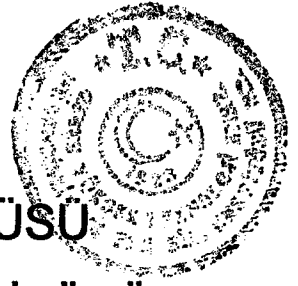


T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MERİÇ –ARDA –TUNCA NEHİRLERİ'NİN  
KİRLİLİK DURUMLARININ İNCELENMESİ

Ertan YILDIRIM  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

109912

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANİZASYON MERKEZİ

TEZ DANIŞMANI  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet KOBYA

GEBZE  
2001



Erhan YILDIRIM .....'ın tez çalışması, G.Y.T.E. Mühendislik  
ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 29.01.2001 ..... tarih ve  
2001/13 ..... sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından  
.....Çevre Mühendisliği..... Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi  
olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

Yrd.Doç.Dr.Mehmet KOBYA

ÜYE  
(Tez Danışmanı)

: 

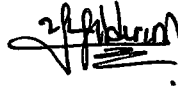
ÜYE

: Prof.Dr.Mehmet KARPUZCU



ÜYE

: Yrd.Doç.Dr.Yılmaz YILDIRIM



ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
20.02.2001 ..... tarih ve 2001/16 ..... sayılı kararı.



## ÖZET



Bu çalışmada, Trakya Bölgesinde bulunan Meriç, Arda ve Tunca Nehirleri'nde, evsel ve endüstriyel atıksulardan ve tarım faaliyetlerinden kaynaklanan biyolojik ve kimyasal kirlenmenin 1997-2000 yılları arasında yıllara göre değişimleri incelenmiştir.

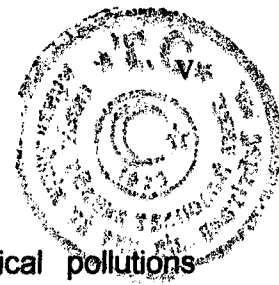
Bu amaçla üç noktadan numuneler üç yıl boyunca ayda bir kez olmak üzere derlenmiştir. Numuneler; Meriç Nehri'nin Bulgaristan'dan çıktığı Kapıkule Giriş bölgesinden, Avarız Köyünden geçen Tunca Nehri'nden ve Meriç Nehrinin Merkez İlçe Çıkış bölgesinden alınmıştır.

Bu üç İstasyondan alınan numunelerde;  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_3\text{-N}$ , TP,  $\text{SO}_4^{2-}$ , BOI, KOI, ÇO, pH, sıcaklık ve ağır metaller (Fe, Mn, Cr, Cu, Al, Ni, Co, Zn, Pb) ölçülmüştür.

Yapılan analiz sonuçları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Kıta İçi Yüzeysel Suları Sınıflandırılması kriterleri ile karşılaştırılmış Kapıkule'den giren Meriç Nehrinde ölçülen parametrelerin 4/09/1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre yağışlı mevsimlerde II. sınıf ve kurak mevsimlerde III. sınıf kirlenmiş su konsantrasyona sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tarım bölgelerinde yapılan incelemeler sonucunda, bu nehirlere suni gübrelemeden gelen Toplam Azot yükünün 88.8 N kg/ha-yıl ve Toplam Fosfor yükünün 0.92 kg/ ha yıl olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca sanayiden gelen toplam KOI yükünün ise 1037744.64 ton/sene olduğu hesaplanmıştır.

Çalışma neticesinde bu nehirlerde bulunan suların; içme suyu temininde, rekreasyonel amaçlar için (yüzme vb.), alabalık üretiminde, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kesinlikle kullanılamayacağı, ileri arıtma ile içme suyu temininde, alabalık dışında balık üretiminde, tarım alanlarında sulamada, uygun bir arıtma ile endüstri sektörlerinde (gıda, tekstil gibi sektörler hariç) kullanılabileceği görülmüştür. Nehirlerde yapılacak çalışmalar (deşarjların kontrol altına alınması gibi) sonucunda nehirdeki organik ve inorganik kirliliğin en az düzeye indirilmesi sağlanacak ve söz konusu nehirlerden daha yüksek kalitede su temin edilebilecektir.



## SUMMARY

In this study, the variations of biological and chemical pollutions originating from agriculture, domestic and industrial sewage between the years 1997 and 2000 in the rivers of region Trakya: Meriç, Arda and Tunca have been studied.

At this aim, each month samples of this three locations are collected during three years. Collected samples are taken from Meriç River's at the entrance Region of Kapıkule which it leaves Bulgaria, Tunca River crossing Avarız Village and Meriç River's line of departure region at central district.

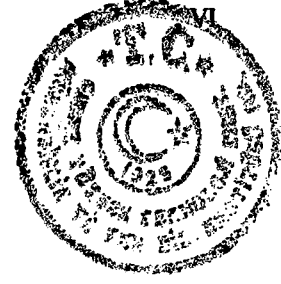
$\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_3\text{-N}$ , TP,  $\text{SO}_4^{2-}$ , BOD, COD, DO, pH, temperature, heavy metals (Fe, Mn, Cr, Cu, Al, Ni, Co, Zn, Pb) were measured as parameters in the samples taken from this three stations.

Analysed results of the samples were compared with In-Continent Surface Water Classification Criterion of Regulation of Water Pollution Checking and measured parameters determining a concentration of II. category in rainy seasons or III. Category in rainless seasons Polluted Water in the Meriç River at the entrance of Kapıkule according to The Official Gazette number 19919 published at 4 September 1988 and went into effect.

The load of total N caused by artificial fertilizers and the load of total P are calculated as 88.8 N kg/ha-year and 0.92 kg/ha-year obtained from the result relating to the examinations in agricultural zone. Industrial COD load is calculated as 1037744.64 ton/year.

As a result of this study; the water of these rivers very definitely can not use for procure drinking water, for recreations works (swimming etc.), at the raising of trout, at the raising of animals and for supply farm's needs, can use to procure drinking water with an advanced treatment, at the raising of fish except trout, at watering in agricultural zone and at industrial sectors (except sectors like food or textile) with a suitable water treatment. At the result of treatment efforts for the recovery of rivers, organic and inorganic pollutions level in the rivers will be minimized and higher quality waters can procure from the rivers.

## TEŞEKKÜR



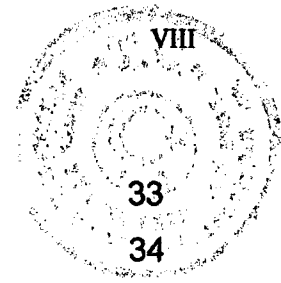
Yüksek lisans eğitimim boyunca çalışmalarımın gerçekleşmesinde büyük yardımları olan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet KOBYA' ya, Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU' ya , Yrd. Doç. Dr. Yılmaz YILDIRIM' a, G.Y.T.E. Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'ndaki öğretim görevlileri ve arkadaşlarıma, akrabam Dr. M. Emin AYDIN' a, Kimyager Abdullah BÜLBÜL' e, Edirne İl Çevre Müdürlüğü ve İstanbul İl Çevre Müdürlüğündeki mesai arkadaşlarıma ve çalışmalarım boyunca bana her zaman destek olan aileme teşekkür ederim.





## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

|                                                                          | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET                                                                     | IV    |
| SUMMARY                                                                  | V     |
| TEŞEKKÜR                                                                 | VI    |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ                                                       | VII   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ                                           | IX    |
| TABLolar DİZİNİ                                                          | XI    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ                                                          | XII   |
| <br>                                                                     |       |
| 1. GİRİŞ                                                                 | 1     |
| 2. SU KALİTESİ VE NEHİR KİRLİLİĞİ                                        | 4     |
| 2.1. Yeryüzündeki Suyun Dağılımı ve Suların Sınıflandırılması            | 4     |
| 2.2. Kirlilik Unsurlarının Sınıflandırılması                             | 7     |
| 2.2.1. Zehirli Kirleticiler                                              | 11    |
| 2.2.2. Sıcaklık Kirlenmesi                                               | 11    |
| 2.3. Su Kalitesi ve Su Kalite Standartları                               | 12    |
| 2.3.1. Su Kalitesi Standartları                                          | 13    |
| 2.3.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği                                 | 14    |
| 2.4. Nehir Havza Ekosistemi ve Nehir Kirliliği                           | 16    |
| 2.4.1. Nehir Havza Ekosistemi                                            | 16    |
| 2.4.2. Nehir Kirliliği ve Nehirlerle İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar | 18    |
| 3. MATERYAL METOD                                                        | 24    |
| 3.1. Materyal                                                            | 24    |
| 3.1.1. Meriç Nehrinin Coğrafik Konumu                                    | 24    |
| 3.1.2. Bölgenin Tarım ve Endüstriyel Durumu                              | 26    |
| 3.1.3. Meriç Nehrinin Kirliliğine Etki Eden Başlıca Etkenler             | 27    |
| 3.1.4. İklim                                                             | 28    |
| 3.1.5. Yağış                                                             | 31    |

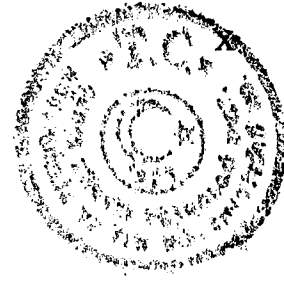


|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.6. Su Kayıpları ve Rüzgarlar                                 | 33 |
| 3.1.7. Doğal Bitki Örtüsü                                        | 34 |
| 3.1.8. Meriç ve Kolları                                          | 35 |
| 3.2. Metod                                                       | 38 |
| 3.2.1. Örnek Alınması ve Ölçüm Parametreleri                     | 38 |
| 4. TARTIŞMA VE SONUÇ                                             | 39 |
| 4.1. Meriç Nehrine Nokta Ve Yaygın Kaynaklardan Gelen Yük Hesabı | 39 |
| 4.1.1. Nüfus Hesapları ve Mevcut metotlar                        | 39 |
| 4.1.1.1. Aritmetik Artış Yöntemi                                 | 39 |
| 4.1.1.2. Geometrik Artış Yöntemi                                 | 39 |
| 4.1.1.3. İller Bankası Yöntemi                                   | 40 |
| 4.1.2. Nokta Kaynaktan Gelen Kirlilik Yük Hesabı                 | 41 |
| 4.1.3. Yaygın Kaynaklardan Gelen Yük Hesabı                      | 42 |
| 4.1.3.1. Toplam Azot ve Fosfor Yükünün Hesabı                    | 42 |
| 4.1.3.2. Sanayiden Kaynaklanan Kirlilik Yük Hesabı               | 44 |
| 4.2. Nehirde Ölçülen Parametrelerin Değerlendirilmesi            | 47 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER                                             | 62 |
| 6.KAYNAKLAR                                                      | 65 |
| ÖZGEÇMİŞ                                                         | 69 |
| EKLER                                                            | 70 |
| EK-1                                                             | 71 |
| EK-2                                                             | 80 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| <u>Parametre</u>    | <u>Birimler</u>                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------|
| AAS                 | (Atomik Absorbsiyon Spetrometre)                       |
| AKM                 | (Askıdaki Katı Madde) mg/l                             |
| BOI                 | (Biyolojik Oksijen İhtiyacı) mg/l                      |
| BOI <sub>5</sub>    | (Beş Günlük Biyolojik Oksijen İhtiyacı) mg/l           |
| BOI <sub>2000</sub> | (2000 Yılı Nüfusuna Göre Biyolojik Yük Hesabı) ton/yıl |
| BOI <sub>2010</sub> | (2010 Yılı Nüfusuna Göre Biyolojik Yük Hesabı) ton/yıl |
| BOI <sub>2020</sub> | (2020 Yılı Nüfusuna Göre Biyolojik Yük Hesabı) ton/yıl |
| ÇO                  | (Çözünmüş Oksijen) mg/l                                |
| FAO                 | (Dünya Gıda ve Tarım Örgütü)                           |
| GYTE                | (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü)                     |
| KOI                 | (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) mg/l                       |
| k <sub>a</sub>      | ( Nüfus Artış Hızı)                                    |
| N <sub>2000</sub>   | (Tahmini 2000 Yılı Nüfusu) kişi                        |
| NH <sub>3</sub> -N  | (Amonyum Azotu) mg/l                                   |
| NO <sub>2</sub> -N  | (Nitrit Azotu) mg/l                                    |
| NO <sub>3</sub> -N  | (Nitrat Azotu) mg/l                                    |
| SKKY                | (Su Kirlenmesi Kontrolü Yönetmeliği)                   |
| TÇKM                | (Toplam Çözünmüş Katı Madde) mg/l                      |
| t <sub>i</sub>      | ( y <sub>i</sub> Nüfus Sayımının Yapıldığı Tarih) yıl  |
| t <sub>m</sub>      | ( y <sub>m</sub> Nüfus Sayımının Yapıldığı Tarih) yıl  |
| TN                  | (Toplam Azot) mg/l                                     |
| TP                  | (Toplam Fosfor) mg/l                                   |
| TSE                 | (Türk Standartları Enstitüsü)                          |
| t <sub>s</sub>      | ( y <sub>s</sub> Nüfus Sayımının Yapıldığı Tarih) yıl  |
| UN                  | (Birleşmiş Milletler)                                  |
| UNESCO              | (B M Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)                   |



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

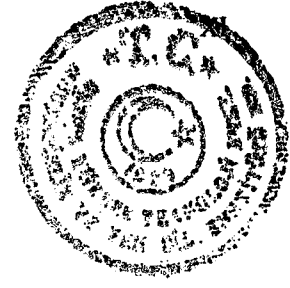
### Parametre

|       |                                |
|-------|--------------------------------|
| $y_i$ | ( İlk Nüfus Sayımındaki Nüfus) |
| $y_m$ | ( Gelecekteki Nüfus Sayımı)    |
| $y_s$ | ( Son Nüfus Sayımındaki Nüfus) |
| WHO   | (Dünya Sağlık Örgütü)          |

### Birimler

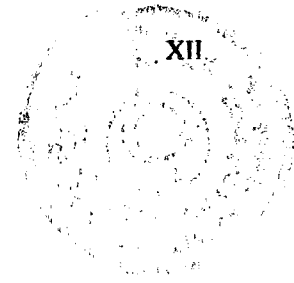
|      |
|------|
| kişi |
| kişi |
| kişi |





## TABLolar DİZİNİ

| <u>Tablo</u>                                                        | <u>Sayfa</u> |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2.1. Suyun Yerküresindeki Dağılımı (km <sup>3</sup> cinsinden)      | 5            |
| 2.2. Kirletici Kaynak Tipi ve Kirleticinin Cinsi                    | 10           |
| 2.3.Kıta İçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması                     | 15           |
| 2.4. Kalite Parametreleri ve Ölçüm Maksatları                       | 19           |
| 3.1. Meriç Havzası İl Merkezlerinde Tespit Edilen İklim Özellikleri | 32           |
| 3.2. Parametrelerin Ölçüm Metotları                                 | 38           |
| 4.1. Tahmini Nüfus Hesapları                                        | 41           |
| 4.2. Hesaplanan Kirlilik Yük Miktarları                             | 42           |
| 4.3. Suni Gübrelemeden Gelen Toplam Azot ve Toplam Fosfor Miktarı   | 44           |
| 4.4. Sanayiden Gelen Organik Kirlilik Yüğü                          | 46           |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

| <u>Sekil No:</u>                                                                                                      | <u>Sayfa</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 3.1. Meriç Havzası'nın Türkiye ve Trakya'daki Yeri                                                                    | 25           |
| 3.2. Edirne İli ve Civarı Hidrojeoloji Haritası Lejantı ve Açıklamaları                                               | 29           |
| 3.3. Meriç Havzası 'Yağış Dağılımı                                                                                    | 31           |
| 3.4. Havza Sularında Evapotranspirasyon ve Genel Su Bilançosu                                                         | 33           |
| 3.5. Havza Topraklarında Doğal Bitki Örtüsünün Coğrafi Dağılımı                                                       | 34           |
| 3.6. Numune Alma Noktaları                                                                                            | 37           |
| 4.2.1. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında<br>Aylara Göre $\text{NH}_3\text{-N}$ Değişimi       | 48           |
| 4.2.2. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında<br>Aylara Göre $\text{NO}_2\text{-N}$ Değişimi       | 50           |
| 4.2.3. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında<br>Aylara Göre $\text{NO}_3\text{-N}$ Değişimi       | 52           |
| 4.2.4. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında<br>Aylara Göre TP Değişimi                           | 53           |
| 4.2.5. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında<br>Aylara Göre $\text{SO}_4$ Değişimi                | 55           |
| 4.2.6. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında<br>Aylara Göre $\text{KOİ}$ Değişimi                 | 56           |
| 4.2.7. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında<br>Aylara Göre $\text{ÇO}$ Değişimi                  | 58           |
| 4.2.8. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında<br>Aylara Göre pH Değişimi                           | 59           |
| 4.2.9. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında<br>Aylara Göre Sıcaklık Değişimi                     | 60           |
| 4.2.10. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında<br>Aylara Göre Toplam Bakır Konsantrasyonu Değişimi | 61           |



# 1.GİRİŞ

Canlı varlıklar için tabiattaki suyun önemi, çevre bilinci ile her geçen yıl daha iyi anlaşılmakta, su kirliliğinin önlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Su kaynakları, özellikle yüzeysel su kaynakları içerisinde nehirler çevre ve insan için tabiatın dikkat edilmesi gereken önemli bir parçasıdır. Nehirlerin kirlenmesi, çevre kirlenmesi içinde özel önem gösterilen bir konudur. Çünkü nehir, dinamik bir ortamdır.

Nehirlerin ve diğer su kaynaklarının kirlenmesi bir çok ekonomik zarara neden olduğu gibi, kirliliğin cinsi ve yoğunluğuna bağlı olarak doğrudan hayatı tehdit eden düzeylere de varabilmektedir.

Kalkınma çabası içinde olan ülkemizde doğal kaynaklarımızdan azami şekilde yararlanmak ve doğal kaynaklarımızı gelecek nesiller için de korumak en önemli görevlerimizdendir. Su kirlenmesi sorununun çözümü için laboratuvar çalışmalarının başlatılması gerekir. Böylece kirlenmenin miktarı, cinsi ve şekli tespit edilmiş olacaktır. Alınacak tedbirler periyodik olarak yapılan bu analizlerin vereceği sonuçlara bağlıdır. Sonuçların değerlendirilmesi ve değerlendirme sonuçlarına göre alınması gereken tedbirlerin uygulanması gerekmektedir.

Diğer taraftan endüstri bölgelerimizdeki atık sular da önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Endüstri atık sularının herhangi bir kontrol ve tasfiyeye tabi tutulmadan akarsulara verilmesi bu sulardan faydalanmayı imkansız hale getirmektedir.

Unutulmaması gereken şudur ki, kirlenilen bir su kaynağının temizlenmesi, korunmasından çok daha güç ve pahalıdır.

Kirlenen su ekonomik bir zarar oluşturur. Bu zarar kirlenen suyun temizlenmesi gereği ile ortaya çıkar. Kirlenen su kötü görüntüsü ve kokusu

ile estetik bir sorun doğurmakta ayrıca düşük oksijen ile canlıların yaşamına uygun bir ortam olmaktan çıkmaktadır.



Ülkemizde son yıllarda nüfusun hızlı artışı ve endüstrileşme çabaları sonucunda çevre kirliliği önemli bir sorun olmaya başlamıştır. Ülkemizde çevre kirlenmesinin en önemli iki etkeni düzensiz kentleşme ve bilinçsiz endüstrileşmedir.

Su kirliliği canlılara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi faaliyetleri engelleyici, su kalitesini zedeleyici etkiler yaratabilecek maddelerin suya atılmasıdır (Curi, 1980).

Tarih boyunca nehirler evsel ve endüstriyel atıksuların boşaltılması için en uygun ortam olarak görülmüştür. Bu nedenle nehirlere yapılan çeşitli atıksu deşarjları, su flora ve faunasında istenmeyen değişimlere sebep olmaktadır. Kimyasal veya biyolojik olarak bozunabilen korunamayan veya bozunmaya karşı dirençli olabilen zehirli maddelerin deşarjı ile nehirlerdeki kirlenme problemleri artmaktadır.

Bu problemlerin ortaya çıkmaması için yüzeysel su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması veya korunması için gerekli tedbirlerin alınması gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde nüfus artışının yanı sıra hızlı bir sanayileşmenin olduğu görülmektedir. Sanayi ve yerleşim birimleri için gerekli olan su daha çok yüzeysel su kaynaklarımız olan nehirler, göller ve yeraltı su kaynaklarımızdan temin edilmektedir. Bu kaynaklarımızın gün geçtikçe kirlendiği ortadadır (Örneğin, Eskişehir de Porsuk Çayı, Sapanca Gölü, Ergene, Tunca, Meriç Nehirleri ).

Bir su kaynağının kirlenip kirlenmediğinin belirlenmesi ve kullanılabilirliğinin tespit edilebilmesi için her kullanım maksadı için belirli standartlara ihtiyaç vardır. Bu standartlar belirtildikten sonra su kaynaklarının standartları sağlayıp sağlamadıkları izleme programları ile

saptanır. İzleme programları su kaynaklarının belirli noktalarında tespit edilen numune alma (kalite kontrol) istasyonlarından belirli zaman periyotlarında alınan su örneklerinde standartlarda belirtilen kalite parametrelerinin analizini içerir.

Su kaynaklarındaki su özelliklerinin zaman ve mekanla değişimi su yatağının hidrolojik, hidrojeolojik, hidrodinamik özellikleri ve kirlетici kaynakların özelliklerine bağlıdır. Bu bakımdan kirlетici deşarjlarının zamanla nasıl değıştiklerinin bilinmesi son derece önemlidir. Bunun için izleme ve ölçme çalışmalarının yapılması gerekir.

Ülkemizin Trakya bölgesinde yer alan en önemli su toplama havzalarından biri Meriç - Ergene su toplama havzası olup bölgedeki sanayileşmenin son yıllarda artması ve ayrıca yoğun tarımsal faaliyetlerin etkisi ile bir kirlenmenin söz konusu olacağı bellidir. Bu bölgedeki tarım ve sanayii için gerekli olan suyun çoğı Meriç Nehri ve onu besleyen derelerden sağlanmaktadır. Bu yüzden Meriç nehrinin kirlenmesinin önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması, nehirdeki kirlетici parametrelerin ve su kalitesindeki değışimlerinin izlenmesi gerekmektedir.

Bu amaçla Meriç, Arda ve Tunca Nehirleri dikkate alınarak üç değışik noktadan 1997-2000 yılları arasında fiziksel ve kimyasal parametrelerinin aylık ve yıllık değışimleri incelenerek kirlilik durumları tespit edilmiş olup, su kalitesi sınıflandırılması yapılmıştır. Ayrıca yapılan bu çalışmada geçmiş yıllarda Meriç nehrinin kirlenme durumu verileriyle mukayesesi ortaya konulmuştur.

## 2. SU KALİTESİ VE NEHİR KİRLİLİĞİ

### 2.1. Yeryüzündeki Suyun Dağılımı ve Suların Sınıflandırılması

Su doğada katı, sıvı ve gaz olmak üzere her üç fazda da bulunur. Bilinen tüm sıvılar içinde en yüksek yüzey gerilimine sahiptir. Bu özelliği, yağmur damlacıklarının oluşumu açısından önem taşımaktadır. Yine tüm sıvılar içinde suyun buharlaşma ısısı en yüksektir. Su amonyaktan sonra en yüksek erime ısısına sahip olan bileşiktir. Yüksek özgül ısı ile birlikte bu özellikler, suyu yeryüzündeki iklimsel farklılıkların belirleyici unsuru durumuna getirir.

Ayrıca belirli bir bölgede su zaman içinde de değişik miktarlarda bulunur. Kurak mevsimlerde gereksinimlerin karşılanmamasına karşın, sulak ve yağışlı mevsimlerde aşırı miktarlarda suyun zararlara yol açtığı bilinmektedir.

Yeryüzündeki suyun  $220.10^3 \text{ km}^3$  ü kimyasal bağlı su olup geri kalanı ise okyanus, nehir, göl, deniz, yeraltı suyu ve buzullarda bulunmaktadır. Bu serbest suyun miktarı ortalama  $1.300.000 \times 10^3 \text{ km}^3$  olup dağılımı Tablo.2.1'de verilmiştir (Uslu ve Türkman, 1987).

Tablo 2.1'den de görülebileceği gibi yeryüzündeki suyun ortalama %97,6 sı denizlerde geri kalan % 2,4 lük kısmı ise karalarda yer almaktadır. Yani insanların içme veya kullanma suyu olarak yararlanacağı miktarın son derece sınırlı olduğu görülmektedir. Sonuç olarak yeryüzündeki düzensiz şehirleşme yerleşim alanlarındaki plansızlıklar sanayi atıklarının arıtılmadan çevreye deşarjı ve tarımda kontrolsüz gübreleme ve ilaçlamanın yapılması bu kaynakların gün geçtikçe kirlenmesine yol açacaktır.

Tablo 2.1. Suyun Yerküresindeki Dağılımı (km<sup>3</sup> cinsinden)

| Suyun Bulunduğu Ortam                         | Hacim                    | %    |
|-----------------------------------------------|--------------------------|------|
| Amosferde Bulunan Su                          | 13x10 <sup>3</sup>       |      |
| Denizlerde Bulunan Su                         | 1350400x10 <sup>3</sup>  | 97,6 |
| <u>Karalarda Bulunan Su</u>                   |                          |      |
| Akarsularda                                   | 1,7x10 <sup>3</sup>      |      |
| Tatlı Su Göllerinde                           | 125x10 <sup>3</sup>      |      |
| Tuzlu İç Denizlerde ve Göllerde               | 105x10 <sup>3</sup>      | 2.4  |
| Toprak Nemliliği                              | 150x10 <sup>3</sup>      |      |
| Canlıların Su İçeriği                         | 50x10 <sup>3</sup>       |      |
| Yeraltı Suyu                                  | 7000x10 <sup>3</sup>     |      |
| Kutuplarda ve Buzullarda Donmuş Halde Bulunan | 26000x10 <sup>3</sup>    |      |
| Karalardaki Suyun Toplamı                     | 33431,7x10 <sup>3</sup>  |      |
| Yer Küresindeki Suyun Toplamı                 | 130,3831x10 <sup>3</sup> | 100  |

Ayrıca son derece sınırlı olan yüzeysel su kaynaklarındaki ekosistem bozulacak gelecekte doğal su döngüsünde çok olumsuz etkiler görülebilecektir. Susuz yaşamın olamayacağı düşünülerek hidrolojik çevrimdeki doğal su döngüsüne etki edecek sıvı, gaz ve katı atıkların kontrol edilmesi yüzeysel su kaynaklarının doğal dengesini bozmayacaktır.

Bu yüzden yeryüzündeki mevcut doğal su kaynaklarının sınıflandırılması ve kullanılan suların kalite kriterlerinin ortaya konulması önemlidir. Böylece yüzeysel su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi ve sürekli izlenmesi sağlanır.

Doğal sular, meteor suları (yağmur, kar gibi), yeraltı suları yüzeysel sular (nehir, göl ve deniz suları gibi) ve madan suları şeklinde sınıflandırılabilir. Bu sular arasında bulundurduğu içeriklerde bazı farklılıklar gözlenmektedir.

Yeraltı suları ise yağmurların yüzeysel suların topraktan sızması ile oluşmaktadır. Yeraltı suyu temas ettiği yüzeylerin bileşimine bağlı olarak değişik elementler içermekte olup genellikle toprağın bileşiminde bulunan  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Fe^{+2}$ ,  $Mn^{+2}$ ,  $CO_3^{-2}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{-2}$ , klorür bileşiklerini süspansiyon halde Si, Fe, Alüminyum ve hidroksitleri ihtiva ederler (Soniye ve Jenkins, 1980).

Nehir, göl, baraj ve denizlerde bulunan sular yüzeysel su kaynaklarını oluşturmaktadır. Suyun temas ettiği yer yüzeyinden ve yerleşim merkezlerinden gelen kirli suların karışması neticesinde çözünmüş ve süspansiyon oldukça organik madde ihtiva ederler. Ayrıca insan sağlığını tehdit eden birçok bakteri bu sularda bulunabilir. Eğer bakteri miktarı standartlarda tanımlanan değerlerin üzerinde ise evsel atıksular sonucu yüzeysel suların kirlendiği ve bunda insan ve çevre sağlığını etkilediği söylenebilir.

Nehir suları ise yağın yağmur ve kar suları bazen de yeraltı sularından oluşmaktadır. Bu suların bileşimi çıktığı ve geçtiği arazinin yapısına mevsimlere yağın yağmur miktarına ve bu kaynaklara deşarj edilen evsel veya endüstriyel su veya atıksuların miktarına veya cinsine bağlıdır. Nehir sularının bileşiminde süspansiyon veya askıdaki katı maddeler mineral tuzlar, klorürler ve suda çözünen bir çok element bulunabilir ( Mutluay ve Demirak, 1996).

## 2.2. Kirlilik Unsurlarının Sınıflandırılması



Jeolojik açıdan yeryüzündeki akarsular oluşumlarından beri karalardan aldıkları maddeleri deniz ve okyanuslara taşıya gelmişlerdir. Söz konusu olan maddelerin büyük bir kısmını atmosferik taşıma süreçleri sonucunda oluşan ve suda çözünmüş halde bulunan unsurlarla, akıntıyla taşınan tanecikler meydana getirmektedir. Bunun yanı sıra yeryüzündeki yaşam süreçlerinin ürünü olan çok miktarda organik atıklar da akarsulara karışarak denizlere taşınır. Böylece deniz ve okyanusların karalardan doğal olarak taşınan maddeler için bir birikim ortamı olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu düşünceden hareketle, insanın yeryüzündeki etkinlikleri sonucunda oluşan atık sular doğal dengeleri bozmayacak bir şekilde arıtılmalı ve alıcı ortamlara deşarj edilmelidir. Aslında, kullandığımız sular da kaynaklandıkları ortama bağımlı olarak, doğal tuz derişimlerine sahiptirler. Hidrolojik çevrimle doğal tuz derişimi bir kirletici yükü olarak kabul edilmezler. Atık sulardaki kirlilik yükü, suyun doğal olarak içerdığı maddelerin dışındaki maddelerden oluşmaktadır.

Yüzeysel suların kullanılmış sular ve diğer atıklar için bir alıcı ve uzaklaştırıcı ortam olarak kullanılması düşünüldüğünde, oluşabilecek etkilerin kestirilebilmesi açısından, bu atıkların doğal dengelere getirebilecekleri kirlilik türlerinin sınıflandırılmasında yarar vardır.

Aşağıda yüzeysel sularda kirletici etki yapabilecek unsurların Dünya Sağlık Örgütünce (WHO) sınıflandırılması verilmektedir.

a) Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar; Suların hijyenik açıdan kirlenmesine neden olan bu organizmalar, genellikle hastalıklı veya portör (hastalık taşıyıcı) olan hayvan ve insanların dışkı ve idrarlarından kaynaklanır. Atıklarla doğrudan teması veya atıkların karıştığı suları kullanmalarından dolayı canlılar olumsuz yönde etkilenir. İçme suyunda sözü edilen hijyenik kirlenme sorun oluşturmaktadır.

b) Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme; Ölmüş hayvan ve bitki artıkları ile tarımsal artıkların yüzeysel sulara karışması sonucunda ortaya çıkan kirlenmedir. Bu maddelerin alıcı su ortamlarında yarattıkları oksijen istemi su kalitesi açısından önem taşımaktadır.

c) Endüstri atıkları; Çeşitli endüstrilerden çıkarlar ve fenol, arsenik, siyanür, krom, katmiyum gibi toksik maddeler içerirler. Teknolojik gelişmeye paralel olarak, endüstri atıklarının içerdikleri maddelerin bir yandan türleri artmakta diğer yandan da bu bileşenlerin kimyasal yapıları giderek daha karmaşıklaşmaktadır.

d) Yağlar ve benzeri maddeler; Tankerler veya boru hatlarıyla taşınan petrolün kazalar sonucu yüzeysel sulara karışmasının yarattığı olumsuz etkiler açısından önem taşımaktadır.

e) Sentetik deterjanlar; Bu tip deterjanların içerdikleri fosfatlar yüzeysel sularda ötrofikasyona ve dolayısıyla ikincil kirlenmeye neden olmaktadır. Sentetik deterjanların evlerde kullanılmaya başlanması, evsel atıksuların özelliğini değiştirmiş ve bu sulara endüstriyel sularda rastladıklarımıza benzer nitelikler vermiştir.

f) Radyoaktivite; Yeryüzünde nükleer enerjiden yararlanma hızla artmaktadır. Nükleer enerjiden yararlanan tesislerde enerji üretimi için kullanılan maddeler radyoaktif olup, oluşturulan reaksiyonların ürünleri de radyoaktiftir. Nükleer atıkların yeraltında veya denizaltında çok uzun zaman süreleri boyunca saklanması için kullanılan kaplardan kaynaklanabilecek sızmalar bu maddelerin oluşturabileceği toksik etkiler açısından önem taşımaktadır. Radyoaktif kirlenme, bunun dışında hastanelerden, araştırma kuruluşlarından ve bazı endüstri dallarından da kaynaklanabilmektedir. Atmosferde yapılan nükleer silah denemesi sonucunda artan radyoaktivite,



yağmur sularını da kirletmekte ve bunun sonucu olarak yüzeysel sular radyoaktif kirlenmeye uğrayabilmektedir.

g) Pestisitler; Bu tür maddeler zararlı böcek, bitki ve mantarlarla mücadelede kullanılmaktadır. Bu tür canlılarla mücadele edilirken insanlara zararlı olmaması için düşük dozlarda verilmektedir. Buna rağmen uzun süreler bu maddelere maruz kalındığında zararlı etkileri görülmektedir. Pestisitlerin doğal çevredeki biyokimyasal süreçlerle degradasyonu çok yavaş olmaktadır. Pestisitlerin besin zincirine girmesi ve biyoakümülyasyona uğramaları ekosistemlerde önemli sorunlar yaratır. Böylece türbülanslı alıcı ortamların atık sular için sağladığı seyrelmeye ters yönde ilginç bir etki ortaya çıkar. Besin zincirinde bu tip maddelerin, miktarında artışlar gözlenmiştir.

h) Yapay organik kimyasal maddeler; Bu maddeler petrokimya, zirai ve kimya endüstrilerinde giderek artan miktarlarda üretilmektedir. Bu yapay maddeler doğal maddelere kıyasla daha güç biyodegradasyona uğrarlar.

f) Anorganik tuzlar; Bu maddeler toksik olmayıp ancak çok yüksek dozlarda kirletici olarak düşünülebilirler. Suları içme, sulama ve birçok endüstriyel kullanım için uygunsuz hale getirilebilirler. Arıtma tesisleri projelendirilirken dikkate alınmadığından anorganik tuzların giderimi yapılmamaktadır.

j) Yapay ve doğal tarımsal gübreler; Gübrelerin içerdiği azot ve fosfor sulamadan dönen drenaj suları ile yüzeysel sulara karışır. Azot ve fosfor yüzeysel sularda kirlenmeye etki eden diğer etkenlere göre ikinci derecede kirlenme etkenidir.

k) Atık ısı; Atık ısı sadece soğutma sularını ifade etmemekte olup, örnek olarak verebiliriz. Tek geçişli soğutma suyu sistemlerine sahip termik santraller yüzeysel sulara büyük miktarlarda atıksu verir. Suyun sıcaklığının artması doğal arıtma süreçlerini hızlandırır. Öte yandan oksijenin sudaki doygunluk derişimini azaltır. Böylece anaerobik ortam koşulları oluşumu

sağlanır. Sıcaklığı artmış sular ayrıca içme suyu olarak kullanmaya elverişli değildir (Uslu ve Tükrman,1987).

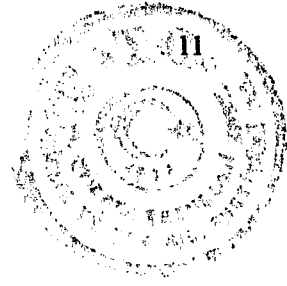


Su kaynaklarının kirlenmesine yol açan başlıca unsurlar; evsel ve endüstriyel atıksuların, hidrolojik havzadaki tarım sahalarından taşınan azot ve fosfor bileşikleri bakımından zengin sulama suyu sızıntıları, erozyon toprakları taşıyan yağış suları, gemi söküm yerleri, sahil doldurmaları ve katı atık boşaltılması gibi kirlетici kaynaklar sayılabilir.

Su kirlenmesine yol açan kirlетici kaynaklar, kirlетici kaynak tipi ve cinsi genel olarak Tablo.2.2.'de verilmiştir (Karpuzcu,1996).

Tablo.2.2. Kirlетici Kaynak Tipi ve Kirlетicinin Cinsi

| Kirlетici Kaynağın Tipi | Kirlетici Cinsi                                                                                                    |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabi Kaynaklar          | Atmosferden oluşan kirlетiciler<br>Çözünmüş mineraller<br>Çürümüş bitkiler<br>Yağış suları                         |
| Zirai Menşeli Kaynaklar | Toprak erezyonu<br>Çiftlik hayvanlarının artıkları<br>Gübreler<br>Koruma ilaçları (Pestisitler)                    |
| Kullanılmış Sular       | Belediye kanal suları<br>Meskun bölgeden gelen yağmur suları<br>Sanayi sıvı atıkları<br>Gemilerde kullanılan sular |
| Biriktirme Yapıları     | Çökeleklerin sızıntı ile sürüklenmesi<br>Oksijen noksanlığı                                                        |
| Diğer Kaynaklar         | Maden işletmeleri<br>Çöp dökme yerleri                                                                             |



### **2.2.1. Zehirli Kirleticiler**

Ağır metaller veya diğer zehirli maddelerden bir veya birkaçını ihtiva eden kullanılmış suların alıcı ortama verilmesi, bu su ortamındaki organizmalar için zehirleyici tesir yapar ve ortamdaki canlı hayatını tehlikeye sokar. Kitle halinde balık ölümleri, had safhada zehirlenmeler meydana gelir.

Zehirleyici tesirler aynı zamanda kirleticilerle canlı organizmaların temas süresine bağlıdır (Karpuzcu,1996)

### **2.2.2. Sıcaklık Kirlenmesi**

Sıcaklık, bir katalizör, bir müsekkin, bir hızlandırıcı bir kısıtlayıcı, bir tahrik edici veya bir öldürücü olarak su ortamındaki biyolojik hayatı etkileyebilen en önemli bir parametredir. Sıcaklığın değişmesi alıcı suyun ekolojisini büyük ölçüde etkiler her mikroorganizmanın normal vasat faaliyetlerini sürdürebildiği, gelişme ve büyümesini yapabildiği bir sıcaklık aralığı vardır. Bu alt ve üst eşiklerin aşılması veya çok ani sıcaklık değişimleri organizmalar için çok tehlikeli olur.

Sıcaklık su ortamındaki tabii süreçlerin en önemli düzenleyicisidir. Organizmaların fizyolojik faaliyetleri ve diğer su özelliklerine karşı tavırlar sıcaklığın değişmesinden etkilenir.

Balıkların ve diğer su canlılarının üreyebilmeleri için kesin sıcaklık sınırları vardır. Sıcak su deşarjlarının soğuk bölgelerdeki su yatakları için tek faydası, suyun donmasının önlenmesi ve soğuk bölgelerde balık bulunmasına imkan vermiş olmasıdır (Karpuzcu,1996).



### **2.3. Su Kalitesi ve Su Kalite Standartları**

Su kaynaklarının su kalitesi yönünden değerlendirilmesinin esas amacı su kaynağının kullanım maksadı için yapılır. Su kaynakları; su taşımacılığı, enerji üretimi, evsel ve endüstriyel su temini, atık suların uzaklaştırılmasında alıcı ortam, balıkçılık ve su ürünleri, tarım amaçlı ve dinlenme veya turistik maksatlı kullanımı söz konusu olduğundan her bir kullanım için su kalitesinin bilinmesi gerekir. Su kalitesi fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkiler sonucu bozulabilir. Böyle bir durumda suyun kirlendiği ve tabii bileşiminin etkilenecek değiştiği söylenebilir. Bundan dolayıdır ki su kaynaklarının su kalitesi yönünden izlenerek doğal durumunun muhafaza edilmesi sağlanır.

Su kalitesinin korunması için; mevcut kirlenmenin azaltılması ve yeni kirlenmelere mani olunması için su kalite yönetimi oluşturularak mevcut kaynakların korunması ve kirlenmiş olan kaynakların iyileştirilmesi sağlanmış olur.

Ayrıca günümüzde su kaynaklarının iyi yönetilebilmesi için; kaynakların iyi değerlendirilmesi, önceliklerin tespiti, kaynakla ilgili verilerin toplanması ve gelecekteki değişimleri öngören bilimsel modellerin oluşturulması gerekmektedir.

Sonuç olarak su kaynaklarının kalitesinin korunması ve yönetimi sadece çevresel ve ekonomik olarak ele alınmamalı, aynı zamanda politik, hukuki, sosyolojik ve kuramsal açıdan da değerlendirilmelidir. Bu nedenle çağdaş "su havzaları, kontrol ve yönetimi" tüm bu boyutları gözetken, havza ögeleri arasındaki ilişkileri analiz eden ve karmaşık bir sistemi mümkün olduğunca sadeleştiren teknolojik ve matematik esaslı modeller yardımıyla gerçekleştirilmelidir (Karpuzcu, 1992).



### 2.3.1. Su Kalitesi Standartları

Su kirlenmesi ve kontrolünün temel aşamalarından biri de kirlilik standartlarının belirlenmesi, bir başka ifade ile, kirlenmiş suların deşarj ve alıcı ortam standartlarının belirlenmesidir. Bu çalışma için önemli olan kısım, alıcı ortam standartlarıdır.

Su kalitesi kriterleri, kullanım alanlarına göre suda bulunan yabancı ve istenmeyen maddelerin o ortamda bulunan bütün canlılar üzerinde yapacağı etkileri ve bu istenmeyen maddelerin konsantrasyonlarının hangi seviyede ne gibi etkiler yapacağını belirleyen bilgilerdir. Bu su kalitesi kriterleri, bilimsel çalışmalar çerçevesinde değişir. Su kalitesi standartları, kanun, yönetmelik ve tüzüklerle belirlenir. Belirlenen bu standartlar, ülkelere göre değişiklik gösterebilir. Alıcı ortam standartları, alıcı ortama yapılan deşarjlar neticesinde doğal su ortamında meydana gelebilecek kabul edilebilir en yüksek kirlenici madde konsantrasyonunu belirler. Bu standartların belirlenmesinde iki temel faktör çok önemlidir. Bunlar;

- \* Ekonomik olarak alıcı su ortamının kabul edilebileceği kirlenici konsantrasyonu ve yükü
- Alıcı ortamın yararlı kullanım kapasitesidir.

Dünyada içme ve alıcı ortam sularıyla ilgili çalışmalar yapan ve bu konuda standart geliştiren başlıca kuruluşlar aşağıda verilmiştir.

- \* U.S. Public Health Service (USPHS)
- \* American Water Works Association (AWWA)
- \* Water Pollution Control Federation (WPCF)
- \* World Health Organization, European (WHO-E)
- \* World Health Organization, International (WHO-I)

Ülkemizde de 1988 yılında yayınlanan " Su Kalitesinin Korunması Yönetmeliği" ve TSE tarafından 1986 yılında yayınlanan T.S.- 266 numaralı "İçme Sularının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri"ne göre sular sınıflandırılmaktadır.

### 2.3.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

4.09.1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde su ortamlarının kalite sınıfları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Sınıf I Yüksek Kaliteli Su

Sınıf II Az Kirlenmiş Su

Sınıf III Kirli Su

Sınıf IV Çok Kirlenmiş Su

Bu sınıflara düşen suların kullanım alanları da şu şekildedir;

#### A-) Sınıf I: Yüksek Kaliteli Su

- a-) Yalnızca dezenfeksiyon ile içme suyu temini
- b-) Rekreatif amaçlar için (yüzme vb.)
- c-) Alabalık üretimi
- d-) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı
- e-) Diğer amaçlar için kullanıma uygundur.

#### B-) Sınıf II; Az Kirlenmiş Su

- a-) İleri ve uygun bir arıtma ile içme suyu temini
- b-) Rekreatif amaçlar
- c-) Alabalık dışında balık üretimi
- d-) Teknik usuller tebliğinde verilecek olan sulama suyu kalitesi kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak
- e-) Sınıf I dışındaki tüm kullanımlar

#### C-) Sınıf III; Kirli Su

Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.

#### D-) Sınıf IV; Çok Kirlenmiş Su

Yukarıda I.,II.,III. Sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzey sularını ifade eder.

1988 yılında yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde Kıta İçi Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri verilmiştir. Tablo 2.3'de bu kriterler görülmektedir.

Tablo .2.3.Kıtaıçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması

| SU KALİTE SINIFLARI                                      |                   | I                 | II                | III                 | IV |
|----------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|----|
| Su Kalite Parametreleri                                  |                   |                   |                   |                     |    |
| <b>A) Fiziksel ve İnorganik Kimyasal Parametreler</b>    |                   |                   |                   |                     |    |
| 1- Sıcaklık(°C)                                          | 25                | 25                | 30                | > 30                |    |
| 2- pH                                                    | 6,5-8,5           | 6,5-8,5           | 6,0-9,0           | 6,0-9,0 dışında     |    |
| 3- Çözünmüş Oksijen(mg O <sub>2</sub> /l) <sup>a</sup>   | 8                 | 6                 | 3                 | < 3                 |    |
| 4- Oksijen Doygunluğu (%) <sup>a</sup>                   | 90                | 70                | 40                | < 40                |    |
| 5- Klorür İyonu (mg Cl <sup>-</sup> /l)                  | 25                | 200               | 400 <sup>b</sup>  | > 400               |    |
| 6- Sülfat İyonu (mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> /l)     | 200               | 200               | 400               | > 400               |    |
| 7- Amonyum Azotu(mg NH <sub>4</sub> -N/l)                | 0,2 <sup>c</sup>  | 1 <sup>c</sup>    | 2 <sup>c</sup>    | > 2                 |    |
| 8- Nitrit Azotu(mg NO <sub>2</sub> -N/l)                 | 0,002             | 0,01              | 0,05              | > 0,05              |    |
| 9- Nitrat Azotu(mg NO <sub>3</sub> -N/l)                 | 5                 | 10                | 20                | > 20                |    |
| 10- Toplam Fosfor(mg PO <sub>4</sub> <sup>=3</sup> -P/l) | 0,02              | 0,16              | 0,65              | > 0,65              |    |
| 11- Toplam Çözünmüş Madde (mg/l)                         | 500               | 1500              | 5000              | 5000                |    |
| 12- Renk (Pt-Co birimi)                                  | 5                 | 50                | 300               | > 300               |    |
| 13- Sodyum (mg Na <sup>+</sup> /l)                       | 125               | 125               | 250               | > 250               |    |
| <b>B) Organik Parametreler</b>                           |                   |                   |                   |                     |    |
| 1- K.OI (mg/l)                                           | 25                | 50                | 70                | > 70                |    |
| 2- B.OI (mg/l)                                           | 4                 | 8                 | 20                | > 20                |    |
| 3- Organik Karbon (mg/l)                                 | 5                 | 8                 | 12                | > 12                |    |
| 4- Toplam Kjeldahl-Azotu(mg/l)                           | 0,5               | 1,5               | 5                 | > 5                 |    |
| 5- Emülsifiye Yağ ve Gres (mg/l)                         | 0,02              | 0,3               | 0,5               | > 0,5               |    |
| 6- Metilen Mavisi Aktif Mad. (mg/l)                      | 0,05              | 0,2               | 1                 | > 1,5               |    |
| 7- Fenolik Maddeler(Uçucu)(mg/l)                         | 0,002             | 0,01              | 0,1               | > 0,1               |    |
| 8- Mineral Yağlar ve Türevleri(mg/l)                     | 0,02              | 0,1               | 0,5               | > 0,1               |    |
| 9- Toplam Pestisit(mg/l)                                 | 0,001             | 0,01              | 0,1               | > 0,1               |    |
| <b>C) İnorganik Kirlenme Parametreleri<sup>d</sup></b>   |                   |                   |                   |                     |    |
| 1- Civa (µg Hg/l)                                        | 0,1               | 0,5               | 2                 | > 2                 |    |
| 2- Kadmiyum (µg Cd/l)                                    | 3                 | 5                 | 10                | > 10                |    |
| 3- Kurşun (µg Pb/l)                                      | 10                | 20                | 50                | > 50                |    |
| 4- Arsenik (µg As/l)                                     | 20                | 50                | 100               | > 100               |    |
| 5- Bakır(µg Cu/l)                                        | 20                | 50                | 200               | > 200               |    |
| 6- Krom(Toplamlı) (µg Cr/l)                              | 20                | 50                | 200               | > 200               |    |
| 7- Krom(µgCr <sup>+6</sup> /l)                           | ölçülemeyen az    | 20                | 50                | > 50                |    |
| 8- Kobalt(µg Co/l)                                       | 10                | 20                | 200               | > 200               |    |
| 9- Nikel(µg Ni /l)                                       | 20                | 50                | 200               | > 200               |    |
| 10- Çinko(µg Zn/l)                                       | 200               | 500               | 2000              | > 2000              |    |
| 11- Siyanür (Toplamlı)(µg CN/l)                          | 10                | 50                | 100               | > 100               |    |
| 12- Florür(µg F <sup>-</sup> /l)                         | 1000              | 1500              | 2000              | > 2000              |    |
| 13- Serbest Klor(µg Cl <sub>2</sub> /l)                  | 10                | 10                | 50                | > 50                |    |
| 14- Sülfür(µg S <sup>=</sup> /l)                         | 2                 | 2                 | 10                | > 10                |    |
| 15- Demir(µg Fe/l)                                       | 300               | 1000              | 5000              | > 5000              |    |
| 16- Manganez(µg Mn/l)                                    | 100               | 500               | 3000              | > 3000              |    |
| 17- Bor(µg B/l)                                          | 1000 <sup>e</sup> | 1000 <sup>e</sup> | 1000 <sup>e</sup> | > 1000 <sup>e</sup> |    |
| 18- Selenyum(µg Se/l)                                    | 10                | 10                | 20                | > 20                |    |
| 19- Baryum(µg Ba/l)                                      | 1000              | 2000              | 2000              | > 2000              |    |
| 20- Alüminyum(µg Al/l)                                   | 0,3               | 0,3               | 1                 | > 1                 |    |
| 21- Radyoaktivite(pCi/l)                                 |                   |                   |                   |                     |    |
| Alfa aktivitesi                                          | 1                 | 10                | 10                | > 10                |    |
| Beta aktivitesi                                          | 10                | 100               | 100               | > 100               |    |
| <b>D) Bakteriolojik Parametreler</b>                     |                   |                   |                   |                     |    |
| 1- Fekal Koliform(EMS/100 ml.)                           | 10                | 200               | 2000              | > 2000              |    |
| 2- Toplam Koliform(EMS/100 ml.)                          | 100               | 20000             | 100000            | > 100000            |    |

- a- Konsatrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.
- b- Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsatrasyon limitini düşürmek gerekebilir.
- c- pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsatrasyonu 0,02 mg NH<sub>3</sub>-N/l değerini geçmemelidir.
- d- Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsatrasyonlarını vermektedir.
- e- Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/l'ye kadar düşürmek gerekebilir.
- Kaynak: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği(04.09.1988)



## **2.4. Nehir Havza Ekosistemi ve Nehir Kirliliği**

### **2.4.1. Nehir Havza Ekosistemi**

İnsanoğlunun ilk yerleşim birimlerini su kaynaklarına en yakın noktada kurduğu bilinmektedir. Yaşamsal açıdan büyük öneme sahip olan su kaynakları çerçevesindeki yerleşim birimleri genişleyerek büyük şehirler olduğu bütün dünyada ve ülkemizde gözlenmektedir. Ülkemizde bir çok yerleşim birimini nehir, göl gibi su kaynakları çevresinde geliştiğini görmekteyiz. Özellikle ülkemizde nehir, akarsu, çay, ırmak gibi su kaynakları çevresindeki yerleşim birimleri yeterli altyapı ve atık su arıtım birimlerine sahip olmadığından bu su kaynaklarını alıcı ortam gibi düşünerek deşarj yapmaktadırlar. Esasında ülkemizdeki yerleşim birimlerinin su ihtiyacı mevcut su kaynakları ile sağlanabilir. Ancak ülkemizdeki su havzalarının tarımsal amaç ile verimli kullanılması konusunda pek fazla çalışma mevcut değildir. Gerekli olan suyun çoğunluğu nehirlerden temin edilmektedir. Bu sebepten nehir ekosistemi dikkate alınarak çalışmalar bu doğrultuda sürdürülmelidir. Nehir ekosisteminin sürekli izlenmesi gerekmektedir.

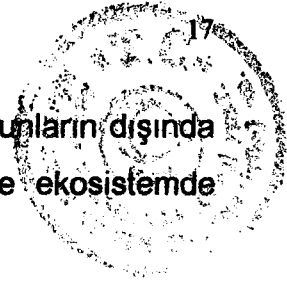
Bir nehir havzası ekosisteminin yapısı biyotik ve biyotik olmayan bileşenlerden oluşmaktadır (Karpuzcu,1992; Muslu,1985).

#### **1) Biyotik Olmayan Bileşenler**

**a) İnorganik Maddeler;** Tatlı su kütlelerinin toplam iyonik tuzluluğunu oluşturan maddelerdir (Kalsiyum, Mağnezyum, Sodyum, Potasyum, Bikarbonat, Sülfat ve Klor gibi).

Yüzey sularının tuzluluğu üç etki tarafından değişir. Bu etkileri şöyle sıralaya biliriz; Kayaların aşınması, atmosferik yağışlar ve buharlaşma yağış ilişkileridir. Göl ve akarsuların etkilendiği en önemli maddeler ise azot ve fosfor gibi gene inorganik bileşenlerdir. Bilindiği gibi, fosfor alg üremesini

kontrol eden sınırlayıcı element olarak kabul edilmektedir. Bunların dışında demir, mangan molibden ve çinko gibi eser maddeler de ekosistemde biyolojik yaşam açısından önemli birer faktördür.



**b) Organik Bileşenler;** Tatlı su ekosistemlerinin başlıca organik bileşenleri karbonhidratlar, proteinler, hümük maddeler, pigmentler ve vitaminlerdir. Bunlar genel olarak hücre içindeki metabolik süreçler tarafından üretilmekte ve otoliz veya salgılama yoluyla suya verilerek çözünmüş organik madde olarak su ekosistemine geçmektedir.

**c) İklimsel Rejim;** Mevsimsel ısı farklarına dayalı olarak gelişen sıcaklık tabakalaşması özellikle göl ekosisteminde önemlidir. Göl ekosisteminde mevsimsel ısı değişimleri fotosentez için önemli etkindir.

## **2) Biyotik Bileşenler**

**a) Üreticiler;** Ototrofik fitoplanktonlar ve daha büyük mertebeli bitkiler basit inorganik maddelerden biyokütle üretirler

**b) Makro Üreticiler;** Zooplankton ve balıklar diğer organizmalar ve organik parçacıklar ile beslenirler

**c) Mikrotüketiciler;** Ototrofik yaşam süreçleri sonucu oluşan atıkların veya çözünmüş organik substratların bozunmasını özellikle bakteri ve mantar gibi heterotrofik organizmalar temin ederler.

Su havzaları ekosistemlerinin yapı ve fonksiyonlarının anlaşılması, su kaynakları kontrolü ve yönetimi açısından büyük önem taşır, zira kirlenme büyük ölçüde ekosistemlerin antropojenik kullanımından kaynaklanmaktadır. Birçok su kaynağı çok amaçlı kullanılmaktadır. Bir akarsu hem deşarj ortamı olarak kullanılmakta, hem de su temini maksadıyla kullanılabilir. Kullanımlar arası çelişkiler oluşmaktadır. Böyle çelişkili gayeler söz konusu olduğunda, hangi kullanım amacı ile kullanılacağı belirlenmelidir. Her iki amaçla kullanılması zorunlu ise gerekli tedbirlerin alınması gerekir. Örnek verecek olursak atıksu deşarjlarından önce arıtım tesislerinin kurulması



gerekir. Bu ise diğerk kullanım amacında ki suyun niteliğini korumayı sağlar. Çelişen kullanımlar için optimum bir çözüm bulmak güçtür. Kaynak yönetiminin başlıca gayesi; Birden fazla amaçlı kullanımlar için aralarındaki en makul uyumu sağlamaktır (Karpuzcu vd.,1992).

#### **2.4.2. Nehir Kirliliği ve Nehirlerle İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar**

Nehir ekosistemi üzerine kirletici faktörlerin etkisi sonucunda nehir ekosistemi bozularak nehir su kalitesinde değişimler meydana gelecektir. Örneğin; Tarımsal faaliyetlerden besi maddesi, azot ve fosfat gibi bileşenlerin akarsuya deşarjı veya girişimi nehir ekosisteminde değişimlere yol açabilir. Bunun sonucunda alg çoğalması, oksijen kontrasyonunda düşme ve sonuçta estetik açıdan nehirdeki görünümün bozulması olabilir. Bunun yanısıra endüstriyel kaynaklardan nehre deşarj edilen siyanür, fenol, aromatik ve alifatik hidrokarbonlar, ağır metaller su ekosistemindeki canlıları doğrudan etkileyip yaşamı ortadan kaldırabilir. Bundan dolayı nehir ekosistemindeki doğal yaşamın devam etmesi ve kullanım amacına bağlı olarak nehirden temin edilen suyun belli kalite değerlerini muhafaza etmesi sağlanmalıdır. Bu durumu sağlamak nehirdeki kalite parametrelerinin ölçümü ve izlenmesi ile mümkündür. Su kalite parametrelerinin önemli olduğu alanlar dikkate alınmalıdır. Bu alanlardaki su kalite değerlerinin ölçümleri standart metotlar ile takip edilir.

Kullanılacak olan su kaynağının kullanım amacı ve kalite parametresi arasındaki ilişki Tablo.2.4' de belirtilmiştir (Karpuzcu,1992).

Tablo.2.4. Kalite Parametreleri ve Ölçüm Maksatları

| Parametre        | Önemli Olduğu Alanlar                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Sıcaklık         | Sudaki hayat, endüstri, özümleme kapasitesi, dinlenme turistik amaçlar      |
| Bulanıklık       | İçme suyu, endüstri, dinlenme                                               |
| pH               | Endüstri, sudaki hayat, dinlenme                                            |
| ÇO               | Sudaki hayat, estetik, endüstri, özümleme kapasitesi                        |
| BOİ              | Endüstri, dinlenme özümleme kapasitesi                                      |
| AKM              | Estetik, fotosentez, rezervuar kapasitesinde azalma, hidroelektrik          |
| TÇKM             | Sulama, su temini, endüstri                                                 |
| Koliform         | Su temini, sulama, temas halindeki su sporları, gıda ve konserve endüstrisi |
| Besi Maddeleri   | Ötrofikasyon, estetik bozulma, su hayatına ikinci kademe tesirler           |
| Organik Maddeler | Su temini, endüstri, sudaki hayat                                           |
| Ağır Metaller    | Su temini, sudaki hayat, halk sağlığı                                       |
| Radyoaktivite    | Su temini, halk sağlığı                                                     |
| Yağlar           | Dinlenme, endüstri, estetik, su canlıları                                   |
| Demir ve Mangan  | Su temini, endüstri                                                         |
| Klorür ve Sülfat | Su temini, endüstri                                                         |
| Sertlik          | Su temini, endüstri, sudaki hayat                                           |
| Fenoller         | Su temini, su organizmaları                                                 |
| Renk             | Estetik görünüş, su temini, dinlenme, endüstri                              |

Nehir kirliliği konusunda ülkemiz ve ülkemiz dışında yer alan nehirlerdeki kirliliğin tespiti, su kalite durum ve bunlarla ilgili çeşitli model çalışmaları farklı araştırmacılar tarafından yapılmaktadır.

Nehir kirliliği üzerine yapılan bu çalışma ile diğer çalışmalar arasında su kalite değerlerinin karşılaştırılması için aşağıda bazılarını örnek verilmiştir.

Mersin ve Tarsusun içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayan Berden Çayı yoğun tarımsal ve sanayi faaliyetleri sonucu kirlenmiş olup; sıcaklık, ÇO, pH, Nitrat, Fosfat, Detarjan, sülfat, AKM gibi kirlletici parametreler incelenerek matematiksel modeller, coğrafi bilgi sistemi ve uzaktan algılama tekniği kullanılarak korelasyonlar yapılmıştır. S.K.K.Y'ye göre Berdan çayının su kalitesi ve bu parametreler gözönüne alındığında II.sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (Kumbur ve Vural, 1984; Kumbur ve Akın,1995; Lees Kumbur ve Özer,1990).

Sivas içindeki Hafik Lota gölleri ile Tecer, Yıldız ve Kızılırmak nehirlerinde yaşayan balıklarda 2.4-D birikimlerinin 1.5 -6 ppm arasında olduğu tespit edilmiş olup; kirlenmenin insanlara zarar verecek düzeyde gözükmemekle birlikte balıklar üzerinde bazı embriyotoksik etkilerinin olabileceği vurgulanmıştır (Cengiz vd., 1988).

Aşağı Seyhan havzasını Adana İlinden nehre deşarj edilen evsel ve endüstriyel atıksuların tehdidi altında olduğu mevcut kirlilik durumunu hidrolik koşullara ve su kalite ölçümlerine dayanan modelleme çalışmaları yapılarak ÇO ve BOI konsantrasyonları açısından I. Sınıf su özelliği taşıdığı belirlenmiştir( Onur vd.,1997).

Bursa'nın kuzeyinde bulunan Nilüfer Çayı yoğun tarımsal faaliyetin olduğu bir oavadan geçmekte ve ayrıca endüstriyel atıksuların kirlettiği su kaynaklarından biridir. Nilüfer Çayı'nın su kalitesi tek boyutta ve kurak halde bir model kullanılarak modellenmiş olup SKKY'e dikkate alındığında BOI parametresine göre IV.sınıf ÇO parametresine göre III. Sınıf NH<sub>3</sub>-N'ye göre III. Sınıf bir su kalitesine sahiptir ( Güner,1992).

Kızılırmak deltasının doğu bölgesindeki drenaj kanalları ve Kızılırmak nehri yüzey sularında  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$  ve toplam koliform parametreleri incelenmiş olup özellikle Badut kanalına verilen sularda çok yüksek oranlarda fekalkoliform konsantrasyonları tespit edilmiştir. Nitrat ve nitrit amonyak konsantrasyonu açısından IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu bulunmuştur (Bayram vd., 1997).

Kozcağz-Bartın arasında kalan Bartın çayında yapılan su kirliliği araştırmasında fiziksel kimyasal ve biyolojik kirlilik parametrelerinin tespiti sonucunda içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilmeyecek ölçüde kirlendiği tespit edilmiştir (Özkazanç, 1999).

Ülkemizde çeşitli akarsular üzerinde bulunan Elektrik İşleri Etüt Idaresinin su kalitesi gözlem istasyonlarında ölçülmüş toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonu ve debi değerleri kullanılarak matematiksel modeller oluşturulmuş olup, bu modeller ile değişik kirletici kaynakların etkileri niceliksel olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların su kirliliği kontrolü için yapılacak çalışmalarda yol gösterici nitelikte olduğu sonucuna varılmıştır (Albek ve Göncü, 1999).

Evsel ve endüstriyel atıksuların arıtılmadan deşarj edildiği Seyhan baraj gölü ve Seyhan nehrinin belirli noktalarında pH, sıcaklık iletkenlik  $\text{ÇO}_3$ ,  $\text{KOI}$ , toplam fosfat ve anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonları belirli zaman periyotları içerisinde analiz edilerek mevsimsel değişimler tespit edilmiştir (Demirel vd., 1992).

Gebze içerisinde yer alan Çayırova deresinde belirli noktalardan alınan sularda Cr, Pb, Cu, Cd ve Fe ağır metallerinin değişimleri analiz edilmiş olup SKKY'ye göre Fe dışındaki bütün metallerin IV. sınıf su kalite sınıfındaki değerlerde olduğu gözlenmiştir (Hız, 2000).

Tohma Çayı ve Tohma Çayına dökülen Malatya yöresi derelerinden aldığı su örneklerinde yaptığı çalışmalarda özütleme ve aktif karbonat

absorblama yöntemlerini kullanmış ve daha sonra AAS'de ağır metal tayinleri yapmıştır. Hemen hemen paralel sonuçlar veren yöntemlerin sonuçlarına göre sularda mangan, demir, krom, çinko ve nikel derişimlerinin yüksek, kobalt, bakır ve kurşun düşük olduğunu gözlemlemişlerdir (Tezcan ve Özbay, 1989).

Çalışmada Bursa yöresinin evsel ve endüstriyel atıksularının deşarj edildiği Nilüfer deresi ve Kocasu Deresi'nde ağır metallere Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Cd ve Se incelenmiştir. Analizler, Atomik Absorbsiyon Spetrometresi ile yapılmıştır. İncelenen derelerde özellikle Cr, Pb, Zn, ve Ni çok yüksek konsatrasyonlarda bulunmuştur. Bu ağır metal kirliliğinin kaynağı olarak da bölgedeki sanayi kuruluşlarından yapılan endüstriyel atıksu deşarjları gösterilmiştir (Aksoy, 1993).

1994 yılının 4. ve 10. Ayları arasında Ceyhan, Seyhan nehirleri ve bunların kanalları üzerinde bulunan 6 istasyonda pestisit ve ağır metal analizleri yapmışlardır. Krom, mangan, demir, kobalt, nikel, bakır, çinko, alüminyum ve kurşun analizleri neticesinde yalnızca demir ve çinko elemetlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Ceyhan Nehri, Seyhan Nehri'ne oranla demir konsantrasyonu açısından daha zengin iken, çinko konsantrasyonlarının hemen hemen benzeri olduğu görülmüştür (Erbatur vd., 1994).

Ceyhan Nehri, Eskikent Bebeli Arası Ağır Metal Analizleri ve Mevsimsel Hidro-Jeokimyaal Değişimleri" isimli yüksek lisans tez çalışmasında Al, Ca, Cd, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb ve Si incelenmiştir. Çalışma sonucunda, ağır metal konsantrasyonlarının mevsimlere bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. Yapılan ağır metaller arası korelasyon çalışmalarında, ikili ilişkiler dışında tüm parametrelerin birbirleri üzerinde etkiler gösterdiği ve bu karmaşık etkileşimlerin bazen ikili kolerasyon ile açıklanamadığını ortaya koymuştur. WHO ve TSE'nin içme suyu standartları ile kıyaslanan verilerden sıcaklık ve kurşun miktarlarının kabul edilebilecek en üst seviyede olduğu saptanmıştır. Asılı katılarda yapılan ağır metal analizlerinde Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni, Al, Cd,

Co, Si ve Cr elementleri tespit edilmiştir. Bu elementlerin bir çoğu standart toprak içeriklerine göre oranla yüksek konsantrasyonlarda olduğu görülmüştür. Ceyhan Nehri'nin SKKY'ne göre çok kirli sular grubuna girdiği sonucuna varılmıştır (Yilmazer, 1996).

Berdan Nehri (Tarsus) Keşbükü-Kulaklı Köyleri Arası Ağır Metal analizleri ve Mevsimsel Hidro-Jeokimyasal Değişimleri "İsimli yüksek lisans tezini yapmıştır. Tez çalışmasında Si, Ca, Mg, Cd, Co, Cu, Fe, Zn, Mn, Ni, Pb ve Cr ölçülmüştür. AAS cihazı ile yapılmıştır. Numuneler altı istasyondan 12 ay süre ile alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre Berdan Nehri sularının içilebilir nitelikte olmadığı, içerdiği yüksek oranda Pb ve Cr'un insan sağlığı için tehlikeli boyutlarda olduğu saptanmıştır (Toprak, 1997).

Ülkemizin batısında yer alan Trakya Bölgesinin en önemli su havzası olan Meriç havzasında su kirlilik ve su kalitesi durumu uygulamak bir araştırma projesi kapsamında yapılarak, kirlilik haritası çıkarılmış olup; Ergene nehrinin 1990 yılına ait su kalitesi incelenmiş nehrin çeşitli noktalarından alınan ölçümlere göre;  $\text{BOI}_5$  ve  $\text{NH}_3$  -N ve  $\text{NO}_2$  -N açısından IV.sınıf  $\text{NO}_3$  -N açısından I. Sınıf, ağır metaller bakımından (Pb, As, Cu, Zn, Hg) açısından I. Sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür (Karpuzcu vd., 1992).

Bu amaçla Trakya Bölgesinin en önemli nehirlerinden olan Meriç,Arda ve Tunca nehirleri dikkate alınarak farklı üç noktadan 97-98-99 yıllarına ait fiziksel kimyasal kirlilik parametreleri ölçülerek Meriç, Arda ve Tunca nehirlerinin kirlilik durumu ve su kalitesi konusunda sonuçlar değerlendirilmiştir.



### **3. MATERYAL METOD**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Meriç Nehrinin Coğrafi Konumu**

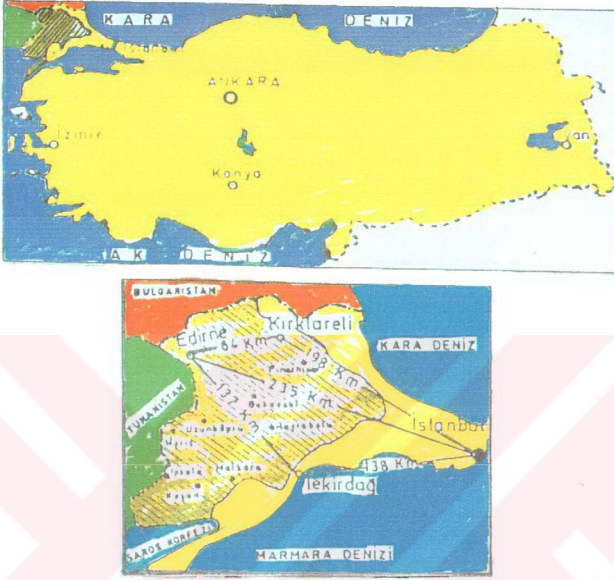
Meriç nehri, Bulgaristan'da Rodop dağları üzerinde Rida tepesinden doğmaktadır. Kısa sürede genişleyen Meriç nehri, Bulgaristan'da sırası ile Pazarcık, Filibe, Dinitrovgrad, Mustafapaşa (suilengrad) gibi önemli yerleşim ve sanayi bölgelerinin içinden geçer. Meriç nehri, Bulgaristan'da yaklaşık 200km. yol alarak Edirne yakınlarında, Karaağaç istasyonunun kuzeyinden Türk topraklarına girer.

Meriç, Türk sınırları içinde ilk olarak Edirne kuzeyinde Arda ile karışır. Bundan sonra, Edirne'nin güneyinde Tunca nehri Meriç ile birleşir. Uzun bir süre Türk -Yunan sınırını çizerek akan Meriç'e İpsala yakınlarında Ergene nehri karışır. Meriç nehri, İpsala'nın güneyinde başlıca iki kola ayrılır. Bir kol Türk sınırını terk ederek Yunanistan'a geçer ve Saroz Körfezi'ne dökülür. Diğer kol ise bataklıklar oluşturarak, Gala gölü gibi su birikintileri yaparak Türk topraklarından Enez yakınlarında Saroz Körfezi'ne ( Ege Denizine) dökülür.

Meriç Nehri'nin Türk topraklarında eğimi binde iki civarındadır. Genişliği yer yer değişmekte, yaklaşık 150-300 km yol kat eder. Meriç'in debisi mevsimlere göre değişir. Kışın daha fazla olan akıntı yazın çok azalır. Bu azalmaya Bulgaristan'ın Meriç üzerinde kurduğu bir barajın etkisi olduğu kesindir. Meriç Nehri'nin debisi ortalama 193 m<sup>3</sup>/sn olarak verilmiştir.

Meriç Nehri'nin delta bölgesindeki akarsu yatağı nehir debisi için yeterli seviyede olmadığından, İpsala'nın güneyindeki bataklıklar ve göller oluşmuştur. Eskiden ilkbahar ve sonbaharda taşan Meriç Nehri'ne arklar yapılarak taşkınlıklar önlenmiştir

Meriç Havzası, Türkiye Trakya toprakları içindeki coğrafi konumu  
şekil.3.1'deki taralı alanlarla gösterilmiştir.



Şekil .3.1. Meriç Havzası'nın Türkiye ve Trakya'daki Yeri

Havza topraklarının verim potansiyeli oldukça yüksektir. Toprağın sürülme ile tarıma uygunluğu ise diğer havzalara göre daha fazladır. Bunun en önemli nedeni topoğrafik özelliklerin uygunluğu ve bölgenin hafif tepelik olmasıdır. Ancak, eski göl ve deniz birikintilerinden meydana gelen bu topraklar oldukça ince bir yapıya sahiptir. Buna bağlı olarak, toprak işleminin enerji maliyeti ve gübreleme ihtiyacı oldukça yüksektir. Tarımı yapılan başlıca ürünler buğday, arpa, mısır, çeltik, ayçiçeği, şeker pancarı, üzüm, karpuz, susam, keten, kolza ve tütündür (DSİ, 1991).

Meriç Havzası metamorfik, volkanik ve tortul kütleler ihtiva eden bir alan içinde yer alır. Metamorfik kütleler Istranca masifinde yer alıp gneys,

mikaşit ve kuvarsit gibi kütlelerden oluşur. Volkanik kütleler bazen münferit monstrelar halinde bazen de üçüncü zamanın tortul tabakaları arasında yerleşmiş oluşumlar halinde görülür. En çok rastlanan türler bazalt, andezit, tuf ve vitrofillerdir. Tortul kütleler ise Istranca masifinin güney eteklerini takip ederek Lalapaşa, Pınarhisar, Vize ve Saray ilçelerini bir kordon halinde çevreler. Bunlar deniz ve akarsu kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılır.

Havza jeolojik olarak da çeşitlilik arzeder. Paleozik zamanı Istranca dağların az metamorfize olmuş şistleri temsil eder. Neojen formasyonu yaklaşık olarak Ergene havzasına tekabül eder ve buralarda kil, kum ve çakıl depositlerine raslanır. Bu seriler su taşıma özelliği iyi olan serbest ve basınçlı akiferlere sahiptirler. Alüvyonlar ise bazen bataklıklar meydana getirmiş (Ipsala, Enez Ovası), bazen de geniş ovalar halinde gelişmiştir (Ergene Nehri taban arazisi, Hayrabolu ovası).

### 3.1.2. Bölgenin Tarım ve Endüstriyel Durumu

**Tarım:** Meriç havzasında buğday, ayçiçeği, şekerpancarı başlıca ürün türleridir. Meriç havzasında tarım, büyük ölçüde sulu mekanize olarak modern yöntemlerle uygulanır. Gübreleme ve ilaçlama bazen gereğinden fazladır ( Emir, 90).

Meriç Havzasını içine alan Trakya Bölgesi, engebe bakımından çeşitlilik arzeder. Kuzey ve kuzeydoğuda Istranca dağlık kütlesi, güney ve güneydoğuda ise Canos ve Kuru dağları yer alır. Bu iki dağlık arazi arasında ise Ergene'nin kolları ile yarılmış bulunan tatlı meyilli, hafif tepelik vadiler bulunur. Ergene vadisine dikey olarak uzanan vadi tabanlarında muhtelif genişlikte alüvyal ovalar yer almaktadır. Havza'nın batı kısmında kuzeyden güneye doğru uzanan Meriç nehrinin geniş bir alüvyal vadisi bulunur. Bu vadinin en geniş yeri Ipsala'nın kuzeyine rastlar. Buradan mansaba kadar uzanan taşkın ovaları meyilin az olması nedeniyle



drenajı kötü alanlar oluşturur. Bu alanlarda genellikle çeltik tarımı yapılır, drenajın iyice bozuk olduğu kesimler ise yer yer sazlık ve bataklık arazi halini almıştır.

**Endüstri:** Meriç havzasında, endüstri, tarıma dayalı endüstriler imalat sanayi ve tekstil sanayi kollarında yoğunlaşmıştır. Endüstrileşme, Edirne il merkezinde en yoğun haldedir. Edirne ilinde Meriç üzerinde 5 büyük tekstil kuruluşu, Meriç'e bağlı Sazlıdere üzerinde bir büyük tekstil ve bir büyük karton kuruluşu bulunmaktadır. Yine Meriç'e bağlı bağlantılı bir büyük yağ fabrikası, bir mermer fabrikası bulunmaktadır. Meriç'te yağ ve çeltik fabrikaları, peynir imalathaneleri çalışmaktadır.

### 3.1.3. Meriç Nehrinin Kirliliğine Etki Eden Başlıca Etkenler

Meriç Nehri üç yoldan kirlenmektedir. Evsel Atıklar, Fabrika Atıkları ve Tarımsal İlaçlama Atıkları kirlenmesi başlıkları altında açıklanabilir. Bu başlıkları kısaca aşağıdaki şekilde açıklayabiliriz.

**Meriç Nehrinin Evsel Atıklarla Kirlenmesi:** Evsel atıklar, çöpler ve kanalizasyon suları olarak iki bölümde toplanabilir. Çöpler atıldıkları alanlarda, yağmur suları ile yıkanarak zararlı maddeleri zemin suyuna karışma tehlikeleri mevcuttur. Edirne şehrinde, çöpler şehrin kuzey kesiminde Meriç ve su kaynaklarının uzak bir kesiminde toplanmaktadır.

Evsel atıklardan en önemlisi, büyük miktarlarda atılan yüksek BOİ ve KOİ, askıda ve toplam kök maddesi, yüksek deterjan içerikli kanalizasyon sularıdır. Edirne şehrinin kanalizasyonu, Edirne'nin güneyinde Tunca nehrine deşarj edilmektedir. Tunca' nın Meriç'e karıştığı mevkiinde su açık görünümündedir.

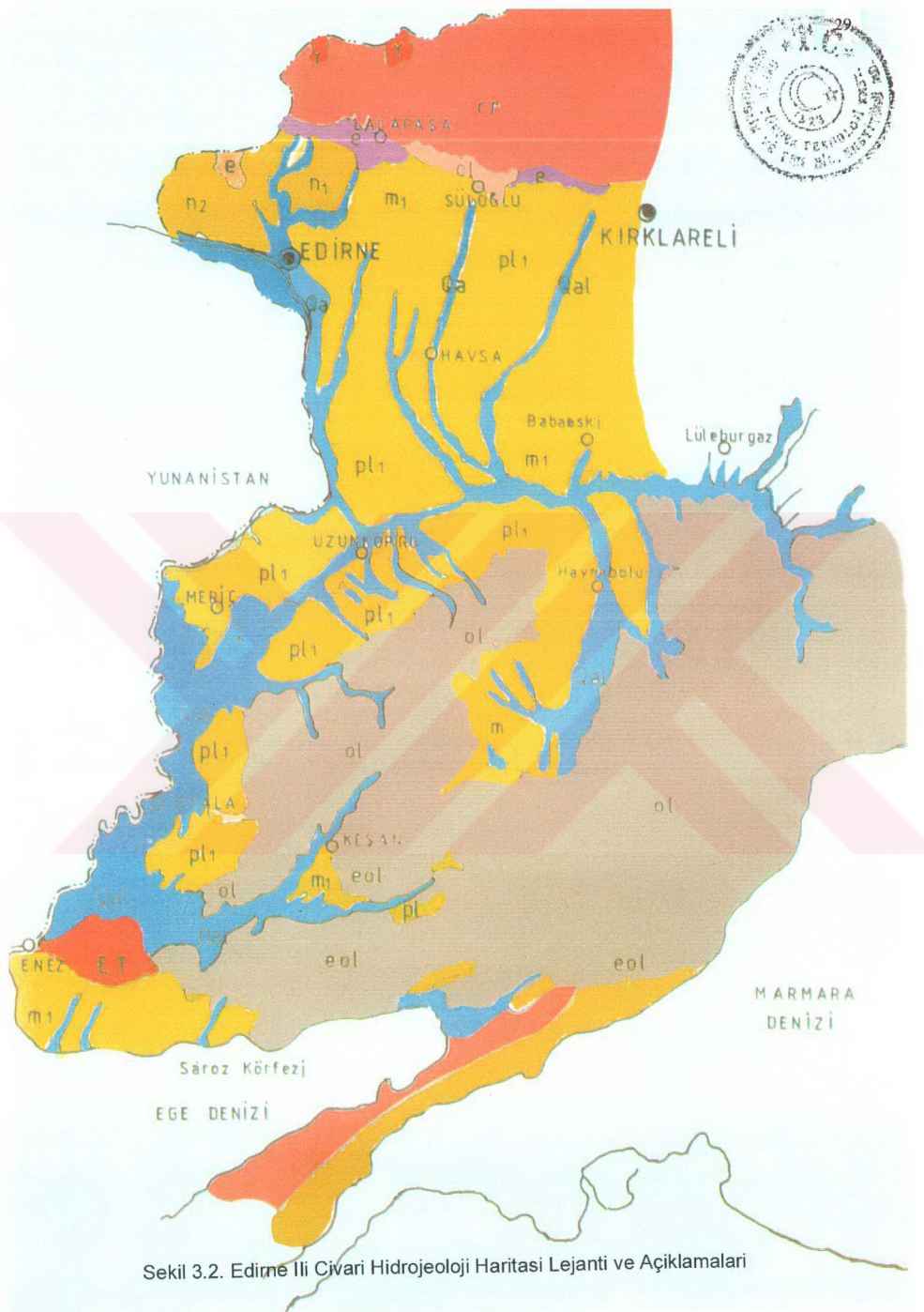
**Meriç Nehrinin Sanayi Atıkları ile Kirlenmesi:**Meriç Nehri'nin sanayi atıklarla kirlenmesi, hemen Türk sınırları içine girmesinden sonra Edirne'nin

kuzeyindeki tekstil fabrikalarının ( Mensucat Santral ve Kartaltepe Mensucat Fabrikası ) atık suları ile başlamaktadır. Meriç'e etkisi olan fabrikalar atıksu tasfiye sistemine sahiptirler. Fakat atıksu arıtma sistemlerinde meydana gelen arızalar nedeniyle direk alıcı ortama deşarj edilebilmektedir. Bazı fabrikalar ( Olin Yağ Fabrikası gibi) bazen Meriç'e dökülen kollar üzerine deşarj ederek nehir i olumsuz yönde etkilemektedir. Bu şekilde deşarjı gören insanlar, çevre sorunlarına hiç ilgili olmasalar bile bu konuda ivedilik ile önlem alınması gereğini ifade etmektedirler. Yörede oturan ve hayatını tarımla kazanan özellikle küçük çiftçiler su kirlenmesinden büyük ölçüde zarar görmektedirler.

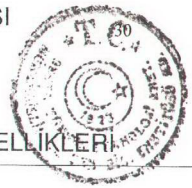
**Meriç Nehrinin Tarımsal İlaçlama Atıkları ile Kirlenmesi:** Meriç havzasında modern teknik tarım uygulanmaktadır. Bölgede tarımsal çalışma çok yaygındır ve tarımsal üretim gereğinden çok yapay gübre, herbisitler, peptisitler gibi zehirli tarım ilaçları ile büyük ölçüde desteklenmektedir. Toprağa atılan tarım ilaçları çevreye en zararlı, bozunması uzun zaman alan gıda zinciri ile insanlara geçebilen kimyasal maddelerdir. Tarım ilaçları, yağmur suları ile yıkanarak akarsulara ve toprakaltı sularına karışırlar. Meriç Nehri, etrafında yapılan tarımdan yüzey suları ile pertisif kalıntıların gelmesi kaçınılmazdır. Bu konuda gerekli çalışmalara başlanmalı ve gerekli önlemler belirlenmelidir.

### 3.1.4. İklim

Meriç Havzası " sıcak-ılık-yağmurlu " ilkimler grubunun "sıcak-yazı kurak" derecesi ile karakterize edilmektedir. Diğer bir deyişle,havzada yazlar kurak ve sıcak, kışlar serin ve yağışlı geçer. Edirne ve Lüleburgaz "kurak, yarı nemli" ikinci derecede mezotermal, Çorlu ise "kurak, yarı nemli" birinci derecede mezotermal iklim tipine girerler.



EDİRNE İLİ VE CİVARI HİDROLOJİ HARİTASI  
LEJANTİ VE AÇIKLAMALARI

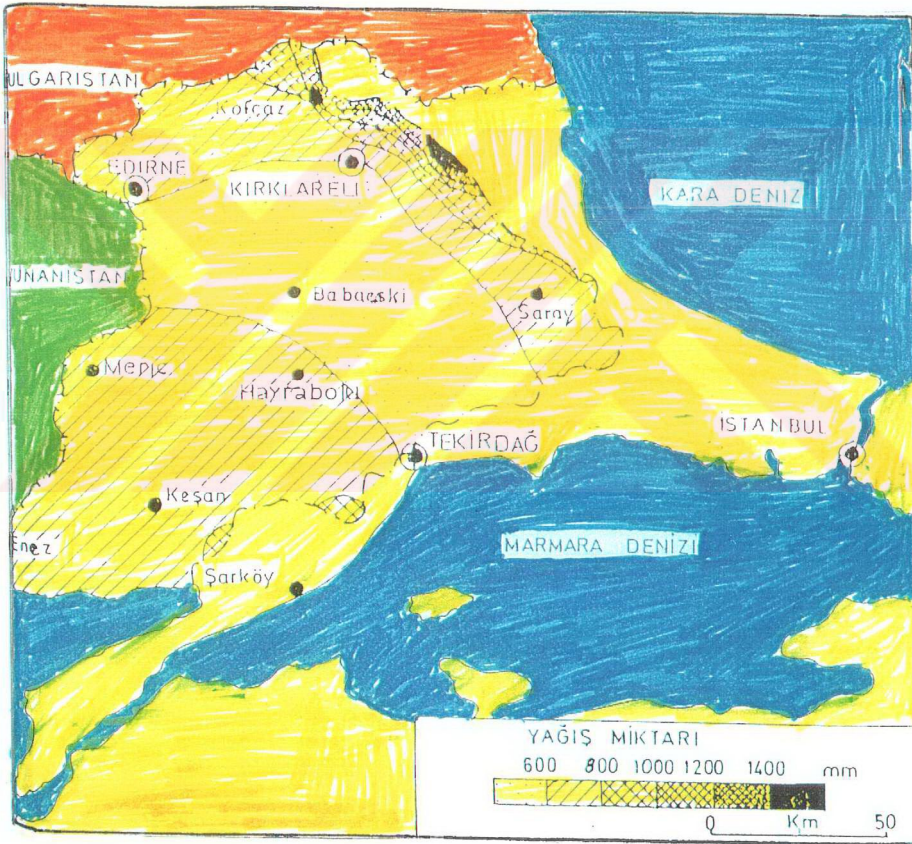


JEOLOJİK YAŞ LİTOLOJİ SU TAŞIMA ÖZELLİKLERİ

|           |                                    |                |                                                              |
|-----------|------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------|
| Pli<br>mi | Pliosen                            | Kil-kum-çakıl  | iyi ve basınçlı akiferler                                    |
| n1        | Neojen                             | Kil -kum-çakıl | iyi ve basınçlı akiferler                                    |
| n2        | Neojen                             | Kalker-mağara  | mevzii akiferler                                             |
| Q al      | Kuaterner                          | Kil-kum-çakıl  | Serbest ve mevzii basınçlı yeraltı suyu                      |
| ol eol    | Oligosen                           | Fiiş           | Yeraltı suyu çok zayıf                                       |
| ol        | Oligosen                           | Gre-mara-şeyl  | Zayıf mevzii serbest yeraltı suyu                            |
| ET        | Volkanif tuf, aglomera, broş       |                | Yeraltı suyu zayıf, çatlak, zonlarda kaynak boldur.          |
| cr        | Gnays, şist, mermer, amfibolit     |                |                                                              |
| e         | Eosen                              | Kalker         | Yeraltı suyu iyi                                             |
| Y         | Granit, granodiorit kuarslı diorit |                | Yeraltı suyu zayıf, çatlak ve alterasyon zonlarında bulunur. |

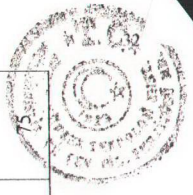
### 3.1.5. Yağış

Havzadaki 8 gözlem istasyonu verilerine göre yıllık ortalaması 588,5 mm, maksimum değer 677,4 (Edirne Merkez İlçe), minimum değer ise 600 mm (Edirne) olarak saptanmıştır. Tablo 3.1'de il merkezlerindeki iklim özellikleri verilmiştir. Meriç Havzasında yağışların büyük kısmı kış aylarına rastlar. (%35). Toprak özelliklerine bağlı olarak değişim gösteren yağış dağılımı Şekil.3.3.'de verilmiştir.



Tablo 3.1. Edirne İli 1998 Yılı İklimsel Veriler

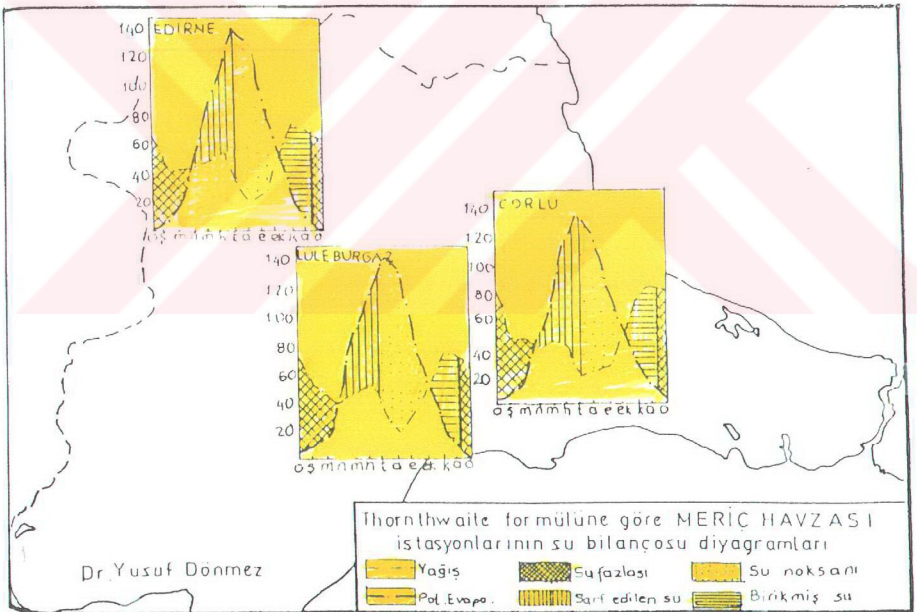
| Aylar    | Rüzgar<br>(Km/Saat) | Basınç<br>(mm/Hg) | Nisbi Nem<br>% | Sis<br>(gün) | Ort.<br>Sıcaklık(°C) | Buharlaşma ve<br>Transpirasyon(mm) | Yağışlar<br>(mm) | Seller<br>(gün) | Kar<br>(gün) | Don<br>(gün) |
|----------|---------------------|-------------------|----------------|--------------|----------------------|------------------------------------|------------------|-----------------|--------------|--------------|
| Ocak     | NNW 1.4             | 1014.0            | 82.7           | 10           | 4.0                  | 0.5                                | 31.9             | --              | 2            | 14           |
| Şubat    | NNW 1.2             | 1017.6            | 73.4           | 4            | 6.0                  | 1.1                                | 75.0             | --              | 3            | 15           |
| Mart     | NNW 2.1             | 1011.5            | 71.9           | 3            | 5.2                  | 1.0                                | 79.4             | --              | 5            | 16           |
| Nisan    | SSE 2.2             | 1006.1            | 63.9           | --           | 14.6                 | 1.9                                | 27.8             | --              | --           | --           |
| Mayıs    | NNW 1.6             | 1007.4            | 69.7           | 1            | 17.2                 | 1.7                                | 170.5            | 1               | --           | --           |
| Haziran  | N 1.5               | 1009.7            | 60.9           | --           | 23.2                 | 4.9                                | 14.3             | --              | --           | --           |
| Temmuz   | WSW 1.6             | 1005.3            | 56.6           | --           | 25.1                 | 5.6                                | 48.5             | --              | --           | --           |
| Ağustos  | N 1.7               | 1008.5            | 54.2           | --           | 25.6                 | 5.8                                | --               | --              | --           | --           |
| Eylül    | SSE 1.5             | 1008.2            | 69.6           | 2            | 18.9                 | 3.0                                | 133.8            | 1               | --           | --           |
| Ekim     | NNW 1.1             | 1011.6            | 78.5           | 6            | 14.8                 | 1.9                                | 108.7            | --              | --           | --           |
| Kasım    | NNW 1.7             | 1011.9            | 82             | 3            | 7.6                  | 1.7                                | 147.0            | 3               | --           | 7            |
| Aralık   | NNW 1.7             | 1017.2            | 85.4           | 11           | 0.6                  | 0.4wilt                            | 96.2             | 2               | 13           | 23           |
| Yıllık   |                     |                   |                |              |                      |                                    |                  |                 |              |              |
| Ortalama | NNW 1.6             | 1010.7            | 70.73          | 40           | 13.6                 | 2.5                                | 77.7             | 7               | 23           | 75           |



### 3.1.6. Su Kayıpları ve Rüzgarlar



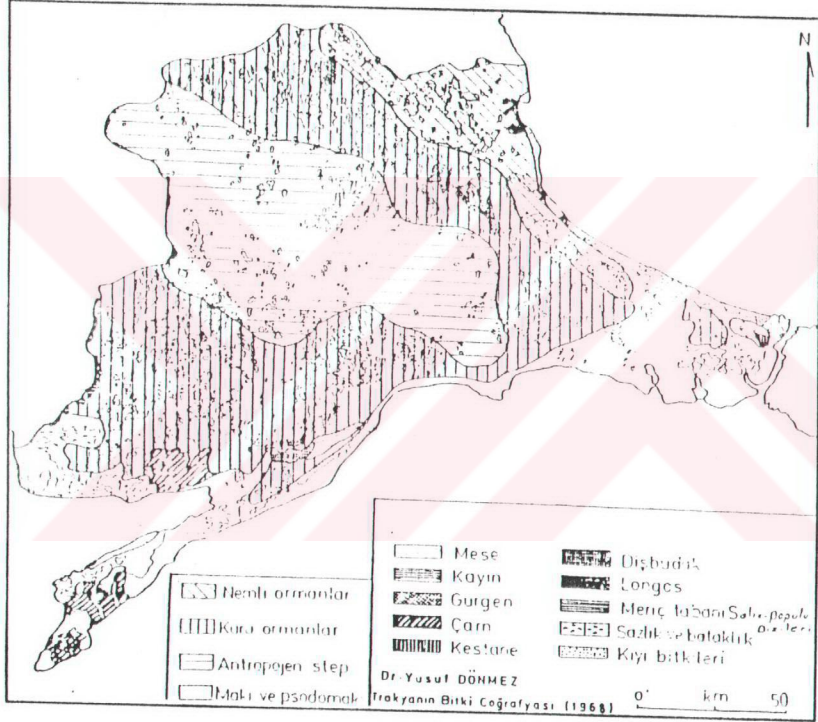
Havzadaki yüzey akışın büyük bölümü sağanak özelliğindeki yağışlarla gerçekleşir. Yüzey akışları özellikle dağlık bölgeler için yer alan meyilli, sıg, kalkersiz kahverengi orman topraklarında görülür. Topraktaki su kaybının diğer önemli kaynakları ise buharlaşma ve terlemedir. Havzanın buharlaşma-terleme ve su bilanço diyagramları şekil.3.4'de görülmektedir. Bu diyagramlardan anlaşılacağı gibi, yaz ve bahar aylarında buharlaşma-terleme proses hızı yağış hızından fazla, kış aylarında ise durum tam tersidir. Buna bağlı olarak, havzada yıl içinde su eksikliği Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarına rastlar.



Şekil.3.4. Havza Sularında Evapotranspirasyon ve Genel Su Bilançosu

Meriç Havzasında kuzey-doğu ve kuzey yönünden esen rüzgarlar hakim olup, bunlar Istranca dağlarında hızları kırılmış ve Karadeniz'den aldıkları nemi bırakmış olarak iç kısımlara ulaşırlar. Buna rağmen, bölgedeki kısmi nem oranı yüksektir.

### 3.1.7. Doğal Bitki Örtüsü



Şekil.3.5. Doğal Bitki Örtüsünün Havza Genelindeki Dağılımı

Meriç Havzasında tespit edilen 6 büyük toprak grubu içinde en yaygın olarak kalkersiz kahverengi topraklar ile yine kalkersiz kahverengi orman topraklarıdır. Daha sonra sırayı vertisoller, aluvyaller, kahverengi orman toprakları ve hidromorfik aluvyal topraklar takip eder. Bu topraklardan



sadece kalkersiz kahverengi ve kalkersiz kahverengi orman toprakları fiziksel özellikleri itibarıyla bölge iklim şartlarına adapte olabilecek tabii bitki türlerinin gelişimi bakımından uygun nitelik gösterirler. Havzanın kuzey ve güneyinde yüksek arazilerde dağınık olarak yer alan bu topraklar, su tutma kapasitelerinin orta derecede olmasına rağmen, bol makro gözenekli olmaları nedeniyle, yağışların çokluğu sayesinde doğal bitki türlerinden bir çoğunun gelişmesi için çok elverişli bir ortam teşkil ederler. Havzada yer alan doğal bitki örtüsü Kuru Ormanlar, Antripojen Step, Maki-Psödomaki ve Kıyı bitkilerinden oluşur. Ergene Havzası ise dağlarla çevrili olduğundan, daha az yağış almakta ve doğal türlerin gelişmesi açısından daha uygunsuz bir ortam oluşturmaktadır. Doğal bitki örtüsünün havza genelindeki dağılımı Şekil 3.5'de verilmiştir.

### 3.1.8. Meriç ve Kolları

**Meriç Nehri:** Edirne ilinde yer alan akarsuların en önemlisi Meriç Nehri'dir. Meriç Nehri Bulgaristan'da yaklaşık 200 km. yol katederek Edirne yakınlarında Karaağaç istasyonu kuzeyinde Türk Topraklarına girer.

Meriç Nehri Su Potansiyeli :

|                                         |       |                 |
|-----------------------------------------|-------|-----------------|
| Meriç Nehri Türkiye Girişi              | :4084 | hm <sup>3</sup> |
| Tunca Nehri Türkiye Girişi              | :673  | hm <sup>3</sup> |
| Arda Nehri Türkiye Girişi               | :1085 | hm <sup>3</sup> |
| Toplam Giren Su (Edirne)                | :5842 | hm <sup>3</sup> |
| Meriç Nehrine Türk Kesiminden Gelen Su  | :1453 | hm <sup>3</sup> |
| Meriç Nehrine Yunan Kesiminden Gelen Su | :1158 | hm <sup>3</sup> |
| Toplam Meriç Nehri Potan. (Enez)        | :8423 | hm <sup>3</sup> |

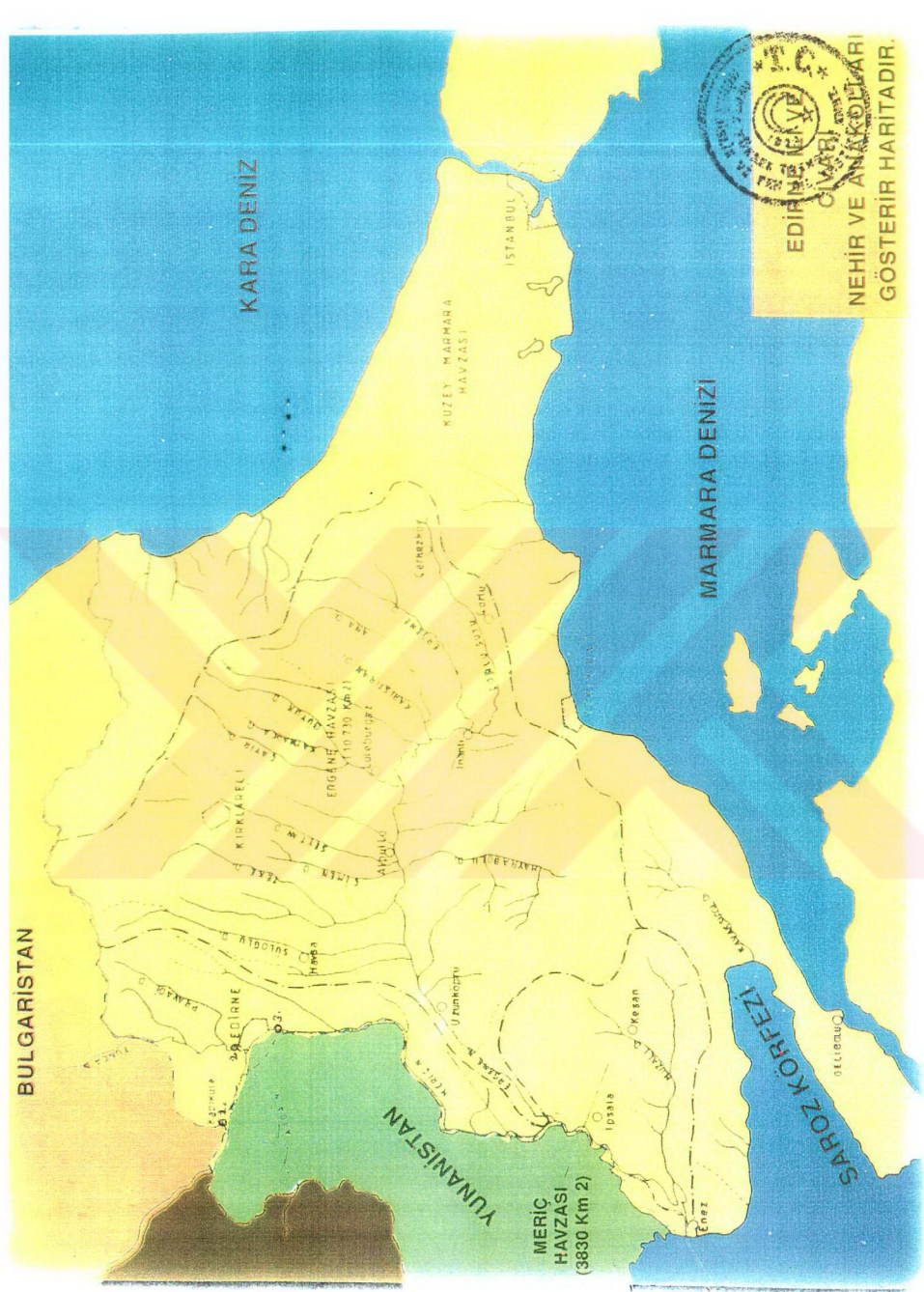
Meriç, Türk sınırları içinde ilk olarak Edirne kuzeyinde Arda ile karışır. Bundan sonra, Edirne'nin güneyinde Tunca nehri Meriç ile birleşir. Uzun bir süre Türk -Yunan sınırını çizerek akan Meriç'e İpsala yakınlarında Ergene nehri karışır. Meriç nehri, İpsala'nın güneyinde başlıca iki kola ayrılır. Bir kol

Türk sınırını terk ederek Yunanistan'a geçer ve Saroz Körfezi'ne dökülür. Diğer kol ise bataklıklar oluşturarak, Gala gölü gibi su birikintileri yaparak Türk topraklarından Enez yakınlarında Saroz Körfezi'ne ( Ege Denizi'ne) dökülür ( TC. Edirne Valiliği İl Çevre Müd., Çevre Durum Raporu, 1999).

**Arda Nehri:** Meriç'e doğrudan karışan kollarından biri olup, Bulgaristan da doğar. Türk Yunan sınırındaki Marş Köprüsünün altında Meriç ile birleşir.

**Tunca Nehri:** Meriç'e doğrudan karışan kollarından biri olup, Bulgaristan da doğar ve Suakacağı sınır köyünden Türk Topraklarına girer. Edirne İlinin Avarız Köyünü geçtikten 2 km sonra Bülbül Adasında Meriç Irmağı ile birleşir.

**Ergene Nehri:**Meriç'e doğrudan karışan en büyük akarsu olup kuzey ve güneyden çok sayıda yan derecik karışımı ile hemen hemen tüm havzayı içine alır. Su toplama havzası 11000 km<sup>2</sup>, uzunluğu 200 km'dir. Ergene Nehri Saray ilçesinin kuzeyinden doğarak, kuzey ve güneyden bir çok yan derelerle birleşip Ipsala'nın kuzey-batısında Meriç'e karışır.



Şekil 3.6. Numune Alma Noktaları

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Örnek Alınması ve Ölçüm Parametreleri

Meriç, Arda ve Tunca nehirlerinin kirlilik durumunu incelemesi için tespit edilen noktalar Şekil 3.5'de verilmiştir.

- 1.Numune alma noktası: Meriç Nehrinin Kapıkulu Girişi
- 2.Numune alma noktası: Tunca Nehrinin Avarız Köyü Çıkışı
- 3.Numune alma noktası : Meriç Nehrinin Merkez İlçe Çıkışı

1997-2000 yılları arasında numuneler 3 istasyondan alınarak  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Fe, Mn, Cr, Cu, Al, Ni, Na, Co, Zn, Pb, TP, Ç.O, KOI, BOI, pH ve ve sıcaklık parametreleri ölçülmüştür. Bu ölçüm sonuçları EK-1'de verilmiştir. Bu parametrelerin ölçüm metodları ve ekipmanı tablo 3.2'de gösterilmiştir ( TC. Edirne Valiliği İl Çevre Müd., Çevre Durum Raporu, 1999).

Tablo.3.2. Parametrelerin Ölçüm Metodları \*

| Parametre                                                                                                        | Ölçüm Metodu      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| BOI                                                                                                              | Manometrik        |
| KOI, $\text{NH}_3\text{-N}$ , $\text{NO}_3\text{-N}$ , $\text{NO}_2\text{-N}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ ,<br>Al,Na,TP | Spektrofotometrik |
| ÇO                                                                                                               | Winkler           |
| Ağır Metaller (Cr,Ni,Co,Fe,Mn,Zn,Pb,Cu)                                                                          | AAS               |
| pH , Sıcaklık                                                                                                    | Dijital           |

(\*Edirne İl Çevre Müdürlüğü Tarafında, Çevre Vakfı Laboratuvarında Ölçümler yapılmıştır.)

Örnek Alma ve Analiz Yapma Arasındaki Fark: Örneğin alınması ile analizi arasında mümkün olduğu kadar kısa zaman geçmesi analitik sonuçların o derece sağlıklı olmasını sağlar. Bazı maddeler fiziksel değerler için örneğin alındığı yerde analizi gerekir. Zira örnek bileşimi laboratuara gitmeden değişebilir.



## 4.TARTIŞMA VE SONUÇ

### 4.1. Meriç Nehrine Nokta ve Yaygın Kaynaklardan Gelen Yük Hesabı

#### 4.1.1. Nüfus Hesapları ve Mevcut metotlar

Çalışma kapsamında, 1,2,3 numaralı istasyonlardan alınan numunelerin Edirne İli Merkez ilçe sınırları içerisinde olmasından dolayı , bu bölgeden nehre gelen ve nüfustan kaynaklanan kirlilik yükünü hesaplamak için nüfus bilgilerine ihtiyaç vardır. Nüfus hesaplamalarında aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır.

##### 4.1.1.1. Aritmetik Artış Yöntemi

Bu yöntemde nüfus artış hızı sabittir. Gelecekteki nüfus,  $y_m$ ,

$$y_m = y_s + k_a (t_m - t_s) \dots \dots \dots (4.1)$$

formülü ile bulunur. Nüfus artış hızı,  $k_a$ ,

$$k_a = (y_s - y_i) / (t_s - t_i) \dots \dots \dots (4.2)$$

formülü ile bulunur.

##### 4.1.1.2. Geometrik Artış Yöntemi

Bu tahmin metodunda nüfus artış hızı, nüfusun bir fonksiyonudur.

Gelecekteki nüfus,  $y_m$ :

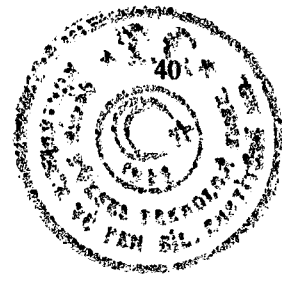
$$y_m = y_s [ e^{k_g (t_m - t_s)} ] \dots \dots \dots (4.3)$$

veya

$$\ln (y_m) = \ln (y_s) + k_g (t_m - t_s) \dots \dots \dots (4.4)$$

formülü ile hesaplanır. Burada  $k_g$  nüfus artış hızı olup:

$$[(\ln y_s - \ln y_i) / (t_s - t_i)] \dots \dots \dots (4.5)$$



#### 4.1.1.3. İller Bankası Yöntemi

Bu yöntem geometrik artış yöntemi ile aynıdır. Yalnız burada nüfus artış hızı sınırlandırılmıştır. Gelecekteki nüfus,  $y_m$

$$y_m = y_s (1 + p/100)^{t_m - t_s} \dots\dots\dots(4.6)$$

formülü ile hesaplanır. Burada p nüfus artış hızı sayısı olup,

$$p = [ ( \sqrt[t_m - t_s]{y_m / y_s} ) - 1 ] \cdot 100 \dots\dots\dots(4.7)$$

ifadesi ile hesaplanır. Buradaki a kökü  $y_s$  ve  $y_i$  sayımları arasındaki sene farkıdır. Nüfus artış hız katsayısı p'nin değeri aşağıda verilen kriterlere göre tayin edilir:

$p > 3$  ise  $p = 3$

$p < 1$  ise  $p = 1$

$1 < p < 3$  ise bulunan değer olarak alınır (Karpuzcu vd., 1992).

Bu yöntemlere göre Edirne İli Merkez İlçesinin 1970'den 1990'a kadar nüfus verileri kullanılarak 2000, 2010, 2020 nüfusları tahmin edilmiştir. Tahmin yöntemlerinde İller Bankası yöntemi dikkate alınarak kişi başına kirlilik yükü hesaplanmıştır.

| Yıl          | 1970   | 1975   | 1980    | 1985    | 1990    | 1997    |
|--------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Nüfus (Kişi) | 84.531 | 94.449 | 105.503 | 120.663 | 124.361 | 134.400 |

i-) Aritmetik Artış Yöntemi

$$k_a = (134400 - 84531) / 27 = 1847$$

$$N_{2000} = 134400 + 1847 (2000 - 1997)$$

$$N_{2000} = 139941 \text{ kişi}$$



Benzer yöntemle,  $N_{2010}$  ve  $N_{2020}$  nüfusları da hesaplanabilir. Tüm bu hesaplamalar her üç yöntemle göre yapılarak tablo 4.1' de verilmiştir.

Tablo.4.1. Tahmini Nüfus Hesapları

| Metodlar | Aritmetik Artış Yöntemi |        |        | Geometrik Artış Yöntemi |        |        | İller Bankası Yöntemi |        |        |
|----------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|-----------------------|--------|--------|
| Yıl      | y2000                   | Y2010  | y2020  | y2000                   | y2010  | y2020  | y2000                 | y2010  | y2020  |
| Nüfuslar | 139941                  | 158411 | 176881 | 141474                  | 167858 | 199162 | 141371                | 167329 | 198052 |

#### 4.1.2. Nokta Kaynaktan Gelen Kirlilik Yük Hesabı

**Yük:** Bir havzada akarsu boyunca her hangi bir noktadan alınan kesitin üst tarafındaki toplam nüfusun gözönüne alınan kirlilik parametresi ile çarpılması sonucu elde edilir. Burada İller Bankası yöntemiyle hesaplanan nüfuslar kullanılarak yük hesabı yapılmıştır. BOI, Toplam azot ve toplam fosfordan kaynaklanan kirlilik yükleri literatürden  $BOI = 0.5-60$  gr/kişi gün  $TN = 5 - 12$  gr/kişi gün,  $TP = 0.8 - 4$  gr/kişi gün olarak alınmıştır (Karpuzcu vd., 1992).

BOI, TN, TP, değerleri alınırken bölgedeki yaşam kültürü (Beslenme) dikkate alınmıştır.

BOI = 50 gr/kişi gün alınarak

$$BOI_{2000} = (50 \text{ gr/kişi gün}) \cdot (141371 \text{ kişi}) \cdot \left( \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ gr}} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \right) = 2580,02 \text{ ton/yıl}$$

Benzer şekilde  $BOI_{2010}$  ve  $BOI_{2020}$ 'de hesaplanmıştır.

Toplam P = 2 gr/ kişi gün

$$TP_{2000} = (2 \text{ gr/kişi gün}) \cdot (141371 \text{ kişi}) \cdot \left( \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ gr}} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \right) = 103,20 \text{ ton/yıl}$$

Benzer şekilde  $TP_{2010}$  ve  $TP_{2020}$ 'de hesaplanmıştır.

Toplam N = 8 gr/ kişi gün

$$TN_{2000} = (8 \text{ gr/kişi gün}) \cdot (141371 \text{ kişi}) \cdot \left( \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ gr}} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \right) = 412,80 \text{ ton/yıl}$$

Benzer şekilde  $TN_{2010}$  ve  $TN_{2020}$ 'de hesaplanmıştır.

Tüm hesaplanan kirlilik yükleri Tablo 4.2.'de gösterilmiştir

Tablo.4.2. Hesaplanan Kirlilik Yük Miktarları

| Yıl  | BOI (ton/yıl) | TN Yüğü (ton/yıl) | TP Yüğü (ton/yıl) |
|------|---------------|-------------------|-------------------|
| 2000 | 2580,02       | 412,80            | 103,20            |
| 2010 | 3053,75       | 488,60            | 122,15            |
| 2020 | 3614,44       | 578,31            | 144,57            |

### 4.1.3. Yaygın Kaynaklardan Gelen Yük Hesabı

#### 4.1.3.1. Toplam Azot ve Fosfor Yüğüünün Hesabı

Tarımda kullanılan gübrelerin bir kısmı bitki tarafından kullanılırken bir kısmı toprak tarafından tutulur. Kalan kısmı ise yıkanarak uzaklaştırılır. Gübreleme ile toprağı verilen fosfor ve azot miktarı: 29 kg P/ha yıl, 56 kg N/ha yıl, olduğı zaman yüzeysel sularda 0.11 kg P/ha yıl, 5.5 kg N/ha yıl çıkmaktadır (Yalçın ve Sevinç, 1993).

Burada tarımsal suni gübrelerin suni gübreden gelen TP ve TN yüklerini hesaplamak için Edirne İli Merkez İlçesinde kullanılan tarım alanı 78.771 ha ve kullanılan azotlu gübre ve fosforlu gübre miktarları sırasıyla yıllık 9046.4 ton ve 2457.4 ton'dur. Bu verilere göre TP ve TN yükleri aşğıdaki gibi hesaplanmıştır ( TC. Edirne Valiliğı İl Çevre Müd., Çevre Durum Raporu, 1999).

$T_1$  N :1hektarlık tarım arazisine kullanılan azotlu gübre

$X_N$  :1hektarlık tarım arazisine kullanılan azotlu gübrenin yüzey sularına karışan miktarı

$T_2$  N :Toplam tarım arazisinde kullanılan azotlu gübrenin yüzey sularına karışan miktarının % 10'nu

$$T_1N = \frac{9046,4 \text{ ton / yıl} \cdot \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ ton}}}{78771 \text{ ha}} = 114.8 \text{ kg N / ha yıl}$$

$$56 \text{ kg N/ha yıl} \quad \text{---} \quad 5.5 \text{ kg N/ha yıl}$$

$$114.8 \text{ N/ha yıl} \quad \text{---} \quad X$$

$$X_N = 11.275 \text{ kg N/ha yıl}$$

$$T_2N = (11.275 \text{ kg N/ha yıl}) \cdot (78771 \text{ ha}) \cdot \left( \frac{1 \text{ ton}}{10^3 \text{ kg}} \right) \cdot \% 10 = 88.8 \text{ ton/ ha yıl}$$

$T_1 P$  :1hektarlık tarım arazisine kullanılan fosforlu gübre

$X_P$  :1hektarlık tarım arazisine kullanılan fosforlu gübrenin yüzey sularına karışan miktarı

$T_2 P$  :Toplam tarım arazisinde kullanılan fosforlu gübrenin yüzey sularına karışan miktarının % 10'nu

$$T_1P = \frac{2457,4 \text{ ton / yıl} \cdot \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ ton}}}{78771 \text{ ha}} = 31,1 \text{ kg P / ha yıl}$$

$$29 \text{ kg P/ha yıl} \quad \text{---} \quad 0.11 \text{ kg/ ha yıl}$$

$$31.1 \text{ kg P/ha yıl} \quad \text{---} \quad X$$

$$X_P = 0.117 \text{ kg P/ ha yıl}$$

$$T_2P = (0.117 \text{ kg N/ha yıl}) \cdot (78771 \text{ ha}) \cdot \left( \frac{1 \text{ ton}}{10^3 \text{ kg}} \right) \cdot \% 10 = 0.92 \text{ ton/ ha yıl}$$

Kırsal bölgelerde yüzeye verilen besi maddesinin % 10'u yüzey sularla taşındığından besi maddesi yükünün % 10'u alınmıştır. Sonuçlar Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo. 4.3. Suni Gübrelemeden Gelen TN ve TP Miktarı

| N kg /ha yıl | P kg /ha yıl |
|--------------|--------------|
| 88.8         | 0.92         |

Edirne İli Merkez İlçesinde hayvancılık pek yaygın olmadığından hayvansal gübre kullanımından gelen kirlilik yükleri dikkate alınmamıştır. Çoğunlukla bölgede çeltik ve ayçiçeği tarımı yapılmaktadır.

#### 4.1.3.2. Sanayiden Kaynaklanan Kirlilik Yük Hesabı

Söz konusu fabrikaların yeri Edirne İli Merkez İlçesinde olup, çalışma prosesleri aynı olmadığından fabrikaların atıksu miktarı ortalamaları değişmekte ve bazılarının sürekli debileri yoktur. Bu fabrikaların debileri talebe ve yıllara göre değişiklik göstermektedir. Özellikle yağ fabrikaları kesikli çalışmaktadırlar. Yoğunlukla çalıştıkları ay yaz ayları olup çoğunlukla atıl durumdadırlar( Edirne İl Çevre Müd. ,1999).

Bu sanayi tesislerinden nehre gelen yük miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

1) Murat Yapı Tekstil San. T.A.Ş. KOI= 77 mg/l

$$\text{KOI yükü} = (77 \text{ mg/l}).(10 \text{ m}^3/\text{gün}).\left(\frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}}\right) = 281.05 \text{ ton/yıl}$$

2) Edirne Giyim San A.Ş. KOI= 125 mg/l

$$\text{KOI yükü} = (125 \text{ mg/l}).(8 \text{ m}^3/\text{gün}).\left(\frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}}\right) = 365 \text{ ton/yıl}$$

3) Park Tekstil San. T.A.Ş. KOI= 405 mg/l

$$\text{KOI yükü} = (405 \text{ mg/l}).(200 \text{ m}^3/\text{gün}).\left(\frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}}\right) = 29565 \text{ ton/yıl}$$

4) Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat San T.A.Ş. KOI= 132 mg/l

$$\text{KOI yükü} = (132 \text{ mg/l}) \cdot (24 \text{ m}^3/\text{gün}) \cdot \left( \frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}} \right) = 1156.32 \text{ ton/yıl}$$

5) Modavizyon Tekstil San T.A.Ş. KOI= 60 mg/l

$$\text{KOI yükü} = (60 \text{ mg/l}) \cdot (8 \text{ m}^3/\text{gün}) \cdot \left( \frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}} \right) = 175.2 \text{ ton/yıl}$$

6) Tekstiplik San T.A.Ş. KOI= 296 mg/l

$$\text{KOI yükü} = (296 \text{ mg/l}) \cdot (600 \text{ m}^3/\text{gün}) \cdot \left( \frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}} \right) = 64824 \text{ ton/yıl}$$

7) Olmuksa Mukavva San T.A.Ş. KOI= 1240 mg/l

$$\text{KOI yükü} = (1240 \text{ mg/l}) \cdot (2000 \text{ m}^3/\text{gün}) \cdot \left( \frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}} \right) = 905200 \text{ ton/yıl}$$

8) Akriteks Sentetik İplik San. T.A.Ş. KOI=157 mg/l

$$\text{KOI yükü} = (157 \text{ mg/l}) \cdot (18 \text{ m}^3/\text{gün}) \cdot \left( \frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}} \right) = 1031.49 \text{ ton/yıl}$$

9) Valfsel Armatür San T.A.Ş KOI= 155 mg/l

$$\text{KOI yükü} = (155 \text{ mg/l}) \cdot (8 \text{ m}^3/\text{gün}) \cdot \left( \frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}} \right) = 452.6 \text{ ton/yıl}$$

10) Edirne Yağ San T.A.Ş KOI= 136 mg/l

$$\text{KOI yükü} = (136 \text{ mg/l}) \cdot (600 \text{ m}^3/\text{gün}) \cdot \left( \frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}} \right) = 29784 \text{ ton/yıl}$$

11) Gün Yağ San. A. Turan Yılmaz KOI= 655 mg/l

Not: Edirne İli Merkez İlçesi dışında fakat Meriç Nehrine deşarjı vardır.

$$\text{KOI yükü} = (655 \text{ mg/l}) \cdot (16 \text{ m}^3/\text{gün}) \cdot \left( \frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}} \right) = 3825.2 \text{ ton/yıl}$$



12) Öden Gıda San T. Ltd. Şti.KOI= 46 mg/l

Not: Edirne İli Merkez İlçesi dışında fakat Meriç Nehrine deşarjı vardır.

$$\text{KOI yükü} = (46 \text{ mg/l}) \cdot (15 \text{ m}^3/\text{gün}) \cdot \left( \frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}} \right) = 251.85 \text{ ton/yıl}$$

13) Yalçın Koll. Şti.KOI=163 mg/l

Not: Edirne İli Merkez İlçesi dışında fakat Meriç Nehrine deşarjı vardır.

$$\text{KOI yükü} = (163 \text{ mg/l}) \cdot (14 \text{ m}^3/\text{gün}) \cdot \left( \frac{10^3 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ gün}}{1 \text{ yıl}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ mg}} \right) = 832.93 \text{ ton/yıl}$$

Sonuçlar Tablo.4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Sanayiden Gelen KOI Yüğü

| Sanayi Adı                                   | Sanayiden Gelen KOI (ton/yıl) |
|----------------------------------------------|-------------------------------|
| 1) Murat Yapı Tekstil San. T.A.Ş.            | 281.05                        |
| 2) Edirne Giyim San A.Ş                      | 365                           |
| 3) Park Tekstil San. T.A.Ş                   | 29565                         |
| 4) Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat San T.A.Ş | 1156.32                       |
| 5) Modavizyon Tekstil San T.A.Ş              | 175.2                         |
| 6) Tekstiplik San T.A.Ş                      | 64824                         |
| 7) Olmuksa Mukayva San T.A.Ş                 | 905200                        |
| 8) Akriteks Sentetik İplik San. T.A.Ş.       | 1031.49                       |
| 9) Valfsel Armatür San T.A.Ş                 | 452.6                         |
| 10) Edirne Yağ San T.A.Ş                     | 29784                         |
| 11) Gün Yağ San. A. Turan Yılmaz             | 3825.2                        |
| 12) Öden Gıda San T. Ltd. Şti.               | 251.85                        |
| 13) Yalçın Koll. Şti.                        | 832.93                        |



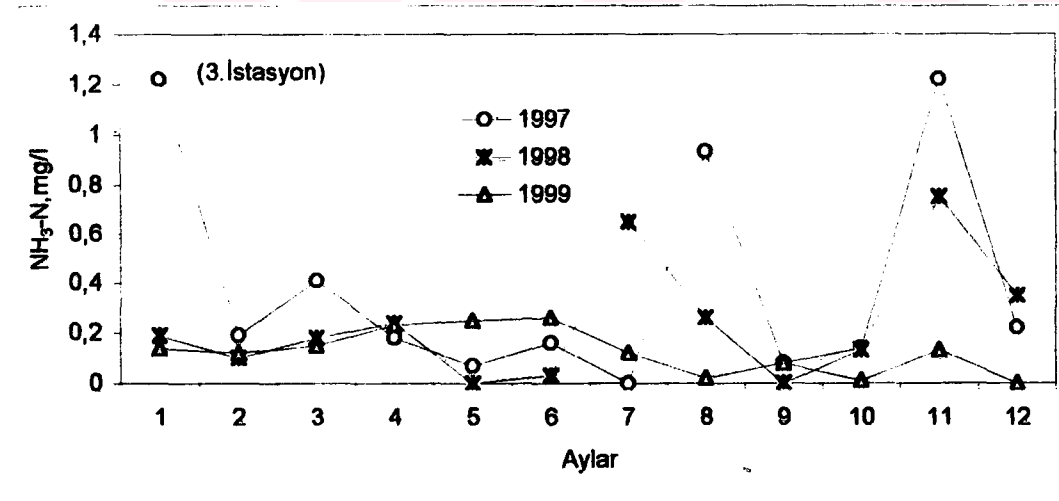
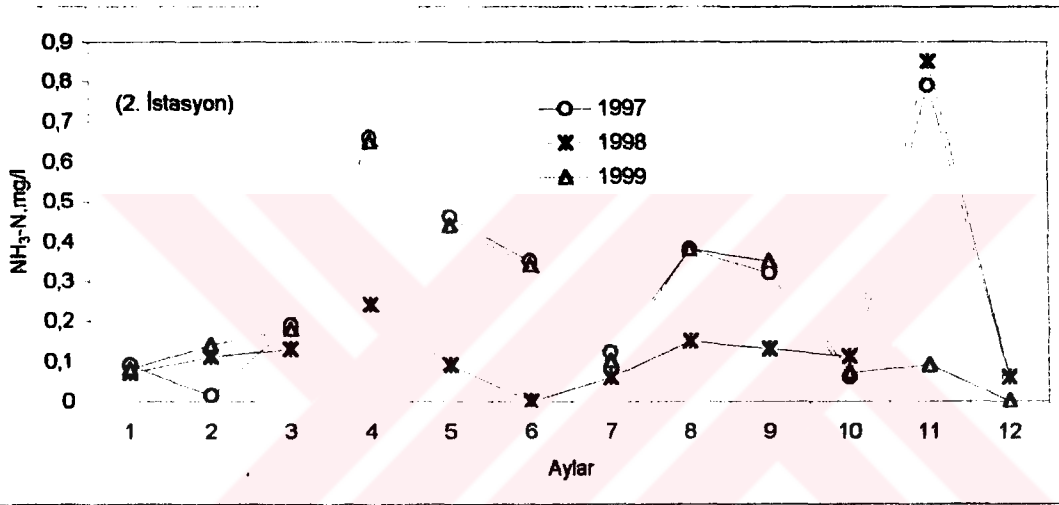
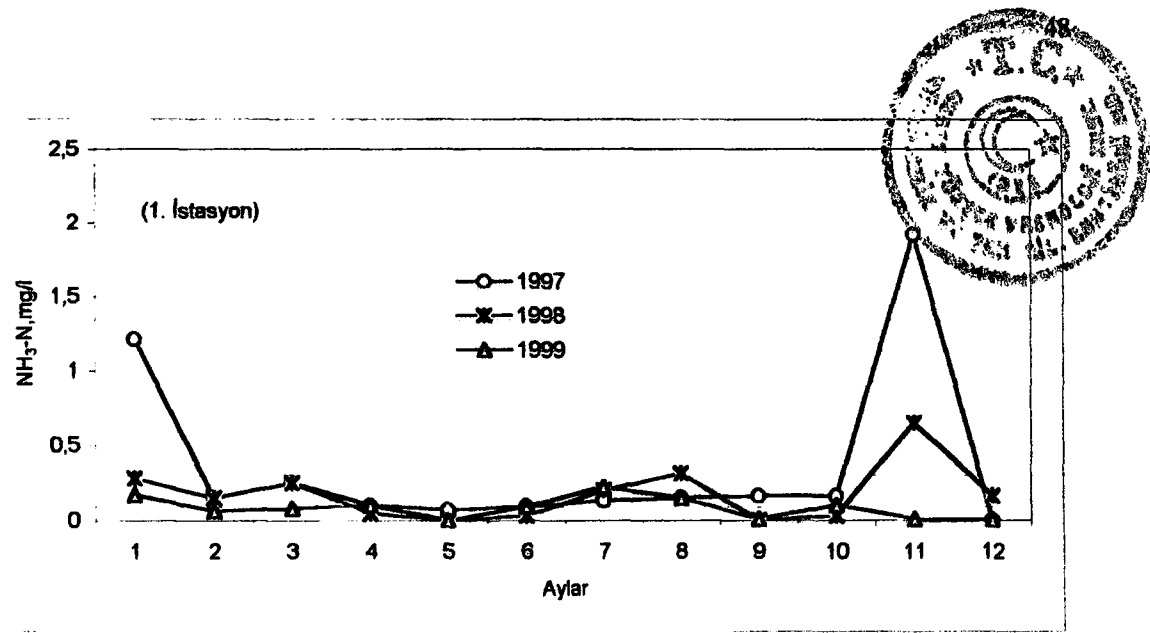
## **4.2. Nehirde Ölçülen Parametrelerin Değerlendirilmesi**

Meriç, Arda ve Tunca Nehirleri dikkate alınarak numune alma noktalarında 1997-2000 yılları arasında aylara göre ölçülmüş olan kirlетici parametreler  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_3\text{-N}$ , TP,  $\text{SO}_4^{2-}$ , BOI, KOI,  $\text{ÇO}$ , pH sıcaklık, ağır metaller (Fe, Mn, Cr, Cu, Al, Ni, Co, Zn, Pb) Ek-1' de verilen sonuçlara göre aşağıda değerlendirilmiştir. (Edirne İl Çevre Müdürlüğü Laboratuvarı )

### **4.2.1. Amonyum Azotu Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi**

1997-2000 yılları arasında analiz noktalarında aylara göre  $\text{NH}_3\text{-N}$  konsantrasyon değişimleri Şekil 4.2.1.'de verilmiştir. Bu yıllar arasında amonyum azotunun 0.00-1.92 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. Şekil 4.2.1. ele alındığında I. Nokta için ; 1997, 1998 ve 1999 yılında ki ölçüm değerlerinin benzerlik gösterdiği , ancak 1997 yılında ve 1998 yılında, özellikle 11. ve 1. aylarında ölçüm değerlerinin diğer aylara göre üst seviyelerde olduğu görülmektedir. Şekil 4.2.1, Şekil 4.2.2, Şekil 4.2.3'de organik azot çürüme ile serbest amonyak'a , oksijenle birleşen amonyak nitrit'e ve daha sonra oksijenle birleşen nitrit'in nitrata dönüştüğü açıkça görülmüştür.

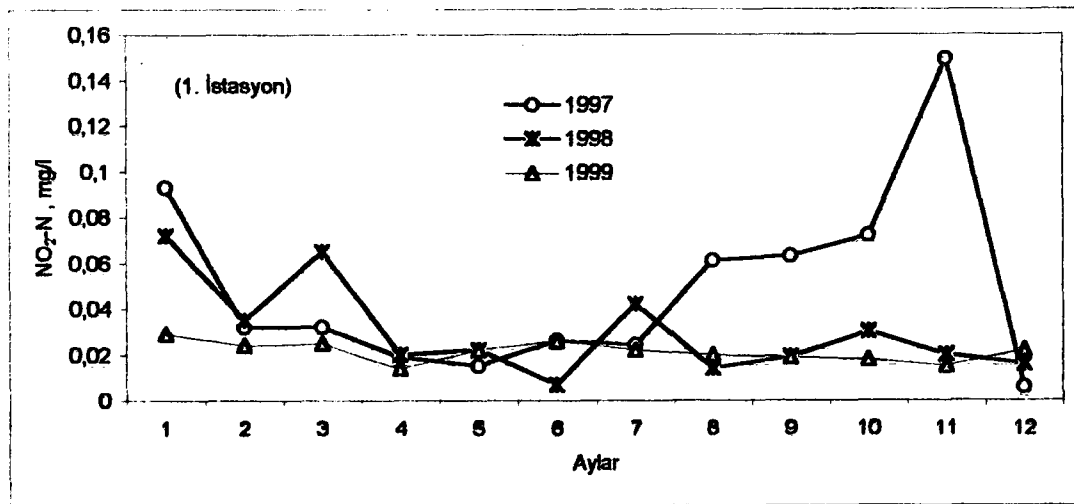
Bazı aylarda özellikle 1., 2., 4., ve 11. aylarda , amonyum azotunun yüksek olması yeni organik kirlenmenin, diğer aylara göre üst seviyelerde olduğu görülmektedir. Bunun sebebi bölgede bu aylarda nüfusun artması ve kanalizasyonun Tunca Nehrine deşarjı ve dolaylı olarak kanalizasyonun Meriç Nehrine ulaşmasıdır. 2. numune alma noktasına bakıldığında bu görülmektedir. 1. ve 3. numune alma noktasına bakıldığında; SKKY göre amonyum azotu konsantrasyonları açısından II. Sınıf su kalitesine sahiptir.

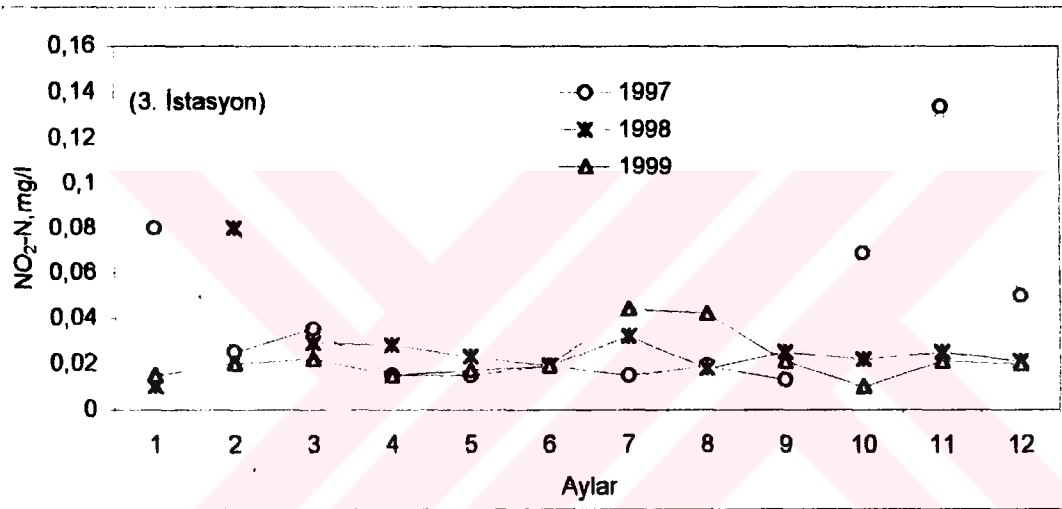
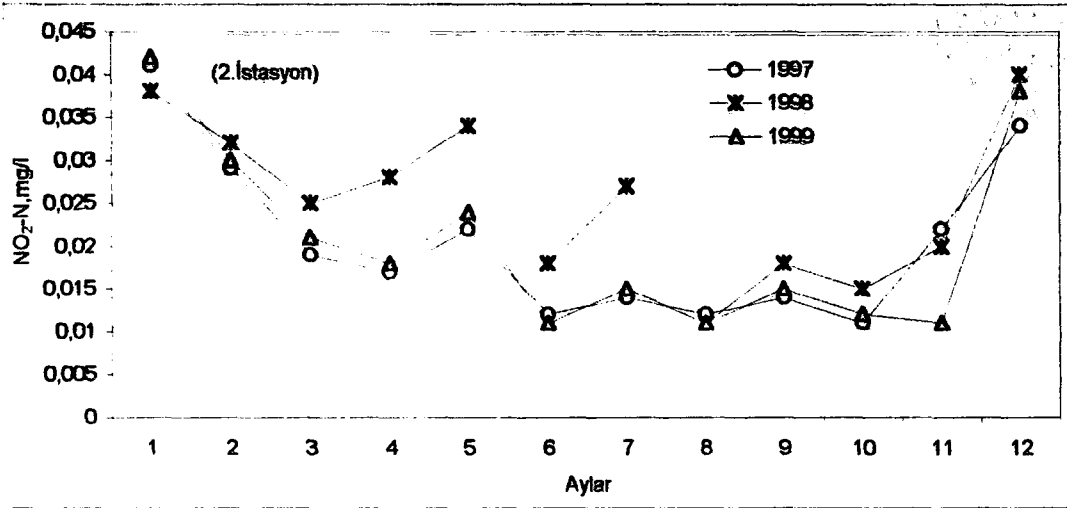


Şekil 4.2.1. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında Aylara Göre  $\text{NH}_3\text{-N}$  Değişimi

#### 4.2.2. Nitrit Azotu Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

1997-2000 yılları arasında aylara göre  $\text{NO}_2\text{-N}$  konsantrasyon değişimleri Şekil 4.2.2.'de verilmiştir. Bu yıl aralarında nitrit azotunun 0,006 - 0,08 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek konsantrasyon değerine III.numune alma noktasında 1997 yılının 1. ayında en düşük konsantrasyon değerine 1. numune alma noktasında 1997 yılının 12. ayında ulaştığı gözlenmiştir. Bütün sonuçlar dikkate alındığında yağış alan 2. ay ile 10. ay arasında yağışların ve sıcakların artmasına bağlı olarak topraktaki çözünmeler (suni gübreleme, toprağın doğal bileşeninde, organik tarım atıklarının ayrışması ) bir miktar nitrit azotu kirliliğinin artmasının sebebi olabilir. Fakat çok fazla miktarda nitrit azotunun arttığı söylenemez. Nitrit azotu için çizilen Şekillerde, nitrit iyonunun varlığı aktif biyolojik olayın işareti olarak değerlendirilebilir. Fakat yapılan değerlendirme de suda amonyak ve nitratın bulunması mutlaka kirlilik gösterir şeklinde yorumlanamaz. Bu sularda bakteriyolojik analizlerin yapılması için bir uyarıdır. 1. ve 3. numune alma noktalarına bakıldığında ; SKKY göre nitrit azotu konsantrasyonları açısından I. Sınıf su kalitesine sahiptir.



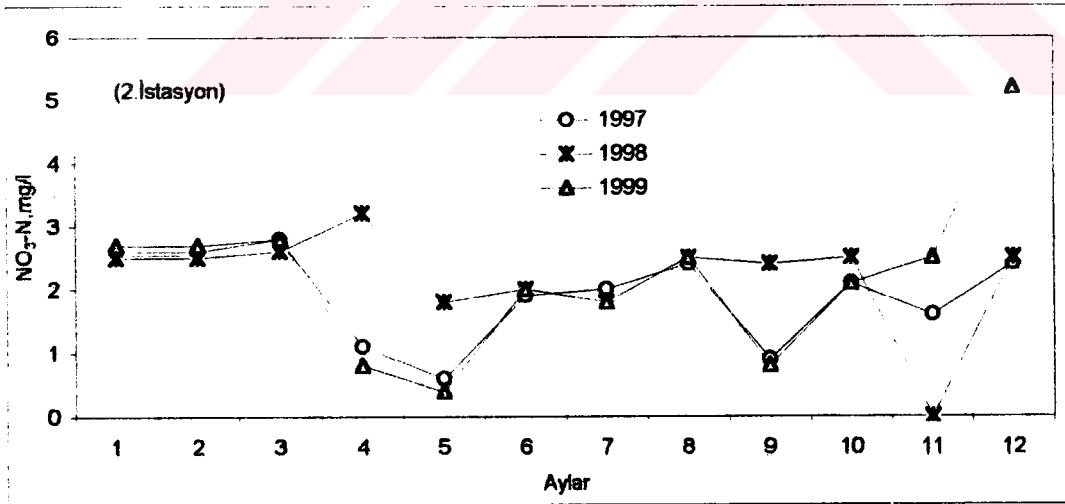
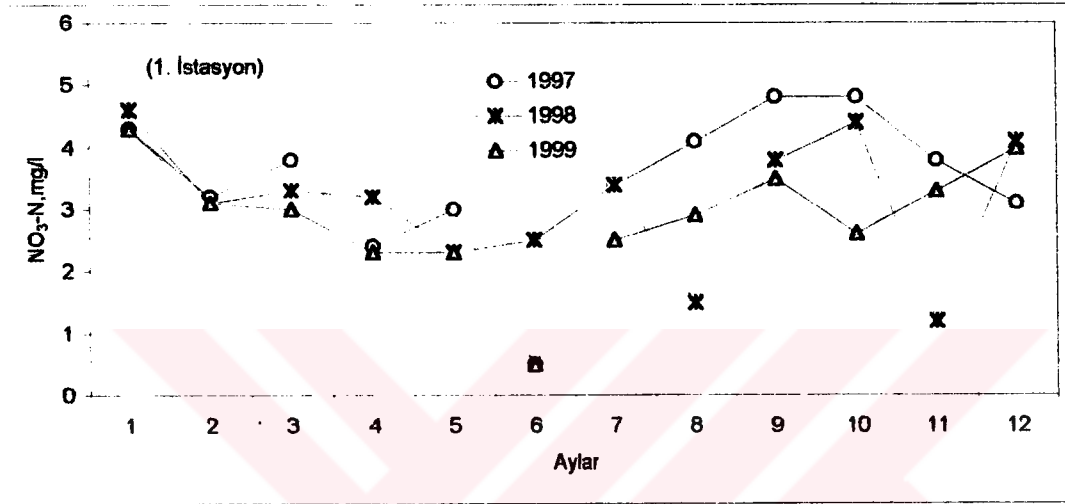


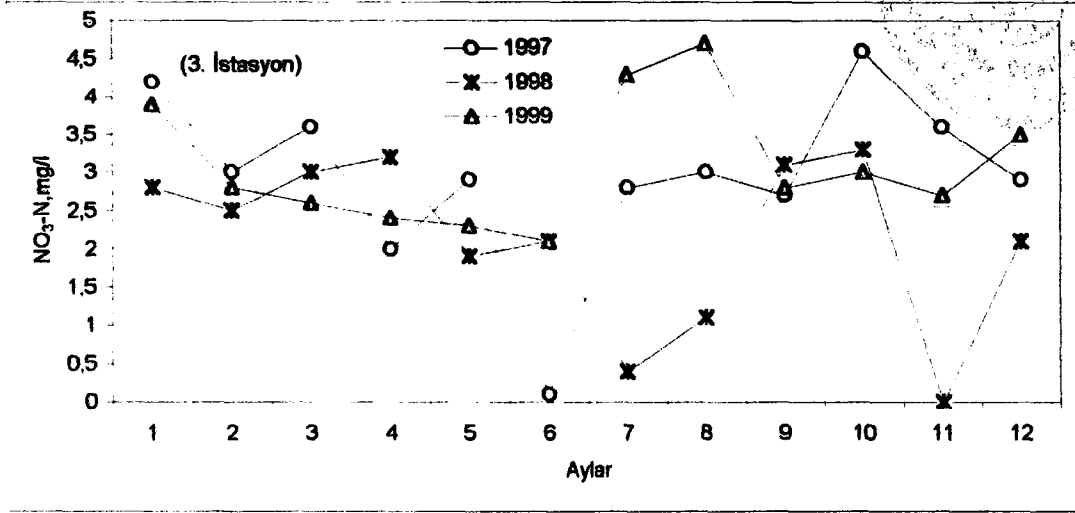
Şekil 4.2.2. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında Aylara Göre  $\text{NO}_2\text{-N}$  Değişimi

#### 4.2.3. Nitrat Azotu Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

1997-2000 yılları arasında analiz noktalarında aylara göre  $\text{NO}_3\text{-N}$  konsantrasyon değişimleri Şekil 4.2.3.'de verilmiştir. Bu yıllar arasında nitrat azotunun 0.0-5.2 mg/lt arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek konsantrasyon değerine 2. numune alma noktasında 1999 yılının 12. ayında en düşük konsantrasyon değerine 2. numune alma noktasında 1998 yılının 11. ayında ulaştığı gözlenmiştir. Şekillere bakıldığında, 1997, 1998 ve 1999

yıllarında farklılık göstermiştir. Azotlu bileşikler, özellikle nitrat bitkiler için son derece gerekli olduğundan çoğu zaman suya veya toprağa gübre olarak verilir. Bu sebepten Şekillerden yorumlanan kirlenme yüksek azot varlığını ifade etmektedir. 1. ve 3. numune alma noktalarına bakıldığında ; SKKY göre nitrat azotu konsantrasyonları açısından III.ve IV. Sınıf su kalitesine sahiptir.

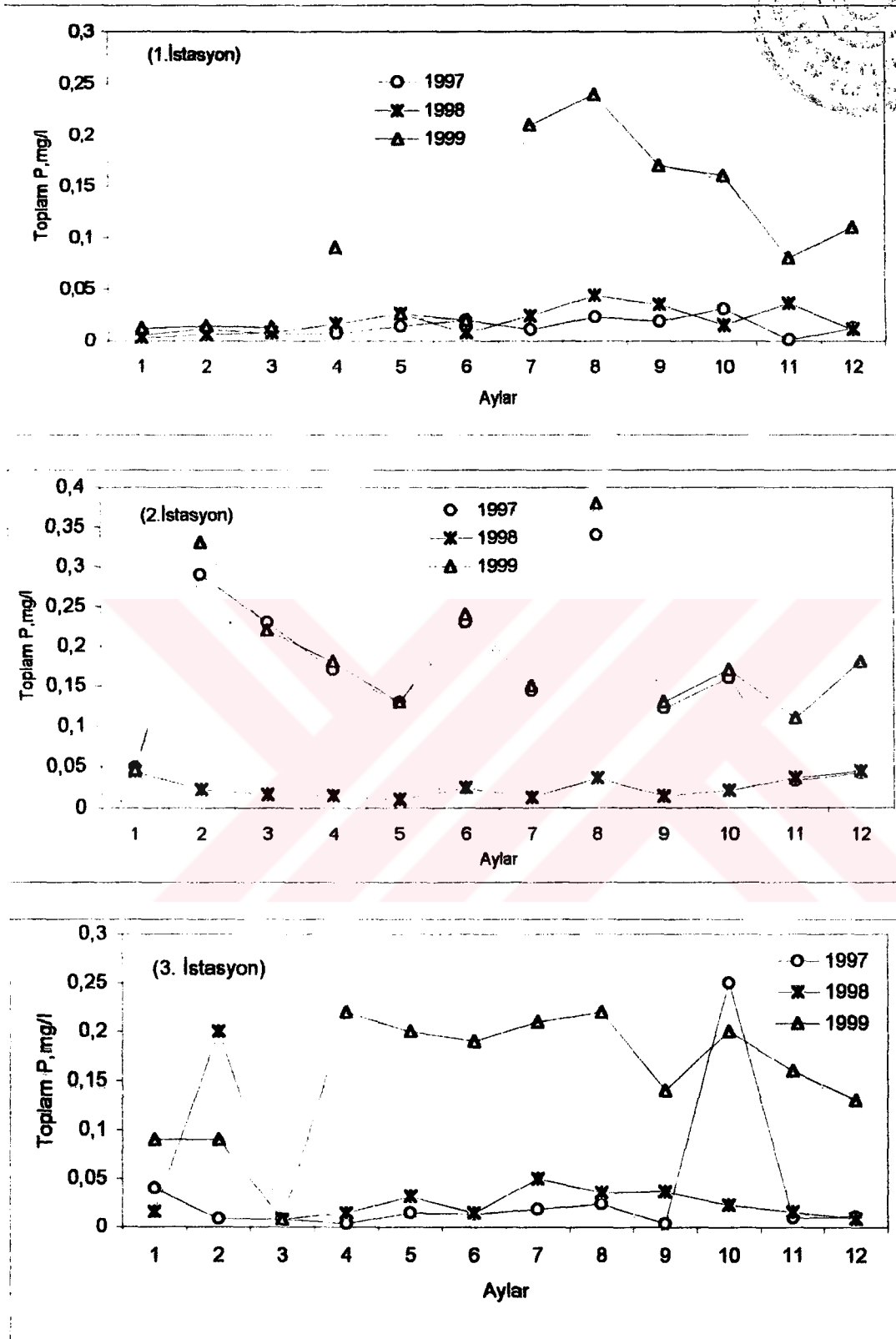




Şekil 4.2.3. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında Aylara Göre  $\text{NO}_3\text{-N}$  Değişimi

#### 4.2.4. Toplam Fosfor Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

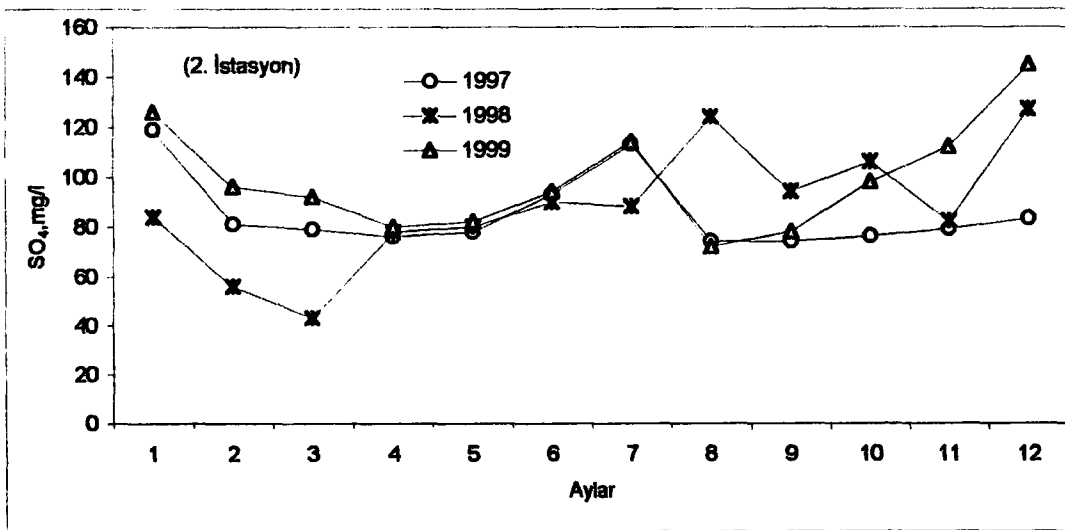
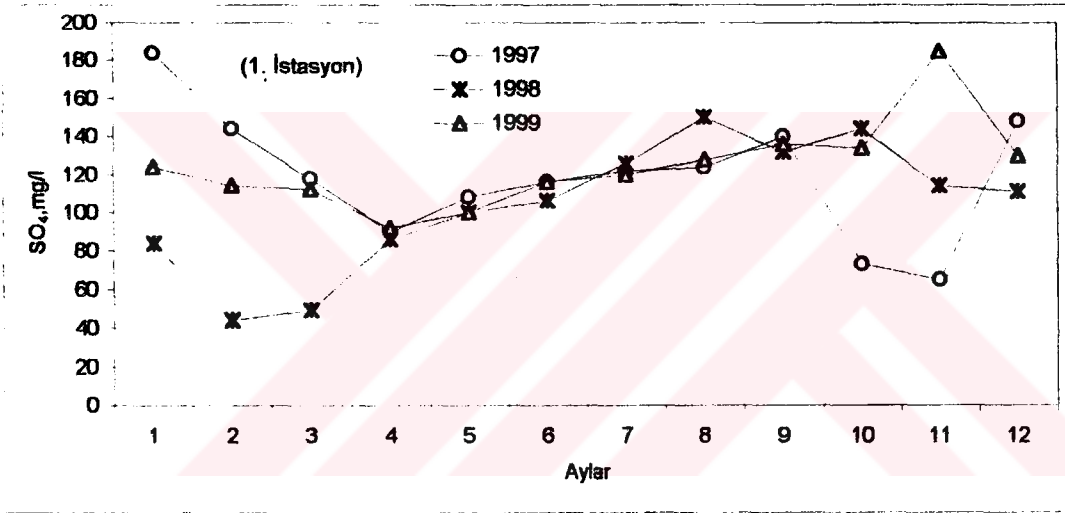
1997-2000 yılları arasında analiz noktalarında aylara göre TP konsantrasyon değişimleri Şekil 4.2.4.'de verilmiştir. Bu yıllar arasında TP 0.001-0.380 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek konsantrasyon değerine 2. numune alma noktasında 1999 yılının 08. ayında en düşük konsantrasyon değerine 1. numune alma noktasında 1997 yılının 11. ayında ulaştığı gözlenmiştir. Toplam fosforun artışıdaki muhtemel sebebi nehre evsel ve fabrika atıksularının, deşarjı ve buna bağlı olarak nehirdeki ekolojik değişimler olabilir. 1. ve 3. numune alma noktalarına bakıldığında ; SKKY göre toplam fosfor konsantrasyonları açısından I.ve II. Sınıf su kalitesine sahiptir.

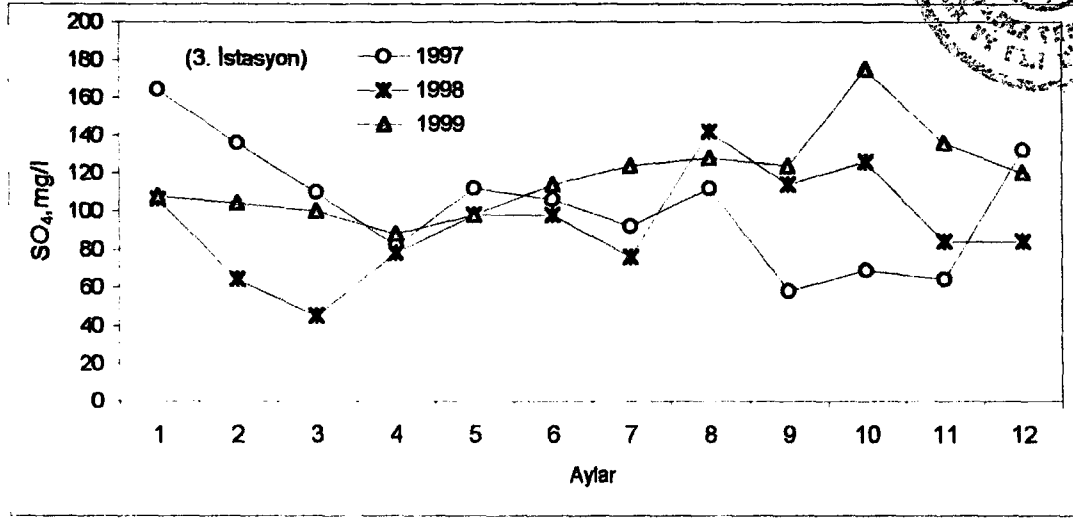


Şekil 4.2.4. Örneklem Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında Aylara Göre TP Değişimi

#### 4.2.5. Sülfat Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

1997-2000 yılları arasında analiz noktalarında aylara göre  $\text{SO}_4$  konsantrasyon değişimleri Şekil 4.2.5'de verilmiştir. Bu yıllar arasında sülfat 43-185 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. Şekillere bakacak olursak yıllar itibariyle sülfat konsantrasyonları birbirine benzediği gözlenebilir. Sülfat bütün doğal sularda az veya çok bulunur. Şekillere bakılacak olursa sülfat değeri değişmekle birlikte çok miktarlarda rastlanmaktadır. 1. ve 3. numune alma noktalarına bakıldığında ; SKKY göre sülfat konsantrasyonları açısından I. Sınıf su kalitesine sahiptir.

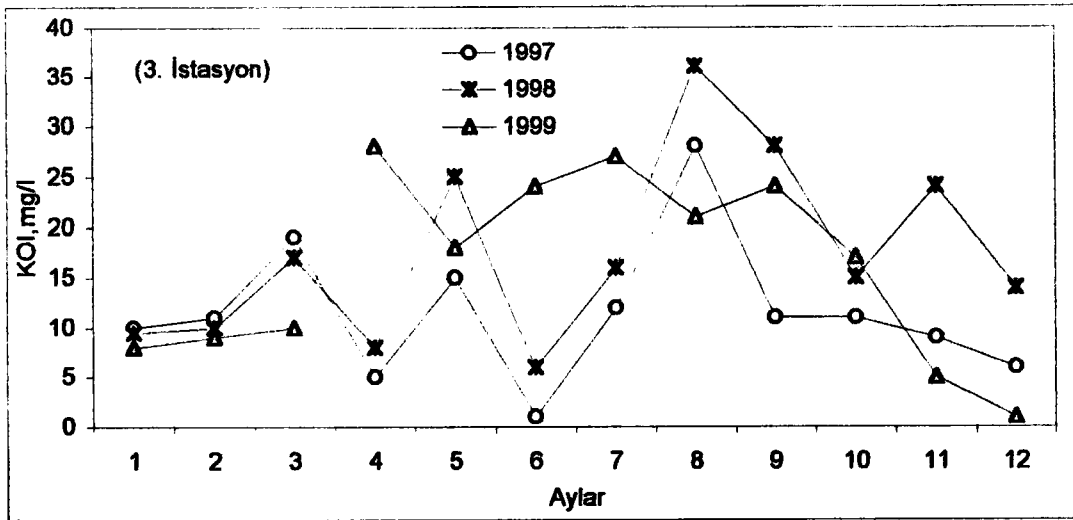
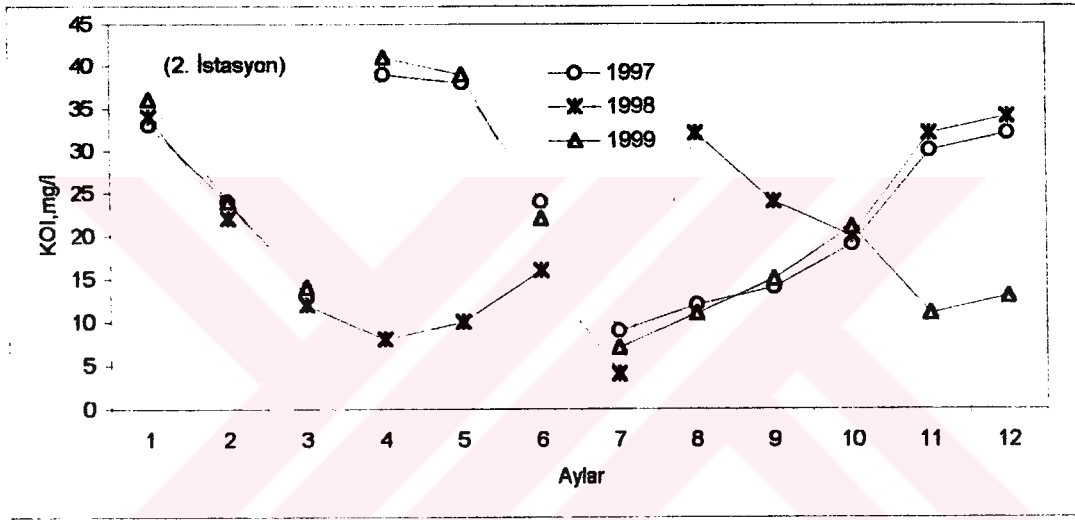
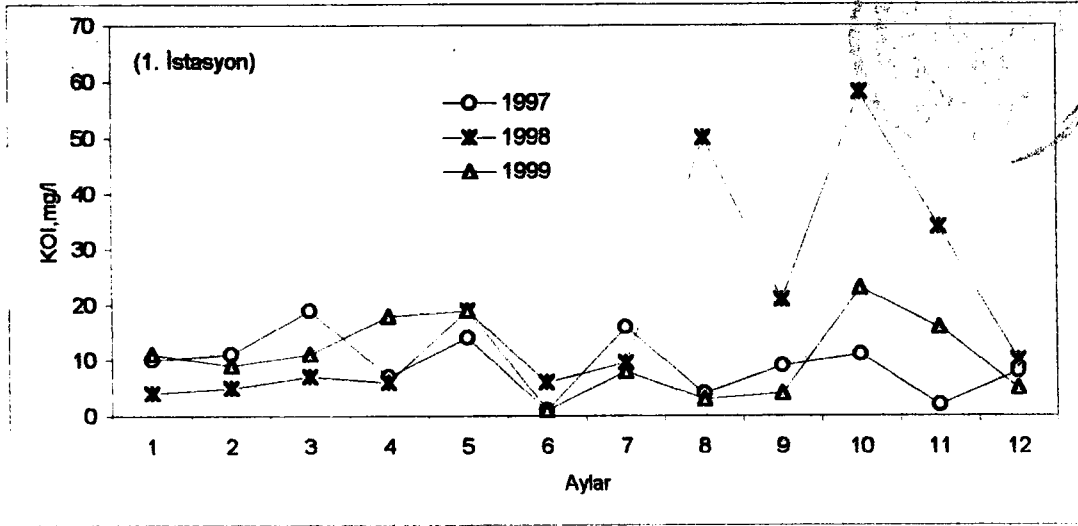




Şekil 4.2.5. Örneklem Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında Aylara Göre SO<sub>4</sub> Değişimi

#### 4.2.6. Kimyasal Oksijen İhtiyacının Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

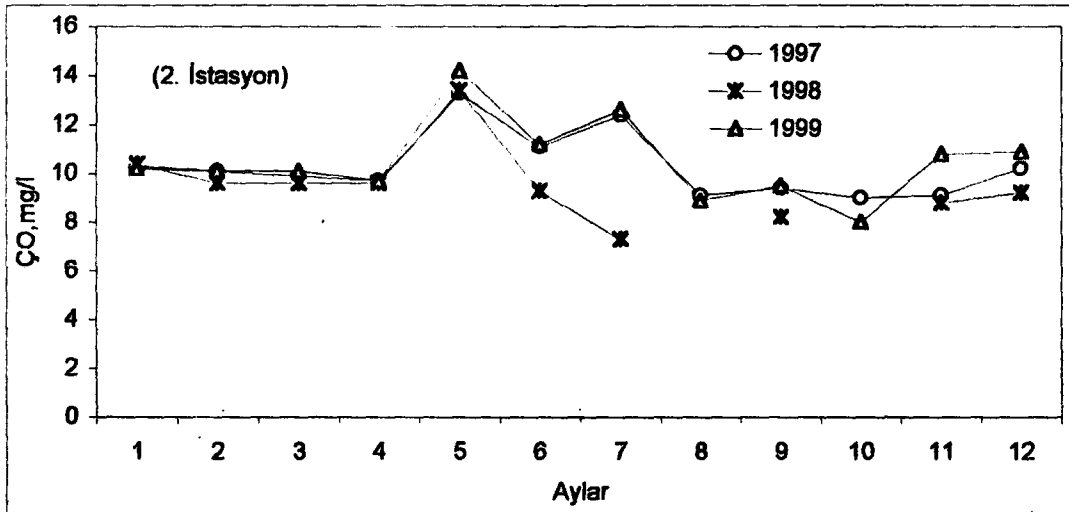
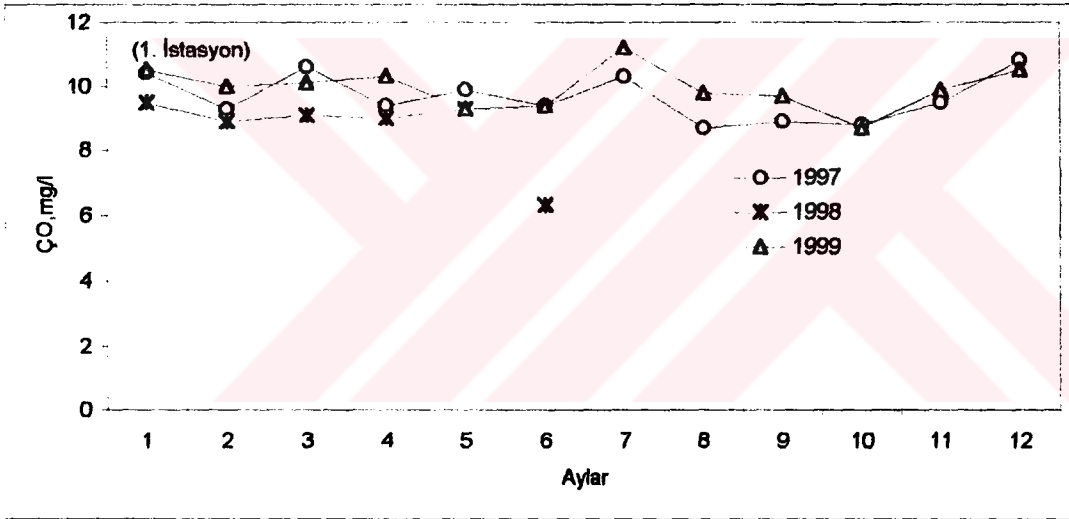
1997-2000 yılları arasında analiz noktalarında aylara göre KOİ konsantrasyon değişimleri şekil 4.2.6.'da verilmiştir. Bu yıllar arasında KOİ 1-50 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek konsantrasyon değerine 1. numune alma noktasında 1999 yılının 08. ayında en düşük konsantrasyon değerine 1. numune alma noktasında 1997 ve 1999 yılının 6. ayında ulaştığı gözlenmiştir. KOİ'nin bu yıllar arasında yüksek olması kirlilik artışının bir göstergesidir. 1. ve 3. numune alma noktalarına bakıldığında ; SKKY göre Kimyasal Oksijen İhtiyacı konsantrasyonları açısından I.ve II. Sınıf su kalitesine sahiptir.

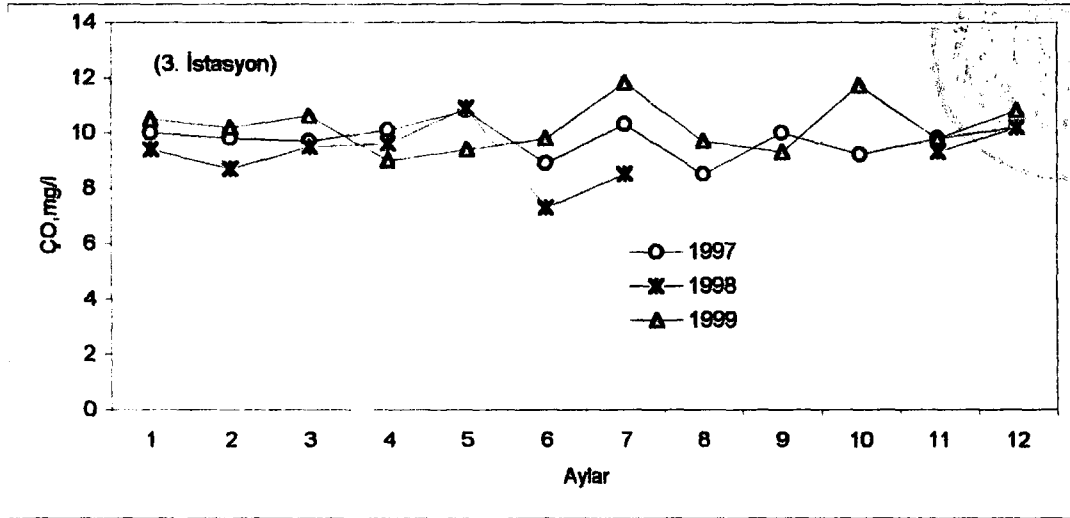


Şekil 4.2.6. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında Aylara Göre KOI Değişimi

#### 4.2.7. Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

1997-2000 yılları arasında analiz noktalarında aylara göre ÇO konsantrasyon değişimleri şekil 4.2.7.'de verilmiştir. Bu yıllar arasında ÇO değerinin 6.3-11.7 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. Şekillere bakarsak ÇO yaz aylarında düştüğü görülmektedir. Bunun nedeni ısınan suyun oksijen kaybetmesidir. Oksijen yükseltgen bir element olması dolayısıyla sulardaki organik maddeleri yükseltgeyerek suların doğal temizlenmesini sağlar. 1. ve 3. numune alma noktalarına bakıldığında ; SKKY göre Çözünmüş Oksijen konsantrasyonları açısından I.ve II. Sınıf su kalitesine sahiptir.

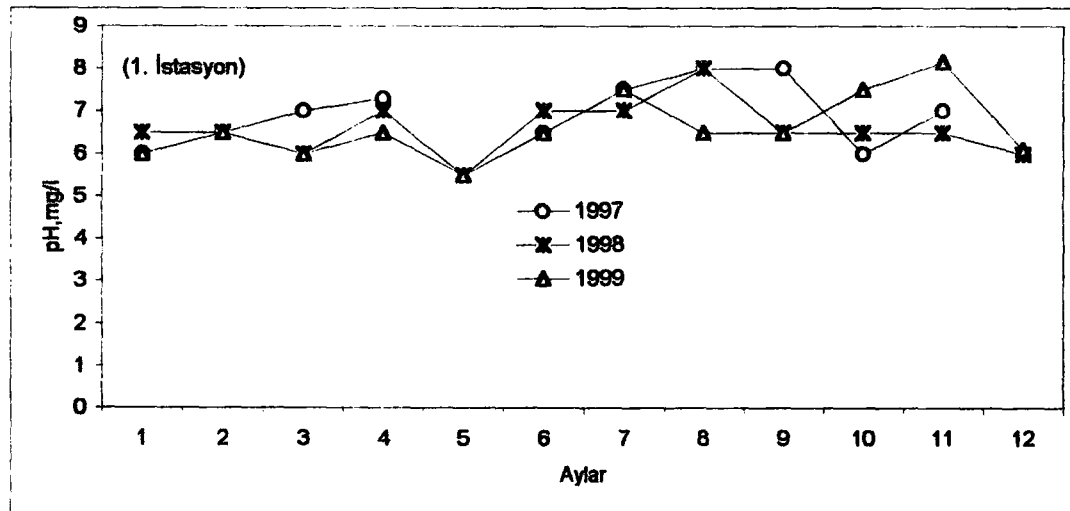


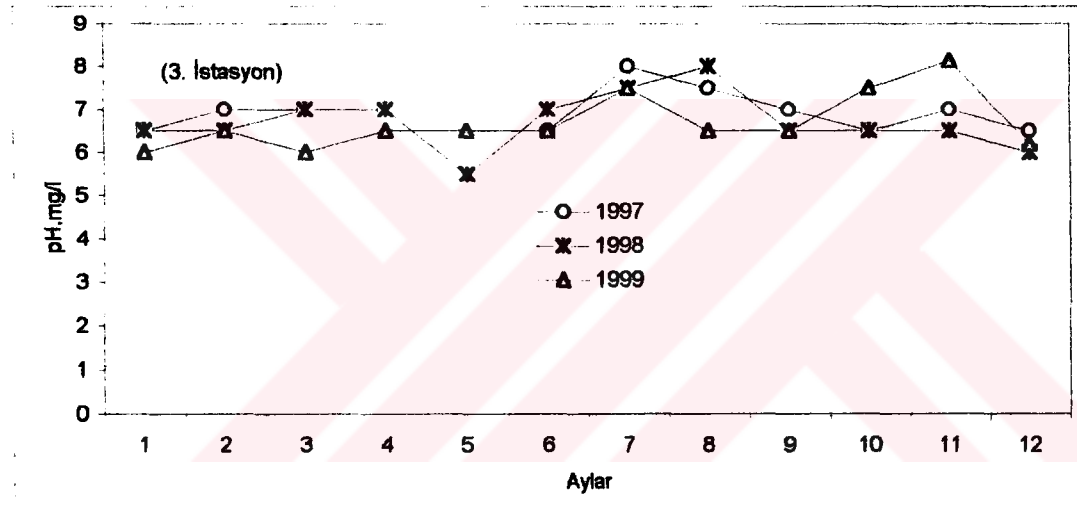
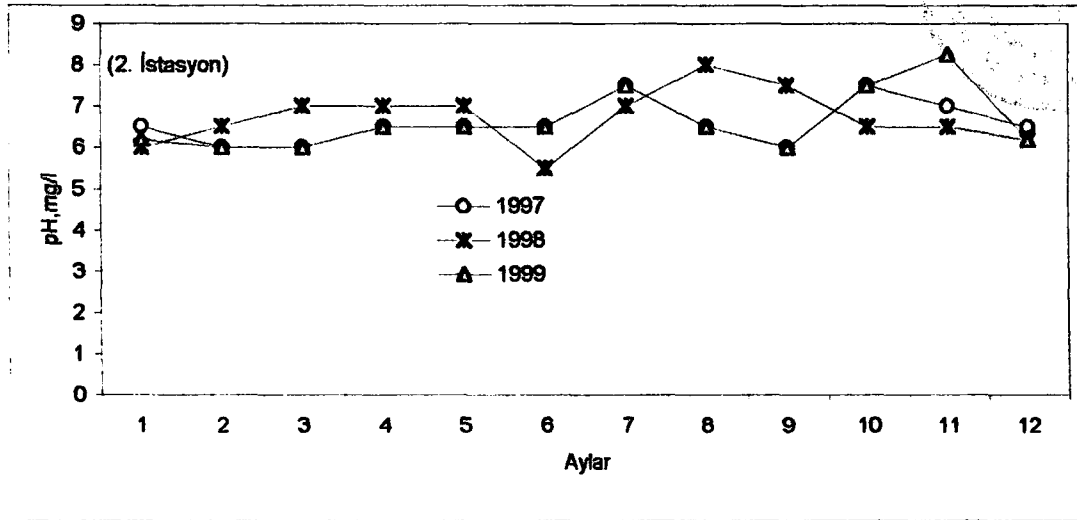


Şekil 4.2.7. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında Aylara Göre ÇO Değişimi

#### 4.2.8. pH Değerinin Yıllara Göre Değişimi

1997-2000 yılları arasında analiz noktalarında aylara göre pH konsantrasyon değişimleri Şekil 4.2.8.'de verilmiştir. Bu yıllar arasında pH değerinin 5.5-8.16 arasında değiştiği görülmektedir. pH değişimin nedeni sudaki CO<sub>2</sub>, evsel ve endüstriyel deşarjlar bir miktar etkileyerek fazla tehlike arz edecek seviyede değişmediği gözlenmiştir. 1. ve 3. numune alma noktalarına bakıldığında; SKKY göre pH değeri açısından III.ve IV. Sınıf su kalitesine sahiptir.



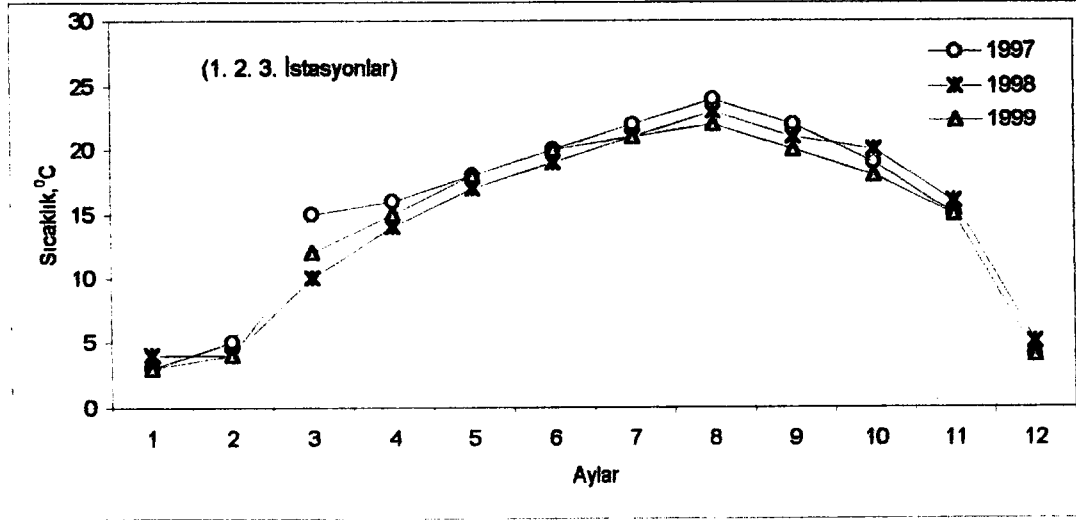


Şekil 4.2.8. Örneklem Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında Aylara Göre pH Değişimi

#### 4.2.9. Sıcaklığın Yıllara Göre Değişimi

1997-2000 yılları arasında analiz noktalarında aylara göre  $T, ^\circ\text{C}$  değişimleri Şekil 4.2.9.'da verilmiştir. Bu yıllar arasında sıcaklık değerinin  $3-24^\circ\text{C}$  arasında değiştiği görülmektedir. Bu verilere göre değerlendirdiğimiz zaman sıcaklık açısından nehir I. sınıf su kalitesine girmektedir. Şekillere bakılacak olunursa pH,  $\text{ÇO}$  ve sıcaklığın etkileşim içerisinde oldukları görülmektedir. Suyun sıcaklığı arttıkça gazların suda çözünürlüğü azalırken,

katıların çözünürlüğü genellikle artar, sıcak kaynakların tuzlu oluşu bu yüzdendir.

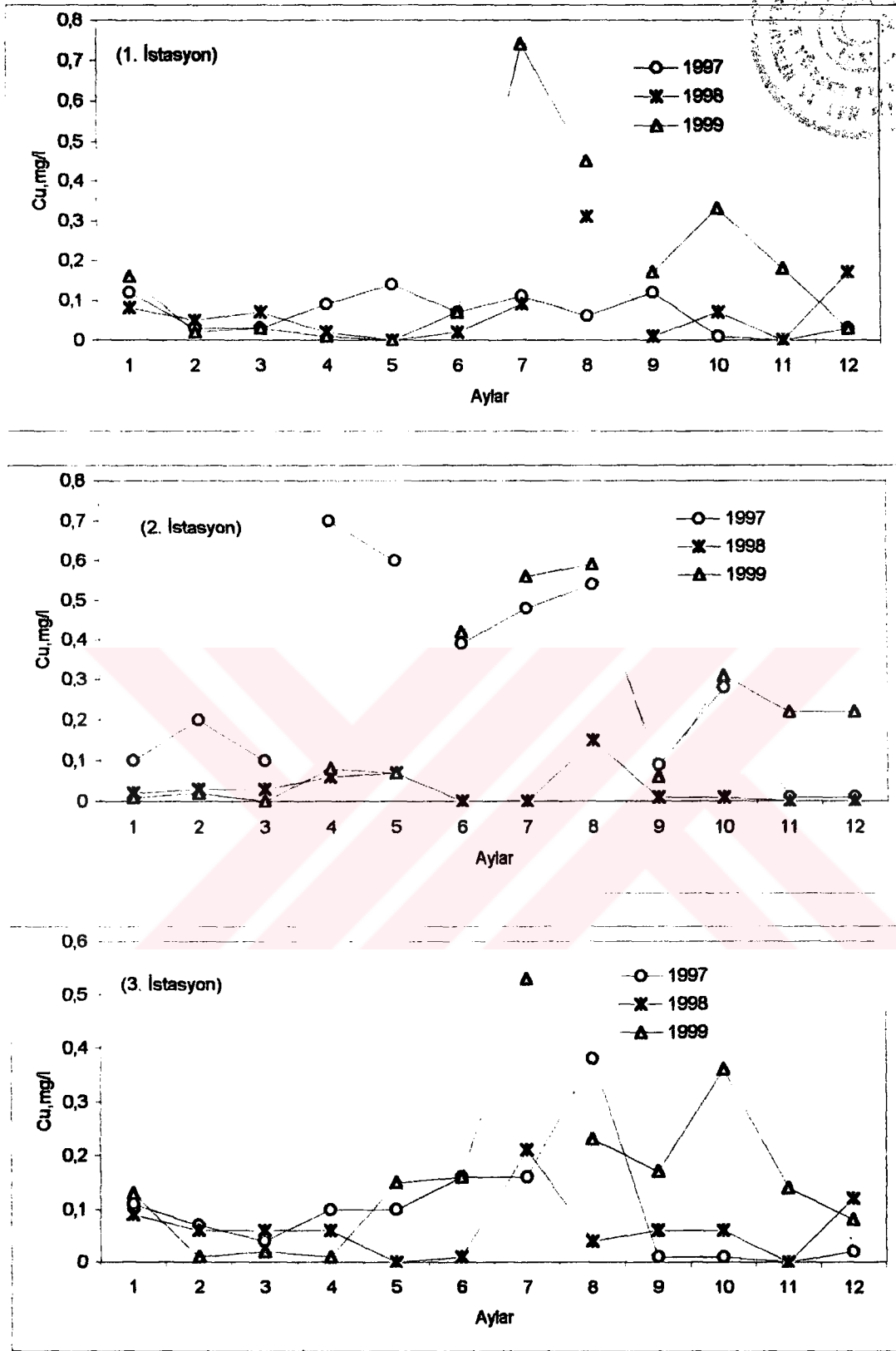


Şekil 4.2.9. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında Aylara Göre T,°C Değişimi

#### 4.2.10. Bakır Konsantrasyonunun Yıllara Göre Değişimi

1997-2000 yılları arasında analiz noktalarında aylara göre Cu konsantrasyon değişimleri şekil 4.2.10.'da verilmiştir. Bu yıllar arasında Cu değişiminin 0.00-0.74 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. Grafiklere bakılacak olunursa nehre endüstriyel atıksulardan Cu karıştığı söylenebilir. 1. ve 3. numune alma noktalarına bakıldığında ; SKKY göre bakır konsantrasyonları açısından III.ve IV. Sınıf su kalitesine sahiptir.

Diğer ağır metallerin (Fe, Cr, Mn, Ni, Co, Al, Zn, Pb) değerlerine bakacak olursak genellikle Mn, Al ve Zn I. sınıf , Cr ve Fe I. ve II. sınıf , diğerleri III. ve IV. sınıf su kirliliği gösterdikleri EK'II deki kirlilik tablolarından görülmektedir.



Şekil 4.2.10. Örnekleme Noktalarında (1,2,3) 1997-2000 Yılları Arasında Aylara Göre Cu Değişimi



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, üç noktadan numuneler üç yıl boyunca ayda bir kez olmak üzere derlenmiştir. Numuneler; Meriç Nehri'nin Bulgaristan'dan çıktığı Kapıkule Giriş bölgesinden (1. istasyon), Avarız Köyünden geçen Tunca Nehri'nden (2. istasyon) ve Meriç Nehrinin Merkez İlçe Çıkış bölgesinden (3. istasyon) alınmıştır.

Bu üç İstasyondan alınan numunelerde;  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_3\text{-N}$ , TP,  $\text{SO}_4^{2-}$ , BOI, KOI, ÇO, pH, sıcaklık ve ağır metaller (Fe, Mn, Cr, Cu, Al, Ni, Co, Zn, Pb) ölçülmüştür.

Çalışma sonuçlarına göre 1. ve 3. numune alma istasyonlarına bakıldığında yağışlı mevsimlerde SKKY göre  $\text{NH}_3\text{-N}$  II. Sınıf,  $\text{NO}_2\text{-N}$  I. Sınıf,  $\text{NO}_3\text{-N}$  III.veya IV. Sınıf, Toplam P I.veya II. Sınıf,  $\text{SO}_4$  I. Sınıf, KOI I.veya II. Sınıf, ÇO I.veya II. Sınıf, pH III.veya IV. Sınıf, sıcaklık I. Sınıf, Cu III.veya IV. Sınıf, Mn, Al ve Zn I. sınıf, Cr ve Fe konsantrasyonları açısından I. ve II. sınıf, diğerlerinin ise III. veya IV. sınıf kirlilik sınıfına girdikleri tespit edilmiştir.

1. ve 3. istasyon ölçüm sonuçlarına göre, Arda ve Tunca Nehirleri Meriç Nehrine karıştıktan sonra Meriç Nehri sularındaki kirletici madde konsantrasyonlarının seyreltiği sonucu çıkarılmıştır. 2. İstasyon ağır metal (Fe, Mn, Cr, Cu, Al, Ni, Co, Zn, Pb) ölçüm değerlerinin, 3. istasyon ölçüm değerlerine göre, daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ölçüm değerlerine ve nehir debilerine bakılmış; 3. istasyondaki seyrilmeyi Arda Nehri'nin yapabileceği sonucu çıkarılmıştır.



Edirne İlinin evsel atıksuları, Edirne'nin güneyinde Tunca Nehrine deşarj edilmektedir. 1 ve 3 numaralı istasyon ölçümleri karşılaştırıldığında Şehir evsel nitelikli atıksularını taşıyan Tunca' nın Meriç Nehrine karışması ile  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3\text{-N}$  ölçüm değerlerinin artığı görülmektedir.

Yapılan analiz sonuçları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Kıta İçi Yüzeysel Suları Sınıflandırılması kriterleri ile karşılaştırılmış Kapıkule'den giren Meriç Nehrinde ölçülen parametrelerin 4/09/1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre yağışlı mevsimlerde II. sınıf ve kurak mevsimlerde III. sınıf kirlenmiş su konsantrasyona sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tarım bölgelerinde yapılan incelemeler sonucunda, bu nehirlere suni gübrelemeden gelen Toplam Azot yükünün 88.8 N kg/ha-yıl ve Toplam Fosfor yükünün 0.92 kg/ ha yıl olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca sanayiden gelen toplam KOI yükünün ise 1037744.64 ton/sene olduğu hesaplanmıştır.

Çalışma neticesinde bu nehirlerde bulunan suların; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre içme suyu temininde, rekreasyonel amaçlar için (yüzme vb.), alabalık üretiminde, hayvan üretimin ve çiftlik ihtiyacı için kesinlikle kullanılamayacağı, ileri arıtma ile içme suyu temininde, alabalık dışında balık üretiminde, tarım alanlarında sulamada, uygun bir arıtma ile endüstri sektörlerinde (gıda, tekstil gibi sektörler hariç) kullanılabileceği görülmüştür. Nehirlerde yapılacak çalışmalar ( deşarjların kontrol altına alınması gibi) sonucunda nehirdeki organik ve inorganik kirliliğin en az düzeye indirilmesi sağlanacak ve söz konusu nehirlerden daha yüksek kalitede su temin edilebilecektir.

Su Kirliliğinin Önlenmesi ve Giderilmesi için;

-Çevre sorunlarının çözümünde sorun ;havza boyutunda ele alınmalıdır.



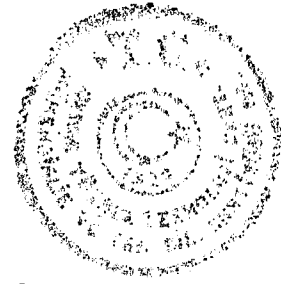
-Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği esas alınarak, her havza için havzaya uygun yönetmeliklerin düzenlenmesi yoluna gidilmelidir.

-Su kirliliğinin izlenmesi, önlenmesi ve giderilmesi konusunda, ülkemizde mevcut imkanlar birleştirilmelidir.

- Türkiye genelinde mevcut üniversiteler ve kamu kurumlarının laboratuvar donanımlarından yararlanarak, çevre kirliliğini incelenmesi amacıyla gerekli koordinasyon sağlanmalı ve protokoller yardımıyla ölçüm ağı kurulmalı, ayrıca akredite laboratuvar uygulamasına geçilmelidir.

- Sanayi tesisleri ön arıtma, ve arıtma tesisi kurma konusundaki eksikleri tamamlanmalıdır. Bunun için yaptırımlar uygulanmalıdır.

- Arıtma tesislerini kurmuş olan işletmelerin arıtma tesislerini çalıştırmaları sağlanmalı, arıtma tesislerini kurarak yönetmelik çerçevesinde işleten kuruluşlar, her bakımdan teşviklerle ödüllendirilmelidirler. Ülkemizde arıtma tesislerini işletecek ara elemanların yetiştirilmesi için eğitim imkanları sağlanmalıdır.



## 6.KAYNAKLAR

Akkoyunlu, A., Evaluation of Eutrophication Process in Lake Sapanca, Fifth International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe, 12-14 September 2000, Prague, Czech Republic.

Akkoyunlu, A., Model Derivations for Nutrient Diversion on Lakes. Ecosystems and Sustainable Development II. 2.Advances in Ecological Sciences. Editors: C.A. Brebbia and J.L. Vso WIT Press, 1999

Albek, E. ve Göncü, S., Türkiye Akarsularında Çözünmüş Katı Maddelerin Kaynaklarının Matematiksel Modeller Kullanılarak Belirlenmesi, Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Semp. III. GYTE, TÜBİTAK, 18-19 Kasım 1999, Gebze

APHA. AWWA and WPCF, Standart Methods Water and Wastewater American Public Health Assoc, 1992

Bayram, A., Orhan, Y., Özkoç, H.B., Kızılırmak Deltası Yüzey Suyu Kirlilik Araştırması, Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II. ve I. Cilt, GYTE. TÜBİTAK 22-23 Mayıs 1997, Gebze

Cengiz, S., Çolak, A. ve Atalay, A., Sivas İli Akarsu ve Göletlerindeki Balıklarda 2,4-D Birikimi Çevre 88 Dördüncü Bilimsel Teknik Çevre Kongresi, 5-9 Haziran 1988, İzmir

Cengiz, T. M., Meriç Havzasının Hidrolojik Yönden İncelenmesi, Y.T.Ü., İstanbul, 1996

Demirel, S., Yazıcı, P., Erbil, M., Seyhan Gölü ve Seyhan Nehrindeki Kirlilik  
Bileşimleri 8.Kimya ve Kimya Müh. Sempozyumu Bölüm 3, Cilt III  
Marmara Üniv. Yay.No: 518 7-11 September 1992, İstanbul



DİE, Genel Nuûfus Sayımları, 1997

Elkins B.H., The Chem of İndüstriyal Toxicology, John Wiley and Sons Inc.,  
New York, 1990

Emir, B.D., Meriç Havzası Çevre Sorunları Araştırma Projesi, Edirne, 1990

Erbatur, O., Yılmaz, H., Çömert, T., Yaman, S., Erbatur, Ç., monitoring The  
Pesticide and The Heavy-Metal Loads of The Major Rivers and  
Drainage Canals Discharging Into The Mediterranean Sea in The  
North-East Coastal Zone, Çukurova Üniv. Adana, 1995

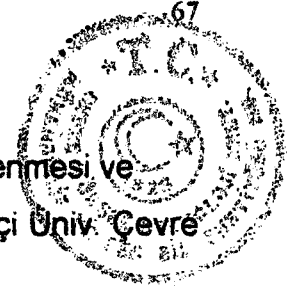
Güner, A., Nilüfer Çayı Su Kalite Modellemesi İ.T.Ü. Fen Bilimler Enst. Çevre  
Müh. Anabilim Dalı Yük.Lis.tezi., 1992

Hız, H., Çayırova Deresinin Kirlenmesi ve Marmara Denizine Etkisi, GYTE  
Müh. ve Fen Bil.Enst. Çevre Müh. Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi,  
Gebze, 2000

Kalebaşı, Y., Meriç Nehrinin Kimyasal Kirliliğinin İncelenmesi, Trakya  
Üniv. Edirne, 1994

Karpuzcu, M., Borat, M., ve Eroğlu, V., Su Temini ve Çevre Sağlığı İ.T.Ü.  
İnşaat Fak. Ders Notları, 1983

Karpuzcu, M., Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü G.Y.T.E. Çevre Müh.Böl., 1996



Karpuzcu, M., Su Havzalarındaki Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Kalite Durumunun Tespiti Projesi; Meriç Havzası, Boğaziçi Üniv. Çevre Bil. Enst., 1992

Keskin, H., Besin Kimyası, Cilt II, İstanbul, 1987

Kumbur, H. ve Özer, Z., Berdan Çayının Kirlilik Durumunun Araştırılması ve Çözümüne Yönelik Uygun Madedelerin Oluşturulması, 1990, Ankara

Kumbur, H., ve Akın, H., İçel İlinde İçme ve Kullanma Suların Kirlilik Durumunun Araştırılması İller Bankası Dergisi, 1985, Ankara

Kumbur, H., ve Vural, N., Berdan Çayının Metal ve Deterjan Kirliliğinin Araştırılması, Gazi Üniv. Müh.-Mim.Orm.Fak. Dergisi Cilt II, Sayı:2, 1984, Ankara

Muslu, V., Su Temini ve Çevre Sağlığı Cilt I ve Cilt II İ.T.Ü. Kütüphanesi Sayı:1302, 1985, İstanbul

Mutluay, H., ve Demirak, A., Su Kimyası Beta Bas. Yay. Dağ. A.Ş. Yayın NO:624/29, 1996, İstanbul

Onur, A.K., Soyupak, S. Ve Yurteri, C., aşağı seyhan Nehrinde su Kalitesi Modellemesi Çalışmaları, Su Kirliliği Kontrolü Dergisi Cilt -7 Sayı:2, 1997

Orhan, T., Ergene Nehri'nin Kirlilik Durumunun İncelenmesi, GYTE Müh. ve Fen Bil.Enst. Çevre Müh. Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Gebze, 2000

Özkazanç, O., Bartın Çayı, Kozcağız- Bartın Kolunda Su Kirliliği Üzerine Ön  
Çalışmalar, Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu III  
GYTE. TÜBİTAK 18-19 Kasım 1999, Gebze



T.C. Edirne Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Edirne İli Çevre Durum Raporu,  
Edirne, 1999

T.S.E., İçme Suları, T.S. 226, Ankara, 1984

Tezcan, A., Özbay, Y., Tohma Çayında Ağır Metal Tayinleri, 1989

Uslu, O. ve Türkman, A., Su kirliliği ve Kontrolü T.C. Başbakanlık Çevre  
Genel Müdürlüğü Yay. Eğitim Dizisi, 1987, Ankara



## ÖZGEÇMİŞ

Ertan YILDIRIM 1973 yılında Kars'ta doğmuştur. İlk , orta ve lise öğrenimini Kars'ta tamamlamıştır. 1996 yılında Atatürk Üniversitesinden Çevre Mühendisi olarak mezun olmuştur. Aynı dönemler içerisinde Kazım Karabekir Eğitim Fakültesinden Pedagojik Formasyon almıştır. 1996 yılında askere giderek 1997 yılında Hakkari İli Yüksekova İlçesinde J. Tğm olarak askerliği başarıyla tamamlamıştır. 1997 yılında bilgisayar kurslarına giderek Mili Eğitim Bakanlığında orta ve ileri seviyede İki tane bilgisayar sertifikası almıştır. 1998 yılında Kartal Belediyesi İktisat ve Kūşat Mūdūrlūğūnde, 1999 yılında Çevre Bakanlığı Edirne İl Çevre Mūdūrlūğūnde kontrol mūhendisi olarak gōrev yapmıştır.

Şu anda Çevre Bakanlığı İstanbul Çevre İl Mūdūrlūğūnde kontrol mūhendisi olarak gōrev yapmaktadır.



**EKLER**



## EK-I

## 1997 Yılına ait Meriç Nehri Kapıkule Girişi

## 1. Numune Alma Noktası

| Analiz Tarihi            | 17.01.1997 | 17.02.1997 | 25.03.1997 | 19.04.1997 | 20.05.1997 | 09.06.1997 | 26.07.1997 | 22.08.1997 | 25.09.1997 | 05.10.1997 | 22.11.1997 | 14.12.1997 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| NO <sub>2</sub> -N, mg/l | 0.093      | 0.032      | 0.032      | 0.019      | 0.015      | 0.026      | 0.024      | 0.061      | 0.063      | 0.072      | 0.149      | 0.006      |
| NO <sub>3</sub> -N, mg/l | 4.3        | 3.2        | 3.8        | 2.4        | 3.0        | 0.5        | 3.4        | 4.1        | 4.8        | 4.8        | 3.8        | 3.1        |
| Fe, mg/l                 | 0.17       | 0.09       | 0.15       | 0.21       | 0.21       | 0.19       | 0.21       | 0.23       | 0.26       | 0.26       | 0.15       | 0.15       |
| Cu, mg/l                 | 0.12       | 0.03       | 0.03       | 0.09       | 0.14       | 0.07       | 0.11       | 0.06       | 0.12       | 0.01       | 0.00       | 0.03       |
| Cr, mg/l                 | -          | -          | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.02       | 0.06       | 0.12       | 0.02       | 0.01       | 0.001      |
| Na, mg/l                 | 42.9       | 20.6       | 81         | 26.6       | 13.0       | 15.62      | 15.6       | 17.14      | 17.35      | 25.38      | 15.19      | 18         |
| Mn, mg/l                 | -          | -          | 0.100      | 0.121      | 0.169      | 0.155      | 0.185      | 0.171      | 0.227      | 0.331      | 0.160      | 0.179      |
| NH <sub>3</sub> -N, mg/l | 1.21       | 0.15       | 0.26       | 0.10       | 0.07       | 0.09       | 0.13       | 0.15       | 0.16       | 0.16       | 1.92       | 0          |
| Co, mg/l                 | -          | -          | 0.07       | 0.41       | 0.06       | 0.07       | 0.02       | 0.05       | 0.05       | 0.17       | 0.22       | 0.23       |
| Ni, mg/l                 | -          | -          | 0.019      | 0.022      | 0.050      | 0.05       | 0.021      | 0.008      | 0.015      | 0.043      | 0.052      | 0.033      |
| Al, mg/l                 | 0.02       | 0.02       | 0.02       | 0.02       | 0.07       | 0.01       | 0.02       | 0.00       | 0.00       | 0.03       | 0.01       | 0.04       |
| Zn, mg/l                 | -          | -          | 0.03       | 0.07       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.02       | 0.01       | 0.04       | 0.04       | 0.04       |
| TP, mg/l                 | 0.006      | 0.011      | 0.007      | 0.007      | 0.014      | 0.020      | 0.011      | 0.023      | 0.019      | 0.031      | 0.001      | 0.012      |
| Pb, mg/l                 | 26         | -          | -          | -          | -          | 29         | 27         | 28         | 35         | 6          | 23         | 60         |
| ÇO, mg/l                 | 10.4       | 9.3        | 10.6       | 9.4        | 9.9        | 9.4        | 10.3       | 8.7        | 8.9        | 8.8        | 9.5        | 10.8       |
| SO <sub>4</sub> , mg/l   | 184        | 144        | 118        | 90         | 108        | 116        | 122        | 124        | 140        | 73         | 65         | 148        |
| KOI, mg/l                | 10         | 11         | 19         | 7          | 14         | 1          | 16         | 4          | 9          | 11         | 2          | 8          |
| BOI, mg/l                | -          | 1          | 1          | 3          | -          | -          | 4          | 0          | 0          | 1          | 0          | -          |
| pH                       | 6          | 6.5        | 7          | 7.3        | -          | 6.5        | 7.5        | 8          | 8          | 6          | 7          | -          |
| Sıcaklık, °C             | 3          | 5          | 15         | 16         | 18         | 20         | 22         | 24         | 22         | 19         | 15         | 4          |



## 1998 Yılına ait Meriç Nehri Kapıkule Girişi

### 1. Numune Alma Noktası

| Analiz Tarihi            | 16.01.1998 | 14.02.1998 | 11.03.1998 | 13.04.1998 | 27.05.1998 | 12.06.1998 | 24.07.1998 | 18.08.1998 | 24.09.1998 | 06.10.1998 | 30.11.1998 | 25.12.1998 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| NO <sub>2</sub> -N, mg/l | 0.072      | 0.035      | 0.065      | 0.020      | 0.022      | 0.007      | 0.042      | 0.014      | 0.019      | 0.030      | 0.020      | 0.016      |
| NO <sub>3</sub> -N, mg/l | 4.6        | 3.1        | 3.3        | 3.2        | 2.3        | 2.5        | 3.4        | 1.5        | 3.8        | 4.4        | 1.2        | 4.1        |
| Fe, mg/l                 | 0.30       | 0.20       | 0.24       | 0.15       | 0.18       | 0.25       | 0.22       | 0.00       | 0.08       | 0.07       | 0.66       | 0.15       |
| Cu, mg/l                 | 0.08       | 0.05       | 0.07       | 0.02       | 0.00       | 0.02       | 0.09       | 0.31       | 0.01       | 0.07       | 0.00       | 0.14       |
| Cr, mg/l                 | 0.03       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.00       | 0.02       | 0.01       | 0.02       | 0.01       |
| Na, mg/l                 | 12.5       | 15.0       | 17.57      | 15.18      | 23.65      | 80         | 21.26      | 40.79      | 12.36      | 19         | 59.22      | 18         |
| Mn, mg/l                 | 0.140      | 0.130      | 0.152      | 0.095      | 0.120      | 0.181      | 0.182      | 0.144      | 0.249      | 0.00       | 0.250      | -          |
| NH <sub>3</sub> -N, mg/l | 0.28       | 0.15       | 0.25       | 0.05       | 0.00       | 0.03       | 0.20       | 0.31       | 0.00       | 0.03       | 0.65       | 0.16       |
| Co, mg/l                 | 0.40       | 0.24       | 0.34       | 0.03       | 0.05       | 0.03       | 0.18       | 0.05       | 0.07       | 0.03       | 0.48       | 0.25       |
| Ni, mg/l                 | 0.060      | 0.040      | 0.065      | 0.028      | 0.00       | 0.099      | 0.035      | 0.019      | 0.038      | 0.047      | 0.163      | 0.360      |
| Al, mg/l                 | 0.02       | 0.01       | 0.03       | 0.01       | 0.02       | 0          | 0          | 0.03       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       |
| Zn, mg/l                 | -          | -          | -          | 0.07       | 0.12       | 0.04       | 0.04       | 0.03       | 0.03       | 0.01       | 0.09       | 0.03       |
| TP, mg/l                 | 0.003      | 0.006      | 0.008      | 0.016      | 0.026      | 0.008      | 0.024      | 0.044      | 0.035      | 0.015      | 0.036      | 0.011      |
| Pb, mg/l                 | 31         | 32         | 39         | 122        | 41         | 35         | 14         | 99         | 26         | 20         | 34         | 20         |
| ÇO, mg/l                 | 9.5        | 8.9        | 9.1        | 9          | 9.3        | 6.3        | -          | -          | -          | -          | 9.2        | 10.5       |
| SO <sub>4</sub> , mg/l   | 84         | 44         | 49         | 86         | 100        | 106        | 126        | 150        | 132        | 144        | 114        | 111        |
| KOI, mg/l                | 4          | 5          | 7          | 6          | 19         | 6          | 9.5        | 50         | 21         | 58         | 34         | 10         |
| BOI, mg/l                | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| pH                       | 6.5        | 6.5        | 6          | 7          | 5.5        | 7          | 7          | 8          | 6.5        | 6.5        | 6.5        | 6.0        |
| Sıcaklık, °C             | 4          | 4          | 10         | 14         | 17         | 19         | 21         | 23         | 21         | 20         | 16         | 5          |



## 1999 Yılına ait Meriç Nehri Kapıkule Girişi

### 1. Numune Alma Noktası

| Analiz Tarihi            | 04.01.1999 | 7.02.1999 | 01.03.1999 | 26.04.1999 | 19.05.1999 | 21.06.1999 | 19.07.1999 | 16.08.1999 | 07.09.1999 | 05.10.1999 | 01.11.1999 | 06.12.1999 |
|--------------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| NO <sub>2</sub> -N, mg/l | 0.029      | 0.024     | 0.025      | 0.014      | 0.022      | 0.026      | 0.022      | 0.020      | 0.019      | 0.018      | 0.015      | 0.022      |
| NO <sub>3</sub> -N, mg/l | 4.3        | 3.1       | 3          | 2.3        | 2.3        | 0.5        | 2.5        | 2.9        | 3.5        | 2.6        | 3.3        | 4          |
| Fe, mg/l                 | 0.19       | 0.10      | 0.14       | 0.14       | 0.18       | 0.19       | 0.02       | 0.15       | 0.10       | 0.08       | 0.11       | 0.07       |
| Cu, mg/l                 | 0.16       | 0.02      | 0.03       | 0.01       | 0.00       | 0.07       | 0.74       | 0.45       | 0.17       | 0.33       | 0.18       | 0.03       |
| Cr, mg/l                 | 0.01       | 0.01      | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.02       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.00       |
| Na, mg/l                 | 20         | 14        | 21.04      | 14.53      | 23.65      | 15.62      | 34         | 26.1       | 14.53      | 14.53      | 14.32      | 10.84      |
| Mn, mg/l                 | -          | -         | -          | -          | 0.120      | 0.155      | -          | -          | -          | -          | -          | 0.062      |
| NH <sub>3</sub> -N, mg/l | 0.17       | 0.06      | 0.08       | 0.10       | 0.00       | 0.09       | 0.22       | 0.015      | 0.01       | 0.10       | 0.01       | 0.00       |
| Co, mg/l                 | 0.31       | 0.20      | 0.54       | 0.00       | 0.05       | 0.07       | 0.54       | 0.05       | 0.05       | 0.00       | 0.00       | 0.10       |
| Ni, mg/l                 | 0.405      | 0.012     | 0.021      | 0.033      | 0.00       | 0.05       | 0.024      | 0.024      | 0.037      | 0.123      | 0.276      | 0.269      |
| Al, mg/l                 | 0.00       | 0.01      | 0.03       | 0.00       | 0.02       | 0.01       | 0.09       | 0.04       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.01       |
| Zn, mg/l                 | 0.04       | 0.08      | 0.16       | 0.05       | 0.12       | 0.01       | 0.01       | 0.03       | 0.02       | 0.01       | 0.01       | 0.01       |
| TP, mg/l                 | 0.012      | 0.014     | 0.013      | 0.009      | 0.026      | 0.020      | 0.031      | 0.024      | 0.017      | 0.016      | 0.008      | 0.011      |
| Pb, mg/l                 | 22         | 16        | 17         | 49         | 41         | 29         | 63         | 55         | 54         | 34         | 27         | 28         |
| ÇO, mg/l                 | 10.5       | 10        | 10.1       | 10.3       | 9.3        | 9.4        | 11.2       | 9.8        | 9.7        | 8.7        | 9.9        | 10.5       |
| SO <sub>4</sub> , mg/l   | 124        | 114       | 112        | 92         | 100        | 116        | 120        | 128        | 136        | 134        | 185        | 130        |
| KOI, mg/l                | 11         | 9         | 11         | 18         | 19         | 1          | 8          | 3          | 4          | 23         | 16         | 5          |
| BOI, mg/l                | -          | -         | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| pH                       | 6          | 6.5       | 6          | 6.5        | 5.5        | 6.5        | 7.5        | 6.5        | 6.5        | 7.5        | 8.16       | 6.10       |
| Sıcaklık, °C             | 3          | 11        | 12         | 15         | 18         | 20         | 21         | 22         | 20         | 18         | 15         | 4          |

## 1997 Yılına ait Tunca Nehri Avarız Köyü Çıkışı

## 2. Numune Alma Noktası

| Analiz Tarihi            | 04.01.1997 | 11.02.1997 | 16.03.1997 | 19.04.1997 | 25.05.1997 | 18.06.1997 | 14.07.1997 | 18.08.1997 | 21.09.1997 | 23.10.1997 | 19.11.1997 | 30.12.1997 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| NO <sub>2</sub> -N, mg/l | 0.041      | 0.029      | 0.019      | 0.017      | 0.022      | 0.012      | 0.014      | 0.012      | 0.014      | 0.011      | 0.022      | 0.034      |
| NO <sub>3</sub> -N, mg/l | 2.6        | 2.6        | 2.8        | 1.1        | 0.6        | 1.9        | 2          | 2.4        | 0.9        | 2.1        | 1.6        | 2.4        |
| Fe, mg/l                 | 0.54       | 0.43       | 0.13       | 0.29       | 0.22       | 0.90       | 0.11       | 0.08       | 0.51       | 0.11       | 0.64       | 0.52       |
| Cu, mg/l                 | 0.01       | 0.02       | 0.01       | 0.07       | 0.06       | 0.39       | 0.48       | 0.54       | 0.09       | 0.28       | 0.01       | 0.01       |
| Cr, mg/l                 | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.01       | 0.02       | 0.01       | 0.00       |
| Na, mg/l                 | 134.3      | 105.6      | 46.68      | 54.23      | 64.29      | 41.21      | 21.15      | 49.32      | 39.44      | 13.22      | 141.8      | 102.3      |
| Mn, mg/l                 | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | 0.264      | 0.096      |
| NH <sub>3</sub> -N, mg/l | 0.09       | 0.15       | 0.19       | 0.66       | 0.46       | 0.35       | 0.12       | 0.38       | 0.32       | 0.06       | 0.79       | 0.06       |
| Co, mg/l                 | 0.07       | 0.38       | 0.33       | 0.28       | 0.34       | 0.36       | 0.33       | 0.45       | 0.31       | 0.02       | 0.42       | 0.03       |
| Ni, mg/l                 | 0.168      | 0.113      | 0.017      | 0.024      | 0.048      | 0.033      | 0.026      | 0.024      | 0.099      | 0.029      | 0.196      | 0.154      |
| Al, mg/l                 | 0.02       | 0.01       | 0.00       | 0.00       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.02       |
| Zn, mg/l                 | 0.01       | 0.02       | 0.03       | 0.04       | 0.03       | 0.02       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.15       | 0.02       | 0.00       |
| TP, mg/l                 | 0.049      | 0.290      | 0.230      | 0.170      | 0.129      | 0.230      | 0.144      | 0.340      | 0.122      | 0.160      | 0.033      | 0.042      |
| Pb, mg/l                 | 33         | 21         | 15         | 29         | 28         | 24         | 17         | 16         | 54         | 34         | 19         | 54         |
| ÇO, mg/l                 | 10.3       | 10.1       | 9.9        | 9.7        | 13.3       | 11.1       | 12.4       | 9.1        | 9.4        | 9          | 9.1        | 10.2       |
| SO <sub>4</sub> , mg/l   | 119        | 81         | 79         | 76         | 78         | 93         | 113        | 74         | 74         | 76         | 79         | 83         |
| KOL, mg/l                | 33         | 24         | 13         | 39         | 38         | 24         | 9          | 12         | 14         | 19         | 30         | 32         |
| BOL, mg/l                | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| pH                       | 6.5        | 6          | 6          | 6.5        | 6.5        | 6.5        | 7.5        | 6.5        | 6          | 7.5        | 7          | 6.5        |
| Sıcaklık, °C             | 3          | 5          | 15         | 16         | 18         | 20         | 22         | 24         | 22         | 19         | 15         | 4          |

## 1998 Yılına ait Tunca Nehri Avarız Köyü Çıkışı

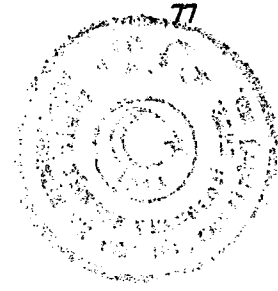
## 2. Numune Alma Noktası

| Analiz Tarihi            | 16.01.1998 | 13.02.1998 | 11.03.1998 | 15.04.1998 | 13.05.1998 | 27.06.1998 | 12.07.1998 | 18.08.1998 | 14.09.1998 | 6.10.1998 | 30.11.1998 | 26.12.1998 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| NO <sub>2</sub> -N, mg/l | 0.038      | 0.032      | 0.025      | 0.028      | 0.034      | 0.018      | 0.027      | 0.011      | 0.018      | 0.015     | 0.020      | 0.040      |
| NO <sub>3</sub> -N, mg/l | 2.5        | 2.5        | 2.6        | 3.2        | 1.8        | 2          | 1.8        | 2.5        | 2.4        | 2.5       | 0.0        | 2.5        |
| Fe, mg/l                 | 0.54       | 0.42       | 0.12       | 0.21       | 0.16       | 0.09       | 0.17       | 0.04       | 0.24       | 0.12      | 0.67       | 0.54       |
| Cu, mg/l                 | 0.02       | 0.03       | 0.03       | 0.06       | 0.07       | 0.00       | 0.12       | 0.15       | 0.01       | 0.01      | 0.00       | 0.00       |
| Cr, mg/l                 | 0.00       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.01      | 0.01       | 0.00       |
| Na, mg/l                 | 104.3      | 89.7       | 14.75      | 19.52      | 33.63      | 40.35      | 20         | 48.16      | 44.4       | 11        | 143.8      | 145.2      |
| Mn, mg/l                 | 0.094      | 0.102      | 0.103      | 0.122      | 0.195      | 0.161      | 0.109      | 0.148      | -          | 0.093     | 0.290      | 0.270      |
| NH <sub>3</sub> -N, mg/l | 0.07       | 0.11       | 0.13       | 0.24       | 0.09       | 0.00       | 0.06       | 0.15       | 0.13       | 0.11      | 0.85       | 0.06       |
| Co, mg/l                 | 0.04       | 0.26       | 0.10       | 0.08       | 0.11       | 0.07       | 0.02       | 0.01       | 0.36       | 0.08      | 0.45       | 0.06       |
| Ni, mg/l                 | 0.164      | 0.134      | 0.131      | 0.037      | 0.051      | 0.077      | 0.064      | 0.019      | 0.032      | 0.003     | 0.207      | 0.185      |
| Al, mg/l                 | 0.02       | 0.01       | 0.02       | 0.02       | 0.01       | 0.04       | 0.02       | 0.00       | 0.01       | 0.00      | 0.00       | 0.00       |
| Zn, mg/l                 | 0.00       | 0.01       | 0.01       | 0.04       | 0.08       | 0.04       | 0.01       | 0.02       | 0.01       | 0.02      | 0.02       | 0.01       |
| TP, mg/l                 | 0.044      | 0.022      | 0.016      | 0.015      | 0.010      | 0.024      | 0.013      | 0.036      | 0.014      | 0.021     | 0.036      | 0.044      |
| Pb, mg/l                 | 56         | 54         | 42         | 124        | 123        | 34         | 20         | 48         | 45         | 29        | 16         | 32         |
| ÇÖ, mg/l                 | 10.4       | 9.6        | 9.6        | 9.6        | 13.4       | 9.3        | 7.3        | -          | 8.2        | -         | 8.8        | 9.2        |
| SO <sub>4</sub> , mg/l   | 84         | 56         | 43         | 78         | 80         | 90         | 88         | 124        | 94         | 106       | 82         | 124        |
| KOI, mg/l                | 34         | 22         | 12         | 8          | 10         | 16         | 4          | 32         | 24         | 20        | 32         | 34         |
| BOI, mg/l                | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -         | -          | -          |
| pH                       | 6.0        | 6.5        | 7          | 7          | 7          | 5.5        | 7          | 8          | 7.5        | 6.5       | 6.5        | 6.18       |
| Sıcaklık, °C             | 4          | 4          | 10         | 14         | 17         | 19         | 21         | 23         | 21         | 20        | 16         | 5          |

## 1999 Yılına ait Tunca Nehri Avarız Köyü Çıkışı

## 2. Numune Alma Noktası

| Analiz Tarihi            | 11.01.1999 | 09.02.1999 | 01.03.1999 | 26.04.1999 | 16.05.1999 | 14.06.1999 | 19.07.1999 | 23.08.1999 | 07.09.1999 | 05.10.1999 | 01.11.1999 | 06.12.1999 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| NO <sub>2</sub> -N, mg/l | 0.042      | 0.030      | 0.021      | 0.018      | 0.024      | 0.011      | 0.015      | 0.011      | 0.015      | 0.012      | 0.011      | 0.038      |
| NO <sub>3</sub> -N, mg/l | 2.7        | 2.7        | 2.8        | 0.8        | 0.4        | 2          | 1.8        | 2.5        | 0.8        | 2.1        | 2.5        | 5.2        |
| Fe, mg/l                 | 0.56       | 0.44       | 0.12       | 0.32       | 0.25       | 0.04       | 0.07       | 0.03       | 0.52       | 0.12       | 0.11       | 0.06       |
| Cu, mg/l                 | 0.01       | 0.02       | 0.00       | 0.08       | 0.07       | 0.42       | 0.56       | 0.59       | 0.06       | 0.31       | 0.22       | 0.22       |
| Cr, mg/l                 | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.01       | 0.03       | 0.01       | 0.00       |
| Na, mg/l                 | 147.3      | 104.7      | 45.78      | 55.33      | 68.39      | 43.20      | 23.00      | 51.32      | 41.44      | 14.32      | 18.44      | 22.13      |
| Mn, mg/l                 | 0.272      | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | 0.073      |
| NH <sub>3</sub> -N, mg/l | 0.08       | 0.14       | 0.18       | 0.65       | 0.44       | 0.34       | 0.10       | 0.38       | 0.35       | 0.07       | 0.09       | 0.00       |
| Co, mg/l                 | 0.06       | 0.36       | 0.31       | 0.29       | 0.32       | 0.34       | 0.32       | 0.41       | 0.33       | 0.01       | 0.00       | 0.07       |
| Ni, mg/l                 | 0.188      | 0.121      | 0.019      | 0.028      | 0.052      | 0.035      | 0.027      | 0.026      | 0.103      | 0.030      | 0.273      | 0.202      |
| Al, mg/l                 | 0.02       | 0.01       | 0.00       | 0.00       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.00       | 0.00       |
| Zn, mg/l                 | 0.01       | 0.02       | 0.03       | 0.05       | 0.02       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.00       |
| TP, mg/l                 | 0.047      | 0.330      | 0.220      | 0.180      | 0.130      | 0.240      | 0.150      | 0.380      | 0.130      | 0.170      | 0.110      | 0.180      |
| Pb, mg/l                 | 34         | 24         | 14         | 32         | 31         | 28         | 19         | 16         | 56         | 38         | 15         | 47         |
| ÇÖ, mg/l                 | 10.2       | 10.1       | 10.1       | 9.7        | 14.2       | 11.2       | 12.6       | 8.9        | 9.5        | 8          | 10.8       | 10.9       |
| SO <sub>4</sub> , mg/l   | 126        | 96         | 92         | 80         | 82         | 94         | 114        | 72         | 78         | 98         | 112        | 145        |
| KOI, mg/l                | 36         | 24         | 14         | 41         | 39         | 22         | 7          | 11         | 15         | 21         | 11         | 13         |
| BOI, mg/l                | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| pH                       | 6.18       | 6.0        | 6          | 6.5        | 6.5        | 6.5        | 7.5        | 6.5        | 6          | 7.5        | 8.25       | 6.18       |
| Sıcaklık, °C             | 3          | 4          | 12         | 15         | 18         | 20         | 21         | 22         | 20         | 18         | 15         | 4          |



## 1997 Yılına ait Meriç Nehrinin Merkez İlçe Çıkışı

### 3. Numune Alma Noktası

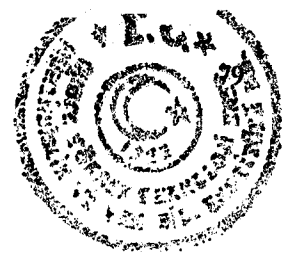
| Analiz Tarihi            | 12.01.1997 | 17.02.1997 | 25.03.1997 | 05.04.1997 | 20.05.1997 | 09.06.1997 | 30.06.1997 | 24.07.1997 | 14.08.1997 | 16.09.1997 | 22.10.1997 | 17.12.1997 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| NO <sub>2</sub> -N, mg/l | 0.084      | 0.025      | 0.035      | 0.015      | 0.015      | 0.019      | 0.015      | 0.019      | 0.013      | 0.069      | 0.134      | 0.05       |
| NO <sub>3</sub> -N, mg/l | 4.2        | 3.0        | 3.6        | 2.0        | 2.9        | 0.1        | 2.8        | 3.0        | 2.7        | 4.6        | 3.6        | 2.9        |
| Fe, mg/l                 | 0.14       | 0.12       | 0.17       | 0.15       | 0.07       | 0.24       | 0.10       | 0.28       | 0.11       | 0.22       | 0.14       | 0.12       |
| Cu, mg/l                 | 0.11       | 0.07       | 0.04       | 0.10       | 0.10       | 0.16       | 0.16       | 0.38       | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.02       |
| Cr, mg/l                 | -          | -          | 0.01       | 0.00       | 0.00       | 0.02       | 0.00       | 0.01       | 0.01       | 0.02       | 0.01       | 0.01       |
| Na, mg/l                 | 36.7       | 21.0       | 69         | 32.2       | 13.4       | 15.40      | 3.25       | 9.98       | 12.58      | 24.48      | 14.07      | 19         |
| Mn, mg/l                 | -          | -          | 0.110      | 0.113      | 0.400      | 0.241      | 0.227      | 0.574      | 0.160      | 0.321      | 0.112      | 0.156      |
| NH <sub>3</sub> -N, mg/l | 1.22       | 0.19       | 0.41       | 0.18       | 0.07       | 0.16       | 0.00       | 0.93       | 0.08       | 0.14       | 1.22       | 0.22       |
| Co, mg/l                 | -          | -          | 0.06       | 0.33       | 0.11       | 0.09       | 0.03       | 0.15       | 0.01       | 0.15       | 0.19       | 0.21       |
| Ni, mg/l                 | -          | -          | 0.012      | 0.025      | 0.099      | 0.038      | 0.020      | 0.105      | 0.018      | 0.034      | 0.048      | 0.029      |
| Al, mg/l                 | 0.02       | 0.01       | 0.04       | 0.05       | 0.03       | 0.03       | 0.03       | 0.02       | 0.03       | 0.03       | 0.02       | 0.03       |
| Zn, mg/l                 | 0.04       | -          | 0.04       | 0.05       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.05       | 0.01       | 0.04       | 0.03       | 0.04       |
| TP, mg/l                 | 0.04       | 0.009      | 0.008      | 0.004      | 0.015      | 0.014      | 0.019      | 0.024      | 0.004      | 0.25       | 0.01       | 0.011      |
| Pb, mg/l                 | -          | -          | -          | -          | -          | 22         | 31         | 29         | 7          | 7          | 22         | 44         |
| ÇÖ, mg/l                 | 10         | 9.8        | 9.7        | 10.1       | 10.8       | 8.9        | 10.3       | 8.5        | 10.0       | 9.2        | 9.8        | 10.2       |
| SO <sub>4</sub> , mg/l   | 164        | 136        | 110        | 82         | 112        | 106        | 92         | 112        | 58         | 69         | 64         | 132        |
| KOI, mg/l                | 10         | 11         | 19         | 5          | 15         | 1          | 12         | 28         | 11         | 11         | 3          | 6          |
| BOI, mg/l                | -          | 1.5        | -          | 1          | -          | -          | -          | 0          | 1          | 1          | 0          | 0          |
| pH                       | 6.5        | 7          | 7          | 7          | -          | 6.5        | 8          | 7.5        | 7          | 6.5        | 7          | 6.5        |
| Sıcaklık, °C             | 3          | 5          | 15         | 16         | 18         | 20         | 22         | 24         | 22         | 19         | 15         | 4          |



## 1998 Yılına ait Meriç Nehrinin Merkez İlçe Çıkışı

### 3. Numune Alma Noktası

| Analiz Tarihi            | 16.01.1998 | 13.02.1998 | 11.03.1998 | 13.04.1998 | 27.05.1998 | 26.06.1998 | 18.07.1998 | 18.08.1998 | 24.09.1998 | 06.10.1998 | 30.11.1998 | 24.12.1998 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| NO <sub>2</sub> -N, mg/l | 0.010      | 0.080      | 0.029      | 0.028      | 0.023      | 0.019      | 0.032      | 0.019      | 0.025      | 0.022      | 0.025      | 0.021      |
| NO <sub>3</sub> -N, mg/l | 2.8        | 2.5        | 3.0        | 3.2        | 1.9        | 2.1        | 0.4        | 1.1        | 3.1        | 3.3        | 0.0        | 2.1        |
| Fe, mg/l                 | 0.20       | 0.18       | 0.17       | 0.21       | 0.14       | 0.19       | 0.39       | 0.00       | 0.08       | 0.07       | 0.65       | 0.25       |
| Cu, mg/l                 | 0.09       | 0.06       | 0.06       | 0.06       | 0.00       | 0.01       | 0.21       | 0.04       | 0.06       | 0.06       | 0.00       | 0.12       |
| Cr, mg/l                 | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.01       | 0.01       | 0.01       | 0.01       |
| Na, mg/l                 | 22.13      | 17.12      | 18.66      | 19.52      | 29.72      | 11         | 18         | 40.79      | 21.91      | 16         | 72.68      | 32.56      |
| Mn, mg/l                 | 0.177      | 0.170      | 0.139      | 0.122      | 0.160      | 0.162      | 0.371      | 0.134      | 0.251      | 0.00       | 0.270      | 0.110      |
| NH <sub>3</sub> -N, mg/l | 0.15       | 0.10       | 0.18       | 0.24       | 0.00       | 0.03       | 0.65       | 0.26       | 0.00       | 0.13       | 0.75       | 0.35       |
| Co, mg/l                 | 0.06       | 0.04       | 0.08       | 0.08       | 0.08       | 0.07       | 0.30       | 0.03       | 0.08       | 0.05       | 0.47       | 0.25       |
| Ni, mg/l                 | 0.039      | 0.034      | 0.125      | 0.037      | 0.140      | 0.074      | 0.222      | 0.030      | 0.046      | 0.054      | 0.210      | 0.219      |
| Al, mg/l                 | 0.01       | 0.02       | 0.05       | 0.02       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       |
| Zn, mg/l                 | 0.01       | 0.01       | 0.02       | 0.04       | 0.12       | 0.02       | 0.01       | 0.02       | 0.03       | 0.01       | 0.05       | 0.03       |
| TP, mg/l                 | 0.016      | 0.020      | 0.008      | 0.015      | 0.032      | 0.015      | 0.05       | 0.036      | 0.037      | 0.023      | 0.016      | 0.009      |
| Pb, mg/l                 | 24         | 26         | 22         | 124        | 45         | 30         | 64         | 102        | 29         | 13         | 17         | 14         |
| ÇÖ, mg/l                 | 9.4        | 8.7        | 9.5        | 9.6        | 10.9       | 7.3        | 8.5        | -          | -          | -          | 9.3        | 10.2       |
| SO <sub>4</sub> , mg/l   | 106        | 64         | 45         | 78         | 98         | 98         | 76         | 142        | 114        | 126        | 88         | 84         |
| KOI, mg/l                | 9.5        | 10         | 17         | 8          | 25         | 6          | 16         | 36         | 28         | 15         | 24         | 14         |
| BOI, mg/l                | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| pH                       | 6.5        | 6.5        | 7          | 7          | 5.5        | 7          | 7.5        | 8          | 6.5        | 6.5        | 6.5        | 6.0        |
| Sıcaklık, °C             | 4          | 45         | 10         | 14         | 17         | 19         | 21         | 23         | 21         | 20         | 16         | 5          |



## 1999 Yılına ait Meriç Nehrinin Merkez İlçe Çıkışı

### 3. Numune Alma Noktası

| Analiz Tarihi            | 7.01.1999 | 4.02.1999 | 01.03.1999 | 6.04.1999 | 17.05.1999 | 15.06.1999 | 19.07.1999 | 15.08.1999 | 07.09.1999 | 05.10.1999 | 01.11.1999 | 06.12.1999 |
|--------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| NO <sub>2</sub> -N, mg/l | 0.015     | 0.020     | 0.022      | 0.015     | 0.017      | 0.019      | 0.044      | 0.042      | 0.021      | 0.010      | 0.021      | 0.020      |
| NO <sub>3</sub> -N, mg/l | 3.9       | 2.8       | 2.6        | 2.4       | 2.3        | 2.1        | 4.3        | 4.7        | 2.8        | 3          | 2.7        | 3.5        |
| Fe, mg/l                 | 0.14      | 0.15      | 0.17       | 0.13      | 0.14       | 0.15       | 0.04       | 0.01       | 0.15       | 0.06       | 0.06       | 0.10       |
| Cu, mg/l                 | 0.13      | 0.01      | 0.02       | 0.01      | 0.15       | 0.16       | 0.53       | 0.23       | 0.17       | 0.36       | 0.14       | 0.08       |
| Cr, mg/l                 | 0.01      | 0.01      | 0.01       | 0.01      | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       |
| Na, mg/l                 | 17        | 35.5      | 40.79      | 12.36     | 10         | 8.5        | 25         | 15         | 19.09      | 16.92      | 19.96      | 13.01      |
| Mn, mg/l                 | -         | -         | -          | -         | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | 0.096      |
| NH <sub>3</sub> -N, mg/l | 0.14      | 0.12      | 0.15       | 0.23      | 0.25       | 0.26       | 0.12       | 0.02       | 0.08       | 0.01       | 0.13       | 0.00       |
| Co, mg/l                 | 0.23      | 0.27      | 0.37       | 0.25      | 0.27       | 0.29       | 0.63       | 0.13       | 0.08       | 0.00       | 0.03       | 0.11       |
| Ni, mg/l                 | 0.032     | 0.025     | 0.027      | 0.096     | 0.098      | 0.102      | 0.037      | 0.035      | 0.099      | 0.009      | 0.252      | 0.258      |
| Al, mg/l                 | 0.00      | 0.01      | 0.01       | 0.01      | 0.01       | 0.01       | 0.03       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       |
| Zn, mg/l                 | 0.01      | 0.00      | 0.00       | 0.02      | 0.01       | 0.01       | 0.00       | 0.01       | 0.02       | 0.01       | 0.00       | 0.00       |
| TP, mg/l                 | 0.09      | 0.09      | 0.08       | 0.22      | 0.20       | 0.19       | 0.21       | 0.22       | 0.14       | 0.20       | 0.16       | 0.13       |
| Pb, mg/l                 | 18        | 9         | 10         | 31        | 21         | 16         | 53         | 14         | 45         | 41         | 19         | 48         |
| ÇO, mg/l                 | 10.5      | 10.2      | 10.6       | 9.0       | 9.4        | 9.8        | 11.8       | 9.7        | 9.3        | 11.7       | 9.8        | 13.8       |
| SO <sub>4</sub> , mg/l   | 108       | 104       | 100        | 88        | 98         | 114        | 124        | 128        | 124        | 175        | 136        | 120        |
| KOI, mg/l                | 8         | 9         | 10         | 28        | 18         | 24         | 27         | 21         | 24         | 17         | 5          | 1          |
| BOI, mg/l                | -         | -         | -          | -         | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| pH                       | 6.0       | 6.5       | 6          | 6.5       | 6.5        | 6.5        | 7.5        | 6.5        | 6.5        | 7.5        | 8.14       | 6.2        |
| Sıcaklık, °C             | 3         | 4         | 12         | 19        | 18         | 20         | 21         | 22         | 20         | 18         | 15         | 4          |

### 1. Numune Alma Noktası

[illegible]

## 2. Numune Alma Noktası

[illegible]

## 3. Numune Alma Noktası

| Parametre | Ay   | 1   | 2  | 3   | 4  | 5  | 6  | 7   | 8   | 9  | 10 | 11  | 12  |
|-----------|------|-----|----|-----|----|----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|
| T         | 1997 | I   | I  | I   | I  | I  | I  | I   | I   | I  | I  | I   | I   |
|           | 1998 | I   | I  | I   | I  | I  | I  | I   | I   | I  | I  | I   | I   |
|           | 1999 | I   | I  | I   | I  | I  | I  | I   | I   | I  | I  | I   | I   |
| PH        | 1997 | II  | I  | I   | I  | -  | II | III | II  | I  | II | I   | II  |
|           | 1998 | II  | II | I   | I  | IV | I  | II  | III | II | II | II  | III |
|           | 1999 | III | II | III | II | II | II | II  | II  | II | II | III | III |
| ÇÖ        | 1997 | I   | I  | I   | I  | I  | I  | I   | I   | I  | I  | I   | I   |
|           | 1998 | I   | I  | I   | I  | I  | II | I   | -   | -  | -  | I   | I   |
|           | 1999 | I   | I  | I   | I  | I  | I  | I   | I   | I  | I  | I   | I   |

## B-) Kimyasal Kirlenme Açısından

## 1. Numune Alma Noktası

| Parametre                         | Ay   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9  | 10  | 11  | 12  |
|-----------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| NO <sub>2</sub> -N                | 1997 | IV  | III | III | II  | II  | III | III | IV  | IV | IV  | IV  | II  |
|                                   | 1998 | IV  | III | IV  | III | III | III | III | II  | II | III | III | II  |
|                                   | 1999 | III | III | III | II  | III | III | III | III | II | II  | II  | III |
| NO <sub>3</sub> -N                | 1997 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I  | I   | I   | I   |
|                                   | 1998 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I  | I   | I   | I   |
|                                   | 1999 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I  | I   | I   | I   |
| NH <sub>3</sub> -N                | 1997 | II  | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I  | I   | II  | I   |
|                                   | 1998 | II  | I   | II  | II  | I   | I   | I   | II  | I  | I   | II  | II  |
|                                   | 1999 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | II  | I   | I  | I   | I   | I   |
| PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> - P | 1997 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | II  | I  | I   | I   | I   |
|                                   | 1998 | I   | I   | I   | I   | II  | I   | II  | II  | II | I   | II  | I   |
|                                   | 1999 | I   | I   | I   | II  | II  | I   | I   | II  | I  | II  | II  | I   |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>     | 1997 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I  | I   | I   | I   |
|                                   | 1998 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I  | I   | I   | I   |
|                                   | 1999 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I  | I   | I   | I   |
| BOI                               | 1997 | -   | I   | I   | I   | -   | -   | I   | I   | I  | I   | I   | -   |
|                                   | 1998 | B   | I   | L   | G   | I   |     |     | Y   | O  | K   |     |     |
|                                   | 1999 | B   | I   | L   | G   | I   |     |     | Y   | O  | K   |     |     |

## 2. Numune Alma Noktası

| Parametre                         | Ay   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|-----------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| NO <sub>2</sub> -N                | 1997 | III | III | III | III | III | II  | II  | II  | II  | II  | III | III |
|                                   | 1998 | III | III | III | III | III | III | III | II  | III | III | III | III |
|                                   | 1999 | III | III | III | III | III | II  | III | II  | II  | II  | II  | III |
| NO <sub>3</sub> -N                | 1997 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|                                   | 1998 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|                                   | 1999 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
| NH <sub>3</sub> -N                | 1997 | I   | II  | II  | II  | II  | II  | I   | II  | II  | I   | II  | I   |
|                                   | 1998 | I   | II  | II  | II  | I   | I   | I   | II  | II  | II  | II  | I   |
|                                   | 1999 | I   | II  | II  | II  | II  | II  | I   | II  | II  | I   | I   | I   |
| PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> - P | 1997 | II  | III | III | III | II  | III | II  | III | II  | II  | II  | II  |
|                                   | 1998 | II  | II  | I   | I   | I   | I   | I   | II  | I   | I   | II  | II  |
|                                   | 1999 | II  | III | III | III | II  | III | II  | III | II  | III | II  | III |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>     | 1997 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|                                   | 1998 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|                                   | 1999 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
| BOI                               | 1997 | B   | I   | L   | G   | I   |     |     | Y   | O   | K   |     |     |
|                                   | 1998 | B   | I   | L   | G   | I   |     |     | Y   | O   | K   |     |     |
|                                   | 1999 | B   | I   | L   | G   | I   |     |     | Y   | O   | K   |     |     |

## 3. Numune Alma Noktası

| Parametre                         | Ay   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|-----------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| NO <sub>2</sub> -N                | 1997 | III | III | III | III | III | III | III | III | II  | IV  | IV  | III |
|                                   | 1998 | II  | IV  | III | III | III | III | III | III | III | III | III | III |
|                                   | 1999 | III | III | III | III | III | III | III | III | III | II  | III | III |
| NO <sub>3</sub> -N                | 1997 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|                                   | 1998 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|                                   | 1999 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
| NH <sub>3</sub> -N                | 1997 | III | I   | II  | I   | I   | I   | I   | II  | I   | I   | III | II  |
|                                   | 1998 | I   | I   | I   | II  | I   | I   | II  | II  | I   | I   | II  | II  |
|                                   | 1999 | I   | I   | I   | II  | II  | II  | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
| PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> - P | 1997 | II  | I   | I   | I   | I   | I   | I   | II  | II  | III | I   | I   |
|                                   | 1998 | I   | I   | I   | I   | II  | I   | II  | II  | II  | II  | I   | I   |
|                                   | 1999 | II  | II  | I   | I   | I   | III | III | III | II  | III | II  | II  |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>     | 1997 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|                                   | 1998 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|                                   | 1999 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
| BOI                               | 1997 | -   | I   | -   | I   | -   | -   | -   | I   | I   | I   | I   | I   |
|                                   | 1998 | B   | I   | L   | G   | I   |     |     | Y   | O   | K   |     |     |
|                                   | 1999 | B   | I   | L   | G   | I   |     |     | Y   | O   | K   |     |     |

[illegible]

[illegible]

### 3. Numune Alma Noktası

| Parametre | Ay   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|-----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cu        | 1997 | III | III | II  | III | III | III | III | IV  | I   |     |     |     |
|           | 1998 | III | III | III | III | I   | I   | IV  | II  | III | III | I   | III |
|           | 1999 | III | I   | I   | I   | III | III | IV  | IV  | III | IV  | III | III |
| Fe        | 1997 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|           | 1998 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | II  | I   | I   | I   | I   | I   |
|           | 1999 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
| Cr        | 1997 | -   | -   | II  | I   | I   | II  | I   | II  | II  | II  | II  | II  |
|           | 1998 | II  | II  | II  | II  | II  | I   | I   | I   | II  | II  | II  | II  |
|           | 1999 | II  | II  | II  | II  | II  | II  | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
| Mn        | 1997 | -   | -   | II  | II  | II  | II  | II  | III | II  | II  | II  | II  |
|           | 1998 | II  | II  | II  | II  | II  | II  | II  | II  | II  | I   | II  | II  |
|           | 1999 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | I   |
| Ni        | 1997 | -   | -   | I   | II  | III | II  | I   | III | I   | II  | II  | II  |
|           | 1998 | II  | II  | III | II  | III | III | IV  | II  | II  | III | IV  | IV  |
|           | 1999 | IV  | II  | II  | III | III | III | II  | II  | III | I   | IV  | IV  |
| Co        | 1997 | -   | -   | III | III | II  | III | I   | III | I   | III | III | IV  |
|           | 1998 | III | III | III | III | III | III | III | III | III | III | IV  | IV  |
|           | 1999 | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | III | III | I   | III | II  |
| Al        | 1997 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|           | 1998 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|           | 1999 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
| Zn        | 1997 | I   | -   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|           | 1998 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
|           | 1999 | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |
| Pb        | 1997 | -   | -   | -   | -   | -   | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  |
|           | 1998 | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  |
|           | 1999 | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  | IV  |