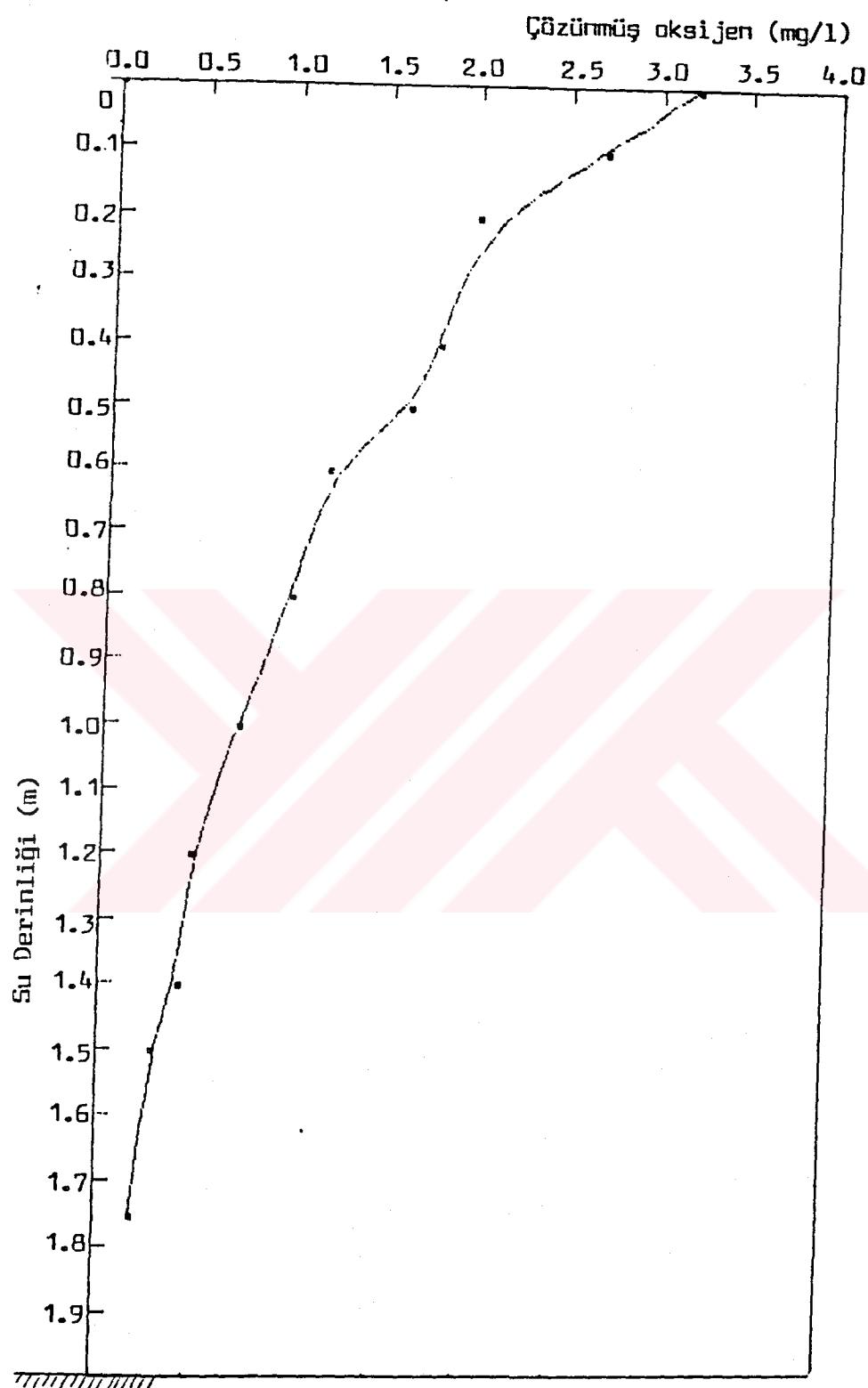
Tablo 7.9 Karamık Gölü Derinlik Çözünmüş Oksijen Değerleri

Numune Yeri	Derinlik (m)	Çözünmüş Oksijen (mg/lit)
SEKA Deşarjı Civarı 1 No'lu İstasyon	Yüzey	3,2
	0,1	2,7
	0,2	2,0
	0,4	1,8
	0,5	1,6
	0,6	1,2
	0,8	1,0
	1,0	0,7
	1,2	0,5
	1,5	0,3
	1,75	0,2

Tablo 7.9'da verilen değerlerin grafik çizimi Şekil 7.3'de gösterilmiştir.

SEKA deşarjının yapıldığı noktada çözünmüş oksijen değeri çok azalmıştır. Bunun nedeni SEKA Arıtma Tesisi çıkış sularının tam bu noktadan göle verilmesidir.

Büyük Ayna kısmında ise çözünmüş oksijen değerleri yüksek düzeydedir. Fakat SEKA deşarjı ile bu kısımda ileri günlerde kirlenme ihtimali ile karşı karşıyadır.



Şekil 7.3. : Karamık Gölüne ait derinlik-çözünmüş oksijen profili
(10.7.1992 tarihinde 1 nolu istasyonda)

8.GÖL MODELLERİ

8.1. Korunmayan Maddeler

Korunan çözünmüş maddeler için bekletme süresi suyun bekleme süresine eşit kabul edilebilir. Fakat korunmayan maddeler veya korunmayan maddeler gibi davranışları diğer maddelerin, yeni sistemden muhtelif biyolojik, kimyasal ve fiziksel yolla uzaklaştırılan (mesela fosfor gibi) maddelerin bekleme süresi, kullanılmış suların biyolojik tasfiyesindeki hücre bekleme süresi veya katı madde süresine eşit alınır (1).

$$Fosforun\ Bekleme\ Süresi = tp = \frac{\text{Göldeki Yıllık Ort. Fosfor Mikt.}}{\text{Göle Giren Yıllık Fosfor Yükü}} \quad (8.1)$$

$$tp = \frac{707526 \text{ kg}}{661500 \frac{\text{kg}}{\text{yıl}}} = 1,07 \text{ yıl}$$

Fosforun bekleme süresi gölde bulunan fosfor konsantrasyonunun sıfırdan mevcut konsantrasyona ulaşması için geçen süre olarak tanımlanır.

Eber gölünde hidrolik bekletme süresi $t_0=1,07$ yıl olduğuna göre korunmuş maddelerin giriş başladıkтан sonra % 95 kararlı duruma ulaşması için gerekli süre :

$$C_L(t) = C_{L\max} e^{-t/t_0} \quad (8.2)$$

$$C_L = 0,95 \text{ Ci}$$

$$0,95 \text{ Ci} = C_i (1 - e^{-t/t_0})$$

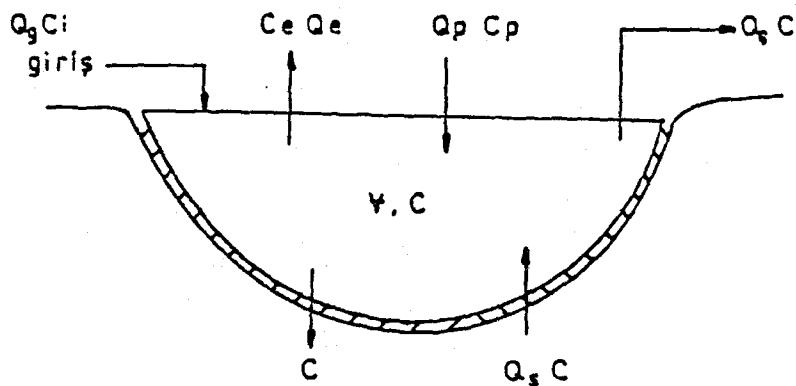
$$0,05 = e^{-t/t_0}$$

$$\frac{t}{t_0} = 3 \quad t = 3 \times t_0 = 3 \times 1,07 = 3,21 \text{ yıl}$$

Fosforun % 95 kararlı duruma ulaşması için gerekli süre ;

$$\frac{t}{t_0} = 3 \quad t = 3 \times 1,07 = 3,21 \text{ yıl}$$

8.2. Tam Karışıklı Göl Modeli - Birinci Derece Denklemi Korunmayan Maddelerin Değişimi



Şekil 8.1 Tam Karışıklı Göl Modeli

Tam karışıklımlı bir gölde çökelme, asimilasyon v.b. yollarla giderilme birinci derece reaksiyon olarak kabul edilir ise aşağıdaki kütle korunumu denklemi yazılabilir (1).

$$V \cdot (dc/dt) = Q_g C_i + Q_p C_p - Q_\zeta C_L - Q_s C -$$

Biriken Miktar	Giren Kütle	Yağmurla Giren Kütle	Çıkışta Giden Kütle	Göl altına Sızan Kütle
-------------------	----------------	----------------------------	---------------------------	------------------------------

$$- \zeta - Q_e C_e + V$$

Göl çamuruna Çökelen Kütle	Buharlaşmayla Uzaklaştırılan Kütle	Reaksiyonla Değişen Kütle Miktarı
----------------------------------	--	---

V : Göl hacmi

C_L : Tam karışmalı göl konsantrasyonu

C_i : Giriş konsantrasyonu

C_e : Buharlaşma ile taşınan sıvı konsantrasyonu=0

C_p : Yağmurdaki madde konsantrasyonu

Q_g : Giriş Debisi

Q_ζ : Çıkış Debisi

Q_e : Buharlaşma Debisi

Q_p : Yağmur Debisi

ζ : Göl çamuruna çöken kütle

r : Reaksiyon hızı

Göle giren su miktarı gölden çıkan su miktarına eşit kabul edilerek (5.3) bağıntısı integrasyon sonucu kararlı durum konsantrasyonu aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$C_L = \frac{Q \cdot C_i}{Q + V \cdot k} \left[1 - e^{-t(\frac{1}{to} + k)} \right] + C_0 e^{-t(\frac{1}{to} + k)} \quad (8.4)$$

C_0 = Başlangıçta göldeki konsantrasyon miktarı

Kararlı durumda yani $t = \infty$ durumda göldeki konsantrasyon miktarı :

$$C_{LK} = \frac{Q \cdot C_i}{Q + V \cdot k} = \frac{C_i}{1 + k \cdot to} \quad (8.5)$$

$$C_{LK} = \frac{1}{1 + (k \cdot to)} \quad (8.6)$$

elde edilir.

Sözkonusu Model'e Göre Eber Gölü :

Hidrolik bekletme süresi $t_0 = 1,07$ yıl olan gölde
1 yıl sonundaki fosfor muhtevasını hesaplayalım.

$$\text{Göle Giren Yıllık Fosfor Yükü} = 66,15 \times 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{yıl}} \text{ (1992 yılı)}$$

$$\text{Göle Giren Suyun Debisi} = 271 \times 10^6 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}} \text{ (1992 yılı)}$$

Deşarj öncesi göldeki başlangıç konsantrasyonu sıfırdır. ($C_0 = 0$)

Çözüm

a) Göle Giren Konsantrasyon

$$C_i = \frac{\text{Yıllık Fosfor Girişi} = 66,15 \times 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{yıl}} = 2,44 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{\text{Yıllık Su Girişi} \quad 271 \times 10^6 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}}} = 2,44 \frac{\text{gr}}{\text{m}^3} = 2,44 \frac{\text{mg}}{\text{lt}}$$

b) Bir Yıl Sonraki Gölde Fosfor Konsantrasyonu

$$C_L = C_i (1 - e^{-t/t_0}) \quad t = 1 \text{ yıl}$$

$$C_L = 2,44 (1 - e^{-1/1,07}) \quad t_0 = 1,07 \text{ yıl}$$

$$C_L = 1,48 \frac{\text{mg}}{\text{lt}} \quad C_i = 2,44 \frac{\text{mg}}{\text{lt}}$$

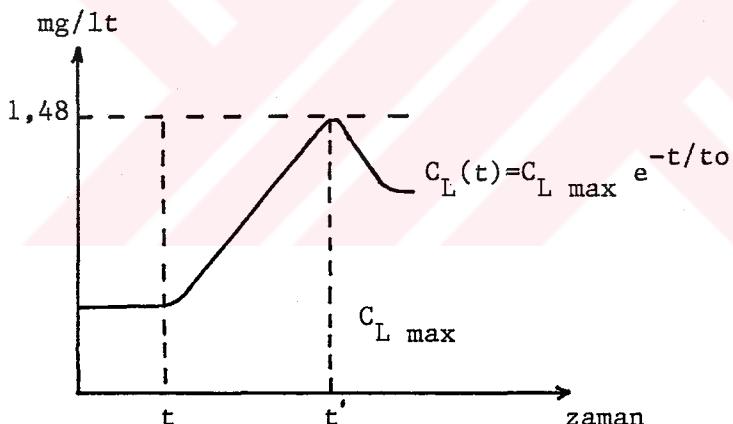
c) % 99 Kararlı Duruma Ulaşması İçin Gerekli Süre :

$$C_L = C_i (1 - e^{-t/t_{99}}) \quad t = t_{99}$$

$$0,99 C_i = C_i (1 - e^{-t_{99}/1,07}) \quad C_L = 0,99 C_i$$

$$t_{99} = 4,93 \text{ Yıl} \quad t_{99} = 1,07 \text{ yıl}$$

d) Kararlı durum konsantrasyonu $C_{LK}=1,48 \text{ mg/lt}$ değerine ulaştıktan sonra bazı tedbirler alınarak fosfor giriş % 30 oranında azaltılırsa buna göre kararlı durumun elde edilebilmesi için gereken süre:



Giriş Konsantrasyonu $= (1 - 0,3) \times 1,48 = 1,036 \text{ mg/lt} = C_L(t)$
Kararlı duruma ulaşması için gerekli süre ;

$$C_L(t) = C_{L\max} e^{-t/t_0} = \frac{C_L(t)}{C_{L\max}} = e^{-t/t_0}$$

$$\frac{1,036}{1,48} = e^{-t/1,07} \quad t = 0,38 \text{ yıl}$$

- e) Hidrolik bekletme süresi 391 gün olan Eber Gölüne Akarçay vasıtasi ile $6,25 \text{ mg/l}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ 2 no'lu istasyondan (11.07.1992) giriş yapmaktadır. Buharlaşma ve sızmayı ihmal ederek kararlı durum konsantrasyonunu hesaplayalım.

$$k = 0,023 \text{ gün}^{-1}$$

Kararlı Durum Konsantrasyonu

$$C_{LK} = \frac{C_i}{1+k \cdot t_o} = \frac{6,25 \text{ mg/l}}{1+0,023 \times 391} = 0,63 \text{ mg/l}$$

- f) Yarı ömrü 60 gün olan $\text{PO}_4\text{-P}$, hacmi $V=292 \times 10^6 \text{ m}^3$ olan Eber Gölü'ne akmaktadır. Giriş debisi $Q_i=271 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ve giriş konsantrasyonu $C_i=6,25 \text{ mg/l}$ ve to anında $C_o=0,24 \text{ mg/l}$ olduğuna göre

- $t=1/2$ yıl sonraki C_L konsantrasyonunu hesaplayalım.

$$C_L = \frac{Q_i C_i}{Q_i + V \cdot k} \left[1 - e^{-\frac{t(1+k)}{t_0}} \right] + C_o e^{-\frac{t(1+k)}{t_0}}$$

$$Q_i : 271 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$C_i : 6,25 \text{ mg/lt} \text{ (Akarçay deresi 11.07.1992 ölçümü)}$$

$$t_{1/2} : 60 \text{ gün için } t_{1/2} = \frac{0,693}{k} = 60 \text{ gün}$$

$$k = 4,22 \text{ yıl}^{-1}$$

$$t_0 = V = \frac{292 \times 10^6 \text{ m}^3}{Q_i 271 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}} = 1,07 \text{ yıl}$$

$$t = 1/2 \text{ yıl} ; C_o = 0,24 \text{ mg/lt}$$

$$C_L = \frac{\frac{271 \times 10^6 \text{ m}^3}{\text{yıl}} \times 6,25 \text{ mg/lt}}{\frac{271 \times 10^6 \text{ m}^3 + 292 \times 10^6 \text{ m}^3}{\text{yıl}} \times 4,22 \text{ yıl}^{-1}} = \left[1 - e^{-\frac{1}{2} \frac{(1+4,22)}{1,07}} \right] + 0,24 e^{-\frac{1}{2} \frac{(1+4,22)}{1,07}}$$

$$C_L = \frac{271 \times 6,25}{1503,24} [1 - e^{-2,58}] + 0,24 e^{-2,58}$$

$$C_L = 1,04 \text{ mg/l} + 0,018 \text{ mg/l}$$

$$C_L = 1,058 \text{ mg/l}$$

- Kararlı Durum Konsantrasyonu :

$$C_{LK} = \frac{C_i}{1+k.to} = \frac{6,25}{1+4,22 \times 1,07}$$

$$C_{LK} = 1,14 \frac{\text{mg}}{\text{lt}}$$

- Efektif Bekletme Süresi :

$$t_e = \frac{\frac{1,14 \text{ mg}}{\text{lt}} \times 292 \times 10^6 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}} \times 10^3 \text{ lt}}{\frac{6,25 \text{ mg}}{\text{lt}} \times 271 \times 10^6 \frac{\text{m}^3}{\text{yıl}} \times 10^3 \text{ lt}} = 0,20 \text{ yıl}$$

Karamik Gölü :

Hidrolik bekletme süresi $t_o = 1,33$ yıl olan gölde
1 yıl sonundaki fosfor muhtevasını hesaplayalım.

Göle Giren Yıllık Fosfor Yükü : 13,62 ton/yıl (1991 yılı)
Göle Giren Suyun Debisi : $17,85 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ "
Göl Hacmi : $23,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ "

Çözüm

a) Göle Giren Konsantrasyon

$$C_i = \frac{\text{Yıllık Fosfor Girişi}}{\text{Yıllık Su Girişi}} = \frac{13,62 \times 10^3 \text{ kg/yıl}}{17,85 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}} = \frac{7,63 \times 10^{-4} \text{ kg}}{\text{m}^3} = \\ = 0,76 \text{ gr/m}^3 = 0,76 \text{ mg/lt}$$

b) Bir Yıl Sonra Göldeki Fosfor Konsantrasyonu

$$C_L = C_i (1 - e^{-t/t_{\text{0}}}) \quad t : 1 \text{ yıl} \\ C_L = 0,76 (1 - e^{-1/1,33}) \quad t_{\text{0}} : 1,33 \\ C_L = 0,4 \text{ mg/lt} \quad C_i : 0,76 \frac{\text{mg}}{\text{lt}}$$

c) % 99 Kararlı Duruma Ulaşması İçin Gerekli Süre

$$C_L = C_i (1 - e^{-t/t_{\text{0}}}) \quad t : t_{99} \\ 0,99 C_i = C_i (1 - e^{-t_{99}/1,33}) \quad C_L : 0,99 C_i \\ t_{99} = 6,12 \text{ yıl} \quad t_{99} : 1,33 \text{ yıl}$$

d) Kararlı durum konsantrasyonu $C_{LK} = 0,4 \text{ mg/l}$ t
değerine ulaştıktan sonra SEKA Atıksu Arıtma
Tesisinde bazı tedbirler alınarak fosfor girişi
% 30 oranında azaltılırsa buna göre kararlı
durumun elde edilebilmesi için gereken süre :

$$\text{Giriş Konsantrasyonu } (1-0,3) \times 0,4 = 0,28 \text{ mg/l} = C_L(t)$$

Kararlı duruma ulaşması için gerekli süre

$$C_L(t) = C_{L\max} e^{-t/t_0} = \frac{C_L(t)}{C_{L\max}} = e^{-t/t_0}$$

$$\frac{0,28}{0,40} = e^{-t/1,33} \quad t = 0,47 \text{ yıl}$$

e) Hidrolik bekletme süresi 485 gün olan Karamık
Gölü'ne SEKA vasıtası ile $0,23 \text{ mg/l}$ PO_4^3-P 1 no'lu
istasyondan (10.07.1992) giriş yapmaktadır.
Buharlaşma ve sızmayı ihmal ederek kararlı durum
konsantrasyonunu hesaplayalım.

$$k = 0,023 \text{ gün}^{-1}$$

Kararlı Durum Konsantrasyonu

$$C_i \quad 0,23 \text{ mg/l}$$

$$C_{LK} = \frac{C_i}{1+k} = \frac{0,23}{1+0,023 \times 485} = 0,019 \text{ mg/l}$$

f) Yarı ömrü 60 gün olan $\text{PO}_4\text{-P}$, hacmi $V=23,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ olan Karamik Gölü'ne akmaktadır. Giriş debisi $Q_i = 17,85 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ve giriş konsantrasyonu $C_i = 0,23 \text{ mg/l}$ ve to anında $C_o = 0,15 \text{ mg/l}$ olduğuna göre

- $t=1/2$ yıl sonraki C_2 konsantrasyonunu hesaplayalım.

$$C_L = \frac{Q_i \cdot C_i}{Q_i + V \cdot k} \left[e^{-t \left(\frac{1}{t_0} + k \right)} \right] + C_o e^{-t \left(\frac{1}{t_0} + k \right)}$$

$$Q_i = 17,85 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$C_i = 0,23 \text{ mg/l}$$

$$t_{1/2} = 60 \text{ gün için } t_{1/2} = \frac{0,693}{k} = 60 \text{ gün } k = \frac{0,693}{60/365} =$$

$$k = 4,22 \text{ yıl}^{-1}$$

$$t_0 = \frac{V}{Q_i} = \frac{23,7 \times 10^6 \text{ m}^3}{17,85 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}} = 1,33 \text{ yıl}$$

$$t=1/2 \text{ yıl } C_o = 0,15 \text{ mg/l}$$

$$C_L = \frac{17,85 \times 10^6 \frac{m^3}{yil} \times 0,23 \text{ mg/lt} \left[1 - e^{-\frac{1}{1,33} \times 4,22} \right] + 0,15e^{-\frac{1}{1,33} \times 4,22}}{17,85 \times 10^6 \frac{m^3}{yil} + 23,7 \times 10^6 \frac{m^3}{yil} \times 4,22}$$

$$C_L = \frac{17,85 \times 0,23 [1 - e^{-2,48}] + 0,15 \cdot e^{-2,48}}{117,86}$$

$$C_L = 0,032 + 0,013$$

$$C_L = 0,045 \text{ mg/lt}$$

- Kararlı Durum Konsantrasyonu

$$C_{LK} = \frac{C_i}{1+k.to} = \frac{0,23}{1+4,22 \times 1,33} = 0,23$$

$$C_{LK} = 0,035 \text{ mg/lt}$$

- Efektif Bekletme Süresi :

$$to = \frac{0,035 \frac{\text{mg}}{\text{lt}} \times 23,7 \times 10^6 \times 10^3 \text{ lt}}{0,23 \frac{\text{mg}}{\text{lt}} \times 17,85 \times 10^6 \times 10^3 \frac{\text{lt}}{\text{yil}}} = 0,2 \text{ yıl}$$

8.3. Klorofil "a"-Seki Diski Derinliği Arasındaki Bağıntılar

Fosfor konsantrasyonu ile klorofil-a arasındaki bazı empirik denklemler verilmiştir. Dillion ve Rigler (1974) ve Sakamoto (1966) ortalama yaz klorofil-a konsantrasyonu, fosfor (P) konsantrasyonuna bağlayan denklemi aşağıdaki şekilde verirler :

$$\log(\text{klorofil-a}) = 1,45 \log(P) \times 1000 - 1,14 \quad (8.11)$$

Bu denklem $N : P > 12$ için geçerlidir.

Aynı şekilde $N : P < 4$ için aşağıdaki denklem geliştirilmiştir.

$$\log(\text{klorofil-a}) = 1,4 \log(N) \times 1000 - 1,9 \quad (8.12)$$

Denklem 8.11 ve 8.12'de N,P mg/lt klorofil-a ise mikrogram/lt olarak verilmiştir. Sayet N : P oranı 4 ile 12 arasında ise her iki denklemde bulunan ve en küçük değerin kullanılması tavsiye edilir (10). Dillon ve Rigler (1975) Seki Diski Derinliği (SD) ve klorofil-a konsantrasyonu arasındaki ilişkiye veren bir empirik denklem vermişlerdir.

$$\ln(\text{klorofil-a}) = 3,03917 + (-1,56502) \times \ln(\text{SD}) \quad (8.13)$$

Dillion ve Rigler (1974) aynı zamanda fosfor ve klorofil-a arasında empirik bir bağıntıda vermişlerdir.

$$\ln(P) = [0,4347 \times \ln(\text{klorofil-a}) + 1,136] / 0,63 \quad (8.14)$$

Denklem 7.14'de klorofil-a ve fosfor konsantrasyonu (P) mikrogram/litre olarak verilmiştir.

Lakin Eber ve Karamık Göllelerinin 2-3m gibi derinliklere sahip olması sebebi ile bu formülasyonlar Eber ve Karamık için sağlıklı sonuçlar vermemektedir. Bu nedenle yukarıdaki bağıntıları esas alarak Karamık Gölü için oluşturulan empirik denklem ;

$$\ln(P) = [0,4347 \times \ln(\text{chl-a}) + 1,677] / 0,63 \quad (8.15)$$

Bu denklemde chl-a = $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ alınacaktır.

Eber Gölü için geliştirilen denklem.

$$\ln(P) = [1,076 \times \ln(\text{chl-a}) + 1,677] / 0,63 \quad (8.16)$$

Seki diskı ile klorofil-a arasında Eber Gölü için
geliştirilen denklem.

$$\ln(\text{chl-a}) = 3,03917 + (3,5117) \ln(\text{SD}) \quad (8.17)$$

9. SONUÇLAR

9.1. EBER GÖLÜ

- Eber gölünde derinlik 2-3m arasındadır. Derinlere inildiğinde sıcaklık değişimi olmamaktadır. Bu nedenle gölde tabakalaşmadan bahsedilmez.
- Eber gölünde çözünmüş oksijen konsantrasyonu yüzeyde 7 mg/lt göl tabanında ise 1,5-2 mg/lt'dir. Göl tabanında organik çamur teşekkül etmiştir.
- Eber gölünde Seki diskî derinliği 15cm'e düşen bölgeler vardır.
- L_c Yükü L_c Yükünün 17,3 katıdır. Bu nedenle göl ötrotrofiktir.

Tablo 9.1 : Çeşitli Parametreler Yönünden Eber Gölü Trofik Seviyeleri (10).

Parametre	Ölçülen veya Hesaplanan Değer	Ötrotifik Seviye için Limit Değer	Trotifik Seviye
T.İnorganik Azot,mg/l	0.54-2.26	0.3~0.4	Ötrotifik
T.İnorganik Fosfor,mg/l	0.13-0.36	0.1~1.5	Ötrotifik (Hiperotrotifik)
Klorofil-a (mg/m ³)	32-50	10 ~ 20	Ötrotifik
Seki Diski Derinliği,(m)	0.15-0.50	< 1.7	Ötrotifik
Azot Yüksü (g/m ² .yıl)	14.9	2.0	Ötrotifik
Fosfor Yüksü (g/m ² .yıl)	0.39	0.13	Ötrotifik

9.2. KARAMİK GÖLÜ

- Karamık gölünde derinlik 1-3m arasındadır. Yüzey ile taban arasında sıcaklık değişimi ve tabakalaşma yoktur.
- Karamık gölünde çözünmüş oksijen konsantrasyonu göl tabanında sıfıra yaklaşmaktadır.
- Seki diskî derinliği 1-1,5 m arasında değişmektedir.
- L_c Yükü L_c Yükünün 20 katıdır. Göl aşırı ötrophik duruma gitmektedir.

Tablo 9.2 : Çeşitli Parametreler Yönünden Eber Gölü Trofik Seviyeleri (10).

Parametre	Ölçülen veya Hesaplanan Değer	Ötrotifik Seviye için Limit Değer	Trofik Seviye
T.İnorganik Azot, mg/l	0.8-1.4	0.3~0.4	Ötrotifik
T.İnorganik Fosfor, mg/l	0.03-0.37	0.1~1.5	Ötrotifik
Klorofil-a (mg/m ³)	1.76-5.54	10 ~ 20	Mezotrotifik
Seki Diski Derinliği, (m)	1.25-1.50	< 1.7	Ötrotifik
Azot Yükü (g/m ² .yıl)	1.36	2.0	Mezotrotifik
Fosfor Yükü (g/m ² .yıl)	0.35	0.13	Ötrotifik

REFERANSLAR

1. Aral, N., 1992. Ötrophikasyon ve Göllerin Kirlenmesi, Ders Notları. Yıldız Üniversitesi İstanbul
2. Erdoğan, E., 1992. D.S.İ. Açısından Eber Gölü, Eber Gölü Sempozyumu, Bolvadin
3. Gölge, T., Kılıç, Z., ve Tülümen, S., 1986. Isparta ve Yöresindeki Göllerde Su Kalitesi Eser Elementler, Tübitak., Çağ-46/G
4. Güney, Y., Durusu, A., ve Tabuman, F.C., 1985. Isparta ve Yöresindeki Göllerde Su Kalitesi Evsel ve Endüstriyel Atıklarla İlgili Parametreler, Tübitak., Çağ-47
5. Merter, U., 1986. Isparta ve Yöresindeki Göllerde Su Kalitesi, Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Parametreler, Tübitak., Çağ-45/G
6. Sawyer, C., 1966. Basic Cansept of Eutrophication, Jour. WPCF, V.38, No.5
7. Stumm, W., and Morgan, J., 1970. Aquatic Chemistry, Willey Intersciens
8. Uslu, O., and Türkman, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü
9. Bolvadin Meteoroloji İstasyonu Değerleri
10. Çevre Bakanlığı, 1993. Göller Bölgesi Projesi
11. D.S.İ. Yıllık Kalite Gözlemleri
12. Eutrophication of Waters Monitoring, OECD., 1982- Paris
13. Koçbeyli Meteoroloji İstasyonu Değerleri
14. Seka Yıllık Kalite Gözlemleri

ÖZGEÇMİŞ

Cemil KAVURT 6 Temmuz 1967 yılında Amasya'da doğmuş, orta öğrenimini 1984 yılında İZMİT Lisesinde tamamlamıştır. 1985 yılında İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümünde öğretime başlayıp 1989 yılında mezun olmuştur. 1991 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında master öğrenimine başlamıştır.

Halen Kocaeli Çevre İl Müdürlüğünde çalışmaktadır.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ