

**DÜDEN ÇAYI'NIN SU KALİTESİNİN İNCELENMESİ VE AKDENİZ'E
TAŞINAN KİRLİLİK YÜKLERİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN
BELİRLENMESİ**

Ayça ERDEM

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez, 20 02 0121.09 numara ile Akdeniz Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

2002

T1347

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÜDEN ÇAYI'NIN SU KALİTESİNİN İNCELENMESİ VE AKDENİZ'E
TAŞINAN KİRLİLİK YÜKLERİNİN MEVSİMSSEL DEĞİŞİMİNİN
BELİRLENMESİ

Ayça ERDEM

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
REKTÖRLÜĞÜ KÜTÜPHANESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez, 29/05/2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (97) not takdir edilerek
Oybirliği/ Oyçokluğu ile kabul edilmiştir

Prof.Dr. Bülent TOPKAYA (Danışman)

Doç.Dr. Ayşe MUHAMMETOĞLU

Doç.Dr. Erol KESKİN

Bülent Topkaya
Ayşe Muhammetoğlu
Erol Keskin

ÖZET

DÜDEN ÇAYI'NIN SU KALİTESİNİN İNCELENMESİ VE AKDENİZ'E TAŞINAN KİRLİLİK YÜKLERİNİN MEVSİMSSEL DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ

Ayça ERDEM

Danışman: Prof.Dr. Bülent TOPKAYA

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Mayıs 2002, 116 Sayfa

Deniz suyu kalitesi, turizmden yüksek gelir sağlayan ülkemiz için oldukça önemlidir, ancak kıyı bölgelerimiz, özellikle Ege ve Akdeniz, karasal kaynaklı kirleticiler; akarsular ve denize deşarj edilen atık sular ile yoğun bir şekilde kirletilmektedir. Her ne kadar kirliliğin etkisini azaltmak ve kontrol etmek için turizm bölgelerinde atık su arıtma sistemleri kullanılıyorsa da, akarsuların su toplama havzasından taşıdıkları kirleticilerin kontrolü son derece güçtür.

Antalya ilinin en önemli turistik yörelerinden biri olan Lara kıyı bölgesi, özellikle son 10 yılda imara açılarak yoğun bir kentleşme ile karşı karşıya kalmıştır. Bölgede altyapının henüz tamamlanmamış olması da kıyı bölgesinin geleceği açısından büyük sorundur.

Bu çalışmada, Lara bölgesinden Antalya Körfezi'ne dökülen Düden Çayı'nın su kalitesi incelenmiş ve mevsimsel kirlilik yükü hesaplanmıştır. Hesaplanan kirlilik yükleri körfeze önemli miktarlarda bitki besin maddesi, katı madde ve koliform bakteri taşıdığını göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Antalya Körfezi, Akdeniz'in kirlenmesi, Düden çayı, Karasal kaynaklı kirleticiler, Kirlilik yükleri

JÜRİ: Prof.Dr. Bülent TOPKAYA

Doç.Dr. Ayşe MUHAMMETOĞLU

Doç.Dr. Erol KESKİN

ABSTRACT

INVESTIGATION OF WATER QUALITY OF DUDEN RIVER AND DETERMINATION OF THE SEASONAL VARIATIONS OF THE POLLUTION LOADS CARRIED TO THE MEDITERRANEAN SEA

Ayça ERDEM

Advisor: Prof Dr. Bülent TOPKAYA

M.Sc. in Environmental Engineering

May 2002, 116 Pages

Sea water quality is very important for Turkey which has a high income from tourism. However the coastal zones of the Aegean Sea and the Mediterranean Sea, are polluted by land based pollutants such as wastewater discharges and rivers. In order to mitigate and control the impact of pollution in tourism areas, wastewater treatment systems are used, but it is rather difficult to control the pollutants coming from drainage areas carried by rivers.

Lara Region which is one of the most important touristic places in Antalya, has been faced an incentive urbanization especially in the last ten years. Incomplete infrastructure will be an important problem for the future of the region.

In this study, the water quality and the seasonal pollutant loads of Düden River, flowing into Lara Region, has been examined. The resulting pollution loads showed that high amounts of plant nutrients, solids and coliforms are carried to the Bay.

KEY WORDS: Antalya Bay, Pollution of the Mediterranean Sea, Düden River, Land-based pollutants, Pollution loads

COMMITTEE: Prof Dr. Bülent TOPKAYA (Advisor)

Assoc Prof Dr. Ayşe MUHAMMETOĞLU

Assoc Prof Dr. Erol KESKİN

ÖNSÖZ

Ülkemizin kıyı bölgeleri, özellikle Ege ve Akdeniz, son yıllarda yoğun turizm yatırımlarına sahne olmuştur. Ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olan turizmin bu özelliğini gelecek yıllarda da taşıyabilmesi çevresel açıdan bazı şartlara bağlıdır. Bunlar arasında en önemlisi hiç şüphesiz deniz suyu kalitesidir.

Antalya ili sahip olduğu tarihi özelliklerin yanı sıra fazla bozulmamış doğal çevresi nedeniyle ülkemizin turizm açısından en hareketli ve en yüksek döviz girdisinin sağlandığı bölgesidir. 640 km uzunluğunda kıyı şeridinde sahip olan kentte nüfusun %85'i kıyı kesiminde yaşamaktadır. Antalya, 1997 Genel Nüfus Sayım sonuçlarına göre 1990- 1997 yılları arasında nüfusu artan iller sıralamasında yıllık % 4,046 nüfus artış hızı ile ilk sıradadır (DİE, 1998). Nüfusun çok hızlı artması ve bunun doğal sonucu olarak altyapısız kentleşme, bölge için çok ciddi çevre problemlerini de beraberinde getirmektedir.

Bu çalışmada, Antalya- Lara Bölgesine karışan ve önemli miktarda karasal kaynaklı kirletici taşıyan akarsulardan biri olan Düden Çayı incelenmiştir. Düden Çayı ile Antalya Körfezi'ne karışan kirlilik yükleri tespit edilmiş ve kirlenmenin önüne geçilebilmesi için önerilerde bulunulmuştur. Ocak 2001 tarihinde başlayan çalışmaya Ocak ve Şubat 2002 aylarında yapılan analiz sonuçları da dahil edilmiş ve birlikte yorumlanmıştır.

Bu konuda çalışma olanağı veren danışmanım Sayın Prof.Dr. Bülent TOPKAYA'ya, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı yetkililerine ve Prof.Dr. Hüseyin SÜMBÜL'e, tezin her aşamasında destek olan Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarına, D.S.İ. 13. Bölge, 131. Şube Müdürlüğü'ne, Antalya Büyükşehir, Kepez ve Konyaaltı Belediyelerine teşekkürlerimi sunarım. Manevi destekleri ve teşvikleriyle beni yalnız bırakmayan aileme ayrıca teşekkür ederim.

Bu araştırma, Akdeniz Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Araştırma Fonu yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SIMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI	4
2.1 Yasal Mevzuat	4
2.2 Uluslararası Sözleşmeler	5
2.3 Avrupa Birliği Ülkelerinde Uygulama	6
2.4 Uluslararası Düzeyde Karasal Kaynaklı Kirleticiler ile İlgili Yapılan Çalışmalar	7
2.5 Karadeniz'e Dökülen Karasal Kaynaklı Kirleticiler ile İlgili Yapılan Çalışmalar	8
2.6 Akdeniz'e Dökülen Karasal Kaynaklı Kirleticiler ile İlgili Yapılan Çalışmalar	11
2.7 Düden Çayı ile İlgili Yapılan Çalışmalar	13
3. MATERYAL ve METOD	15
3.1 Düden Çayı ve Genel Özellikleri	15
3.1.1. Nüfus	18
3.1.2. Meteorolojik özellikler	19
3.1.3. Taşkın durumu	19
3.1.3.1. 30 Aralık 1959-06 Ocak 1960 (Antalya civarı taşkın)	20
3.1.3.2. 14 Aralık 1968-20 Ocak 1969 (Antalya, Burdur, Isparta civarı taşkın)	20
3.1.3.3. 08 Ocak 1997 (Aksu Çayı ve Kovanlık Kocaçay kaynaklı taşkın)	20
3.1.3.4. 31 Aralık 2000-03 Ocak 2001 (Antalya Döşemealtı, Kırkgöz kaynaklı taşkın)	20

3 1 4. İnceleme alanı	21
3.2. Deneysel Çalışmalar	28
3 2 1. İstasyonlar ve özellikleri	28
3 2 1 1. İstasyon no I	30
3 2 1 2. İstasyon no II	31
3 2 1 3. İstasyon no. III	32
3 2 1 4. İstasyon no IV	33
3 3. Laboratuvar çalışmaları	34
3 3 1. Örnekleme yöntemleri	34
3 3 1 1. İncelenen parametreler ve analiz yöntemleri	34
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	35
4 1. Analiz Sonuçları	35
4 1 1. İstasyon no I (Kırkgözler Kanalı)	35
4 1 1 1. Debi	35
4 1 1 2. Analiz Sonuçları	36
4 1 2. İstasyon no II (Düdenbaşı Mevkii)	43
4 1 2 1. Debi	43
4 1 2 2. Analiz Sonuçları	45
4 1 3. İstasyon no III (Koyunlar Regülatörü)	52
4 1 3 1. Debi	52
4 1 3 2. Analiz Sonuçları	53
4 1 4. İstasyon no. IV (Gençlik Parkı Mevkii)	60
4 1 4 1. Debi	60
4 1 4 2. Analiz Sonuçları	61
4 1 5. Örnekleme istasyonlarında elde edilen sonuçların birlikte değerlendirilmesi	68
4 1 5 1. Debi	68
4 1 5 2. Organik madde	68
4 1 5 3. Azot bileşikleri	69
4 1 5 4. Fosfor bileşikleri	69
4 1 5 5. Katı madde	70
4 1 5 6. Mikrobiyolojik özellikler	70

4.2. Akdeniz'e Taşınan Kirlilik Yüklerinin Tespiti	91
4.2.1. Organik madde	91
4.2.2. Azot bileşikleri	91
4.2.3. Fosfor bileşikleri	91
4.2.4. Katı madde	91
4.2.5. Mikrobiyolojik özellikler	92
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	106
6. KAYNAKLAR	109
7. EKLER	113
EK I Kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflandırılması	113
EK II Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	114
Ek III Avrupa Birliği'nde uygulanan deniz suyu kalite kriterleri	115
ÖZGEÇMİŞ	116

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Derece santigrat
cm	Santimetre
ha	Hektar
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
l	Litre
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
NTU	Nephelometric Turbidity Units
ppt	Parts per thousand
s	Saniye
t	Ton
µs	Mikro siemens

Kısaltmalar

AKM	Askıda Katı Madde
APHA	American Public Health Association
BOİ ₅	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
DSİ	Devlet Su İşleri
EEA	European Environment Agency
GEF	Global Environmental Facility
GPS	Global Positioning System

K	Kuzey
KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MAP	Mediterranean Action Plan
MEDPOL	Mediterranean Pollution Programme
NO ₃ ⁻ - N	Nitrat Azotu
NO ₂ ⁻ - N	Nitrit Azotu
O- PO ₄ ⁻³	Ortofosfat
TÇM	Toplam Çözünmüş Madde
TÇV	Türkiye Çevre Vakfı
TKM	Toplam Katı Madde
Toplam N	Toplam Azot
Toplam P	Toplam Fosfor
UNEP	United Nations Environment Programme

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Antalya- Düden havzası su kaynakları sisteminin genel görünüşü	17
Şekil 3.2.	Nüfus diagramı	18
Şekil 3.3.	Klima diagramı	19
Şekil 3.4.	Eşyüksekti eğrileri	23
Şekil 3.5.	Hidrolojik ağ ve su toplama havzaları	24
Şekil 3.6.	Taşkın durumu	25
Şekil 3.7.	İmar durumu ve yollar	26
Şekil 3.8.	Yeşil alan	27
Şekil 3.9.	İstasyonların buldukları noktalar	29
Şekil 3.10.	İstasyon no. I	30
Şekil 3.11.	İstasyon no. II	31
Şekil 3.12.	İstasyon no. III	32
Şekil 3.13.	İstasyon no. IV	33
Şekil 4.1.	İstasyon no. I'de debinin aylara göre değişimi	36
Şekil 4.2.	İstasyon no. I'de tespit edilen pH değerlerinin aylara göre değişimi	38
Şekil 4.3.	İstasyon no. I'de tespit edilen çözünmüş oksijen konsantrasyonları ve sıcaklığın aylara göre değişimi	38
Şekil 4.4.	İstasyon no. I'de tespit edilen çözünmüş oksijen doygunluğu değerlerinin aylara göre değişimi	39
Şekil 4.5.	İstasyon no. I'de tespit edilen bulanıklık ve askıda katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	39
Şekil 4.6.	İstasyon no. I'de tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi	40
Şekil 4.7.	İstasyon no. I'de tespit edilen organik madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	40
Şekil 4.8.	İstasyon no. I'de tespit edilen azot bileşikleri konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	41
Şekil 4.9.	İstasyon no. I'de tespit edilen fosfor bileşikleri konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	41

Şekil 4.10.	İstasyon no I'de tespit edilen katı madde miktarlarının aylara göre değişimi.....	42
Şekil 4.11.	İstasyon no I'de tespit edilen koliform ve streptokok sayılarının aylara göre değişimi.....	42
Şekil 4.12.	Düden Çayı'na katkısı olan yeraltı suyu debisinin aylara göre değişimi.....	44
Şekil 4.13.	İstasyon no II'de tespit edilen pH değerlerinin aylara göre değişimi.....	47
Şekil 4.14.	İstasyon no II'de tespit edilen çözünmüş oksijen konsantrasyonları ve sıcaklığın aylara göre değişimi.....	47
Şekil 4.15.	İstasyon no II'de tespit edilen çözünmüş oksijen doygunluğu değerinin aylara göre değişimi.....	48
Şekil 4.16.	İstasyon no II'de tespit edilen bulanıklık ve askıda katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.....	48
Şekil 4.17.	İstasyon no II'de tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi.....	49
Şekil 4.18.	İstasyon no II'de tespit edilen organik madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.....	49
Şekil 4.19.	İstasyon no II'de tespit edilen azot bileşikleri konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.....	50
Şekil 4.20.	İstasyon no II'de tespit edilen fosfor bileşikleri konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.....	50
Şekil 4.21.	İstasyon no II'de tespit edilen katı madde miktarlarının aylara göre değişimi.....	51
Şekil 4.22.	İstasyon no II'de tespit edilen koliform ve streptokok sayılarının aylara göre değişimi.....	51
Şekil 4.23.	İstasyon no III'de debinin aylara göre değişimi.....	53
Şekil 4.24.	İstasyon no III'de tespit edilen pH değerlerinin aylara göre değişimi.....	55
Şekil 4.25.	İstasyon no III'de tespit edilen çözünmüş oksijen konsantrasyonları ve sıcaklığın aylara göre değişimi.....	55
Şekil 4.26.	İstasyon no III'de tespit edilen çözünmüş oksijen doygunluğu değerlerinin aylara göre değişimi.....	56
Şekil 4.27.	İstasyon no III'de tespit edilen bulanıklık ve askıda katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.....	56

Şekil 4.28.	İstasyon no III'de tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi	57
Şekil 4.29	İstasyon no III'de tespit edilen organik madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	57
Şekil 4.30.	İstasyon no III'de tespit edilen azot bileşikleri konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	58
Şekil 4.31	İstasyon no III'de tespit edilen fosfor bileşikleri konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	58
Şekil 4.32	İstasyon no III'de tespit edilen katı madde miktarlarının aylara göre değişimi	59
Şekil 4.33.	İstasyon no III'de tespit edilen koliform ve streptokok sayılarının aylara göre değişimi	59
Şekil 4.34	İstasyon no IV'de debinin aylara göre değişimi	61
Şekil 4.35	İstasyon no IV'de tespit edilen pH değerlerinin aylara göre değişimi	63
Şekil 4.36	İstasyon no IV'de tespit edilen çözünmüş oksijen konsantrasyonları ve sıcaklığın aylara göre değişimi	63
Şekil 4.37	İstasyon no IV'de tespit edilen çözünmüş oksijen doygunluğu değerlerinin aylara göre değişimi	64
Şekil 4.38.	İstasyon no IV'de tespit edilen bulanıklık ve askıda katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	64
Şekil 4.39	İstasyon no IV'de tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi	65
Şekil 4.40	İstasyon no IV'de tespit edilen organik madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	65
Şekil 4.41	İstasyon no IV'de tespit edilen azot bileşikleri konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	66
Şekil 4.42.	İstasyon no IV'de tespit edilen fosfor bileşikleri konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	66
Şekil 4.43	İstasyon no IV'de tespit edilen katı madde miktarlarının aylara göre değişimi	67
Şekil 4.44.	İstasyon no IV'de tespit edilen koliform ve streptokok sayılarının aylara göre değişimi	67

Şekil 4.45.	İstasyonlarda debinin aylara göre değişimi	72
Şekil 4.46.	İstasyonlarda tespit edilen BOİ ₅ konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	74
Şekil 4.47.	İstasyonlarda tespit edilen KOİ konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	75
Şekil 4.48.	İstasyonlarda tespit edilen toplam azot konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	77
Şekil 4.49.	İstasyonlarda tespit edilen nitrat azotu konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	78
Şekil 4.50.	İstasyonlarda tespit edilen nitrit azotu konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	79
Şekil 4.51.	İstasyonlarda tespit edilen toplam fosfor konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	81
Şekil 4.52.	İstasyonlarda tespit edilen ortofosfat konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	82
Şekil 4.53.	İstasyonlarda tespit edilen toplam katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	84
Şekil 4.54.	İstasyonlarda tespit edilen askıda katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	85
Şekil 4.55.	İstasyonlarda tespit edilen toplam çözünmüş madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	86
Şekil 4.56.	İstasyonlarda tespit edilen toplam koliform sayılarının aylara göre değişimi	88
Şekil 4.57.	İstasyonlarda tespit edilen fekal koliform sayılarının aylara göre değişimi	89
Şekil 4.58.	İstasyonlarda tespit edilen fekal streptokok sayılarının aylara göre değişimi	90
Şekil 4.59.	İstasyonlarda tespit edilen BOİ ₅ yüklerinin aylara göre değişimi	94
Şekil 4.60.	İstasyonlarda tespit edilen KOİ yüklerinin aylara göre değişimi	94
Şekil 4.61.	İstasyonlarda tespit edilen toplam azot yüklerinin aylara göre değişimi	96
Şekil 4.62.	İstasyonlarda tespit edilen nitrat azotu yüklerinin aylara göre değişimi	96
Şekil 4.63.	İstasyonlarda tespit edilen nitrit azotu yüklerinin aylara göre değişimi	97

Şekil 4.64.	İstasyonlarda tespit edilen toplam fosfor yüklerinin aylara göre değişimi	99
Şekil 4.65.	İstasyonlarda tespit edilen ortofosfat yüklerinin aylara göre değişimi ..	99
Şekil 4.66.	İstasyonlarda tespit edilen toplam katı madde yüklerinin aylara göre değişimi	101
Şekil 4.67.	İstasyonlarda tespit edilen askıda katı madde yüklerinin aylara göre değişimi	101
Şekil 4.68.	İstasyonlarda tespit edilen toplam çözünmüş madde yüklerinin aylara göre değişimi	102
Şekil 4.69.	İstasyonlarda tespit edilen toplam koliform yüklerinin aylara göre değişimi	104
Şekil 4.70.	İstasyonlarda tespit edilen fekal koliform yüklerinin aylara göre değişimi	104
Şekil 4.71.	İstasyonlarda tespit edilen fekal streptokok yüklerinin aylara göre değişimi	105

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	İncelenen parametreler, kullanılan ekipman ve uygulanan analiz yöntemleri	34
Çizelge 4.1.	İstasyon no. I debi ölçüm sonuçları	35
Çizelge 4.2.	İstasyon no. I arazi ölçüm sonuçları	36
Çizelge 4.3.	İstasyon no. I laboratuvar analiz sonuçları	37
Çizelge 4.4.	Yeraltı sularının Düden Çayı'na katkısı	44
Çizelge 4.5.	İstasyon no. II arazi ölçüm sonuçları	45
Çizelge 4.6.	İstasyon no. II laboratuvar analiz sonuçları	46
Çizelge 4.7.	İstasyon no. III debi ölçüm sonuçları	52
Çizelge 4.8.	İstasyon no. III arazi ölçüm sonuçları	53
Çizelge 4.9.	İstasyon no. III laboratuvar analiz sonuçları	54
Çizelge 4.10.	İstasyon no. IV debi ölçüm sonuçları	60
Çizelge 4.11.	İstasyon no. IV arazi ölçüm sonuçları	61
Çizelge 4.12.	İstasyon no. IV laboratuvar analiz sonuçları	62
Çizelge 4.13.	İstasyonlara ait aylık debi sonuçları	71
Çizelge 4.14.	İstasyonlarda tespit edilen organik madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	73
Çizelge 4.15.	İstasyonlarda tespit edilen azot bileşiklerinin aylara göre değişimi	76
Çizelge 4.16.	İstasyonlarda tespit edilen fosfor bileşiklerinin aylara göre değişimi	80
Çizelge 4.17.	İstasyonlarda tespit edilen katı madde formlarının aylara göre değişimi	83
Çizelge 4.18.	İstasyonlarda tespit edilen mikrobiyolojik özelliklerin aylara göre değişimi	87
Çizelge 4.19.	İstasyonlarda tespit edilen organik madde yükünün aylara göre değişimi	93
Çizelge 4.20.	İstasyonlarda tespit edilen azot bileşikleri yükünün aylara göre değişimi	95
Çizelge 4.21.	İstasyonlarda tespit edilen fosfor bileşikleri yükünün aylara göre değişimi	98
Çizelge 4.22.	İstasyonlarda tespit edilen katı madde yükünün aylara göre değişimi	100
Çizelge 4.23.	İstasyonlarda tespit edilen mikrobiyolojik kirlilik yükünün aylara göre değişimi	103

1. GİRİŞ

Ülkemizin kıyı bölgeleri, özellikle Ege ve Akdeniz, son yıllarda yoğun turizm yatırımlarına sahne olmuştur. Ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olan turizmin bu özelliğini gelecek yıllarda da taşıyabilmesi çevresel açıdan bazı şartlara bağlıdır. Bunlar arasında en önemlisi hiç şüphesiz deniz suyu kalitesidir.

Antalya ili sahip olduğu tarihi özelliklerin yanı sıra fazla bozulmamış doğal çevresi nedeniyle ülkemizin turizm açısından en hareketli ve en yüksek döviz girdisinin sağlandığı bölgesidir. 640 km uzunluğunda kıyı şeridinde sahip olan kentte nüfusun %85'i kıyı kesiminde yaşamaktadır. Bölgede yerel halkın turizm dışındaki ekonomik faaliyetleri ağırlıklı olarak tarımsal üretim olup, özellikle seracılık ve çiçekçilik yoğun olarak yapılmaktadır.

Antalya, 1997 Genel Nüfus Sayım sonuçlarına göre 1990- 1997 yılları arasında nüfusu artan iller sıralamasında yıllık %4,046 nüfus artış hızı ile ilk sıradadır (ANONİM-I 1998). Türkiye ortalaması olan %1,508 değeriyle karşılaştırıldığında, Antalya'da önümüzdeki 15-20 yıl süresince de nüfus yoğunluğunun artacağı düşünülmektedir. Nüfusun çok hızlı artması ve bunun doğal sonucu olarak altyapısız kentleşme, bölge için çok ciddi çevre problemlerini de beraberinde getirmektedir.

Antalya ilinin en önemli turistik yörelerinden biri de Lara kıyı bölgesidir. Özellikle son 10 yılda imara açılarak yoğun bir kentleşme ile karşı karşıya kalan bölgede altyapının henüz tamamlanmamış olması kıyı bölgesinin geleceği açısından büyük sorundur.

Kıyı bölgelerimizin en önemli kirleticileri karasal kaynaklı olup, kıyı bölgeleri denize deşarj edilen atıksular ve akarsular vasıtasıyla yoğun bir şekilde kirlenmektedir. Ülkemizde turizm açısından önemli bölgelerde (Belek, Side, Kemer, Beldibi) atıksular genellikle toplanmakta ve arıtıldıktan sonra denize deşarj edilmektedir. Ancak kıyı bölgesine karışan akarsuların, su toplama havzalarından taşıdıkları kirleticilerin kontrolü son derece güçtür. Her ne kadar ülkemizde alıcı ortamların su kalitesinin

korunması amacıyla geliştirilen deşarj standartları bulunuyorsa da, havza sınırları ile idari sınırların farklı olması bu yönetmeliklerin uygulanmasını ve önlem alınmasını zorlaştırmaktadır.

Avrupa Birliği kapsamında ise özellikle son 10 yılda kıyı bölgelerinin karasal kaynaklı kirleticiler ile kirletilmesini önlemek amacıyla bir dizi yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikler uyarınca, üye ülkelerin teklifleri doğrultusunda; hassas, normal ve az hassas bölgeler oluşturulmuş ve her bölge için farklı deşarj standartları geliştirilmiştir. Bunların yanı sıra deniz suyu kalitesi bir dizi parametre bazında sürekli izlenmekte ve elde edilen veriler internet aracılığı ile yayınlanarak o bölgeyi ziyaret etmek isteyenlerin bilgisine sunulmaktadır (ANONİM-II 2002).

Avrupa Birliği'ne girme aşamasında olan ve gelirinin önemli kısmını deniz turizminden elde eden ülkemizde de mevcut yönetmeliklerin Avrupa Birliği ile uygunluk içerisinde olması gerekmektedir.

Akdeniz, üç ana kıtanın 18 ülkesinin çevrelediği, 129 milyon insanın yaşadığı 46000 km'lik kıyı uzunluğuna sahip, yarı-kapalı bir denizdir. Dünyanın en önemli turizm alanı olan Akdeniz kıyıları, her yıl 100 milyondan fazla ziyaretçiyi konuk etmektedir. Akdeniz; özellikle yoğun kentleşmenin olduğu kıyılardaki endüstriyel aktiviteler ve karasal kaynaklı kirleticiler nedeniyle her geçen gün kirletilmektedir. Buna karşılık, yapılan araştırmalarda, Akdeniz; az yağışlı, yüksek buharlaşma, yüksek tuzluluk, düşük gel-git hareketi ve düşük besi maddesi konsantrasyonu özellikleri ile karakterize edilmektedir (ANONİM-III 2001).

Akdeniz'i çevreleyen ülkeler 1975 yılında, UNEP'in öncülüğünde, Akdeniz'in karasal kaynaklı kirleticilerden korunmasını amaçlayan Barcelona Sözleşmesini imzalamışlardır. UNEP Bölgesel Deniz Programının başlaması ile birlikte Akdeniz "Özel Bölge" seçilmiş ve kıyı yönetimleri tarafından bir plan uygulamaya konulmuştur. Akdeniz Eylem Planı, MAP (Mediterranean Action Plan) adı altında oluşturulan plan; yasal, çevresel değerlendirme ve çevresel yönetim ana başlıklarından meydana gelmektedir. Barcelona Konvansiyonu bu planın yasal kısmını oluşturmaktadır. Uzun

vadeli Akdeniz Kirlilik İzleme ve Araştırma Programı (MEDPOL) 1975'te başlamış ve I. Aşaması 1980'e kadar devam etmiştir II Aşama 1981'de imzalanmış ve dört aşamada izleme çalışmaları devam etmiştir Kirliliğin kaynakları, yakın kıyı alanları, uzak kıyı alanları ve atmosferden taşınan kirleticiler bu dört aşamayı oluşturmaktadır. Mavi Plan (The Blue Plan) MAP'in çevresel yönetim kısmını oluşturmakta olup, 1979'da Akdeniz ülkelerinin kendi kıyı bölgelerini korumak amacıyla geliştirdikleri bir plandır (ANONİM-III 2001).

Bu çalışmada, Düden Çayı'nın su kalitesi belirleme çalışmaları yapılmış, Akdeniz'e taşıdığı kirlilik yükleri tespit edilmiştir. Bu tez çalışması Düden Çayı ve çevresi ile ilgili bilgi eksikliğinin giderilmesini amaçlamakta olup, arazi ve laboratuvar çalışmalarını kapsayan iki ana bölümden oluşmaktadır.

Bu kapsamda, genel bilgi ve kuramsal bilgilerin yer aldığı bölümleri takiben materyal ve metot bölümünde, Düden Çayı'nın ve inceleme alanında seçilen istasyonların genel özellikleri ile örnekleme ve analiz yöntemleri hakkında bilgi verilmektedir. Bulgular ve tartışma bölümü, arazi ve laboratuvar analiz sonuçları ile Düden Çayı'nın Akdeniz'e taşıdığı kirlilik yüklerinin verildiği sonuçları içermektedir. Sonuç ve öneriler kısmında, elde edilen sonuçlar yorumlanmakta ve bunların ışığında mevcut olumsuzlukların önlenmesi amacıyla öneriler getirilmektedir.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

2.1. Yasal Mevzuat

Ülkemizde genel su kalitesinin korunması amacıyla; 2872 sayılı Çevre Kanunu kapsamında çıkartılan ve 04/09/1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”; ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin her türlü kullanım amacıyla korunmasını, en iyi bir biçimde kullanımının sağlanmasını ve su kirlenmesinin önlenmesini ekonomik ve sosyal kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere, su kirliliğinin kontrolü esaslarının belirlenmesi için gerekli olan hukuki ve teknik esasları içermektedir. Yönetmelik, 8 bölüm, 55 madde ve 4 tebliğden oluşmaktadır. Bu yönetmeliğe göre Kıta içi Su Kaynakları; yüksek kaliteli, az kirlenmiş, kirlenmiş ve çok kirlenmiş su olarak dört sınıfa ayrılmış ve su kalitesinin korunması amacıyla kalite kriterleri geliştirilmiştir (ANONİM-IV 1995), ancak su ortamlarının değerlendirilmesi için yeterli sayıda veri bulunmadığından tam olarak uygulanamamaktadır (ANONİM-V 1999). Kıta içi su kaynaklarının sınıflandırma esasları bu çalışmada Ek I’de ve su kalite kriterleri Ek II’de verilmiştir. Ülkemizde ve aynı zamanda Avrupa Birliği ülkelerinde de uygulanmakta olan deniz suyu kalitesi kriterleri bu çalışmada Ek III’te verilmiştir.

Ülkemizdeki akarsu havzalarında D S İ tarafından su kalitesi gözlem çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalar, ülkemizin nüfus ve sanayi üretiminin, dolayısıyla kirlenmenin daha yoğun olduğu batı bölgesindeki havzalarda yoğunlaşmıştır. Ancak bu havzalar için dahi ölçümlerin zamansal sıklığı ve parametreleri kapsamı bakımından yeterli bir düzeye ulaşamadığı belirtilmektedir (ANONİM-V 1999).

Su kalitesinin belirlenebilmesi ve hangi amaçla kullanılabileceğinin tespit edilebilmesi için uygun parametrelerin seçilerek incelenmesi çok önemlidir. Su kalitesi gözlem ve denetiminde parametrelerin seçimi programın amacına ve incelenen su kaynağının türüne bağlıdır. Bu kapsamda akarsularda sıcaklık, çözünmüş oksijen (ÇO), askıda katı madde, bulanıklık, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde, pH, amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, toplam organik azot, fosfor, fosfat,

biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), fenol, pestisit ve yüzey aktif maddeler gibi parametrelerin ölçümünün önemli olduğu belirtilmektedir (Kuleli vd 1989, Polat 1997)

2.2. Uluslararası Sözleşmeler

Ülkemiz, 1976 yılında Barselona'da imzalayıp 1981 yılında yürürlüğe koyduğu "Akdeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunmasına Ait Sözleşme" ile uluslararası düzeyde belirli taahhütler altına girmiştir. Barselona Sözleşmesi olarak bilinen bu sözleşme dört adet protokol içermekte olup, bu protokollerden üçüncüsü 1987 yılında yürürlüğe giren "Akdeniz'in Kara Kökenli Kaynaklardan Kirlenmeye karşı Korunması Protokolü"dür. Bu sözleşmenin VIII Maddesinde karalardan gelen kirlenme ele alınmaktadır. Bu maddede; *"Taraflar, Akdeniz Sahası'nda kendi sınırları içinde bulunan alanlardan ırmaklar aracılığı ile dökülen, kıyılarda bulunan kuruluşlar veya mahreçler yoluyla veya karada bulunan herhangi bir kaynaktan dışarıya akan kirliliği önleme, azaltma ve kirlenmeyle mücadele etme konularında bütün uygun tedbirleri alırlar"* denilmektedir.

Protokol, Akdeniz Bölgesi'nin nehirlerinden, kara kökenli kaynaklardan gelecek kirlenmeleri denetlemek, önlemek veya korumak için uygun görülen tüm tedbirlerin alınmasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda protokolün 1 no'lu ekinde yer alan maddelerin protokol alanından tamamen arındırılması; 2 no'lu ekinde yer alan maddeler nedeniyle protokol alanında oluşabilecek kirliliğin önlenmesi öngörülmektedir (ANONİM-VI 1998).

Ülkemizin uluslararası düzeyde taraf olduğu bir diğer sözleşme de 1994 yılında yürürlüğe giren "Karadeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunması Sözleşmesi"dir. Bu sözleşmenin "Karadeniz Deniz Çevresinin Kara Kökenli Kaynaklardan Kirlenmeye Karşı Korunmasına Dair Protokol"ünün I Maddesinde; *"Sözleşmenin VII. Maddesine uygun olarak akit taraflar, Karadeniz'de kendi ülkelerinde nehirler, kanallar, kıyı tesisleri, diğer suni yapılar, deniz deşarjı ve yağmur suyu veya atmosfer yoluyla taşınanlar da dahil olmak üzere herhangi bir kara kökenli kaynaktan çıkanlar gibi kara kökenli kaynaklardan yapılan deşarjlarla kirlenmesinin önlenmesi, azaltılması ve"*

kontrolü için gerekli tüm tedbirleri alacaklardır" denilmektedir (ANONİM-II, 1998). Protokolün amacı, Karadeniz Bölgesi'nin nehirlerinden, kara kökenli kaynaklardan gelecek kirlenmeleri kısmen veya tamamen denetlemek ve önlemek için uygun görülen tüm tedbirlerin alınmasıdır

2.3. Avrupa Birliği Ülkelerinde Uygulama

Avrupa Birliği'ne taraf ülkeler de akarsular yoluyla gelen karasal kaynaklı kirlenmenin ve diğer atıksu deşarjlarının deniz ortamlarına yapacağı kirliliğin azaltılması ve/ veya önlenmesi amacıyla iki adet yönetmelik yürürlüğe konulmuştur. Bu yönetmeliklerin ilki 1976 yılında yürürlüğe giren "Kullanma Suyu Kalitesi Yönetmeliği (Directive of Bathing Water Quality)"dir. Yönetmelikte, deniz suyu kalitesinin sağlanabilmesi için uyulması gereken fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik sınır değerler verilmektedir. Bu yönetmelik 14 ana maddeden ve sınır değerleri içeren bir adet ekten oluşmaktadır (ANONİM-VI 1976). 21/12/2001 tarihinde Green Week (Yeşil Hafta) süresince düzenlenen konferansta yönetmeliğin revize edilmesine karar verilmiştir

Avrupa Birliği'nde uygulanan diğer yönetmelik ise 1991 yılında yürürlüğe giren atıksuların arıtılması ile ilgili olan "Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Yönetmeliği (Directive of Urban Waste Water Treatment)"dir. Bu yönetmeliğe göre üye ülkelerin deniz ortamlarının korunması amacıyla hassas, az hassas ve normal bölgeler olmak üzere üç tip bölge belirlemeleri mümkündür. Ülkelerin nüfus özelliklerine göre arıtma ve deşarj standartları oluşturulmuş olup (ANONİM-VIII, 1991-a), bu standartların sağlanması için belirli bir uygulama takvimi verilmiştir. Üye ülkeler; örneğin, nüfusu 10000'e kadar olan ve "hassas" olarak sınıflandırılan bölgelerde uygulanan arıtma sistemini 2005 yılına kadar bir üst kademeye geliştireceklerini taahhüt etmiştir (ANONİM-IX 1991- b)

2.4. Uluslararası Düzeyde Karasal Kaynaklı Kirleticiler İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Komai (1996), Japonya'da içme suyu temini, endüstriyel ve tarımsal amaçlı kullanılan ve aynı zamanda önemli bir karasal kaynaklı kirleticisi durumunda olan Kako Nehri'nde bitki besin maddesi girdisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada toplam azot, toplam fosfor, askıda katı madde (AKM) ve elektriksel iletkenlik parametrelerini incelemişlerdir. 15 aylık çalışma sonucunda, Kako nehri ile Harima Denizine, 1992 yılında 181 ton toplam fosfor, 2 320 ton toplam azot, 51 000 ton AKM taşındığı bulunmuştur. Bitki besin maddesi deşarjlarının toplam fosfor ve askıda katı değerlerini büyük ölçüde artırdığını, bunun yanında toplam fosfor ile askıda katılar arasında doğrusal bir oran olduğunu tespit etmiştir.

Zagorc- Koncan ve Cotman (1996), Slovenya'da evsel ve endüstriyel atıksuların deşarjı nedeniyle yoğun bir şekilde kirlenilen Krka Nehri'nde yapmış oldukları çalışmada, oluşan kirliliğin belirlenmesi amacıyla KOİ, BOİ₅, bitki besin maddeleri ve ağır metaller ile toksisite testleri yapmışlardır. Nehrin menbada BOİ₅ değeri 3 mg/l olurken, mansapta bu değerin değişmediği gözlenmiştir. KOİ değerinin ise menbada 6 mg/l, mansapta 9 mg/l olarak tespit edilmiştir. yapılan analizler neticesinde nehir boyunca meydana gelen yüksek seyrelme oranlarının, evsel atıksu için 1:1580 ve endüstriyel atıksu için 1:1000 olması nedeniyle, nehrin Slovenya Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre II Sınıf su kalitesinde olduğu ve atıksu deşarjlarının nehre olumsuz bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Kranjnc ve Toman (1998) tarafından Slovenya'da altı ayrı nehirde 1990-1994 yılları arasında yapmış oldukları çalışmada, nehir suyu kalitesi tespit edilmiş ve Akdeniz, Karadeniz ve Adriyatik Denizi'ne taşıdıkları kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Akdeniz'e dökülen Soca Nehri'nde yapılan kimyasal analizlerde civa konsantrasyonlarının 10 mg/l civarında olduğu ve bu değerin sınır değer olan 0,2 mg/l'nin çok üstünde olduğu tespit edilmiştir. önemli bir içme suyu kaynağı olan Rizana Nehri'nde yapılan analizlerde ise nitrat konsantrasyonu 2,97 mg/l, ortofosfat konsantrasyonu 0,006 mg/l ve AKM konsantrasyonu 510 mg/l olduğu tespit edilmiştir. çalışma süresince altı nehir için Slovenya Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre karşılaştırma

yapıldığında, nehirlerin su kalitesinin II Sınıf olduğu, yalnız Rizana Nehri'nin IV Sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir

2.5. Karadeniz'e Dökülen Karasal Kaynaklı Kirleticiler ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Ekmekçi ve Erkakan'ın (1989) Sarıyar Baraj Gölü'ne dökülen Sakarya Nehri ile ilgili yapmış olduğu çalışmada baraj gölünü besleyen Sakarya Nehri ve Baraj Gölünde kirliliğin zaman içindeki değişimi ve boyutunun ne derecede olduğu saptamaya çalışmışlar, kirliliğin balık yaşamı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yazarlara göre; 1984 yılında Sarıyar Baraj Gölü'ne 744 ton fosfat ve 2000 ton nitrat yüklemesi olmuş, 1988 yılında ise fosfat yükü 1520 tona ve nitrat yükü ise 3090,5 tona ulaşmıştır

Yüzbaşı (1997), Karadeniz'in korunması için başlatılan uluslararası bir proje kapsamında, karasal kaynaklı kirleticiler yoluyla denize karışan toplam fosfor ve toplam reaktif fosfor konsantrasyonlarını belirleme çalışmasını yürütmüştür. Çalışma kapsamında 33 örnekleme noktasından su örnekleri alınmıştır. Değirmendere, Çark ve Kozlu dereleri, Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre IV Sınıf; diğer dere ve ırmaklar II ve III Sınıf su kalitesinde bulunmuştur. Kanalizasyon örneklerinde ortalama toplam fosfor konsantrasyonu yaklaşık 10 mg/l bulunmuş, bu değer Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre kanalizasyonlar için üst sınır değerinde olduğu tespit edilmiştir.

Burak vd (1997), Porsuk, Ankara, Karasu, Göynük, Göksu, Mudurnu ve Çarksuyu ile beslenen Sakarya Nehri'nde yaptıkları çalışmada; su kalitesi modellemesi uygulamışlardır. Ana kol olan Sakarya Nehri'nin yan kollarına deşarj edilen evsel ve endüstriyel kökenli noktasal kaynaklar ile tüm havzada oluşan tarımsal kökenli yayılı kaynak kirlenmesine maruz kaldığı tespit edilmiştir. Havzada oluşan karasal kaynaklı kirlenme ve Karadeniz'e dökülen kirlenici yük miktarları; BOİ₅ 75126,6 t/yıl, toplam azot 21122,2 t/yıl ve toplam fosfor 3160,2 t/yıl olarak hesaplanmıştır. Çalışmada ayrıca, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre Porsuk, Ankara, Karasu ve Çarksuyu III

Sınıf, Sakarya Nehri'nin yan kollarla karışım noktaları dışında II. Sınıf su kalitesi özelliğinde olduğu belirtilmiştir.

Efelerli ve Oktaş (1997), çalışmalarında 1992-1996 yıllarını kapsayan süre içerisinde Sakarya Nehri ile Melen Çayı'nda su kalite ölçümleri yapmışlar ve kirlilik göstergesi olan parametreleri karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Buna göre; Sakarya Nehri'nde 5 yıllık süre içinde toplam azot konsantrasyonları ortalama olarak 1,43 mg/l, taşınan yük 5200 t/yıl olarak bulunurken, Melen Çayında 1,191 mg/l ve 2658 t/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplam azot konsantrasyonlarının Melen Çayı'nda Sakarya Nehri'ne oranla daha yüksek olduğu, ancak debiye bağlı yük değerlerine bakıldığında Sakarya Nehri'nin daha fazla toplam azot yükü taşıdığı tespit edilmiştir. Sakarya Nehri'nde 5 yıllık ortalama BOİ₅ değeri 4,09 mg/l olup, bu değer 13662 t/yıl yük değerine karşılık gelmektedir. Melen Çayı'nda ise ortalama BOİ₅ değeri olarak 3,32 mg/l tespit edilmiş ve tespit edilen yük 4755 t/yıl olarak hesap edilmiştir.

1992 yılında Karadeniz'e Tuna Nehri tarafından $9,8 \times 10^6$ ton organik madde, $0,575 \times 10^6$ ton inorganik azot, $0,133 \times 10^6$ ton fosfor ve $0,233 \times 10^6$ ton ağır metal içeren kirlilik taşınmıştır. İstanbul, her ne kadar Marmara Bölgesi'nin sınırları içerisinde bulunuyorsa da; Karadeniz'e İstanbul'dan deşarj edilen atıksu miktarı 1998 yılı verilerine göre yaklaşık 2×10^6 m³'tür. Bu değer 2010 yılında $3,1 \times 10^6$ m³, 2020 yılında ise 4×10^6 m³ değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir (ANONİM-X 1998).

İşseveroğlu ve Büyükgüngör (1998), Doğu Karadeniz sahil şeridinde yedi ayrı kirlenici kaynaktan (Melet- Aksu- Söğütlü- Değirmen Dereleri ile Giresun- Trabzon- Rize kanalizasyonları) mevsimsel olarak alınan örneklerde pH, BOİ₅, toplam fosfor, ortofosfat, toplam azot, nitrat, nitrit, amonyak azotu analizleri yapmışlardır. Buna göre, BOİ₅ parametreleri bakımından kış mevsiminde Değirmen, Söğütlü, Aksu ve Melet Derelerinin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre IV. Sınıf; toplam fosfor yönünden kış mevsiminde Değirmen ve Söğütlü Derelerinin III. Sınıf; Aksu ve Melet Derelerinin II. Sınıf; toplam azot yönünden kış mevsiminde Değirmen, Söğütlü ve Aksu Dereleri III. Sınıf, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ise IV. Sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye Çevre Vakfı (ANONİM-V 1999) tarafından yayımlanan "Türkiye'nin Çevre Sorunları'99"da, Karadeniz'e dökülen akarsuların taşıdığı kirlilik yükünün, toplam kirlilik yükünün yaklaşık % 90-95'ni oluşturduğu belirtilmektedir.

Albek vd (2000), Sakarya Nehri'nin bir kolu olan ve önemli tarım alanlarının ortasından geçen Seydi Suyu'nda yürüttükleri izleme çalışmasında, su kalitesi bileşenlerinin mevsimsel ve debiye bağlı değişimlerini incelemiştir. Araştırma sonucunda, nehir suyunun Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre nitrat bakımından I Sınıf, toplam fosfor ve nitrit bakımından III Sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

Güneş vd (2001) Çorlu Deresi'nde yapmış oldukları çalışmada KOİ, BOİ₅ ve toplam fosfor parametrelerini incelemiştir. Araştırma sonucunda nehir suyunun Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre IV Sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Çorlu Deresi'ne deşarj edilen evsel ve endüstriyel kirlilik yükleri incelendiğinde BOİ₅ yükünün 6874 kg/gün, KOİ yükünün 16736 kg/gün ve toplam fosfor yükünün 220 kg/gün olduğu görülmüştür. Çorlu Deresi'ndeki bu yoğun kirlenmenin; özellikle bölgedeki sanayi kuruluşlarının kontrolsüz atıksu deşarjları, altyapısı olmayan yerleşim bölgelerinden gelen evsel atıksular ile tarım alanlarından gelen sulama suyu, yağış ve yüzeysel akışın etkisiyle taşınan toprak ve çeşitli kirleticilerden kaynaklandığını tespit etmişlerdir.

Taşdemir ve Kaynak (2001), Bursa kenti için önemli bir yüzeysel su kaynağı olan Nilüfer Çayı'nın mevcut kirlilik düzeyinin ortaya konulması amacıyla yapmış oldukları çalışmada, pH, çözünmüş oksijen, BOİ₅, KOİ, toplam Fe, Cu, Cd, Zn, CN, F, Pb ve toplam Cr parametrelerini incelemiştir. Çalışmada analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde Nilüfer Çayının IV Sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiş ve Bursa kent merkezi dışında açık bir kanalizasyon niteliği taşıdığı belirtilmiştir. Kent merkezindeki evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları nedeniyle önemli bir karasal kaynaklı kirletici durumunda olan Nilüfer Çayı aynı zamanda Marmara Denizi'nin de yoğun bir şekilde kirlenmesine neden olmaktadır.

2.6. Akdeniz'e Dökülen Karasal Kaynaklı Kirleticiler ile İlgili Yapılan Çalışmalar

İzgören ve Büyükişik (1994) çalışmalarında İzmir Körfezi için önemli bir kirletici özelliği taşıyan Melez Çayı'nın çeşitli noktalarında bir yıl boyunca anyonik yüzey aktif madde, nitrat, nitrit, amonyum, silikat, fosfat ve ayrıca bazı fiziko- kimyasal parametreleri tespit etmişlerdir. Bu çalışmada; anyonik yüzey aktif madde 0,00- 6,928 mg/l, nitrat 0,00- 1,599 mg/l, nitrit 0,007- 1,531 mg/l, amonyum 0,32- 79,03 mg/l, silis 6,29- 174,20 mg/ l olarak bulunmuştur. Deterjan miktarı ile bitki besin maddesi konsantrasyonları arasında korelasyon olup olmadığı araştırılmış ve deterjanın fosfatla korelasyonunda fosfatın ana kaynağının deterjan olmadığı, daha çok fekal atıklardan kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Tuğrul ve Büyükişik (1994) çalışmalarında Gediz Nehri'nde evsel ve endüstriyel atık kaynaklı kirlilik yüklerini tespit etmişlerdir. Bir yıl süresince yapılan araştırma sonucunda Gediz Nehri ile İzmir Körfezi'ne 1992 yılında 41,2 ton anyonik yüzey aktif madde, 52,2 ton ortofosfat, 173,1 ton nitrat, 6,0 ton nitrit, 587,8 ton amonyum ve 4658 ton silisyum taşındığını bulmuşlardır. Çalışmada, İzmir Körfezine dökülen Arap ve Melez Dereleri ile karşılaştırıldığında, Gediz Nehrinin daha az kirlilik yükü taşıdığı tespit edilmiştir.

Tuncer vd (1995), Türkiye'deki kıyı alanları yönetimine ilişkin yapmış oldukları çalışmada, karasal kaynaklı kirleticiler tarafından denizlerimize taşınan evsel kaynaklı kirlilik yüklerini; 380 000 t/ yıl askıda katı madde (AKM), 272 500 t/ yıl BOİ₅ ve 69 700 t/yıl toplam azot olarak vermektedir. Aynı çalışmada, Akdeniz'de karasal kaynaklı kirleticiler nedeniyle meydana gelen kirliliğin Karadeniz'e oranla daha az olduğu da belirtilmektedir.

Akdeniz kıyılarında karasal kaynaklı kirleticilerin boyutunun ve canlılara olası etkilerinin incelenmesi amacıyla Yılmaz vd (1998) tarafından Marmaris-İskenderun kıyı bandında gerçekleştirilen bir çalışmada, bölgede yer alan nehirler, yerleşim yerleri atıksu deşarjları ve sanayi kuruluşlarının deşarj noktalarından yılda 2- 4 defa aralıklarla su örneği alınmıştır. Toplanan su örneklerinde toplam askıda katı madde, fekal

koliform, ortofosfat, toplam fosfor, nitrat, toplam azot, BOI_5 , KOI , poliaromatik petrol hidrokarbonları (DDPH, PAH), civa, kadmiyum gibi ağır ve toksik metal konsantrasyonları belirlenmiştir. 1980'li yıllarda nehirler yoluyla taşınan toplam askıda katı girdisi $0,9 \times 10^6$ t/yıl iken 1990'lı yıllarda $1,2 \times 10^6$ t/yıl; BOI_5 girdisi 15 yılda $0,6 \times 10^6$ t/yıl seviyesinden $1,5 \times 10^6$ t/yıl seviyesine; KOI girdisi $0,5 \times 10^6$ t/yıl seviyesinden $1,6 \times 10^6$ t/yıl seviyesine ulaşmıştır. 1990'lı yıllarda yine nehirler yoluyla 1500 t/yıl toplam fosfor ve 22000 t/yıl toplam azot Akdeniz'e taşınmıştır.

Türkiye Çevre Vakfı (ANONİM-V 1999) tarafından yayınlanan "Türkiye'nin Çevre Sorunları'99"da, Akdeniz'e özellikle kuzeydoğu bölgesine karasal kaynaklı kirleticiler tarafından yılda 100000 ton BOI_5 , 180000 ton KOI , 36000 ton azot, 13000 ton fosfor, 2500 ton deterjan ve 1400 ton ağır metalden oluşan kirliliğin taşındığı belirtilmektedir.

Albek (2000) çalışmasında, 1984-1994 su yıllarını kapsayan dönemde 14 adet akarsuyun klorür derişimlerini istatistiksel olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda, yüksek klorür içeren alanlardan kaynaklanan Oltu Suyu'nda 26,94 mg/l, yoğun bir şekilde kirlenilen Gediz Nehri'nde 35,61 mg/l ve Büyük Menderes Nehrin'nde 43,67 mg/l gibi yüksek klorür derişimleri tespit edilmiştir.

Kumbur ve Özer (2000), Tarsus ve Mersin'in içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayan Berdan Nehri'nde yapmış oldukları çalışmada, nehrin su kalitesini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında 1997-1999 yılları boyunca periyodik olarak alınan örneklere pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, nitrat, fosfat, deterjan, askıda katı madde, sülfat ve toksik madde analizleri uygulanmıştır. Araştırma sonuçları Berdan Nehri'nin içme ve kullanma suyu için uygun, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre I ve II Sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir.

Oğuz (2001) Akdeniz'e dökülen önemli bir karasal kaynaklı kirleticisi olan Boğaçay'da yapmış olduğu çalışmada 1 yıl boyunca aylık olarak aldığı örneklerde BOI_5 , KOI , toplam azot, nitrat, toplam fosfor, katı madde ve koliform parametrelerini incelemiştir. Analizler neticesinde 2000 yılı itibarıyla Antalya Körfezi'ne 89,83 ton

BOİ, 1298,04 ton KOİ, 107,33 ton toplam azot, nitrat azotu, 47,64 ton toplam fosfor, 53986 ton katı madde taşındığı bulunmuştur. Çalışmada, toplam azot yükünün aylara göre dağılımı homojenlik gösterirken, nitrat azotunun geniş bir aralıkta değişmekte olduğu görülmüş, şiddetli erozyonun yaşandığı havzada, dereler aracılığıyla, AKM ile birlikte fosfor taşındığı tespit edilmiştir

2.7. Düden Çayı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Düden Çayı ile ilgili yapılan kaynak taramalarında, önerilen kapsamda, bilimsel araştırmaya rastlanmamıştır. D S İ. Bölge Müdürlüğü tarafından Akdeniz'e dökülen diğer akarsular gibi Düden Çayı'nın da debisi düzenli olarak ölçülmekte, ancak kirlilik parametreleri rutin olarak ölçülmemektedir

Düden Çayı'nın taşıdığı kirlilik yükü ile ilgili yayımlanmış tek çalışma Aydılek ve Topkaya (1998) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada da organik madde, azot ve fosfor yükleri belirlenmiş olup, Düden Çayı'nın Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflandırması Kriterleri uyarınca organik madde ve toplam azot açısından I. Sınıf, orta fosfat açısından II. Sınıf sular arasına girdiği tespit edilmiştir.

Antalya Körfezi'ne dökülen Düden Çayı, kentin iç kısımlarından getirdiği kirliliği Akdeniz'e taşınması açısından önemli bir karasal kaynaklı kirlenici durumundadır. Özellikle bahar aylarında çayın denize döküldüğü noktada alg patlamaları gözlenmiştir. 2000 yılı yaz aylarında Akdeniz Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde bu noktadan alınan deniz suyu örneklerinde yapılan incelemelerde, Dinophyceae sınıfına ait zehirli-zararlı türler ile aşırı üreyen mikro-alg türleri tespit edilmiştir. Bu olgu Düden Çayı ile birlikte önemli miktarlarda bitki besin maddesinin deniz ortamına taşındığını göstermektedir (ANONİM-XI 2000).

Öziş vd (1996) yaptıkları çalışmada, Antalya yöresinin temel su kaynağı olan kentin Kırkgözler pınar grubunu incelemiştir. Yapılan kimyasal analizler sonucunda Antalya'nın denize yakın seviyelerinde kaynayan küçük pınarların Kırkgözler pınarlarına kıyasla çok daha az erimiş karbonat, ancak çok daha fazla sülfat içerdiği

tespit etmişlerdir. Çalışmada ayrıca, Kırkgözler pınarlarını besleyen suyun yeraltında ortalama kalış süresinin 100 yıl mertebesinde olduğu, bunun da yeraltında 22 milyar m³'lük bir hazne hacmine karşı geldiği belirlenmiştir.

Görüldüğü üzere ülkemizde olduğu gibi diğer ülkelerde de nehir suyu kalitesinin tespitine önem verilmekte ve bu amaçla geliştirilmiş sınıflandırma kriterleri bulunmaktadır. Toplanan bilgiler ışığında bu çalışmada Düden Çayı'nın su kalitesinin değişimi incelenmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Düden Çayı ve Genel Özellikleri

Antalya kent içi uzun yıllar kısaca Kırkgözler-Düden Sistemi olarak adlandırılan çok zengin bir yeraltı ve yerüstü su sisteminden beslenmektedir. Kırkgözler, Antalya kentinin 30 km kadar kuzeyinde, Döşemealtı Platosunun bitip Toroslar'ın yükselmeye başladığı kesimde bulunan zengin su kaynaklarıdır. Eski Antalya-Burdur karayolunun sağında ve solunda dağların kayalık eteklerinde bir çizgi boyunca, kırk ayrı gözden kaynayan ve bu nedenle Kırkgözler olarak adlandırılan bu pınarların suları iki ayrı yoldan; yeraltından ve yerüstünden güneye doğru akmaktadır.

Kırkgöz kaynaklarının yüzeye çıkan suları ve 1960'lı yıllarda inşa edilmiş olan bir regülatör ile düzenlenerek iki ayrı kanaldan akıtılmaktadır. Bunlardan ilki, kökeni ilk çağlara dayanan ve günümüzde de Döşemealtı'nın tarımsal sulamasında kullanılan Evkaf Kanalı (Cavur Arığı)'dır. Diğer kanal ise, 1959 yılında yapılan ve Kırkgözler'den alınan suyu Kepez üzerinden Varsak Düdenbaşı'na ileten, toplam uzunluğu 35 km'yi bulan Kırkgözler Kanalı'dır.

1984 yılında iletim kapasitesi artırılan kanal, Kırkgöz Kaynaklarından yönlendirilen suları önce 20 km güneyde bulunan Kepezbaşı'na iletir. Burada sular önce Kepez II; daha sonra basınçlı boru ile 160 m aşağıda Kepezaltı'na düşürülerek Kepez I Hidroelektrik Santrali türbinlerini çevirir. Kepez I Hidroelektrik Santrali'ni 100 m kotundan terk eden sular Antalya Kent Merkezi'nin kuzeyinde kuşaklama kanalı olarak görev yapan ve ortalama debisi 18 m³/s olan Kırkgözler Sulama Kanalı'na alınmakta ve Düdenbaşı mevkiine kadar iletilmektedir. Bu kanalın suları 1960'lı yıllardan başlayarak D.S.İ. Varsak Sulama Projesi kapsamında değerlendirilmiş olup, 3472 ha büyüklüğünde tarım alanını sulayacak kapasitedir.

Kırkgözler'den kaynaklanan ancak yeraltından akan sular bu noktadan 25 km aşağıda, Varsak yerleşim bölgesi güneyinde, Antalya Düdenbaşı'ndaki derin kanyonun tabanından kaynarak yüzeye çıkar. Yağışın yüksek olduğu kış aylarında, Kırkgözler

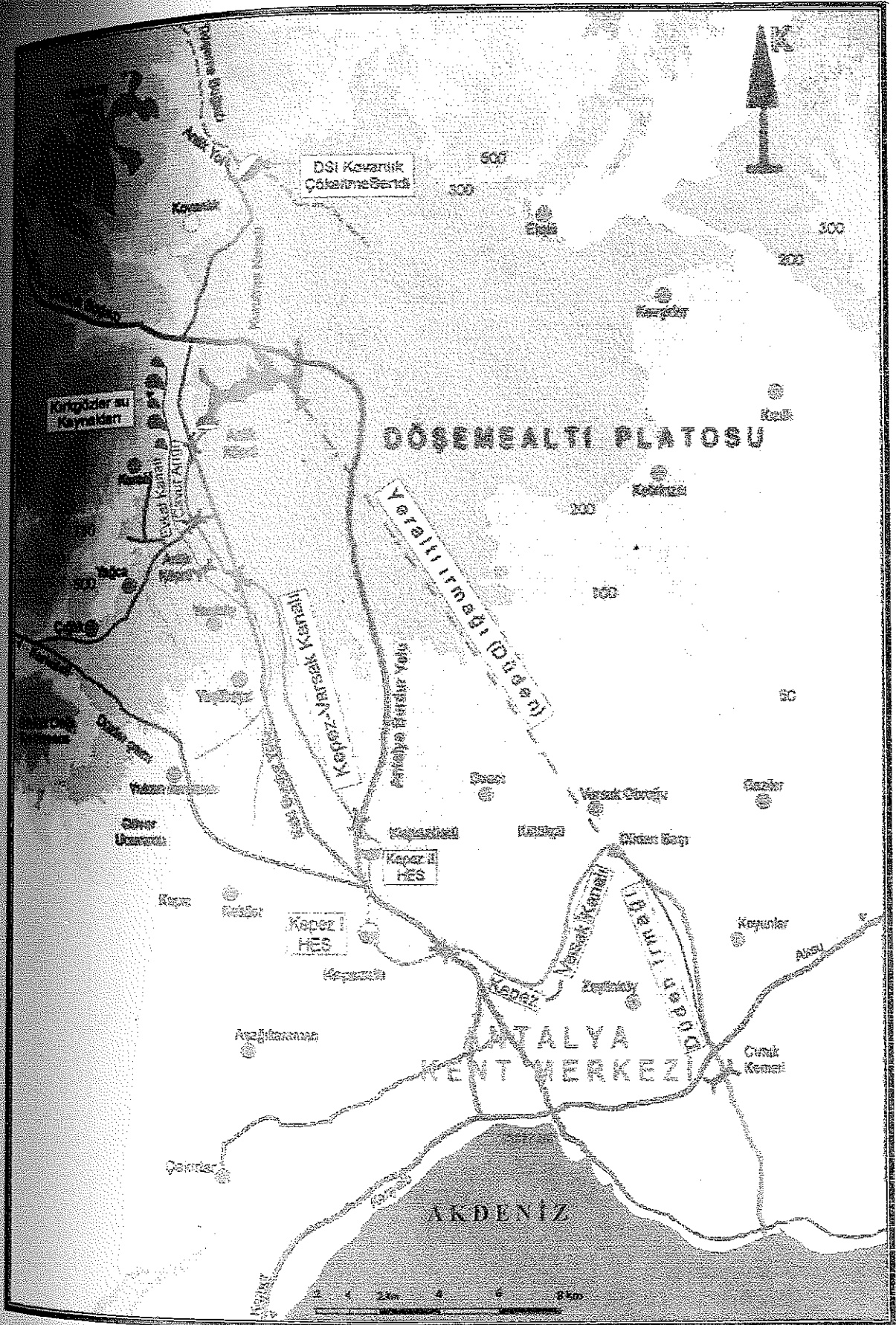
Regülatörü'nün güneyinde yer alan ve yüzey sularının regülasyonu amacıyla inşa edilmiş olan Bıyıklı Regülatörü'nde tutulamayan ve Bıyıklı Düdeni'nde yeraltına karışan sular da Varsak Düdeni'nde kısa bir süre için ortaya çıkıp tekrar yeraltına karışır ve yukarıda adı geçen Düdenbaşı mevkiinin hemen öncesinde tekrar ortaya çıkar. Yerüstünden Kırkgözler Kanalı ve yeraltından gelen bu iki su kaynağı Düden Mesire yeri olarak yararlanılan noktada birleştikten sonra Düden Çayı adını alır (Şekil 3 1) (Büyükyıldırım 1999)

Mesire yerinin yaklaşık 5 km mansabında, Düden Çayı'nın su seviyesi Koyunlar Regülatörü ile kontrol edilmektedir ve bu noktada seviyesi yükseltilen suların bir kısmı sulama amaçlı kullanılmak üzere sağ ve sol sahil kanallara alınmaktadır. Bu kanallar Topçular Mevkiinde bulunan regülatöre kadar çaya paralel devam etmektedir. Düden Çayı'nın, Antalya-Alanya karayolu kıyısındaki tarihi Çırnık Köprüsü ile denize döküldüğü nokta arasında kalan kısmı doğal bir yataktan değil; yöredeki taşkınların önlenmesi ve bataklıkların kurutulması amacıyla 1892 yılında Kasser Paşa tarafından açıldığı bilinen yapay bir kanaldan akmaktadır.

Düden Çayı denize dökülmeden önce Topçular Mevkiinde bulunan bir regülatör ile düzenlenmektedir. Bu noktadan itibaren sağ ve sol sahil kanalları çaydan ayrılmakta ve tarım alanları içerisinde son bulmaktadır.

Düden Çayı ve Çevresinde; Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu'nca 16.12.1992 gün ve 1670 sayılı kararı ile 1. Derece Doğal Sit Alanı, 24.02.1993 gün ve 1770 sayılı kararı ile 1. Derece Arkeolojik Sit Alanı ilan edilmiştir. Bu alanların korunması ve iyileştirilmesi amacıyla 1995 yılında Kepez Belediyesi tarafından "Kentsel Tasarım Projesi" yaptırılmış, ancak bu proje faaliyete geçirilememiştir.

Çalışma kapsamında Düden Çayı'nın, Düden Mesire yeri ile denize döküldüğü nokta olan Gençlik Parkı arasında kalan kısmı incelenmiştir.

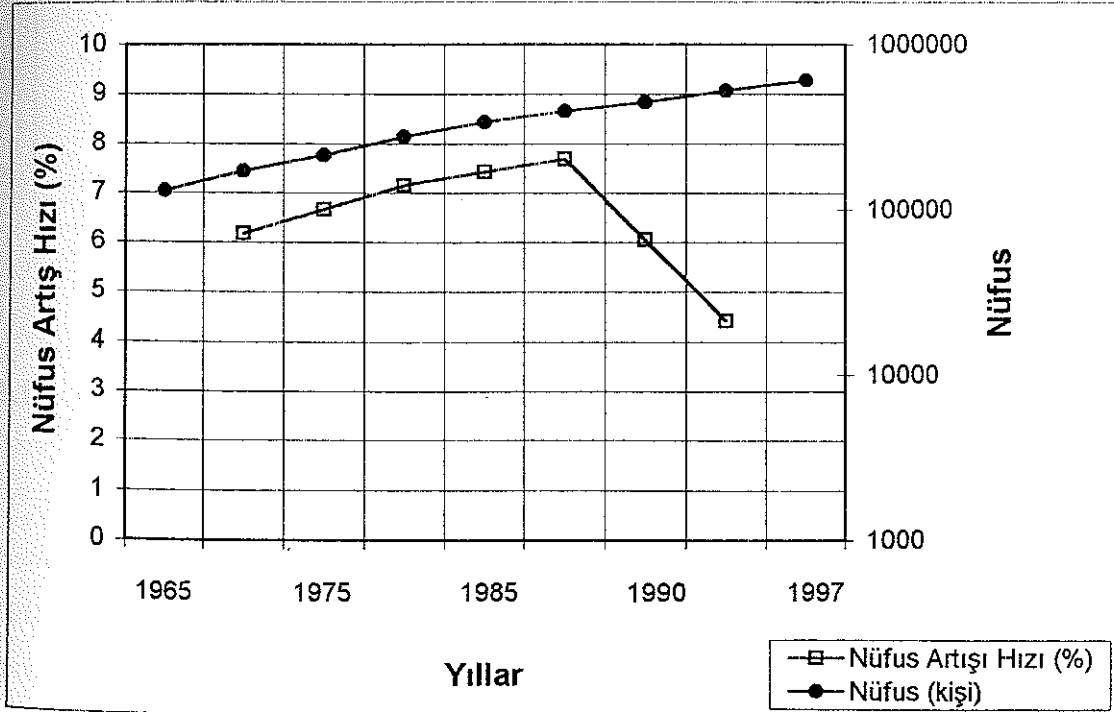


Şekil 3 1 Antalya- Düden havzası su kaynakları sisteminin genel görünüşü

3.1.1. Nüfus

Antalya kent merkezi nüfus değerleri Şekil 3.1'de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, Antalya kent nüfusu 1960'lı yıllardan itibaren çevre illerden ve ilçelerden gelen yoğun göç nedeniyle sürekli artan bir nüfus gelişimi göstermektedir. 1985'ten sonra nüfus artış hızında azalma gözlenmektedir. Nüfus artış hızındaki bu azalmaya rağmen Antalya, 1997 Genel Nüfus Sayım sonuçlarına göre 1990-1997 yılları arasında nüfusu artan iller sıralamasında yıllık %4,046 nüfus artış hızı ile ilk sıradadır (ANONİM-I 1998). Türkiye ortalaması olan %1,508 değeriyle karşılaştırıldığında, Antalya'da önümüzdeki 15-20 yıl süresince de nüfus yoğunluğunun artacağı düşünülmektedir.

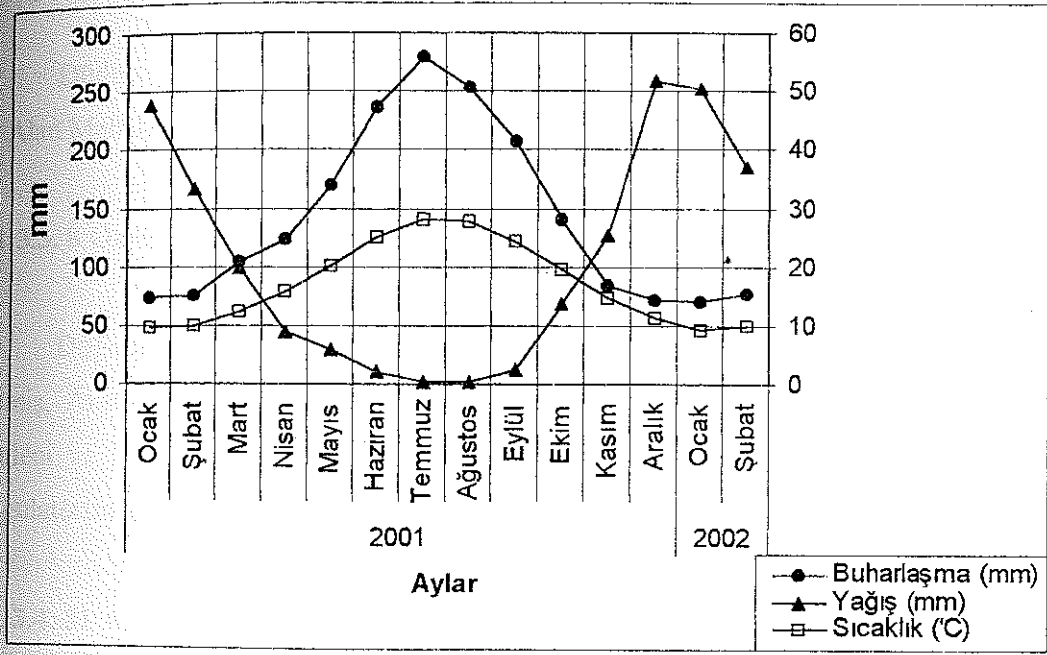
Nüfus artışının su kaynakları açısından önemli etkisi yeni bölgelerin imara açılmasıdır. Düden Çayı ve yakın çevresinde de durum aynıdır. Yakın gelecekte bu çalışma kapsamında incelenen bölgenin de imara açılması olasıdır.



Şekil 3.2 Nüfus diagramı

3.1.2. Meteorolojik özellikler

Antalya ili Meteoroloji İstasyonu'ndan temin edilen veriler yardımı ile çizilen klima diyagramı Şekil 3.3'te verilmiştir. Görüldüğü gibi Mart ayı ortalarından başlayarak Kasım ayının başlarına kadar, inceleme alanını da içine alan bölgede yağış gözlenmemektedir. Yaklaşık 7,5 ay kurak geçen, bu süre içerisinde bölgenin sulama suyu ihtiyacını karşılayan Düden Çayı özel bir öneme sahip bulunmaktadır.



Şekil 3.3. Klima diagramı

3.1.3. Taşkın durumu

D.S.İ. 13. Bölge Müdürlüğü (ANONİM-XII 2002) tarafından Düden Çayı ve çevresinde meydana gelen taşkınların belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmaya göre, 1960 yıllardan günümüze kadar meydana gelen taşkınlarda Antalya Askeri ve Sivil havaalanları ile birlikte çevresindeki yerleşim ve tarım alanları yoğun bir şekilde etkilenmiştir. D.S.İ. kayıtlarına göre önemli taşkınlar:

3.1.3.1. 30 Aralık 1959 – 06 Ocak 1960 (Antalya civarı taşkın)

Belirtilen günlerde Düden Çayı'nın debisi 110 m³/s olarak tespit edilmiş ve çayın taşması sonucu 1800 ha arazi su altında kalmıştır. Çayın her iki tarafında tahıl, sebze ve meyve bahçeleri, sol sahilde bulunan Cihadiye Köyü, havaalanı ile sağ sahilde bulunan Meydan Mahallesi'nin bir kısmı zarar görmüştür.

3.1.3.2. 14 Aralık 1968 – 20 Ocak 1969 (Antalya, Burdur, Isparta civarı taşkın)

Düden Çayı ve kanallarının taşması sonucu Muratpaşa, Göçmen, Yeni Mahalle ve Alan Mahallesi'nde zararlar meydana gelmiştir.

3.1.3.3. 8 Ocak 1997 (Aksu Çayı ve Kovanlık Kocaçay kaynaklı taşkın)

Doğuda Gebiz Beldesi ile batıda Yeniköy Beldesi arasında taşkın meydana gelmiş, Aksu Çayı ovası, Kırkgözler sistemi ve çevresi sular altında kalmıştır. Bıyıklı Düdeni ve Kırkgöz sistemi vasıtasıyla taşkın suları Düden Çayına taşınmış, Koyunlar Regülatöründe debi 76 m³/s olarak tespit edilmiştir.

3.1.3.4. 31 Aralık – 3 Ocak 2001 (Antalya Döşemealtı, Kırkgöz kaynaklı taşkın)

Kocaçay ve Kırkgöz kaynaklarından gelen taşkın sularının Bıyıklı Düdenini tıkadığı, Döşemealtı Belediyesi yerleşim yerinden geçen Kepez isale kanalının taşıdığı ve Düden Çayı'nın Düdenbaşı Mesire yeri çıkışından itibaren taşıdığı tespit edilmiştir. Baraj, Düdenbaşı, Güzeloluk, Fener, Sinan, Yenigöl, Güzelbağ mahalleleri ile kısmen Pınarlı Beldesini su basmıştır. Taşkın durumunda Düden Çayının 140 m³/s debi ile aktığı tespit edilmiştir.

3.1.4. İnceleme alanı

İnceleme alanı içinde bulunan Düdenbaşı mevki Şekil 3.4'ten görüldüğü gibi 90 m kotunda bulunmaktadır. Yaklaşık 6 km kadar aşağıda, Koyunlar Regülatörü'nde kot 60 m'ye düşmektedir. Düden çayı, Koyunlar Regülatörü'nden denize döküldüğü nokta olan Gençlik Parkı mevkiine kadar düz bir ovayı andıran bir alanda akmaktadır. Bu nedenle bu kısım, uzun yıllar boyunca tarım alanı olarak kullanılmıştır.

İnceleme alanında mevcut hidrolojik ağ haritasında (Şekil 3.5) görüldüğü gibi bölgede Düden Çayı ile bağlantısı bulunan iki adet yan dere bulunmaktadır: Kesmeli ve Çamlı Dereleri. Kent içindeki yoğun yapılaşma nedeniyle kuru olan bu iki dere, sadece yoğun yağış dönemlerinde akışa geçmektedir. Bu kuru dereler dışında kalan ve şekil üzerinde görülen oluşumlar günümüzde çoğu imarlı bölgeler içerisinde kalmış olan arklardır.

Bölüm 3.1.3'de detayları belirtilmiş olan taşkınlardan etkilenen alanlar Şekil 3.6'da görülmektedir. Antalya-Alanya yolu üzerindeki Cırnık Köprüsü'nün altında kalan yaklaşık 2000 ha'lık alan yoğun yağışların gerçekleştiği dönemlerde yüzey akışının fazla olması, kuru derelerin akışa geçmesi ve kanalların fazla su taşıyamaması nedenleriyle taşkın tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır.

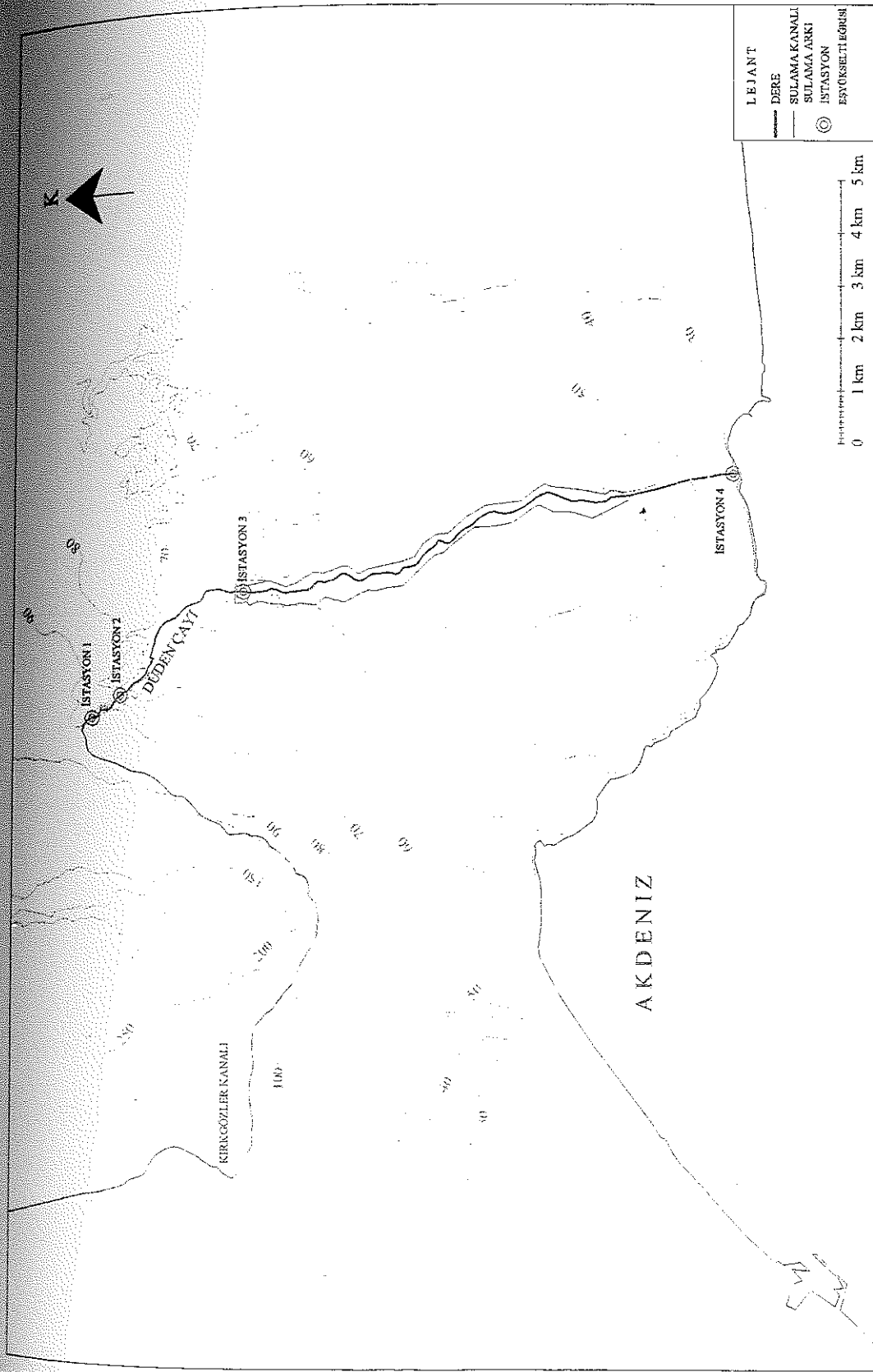
Nüfusun hızla artması ve buna paralel olarak yerleşim yeni yerlerine ihtiyaç duyulması, Düden Çayı çevresinin de imara açılmasına neden olmuştur. İmar durumu ve anayolları gösteren Şekil 3.7'den görüldüğü gibi, Kırkgözler Kanalı'ndan itibaren Düden Çayı'nın sağ kısmında bulunan ve Antalya-Alanya yolu üzerindeki Cırnık Köprüsü'ne kadar olan bölge tamamen yerleşime açık durumdadır. Düden Çayı'nın sol kısmı, Cırnık Köprüsü'ne kadar Altınova Belediyesi tarafından imara açılmıştır. İmar planlarında, köprü ile Lara kıyı bölgesi arasında, Düden Çayı'nın sol kısmında kalan geniş alan Antalya Devlet Hava Meydanları Genel Müdürlüğü'ne aittir.

Düden Çayı'nın Antalya-Alanya yolu üzerindeki Cırnık Köprüsü'nün mansap kısmında sağ sahil sulama kanalı tarafında yaklaşık 500 ha'lık kısım yeşil alan olarak

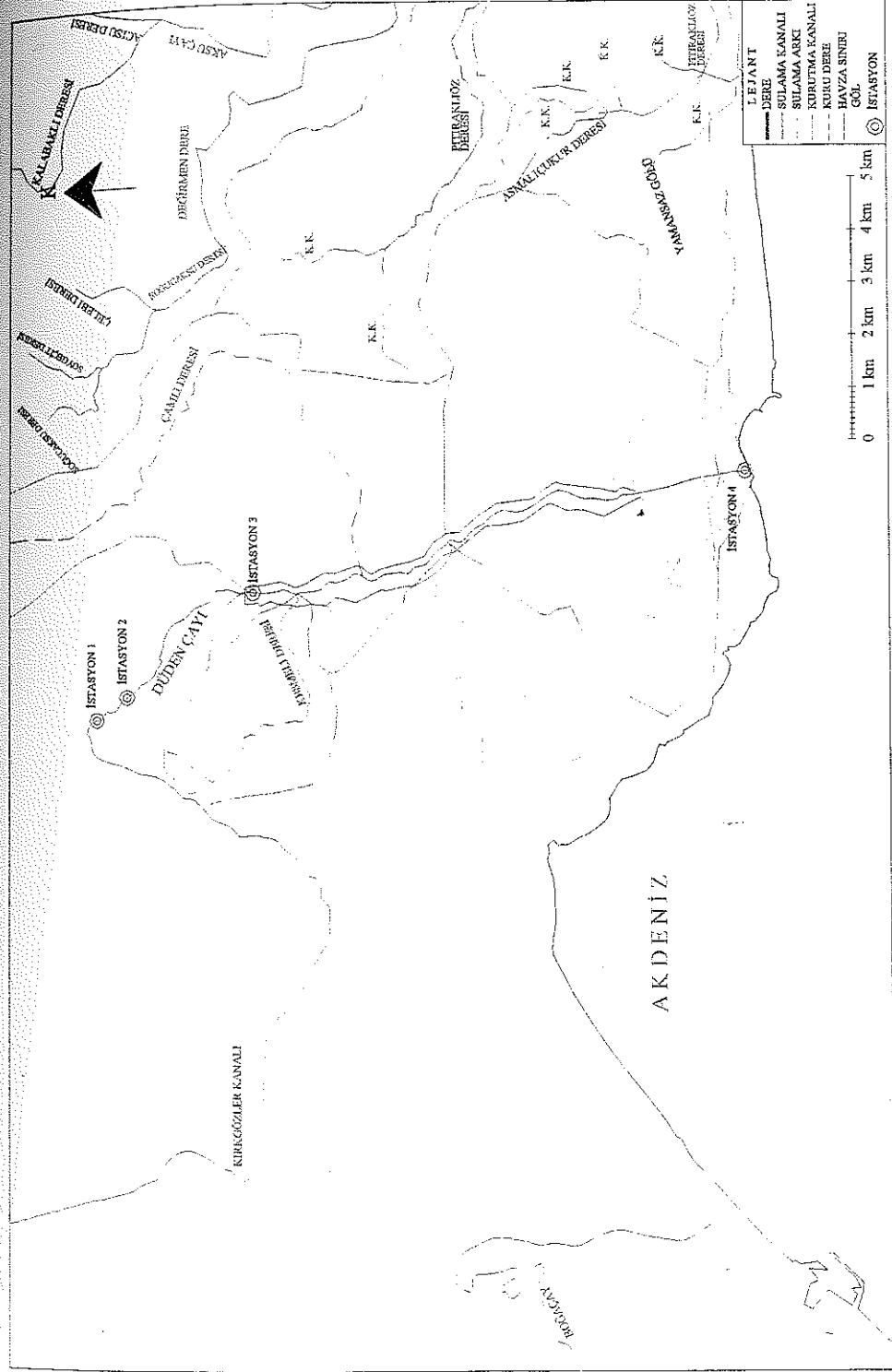
gösterilmektedir (Şekil 3.8). Ancak inceleme çalışmaları sırasında bu bölgede de yoğun kaçak yapılaşmalar olduğu gözlenmiştir.

İnceleme alanının yukarıda belirtilen özelliklerine ait sayısal haritaların (Şekil 3.4-3.8) birlikte değerlendirilmesinden elde edilen sonuçların şu şekilde özetlenmesi mümkündür:

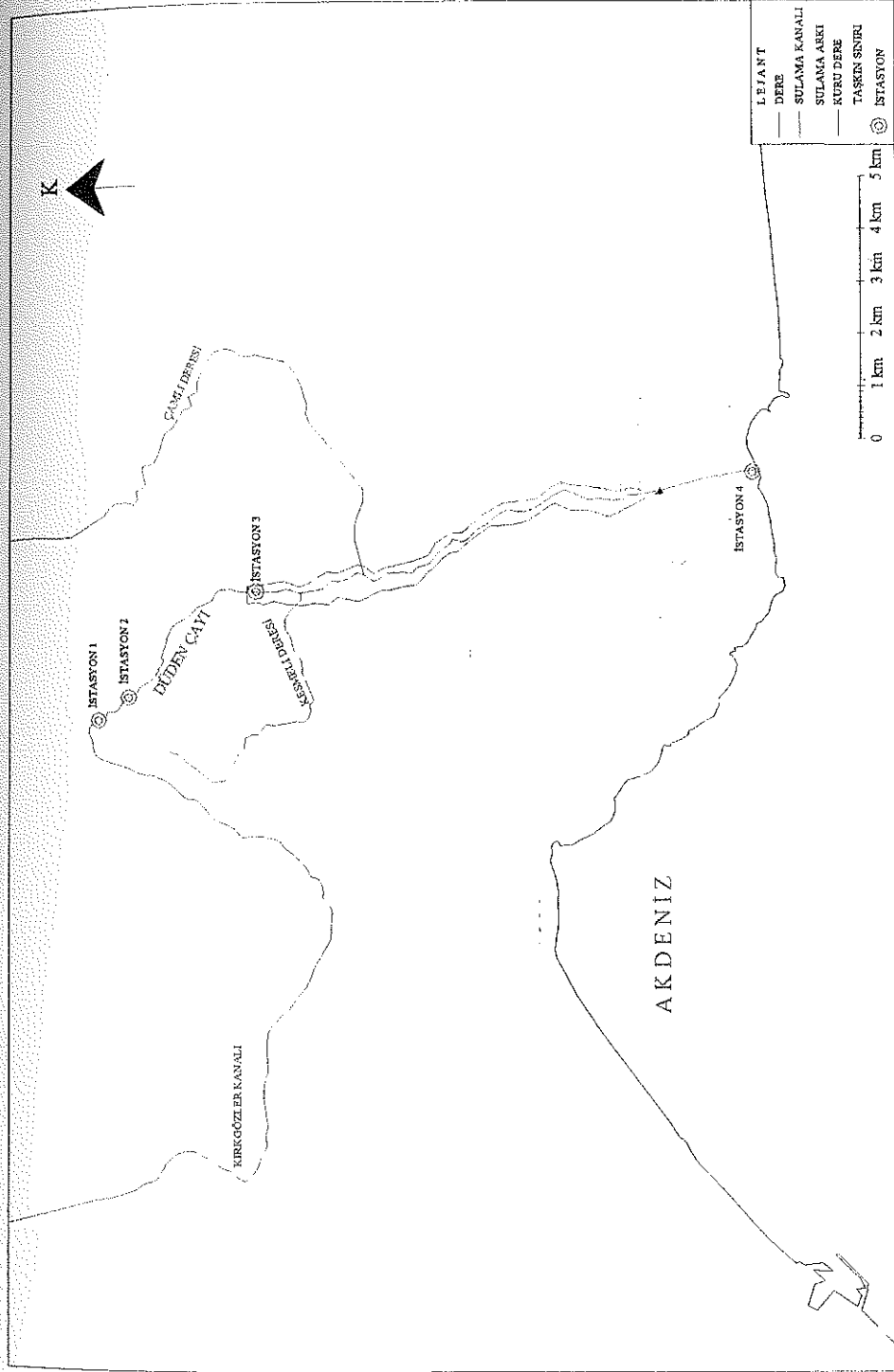
- Düden Çayı'nın tabii drenaj alanının tamamına yakın kısmı imara açılmış olup, yapılaşma hızla sürmektedir.
- Gelecekteki 5 yıl içerisinde yapılaşmamış tek alan olarak havaalanı ve çevresi kalacaktır.
- Geçmişte yaşanan taşkınlardan en çok etkilenen bölgelerde şu anda yoğun bir yapılaşma söz konusudur.
- Bölgedeki tabii drenaj kanalları kapatıldığından, yapılaşmanın da etkisi ile yeraltına sızma oranı giderek azalacağından, yağmur suyu uzaklaştırma sisteminin bir an önce tamamlanması zorunludur.
- Şekil 3.8'de yeşil alan olarak gösterilen bölgelerin bu özelliklerinin korunması ve yapılaşmaya kapatılması gelecek için önem taşımaktadır.
- Düden Çayı çevresinde yapılaşma bölgelerinin çoğunda atıksu uzaklaştırma tesisi bulunmamaktadır. Fosseptiklerde biriktirilen atıksuların Düden Çayı'na sızması ve Akdeniz'e taşınması söz konusudur.



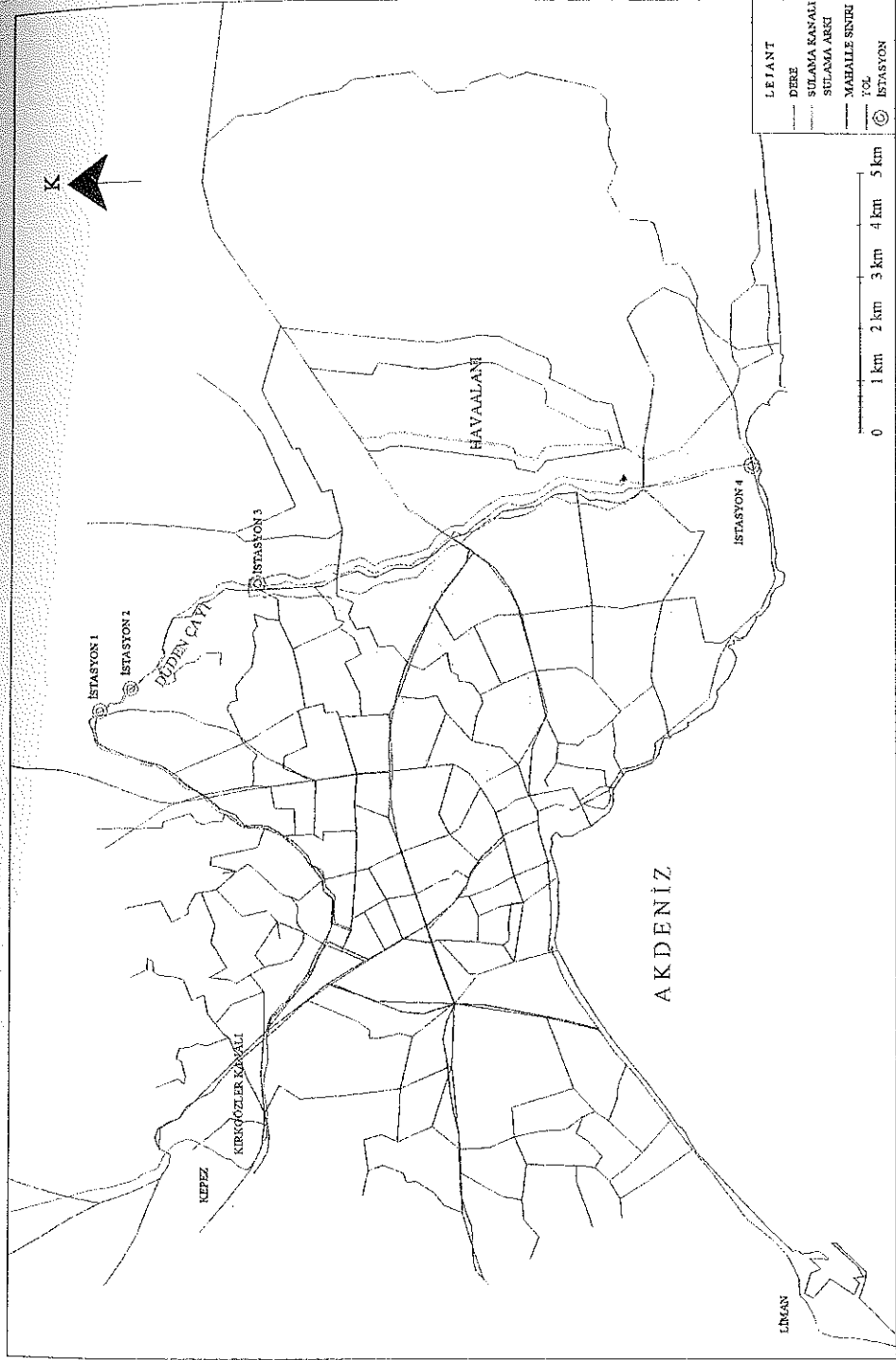
Şekil 3.4. Eşyüksekti eğrileri



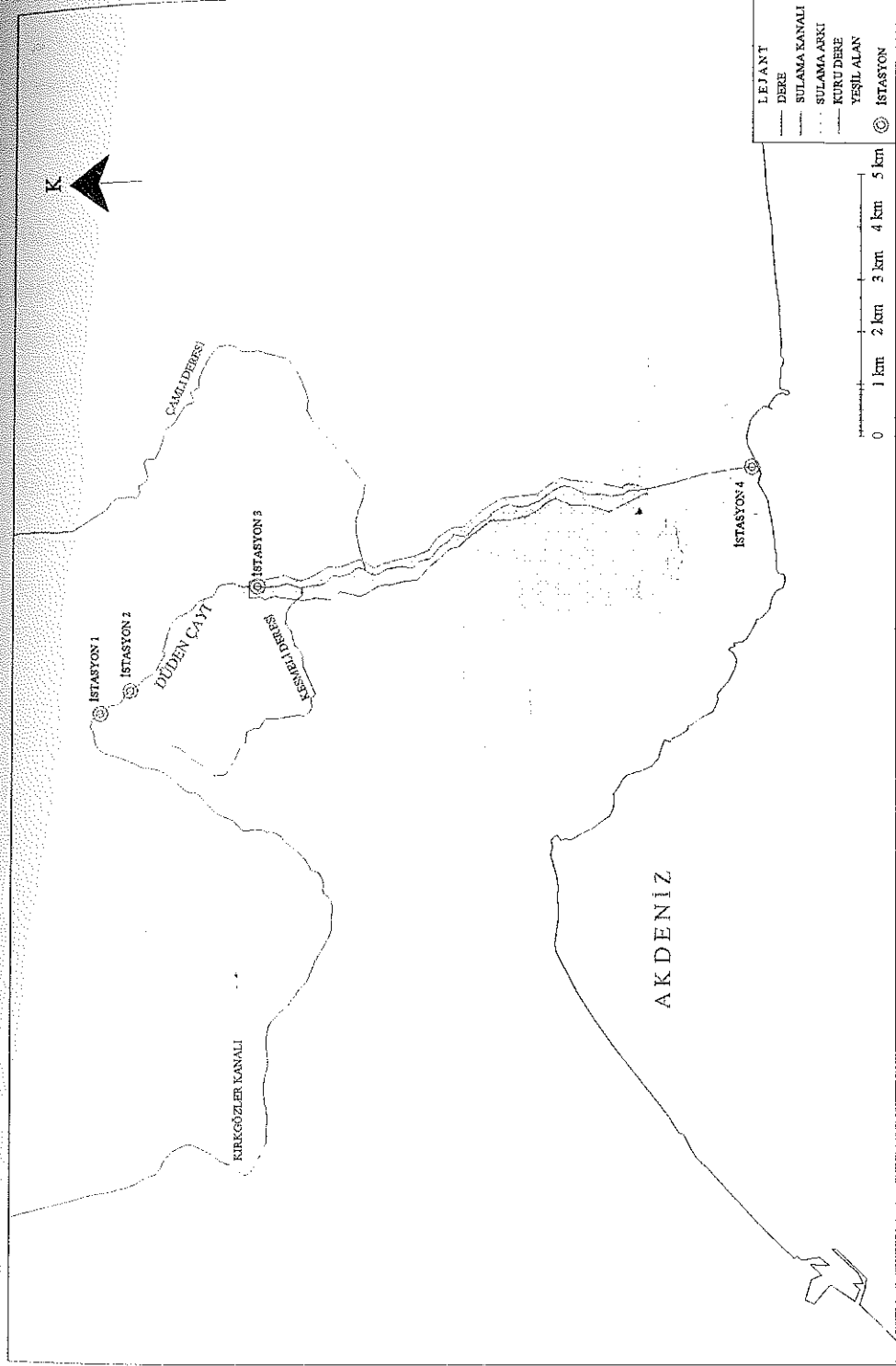
Şekil 3.5. Hidrolojik ağ ve su toplama havzaları



Şekil 3.6. Taşkın durumu



Şekil 3.7. İmar durumu ve yollar



Şekil 3.8. Yeşil alan

3.2. Deneysel Çalışmalar

3.2.1. İstasyonlar ve özellikleri

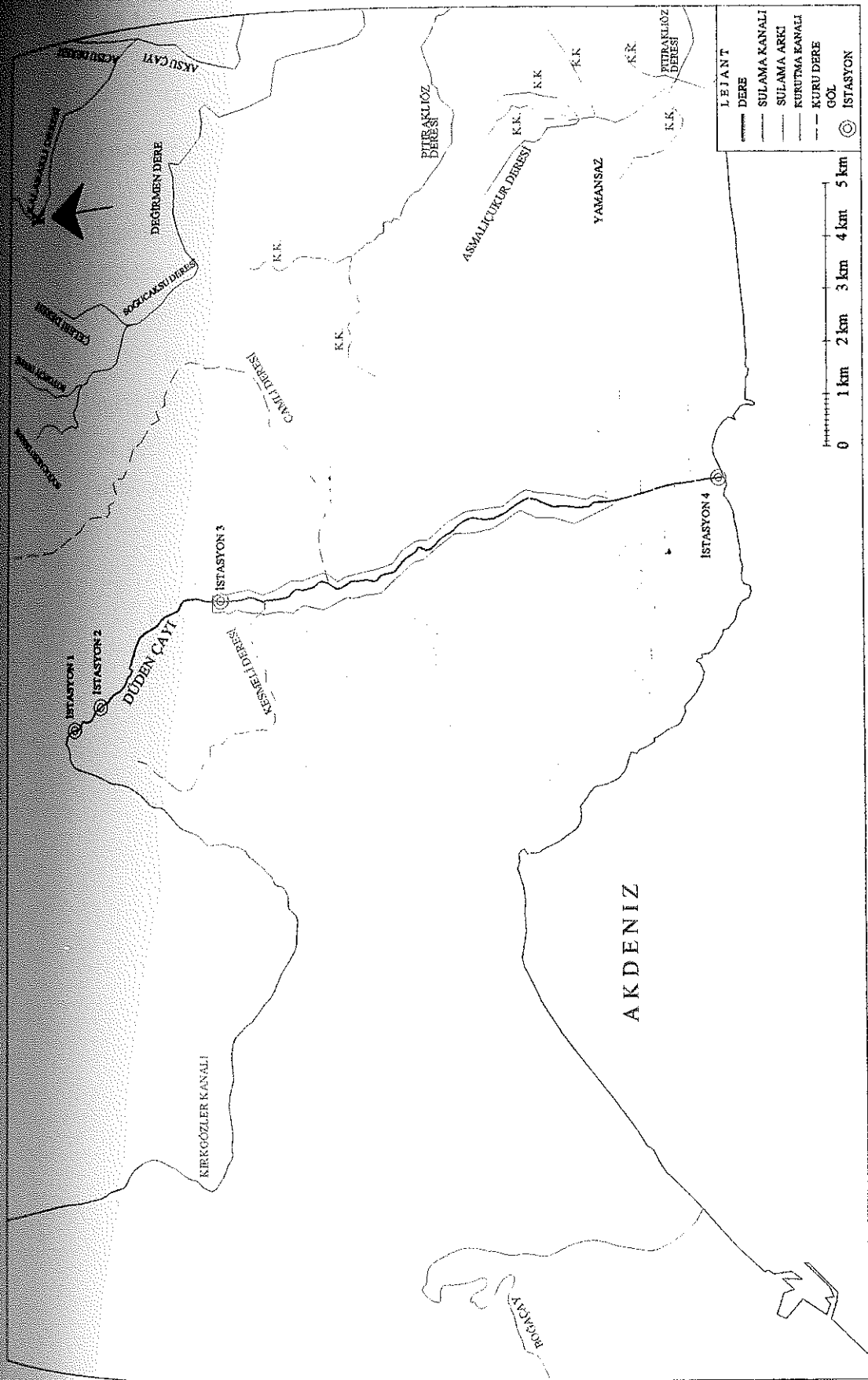
Düden Çayı su kalitesindeki değişikliklerin incelenmesi amacıyla nehir akışındaki değişiklikleri göz önüne alacak şekilde 4 adet istasyon seçilmiştir (Şekil 3.9).

Birinci istasyon, Kırkgözler kaynaklarından alınan suyu Kepez üzerinden Varsak Düdenbaşı'na ileten, toplam uzunluğu 35 km'yi bulan Kırkgözler Kanalı'nın Düdenbaşı Mesire alanına döküldüğü kısımda kanal üzerinde bulunmaktadır ve bu kanal suyunun kalitesinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

İkinci istasyon Düden Mesire alanının yaklaşık 1km mansabında bulunmaktadır. Bu istasyonlar ile yerüstünden Kırkgözler Kanalı, yeraltından ise Kırkgözler Kaynağı ile Bıyıklı Düdeni'ne gelen suların karışması ile oluşan Düden Çayı'nın başlangıçtaki su kalitesinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Üçüncü istasyon, ikinci istasyondan yaklaşık 5 km mansapta ve D.S.İ. tarafından işletilen Koyunlar Regülatörü menbasında seçilmiştir. Koyunlar Regülatörü'nde Düden Çayı, sağ ve sol sulama kanallarına ayrılmakta, regülatör çıkış suyu debisi düzenli olarak D.S.İ. tarafından ölçülmektedir.

Düden Çayı, Koyunlar Regülatörü ve Antalya-Alanya karayolu kıyısındaki tarihi Cırmık Köprüsü'ne kadar doğal bir yataktan akmakta olup, Cırmık Köprüsü'nden dördüncü istasyonunun seçildiği Gençlik Parkı Mevkiine kadar yöredeki taşkınların önlenmesi ve bataklıkların kurutulması amacıyla açıldığı bilinen yapay bir kanaldan akarak denize dökülmektedir.



Sekil 3.9. İstasyonların buldukları noktalar

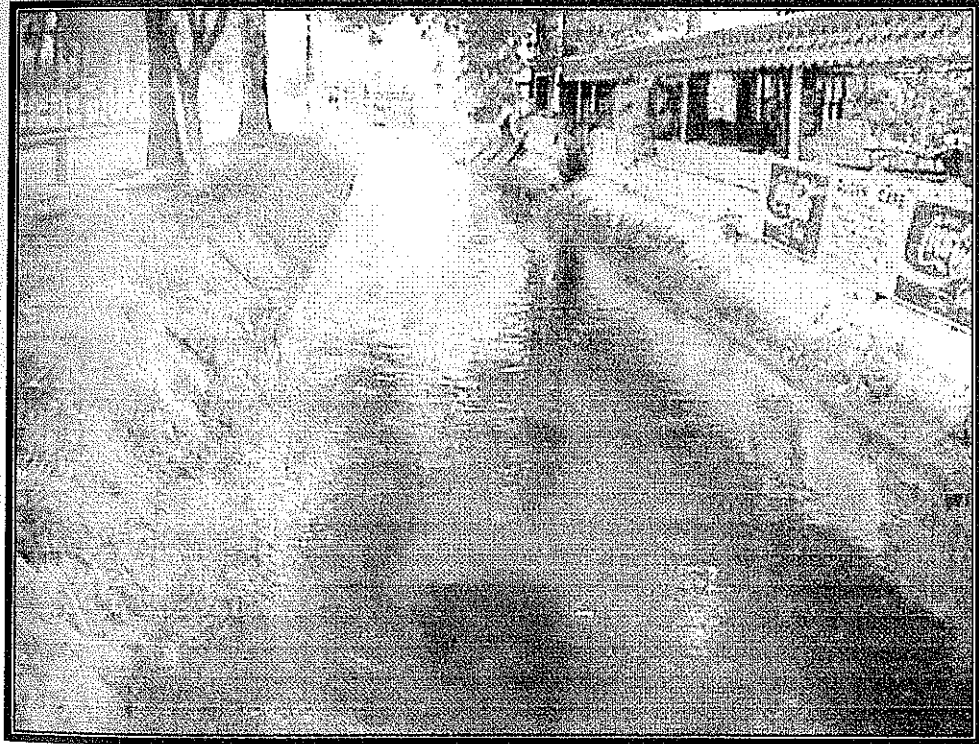
3.2.1.1. İstasyon No. I

İstasyon No I, Düdenbaşı mevkiinde Kırkgözler Kanalı üzerinde olup, GPS ile koordinatları aşağıdaki gibi tespit edilmiştir

Enlem : 4 09 33 93 N

Boylam : 36 29 75 38 E

Kırkgözler Kanalı, yaklaşık 35 km uzunluğunda olup, Düden Çayı'nın Kepez mevkiinden gelen kısmını oluşturmaktadır Kanal, tarımsal sulamada kullanılmakta ve su seviyesi D S İ tarafından ayarlanmaktadır Kanalın, ölçüm yapılan 12 ay süresince dolu olarak aktığı gözlenmiştir (Şekil 3 11)



Şekil 3 10 İstasyon no I

3.2.1.2. İstasyon No. II

Bu istasyon, Düdenbaşı mevkiine yaklaşık 1 km uzaklıkta olup, yerleşimin yoğun olarak gerçekleştiği bir bölgede yer almaktadır. GPS ile koordinatları aşağıdaki gibi tespit edilmiştir.

Enlem : 4 09 28 25 N

Boylam : 36 29 80 07 E

Kırkgözler Kanalından gelen sular, Düdenbaşı Mesire alanındaki şelalenin döküldüğü noktadan kaynaklı sular ile birleşerek Düden Çayını oluşturmaktadır. Bu nedenle ölçüm yapılan 12 ay süresince su akışı gözlenmiştir (Şekil 3 12.)



Şekil 3 11 İstasyon no II

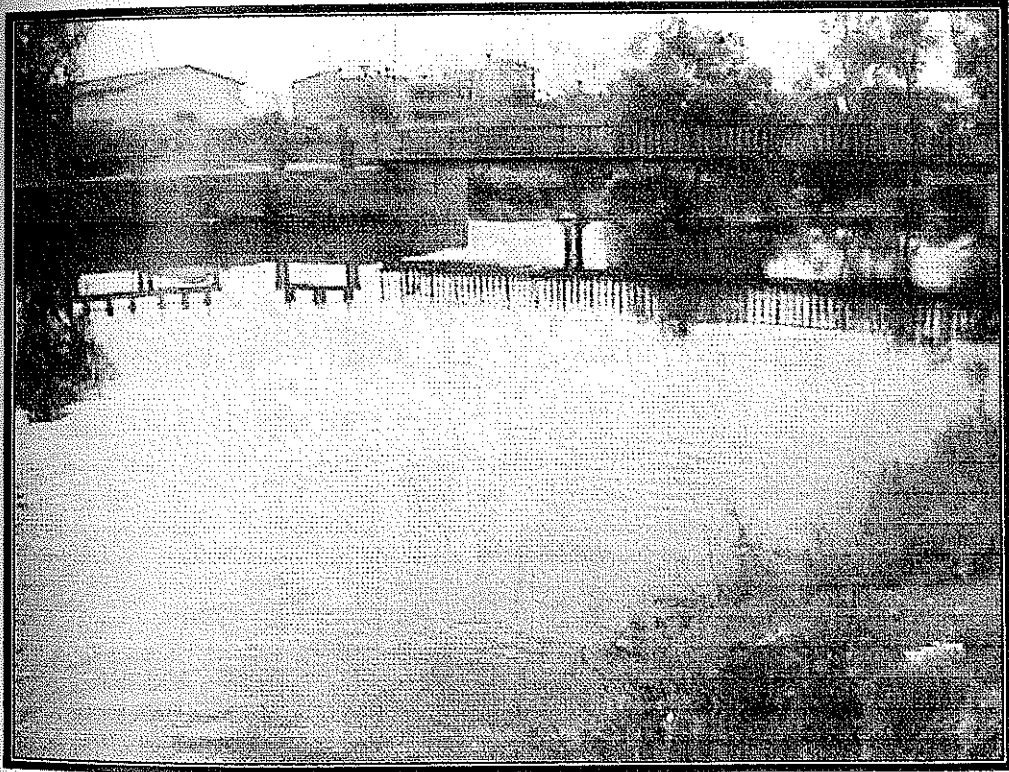
3.2.1.3. İstasyon No.III

Bu istasyon, D S İ tarafından yaptırılmış olan Koyunlar Regülatörü menbainda bulunmaktadır. Regülatörde Düden Çayı'ndan, sağ ve sol sulama kanallarına ayrılmaktadır. Ölçüm yapılan 12 ay süresince su akışı gözlenmiştir (Şekil 3.13)

GPS ile koordinatları aşağıdaki gibi tespit edilmiştir.

Enlem : 4 09 04 27 N

Boylam : 36 30 00 68 E



Şekil 3.12 İstasyon no III

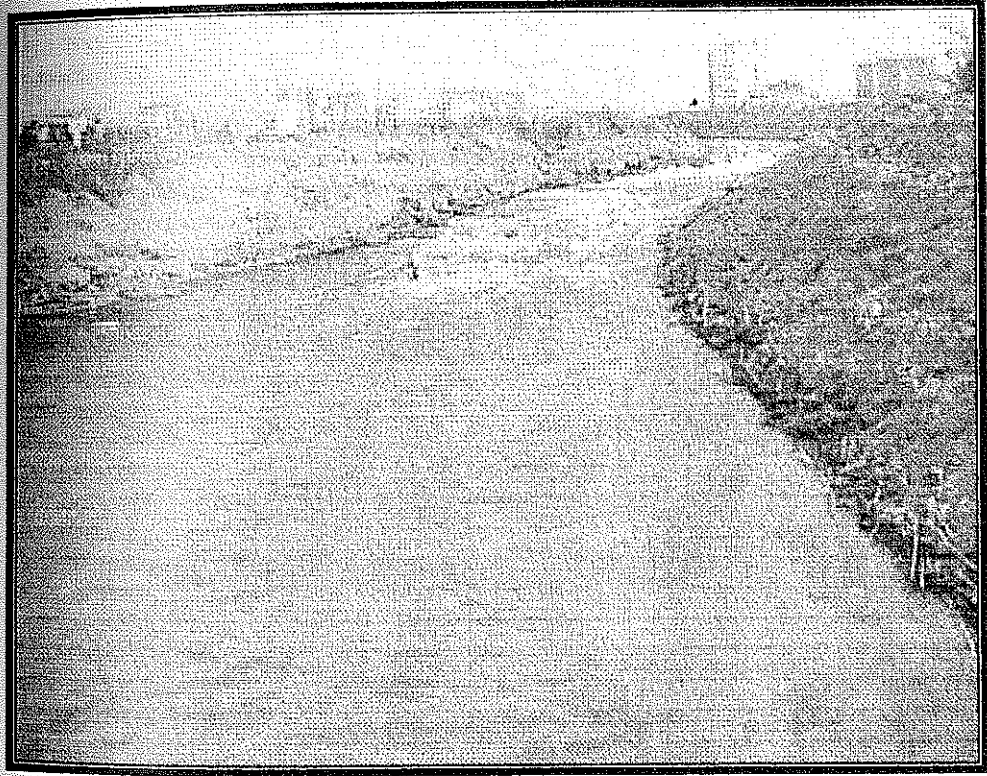
3.2.1.4. İstasyon No.IV

Bu istasyon, Düden Çayı'nın denize dökülmeden önceki Gençlik Parkı mevkiinde bulunmaktadır (Şekil 3.14) Ölçüm, yapılan 12 ay süresince su akışı gözlenmiştir.

GPS ile koordinatları aşağıdaki gibi tespit edilmiştir

Enlem : 4 08 06 58 N

Boylam : 36 30 23 68 E



Şekil 3 13 İstasyon no IV

3.3. Laboratuvar Çalışmaları

3.3.1. Örnekleme yöntemi

Seçilen istasyonlardan su örnekleri alınmasına Ocak 2001 ayında başlanmış ve her ayın ilk haftasında olmak üzere Şubat 2002 ayı sonuna kadar devam edilmiştir. Örnekleme dönemlerinde saat 9:00'a kadar toplanan su örnekleri soğutmalı saklama kaplarında muhafaza edilerek, 2 saat içerisinde laboratuvara getirilmiş ve analizlere başlanmıştır.

3.3.1.1. İncelenen parametreler ve analiz yöntemleri

Arazide gerçekleştirilen ölçümler ile laboratuvarda yapılan analizlerde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği- Numune Alma ve Analizleme Tebliği (ANONİM IV 1988) ile "Standart Methods" (APHA vd 1995)'de belirtilen yöntemler kullanılmıştır. Akarsuyun debisi D S İ 13 Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Ölçüm ve analizlerde kullanılan cihaz ve uygulanan yöntemler Çizelge 3.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1 İncelenen parametreler, kullanılan ekipman ve uygulanan analiz yöntemleri

PARAMETRE	YÖNTEM
Sıcaklık (°C)	Yerinde, Termometre
pH	Yerinde, WTW- 340 model pH-metre
Çözünmüş Oksijen (mg/ L)	Yerinde, YSI- 55 model Oksijenmetre
Çözünmüş Oksijen Doygunluğu (%)	Yerinde, YSI- 55 model Oksijenmetre
Elektriksel İletkenlik (μ S/ cm)	Yerinde, YSI- 30 model İletkenlik Ölçer
Tuzluluk (ppt)	Yerinde, YSI- 30 model İletkenlik Ölçer
Bulanıklık (NTU)	Yerinde, Orbeco-Hellige-966 model Türbidimetre
Toplam Katı Madde (mg/ L)	Laboratuvar, buharlaştırma kalıntısı
Askıda Katı Madde (mg/ L)	Laboratuvar, filtrasyon ve buharlaştırma kalıntısı
Çözünmüş Katı Madde (mg/ L)	Laboratuvar, filtrasyon ve buharlaştırma kalıntısı
BOİ ₅ (mg/ L)	Laboratuvar, Velp marka manometrik BOİ cihazı
KOİ (mg/ L)	Laboratuvar, titrimetrik yöntem
Toplam N (mg N/ L)	Laboratuvar, Hach DR 2010 spektrofotometre
Nitrat Azotu (mg NO ₃ -N/ L)	Laboratuvar, Hach DR 2010 spektrofotometre
Nitrit Azotu (mg NO ₂ -N/ L)	Laboratuvar, Hach DR 2010 spektrofotometre
Toplam P (mg PO ₄ -P/ L)	Laboratuvar, Hach DR 2010 spektrofotometre
Ortofosfat (mg PO ₄ -P/ L)	Laboratuvar, Hach DR 2010 spektrofotometre
Toplam Koliform (Sayı/ 100 mL)	Laboratuvar, membran filtre yöntemi
Fekal Koliform (Sayı/ 100 mL)	Laboratuvar, membran filtre yöntemi
Fekal Streptokok (Sayı/ 100 mL)	Laboratuvar, membran filtre yöntemi

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Analiz Sonuçları

4.1.1. İstasyon no.I (Kırgözler Kanalı)

4.1.1.1. Debi

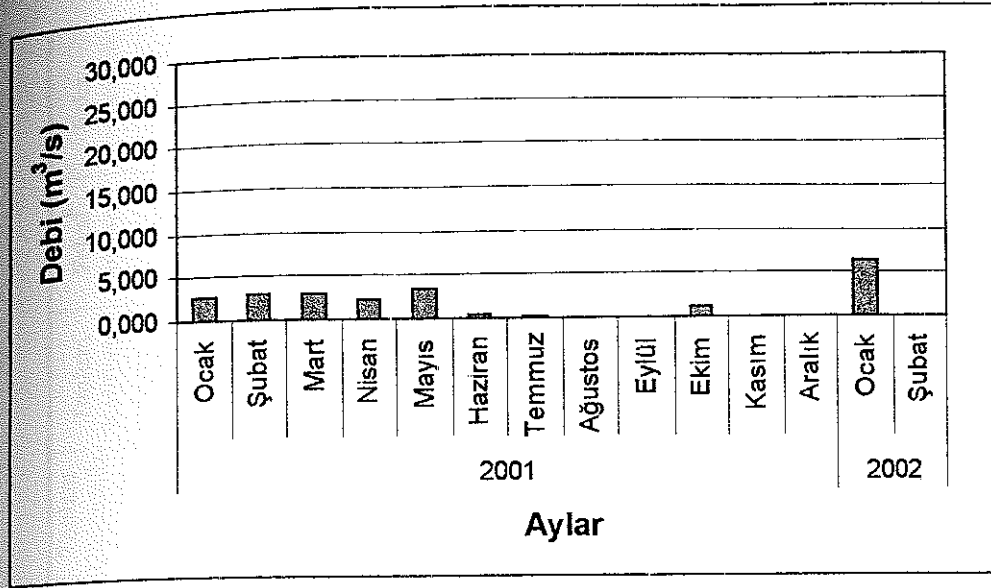
Kırgözler Kanalı'nın debi verileri D S İ 13. Bölge Müdürlüğü tarafından düzenli olarak ölçülmektedir. D S İ'den alınan debi değerleri Çizelge 4.1'de görülmektedir. Çizelgeye dayanılarak çizilmiş olan debi değişim grafiğinde (Şekil 4.1) görüldüğü gibi Kırgözler Kanalı tüm gözlem süresince su taşımakta olup, sulama yapılan yaz aylarında debi önemli oranda azalmaktadır.

Arazide yapılan ölçümlere göre, suyun fiziksel özelliklerinin mevsim şartlarına bağlı olarak normal sınırlar içerisinde bulunduğu söylenebilir. Su ekosistemi için oldukça önemli olan çözünmüş oksijen doygunluk konsantrasyonu %46,9 ile %91 arasında değişmektedir. Minimum değer, debinin en aza indiği Ağustos ayında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. İstasyon no. I debi ölçüm sonuçları

Aylar		Debi (m ³ /s)
2001	Ocak	2,859
	Şubat	3,093
	Mart	3,093
	Nisan	2,384
	Mayıs	3,503
	Haziran	0,496
	Temmuz	0,211
	Ağustos	0,018
	Eylül	0,022
	Ekim	1,166
	Kasım	*
	Aralık	*
2002	Ocak	6,358
	Şubat	*

* Kanal yabancı madde ile dolu olduğundan ölçüm yapılmamıştır.



Şekil 4.1 İstasyon no. I'de debinin aylara göre değişimi

4.1.1.2. Analiz sonuçları

Kırkgözler kanalından alınan su örneklerinde yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.2 ve 4.3'te görülmektedir. Parametrelerin aylara göre değişimi ise Şekil 4.2 - 4.11'de verilmiştir.

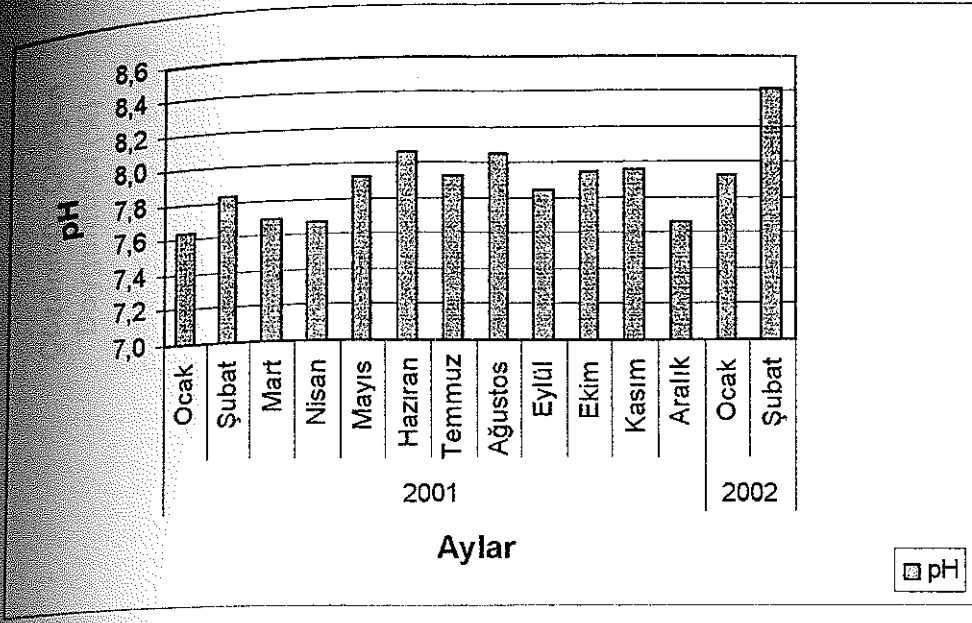
Çizelge 4.2. İstasyon no. I arazi ölçüm sonuçları

Aylar	Sıcaklık	pH	Çöz. Oks.	ÇO. Doy.	Bulanıklık	Tuzluluk	Elektriksel İletkenlik	Spesifik İletkenlik	
	°C		mg O ₂ /l	%	NTU	ppt	µS/cm	µS/cm	
2001	Ocak	12,9	7,64	10,20	95,3	2,13	0,4	869	668
	Şubat	12,5	7,84	8,13	75,6	1,82	0,4	882	676
	Mart	15,2	7,70	8,51	84,8	1,77	0,4	880	717
	Nisan	17,2	7,68	6,45	67,8	1,68	0,4	883	749
	Mayıs	18,6	7,93	6,09	65,4	1,51	0,4	844	739
	Haziran	19,5	8,06	5,46	59,7	1,53	0,4	786	703
	Temmuz	18,6	7,93	6,09	65,4	1,51	0,4	844	739
	Ağustos	25,4	8,05	5,84	46,9	0,52	0,4	738	731
	Eylül	22,3	7,85	5,01	57,7	0,60	0,4	745	705
	Ekim	14,9	7,95	6,64	65,6	0,32	0,4	774	625
	Kasım	12,6	7,96	7,58	71,2	17,9	0,4	725	554
	Aralık	14,2	7,66	7,15	69,7	0,73	0,4	829	657
2002	Ocak	13,8	7,93	7,41	71,6	0,57	0,4	877	691
	Şubat	13,0	8,42	7,42	71,1	0,47	0,4	789	609

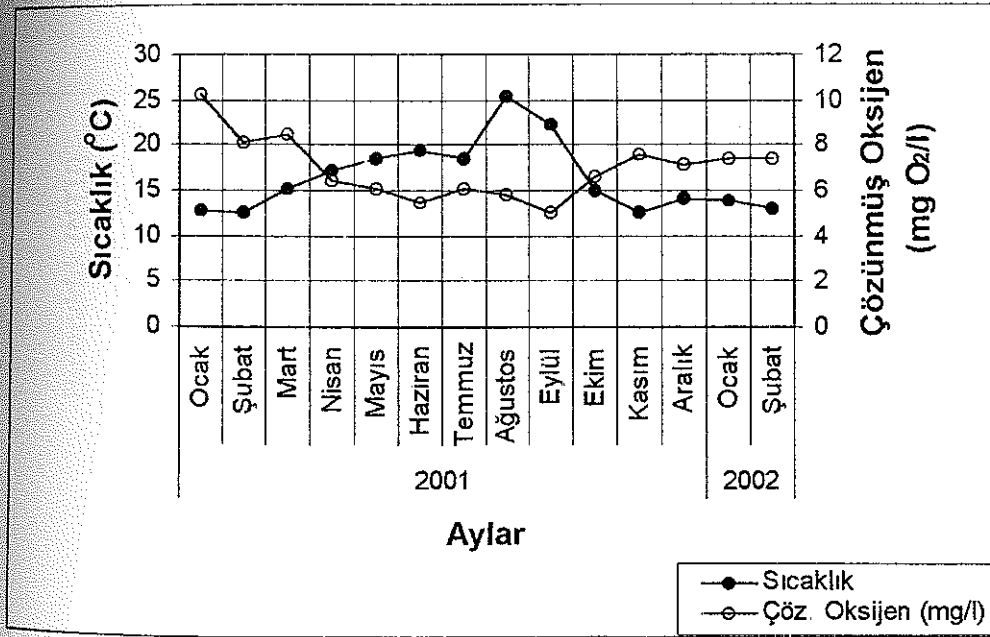
Çizelge 4.3. İstasyon no. I laboratuvar analiz sonuçları

Aylar	BOI ₅	KOI	Toplam Azot	Nitrat Azotu	Nitrit Azotu	Toplam Fosfor	Ortofosfat	Toplam Katı Madde	Astıda Katı Madde	Toplam Çözünmüş Madde	Toplam Koliform	Fekal Koliform	Feka Streptokok
	mg/l	mg/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg P/l	mg P/l	mg/L	mg/L	mg/L	Sayı/100 mL	Sayı/100 mL	Sayı/100 mL
2001	1	8	3,1	0,4	1,2	0,2	0,0	400	10	390	600	196	*
	3	12	2,0	0,4	0,9	0,2	0,1	500	3	497	600	204	*
	1	4	4,0	1,1	0,9	0,9	0,0	540	43	497	238	176	*
	3	16	1,5	0,3	1,0	0,3	0,1	440	10	430	1716	1032	*
	2	14	2,1	0,9	1,0	0,2	0,0	540	10	530	1800	200	1480
	2	10	2,0	0,7	1,0	0,2	0,1	440	17	423	35000	20000	11000
	3	12	4,0	1,9	1,2	0,2	0,1	360	20	340	36000	15000	*
	2	16	2,0	0,9	0,9	0,3	0,3	280	32	248	50000	10000	25000
	2	12	3,0	1,4	1,5	0,4	0,1	380	4	376	50000	20000	15000
	2	8	4,0	1,6	1,5	0,2	0,1	500	6	494	45600	21400	22200
	4	16	9,0	4,8	4,1	0,4	0,3	470	90	380	38000	18000	12000
	2	8	6,0	3,7	1,5	0,2	0,1	520	24	496	10000	5200	500
2002	1	8	4,0	1,6	1,5	0,2	0,1	600	6	594	4280	2080	1780
	1	10	4,0	2,3	1,5	0,2	0,1	520	38	482	1440	100	1040

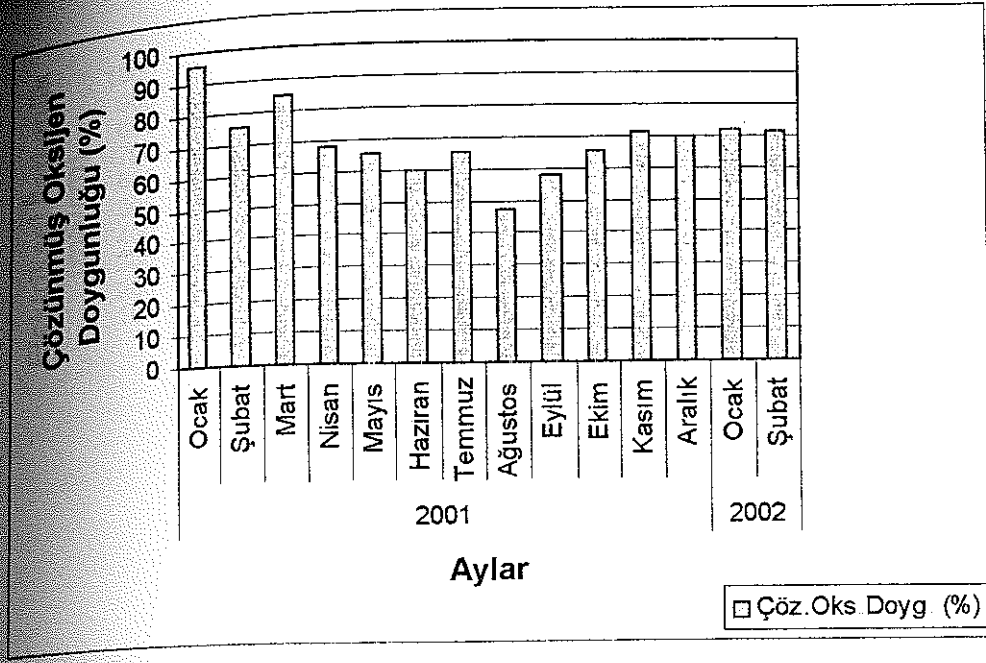
* Ölçüm yapılamamıştır.



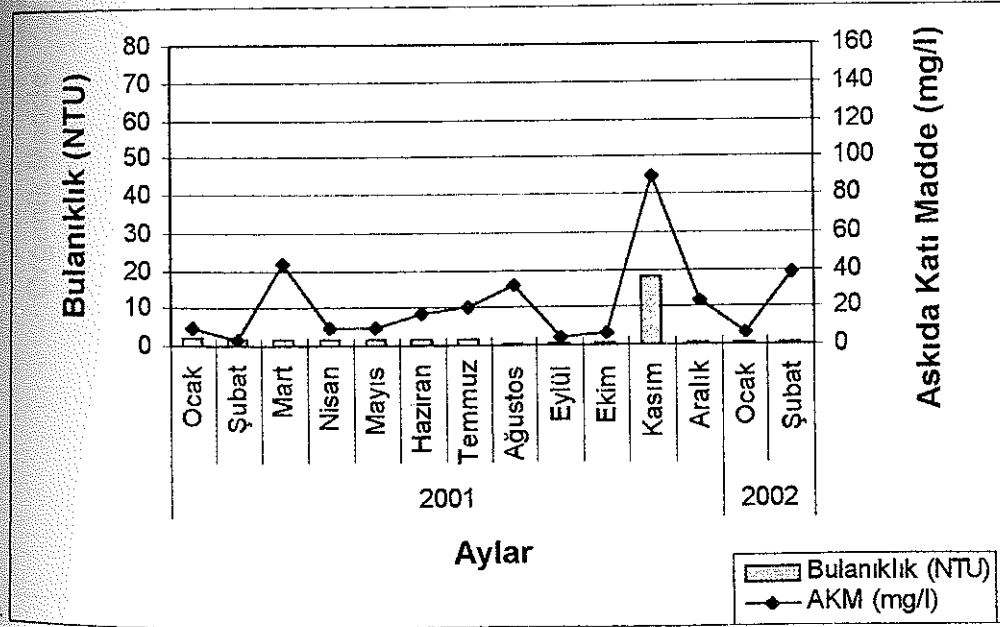
Şekil 4.2. İstasyon no I'de tespit edilen pH değerlerinin aylara göre değişimi



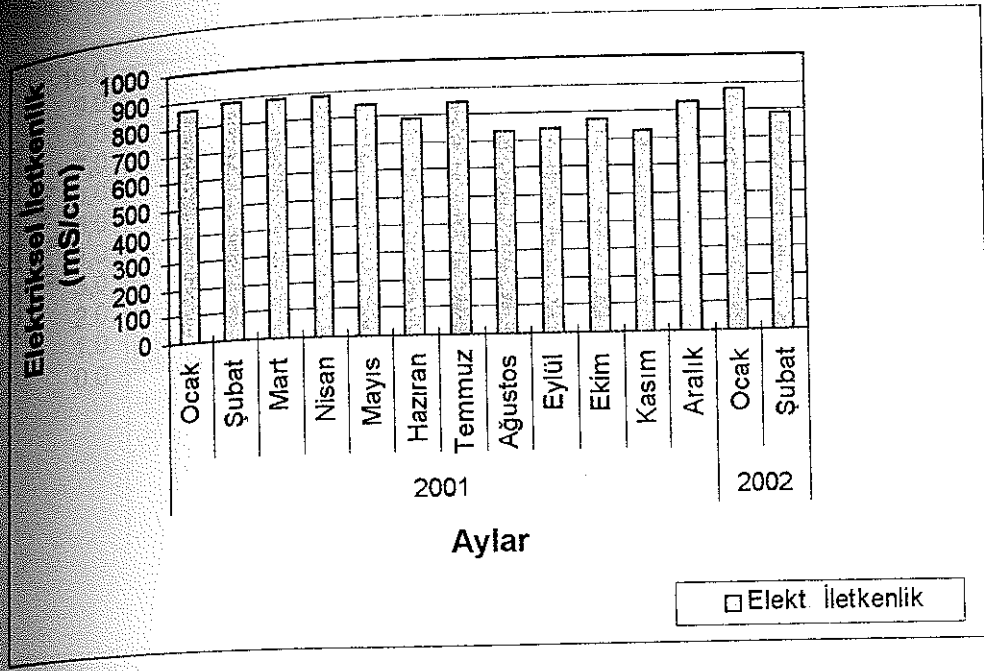
Şekil 4.3. İstasyon no I'de tespit edilen sıcaklık ve çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının aylara göre değişimi



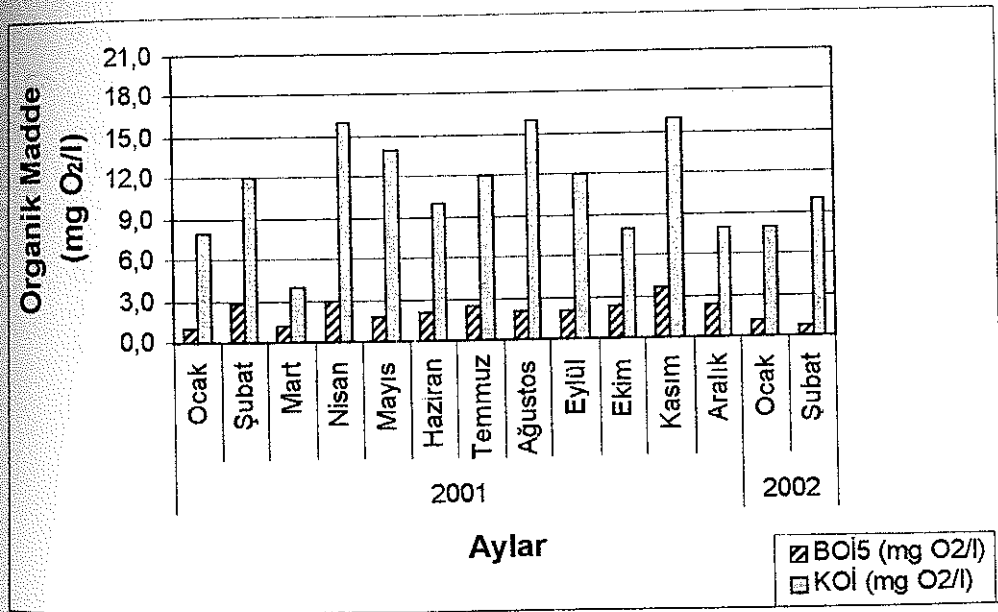
Şekil 4.4. İstasyon no I'de tespit edilen çözülmüş oksijen doygunluğu değerlerinin aylara göre değişimi



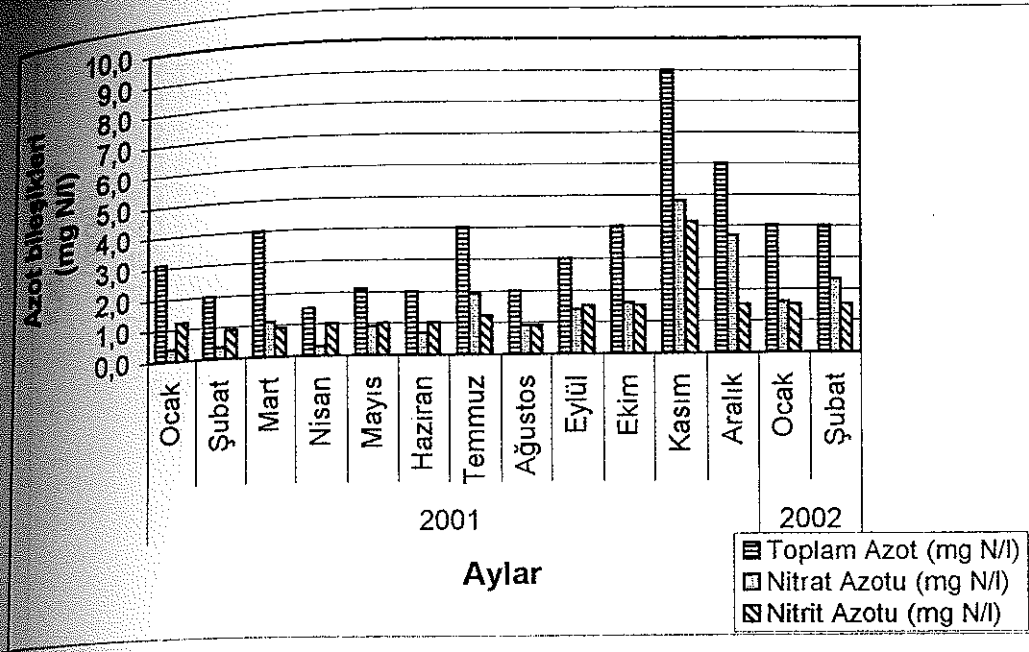
Şekil 4.5. İstasyon no I'de tespit edilen bulanıklık ve askıda katı madde değerlerinin aylara göre değişimi



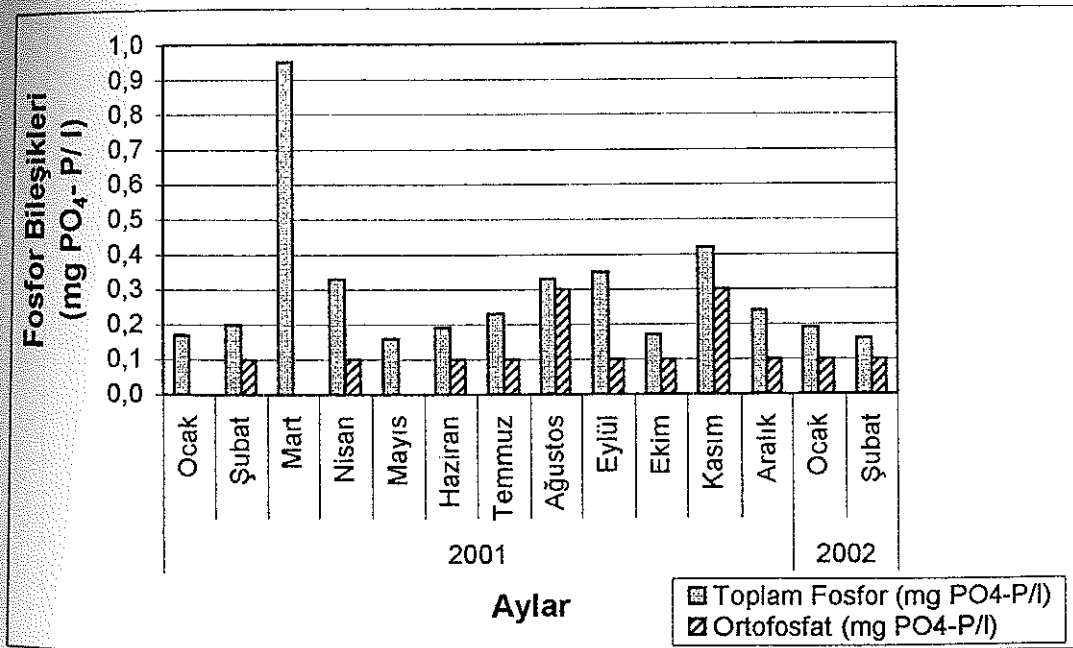
Şekil 4.6. İstasyon no. I'de tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi



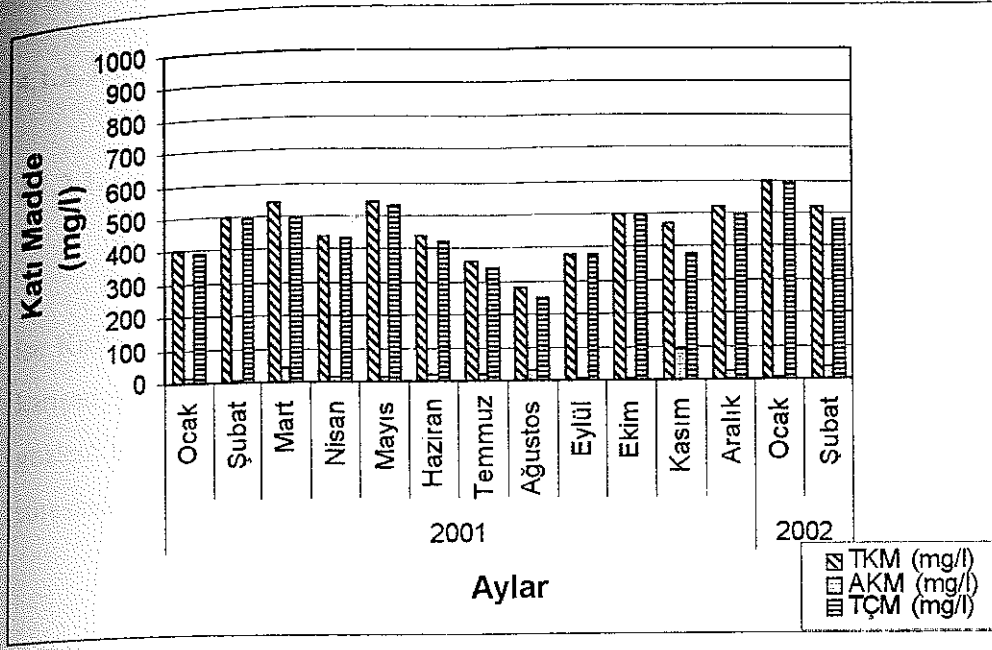
Şekil 4.7. İstasyon no. I'de tespit edilen organik madde miktarının aylara göre değişimi



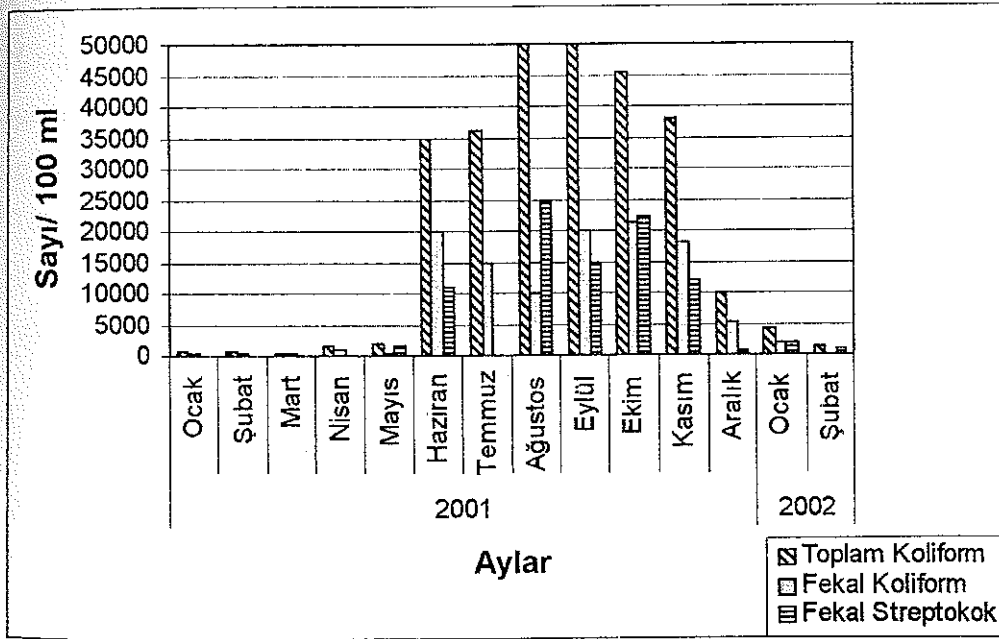
Şekil 4.8. İstasyon no 1'de tespit edilen azot bileşiklerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.9. İstasyon no 1'de tespit edilen fosfor bileşiklerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.10 İstasyon no. I'de tespit edilen katı madde miktarlarının aylara göre değişimi



Şekil 4.11 İstasyon no. I'de tespit edilen koliform ve streptokok sayılarının aylara göre değişimi

4.1.2. İstasyon no. II (Düdenbaşı mevki)

4.1.2.1. Debi

Daha önce de belirtildiği gibi yerüstünden Kırkgözler Kanalı'ndan, yeraltından ise Kırkgözler kaynağından gelen sular ile Bıyıklı Regülatörü'nde tutulamayıp yeraltına karışan sular Düden Mesire alanında birleşerek Düden Çayı'nı oluşturmaktadır. İkinci gözlem istasyonu Düden Mesire alanının yaklaşık 1km aşağısında seçilmiş olup, gözlem süresince su akışı olduğu gözlenmiştir.

İkinci ve üçüncü istasyonlar arasında Düden Çayı'na herhangi bir karışım olmamaktadır. DSİ yetkililerinin de belirttiği gibi iki istasyon debisi birbirine yakındır. Bu nedenle bu istasyonda debi ölçümü yapılmamış olup, sadece su kalitesi belirleme çalışması yapılmıştır.

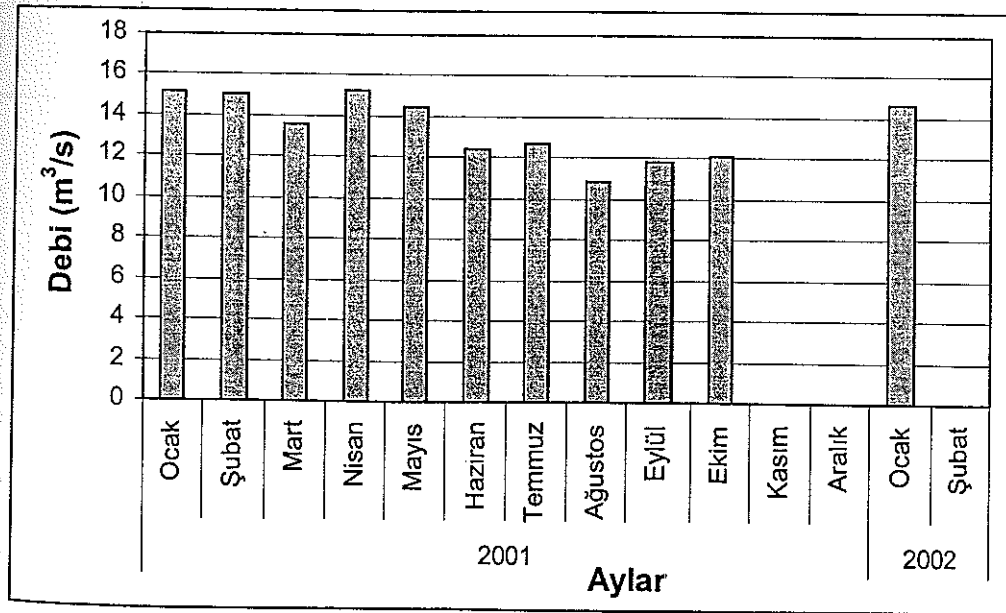
Birinci ve üçüncü istasyonlarda ölçülmüş olan debilerin farkı alındığında, Çizelge 4.4'te verilen değerler elde edilmektedir ki, bunun Düden Çayı'na yeraltından gelen suların ölçümü olacağı düşünülmektedir. Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi yeraltı su kaynaklarının yüzey sularına katkısı oldukça önemlidir. Zira Düden Çayı yeraltı kaynaklarından tüm yıl boyunca yaklaşık sabit bir debi ile beslenmektedir. İkinci istasyonda debi ölçümü yapılmadığından bu istasyona ait kirlilik yükü de hesaplanmamıştır.

Düdenbaşı Mevkiinde yapılan ölçümler, yeraltı suyunun etkisini göstermektedir. Suyun ölçülen sıcaklığı tüm ölçüm periyodu boyunca fazla değişmemiştir. pH, bulanıklık, tuzluluk ve elektriksel iletkenlik değerleri normal sınırlar içerisindedir. Çözünmüş oksijen doygunluk konsantrasyonu Ekim ayında %57,5 ile Ocak ayında tespit edilen %94,9 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.4 Yeraltı sularının Düden Çayı'na katkısı

Aylar		Debi (m ³ /s)
2001	Ocak	15,192
	Şubat	15,081
	Mart	13,562
	Nisan	15,266
	Mayıs	14,515
	Haziran	12,422
	Temmuz	12,689
	Ağustos	10,813
	Eylül	11,883
	Ekim	12,134
	Kasım	*
	Aralık	*
2002	Ocak	14,661
	Şubat	*

* Kırkgözlük Kanalı'nda ölçüm yapılmadığından debi verilememektedir.



Şekil 4.12. Düden Çayı'na katkısı olan yeraltı suyu debisinin aylara göre değişimi

4.1.2.2. Analiz sonuçları

Istasyon no. II'den alınan su örneklerinde yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.5 ve 4.6'te görülmektedir. Parametrelerin aylara göre değişimi ise Şekil 4.13-4.22'de verilmiştir.

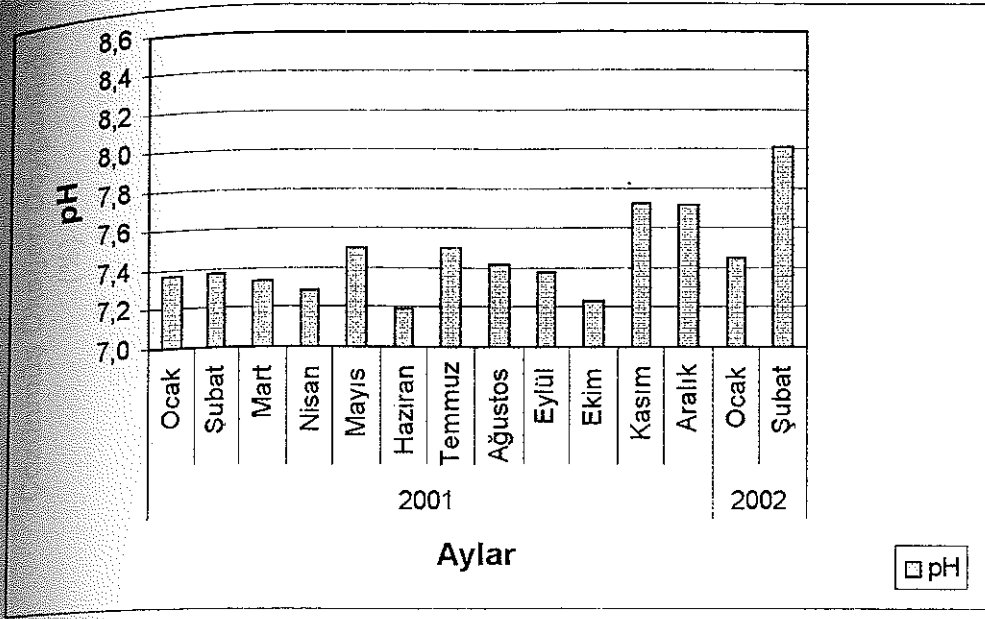
Çizelge 4.5 İstasyon no. II arazi ölçüm sonuçları

Aylar	Sıcaklık	pH	Çöz. Oks.	ÇO. Doy.	Bulanıklık	Tuzluluk	Elektriksel İletkenlik	Spesifik İletkenlik	
	°C		mg O ₂ /l	%	NTU	ppt	µS/cm	µS/cm	
2001	Ocak	15,6	7,37	9,65	94,9	4,06	0,5	924	750
	Şubat	15,1	7,38	7,37	73,5	3,52	0,4	880	714
	Mart	16,1	7,34	6,37	65,4	2,19	0,4	903	750
	Nisan	17,5	7,29	6,49	68,1	2,69	0,5	941	807
	Mayıs	17,9	7,5	6,2	65,5	1,23	0,4	907	781
	Haziran	17,7	7,19	6,38	67,6	1,18	0,5	910	781
	Temmuz	17,9	7,5	6,2	65,5	1,23	0,4	907	781
	Ağustos	18,0	7,42	6,56	69,1	0,74	0,5	915	796
	Eylül	17,8	7,38	6,12	64,3	1,18	0,4	864	752
	Ekim	16,8	7,24	5,53	57,2	0,64	0,4	877	743
	Kasım	12,5	7,73	8,74	82,2	79,9	0,2	423	324
	Aralık	15,1	7,72	7,01	69,5	3,16	0,3	694	568
2002	Ocak	15,1	7,45	7,16	71,1	0,76	0,4	876	665
	Şubat	15,6	8,02	6,93	69,3	0,33	0,4	791	651

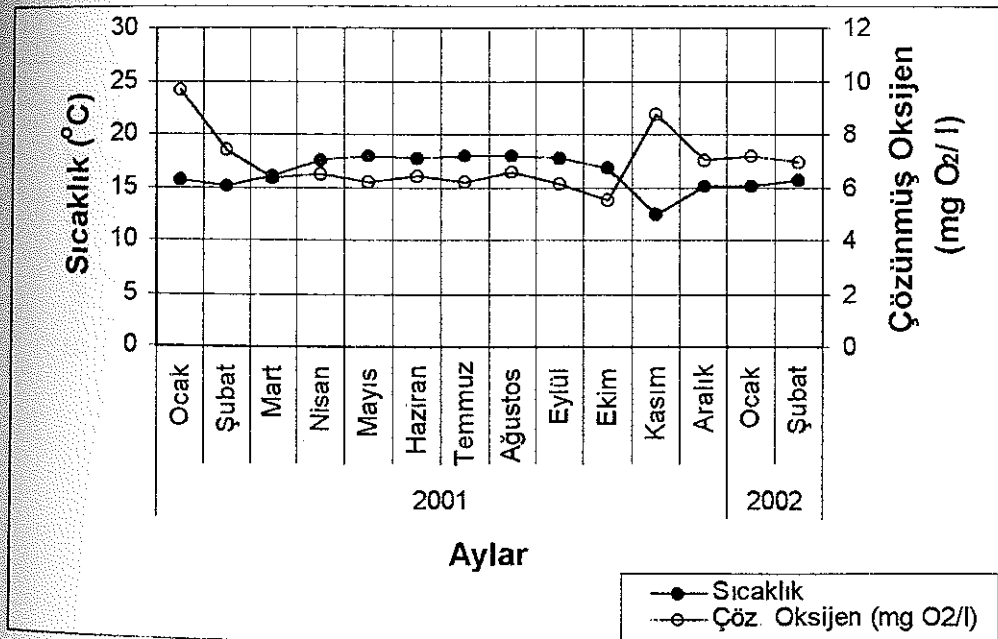
Çizelge 4.6. İstasyon no. II laboratuvar analiz sonuçları

Aylar	BOI ₅	KOI	Toplam Azot	Nitrat Azotu	Nitrit Azotu	Toplam Fosfor	Ortofosfat	Toplam Katı Madde	Askıda Katı Madde	Toplam Çözünmüş Madde	Toplam Koliiform	Fekal Koliiform	Feka Streptokok	
	mg/l	mg/l	mg N/l	mg N/L	mg N/L	mg P/L	mg P /L	mg/L	mg/L	mg/L	Sayı/100 mL	Sayı/100 mL	Sayı/100 mL	
2001	Ocak	1	12	2,8	1,3	1,2	0,3	0,1	480	10	470	338	104	*
	Şubat	3	8	3,0	1,1	1,2	0,2	0,1	500	20	480	656	284	*
	Mart	1	10	4,0	1,5	2,1	0,2	0,1	640	10	630	64	46	*
	Nisan	3	4	2,1	0,8	1,0	0,3	0	520	13	507	768	504	*
	Mayıs	3	20	2,3	1,1	1,0	0,2	0,1	520	7	513	5000	284	2064
	Haziran	6	16	2,5	1,3	1,0	0,1	0,1	520	7	513	12000	3296	8600
	Temmuz	3	12	4,0	2,4	0,9	0,4	0,1	880	33	847	2560	2160	*
	Ağustos	5	12	4,0	2,0	1,8	0,5	0,4	480	16	464	13500	6000	2200
	Eylül	4	8	5,0	2,3	1,8	0,5	0,2	520	12	508	5000	720	2000
	Ekim	2	12	5,0	1,9	2,1	0,2	0,1	660	8	652	29900	7300	11500
	Kasım	2	8	9,0	4,8	4,1	0,9	0,3	820	140	680	32000	13600	16000
	Aralık	4	12	6,0	2,6	2,1	0,7	0,3	580	76	504	15000	11800	1700
2002	Ocak	3	14	8,0	3,9	2,1	0,3	0,1	620	10	610	1680	440	1540
	Şubat	1	10	6,0	3,1	2,1	0,2	0,1	460	16	444	1320	300	1300

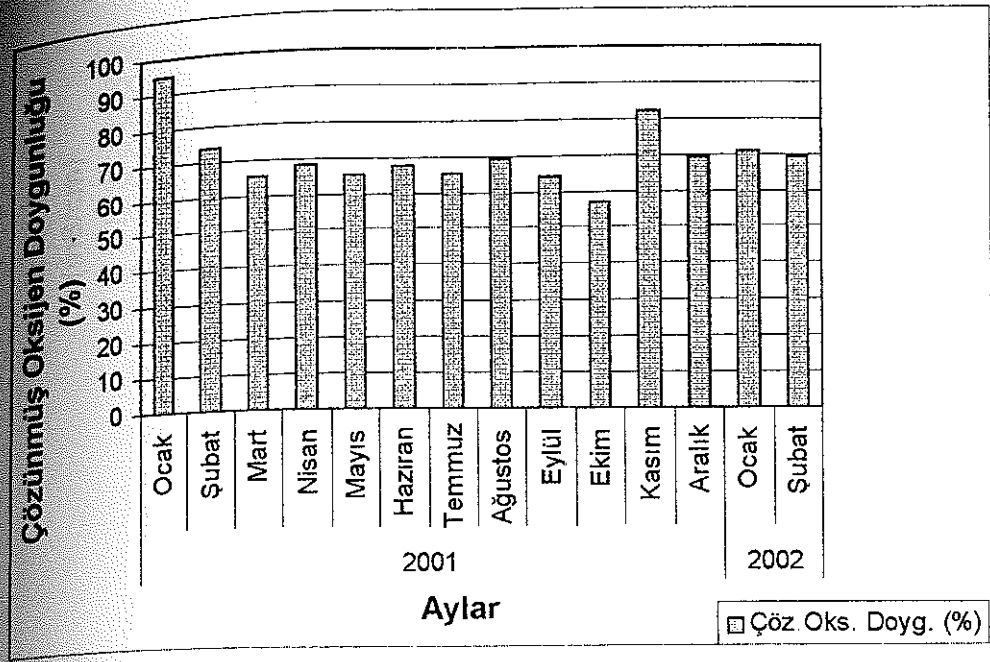
* Ölçüm yapılamamıştır.



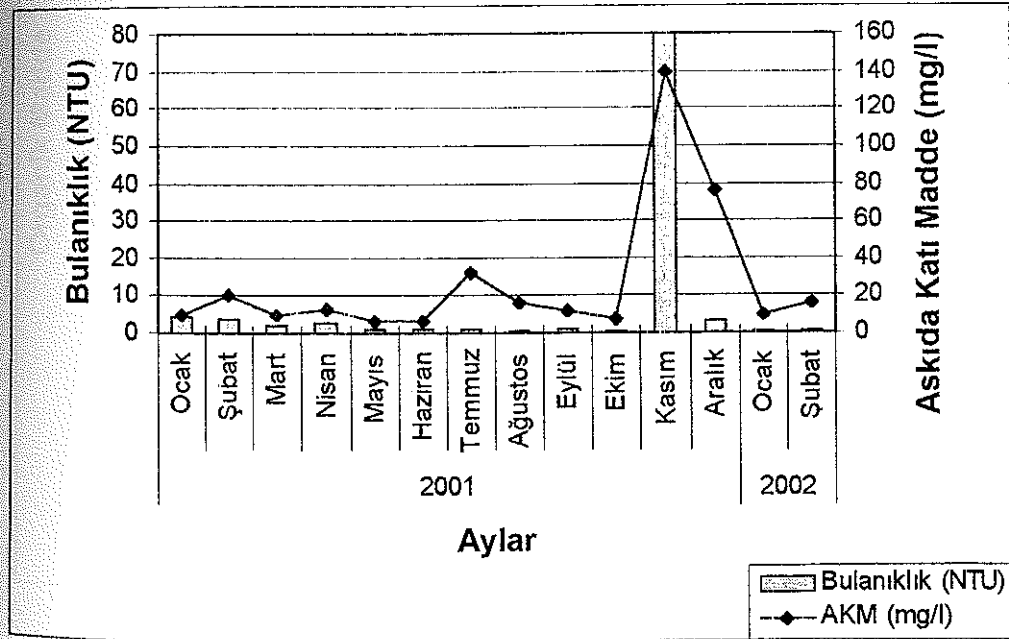
Şekil 4.13. İstasyon no II'de tespit edilen pH değerlerinin aylara göre değişimi



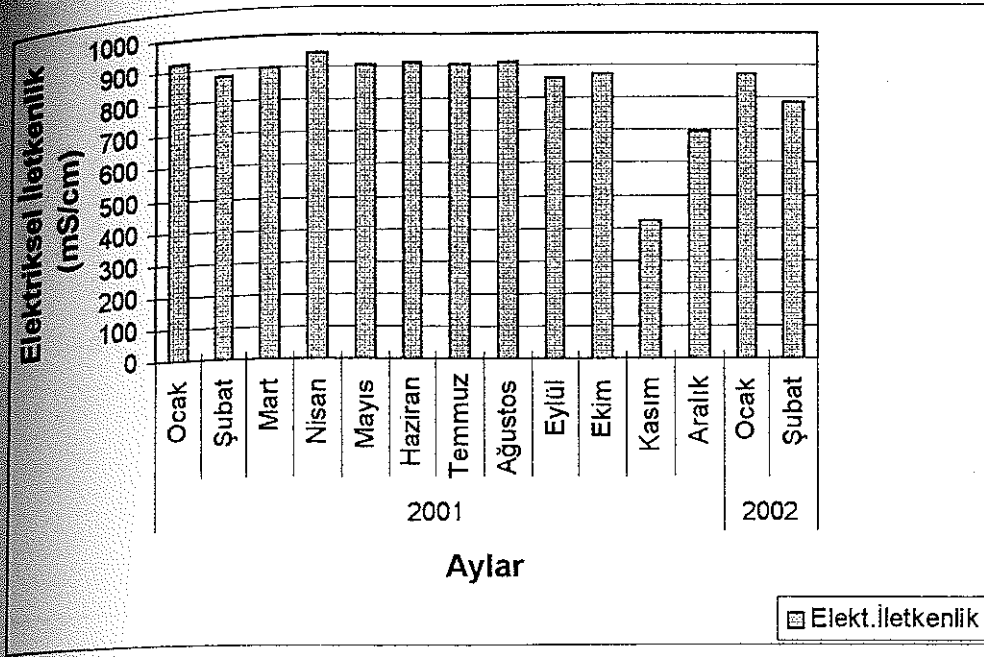
Şekil 4.14. İstasyon no II'de tespit edilen sıcaklık ve çözülmüş oksijen konsantrasyonlarının aylara göre değişimi



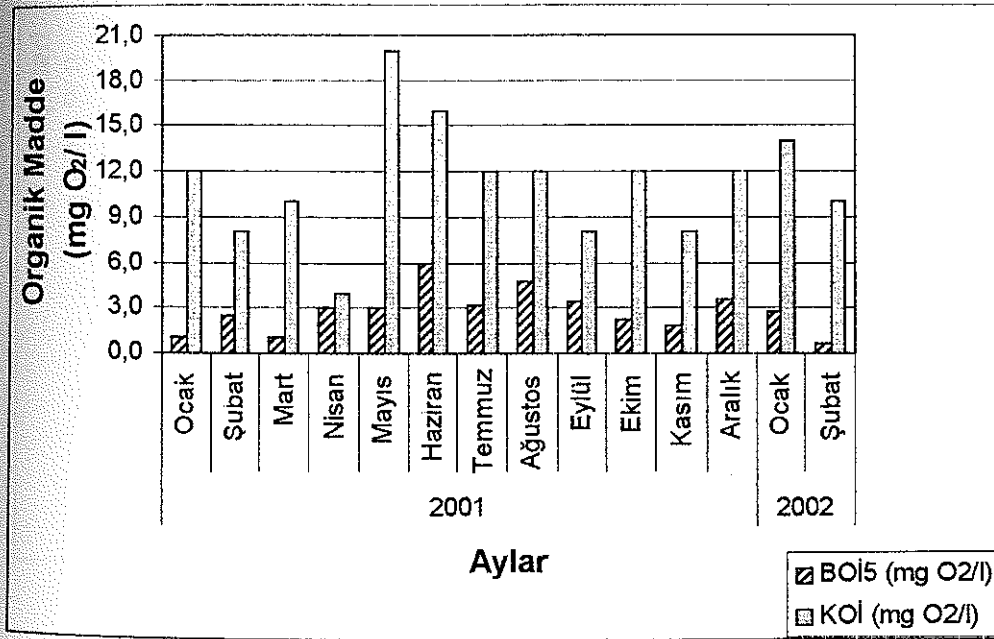
Şekil 4.15. İstasyon no. II'de tespit edilen çözülmüş oksijen doygunluk değerinin aylara göre değişimi



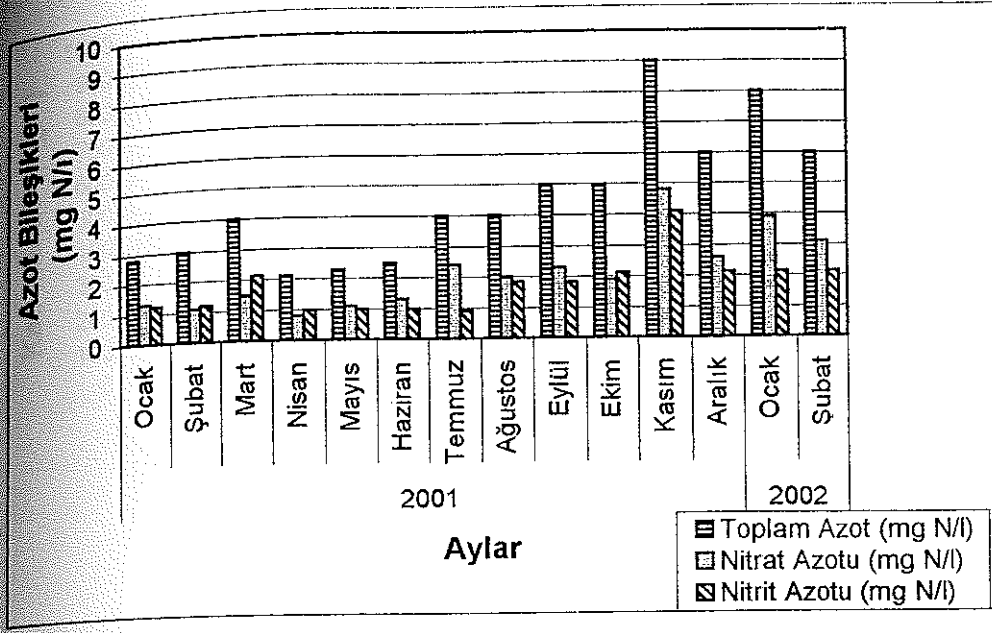
Şekil 4.16. İstasyon no. II'de tespit edilen bulanıklık ve askıda katı madde miktarının aylara göre değişimi



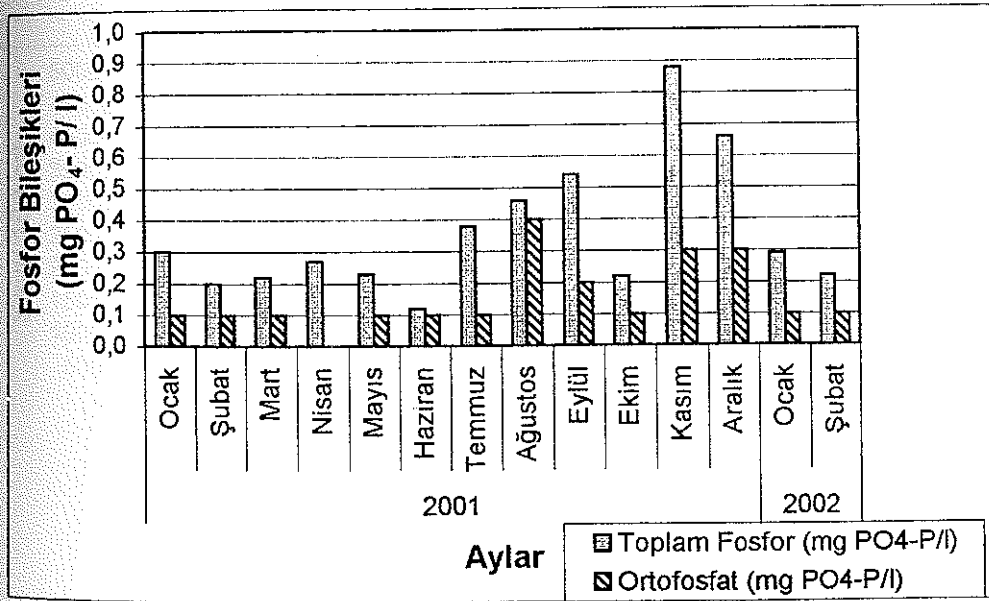
Şekil 4.17 İstasyon no II'de tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi



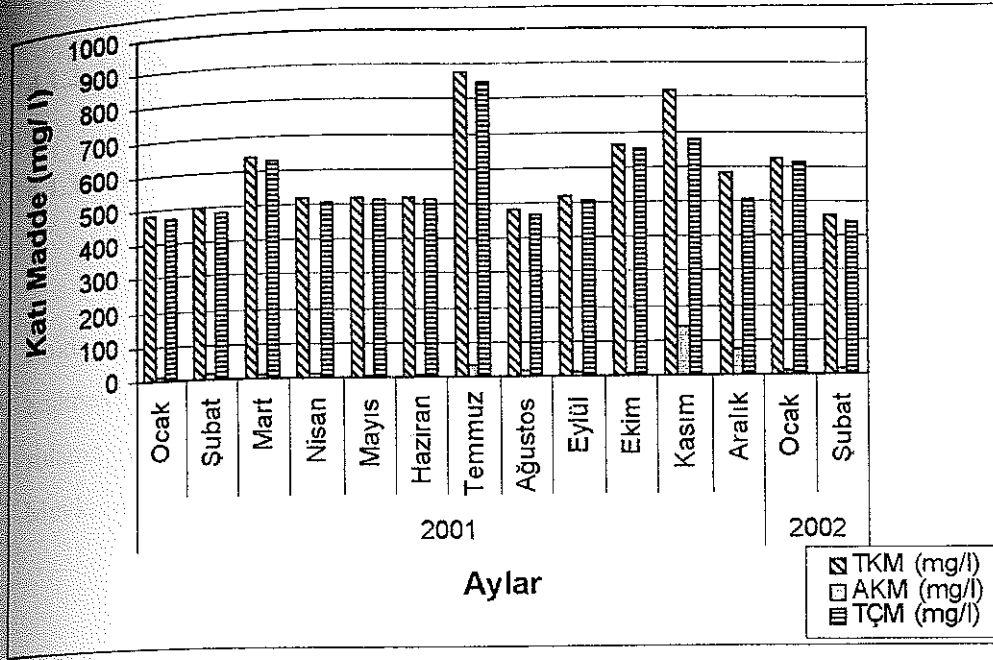
Şekil 4.18 İstasyon no II'de tespit edilen organik madde miktarlarının aylara göre değişimi



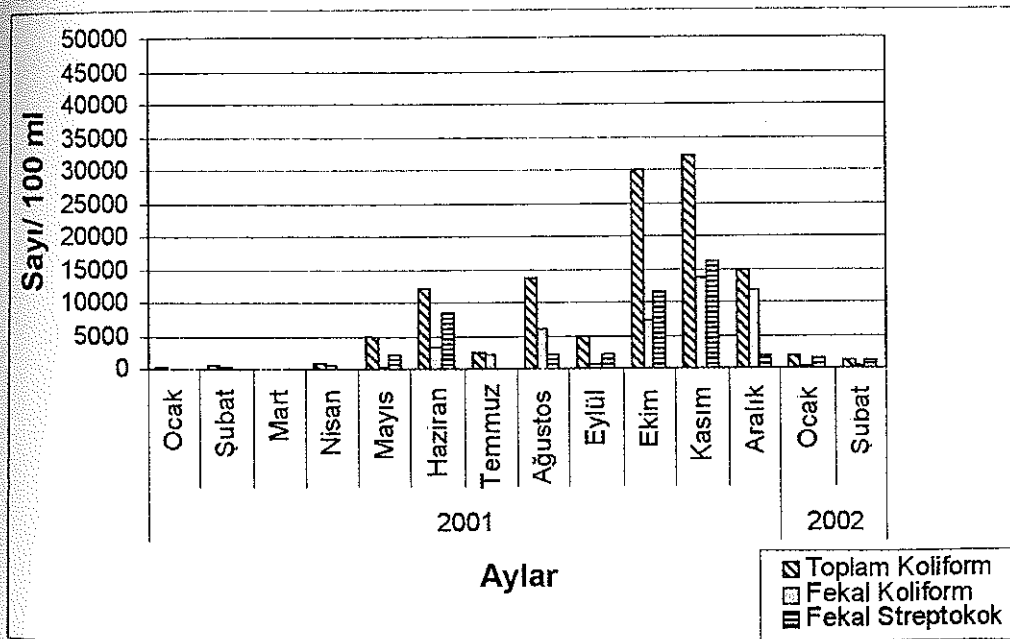
Şekil 4.19 İstasyon no II'de tespit edilen azot bileşiklerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.20 İstasyon no II'de tespit edilen fosfor bileşiklerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.21. İstasyon no II'de tespit edilen katı madde miktarlarının aylara göre değişimi



Şekil 4.22 İstasyon no II'de tespit edilen koliform ve streptokok sayılarının aylara göre değişimi

4.1.3. İstasyon no.III (Koyunlar Regülatörü)

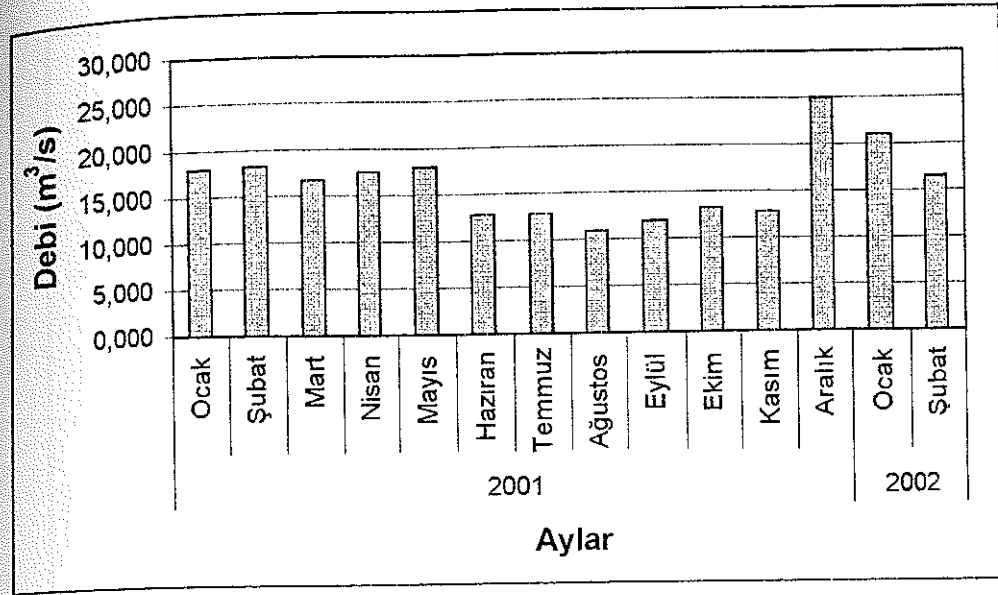
4.1.3.1. Debi

Düden Çayı, Düdenbaşı Mevkiinin yaklaşık 5 km aşağısında, D.S İ 13 Bölge Müdürlüğü tarafından inşa edilen Koyunlar Regülatörü ile düzenli olarak kontrol edilmekte ve debi ölçümleri yapılmaktadır. Regülatörde Düden Çayı'ndan, sağ ve sol sulama kanalları olmak üzere iki kol ayrılmaktadır. Sulama kanalları Topçular Mevkii'ndeki regülatöre kadar çaya paralel olarak devam etmektedir.

Arazide yapılan ölçümler su kalitesinin İstasyon II ile İstasyon III arasında fazla değişmediğini göstermektedir.

Çizelge 4 7 İstasyon no III debi ölçüm sonuçları

Aylar		Debi (m ³ /s)
2001	Ocak	18,051
	Şubat	18,174
	Mart	16,655
	Nisan	17,650
	Mayıs	18,018
	Haziran	12,918
	Temmuz	12,900
	Ağustos	10,831
	Eylül	11,905
	Ekim	13,300
	Kasım	12,900
	Aralık	25,100
2002	Ocak	21,019
	Şubat	16,530



Şekil 4 23. İstasyon no III'de debinin aylara göre değişimi

4.1.3.2. Analiz sonuçları

İstasyon no III'ten alınan su örneklerinde yapılan analiz sonuçları Çizelge 4 8 ve 4.9'te görülmektedir Parametrelerin aylara göre değişimi ise Şekil 4.24 - 4.33'te verilmiştir

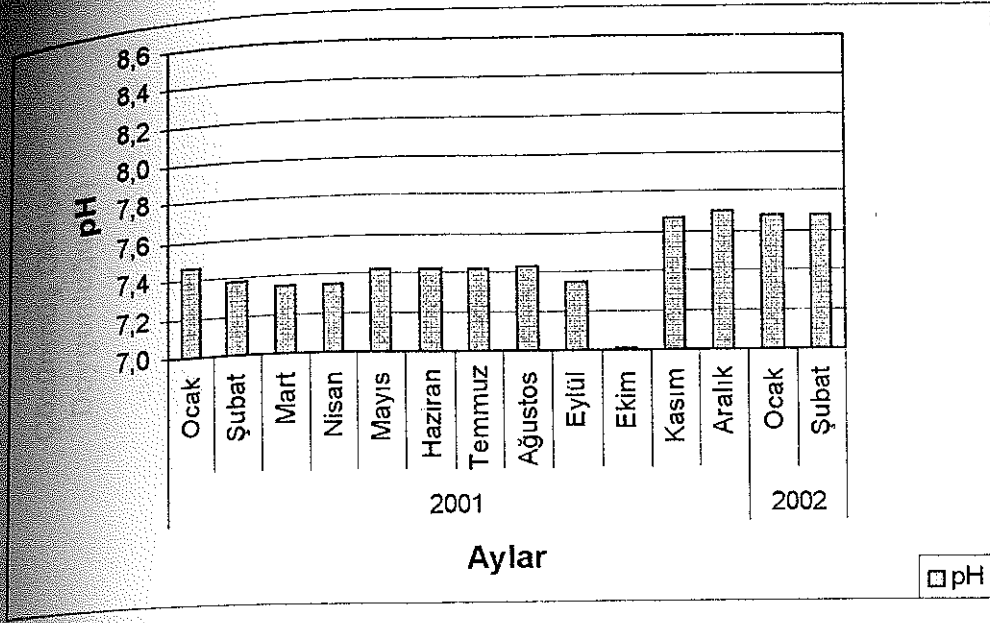
Çizelge 4 8. İstasyon no III arazi ölçüm sonuçları

Aylar	Sıcaklık	pH	Çöz. Oks.	ÇO. Doy.	Bulanıklık	Tuzluluk	Elektriksel İletkenlik	Spesifik İletkenlik	
	°C		mg O ₂ /l	%	NTU	ppt	µS/cm	µS/cm	
2001	Ocak	15,6	7,46	9,40	93,2	4,64	0,4	866	711
	Şubat	15,3	7,38	8,20	81,3	3,61	0,4	877	715
	Mart	16,3	7,35	6,30	64,1	2,15	0,4	900	750
	Nisan	17,9	7,35	6,44	67,2	3,19	0,5	911	784
	Mayıs	18,0	7,42	6,89	73,2	1,02	0,4	906	786
	Haziran	17,8	7,42	6,19	65,4	1,44	0,5	908	782
	Temmuz	18,0	7,42	6,89	73,2	1,02	0,4	906	786
	Ağustos	18,0	7,43	5,53	58,7	1,19	0,5	913	793
	Eylül	18,0	7,35	5,47	57,7	1,42	0,4	860	743
	Ekim	16,8	7,01	5,72	58,2	0,68	0,4	897	757
	Kasım	12,3	7,67	8,91	84,8	62,3	0,2	412	314
	Aralık	15,3	7,7	7,44	74,6	7,11	0,3	688	563
2002	Ocak	15,2	7,68	7,07	70,6	1,04	0,4	799	649
	Şubat	15,6	7,68	6,98	70,1	0,62	0,4	769	638

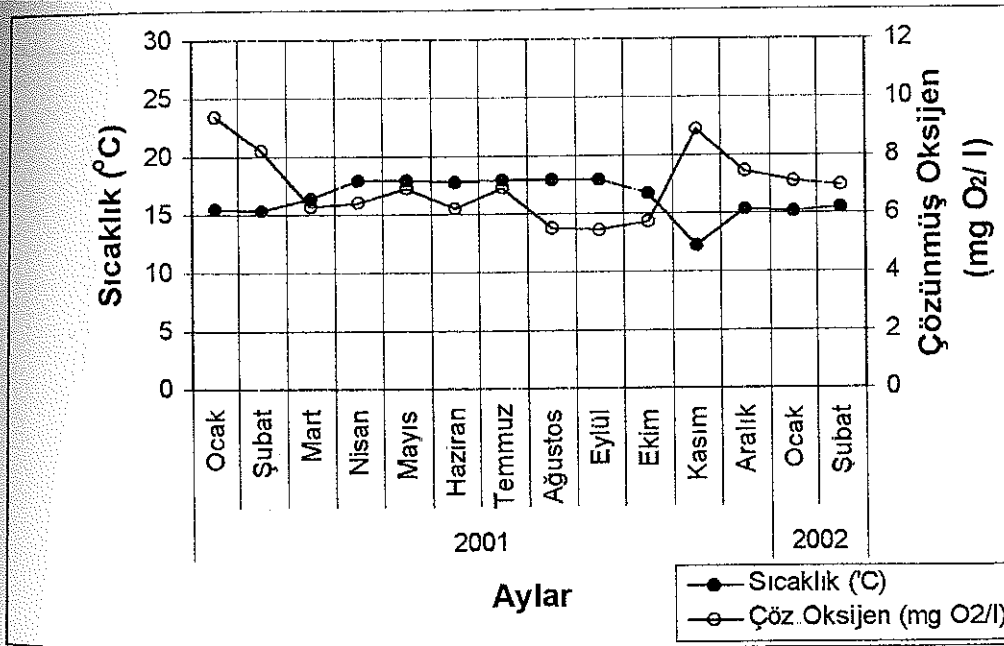
Çizelge 4.9. İstasyon no. III laboratuvar analiz sonuçları

Aylar	BOI ₅ mg/l	KOI mg/l	Toplam Azot mg N/l	Nitrat Azotu mg N/L	Nitrit Azotu mg N/L	Toplam Fosfor mg P/L	Ortofosfat mg P/L	Toplam Katı Madde mg/L	Askıda Katı Madde mg/L	Toplam Çözülmüş Madde mg/L	Toplam Koliiform Sayı/100 mL	Fekal Koliiform Sayı/100 mL	Feka Streptokok Sayı/100 mL
Ocak	1	4	2,4	1,5	0,9	0,8	0,1	460	3	457	262	92	*
Şubat	1	4	2,5	1,1	1,2	0,3	0,2	380	13	367	744	616	*
Mart	2	8	3,0	1,5	0,9	0,2	0,0	600	7	593	107	82	*
Nisan	2	4	1,9	0,7	1	0,2	0,0	500	7	493	904	372	*
Mayıs	2	12	2,4	1,1	1	0,2	0,1	680	17	663	10000	1336	1200
Haziran	3	8	2,8	1,7	1	0,1	0,1	620	17	603	10000	1456	4800
Temmuz	2	4	4,0	2,5	1,2	0,4	0,1	580	3	577	2540	1440	*
Ağustos	2	10	4,0	2,1	1,2	0,5	0,3	440	22	418	15000	7500	2100
Eylül	3	12	4,0	1,9	2,1	0,4	0,1	540	8	532	2500	520	1500
Ekim	2	16	6,0	3,6	1,2	0,5	0,2	540	6	534	18200	9600	5000
Kasım	3	16	9,0	5,1	2,3	0,8	0,4	590	110	480	22000	14000	9000
Aralık	2	8	6,0	2,7	2,1	0,5	0,3	560	86	474	20000	14300	800
Ocak	2	10	4,0	2,5	1,2	0,2	0,1	800	34	766	7200	1200	15200
Şubat	2	18	7,0	3,3	2,1	0,5	0,2	1420	14	1406	2360	500	1680

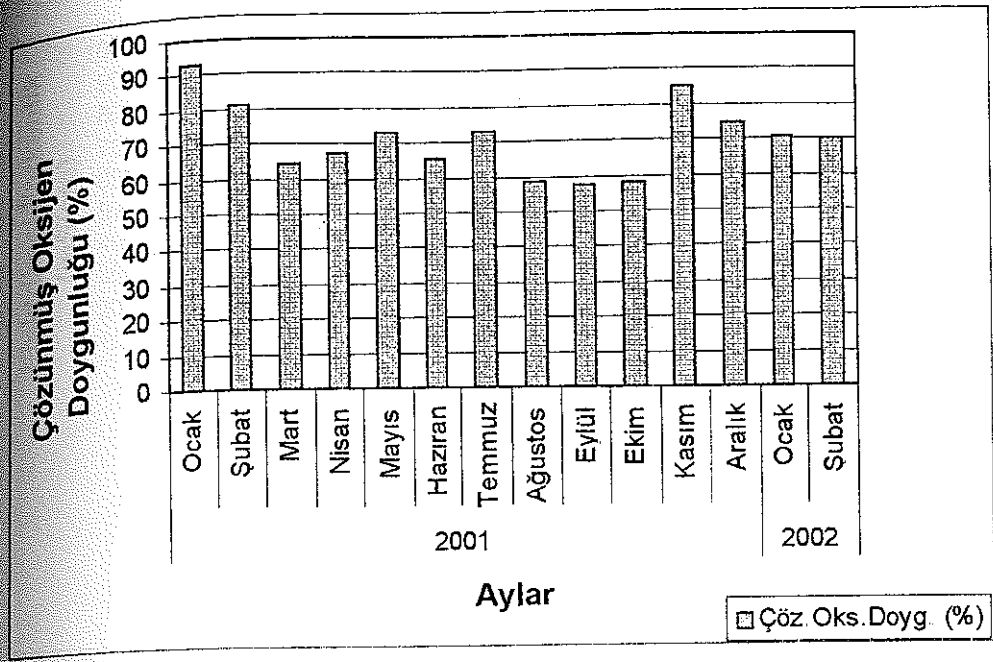
* Ölçüm yapılamamıştır.



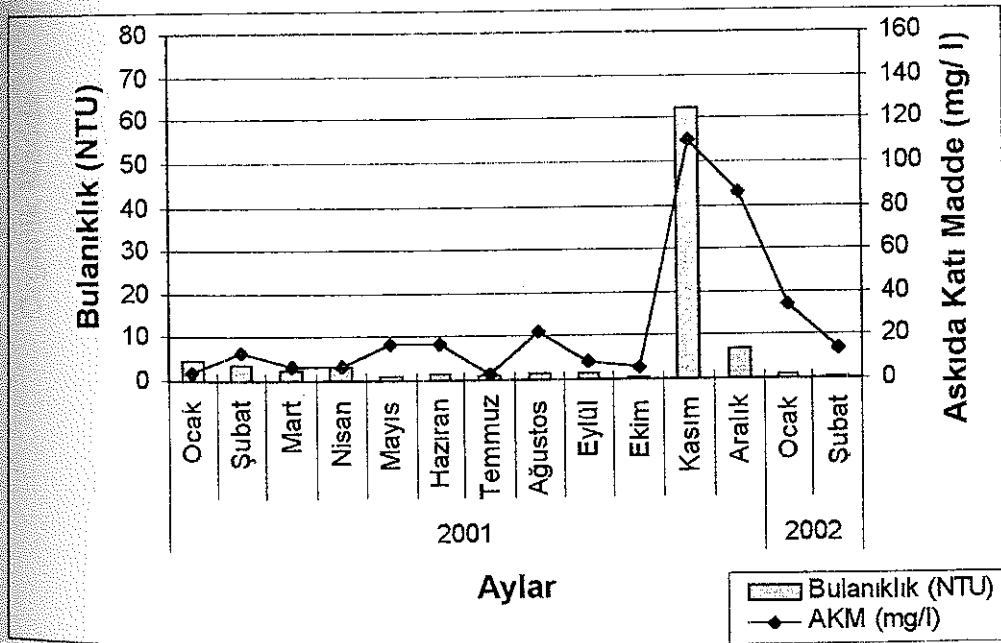
Şekil 4.24. İstasyon no III'de tespit edilen pH değerlerinin aylara göre değişimi



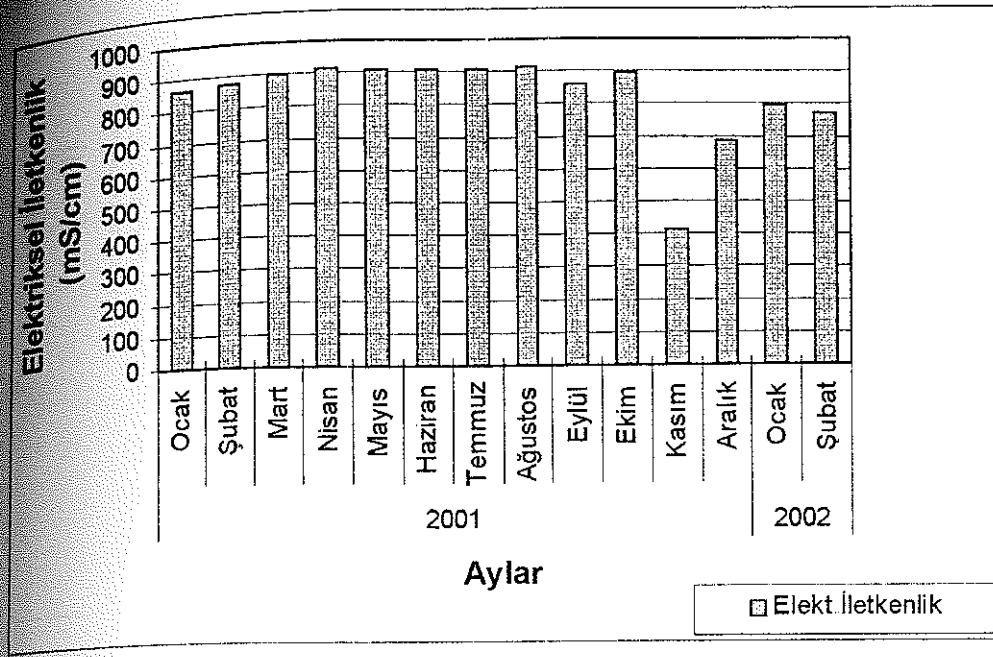
Şekil 4.25. İstasyon no III'de tespit edilen sıcaklık ve çözülmüş oksijen konsantrasyonlarının aylara göre değişimi



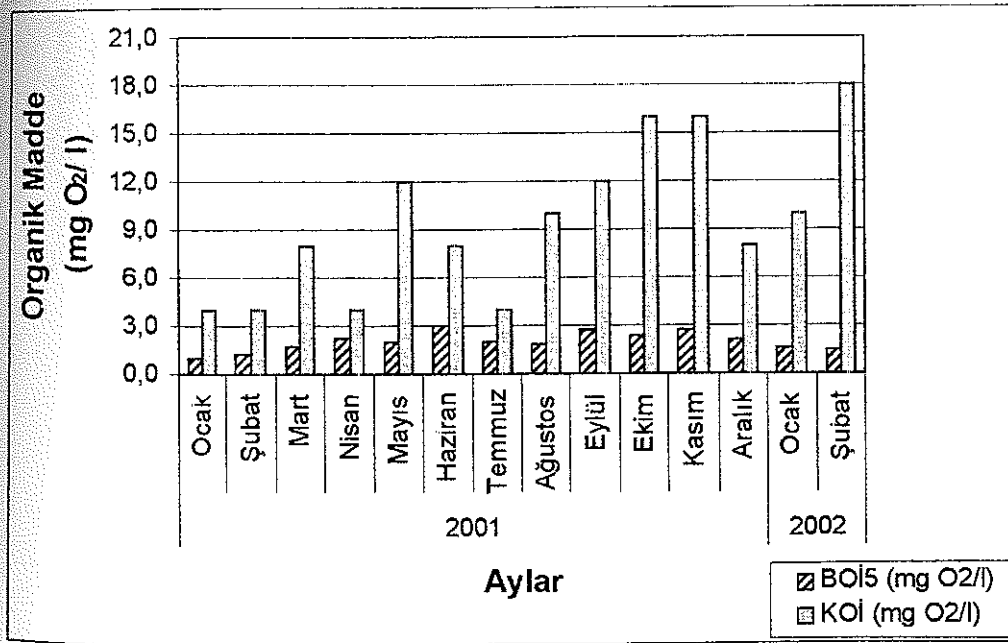
Şekil 4.26. İstasyon no III'de tespit edilen çözülmüş oksijen doygunluk değerlerinin aylara göre değişimi



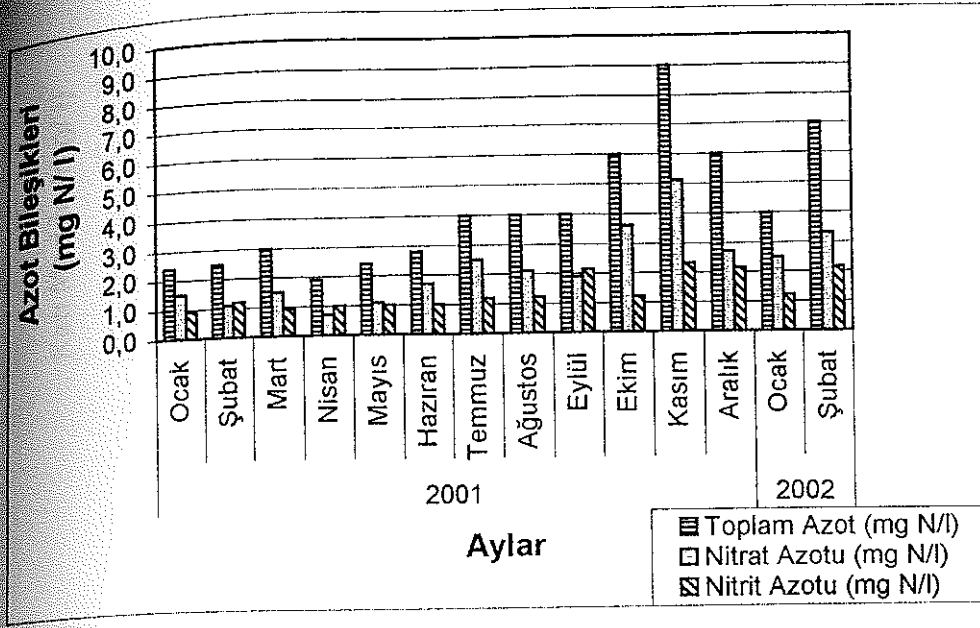
Şekil 4.27. İstasyon no III'de tespit edilen bulanıklık ve askıda katı madde miktarlarının aylara göre değişimi



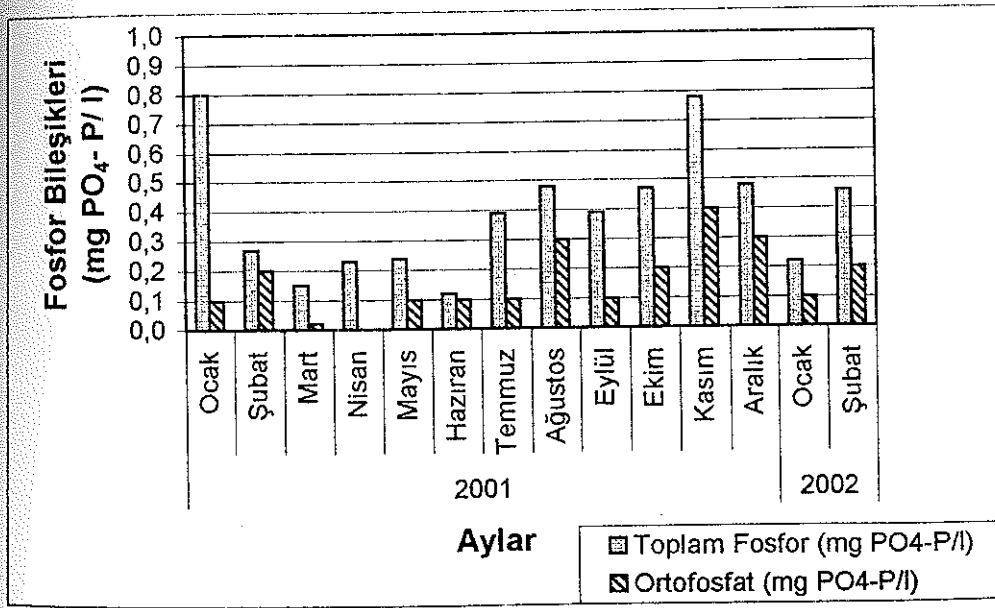
Şekil 4.28 İstasyon no. III'de tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi



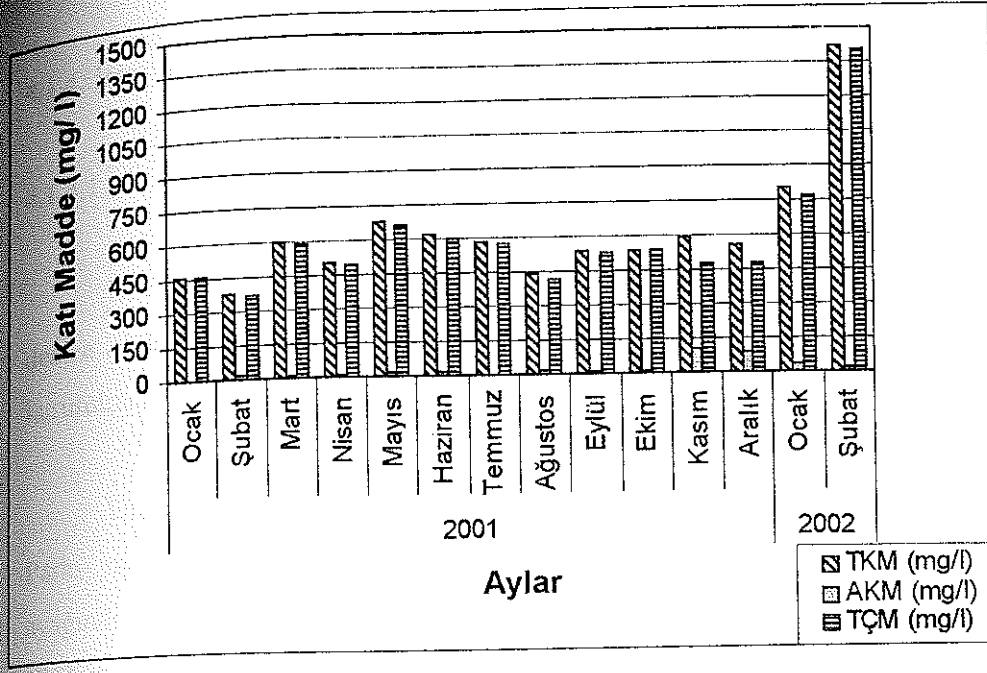
Şekil 4.29 İstasyon no. III'de tespit edilen organik madde miktarlarının aylara göre değişimi



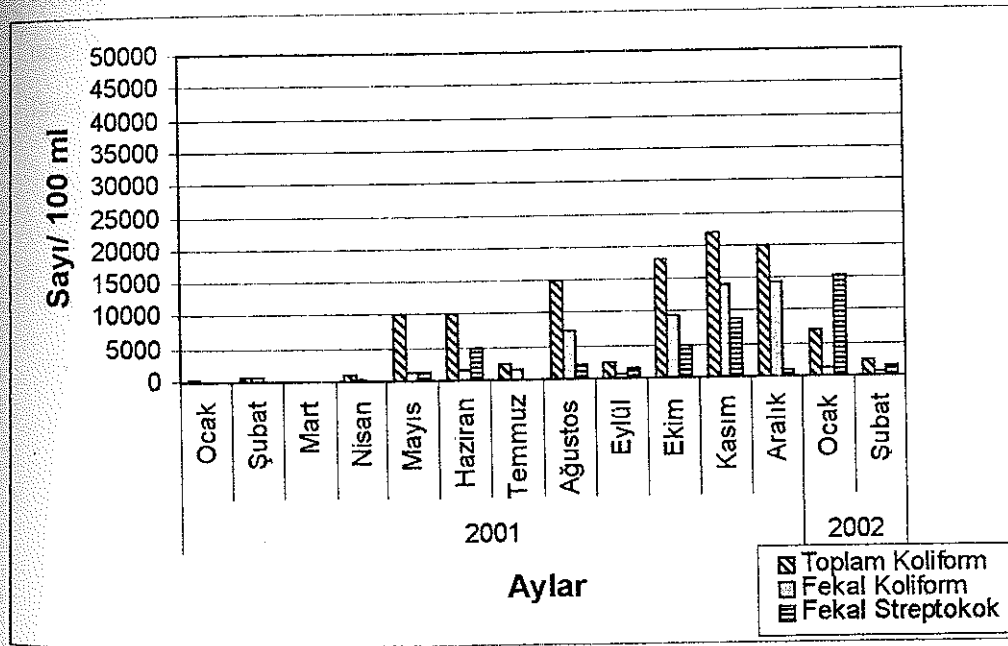
Şekil 4.30 İstasyon no III'de tespit edilen azot bileşiklerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.31 İstasyon no III'de tespit edilen fosfor bileşiklerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.32. İstasyon no III'de tespit edilen katı madde miktarlarının aylara göre değişimi



Şekil 4.33 İstasyon no. III'de tespit edilen koliform ve streptokok sayılarının aylara göre değişimi

4.1.4. İstasyon no. IV (Gençlik Parkı mevki)

4.1.4.1. Debi

Düden Çayı, Antalya-Alanya karayolu kıyısındaki tarihi Cırnık Köprüsü ile denize döküldüğü nokta arasında yöredeki taşkınların önlenmesi ve bataklıkların kurutulması amacıyla oluşturulan yapay bir kanaldan akmaktadır

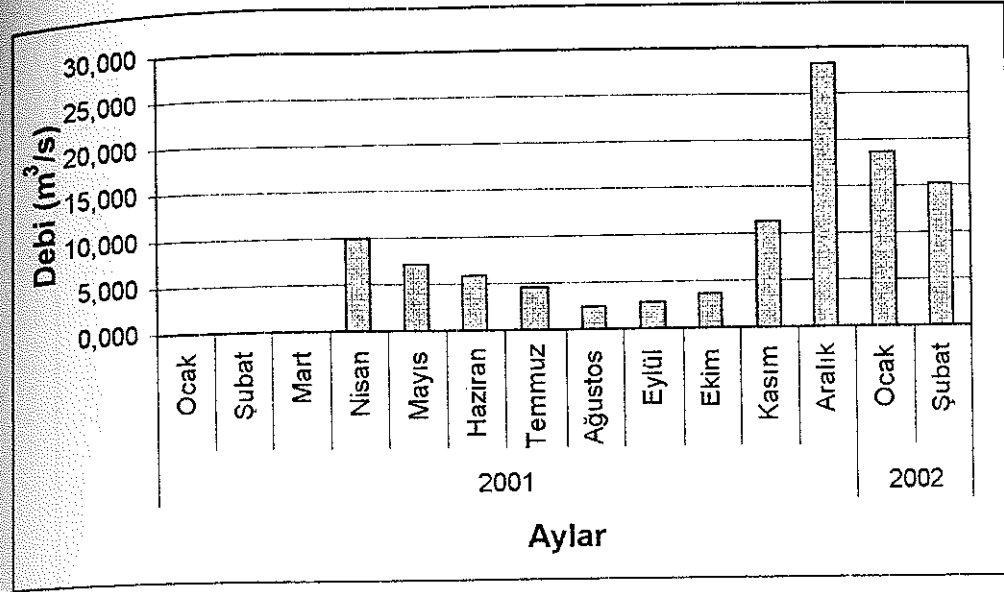
Dördüncü istasyon Koyunlar Regülatörü'ne yaklaşık 12 km mesafede Gençlik Parkı mevkiinde, çayın denize döküldüğü noktanın yakınında bulunan köprünün ayağında bulunmaktadır. Debi değerleri D S İ. 13 Bölge Müdürlüğü elemanları tarafından ölçülmüştür

Bu istasyonda yapılan ölçümlere göre, su sıcaklığında ortalama olarak artış görülmemiştir pH, bulanıklık, tuzluluk, elektriksel iletkenlik değerleri normal sınırlar içerisinde İstasyon III ile İstasyon IV arasında suyun akış hızının yüksek olması nedeniyle çözülmüş oksijen doygunluk konsantrasyonunun ölçüm periyodu süresince fazla değişiklik göstermemektedir (%71,1-%84,1).

Çizelge 4 10. İstasyon no. IV debi ölçüm sonuçları

	Aylar	Debi (m ³ /s)
2001	Ocak	*
	Şubat	*
	Mart	*
	Nisan	9,986
	Mayıs	7,196
	Haziran	5,907
	Temmuz	4,510
	Ağustos	2,496
	Eylül	2,719
	Ekim	3,650
	Kasım	11,232
	Aralık	28,195
2002	Ocak	18,695
	Şubat	15,280

* Ölçüm yapılamamıştır.



Şekil 4 34 İstasyon no IV'te debinin aylara göre değişimi

4.1.4.2. Analiz sonuçları

İstasyon no IV'ten alınan su örneklerinde yapılan analiz sonuçları Çizelge 4 11 ve 4.12'te görülmektedir. Parametrelerin aylara göre değişimi ise Şekil 4 35 - 4.44'te verilmiştir.

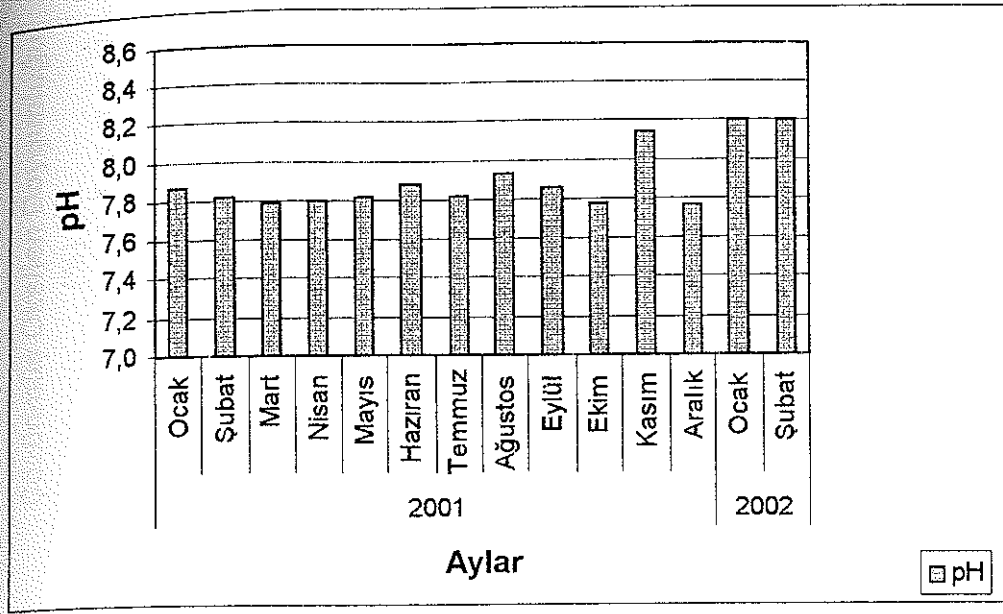
Çizelge 4 11 İstasyon no IV arazi ölçüm sonuçları

Aylar	Sıcaklık	pH	Çöz. Oks.	ÇO. Doy.	Bulanıklık	Tuzluluk	Elektriksel İletkenlik	Spesifik İletkenlik	
	°C		mg O ₂ /l	%	NTU	ppt	µS/cm	µS/cm	
2001	Ocak	14,9	7,87	8,41	84,1	10,2	0,4	855	687
	Şubat	14,4	7,82	8,42	82,7	4,82	0,4	867	692
	Mart	17,0	7,79	7,1	73,7	24,3	0,4	885	751
	Nisan	18,9	7,8	6,77	73,4	4,42	0,4	903	795
	Mayıs	20,0	7,82	7,05	78,6	1,52	0,4	896	807
	Haziran	20,1	7,88	7,06	78,1	5,44	0,4	891	807
	Temmuz	20,0	7,82	7,05	78,6	1,52	0,4	896	807
	Ağustos	20,4	7,94	6,69	70,6	1,27	0,4	886	806
	Eylül	20,3	7,86	6,74	71,1	1,01	0,4	842	760
	Ekim	16,5	7,78	7,32	71,1	0,7	0,4	868	728
	Kasım	11,7	8,14	8,36	77,5	57,4	0,2	365	275
	Aralık	14,9	7,77	8,06	80,2	5,66	0,3	690	557
2002	Ocak	14,8	8,21	7,32	71,4	1,73	0,4	792	639
	Şubat	14,7	8,21	7,26	72,3	1,13	0,4	762	611

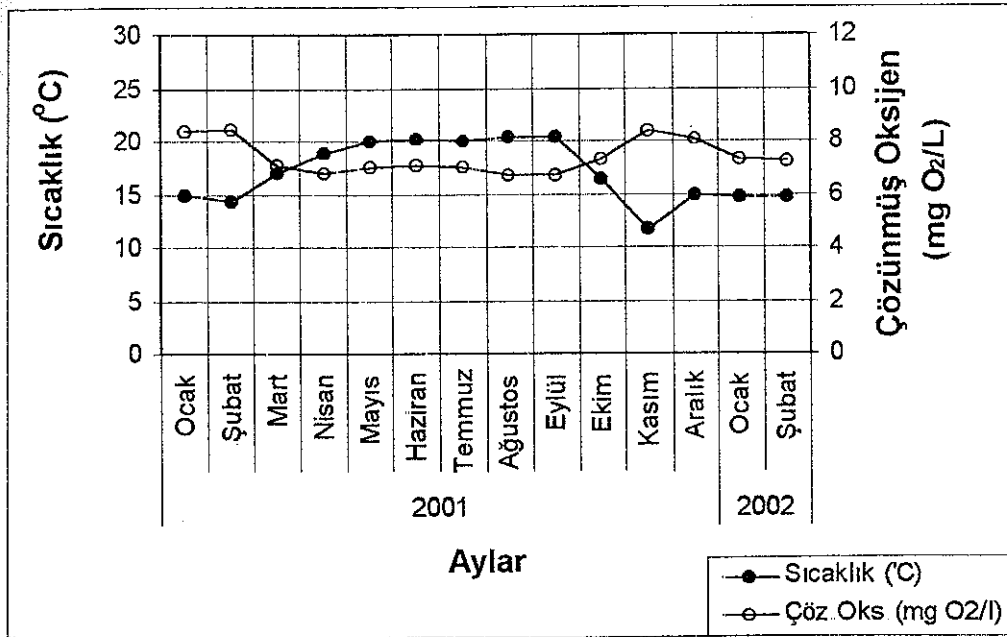
Çizelge 4.12 İstasyon no. IV laboratuvar analiz sonuçları

Aylar	BOI ₅ mg/l	KOI mg/l	Toplam Azot mg N/l	Nitrat Azotu mg N/L	Nitrit Azotu mg N/L	Toplam Fosfor mg P/L	Ortofosfat mg P/L	Toplam Katı Madde mg/L	Askıda Katı Madde mg/L	Toplam Çözünmüş Madde mg/L	Toplam Koliform Sayı/100 mL	Fekal Koliform Sayı/100 mL	Feka Streptokok Sayı/100 mL
2001	1	4	2,9	1,5	1,2	0,3	0,1	480	10	470	252	188	*
	2	10	3,0	1,0	1,2	0,3	0,1	460	17	443	924	324	*
	2	8	3,0	1,3	0,9	0,1	0,0	520	13	507	361	200	*
	4	16	1,7	0,6	1,0	0,2	0,0	480	17	463	1744	1632	*
	4	12	2,2	0,9	1,0	0,3	0,1	560	10	550	2600	632	1872
	2	10	2,5	1,4	1,0	0,1	0,0	460	30	430	6200	768	5400
	4	16	4,0	2,1	0,9	0,4	0,1	380	5	375	1520	410	*
	2	16	4,0	2,6	0,6	0,4	0,2	440	14	426	30000	2800	1600
	3	10	4,0	2,4	1,2	0,4	0,1	580	8	572	2500	370	1400
	2	10	4,0	2,6	1,2	0,5	0,3	580	6	574	18400	13000	2600
	3	12	8,0	3,6	4,1	0,9	0,4	620	120	500	33000	14000	6000
	2	8	6,0	3,3	1,8	0,8	0,3	640	78	562	40000	26400	5100
2002	2	8	4,0	2,4	1,2	0,3	0,1	620	42	578	1640	360	1340
	1	12	7,0	2,6	2,1	0,2	0,1	460	62	398	2880	300	2080

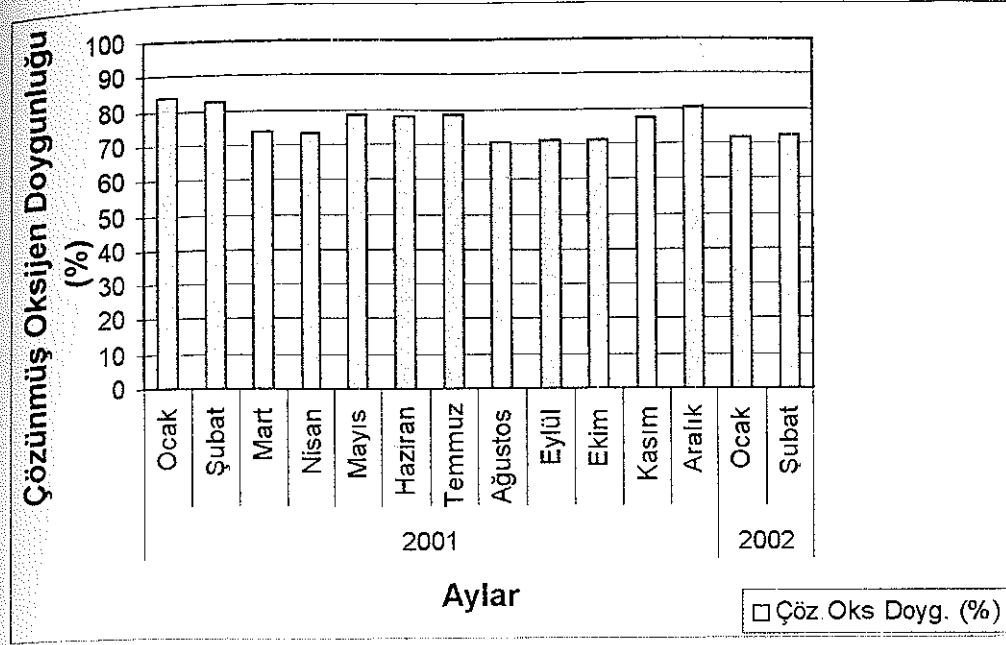
* Ölçüm yapılamamıştır.



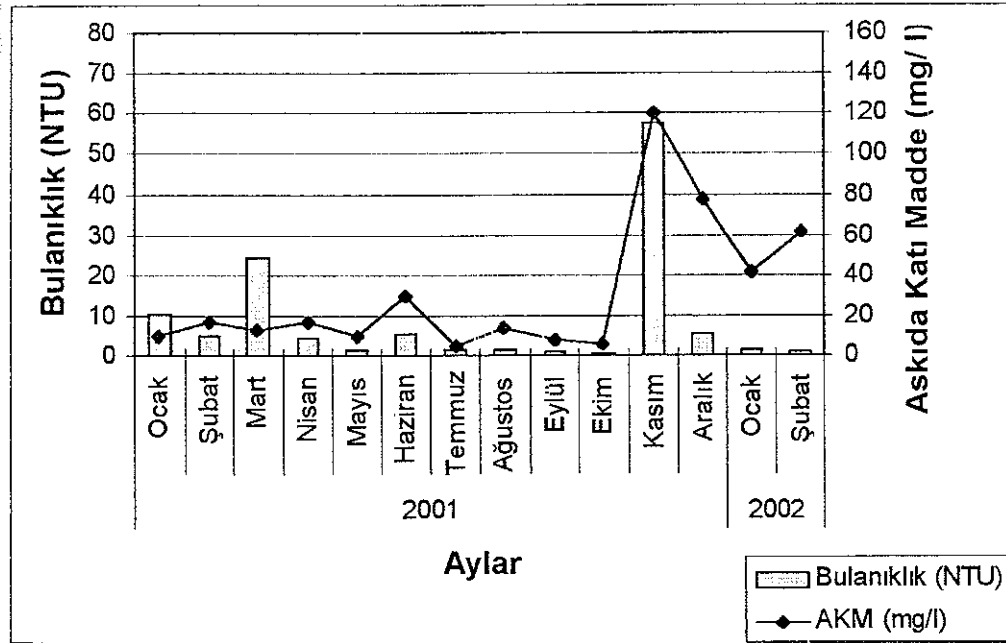
Şekil 4.35 İstasyon no IV'te tespit edilen pH değerlerinin aylara göre değişimi



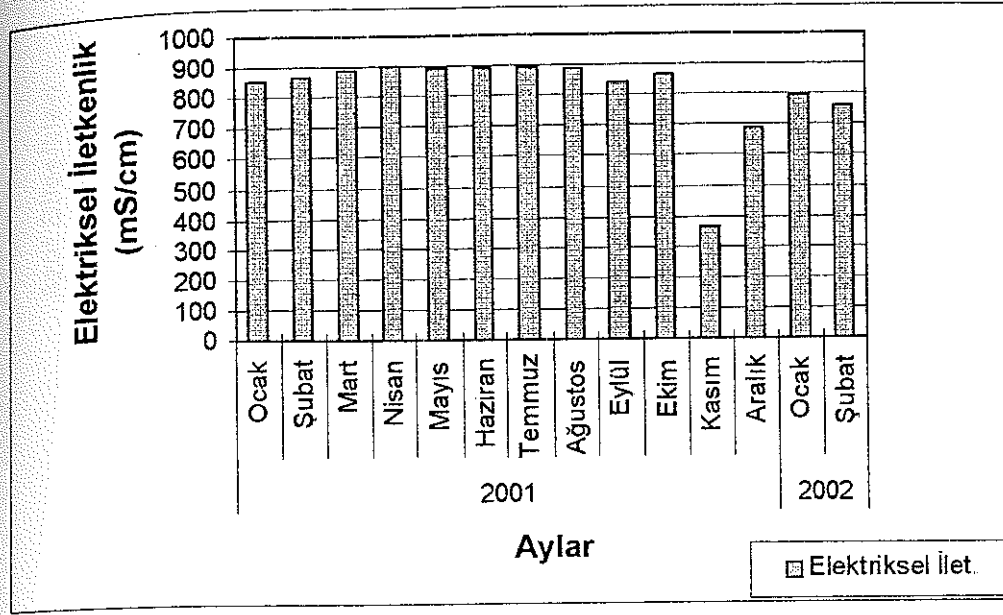
Şekil 4.36 İstasyon no IV'te tespit edilen sıcaklık ve çözülmüş oksijen konsantrasyonlarının aylara göre değişimi



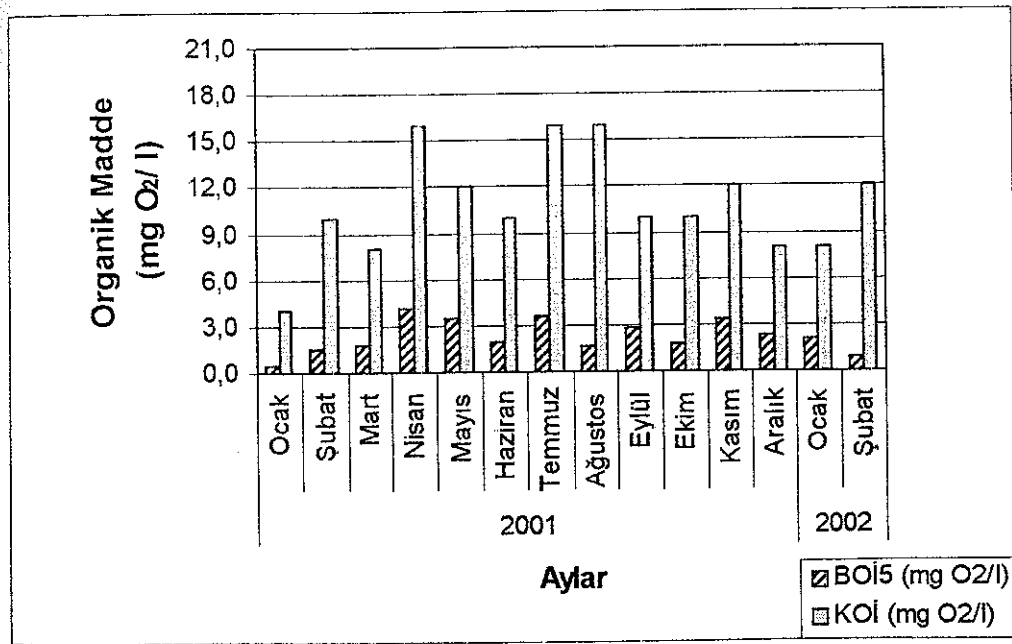
Şekil 4.37 İstasyon no. IV'te tespit edilen çözülmüş oksijen doygunluğu değerlerinin aylara göre değişimi



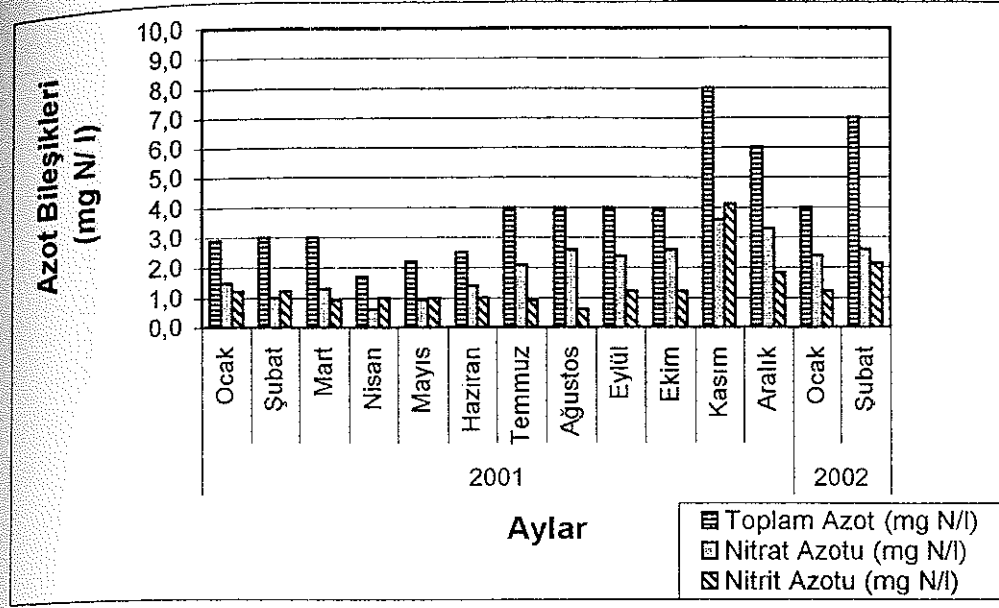
Şekil 4.38 İstasyon no. IV'te tespit edilen bulanıklık ve askıda katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi



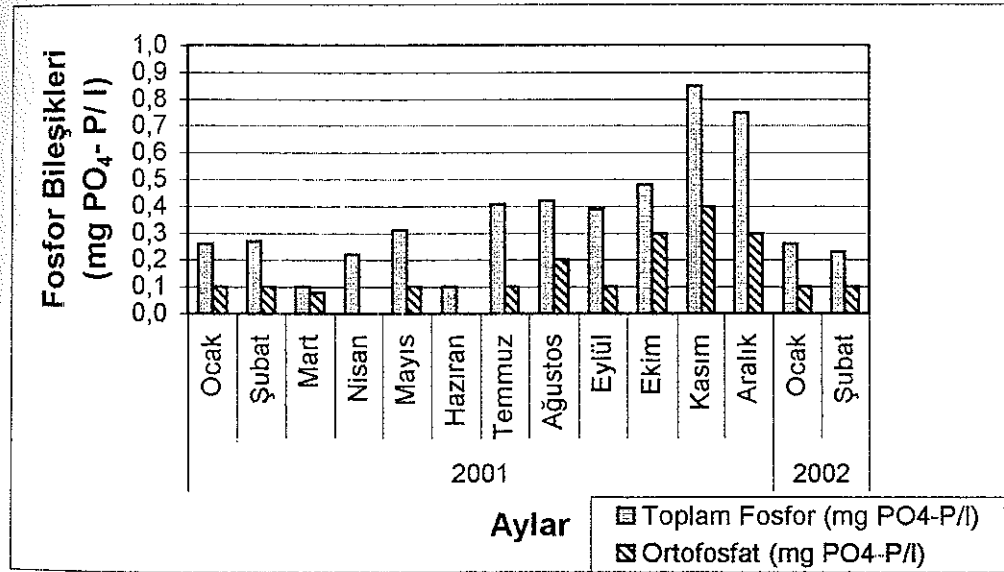
Şekil 4.39 İstasyon no. IV'te tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi



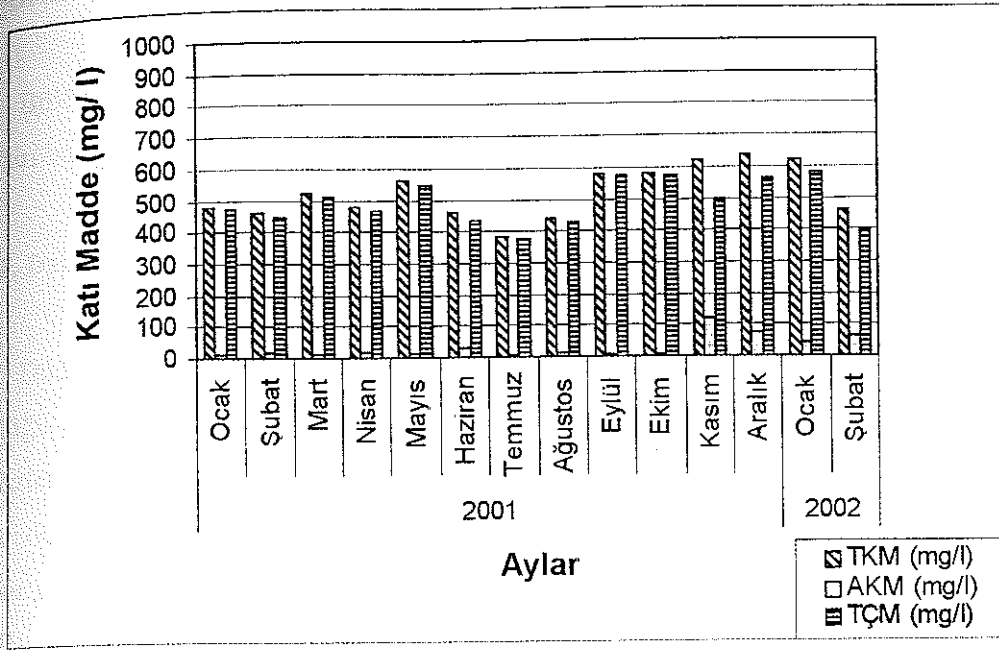
Şekil 4.40 İstasyon no. IV'te tespit edilen organik madde miktarlarının aylara göre değişimi



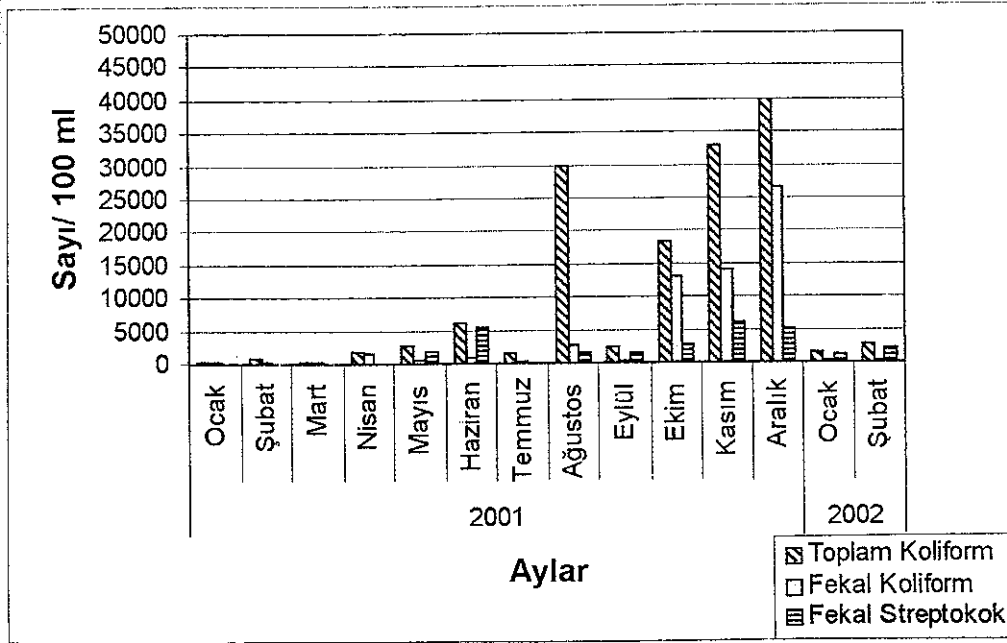
Şekil 4.41. İstasyon no. IV'te tespit edilen azot bileşiklerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.42. İstasyon no. IV'te tespit edilen fosfor bileşiklerinin aylara göre değişimi



Şekil 4 43 İstasyon no IV'te tespit edilen katı madde miktarlarının aylara göre değişimi



Şekil 4 44 İstasyon no IV'te tespit edilen koliform ve streptokok sayılarının aylara göre değişimi

4.1.5. Örneklemeye istasyonlarında elde edilen sonuçların birlikte değerlendirilmesi

Bölüm 4.1.1- 4.1.4'de her istasyon için ayrı ayrı gösterilmiş olan ölçüm sonuçları bu bölümde birlikte verilmiş ve yorumlanmıştır.

4.1.5.1. Debi

Düden Çayı'nın debisi 3 noktada ölçülmüştür (Çizelge 4.13). Şekil 4.45'te görüldüğü gibi aylara ve mevsimlere bağlı olarak önemli değişiklikler göstermektedir. Kırkgözler Kanalı'ndan Haziran-Kasım aylarında gelen su miktarı ihmal edilebilir düzeye düşmektedir. Buna karşılık yeraltı su kaynakları bir miktar azalmakla birlikte sabit su sağlamaktadır. Diğer dikkat çeken nokta, Koyunlar Regülatörü'nde (İstasyon no. III) ölçülen debiler dördüncü istasyondan genelde daha yüksektir. Üçüncü istasyondaki debi ölçüm noktası regülatör çıkışında olduğundan, üçüncü ve dördüncü istasyonlar arasında özellikle Nisan-Ekim döneminde Düden Çayı'ndan düzenli olarak su alındığı düşünülmektedir.

4.1.5.2. Organik madde

Su içerisinde bulunan biyolojik indirgenebilir organik maddenin göstergesi olan biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI_5) konsantrasyonlarının aylara göre değişiminin özetlendiği Çizelge 4.14 ile Şekil 4.46'dan görüldüğü gibi, organik madde miktarı 0,8-6 mg/l arasında değişmektedir. Bu değerler Kıtaçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Ek II) uyarınca Düden Çayı'nın I-II Sınıf su kalitesinde olduğu, yani Düden Çayı'na önemli miktarda biyolojik indirgenebilir organik madde karışmadığını göstermektedir.

Su kaynağında organik maddenin tamamının göstergesi olan kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI) konsantrasyonlarının değişimi (Çizelge 4.14, Şekil 4.47) istasyonlara ve aylara göre değişiklik göstermektedir. İnceleme döneminde Kırkgözler Kanalı'ndan gelen suyun KOI değeri 4-16 mg/l, ikinci istasyonda 4-20 mg/l, üçüncü istasyonda 4-18 mg/l ve dördüncü istasyonda 4-16 mg/l arasında değişmektedir. Ayda bir defa yapılan

örnekleme ile düzensizliğin nedenini bulmak mümkün olamamıştır. Ancak Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Ek II) uyarınca Düden Çayı tüm istasyonlarda I. Sınıf su kalitesine sahiptir ve önemli miktarda organik madde taşımadığı görülmektedir.

4.1.5.3. Azot bileşikleri

Tüm istasyonlarda toplam azot, nitrat ve nitrit azotları analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.15, Şekil 4.48-4.50). görüldüğü gibi Kırkgözler Kanalı toplam azot konsantrasyonu bakımından önemli katkıda bulunmaktadır. Mesire yeri ile ikinci istasyon arasında kalan kısımdan da bazı dönemlerde toplam azot karıştığı görülmektedir. Nitrat azotu değişiminin gösterildiği Şekil 4.49'da görüldüğü nitrat azotu Mesire yeri ile ikinci istasyon arasında Düden Çayı'na karışmaktadır. İkinci ve üçüncü arasındaki bölgede bulunan tarım arazilerinden de Düden Çayı'na nitrat azotu karışmaktadır. Nitrit azotu katkısı esas olarak Kırkgözler Kanalı aracılığı ile gerçekleşmektedir. Kasım- Şubat aylarında gözlemlenen pik değerlerin ise bu dönemde yaşanmış olan yoğun yağışlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Ek II) uyarınca Düden Çayı toplam azot ve nitrat azotu açısından I. Sınıf, nitrit azotu açısından IV. Sınıf su kalitesine sahiptir.

4.1.5.4. Fosfor bileşikleri

Düden Çayı'nda tüm istasyonlarda tespit edilen toplam fosfor konsantrasyonları 0,1-0,95 mg/l arasında değişmektedir. Bu değerler Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Ek II) uyarınca oldukça yüksektir ve Düden Çayı'nın IV. Sınıf sulara dahil edilmektedir. Sucul ortamda bakteriler tarafından kullanılabilir fosforun tespit edilmesini amaçlayan ortofosfat analizlerin sonuçlarına göre (Şekil 4.52) tüm istasyonlarda ortofosfat konsantrasyonları 0,02-0,4 mg/l arasında değişmektedir. Bu olgu Düden Çayı'nda tespit edilmiş olan organik madde konsantrasyonu ile örtüşmekte ve kirlenmenin organikten çok inorganik karakterde olduğunu göstermektedir.

4.1.5.5. Katı madde

Çalışma kapsamında toplanan su örneklerinde toplam ve askıda katı madde konsantrasyonları tespit edilmiş olup, toplam çözünmüş madde konsantrasyonları ilk iki değer birbirinden çıkartılarak elde edilmiştir (Çizelge 4.17). Şekil 4.53-4.55'ten görüldüğü gibi Düden Çayı'nın taşıdığı katı madde ağırlıklı olarak çözünmüş haldedir. Tüm istasyonlar incelendiğinde toplam çözünmüş madde konsantrasyonlarının 248-1406 mg/l arasında değişmekte olduğu görülmüştür. Bu açıdan Düden Çayı, Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Ek II) uyarınca I-II Sınıf sulara dahil edilebilir.

4.1.5.6. Mikrobiyolojik özellikler

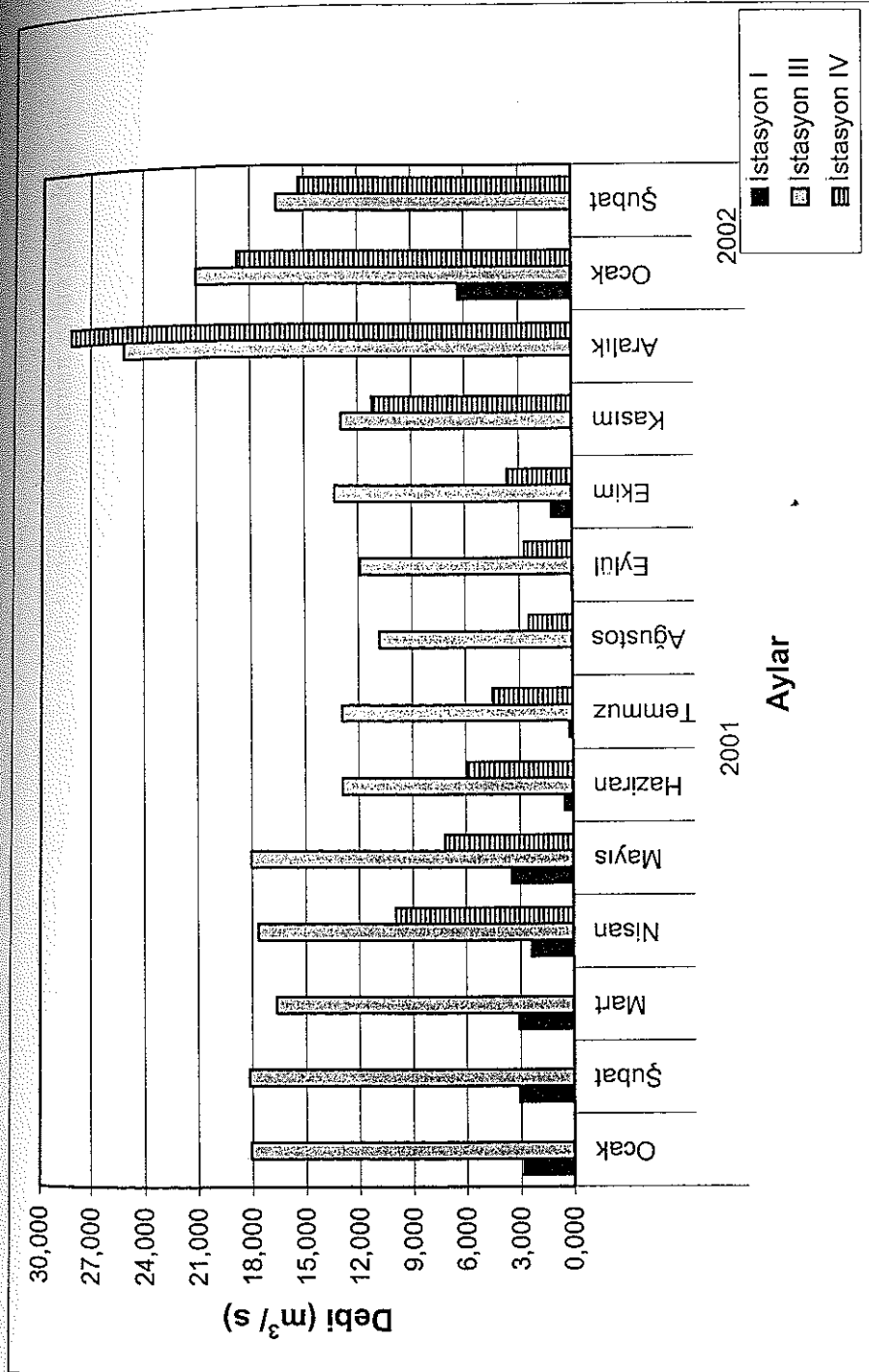
Çalışma kapsamında tüm istasyonlarda toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok sayıları tespit edilmiştir (Çizelge 4.18). toplam koliform sayısı açısından en önemli kaynak ağırlıklı olarak Kırkgözler Kanalı'ndan gelen su olarak görülmektedir. Kasım-Aralık aylarında diğer istasyonlarda tespit edilen farklılıklar yoğun yapılaşma nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Toplam koliform sayısı açısından Düden Çayı Mart ayında ikinci istasyon hariç, Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Ek II) uyarınca II-III. Sınıf su kalitesini taşımaktadır. Fekal koliform ve fekal streptokoksayıları açısından ise durum farklıdır ve ağırlıklı olarak kirletici kaynağın Kırkgözler Kanalı olduğu görülmektedir. Bu su kaynağı, Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Ek II) uyarınca II-IV. Sınıf su kalitesindedir ve bu suya evsel atıksu karıştığını göstermektedir. Ancak bu olgu BOI_5 ve KOI analizleri ile desteklenememiştir.

Çizelge 4.13. İstasyonlara ait aylık debi sonuçları

Ölçüm Tarihleri		İstasyon I	İstasyon III	İstasyon IV
		(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
2001	Ocak	2,859	18,051	*
	Şubat	3,093	18,174	*
	Mart	3,093	16,655	*
	Nisan	2,384	17,650	9,986
	Mayıs	3,503	18,018	7,196
	Haziran	0,496	12,918	5,907
	Temmuz	0,211	12,900	4,510
	Ağustos	0,018	10,831	2,496
	Eylül	0,022	11,905	2,719
	Ekim	1,166	13,300	3,650
	Kasım	**	12,9	11,232
	Aralık	**	25,1	28,195
2002	Ocak	6,358	21,019	18,695
	Şubat	*	16,53	15,28

* Ölçüm yapılmamıştır

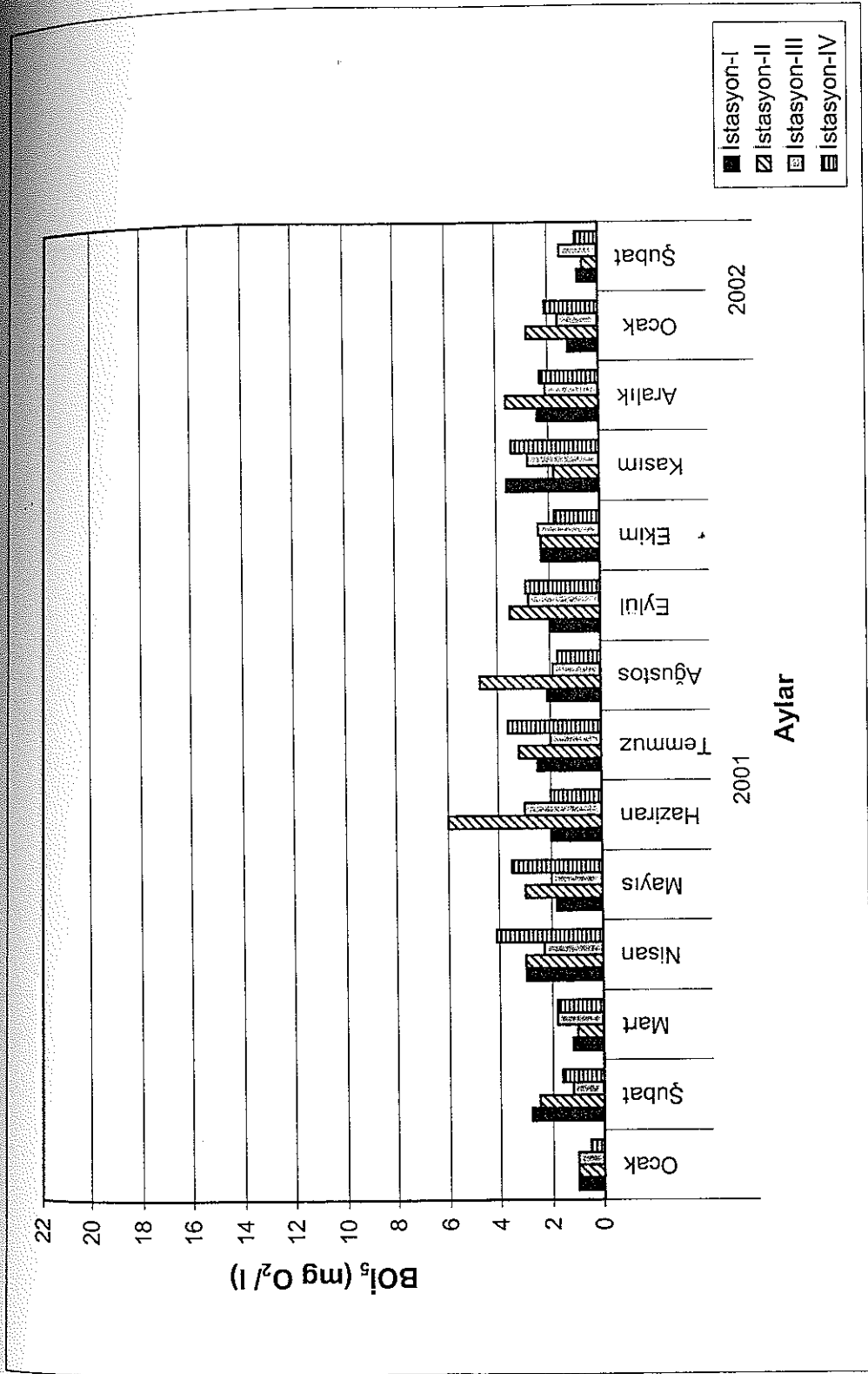
** Kanal yabancı madde ile dolu olduğundan ölçüm yapılamamıştır.



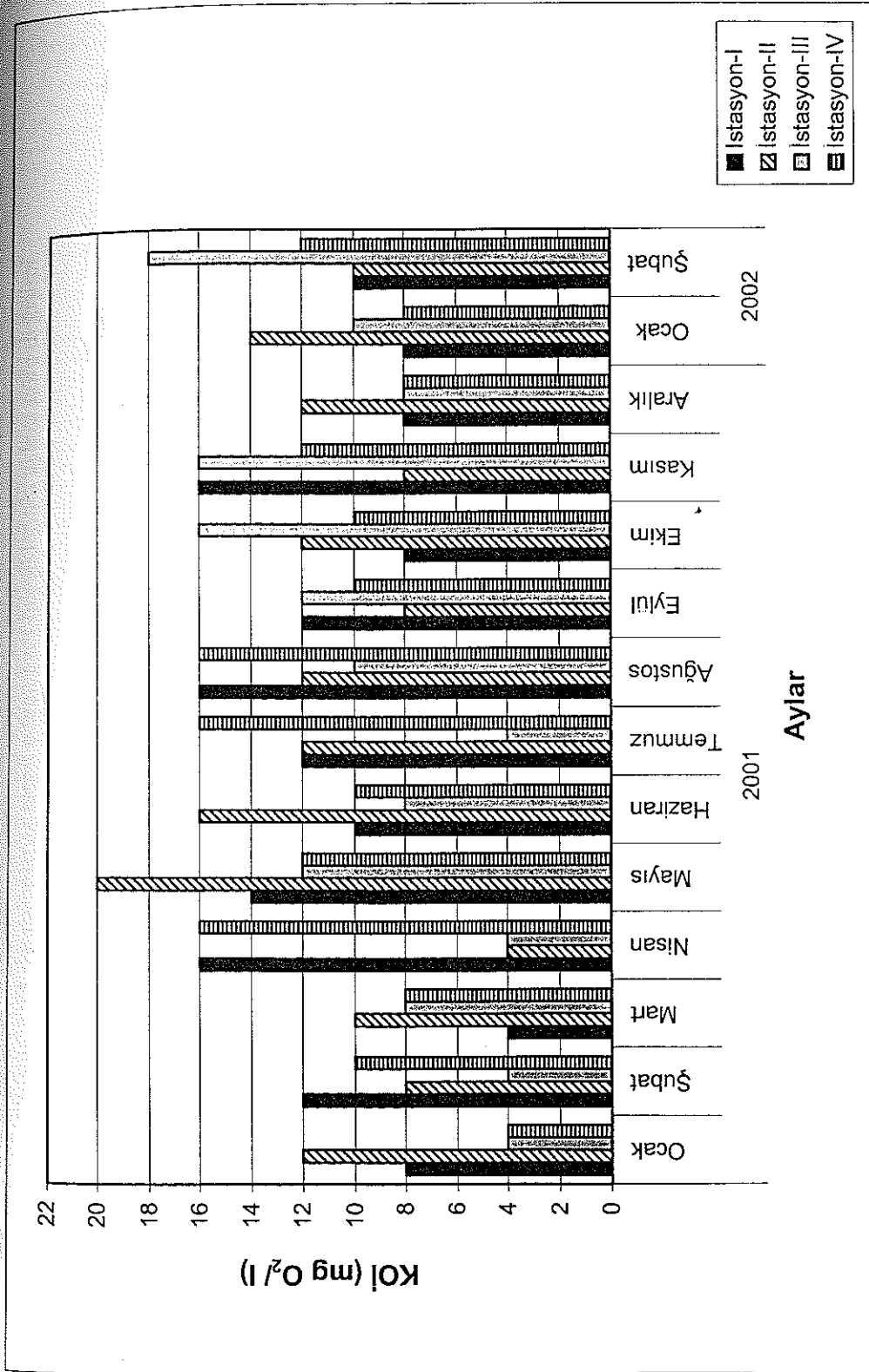
Şekil 4.45. İstasyonlarda debinin aylara göre değişimi

Çizelge 4.14. İstasyonlarda tespit edilen organik madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi

Aylar	İstasyon I		İstasyon II		İstasyon III		İstasyon IV		
	BOI ₅	KOI	BOI ₅	KOI	BOI ₅	KOI	BOI ₅	KOI	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
2001	Ocak	1	8	1	12	1	4	1	4
	Şubat	3	12	3	8	1	4	2	10
	Mart	2	4	1	10	2	8	2	8
	Nisan	3	16	3	4	2	4	4	16
	Mayıs	2	14	3	20	2	12	4	12
	Haziran	2	10	6	16	3	8	2	10
	Temmuz	3	12	3	12	2	4	4	16
	Ağustos	2	16	5	12	2	10	2	16
	Eylül	2	12	4	8	3	12	3	10
	Ekim	2	8	2	12	2	16	2	10
	Kasım	4	16	2	8	3	16	3	12
	Aralık	2	8	4	12	2	8	2	8
2002	Ocak	1	8	3	14	2	10	2	8
	Şubat	1	10	1	10	2	18	1	12



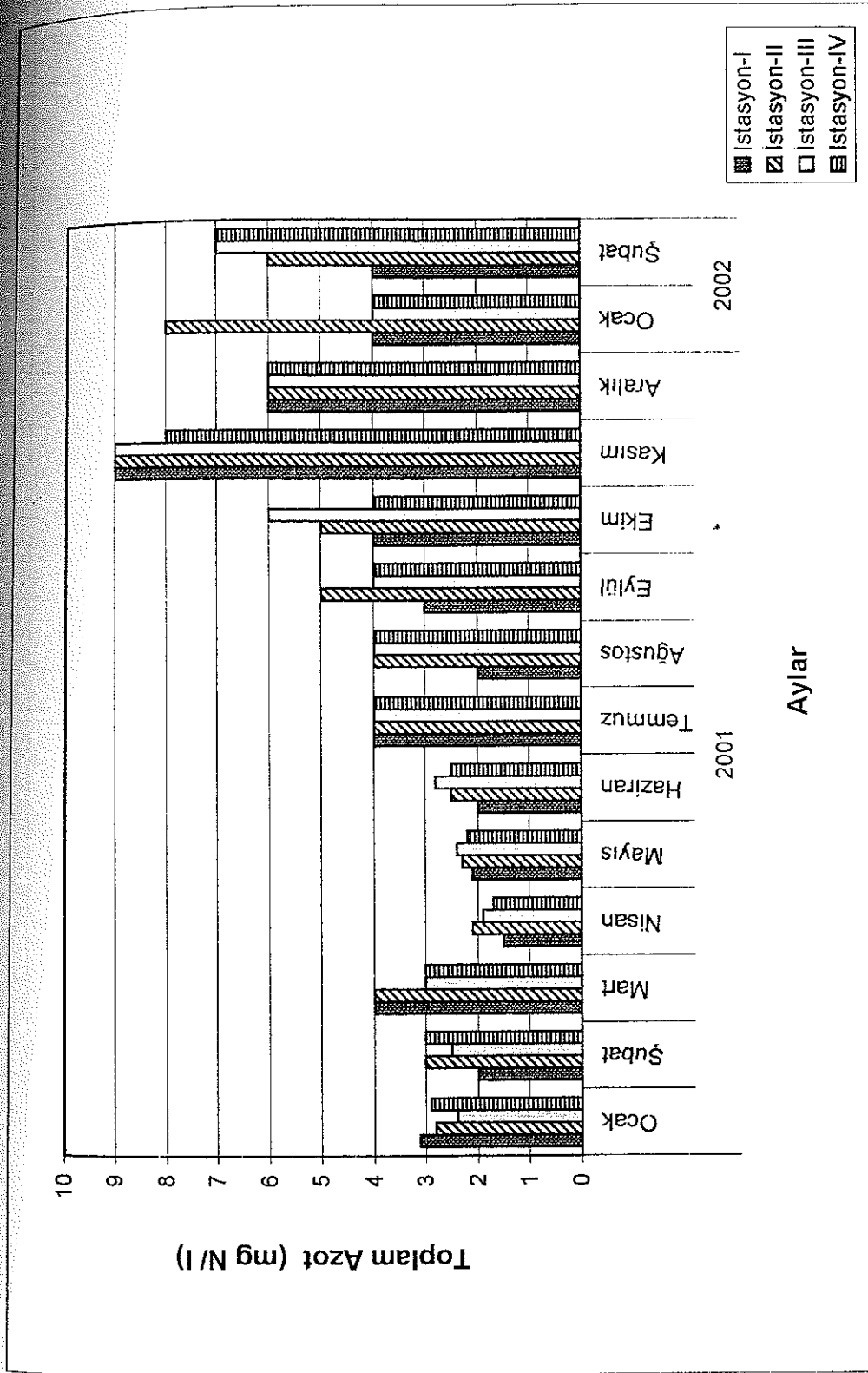
Şekil 4.46. İstasyonlarda tespit edilen BOI₅ konsantrasyonlarının aylara göre değişimi



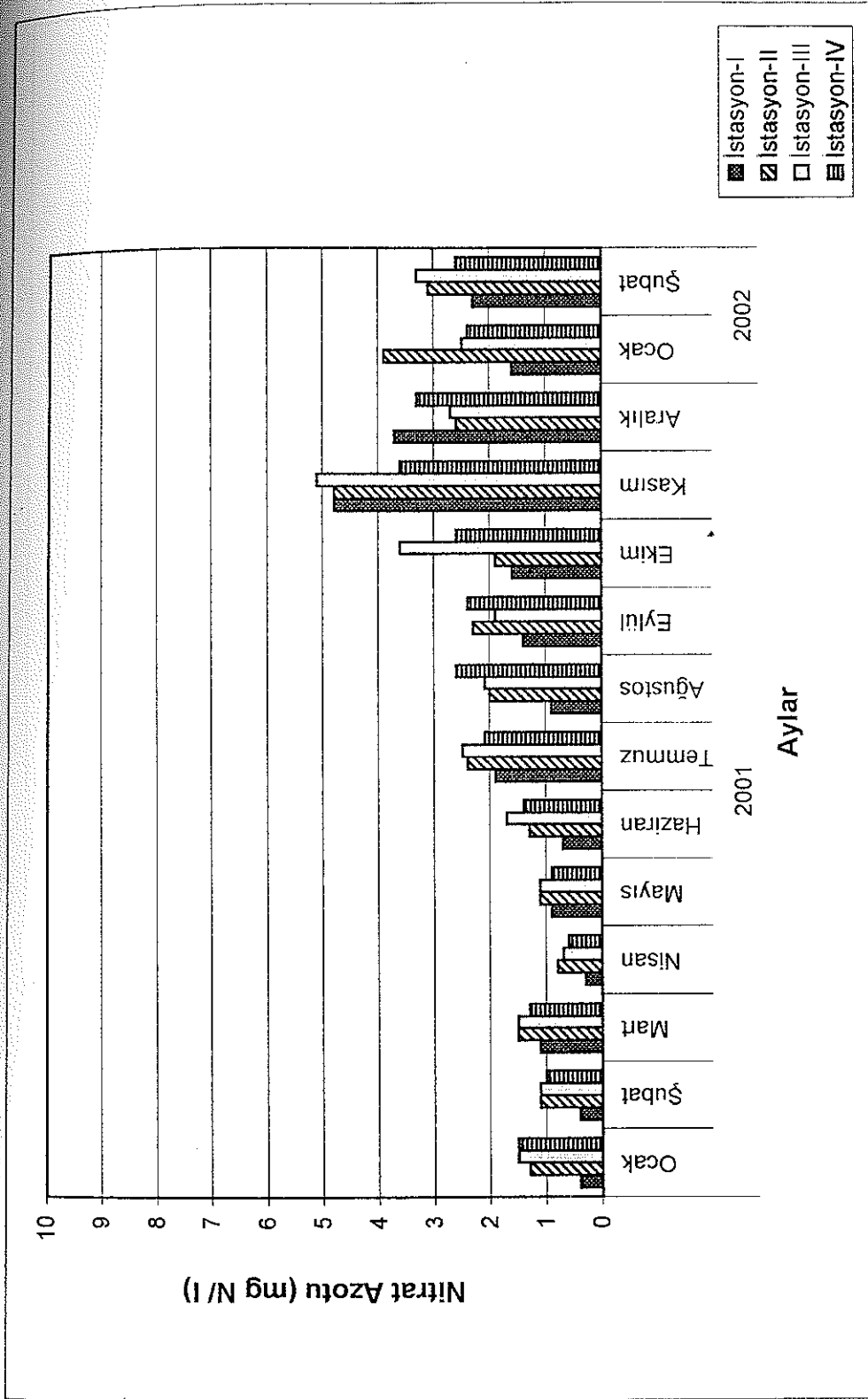
Şekil 4.47. İstasyonlarda tespit edilen KCl konsantrasyonlarının aylara göre değişimi

Çizelge 4.15. İstasyonlarda tespit edilen azot bileşiklerinin aylara göre değişimi

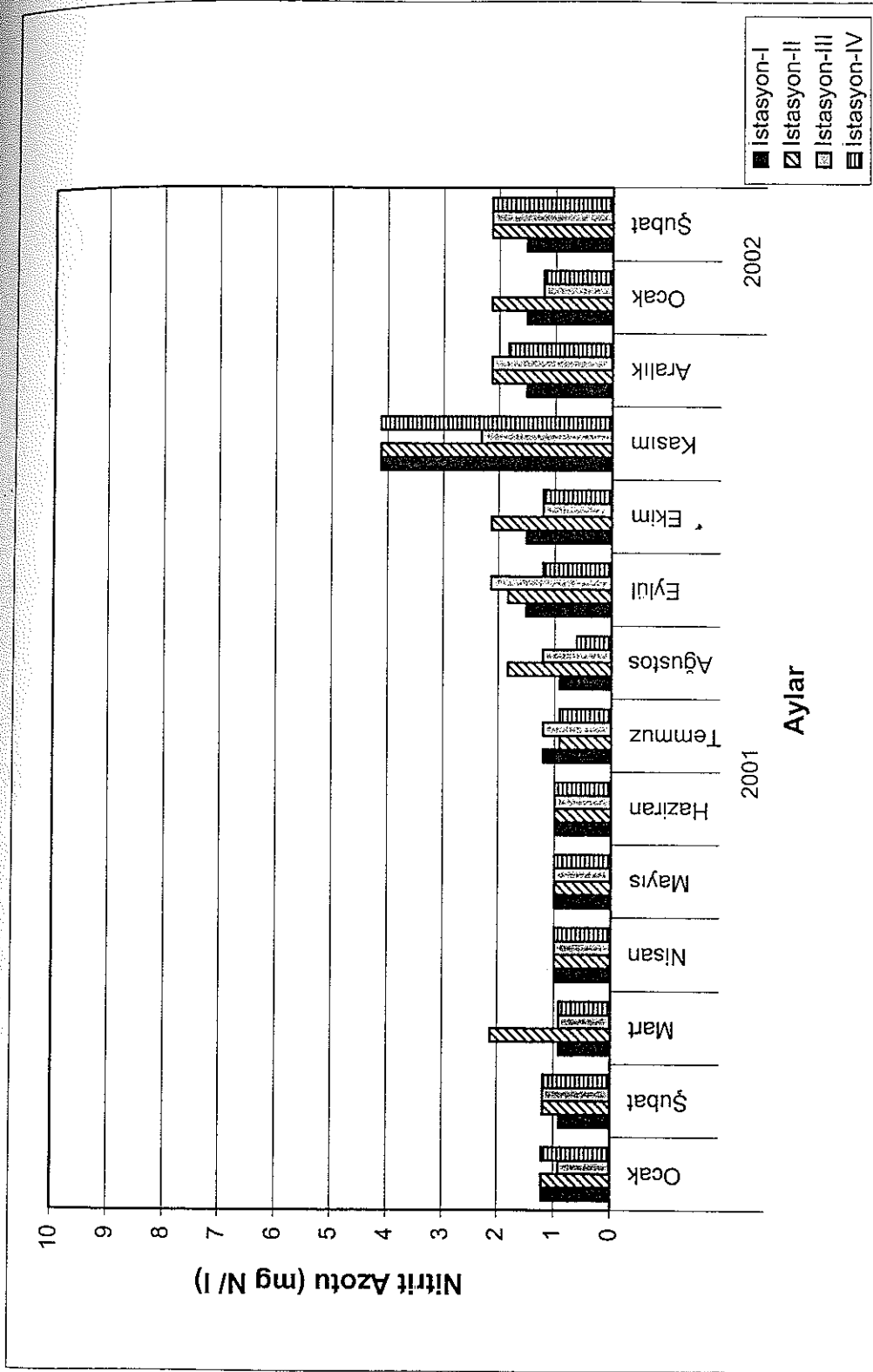
Aylar	İstasyon I			İstasyon II			İstasyon III			İstasyon IV		
	Toplam Azot	Nitrat Azotu	Nitrit Azotu	Toplam Azot	Nitrat Azotu	Nitrit Azotu	Toplam Azot	Nitrat Azotu	Nitrit Azotu	Toplam Azot	Nitrat Azotu	Nitrit Azotu
	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l
2001												
Ocak	3,1	0,4	1,2	2,8	1,3	1,2	2,4	1,5	0,9	2,9	1,5	1,2
Şubat	2,0	0,4	0,9	3,0	1,1	1,2	2,5	1,1	1,2	3,0	1,0	1,2
Mart	4,0	1,1	0,9	4,0	1,5	2,1	3,0	1,5	0,9	3,0	1,3	0,9
Nisan	1,5	0,3	1,0	2,1	0,8	1,0	1,9	0,7	1,0	1,7	0,6	1,0
Mayıs	2,1	0,9	1,0	2,3	1,1	1,0	2,4	1,1	1,0	2,2	0,9	1,0
Haziran	2,0	0,7	1,0	2,5	1,3	1,0	2,8	1,7	1,0	2,5	1,4	1,0
Temmuz	4,0	1,9	1,2	4,0	2,4	0,9	4,0	2,5	1,2	4,0	2,1	0,9
Ağustos	2,0	0,9	0,9	4,0	2,0	1,8	4,0	2,1	1,2	4,0	2,6	0,6
Eylül	3,0	1,4	1,5	5,0	2,3	1,8	4,0	1,9	2,1	4,0	2,4	1,2
Ekim	4,0	1,6	1,5	5,0	1,9	2,1	6,0	3,6	1,2	4,0	2,6	1,2
Kasım	9,0	4,8	4,1	9,0	4,8	4,1	9,0	5,1	2,3	8,0	3,6	4,1
Aralık	6,0	3,7	1,5	6,0	2,6	2,1	6,0	2,7	2,1	6,0	3,3	1,8
Ocak	4,0	1,6	1,5	8,0	3,9	2,1	4,0	2,5	1,2	4,0	2,4	1,2
Şubat	4,0	2,3	1,5	6,0	3,1	2,1	7,0	3,3	2,1	7,0	2,6	2,1
2002												



Şekil 4.48. İstasyonlarda tespit edilen toplam azot konsantrasyonlarının aylara göre değişimi



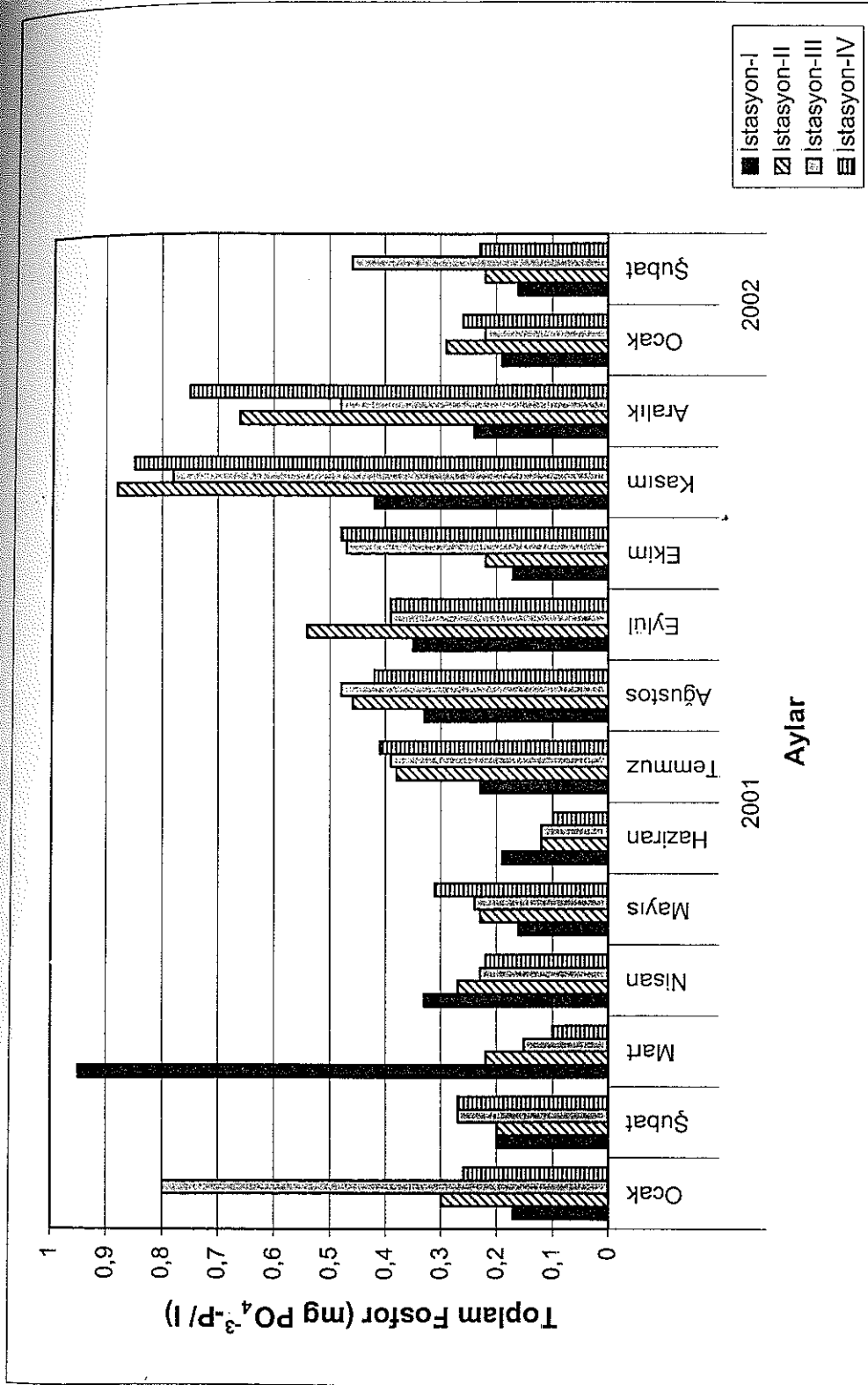
Şekil 4.49. İstasyonlarda tespit edilen nitrat azotu konsantrasyonlarının aylara göre değişimi



Şekil 4.50. İstasyonlarda tespit edilen nitrit azotu konsantrasyonlarının aylara göre değişimi

Çizelge 4.16. İstasyonlarda tespit edilen fosfor bileşiklerinin aylara göre değişimi

Aylar	İstasyon I			İstasyon II			İstasyon III			İstasyon IV		
	Toplam Fosfor	Ortofosfat	Toplam Fosfor	Ortofosfat	Toplam Fosfor	Ortofosfat	Toplam Fosfor	Ortofosfat	Toplam Fosfor	Ortofosfat	Toplam Fosfor	Ortofosfat
	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l	mg PO ₄ -P/l
2001	0,2	0,0	0,3	0,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1
Şubat	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1
Mart	1,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Nisan	0,3	0,1	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2	0,0
Mayıs	0,2	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1
Haziran	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0
Temmuz	0,2	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,1	0,4	0,4	0,1	0,4	0,1
Ağustos	0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,2
Eylül	0,4	0,1	0,5	0,2	0,4	0,2	0,1	0,4	0,4	0,1	0,4	0,1
Ekim	0,2	0,1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,2	0,5	0,5	0,2	0,5	0,3
Kasım	0,4	0,3	0,9	0,3	0,8	0,3	0,4	0,8	0,9	0,4	0,9	0,4
Aralık	0,2	0,1	0,7	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,8	0,3	0,8	0,3
2002	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1
Şubat	0,2	0,1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1



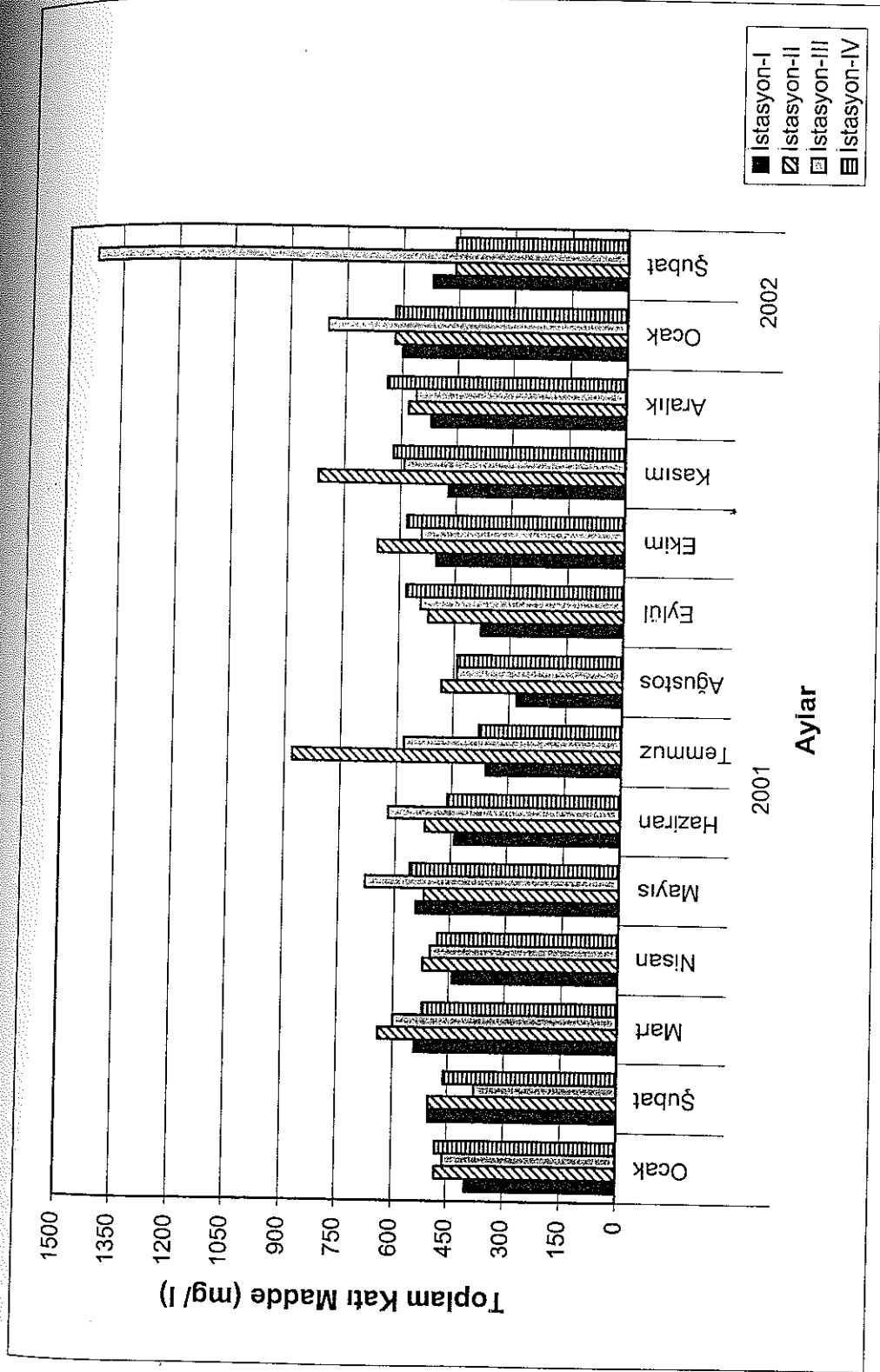
Şekil 4.51. İstasyonlarda tespit edilen toplam fosfor konsantrasyonlarının aylara göre değişimi



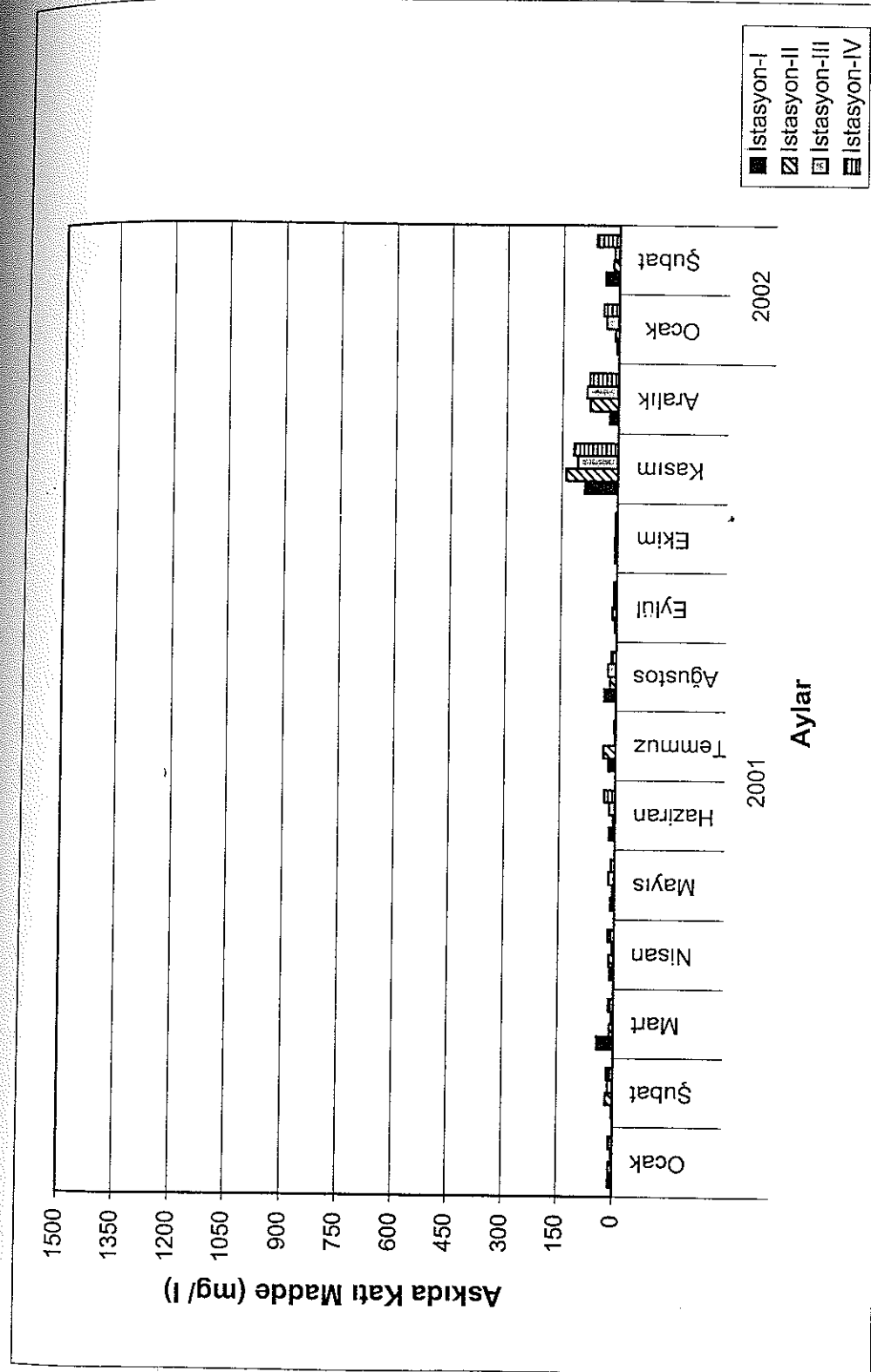
Şekil 4.52. İstasyonlarda tespit edilen ortofosfat konsantrasyonlarının aylara göre değişimi

Çizelge 4.17. İstasyonlarda tespit edilen katı madde formlarının aylara göre değişimi

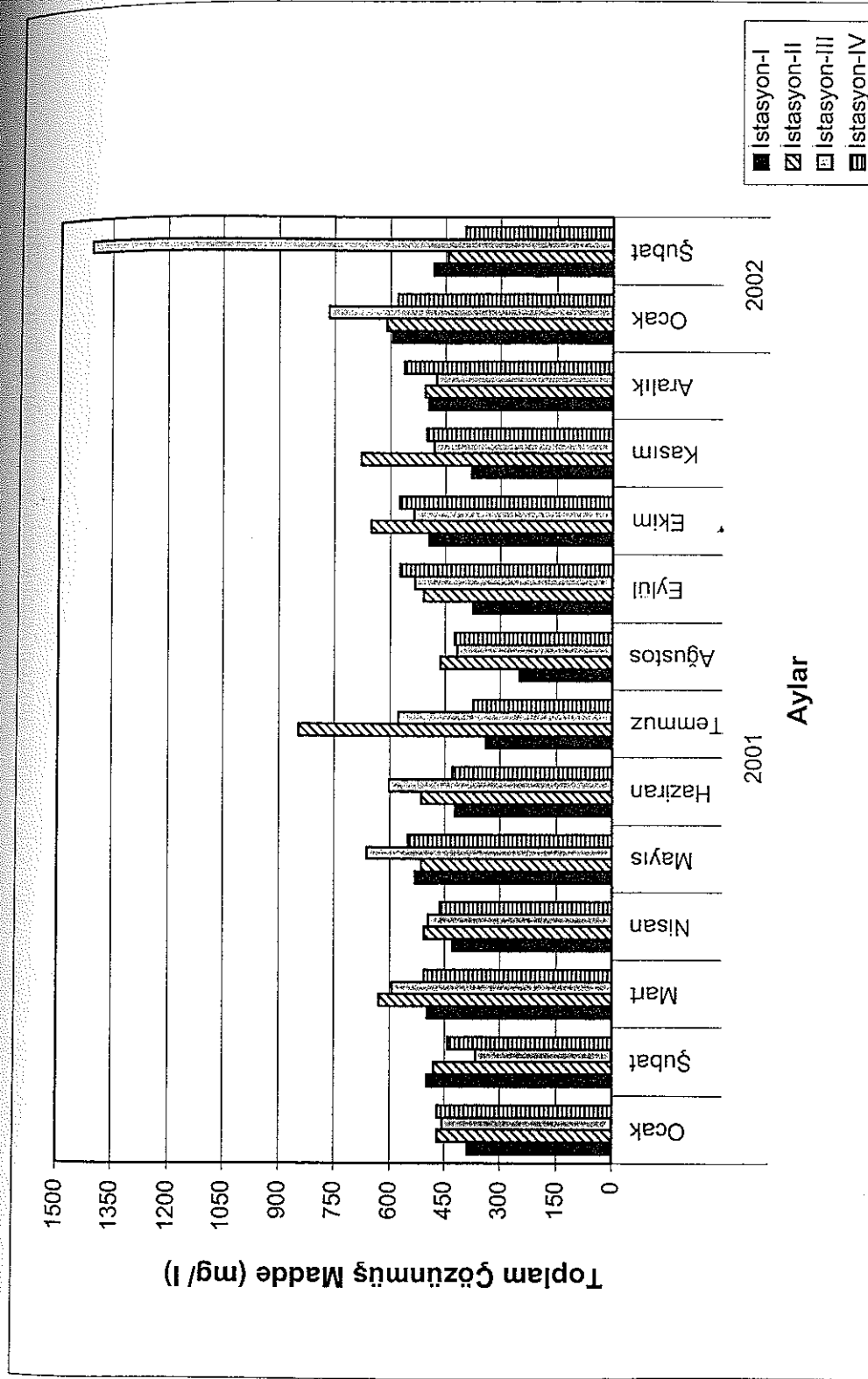
Aylar	İstasyon I				İstasyon II				İstasyon III				İstasyon IV			
	TKM	AKM	TÇM	TKM	AKM	TÇM	TKM	AKM	TÇM	TKM	AKM	TÇM	TKM	AKM	TÇM	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
2001	400	10	390	480	10	470	460	3	457	480	10	470	480	10	470	
Şubat	500	3	497	500	20	480	380	13	367	460	17	443	460	17	443	
Mart	540	43	497	640	10	630	600	7	593	520	13	507	520	13	507	
Nisan	440	10	430	520	13	507	500	7	493	480	17	463	480	17	463	
Mayıs	540	10	530	520	7	513	680	17	663	560	10	550	560	10	550	
Haziran	440	17	423	520	7	513	620	17	603	460	30	430	460	30	430	
Temmuz	360	20	340	880	33	847	580	3	577	380	5	375	380	5	375	
Ağustos	280	32	248	480	16	464	440	22	418	440	14	426	440	14	426	
Eylül	380	4	376	520	12	508	540	8	532	580	8	572	580	8	572	
Ekim	500	6	494	660	8	652	540	6	534	580	6	574	580	6	574	
Kasım	470	90	380	820	140	680	590	110	480	620	120	500	620	120	500	
Aralık	520	24	496	580	76	504	560	86	474	640	78	562	640	78	562	
Ocak	600	6	594	620	10	610	800	34	766	620	42	578	620	42	578	
Şubat	520	38	482	460	16	444	1420	14	1406	460	62	398	460	62	398	
2002																



Şekil 4.53. İstasyonlarda tespit edilen toplam katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi



Şekil 4.54. İstasyonlarda tespit edilen askıda katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi

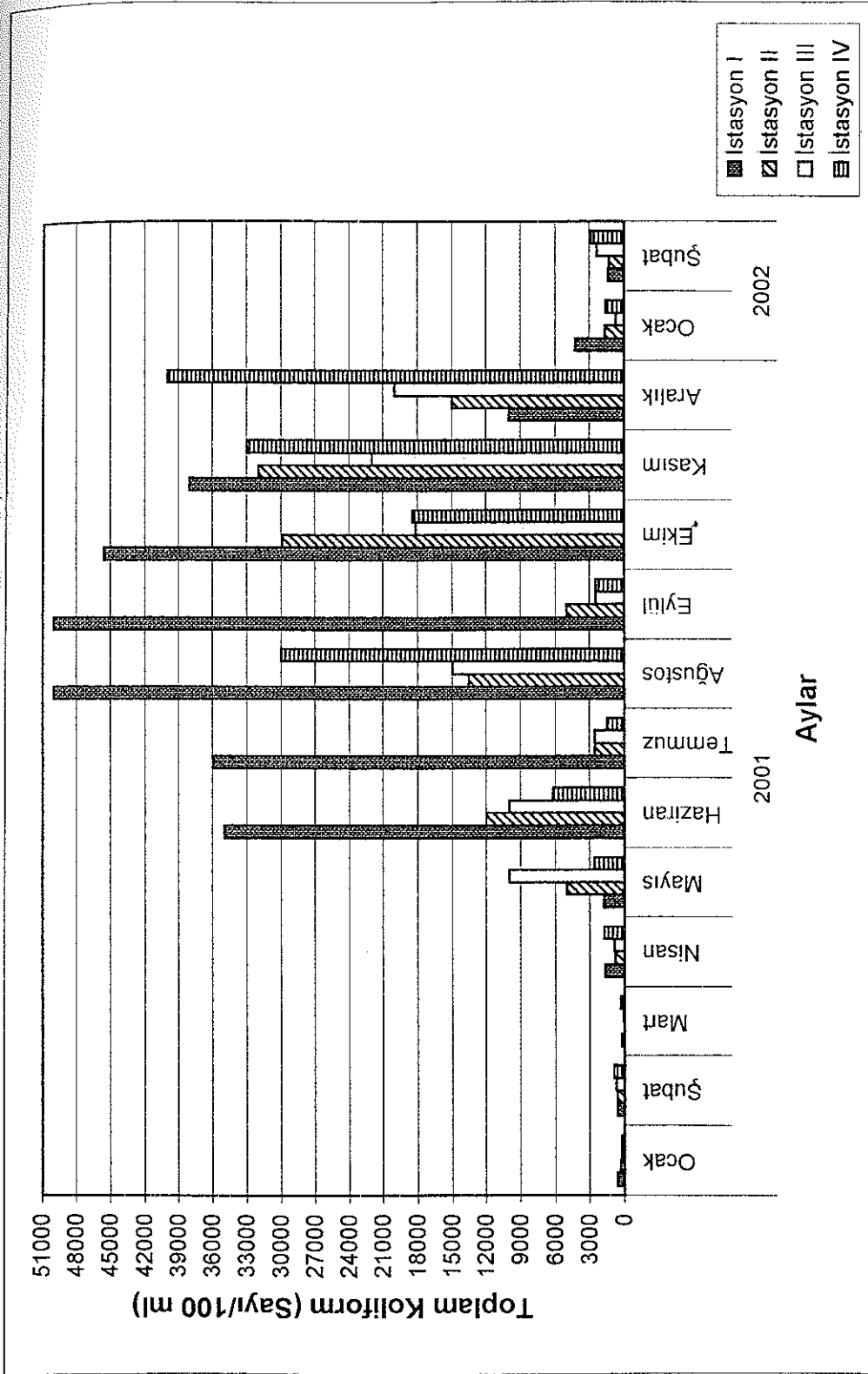


Şekil 4.55. İstasyonlarda tespit edilen toplam çözünmüş madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi

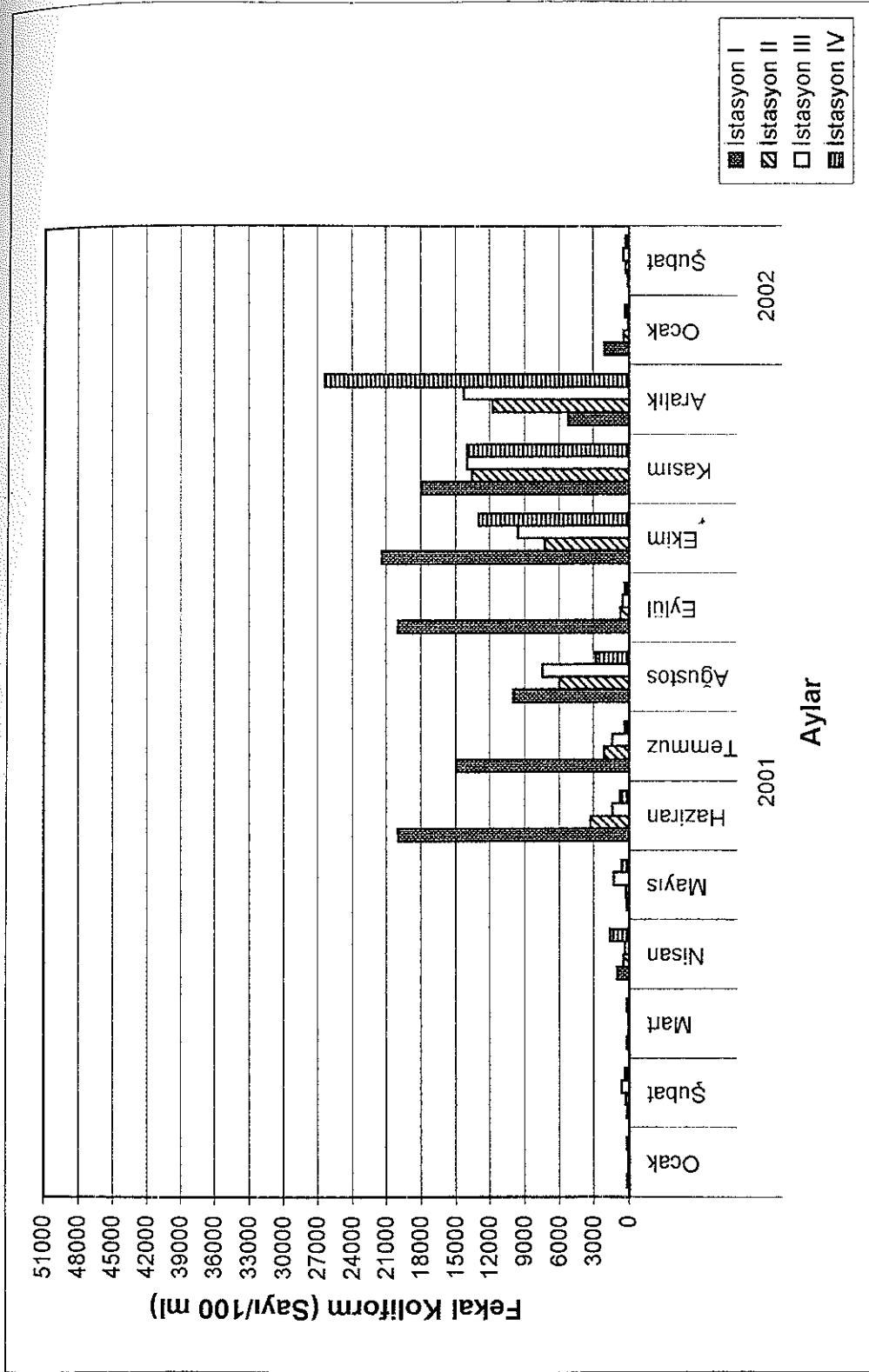
Çizelge 4.18. İstasyonlarda tespit edilen mikrobiyolojik özelliklerin aylara göre değişimi

Aylar	İstasyon I				İstasyon II				İstasyon III				İstasyon IV			
	Toplam Koliiform Sayı/100 ml	Fekal Koliiform Sayı/100 ml	Fekal Streptokok Sayı/100 ml	Toplam Koliiform Sayı/100 ml	Fekal Koliiform Sayı/100 ml	Fekal Streptokok Sayı/100 ml	Toplam Koliiform Sayı/100 ml	Fekal Koliiform Sayı/100 ml	Fekal Streptokok Sayı/100 ml	Toplam Koliiform Sayı/100 ml	Fekal Koliiform Sayı/100 ml	Fekal Streptokok Sayı/100 ml	Toplam Koliiform Sayı/100 ml	Fekal Koliiform Sayı/100 ml	Fekal Streptokok Sayı/100 ml	
	2001	Ocak	600	196	*	338	104	*	262	92	*	252	188	*		
	Şubat	600	204	*	656	284	*	744	616	*	924	324	*			
	Mart	238	176	*	64	46	*	107	82	*	361	200	*			
	Nisan	1716	1032	*	768	504	*	904	372	*	1744	1632	*			
	Mayıs	1800	200	1480	5000	284	2064	10000	1336	1200	2600	632	1872			
	Haziran	35000	20000	11000	12000	3296	8600	10000	1456	4800	6200	768	5400			
	Temmuz	36000	15000	*	2560	2160	*	2540	1440	*	1520	410	*			
	Ağustos	50000	10000	25000	13500	6000	2200	15000	7500	2100	30000	2800	1600			
	Eylül	50000	20000	15000	5000	720	2000	2500	520	1500	2500	370	1400			
	Ekim	45600	21400	22200	29900	7300	11500	18200	9600	5000	18400	13000	2600			
	Kasım	38000	18000	12000	32000	13600	16000	22000	14000	9000	33000	14000	6000			
	Aralık	10000	5200	500	15000	11800	1700	20000	14300	800	40000	26400	5100			
2002	Ocak	4280	2080	1780	1680	440	1540	720	120	1520	1640	360	1340			
	Şubat	1440	100	1040	1320	300	1300	2360	500	1680	2880	300	2080			

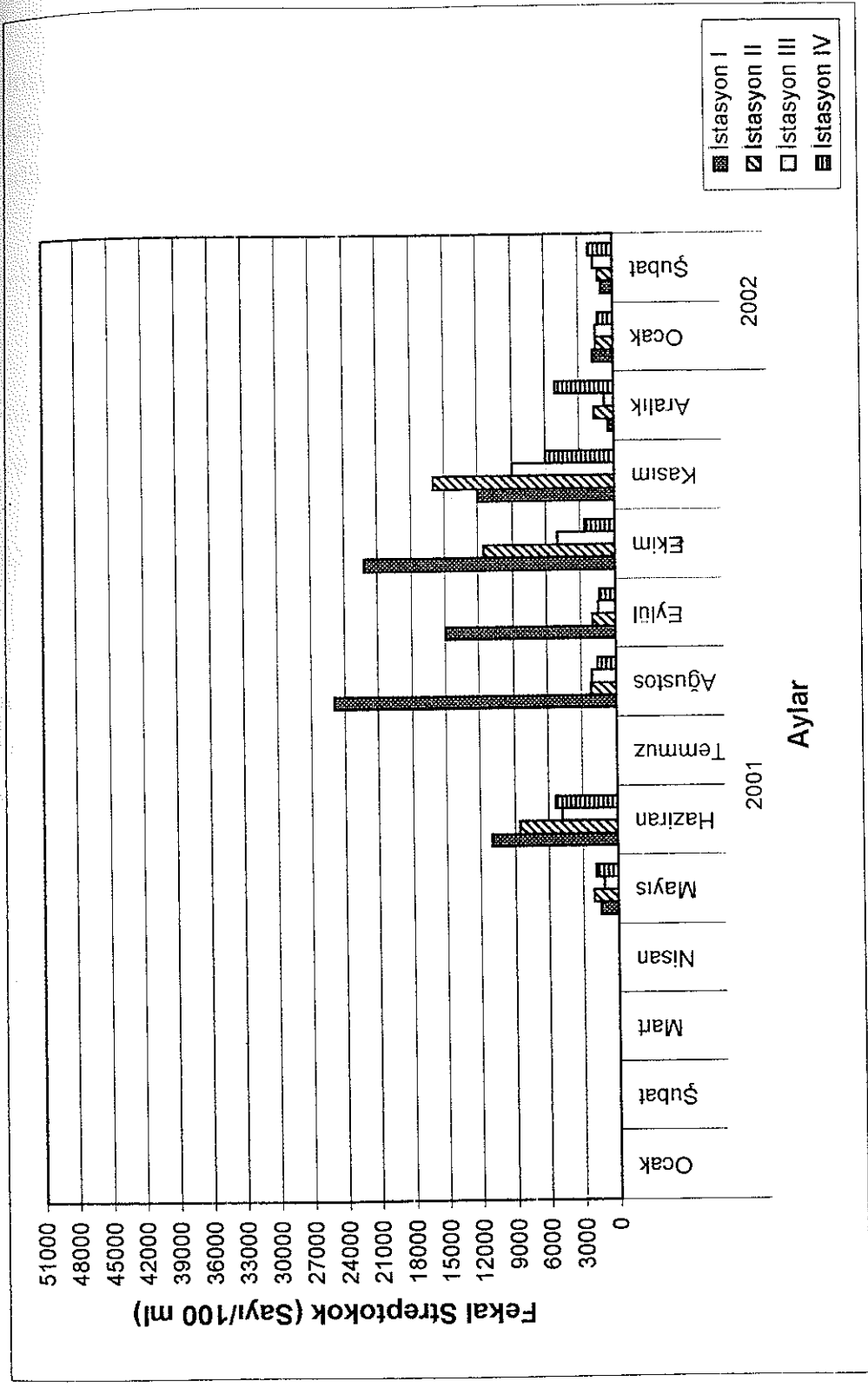
* Ölçüm yapılamamıştır.



Şekil 4.56. İstasyonlarda tespit edilen toplam koliform sayılarının aylara göre değişimi



Şekil 4.57. İstasyonlarda tespit edilen fekal koliform sayılarının aylara göre değişimi



Şekil 4.58. İstasyonlarda tespit edilen fekal streptokok sayılarının aylara göre değişimi

4.2. Akdeniz'e Taşınan Kirlilik Yüklerinin Tespiti

Birinci ve dördüncü istasyonlar arasında Düden Çayı'na dereler dışında da su giriş-çıkış olduğundan, bu istasyonlarda yapılan kirlilik yüklerinin birbiri ile ilişkilendirilmesi ve yorumlanması tam anlamıyla mümkün olamamaktadır. Bu nedenle kirlilik parametreleri ayrı ayrı incelenecektir:

4.2.1. Organik madde

Birinci ve üçüncü istasyonlar arasında Düden Çayı'na organik kirlilik girdisi bulunmaktadır. Akdeniz'e ise inceleme süresince Çizelge 4 19'da görüldüğü üzere aylık toplam 697,06 ton BOI_5 yükü, 3043,65 ton KOI taşınmıştır.

4.2.2. Azot bileşikleri

Birinci ve üçüncü istasyonlar arasında Düden Çayı'na azot kirlilik girdisi bulunmaktadır. Akdeniz'e ise inceleme süresince Çizelge 4 20'de görüldüğü üzere aylık toplam 1404,45 ton toplam azot yükü, 701,89 ton nitrat azotu yükü ve 491,74 ton nitrit azotu yükü taşınmıştır.

4.2.3. Fosfor bileşikleri

Birinci ve üçüncü istasyonlar arasında Düden Çayı'na fosfor kirlilik girdisi bulunmaktadır. Akdeniz'e ise inceleme süresince Çizelge 4 21'de görüldüğü üzere aylık toplam 129,07 ton toplam fosfor yükü ve 50,25 ton ortofosfat yükü taşınmıştır.

4.2.4. Katı madde

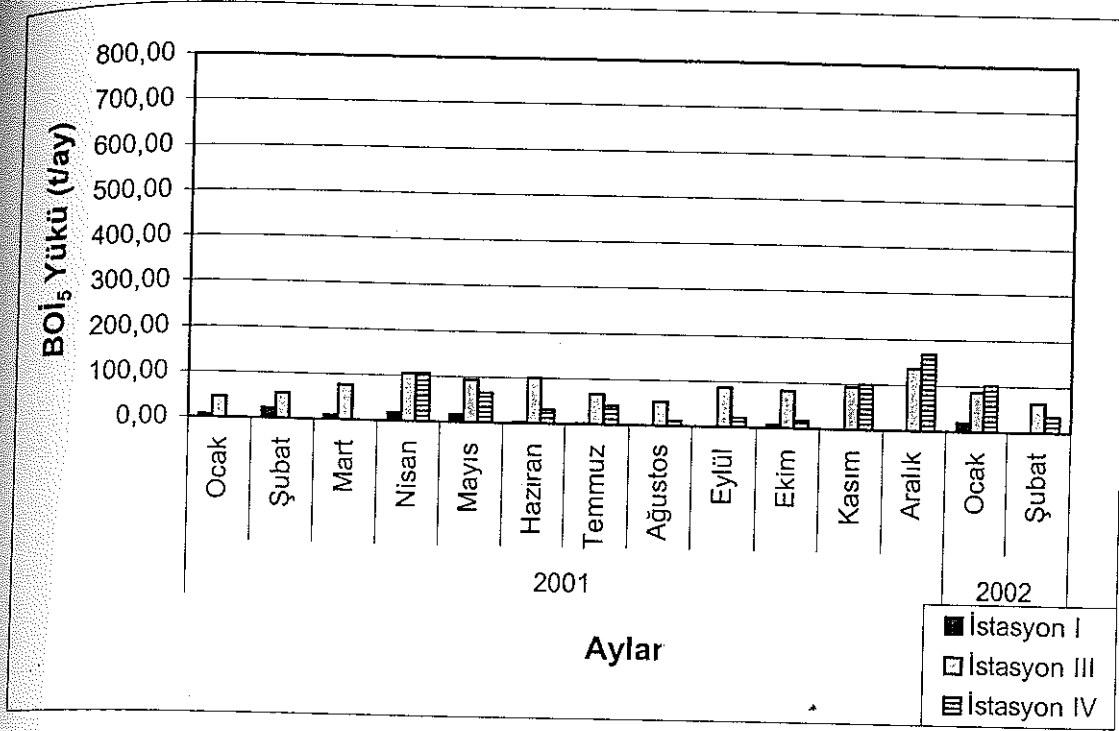
Birinci ve üçüncü istasyonlar arasında Düden Çayı'na katı madde kirlilik girdisi bulunmaktadır. Akdeniz'e ise inceleme süresince Çizelge 4 22'de görüldüğü üzere aylık toplam 159860,71 ton toplam katı madde yükü, 15024,21 ton askıda katı madde yükü ve 144836,49 ton toplam çözünmüş madde yükü taşınmıştır.

4.2.5. Mikrobiyolojik özellikler

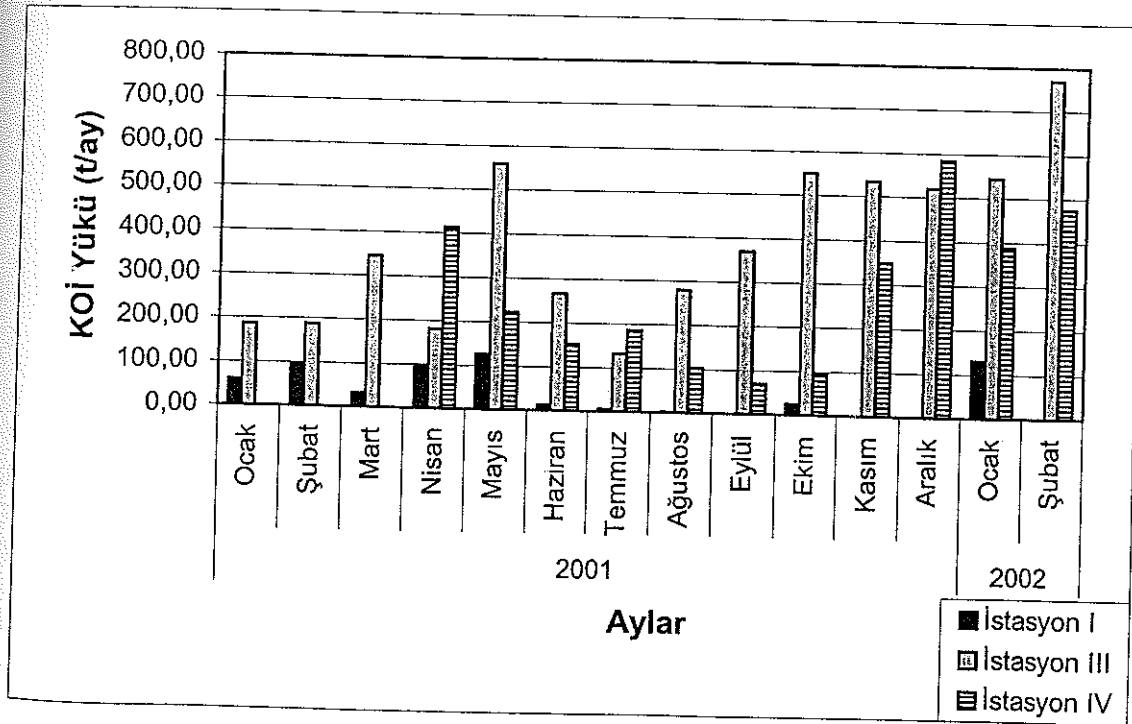
Birinci ve üçüncü istasyonlar arasında Düden Çayı'na mikrobiyolojik kirlilik girdisi bulunmaktadır. Akdeniz'e ise inceleme süresince Çizelge 4.23'te görüldüğü üzere aylık toplam 46696530 milyar toplam koliform yükü, 25805590 milyar fekal koliform yükü ve 85712001 milyar fekal streptokok yükü taşınmıştır.

Çizelge 4.19. İstasyonlarda tespit edilen organik madde yükünün aylara göre değişimi

Aylar	İstasyon I			İstasyon III			İstasyon IV		
	BOİ ₅	KOI	(t/ay)	BOİ ₅	KOI	(t/ay)	BOİ ₅	KOI	(t/ay)
	(t/ay)	(t/ay)	(t/ay)	(t/ay)	(t/ay)	(t/ay)	(t/ay)	(t/ay)	(t/ay)
2001	7	59	47	187	*	*	*	*	*
Şubat	22	96	57	188	*	*	*	*	*
Mart	10	32	78	345	*	*	*	*	*
Nisan	19	99	105	183	106	106	106	414	414
Mayıs	16	127	93	560	65	65	65	224	224
Haziran	3	13	100	268	31	31	31	153	153
Temmuz	1	7	67	134	42	42	42	187	187
Ağustos	0	1	53	281	11	11	11	104	104
Eylül	0	1	86	370	20	20	20	70	70
Ekim	7	24	83	552	17	17	17	95	95
Kasım	*	*	94	535	99	99	99	349	349
Aralık	*	*	137	520	168	168	168	585	585
2002	20	132	87	545	102	102	102	388	388
Şubat	*	*	64	771	36	36	36	475	475
TOPLAM	1158	6495	16116	76161	7668	7668	7668	33480	33480



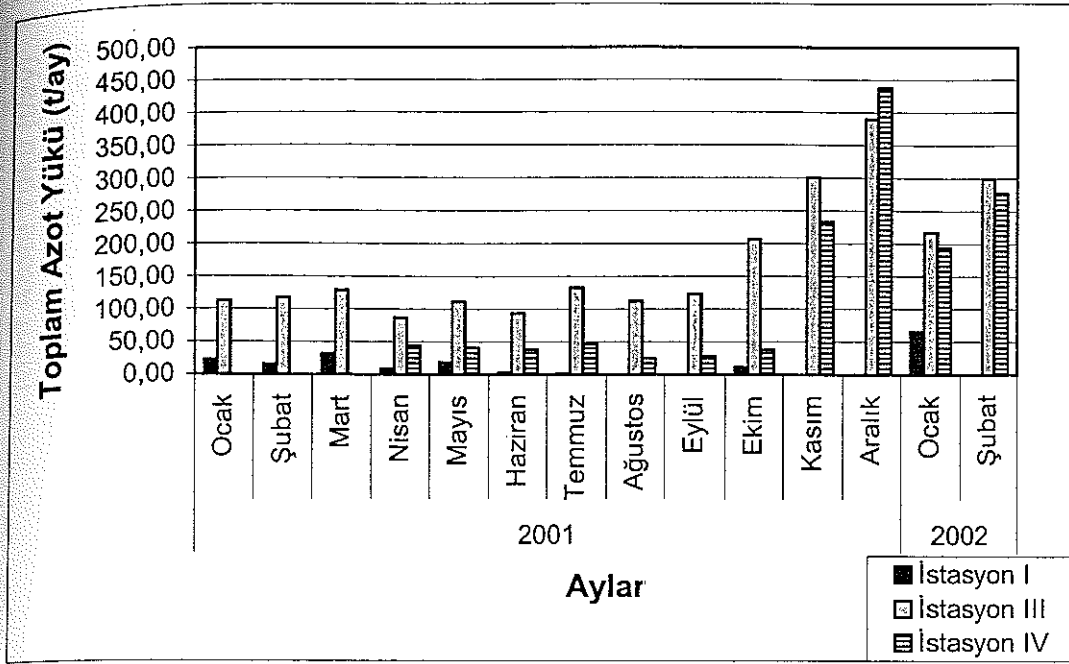
Şekil 4.59. İstasyonlarda tespit edilen BOI₅ yüklerinin aylara göre değişimi



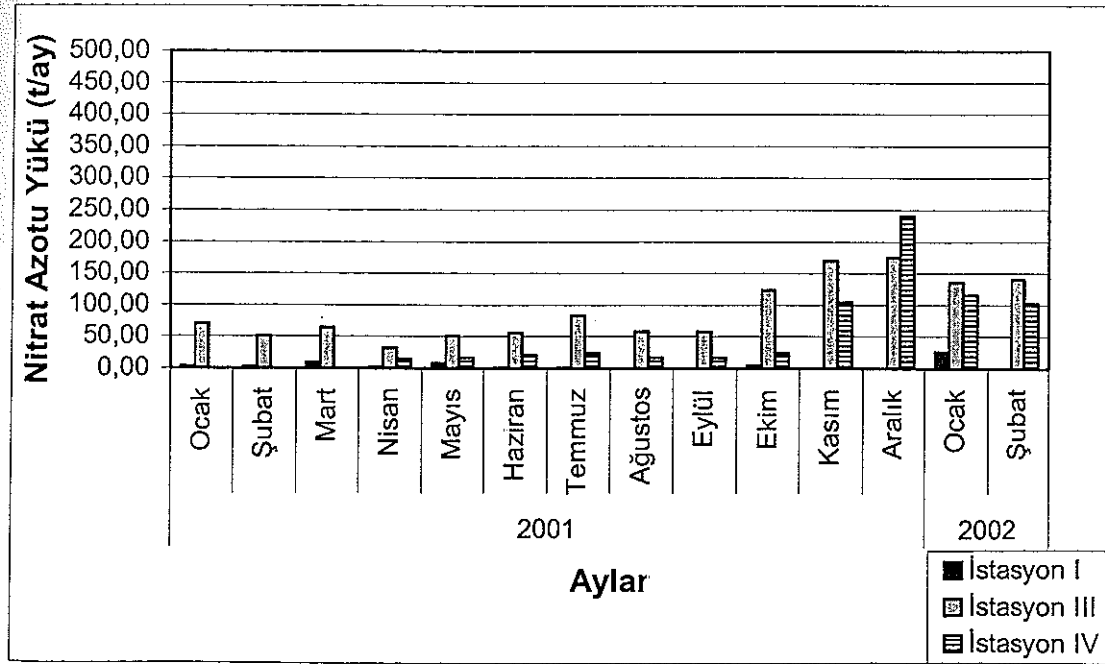
Şekil 4.60. İstasyonlarda tespit edilen KOİ yüklerinin aylara göre değişimi

Çizelge 4.20. İstasyonlarda tespit edilen azot bileşikleri yükünün aylara göre değişimi

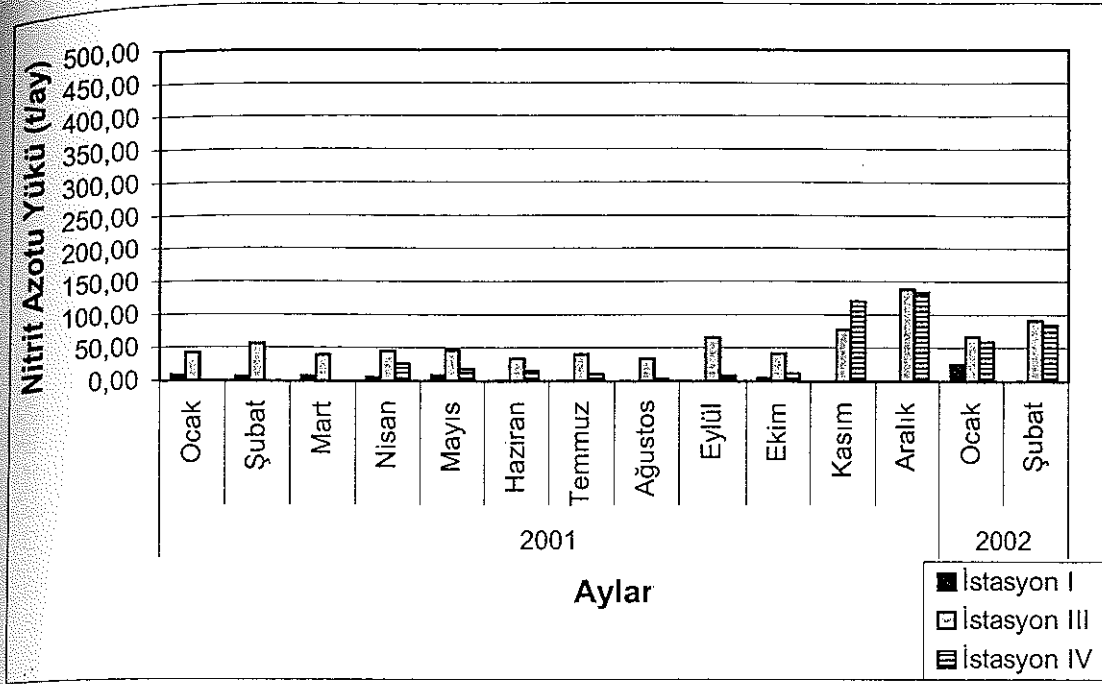
Aylar	İstasyon I				İstasyon III				İstasyon IV			
	Toplam Azot (t/ay)	Nitrat Azotu (t/ay)	Nitrit Azotu (t/ay)	Toplam Azot (t/ay)	Nitrat Azotu (t/ay)	Nitrit Azotu (t/ay)	Toplam Azot (t/ay)	Nitrat Azotu (t/ay)	Nitrit Azotu (t/ay)	Toplam Azot (t/ay)	Nitrat Azotu (t/ay)	Nitrit Azotu (t/ay)
	2001	23	3	9	112	70	43	*	*	*	*	*
Ocak	16	3	7	118	52	57	*	*	*	*	*	
Şubat	32	9	7	130	65	39	*	*	*	*	*	
Mart	9	2	6	87	32	46	44	16	16	16	26	
Nisan	19	8	9	112	51	47	41	17	17	17	19	
Mayıs	3	1	1	94	57	33	38	21	21	21	15	
Haziran	2	1	1	134	84	40	47	25	25	25	11	
Temmuz	0	0	0	112	59	34	26	17	17	17	4	
Ağustos	0	0	0	123	59	66	28	17	17	17	9	
Eylül	12	5	5	207	124	42	38	25	25	25	12	
Ekim	*	*	*	301	171	78	233	105	105	105	120	
Kasım	*	*	*	390	176	139	438	241	241	241	134	
Aralık	66	26	25	218	136	66	194	116	116	116	59	
Ocak	*	*	*	300	141	91	277	103	103	103	84	
Şubat	2007	641	776	34129	17866	11490	15449	7721	7721	7721	5409	
TOPLAM												
2002												



Şekil 4.61. İstasyonlarda tespit edilen toplam azot yüklerinin aylara göre değişimi



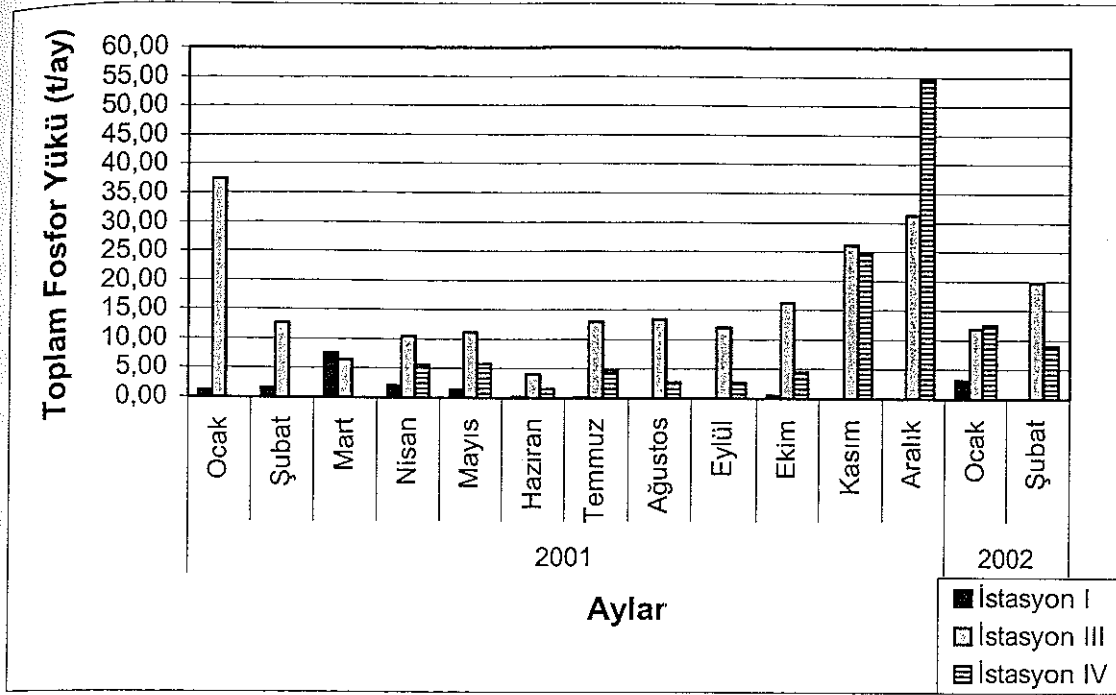
Şekil 4.62. İstasyonlarda tespit edilen nitrat azotu yüklerinin aylara göre değişimi



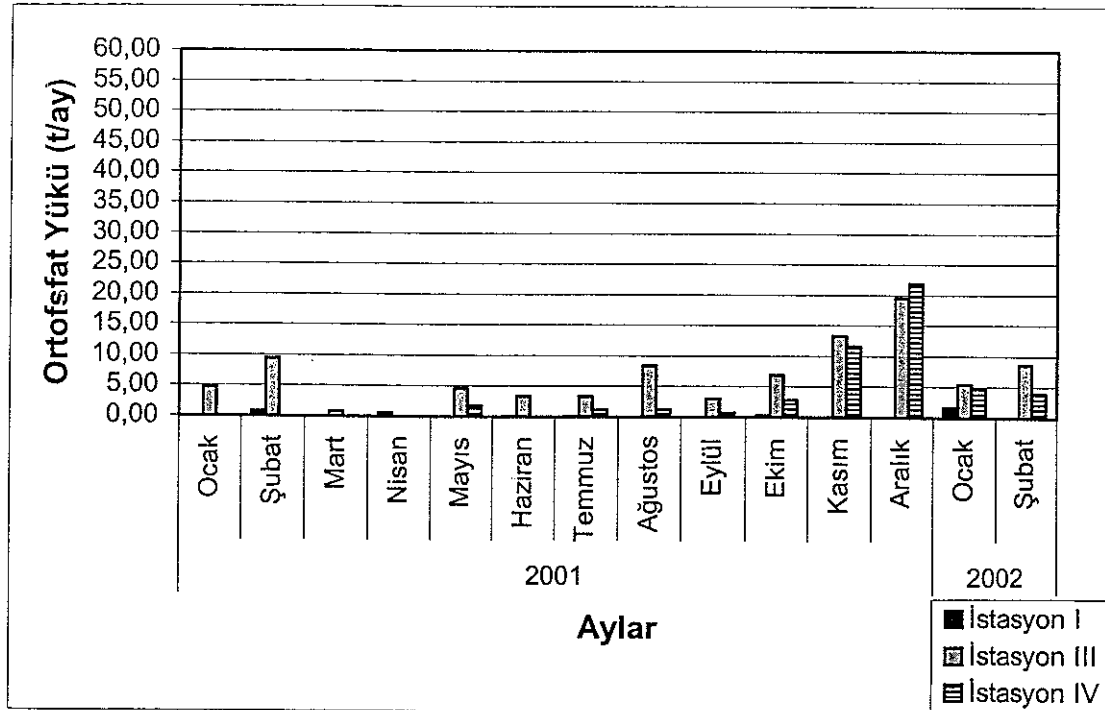
Şekil 4 63. İstasyonlarda tespit edilen nitrit azotu yüklerinin aylara göre değişimi

Çizelge 4.21. İstasyonlarda tespit edilen fosfor bileşikleri yükünün aylara göre değişimi

Aylar	İstasyon I			İstasyon III			İstasyon IV		
	Toplam Fosfor	Ortofosfat		Toplam Fosfor	Ortofosfat		Toplam Fosfor	Ortofosfat	
	(t/ay)	(t/ay)		(t/ay)	(t/ay)		(t/ay)	(t/ay)	
2001									
Ocak	1	0	37	5	*	*	*	*	*
Şubat	2	1	13	9	*	*	*	*	*
Mart	8	0	6	1	*	*	*	*	*
Nisan	2	1	11	0	6	6	0	0	0
Mayıs	1	0	11	5	6	6	2	2	2
Haziran	0	0	4	3	2	2	0	0	0
Temmuz	0	0	13	3	5	5	1	1	1
Ağustos	0	0	13	8	3	3	1	1	1
Eylül	0	0	12	3	3	3	1	1	1
Ekim	1	0	16	7	5	5	3	3	3
Kasım	*	*	26	13	25	25	12	12	12
Aralık	*	*	31	20	55	55	22	22	22
2002									
Ocak	3	2	12	5	13	13	5	5	5
Şubat	*	*	20	9	9	9	4	4	4
TOPLAM	198	39	3166	1283	1420	1420	553	553	553



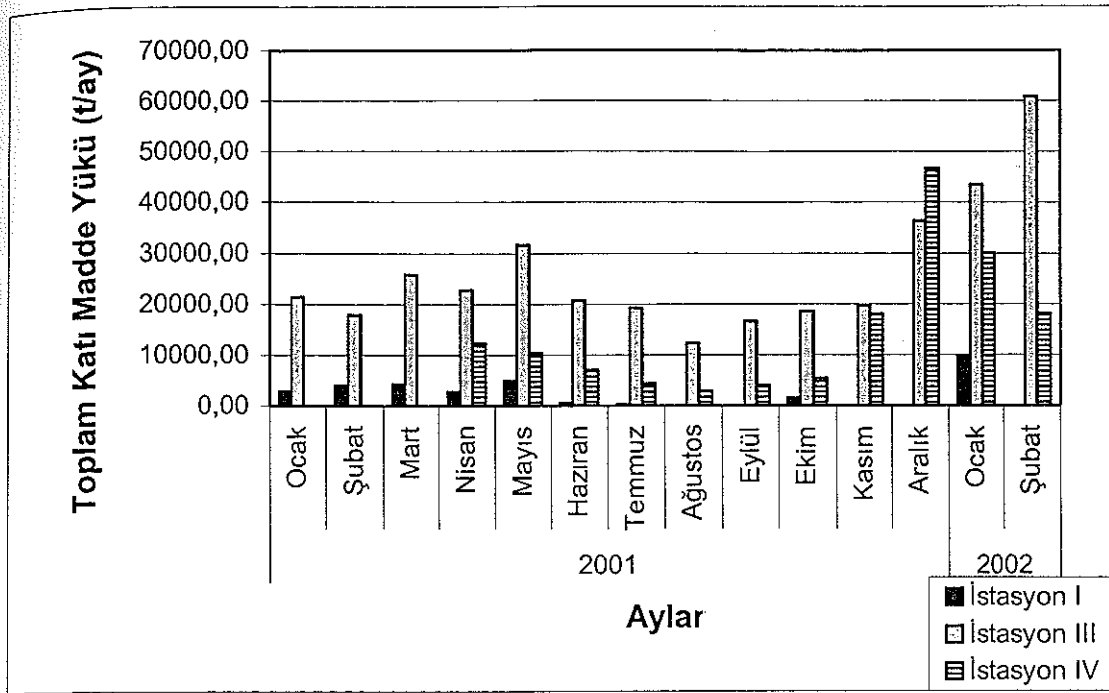
Şekil 4.64. İstasyonlarda tespit edilen toplam fosfor yüklerinin aylara göre değişimi



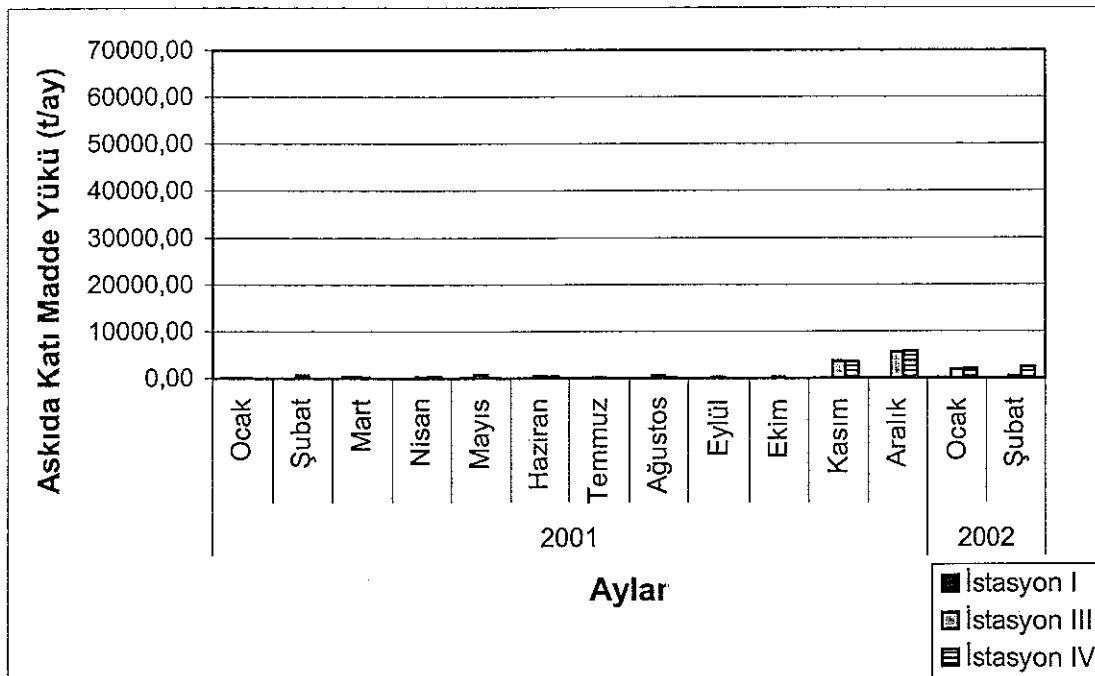
Şekil 4.65. İstasyonlarda tespit edilen ortofosfat yüklerinin aylara göre değişimi

Çizelge 4.22. İstasyonlarda tespit edilen katı madde yükünün aylara göre değişimi

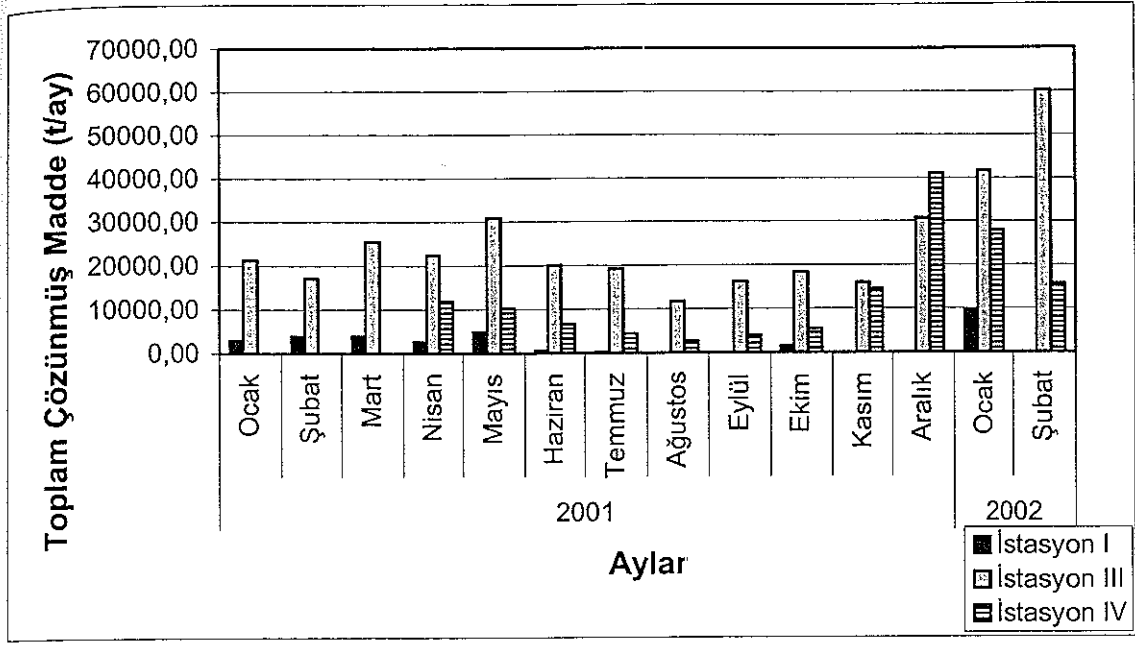
Aylar	İstasyon I			İstasyon III			İstasyon IV		
	TKM (t/ay)	AKM (t/ay)	TÇM (t/ay)	TKM (t/ay)	AKM (t/ay)	TÇM (t/ay)	TKM (t/ay)	AKM (t/ay)	TÇM (t/ay)
2001									
Ocak	2964	74	2890	21523	156	21367	*	*	*
Şubat	4009	27	3982	17901	628	17273	*	*	*
Mart	4329	347	3982	25902	288	25614	*	*	*
Nisan	2719	62	2657	22874	305	22569	12424	431	11993
Mayıs	4903	91	4812	31758	779	30979	10445	187	10259
Haziran	566	21	544	20760	558	20202	7043	459	6584
Temmuz	197	11	186	19393	84	19310	4442	58	4384
Ağustos	13	1	12	12353	618	11735	2847	91	2756
Eylül	22	0	21	16663	247	16416	4088	56	4031
Ekim	1511	18	1493	18616	207	18409	5487	57	5430
Kasım	*	*	*	19728	3678	16050	18050	3494	14557
Aralık	*	*	*	36433	5595	30838	46772	5700	41072
Ocak	9888	99	9789	43585	1852	41733	30044	2035	28008
Şubat	*	*	*	60841	600	60241	18219	2456	15763
TOPLAM	342324	8271	334053	5156602	218313	4938289	1758468	165266	1593201
2002									



Şekil 4.66 İstasyonlarda tespit edilen toplam katı madde yüklerinin aylara göre değişimi



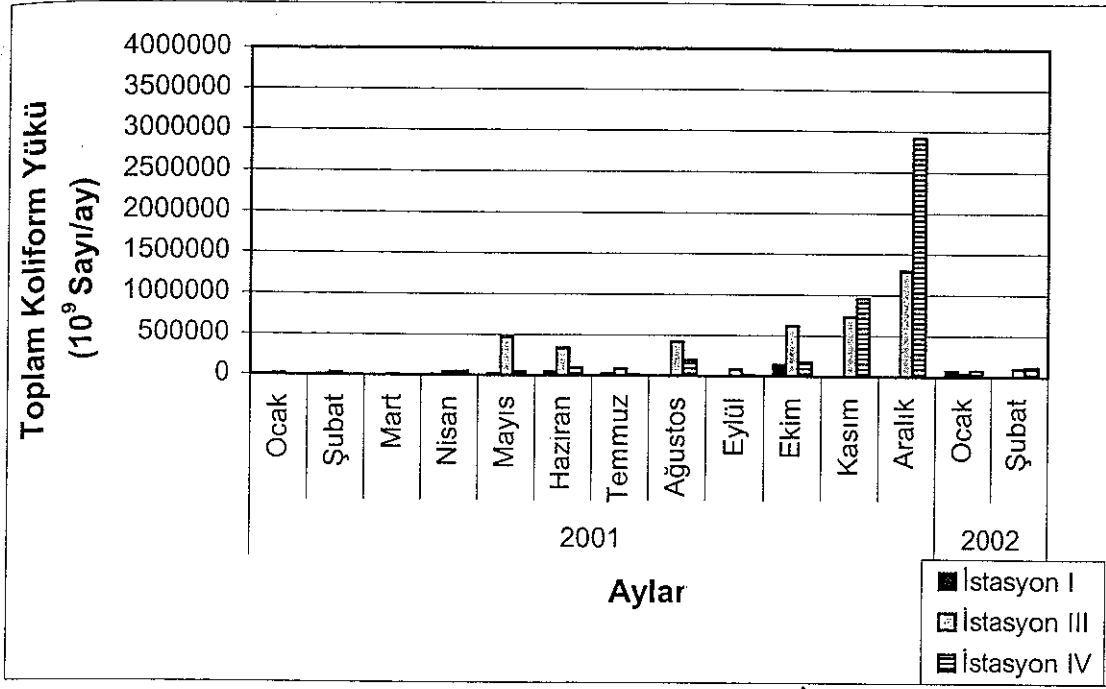
Şekil 4.67 İstasyonlarda tespit edilen askıda katı madde yüklerinin aylara göre değişimi



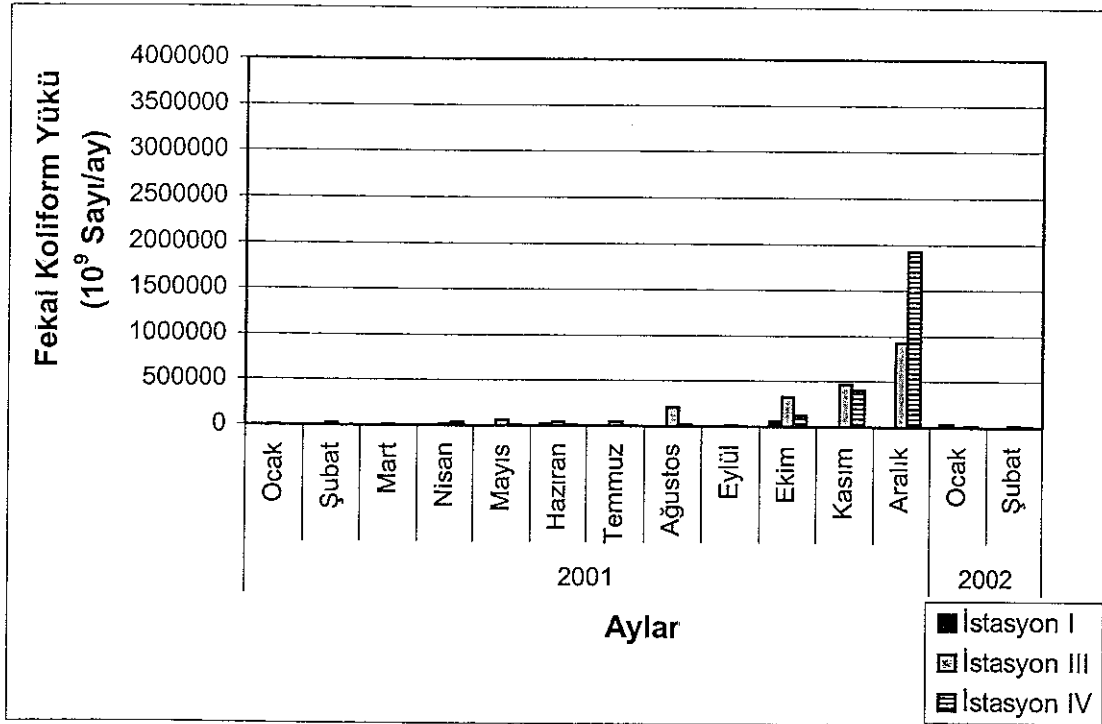
Şekil 4.68 İstasyonlarda tespit edilen toplam çözünmüş madde yüklerinin aylara göre değişimi

Çizelge 4.23. İstasyonlarda tespit edilen mikrobiyolojik kirlilik yükünün aylara göre değişimi

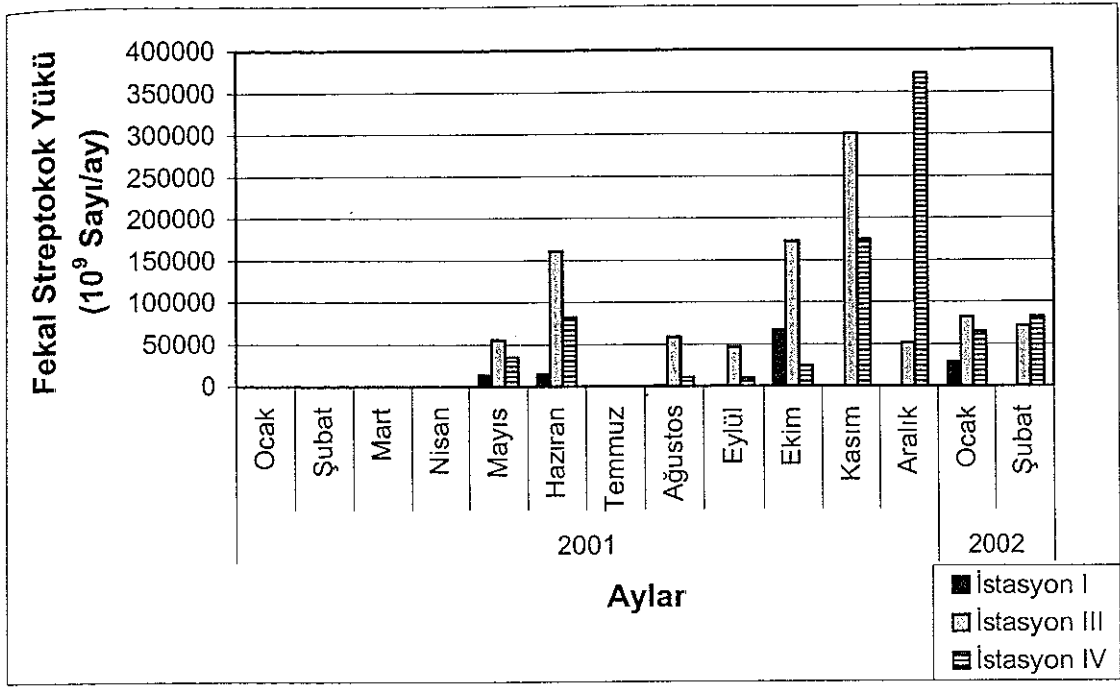
Aylar	İstasyon I				İstasyon III				İstasyon IV			
	Toplam Koliiform	Fekal Koliiform	Fekal Streptokok	Toplam Koliiform	Fekal Koliiform	Fekal Streptokok	Toplam Koliiform	Fekal Koliiform	Fekal Streptokok	Toplam Koliiform	Fekal Koliiform	Fekal Streptokok
	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay	10 ⁵ sayı/ay
2001												
Ocak	4446	1452	*	12259	4305	*	*	*	*	*	*	*
Şubat	4810	1635	*	35048	29018	*	*	*	*	*	*	*
Mart	1908	1411	*	4619	3540	*	*	*	*	*	*	*
Nisan	10604	6377	*	41357	17019	*	45141	42242	*	*	*	*
Mayıs	16344	1816	13438	467027	62395	56043	48495	11788	56043	11788	34917	34917
Haziran	44997	25713	14142	334835	48752	160721	94928	11759	160721	11759	82679	82679
Temmuz	19689	8204	*	84929	48149	*	17769	4793	*	4793	*	*
Ağustos	2333	467	1166	421109	210555	58955	194089	18115	58955	18115	10351	10351
Eylül	2851	1140	855	77144	16046	46287	17619	2608	46287	2608	9867	9867
Ekim	137816	64677	67094	627420	330947	172368	174079	122990	172368	122990	24598	24598
Kasım	*	*	*	735610	468115	300931	960740	407587	300931	407587	174680	174680
Aralık	*	*	*	1301184	930347	52047	2923258	1929350	52047	1929350	372715	372715
2002												
Ocak	70534	34278	29334	39226	6538	82811	79470	17445	82811	17445	64933	64933
Şubat	*	*	*	101116	21423	71981	114065	11882	71981	11882	82380	82380
TOPLAM	3479648	1618872	756183	59960349	30760047	9019302	51366178	28386140	9019302	28386140	7714082	7714082



Şekil 4.69. İstasyonlarda tespit edilen toplam koliform yüklerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.70. İstasyonlarda tespit edilen fekal koliform yüklerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.71. İstasyonlarda tespit edilen fekal streptokok yüklerinin aylara göre değişimi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Düden Çayı'nın ana su kaynağı Antalya kentinin içme suyunu temin eden, Kırkgözler Kaynağı'dır. Bu kaynaktan yerüstü ve yeraltından gelen sular Düdenbaşı Mevkiinde birleşerek Düden Çayı'nı oluşturmaktadır. Bu çayın sularından geçmiş yıllarda sulama amaçlı faydalanılmış ve denize kadar olan 12 km içeride iki adet regülatör inşa edilerek suları düzenlenmiştir. Son yıllarda çayın kıyıları imara açılmış olup, şu anda aktif sulama yapılan alanlar oldukça azalmıştır. Düden Çayı'ndan su aktarılan "ark"lar günümüzde bu işlevlerini büyük ölçüde yitirmiştir. Özellikle Topçular Regülatörü çevresindeki arıkların büyük kısmı kör kanallar şekline getirilmiştir. Yasal ve kaçak yapılaşmanın bu hızla sürmesi durumunda Düden Çayı bölgesinde tek yeşil alan Havaalanı ve yakın çevresi kalmış olacaktır.

Düzensiz yapılaşma, altyapı yetersizliği ve su yönetim şekli su kalitesine önemli ölçüde etkide bulunmaktadır:

Düden Çayı etrafında yapılaşmanın ilerlemesine rağmen, atıksu uzaklaştırılması konusunda henüz bir adım atılmamıştır. Evlerin fosseptiklerinden sızan sular ve yoğun yağışlar sonucu taşan fosseptiklerin suları bölgedeki tek tabii drenaj kanalı olan Düden Çayı'na karışmaktadır. Su yönetim şekli de su kalitesine etki etmektedir; Kırkgözler Kanalı D S İ tarafından işletilmektedir ve yaz aylarında suyun yaklaşık tamamı sulama için ayrılmaktadır. Kanal civarından kanala su karışması önlenemediğinden, bu kanal ile önemli miktarlarda bitki besin maddesi taşınmaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen istasyonlar arasında çay debisinde mevsimler bazında önemli değişiklikler gözlenmiş olup, sulamaya ayrılan sular nedeniyle, su planlamasına temel alınabilecek debi gidiş çizgisi çizilememiştir. Düden Çayı ile Akdeniz'e gözlem süresince 375 milyon m³ su taşınmıştır. Yeraltısularının varlığı Düden Çayı'nın tüm yıl boyunca su taşınmasını mümkün kılmaktadır.

İnceleme süresince Akdeniz'e taşınan aylık toplam organik madde yükleri 697,06 ton BOİ₅, 3043,65 ton KOİ; aylık toplam azot bileşikleri yükleri 1404,45 ton

toplam azot, 701,89 ton nitrat azotu ve 491,74 ton nitrit azotu; aylık toplam fosfor yükleri 129,07 ton toplam fosfor ve 50,25 ton ortofosfat; aylık toplam katı madde yükleri 159860,71 ton toplam katı madde, 15024,21 ton askıda katı madde ve 144836,49 ton toplam çözülmüş madde; aylık toplam mikrobiyolojik kirlilik yükleri ise 46696530 milyar toplam koliform, 25805590 milyar fekal koliform ve 85712001 milyar fekal streptokok olarak tespit edilmiştir

Akdeniz'e taşınan toplam kirlilik yüklerinin istasyonlar bazında incelenmesinden aşağıdaki tespitlerin yapılması mümkündür:

- Kırkgözler Kanalı (İstasyon I)'nın Akdeniz'e taşıdığı kirlilik yüklerine katkısı çok azdır
- İkinci istasyonda tespit edilen konsantrasyonlar ile tespit edilen kirlilik yükü, ikinci ve üçüncü istasyonlar arasında kalan bölgede önemli kirlilik kaynakları bulunduğunu göstermektedir. Azot ve fosfor bileşikleri, toplam katı madde, askıda katı madde yükleri açısından bu bölgenin toplam kirlilik yüküne önemli katkısı bulunmaktadır.
- Toplam koliform ve fekal koliform yükleri incelendiğinde, bunların Kırkgözler Kanalı'ndan başlayarak, Düden Çayı'nın denize döküldüğü noktaya kadar sürekli arttığı görülmektedir. Bu olgu, Düden Çayı'nın tüm akışı boyunca, tahmini, fosseptiklerden atıksu sızıntısı olduğunu göstermektedir.

Akdeniz'e taşınan kirlilik yükleri açısından karşılaştırıldığında Düden Çayı, diğer kaynak olan Boğaçayı'ndan daha büyük bir kirleticisi olduğu görülmüştür.

Öneriler

Kırkgözler Kanalı'ndan yaz aylarında daha fazla su bırakılıp, kirleticilerin seyrelmesi sağlanabilir. İkinci ve üçüncü istasyonlar arasında kanalın sağ tarafında bulunan yerleşim yerleri atıksuları ile tarım alanlarından gelen yüzey akış sularının

Düden Çayı'na karışmasının önlenmesi diğer bir imkandır Altyapı hizmetlerinin bölgeye getirilmesi, bölgeyi de içine alacak şekilde yağmur drenaj şebekesi yapılması, Düden Çayı'nın etrafında taşkın seddelerinin yapılması su kalitesine olumlu etki yapacaktır. İkinci ve üçüncü İstasyonlar arasında kalan bölgede arazi kullanımının detaylı bir şekilde incelenmesi zorunlu görülmektedir. Bu şekilde bu bölgeden kaynaklanan kirlilik yüklerinin kontrol altına alınması mümkün olabilecektir. Topçular Regülatörü civarındaki sulu tarım yapılan ve çay ile yaklaşık aynı seviyede olan tarlalardan yüzey akış ile bitki besin maddelerinin çaya karıştığı düşünülmektedir. Etkili drenaj sistemi ile sulama geri dönüş sularının Düden Çayı'ndan uzaklaştırılması Akdeniz'e ulaşan kirlilik yüküne fazla olumlu etki yapamayacaktır, çünkü bölgenin eğim durumu ve denize yakınlığı göz önüne alındığında nihai alıcı ortam Akdeniz olmaktadır. Bu nedenle kısa vadede Düden Çayı'nın su kalitesinde düzelmeye olması olası görülmemektedir. Ancak yukarıda da belirtildiği gibi, çayın iki kıyısı boyunca bulunan yerleşim yerlerinin kanalizasyon ve yağmur suyu şebekelerinin yapılması ve yerel yönetimler tarafından planlama koruma şeritlerinin oluşturulması su kalitesine, dolayısı ile Akdeniz'e taşınan kirlilik yükleri üzerinde olumlu etki yapacaktır.

9. KAYNAKLAR

- ALBEK, E. 1999 Identification of the Different Sources of Chlorides in Streams by Regression Analysis Using Chloride-Discharge Relationships, <http://www.ei.org/ev2/>
- ALBEK, E. 2000 Türkiye Akarsularında Klorür Derişimlerinin Mevsimsel Bazda Yıllar Boyu Değişimleri, I Ulusal Çevre Kirliliği Kontrolü Sempozyumu, 133-140, Ankara.
- ALBEK, E, ALBEK, M, GENÇE, S ve GÖNCÜ, S. 2000 Seydi Suyu'nda Su Kalitesinin İzlenmesi e Modellenmesi, I Ulusal Çevre Kirliliği Kontrolü Sempozyumu, 290-293, Ankara
- ANONİM-I 1998 Devlet İstatistik Enstitüsü, 1997 Yılı Nüfus Sayımı Sonuçları, <http://www.die.gov.tr>
- ANONİM-II 2002 Bathing Water Quality, Tourist Atlas , <http://www.europa.eu.int/water/water-bathing/tourist.html>
- ANONİM-III 2001. European Environment Agency, Coastal and Marine Zones- Chapter 06 The Seas, <http://reports.eea.eu.int/CGI92-826-5409/en>
- ANONİM-IV 1995 Türkiye Çevre Mevzuatı, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 775-832, Ankara
- ANONİM-V 1999 Türkiye'nin Çevre Sorunları, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 464 ss, Ankara
- ANONİM-VI 1998 Türkiye'nin Taraf Olduğu Uluslararası Sözleşmeler, T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, 554 ss, Ankara.
- ANONİM-VII 1976 Bathing Water Quality, Directive 76/160/EEC, <http://www.europa.eu.int/water/water-bathing/directiv.html>
- ANONİM-VIII 1991- a. Urban Waste Water Treatment, Directive 91/271/EEC, <http://www.europa.eu.int/comm/environment/water/water-urbanwaste/directiv.html>
- ANONİM-IX 1991- b. Urban Waste Water Treatment, Directive 91/271/EEC, Deadlines, <http://www.europa.eu.int/comm/environment/water/waterurbanwaste/deadlines.html>

- ANONİM-X. 1998 Global Environmental Facility, Black Sea Environmental Priorities Study- National Report of Turkey, 176 pp, İstanbul
- ANONİM-XI. 2000 Düden Çayı'nın Su Kalitesi İnceleme Raporu, Bilirkişi Raporu, Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Raporu, Antalya, 2 ss
- ANONİM-XII. 2002 Devlet Su İşleri, Düden Çayı Taşkın Durum Raporu, 13. Bölge Müdürlüğü, Antalya
- APHA, AWWA, WPCF. 1995. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 19. Ed , USA.
- AYDİLEK, M ve TOPKAYA, B. 1998 Land Based Pollution Along The Coastal Zone of Antalya The Kriton Curi International Symposium on Environmental Management in the Mediterranean Region, 2: 777-784, İstanbul
- BURAK, S., GÖNENÇ, İE ve ORHON, D. 1997. Sakarya Nehri Havzasında Su Kalitesi Modellemesi, Su kalitesi Yönetimi Semineri, 143-153, Ankara
- BUYÜKYILDIRIM, G. 1999 Antalya Kentiçi Akarsu ve Çağlayanları Ön İnceleme ve Araştırma Raporu, DSİ 13 Bölge Müdürlüğü Raporu, Antalya
- EFELERLİ, S ve OKTAŞ, S. 1997. Sakarya Nehri ve Melen Çayı'nın Hamsu Kalite Kriterlerinin İstanbul İçme ve Kullanma Suyu Olarak Kullanılabilirliği ve Karşılaştırılması, Su Kalitesi Yönetimi Semineri, 155-188, Ankara
- EKMEKÇİ, G. A. ve ERKAKAN, F. 1989. Sarıyar Baraj Gölü'ndeki Kirlenmenin Boyutu, Çevre'89- Beşinci Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, 811-819, Adana
- GÜNEŞ, Y., EKMEKYAPAR, F., YASAVUL, E., ORDU, Ş ve KARAKAYA, N. 2001 Çorlu Deresi'ne Deşarj Olan Endüstriyel Atıksuların Meydana Getirdiği Kirliliğin Belirlenmesi, Ulusal Sanayi ve Çevre Sempozyumu, 844-849, Mersin.
- İŞSEVEROĞLU, Ö ve BÜYÜKGÜNGÖR, H. 1998. Doğu Karadeniz Kıyısı Noktasal Kirlenmelerinin İncelenmesi, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları II. Ulusal Konferansı, 675-684, Ankara
- İZGÖREN, F.S ve BÜYÜKİŞİK, B. 1994. Melez Çayı'nda Bir Yıllık Anyonik Deterjan ve Nutrient Konsantrasyonları, 1. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 264-271, İzmir

- KOMAI, Y. 1996 Evaluation of Nutrient Runoff from the Kako River by Continuous Daily Sampling, *Water Science & Technology*, 34(12): 67-72, UK
- KRAJNC, U. and TOMAN, M. 1998 Water Management in Slovenian Rivers-Mediterranean Catchment Area, The Kriton Curi International Symposium on Environmental Management in the Mediterranean Region, 2: 733-740, İstanbul.
- KULELİ, S., OKTAŞ, S. ve TORUNOĞLU, T. 1989 Doğal ve Yapay Göl ve Havzalarında Su Kalitesi Araştırmaları, Çevre'89- Beşinci Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, 547-567, Adana
- KUMBUR, H. ve ÖZER, Z. 2000. Berdan Nehri'nin Kirlilik Durumunun Araştırılması, I. Ulusal Çevre Kirliliği Kontrolü Sempozyumu, 247-254, Ankara
- OĞUZ, H. 2001. Boğaçayı Havzasında Yapılan Faaliyetler Sonucu Antalya Körfezi'ne Taşınan Kirlilik Yüklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, 110 ss
- ÖZİŞ, U., BENZEDEN, E., TÜRKMAN, F. ve BARAN, I., 1996 "Antalya-Düden Havzası Yerüstü- Yer altı Suyu İlişkileri ve Kirlenme Tehlikeleri", Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Altıncı Ulusal Kongresi, 638-653, İzmir.
- POLAT, M. 1997. Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler, Su Kalitesi Yönetim Seminer Kitabı, 45-57, Ankara
- TAŞDEMİR, Y. ve KAYNAK, A.G. 2001. Nilüfer Çayı'nın Su Kalitesi ve Kirlilik Yükleri, Mersin Üniversitesi, IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 332-340, Mersin
- TUĞRUL, G. ve BÜYÜKİŞİK, B. 1994 Gediz Nehrinin, İzmir Körfezine Getirdiği Deterjan ve Nutrient Yükleri, 1. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 289-297, İzmir
- TUNCER, G., GÜLLÜ, G.H., TUNCEL, G. ve BALKAŞ, T.İ. 1995 Integrating Environmental Issues into the Coastal Zone Management of Turkey: Land Based Sources of Pollution, The Second International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, 3: 1357-1371, Ankara.
- YILMAZ, A., SALİHOĞLU, İ., YEMENİCİOĞLU, S., TUĞRUL, S., BAŞTÜRK, Ö., ve YAYLA, M. 1998. Akdeniz Kıyılarında Karasal Kaynaklı Kirlenmenin

Boyutu ve Canlılara Etkisi, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları II Ulusal Konferansı, 665-673, Ankara.

YUZBAŞI, N 1997 Karadeniz Kıyı Şeridi Yüzeysel Sularında Fosfor ve Türlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 95 ss

ZAGORC- KONCAN, J. and COTMAN, M. 1998. Impact of Assessment of Industrial and Municipal Effluents on Surface Water- A Case Study, *Water Science & Technology*, 34(7-8): 141- 145, UK

7. EKLER

EK I. Kıtaçi yüzeysel su kaynaklarının sınıflandırılması (ANONİM-III, 1999)

Sınıf I Yüksek Kaliteli Su	a) Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini b) Rekreatiyonel amaçlar c) Alabalık üretimi d) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı e) Diğer amaçlar
Sınıf II Az Kirlenmiş Su	a) İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini b) Rekreatiyonel amaçlar c) Alabalık dışında balık üretimi d) Teknik Usuller Tebliğinde verilecek olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak
Sınıf III Kirlenmiş Su	Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir
Sınıf IV Çok Kirlenmiş Su	Yukarıda I, II ve III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder

EK. II. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (ANONİM-III, 1999)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve İnorganik- Kimyasal Parametreler				
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 ₂ /L) ^a	8	6	3	<3
4 Oksijen Doygunluğu (%)	90	70	40	<40
5 Klorür İyonu (mg Cl/L)	25	200	400 ^b	>400
6 Sülfat İyonu (mg SO ₄ ⁻² /L)	200	200	400	>400
7 Amonyum Azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0,2 ^c	1 ^c	2 ^c	>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 br)	5	50	300	>300
13.Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	>250
B) Organik 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 Metilenmavisi aktif md (MBAS) (mg/L)	0,05	0,2	1	>1,5
7 Fenolik md (Uçucu) (mg/L)	0,002	0,01	0,1	>0,1
8 Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0,02	0,1	0,5	>0,5
9. Toplam pestisid (mg/L)	0,001	0,01	0,1	>0,1
C) İnorganik Kirlenme Parametreleri				
1 Cıva (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. Toplam Krom (µg Cr/L)	20	50	200	>200
7. Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyecek kadar 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 Toplam Siyanür (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 Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	>3000
17 Bor (µg B/L)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	>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.Radyoaktivite (pCi/L) (α-β Aktivitesi)	1-10	10-100	10-100	>10->100
D) Bakteriyolojik Parametreler				
1. Fekal Koliform (EMS/ 100 ml)	10	200	2000	>2000
2. Toplam Koliform (EMS/ 100 ml)	100	20000	100000	>100000

EK III. Avrupa Birliği'nde uygulanmakta olan deniz suyu kalite kriterleri (European Union, 2002)

Mikrobiyolojik Parametreler	G	I	Min. Numune Alma Sıklığı
Toplam Koliform/ 100 ml	500	10000	15 günde 1 (1)
Fekal Koliform/ 100 ml	100	2000	15 günde 1 (1)
Fekal Streptokok/ 100 ml	100	-	(2)
Salmonella/ 1 L	-	0	(2)
Enterovirüs PFU/ 10 L	-	0	(2)
Fiziko- Kimyasal Parametreler	G	I	Min. Numune Alma Sıklığı
pH	-	6 - 9 (0)	(2)
Renk	-	Görünür renk olmamalı (0)	15 günde 1 (1) (2)
Mineral Yağlar, mg/ L	≤ 0,3	Su yüzeyinde görünür film ve koku olmamalı	15 günde 1 (1) (2)
Metilen mavisi Aktif Maddeler, mg/ L (lauryl sulphate)	≤ 0,3	Kalıcı köpük olmamalı	15 günde 1 (1) (2)
Fenol, mg/ L, C ₆ H ₅ OH	≤ 0,005	Spesifik koku olmamalı ≤ 0,05	15 günde 1 (1) (2)
Geçirgenlik	2	1 (0)	15 günde 1 (1)
Çözünmüş Oksijen Doygunluğu (%)	80 - 120	-	(2)
Yüzer Maddeler	Bulunmamalı	-	15 günde 1 (1)
Amonyak, mg/ L, NH ₃	-	-	(3)
Kjeldahl Azotu, mg/ L, N	-	-	(3)
İndikatör Parametreler	G	I	Min. Numune Alma Sıklığı
Siyanür, mg/ L, Cn	-	-	(2)
Nitrat, mg/ L, NO ₃ ve Fosfat mg/ L, PO ₄	-	-	(2)

G = Tavsiye Edilen Değer , I = Sınır Değer

- (0) İstisnai olarak meydana gelebilecek jeolojik ve meteorolojik şartlardan dolayı sınır değerlerin aşılması durumunda yürürlüğe girer.
- (1) Önceki yıllara ait örnek sonuçlarının belirlenen kriterden daha iyi olması durumunda, ilgili birim tarafından numune alım sayısı 2 katı kadar azaltılır
- (2) Kullanım alanının kontrolü sırasında herhangi bir yabancı maddenin veya su kalitesinde belirgin bir bozulmanın görülmesi durumunda ilgili birim tarafından konsantrasyonlar kontrol edilir
- (3) Bu parametreler, suda ötrofikasyon tespit edildiği takdirde ilgili birim tarafından kontrol edilir.

ÖZGEÇMİŞ

Ayça ERDEM, 1977 yılında Hekimhan'da doğdu İlk ve orta eğitimini Antalya'da aldı 1995 yılında Antalya Anadolu Lisesi'ni bitirdi 1995 yılında girdiği Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 1999 yılında Çevre Mühendisi olarak mezun oldu Eylül 1999 yılında, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı Aralık 1999 yılından itibaren Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
REKTÖRLÜĞÜ