

T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİSİ ENSTİTÜSÜ
DENİZ BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERİÇ NEHRİ' NİN KİRLİLİĞİ
VE BU KİRLİLİĞİN EGE DENİZİ' NE ETKİLERİ

Aynur KONTAS
Kimya Mühendisi

Tez Yönetmeni:
Prof. Dr. Aysen MÜEZZİNOĞLU

Y. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

İZMİR

Şubat - 1990

Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve
Teknolojisi Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Deniz Bilimleri Anabilim
Dalında YÜKSEK LİSANS (MASTER) Tezi olarak kabul edilmiştir.

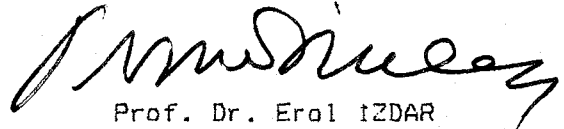
Başkan: Prof. Dr. Aysen MÜEZZİNOĞLU

Üye : Prof. Dr. Erol İZDAR

Üye : Doç. Dr. Füsun ŞENGÜL

Kod no:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait
olduğunu onaylarım.


Prof. Dr. Erol İZDAR
Enstitü Müdürü

Tablolar Listesi	1
Şekiller Listesi	111
Özet	v
Summary	vi
1. GİRİŞ	1
2. SU KİRLİLİĞİ VE BU KONUDA DAHA ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	
2.1. Su kirliliği	4
2.2. Daha önceden yapılan çalışmalar	7
3. ÇALIŞMA BÖLGESİNİN TANITIMI	
3.1. Meriç Nehri, kolları ve havzadaki göller	13
3.2. Coğrafi konumu ve yağış havzası	15
3.3. İklim yapısı	19
3.4. Jeolojik durumu	19
4. MATERYAL VE METOT	
4.1. Örnek noktalarının belirlenmesi	21
4.2. Örneklerin alınması	
4.2.1. Karadan yapılan çalışmalar	23
4.2.2. Denizden yapılan çalışmalar	23
4.2.3. Yerinde yapılan çalışmalar ve örneklerin alınmasında kullanılan yöntemler	23
4.3. Kullanılan yöntemler	
4.3.1. Besin elementlerinin analizi	26
4.3.2. Metal kirliliği ile ilgili analizler	27
4.3.3. Organik kirlilik	28

4.3.4. Radyoaktif kirlilik	29
4.3.5. Diğer analizler	29
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE DEĞERLENDİRME	30
6. SONUÇ	65
TEŞEKKÜR	71
KAYNAKLAR	72
ÖZGEÇMİŞ	76



TABLOLAR LİSTESİ

Say.No

Tablo 2.1: Kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılması	5
Tablo 2.2: Deniz suyunun genel kalite kriterleri	6
Tablo 2.3: Deniz ile nehir sularının özellikleri	7
Tablo 2.4: Yıllara göre Tuna, Ren ve Weser nehirlerinin majör iyon konsantrasyonları	8
Tablo 2.5: 1988 yılında Meriç nehri ve kollarında ölçülen parametreler	11
Tablo 2.6: 1988 yılında Meriç nehri ve kollarında ölçülen parametreler	12
Tablo 3.1: Her devlete isabet eden havza alan (km ²)	17
Tablo 3.2: Meriç havzasının Türkiye topraklarındaki arazi dağılımı	18
Tablo 5.1: Bahar dönemine ait örneklemeler sırasında meteorolojik koşullar	30
Tablo 5.2: Bahar dönemine ait birincil parametreler	31
Tablo 5.3: Bahar dönemine ait azot, fosfor, silis ve klorofil-a değerleri	32
Tablo 5.4: Bahar dönemine ait BOD, COD, MBAS ve PAH değerleri ..	33
Tablo 5.5: Bahar dönemindeki su, askı yük ve sediment örneklerine ait Hg ve Cd değerleri	34

Tablo 5.6: Yaz dönemine ait örneklemeler sırasında meteorolojik koşullar	35
Tablo 5.7: Yaz dönemine ait birincil parametreler	36
Tablo 5.8: Yaz dönemine ait azot, fosfor, silis ve klorofil değerleri	37
Tablo 5.9: Yaz dönemine ait BOD, COD, MBAS ve PAH değerleri	38
Tablo 5.10: Yaz dönemindeki su, askı yük ve sediment örneklerine ait Hg ve Cd değerleri	39
Tablo 5.11: Bahar dönemine ait kalsiyum, magnezyum, sodyum potasyum ve sülfat değerleri	40
Tablo 5.12: Yaz dönemine ait kalsiyum, magnezyum, sodyum potasyum ve sülfat değerleri	40
Tablo 5.13: Meriç Nehri üzerinde ve kollarında ölçülen radyoaktivite değerleri	41
Tablo 6.1: Meriç Nehri'nin muhtelif yerlerinden geçen 1988 ve 1989 yıllarına ait madde yükleri	68
Tablo 6.2: 1988 ve 1989 yıllarında Ege Denizi'ne nehirlerle taşınan tahmini madde yükünde Meriç Nehrinin payı ...	69

SEKİLLER LİSTESİ

Say.No

- Sekil 4.1: Nehir üzerinde ve denizdeki örnekleme noktaları 22
- Sekil 5.1: Bahar ve yaz döneminde Klorofil-a ve oksijen
daygunluğunun istasyonlara göre değişimi 43
- Sekil 5.2: Bahar ve yaz döneminde pH' ın istasyonlara göre
değişimi 44
- Sekil 5.3: Bahar ve yaz döneminde toplam anorganik azot, ve
azot türlerinin istasyonlara göre değişimi 46
- Sekil 5.4: Toplam fosfor ve orto fosfor konsantrasyonunun
bahar ve yaz döneminde istasyonlara göre değişimi ... 48
- Sekil 5.5: Silis konsantrasyonunun bahar ve yaz döneminde
istasyonlara göre değişimi 49
- Sekil 5.6: Askı yükünün bahar ve yaz döneminde istasyonlara
göre değişimi 51
- Sekil 5.7: Klorür konsantrasyonunun bahar ve yaz döneminde
istasyonlara göre değişimi 51
- Sekil 5.8: Bahar ve yaz döneminde bulanıklık değerlerinin
istasyonlara göre değişimi 53
- Sekil 5.9: Bahar ve yaz döneminde nehirden denize doğru
toplam katı madde miktarının değişimi 53
- Sekil 5.10: BOD ve COD' nin bahar ve yaz döneminde nehir
üzerinde ve kollarında değişimi 55

	Say.No
Şekil 5.11: Anyonik yüzey aktif maddelerin bahar ve yaz döneminde istasyonlara göre değişimi	56
Şekil 5.12: Su ve sedimentteki PAH konsantrasyonunun her iki dönemde istasyonlara göre değişimi	58
Şekil 5.13: Sudaki çözülmüş Hg'nın her iki dönemde nehirden denize doğru değişimi	60
Şekil 5.14: Askı yükü ile taşınan Hg'nın her iki dönemde nehirden denize doğru değişimi	60
Şekil 5.15: Her iki dönemde sedimentteki Hg konsantrasyonunun istasyonlara göre değişimi	61
Şekil 5.16: Her iki dönemde sudaki Cd konsantrasyonunun istasyonlara göre değişimi	61
Şekil 5.17: Askı yükü ile taşınan Cd konsantrasyonunun her iki dönemde istasyonlara göre değişimi	63
Şekil 5.18: Sedimentteki Cd konsantrasyonunun her iki dönemde istasyonlara göre değişimi	63
Şekil 5.19: Meriç, Arda ve Tunca nehirleri üzerinde ölçülen aktivite değerleri	64
Şekil 6.1: 1988 ve 1989 yıllarında Meriç havzasındaki aylara göre yağış dağılımı	66

ÖZET

Bu çalışmada Meriç Nehri'nin kirliliği, bu nehir ile Ege Denizi'ne taşınan maddelerin tür ve miktarları üzerinde durulmuştur.

Yedi tanesi nehir üzerinde (iki tanesi Arda ve Tunca'ya ait) ve altı tanesi de nehir ağzında denizde olmak üzere seçilen istasyonlarda, nehrin akışı gözönüne alınarak iki dönem örnekleme periyodu ve bunları izleyen bir dizi analizler yapılmıştır.

Su örneklerinde azot, fosfor, silis, sülfat, klorofil ve deterjan tayinleri yapılmıştır. Su ve sedimentte poliaromatik hidrokarbonlar; su, sediment ve askı yükte ise civa ve kadmiyum analizleri yapılmıştır. Ayrıca su örneklerinde kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum analizleri de yapılmıştır.

Bu yapılan analizlerin sonuçlarına bakarak Meriç Nehri'nin geçtiği bölgelerden evsel ve endüstriyel atık sularını aldığını söyleyebiliriz.

Meriç Nehri'nin Ege Denizi'ne nehirlerle taşınan toplam su hacmi içindeki payı % 10 olmasına rağmen BOD, COD, N ve P da bu oranın % 10 dan fazla olduğunu görürüz. Böylece Meriç Nehri' nin Ege'ye ulaşan diğer nehirlerle kıyasla bu kirleticiler bakımından daha kirletici bulunduğu anlaşılır. Ayrıca Meriç Nehri, denizde seçilen ölçüm noktalarında da Hg, Cd ve PAH konsantrasyonunu artırmaktadır.

SUMMARY

The pollution of Meriç River was considered in this study with the investigation of types and contents of materials carried by this river to the Aegean sea.

By considering the flow pattern of the river, observations were carried out in two periods with the performances of analysis various kinds in the stations selected seven on the river (two belong to Arda and Tunca) and six at the estuary.

Nitrojen, phosphorus, silica, sülfate, chlorophyll-a and methylen blue active substances were analysed in the water samples. Polyaromatic hydrocarbons were analysed in water and sediments whereas mercury and cadmium were analysed in water, sediment and suspended material. Also calcium, magnesium, sodium and potasium analyses were carried out in water samples.

From these results it was found that, the Meriç River carries the domestic and industrial waste waters from the drianage area. Although the Meriç River has only the 10 % of total fresh water input by volume to the Aegean Sea by rivers, this ratio is higher than 10 % with respect to BOD, COD, N and P values. Therefore, the Meriç River contains more of the pollutants than the other rivers of Aegean Sea. Also, the Meriç River enhances the values of Hg, Cd and PAH at the eustarien stations.

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi, giderek artan nüfus yoğunluğu ve altyapı sorununun halledilmeden düzensiz yapılaşmanın gerçekleşmesi sonucunda su kaynaklarının bilinçli kullanılmaması, suyun sulama ve diğer amaçlar için baraj ve göletlerde toplanması, yerleşim alanlarının içme ve kullanma sularını sağlamak için kapalı borular içinde iletilmesi ve bilinçsiz yapılan deşarjlarla suyun doğal dolanımı olarak bilinen hidrolojik devreye müdahale edilmesi sonucunda su kirliliği olayları ortaya çıkmaktadır.

Su kirliliği su kaynaklarının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan ya da dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlar için kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılmasıdır.

Birleşik Amerika Çevre Koruma örgütü tarafından hazırlanan Çevre terimleri sözlüğünde ise "Su Kirliliği", "Suyun kalitesini ölçülebilecek nispette kötüleştirecek miktar veya konsantrasyonda suya, kanalizasyon suyu, sanayi artığı diğer zararlı veya istenmeyen maddelerin ilave edilmesidir" şeklinde ifade edilmektedir.

Su içerisine karışan atıklardaki organik maddeler bazı bakterilerin yardımı ile mineralizasyona uğrar ve zararsız bir duruma dönüştürülür. Bu olaya kendi kendini temizleme denir. Akarsu, göl ve denizlere boşaltılan organik ve toksik maddelerin oldukça fazla olması halinde ise, sudaki çözülmüş oksijen azalmakta, suyun ekosistem dengesindeki doğal yeri bozulmakta, canlıların yaşamında ve dağılımında değişikliklere yol açmaktadır. Toksik maddeler ise besin zincirine girip,

giderek artan konsantrasyonlarda insan sağlığını bile tehdit edebilmektedirler.

Su kirliliği ilk defa İngiltere'de Thames nehri üzerinde incelendi. Deniz kirliliği ise daha sonraki yıllarda gündeme gelmiştir. Bunun nedeni de nehirlerin denizlere göre daha küçük olması ve bu yüzden etkilere daha önce tepki verebilmesi yani daha çabuk kirlenebilmesi olarak düşünülebilir.

Yakın zamana kadar deniz pislik tutmaz, ne versen alır götürür olarak düşünülürdü. Halbuki denizi bir çanak olarak düşünürsek tüm karadan ve atmosferden girenler orada toplanır. Gözümüzün önünde İzmir Körfezi, İzmit Körfezi, Haliç gibi denizin kısım kısım kirlenmesi, yavaş yavaş ölmesi denizlerin de kirlenebileceğini aklımıza getirdi. Kuşkusuz deniz kendi kendini temizler ama bunun da bir sınırı vardır. Bu sınır aşıldığında kirlenme sorunu hemen önümüze çıkar.Üç yanımız denizlerle çevrili olduğuna göre deniz kirliliği konusuna daha çok önem vermemiz ve denizlerimize sahip çıkmamız gerekir.

Denizlere kirlilik girdisi deşarjlarla, sulama, yağmur ve drenaj sularıyla, kanalizasyon sularıyla ve nehirlerle olmaktadır.

Deniz kirliliğini incelerken bu kirliliğin nereden, ne kadar geldiğini bilmemiz gerekir. Bunun için de o denize dökülen nehirlerle gelen suyun neler taşıdığını ve bu taşınanların nerelere kadar etkili olduğunu, gelen suyun deniz suyunun hangi özelliklerini ve nasıl etkilediğini bilmemiz gerekir.

Ege Denizi'ne dökülen belli başlı nehirler Meriç, Gediz, Küçük Menderes ve Büyük Menderes'tir. 1979 yılında Ege Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü "Gediz Irmağı Mansap Kesimi Kirlilik Araştırmaları" adlı projeyi gerçekleştirmiştir. 1983 yılından itibaren

Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü "Büyük Menderes Deltasında ötrofikasyon ve Elementel Transfer İşlemleri " adlı projeyi gerçekleştirmiştir.

Bu noktadan hareketle Ege' ye dökülen üçüncü bir önemli akarsu olan "Meriç nehri kirliliği ve bu kirliliğin Ege Denizine etkileri" bu tezin çalışma konusu olarak belirlenmiştir.

Bilindiği gibi Meriç nehri tamamıyla Türkiye sınırlarımız içinde değildir. Meriç nehri Bulgaristan'dan doğduktan yaklaşık 340 km sonra ülkemiz topraklarına girmekte ve bu noktadan 187 km sonra denize dökülmektedir. Aynı zamanda Yunanistan topraklarından da geçmektedir. Özellikle Bulgaristan'da Meriç nehrinin konumu, durumu hakkında bilgimiz yoktur. Bu çalışmada Meriç nehri nerelerde, hangi bölgelerde kirleniyor ve bu kirlilik nerelere kadar taşınıyor, bu kirliliğin ne kadarı Ege Denizine taşınıyor sorularına cevap bulmaya çalışılmıştır. Çalışmanın amacını; Meriç nehrini kim, nasıl kirletiyor, bu kirliliğin miktarı nedir? şeklinde kısaca özetleyebiliriz.

Çalışmanın amacına yönelik olarak çalışma noktaları seçilmiştir. Yörenin iklim, yağış durumu ve hidrodinamik özellikleri gözönüne alınarak çalışma süresi belirlenmiştir. Debinin yüksek olduğu dönem ve debinin az olduğu dönem olmak üzere, iki kez örnekleme periyodu ve bunları izleyerek geniş bir analiz ve değerlendirme aşamasından geçilmiştir.

Olanaklar dahilinde kirletici parametreler ve bunların konsantrasyonları üzerinde çalışılmıştır. Pestisit (Poliklorlu bifeniller) için alınan örneklerde GC aletinin henüz devreye girmemesi nedeniyle sonuç verilememiştir. Hg, Cd, PAH gibi spesifik kirleticilerde su örneklerinin yanısıra sediment ve askı yük örnekleri de alınmıştır.

2. SU KİRLİLİĞİ VE BU KONUDA DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Su Kirliliği

Su kirliliğini; suyun özelliklerini bozacak zararlı ya da istenmeyen maddelerin ilavesi şeklinde tanımlayabiliriz. Su kirliliğinin kontrolü ise özel bir teknoloji, kendine özgü analitik ihtiyaçlar içerir.

Bir zamanlar su kirliliğini tanımlama gravimetrik ve titrimetrik işlemlerin kullanıldığı az sayıdaki analizden ibaret idi. Oysa şimdi insanların yaptığı kirliliğin çeşidi ve büyüklüğündeki gözle görülür artışa paralel olarak su kalitesi hakkında hazırlanmış daha fazla ayrıntılı bilgiye ihtiyaç duyulduğundan özellikle gelişmiş alet ve izleme prosedürlerine artan bir şekilde ihtiyaç vardır.

Su kirliliği ile ilgili yasal çalışmalara bizde son yıllarda daha bir önem verilmiştir.

6 Kasım 1930'da yürürlüğe giren 1593 sayılı Umumi Hıfzısıhha Kanununda konuyla ilgili hükümler vardır.

22 Mart 1971 tarih ve 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu, iç sularda ve denizlerde su ürünlerine, zarar verecek maddelerin sulara boşaltılmasını yasaklamaktadır.

28 Haziran 1973 tarih ve 7/6719 sayılı kararı ile yürürlüğe giren Su Ürünleri Tüzüğü'nde sulara dökülmesi yasak olan maddeleri belirlenmiştir.

9 Ağustos 1983 2872 sayılı Çevre Kanunu çıkarılmıştır. Bu kanunda teknik hususlar Yönetmeliklere bırakılmıştır. Nihayet 4 Eylül 1988 yılında ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin her türlü kullanım amacıyla korunması, en iyi biçimde kullanılması ve su kirliliğinin kontrolü esaslarının belirlenmesi için gerekli olan hukuki ve teknik esasları açık açık ortaya koyan "Su Kirliliği Yönetmeliği" kabul

edilmiştir. Bu yönetmelikle su kaynaklarını kıta içi su kaynaklarının, deniz sularının kalite kriterleri ayrı ayrı belirlenmiştir (Tablo:2.1 ve 2.2).

Tablo 2.1: Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri
(SU KİRLİLİĞİ YÖNETMELİĞİ, 1988)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) FİZİKSEL VE İNORGANİK KİMYASAL PARAMETRELER				
1. Sıcaklık (° C)	25	25	30	>30
2. pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	<6, >9
3. Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /l)	8	6	3	<3
4. Oksijen doygunluğu (%)	90	70	40	<40
5. Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /l)	25	200	400	>400
6. Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁻² /l)	200	200	400	>400
7. Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/l)	0.2	1	2	>2
8. Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/l)	0.002	0.01	0.05	>0.05
9. Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/l)	5	10	20	>20
10. Toplam fosfor (mg PO ₄ ⁻³ -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 ⁺ /l)	125	125	250	>250
B) ORGANİK PARAMETRELER				
1. KOİ (mg/l)	25	50	70	>70
2. BOİ (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 maddeleri (mg/l)	0.05	0.2	1	>1.5
7. Fenolik maddeler (uçucu) (g/l)	0.002	0.01	0.1	>0.1
8. Mineral yağlar ve türevleri (mg/l)	0.02	0.1	0.5	>0.5
9. Toplam pestisid (mg/l)	0.001	0.01	0.1	>0.5
C) İNORGANİK KİRLİLİK PARAMETRELERİ				
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 (toplam) (µg Cr/l)	20	50	200	>200
7. Krom (µg Cr ⁺⁶ /l)	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 (toplam) (µg CN/l)	10	50	100	>100
12. Florür (µg F ⁻ /l)	1000	1500	2000	>2000
13. Serbest klor (µg Cl ₂ /l)	10	10	50	>50
14. Sülfür (µg S ⁻² /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	1000	1000	>1000
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. alfa-aktivitesi (p Ci/l)	1	10	10	>10
beta-aktivitesi	10	100	100	>100

Tablo 2.2: Deniz suyunun genel kalite kriterleri
(SU KİRLİLİĞİ YÖNETMELİĞİ, 1988)

PARAMETRE	KRİTER	DÜŞÜNCELER
pH	6.0-9.0	-
Renk ve Bulanıklık	Doğal	Doğal su içi yaşam için gerekli fotosentez aktivitesinin, ölçüm derinliğindeki normal değerini %90'dan fazla etkilemeyecek kadar olmalıdır.
Yüzer Madde	-	Yüzer halde yağ, katran vb. sıvılarla çöp vb. katı maddeler bulunamaz.
Askıda Katı Madde (mg/l)	30	-
Çözünmüş Oksijen (mg/l)	Doğunluğun %90 fazlası	Çözünmüş oksijen değerleri derinlik boyunca izlenmelidir.
Parçalanabilir Organik Kirleticiler	-	Seyreldikten sonra çözünmüş oksijen varlığını yukarıda öngörülen değerden daha fazla tehlikeye düşürecek miktarda olmamalıdır.
Ham Petrol ve Petrol Türevleri (mg/l)	0.003	Su, biyota ve sedimanda ayrı değerlendirilmeli ve tercihan hiç bulunmamalıdır.
Radyoaktivite	-	Söz konusu deniz ortamına ait doğal radyoaktivite tür ve seviyeleri aşılmayacaktır. Yapay radyoaktivite ölçülmeyecek düzeyde bulunacaktır.
Üretkenlik	-	Deniz ortamına ait mevsimsel üretkenlik seviyeleri korunacaktır. (Bulunmayacak)
Zehirlilik Fenoller (mg/l)	0.001	
Çeşitli Ağır Metaller		
Bakır (mg/l)	0.01	
Kadmiyum (mg/l)	0.01	
Krom (mg/l)	0.1	
Kurşun (mg/l)	0.1	
Nikel (mg/l)	0.1	
Çinko (mg/l)	0.1	
Civa (mg/l)	0.004	
Arsenik (mg/l)	0.1	
Amonyak (mg/l)	0.02	

2.2. Daha önceki Çalışmalar

Dünyada son yıllarda denizlere önemli ölçüde madde taşıyan östarinlerin kirlenmesi deniz çalışmalarında ilgiyi bu noktaya çekmiştir. Pek çok araştırmacı nehirlerden denizlere kirletici ve partikül madde taşınım mekanizması, miktarı üzerinde çalışmaktadır.

Martin deniz suyu ile nehir sularının belirgin özellikleri üzerinde çalışmıştır.

Tablo 2.3: Deniz ile nehir sularının özellikleri (Martin,1970)

(mg/l)	Cl ⁻	Na ⁺	SO ₄ ⁼⁼	Mg ⁺²	Ca ⁺²	K ⁺	SiO ₂	T.ÇÖZ.KATI
Deniz suyu	19353	10760	2712	1294	413	387	-	35000
(Nehir suyu)								
Asya	8.7		8.4	5.6	18.4		79	142
Avrupa	6.9	5.4	24	5.6	31.1	1.7	7.5	182
Afrika	12.1	11	13.5	3.8	12.5		23.2	121
Dünya	7.8	6.3	11.2	4.1	15	2.3	13.1	120

Nehir sularının majör iyon konsantrasyonlarının yıllar geçtikçe arttığı yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır (Tablo 2.4).

Devan'da Exe nehir deltasında Herman ve Hübner (1981) yaptıkları bir çalışmada o bölgenin deterjan kirliliğini araştırmışlardır. Yağmurdan sonra 40-140 µg/l olan deterjan konsantrasyonunun debinin düşük olduğu anlarda 0.01-35 µg/l olduğunu bulmuşlardır.

İngiltere'de Liverpool Körfezi'nde Mersey Nehir ağzında Campbell ve arkadaşları (1982) yaptıkları bir çalışmada çözünmüş Hg konsantrasyonunu 5-185 ng/l olarak bulmuşlardır. Partikül Hg konsantrasyonunun ise 3-8 µg/g arasında olduğunu, çözünmüş civa

konsantrasyonunun nehirde denize doğru arttığını gözlemişlerdir.

Tablo 2.4: Tuna, Ren, Weser nehirlerinin majör iyon konsantrasyonları.

(FÖRSTNER, 1981)

İyon kons.(mg/l)	Tuna(Regensburg)		Ren(Mainz)		Weser(Bremen)	
	1893 ^a	1971	1887 ^b	1971	1893 ^c	1971
HCO ₃ ⁻	232	204	146	153	124	168
SO ₄ ⁻²	15	35	20	146	64	235
Cl ⁻	3	18	7	159	49	1233
Ca ⁺²	58	43	57	65	52	56
Mg ⁺²	14	14	7	16	9	151
Na ⁺	3	8	4	94	29	574
K ⁺	2	3	2	11	5	42

(^a Schwager, ^b Egger, ^c Seyfert, Levingstone'dan 1963)

Shiaris (1982) Boston Harbour'da Chelsea ve Neponset Nehir ve östarin sedımentlerinin PAH kirliliğini araştırmışlar ve aşağıdaki sonuçları bulmuşlardır.

Poliaromatik Hidrokarbonlar (ng/q)

Chelsea Nehri	30355
Chelsea Nehir Ağızı	236600
Neponset Nehri	5265
Neponset Nehir Ağızı	1744
Weymouth Back Nehri	2324

Fransa kıyılarında Seine ve Loire nehir ağızındaki PAH

konsantrasyonu üzerinde Marchard ve Caprais (1983) çalışmışlar ve aşağıda verilen sonuçları bulmuşlardır.

	<u>Top.Hidrokarbon ($\mu\text{g/l}$)</u>
Loire Nehir Ağızı	49 \pm 22
Loire Nehir Ağızı Ağızı	2 \pm 1
Seine Nehir Ağızı	150 - 190
Seine Nehir Ağızı Ağızı	14 \pm 20

Fytianos ve arkadaşları (1983-84) Yunanistan'ın kuzeyindeki bazı nehir ve göllerin ağır metal kirliliğini araştırmışlar ve nehirlerin geçtikleri bölgeye göre ağır metal konsantrasyonunun değiştiğini saptamışlardır.

<u>Nehirler</u>	<u>Hg ($\mu\text{g/l}$)</u>			<u>Cd ($\mu\text{g/l}$)</u>		
	<u>min</u>	<u>ort</u>	<u>mak</u>	<u>min</u>	<u>ort</u>	<u>mak</u>
Axios	0.48	0.80	1.19	0.42	0.79	1.19
Loudios	0.10	0.18	0.32	1.54	2.83	3.45
Aliakman	0.16	0.26	0.35	0.84	1.74	2.40
Nestos	0.07	0.09	0.11	0.31	0.40	0.60
Strymon	0.06	0.07	0.10	1.67	2.03	2.

İspanya'da Besos nehir ağızındaki sedimentlerde 0.16-16.4 $\mu\text{g/g}$ Hg ve 0.03-1.93 $\mu\text{g/g}$ Cd konsantrasyonunun Llobregat sedimentlerinde 0.20-9.66 $\mu\text{g/g}$ Hg ve 0.24-0.63 $\mu\text{g/g}$ Cd olduğunu tespit etmişlerdir. (MODAMIO, 1985)

SFRISO İtalya'da Po Nehri'nin deltasında 1985 Mart ile 1986 Mayıs arasında her ay sistematik olarak yaptıkları çalışmalarda Eylül-Mart

arasında oksijen doygunluğunun genellikle %100 olduğunu, alg büyüme bozunma döngüsü esnasında ise %0 - %366 arasında olduğunu rapor etmişlerdir. En yüksek oksijen doygunluğunun Mart-Mayıs arasında olduğunu görmüşlerdir (%366). Ayrıca bu çalışmada sudaki nutrientlerin uygunluğu ile Klorofil-a'nın Mayıs Haziran aylarında maksimum olduğunu (100 mg/m³) Temmuz sonlarından itibaren makro alglerin komple azalmasından sonra tekrar arttığını görmüşlerdir.

Edirne DSİ Meriç Nehri üzerinde belirli noktalarda iki aylık bir periyod ile örnekleme yaparak uzun süredir çalışmaktadır. 1988 yılında Arda, Tunca ve Meriç nehirleri üzerindeki istasyonlarda ölçtükleri parametreler Tablo 2.5 ve 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.5: 1988 yılında Meriç Nehri ve kollarında ölçülen parametreler (DSİ)

NEHRİ	p H (S.U)	ÇÖZÜNÜR OKSİJEN (mg/l)	BOD (mg/l)	PERMANGANAT DEĞERİ (mg/l)	İLETKENLİK (µmhos/cm)	TÜRBİDİTE (N.T.U)	KLORÜR (mg/l)	ASKI YÜK (mg/l)	TOP.KATI MADDE (mg/l)
KAPIKULE (Meriç)	min:7.6 ort:8.1 mak:8.6	min:10.03 ort:7.0 mak:15.2	min:2.1 ort:5.6 mak:9.3	min:2.96 ort:5.73 mak:9.60	min:448 ort:744 mak:897	min:85 ort:121 mak:200	min:18 ort:35 mak:48	min:68 ort:98 mak:126	min:320 ort:490 mak:578
ARDA	min:8.4 ort:8.1 mak:8.6	min:8.4 ort:11.1 mak:13.7	min:0.4 ort:2.8 mak:6.1	min:0.64 ort:1.92 mak:2.80	min:296 ort:334 mak:386	min:18 ort:26 mak:45	min:15 ort:21 mak:32	min:33 ort:69 mak:110	min:158 ort:266 mak:470
TUNCA	min:8.0 ort:8.2 mak:8.4	min:9.0 ort:11.8 mak:14.0	min:2.0 ort:4.8 mak:7.1	min:3.44 ort:4.27 mak:6.16	min:693 ort:859 mak:994	min:38 ort:60 mak:100	min:53 ort:66 mak:73	min:14 ort:59 mak:110	min:522 ort:588 mak:670
MERİÇ (EDİRNE ÇIKIŞI)	min:7.7 ort:8.05 mak:8.2	min:8.2 ort:10.2 mak:12.4	min:0.4 ort:4.8 mak:10	min:3.28 ort:5.34 mak:7.12	min:598 ort:737 mak:845	min:46 ort:89 mak:160	min:34 ort:45 mak:58	min:41 ort:82 mak:128	min:365 ort:445 mak:570
MERİÇ (ERGENE DÖKÜL- DÜKTEN SONRA)	min:7.8 ort:8.1 mak:8.3	min:7.3 ort:10.4 mak:12.0	min: ort: mak:	min:3.36 ort:3.63 mak:3.84	min:529 ort:614 mak:757	min: ort: mak:	min:99 ort:53 mak:74	min:103 ort:135 mak:169	min: ort: mak:
MERİÇ (ENEZ ÖNCESİ)	min:7.7 ort:8.25 mak:8.8	min:6.7 ort:11.8 mak:15.3	min:2.5 ort:4.9 mak:8.1	min:2.96 ort:3.88 mak:4.72	min:421 ort:1166 mak:3986	min:39 ort:78 mak:200	min:24 ort:228 mak:1167	min:53 ort:87 mak:113	min:337 ort:792 mak:2613

Tablo 2.6: 1988 yılında Meriç Nehri ve kollarında ölçülen parametreler (DSİ)

NEHIR	NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	o-PO ₄ ⁻³ (mg/l)	SO ₄ ⁻² (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ⁺⁺ (mg/l)	Mg ⁺² (mg/l)
KAPIKULE (Meriç)	min:0.28 ort:2.70 mak:8.80	min:0 ort:0.012 mak:0.048	min:2.10 ort:3.13 mak:4.20	min:1.92 ort:2.65 mak:3.42	min:66 ort:133 mak:176	min:24.2 ort:40.7 mak:70.6	min:3.5 ort:5.5 mak:7.4	min:52 ort:82 mak:98	min:4 ort:18 mak:28
ARDA	min:0 ort:0.01 mak:0.08	min:0 ort:0.001 mak:0.007	min:0.70 ort:0.72 mak:0.80	min:0.10 ort:0.21 mak:0.37	min:28 ort:40 mak:48	min:10.1 ort:14.9 mak:24.4	min:2.0 ort:2.7 mak:3.5	min:32 ort:42 mak:54	min:6 ort:8 mak:11
TUNCA	min:0.13 ort:0.78 mak:2.00	min:0.012 ort:0.103 mak:0.180	min:0.70 ort:2.00 mak:3.45	min:1.17 ort:3.14 mak:5.25	min:76 ort:86 mak:100	min:46 ort:60.2 mak:83.7	min:4.9 ort:6.5 mak:9.0	min:72 ort:86 mak:98	min:29 ort:32 mak:36
MERİÇ (EDİRNE ÇIKIŞI)	min:0.13 ort:2.11 mak:6.8	min:0 ort:0.031 mak:0.131	min:0.65 ort:2.7 mak:3.9	min:1.2 ort:2.5 mak:3.7	min:36 ort:96 mak:152	min:34.4 ort:44.5 mak:70.4	min:4.9 ort:5.8 mak:7.4	min:64 ort:80 mak:96	min:17 ort:21 mak:23
MERİÇ (ERGENE DÖKÜLDÜK- TEN SONRA)	min:0 ort:0.24 mak:0.68	min:0.009 ort:0.56 mak:0.029	min:1.0 ort:1.33 mak:1.65	min:7.3 ort:10.4 mak:12	min:57 ort:58 mak:60	min:37.3 ort:54.6 mak:80.5	min:4.3 ort:5.3 mak:6.6	min:56 ort:67 mak:88	min:15 ort:17 mak:22
MERİÇ (ENEZ ÖNCESİ)	min:0 ort:0.75 mak:2.10	min:0 ort:0.01 mak:0.026	min:0 ort:1.88 mak:3.15	min:0.40 ort:1.8 mak:3.9	min:49 ort:102 mak:180	min:24 ort:127 mak:575	min:3.5 ort:7.6 mak:23	min:40 ort:692 mak:90	min:12 ort:29 mak:90

3.ÇALIŞMA BÖLGESİNİN TANITIMI (DSI)

3.1. Meriç Nehri, Kolları ve Havzadaki Göller

Meriç Nehri

Meriç Nehri Bulgaristan'dan doğar.Bir süre Yunanistan-Bulgaristan ve daha sonra Türkiye-Yunanistan sınırını oluşturarak güney doğuya doğru akar. Edirne civarında önce Arda daha sonra Tunca nehri ile birleşir. Edirne'den sonra güney istikametinde akar ve Seren köyü civarında Yunanistan'dan geçerek Kokina deresine karışır. Bir süre güneybatı doğrultusunda ilerledikten sonra tekrar güneye döner. Balabanlık civarında Ergene ile birleşir.Buradan itibaren geniş menderesler yaparak güneybatıya doğru akar ve Enez ilçesinde Saros Körfezi'nden Ege Denizi'ne dökülür.

Meriç Nehri'nin Bulgaristan sınırları içerisinde kalan uzunluğu 340 km civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bulgaristan'dan çıktıktan sonra Türkiye ile Yunanistan arasında sınır oluşturan Meriç Nehri uzunluğu yaklaşık olarak 187 km dir. Meriç Bulgaristan topraklarında dik bir eğimle akarak Kapıkule civarında sınırlarımıza girdikten sonra Saros Körfezi'ne kadar ortalama 0.00025 civarında az bir eğimle akmaktadır.

Meriç Nehri, nehir ağzından kuzeyde Bulgaristan sınırı altına kadar devamlı olarak yayılan alüvyonal yığınlarla vadisini doldurmuş, sürüntü maddesi taşıyan bir nehirdir. Vadi düzlüğü genişliği delta mintikasında maksimum 13 km'den, Ipsala mintikasında minimum 2 km'ye kadar değişir. Meriç Nehri'nin Arda Nehri ile birleştikten sonra ortalama debisi 177 m³/sn'dir.

Arda Nehri

Bulgaristan'dan yaklaşık 1900-2000 m kotlarından doğar. Akış yönü batıdan doğuya doğru olup,uzunluğu 170.5 km dir. Madan'ın kuzeyinden,

Kardzalı'nın içinden İveyllovgrad'ın kuzeyinden Yunanistan sınırına girer.28.8 km sonra Meriç ile birleşir.

Tunca Nehri

Bulgaristan'dan yaklaşık 2376 m kotundan doğar. Akış yönü batıdan doğuya, Jambol'un kuzeyinden itibaren kuzeyden güneye doğru olup, uzunluğu 219.2 km dir. Kalofer, Nikolaevo, Jambol'un içinden, Pewel Banja'nın kuzeyinden Kazanlak ve Sliven'in güneyinden geçerek, Suakacağı civarında Türkiye'ye girdikten 18.4 km sonra Meriç'e dökülür. Yıllık ortalama debisi 24 m³/sn dir.

Ergene Nehri

Saray ilçesinin kuzeyinde 311 m kotlu Çanakpınar Tepesi civarındaki kaynaklardan doğar ve Ergene Deresi adını alarak güneye doğru iner. Soldan Saray ve Monika Derelerini alarak güneybatıya yönelir. İnanlı yakınında Çorlu suyunu alarak Ergene Nehri adı altında kuzeybatıya döner. Bediköy civarında batıya dönen nehir Dügüncülü yakınlarında Lüleburgaz Deresi, Karakavak civarında Hayrabolu Deresi ile birleşir. Katrancı yakınında Şeytan Dere, Pehlivan köy yakınındada Ana Dere'yi (Teke Dere ve Süloğlu Dere) alan "Ergene" Nehri güneybatıya yönelerek Uzunköprü ilçesinden geçer ve Balabancık köyü yakınında 6 m kotlarında Meriç Nehri ile birleşir. Yaklaşık olarak uzunluğu 180 km dir. Ergene Nehri'nin Meriç Nehri ile birleşim yerinden itibaren 40 km membaa kadar eğimi çok az olup, 0.0001 mertebesindedir. Ergene Nehri'nin daha yukarı kesimlerinde genel eğim 0.00048 civarındadır.

Ergene Nehri kış ve yaz debileri bakımından büyük farklılıklar gösteren, yazın birçoğunda su bulunmamasına rağmen yağışlı mevsimlerde taşkınlar yapan birçok dere ve çaylarla beslendiğinden, minimum debisi yaz aylarında sıfıra kadar düşmekte, fazla yağış alan aylarda ise civardaki

araziyi büyük taşkınlarla maruz bırakmaktadır. Ortalama debisi 29 m³/sn dir.

GÖLLER

Meriç havzasındaki göller Meriç ile Ergene Nehri'nin birleştiği yerin güneyinde eski dolgu sahası olan kısımda bulunmaktadır. Bu göllerin başlıcaları Gala, Pamuklu ve Sığırcı gölleridir. Göller küçük ve sığdırlar.

Gala Gölü

Meriç Nehri ile Hisarlı Dağı etekleri arasında oluşmuş 7.8 km² büyüklüğünde bir göldür. Ortalama derinliği 0.70 m civarında olup tabii bir tahliye ayağı ile Meriç Nehri'ne bağlıdır. Meriç Nehri taşkınlarında göl ayağı normal çalışmadığından gölde seviye yükselerek civar araziye taşkın suları basmakta ve Gala Gölü ile Pamuklu Gölü birleşmektedir.

Pamuklu Gölü

Gala Gölünün doğusunda 2.3 km² büyüklüğünde bir göldür.

Sığırcı Gölü

Karpuzlu Köyünün güneydoğusunda küçük yüzeysel bir göldür.

3-2. Coğrafi Konumu ve Yağış Havzası

DAĞLAR

Meriç havzası topoğrafik bakımdan hafif dalgalı olup genel olarak farklı yükseltiler gösteren dağ ve tepeler ile daha az yükseltide olan platolar ve farklı büyüklükteki ovalardan meydana gelmektedir. Dağlar, kuzey ve kuzeydoğudaki Istrancalar ile güney ve güneydoğudaki Canos ve Kuru dağlarıdır. Bu iki dağlık arazi arasında Ergene Nehri'nin kolları ile ayrılmış bulunan tatlı meyilli, hafif tepelik araziler Meriç havzasının Türkiye kısmında yükselti olarak özelliklerini oluşturur. Meriç

havzası Türkiye'de tamamıyla fazla bir yüksekliğe sahip değildir. Havzanın ortalama yüksekliği 180 m'dir. Meriç havzasında 0-250 m arasında olan yerler bölge yüzölçümünün %83'ünü oluşturmaktadır. Meriç havzasının Yunanistan tarafındaki tepeleri Türkiye tarafına göre dik ve yüksektir. Meriç havzasının Bulgaristan'da kalan kısmında en yüksek nokta Rodop Dağlarında 1550 m, Yunanistan'da en yüksek nokta 1100 m civarındadır.

Kuzeybatı-güneybatı doğrultusunda uzanan Istranca Dağları'nın en yüksek kısmını Kırklareli ile Demirköy arasında kalan 1035 m yüksekliğindeki Mahya Dağı oluşturmaktadır. Meriç havzasını kuzey ve güneyden sınırlayan dağ kütleleri arasında kalan ve bir çanağı andıran araziler, genellikle hafif tepelerden ve bunların meyilli yamaçlarından ibarettir. Havzanın batı kısmında kuzeyden güneye doğru uzanan tepeler arasında Meriç Nehri taşkın ovası bulunmaktadır.

OVALAR

Meriç havzasında sürülerek tarım yapmaya müsait araziler 1060790 ha'dır ve havzanın %70.9'unu oluşturmaktadır. Ipsala, Ergene ve Hayrabolu ovaları havzanın en büyük ovalarını oluşturmaktadır. Diğer ovalar akarsular veya akarsuların mansaplarında oluşmuş vadi karakterinde, şeritvari ovalardır.

Ipsala Ovası

Meriç Nehri'nin aluvyonları ile oluşmuş, 250 km² büyüklüğünde bir ovadır. Uzunluğu kuzey-güney doğrultusunda yaklaşık olarak 30 km, genişliği 6 km'dir. Deniz seviyesinden ortalama 4 m yüksekliğindedir. Uzun seneler çeltik ziraati yapılan ve büyük bir kısmı yılın 4.5 ayı su altında kalan ovanın güney kısmında Telmota ve Pamuklu bataklıkları meydana gelmiştir.

Ergene Ovası

Ergene Nehri ile Ergene'ye karışan yan derelerin getirdiği alüvyonlarla oluşmuş 200 km² büyüklüğünde bir ovadır. Uzunluğu 120 km, yaklaşık genişliği membada 55 km, mansapta 10 m'dir. Kışlık ürünlerin dışında her türlü ziraat yapılan verimli bir ovadır.

Hayrabolu Ovası

Hayrabolu Deresi boyunca güney-kuzey doğrultusunda uzanan 40 km uzunluk ve 2.5 km genişlikte 100 km² büyüklüğünde bir ovadır.

Meriç Nehri'nin sağ sahilini ise Yunanistan ovaları oluşturmaktadır.

YAĞIS HAVZASI

Meriç Nehri havzası Türkiye, Yunanistan ve Bulgaristan ülkeleri sınırları içersinde kalmaktadır. Meriç havzasının devletler arasındaki dağılışı aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.1: Her devlete isabet eden havza alanı (km²)

NEHRİN ADI	TÜRKİYE	YUNANISTAN	BULGARISTAN	TOPLAM	%
Meriç	120	150	20930	21200	40.5
(Arda ile birleşmeden önce)					
Arda	0	350	5250	5600	10.7
Tunca	710	0	7790	8500	16.2
Kokino	0	950	610	1560	3.0
Ergene	11026	0	0	11026	21.0
Meriç	2610	1890	0	4500	8.6
(Arda ile birleştikten sonra)					
TOPLAM	14466	3340	34580	52336	
%	27.6	6.4	66		100

Meriç havzasının Türkiye'de kalan kısmının tamamı Trakya'dadır. Edirne, Kırklareli, Tekirdağ illerinin hudutları içerisinde kalan havzada Edirne ve Kırklareli il merkezleri bulunmaktadır. Edirne Merkez, Lalapaşa, Havsa, Uzunköprü, Meriç, Ipsala, Keşan, Kırklareli Merkez, Babaeski, Pınarhisar, Lüleburgaz, Pehlivan köyü, Tekirdağ'a bağlı Çorlu, Malkara, Enez ve Vize ilçe merkezleri kısmen havza içerisinde yer almaktadır.

Meriç havzasının Türkiye'de kalan kısmı kuzeyde Bulgaristan ve Istranca dağları su bölüm hattına, doğuda Vize, Saray, Çerkezköy ilçelerini içerisine almakta, güneyde Tekirdağ ilinin kuzeyinden geçerek Saros körfezine kadar ulaşmakta, batıda ise Yunanistan ve Bulgaristan sınırına dayanmaktadır. Havza doğu-batı doğrultusunda 175 km, kuzey-güney doğrultusunda 155 km genişliğindedir.

Yüzölçümü 14466,4 km² olan Meriç nehrinin Türkiye bölümündeki havzanın arazi dağılımı aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.2: Meriç havzasının Türkiye topraklarındaki arazi dağılımı

<u>ARAZİ DURUMU</u>	<u>YÜZÖLÇÜMÜ (km²)</u>	<u>TOPLAM ALANA ORANI (%)</u>
Kültür Arazisi	10713,7	74,06
Mera arazisi	2140,0	14,79
Orman arazisi	1389,4	9,62
Terk edilmiş sahalar	218,9	1,50
Yerleşim yeri	4,4	0,03
Toplam	14466,4	100,0

Meriç Nehri'nin yurdumuz dışındaki yağış alanının bitki örtüsü hakkında tam bir bilginiz olmamakla birlikte, havzanın yüksek hatlarının

ormanlık olduğu tahmin edilmektedir. Yurdumuzdaki kısmının tamamına yakını penneplen arazisi olup, sadece Ergene nehrinin kuzeyden aldığı kollarının membasında Istranca dağlarının ormanlık bölümü yer almaktadır.

3.3. İklim Yapısı

İlman sıcaktan kuru yazı, ılıman kıştan soğuk ve yağışlı kışa kadar değişen genel olarak kara ikliminin tesiri altındadır.

Yağış rejimi cephesel ve orografik olarak değerlendirilebilir. Balkanlar ve Akdeniz'den gelen alçak basınç sistemlerinin etkisi altında bulunan sahada her mevsim cephesel yağışlar sık sık görülür. Maksimum yağışların hemen hemen tamamı kış aylarında, özellikle Ocak ve Aralık aylarına isabet etmektedir. En kurak ay Ağustos'tur. Kısa süreli gök gürültülü yağışlar daha çok Nisan ve Mayıs aylarında tespit edilmiştir. Kar yağışları genellikle Kasım ayında başlayıp Mart ayına kadar devam etmektedir. Kar yağışının en çok olduğu aylar Ocak ve Şubat'tır. Dolu yağışlarına ilkbahar aylarında rastlanmaktadır.

3.4. Jeolojik Durumu

Meriç Havzası kuzey ve doğuda Istranca Dağları, batıda Rodop Dağları ve güneyde Tekirdağ ve Ganos Dağlarıyla çevrilmiştir.

Kuzeyde ve doğuda Istranca masifi çeşitli metamorfiklerden (gnays, granit, mikaşist, kuvarsit, granodiorit) oluşmuştur. Jeosenklinal sahanın güney kısımlarını kaplar. Metamorfikler üzerine tranşresif olarak eosene ait resifal kireçtaşları yer alır. Eosen kireçtaşları üzerinde oligor miosen ait kilttaşları, siltaşları yer almaktadır. Bütün üçüncü zaman boyunca deformasyonlara maruz kalmıştır. Kıvrımlar miosen devrinin sonuna doğrudur. Meriç Havzası'nın yamaçlarında

miosene ait siltaşı-kumtaşı ana tabakalı kiltaları yer almaktadır. Bu seri üzerinde ise, diskordan olarak pliosene ait (kil, silt, kum ve çakıl) örtü bulunur. Meriç Nehri'nin getirdiği genç alüvyon malzemesi geniş alanlar kaplar. Genç alüvyon Meriç Nehri'nin akışlarına uygun olarak devamlı yatak değistirmiş ve civar formasyonlarına uygun malzemeyi (kil, silt, kum) yer yer kalın ve geniş alanları kaplamıştır.

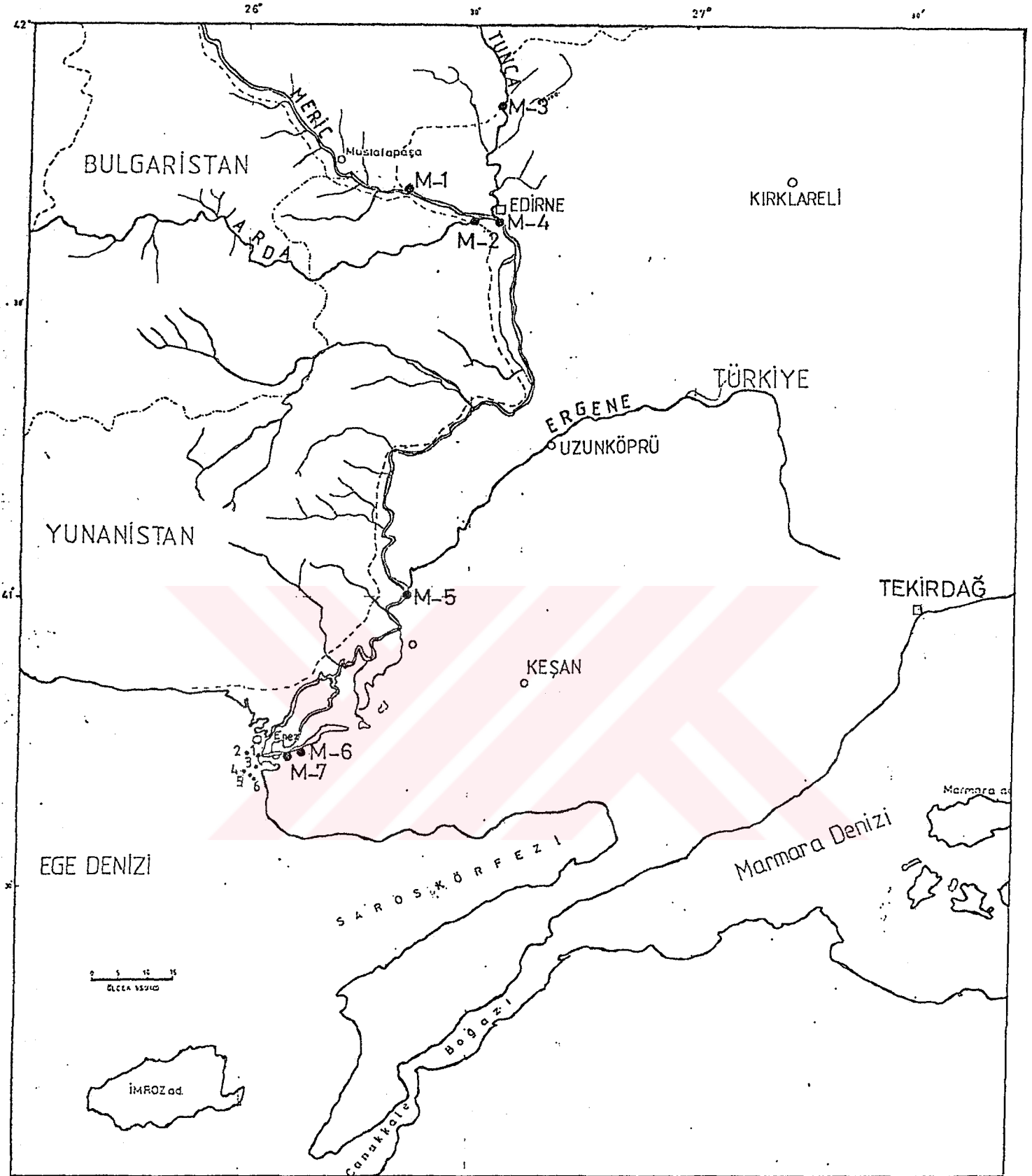


4.MATERYAL VE METOT

4.1. Örnek Noktalarının Belirlenmesi

Çalışma bölgesini oluşturan Meriç Nehri Bulgaristan'dan doğmakta Türkiye sınırları içinde Bulgaristan'dan gelen kolu Tunca, Yunanistan'dan gelen kolu Arda'yı da aldıktan sonra Türkiye-Yunanistan sınırını çizerek Türkiye topraklarından Ergene'yi de aldıktan sonra Ege Denizi'ne dökülmektedir. Çalışmanın amacına yönelik olarak nehrin su kalitesini, nerelerde nasıl değişiyor ve hangi ülkede ne kadar kirlendiğini görmek içinde Meriç, Arda ve Tunca'nın sınırlarımıza katıldığı noktalardan örnek alınmıştır. Ayrıca Meriç Nehri'nin Ege Denizi'nde nasıl ve nerelere kadar etkilediğini görmek içinde nehir ağzından denize doğru istasyonlarda da çalışılmıştır.

Nehrin Bulgaristan topraklarından Türkiye topraklarına ilk girdiği yer olan Kapıkule sınırında ilk örnekleme noktası (M-1), Yunanistan'dan gelen Arda Nehri'nin Türkiye topraklarına girdiği eski demiryolu köprüsü (M-2) numaralı örnekleme noktası olarak belirlenmiştir. Su Akacağı mevkiinde Türkiye topraklarına katılan Tunca Nehri (M-3) numaralı, Meriç Nehri Arda ve Tunca'yı da aldıktan sonra Edirne çıkışında (M-4) numaralı örnekleme noktası olarak belirlenmiştir. Tamamı Türkiye topraklarında kalan Ergene Nehri Meriç'e döküldükten hemen sonra (M-5) numaralı, Gala gölünün Meriç ile birleştiği yerde (M-6) numaralı örnekleme noktası belirlenmiştir. Karadan denize doğru ulaşılabilen nokta ise (M-7) olarak belirlendi. Nehrin denize döküldüğü noktadan itibaren denizdeki 6 adet nokta çalışma noktası olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.1: Nehir üzerinde ve denizdeki örnekleme noktaları

4.2.örneklerin Alınması

4.2.1. Karadan Yapılan Çalışmalar

M-1 ve M-7 arasında nehir boyunca bulunan noktalardaki çalışmalar karadan araba ile yapılmıştır. Alınan örnekler daha sonra DSI laboratuvarına getirilerek ön işlemleri yapılmıştır. Mümkün olduğunca çabuk bir şekilde örnekleme işlemi yapıldıktan sonra örnekler Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Urla Laboratuvarına getirilmiştir.

4.2.2. Denizden Yapılan Çalışmalar

D-1,2,3,4,5,6 numaralı noktalardaki çalışmalar denizden yapılmıştır. 1,2,3 numaralı istasyonlar da gemiden zodyak ile gidilerek çalışılmıştır. 4,5,6 nolu istasyonlar ise K.Piri Reis Araştırma Gemisi ile gerçekleştirilmiştir. örnekler alındıktan sonra geminin laboratuvarında ön işlemi yapılmıştır.

4.2.3. Yerinde Yapılan ölçümler ve örneklerin Alınmasında Kullanılan Yöntemler

örnekleme noktasına gelindiğinde sıcaklık ve pH hemen kaydedilmiş, çözünmüş oksijeni tespit etmek için örnek alınmıştır. Çözünmüş oksijen için BOD şişesine alınan örneğe alkali ortamda Mn ilave edilerek ortamdaki oksijen çöktürülmüştür. 2 adet daha BOD şişesine BOD ve COD örneği için örnek alınmıştır.

örnekleme kaplarının hepsi önceden hazırlanmış ve etiketlenmiştir. Her noktadan 5 l lik polietilen kap dolusu su örneği daha sonra laboratuvarında süzülme üzere (nutrient, klorofil, askı yük için) alındı.

Metal analizi yapmak için her noktadan yaklaşık 4 l su örneği polietilen şişelere alındı. Koruyucu olarak 20 ml %v HNO₃ ilave edildi.

Pestisit için ise cam şişelere nehirdeki noktalardan 2.5 l, denizdeki noktalardan ise 5-10 l arasında örnek alınmıştır.

Poliaromatik hidrokarbonlar için cam şişeye alınan 1 l su örneğine 30 ml CCl_4 ilve edildi.

Radyoaktivite için polietilen kaplara alınan 10 l su örneğine koruyucu olarak 10 ml derişik HNO_3 ilave edildi.

Sediment örnekleri Van-Veen Grap ile alınmıştır. Örnekler mümkün olduğunca yüzey filmi halinde alınmıştır. Metal kirliliği için alınan örnekler polietilen torbalara, poliaromatik hidrokarbonlar ve pestisit için alınan örnekler alüminyum folyeye sarılarak daha sonra derin dondurucuya kaldırılmıştır.

Meriç boyunca nehir üzerindeki örnekleme işlemi nehrin uzun olması nedeniyle ancak iki günde tamamlanmıştır. Arazi çalışması bitince aynı günün akşamı alınan örnekler Edirne DSİ laboratuvarına getirildi. Azot, fosfor, silis için alınan su örnekleri gözenek açıklığı 0.45 μm (Whatman) membran filtreden süzülerek daha sonra analizi yapılmak üzere derin dondurucuda donduruldu. Klorofil için alınan su örneği (GF/C Whatman) filtreden süzüldü. Filtre klorofil tüplerine alınıp daha sonra analizi yapılmak üzere derin dondurucu da dondurulmuştur.

Çözünmüş oksijen için alınan örneklerin $Na_2S_2O_3$ ile titrasyonu yapıldı. BOD şişesine alınan su örneğinin bir tanesi 5 gün sonraki oksijeni tespit edilmek üzere $20^\circ C$ ye ayarlı inkübatöre koyuldu. Diğer BOD şişesindeki örnekten ise % 40 seyrelmeli BOD örneği hazırlandı, COD için örnek alındı. COD için alınan örneklere $K_2Cr_2O_7$ ve Ag_2SO_4 lı H_2SO_4 ilave edilip 2 saatlik geri soğutucu altında kaynatma işlemi daha sonra yapılmak üzere buzdolabına kaldırılmıştır.

Laboratuarda ayrıca örneklerin türbidite ve iletkenlikleri de ölçülmüştür. Örneklerin klorür miktarları $AgNO_3$ titrasyonu ile arjantometrik olarak tayin edildi.

Tüm bu işlemler ikinci gün aynen önce arazi çalışması daha sonra laboratuvarda süzme ve yerleştirme işlemleri yapıldıktan sonra örnekler Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Urla laboratuvarına getirildi. Östarin bölgesi noktalarındaki örneklerin alınması, süzülmesi ve her bir analiz için ayrı ayrı koruyucularının konulması gibi ön işlemler K.Piri Reis Araştırma Gemisi'nin laboratuvarında yapılmıştır. Kalan analizlerin hepsi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Urla Laboratuvarında yapılmıştır. Radyoaktivite örnekleri ise hazırlandıktan sonra Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nde ölçülmüştür.



4.3. Kullanılan Yöntemler

4.3.1. Besin elementlerinin Analizi

Amonyum tayini

Fenol-hipoklorit yöntemi ile yapılmıştır. Alkali sitrat ortamında amonyak sodyum hipoklorit ve fenol ile sodyumnitrosoprussiyatın katalitik etkisi altında mavi renkli indofenol oluşturmaktadır. Oluşan bu mavi rengin şiddeti spektrofotometrede 640 nm de ölçüldü.

(A Practical Handbook of Sea Water Analysis, s:87-89)

Nitrit Tayini

Asidik şartlar altında nitrit iyonu sülfanilik asidin amino grubuyla reaksiyona girerek N-(1-naftil) etilen di amin dihidroklorür ile koyu pembe renkli diazonyum tuzu oluşturulmaktadır. Oluşan renk yoğunluğu spektrofotometrede 520 nm de ölçüldü.

(Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater, 14. Baskı)

Nitrat Tayini

Nitratın asidik şartlar altında Brucine ile sarı renkli kompleks oluşturması esasına dayanmaktadır.

(Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 14. Baskı. s.427)

T.PO₄ Tayini

Total fosfat çözünmüş ve partikül halindeki organik ve inorganik tüm ortofosfatları ve kondense (meta, piro, poli) fosfatları içerir. (persülfat) Parçalama ile C-P ve C-O-P bağları parçalanır ve fosforu çözünen orto fosfat halinde açığa çıkarmak üzere çözünür hale getirilir.

(Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater, 15. Baskı. s.415)

o.PO₄ Tayini

Fosfat iyonu amonyum molibdat ile asit şartlarda amonyum fosfo molibdat kompleksini oluşturur. Kalay klorür ilavesi ile elde edilen mavi rengin şiddeti spektrofotometrede 690 nm de ölçüldü.

(Standart methods for the examination of water and waste water, 15. Baskı, s.417-419)

Silis Tayini

Metol sülfid indirgeme yöntemi ile silikomolibdat kompleksinin oluşturulması esasına dayanmaktadır. Optik yoğunluklar 650 nm de ölçüldü.

(A practical handbook of seawater analysis, s.65-70)

4.3.2. Metal Kirliliği ile İlgili AnalizlerSu örnekleri

örneklere Chelex-100 ile ön deriştirme işlemi uygulandı. Reçineden nitrik asit ile eluate (geri kazanılan) edilen metal konsantrasyonları atomik absorpsiyon spektrofotometresinde saptandı.

Hg

Kalay klorür ilavesi ile inorganik civa metalik civaya indirgenir. Soğuk buhar tekniği ile A.A.S'de civa analizi yapıldı.

Deteksiyon limiti= 0,2 ng.

Cd

Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde grafit atomizasyon yöntemi ile yapıldı. Deteksiyon limiti= 1 µg/l.

Sediment örnekleri

50° C de kurutulmuş sediment örneği teflon kaplarda der. HNO₃ ile çözülür. A.A.S de analizi yapıldı.

(Marine Pollution Bulletin, Volume 17, No:8, s.383-385, 1986)

4.3.3. Organik Kirlilik

BOD

Organik maddenin doğadaki şartlara benzer şartlar altında ortamda yaşayan mikroorganizmalar tarafından besin maddesi olarak tüketilmesi sırasında harcanan oksijen miktarının ölçülmesidir.

(Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater, 15. Baskı, s.483-489)

COD

Tüm organik maddelerin kuvvetli oksitleyicilerle asit ortamında kimyasal yoldan ölçülmesidir. Oksidasyon ortamında karbonlu organik maddeler CO_2 ve H_2O , azotlu organik maddeler ise NH_3 ' e dönüşürler.

(Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater, 15. Baskı s.489-493)

Metilen mavisi aktif maddeler

Metilen mavisinin anyonik deterjanlarla reaksiyonu sonucu oluşan mavi renkli tuz kloroformda çözülüp oluşan mavi rengin şiddeti 652 nm'de spektrofotometrede ölçüldü.

(Impact De la Pollution Sur Les Ecosystemes Méditerranéens Cotiers)

Poliaromatik hidrokarbonlar

Suda

Suda çözünmüş/dağılmış poliaromatik hidrokarbonların CCl_4 ile ekstraksiyonu yapılır. Ekstrakt buharlaştırılıp kalıntı hegzan ile çözülüp spektrofotometrede ölçümü yapıldı.

(IOC:Manual For Monitoring Oil and Dissolved/Dispersed Petroleum Hydrocarbons in Marine Waters and on Beaches, Unesco, 1982)

Sedimentte

20-30 g yaş sediment örneği soksalette 1/1 oranında metanol-

benzen karışımı ile ekstraksiyonu yapıldı. Ekstrakt buharlaştırılıp, kalıntı hegzan ile çözülüp florimetrede ölçümü yapıldı.

(UNEP/IOC:Determanition of Petroleum hydrocarbons in sediments. Ref. Meth. for Marine Poll. Studies. NO:20.)

4.3.4. Radyoaktif Kirlilik

Asit ile korunmuş radyoaktivite örnekleri gözenek çapı 0.45 µm olan membran filtreden süzölmüştür. Süzöntü ise 50-60 °C da son hacmi yaklaşık 500 ml olana kadar buharlaştırılmıştır. Daha sonra Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nde ölçümleri yapılmıştır.

4.3.5. Diğer Analizler

Klorofil

Su örneği (Whatman GF/C) cam filtreden süzöldü. Filtratın aseton ile ekstraksiyonu yapıldı. Spektrofotometrede üç farklı dalga boyunda (665-645-630,750 nm'de) okuma yapıldı. Şu formüle göre hesaplandı.

$$C=11,6 \times E_{665} - 1,31 \times E_{645} - 0,14 \times E_{630}$$

(A practical handbook of seawater analysis, S:193-194)

Sülfat

BaCl₂ ilavesi ile SO₄ az çözünen BaSO₄ halinde çöktüröldü. Gravimetrik olarak analizi yapıldı.

(Standart methods for the examination of water and waste water, 15.baskı)

Ca ,Mg : E.D.T.A titrasyonu ile yapıldı.

(Standart methods for the examination of water and waste water, 15. baskı, S:185-186, 213)

Na⁺ , K⁺

Atomik absorbsiyon spektrofotometresinde alevli olarak analizi yapılmıştır.



VERILER

Tablo 5.1: Bahar dönemine ait örneklemeler sırasında meteorolojik koşullar

IST.NO	AÇIKLAMA	TARİH	SAAT	HAVA DURUMU
M-1	KAPIKULE (Meriç neh)	12.04.1989	10.20	AÇIK
M-2	ARDA NEHRİ	12.04.1989	11.30	AÇIK
M-3	TUNCA NEHRİ	12.04.1989	14.45	AÇIK
M-4	EDİRNEÇIKISI (MERİÇ)	12.04.1989	12.15	AÇIK
M-5	ERGENE DÖKÜL.SONRA	13.04.1989	12.30	AÇIK
M-6	GALA GÖLÜ	13.04.1989	16.25	AÇIK
M-7	DENİZE DÖKÜLMEDEN	13.04.1989	17.00	AÇIK

IST.NO	ENLEM	BOYLAM	TARİH	SAAT	BAROMETRİK BASINÇ
D-1	40°44'07"N	26°02'02"E	5.04.1989	11.25	1013
D-2	40°43'09"N	26°01'01"E	5.04.1989		1013
D-3	40°43'N	26°02'08"E	5.04.1989		1013
D-4	40°42'06"N	26°00'08"E	5.04.1989		1013
D-5	40°42'02"N	26°01'05"E	5.04.1989		1013
D-6	40°41'07"N	26°02'E	5.04.1989	14.33	1013

(Denizde yapılan örneklemelerde, rüzgar güney batıdan ve 6 m/s hızda, hava kısmen kapalı, görüş mesafesi 4000 m deniz orta dalgalı ve dalga yüksekliği 2-4 ft'dir.)

Tablo 5.2: Bahar dönemine ait birincil parametreler

İST.NO	SICAKLIK (° C)	Ç. OKSİJEN (mg/l)	pH (S.U)	TURBİDİTE (N.T.U)	CON.(25°) (mmho/cm)	KLORÜR (g/l)	ASKI.YÜK (mg/l)	TOPLAM KATIMADDE (g/l)
M-1	14	5.71	7.96	97	0.699	0.05	19.6	0.49
M-2	11	10.04	8.60	25	0.932	0.03	12.4	0.33
M-3	18	12.90	9.17	25	0.338	0.09	30.5	0.80
M-4	16	7.58	8.10	50	0.625	0.04	14.2	0.62
M-5	14	8.37	8.42	50	0.632	0.05	26.4	0.49
M-6	13	7.58	8.61	78	1.90	0.41	55.2	1.78
M-7	14	8.86	8.78	40	2.15	0.50	22.7	1.43
D-1	17.3	10.30	3.0	22	3.28	1.1	14.9	2.14
D-2	15	9.04	8.35	9	31.48	10.9	17.6	21.95
D-3	15	8.37	8.30	6	50.62	17.7	21.9	42.58
D-4	14.5	8.53	8.40	4	51.69	18.9	23.2	45.24
D-5	15	8.53	8.36	4	50.64	18.8	21.8	42.63
D-6	14.5	8.63	8.42	3	51.8	19.4	20.8	41.69

Tablo 5.3: Bahar dönemine ait azot, fosfor, silis ve klorofil değerleri

İST.NO	NH ₄ -N (µg-at/l)	NO ₂ -N (µg-at/l)	NO ₃ -N (µg-at/l)	T.AZOT. ANORGANİK (µg-at/l)	T.PO ₄ -P (µg-at/l)	o.PO ₄ -P (µg-at/l)	Si (µg-at/l)	Kloro- fil-a (mg/m ³)
M-1	105	8.0	11	124	33	20	2476	17
M-2	3.3	0.61	9.3	13.2	3.5	1.6	1693	1.74
M-3	5.5	1.6	8.6	15.7	33	12	259	90
M-4	26	5.1	24	55	48	32	1597	18
M-5	11	5.3	5.3	21.6	13	11	1501	32
M-6	2.2	N.D	N.D	2.2	3.1	0.65	157	22
M-7	3.9	2.0	10	16	15	7.7	1274	25
D-1	0.5	1.8	4.9	7.2	2.6	2.4	481	34
D-2	1.3	1.3	2.4	5.0	5.4	2.6	721	10
D-3	0.06	0.09	N.D	0.15	0.5	0.15	107	2.38
D-4	0.50	N.D	N.D	0.50	1.6	0.18	52	1.78
D-5	0.23	N.D	N.D	0.23	1.8	0.16	81	0.94
D-6	0.34	N.D	N.D	0.34	1.5	0.24	75	1.47

Tablo 5.4: Bahar dönemine ait BOD, COD, MBAS ve PAH değerleri

IST.NO	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	MBAS (mg/l)	PAH (µg/l)	SEDİMENT PAH (µg/g)
M-1	6	76	0.07	21	0.27
M-2	1	15	0.04	2.7	0.27
M-3	7	34	0.07	4.3	0.28
M-4	5	12	0.09	42	1.23
M-5	4	17	0.08	7.1	0.26
M-6	5	44	0.05	2.4	
M-7	3	38	0.06	2.5	0.43
D-1			0.06	1.2	
D-2			0.03		
D-3			0.02		
D-4			0.007		
D-5			0.02		0.40
D-6			0.02		0.30

Tablo 5.5: Bahar dönemindeki su, askı yük ve sediment örneklerine ait Hg ve Cd değerleri

İST.NO	S U (ng/l)		ASKI YÜK (µg/g)		SEDİMENT (µg/g)	
	Hg	Cd	Hg	Cd	Hg	Cd
M-1	50	6	0.68	2.0	0.10	0.04
M-2	20	9	1.7		0.03	0.14
M-3	7	22	1.1	2.3	0.14	0.23
M-4	20	25	0.73	11		0.16
M-5	10	6	0.39	1.5	0.01	0.21
M-6	20	16		0.54		
M-7	20	8	0.54	1.3	0.23	0.25
D-1	30	27				
D-2	30	9	1.8	2.2		
D-3	40	42	1.9	0.90		
D-4					0.39	0.14
D-5					0.22	0.07
D-6					0.33	0.12

Tablo 5.6: Yaz dönemine ait örneklemeler sırasında meteorolojik koşullar

İST.NO	AÇIKLAMA	TARİH	SAAT	HAVA DURUMU
M-1	KAPIKULE (Meriç neh)	23.08.1989	11.25	AÇIK
M-2	ARDA NEHRİ	23.08.1989	12.15	AÇIK
M-3	TUNCA NEHRİ	23.08.1989	14.45	AÇIK
M-4	EDİRNEÇIKIŞI (MERİÇ)	23.08.1989	16.00	AÇIK
M-5	ERGENE DÖKÜL.SONRA	24.08.1989	12.00	AÇIK
M-6	GALA GÖLÜ	24.08.1989	15.30	AÇIK
M-7	DENİZE DÖKÜLMEDEN	24.08.1989	16.00	AÇIK

İST.NO	ENLEM	BOYLAM	TARİH	SAAT	BAROMETRİK BASINÇ
D-1	40°44'07"N	26°02'02"E	27.7.1989	08.35	1010
D-2	40°43'09"N	26°01'01 E	27.7.1989		1010
D-3	40°43'N	26°02'08 E	27.7.1989		1010
D-4	40°42'06"N	26°00'08 E	27.7.1989		1010
D-5	40°42'02"N	26°01'05 E	27.7.1989		1010
D-6	40°41'07"N	26°02'E	27.7.1989	10.02	1010

(Denizde yapılan örneklemelerde, rüzgar kuzey doğudan ve 4 m/sn hızda, hava bulutlu, görüş mesafesi 7000 m, deniz ise hafif dalgalı ve dalga yüksekliği 2 ft' dir.)

Tablo 5.7: Yaz döneminde ait birincil parametreler

İST.NO	SICAKLIK (° C)	Ş. OKSİJEN (mg/l)	pH (S.U)	TURBİDİTE (N.T.U)	CON. (25°) (mmho/cm)	KLORÜR (g/l)	ASKI. YÜK (mg/l)	TOPLAM KATIMADDE (g/l)
M-1	24	8.49	8.30	50	0.685	0.03	52.5	0.58
M-2	21	8.49	8.24	70	0.294	0.02	11.5	0.26
M-3	28	17.50	9.60	70	0.587	0.06	28.9	0.98
M-4	27	13.30	9.20	50	0.832	0.03	39.4	0.71
M-5	25	7.78	8.50	80	0.587	0.03	36.8	0.61
M-6	25	6.06	7.30	65	3.72	0.51	42.1	2.87
M-7	26	13.90	8.56	30	10.77	2.0	36.8	9.26
D-1	24	3.68	8.18	18	25.18	7.6	21.0	23.06
D-2	23	7.08	8.27	4	38.19	18	4.0	50.31
D-3	23	6.85	8.25	4	38.66	20.7	13.0	44.60
D-4	23.5	7.10	8.27	5		18.2	9.5	45.82
D-5	23	7.19	8.27	3		19.9	3.0	47.20
D-6	23.5	7.16	8.27	3		18.6	5.2	49.80

Tablo 5.8: Yaz dönemine ait azot, fosfor, silis ve klorofil değerleri

İST.NO	NH ₄ -N (µg-at/l)	NO ₂ -N (µg-at/l)	NO ₃ -N (µg-at/l)	T.AZOT ANORGANİK (µg-at/l)	T.PO ₄ -P (µg-at/l)	o.PO ₄ -P (µg-at/l)	Si (µg-at/l)	Kloro- fil-a (mg/m ³)
M-1	0.29	1.8	21	23	37	4.9	990	96
M-2	0.29	N.D	5.8	6.1	2.5	0.86	812	2.0
M-3	1.6	0.74	9.5	11.8	15	9.2	876	106
M-4	1.8	1.1	3.3	6.2	16	5.2	137	183
M-5	50	2.8	8.5	61	21	20	1584	109
M-6	3.4	N.D	1.9	5.3	1.4	0.91	1317	53
M-7	2.9	9.2	6.5	19	6.7	5.1	968	237
D-1	5.4	0.59	3.0	9.0	9.8	5.5	349	11
D-2	0.91	0.16	0.91	2.0	5.5	0.63	23	1.36
D-3	1.3	0.1	1.1	2.5	4.0	0.25	2.8	1.25
D-4	0.57	0.01	0.86	1.4	2.1	0.34	15	0.47
D-5	1.2	0.07	4.2	5.4	4.8	0.18	N.D	0.19
D-6	0.8	N.D	1.3	2.1	2.3	0.09	N.D	0.30

Tablo 5.9: Yaz dönemine ait BOD, COD, MBAS ve PAH değerler

İST.NO	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	MBAS (mg/l)	PAH (µg/l)	SEDİMENT PAH (µg/g)
M-1	8	19	0.122	7.8	0.19
M-2	2	10	0.07	2.1	0.19
M-3	16	38	0.139	0.54	0.17
M-4	13	29	0.172	2.5	0.25
M-5	7	21	0.09	2.2	0.20
M-6	6	59	0.139	6.2	
M-7	14	53	0.153	4.4	0.30
D-1			0.009	0.81	
D-2			0.037	1.4	
D-3			0.084	1.9	
D-4			0.035		0.17
D-5			0.009		0.29
D-6			0.023		0.42

Tablo 5.10: Yaz dönemindeki su, askı yük ve sediment örneklerine ait Hg ve Cd değerleri

İST.NO	S U (ng/l)		ASKI YÜK (µg/g)		SEDİMENT (µg/g)	
	Hg	Cd	Hg	Cd	Hg	Cd
M-1	30	7	17	9.1	0.04	0.15
M-2	20	11	15	36	0.03	0.14
M-3	10	31	4.3	14	0.05	0.17
M-4	20	17	2.1	5.5	0.04	0.29
M-5	20	38	4.6	9.0	0.05	0.19
M-6	20	32	2.5	7.0		
M-7	20	45	2.8	1.6	0.12	0.24
D-1	10	48	0.99	4.7		
D-2	20			20		
D-3	30	38		8.4		
D-4					0.31	0.19
D-5					0.68	0.16
D-6					0.36	0.12

Tablo 5.11: Bahar dönemine ait kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum ve sülfat değerleri

IST.NO	Ca ⁺² (mg/l)	Mg ⁺² (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	SO ₄ ⁼ (g/l)
M-1	74	22	44	6.2	0.14
M-2	34	13	16	2.7	0.04
M-3	90	40	84	7.8	0.10
M-4	70	21	44	6.2	0.12
M-5	60	24	52	5.5	0.07
M-6					
M-7	90	17	61	6.8	0.09

Tablo 5.12: Yaz dönemine ait kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum ve sülfat değerleri

IST.NO	Ca ⁺² (mg/l)	Mg ⁺² (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	SO ₄ ⁼ (g/l)
M-1	61	37	72	7	0.18
M-2	28	12	14	3	0.03
M-3	40	50	85	9	0.08
M-4	44	22	103	5	0.08
M-5	48	20	25	4	0.09
M-6	63	47	4468	7	0.41
M-7	202	486	1300	47	0.11

Tablo 5.13: Meriç Nehri üzerinde ve kollarında ölçülen radyoaktivite değerleri

İST.NO	^{235}U (Bq/l)	^{137}Cs (Bq/l)	^{203}Tl (Bq/l)	^{214}Bi (Bq/l)	^{40}K (Bq/l)
M-1 (BAHAR)	0.16±0.06	0.24±0.05	0.10±0.02	0.40±0.02	9.27±1.39
M-1 (YAZ)	0.24±0.08	0.30±0.07	0.23±0.04	1.04±0.41	51.07±7.64
M-2 (YAZ)	0.24±0.09	0.29±0.07	0.25±0.04	0.96±0.38	50.79±7.60
M-3 (YAZ)	0.28±0.10	0.30±0.07	0.27±0.04	1.03±0.41	54.87±8.21
M-7 (BAHAR)	0.29±0.10	0.35±0.08	0.27±0.04	0.96±0.38	55.72±8.35

5. ARASTIRMA BULGULARI VE DEGERLENDIRME

Meriç nehri üzerinde ve denize döküldüğü noktada yapılan çalışmalar bahar ve yaz olmak üzere iki dönem halinde gerçekleştirilmiştir. Bu iki dönemde de yapılan çalışmalarda bulunan değerlerin hepsi Tablo 5.1 ile 5.13 de verilmiştir.

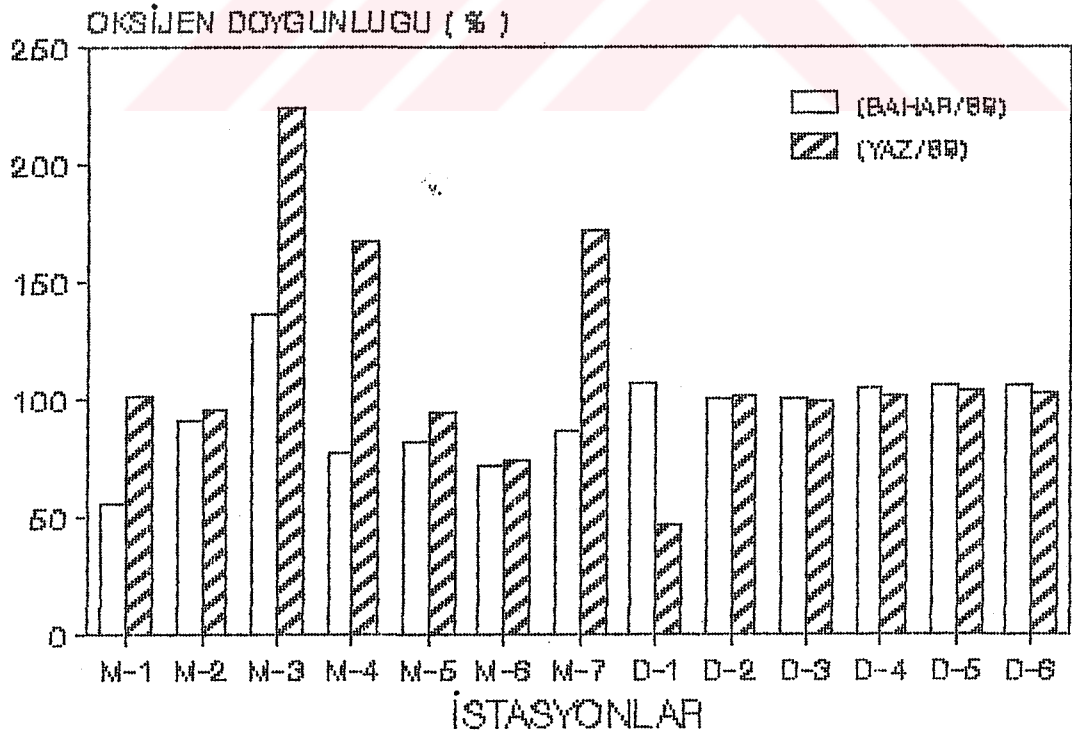
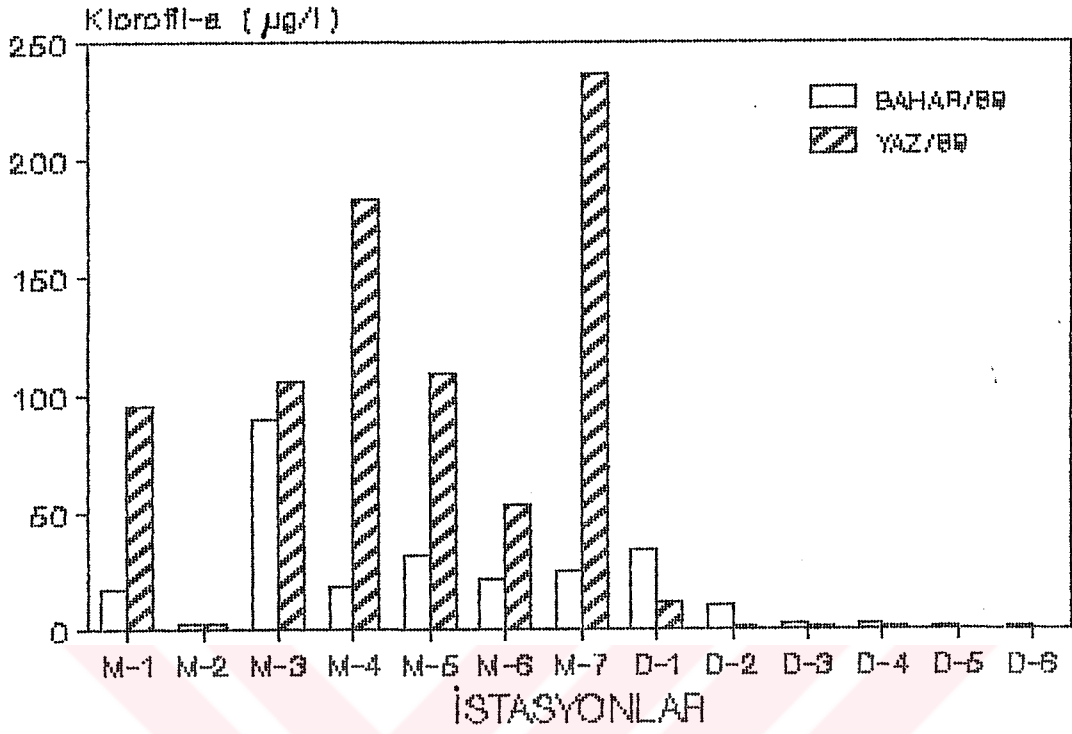
Bahar döneminde nehir ve kollarındaki su sıcaklığı 11-18°C iken östarin noktalarında 14.5-17.3°C arasındadır. Yaz döneminde ise nehir ve kollarındaki su sıcaklığı 21-28°C iken, denizdeki noktalarda 23-24°C dir. Nehir ve kollarında 7°C lik sıcaklık farkına rağmen bu durum denizdeki noktalarda 3°C yi geçmez.

Bahar dönemindeki oksijen doygunluk değerleri incelendiğinde en yüksek değer M-3 (Tunca Nehri) nolu noktada görülür (% 137). Oksijenin; denizdeki istasyonlarda doygunluk değerinin altında (% 56-91) olduğunu görürüz. Oksijen doygunluğunun yanısıra en yüksek pH (9.20) ve en yüksek klorofil-a değerinin yine M-3 numaralı istasyonda olduğu görülmektedir. (Şekil 5.1 ve 5.2)

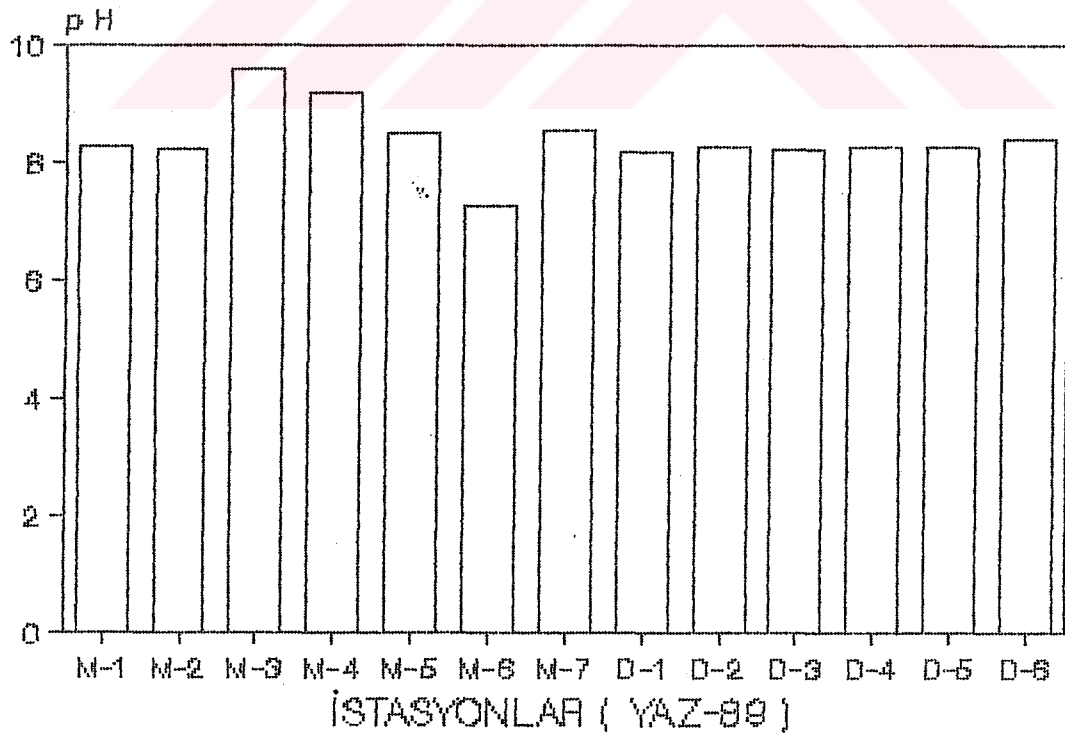
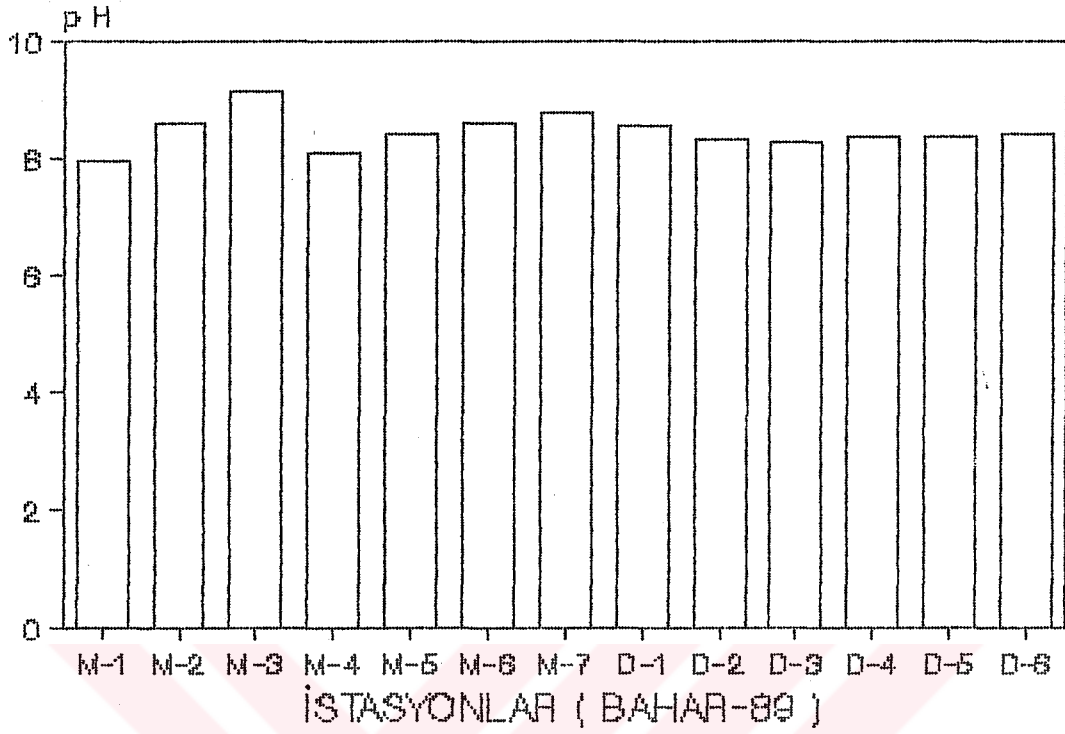
Yaz döneminde yapılan çalışmalara bakarsak doygunluk değerini geçen oksijen değerlerine M-3 (% 224), M-4 (% 167), M-7 (% 172) numaralı istasyonlarda rastlarız. Bu noktalardaki pH ve klorofil-a değerleri de diğer noktalardaki değerlere göre yüksektir.

M-7 numaralı istasyonda yüksek oksijen doygunluğu ve klorofil değerlerine rağmen, pH değerinin diğer istasyonlardaki gibi çok yüksek olmadığını görürüz. Bu noktada deniz suyunun etkisi görülür ve deniz suyunun $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ sistemi ile tamponlanmış olmasından dolayı pH çok az değişir. Oksijen, pH, ve Klorofil-a'nın birbiri ile olan ilişkisini fotosentetik aktivite ile açıklayabiliriz.

Veryüzünde yaşamın temel reaksiyonu olan fotosentez reaksiyonu

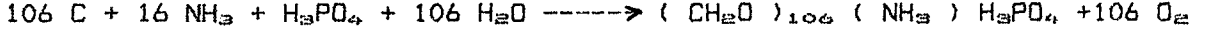


Şekil 5.4 : Bahar ve yaz döneminde Klorofil-a ve oksijen değerlerinin istasyonlara göre değişimi



Sekil 5.2 : Bahar ve yaz döneminde pH'ın istasyonlara göre değişimi

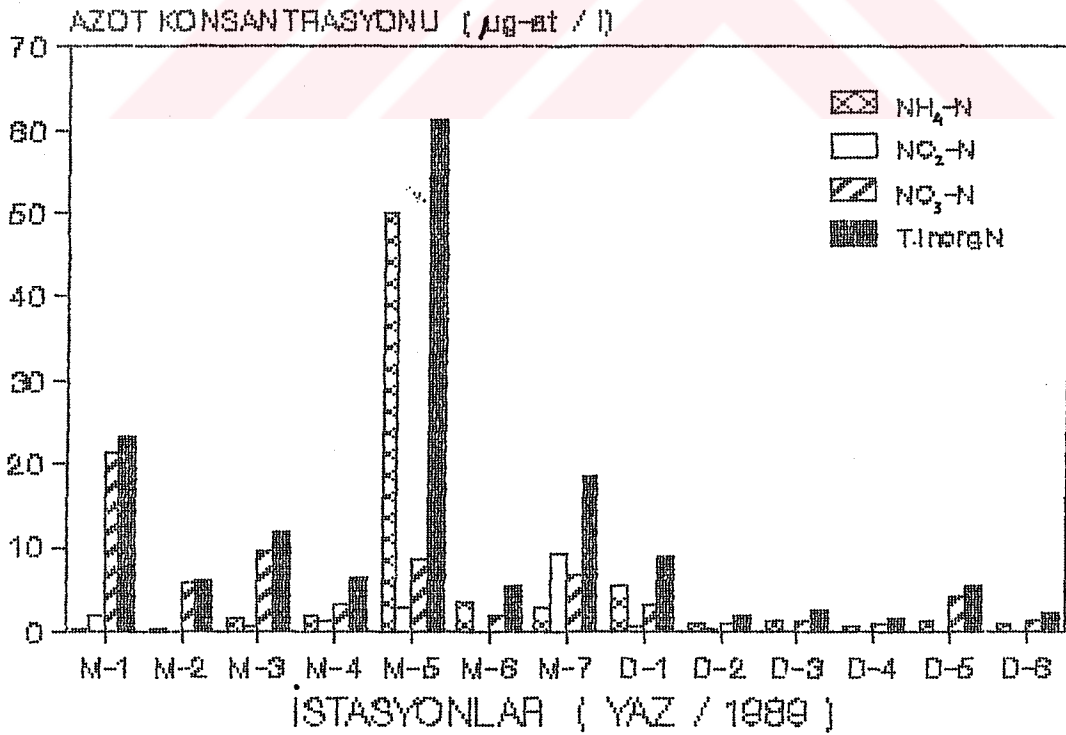
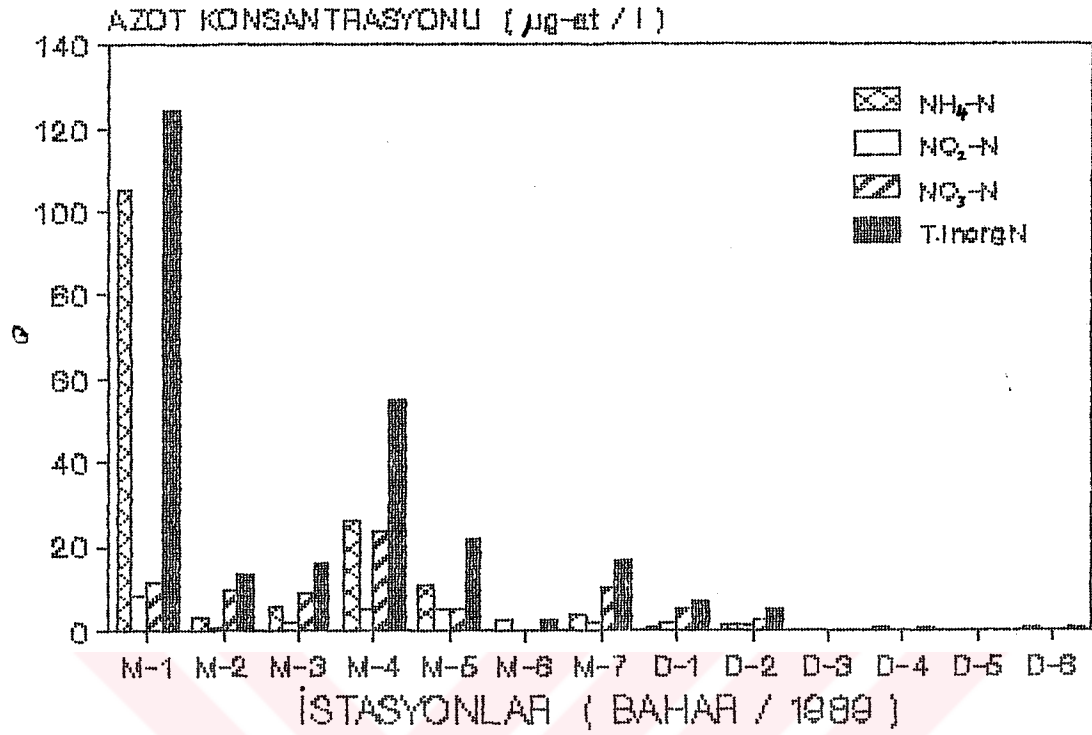
sonucu su içinde çözülmüş olan nutrientler aşağıdaki reaksiyona göre klorofil içeren bitkiler tarafından temel organik maddeye (glükoz) dönüşür.



Bu reaksiyon sonucu ortamdaki nutrientler C, N ve P; C:106, N:16, P:1 oranlarında klorofilli bitkilerce alınır. 16 N atomuna ve 1 P atomuna karşılık 106 mol O_2 oluşur ve ortamın çözülmüş oksijen konsantrasyonu doygunluk değerinin üstüne çıkar. N ve P atomları ile aynı anda ortamdaki anorganik karbon kaynağı olan CO_2 de klorofilli bitkilerce organik karbone çevrilir. Ortamdan CO_2 tüketilmesi sonucu ortamdaki CO_2 azalır ve pH artar.

Bahar döneminde yapılan çalışmalarda en yüksek T.I.N. (Toplam Anorganik Azot) konsantrasyonunun M-1 (124 $\mu g-at/l$) numaralı istasyonda bulunduğunu ve etkin olan azot formunun amonyum olduğunu görürüz. Bu bilgi "bu istasyona çok yakın yerleşim bölgesi var mı?" sorusunu aklımıza getiriyor. Bu istasyon Meriç Nehri'nin sınırlarımıza ilk katıldığı bölgededir ve hemen öncesi Kapıkule Gümrüğü ve Bulgaristan sınırındır. T.I.N. konsantrasyonu sınırlarımıza girdiği noktadan itibaren denize doğru gittikçe azalmaktadır.

Yaz dönemine baktığımızda, maksimum değer bu sefer M-5 no'lu istasyonda bulunduğunu ve etkin azot formunun amonyum olduğunu görürüz. Bu istasyon Ergene Nehri'nin Meriç Nehri'ne döküldüğü noktadan hemen sonradır. Nehir boyunca yapılan örnekleme işlemi ancak 2 günde tamamlanabildiğinden bu maksimum değer ya Ergene Nehri ile taşınmış olabilir ya da Meriç Nehri boyunca gelmiş olabilir. Yaz ve bahar döneminde istasyonlara göre toplam azot değerini ve etkin olan formlarının dağılımını Şekil 5.3'de görebiliriz.



Sekil 5.3 : Bahar ve yaz döneminde toplam anorganik azot, ve azot türlerinin istasyonlara göre değişimi

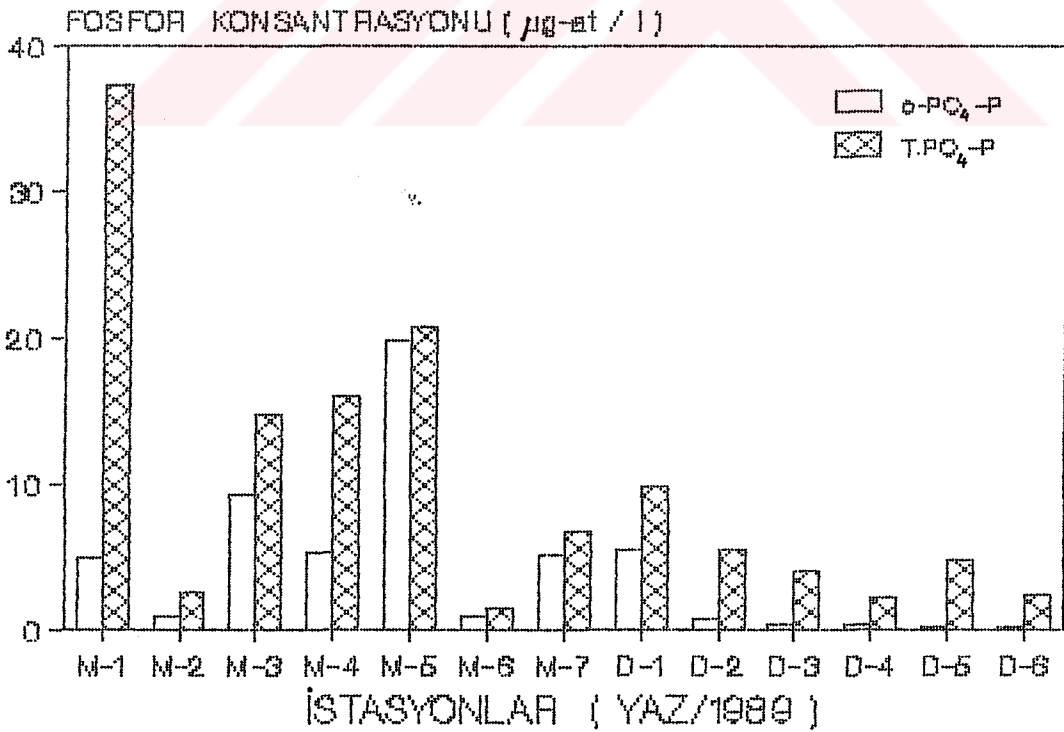
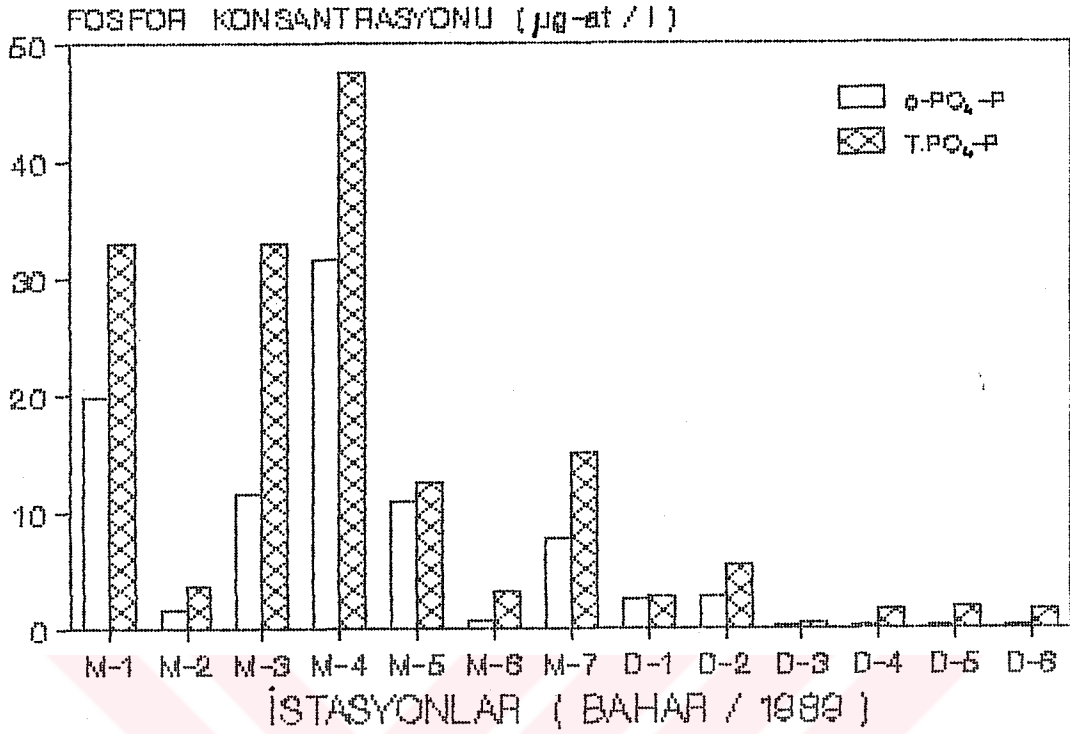
Total PO_4 değerlerine baktığımızda bahar döneminde en yüksek değere M-4 no'lu istasyonda, yaz döneminde ise M-1 nolu istasyonda rastlarız (Şekil 5.4). Bahar döneminde M-3, yaz döneminde ise M-1 ve M-4 nolu istasyonlarda organik ve polifosfatlardan oluşan fosforun anorganik fosfora göre daha etkin olduğunu görürüz. Bu sonuç buraların yerleşim bölgelerine yakın olmasından kaynaklanabilir. Nitekim denizdeki istasyonlarda ise her iki dönemde de organik fosforun anorganik fosfora göre daha etkin olduğunu görüyoruz. Nehrin döküldüğü bölgede Enez yerleşim bölgesi bulunmaktadır.

Nehir boyunca her iki dönemdeki azot ve fosfor konsantrasyonlarına baktığımızda yüksek değerlerin bahar aylarında olmasına rağmen maksimum klorofil değerlerinin yaz döneminde olduğunu görürüz. Denizdeki noktalarda ise yazın yüksek azot ve fosfor değerlerine rağmen klorofil - a değerlerinin düşük olduğunu görürüz.

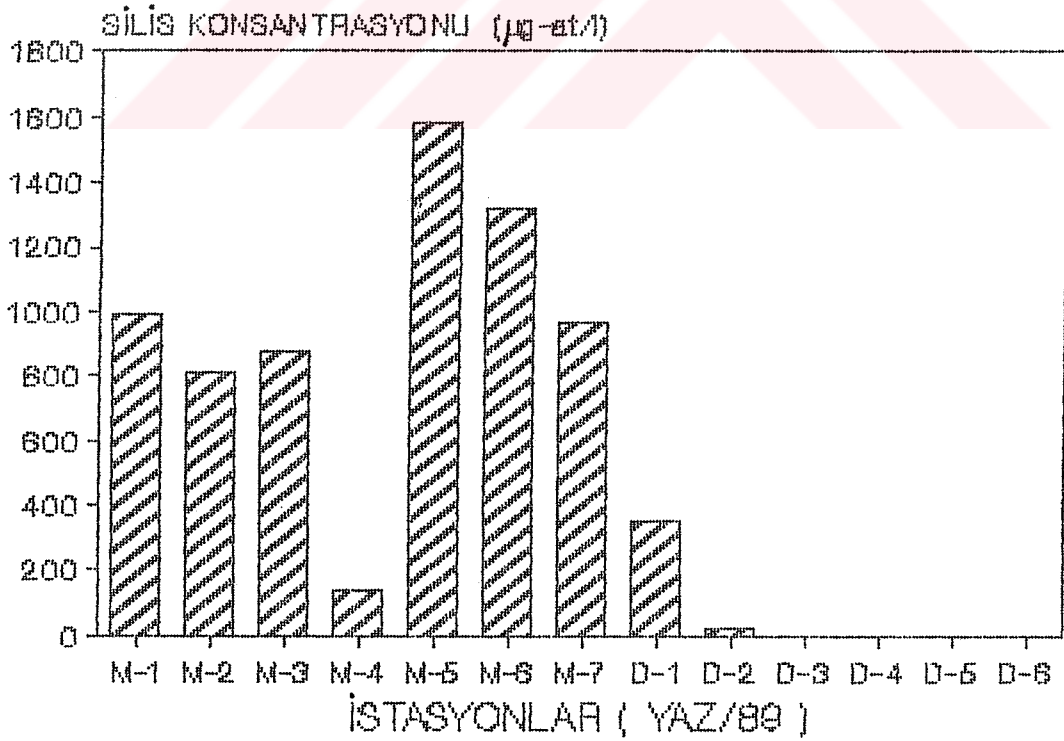
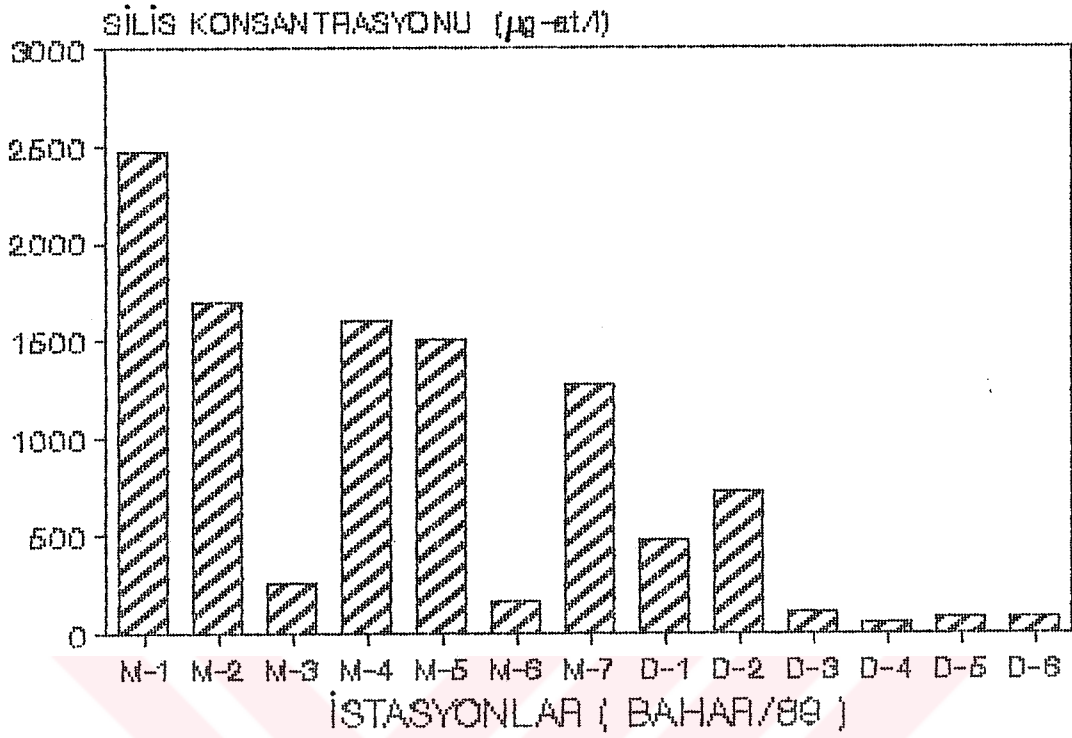
Bu ters ilişki fitoplanktonların nutrient alım kinetiğinden kaynaklanmaktadır. Anorganik N/P oranı denizde bahar aylarında düşük, yaz aylarında ise yüksektir. Bu oran bize alg büyümesinde bahar aylarında azotun, yaz aylarında fosforun limitleyici olduğunu göstermektedir.

Yaz döneminde nehrin üzerindeki maksimum klorofil değerlerinin gözleendiği istasyonlardaki etkin azot formu nitrattır. Birincil üretkenlik ile ilişkili olarak fotosentez reaksiyonuna göre öncelikle amonyak azot kaynağı olarak kullanılır ve amonyak biyolojik aktivitenin etkisi altındadır. Aynı zamanda nitrat ve nitritin yerine amonyak kullanımı termodinamik anlamda serbest enerjiden tasarruf sağlar.

Silisin istasyonlara göre dağılımına bakarsak (Şekil 5.5) nehirlerle denize taşındığını söyleyebiliriz. Yüksek değerler azot ve fosfor gibi bahar aylarındadır. Yaz aylarında ise nispeten düşük



Sekil 5.4 : Toplam ve orto fosfat konsantrasyonunun bahar ve yaz döneminde istasyonlara göre değişimi



Şekil 5.5 : Silis konsantrasyonunun bahar ve yaz döneminde istasyonlara göre değişimi

konsantrasyonlara rastlarız. Silis azot ve fosfor gibi canlı maddenin yapısına girmez. Ancak bazı fitoplantonik türlerin (diatoma, radiolaria) kabuk yapısını oluşturur. Yaz aylarında fotosentetik aktivite sonucu fitoplanktonların çoğalıp diatomların üremesi ile silis tüketilir.

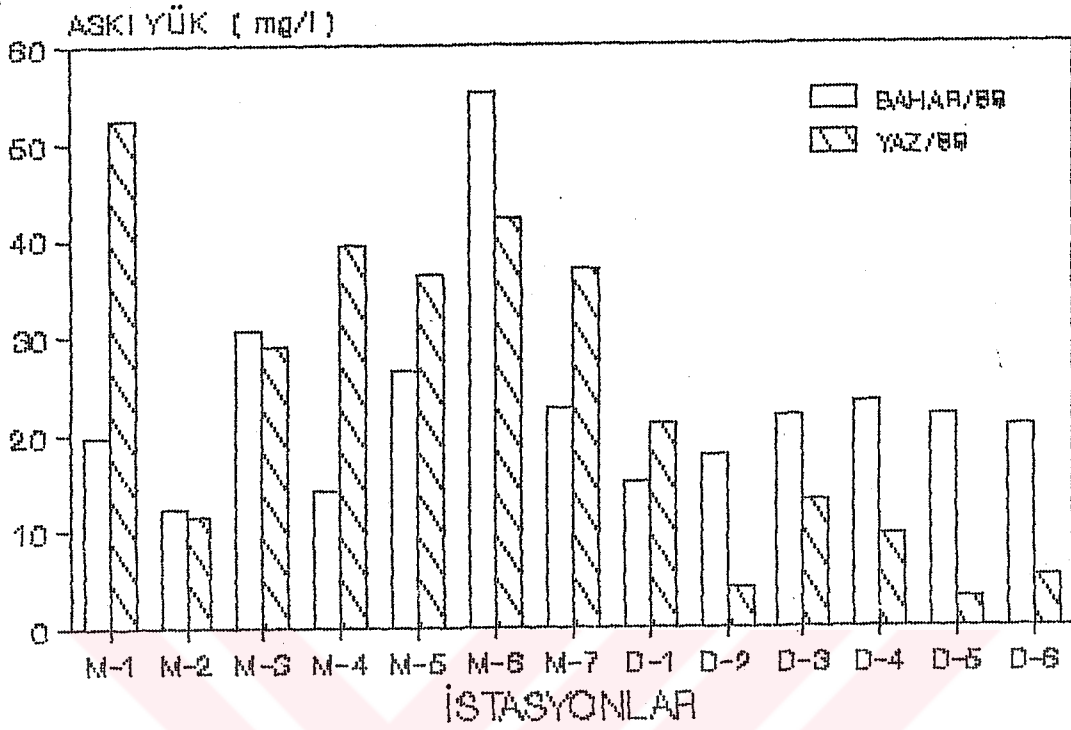
Silis konsantrasyonunda baharda maksimum değer M-1 nolu istasyonda gözlenirken yazın maksimum değer M-5 nolu istasyondadır. Silis azot ve fosfor gibi canlı maddenin yapısına girmez. Ancak bazı fitoplantonik türlerin (diatoma, radiolaria) kabuk yapısını oluşturur. Yaz aylarında fotosentetik aktivite sonucu fitoplanktonların çoğalıp diatomların üremesi ile silis tüketilir.

Östarin bölgesindeki noktalarda, bahar dönemindeki yüksek silis konsantrasyonlarına karşılık yaz döneminde çok düşük olduğunu görürüz.

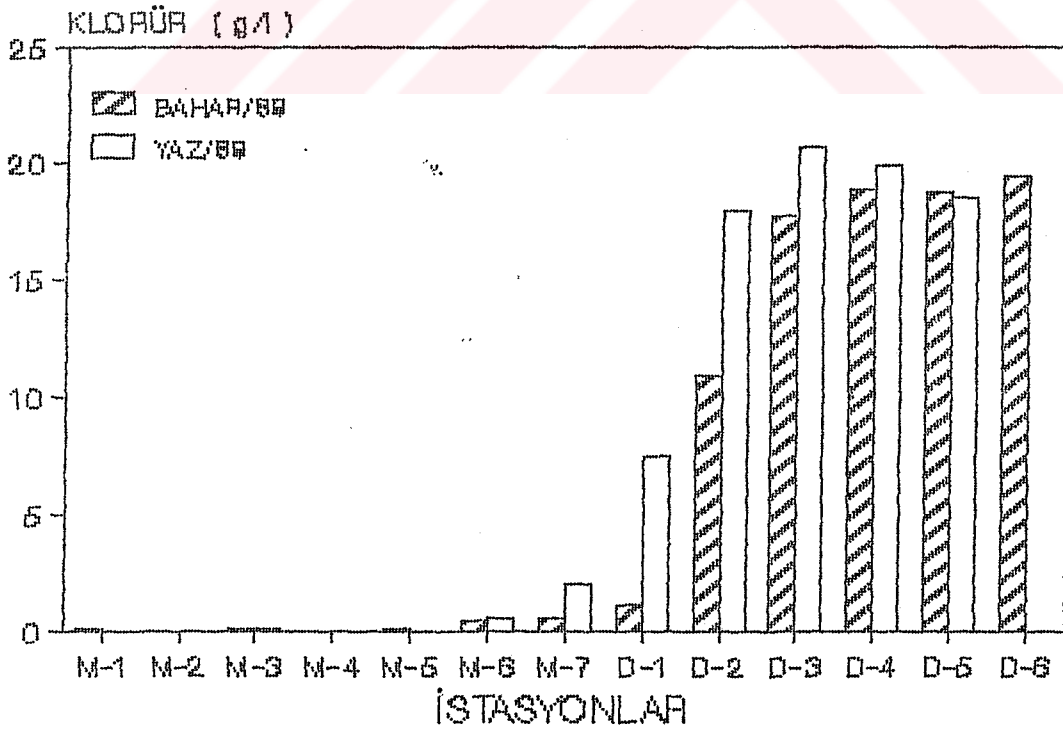
Nehir boyunca taşınan askı yükü miktarına baktığımızda yüksek değerlerin yaz döneminde olduğunu görürüz. Bu mevsimde debinin düşük olmasından dolayı taşınan organik ve anorganik maddeler daha az seyreltiğinden askı yükü miktarı artmıştır (Şekil 5.6).

Bahar döneminde M-3, M-5, ve M-6 no'lu istasyonlarda yüksek değerlere rastlarız. Yunanistan'dan gelen Arda Nehri'nin özelliklerinin mevsimlerle pek değişmemiş olduğu, askı yükü miktarının her iki dönemde oldukça düşük ve hemen hemen birbirinin aynı bulunduğu görülmektedir. Tunca Nehrinin askı yük miktarı da iki dönemde aynıdır ve Arda Nehri'ne göre daha yüksektir. Tamamı Türkiye sınırları içinde kalan Ergene Nehri'nin, Meriç Nehrine dökülmesinden hemen sonra nehrin askı yükü miktarını bahar döneminde arttırdığını, yaz döneminde ise seyreltici etki yapıp biraz azalttığını görürüz.

Yaz döneminde ise askı yükünde maksimum değerlere Kapıkule girişinde rastlanmıştır. Daha sonra Arda ve Tunca Nehirleri döküldükten



Sekil 5.6 : Aski yükünün bahar ve yaz döneminde istasyonlara göre değişimi



Sekil 5.7 : Klorür konsantrasyonunun bahar ve yaz döneminde istasyonlara göre değişimi

sonra bunların seyreltici etkisi ile biraz azalma gözlenir. Denizdeki noktalarda yüksek değerlere bahar döneminde rastlarız. Yazın ise bu değerler daha düşüktür.

M-7 no'lu istasyonun klorür değerlerine baktığımızda yazın 2.0 g/l olan klorür değerinin baharda 0.5 g/l olduğunu görürüz. Baharda nehrin etkileri denizin içlerine kadar uzanmaktadır ve taşınan askı yükü miktarları, deniz içi noktalarda askı yükünü arttırmıştır. Yazın ise nehrin suyu sulama suyu olarak kullanılmaktadır ve nehir denize dökülünceye kadar debisi hayli azalmaktadır. Bu yüzden nehir deniz içinde uzaklara kadar etkili olamamaktadır.

Her iki dönemde de nehir suyunun nerelerde etkili olduğunu Şekil 5.7'de gösterilmiştir.

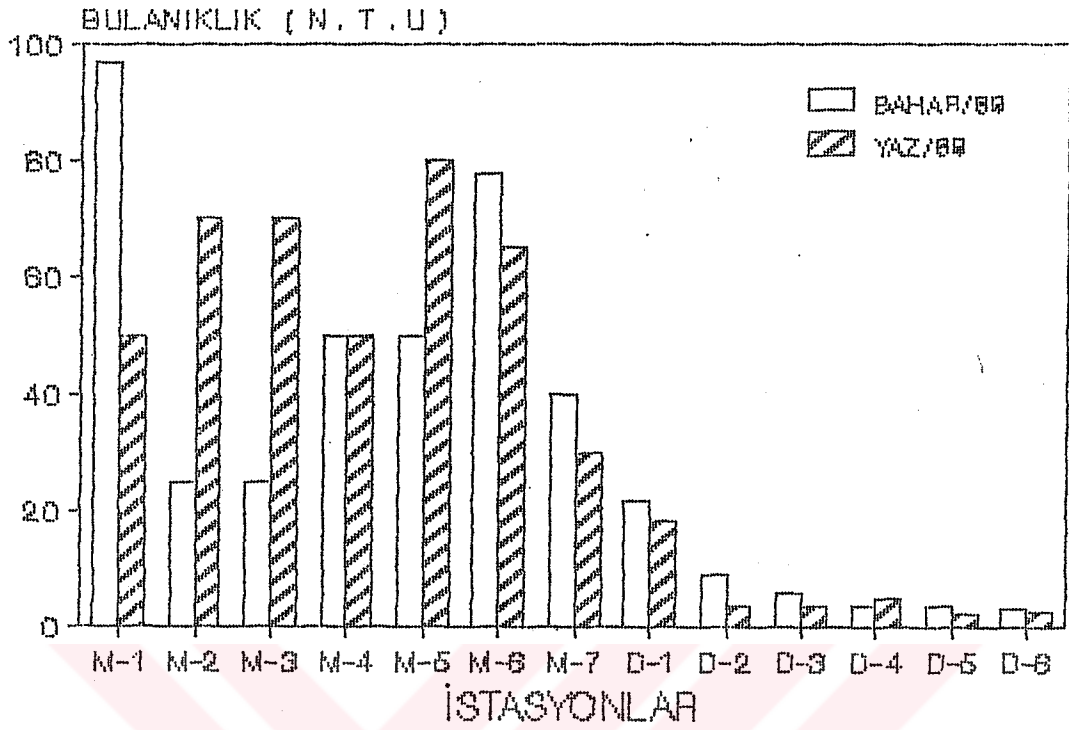
Bulanıklık değerlerinin her iki dönemde de nehir boyunca nasıl değiştiğini ve nerelerde arttığını Şekil 5.8'den izlemek mümkündür. Yaz döneminde gözlenen bulanıklık değerleri fotosentetik aktivite ile de artmış bulunmaktadır.

Toplam katı madde ve iletkenlik değerleri de klorür miktarı ile orantılı olarak denize doğru yaklaştıkça artmıştır. Nehrin deniz içersine girebildiği yer bahar ve yaz mevsiminde farklı olduğundan, özellikle M-7, D-1 ve D-2 de farklı değerler bulunmuştur (Şekil 5.9).

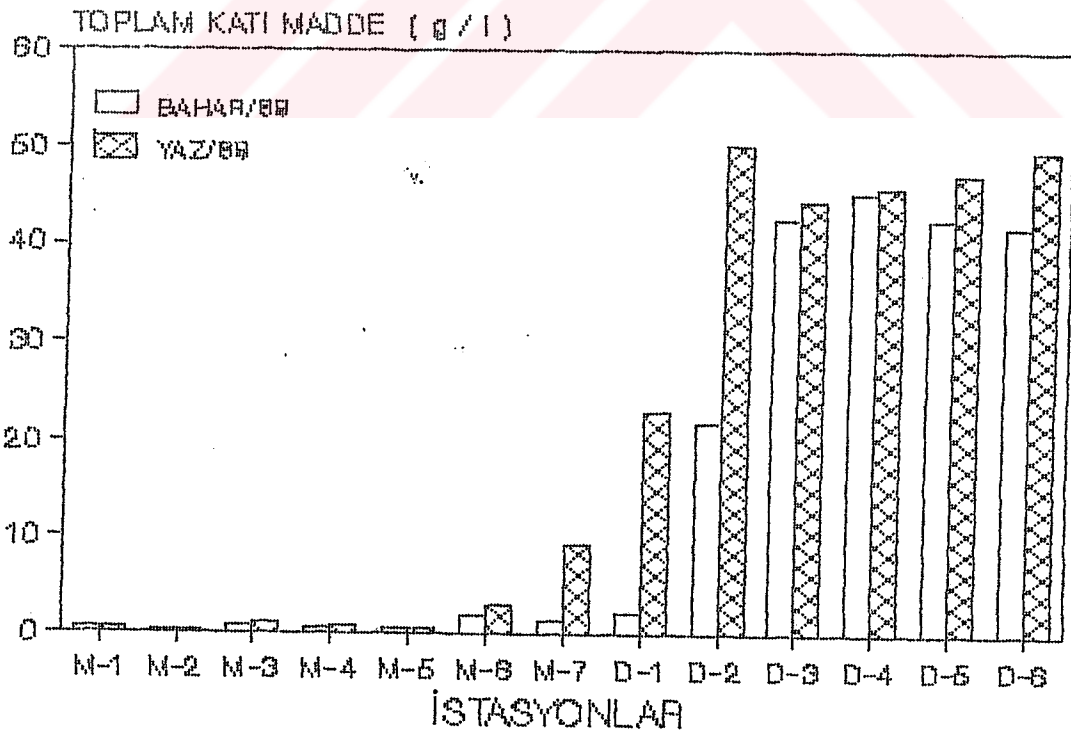
Organik Maddeler

Doğadaki benzer şartlarda sudaki mikroorganizmaların organik maddeleri parçalayabilmeleri için gerekli olan oksijen miktarının ölçümünü (oksijen azalması mikrobiyolojik olarak ayrışabilen organik maddenin varlığı ile orantılıdır) içeren bir yaşam testi olan BOD deney sonuçlarının nehir boyunca farklı değerler taşıdığı görülür.

Her iki dönemde de yüksek BOD değerlerine yaz aylarında



Sekil 5.8 : Bahar ve yaz döneminde bulanıklık değerlerinin istasyonlara göre değişimi

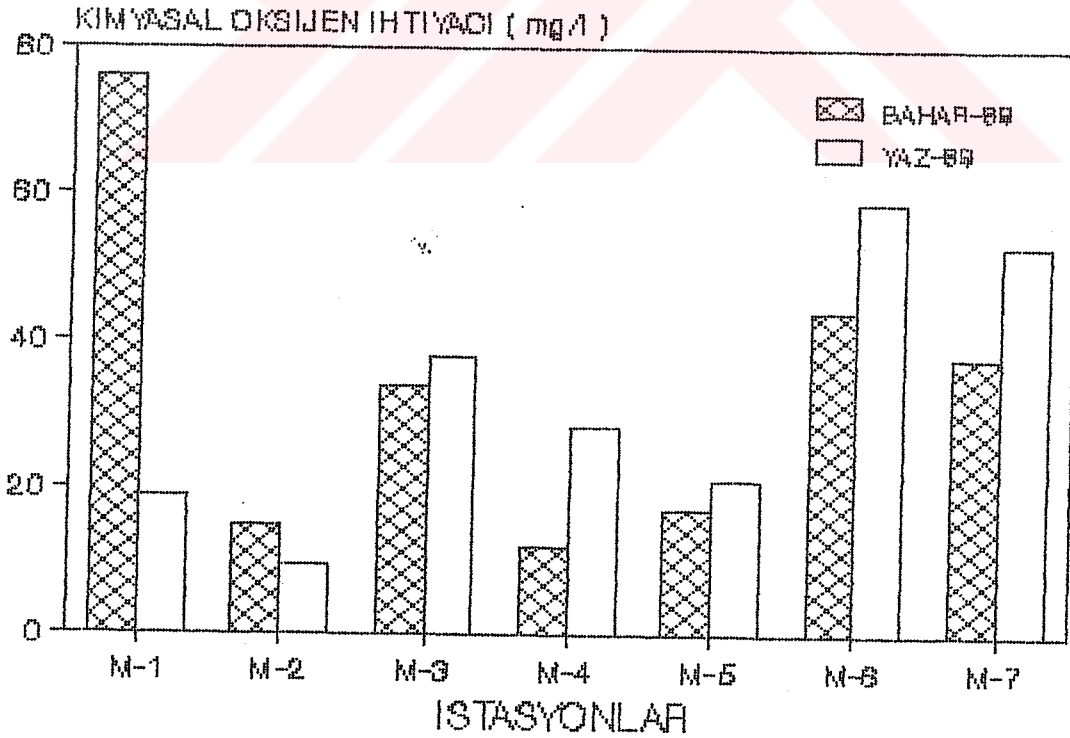
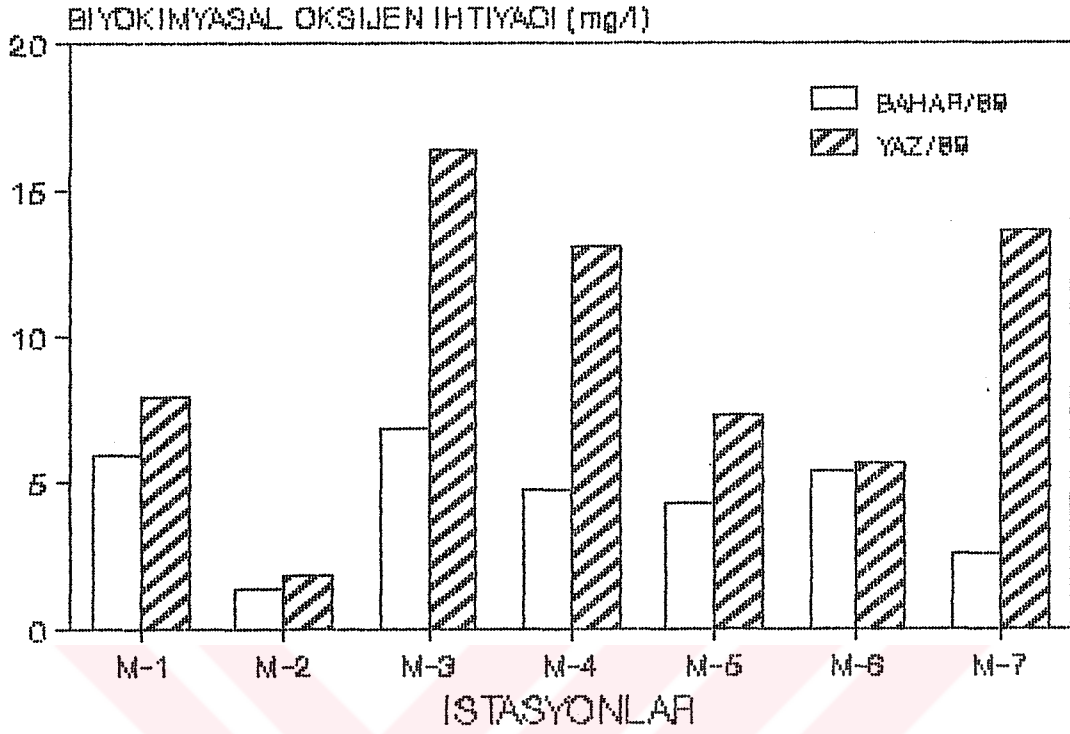


Sekil 5.9 : Bahar ve yaz döneminde nehirde denize doğru toplam katı madde miktarının değişimi

rastlarız. Klorofil-a'nın yüksek olduğu istasyonlara baktığımızda BOD'nin de yüksek olduğunu görürüz. Fotosentez reaksiyonu sonucu ortamdaki anorganik C, N ve P organik maddeye dönüşür. Yalnız bahar döneminde bulunan sonuçlara baktığımızda M-3, M-1 ve M-6 nolu istasyonlarda yüksek BOD değerleri vardır. Bunlardan M-3 nolu istasyonda yoğun biyolojik aktiviteden kaynaklandığı, diğer iki istasyonda ise klorofil-a değerlerinin yüksek olmadığı belirlenmiş olduğundan atıksularla ya da yerleşim alanlarından nehre yüklenen organik maddeler yüzünden yüksek BOD değerlerinin bulunduğu düşünülmüştür. Yüksek BOD değerlerine paralel olarak aynı noktalardaki COD değerleride yüksek bulunmaktadır. Esasen, organik maddenin biyokimyasal reaksiyonlarla değil de redoks reaksiyonlarıyla oksitlenmesi esasına dayanan COD deney sonuçlarını, BOD ile birlikte ele almak gereklidir. İki deney de ortamdaki organik maddeyi belirlemek için kullanılabilirdiğinden BOD'nin yüksek olduğu istasyonlarda COD de yüksektir (Şekil 5.10). Yalnız her iki dönemde de gözlenen sonuçlarda M-6 ve M-7 nolu istasyonlarda önceki istasyonlara göre yüksek COD sonuçları vardır. Bu durumu bu iki istasyonun Enez yerleşim bölgesinin hemen yakınında olmasından kaynaklanabileceğini düşünebiliriz.

Yüzey Aktif Maddeler

Yüzey aktif maddeler olarak bilinen sabunlar, deterjanlar düşük konsantrasyonlarda bile yüzey gerilimini azalmaktadır. Yüzey aktif maddelerin sularda bulunması halinde hava ile teması engellediğinden suyun çözünmüş oksijen içeriğini azaltmaktadır. Bu yüzden yüzeysel sularda belli bir limitin üstünde bulunması istenmez. Deterjanlarla birlikte yapısında bulunan polifosfatlar da sulara karışmaktadır. Bu da yüzeysel sularda ötrifikasyona neden olduğundan ekosistemin bozulması açısından istenmeyen bir durumdur. Ayrıca deterjan hammaddesi olan DDB' nin çok az

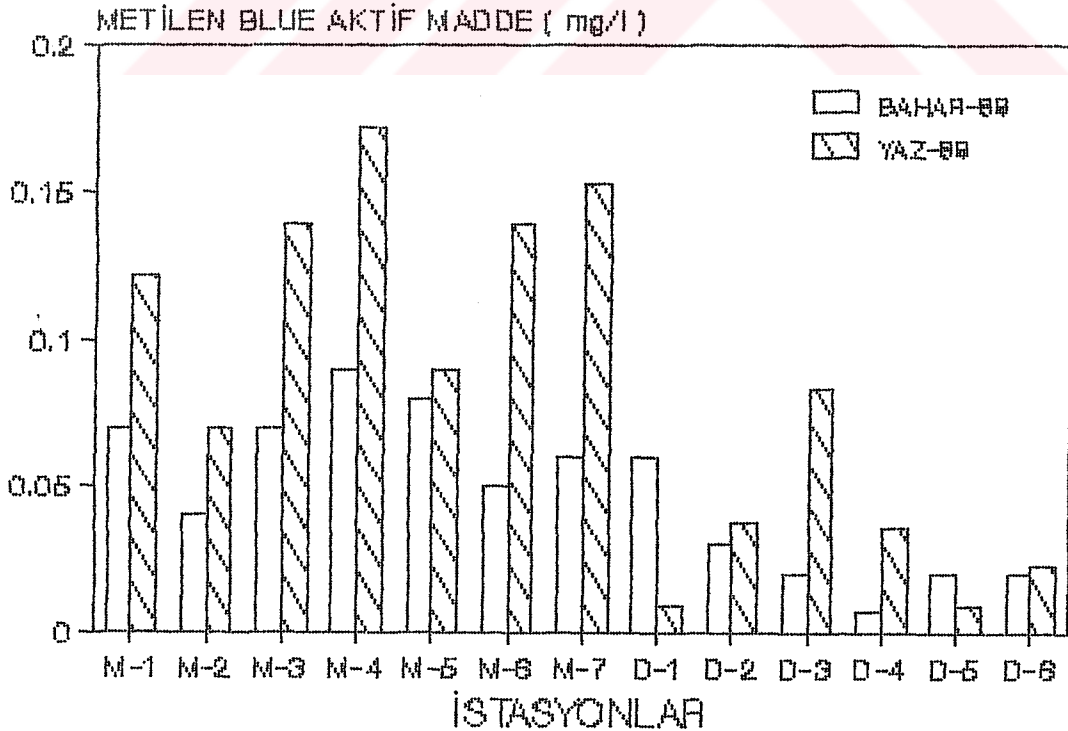


Şekil 5.10: BOD ve COD' nin bahar ve yaz döneminde nehir üzerinde ve kollarında değişimi

parçalanmış aromatik halkasının kanserojen olabileceği düşünüldüğünden kullanımı yasaklanmıştır. Bunun yerine düz zincirli biyolojik olarak parçalanabilen LAB kullanılmaktadır. LAB kullanımı ile yüzeysel sularda biyolojik parçalanabilirliğinden dolayı deterjan konsantrasyonunun azalması beklenebilir.

Meriç Nehri boyunca MBAS konsantrasyonuna bakarsak (Şekil 5.11) yaz döneminde değerlerin yüksek olduğu görülür. Bu dönemde debinin daha düşük olmasından dolayı nehre gelen deterjan yükünün fazla seyrelmemiş olmasından kaynaklanabilir. Şurası da ayrı bir gerçek ki yazın özellikle evlerde daha fazla deterjan kullanılmaktadır.

Yaz döneminde M-1, M-3, M-4, M-6, M-7 nolu istasyonların MBAS miktarları çok fazladır. M-4 Edirne çıkışı, M-6 ve M-7 Enez yakınlarıdır ve MBAS'nin yüksek olması normaldir. Demek ki M-1 ve M-3 nolu istasyonlara yakın yerleşim bölgesi bulunmaktadır.



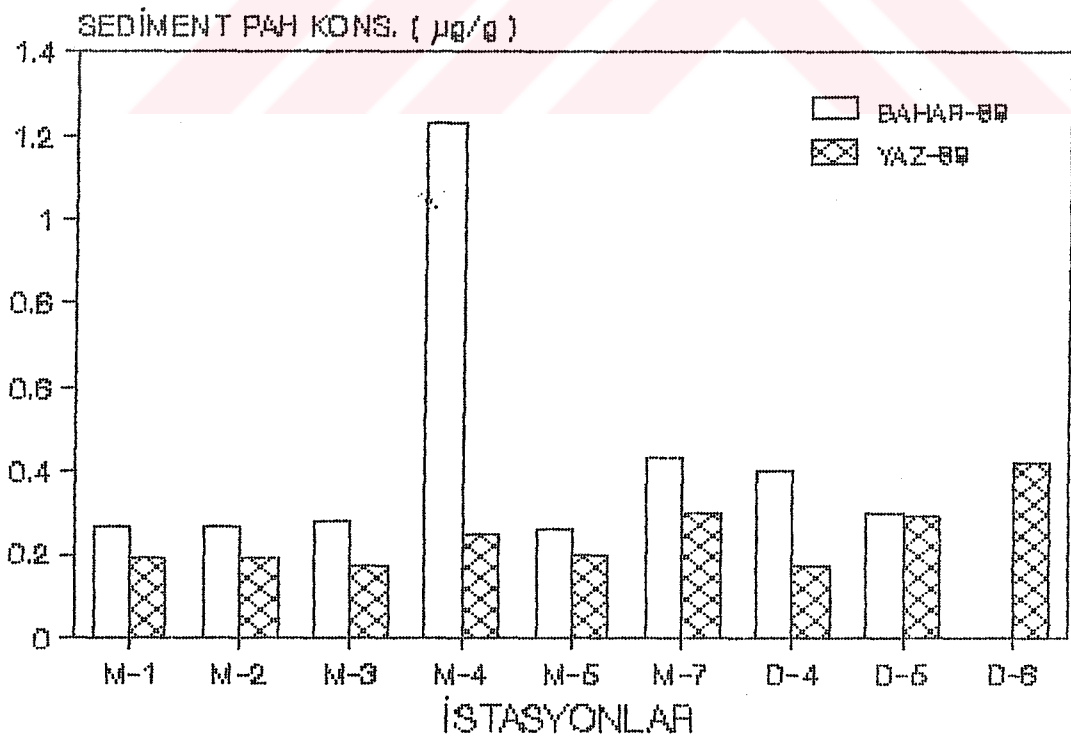
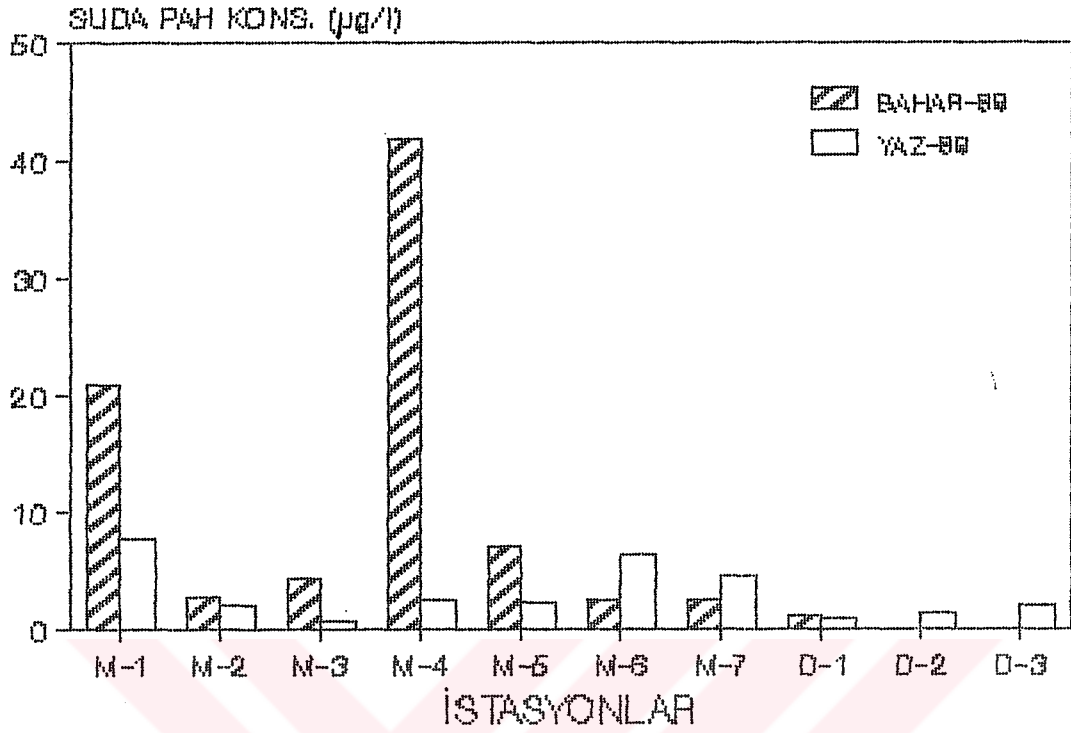
Şekil 5.11: Anyonik yüzey aktif maddelerin bahar ve yaz döneminde istasyonlara göre değişimi

Poliaromatik Hidrokarbonlar

Aromatik Hidrokarbonlar su içersinde doymuş hidrokarbonlardan daha fazla eriyebilme özelliğine sahiptir ve organizmalar için daha fazla toksik etkiye sahiptir. Bu nedenle aromatik hidrokarbonların kirliliği daha fazla bir önem kazanır. Aromatik petrol bileşikleri içinde antrasene, phenantrane, pyrene, benzopyrene, fluoranthane, indopyrene yer alır. Bunlardan Benzopyrene en tehlikelisi olup kanserojen özelliğe sahiptir.

Nehir boyunca su ve sedimentteki PAH değişimini Şekil 5.12'de görebiliriz. Bahar döneminde en yüksek değere M-4 nolu istasyonda rastlarız. Bu istasyon Edirne'den sonra olduğu için bu yük ya Edirne'den yüklenmiş olabilir, ya da Arda ve Tunca ile değil de Kapıkule'den girişte Meriç Nehri ile taşınmış olabilir. Yaz döneminde de yine aynı istasyonda yüksek değere rastlasak Edirne'den geçerken nehre petrol ürünlerinin yüklendiğini düşünebiliriz. Yine bu istasyonlardaki sediment PAH değerlerine baktığımızda Edirne'den sonra gittikçe arttığını görürüz. Yukarıdan taşınıp gelen malzemenin ancak buralardan sonra çökeliş sediment oluşturması muhtemeldir. Sediment değerleri ise Ergene döküldükten sonra düşmüştür. Buradaki suya ait PAH değerlerinin pek yüksek bir değer taşımadığı görülür. Ergene Nehri'nin döküldüğü noktada ilk türbülanslarla sedimenti sürüklenmiş olabilir. Yaz döneminde ise en yüksek değer M-1 nolu istasyondadır. Yine bu dönemde M-6 ve M-7 nolu istasyonlarda da PAH değerleri yüksektir. Bu istasyonlardan az önce M-5'den sonra sulama yapmak için nehrin hemen kenarından su pompalarla çekilmektedir. Pompalardan nehre yağ sızıntısı olduğu gözlenmiştir.

Saros Körfezi'nde ortalama 0.77 µg/l olarak belirtilen toplam hidrokarbon konsantrasyonuna karşılık (Topçu ve Müezzinoğlu,1984) Meriç'in östarin bölgesinde 1 µg/l değerinin üzerinde PAH bulunması bize nehrin Ege



Sekil 5.12 : Su ve sedimntteki PAH konsantrasyonunun her iki dönemde istasyonlara göre değişimi

Denizi'nin hidrokarbon kirliliğine katkısı bulunduğunu göstermektedir.

Metal Kirliliği

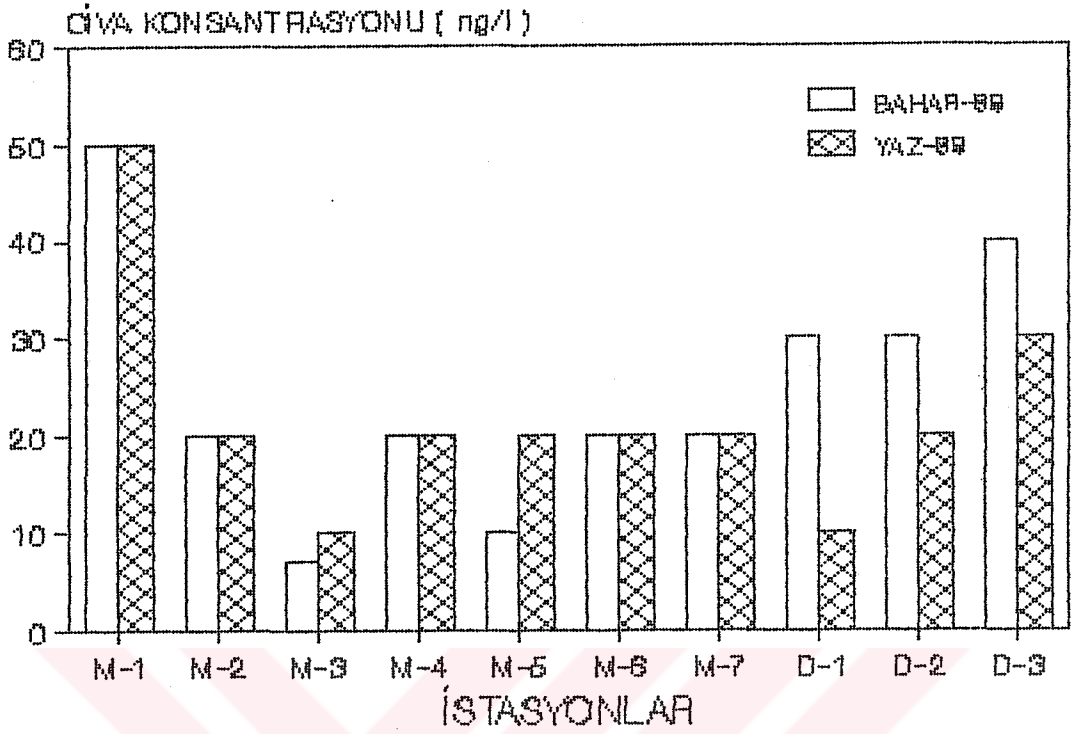
Yumuşak alıcı olarak adlandırılan Hg, Cd, Zn gibi elementler, yumuşak verici olarak tanımlanan özellikle - SH grubu ile kompleks oluştururlar.

Hg, Cd, Zn periyodik cetvelde 2-B grubunda alt alta bulunurlar. Bu üç metalin - SH grubu ile kompleks oluşturma özelliği vardır. Böyle komplekslerin kararlılığı $Zn < Cd < Hg$ şeklinde artar.

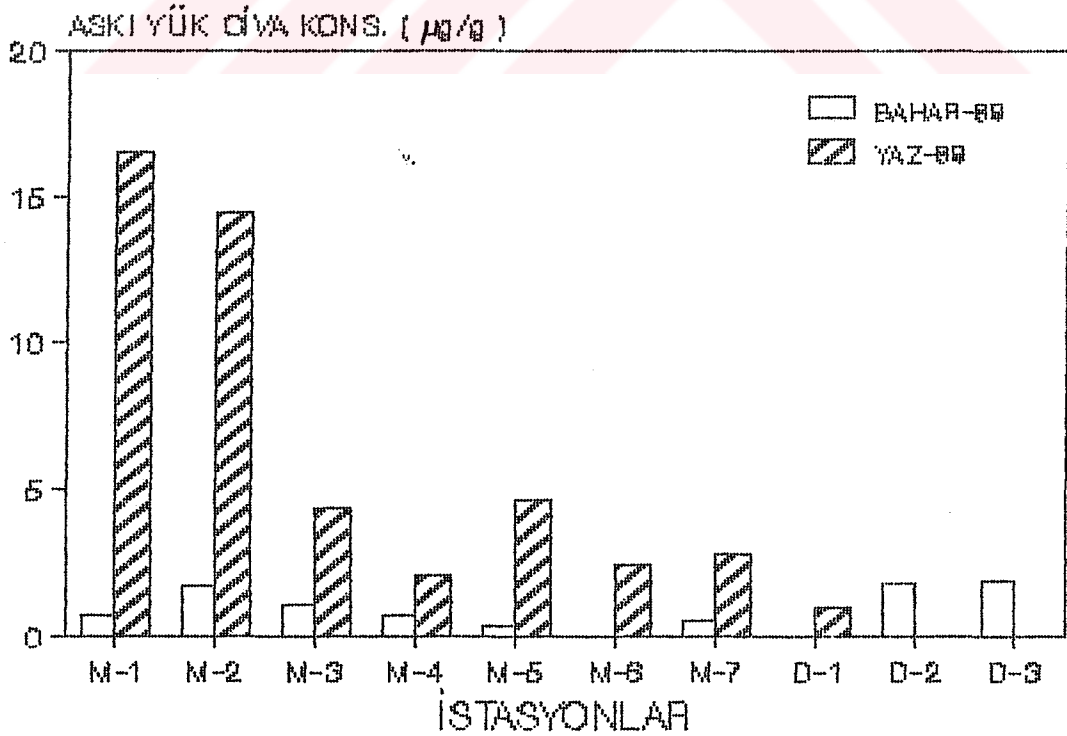
Canlı metabolizmasında belli miktarlarda yer alan Zn normal metabolizmasını yok ederek ortamda var olan Hg ve Cd ile yer değiştirir. Böylece Hg ve Cd aktif bölgelere tersinmez olarak yerleşir.

Metil civanın yumuşak alıcı olarak proteinlerin - SH gruplarına kolay girebilme özelliğinden dolayı metil civa bileşikleri daha toksiktirler ve bu nedenle de sucul yaşamda Hg daha bir önem taşır.

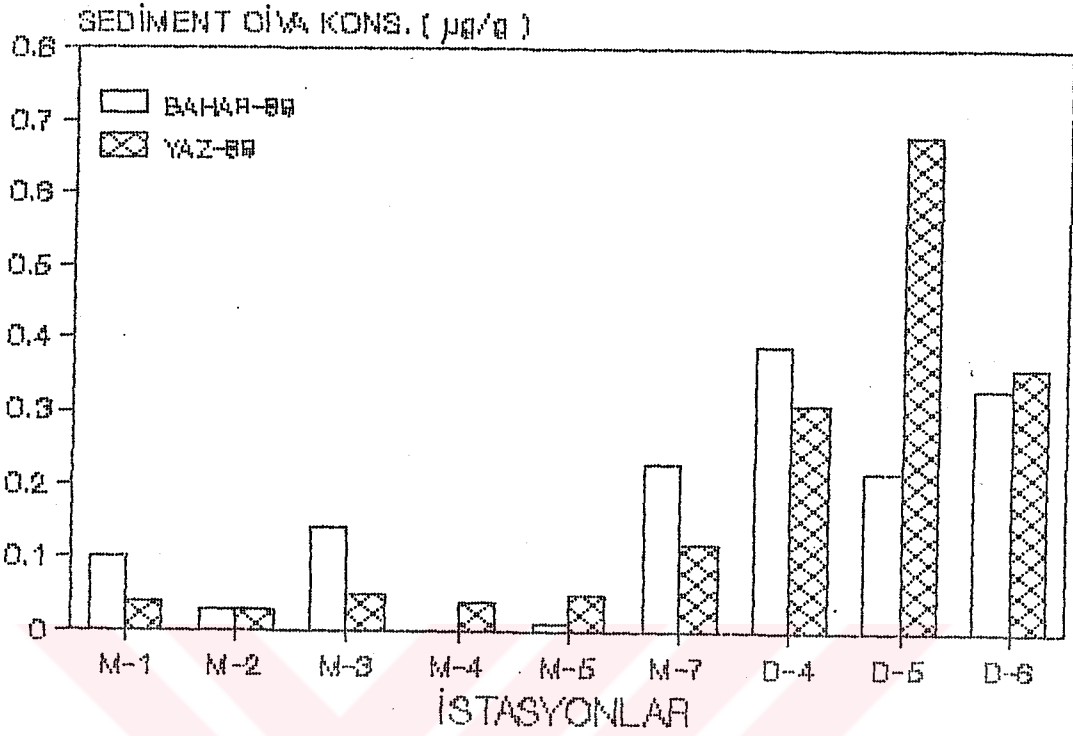
Nehir boyunca sudaki Hg konsantrasyonunun bahar ve yaz döneminde de hemen hemen aynı seviyede östarin bölgesinde ise her iki dönemde de farklı olduğunu görürüz (Şekil 5.13). Çözünmüş Hg'nin maksimum değeri her iki dönemde de M-1 nolu istasyona aittir. Askı yükündeki Hg konsantrasyonuna baktığımızda Hg'nin askı yükü ile taşındığını hemen görebiliriz (Şekil 5.14). Bahar döneminde askı yükteki Hg en fazla M-2 nolu istasyonda iken yazın ise M-1 nolu istasyondadır. Askı yük ile denize taşınan Hg östarin açığında (0.22 - 0.68 µg/g) sediment olarak çökelmektedir (Şekil 5.15) ve östarin bölgesindeki istasyonlardan alınan sedimentlerde Hg konsantrasyonu yüksektir. östarin bölgesinde denize doğru gidildikçe nehir suyunda çözünmüş Hg'nin deriştiğini görürüz. Çözünmüş halde ve askı yükündeki civanın nehrin sınırlarımıza katıldığı anda diğer noktalara göre daha yüksek olduğunu görürüz.



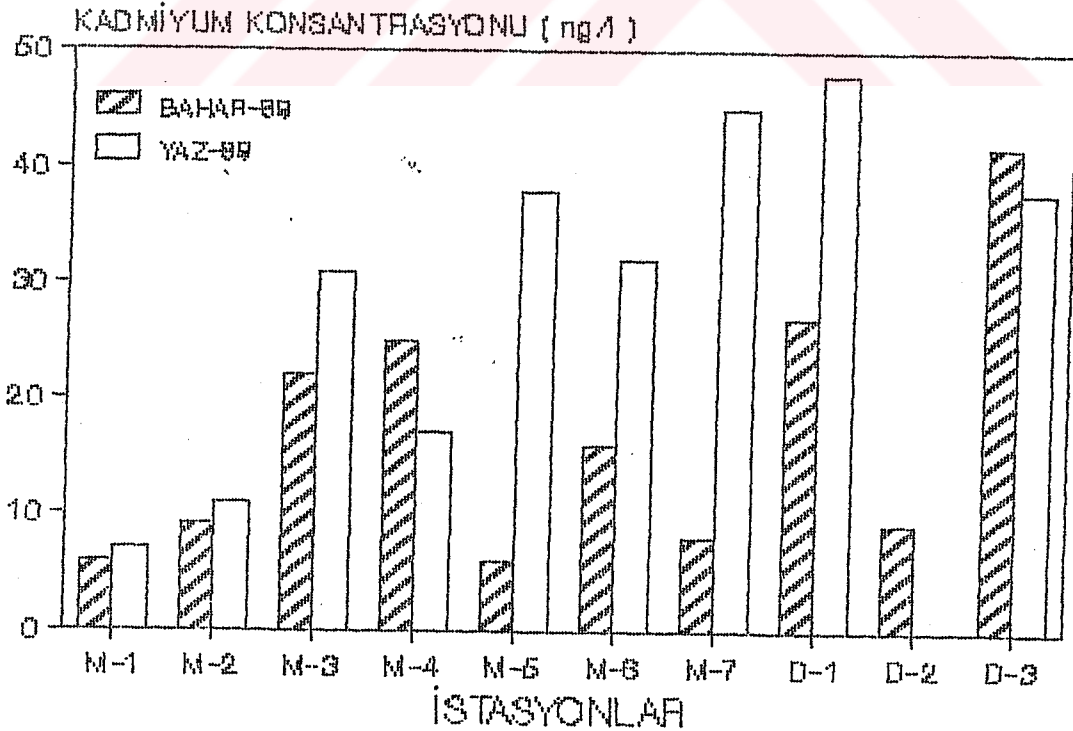
Sekil 5.13: Sudaki çözünmüş Hg' nin her iki dönemde nehirden denize doğru değişimi



Sekil 5.14: Askı yükü ile taşınan Hg' nin her iki dönemde nehirden denize doğru değişimi



Sekil 5.15 : Her iki dönemde Sedimentteki Civa konsantrasyonunun istasyonlara göre değişimi



Sekil 5.16 : Her iki dönemde sudaki kadmiyum konsantrasyonunun istasyonlara göre değişimi

Askı yükteki Hg konsantrasyonunun yüksek olduğu istasyonlarda sedimentteki Hg'nin düşük olduğunu şekillerden görebiliriz. Bu bize Hg'nin askı yükteki derişme faktörü ile sedimentte derişme faktörünün aynı olmadığını gösterir. Hatta birbirinin tersi olduklarını birinin artarken birinin diğerinin azaldığını düşünebiliriz.

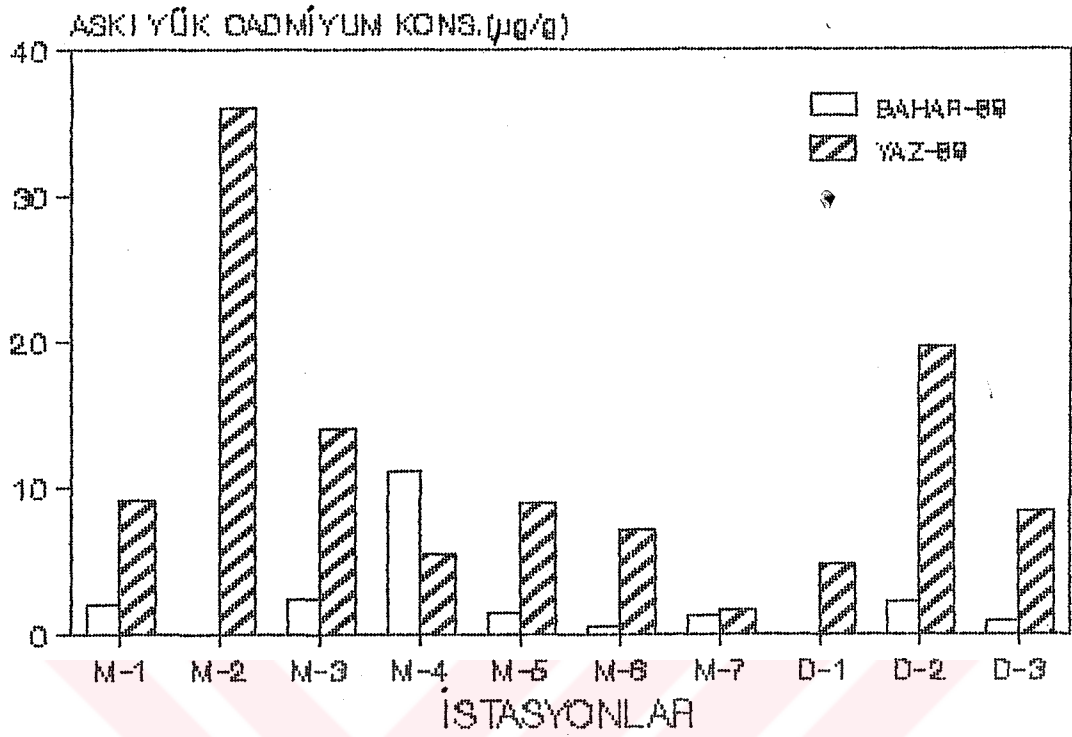
Nehir ve östarin sularındaki Cd konsantrasyonunda, Hg konsantrasyonundakinin tersine bahar ve yaz döneminde özellikle kendi topraklarımızda büyük farklılıklar gözlenmiştir (Şekil 5.16).

Kapıkule girişinde Meriç, Arda ve Tunca'nın Cd derişiminin her iki dönemde de hemen hemen aynı olduğunu gördük.

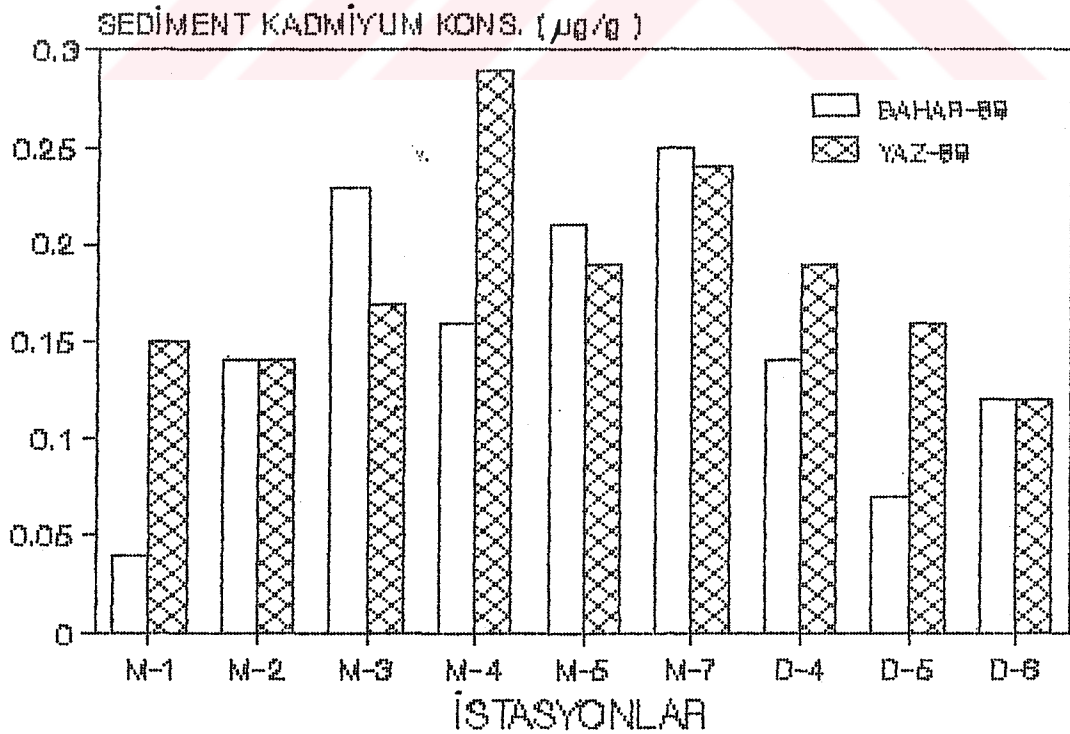
M-4 ve sonraki istasyonlarda sudaki Cd'un arttığını görürüz. Çerkezköy organize sanayii bölgesindeki bir takım tekstil ve çeşitli metal sanayi tesisleri atıklarını Ergene Nehri'nin bir kolu olan Çorlu Suyu'na ve dolayısı ile Ergene Nehri'ne boşaltmaktadır. Yine Edirne'nin içinde de bir takım tekstil fabrikaları vardır.

Kadmiyum metal kaplama, alıştırma gibi metal endüstrisinde ve tekstil endüstrisinde sık kullanılmaktadır. Buradaki bu artış bu tip sanayi tesislerinin atık sularından kaynaklanmaktadır.

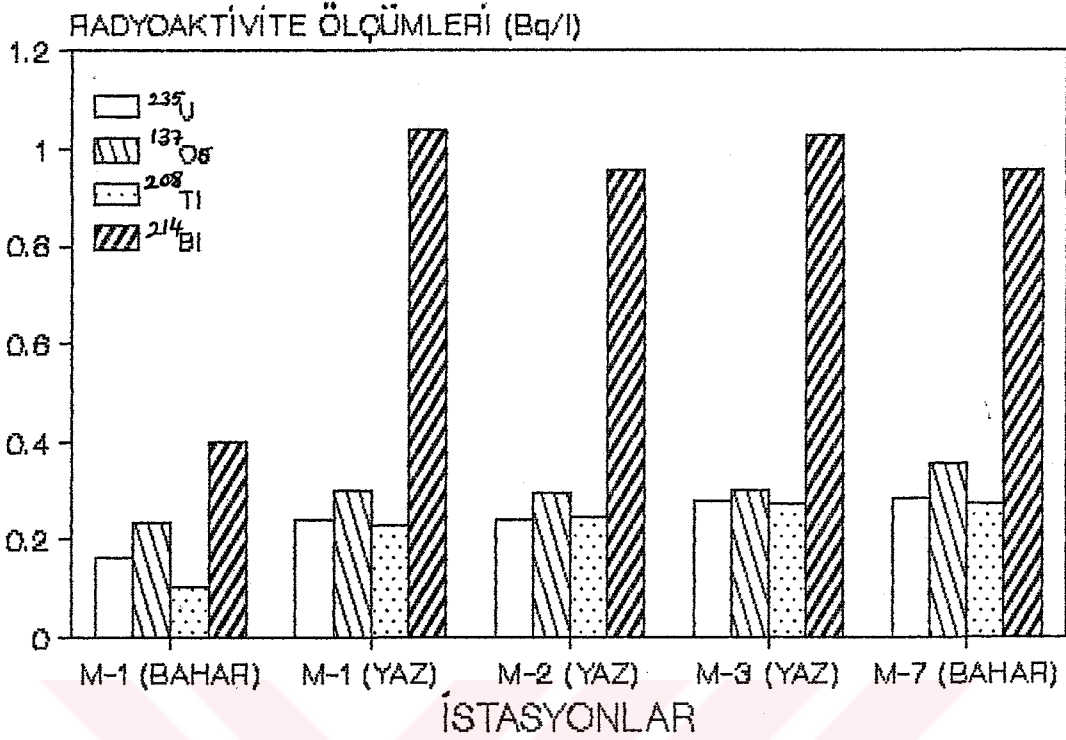
Askı yük ile taşınan Cd konsantrasyonuna baktığımızda bu yolla taşınan Cd konsantrasyonunun yüksek olduğunu görürüz (Şekil 5.17). Muhtemelen Hg gibi Cd da özellikle yazın askı yüküyle birlikte denize taşınmaktadır. Askı yükünde en yüksek Cd konsantrasyonuna bahar döneminde M-2 nolu istasyonda rastlarken yaz döneminde M-4 nolu istasyonda rastlarız (Şekil 5.18). Kadmiyum sediment olarak önceden çökeldiğinden östarin bölgesinde yüksek değerlere rastlanamamıştır (0.07 - 0.19 µg/g). Bahar döneminde en yüksek sedimentteki Cd konsantrasyonuna M-7 nolu istasyonda yaz döneminde M-4 nolu istasyonda rastlarız.



Sekil 5.17: Askı yükü ile taşınan Cd konsantrasyonunun her iki dönemde istasyonlara göre değişimi



Sekil 5.18: Sedimentteki Cd konsantrasyonunun her iki dönemde istasyonlara göre değişimi



Sekil 5.19: Meriç, Arda ve Tunca nehirleri üzerinde ölçülen aktivite değerleri

Radyoaktif Kirlilik

M-1, M-2, M-3 ve M-7 nolu istasyonlarda ^{235}U , ^{137}Cs , ^{208}Tl , ^{214}Bi ve ^{40}K aktiviteleri ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarına göre yaz döneminde M-1 (Meriç Nehri Kapıkule girişi), M-2 (Arda) ve M-3 (Tunca) nolu istasyonların hemen hemen aynı seviyelerde uranyum, sezyum, talyum, bizmut ve potasyum aktivitesi içerdiğini görürüz. Bu aktivitenin bahar döneminde de M-7 nolu istasyonda aynı olduğunu görürüz.

Tatlı sularda (Woodhead, 1974)

$$^{40}\text{K} = 0.0037 - 0.244 \text{ (Bq/l)}$$

$^{235}\text{U} = (0.007-2.59) \times 10^{-3} \text{ (Bq/l)}$ olarak belirlenen aktiviteler Meriç Nehri üzerinde ölçülen değerlerden oldukça düşüktür. Ege Denizi'nde ^{137}Cs aktivitesi $14 \pm 1.5 \text{ Bq/m}^3$ olarak tespit edilmiştir (Livingston ve diğ., 1987). Meriç Nehri üzerinde ölçülen ^{137}Cs aktivitesi ise $0.30 \pm 0.07 \text{ (Bq/l)}$ dir

6.SONUÇ

Meriç Nehri ve kollarından geçen suyun özellikleri yapılan analizler sonucunda belirlenmiştir. Meriç Nehri Edirne çıkışında, Ergene döküldükten sonra ve Tunca Nehri'nde olmak üzere DSI' den alınan debi ölçümleri ile 1988 ve 1989 yıllarında bu üç farklı noktadan taşınan madde yükleri hesaplanmıştır. (ölçüm çalışmasına dahil olan diğer noktalarda debi ölçümü bulunmadığından buralardan geçen yükler hesaplanamamıştır).

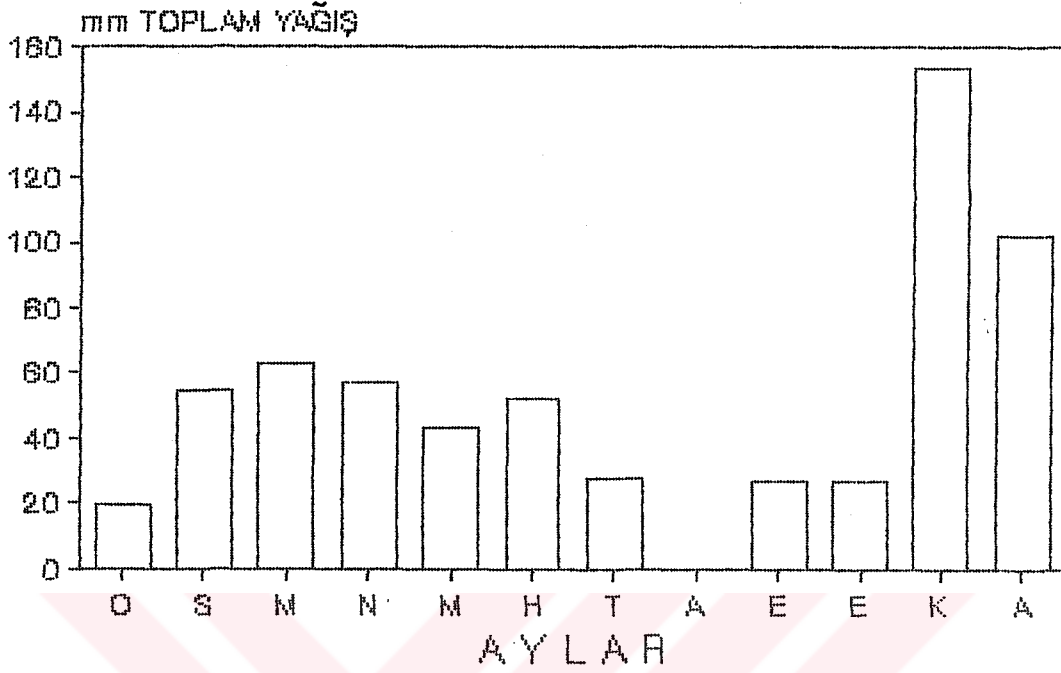
Çalışmanın her iki döneminde de aynı noktadan geçen madde yüklerinin aynı olmadığını, aynı zamanda buradaki debilerin de (Tablo 6.1) 1988 ile 1989 yıllarında farklı olduğunu görürüz. Şekil 6.1' de 1988 ve 1989 yılına ait aylık yağış ortalamalarını görürüz. Meriç Havzasının Türkiye topraklarında kalan kısmında 1988 yılında toplam yağış 7353 mm iken 1989 yılında 4829 mm olarak belirlenmiştir. Nehirde belirlenen kirleticilerin özellikle de Ca^{+2} , Na^+ , K^+ ve askı yük değerlerinin yağmurlarla orantılı olarak arttığını görürüz.

Benzer şekilde Tunca Nehri üzerinde her iki dönemde de ölçülen kirlilik parametrelerinin yüksek olduğunu hemen görebiliriz. Ancak bu nehrin debisi çok düşük olduğundan Meriç Nehri'ne döküldüğünde Meriç Nehri'ndeki kirlilik düzeyini çok az arttırır.

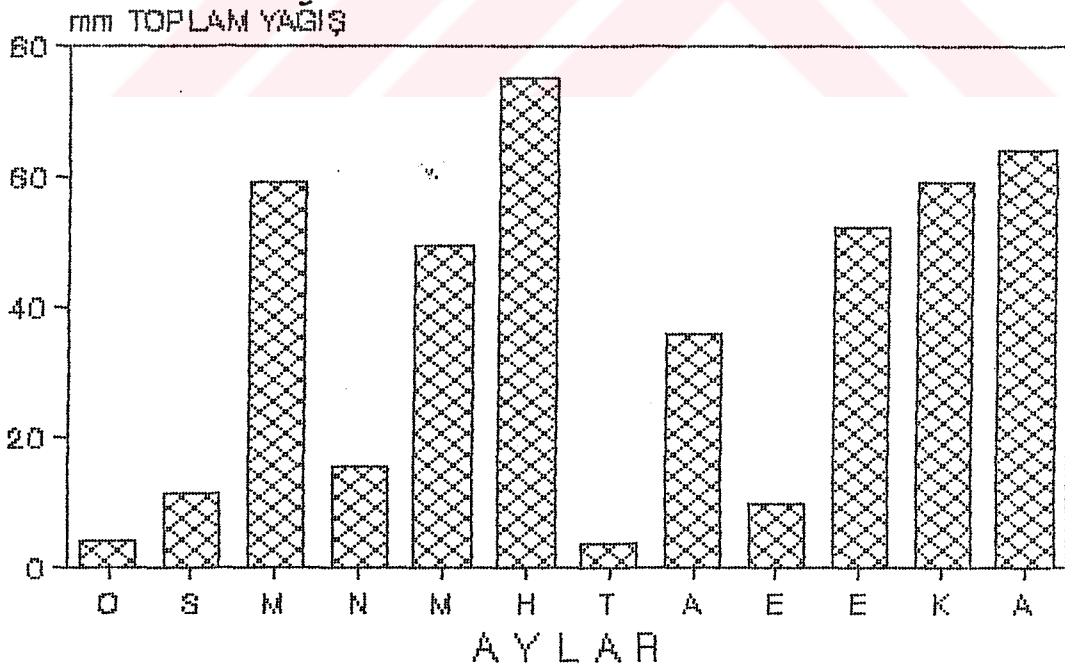
Arda Nehri üzerinde ölçülen parametrelere baktığımızda özelliklerinin bahar ve yaz aylarında pek değişmediğini ve bu nehrin askı yükü ile Hg ve Cd taşıdığını görürüz.

Kapıkule girişinde nehrin bazı kirletici maddelerle yüklü olarak sınırlarımıza girdiğini görürüz. Meriç Nehri'nde PAH ve Hg yükünün Edirne çıkışında bir hayli yüksek olduğunu, Ergene döküldükten sonra ise Meriç Nehri'nde Cd yükünün arttığı buna rağmen askı yükteki Cd yükünün azaldığı gözlemlendi. Bu azalma önceki bölümde bahsedildiği gibi Cd'un daha çabuk

1988 YILI AYLIK YAĞIŞ ORTALAMASI



1989 YILI AYLIK YAĞIŞ ORTALAMASI



Şekil 6.1 : 1988 ve 1989 yıllarında Meriç havzasındaki aylara göre yağış dağılımı

sedimente geçmesinden olabilir. Hg ise daha ilerilerde çökeldiğinden askı yükünde artmıştır.

Ege Denizi'ne ulaşan karasal kökenli kirli suların %98'i nehirlerle gelmektedir. Yaptığımız ölçme ve hesaplamalarımıza göre nehirlerle taşınan bu su hacminde 1988 yılında %11, 1989 yılında %9.4 gibi bir oran Meriç Nehri'ne aittir. Oysa BOD, COD, N, ve P yüklerinde bu oranın %10'dan fazla olduğunu görürüz.

Meriç Nehri'nin farklı noktalarında taşıdığı madde yükünü Tablo 6.1 de, Meriç Nehri'nin Ege Denizi'ne taşıdıkları ve Ege Denizi'ne nehirlerle taşınan tahmini yükte Meriç Nehri'nin payını Tablo 6.2 de görebiliriz. İki dönem halinde yapılan bu analizlerin sonucunda hazırlanan iki tabloya bakıp Meriç Nehri'nin durumunu görebiliriz. Nehrin sınırlarımıza girdiği ilk noktalarda bazı kirletici maddelerin maksimum değerlerde olduğunu görürüz. 1988 ve 1989 yılında da yapılan bütün örneklemelerde sülfat değerlerinin maksimum olduğu yer Kapıkule girişidir. Bu bize nehir üzerindeki sülfat yükünün tamamıyla Bulgaristan kaynaklı olduğunu görürüz. Meriç Nehri'nin (Marissa) Bulgaristan'da geçtiği topraklar üzerinde Filibe, Maşisa ve Kayacık adlı üç büyük yerleşim yeri bulunmaktadır. Ayrıca Kayacık ve Filibe'deki maden işleme tesislerinin, nehrin su toplama havzasında termik santrallerin bulunması bize nehirdeki sülfat yükünün varlığını açıklar.

Bizim topraklarımızda ise nehrin Edirne'den geçişi esnasında ve bilhassa Ergene döküldükten sonra bu geçtiği bölgelerde mevcut tekstil ve metal işleme tesislerinin varlığından dolayı Meriç Nehri'ndeki Cd yükü artar.

Nehrin sınırlarımıza birtakım doğal ve yapay aktivite içererek girdiğini görürüz. Sınırdaki bu aktivite değerleri nehir boyunca Ege

Tablo 6.1: Meriç Nehri'nin muhtelif yerlerinden geçen 1988 ve 1989 yıllarına ait madde yükleri

TAŞINAN MADDE MİKTARI (t/y)	1988 YILI			1989 YILI		
	TUNCA	MERİÇ (Edirne ç1 kışı)	MERİÇ (Ergene dö kül.sonra)	TUNCA	MERİÇ (Edirne ç1 kışı)	MERİÇ (Ergene dö kül.sonra)
<u>1-Hacim</u>						
Ort.debi (m ³ /sn)	6.05	127.63	167.17	3.43	125.90	137.58
Hacim (m ³ /y)x10 ⁴	191	4025	5272	108	3970	4338
<u>2-Örg.madde</u>						
B O D x10 ³	0.92	19.5	25	1.25	35	24.9
C O D x10 ³				3.89	81	82
M B A S				7.6	520	455
P A H				0.26	88	20.2
<u>3-Nutrient</u>						
Anor.Px10 ³	0.60	9.98	7.9	0.41	11.8	6.96
Anor.Nx10 ³	0.55	19.4	11.2	0.31	17.0	14.09
Sülfatx10 ³	0.16	3.9	3.1	0.1	3.8	3.49
<u>4-Metal</u>						
Hg				0.0009	0.079	0.063
Cd				0.0029	0.083	0.095
Ca x10 ⁴	1.6	32.0	35.0	0.7	22.6	23.3
Mg x10 ⁴	0.6	8.3	9.1	0.49	8.5	9.54
Na x10 ⁴	1.1	18.5	28.8	0.91	29.1	16.67
K x10 ⁴	0.12	2.3	2.8	0.09	2.2	2.12
<u>5-Askı yük</u>						
Askı yükx10 ³	0.11	3.3	7.1	0.03	3.4	3.78
As.yükte Hg				0.008	0.483	0.941
As.yükte Cd				0.025	2.823	1.977

Tablo 6.2: 1988 ve 1989 yıllarında Ege Denizi'ne nehirlerle taşınan tahmini madde yükünde Meriç Nehri'nin payı

TAŞINAN KIRLETİCİ MADDE	EGE DENİZİNE NEHİRLERLE TAHMİNİ KIRLETİCİ GİRİDİ (t/y) **	MERİÇ (1988) (t/y)	MERİÇ (1989) (t/y)	MERİÇ (1988) %	MERİÇ (1989) %
<u>1-Hacim</u> Hacim (m ³ /y)x10 ⁷	46	5.272	4.338	11.5	9.4
<u>2-Orq.madde</u> B O D x10 ³ C O D x10 ³ M B A S P A H	180 320 4600	25	24.9 82 455 20.2	13.9	13.8 25.6 9.9
<u>3-Nutrient</u> Anor.Px10 ³ Anor.Nx10 ³	25 69	7.9 11.2	6.96 14.1	31.6 16.2	27.8 20.4
<u>4-Metal</u> Hg	14		0.063 + 0.941*		7.2
Cd			0.095 + 1.977*		
<u>5-Askı yük</u> Askı yükx10 ³	67.2 (Türkiye nehirlerinin)	7.1	3.78	10.6	5.6

(*: Askı yüke ait değer)

(**: UNEP 1984)

(Askı yük, azot ve fosfor değerleri karşılaştırma yapabilmek için 1989 yılında da DSI'den alınmıştır)

Denizine taşınmıştır. özellikle yapay aktivite olan ^{137}Cs Ege Denizinde $14 \pm 1.5 \text{ Bq/m}^3$ olarak ölçülmüştür (Livingston ve diğ, 1987). Meriç Nehri üzerinde ölçülen ^{137}Cs aktivitesinin bahar ve yaz döneminde de Ege Denizine ait olan bu değerden oldukça yüksek olması Meriç Nehrinin Ege Denizini radyoaktif kirlenme yönünden risk altında bırakabileceğini aklımıza getirir.

Sonuç olarak Meriç Nehri topraklarımıza kirletilmiş olarak girmekte, topraklarımızda biraz daha kirlenip bu şekilde de denize dökülmektedir.

İleride benzeri çalışma yapacak olanlara değişik parametreleri ele alabilecek ekip çalışması yapmalarını, spesifik kirleticiler için ve özellikle de biyota örneklerinde de çalışmaları önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

"Meriç Nehri Kirliliği ve Bu Kirliliğin Ege Denizi'ne Etkileri" gibi bir konuyu yüksek lisans tez kapsamında araştırmamı öneren ve bana her türlü olanağı sağlayan Enstitü Müdürümüz Sayın Prof. Dr Erol İZDAR'a, Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof.Dr Sungu L. GÖKÇEN' e teşekkür ederim.

Arazi çalışmasında ve daha sonra örneklerin hazırlanmasında bana her türlü olanağı sağlayan DSI XI. Bölge Müdürü Sayın Mehmet BAYRAK, kalite kontrol laboratuvarı sorumlusu Kimya Mühendisi Sina MESTA ve tüm laboratuvar personeline, tüm DSI çalışanlarına teşekkür ederim.

Arazi çalışmasında yardımcı olan Araştırma Görevlisi Bülent CİHANGİR, Canlı Deniz Kaynaklarında Bilim Uzmanı Erkan DEMİRKURT ve Enstitü çalışanlarından Metin KURT' a teşekkür ederim.

Denizel çalışmalarda örneklerin alınmasında yardımcı olan değerli arkadaşım Kimyager Dya ALTAY ve diğer laboratuvar arkadaşlarım ile R/V K. Piri Reis araştırma gemisi personeline teşekkür ederim.

Su örneklerinde radyoaktivite ölçümlerini yapan Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nde görevli Doç. Dr Selma PORTAKAL' a teşekkür ederim

Yazım esnasında yardımcı olan Hidrobiyolog Okan ÖZAYDIN ve sevgili kardeşim Şennur KONTAŞ' a ayrıca teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında değerli bilgileriyle bana yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. AYSEN MÜEZZİNOĞLU' na katkılarından dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- APHA. AWWA. WPCF., 1975 (14th Edition). Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. WASHINGTON, D.C. 1134 p.
- APHA. AWWA. WPCF., 1980 (15th Edition). Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. WASHINGTON, D.C.
- BENON, P., BOURGADE, B., KANTIN, R., 1977. Impact De La Pollution Sur Les Ecosystemes Méditerranéens Cotiers. Aspects Planctoniques. These Dect., 3^e Cycle, Univ. Aix. MARSEILLE. 454 p
- BÜYÜKİŞİK, B., 1986. İzmir İç Körfezi ve Gülbahçe Körfezi'nde Karşılaştırmalı Olarak Nutrient Dinamikleri Üzerine Araştırmalar E.Ü.Fen Fakültesi Doktora Tezi. İZMİR. 191 s
- CAMPBELL, J.A., CHAN, E.Y.L., and RILEY, J.P., HEAD, P.C., and JONES, P.D., 1986. The Distribution of Mercury in the Mersey Estuary. Marine Pollution Bulletin. Vol 17. No 1. GREAT BRITAIN. p 36-40
- DENİZ BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİSİ ENSTİTÜSÜ, 1986. A Study on the Temporal and Spatial Variations of Pollutant Levels at Coastal and Open sea / Reference Stations in Relation to Land- Based Pollution Sources, İZMİR. 45 p
- DSİ., 1988. Su Analiz Raporu. EDİRNE.
- DSİ., 1989. Su Analiz Raporu. EDİRNE.

EPA., 1985. An Integrated Approach to a Study of Contaminants and Toxicity in Monroe Harbor (River Raisin), Michigan, a Great Lakes Area of Concern. MINNESOTA. 182 p

FÖRSTNER, U., WITTMAN, G.T.W., 1981 (Second Revised Edition). Metal Pollution in the Aquatic Environment. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. 486 p

FYTIANOS, K., SAMANIDOU, V., AGELIDIS, T., 1986. Comparative Study of Heavy Metal Pollution in Various Rivers and Lakes of Northern Greece. Ambio. Vol 15. No 1. Royal Swedish Academy of Science, A Journal of the Human Environment.

HERRMANN, R., and HÖBNER, D., 1980. Behaviour of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Exe Estuary, Devon. Netherlands Journal of Sea Research. 15 (3/4). p 362-390

IOC., 1982. Manual for Monitoring Oil and Dissolved, Dispersed Petroleum Hydrocarbons in Marine Waters and on Beaches. UNESCO.

KÜÇÜKSEZGİN, FİLİZ., 1988. Ege Denizi Radyoaktivitesinin İzlenmesi. D.E.Ü. Deniz Bilimleri Anabilim Dalı Doktora Tezi. İZMİR. 110 s

LIVINGSTON, H. D., CLARKE, W. R., HONJO, S., İZDAR, E., KONUK, T., DEGENS, E., İTTEKOT, V., 1987. Chernobyl Fallout Studies in the Black Sea and Other Ocean Areas. U.S. Dept. of Energy, Environmental Measurements Laboratory, Report EML-460, p 214-223

- MARCHAND, M., CAPRAIS, J.C., 1985. Hydrocarbons and Halogenated Hydrocarbons in Coastal Waters of the English Channel and the North Sea. Marine Pollution Bulletin. Vol 16, No 2. p 78-81
- MARTIN, D.F., 1972(Preliminary Edition). Marine Chemistry Volume 2. NEWYORK. p 451
- MODAMID, X., 1986.Heavy Metal Distribution on the Coast of Catalonia. Marine Pollution Bulletin, Vol 17, No 8. GREAT BRITAIN.p383-385
- MÜEZZİNOĞLU, A., 1987. Denizler ve Kirlenme. İZMİR. 77 s.
- RESMİ GAZETE., 1988. Su Kirliliği Yönetmeliği. Sayı 19919. ANKARA.
- SFRISO, A., PAVONI, B., MARCOMINI, A., and ORIO, A.A., 1988. Annual Variations of Nutrients in the Lagoon of Venice. Marine Pollution Bulletin. Vol 19, No 2. GREAT BRITAIN. pp 54-60
- SHIARIS, M.P., SWEET-JAMBART, D., 1986. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Surficial Sediments of Boston Harbour, Massachusetts, USA. Marine Poll. Bulletin. Vol 17, No 10. GREAT BRITAIN. pp 469-472
- STIRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R., 1977. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada. OTTOWA. p 310.
- TÜRKİYE ÇEVRE SORUNLARI VAKFI., 1985.Türkiye'nin Çevre Sorunları. ANKARA. 400 s.

TÜRKİYE ÇEVRE SORUNLARI VAKFI., 1989. Türkiye'nin Çevre Sorunları. ANKARA.

478 s

UNEP/IOC., Determination of Petroleum Hydrocarbons in Sediments. Ref.
Meth. for Marine Poll. No 17.

WACHS, B., 1985. Bioindicators for the Heavy Metal Load of River
Ecosystems. Symposia Biologica Hungarica 29. pp 179-190

WOODHEAD, D.S., 1974. The Estimation of Radiation Dose Rates to Fish in
Contaminated Environments and the Assessment of the Possible
Consequences. IAEA-SM-184/11 Population Dose Evaluation and
Standards For Man and his Environment, VIENNA. pp 555-575

ÖZGEÇMİŞ

ADI : AYNUR

SOYADI : KONTAŞ

DOĞUM YERİ VE YILI : MUĞLA/Milas-5.8.1959

İLK ÖĞRETİM : Milas Devrim İlk Okulu (1965-1970)

ORTA ÖĞRETİM : Milas Merkez Orta Okulu (1970-1973)
Kütahya Kız Öğretmen Lisesi (1973-1976)

YÜKSEK ÖĞRETİM : Anadolu Üniversitesi Endüstri Bilimleri Fakültesi
Kimya Mühendisliği Bölümü (1976-1980)

YABANCI DİLİ : İngilizce

İŞ DENEYİMİ : Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve
Teknolojisi Enstitüsü (1984-)

İLGİ ALANI : Deniz Kimyası

ALDIĞI KURSLAR : TMMOB. Kimya Mühendisleri Odası tarafından
düzenlenen Kromatografi Okulu (1987)
TMMOB. Kimya Mühendisleri Odası tarafından
düzenlenen Spektroskopi Okulu (1987)