

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEDİZ NEHRİNDE DETERJAN KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Araştırma Görevlisi Orkide MİNARECİ

Anabilim Dalı : Biyoloji

Programı : Hidrobiyoloji

MANİSA – 2007

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEDİZ NEHRİNDE DETERJAN KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Araştırma Görevlisi Orkide MİNARECİ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02. 05. 2007

Tezin Savunulduğu Tarih : 12. 06. 2007

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Meral ÖZTÜRK (C.B.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Özdemir EGEMEN (E.Ü.)

: Prof. Dr. Mehmet ÖZTÜRK (C.B.Ü.)

: Prof. Dr. Ali ÇELİK (C.B.Ü.)

: Yrd. Doç. Dr. Selma KATALAY (C.B.Ü.)

MANİSA - 2007

İÇİNDEKİLER

<u>Konu</u>	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER.....	I
ŞEKİL LİSTESİ.....	III
ÇİZELGE LİSTESİ	V
TEŞEKKÜR	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. DETERJANLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER	5
2.1 Deterjanların Sınıflandırılması.....	6
2.1.1 Yüzey Aktif Maddeler	6
2.1.1.1 Anyonik Deterjanlar	7
2.1.1.2 Katyonik Deterjanlar	8
2.1.1.3 Noniyonik Deterjanlar	9
2.1.1.4 Amfoterik Deterjanlar	10
2.1.2 Yapısal Maddeler	10
2.1.2.1 Alkaliler	10
2.1.2.2 Kompleks Yapıcılar	11
2.1.2.3 İyon Değişiriciler	11
2.1.3 Ağartıcılar	11
2.1.4 Diğer Yardımcı Maddeler	11
2.1.4.1 Enzimler	11
2.1.4.2 Antiredepozitan Maddeler	12
2.1.4.3 Köpük Stabilizatörleri ve Regülatörleri	12
2.1.4.4 Optik Beyazlatıcılar	12
2.1.4.5 Korozyon İnhibitörleri	12
2.1.4.6 Parfümler	12
2.1.4.7 Boyalar	12
2.1.4.8 Dolgu Maddeleri	12
2.2 Deterjanların Sabunlarla Karşılaştırılması	12
2.3 Deterjanların Bileşimi	13
2.4 Deterjanların Biyodegradasyonu.....	13
2.5 Deterjanların Boşaltıldıkları Alıcı Sulara Başlıca Etkileri.....	14
2.5.1 Deterjanların Sucul Canlılar Üzerine Etkileri.....	15
2.5.2 Deterjanlardan Kaynaklanan Fosfatın Etkisi.....	16

2.5.3	Deterjanların İçme Sularına Etkileri	23
3.	GEDİZ NEHRİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR	23
4.	MATERYAL – METOD	27
4.1	Materyal.....	27
4.1.1	Araştırma Bölgesinin Özellikleri	27
4.1.1.1	İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü).....	30
4.1.1.2	İstasyon 2 (Nif Çayı).....	30
4.1.1.3	İstasyon 3 (Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtım Tesisleri).....	30
4.1.1.4	İstasyon 4 (Sanayi Arıtım Tesisleri)	30
4.1.1.5	İstasyon 5 (Karaçay)	31
4.1.1.6	İstasyon 6 (Muradiye Gediz Köprüsü).....	31
4.1.1.7	İstasyon 7 (Gediz İzmir Sınırı).....	31
4.2	Metod	35
4.2.1	Anyonik Deterjan Miktarının Belirlenmesi	35
4.2.1.1	Kullanılan Reaktifler	35
4.2.1.2	İşlem	35
4.2.2	Fosfat Miktarının Belirlenmesi.....	38
4.2.2.1	Kullanılan Reaktifler	38
4.2.2.2	İşlem	38
4.2.3	İstatistiksel Analizler	39
5.	BULGULAR	40
5.1	Su Örneklerindeki Anyonik Deterjan Miktarlarının İstasyonlara ve Aylara Göre Değişimi	40
5.2	Su Örneklerindeki Fosfat Miktarlarının İstasyonlara ve Aylara Göre Değişimi	57
5.3	Anyonik Deterjan ve Fosfat Arasındaki İlişki.....	72
6.	TARTIŞMA	76
7.	SONUÇ ve ÖNERİLER	83
8.	KAYNAKLAR	85
9.	ÖZGEÇMİŞ	94

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No ve Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 4.1.1.1: Belirlenen istasyonların konumu.....	28
Şekil 4.1.1.2: İstasyonların uydu görüntüsü.....	29
Şekil 4.1.1.1.1: İstanbul Yolu Gediz Köprüsüne ait genel görünüş.	31
Şekil 4.1.1.2.1: Nif Çayı'na ait genel görünüş.....	32
Şekil 4.1.1.3.1: Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtım Tesislerine ait genel görünüş.	32
Şekil 4.1.1.4.1: Sanayi Arıtım Tesislerine ait genel görünüş.	33
Şekil 4.1.1.5.1: Karaçay'a ait genel görünüş.	33
Şekil 4.1.1.6.1: Muradiye Gediz Köprüsüne ait genel görünüş.	34
Şekil 4.1.1.7.1: Gediz İzmir Sınırına ait genel görünüş.	34
Şekil 4.2.1.2.1: Anyonik deterjan miktarının belirlenmesinde örneklerin hazırlanışı.	37
Şekil 4.2.1.2.2: Anyonik deterjan standart grafiği.	38
Şekil 4.2.2.2.1: Fosfat miktarının belirlenmesi için hazırlanan su örnekleri.....	39
Şekil 5.1.1: Su örneklerindeki deterjan konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiği	43
Şekil 5.1.2: İstasyon 1'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	44
Şekil 5.1.3: İstasyon 2'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	45
Şekil 5.1.4: İstasyon 3'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	45
Şekil 5.1.5: İstasyon 4'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	46
Şekil 5.1.6: İstasyon 5'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	46
Şekil 5.1.7: İstasyon 6'daki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	47
Şekil 5.1.8: İstasyon 7'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	47
Şekil 5.1.9: Haziran ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	51
Şekil 5.1.10: Temmuz ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.	52
Şekil 5.1.11: Ağustos ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.	52
Şekil 5.1.12: Eylül ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.	53
Şekil 5.1.13: Ekim ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.	53
Şekil 5.1.14: Kasım ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	54
Şekil 5.1.15: Aralık ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	54
Şekil 5.1.16: Ocak ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	55
Şekil 5.1.17: Şubat ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	55
Şekil 5.1.18: Mart ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	56
Şekil 5.1.19: Nisan ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	56
Şekil 5.1.20: Mayıs ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.	57
Şekil 5.2.1: Su örneklerindeki fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiği....	59
Şekil 5.2.2: İstasyon 1'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	60
Şekil 5.2.3: İstasyon 2'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	61
Şekil 5.2.4: İstasyon 3'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	61
Şekil 5.2.5: İstasyon 4'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	62
Şekil 5.2.6: İstasyon 5'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	62

Şekil 5.2.7: İstasyon 6'daki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	63
Şekil 5.2.8: İstasyon 7'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.....	63
Şekil 5.2.9: Haziran ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	66
Şekil 5.2.10: Temmuz ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	66
Şekil 5.2.11: Ağustos ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	67
Şekil 5.2.12: Eylül ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	67
Şekil 5.2.13: Ekim ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	68
Şekil 5.2.14: Kasım ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	68
Şekil 5.2.15: Aralık ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	69
Şekil 5.2.16: Ocak ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	69
Şekil 5.2.17: Şubat ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	70
Şekil 5.2.18: Mart ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	70
Şekil 5.2.19: Nisan ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	71
Şekil 5.2.20: Mayıs ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.....	71
Şekil 5.3.1: Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında deterjan ve fosfat arasındaki bağıntılar ...	73
Şekil 5.3.2: Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında deterjan ve fosfat arasındaki bağıntılar.....	74
Şekil 5.3.3: Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında deterjan ve fosfat arasındaki bağıntılar.....	75
Şekil 6.1: Aylık yağış miktarı ile anyonik deterjan ve fosfat miktarları arasındaki bağıntıyı gösteren logaritmik grafik.....	79

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No ve Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1: Gediz Nehri Kirlilik Durumu	24
Çizelge 3.2: Gediz Havzasında Kanalizasyon Kirlilik Yüğü.....	24
Çizelge 4.1.1.1: Örnek alınan istasyonların koordinatları.....	27
Çizelge 5.1: İstasyonlara göre fiziko – kimyasal parametrelerin ortalama değerleri.....	40
Çizelge 5.1.1: Su örneklerindeki deterjan konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları (mg/l).....	42
Çizelge 5.1.2: İstasyon 1'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	44
Çizelge 5.1.3: İstasyon 2'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	45
Çizelge 5.1.4: İstasyon 3'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	45
Çizelge 5.1.5: İstasyon 4'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	46
Çizelge 5.1.6: İstasyon 5'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	46
Çizelge 5.1.7: İstasyon 6'daki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	47
Çizelge 5.1.8: İstasyon 7'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	47
Çizelge 5.1.9: İstasyonlar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu	48
Çizelge 5.1.10: Aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu	48
Çizelge 5.1.11: Tukey testi sonuçları.	49
Çizelge 5.1.12: Bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin aylara göre değişimi.	50
Çizelge 5.2.1: Su örneklerindeki fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları (µg.at P/l).	58
Çizelge 5.2.2: İstasyon 1'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (µg.at P/l).....	60
Çizelge 5.2.3: İstasyon 2'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (µg.at P/l).....	61
Çizelge 5.2.4: İstasyon 3'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (µg.at P/l).....	61
Çizelge 5.2.5: İstasyon 4'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (µg.at P/l).....	62
Çizelge 5.2.6: İstasyon 5'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (µg.at P/l).....	62
Çizelge 5.2.7: İstasyon 6'daki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (µg.at P/l).....	63
Çizelge 5.2.8: İstasyon 7'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (µg.at P/l).....	63
Çizelge 5.2.9: İstasyonlar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu	64
Çizelge 5.2.10: Aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu	64
Çizelge 5.2.11: Tukey testi sonuçları.	65
Çizelge 5.3.1: Anyonik deterjan ile fosfat arasındaki korelasyon katsayıları.	72
Çizelge 6.1: Su kalite parametreleri ve sınıfları.....	76
Çizelge 6.2: Yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde ve toplam fosfor limitleyici konsantrasyonları.....	77

Çizelge 6.3: Türkiye'de yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen anyonik deterjan konsantrasyonları	80
Çizelge 6.4: Yurt dışındaki bazı nehirlerde yapılan çalışmalar sonucu elde edilen anyonik deterjan konsantrasyonları	81
Çizelge 6.5: Yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen fosfat konsantrasyonları.	82

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda çalıőmamı öneren, çalıőmalarım süresince beni her konuda destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen değerli danıőman hocam Prof. Dr. Meral ÖZTÜRK'e, çalıőmalarım ile ilgili olarak beni her konuda aydınlatan, bilgi, tecrübe ve desteğini hiç esirgemeyen Prof. Dr. Özdemir EGEMEN'e, ayrıca sayın hocam Prof. Dr. Mehmet ÖZTÜRK'e ve diğer hocalarıma, istatistiksel değerlendirmeleri yapan, arazi çalışmalarında ve deneysel aőamalarda bana yardımcı olan eőim ve iş arkadaőım Araştırma Görevlisi Ersin MİNARECİ'ye, ölçümlerin yapılmasında yardımcı olan arkadaőım Araştırma Görevlisi Seda ÇINAR BECERİK'e, deney düzeneklerinin kurulmasında yardımcı olan Teknisyen M. őerif YILDIRIM'a, çalıőmamı maddi olarak destekleyen Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna, çalıőmam süresince beni sabırla bekleyen oğluma ve bugünlere gelmemde emeği geçen aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

ÖZET

GEDİZ NEHRİNDE DETERJAN KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

MİNARECİ, Orkide

Doktora Tezi, Biyoloji Bölümü
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Meral ÖZTÜRK
Mayıs 2007, 94 sayfa

Bu çalışmada, Manisa il merkezinden geçen Gediz Nehri üzerinde ve özellikle deşarj bölgelerinde belirlenen yedi istasyondan alınan su örneklerinde, anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonları belirlenmiş, konsantrasyonların istasyonlara ve aylara göre değişimleri grafiklerle gösterilmiştir. Ayrıca pH, sıcaklık, turbidite ve iletkenlik parametreleri ölçülmüştür.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, anyonik deterjan 0,084 – 5,592 mg/L, fosfat konsantrasyonu 4,4 – 248,1 µg P/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur.

Çalışmamızda bulduğumuz değerler diğer çalışma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar sözcükler : Gediz Nehri, kirlilik, anyonik deterjan, fosfat, su kalitesi.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF DETERGENT POLLUTION IN GEDİZ RIVER

MİNARECİ, Orkide

PhD Thesis, Department of Biology
Supervisor: Prof. Dr. Meral ÖZTÜRK
May 2007, 94 page

In this study, anionic detergent and phosphate concentrations are determined in the water samples from Gediz River that also flows from Manisa city centre especially seven stations that are determined in the discharge regions. It was proved by graphics that anionic detergent and phosphate concentrations changed according to stations and months. Also, pH, heat, turbidity and conductivity parameters were measured.

According to the analysis results, the anionic detergent concentrations 0,084 – 5,592 mg/L, phosphate concentrations 4,4 – 248,1 µg P/L were found between these amounts.

The obtained values from this research were compared with the results of the other studies.

Key words: Gediz River, pollution, anionic detergent, phosphate, water quality.

1.GİRİŞ

Teknolojinin hızla gelişmesi, nüfus yoğunluğunun artması, düzensiz yapılaşma sonucu su kaynaklarının bilinçsizce kullanılması ve yine su kaynaklarına yapılan endüstriyel ve evsel atıkların deşarjı ile denizler ve iç su kaynakları, atmosfer ve karasal ortamlardan daha çok kirliliğin etkisi altında kalmaktadır. Çünkü her geçen gün giderek artan oranda çeşitli kaynaklardan gelen atık maddeler akarsulara, dolayısıyla göl ve denizlere ulaşmakta ve ekolojik dengenin de bozulmasına neden olmaktadır. Kirliliğin boyutları sucul sistemdeki canlı yaşamını etkilediği gibi, kirleticilerin ortamda belirli bir düzeyin üstüne çıkmasıyla doğal denge bozulmakta ve besin zincirini oluşturan organizmalar aracılığıyla insan sağlığı da tehdit edilmektedir.

Çeşitli kirletici etmenlerin katılması ile birlikte suda doğal olmayan bir şekilde fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Doğal yapıdaki su kaynağına karışan atık maddeler, mikroorganizmaların yardımı ile transformasyon ve mineralizasyona uğramaktadır. Böylece sular veya su kaynakları biyolojik olarak kendi kendilerini temizleme özelliği gösterir. Su kaynaklarına katılan çoğu toksik yapıdaki yabancı maddelerin konsantrasyonları, bu tamponlama gücünün üzerine çıktığı zaman, sulardaki organik maddelerin parçalanması ve suda çözünmüş oksijen yetmezliği nedeniyle sistemi çöktürmektedir (Anonim, 2007).

Yurdumuz, akarsuyu bol olan ülkeler arasında sayılmaktadır. Ancak hızla kalkınmakta ve gelişmekte olan ülkemizde, akarsularımız, göl ve denizlerimizle diğer tüm su kaynaklarımızda görülen kirlenmenin önemi, büyüyen şehirlerin içme suyu ve gelişen endüstrinin su talebini karşılamak durumunda kalacağı düşünüldüğünde, bir kat daha artmaktadır. Kişi başına düşen kullanılabilir suyumuz 1735 m³, su potansiyeli ise 3690 m³ civarındadır. Türkiye, kişi başına düşen kullanılabilir su varlığı bakımından diğer bazı ülkeler ve dünya ortalaması ile karşılaştırıldığında su sıkıntısı bulunan ülkeler arasındadır. Dolayısıyla Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynaklarını çok iyi koruyup, akılcı kullanması gerekmektedir.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre kıta içi yüzeysel su kategorisine giren akarsular 4 ana sınıfa ayrılmıştır. Buna göre;

Sınıf I: Yüksek kaliteli su, dezenfeksiyon ile içme suyu olarak, yüzme gibi rekreasyonel amaçlarla, alabalık üretiminde, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı gibi ihtiyaçları karşılamak için kullanılabilir.

Sınıf II: Az kirlenmiş su, ileri veya uygun bir arıtma ile içme suyu olarak, rekreasyonel amaçlarla, alabalık dışında balık üretiminde, sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak kullanılabilir.

Sınıf III: Kirli su, gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler dışında, uygun arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.

Sınıf IV: Çok kirlenmiş su, yukarıda I., II. ve III. sınıflar için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder (Anonim, 2004-a).

Son yıllarda evsel ve endüstri atıklarından kaynaklanan kirlilik olayları çok önem taşımakta ve evsel ve endüstriyel atıklardan sucul ortama gelen kirleticiler arasında deterjanlar da yer almaktadır.

Deterjanlar, genellikle evlerde temizleme işlerinde, deri, kağıt, tekstil, kozmetik ve lastik endüstrilerinde, fotoğrafçılıkta, çamaşırhanelerde, süt ve meşrubat fabrikalarında şişe yıkama işlerinde kullanılır. Deterjan kirliliği, sulardaki biyolojik aktiviteyi etkilemesi açısından önemlidir. Özellikle deniz suyundaki deterjan miktarının 0,1 gr/m³'ten fazla olması hallerinde organizmalara toksik etkiler yapacağı belirtilmiştir. Bu toksik etki organizmalara oksijen taşınımını etkilediği şeklinde açıklanarak, birçok tür için değişik lethal doz değerleriyle belirtilmektedir (Egemen, 2000).

Özellikle endüstrileşmenin yoğun olduğu yerleşim yerlerinden biri olan Manisa ilinde bulunan tatlı su rezervleri de kirlilik olaylarından üst düzeyde etkilenmektedir. Fabrika ve şehir atıklarının Gediz Nehri sularına karışması ve birikimi sonucu nehirde canlılık yok olmakta ve bu olaylar nehrin kirlilik düzeyinin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Gediz Nehri, Ege Denizi'ne dökülen önemli akarsulardan biri olduğu için, nehrin kirliliğinin, bu kirliliği oluşturan kaynakların belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada, Manisa il sınırlarından geçen Gediz Nehri'nde anyonik deterjan kirliliği belirlenecek, evsel atık sularda bulunan fosfor miktarının %50'si evsel ve endüstriyel orijinli atıklardan, evlerde kullanılan deterjan yapısındaki fosfattan ileri geldiği için fosfat tayini de yapılacaktır. Nehirdeki kirliliğin oluşum kaynaklarını belirlemek ve gerekli önlemlerin alınması yönünde çözümler ortaya koymak amaçlanmıştır.

Ülkemizde deterjan kirliliği ile ilgili yapılan çalışmalar 1980'li yıllarda başlamış ve giderek artmıştır. Konuyla ilgili çalışmalar, öncelikle yurtiçinde yapılanlar, daha sonra da yurtdışında yapılan çalışmalar şeklinde sıralanmıştır.

İzmir Körfezi'nde evsel ve endüstri atıklarının neden olduğu deterjan ve bor kirliliğinin araştırıldığı bir çalışmada, denemeler sonucunda anyonik deterjan derişiminin 0,34 – 6,44 ppm arasında değiştiği spektrofotometrik yöntemle saptanmış, daha önce Güçer ve diğerleri tarafından İzmir Körfezi'nde yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla (0,1 – 1,6 ppm) karşılaştırdığında, o yıllarda İzmir Körfezi'nde anyonik deterjan kirliliğinin arttığı açıkça vurgulanmıştır (Yaramaz, 1984).

Kumbur ve Vural (1989), Berdan Çayı'nda metal ve deterjan kirliliğini araştırmışlar ve elde ettikleri sonuçları sulama suyu ve alıcı ortam standartlarıyla karşılaştırdıklarında, Berdan Çayı'nın BOi₅ ve Cd, Pb, Mn, Ni, Fe, Zn ve deterjan bakımından kirli olduğu sonucuna varmışlardır.

Tuğrul (1992), Gediz Nehri'nde evsel ve endüstriyel atıkların neden olduğu anyonik yüzey aktif madde ve nutrient kirliliğini incelemiş, su örneklerinde anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonlarını 0,023 – 4,48 mg/l arasında değişen değerlerde, "Metilen Mavisi Aktif Maddeler (MMAS)" yöntemiyle saptamıştır. Ayrıca Gediz Nehri'nin bir yılda İzmir Körfezi'ne getirdiği anyonik deterjan yüklemesini hesaplamış, anyonik yüzey aktif maddeler için 41,2 ton/yıl olarak bulmuştur.

Gündoğdu (1995), Sinop ili sahilinde deterjan kirliliğini araştırmış, spektrofotometrik yöntemle, anyonik deterjan düzeyinin istasyonlara göre ortalama 0,71 – 1,10 mg/l arasında değiştiğini saptamış, en yüksek değerlerin sonbahar ve kış aylarında gözlemlendiğini, bunun sebebinin de bu dönemlerde evsel atıkların denize boşaltılması olabileceğini, en düşük değerlerin ilkbahar aylarına rastlamasının sevindirici bir durum olduğunu belirtmiştir.

Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi'nde 1996–1997 yılları arasında yapılan bir çalışmada, deterjan konsantrasyonları Karadeniz'de 1996'da 4,02 – 26,08 µg/l, 1997'de 2,14 – 25,17 µg/l, İstanbul Boğazı girişinde 1996'da 5,25 – 50,34 µg/l, 1997'de 2,04 – 52,23 µg/l, çıkışında 1996'da 1,59 – 67,09 µg/l, 1997'de 2,24 – 39,65 µg/l, Marmara Denizi'nde 1996'da 1,26 – 52,29 µg/l, 1997'de 1,57 – 74,98 µg/l arasındaki değerlerde bulunmuştur. Bu çalışma deterjan kirliliğinin dip suyunda yüzey suyundan fazla olduğunu göstermiştir (Güven ve diğerleri, 1998).

Yuvarlak Çay'ın (Köyceğiz – Dalyan özel çevre koruma bölgesi) sürdürülebilir kullanımı için eylem planı oluşturulması projesi sonucunda, Yuvarlak Çay'da anyonik deterjan miktarı ortalama 0,12 mg/l olarak bulunmuş ve bu Yuvarlak Çay'a önemli miktarda evsel atık ulaşmadığını göstermiştir. 4 Eylül 1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazetede belirtilen yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde limitleyici konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında, çayın su kalitesinin I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında olduğu görülmüştür (Balık ve diğerleri, 2002).

Başaran (2004), Bakırçay deltası kirlilik parametrelerini araştırdığı doktora tez çalışmasında, Bakırçay Nehri'nden alınan örneklerin analizi sonucunda anyonik deterjan konsantrasyonunun 0,01 – 0,029 mg/l arasında değiştiğini saptamış, ortalama deterjan miktarını 0,13 mg/l bulmuştur. Bu değerler, yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde limitleyici konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında, nehir suyunun yüksek kaliteli su sınıfında olduğu saptanmıştır.

Küçük Menderes Nehri'nin su kalitesinin ve ekosistemdeki etkileşiminin incelendiği araştırmada, anyonik deterjan derişiminin 0 – 0,93 mg/l arasında değişen değerlerde olduğu, ortalama değer ise 0,137mg/l olarak bulunduğu kaydedilmiştir. Bu ortalama değer, yüzeysel sulardaki anyonik deterjan limitleyici konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında su kalitesi olarak I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfındadır (Egemen ve diğerleri, 2005).

Yenişehir Gölünün kirliliği ve kirletici faktörlerin araştırıldığı çalışmada, anyonik deterjan miktarının $0,0025 - 0,053 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değiştiği, kristal viole metodu ve Hach ölçüm yöntemiyle belirlenmiştir. İçme sularına karışması muhtemel olan göl suyunda anyonik deterjan miktarı, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün içme sularında kabul edilebilir sınır değer olarak belirttiği deterjan miktarından ($0,2 \text{ mg L}^{-1}$) düşük olduğu için gölün anyonik deterjan yönünden kirli olmadığı belirlenmiştir (Tekinalp, 2005).

Gagnon (1983), anyonik yüzey aktif maddelerin kıyı sularına, nehrin denize deşarjıyla ulaştığını düşünerek, Canada'da Halifax Harbour nehrinin denize döküldüğü yerde anyonik yüzey aktif maddeleri saptamış ve kirli bölgelerde konsantrasyonu $1 - 200 \mu\text{g l}^{-1}$ arasındaki değerlerde bulmuştur. Halifax Harbour'da yüzey aktif maddelerin yüksek oranda bulunması, deşarj kaynaklarının çokluğuyla ilişkilendirilmiş, rüzgar ve gel-git akıntılarının bu bileşiklerin yayılmasını etkileyebileceği belirtilmiştir.

Japonya'nın Tokyo Körfezinden alınan deniz suyu örneklerde LAS (lineer alkil sülfonat), yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile saptanmıştır. Bu metot ile eser düzeydeki LAS basit, hızlı, hassas ve kontaminasyon riski minimum düzeyde olarak belirlenebilmektedir. Tokyo körfezinden alınan suda konsantrasyon aralığı $0,8$ ve $30 \mu\text{g l}^{-1}$ LAS olarak bulunmuş ve en yüksek konsantrasyonlar kıyı kesimlerde tespit edilmiştir (Kikuchi et al, 1986).

Tkalin (1991), kuzeybatı Pasifik yüzey sularında anyonik deterjan ve petrol hidrokarbonlarının dağılım değerlerini araştırmış ve Japon Denizinde ve Kuroshio bölgesinde bu kirleticileri yüksek konsantrasyonlarda gözlemlemiştir.

Güney İtalyan denizlerinde Calabria kıyı suları boyunca kimyasal kirlilik faktörlerinin dağılımının saptandığı çalışmada, Calabria kıyı suları ve açıkları boyunca belirlenen 150 istasyonda total fenoller, sentetik deterjanlar ve çözülmüş petrol hidrokarbonları belirlenmiştir. Genellikle ABS (alkil benzen sülfonat) değerleri 3 ppb limit değerinin altında bulunmuştur (Decembrini et al, 1995).

Sicilya'daki Augusta Körfezinde evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan kimyasal kirliliğin araştırıldığı çalışma sonucu, anyonik deterjan miktarı (ABS) $55 \mu\text{g/l}$, noniyonik deterjan miktarı (BiAS) $63 \mu\text{g/l}$, fosfat miktarı maksimum $0,3 \mu\text{l}$ bulunmuştur (Magazzu et al, 1995).

Adriyatik Denizi, Baltık Denizi ve Karadeniz'e atıklarla veya doğal sularla gelen, fosfat, deterjanlar, petrol, fenoller, ağır metaller gibi birçok kirleticinin yıllık yüklerinin hesaplandığı çalışmada, doğal sularla gelen yükün antropolojik yükten yüksek olduğu sonucuna varılmış, özellikle fosfat ve deterjan yükünün, Baltık Denizi'nde diğer denizlerden önemli derecede yüksek olduğu (Total fosfat: $177,100 \text{ ton/yıl}$, Deterjanlar: $56,000 \text{ ton/yıl}$), genel olarak ölçülen tüm parametreler bakımından da Adriyatik Denizi'ndeki yükün, Karadeniz'den ve Baltık Denizi'nden daha az olduğu belirtilmiştir (Sekulic and Vertacnik, 1997).

Bir Akdeniz nehri olan Litheos Nehri'nde yapılan bir araştırmada, bulunan yüzey aktif maddelerin ana kaynağının yasadışı olarak düzenlenen, depolanan evsel atıkların karıştığı

merkezi yağmur suyu toplayıcıları olduğu belirlenmiştir. Ölçülen konsantrasyonların yaklaşık % 50'si 100 mg/l'den yüksektir, ortalama LAS konsantrasyonu 100,2 µg/l, fosfat konsantrasyonu da 0,22 mg P/l bulunmuştur. Anyonik deterjan miktarı metilen mavisi metoduyla (Methylene Blue Active Substances – MBAS), fosfat miktarı spektrofotometre kullanılarak belirlenmiştir (Dassenakis et al, 1998).

Yorkshire ırmağında yapılan bir çalışmada, LAS, bor ve standart su kalitesi parametreleri saptanmış, LAS konsantrasyonu HPLC (High Performance Liquid Chromatography) yöntemi kullanılarak ölçülmüş ve LAS konsantrasyonunun 50 – 250 µg/l arasında değiştiği bulunmuştur (Fox et al, 2000)

Filipinlerde Laguna Körfezi'nde yapılan araştırmada, yüzey suyunda LAS ve ABS konsantrasyonlarının belirlenmesinde LC-MS (Liquid Chromatography - Mass Spectrometry) kullanılmış ve LAS 2,2 - 102 µg l⁻¹ ve ABS 1 - 66 µg l⁻¹ arasındaki değerlerde bulunmuştur. Yerleşim yerlerine yakın olan bölgelerde LAS ve ABS konsantrasyonunun yüksek olduğu belirtilmiştir (Eichhorn et al, 2001).

Danovaro (2003), Akdeniz için önemli ana kirlilik kaynakları ile ilgili bilgileri özetlediği çalışmada, Akdeniz havzasına yılda yaklaşık 60.000 ton deterjan, 0,3 – 0,4 x 10⁶ ton fosfor yükü ulaştığını belirterek, antropojenik etkilerin dereceleri ve onlara açıkça görülen eğilimleri tartışmıştır.

Itter Nehri'nde (Almanya) yapılan araştırmada, çoğunlukla deterjanlarda ve kozmetik üretiminde kullanılan LAS (lineer alkil sülfonat), bor, EDTA (etilendiamin tetraasetikası), NTA (nitrilotriasetat) ve triclosan konsantrasyonları belirlenmiştir. LAS konsantrasyonu 7 – 11 µg/l aralığındaki değerlerde bulunmuştur. GREAT – ER (Geo-referenced Regional Environmental Assessment Tool for European Rivers) metoduyla belirlenen konsantrasyonlar, aynı yıl Itter nehrinde gözlenen PEC (Predicted Environmental Concentration) tahmini çevresel konsantrasyonlar ile karşılaştırılmış, sonuçta da konsantrasyonların GREAT-ER'in hesapladığı faktörden % 90 oranında saptadığı sonucuna varılmıştır (Wind et al, 2004).

2. DETERJANLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Deterjan terimi, “temizlemek” veya “tasfiye etmek” anlamına gelen “deterge” kelimesinden türemiştir (Salar ve diğerleri, 2004).

Deterjan, genel temizleme işlerinde kullanılan ve içersinde esas temizleyici olarak kullanılan alkil sülfat veya alkil aril sülfonat tipindeki anyonik yüzey aktif maddeler ve temizleme işlemine yardımcı diğer maddeler bulunan toz, granül, yumuşak kıvamlı veya sıvı haldeki karışımlara denir (Egemen, 2000).

Larson, deterjanı, “suda çözünen, yüzey gerilimini azaltarak sulu çözeltilerin kapiler içine girmesini sağlayan (ıslatma etkisi), agglomera (yığın) teşkil eden partikülleri suya başka

maddelerden daha iyi bağlayan (emülsiyon etkisi) bir maddedir" şeklinde tanımlamıştır (Salar ve diğerleri, 2004).

Deterjanların üç önemli fonksiyonu vardır.

- Suyun yüzey gerilimini düşürerek, ıslanma sağlama özelliği,
- Kiri yüzeyden koparma (emülsiyon etme) özelliği,
- Kirin su içinde dağılmasını sağlama (disperse etme) özelliği (Gökalp ve Tanrıkulu, 2003).

Yıkama işleminin teorisi:

Yıkama olayı fiziksel ve kimyasal işlemlerin beraberce yapıldığı kompleks bir işlemdir. Birinci adım kiri yapıştığı yüzeyden ayırmak, ikincisi bu kirin tekrar geri çökmesini engelleyerek uzaklaştırmaktır. Yıkama olayına katılan beş faktör vardır. Kir, su, doku (kumaş, cilt v.b.), yıkama ekipmanları ve deterjandır.

Tekstil sanayinde yıkanacak olan madde ya doku ya iplik ya da bükülmüş ip halinde, evlerde ise genellikle doku halindedir. Yıkanacak maddelerin çeşitli oluşu yüzeylerin de çeşitli olmasına neden olur. Kirlerin yapıları da çeşitlidir. Kirler doku tarafından mekanik halde yüzeyde tutulup, çok küçük tanecikler halinde doku boşlukları arasına yerleşirler. Doku kirlerle ne kadar uzun süre temas halinde olursa o kadar iyi yerleşir ve temizlenmesi de o kadar zorlaşır.

Yıkama olayının ilk aşaması ıslatmadır. Burada suyun yüzey gerilimini düşürmenin önemi büyüktür. Bu da su yüzeyinin yüzey aktif madde tabakası tarafından örtülmesiyle olur. Yüzey aktif madde kirleri sarar, birleşmesini önler ve dokudan ayırır. Kirler suda süspansiyon veya emülsiyon meydana getirirler. Bunlar da kirin çökmesini önleyen maddelerle, durulama suyu ile birlikte sudan uzaklaştırılır.

Eğer kirler tekrar yüzeye çökerlerse ve bu olay tekrarlanırsa doku gri renk alır. Böyle bir dokuyu temizlemek için yükseltgen bir madde (hipoklorit, perborat v.b.) kullanılmalıdır.

Yıkama olayında yıkama ekipmanlarının etkisi (çitileme, bastırma, ısıtma, durulama, sıkma) deterjanın etkisini artırır.

Beyazlatıcı kullanılmayan ve yüksek sıcaklık uygulanamayan kumaşlarda oluşan ve çıkmayan kirlerde, enzim katkılı deterjanlar kullanılır. Bunlar düşük sıcaklıkta bir süre bastırılan kumaştaki lekeleri enzim aktivitesi sonucu parçalayarak çıkarır (Gökalp ve Tanrıkulu, 2003).

2.1. DETERJANLARIN SINIFLANDIRILMASI

Deterjan kompozisyonunu oluşturan maddeler, yüzey aktif maddeler, yapısal maddeler, ağartıcılar (beyazlatıcılar) ve diğer yardımcı maddeler olarak dört bölümde incelenir.

2.1.1. YÜZEY AKTİF MADDELER: Bir deterjan formülasyonunda, temizleme işlemini sağlayan en etkin bileşendir. Bu maddeler, suyla bağdaşamayan ve bu yüzden suyla uzaklaştırılıp temizlenemeyen maddelerin, çözünüp suyla uzaklaştırılabilir duruma getirilmesini sağlayan bileşiklerdir. Su ve sulu çözeltilerde çözüldükleri zaman yüzey gerilimini azaltıp, kirlerin buldukları yüzeyden daha çabuk koparılmasını sağlayan maddelerdir. Yüzey aktif madde

hammadesi için kullanılan kaynaklar, petrokimyasal veya doğal kökenlidir. Petrokimyasal hammaddeler, etilen, normal parafin ve benzen olup bu kaynaklardan üretilen aktif madde hammaddeleri lineer alkoller, lineer alkil benzenler, lineer alfa olefinler ve dallanmış zincir yapılı alkil benzenlerdir. Doğal kaynaklar ise, yağ alkollerini veya yağ asitleridir (Salar ve diğerleri, 2004).

Yüzey aktif maddelerin özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Çözünürlük: Bir maddenin yüzey aktif madde olabilmesi için, likid bir sistemin en az bir fazında çözünmesi gerekir.
2. " Amphipatric " yapı: Yüzey aktif madde molekülleri, çözünürlük eğilimine karşı koyan gruplardan oluşur. Suyun yüzey gerilimini düşüren, ıslatma ve deterjan özelliği gösteren yapı olarak tanımlanabilir.
3. Fazlar arasında yönelme: Yüzey aktif madde molekül ya da iyon formları iki faz arasından tek tabakaya yönelmişlerdir.
4. Fazlar arasında adsorbsiyon: Yüzey aktif maddeler yüzey gerilimini çok fazla düşürürler.
5. Misel oluşumu: Çözelti konsantrasyonu belli bir limit değeri aşınca misel oluşumu gözlenir.
6. Fonksiyonel özellikleri: Yüzey aktif madde solüsyonları, temizleme, köpürme, ıslatma, emülsifiye etme, dağıtma gibi fonksiyonel özellikler göstermektedirler.

Bir yüzey aktif madde, aynı molekülde iki farklı yapısal grup içermektedir. Bunlar suda çözünebilir, hidrofilik (su seven) gruplar ve suda çözünemeyen, hidrofobik (su sevmeyen) gruplardır (Özüyamanbaş, 1994).

Yüzey aktif maddeler, sulu çözeltideki iyonların davranışına göre, anyonik, katyonik, noniyonik ve amfoterik olmak üzere dört gruba ayrılırlar.

2.1.1.1. Anyonik Deterjanlar

En çok kullanılan ve evlerde tüketilen deterjanlar bu gruba aittir. Sulu çözeltide negatif yüklü bir grup veya anyon verirler ($R-OSO_3^-$ gibi). R hidrofobik hidrokarbon zinciridir. Pozitif yüklü iyon veya katyon genellikle sodyumdur (Yaramaz,1984).

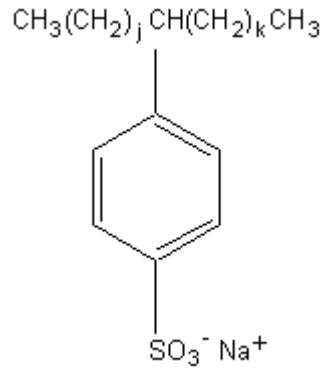
Yağın hidrofobik zincirine negatif yüklü hidrofilik kısım bağlanmıştır. Deterjanların en büyük sınıfıdır ve 60 farklı grubu vardır. Bu maddeler;

- Sabunlar,
- Alkil benzen sülfonatlar
- İkincil alkan sülfonatlar
- Yağ alkolü sülfatları veya alkil sülfatlar
- Alfa sulfo yağ asidi metil esterleri
- Alkil eter sülfatlar
- Yağ esterleridir.

a. Alkil Benzen Sülfonatlar

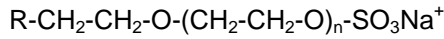
En yaygın şekilde kullanılındır. Alkil benzen ve bunların sülfonatları ile ilgili olarak yapılan kısaltmalar DDB (dodesil benzen), ABS (alkil benzen sülfonat), LAS (lineer alkil sülfonat) ve LAB (lineer alkil benzen) şeklindedir.

LAB köpürme özelliği yüksek ve çözünürlüğü fazla olan bir yüzey aktif maddedir. Fakat suyun sertliğinden etkilenmektedir. Yapıcı ile birlikte kullanıldığında çok iyi sonuçlar verir. LAB deterjan içinde LAB olarak kullanılmayıp LABSA (Lineer Alkil Benzen Sülfonik Asit) formuna dönüştürülerek kullanılmaktadır. Yani lineer alkil benzen sülfonik aside dönüştürülmektedir. LAB Türkiye'de üretilmemektedir. İthal edilip fabrikalardaki sülfonasyon ünitelerinde LABSA şekline dönüştürülmektedir.



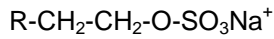
Lineer Alkil Benzen Sülfonik Asit

b. Alkil Eter Sülfat (Yağ Alkolü Eter Sülfatı)



Formülündeki alkil eter sülfatın R grubunda 10-12 arası C bulunmaktadır. n sayısı ise 1 ile 4 arasında değişmektedir. Su sertliğinden etkilenmez, yüksek çözünürlük gösterir. Sıvı formülasyonlarında düşük sıcaklıkta depolama kolaylığı vardır. Yün deterjanlarında, banyo köpüklerinde, şampuanlarda, bulaşık makinesi deterjanlarında kullanılır.

c. Alkil Sülfat (Yağ Alkolü Sülfatı)



Formülündeki alkil sülfatın R grubunda 11 – 17 arası C bulunmaktadır. Hassas olmayan kumaşlarda kullanılır. Ağır iş deterjanı üretmek amacıyla kullanılır (Salar ve diğerleri, 2004).

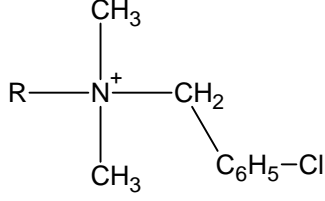
Anyonik yüzey aktif maddelerin fonksiyonel grubu genelde sülfat veya sülfonatları içerir ve hidrokarbon zinciri düz olduğunda tümüyle biyolojik olarak parçalanırlar (Anonim, 2007).

2.1.1.2. Katyonik Deterjanlar

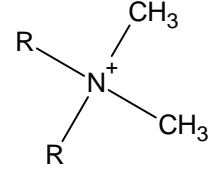
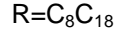
Organik bazların tuzlarıdır. İyonize oldukları zaman pozitif yüklü hidrofob amonyum veya piridinyuma ve negatif yüklü hidrofil gruba ayrılırlar. Bu tip deterjanların bakteri öldürücü özelliği

vardır. Bu deterjanlar, yiyecek fabrikaları, restoranlar ve otellerdeki eşyaları, mutfak kaplarını yıkamada, ayrıca eczacılıkta kullanılmaktadır (Yaramaz,1984).

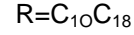
Yağın hidrofobik zincirine pozitif yüklü hidrofilik grup bağlanmıştır. Katyonik yüzey aktiflerin en çok bilinenleri yumuşatıcı olarak kullanılan kuaterner amonyum bileşikleri (dialkildimetilamonyumklorür) ile dezenfektan ve antistatik ajan olarak kullanılan kuaterner amonyum bileşikleridir.



- dezenfektan ve antistatik ajan-



-yumuşatıcı -



Katyonik deterjan bileşikler sınıfı, en azından pozitif yüklü azot atomuna direkt veya indirekt bağlanmış bir hidrofobik grup (R) içerir. Hidrofobik grup ya uzun zincirli yağ asitlerinden ya da petrokimyasallardan elde edilen uzun zincirli alkollerden üretilir (Salar ve diğerleri, 2004).

2.1.1.3. Noniyonik Deterjanlar

Hidrofobik zincire yüksüz bir hidrofilik zincir ya da grup bağlanmıştır. Düşük konsantrasyonlarda bile çok iyi etki gösterirler. Sentetik liflerde kirin tekrar çökmesini önleyici özellikleri vardır. R grubu, yağ alkoller, alkil fenoller ve oxo alkoller olmak üzere genel formülleri $\text{R-O}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_n\text{H}'$ dir.

Noniyonik deterjanların koloidal elektrolitler ve sulu çözeltilerinde iyonizasyonu oluşmaz. Kısmen hidrofobik ve kısmen hidrofilik kısımları diğer deterjanlara benzer. Hidrofilik kısımlar için hammaddeler başlıca hidroksietiloksijeni veya eter oksijeni bakımından zengindir. Noniyonik deterjanların sulu çözeltilerinin derecesi, bu maddelerin tüm çözünürlüğünün bu hidrofilik zincirin hidrasyonunun genişlemesine bağlı olmasından dolayı etkilidir. Su molekülleri hidrojen bağı ile eter oksijenini bağlar. Etilen oksit, propilen oksit, polialkilen glikoller, dietanolamin, gliserol, sorbitol ve sükröz hidrofilik kısım için kullanılan hammaddelerdir. Başlıca yağlardan elde edilen hidrofobik kaynaklar uzun zincirli asitler, alkoller, amitler ve aminlerdir.

Noniyonik deterjanların, anyonik deterjanlar için kimyasal ara ürünler, emülsiyon oluşturucular, köpük arttırıcılar ve çok sayıda ilaç uygulamaları da vardır. Özellikle modern sentetik kumaşlar ve düşük sıcaklıktaki etkisinden dolayı ağır amaçlı çamaşır makinelerinde iyonik deterjanların kullanımı daha önemlidir. Noniyonik deterjanlar sahip olduğu düşük kritik misel konsantrasyonlarında da epeyce düşük konsantrasyon kullanılmasına izin verir ve renk açma özelliklerinden dolayı tekstil sanayinde kullanılır (Salar ve diğerleri, 2004).

2.1.1.4. Amfoterik Deterjanlar

Hidrofobik yağ zincirine hem pozitif hem de negatif yüklü grup içeren hidrofilik grup bağlanmıştır. Örnek olarak alkil betain ve alkil sülfobetain verilebilir. Bu gruptaki yüzey aktif maddeler çok etkili, fakat çok pahalıdır. Yapıları ve üretimleri oldukça karışıktır.

Bu tip maddeler deterjan hammaddesi olarak çok yaygın bir şekilde kullanılmakla birlikte, hem anyonik deterjanların hem de katyonik elyaf yumuşatıcıların özelliklerine sahip oldukları için ilginçtirler, asidik ortamda katyonik, bazik ortamda anyonik olarak hareket ederler. Aynı molekülde hem anyonik hem de katyonik kısım vardır. Anyonik ve katyonik kısımlar molekülde denge halinde olduğu takdirde deriyi tahriş edici ve göz yakıcı özellikleri yoktur. Bu nedenle özel şampuan ve deriyi koruyucu preparatlarda kullanılırlar (Gökalp ve Tanrıkulu, 2003).

2.1.2. YAPISAL MADDELER

Yapısal maddelerin en önemli fonksiyonları, yıkamada kullanılan suyun içindeki kalsiyum ve magnezyum iyonlarını, diğer bir deyişle suyun sertliğini gidermeleri ve yıkama işlemini kolaylaştırmalarıdır. Deterjan endüstrisi tarafından en iyi olarak nitelendirilen yapısal madde sodyum tripolifosfattır. Deterjan formülasyonlarında iyon değiştirici yapısal maddelerin başında ise zeolitler (sodyum alumina silikatlar) gelmektedir (Salar ve diğerleri, 2004).

Sodyum tripolifosfat, su sertliğine neden olan iyonlarla (Ca^{++} , Mg^{++}) kompleks yaparak uzaklaştırma özelliği dışında; aktif maddelere sinerjistik etkisinin olması, suyun pH'ını 9-10 arasında tutarak temizleme işlemini kolaylaştırması, kirin su içinde kalmasını sağlaması, çamaşır makinelerinin yıpranmasını önlemesi, ekonomik olması, toksik özelliğinin olmaması, cilde alerjik etkisinin bulunmaması nedenleriyle önemli fonksiyonlara sahip yapısal maddedir (Egemen, 2000).

Yukarda sayılan avantajları nedeniyle diğer tüm katkı maddelerine tercih edilen sodyum tripolifosfat, ana madde olarak fazla miktarda fosfor içermesi nedeniyle önemli çevre sorunlarına yol açmaktadır. Çünkü sodyum tripolifosfat, içerdiği yüksek düzeydeki fosfor nedeniyle sulardaki alglerin çoğalmasını artırmakta ve alglerin dekompozisyonu sonucu suyun oksijeni azalmaktadır. Bu nedenle batı Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde sodyum tripolifosfatın deterjanlarda kullanılan miktarının azaltılması kararlaştırılmıştır (Anonim, 2007).

Çevresel problemler oluşturduğu için sodyum tripolifosfat yerine zeolitin kullanıldığı, ama son yıllardaki araştırmalara göre zeolitin de çevresel sorunlar meydana getirdiği belirtilmektedir (Salar ve diğerleri, 2004).

Yapısal maddeler; alkaliler, kompleks yapıcılar, iyon değiştiriciler olarak gruplandırılır.

2.1.2.1. Alkaliler

En çok kullanılan sodyum karbonat ve sodyum silikattır. Suyun sertliğinin arttıran metal iyonlarını çöktürürler. Deterjan çözeltisinin pH'ını alkali ortamda tutarak kirlerin tekrar çökmesini önleyici rol oynar. Çamaşır yıkama işlemi sırasında kirlerin çoğunluğu asit

özelliğinde olduğundan bir temizleme maddesinde alkalite istenen bir özelliktir. Alkalite suyun sertliğini önler. Alkalite ne kadar yüksek olursa maddenin temizleme gücü de o kadar fazla olur. Ev tipi yıkama maddelerinde ellerin korunması söz konusu olduğundan deri için daha düşük alkalite gerekir. Bu tip deterjanlarda pH maksimum 10,5 – 11'dir.

Deterjanların formülasyonlarında yıkama ortamına alkalilik vermek için bazı maddeler kullanılır. Bunlar, sodyum hidroksit, sodyum karbonat, sodyum silikatlar ve fosfatlardır.

2.1.2.2. Kompleks Yapıcılar

Bunlar suda çözünen organik veya anorganik tuzlardır. Su sertliğine neden olan metal iyonlarının kompleks iyonlarını bağlayarak zararsız hale getirir ve bir çökelteye neden olmaz. Aktif maddenin yıkama gücünü artırırlar. Suda bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonlarını bağlayarak tekstilde zamanla meydana gelecek olan grileşmeyi önlerler. Yıkamaya yardımcı temizleyici özelliği vardır. Sodyum tripolifosfattan başka en çok tanınan kompleks yapıcı maddeler sodyum difosfat, sodyum trifosfat, bazı fosforik asit türevleri, NTA (nitrioloasetik asit), EDTA (etilendiamin tetraasetikasit), bazı karboksilik asitler ve sitrik asittir.

2.1.2.3. İyon Değiştiriciler

Bunlar Ca ve Mg iyonlarını Na iyonu ile değiştirerek zararsız hale getirirler. En tanınmış olanları zeolit A (sasil), poliakrilik asit ve türevleri ile polikarboksilik asit ve türevleridir.

2.1.3. AĞARTICILAR (BEYAZLATICILAR)

Yıkama sonunda geride kalan serbest klor ve bu klorun kokusu, bu tür beyazlatıcıların en yaygın örneği olan hipokloritler alternatifler aranmasına neden olmuştur. Son yıllarda kullanımı giderek artan sodyum perborat en tipik örnektir. Beyazlatıcı etkiyi düşük sıcaklıklarda gösterebilmesi için sodyum perborat yanında genellikle bir de aktivatör kullanılmaktadır.

Ağartıcılar temizleyici değildirler. Yalnızca % 2 – 3 oranında kir uzaklaştırma etkileri vardır. Bir yıkama formülünde ağartıcının fonksiyonu, çamaşır elyafını boyamış olan pigmentleri (çay, kahve, şarap, meyve lekeleri gibi) okside ederek renksiz hale getirmek ve parçalayarak çözülür hale getirmek suretiyle uzaklaştırmaktır.

Ağartıcılar peroksit beyazlatıcılar ve hipoklorit beyazlatıcılar olarak iki grupta toplanır.

2.1.4. DİĞER YARDIMCI MADDELER

Enzimler, antiredepozitan maddeler, köpük stabilizatörleri ve regülatörleri, optik beyazlatıcılar, korozyon inhibitörleri, parfümler, boyalar ve dolgu maddeleridir.

2.1.4.1. Enzimler

Deterjanlarda kullanımları 1960'lardan sonra giderek artmıştır. Enzimler, karbonhidrat ve proteinler gibi büyük kompleks yapıda olan kirleri parçalayan katalizlerdir. Yani kendileri değişime uğramazlar ancak reaksiyona girdikleri molekülleri parçalarlar. Protein bazlı kan, yumurta, sos gibi lekelerin daha kolay çıkmasını sağlarlar. Enzimler etkilerini oldukça düşük sıcaklıklarda gösterirler ve özellikle ıslatma esnasında çok daha etkilidirler.

2.1.4.2. Antiredepozitan Maddeler

Yıkama suyuna geçen kirin, temizlenen yüzey üzerine birikimini önleyici özellikte maddelerdir. Örnek olarak CMC (karboksi metil selüloz) verilebilir.

2.1.4.3. Köpük Stabilizatörleri ve Regülatörleri

Yıkamada deterjanın köpüğünü artırıcı maddelerdir. En bilinenleri; polikarboksilik asitler, yağ asidi amidleri, yağ asitleri alkanol amidleri, betainler, sulfobetainler, aminoksitlerdir.

2.1.4.4. Optik Beyazlatıcılar

Kumaş üzerine düşen gözle görünmeyen ultraviole ışığı, görünür ışık dalga boyuna çevirerek kumaş üzerinden yansıtırlar. Böylece göz, kumaş üzerine düşen ışıktan fazla ışık alır. Kumaş olduğundan daha beyaz ve parlak görünür. Bu bir optik aldanmadır. Bir optik beyazlatıcı elyafa iyice bağlanmalı, oksijene, klora ve ısıya dayanıklı olmalıdır.

2.1.4.5. Korozyon İnhibitörleri

Çamaşır makinesinin, bulaşık makinesinin ve makedede yıkanan çatal, bıçak gibi metal eşyaların paslanmasını önler.

2.1.4.6. Parfümler

Ürünün güzel kokmasını sağlayan maddelerdir.

2.1.4.7. Boyalar

Deterjana özgül bir renk sağlamak amacıyla kullanılır.

2.1.4.8. Dolgu Maddeleri

Deterjana dolgu olarak kullanılan, silikatlar ve sodyum sülfat gibi maddelerdir (Salar ve diğerleri, 2004).

2.2. DETERJANLARIN SABUNLARLA KARŞILAŞTIRILMASI

Sabunlar uzun zincirli doğal yağ asitlerinin sodyum ve potasyum tuzlarıdır ve ana maddeleri doğal yağlardır. Dolayısıyla bu durum insan beslenmesinin aleyhinedir. Aynı zamanda insan gıdası olan hayvansal ve bitkisel yağlar pahalı hammaddelerdir.

Deterjanların ana maddeleri ise petrol fraksiyonlarıdır.

Sabunların molekül yapılarında bulunan hidrofob gruplar birleşerek miselleri oluşturur, bunlar yağ ve diğer kirleri de içine alarak suyun yüzey gerilimini düşürürler.

Bu özellik deterjanlarda sabuna nazaran çok daha etkilidir. Deterjanlar çok az miktarları ile köpük oluşturarak temizleme işlemini yapar. Bu nedenle daha ekonomiktir.

Deterjanların yapısında hidrofil grup bulunduğundan sudaki çözeltileri daha berraktır.

Sabunlar sert sularda kalsiyum ve magnezyum iyonlarıyla reaksiyona girerek suda erimeyen tuzlar oluşturmakta, böylece temizleme özelliği kaybolmakta ve hoşta gitmeyen çökelmeler olmaktadır.

Deterjanlar sert sularda kolayca çözüldüğünden tortu vermezler.

Sabunlar asitlere ve ağır metallere karşı dayanıklı değildir, deterjanlar ise dayanıklıdır.

Deterjanlı atık suların biyolojik oksijen ihtiyacı sabuna nazaran düşük değerdedir.

Deterjanların eşyayı ıslatma ve nüfuz kabiliyeti sabundan fazladır.

Belirtilen özelliklere göre deterjan kullanımı sabun kullanımından daha kolaydır (Salar ve diğerleri, 2004).

2.3. DETERJANLARIN BİLEŞİMİ

Deterjanların yapısına giren maddeler, hakiki aktifler (sabunlar, anyonik yüzey ajanları, iyonik olmayan yüzey ajanları, amfolit yüzey ajanları), birleştiriciler (polifosfatlar, karbonatlar, silikatlar), tekrar kuvvetlendiriciler (alkanolamid, amin oksitler), ilaveler (optik beyazlatıcı ajanlar, korozyona karşı olan maddeler, renk vericiler ve parfümler, bakterisid ajanlar), dolgu maddeleri (sodyum sülfat, su ve alkol), enzimlerdir.

Temizleme işlerinde kullanılan toz deterjanların ortalama bileşimi ; % 10–30 hakiki aktifler, % 5–30 sodyum polifosfat, % 5–30 sodyum sülfat, % 0–30 sodyum silikat, % 0–40 sodyum karbonat, % 0–30 sodyum perborat, % 0–20 sitrik asit, % 0–2 parfümler, renklendiriciler şeklindedir (Yaramaz, 1984).

2.4. DETERJANLARIN BİODEGREDASYONU

Kendi içinde bir dengeye ulaşmış olan çevre, tabiatına uymayan etkiler karşısında etkilenmekte, tekrar dengeye ulaşmak için yeni davranışlarla (bakteri, enzim üreterek) kirlilik faktörlerine cevap vermektedir. Mikroorganizmalar bozulan çevre şartlarına uyum sağlamada çok hızlı davranabilmektedir. Gelişmiş organizmalarda bozulan çevre şartlarına uyum daha uzun zamanda sağlanabilmektedir. Temizlik ve yıkama maddesi olarak kullanılan deterjanlar için de aynı durum geçerlidir.

Biodegradasyon, mikroorganizmaların deterjanları kullandığı ve basit olmayan kimyasal olayların değişimidir. Deterjanlar mikroorganizmalar tarafından tüketilir, yani gıda olarak yenir.

Sudaki mikroorganizmaların bazıları deterjanlara adapte olmuş, bazıları ise olamamıştır. Ancak uygun sıcaklık koşullarında degradasyonun tamamlanabilmesi için uygun bir zamana gereksinim vardır. Eskiden kullanılan tetrapropilen benzen sülfonat % 30 oranında degradasyona uğrarken, günümüzde kullanılan deterjanlar % 90 oranında degradasyona uğramaktadır. Farklı tuzluluktaki suların, yumuşak deterjanları % 80–90 oranında biodegradasyona uğrattığı saptanmıştır.

Biodegradasyondan sorumlu faktörler :

- Deterjan aktif madde sayısı,
- Mevcut mikroorganizmaların adaptasyon dereceleri ve tabiatları,
- Deterjan konsantrasyonu,
- pH,
- Sıcaklık,
- Etkilenme süresi,
- Ortamın havalandırılması,
- Ortamın bileşimi,

- Mineral maddelerin seviyeleri ve organik maddelerdir.

Organik madde konsantrasyonunun önemli oluşu, biodegradasyonu kolaylaştırmasıdır. Bu ortamda mikroorganizmalar hızlı bir şekilde çoğalırlar ve biomasları artar. Bununla birlikte ortamdaki isteklerine göre besinleri kullanırlar. Birçok mikroorganizma türünün anyonik deterjanları kuvvetlice absorbladığı dikkate alınır, anyonik deterjanların bulunan değerlerine hem biodegradasyon hem de deterjan-protein etkilemesi sonucunda absorpsiyonun etkili olması beklenmelidir (Egemen, 2000).

1966 – 1968 tarihleri arasında, anyonik deterjanların biodegradasyona uğraması ile ilgili olarak bir çalışma yapılmış, deneysel çalışmalar sonucunda *Klebsiella*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* and *Micrococcus* cinslerinin üyelerinin deterjanları degradasyona uğrattığı ve degradasyonu çevresel şartların etkilediği, örneğin çakıl, amyant (asbest) gibi cansız materyallerin veya kuru aktif çamurun varlığında degradasyonun olduğu, pepton gibi nutrientler eklendiğinde deterjanların normal olarak degradasyona uğramadığı sonucuna varılmıştır (Cook, 2003).

Scott ve Jones (2000) yaptıkları çalışmada, yüzey aktif maddelerin çevrede yarattığı kontaminasyonları gözden geçirmişlerdir. Bugün kullanılan iki ana surfaktan LAS ve APE'nin (alkil fenol etoksilat) atık su arıtma tesislerinde kısmen aerobik degradasyona uğradığını, kısmen de atık sulu çamur adsorbe edildikten sonra araziye uygulandığını, toprağa sulu çamurun uygulanmasıyla birlikte surfaktan düzeyinin 0 – 3 mg kg⁻¹ aralığında olabileceğini, APE'nin ürünlerin bozulmasında az da olsa toksisite gösterdiğini, ayrıca erkeklerde sperm sayısının azalmasıyla ve kanserojen etkilerle de bağlantı olabileceğini, sonuç olarak anyonik yüzey aktif maddelerin yaygın olarak kullanımı ciddi oranda risk oluşturmazken, katyonik yüzey aktiflerin çok daha toksik olduğunu ve katyonik deterjanların degradasyonu ile ilgili bilgi eksikliği olduğunu belirtmişlerdir.

Dong Hu gölündeki (Çin) LAS'ın degradasyonunda mikrobiyal popülasyonun büyüklüğünün etkileri araştırılmıştır. Çalışmada LAS oranları arasında korelasyonu bulmak, göl suyunda başlangıçtaki bakteriyal popülasyonun büyüklüğünü bulmak amaçlanmıştır. Sonuç olarak test ortamında mikrobiyal popülasyonun büyüklüğünün, LAS degradasyon oranını etkilediği saptanmıştır (Yediler ve diğerleri, 2003).

2.5. DETERJANLARIN BOŞALTILDIKLARI ALICI SULARA BAŞLICA ETKİLERİ

Köpük oluşturma, biyolojik ayrışma sonucu oksijen tüketimi, sudaki canlılar üzerine etkileri, ötrofikasyon ve içme sularına etkileri şeklinde özetlenebilir.

Deterjan aktif maddeleri alıcı sularda su özelliklerine bağlı olarak 0,5 mg/l'den yüksek derişimlerde köpük oluştururlar. Oluşan köpükler su yüzeyini kaplayarak havalandırmaya ve oksijen alışverişine engel olabilir. Deterjan aktif maddesi boşaltıldıkları alıcı sularda biyokimyasal reaksiyonlarla ayrışırlar ve bu ayrışma sırasında ortamdaki çözünmüş oksijeni kullanırlar, bu da ani oksijen eksikliğine neden olabilir.

2.5.1. Deterjanların Sucul Canlılar Üzerine Etkileri

Deterjanların sucul canlılar üzerine toksik etkilerine ilişkin ön çalışmalar, tatlı su canlıları ile başlatılmıştır ve Devillers, deterjanların *Salmo gairdnerii*'nin gastrula safhasında gelişmeyi durdurduğunu gözlemiştir (Yaramaz, 1984).

Perkins'in yaptığı bir çalışmada, % 75 deniz suyu, % 25 deterjan ile hazırlanan bileşimlere, 0,5, 5, 15 ve 30 dakikalık aralıklarla yerleştirilen organizmalarda bazı türlerin hassasiyet gösterdiği (*Balanus balanoides*, *Carcinus maenas*, *Psammaechinus milaris*, *Mytilus edulis* türleri (mortalite % 90 – 100), bazı türlerin ise dayanıklılık gösterdiği (*Littorina littoralis*, *Mucella lapillus* türleri) saptanmıştır (Yaramaz,1984).

Balıklar üzerinde deterjanların toksik etkileri araştırılmış, balıkların omurgasızlara oranla daha hassas oldukları saptanmıştır. ABS'nin 0,01 ppm'lik, LAS'ın 1 ppm'lik konsantrasyonunun *Crassostrea virginica* ve *Merceneria merceneria* veliger larvalarında büyümeyi durdurduğu gözlenmiştir. Crustaselerden *Elminius modestus* ve poliketlerden *Sabellaria spinulosa* yumurta ve larvalarına benzer toksik etkiler gösterdiği saptanmıştır (Egemen, 2000).

Bellan ve diğerleri, farklı sistematik gruplara ait türler üzerinde anyonik ve noniyonik deterjanların toksik etkilerini araştırmışlar, noniyonik deterjanların anyonik deterjanlara oranla 1,5 – 2 kat daha fazla etkili olduğunu belirtmişler ve organizmaların hassasiyetlerine karşı deterjanların toksisitelerini saptamışlardır (Gündoğdu, 1995).

Lewis (1991), sucul hayvanlara, yüzey aktif maddelerin kronik ve subletal toksisitelerinin değerlendirmesi ile ilgili çalışmasında, anyonik ve katyonik yüzey aktif maddelerin, kronik toksisite konsantrasyonlarının genellikle 0,1 mg/l'den büyük olduğunu, bu yüzey aktiflerin davranışsal ve psikolojik etki aralığının 0,002 – 40 mg/l arasında olduğunu, ulaşılan bu toksisite verilerinin, büyük oranda birkaç yüzey aktifin (ağırlıklı olarak LAS) laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen toksisite verilerini olduğunu belirterek, daha önce hazırlanan raporları karşılaştırmıştır. Bu raporlara dayanarak, nehirlerde kronik toksisite değerleri ve ölçümlerine göre anyonik LAS'ın, diğer yüzey aktif maddelerden akuatik olarak daha güvenilir olduğunu, tatlı ve tuzlu sulardaki yüzey aktifler için saptanmış verilerin güvenilirliği ve geçerliliğinin başlangıçta tetkik edilmesi ve hayvan test türleri için laboratuvar ve arazi verileri eklenerek bir sonuca ulaşılması gerektiğini belirtmiştir.

Deterjanların fitoplankton üzerine etkilerinin araştırıldığı bir toksikoloji çalışmasında, bir diatom türü olan *Phaeodactylum tricornutum* kültüründe metilen mavisi aktif maddeler değerlendirilmiştir. Ticari deterjan solusyonları doğal fitoplankton örneklerine eklendiğinde, klorofil-a içeriğinde ve birincil üretim potansiyelinde önemli değişiklikler, *P. tricornutum* hücre yoğunluğunda şiddetli bir azalma gözlenmiş, ayrıca konsantrasyon 2 – 5 mg MBAS/l olarak bulunmuştur (Aidar et al, 1997).

Jensen (1999), karasal çevrede LAS'ın etkileriyle ilgili bilgileri derlediği makalesinde, LAS'ın oldukça hızlı şekilde degrade olduğunu, fakat anaerobik şartlarda çok yavaş şekilde

degrade olduğunu veya hiç olmadığını, bu nedenle LAS'ın atık çamurda yüksek konsantrasyonlarda bulunabileceğini, bu çamurun toprağa uygulanması sonucu da yüksek konsantrasyondaki LAS'ın toprağa geçmiş olacağını ve topraktaki bu konsantrasyonun genellikle en az 1 mg kg^{-1} , en çok 5 mg kg^{-1} olduğunu belirtmiş ve karasal sistemde LAS'ın olumsuz etkilerinin uzun zaman sürecinde önlenebileceği sonucuna varmıştır.

LAS'ın subletal konsantrasyonlarının balıklarda yaptığı biyokimyasal ve hematolojik değişikliklerle ilgili yapılan çalışmada, gökkuşacağı alabalığına değişik dozlarda LAS uygulandıktan sonra, böbrek, karaciğer, solungaçlardaki biyokimyasal değişiklikler ve hematolojik parametreleri rapor edilmiştir. Uygulama 54 günlük bir periyotta yapılmıştır. Bir kontrol grubu, 2 deney grubu (1. gruba $0,2 \text{ mg/l}$ LAS, 2. gruba da $0,4 \text{ mg/l}$ LAS uygulanmıştır) oluşturulmuştur. Çalışma sonunda enzim düzeyleri (laktat dehidrogenaz LDH, aspartat amino transferaz AST, alanin amino transferaz ALT, alkalın fosfataz ALP) düşük olarak belirlenmiştir. Karaciğer ve böbrekteki ALT, ALP, AST enzim aktiviteleri LAS uygulandıktan sonra azalmıştır, fakat solungaçtaki LDH aktivitesi artmıştır. Bununla birlikte deney grubunda eritrosit sayısı artmıştır ve bu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında deney grubunun tüm organlarında önemli histopatolojik değişiklikler gözlenmemiştir (Türkmen ve diğerleri, 2004).

Deterjan içeren suda, diğer kirleticilerin de etkileri artabilir. Örneğin milyonda bir oranında deterjan içeren suda DDT gibi böcek öldürücü pestisidlerin balıklardaki toksisitesi artmaktadır. Diğer yandan sudaki miktarına göre deterjanın canlıda yüksek oranda biriktiği çalışmalarla saptanmıştır. Yapılan bir araştırmada bir balık türünün etinde 18 mg/kg 'a kadar deterjan birikebildiği saptanmıştır. Yani deterjan, denizden aldığımız besin zinciri yoluyla bizlere kadar ulaşabilmektedir (Egemen, 2000).

2.5.2. Deterjanlardan Kaynaklanan Fosfatın Etkisi

Sulu sistemlerde fosfor, bu sistemlerde mevcut olan çok yönlü ve karmaşık kimyasal dengelerin anahtar elemanlarından biridir. Sularda fosfat, çözülmüş fosfat, çözülmüş organik fosfat ve partiküle fosfor bileşikleri halinde bulunur. Çözülmüş fosfat çoğunlukla orto fosfat iyonları (H_2PO_4^- , HPO_4^-) halindedir. Suda fosfat bileşiklerinin dağılımı pH'ın fonksiyonu ile değişir.

Evsel atık sularda fosforun yaklaşık % 50'si evsel ve endüstriyel orijinli atıklardan, kullanılan deterjanların yapısındaki fosfattan gelir. Bu madde $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (sodyum bifosfat) ve $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ (sodyum trifosfat) şeklinde bulunur. Evsel kökenli pis sulardaki toplam fosforun $1,6 \text{ gr P/N}$ gün deterjanlardan, $1,7 \text{ gr P/N}$ gün insan dışkısından ve 57 mg P/N gün ise yiyecek maddelerinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Evsel atık sulardaki fosforun ana kaynağı, 1925'te $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ve 1934'te $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ olarak değiştirilip kullanılan çamaşır temizleme tozlarıdır. Bugün dünyada 3.000.000 ton fosfat çamaşır tozu için kullanılmaktadır.

Tarımsal üretim alanlarından yıkanarak suya karışan fosfor miktarı 0,2 – 1 kg P/ha yıl olarak verilmekte olup alıcı ortam suya fosforun % 91'i evsel ve endüstriyel atıklardan gelirken, % 9'u da tarımsal alanlardan gelmektedir.

Atık sularla, erozyonla, tarımsal topraklardan drenajla ve yağmur sularıyla gelen azot, fosfor gibi besleyici elementlerin, göl, nehir, durgun su ve körfezlerde maksimum düzeye ulaşması sonucu aşırı alg çoğalmasının ardından ötrofikasyon sorunu ortaya çıkmaktadır.

OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü), ötrofikasyonu "suların besleyici elementlerce zenginleşmeleri sonucu artan alg ve makrofit üremesi, balık avlama alanlarının, su kalitesinin nitelikçe bozulmasına kadar varan bir dizi semptomatik değişim ve su kullanımı ile uyuşmayan diğer başka etkilerinin ortaya çıkması" olarak tanımlamaktadır.

Ötrofikasyon, alglerin hızlı çoğalması, alglerin neden olduğu koku ve tat, bazı alglerin salgıladığı toksik maddeler, su yüzeyinde alg kütlelerinin yüzmesiyle oluşan estetik problemler, göl tabanında organik maddelerin birikmesi, oksijen tükenmesi ve balık ölümleri, birçok yabancı bitkilerin yetişmesi, suda, organik maddelerin neden olduğu renklenme, suyun filtrasyonunda zorluklar ortaya çıkması, denize girilen sahillere ve denizciliğe olumsuz etkileri gibi birçok probleme neden olur. Ötrofikasyon daha da arttığında flora ve fauna için olumsuz etki yapan hiperötrofikasyon sorunu ortaya çıkmakta ve bu olay yüzeysel suların yaşlanma sürecini hızlandırmaktadır (Egemen, 2005).

Dünyada çeşitli alıcı sularda yapılan çalışmalar alg gelişimini sınırlayıcı parametrenin fosfor, klorofil konsantrasyonları ve ışık geçirgenliği ile birlikte ifade edilen fosfor düzeyi olduğunu ortaya çıkarmıştır. Su kaynağında 0,1 mg/l fosfor derişimi veya 0,1 g/m² – yıl fosfor yükü ötrofikasyon için su kalite ölçüsü olarak kabul edilmektedir (Egemen, 2000).

Ötrofikasyonun önlenmesi için, kanalizasyon sularına fosfor deşarjının azaltılması, özellikle fosfatsız deterjanların kullanılması, göllerde, iç sularda birikmiş olan fosfatların kimyasal çöktürme ile elimine edilmesi, organik maddelerin parçalanmadan önce mekanik toplayıcılarla ortamdaki çıkarılması, suya herbivor balık ilavesi, ortamı oksijenlendirme, ekosisteme temiz su ilavesiyle kirlenmiş suyun yerini değiştirme, özellikle göl çevresindeki tarım arazilerinde kimyasal gübrelerin bilinçli kullanılması ve göl ortamına ulaşmasının engellenmesi amacıyla teraslama uygulaması yapılmalıdır (Egemen, 2005).

Deterjanlarda STP (sodyum tripolifosfat) kullanımının engellenmesiyle, evsel atık suların fosfat yükünün % 20 – 25 oranında azalabileceği saptanmıştır. Evsel atık sular için kimyasal çöktürme veya biyolojik arıtım yöntemleriyle % 90 verimle fosfat uzaklaştırılması mümkündür. Bunlardan en çok uygulanan yöntem alüminyum tuzları, demir tuzları veya kireç ilavesiyle uygulanan kimyasal çöktürmedir.

Yapılan çeşitli çalışmalar sonucu STP dolgu maddesi yerine, zeolitler, nitrilotriasetat ve alkalilerin kullanılabileceği saptanmıştır.

Zeolitler, sodyum alüminyum silikatlar olup, iyon değiştirme yoluyla suyu yumuşatırlar. STP yasağı getirilen ülkelerde en çok kullanılan maddelerdir.

Nitritotriasetat (NTA), nitritotriasetik asitin sodyum tuzu olup, suda sertliğe yol açan iyonları çok iyi bağlar. Fakat maliyeti STP'ye göre çok yüksektir, ayrıca çevrede yaratabileceği toksik etki ve ağır metalleri alıcı sulara taşıma özelliğinden dolayı birçok ülkede kullanımı yasaklanmıştır.

Alkalilerin temizleme güçleri STP seviyesine ulaşmamaktadır. Toprak alkali karbonat ve silikatlar suda sertliğe neden olan iyonlarla çözünmez bileşikler oluştururlar.

Yurdumuzda başlangıçtan beri dolgu maddesi olarak STP kullanılmaktadır (Egemen, 2000).

Avrupa'da, atık çamurunun kullanımının tarımda yaygınlaşması, kullanılan pahalı gübreler yerine topraktaki fosfatın yeniden tutulması gibi yöntemlerle atıklarda bulunan fosfatın yarısından fazlası 1990'lardan bu yana geri dönüştürülmektedir. Uygulanan Avrupa evsel atık su arıtım yönergesinde, evsel atıklardaki fosfatın deterjan içeren farklı kaynaklardan, yiyecek atıklarından, insan idrarı ve dışkısından kaynaklandığı ve artık etkileyici çevresel konulardan biri olduğu gösterilmektedir. Bu yönergede, genişleyen kentlerdeki tüm atık çalışmalarında, fosfatın ortadan kaldırılmasının, potansiyel olarak ötrofikasyona yatkın veya yüzey sularına deşarjdan sonra arıtıma yatkın sularda gerekli olduğu önemle belirtilmiştir. Atıktan potansiyel olarak kullanılabilir fosfatın geri dönüşümüyle elde edilen miktarlar oldukça artmıştır ve atıktan fosfat eldesi önemli bir gelişme olarak kaydedilmiştir. Endüstriyel proseslerde fosfatın ayrıştırılması için çeşitli yollar hala tartışılmaktadır (Lijmbach and Thornton, 2003).

Forsberg (1994), karadan suya büyük oranda nutrient akışı, deniz ve göllerde ötrofikasyon konulu çalışmasında, doğal kaynaklara zararın önlenmesi ve karadan suya büyük oranda nutrient akışının durdurulması için, dünyada artan populasyon oranının azalması, tarımsal alanda kullanılan gübrelerin içeriklerinin değişmesi, yeni belediye arıtım tesislerinde yüksek oranda nutrientlerin geri dönüşümünün sağlanması, örneğin deterjanlarda nutrientlerin gereksiz kullanımının durdurulması, yiyecek ve içeceklerde nutrient ilavesinin azaltılması gibi önlemlerin gerekliliğini, örneğin kolanın 180 mg/l içerdiğini, bu konsantrasyonun, fabrikaların modern atık arıtım tesislerindeki atık sudan (0,5 mg/l) yaklaşık 350 kat fazla olduğunu ve finansal kaynakların ve çabaların denizlerdeki büyük çaplı ötrofikasyonu durdurmak için harcanmasının önemini belirtmiştir.

Genellikle su kalitesinin belirlenmesine yönelik araştırmalar çok sayıdadır ve bu çalışmalarda önemli bir parametre olan fosfat parametresinin belirlenmesiyle ilgili çalışmalar öncelikle yurtiçi ve daha sonra yurtdışı çalışmalar şeklinde aşağıda sıralanmıştır.

İzmir Körfezi'nde evsel ve endüstri atıklarının neden olduğu deterjan ve bor kirliliğinin araştırıldığı çalışmada, fosfat derişiminin 0,12 – 5,89 µg P/L aralığında olduğu spektrofotometrik metotla saptanmış, vertikal dağılımında fosfatın farklı derişimlerde olduğu belirtilmiş, bunun

nedeni olarak da fosfatın besleyici elementlerden oluşu ve ortamda bulunan plankton, bakteri, balık v.b. tarafından tüketilişi gösterilmiştir (Yaramaz, 1984).

Meriç Nehri kirliliğinin araştırıldığı çalışmada, spektrofotometrik yöntemle, toplam PO_4^{-3} -P 1,4 – 37 $\mu\text{g.at/l}$, orto fosfat 0,09 – 20 $\mu\text{g.at/l}$ arasında değişen değerlerde bulunmuş, organik fosforun anorganik fosfora göre daha etkin olduğu, yüksek fosfat değerlerinin de, çoğunlukla yerleşim bölgelerine yakın yerlerde bulunduğu belirtilmiştir (Kontaş, 1990).

Çikoğlu (1991), Sapanca Gölü yüzey sularının kirlenmesinde deterjanların katkılarını araştırdığı çalışmada, ortalama orto-fosfat konsantrasyonunu 0,190 mg/l, toplam fosfat konsantrasyonunu 0,952 mg/l olarak saptamış ve göl etrafındaki nüfus yoğunluğu artışına paralel olarak besin elementleri girdisinin artacağından, evsel atık suların arıtıldıktan sonra göle boşaltılmasının gerekliliğini önemle belirtmiştir.

Tuğrul (1992), Gediz Nehri'nde evsel ve endüstriyel atıkların neden olduğu anyonik yüzey aktif madde ve nutrient kirliliğini incelemiş, su örneklerinde fosfat konsantrasyonlarını 0,016 – 4,054 mg/l arasında değişen değerlerde, spektrofotometrik yöntemle ölçmüştür. Ayrıca Gediz Nehri'nin bir yılda İzmir Körfezi'ne getirdiği nutrient yüklemesini hesaplamış ve fosfat için 52,2 ton/yıl olarak bulmuştur.

Gediz nehrinde yapılan diğer bir çalışmada, nehir suyunun fosfor içerikleri analiz edilmiş ve fosfor değerleri 20 – 7410 $\mu\text{g/L}$ gibi çok geniş bir aralıkta saptanmıştır. En yüksek fosfor içeriği, istasyonlar göz önüne alındığında, genelde Karaçay'ın Gediz'e karıştığı noktada bulunmuştur. Özellikle Karaçay ve Gediz birleşim noktasında yoğunlaşan fosfor kirlenmesinin tarımsal işlevlerden çok endüstriden kaynaklandığı belirtilmiştir (Okur ve diğerleri, 1997).

"Karadeniz Kıyı Şeridi Yüzeysel Sularında Fosfor ve Türlerinin İncelenmesi" adlı yüksek lisans tezinde, Değirmendere, Çark ve Kozlu derelerinin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre IV. sınıf su kalitesinde, diğer dere ve ırmakların II. ve III. sınıf su kalitesinde olduğu saptanmıştır (Yüzbaşı, 1997).

Su samurlarının (Lutra lutra) içinde yaşadığı suların fiziko – kimyasal özelliklerinin tespit edildiği bir araştırmada, ortalama orto-fosfat konsantrasyonu Dalaman Çayı'nda 0,213 mg/l, Yuvarlak Çay'da ise 0,08 mg/l olarak saptanmış, bu değerler su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde belirtilen su kalite parametrelerinden toplam fosfor değerleriyle karşılaştırdığında, her iki çayın da II. su kalite sınıfında olduğu bulunmuştur (Barlas, 1999).

Taşdemir ve Göksu (2001), Hatay bölgesinin sahip olduğu en önemli su kaynaklarından biri olan Asi Nehri'nin bazı su kalite özelliklerini belirledikleri çalışmaları sonucunda, Asi Nehri'nin az kirli su sınıfında olduğunu saptamışlardır. PO_4^{-3} -P için en düşük ve en yüksek değerler, askorbik asit yöntemi kullanılarak, 0,002 – 2,44 mg l^{-1} olarak bulunmuştur.

Yuvarlak Çay'ın (Köyceğiz – Dalyan özel çevre koruma bölgesi) sürdürülebilir kullanımı için eylem planı oluşturulması projesi sonucunda, Yuvarlak Çay'da ortalama fosfor içeriği 0,02 mg/l olarak bulunmuş ve 4 Eylül 1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazetede belirtilen

yüzeysel sulardaki toplam fosfor limitleyici konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında çay suyunun I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında olduğu görülmüştür (Balık ve diğerleri, 2002).

Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı ve Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezinin birlikte yürüttükleri "Belek, Patara ve Kekova Özel Çevre Koruma Bölgelerinde Su Kirliliği İzleme Projesi" sonucunda verilen kesin raporda, toplam fosfat değerlerinin 0,5 – 22,3 mg/l arasında değiştiği ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre yüksek kaliteli ve az kirlenmiş sular olarak adlandırılabilen sonucuna varılmıştır. Toplam fosfat Merck Spectroquant Nova 60 cihazı kullanılarak ölçülmüştür (Anonim, 2004-b).

Başaran (2004), Bakırçay deltası kirlilik parametrelerini araştırdığı doktora tez çalışmasında, Bakırçay Nehri'nden alınan örneklerin analizi sonucunda fosfat fosforu konsantrasyonunun 1,83 – 22,93 µg at/l arasında değiştiğini saptamış, ortalama fosfat miktarını 10,94 µg at/l bulmuştur. Orto-fosfat fosforu, çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan mavi renkli fosfomolibdik asitin spektrofotometrede ölçülmesiyle saptanmıştır. Bu değerler yüzeysel sulardaki limitleyici fosfat konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında nehir suyunun yüksek kaliteli su sınıfında olduğu bulunmuştur.

Bakırçay havzasında yapılan diğer bir kirlilik etüdü çalışması sonucu, toplam fosfor parametresi 0 – 0,7 mg/l arasında konsantrasyon değerlerine ulaşmış ve suyun, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre IV. sınıf su kalitesinde olduğu bulunmuştur. Toplam fosfor analizi spektrofotometre kullanılarak, fosfat kiti ile yapılmıştır. Kirliliğin yağışlara bağlı olarak tarım ve hayvancılık faaliyetleri ve endüstriyel atık sulardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Gündoğdu ve Turhan, 2004).

Kara ve Çömlekçioğlu'nun (2004), Karaçay (Kahramanmaraş) üzerinde yaptıkları araştırmada 3 istasyon belirlenmiş, fosfat değerleri spektrofotometrik yöntemler kullanılarak, I.istasyonda 0,949 – 6,82 mg/l, II. istasyonda 0,583 – 6,76 mg/l ve III. istasyonda 0,22 – 0,97 mg/l arasındaki değerlerde bulunmuş ve tüm istasyonlarda fosfat kirliliği olduğu saptanmıştır.

Mumcular Barajı'nın (Muğla-Bodrum) fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlendiği araştırma sonucunda, amonyum heptomolibdat metodu ile kalorimetrik olarak ölçülen ortalama fosfat iyonu değeri 0,2 mg/l olarak bulunmuştur. Kıta içi su kriterleri bakımından II. sınıf olan Mumcular Baraj Gölünde önemli bir fosfat kirliliği olmadığı, organik kirlilik derecesi bakımından ise baraj suyunun vasat kirli, II. sınıf özellik gösterdiği belirtilmiştir (Yılmaz, 2004).

'Marmara Denizi'nin mevcut kirlenme durumu ve çözüm önerileri' adlı çalışmada Marmara Denizi'nde ölçülen toplam fosfat konsantrasyonunun ortalama 0,3 µmol P/l düzeyinde olduğu, deniz ortamları için ötrofikasyon sınırı, fosfor için 0,15 µmol P/l olarak kabul edildiğinden, Marmara Denizi'nin tümünün genelde ötrofik bir yapıya sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre Karadeniz'den Marmara'ya yılda yaklaşık 0,98.10⁴ ton

TP (toplam fopsfat) ve 1990 yılı itibariyle İstanbul'dan Marmara Denizi'ne yılda $0,33 \cdot 10^4$ ton TP girmektedir (Akkaya, 2004).

Yenişehir Gölünün kirliliği ve kirletici faktörlerin araştırıldığı çalışmada, fosfat miktarının $0 - 0,32 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değiştiği spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. NO_3^- ve PO_4^{3-} değerleri, yaz aylarında göl çevresinin kullanımının artmasına bağlı olarak artmış ve bu dönemlerde plankton yoğunluğunun artmasını sağlayan en önemli etkenlerden biri olmuştur (Tekinalp, 2005).

Küçük Menderes Nehri'nin su kalitesinin ve ekosistemdeki etkileşiminin incelendiği araştırmada, fosfat derişiminin $0 - 1,88 \text{ mg/l}$ arasında değişen değerlerde olduğu, ortalama değer ise $0,34 \text{ mg/l}$ olarak bulunduğu kaydedilmiştir. Bu ortalama değer, yüzeysel sulardaki toplam fosfor limitleyici konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında su kalitesi olarak II. sınıf yani az kirlenmiş su sınıfındadır (Egemen ve diğerleri, 2005).

Çanakkale Boğazi'nda klorofil a ve çözünmüş mineral besin elementi miktarlarının analizinin yapıldığı çalışmada, spektrofotometrede ölçümü yapılan tüm mineral besin elementleri içerisinde en düşük miktarda fosfat bulunmuştur. Fosfat konsantrasyonu bazı noktalarda $0,01 \mu\text{M}$ seviyesinin altına düşerken, bazı noktalarda da $9,09 \mu\text{M}$ düzeyine yükselmiştir. Fosfat miktarı örnekleme noktaları arasında önemli düzeyde ($p < 0,0001$) varyasyon göstermiştir. Sonuç olarak çalışılan bölgede su içerisindeki toplam inorganik azotun fitoplankton gereksinimine göre sınırlayıcı olmadığı belirlenirken, fosforun potansiyel olarak sınırlayıcı bir besin elementi olduğu ortaya konulmuştur (Koçum, 2005).

Ankara Çayı kirliliği üzerine yapılan bir araştırmada elde edilen fosfat değeri ortalama $3,81 \text{ mg/l}$ olarak bulunmuş ve bu değer su kalitesi parametreleriyle karşılaştırıldığında yüksek bulunmuştur (Atıcı ve Ahıska, 2005).

Taş (2006), Derbent Baraj Gölü'nün (Samsun) su kalitesini belirlediği çalışmasında, orto - fosfatın çoğu gölde temel fosfat kaynağı olduğunu ve göllerde ortalama total fosfor içeriğinin $0,01 - 0,03 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değiştiğini belirtmiş, araştırması sonucunda, kalorimetrik metotla, orto-fosfat değerini en yüksek $0,16 \text{ mg l}^{-1}$, en düşük iz düzeyde, ortalama $0,0538 \text{ mg l}^{-1}$ olarak tespit etmiştir. Bu ortalama değer kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri ile karşılaştırıldığında, fosfor parametresi bakımından suyun II. sınıf özellik gösterdiği sonucuna varmıştır.

Çark Deresinin kirlilik kaynaklarının ve su kalite sınıfının belirlendiği yüksek lisans tez çalışmasında elde edilen ortalama parametre değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleriyle karşılaştırılmış ve II. su kalite sınıfında olduğu bulunmuştur. Çalışmada fosfat fosforu ortalama $0,208 \text{ mg/l}$ olarak, molibdofosforik asit formunun kalay klorür ile molibden mavisi rengini oluşturması ve oluşan rengin spektrofotometrede 690 nm dalga boyunda ölçülmesi sonucu saptanmıştır. Sonuç olarak Çark deresinin kaynaktan döküm noktasına doğru

kirlendiği ve kirlilik yaratan faktörlerin endüstriyel, evsel ve tarımsal kaynaklı olabileceği belirtilmiştir (Kurtulmuş, 2006).

Meksika'daki Rio San Juan Nehri'nde su kalite parametrelerinin değerlendirildiği çalışmada, ortalama total fosfat konsantrasyonu $0,105 \text{ mg L}^{-1}$ olarak tespit edilmiş ve bu değer in Avrupa Topluluğu içme suyu standart değeri olan $0,4 \text{ mg L}^{-1}$ 'den düşük olduğu ve nehir suyunun fosfat parametresi bakımından, ulusal su komisyonunun su havzaları için kabul ettiği ekolojik kriter değeri olan $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ değeri standardında olduğu sonucuna varılmıştır (Laureano and Navar, 2002).

Rheraya Nehri (Fas) üzerinde yapılan su kalitesi araştırmalarında, fosfat konsantrasyonu spektrofotometreyle ölçülmüş ve $0,043 - 1,286 \text{ mg l}^{-1}$ arasındaki değerlerde bulunmuştur. Nehrin üst kısımlarında değerler $0,1 \text{ mg l}^{-1}$ 'den düşük, aşağı kısımlarında, akıntı yönünde değerler artmış fakat $1,3 \text{ mg l}^{-1}$ 'i geçmemiştir. Ölçümü yapılan diğer fiziko – kimyasal parametrelerle birlikte değerlendirildiğinde nehir suyunun kireçli, sert ve biraz asidik karakterde olduğu sonucuna varılmıştır (Khebiza et al, 2006).

Vietnam'da Hanoi şehrinin atıklarıyla kirlenen Nhue Nehri'nde yapılan deneysel araştırmalar ve modelleme çalışmaları sonucu elde edilen su kalitesi parametre değerleri içinde, total fosfat $3,5 \text{ mg P/l}$ olarak bulunmuş, özellikle çözülmüş oksijen düzeyinin $1 \text{ mg O}_2/\text{l}$ 'den az olduğu saptanmıştır. Nhue Nehri'ne çok fazla miktarda arıtılmadan atılan atık yükünün su kalitesini etkilediği, aynı zamanda çözülmüş oksijen miktarının azalmasında önemli olduğu belirtilmiştir (Duc et al, 2006).

Dun Nehri ve Kenet Nehri'nde (İngiltere) yüzey suyu kalitesinin tanımlandığı araştırmada, jeolojik kaynaklar (Ca, Sr konsantrasyonları ve alkalinite), tarımsal kaynaklar ve atık girdileri (Na, Cl, B, çözülmüş fosfat ve nitrat) göz önüne alınarak konsantrasyonlar, titrimetrik ve elektrokimyasal yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Çözülmüş fosfat, Dun Nehri'nde ortalama $86 \mu\text{g l}^{-1}$, Kenet Nehri'nde $83 \mu\text{g l}^{-1}$ bulunmuştur (Neal et al, 2006).

Japonya'daki Fuji Nehri havzasında yapılan, yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesinde çok değişkenli istatistiksel tekniklerin kullanıldığı çalışmada, 1995 – 2002 yılları arasında, sekiz yıl boyunca 12 farklı parametre ölçülmüş ve bu değerlere değişik istatistiksel teknikler uygulanmış, az kirli, orta derecede kirli ve çok kirli bölgeler belirlenmiştir. Kirlilik kaynakları olarak evsel ve endüstriyel atıklar ve tarımsal işlemler gösterilmiştir. Ölçülen parametreler içinde bulunan $\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$ değerleri $0,01 - 0,13 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değişmektedir (Shrestha and Kazama, 2007).

Çin'deki Yangtze Nehri'nin yüzey suyu kalite parametreleri, endüstriye dayalı ve tarıma dayalı bölgelerde ayrı ayrı incelenmiş ve her iki bölgede de, çözülmüş fosfat, organik fosfat ve toplam fosfat değerleri yüksek çıkmıştır. Bunun nedeninin belediye atık suları olduğu kabul edilmiştir. Tarıma dayalı bölgelerde toplam fosfat $1,31 \text{ mg l}^{-1}$, çözülmüş fosfat $1,07 \text{ mg l}^{-1}$, organik fosfat $0,24 \text{ mg l}^{-1}$; endüstriye dayalı bölgelerde toplam fosfat $0,64 \text{ mg l}^{-1}$, çözülmüş

fosfat $0,38 \text{ mg l}^{-1}$, organik fosfat $0,26 \text{ mg l}^{-1}$ bulunmuştur. Çözünmüş fosfat, doğrudan Murphy ve Riley'in kuru yakma metodu (Lu, 2000) ile ölçülmüş, total fosfat, konsantre sülfirik asit ve hidrojen peroksit kullanılarak belirlenmiştir. Belediye atık suyunun arıtımında, deşarjdan önce azot ve fosfor miktarının düşürülmesi ve tarımda azot ve fosfor miktarı bakımından daha uygun gübrelerin kullanımı gibi önlemler alınabileceği, o bölgede yaşayan insanların çevresel kirliliğin sebep ve sonuçlarının farkına vararak çevreyi korumalarının gerekliliği önemle belirtilmiştir (Zhang et al, 2007).

2.5.3. Deterjanların İçme Sularına Etkileri

İçme suyu amaçlı kullanılan kuyu sularında parçalanmaz özellikte dallanmış zincire sahip ABS moleküllerine rastlamak mümkündür. Dolayısıyla oluşan köpük problemini çözümlmek için ABD ve Avrupa'da 1964 – 65 yıllarında tümüyle LAS kullanılmaya başlanmıştır. Değişik tuzluluk derecesine sahip alıcı ortam analizlerinde LAS'ın % 80 – 90 oranında parçalandığı, bir atık su örneğinde ise, LAS'ın $0,5 \text{ mg/l}$ konsantrasyonun altına 2 aylık bir periyot içinde ulaştığı, ABS taşıyan aynı miktardaki atık su örneğinde ise, ABS'nin 5,5 yıllık bir periyotta $0,5 \text{ mg/l}$ 'ye ulaştığı tespit edilmiştir. Aerobik arıtma tesislerinde de LAS'ın kolaylıkla parçalandığı, parçalanmayan kısmın yarattığı toksisitenin önemli miktarda olmadığı bildirilmiştir. Bu açıdan ülkemizde son yıllarda deterjan yapımında aktif madde olarak biyolojik parçalanması oldukça kolay olan LAS kullanılmaktadır (Anonim, 2007).

İçme sularında zararsız fosfor konsantrasyonu $7 \text{ mg/l P}_2\text{O}_5$ üst sınırdır. Deterjanlar konusunda Dünya Sağlık Teşkilatı'nın önerdiği limitlere göre içme suyunda bulunabilecek anyonik deterjanlar $0,2 \text{ mg/l}$ 'yi geçmemelidir. Yine aynı kuruluşun 1984 yılında yayınladığı "İçme Suyu Kalitesi için Ana Hatlar" adlı yayında deterjanlar için sınır değer verilmemekte, ancak içme suyunda köpük, tat ve koku meydana getirmeyecek seviyede olması gerektiği belirtilmektedir. Deterjanlar insanlara içme suyu ile ayrıca deterjanla kirlenmiş su ile yıkanan meyve ve bitkiler ve çalkalanmadan kullanılan kaplarla geçebilir. Evlerde yıkanan kaplar sonradan çalkalandığı zaman suya $0,2 - 1 \text{ ppm}$ yüzey aktif madde verir (Anonim, 2007).

3. GEDİZ NEHRİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tuğrul (1992), Gediz Nehri'nde evsel ve endüstriyel atıkların neden olduğu anyonik yüzey aktif madde ve nutrient kirliliğini incelemiş, su örneklerinde anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonlarını $0,023 - 4,48 \text{ mg/l}$, fosfat konsantrasyonlarını da $0,016 - 4,054 \text{ mg/l}$ arasında değişen değerlerde bulmuştur. Ayrıca Gediz Nehri'nin bir yılda İzmir Körfezi'ne getirdiği anyonik deterjan ve nutrient yüklemesini hesaplamıştır. Gediz Nehri'nin İzmir Körfezi'ne bir yılda boşalttığı yük miktarlarını anyonik yüzey aktif maddeler için $41,2 \text{ ton/yıl}$, fosfat için $52,2 \text{ ton/yıl}$ olarak bulmuştur.

Gediz Nehri'nin doğduğu yerden denize döküldüğü yere kadar olan yatağından, farklı yedi noktadan su örnekleri alınarak yapılan çalışmada, bazı fiziko-kimyasal özellikler yanında, iz element ve ağır metal içerikleri ile azot fraksiyonları ve total fosfor içerikleri analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre en yoğun kirlenmenin Karaçay ve Gediz Nehri birleşim noktasında olduğu bulunmuştur (Okur ve diğerleri, 1997).

1993 yılında DSİ tarafından yapılan ölçümler sonucunda, Gediz Nehri'nin oldukça kirlenmiş bir su kaynağı, özellikle Manisa'dan mansaba kadar olan bölümünün hem azot, hem organik madde, hem de ağır metaller yönünden çoğunlukla IV. sınıf bir su kaynağı durumunda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.1). Ayrıca, Gediz Havzası evsel atık suların yükü ve nüfus verilerinden hareketle kanalizasyon kirlilik yükü hesaplanmış ve Çizelge 3.2'de sunulan yükler elde edilmiştir (Burak ve diğerleri, 1997).

Çizelge 3.1: Gediz Nehri Kirlilik Durumu

	KOI	Hg	NO₂-N	Pb
Alaşehir Çayı	I-IV	II	II-IV	I-IV
Değirmendere	I	-	II	I
Kurşunlu	I-II	II	III	II
Tabak	I-II	II	III	II-III
Gencer	I-II	II	III	II
Selendi	I	IV	II	I
Deliniş	I	III	II	II
Demirci	I-II	III-IV	III-IV	I-II
Medar	I	-	II	-
Kum	I	-	IV	-
Nif	II-IV	II	III-IV	I-III
Gencer-Manisa	II-III	II-IV	III-IV	II-I
Manisa-mansap	II-IV	II	IV	IV-II

Çizelge 3.2: Gediz Havzasında Kanalizasyon Kirlilik Yükü

	1990	2010
BOI ₅ kg/gün	86 798	150 023
Toplam N, kg/gün	17 360	30 004
Toplam P, kg/gün	3 472	6 001
AKM, kg/gün	52 080	90 012

Uzunoğlu tarafından 1999 yılında yapılan “Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi” adlı tez çalışması sonucunda, nehir suyunun, sulama sularında izin verilen ağır metal konsantrasyonlarından düşük düzeylerde ağır metal içerdiği ve sulama suyu olarak kullanılmasında sakınca olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak bulunan değerler Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen inorganik kirlilik sınır değerleriyle karşılaştırıldığında, nehir suyunun krom ve kurşun bakımından kirli olduğu ve kirliliğin halk sağlığı açısından da önemli düzeyde olduğu saptanmıştır.

2001 yılında Yavaş, “Gediz Havzasındaki Aktivitelerin Gediz Nehri Kirliliğine Etkileri” adlı tez çalışmasında, alınan su örneklerini kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kurşun, toplam krom, demir ve alimünyum parametreleri yönünden inceleyerek değerlendirmiştir. Özellikle sanayileşmenin, yerleşim yerlerinin ve tarımsal aktivitelerin yoğun olduğu bölgelerde incelemeye konu olan parametrelerin pik değerler çizdiğini saptamıştır.

Kayar ve Çelik (2003) tarafından yapılan “Gediz Nehri Kimi Kirlilik Parametrelerinin Tayini ve Su Kalitesinin Belirlenmesi” adlı bir araştırmada da, su kalitesi olarak nehir suyunun III. sınıf bir sulama suyu olduğu ve metal kirlilik düzeyinin oldukça yüksek düzeyde bulunduğu belirtilmiştir.

Büyük Menderes ve Gediz Nehri sedimentlerinde ağır metal konsantrasyonlarının belirlendiği bir çalışmada, Gediz Nehri'nin Pb, Cr, Mn, Zn bakımından kirli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu kirliliği endüstrileşmenin, tarımsal aktivitelerin ve evsel atıkların oluşturabileceği belirtilmiştir (Akçay ve diğerleri, 2003).

DSİ Genel Müdürlüğü ve Çevre Bakanlığı tarafından yürütölmüş olan “Gediz – Yeşilirmak Havzalarında Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Bu Havzalarda Kalite Sınıflarının Tespiti Projesi”, 1993 yılında tamamlanmış ve nehrin ana kolundaki suyun genelde IV.sınıf, Demirköprü baraj gölünü besleyen Demirci, Deliniş, Selendi ve Gediz Çaylarındaki suyun evsel ve tarımsal atıklar nedeniyle III. sınıf, bazı yörelerinde IV. sınıf olduğu, ayrıca bölgede bulunan jeotermal suların da pH'ı etkileyen faktörlerden biri olduğu, yöredeki maden yatakları nedeniyle Hg, Pb ve bor değerlerinin yüksek olduğu, Manisa yakınlarında Gediz nehrinin önemli yan kollarından biri olan ve özellikle Kemalpaşa ilçesindeki yoğun ve çeşitli endüstriyel faaliyetler ve ilçenin evsel atıkları nedeniyle oldukça kirli durumdaki (IV. sınıf) Nif çayının Gediz Nehri'ne karışmasıyla suyun kirliliğinin daha da arttığı, bakteriyolojik parametrelere göre Alaşehir Çayı (II. sınıf su) dışında havzanın genelinin II. ve III. sınıf kaliteye sahip olduğu, bunun da havzadaki yerleşim birimlerinin atıklarının nehre doğrudan verilmesinden kaynaklandığı sonuçlarına varılmıştır (Anonim, 2004-a).

Aksoy (2005), Gediz Nehri ağzında su, sediment ve planktondaki ağır metal düzeylerini belirlediği çalışması sonucunda, ağır metal konsantrasyonlarını, Cd, Cr, Cu ve Ni için sediment>plankton>su; Co, Fe, Mn, Pb ve Zn için sediment>su>plankton şeklinde sıralamıştır.

Gediz Nehri'nin İzmir Körfezi'ni kirleten önemli bir kirlilik kaynağı olduğunu belirterek, bu kirliliğin gerek çevre gerekse halk sağlığı açısından önem taşıdığı sonucuna varmıştır.

Manisa İl Özel İdaresinin 2006-2008 yılları için geçerli olarak hazırladığı stratejik yatırım planında, çevre başlığı altında, insan sağlığını, doğal kaynakları ve estetik değerlerini korumak suretiyle sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda, çevrenin korunması ve iyileştirilmesine yönelik tedbirleri almak, çevre ile ilgili veri ve bilgi iletişim sistemleri oluşturmak ve uygulamak suretiyle yaşanabilir bir çevre standardı oluşturmak olarak belirlenen stratejik amaçta, ulaşılmak istenen hedeflerden birinin Gediz Havzası kirliliğinin tespiti ve giderilmesi için projeler geliştirmek olduğu ve bu nedenle aşağıda belirlenen faaliyetlerin uygulanacağı belirlenmiştir.

Faaliyet 1: Gediz Havzasında su kirliliği oluşturan noktasal kaynakların, yerleşim birimleri ve endüstri tesisleri bazında tespiti için denetim ve incelemeler yapılacaktır.

Faaliyet 2: Gediz Havzasında su kirliliğinin belirlenmesi ile ilgili Gediz Nehri ve kollarından su numuneleri alınacak ve kalite ölçümleri yapılacaktır.

Faaliyet 3: Gediz Havzasında kirliliğin tespiti, önlenmesi ve kirliliğin tekrarlanmaması ile ilgili gerek ulusal, gerekse uluslararası kuruluşlarla temasa geçilerek bilgi ve deneyimlerinden yararlanılacak, kredi ve finansman kaynaklarının belirlenmesi konusunda çalışmalar yapılacaktır.

Faaliyet 4: Gediz Havzasında katı atık depolama tesislerinin mevcut durumları belirlenerek, bunların yüzeysel ve yeraltı sularına olan etkisini tespit etmek amacıyla, mevcut katı atık depolama tesis yerleri haritalara işlenecektir.

Faaliyet 5: Gediz Havzasında entegre bir yönetim modeli oluşturarak temizlenmesi konusunda kurulan "*Gediz Havzası İleri Çevre Koruma Hizmet Birliği*" faal hale getirilecektir.

Stratejik amaç kapsamındaki bu hedef, il hedeflerinden biri olup, Çevre ve Orman Bakanlığı desteği gerektirdiğinden bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için ilgili bakanlığın işin takipçisi olacağı belirtilmiştir (Anonim, 2006).

4. MATERYAL – METOD

4.1. Materyal

Araştırma alanı olarak, Manisa il sınırlarından geçen Gediz Nehri üzerinde ve özellikle deşarj noktaları göz önünde bulundurularak istasyonlar belirlenmiştir. Araştırma materyali olarak, saptadığımız istasyonlardan her ay alınan su örnekleri seçilmiştir. Örneklemeler Haziran 2005 - Mayıs 2006 tarihleri arasındaki sürede, aylık periyotlar halinde yapılmıştır.

4.1.1. Araştırma Bölgesinin Özellikleri

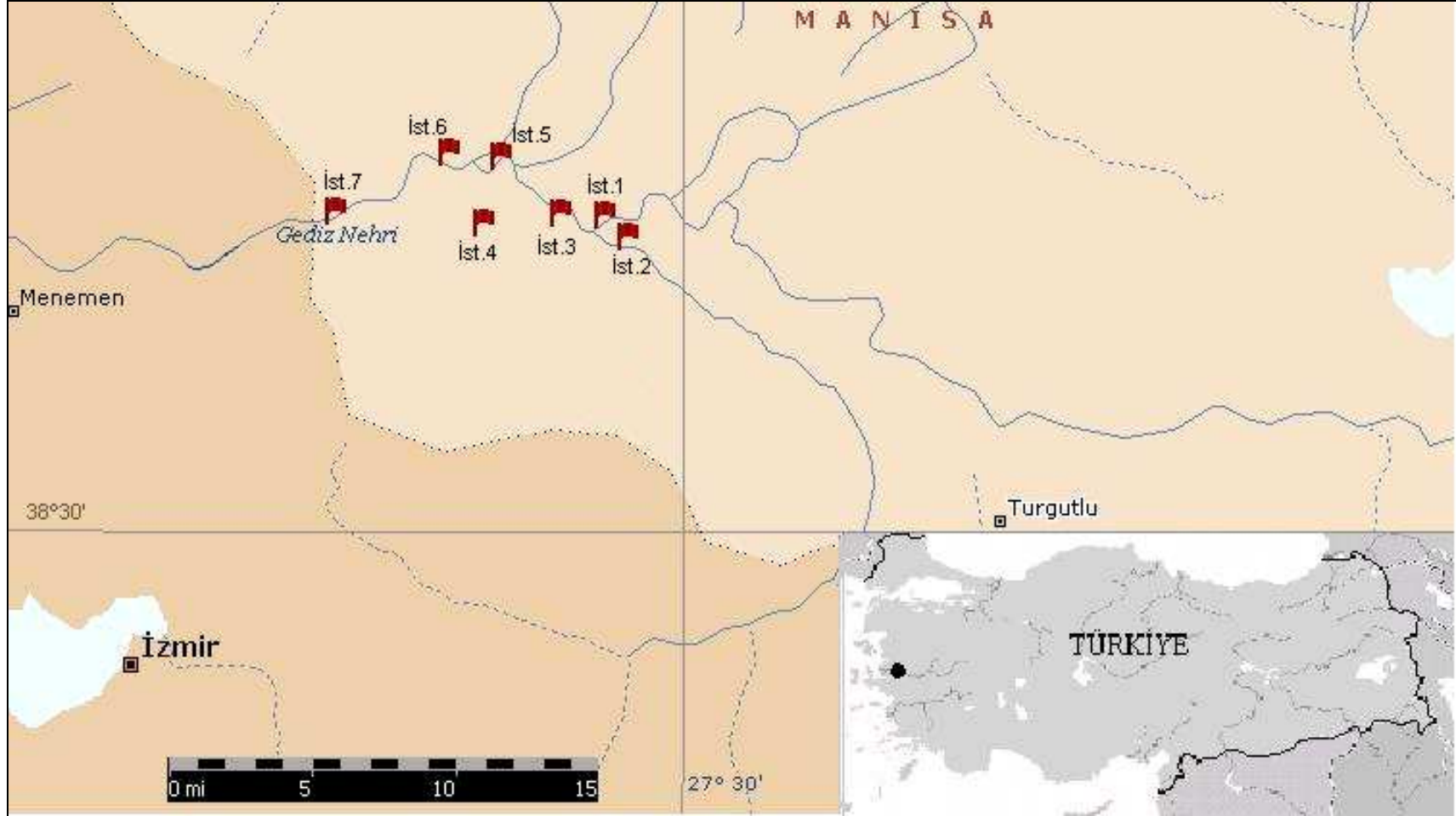
Kütahya'nın Gediz ilçesinin 26 km doğusundaki Murat Dağı'nın yamaçlarından doğan Gediz Nehri'nin önemli kolları Nif, Murat, Kum, Medar, Selendi, Alaşehir, Derbent, Gördes, Deliniş ve Demrek çaylarıdır. Kurşunlu, Tabak, Sart, Gencer, Yeniköy, Karaçalı, Irlamaz ve Keçili gibi derelerin katılımıyla daha da büyüyen Gediz Nehri, Salihli, Manisa ve Menemen ovalarını geçtikten sonra, Foça'nın güneyinde, Çamaltı Tuzlası yakınlarında Ege denizine dökülmektedir. Doğduğu bölgeden döküldüğü yere kadar Gediz Nehri yakınlarında, Manisa il merkezi ile Foça, Menemen, Kemalpaşa, Turgutlu, Salihli, Demirci, Alaşehir ve Gediz ilçe merkezleri olmak üzere birçok yerleşim yeri vardır ve nehrin suları gün geçtikçe, insanların her türlü aktiviteleri sonucu oluşan atıklarla kirlenmektedir.

Gediz havzası, DSİ'nin en önemli sulama kanalı çalışmaları yaptığı bir alandır. Manisa'nın kullanılmış su şebekesinin getirdiği tüm atık sular DSİ tahliye kanalları vasıtasıyla boşaltılmaktadır. Ayrıca Medar çayı, Akhisar ilçesinin kullanılmış sularını Gediz'e taşımaktadır. Diğer yandan, Menemen Muradiye, Salihli, Demirci, Ahmetli, Turgutlu, Alaşehir, Sarıgöl ve Saruhanlı'nın evsel nitelikli atık suları da Gediz'e boşaltılmaktadır (Anonim, 2003).

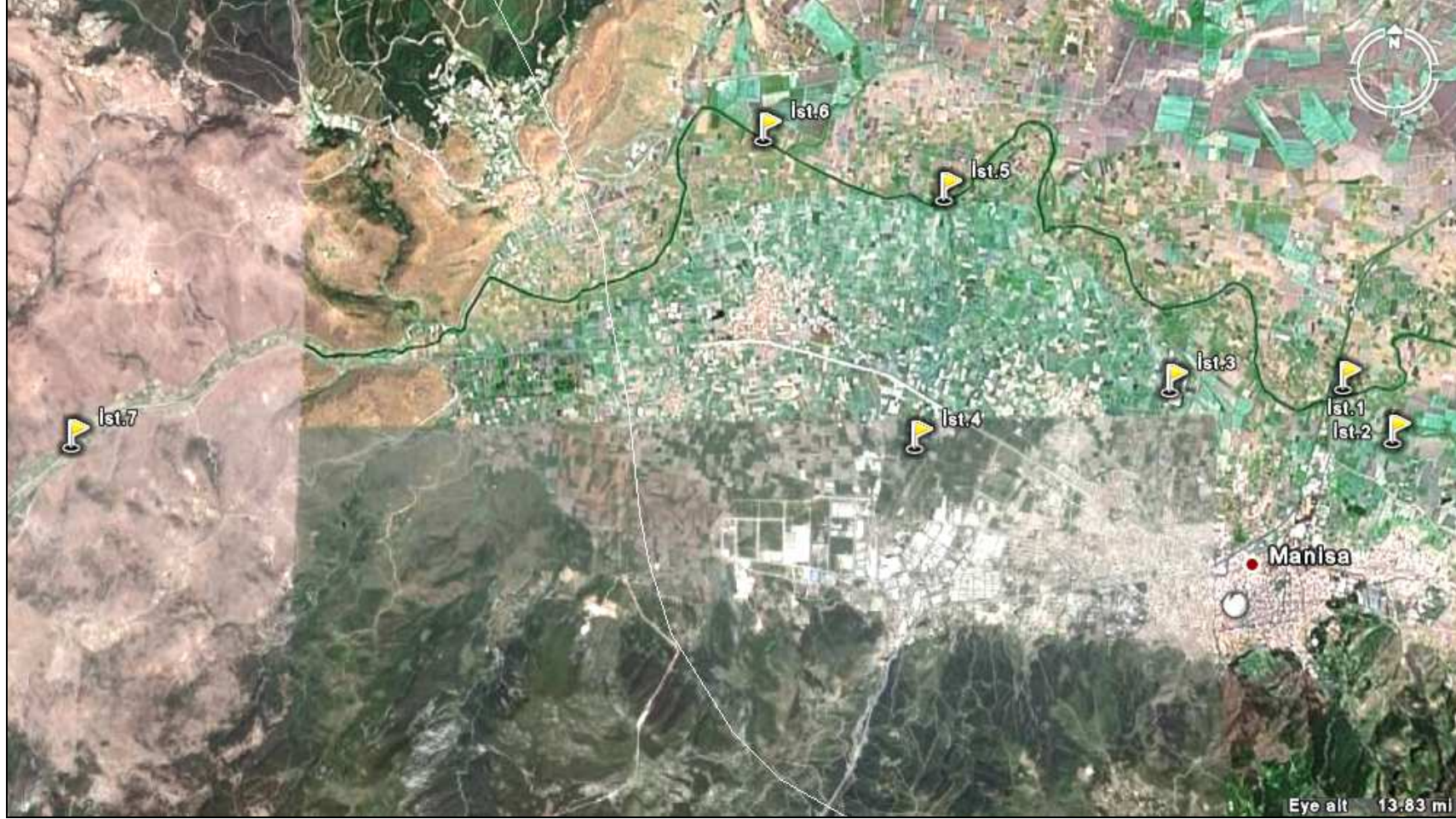
Örneklemeye istasyonlarının saptanmasında, kirlenici kaynak olarak evsel ve endüstriyel atıkların nehre yoğun bir şekilde döküldüğü noktalar dikkate alınmıştır (Şekil 4.1.1. 1 ve 2). Belirlenen istasyonların iki tanesi Gediz Nehri'ne deşarj yapan arıtım tesisleridir. Örneklerin alındığı istasyonların koordinatları çizelge 4.1.1.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.1.1: Örnek alınan istasyonların koordinatları

İSTASYON NO	İSTASYON ADI	KOORDİNATLAR
1	İstanbul Yolu Gediz Köprüsü	38°38'39.85" N 27°26'47.50" E
2	Nif Çayı	38°38'19.22" N 27°27'11.03" E
3	Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtım Tesisleri	38°38'43.55" N 27°25'0.66" E
4	Sanayi Arıtım Tesisleri	38°38'6.02" N 27°21'55.04" E
5	Karaçay	38°40'18.16" N 27°22'9.59" E
6	Muradiye Gediz Köprüsü	38°40'58.59" N 27°19'49.28" E
7	Gediz İzmir Sınırı	38°38'2.87" N 27°12'23.07" E



Şekil 4.1.1.1: Belirlenen istasyonların konumu



Şekil 4.1.1.2: İstasyonların uydu görüntüsü.

Seçilen istasyonlar ve özellikleri şöyledir:

4.1.1.1. İSTASYON 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

Gediz Nehri üzerinde belirlenen istasyonlardan biridir. Gediz Nehri Manisa il merkezi girişi olarak bu istasyon seçilmiştir. Doğrudan herhangi bir atık atılmamaktadır (Şekil 4.1.1.1.1).

4.1.1.2. İSTASYON 2 (Nif Çayı)

İzmir ili Kemalpaşa ilçesinde son zamanlarda sanayi bakımından büyük bir gelişme gözlenmektedir. Bu bölgede başta ağır makine sanayi olmak üzere, gıda, metal, kimya, tekstil, deri, karton ve ambalaj, seramik, toprak ürünleri, ayakkabı, karo ve boya üretimi, mermer, maden işleme gibi çok geniş bir yelpazede üretim yapan tesislerin sayısı günden güne artmaktadır. Bu endüstrilerin birçoğunda arıtma tesisi bulunmadığı veya çalışmadığı için atık sular genellikle Nif Çayına deşarj edilmektedir (Göktaş ve Harmanlı, 2000).

Nif çayına organik madde, azot, fosfor açısından aşırı derecede kirlendiği, özellikle Nif çayı ile Gediz'in birleştiği kesimde suyun IV. kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca endüstri kaynaklı fenol ve siyanür kirlenmesi de önemli boyutlardadır (Anonim, 2003).

Kemalpaşa ilçesinin endüstriyel ve evsel atıklarını Gediz Nehri'ne taşıyan Nif Çayı, Gediz Nehri'ni kirlüten önemli kirlenme kaynaklarından biri olduğu için, Manisa ili girişinde önemli bir istasyon olarak seçilmiştir (Şekil 4.1.1.2.1).

4.1.1.3. İSTASYON 3 (Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtım Tesisleri)

Manisa'nın evsel atık sularının arıtıldığı, Manisa merkezinden 7 km, Horozköy'den 2 km. uzaklıkta Mağarabahçe mevkiinde bulunan biyolojik arıtma kapasitesi 31.000 m³/gün olan Belediye Evsel Atık Su Arıtma Tesisi istasyon olarak özellikle seçilmiştir. Tüm evsel atık su arıtılarak Gediz Nehrine bırakılmaya hazır hale getirilmektedir. Arıtım işlemleri sonucunda elde edilen çamur (günde 15 ton), kurutulmuş gübre olarak kullanılabilir. Arıtılan su ise doğrudan Gediz Nehri'ne boşaltılmaktadır. Ayrıca buraya belediye sınırları içinde endüstriyel atık su oluşumuna neden olan işletmelerden Sümerbank Tekstil Fabrikası ve Kenan Evren Sanayi Sitesi atık suları da gelmektedir (Şekil 4.1.1.3.1).

4.1.1.4. İSTASYON 4 (Sanayi Arıtım Tesisleri)

İl merkezinde bulunan Organize Sanayi Bölgesi Manisa'nın batısında Karaçay ve Safrançayı, eski Menemen yolu ve İzmir-İstanbul karayolu arasında kalan 1.739.000 m²'lik alan üzerine kurulmuştur. Organize Sanayi Bölgesi III. kısım da hizmete girecektir.

Manisa Organize Sanayi Bölgesinde 15000 m³/gün kapasiteli merkezi atık su arıtma tesisi, I.ve II. kısımda bulunan fabrikaların atık sularını arıtmaktadır. Merkezi atık su arıtma tesisi II. ve III. kısım sanayi bölgesinde yeni kurulacak fabrikaların atık sularını da arıtacak şekilde planlanmıştır (Anonim, 2007).

Arıtıldıktan sonra atık sular Karaçay'a bırakılmaktadır ve Karaçay aracılığıyla Gediz nehrine ulaşmaktadır (Şekil 4.1.1.4.1).

4.1.1.5. İSTASYON 5 (Karaçay)

Manisa Organize Sanayi Bölgesi'nin endüstriyel atık sularının arıtıldığı Sanayi Arıtım Tesislerinin deşarj yaptığı Karaçay'ın Gediz nehrine karıştığı bölge istasyon olarak belirlenmiştir. Kara çayın suyunun kahverengi - kırmızı renkte olması nedeniyle, bu bölgede nehir suyunun rengi değişmektedir (Şekil 4.1.1.5.1).

4.1.1.6. İSTASYON 6 (Muradiye Gediz Köprüsü)

Manisa il merkezine bağlı bir belde olan Muradiye'nin evsel ve endüstriyel nitelikli atık suları Gediz Nehri'ne boşaldığı için, Muradiye sınırları içindeki Muradiye Gediz Köprüsü istasyon olarak seçilmiştir (Şekil 4.1.1.6.1).

4.1.1.7. İSTASYON 7 (Gediz İzmir Sınırı)

Manisa merkez sınırları içinden geçen Gediz Nehri üzerinde araştırma yapıldığı için, Manisa il merkezi çıkışı, İzmir ili Menemen ilçesine bağlı Emiralem beldesi sınırları girişı olan nokta istasyon olarak seçilmiştir. Özellikle de Manisa içinde Gediz Nehri'nin evsel ve endüstriyel atıklarla ne derece kirletildiğinin saptanması bakımından son istasyon olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1.1.7.1).



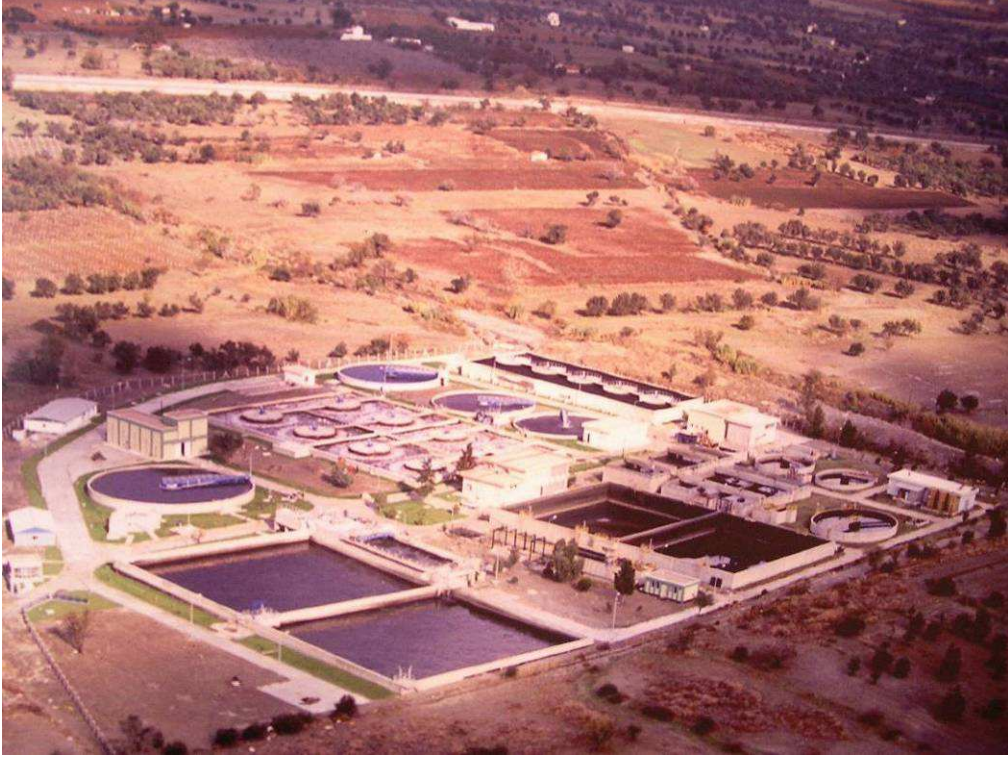
Şekil 4.1.1.1.1: İstanbul Yolu Gediz Köprüsüne ait genel görünüş.



Şekil 4.1.1.2.1: Nif Çayı'na ait genel görünüş.



Şekil 4.1.1.3.1: Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtım Tesislerine ait genel görünüş.



Şekil 4.1.1.4.1: Sanayi Arıtım Tesislerine ait genel görünüş.



Şekil 4.1.1.5.1: Karaçay'a ait genel görünüş.



Şekil 4.1.1.6.1: Muradiye Gediz Köprüsüne ait genel görünüş.



Şekil 4.1.1.7.1: Gediz İzmir Sınırına ait genel görünüş.

4.2. Metod

İstasyonlardan örnek alınırken, aynı zamanda bu bölgelerde pH, sıcaklık, turbidite, iletkenlik parametreleri de, TOA WQC (Water Quality Checker) – 20A marka su kalite parametreleri ölçüm cihazıyla ölçülmüştür. Anyonik deterjan ve fosfat miktarlarının belirlenmesinde kullanılan analiz yöntemleri birbirinden farklıdır.

4.2.1. Anyonik Deterjan Miktarının Belirlenmesi

Metilen mavisi ile aktif maddelerin tayini için kullanılan bu yöntem ile LAS ve ABS veya bu tür bileşiklerin izomerleri ayrılamaz. ABS son zamanlarda yerini LAS'a bıraktığı için, ölçülen yüzey aktif maddelerinin tümü LAS olarak kabul edilir (Knapp, 1994).

Anyonik deterjan tayininde yöntem, metilen mavisinin anyonik yüzey aktif maddelerle reaksiyonu sonucu oluşan mavi renkli tuzun kloroformda çözülmesiyle spektrofotometrik olarak ölçümüne dayanır (APHA, AWWA, WPCF, 1995).

Araştırma bölgemiz olan Gediz Nehri ve çevresinde belirlediğimiz istasyonlardan, her ay 500 ml'lik polietilen şişelere su örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler soğutucuda saklanarak zaman kaybedilmeden fakültemiz laboratuvarına getirilmiş ve bakterilerin etkisinden korumak için su örneklerine CuSO_4 kristali ilave edilmiştir.

Anyonik deterjan tayini için düzenekler hazırlandıktan sonra, kullanılan reaktifler hazırlanmıştır.

4.2.1.1. Kullanılan Reaktifler:

Öncelikle izoelektrik noktalarının altında bulunan proteinlerin ve diğer organik bileşiklerin girişimlerini önlemek için tampon çözelti hazırlanır. 1 gram Na_2HPO_4 200 ml kadar saf suda çözülür ve pH 10 olana kadar NH_4OH ilave edilir. Saf su ile litreye tamamlanarak tampon çözelti hazırlanmış olur.

0,35 gram metilen mavisi 1 lt saf suda çözülerek Nötr Metilen Mavisi Çözeltisi hazırlanır.

0,35 gram metilen mavisi 500 ml saf suda çözülür. Üzerine 6,5 ml pur H_2SO_4 ilave edilir ve saf su ile litreye tamamlanarak asidik metilen mavisi çözeltisi hazırlanmış olur.

H_2S 'nin yapacağı girişimleri önlemek için % 20'lik hidrojen peroksit hazırlanır.

Pur olarak kloroform kullanılır.

4.2.1.2. İşlem:

250 ml'lik ayırma hunisine 100 ml analizlenecek örnekten koyulduktan sonra, üzerine 10 ml tampon çözelti, 2 ml H_2O_2 , 5 ml nötr metilen mavisi ve 20 ml kloroform ilave edilerek 5 dakika çalkalanır. Faz ayrılması için 5 dakika beklenir. Altta toplanan faz, içerisinde 110 ml saf su, 5 ml asidik metilen mavisinin bulunduğu diğer bir ayırma hunisine alınır. İlk ayırma hunisine 20 ml kloroform daha eklenip iyice çalkalanır. Faz ayrılması için 5 dakika beklenir ve altta toplanan faz yine ikinci ayırma hunisine alınır ve iyice çalkalandıktan sonra altta toplanan faz içerisinde kloroform ile ıslatılmış cam pamuğu bulunan cam huniden süzülerek 50 ml'lik balon jöjeye alınır. Kloroform ile 50 ml'ye tamamlanarak ölçüm için örnekler hazırlanmış olur (Şekil 4.2.1.2.1 a, b, c,

d, e, f, g, h, i, j). Örnekler hazırlanırken karıştırma hızı ve karıştırma zamanının aynı olmasına dikkat edilmelidir.



-a-



-b-



-c-



-d-



-e-



-f-



-g-



-h-



-i-

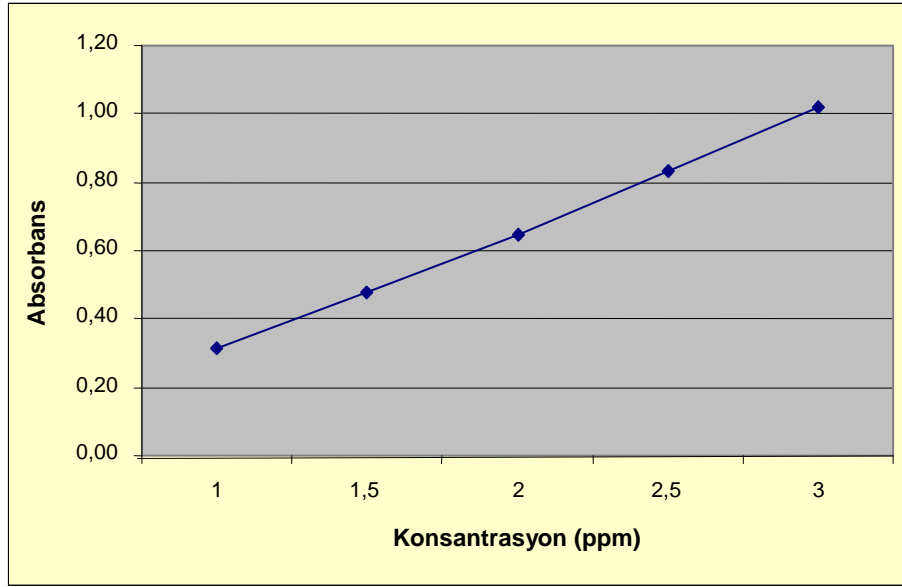


-i-

Şekil 4.2.1.2.1: Anyonik deterjan miktarının belirlenmesinde örneklerin hazırlanışı.

Öte yandan değişik derişimlerde (1ppm'lik, 1,5 ppm'lik, 2 ppm'lik, 2,5 ppm'lik, 3 ppm'lik) anyonik deterjan standartları (Manoxol OT) hazırlanır. Yukarıda anlatılan işlem bu standartlara da uygulanıp derişim ile absorbans arasında standart grafiği çizilir (Şekil 4.2.1.2.2).

Örneklerin absorbansları Spektrofotometre (Jasco UV – VIS 530 Spectrophotometer) ile 652 nm'de okunmuş ve standart eğriden yararlanılarak saptanmıştır.



Şekil 4.2.1.2.2: Anyonik deterjan standart grafiği.

4.2.2. Fosfat Miktarının Belirlenmesi

Orto-fosfat fosforu ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$), asidik ortamda askorbik asit, amonyum molibdat ve potasyum antimuan tartaratla reaksiyona girmesi sonucu oluşan mavi renkli fosfomolibdik asitin spektrofotometrede ölçülmesiyle saptanmıştır (Strickland and Parsons, 1972; Parsons et al, 1984).

4.2.2.1. Kullanılan Reaktifler:

15 gramı 500 ml saf suda çözülerek amonyum molibdat çözeltisi hazırlanır.

140 ml pur H_2SO_4 900 ml saf suda çözülerek sülfirik asit çözeltisi hazırlanır.

27 gramı 500 ml saf suda çözülerek askorbik asit çözeltisi hazırlanır.

0,34 gramı 250 ml saf suda çözülerek potasyum antimuan tartarat çözeltisi hazırlanır.

0,816 gram KH_2PO_4 bir miktar saf suda çözülüp, saf su ile litreye tamamlanarak, 1 ml pur kloroform ilavesiyle standart fosfat çözeltisi (stok çözelti) hazırlanır.

Bu stok çözeltilerden balon jöjeye 1 ml alınıp, 100 ml'ye saf su ile tamamlanır.

Bundan 2 ml alınıp saf su ile 50 ml'ye tamamlanır ve konsantrasyon 2,4 μg P/L elde edilmiş olur.

Önceden hazırladığımız çözeltilerden, 10 ml amonyum molibdat çözeltisi, 25 ml sülfirik asit çözeltisi, 10 ml askorbik asit çözeltisi, 5 ml potasyum antimuan tartarat çözeltisi karıştırılarak 10 örnek için reaktif karışımı hazırlanır.

4.2.2.2. İşlem:

Standart çözeltilerden, kör örnekten ve analizlenecek örneklerden 50 ml alınır, üzerlerine 5 ml reaktif karışımı ilave edilip iyice karıştırılır, mavi renkli çözeltinin oluşması için 10 dakika

beklenir (Şekil 4.2.2.2.1). Daha sonra 700 nm.'de spektrofotometre (Jasco UV – VIS 530 Spectrophotometer) ile absorbansları saptanır.

Faktör bulunup, ortamdaki fosfat miktarı aşağıdaki formüle göre bulunur.

E_s = Standart çözeltinin absorbansı = 0,0186

E_b = Kör örneğin absorbansı = 0,0076

$$F = \frac{2.4}{E_s - E_b}$$

$F = 218,18$

Örneğin absorbansı x $F = \dots\dots\dots \mu\text{g P/L}$

Örnek: Mayıs ayı istasyon 1 x $F = \dots\dots\dots \mu\text{g P/L}$

$$0,0203 \times 218,18 = 4,43 \mu\text{g P/L (PO}_4^{-3}\text{-P)}$$



Şekil 4.2.2.2.1: Fosfat miktarının belirlenmesi için hazırlanan su örnekleri.

4.2.3. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizlerin yapılmasında Graphpad Prism For Windows Paket istatistik programı kullanılmış, deterjan ve fosfat miktarlarının istasyonlar ve aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla “One-way ANOVA” testi, anlamlı farklılıkların hangi istasyonlar arasında olduğunu belirlemek amacıyla da “TUKEY testi” uygulanmıştır.

Belirlenen fiziko-kimyasal parametre değerleri ile fosfat ve anyonik deterjanın ilişkilerinin derecesini ve şeklini göstermek amacıyla 7 istasyondan alınan değerler kullanılarak “Pearson Korelasyonu” uygulanmış ve korelasyon katsayıları belirlenmiştir.

Anyonik deterjan ve fosfat miktarlarının fiziko-kimyasal parametereler ile olan ilişkisini göstermek için değişkenlere “Linear regresyon analizi” (en küçük kareler yöntemi) uygulanmıştır.

5. BULGULAR

Haziran 2005 ile Mayıs 2006 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada, belirlenen istasyonlarda anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonları saptanmış, istasyonlara ve aylara göre değişimleri araştırılmıştır.

Ayrıca pH, sıcaklık, turbidite ve iletkenlik parametreleri TOA WQC (Water Quality Checker) – 20A marka su kalite parametreleri ölçüm cihazıyla ölçülmüştür. İstasyonlara göre fiziko – kimyasal parametrelerin ortalama değerleri Çizelge 5.1’de gösterilmiştir. Ortalama pH 7,65, sıcaklık 18,7 °C ve turbidite 464 mg/L olarak bulunmuştur. Bu üç parametre, Resmi Gazete’nin 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde “*Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri*” ile karşılaştırıldığında nehir suyunun I. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür. Diğer yandan daha önceki yıllarda Gediz Nehri’nde yapılan çalışmalar incelendiğinde, ağır metal, anyonik deterjan gibi değişik kirlilik parametrelerine göre nehir suyunun II. ve III. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.1: İstasyonlara göre fiziko – kimyasal parametrelerin ortalama değerleri

İSTASYONLAR		Fiziko-kimyasal parametreler			
		pH	Sıcaklık (°C)	Turbidite (mg/L)	İletkenlik (µS)
İst. 1	Ort ± St. Sap.	7,68 ± 0,2	15,95 ± 6,11	462,58 ± 31,06	300 ± 100
	Min. - Maks.	7,45 – 8,13	4,2 – 23,4	412 – 523	200 – 600
İst. 2	Ort ± St. Sap.	7,6 ± 0,25	16,5 ± 6,62	473,67 ± 119,21	500 ± 300
	Min. - Maks.	7,17 – 8,05	4 – 25,4	172 – 575	200 – 1000
İst. 3	Ort ± St. Sap.	7,67 ± 0,14	19,46 ± 4,59	448,75 ± 22,7	500 ± 100
	Min. - Maks.	7,33 – 7,82	12,3 – 25,4	415 – 483	400 – 600
İst. 4	Ort ± St. Sap.	7,61 ± 0,18	26,26 ± 4,1	431,42 ± 20	1700 ± 200
	Min. - Maks.	7,23 – 7,86	19,3 – 31,6	403 – 464	1400 – 1900
İst. 5	Ort ± St. Sap.	7,8 ± 0,18	18,54 ± 5,71	470,08 ± 19,72	800 ± 300
	Min. - Maks.	7,54 – 8,14	8 – 26,5	443 – 512	400 – 1200
İst. 6	Ort ± St. Sap.	7,64 ± 0,14	16,89 ± 6,47	492,75 ± 35,88	400 ± 100
	Min. - Maks.	7,22 – 7,77	4,1 - 25	444 – 571	300 – 700
İst. 7	Ort ± St. Sap.	7,56 ± 0,09	17,23 ± 6,63	465,58 ± 32,36	400 ± 200
	Min. - Maks.	7,38 – 7,7	4,3 – 25,5	411 – 518	200 – 700

5.1. Su Örneklerindeki Anyonik Deterjan Miktarlarının İstasyonlara ve Aylara Göre Değişimi

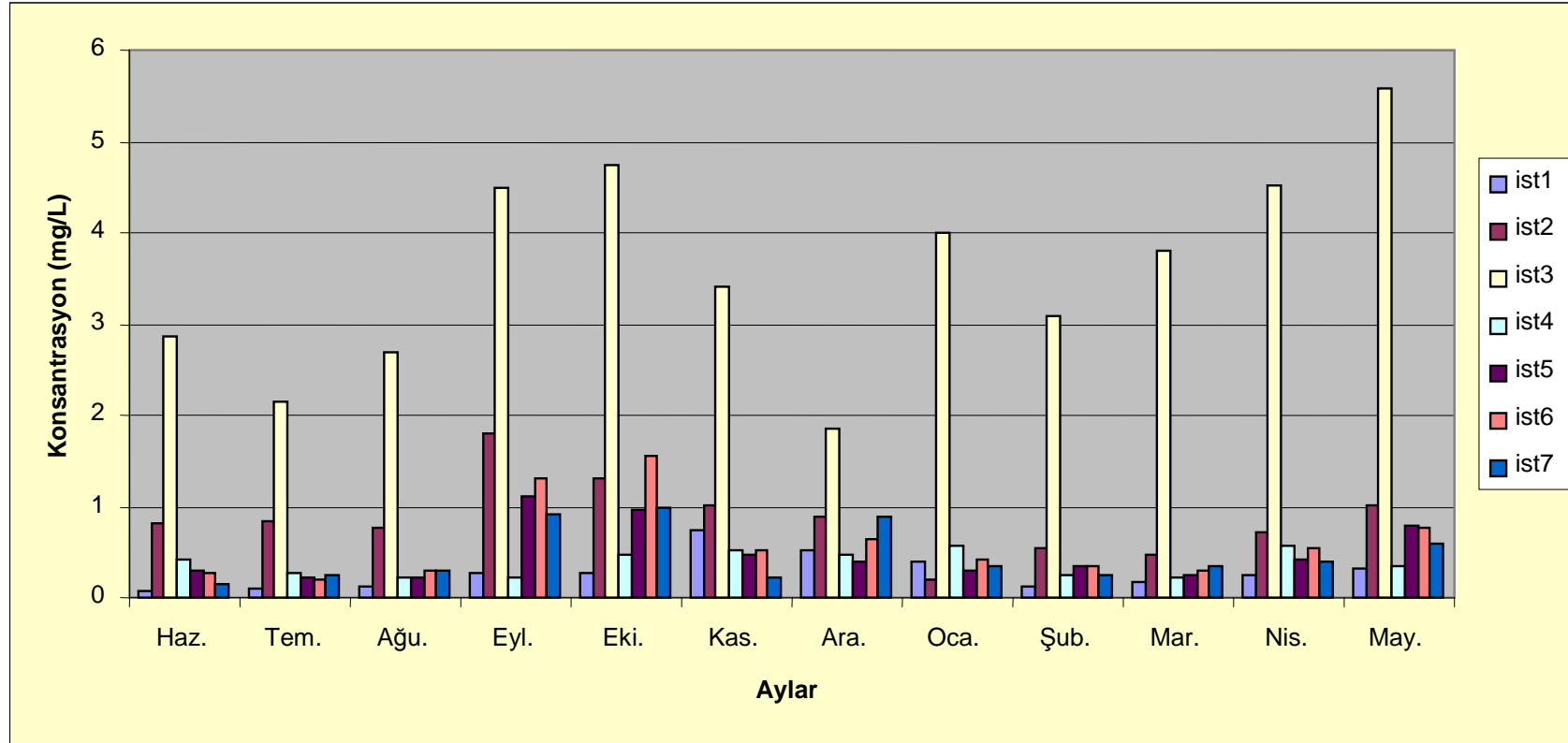
Yedi istasyondan alınan su örneklerindeki anyonik deterjan konsantrasyonları, istasyonlara göre farklılıklar göstermektedir.

Su örneklerindeki anyonik deterjan miktarlarının, istasyonlara göre aylık ortalama sonuçlarının verildiği çizelge 5.1.1'de görüldüğü gibi, istasyon 1'de 0,084 – 0,738 mg/L; istasyon 2'de 0,198 – 1,795 mg/L; istasyon 3'te 1,850 – 5,592 mg/L; istasyon 4'te 0,217 – 0,577 mg/L; istasyon 5'te 0,211 – 1,122 mg/L; istasyon 6'da 0,198 – 1,559 mg/L; istasyon 7'de ise 0,155 – 0,998 mg/L arasında değiştiği ve yine ortalama sonuçlarına göre en yüksek değerlerin istasyon 3'te görüldüğü saptanmıştır.

Deterjan konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiğinde görüldüğü gibi, Eylül ve Ekim aylarında tüm istasyonlardan elde edilen deterjan konsantrasyonları diğer aylara göre daha yüksek olmasına rağmen, farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. (Şekil 5.1.1).

Çizelge 5.1.1: Su örneklerindeki deterjan konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları (mg/L).

AYLAR	İSTASYONLAR						
	İst1	İst2	İst3	İst4	İst5	İst6	İst7
	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap
Haziran	0,084 ± 0,003	0,803 ± 0,003	2,864 ± 0,002	0,409 ± ,002	0,307 ± 0,005	0,273 ± 0,004	0,155 ± 0,003
Temmuz	0,105 ± 0,007	0,836 ± 0,004	2,157 ± 0,002	0,276 ± 0,003	0,211 ± 0,005	0,198 ± 0,006	0,242 ± 0,002
Ağustos	0,118 ± 0,004	0,772 ± 0,003	2,681 ± 0,003	0,229 ± 0,002	0,220 ± 0,002	0,285 ± 0,002	0,307 ± 0,002
Eylül	0,260 ± 0,003	1,795 ± 0,013	4,494 ± 0,043	0,223 ± 0,005	1,122 ± 0,005	1,314 ± 0,008	0,921 ± 0,002
Ekim	0,273 ± 0,002	1,314 ± 0,002	4,730 ± 0,006	0,459 ± 0,002	0,958 ± 0,001	1,559 ± 0,001	0,998 ± 0,001
Kasım	0,738 ± 0,003	1,017 ± 0,003	3,403 ± 0,005	0,530 ± 0,003	0,465 ± 0,002	0,515 ± 0,003	0,214 ± 0,002
Aralık	0,511 ± 0,005	0,877 ± 0,003	1,850 ± 0,001	0,480 ± 0,002	0,394 ± 0,001	0,654 ± 0,002	0,886 ± 0,003
Ocak	0,387 ± 0,001	0,198 ± 0,002	4,005 ± 0,037	0,577 ± 0,002	0,291 ± 0,002	0,415 ± 0,002	0,353 ± 0,002
Şubat	0,118 ± 0,002	0,542 ± 0,001	3,096 ± 0,001	0,251 ± 0,006	0,356 ± 0,001	0,338 ± 0,006	0,248 ± 0,002
Mart	0,183 ± 0,007	0,465 ± 0,006	3,803 ± 0,024	0,217 ± 0,003	0,257 ± 0,002	0,307 ± 0,003	0,338 ± 0,003
Nisan	0,245 ± 0,004	0,704 ± 0,014	4,507 ± 0,038	0,564 ± 0,002	0,415 ± 0,002	0,555 ± 0,006	0,387 ± 0,009
Mayıs	0,316 ± 0,001	1,017 ± 0,003	5,592 ± 0,194	0,356 ± 0,002	0,781 ± 0,002	0,762 ± 0,003	0,583 ± 0,001

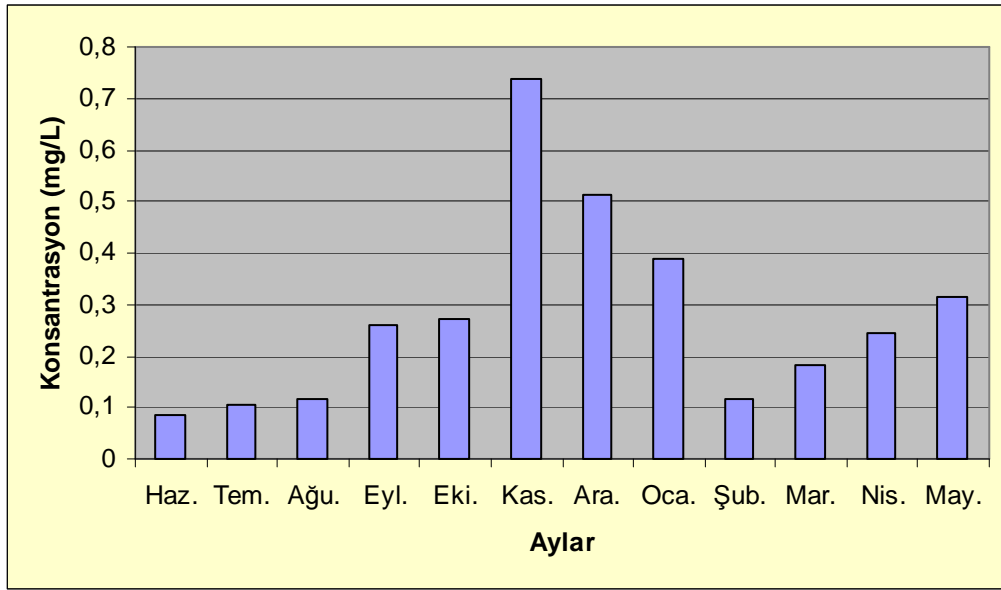


Şekil 5.1.1: Su örneklerindeki deterjan konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiği.

Araştırma istasyonlarından alınan su örneklerindeki anyonik deterjan miktarlarının aylık değişimleri çizelge 5.1. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve şekil 5.1. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1.2: İstasyon 1'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

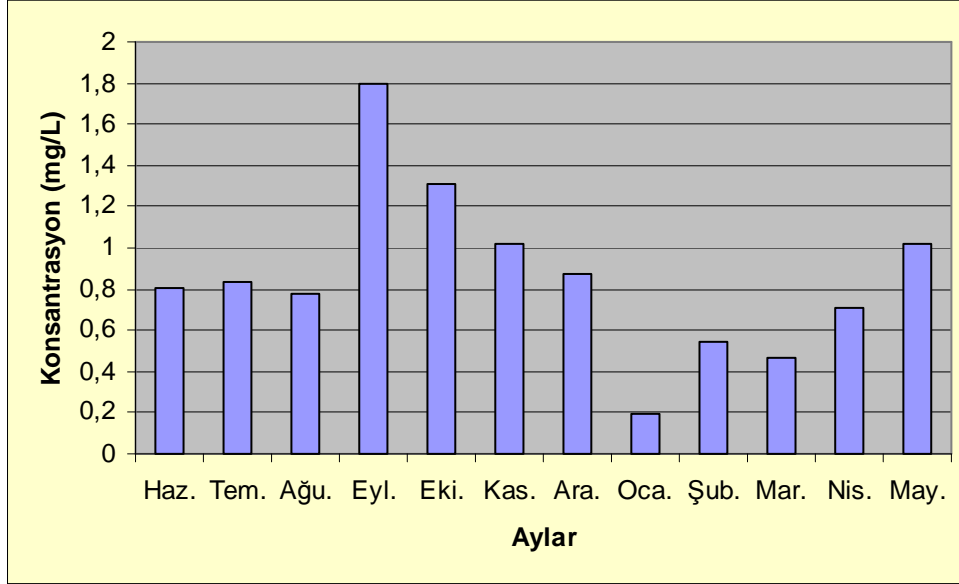
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Kons. (mg/L)	0,084	0,105	0,118	0,26	0,273	0,738	0,511	0,387	0,118	0,183	0,245	0,316



Şekil 5.1.2: İstasyon 1'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 5.1.3: İstasyon 2'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

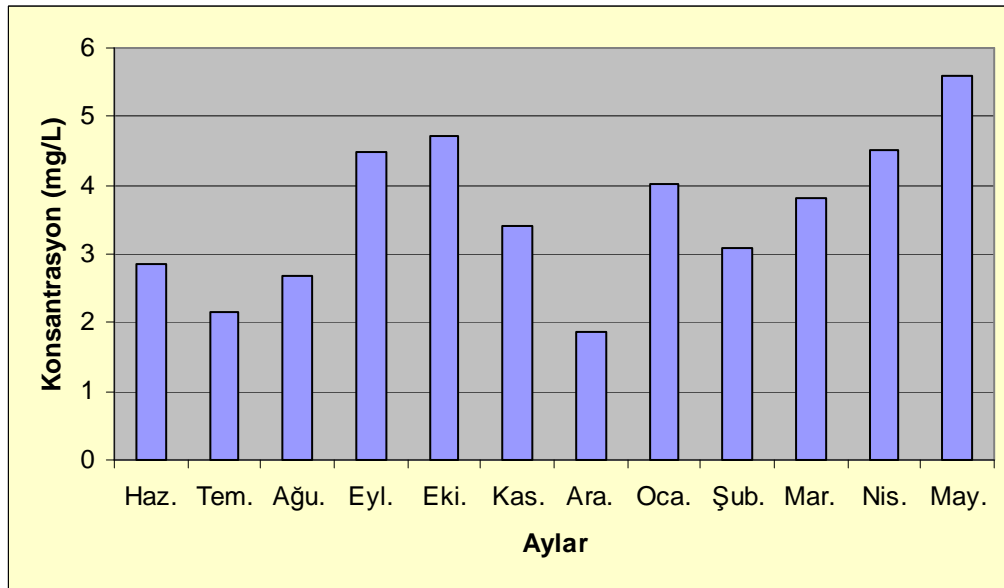
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Kons. (mg/L)	0,803	0,836	0,772	1,795	1,314	1,017	0,877	0,198	0,542	0,465	0,704	1,017



Şekil 5.1.3: İstasyon 2'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 5.1.4: İstasyon 3'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

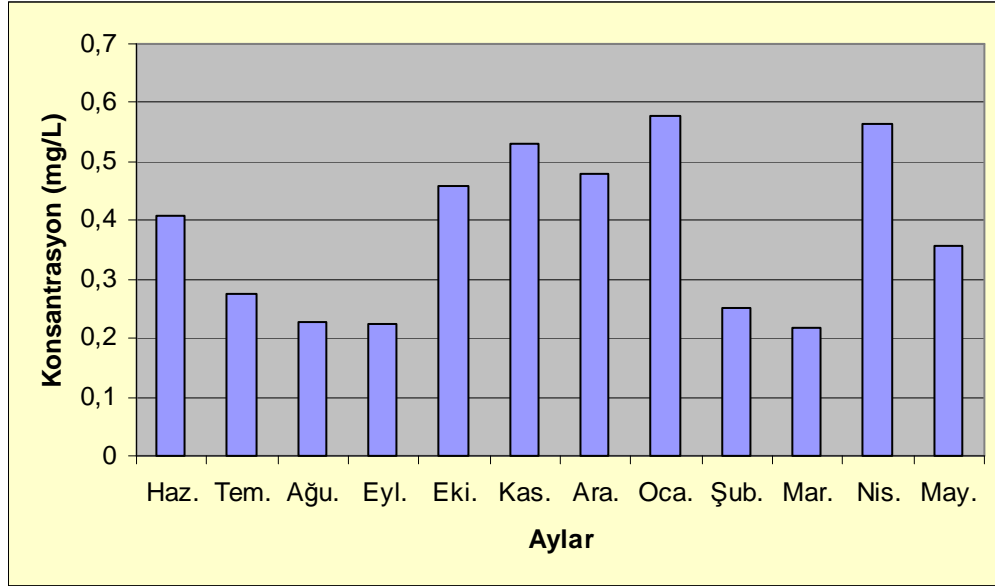
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Kons. (mg/L)	2,864	2,157	2,681	4,494	4,73	3,403	1,85	4,005	3,096	3,803	4,507	5,592



Şekil 5.1.4: İstasyon 3'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 5.1.5: İstasyon 4'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

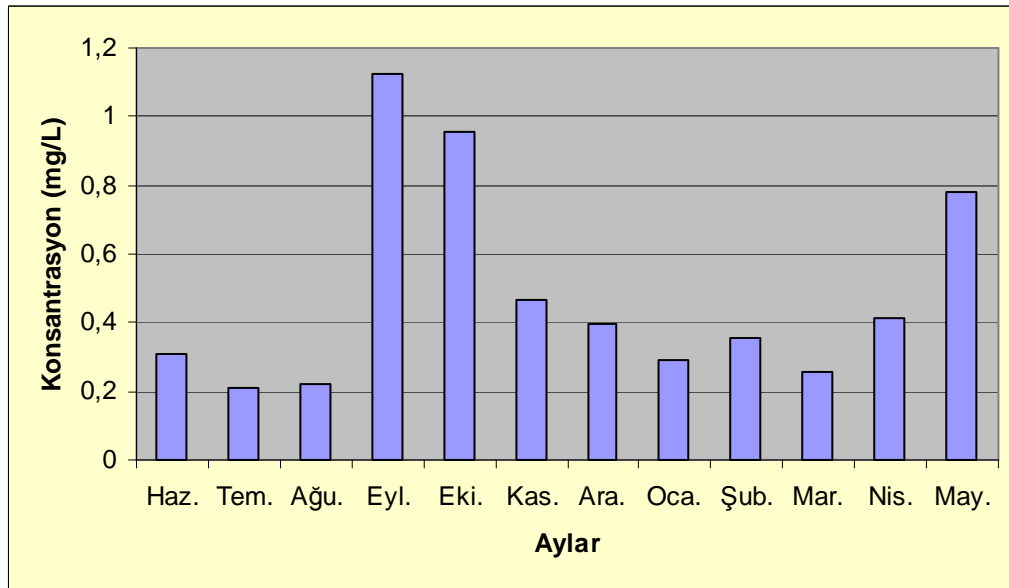
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Kons. (mg/L)	0,409	0,276	0,229	0,223	0,459	0,53	0,48	0,577	0,251	0,217	0,564	0,356



Şekil 5.1.5: İstasyon 4'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 5.1.6: İstasyon 5'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

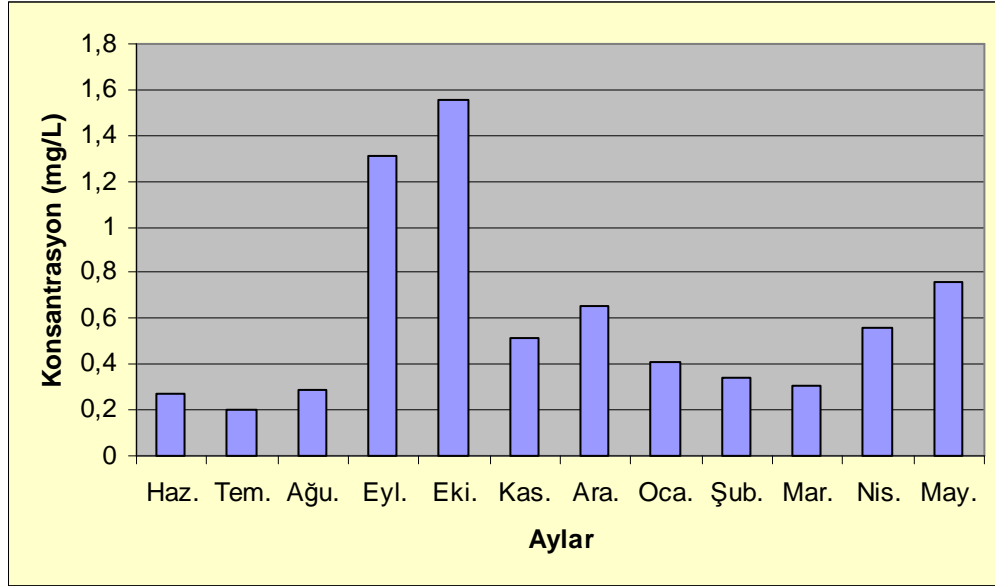
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Kons. (mg/L)	0,307	0,211	0,22	1,122	0,958	0,465	0,394	0,291	0,356	0,257	0,415	0,781



Şekil 5.1.6: İstasyon 5'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 5.1.7: İstasyon 6'daki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

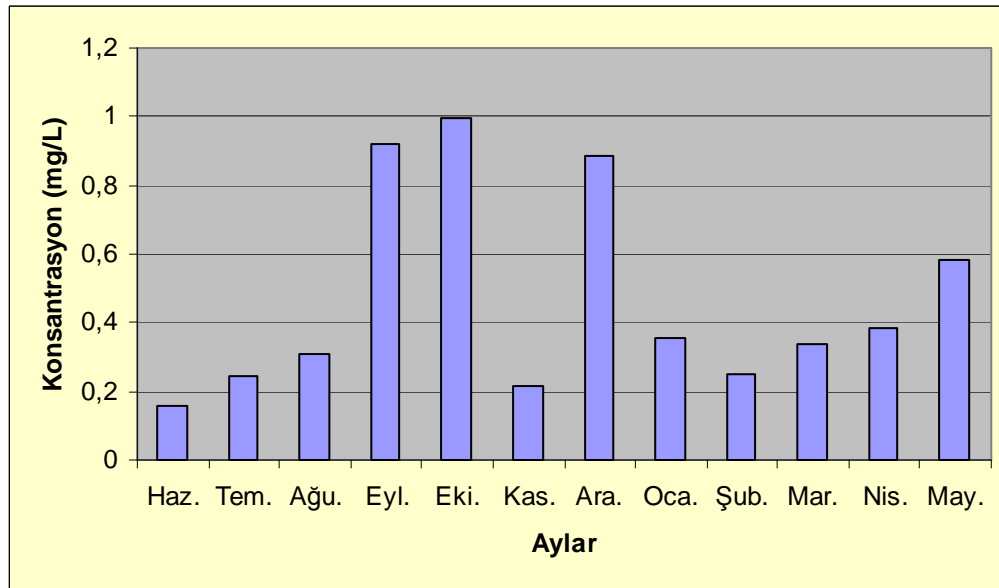
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Kons. (mg/L)	0,273	0,198	0,285	1,314	1,559	0,515	0,654	0,415	0,388	0,307	0,555	0,762



Şekil 5.1.7: İstasyon 6'daki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 5.1.8: İstasyon 7'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Kons. (mg/L)	0,155	0,242	0,307	0,921	0,998	0,214	0,886	0,353	0,248	0,338	0,387	0,583



Şekil 5.1.8: İstasyon 7'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Deterjan miktarlarının istasyonlar ve aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan “One-way ANOVA” testi sonucunda, anyonik deterjan miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı önemli ($p < 0,05$), aylar arasındaki farklılığı ise önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$) (Çizelge 5.1. 9, 10).

Çizelge 5.1.9: İstasyonlar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu

Table Analyzed	
One-way analysis of variance	
P value	P<0.0001
P value summary	***
Are means signif. Different? (P < 0.05)	Yes
Number of groups	7
F	63,15
R squared	0,8311
Bartlett's test for equal variances	
Bartlett's statistic (corrected)	63,35
P value	P<0.0001
P value summary	***
Do the variances differ signif. (P < 0.05)	Yes

Çizelge 5.1.10: Aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu

Table Analyzed	
One-way analysis of variance	
P value	0,9344
P value summary	Ns
Are means signif. Different? (P < 0.05)	No
Number of groups	12
F	0,4365
R squared	0,06252
Bartlett's test for equal variances	
Bartlett's statistic (corrected)	13,87
P value	0,2402
P value summary	Ns
Do the variances differ signif. (P < 0.05)	No

Anlamli farkliliklari hangi istasyonlar arasin da olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan "TUKEY testi" sonucunda da 3. istasyon ile diğer tüm istasyonlar arasin da farkliliklari önemli, diğer istasyonlari birbirleriyle arasin da farkliliklari ise önemsiz olduğu istatistiksel olarak gösterilmiştir (Çizelge 5.1.11).

Çizelge 5.1.11: Tukey testi sonuçlari.

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	Q	P value	95% CI of diff
ist1 - ist2	-0,5835	3,925	P > 0.05	-1.222 to 0.05469
ist1 - ist3	-3,32	22,34	P < 0.001	-3.959 to -2.682
ist1 - ist4	-0,1028	0,6912	P > 0.05	-0.7409 to 0.5354
ist1 - ist5	-0,2033	1,367	P > 0.05	-0.8414 to 0.4349
ist1 - ist6	-0,3198	2,151	P > 0.05	-0.9579 to 0.3184
ist1 - ist7	-0,1912	1,286	P > 0.05	-0.8294 to 0.4470
ist2 - ist3	-2,737	18,41	P < 0.001	-3.375 to -2.099
ist2 - ist4	0,4808	3,234	P > 0.05	-0.1574 to 1.119
ist2 - ist5	0,3803	2,558	P > 0.05	-0.2579 to 1.018
ist2 - ist6	0,2638	1,774	P > 0.05	-0.3744 to 0.9019
ist2 - ist7	0,3923	2,639	P > 0.05	-0.2459 to 1.031
ist3 - ist4	3,218	21,65	P < 0.001	2.579 to 3.856
ist3 - ist5	3,117	20,97	P < 0.001	2.479 to 3.755
ist3 - ist6	3,001	20,19	P < 0.001	2.362 to 3.639
ist3 - ist7	3,129	21,05	P < 0.001	2.491 to 3.767
ist4 - ist5	-0,1005	0,6761	P > 0.05	-0.7387 to 0.5377
ist4 - ist6	-0,217	1,46	P > 0.05	-0.8552 to 0.4212
ist4 - ist7	-0,08842	0,5948	P > 0.05	-0.7266 to 0.5498
ist5 - ist6	-0,1165	0,7837	P > 0.05	-0.7547 to 0.5217
ist5 - ist7	0,01208	0,08129	P > 0.05	-0.6261 to 0.6503
ist6 - ist7	0,1286	0,865	P > 0.05	-0.5096 to 0.7668

On iki aylık örnekleme süresince her ay düzenli olarak nehir suyunda saptanan fiziko-kimyasal parametre değerleri aylara göre tablo halinde düzenlenmiştir (Çizelge 5.1.12).

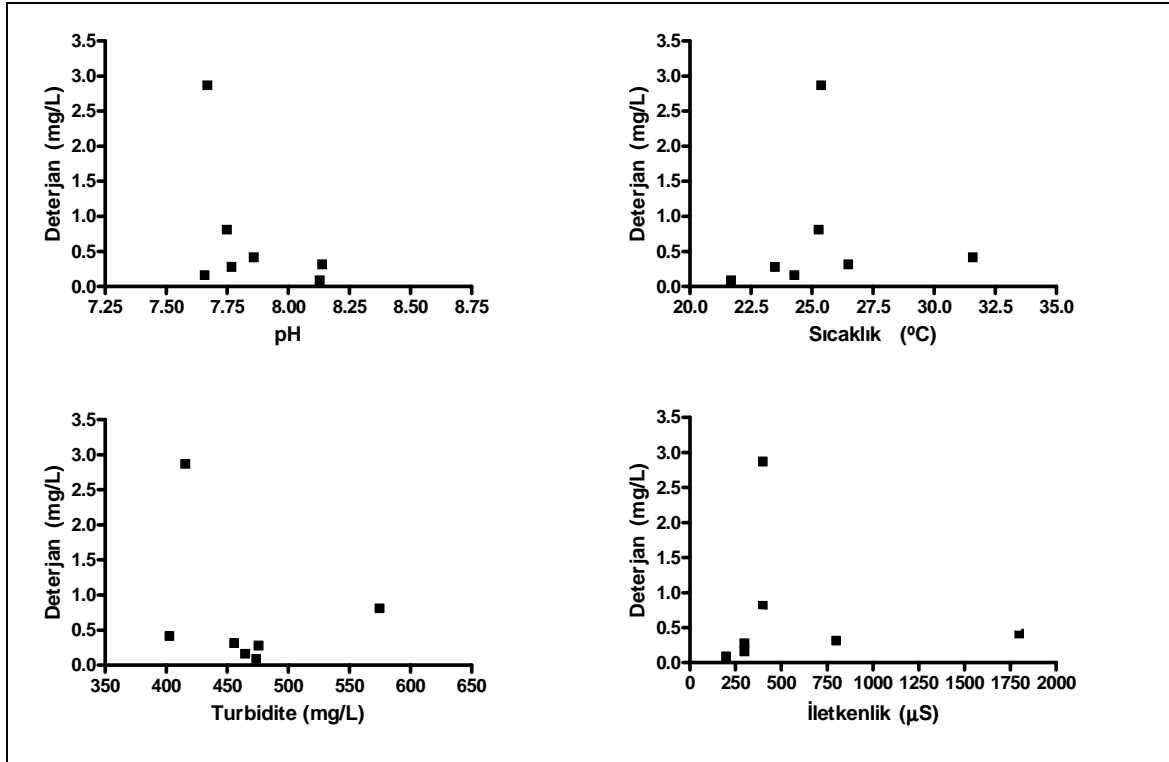
Çizelge 5.1.12: Bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin aylara göre değişimi.

	Parametre	AYLAR											
		Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
İst.1	pH	8,13	7,53	7,82	7,95	7,7	7,6	7,5	7,6	7,68	7,45	7,62	7,63
	Sıcaklık	21,7	23	23,4	19,7	11,5	12,1	9,4	4,2	13,1	14,7	17	21,6
	Turbidite	474	423	481	481	412	476	441	484	523	450	470	436
	İletkenlik	200	200	200	300	600	200	200	300	300	300	400	300
İst.2	pH	7,75	7,57	7,63	8,05	7,75	7,25	7,3	7,65	7,67	7,7	7,68	7,17
	Sıcaklık	25,3	25,4	23,7	19	10,6	13	10,3	4	13,5	15,8	17	20,4
	Turbidite	575	172	468	LDÜ	LDÜ	LDÜ	519	487	527	487	470	558
	İletkenlik	400	200	500	1000	900	700	500	300	300	300	400	400
İst.3	pH	7,67	7,75	7,75	7,7	7,82	7,75	7,8	7,75	7,5	7,69	7,53	7,33
	Sıcaklık	25,4	24,9	24,9	22,3	19,3	18,7	12,3	12,7	15,6	16,6	18,5	22,3
	Turbidite	416	415	428	441	469	439	455	474	441	472	483	452
	İletkenlik	400	400	500	600	600	500	400	500	500	400	500	500
İst.4	pH	7,86	7,74	7,66	7,72	7,76	7,67	7,7	7,62	7,55	7,45	7,35	7,23
	Sıcaklık	31,6	31,4	30,5	27,8	24,7	24,5	20,8	19,3	22,6	25,8	26,3	29,8
	Turbidite	403	418	404	412	429	427	433	438	440	452	457	464
	İletkenlik	1800	1800	1600	1500	1900	1800	1600	1400	1700	1500	1600	1700
İst.5	pH	8,14	7,7	7,81	7,8	7,93	7,9	7,73	7,92	7,54	7,88	7,8	7,46
	Sıcaklık	26,5	24,5	25	20	15,6	18,5	11,2	8	13,8	17,8	18,5	23
	Turbidite	456	461	465	450	512	467	472	443	500	463	471	481
	İletkenlik	800	400	400	800	1200	1200	500	700	700	700	800	1100
İst.6	pH	7,77	7,66	7,66	7,7	7,73	7,54	7,67	7,68	7,74	7,6	7,67	7,22
	Sıcaklık	23,5	24,6	25	20,1	13,1	13,5	10,3	4,1	13	16,1	16,8	22,6
	Turbidite	476	446	478	444	519	571	474	493	530	503	475	504
	İletkenlik	300	300	300	600	700	300	300	300	300	300	400	400
İst.7	pH	7,66	7,6	7,7	7,65	7,61	7,45	7,5	7,5	7,61	7,55	7,58	7,38
	Sıcaklık	24,3	25,5	25,5	19,7	13,2	13,9	10,4	4,3	13,2	16,5	17,2	23
	Turbidite	465	411	428	456	423	503	474	478	518	494	465	472
	İletkenlik	300	300	200	700	700	400	300	400	300	400	400	400

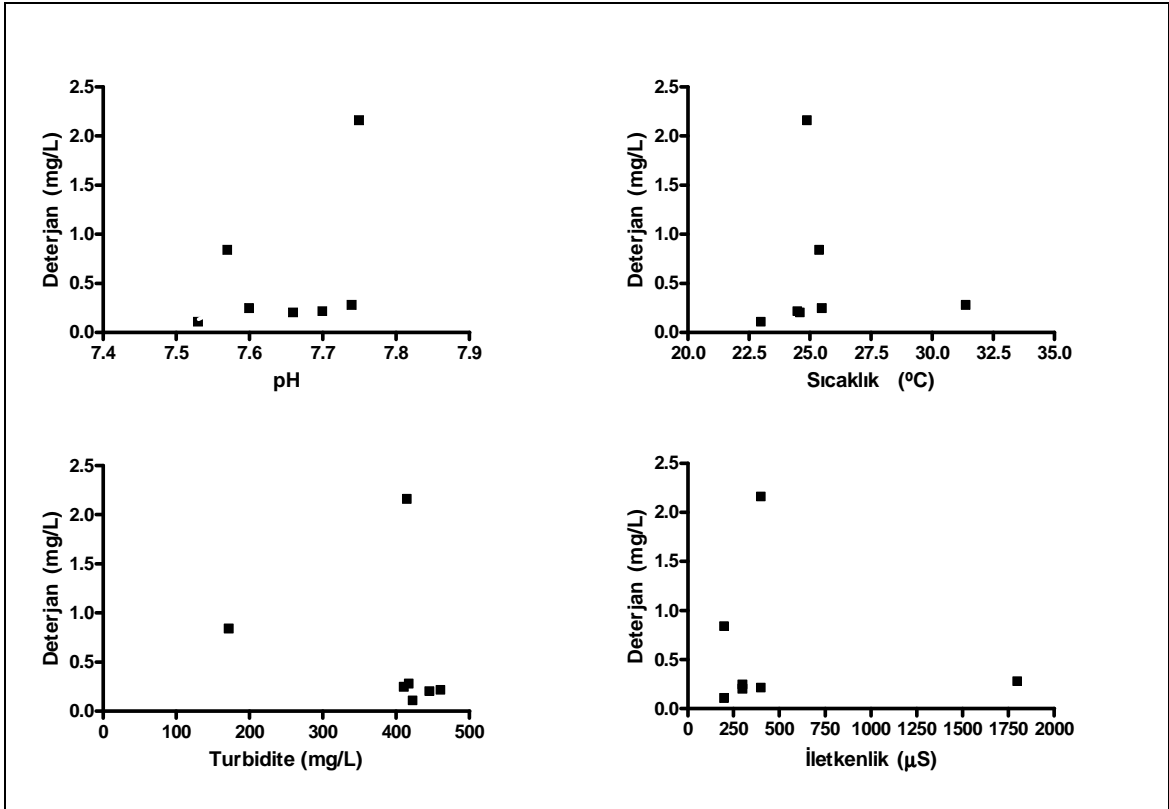
(LDÜ: Limit değerlerin üstünde)

Belirlenen bu fiziko-kimyasal parametre değerleri ile anyonik deterjanın ilişkilerinin derecesini ve şeklini göstermek amacıyla 7 istasyondan alınan değerler kullanılarak "Pearson Korelasyonu" uygulanmış ve korelasyon katsayıları belirlenmiştir.

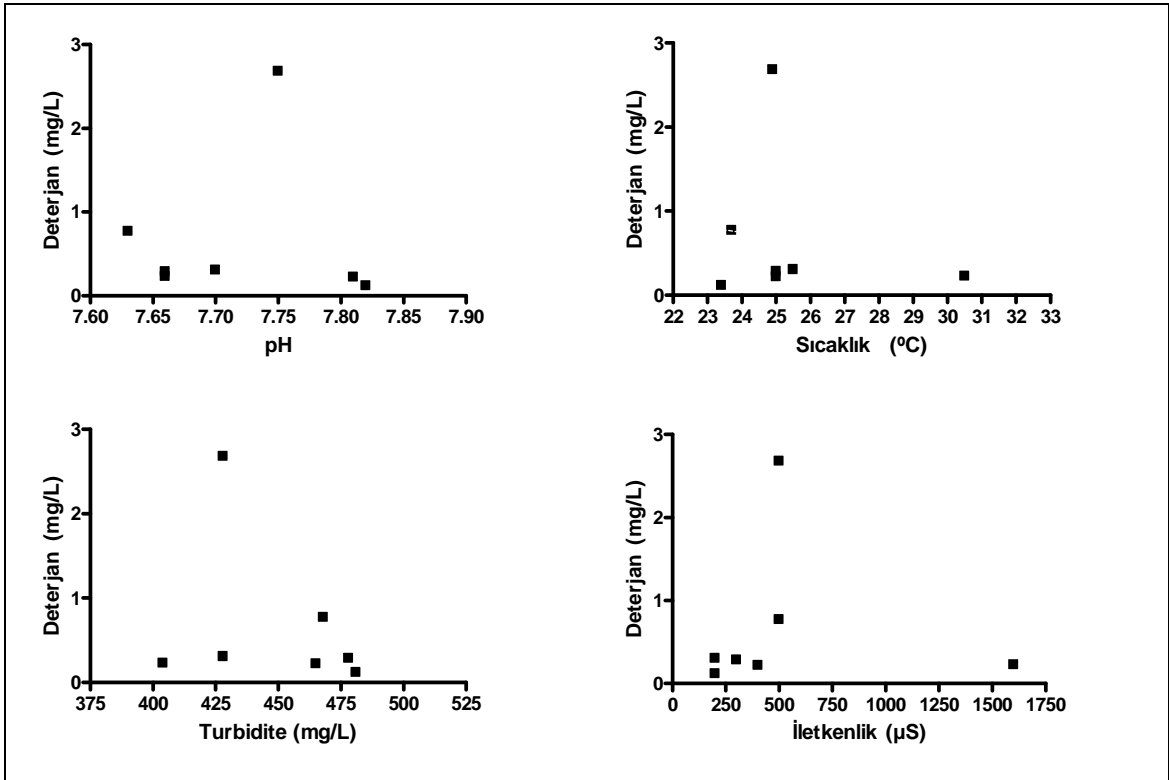
Anyonik deterjan miktarlarının fiziko-kimyasal parametreler ile olan ilişkisini göstermek için değişkenlere "Lineer regresyon analizi" (en küçük kareler yöntemi) uygulanmış ve sonuç olarak; anyonik deterjan ile pH, sıcaklık, turbidite ve iletkenlik arasında, hiçbir ayda doğrusal bir ilişki gözlenmemiştir (Şekil 5.1. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20).



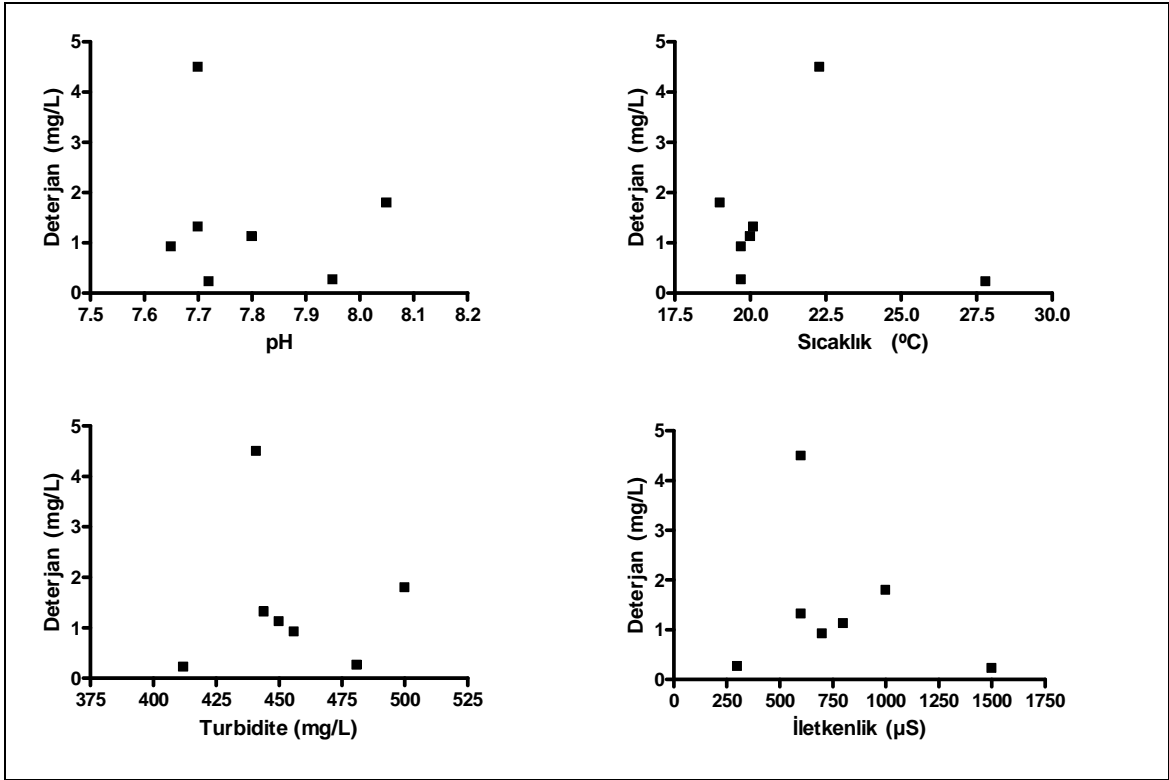
Şekil 5.1.9: Haziran ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



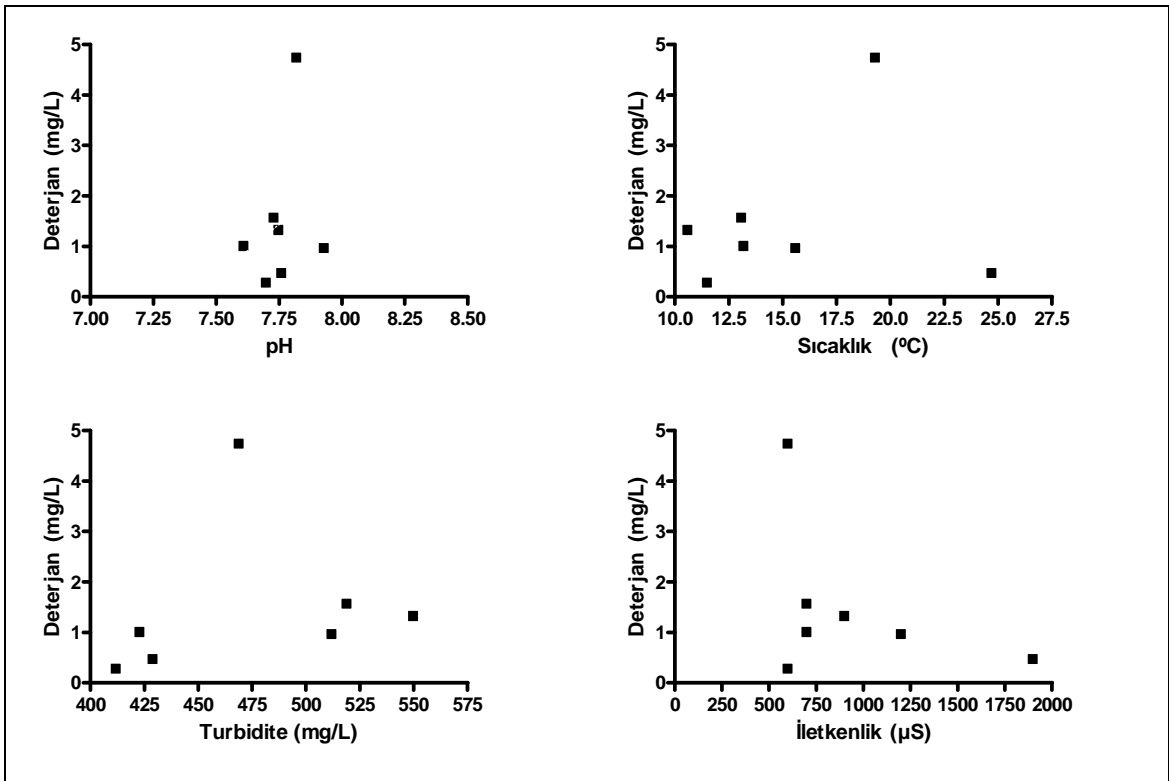
Şekil 5.1.10: Temmuz ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



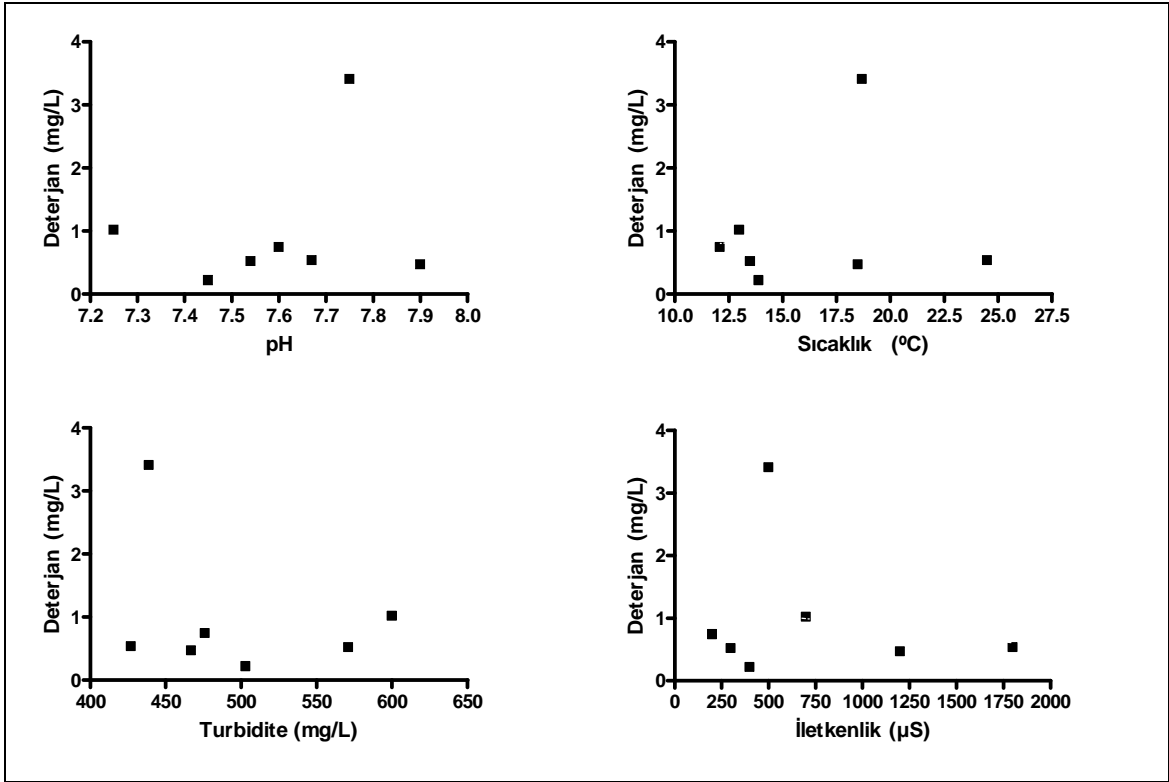
Şekil 5.1.11: Ağustos ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



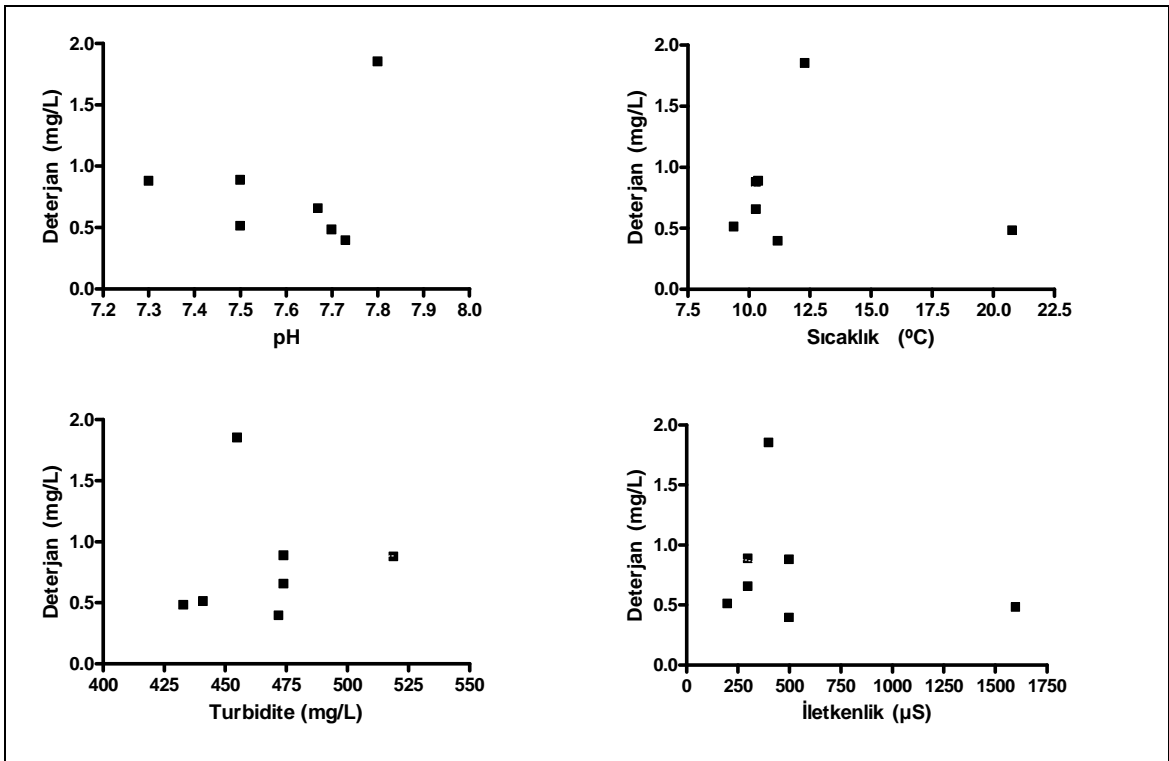
Şekil 5.1.12: Eylül ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



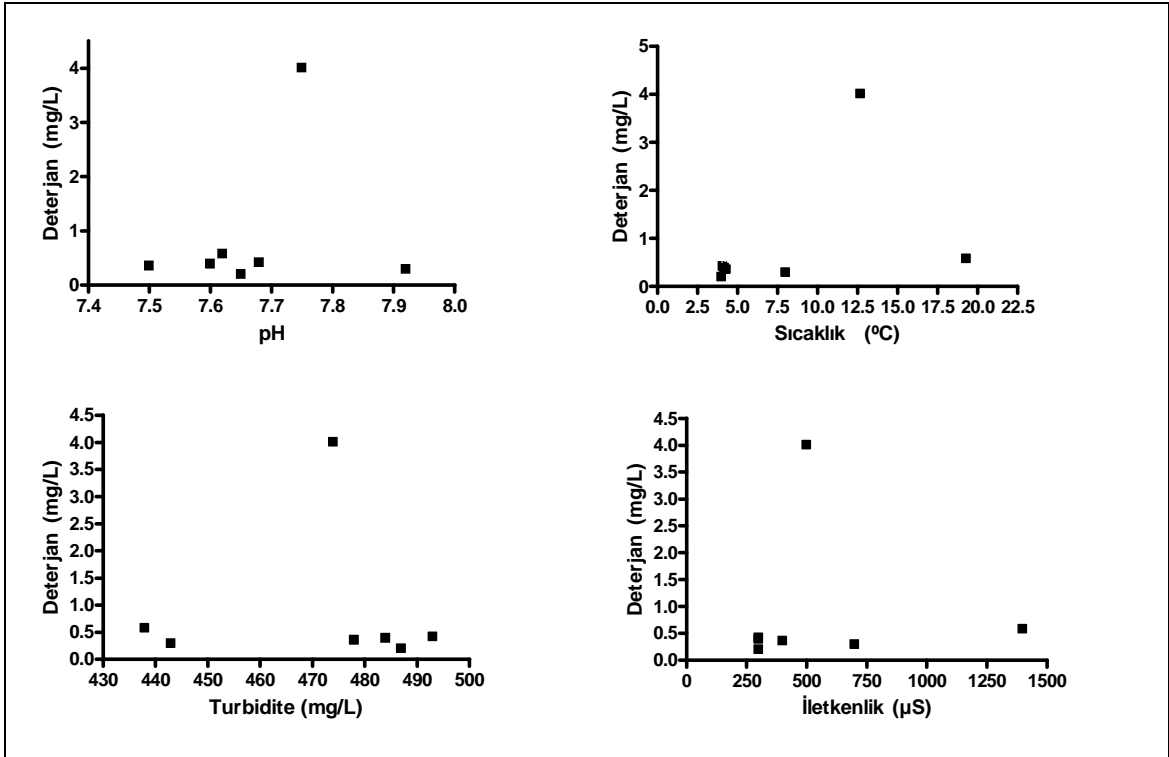
Şekil 5.1.13: Ekim ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



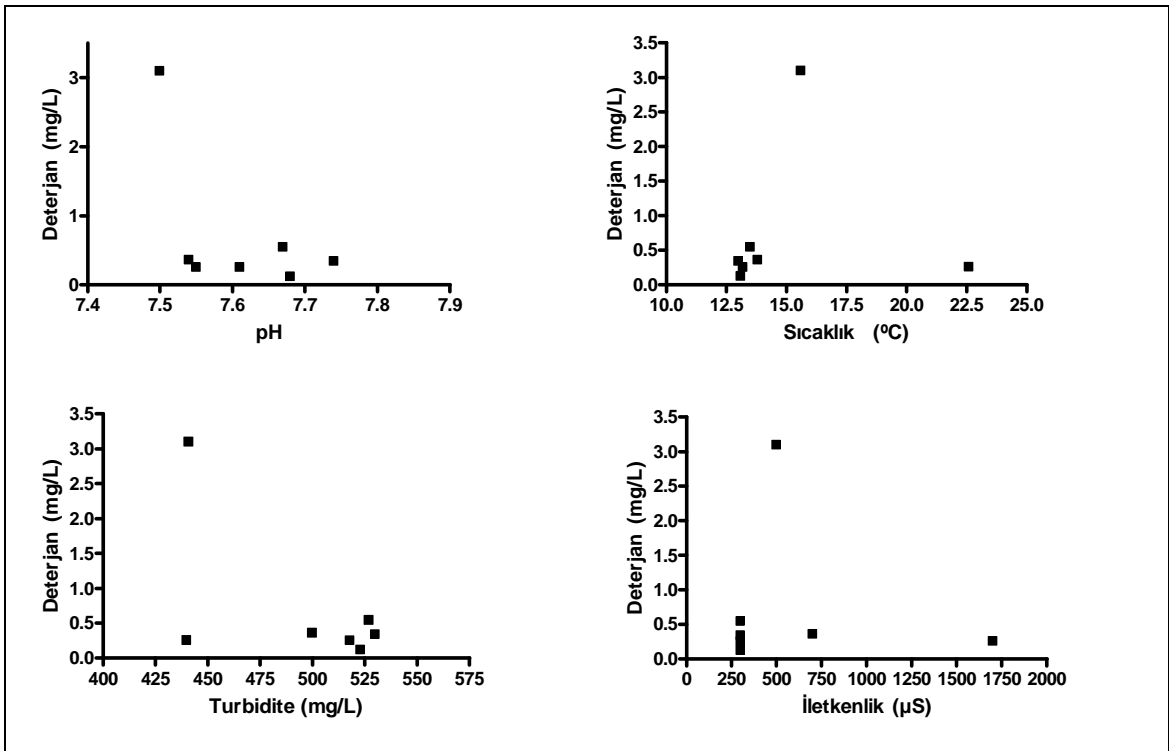
Şekil 5.1.14: Kasım ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



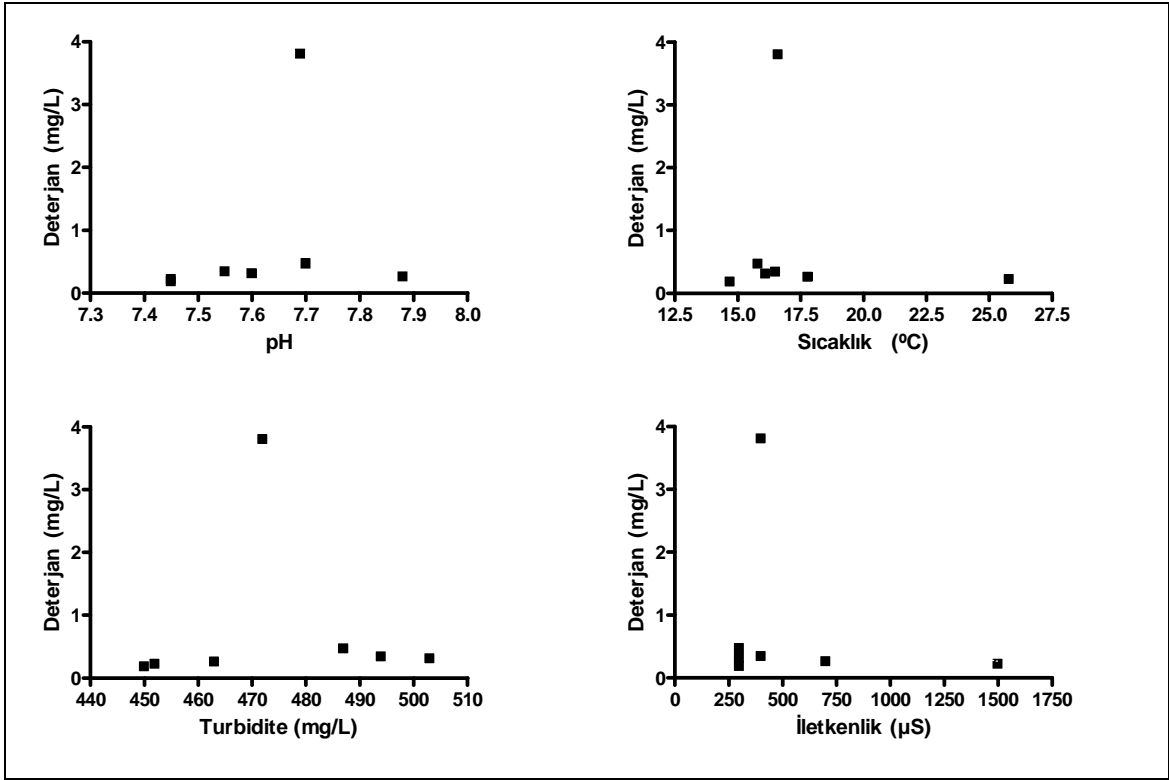
Şekil 5.1.15: Aralık ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



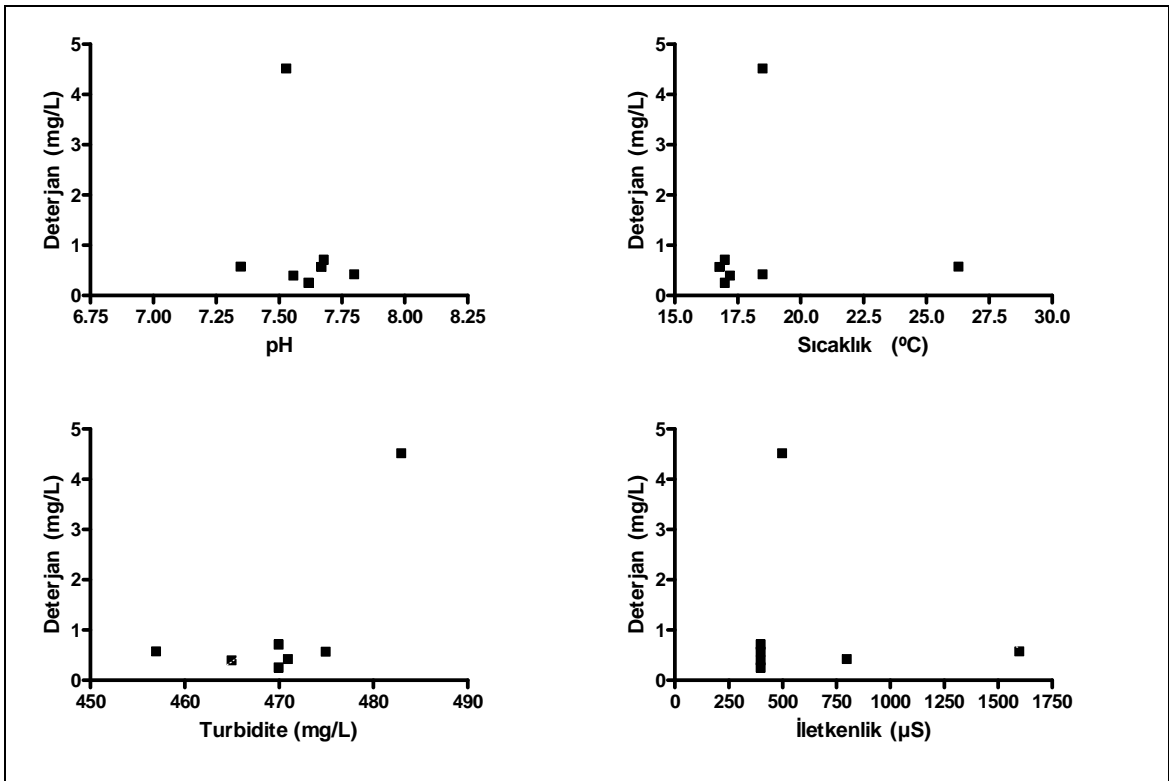
Şekil 5.1.16: Ocak ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağlantılar.



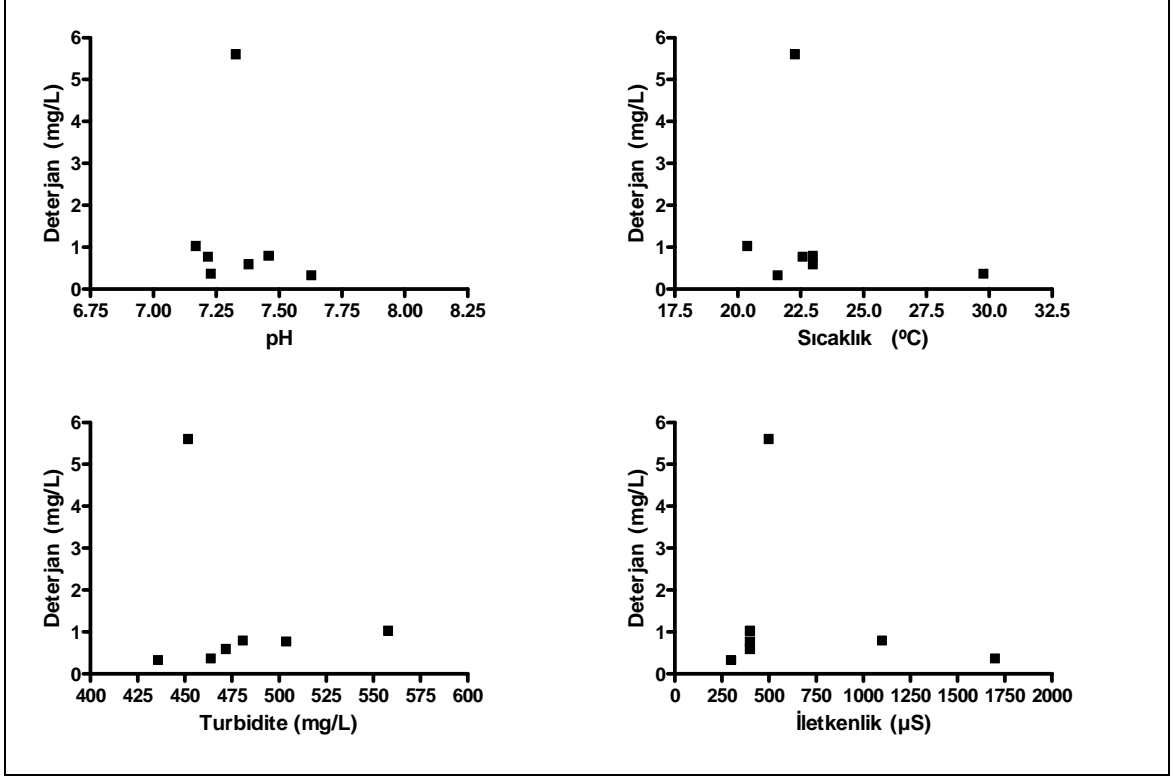
Şekil 5.1.17: Şubat ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağlantılar.



Şekil 5.1.18: Mart ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



Şekil 5.1.19: Nisan ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



Şekil 5.1.20: Mayıs ayı anyonik deterjan ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.

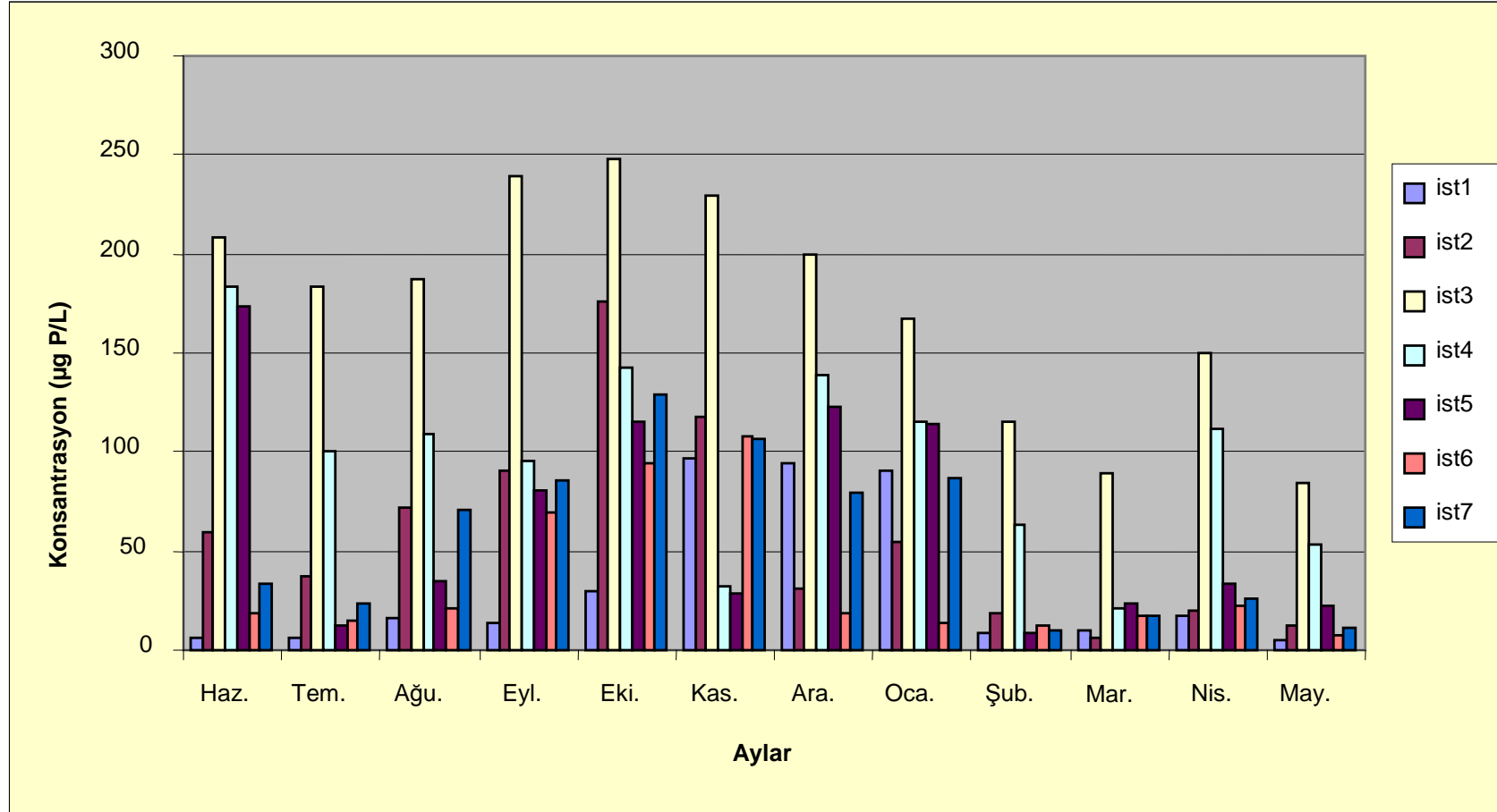
5.2. Su Örneklerindeki Fosfat Miktarlarının İstasyonlara ve Aylara Göre Değişimi

Yedi istasyondan alınan su örneklerindeki fosfat konsantrasyonları, istasyonlara göre farklılıklar göstermektedir.

Su örneklerindeki fosfat miktarlarının, istasyonlara göre aylık ortalama sonuçlarının verildiği çizelge 5.2.1'de görüldüğü gibi, istasyon 1'de 4,4 – 96,42 $\mu\text{g P/L}$; istasyon 2'de 6,11 – 176,2 $\mu\text{g P/L}$; istasyon 3'te 83,76 – 248,1 $\mu\text{g P/L}$; istasyon 4'te 21,43 – 183,7 $\mu\text{g P/L}$; istasyon 5'te 9,11 – 173,8 $\mu\text{g P/L}$; istasyon 6'da 7,43 – 107,7 $\mu\text{g P/L}$; istasyon 7'de ise 10,2 – 129,2 $\mu\text{g P/L}$ arasında değiştiği ve yine ortalama sonuçlarına göre en yüksek değerlerin istasyon 3'te görüldüğü saptanmıştır (Şekil 5.2.1).

Çizelge 5.2.1: Su örneklerindeki fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları ($\mu\text{g P/l}$).

AYLAR	İSTASYONLAR						
	İst1	İst2	İst3	İst4	İst5	İst6	İst7
	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap	Ort.± St. Sap
Haziran	6,327 ± 0,133	60,12 ± 0,297	208,6 ± 0,126	183,7 ± 0,218	173,9 ± 0,133	19,19 ± 0,139	33,79 ± 0,252
Temmuz	5,593 ± 0,24	36,71 ± 0,139	183,9 ± 0,013	101 ± 0,063	12,75 ± 0,252	14,74 ± 0,126	23,46 ± 0,013
Ağustos	15,56 ± 0,333	72,20 ± 0,239	187 ± 0,252	108,6 ± 0,318	34,12 ± 0,079	20,84 ± 0,126	71,21 ± 0,045
Eylül	14,01 ± 0,126	90,91 ± 0,126	239,3 ± 0,321	95,96 ± 0,315	80,99 ± 0,126	69,56 ± 0,115	85,94 ± 0,133
Ekim	29,67 ± 0,044	176,2 ± 0,139	248,2 ± 0,321	142,8 ± 0,312	115,6 ± 0,239	94,22 ± 0,142	129,2 ± 0,218
Kasım	96,43 ± 0,11	118 ± 0,218	229,9 ± 0,126	31,74 ± 0,063	29,02 ± 0,153	107,8 ± 0,025	106,7 ± 0,149
Aralık	94,53 ± 0,126	30,96 ± 0,109	199,8 ± 0,239	139,4 ± 0,126	123 ± 0,025	19,07 ± 0,133	79,14 ± 0,333
Ocak	90,4 ± 0,112	54,09 ± 0,109	167,5 ± 0,253	115 ± 0,365	113,9 ± 0,207	13,08 ± 0,252	86,22 ± 0,265
Şubat	8,553 ± 0,133	18,65 ± 0,022	114,7 ± 0,00	62,71 ± 0,088	9,113 ± 0,126	12,71 ± 0,126	10,2 ± 0,126
Mart	10,44 ± 0,126	6,109 ± 0,113	89,19 ± 0,218	21,43 ± 0,126	23,69 ± 0,251	17,22 ± 0,126	17,36 ± 0,126
Nisan	17,56 ± 0,109	19,89 ± 0,167	150,5 ± 2,182	111,9 ± 0,319	33,09 ± 0,63	22,62 ± 0,252	26,25 ± 0,252
Mayıs	4,4 ± 0,12	12,62 ± 0,252	83,76 ± 0,151	52,98 ± 0,167	22,14 ± 0,013	7,43 ± 0,139	11,57 ± 0,252

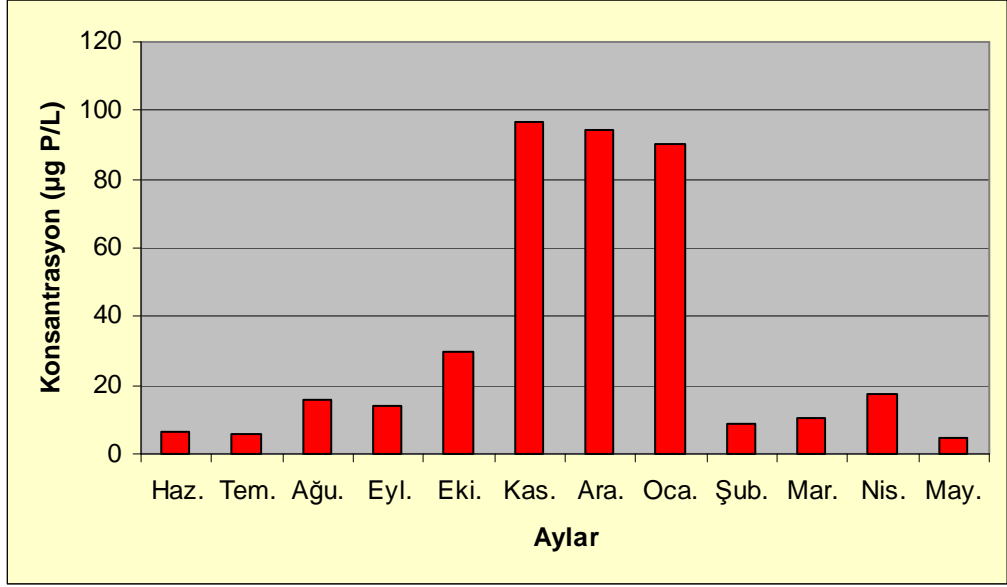


Şekil 5.2.1: Su örneklerindeki fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiği.

Araştırma istasyonlarından alınan su örneklerindeki fosfat miktarlarının aylık değişimleri çizelge 5.2. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve şekil 5.2. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2.2: İstasyon 1'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri ($\mu\text{g P/L}$).

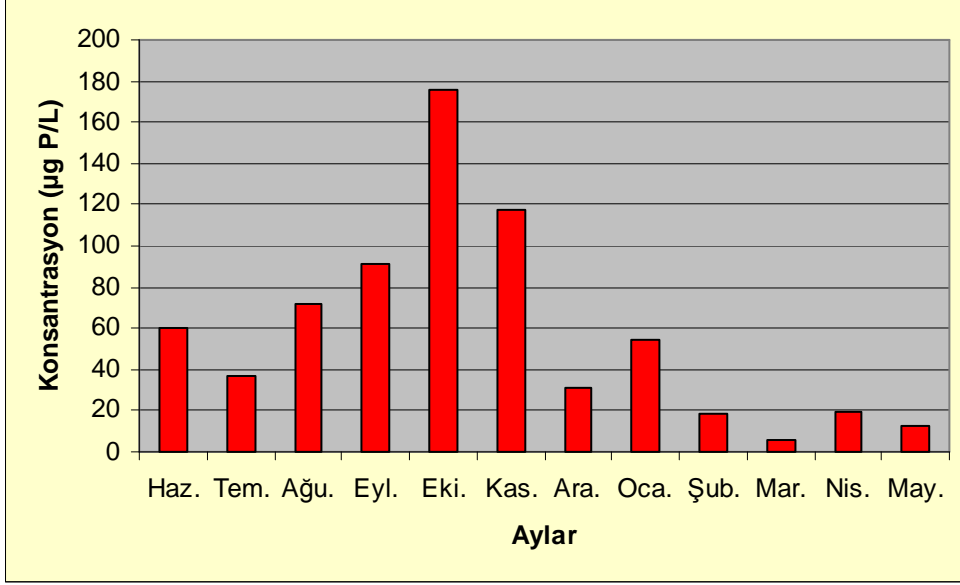
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Konsantrasyon	6,33	5,60	15,56	14,01	29,67	96,42	94,53	90,40	8,55	10,44	17,56	4,4



Şekil 5.2.2: İstasyon 1'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 5.2.3: İstasyon 2'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri ($\mu\text{g P/L}$).

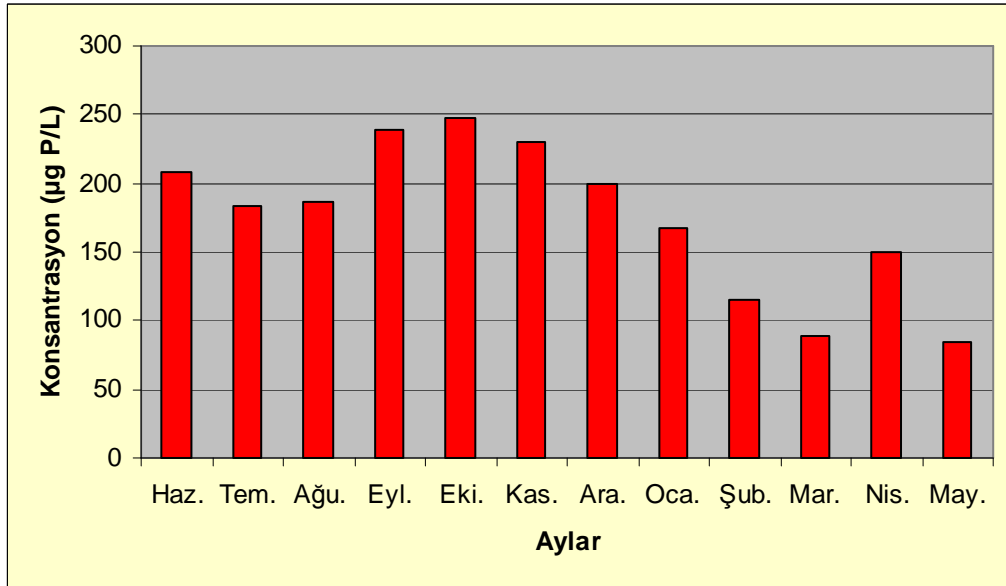
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Konsantrasyon	60,12	36,71	72,2	90,91	176,2	117,9	30,96	54,09	18,65	6,11	19,89	12,62



Şekil 5.2.3: İstasyon 2'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 5.2.4: İstasyon 3'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri ($\mu\text{g P/L}$).

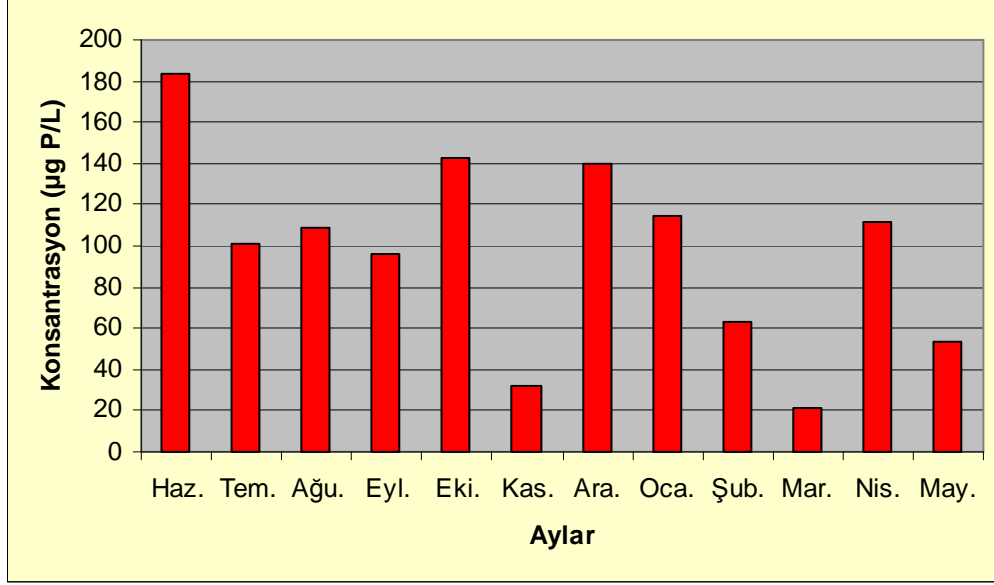
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Konsantrasyon	208,5	183,9	187	239,2	248,1	229,9	199,8	167,5	114,7	89,19	150,5	83,76



Şekil 5.2.4: İstasyon 3'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 5.2.5: İstasyon 4'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değışimleri ($\mu\text{g P/L}$).

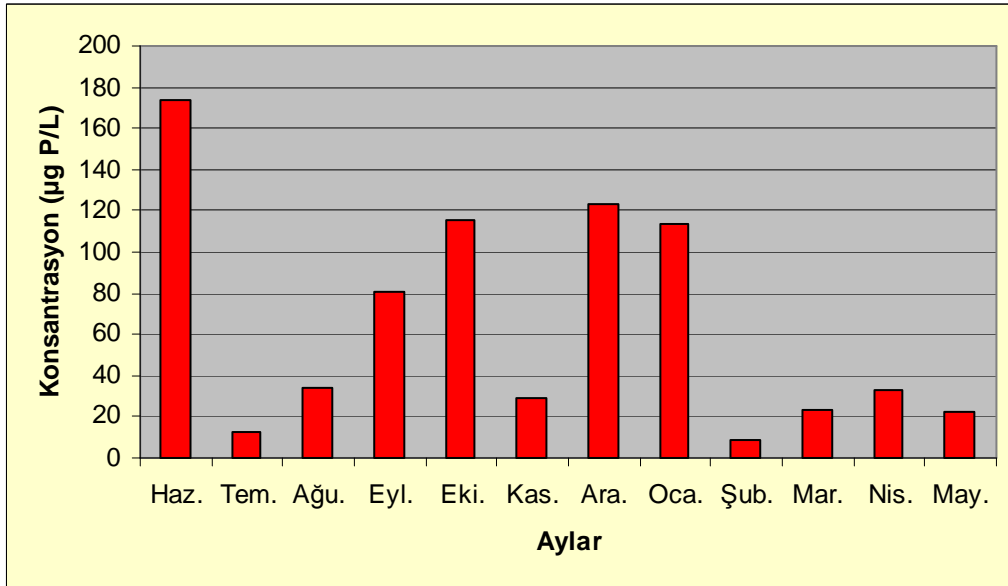
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Konsantrasyon	183,7	101	108,6	95,96	142,7	31,74	139,4	114,9	62,71	21,43	111,8	52,98



Şekil 5.2.5: İstasyon 4'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değışim grafiği.

Çizelge 5.2.6: İstasyon 5'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değışimleri ($\mu\text{g P/L}$).

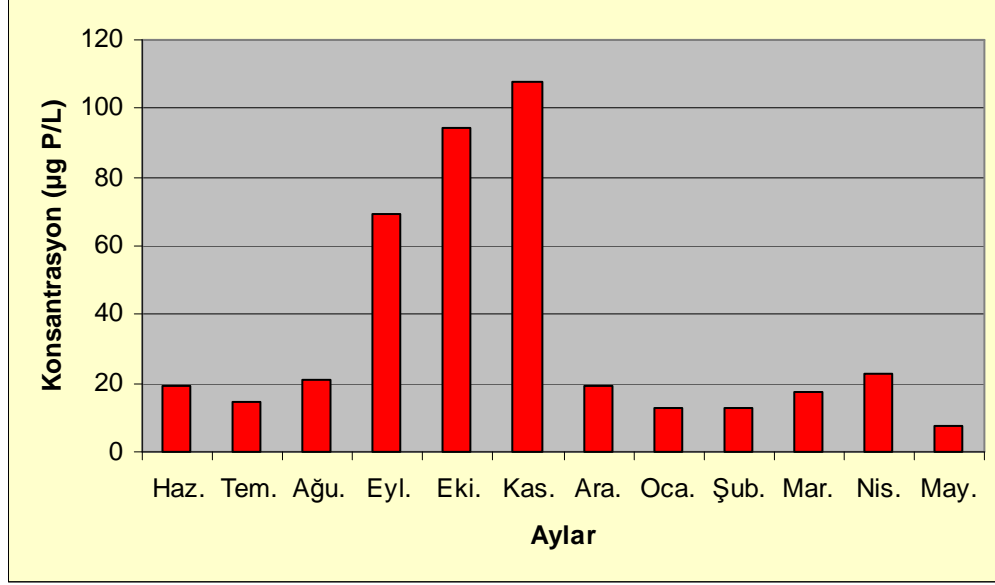
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Konsantrasyon	173,8	12,76	34,12	81	115,5	29,02	123	113,9	9,11	23,69	33,09	22,14



Şekil 5.2.6: İstasyon 5'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değışim grafiği.

Çizelge 5.2.7: İstasyon 6'daki fosfat konsantrasyonlarının aylık değışimleri ($\mu\text{g P/L}$).

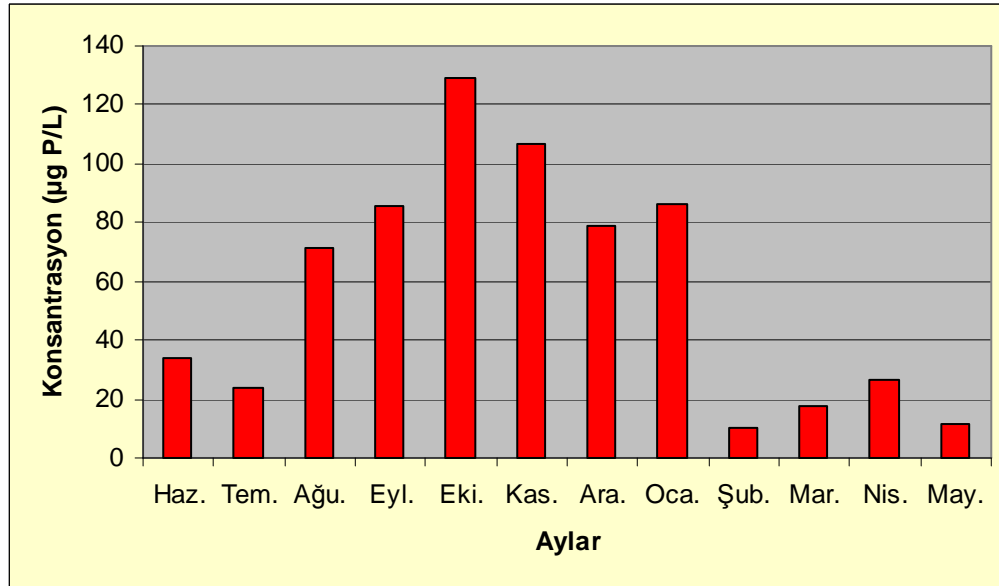
Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Konsantrasyon	19,19	14,74	20,84	69,56	94,23	107,7	19,07	13,08	12,71	17,22	22,62	7,43



Şekil 5.2.7: İstasyon 6'daki fosfat konsantrasyonlarının aylık değışim grafiği.

Çizelge 5.2.8: İstasyon 7'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değışimleri ($\mu\text{g P/L}$).

Aylar	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.
Konsantrasyon	33,8	23,46	71,21	85,94	129,2	106,7	79,14	86,23	10,2	17,36	26,25	11,57



Şekil 5.2.8: İstasyon 7'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değışim grafiği.

Fosfat miktarlarının istasyonlar ve aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan "One-way ANOVA" testi sonucunda, fosfat miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı önemli ($p < 0,05$), aylar arasındaki farklılığı ise önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$) (Çizelge 5.2. 9,10).

Çizelge 5.2.9: İstasyonlar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu

Table Analyzed	
One-way analysis of variance	
P value	P<0.0001
P value summary	***
Are means signif. different? (P < 0.05)	Yes
Number of groups	7
F	13,46
R squared	0,5119
Bartlett's test for equal variances	
Bartlett's statistic (corrected)	4,296
P value	0,6367
P value summary	Ns
Do the variances differ signif. (P < 0.05)	No

Çizelge 5.2.10: Aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu

Table Analyzed	
One-way analysis of variance	
P value	0,1494
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
Number of groups	12
F	1,557
R squared	0,1893
Bartlett's test for equal variances	
Bartlett's statistic (corrected)	8,148
P value	0,5193
P value summary	ns
Do the variances differ signif. (P < 0.05)	No

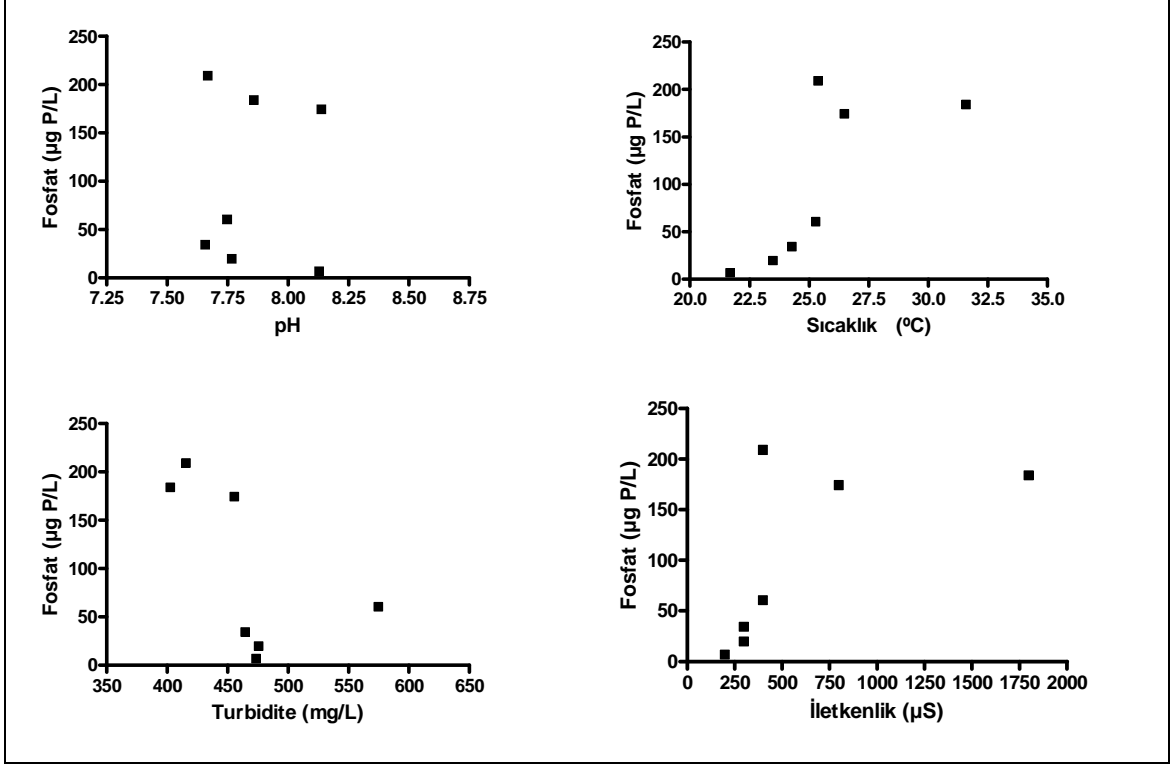
Anlamlı farklılıkların hangi istasyonlar arasında olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan "TUKEY testi" sonucunda, 3. istasyon ile diğer tüm istasyonlar arasındaki farklılıkların, ayrıca 4. istasyon ile 1. ve 6. istasyonlar arasındaki farklılığının önemli olduğu, diğer istasyonların birbirleriyle arasındaki farklılıkların ise önemsiz olduğu istatistiksel olarak gösterilmiştir (Çizelge 5.2.11).

Çizelge 5.2.11: Tukey testi sonuçları.

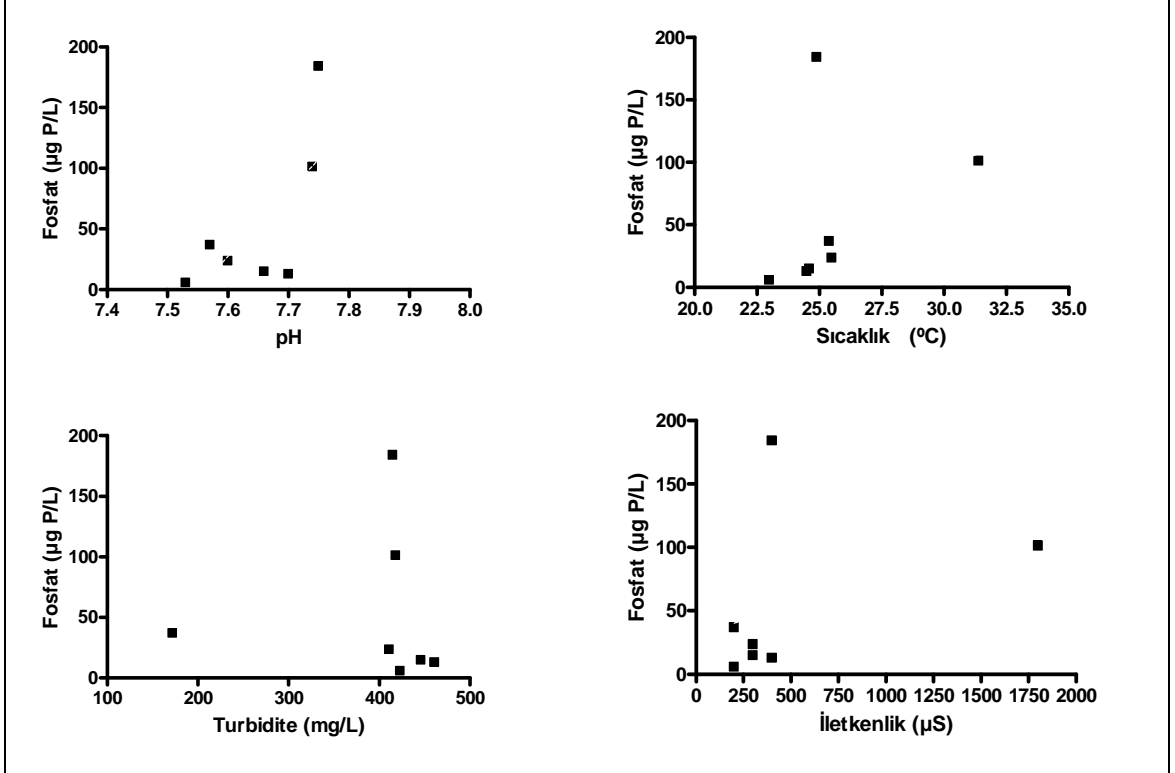
Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	Q	P value	95% CI of diff
İst1 - ist2	-25,24	1,874	P > 0.05	-83.09 to 32.60
İst1 - ist3	-142,4	10,57	P < 0.001	-200.3 to -84.57
İst1 - ist4	-64,47	4,785	P < 0.05	-122.3 to -6.627
İst1 - ist5	-31,48	2,337	P > 0.05	-89.33 to 26.36
İst1 - ist6	-2,082	0,1545	P > 0.05	-59.93 to 55.76
İst1 - ist7	-23,97	1,779	P > 0.05	-81.81 to 33.88
İst2 - ist3	-117,2	8,696	P < 0.001	-175.0 to -59.32
İst2 - ist4	-39,23	2,912	P > 0.05	-97.08 to 18.62
İst2 - ist5	-6,239	0,4631	P > 0.05	-64.09 to 51.61
İst2 - ist6	23,16	1,719	P > 0.05	-34.68 to 81.01
İst2 - ist7	1,277	0,09477	P > 0.05	-56.57 to 59.12
İst3 - ist4	77,94	5,785	P < 0.01	20.09 to 135.8
ist3 - ist5	110,9	8,233	P < 0.001	53.08 to 168.8
ist3 - ist6	140,3	10,42	P < 0.001	82.48 to 198.2
ist3 - ist7	118,4	8,791	P < 0.001	60.60 to 176.3
ist4 - ist5	32,99	2,449	P > 0.05	-24.86 to 90.84
ist4 - ist6	62,39	4,631	P < 0.05	4.545 to 120.2
ist4 - ist7	40,51	3,006	P > 0.05	-17.34 to 98.35
ist5 - ist6	29,4	2,182	P > 0.05	-28.45 to 87.25
ist5 - ist7	7,516	0,5579	P > 0.05	-50.33 to 65.36
ist6 - ist7	-21,89	1,624	P > 0.05	-79.73 to 35.96

Fiziko-kimyasal parametre değerleri ile fosfatın ilişkilerinin derecesini ve şeklini göstermek amacıyla 7 istasyondan alınan değerler kullanılarak "Pearson Korelasyonu" uygulanmış ve korelasyon katsayıları belirlenmiştir.

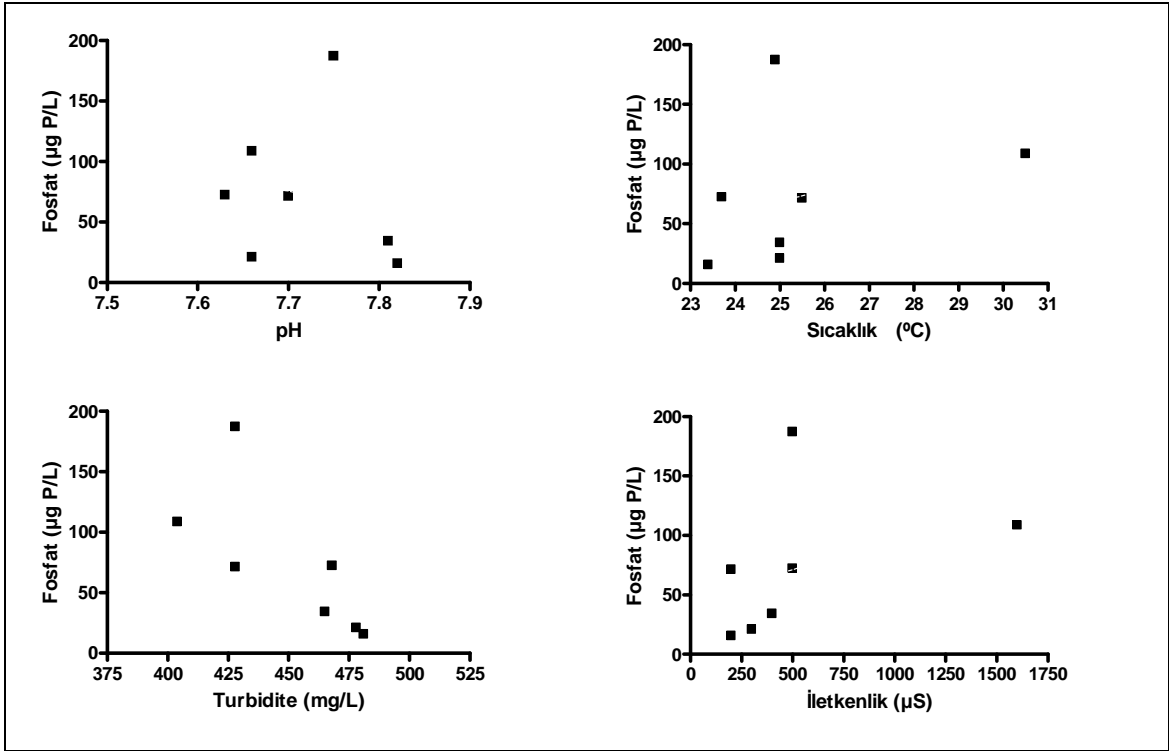
Fosfat miktarlarının fiziko-kimyasal parametereler ile olan ilişkisini göstermek için değişkenlere "Lineer regresyon analizi" (en küçük kareler yöntemi) uygulanmış ve sonuç olarak; sadece Şubat ayında fosfat ile turbidite arasında doğrusal bir ilişki gözlenmiş, fosfat ile pH, sıcaklık, turbidite ve iletkenlik arasında diğer aylarda doğrusal bir ilişki gözlenmemiştir (Şekil 5.2. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20).



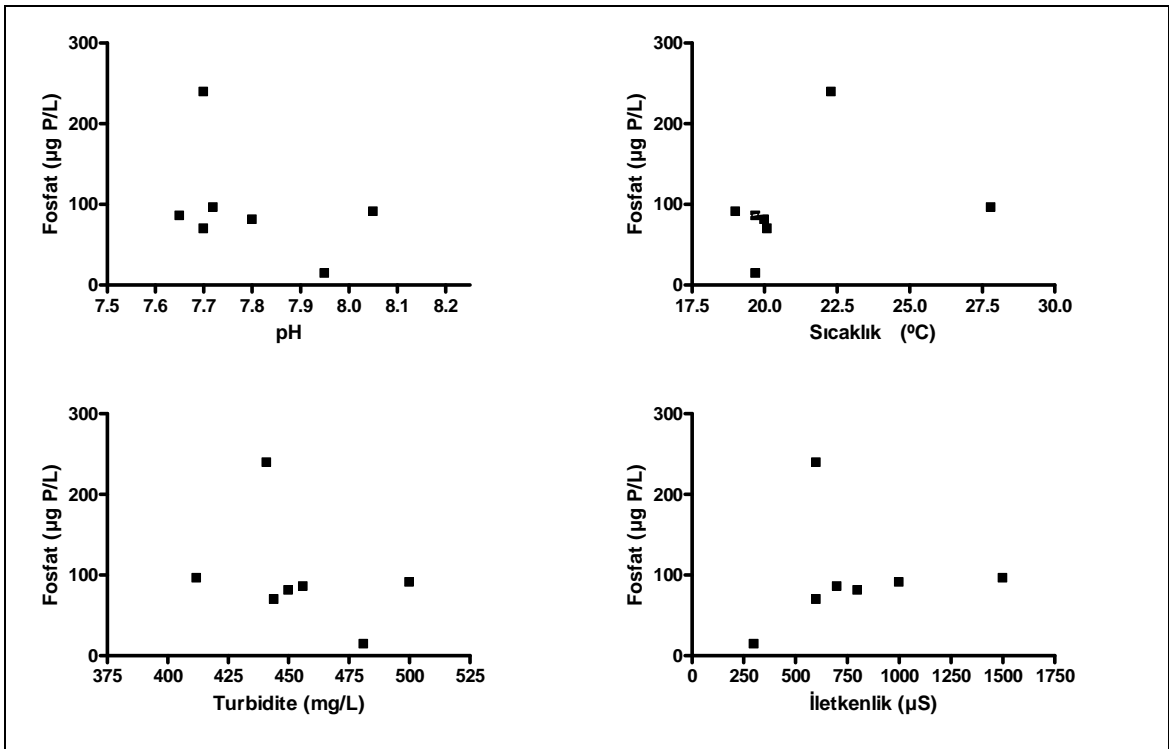
Şekil 5.2.9: Haziran ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



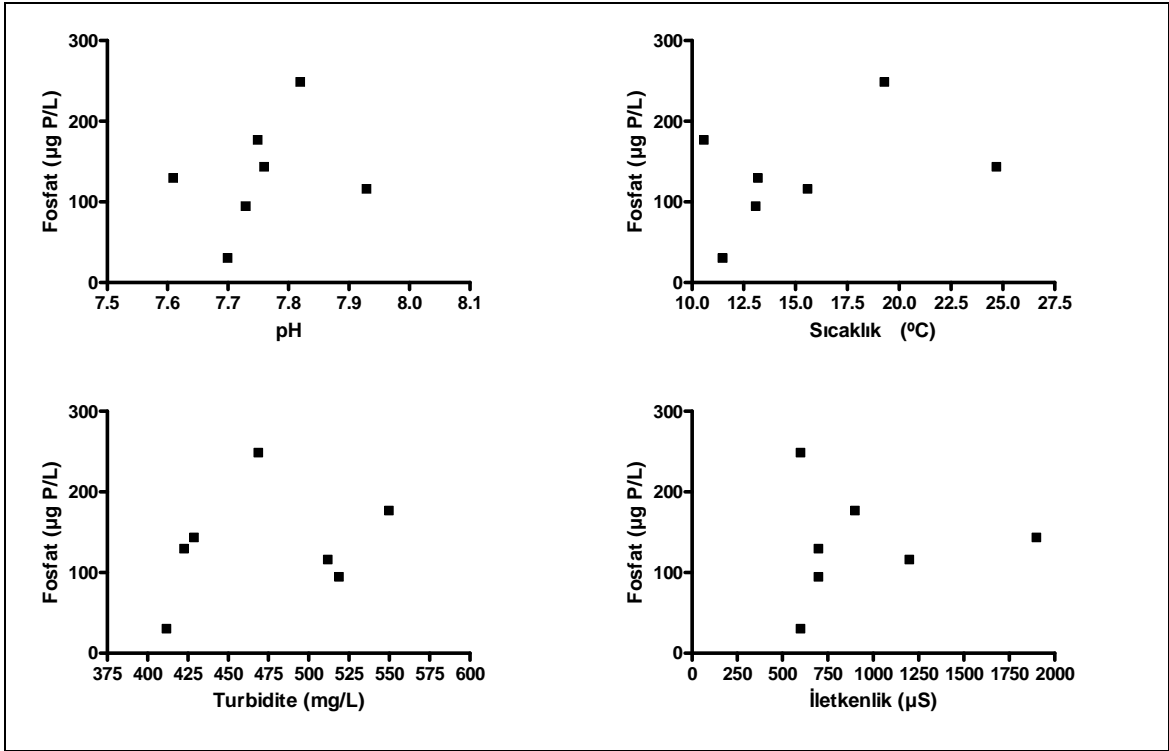
Şekil 5.2.10: Temmuz ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



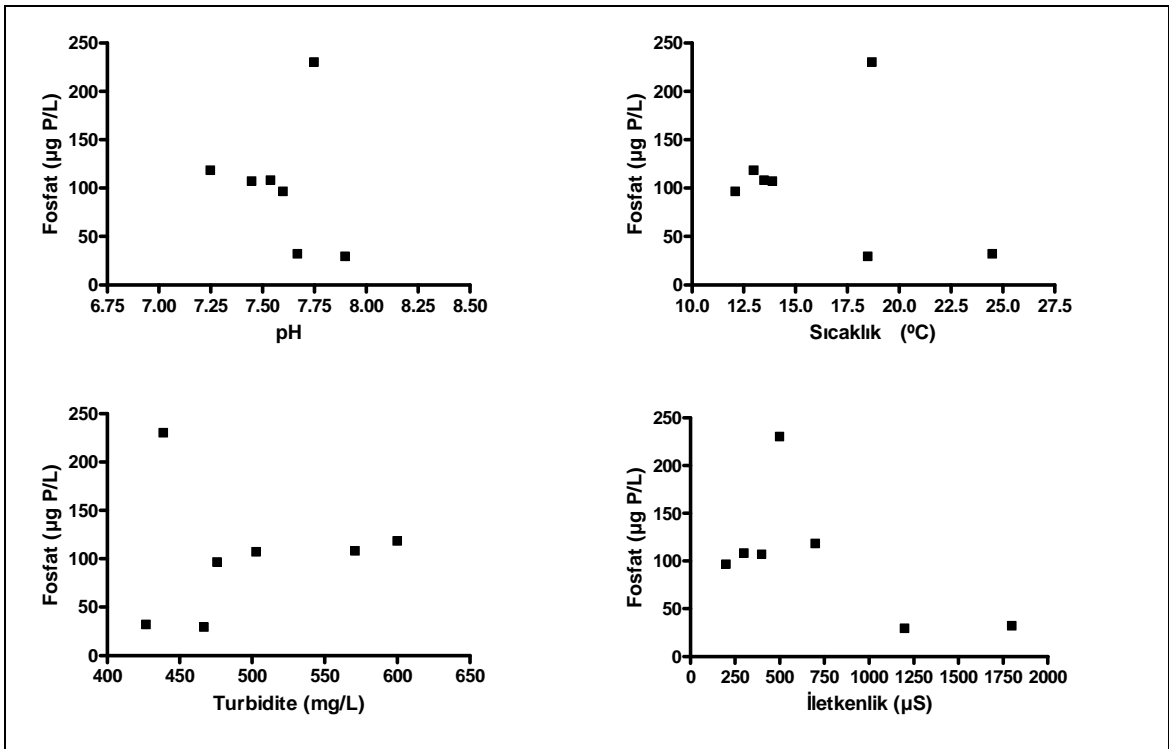
Şekil 5.2.11: Ağustos ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



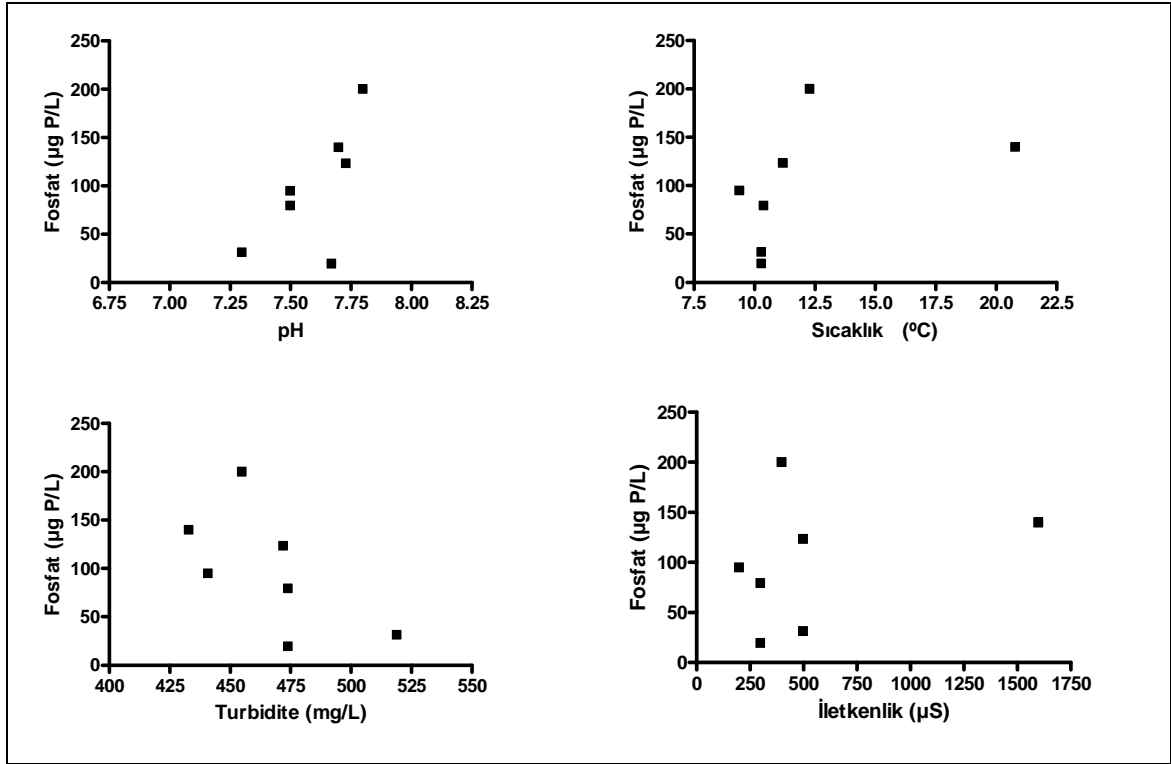
Şekil 5.2.12: Eylül ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



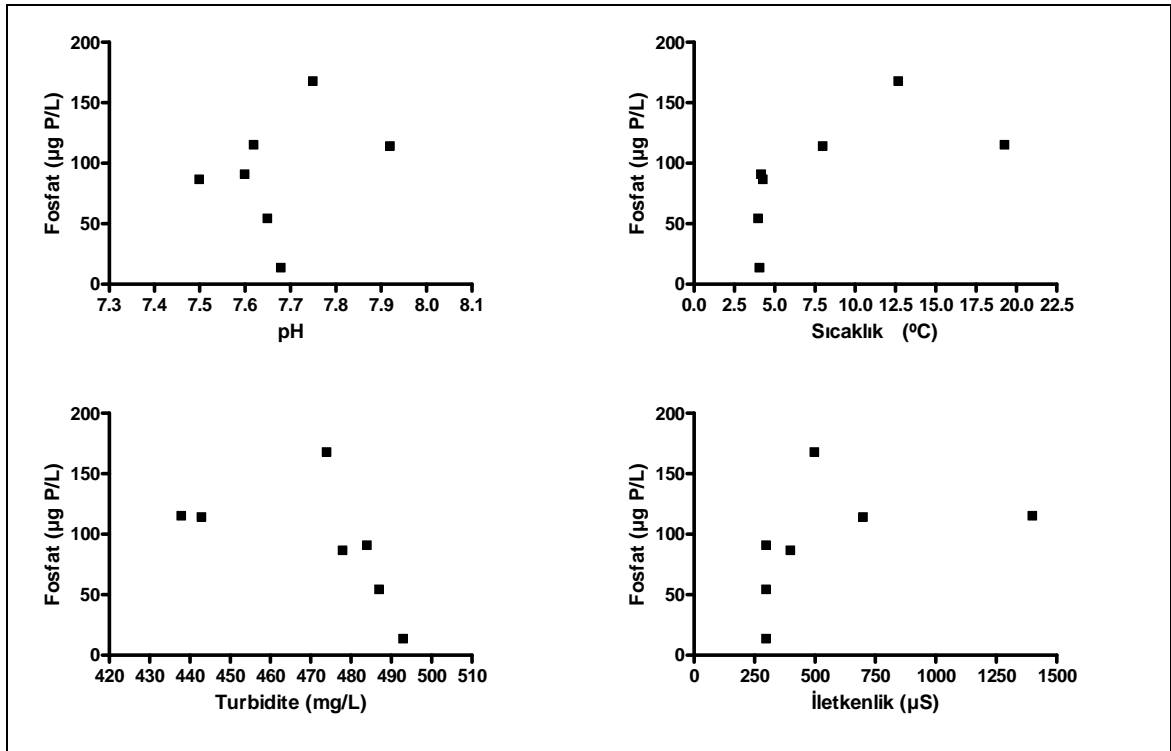
Şekil 5.2.13: Ekim ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



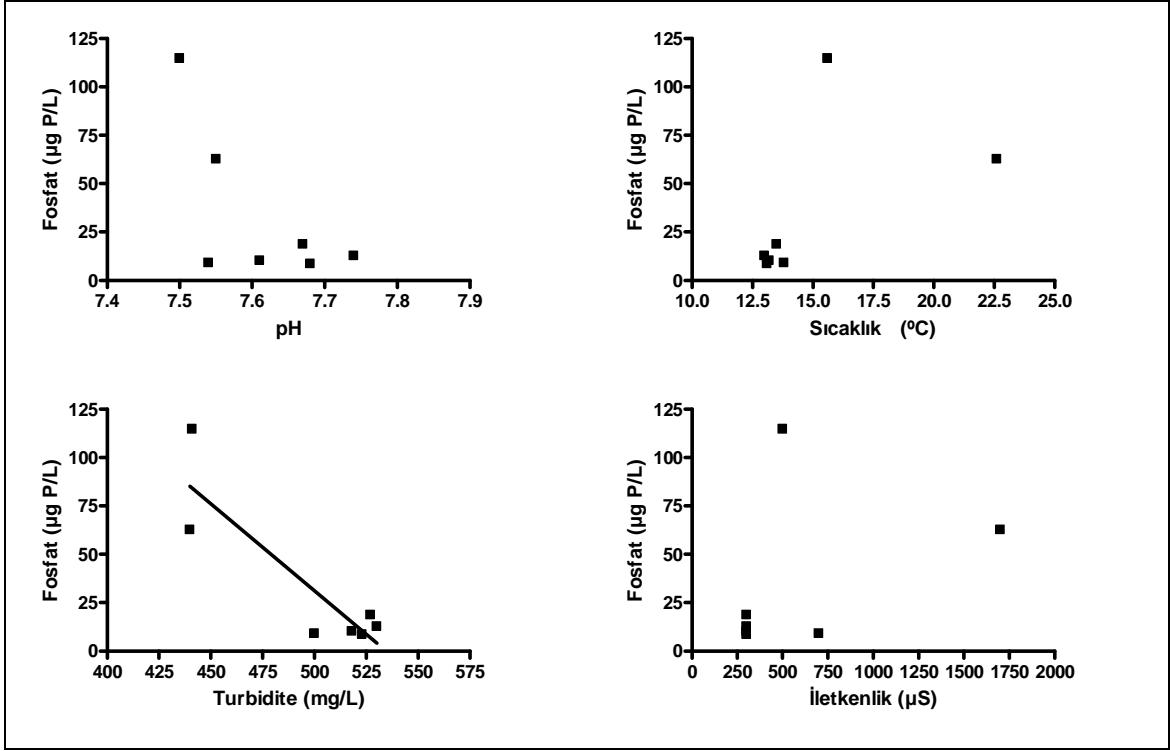
Şekil 5.2.14: Kasım ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



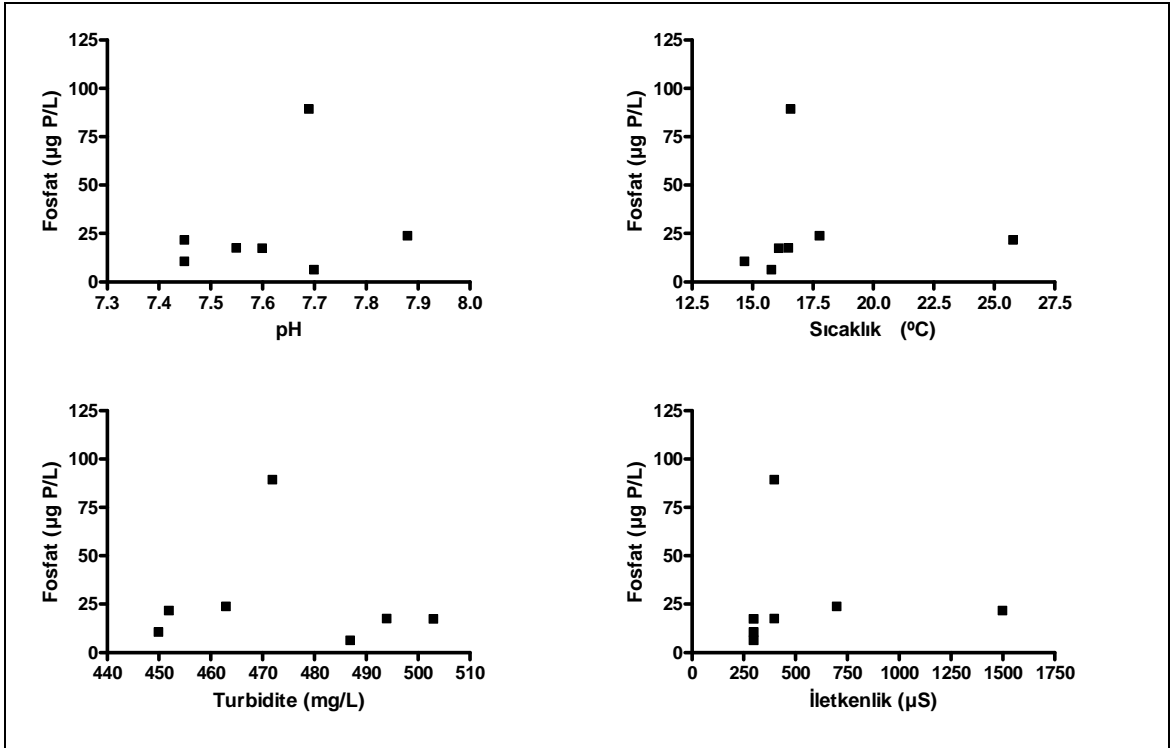
Şekil 5.2.15: Aralık ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



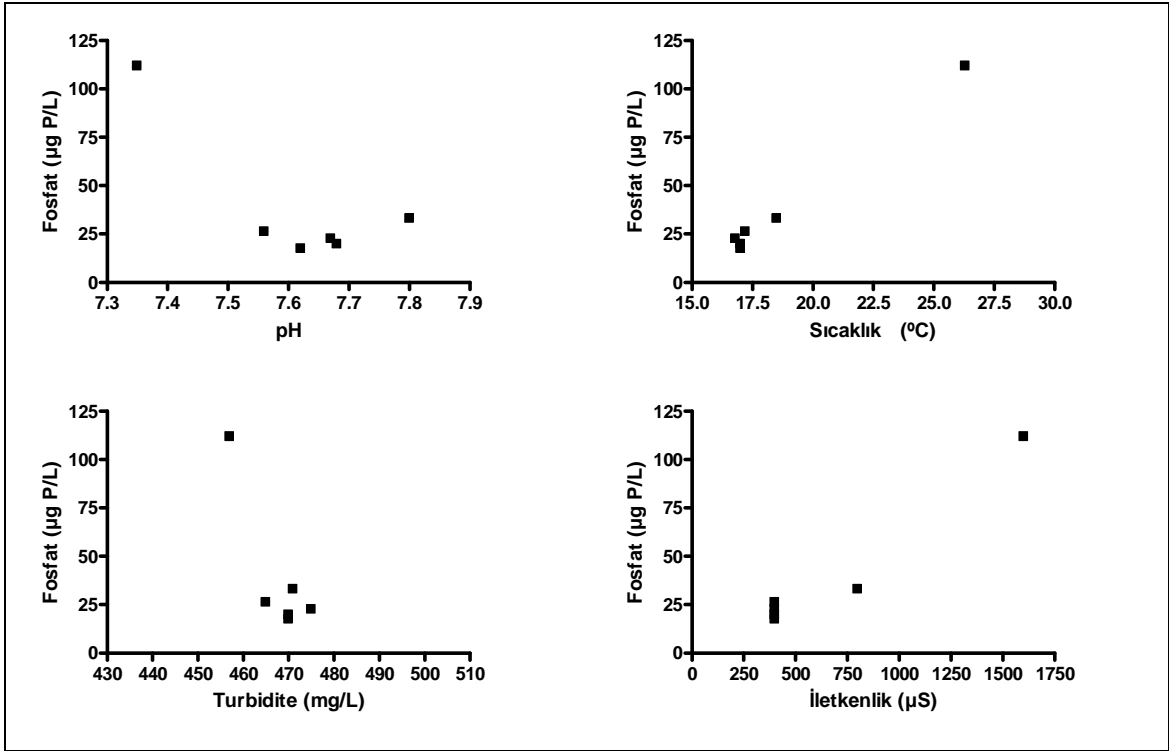
Şekil 5.2.16: Ocak ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



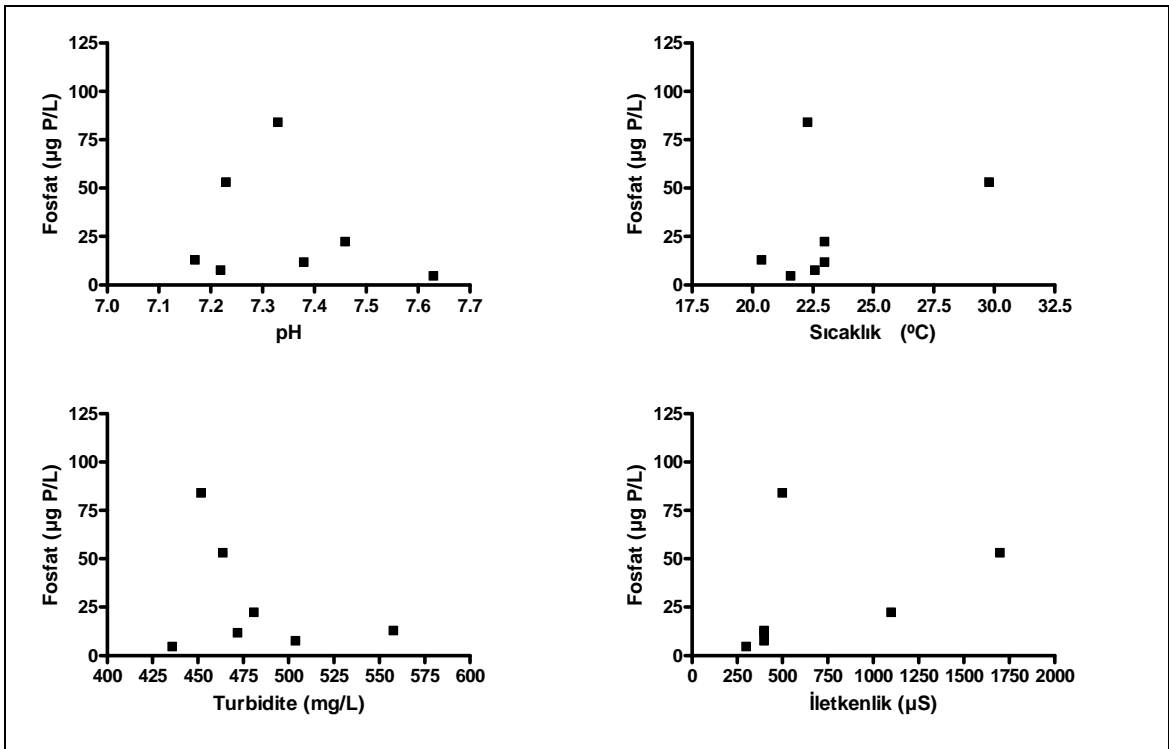
Şekil 5.2.17: Şubat ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



Şekil 5.2.18: Mart ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



Şekil 5.2.19: Nisan ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.



Şekil 5.2.20: Mayıs ayında fosfat ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki bağıntılar.

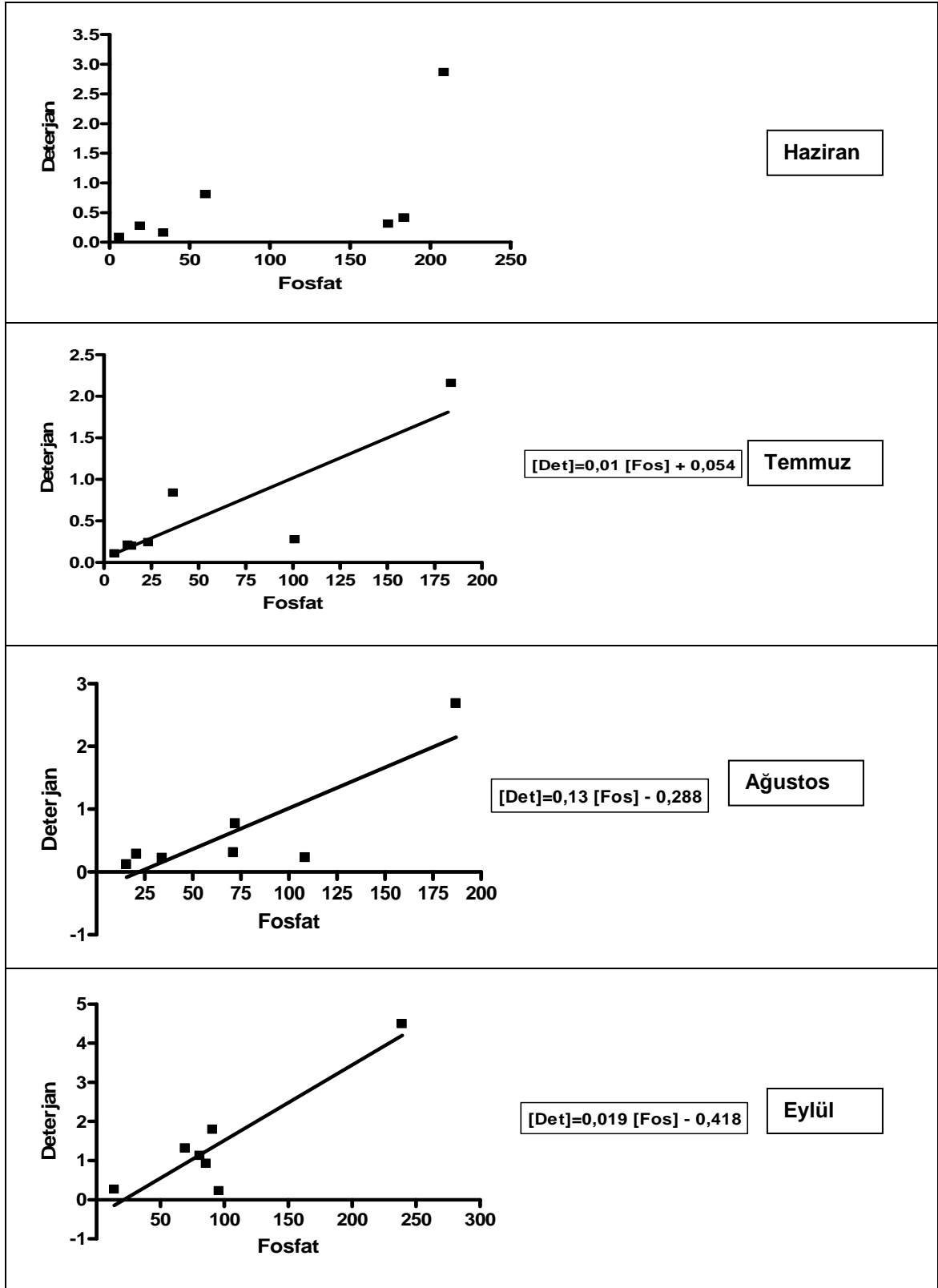
5.3. Anyonik Deterjan ve Fosfat Arasındaki İlişki

Anyonik deterjan konsantrasyonları ile fosfat konsantrasyonlarının ilişki derecesini ve şeklini göstermek amacıyla istasyonlardan elde edilen değerler kullanılarak “Pearson Korelasyonu” uygulanmış ve korelasyon katsayıları belirlenmiştir.

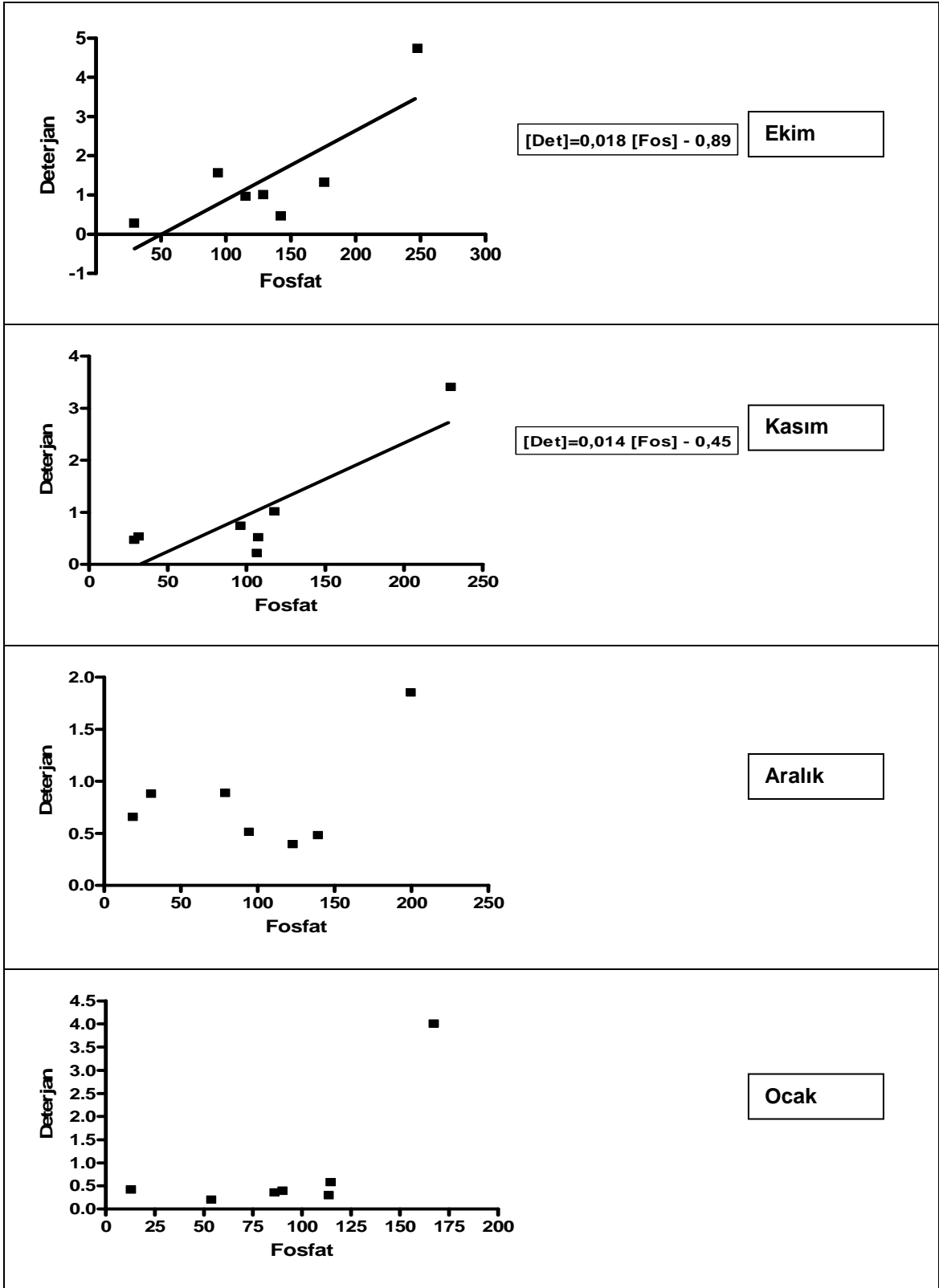
Anyonik deterjan ile fosfat miktarı arasındaki ilişkiyi göstermek için değişkenlere “Lineer regresyon analizi” (en küçük kareler yöntemi) uygulanmış ve sonuç olarak; Haziran, Aralık ve Ocak ayları dışındaki tüm aylarda, anyonik deterjan ve fosfat arasında kuvvetli pozitif doğrusal bir ilişki gözlenmiştir. Haziran ve Ocak aylarındaki korelasyon ise anlamlı korelasyon katsayısı olan 0,5’ten büyük olmasına rağmen zayıf bulunmuştur. Sadece Aralık ayında korelasyon görülmemiştir (Çizelge 5.3.1). Ayrıca bu doğrusal ilişkiye ait regresyon denklemleri de oluşturularak grafiklerin yanında verilmiştir (Şekil 5.3. 1, 2, 3).

Çizelge 5.3.1: Anyonik deterjan ile fosfat arasındaki korelasyon katsayıları.

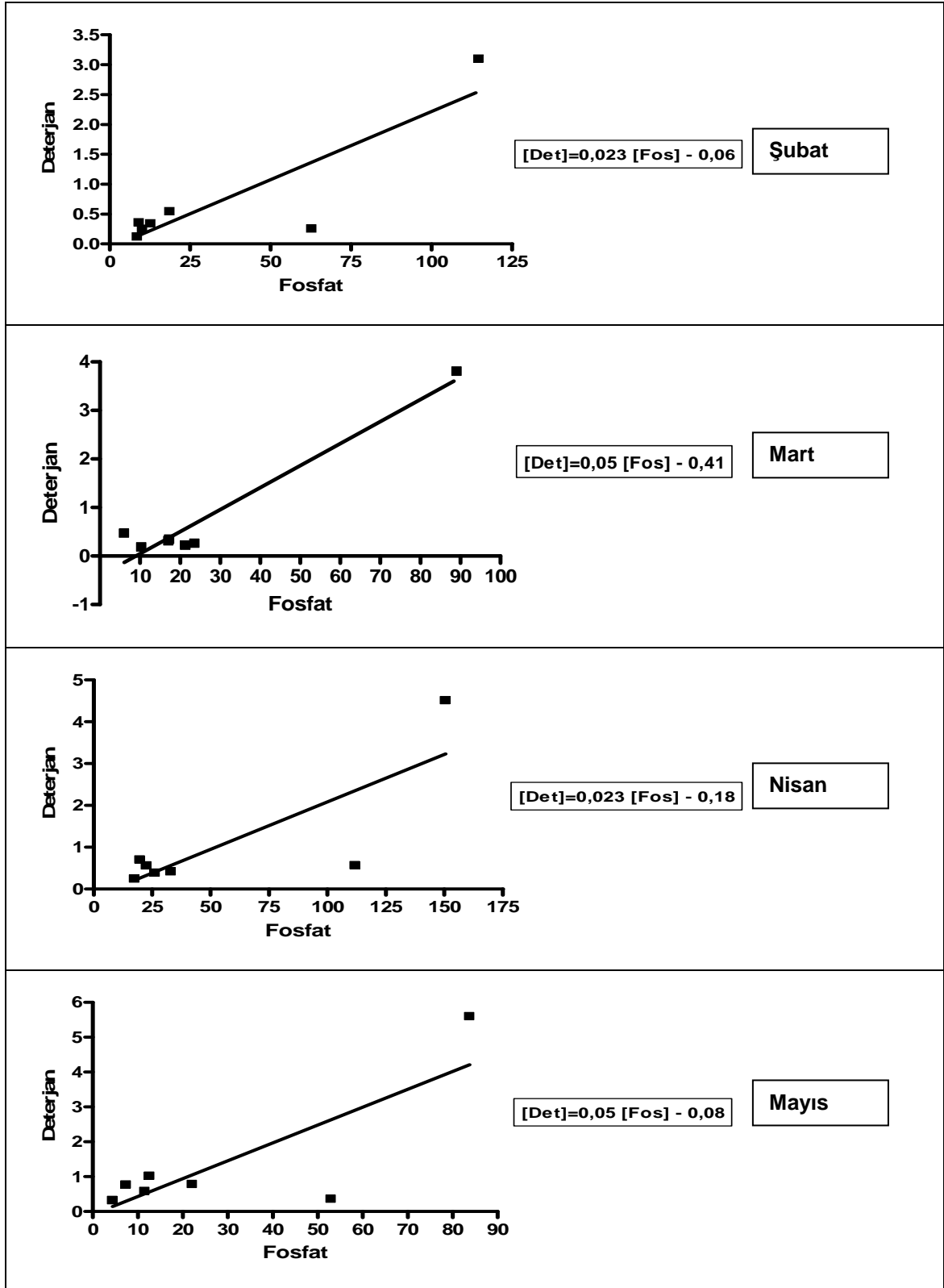
Aylar	Korelasyon katsayısı (r)	Korelasyon derecesi
Haziran	0,60	Zayıf
Temmuz	0,86	Kuvvetli
Ağustos	0,86	Kuvvetli
Eylül	0,91	Kuvvetli
Ekim	0,80	Kuvvetli
Kasım	0,85	Kuvvetli
Aralık	0,47	Yok
Ocak	0,69	Zayıf
Şubat	0,87	Kuvvetli
Mart	0,97	Kuvvetli
Nisan	0,80	Kuvvetli
Mayıs	0,80	Kuvvetli



Şekil 5.3.1: Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında deterjan ve fosfat arasındaki bağıntılar



Şekil 5.3.2: Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında deterjan ve fosfat arasındaki bağıntılar



Şekil 5.3.3: Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında deterjan ve fosfat arasındaki bağıntılar

6. TARTIŞMA

Bu çalışmada, Manisa il merkezinden geçen Gediz Nehri üzerinde ve özellikle deşarj bölgelerinde belirlenen yedi istasyondan alınan su örneklerinde, anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonları belirlenerek istasyonlara ve aylara göre değişimleri araştırılmış, ayrıca pH, sıcaklık, turbidite ve iletkenlik parametreleri ölçülmüştür.

Fiziko – kimyasal parametrelerinden pH ortalama 7,65 ve sıcaklık ortalama 18,7 °C, turbidite 464 mg/L olarak belirlenmiş ve bu üç parametre “*Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri*” ile karşılaştırıldığında bu parametreler bakımından nehir suyunun I. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür (Çizelge 6.1). Ayrıca daha önceki yıllarda Gediz Nehri’nde yapılan araştırmalar sonucu, ağır metal, anyonik deterjan gibi değişik kirlilik parametrelerine göre nehir suyunun II. ve III. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.1: Su kalite parametreleri ve sınıfları

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
1. Sıcaklık (°C)	20	25	30	>30
2. pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0
3. Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	>5000

Yedi istasyondan alınan su örneklerindeki anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonları, istasyonlara göre farklılıklar göstermektedir.

Su örneklerindeki **anyonik deterjan** miktarlarının, istasyon 1’de 0,084 – 0,738 mg/L; istasyon 2’de 0,198 – 1,795 mg/L; istasyon 3’te 1,850 – 5,592 mg/L; istasyon 4’te 0,217 – 0,577 mg/L; istasyon 5’te 0,211 – 1,122 mg/L; istasyon 6’da 0,198 – 1,559 mg/L; istasyon 7’de ise 0,155 – 0,998 mg/L, **fosfat** miktarlarının da, istasyon 1’de 4,4 – 96,42 µg P/L; istasyon 2’de 6,11 – 176,2 µg P/L; istasyon 3’te 83,76 – 248,1 µg P/L; istasyon 4’te 21,43 – 183,7 µg P/L; istasyon 5’te 9,11 – 173,8 µg P/L; istasyon 6’da 7,43 – 107,7 µg P/L; istasyon 7’de ise 10,2 – 129,2 µg P/L arasında değiştii belirlenmiştir.

Deterjan ve fosfat konsantrasyonlarının aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan “One-way ANOVA” testi sonucunda, hem deterjan hem de fosfat miktarlarının aylar arasındaki farklılığı önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Eylül ve Ekim aylarında tüm istasyonlardan elde edilen deterjan konsantrasyonları diğer aylara göre daha yüksek olmasına rağmen, farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır.

Deterjan konsantrasyonlarının istasyonlar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan “One-way ANOVA” testi sonucunda, anyonik deterjan miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Anlamlı farklılıkların hangi istasyonlar arasında olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan “TUKEY testi” sonucunda da 3. istasyon ile diğer tüm istasyonlar arasındaki

farklılıkların önemli, diğer istasyonların birbirleriyle arasındaki farklılıkların ise önemsiz olduğu istatistiksel olarak gösterilmiştir.

Fosfat konsantrasyonlarının istasyonlar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan "One-way ANOVA" testi sonucunda da, fosfat miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Anlamlı farklılıkların hangi istasyonlar arasında olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan "TUKEY testi" sonucunda, 3. istasyon ile diğer tüm istasyonlar arasındaki farklılıkların, ayrıca 4. istasyon ile 1. ve 6. istasyonlar arasındaki farklılığının önemli olduğu, diğer istasyonların birbirleriyle arasındaki farklılıkların ise önemsiz olduğu istatistiksel olarak gösterilmiştir.

Yapılan "One Way ANOVA" sonuçlarına paralel olarak, hem deterjan hem de fosfata ait en yüksek ortalama değerlerin istasyon 3'te (Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtım Tesisi) görüldüğü saptanmıştır. Bunun nedeni, Manisa ilinin tüm evsel atık suyunun bu tesislerde arıtılmasıdır ve kullanılan deterjanın tümü doğrudan bu tesislerde toplanmaktadır, deterjanların yapısında da yüksek oranda fosfat bulunmaktadır. Bu tesislerde deterjan ve fosfat arıtımının yapılması, en kısa zamanda tesisin kapasitesinin artırılması, bunun dışında su kalitesi parametrelerinin çoğunun analizinin yapılarak, daha ayrıntılı bir arıtmadan geçirildikten sonra atık suyun Gediz Nehri'ne verilmesi gerekmektedir.

İstatistiki analizler çerçevesinde, One-way ANOVA'dan farklı olarak, deterjan ve fosfat konsantrasyonlarının, ölçümü yapılan fiziko-kimyasal parametreler ile ilişkisinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi amacıyla "Pearson korelasyonu" uygulanmış, hem deterjanın hem de fosfatın bu parametreler ile doğrusal bir ilişkisinin olmadığı, istatistiksel olarak her ay için ayrı ayrı gösterilmiştir. Buna karşın yapılan analizler, anyonik deterjan ile fosfat miktarı arasında Aralık ayı dışındaki tüm aylarda, anyonik deterjan ile fosfat arasında pozitif doğrusal bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Nehirde deterjan kirliliğinin artmasına paralel olarak fosfat kirliliğinin de artacağı açıktır.

4 Eylül 1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazetede belirtilen yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde ve toplam fosfor limitleyici konsantrasyonları çizelge 6.2'de verilmiştir. İstasyonlardan alınan su örneklerindeki anyonik deterjan ve fosfat ortalama miktarları ile bu parametreler karşılaştırılmıştır.

Çizelge 6.2: Yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde ve toplam fosfor limitleyici konsantrasyonları.

Yüzeysel suyun sınıfı	Anyonik yüzey aktif madde (mg/L)	Toplam fosfor (mg/L)
I. sınıf (yüksek kaliteli su)	0.5	0.02
II. sınıf (az kirlenmiş su)	1.0	0.16
III. sınıf (kirlenmiş su)	1.5	0.65
IV. sınıf (çok kirlenmiş su)	>1.5	>0.65

Buna göre; **anyonik yüzey aktif madde yönünden**, istasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü), istasyon 4 (Sanayi Arıtım Tesisleri), istasyon 5 (Karaçay), istasyon 7'den (Gediz İzmir Sınırı) alınan su I. sınıf yani yüksek kaliteli su, istasyon 2 (Nif Çayı) ve istasyon 6'dan (Muradiye Gediz Köprüsü) alınan su II. sınıf yani az kirlenmiş su ve istasyon 3'ten (Manisa Belediyesi Eysel Atık Su Arıtım Tesisleri) alınan su IV. sınıf yani çok kirlenmiş su sınıfında bulunmuştur. Özellikle evsel atık yükü fazla olan istasyonlarda su, deterjan yönünden kirlenmiş su sınıfındadır. Bu da, Nif Çayı'nın İzmir ili Kemalpaşa ilçesinin evsel ve endüstriyel atık suyunu Gediz'e taşımakta olduğunu, Manisa iline bağlı bir belde olan Muradiye Beldesinin evsel ve endüstriyel atıklarının da Gediz'e atıldığını ve Manisa'nın tüm evsel atık suyunun arıtıldığı Manisa Belediyesi Eysel Atık Su Arıtım Tesislerinin de deterjan yükünün çok fazla miktarda olduğunu göstermektedir.

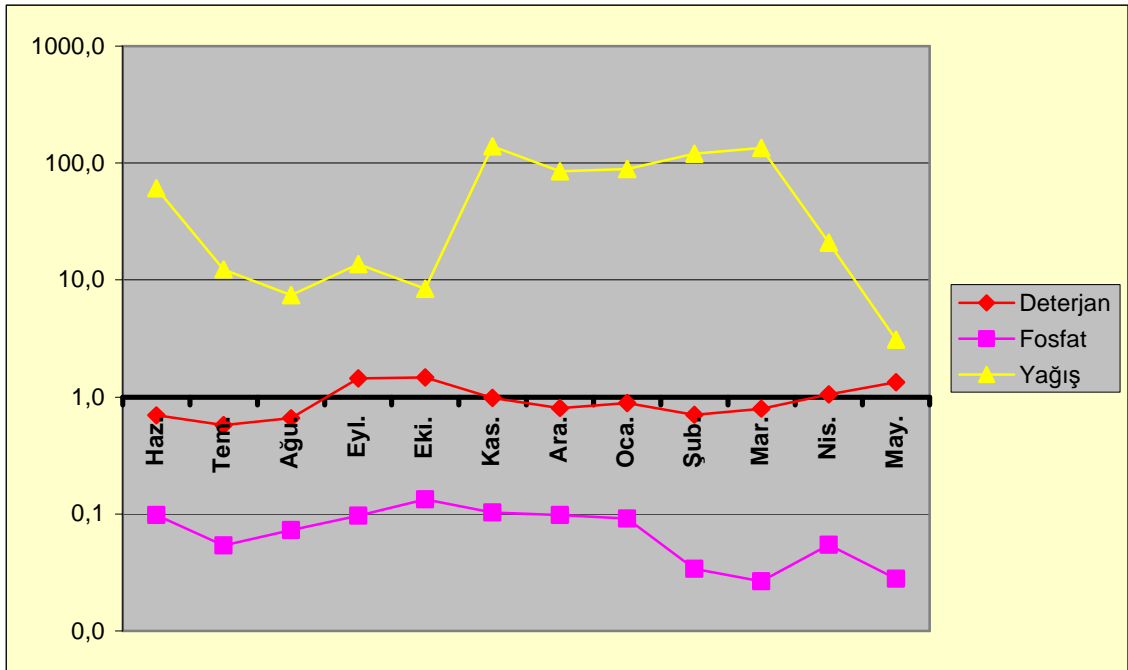
Fosfat yönünden ise 3. istasyon (Manisa Belediyesi Eysel Atık Su Arıtım Tesisleri) III. sınıf yani kirlenmiş su sınıfında olup, diğer tüm istasyonlar II.sınıf yani az kirlenmiş su sınıfındadır. Buna paralel olarak fosfat bakımından anlamlı farklılıkların hangi istasyonlar arasında olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan "TUKEY testi" sonucunda, 3. istasyon ile diğer tüm istasyonlar arasındaki farklılığının yanında, 4. istasyon ile 1. ve 6. istasyonlar arasındaki farklılığının da önemli olduğu gösterilmiştir. Bu üç istasyon da II. kalite su sınıfında olmasına rağmen, 1. ve 6. istasyonun fosfat değerleri yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde ve toplam fosfor limitleyici konsantrasyonlarının alt sınırına, 4. istasyonun fosfat değeri ise üst sınırına yakın değerlerdedir. Anlamlı farklılık buradan kaynaklanmaktadır.

3. istasyon olan Manisa Belediyesi Eysel Atık Su Arıtım Tesislerinden alınan örneklerin analizi ile elde edilen fosfat değerleri tüm istasyonlardan yüksektir. Eysel atık sularda fosforun yaklaşık % 50'si evsel ve endüstriyel orijinli atıklardan, kullanılan deterjanların yapısındaki fosfattan geldiği için, deterjan değerleri de diğer istasyonlardan yüksek olan 3. istasyonda, fosfat değerleri de yüksek bulunmuştur.

Ayrıca 3. ve 4. istasyon yani arıtım tesislerinden alınan örneklerin analiziyle elde edilen değerler, "*Sulara boşaltılacak atıklar için deşarj kriterleri*" ile karşılaştırıldığında, toplam fosforun üst sınır değeri 0,02 mg/L olduğu için, her iki istasyondan elde edilen değerler bu üst sınır değerinden yüksektir. Eysel ve endüstriyel atık sulara fosfor deşarjının azaltılması, özellikle fosfatsız deterjanların kullanılması, evsel atık sular için kimyasal çöktürme veya biyolojik arıtım yöntemleriyle fosfat uzaklaştırılması şeklinde önlemler alınmalıdır. Deterjanlarda STP kullanımının engellenmesiyle, evsel atık suların fosfat yükünün % 20 – 25 oranında azalabileceği saptanmıştır. Eysel atık sular için kimyasal çöktürme veya biyolojik arıtım yöntemleriyle % 90 verimle fosfat uzaklaştırılması mümkündür. Bunlardan en çok uygulanan yöntem, alüminyum tuzları, demir tuzları veya kireç ilavesiyle uygulanan kimyasal çöktürmedir. Biyolojik arıtım da, deterjanların mikroorganizmalar tarafından tüketilmesi, yani gıda olarak yenmesi şeklinde uygulanabilir. Özellikle evsel arıtım tesislerinde organik madde

konsantrasyonunu çok fazla olduğu için, bu ortamda mikroorganizmalar hızlı bir şekilde çoğalırlar. Bununla birlikte ortamdaki isteklerine göre besinleri kullanırlar. Birçok mikroorganizma türünün deterjanları kuvvetlice absorbladığı dikkate alınır, deterjanların bulunan değerleri azaltılabilecektir.

Ayrıca Manisa meteoroloji istasyonundan alınan, 2005 – 2006 yıllarına ait, metrekareye kilogram olarak düşen aylık yağış miktarlarıyla karşılaştırıldığında, elde edilen anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimlerine yağışların doğrudan etkisinin olmadığı, yani yağış miktarlarıyla değerlerin doğru orantılı olarak artıp azalmadığı görülmüştür (Şekil 6.1).



Şekil 6.1: Aylık yağış miktarı ile anyonik deterjan ve fosfat miktarları arasındaki bağıntıyı gösteren logaritmik grafik.

Avrupa Birliğinde uygulanan su kalitesi kriterlerinde, metilen mavisi aktif maddelerin tavsiye edilen değeri $\leq 0,3$ mg/L olarak, sınır değeri de 'kalıcı köpük olmamalıdır' şeklinde kabul edilmiştir. Çalışmamız sonunda elde ettiğimiz ortalama değer (0,951 mg/L), tavsiye edilen değer üzerinde bulunmuştur.

Ülkemizde son yıllarda çeşitli nehir, çay, göl ve denizlerde yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen anyonik deterjan konsantrasyonları çizelge 6.3'te gösterilmiştir. Genel olarak bakıldığında, Gediz Nehri'nde elde ettiğimiz değerlerin, yapılan çalışmaların birçoğundan elde edilen değerlerden düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.3: Türkiye'de yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen anyonik deterjan konsantrasyonları

Nehir Adı	Deterjan konsantrasyonu	Kaynak
Ankara Çayı	10,24 mg/L	Karapars, 1976
Çubuk Çayı	11,03 mg/L	Karapars, 1976
Ankara Çayı	3,37 mg/L	Vural ve Kumbur, 1982
İzmir Körfezi	0,1 – 1,6 mg/L	Güçer ve diğerleri, 1983
İzmir Körfezi	0,34 – 6,44 mg/L	Yaramaz, 1984
Balçova Baraj Gölü	0,145 mg/L	Çelebi ve Akçin, 1984
Melez Çayı	5 mg/L	Şengül ve diğerleri, 1986
Arap Deresi	4,8 mg/L	Şengül ve diğerleri, 1986
Kuş Gölü	0,48 mg/L	Balık ve diğerleri, 1989
İzmir Körfezi	0,001 – 9,3 mg/L	Altay, 1990
Nif Çayı	2,155 mg/L	Balık ve Ustaoglu, 1991
Melez Çayı	0 – 6,93 mg/L	İzgören, 1992
Gediz Nehri	0,023 – 4,48 mg/L	Tuğrul, 1992
Sinop Sahili	0,27 – 3,21 mg/L	Gündoğdu, 1995
Yuvarlak Çay	0,12 mg/L	Balık ve diğerleri, 2002
Bakırçay	0,01 – 0,29 mg/L	Başaran, 2004
Küçük Menderes	0 – 0,93 mg/L	Egemen ve diğerleri, 2005
Yenişehir Gölü	0,0025 – 0,053 mg/L	Tekinalp, 2005
Gediz Nehri	0,084 – 5,592 mg/L	Bu çalışma

Tuğrul'un 1992 yılında yapmış olduğu "Gediz Nehir sisteminde anyonik deterjan kirliliğinin incelenmesi" adlı çalışma sonucunda, su örneklerinde elde edilen anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonları 0,023 – 4,48 mg/L arasında değişen değerlerde, ortalama 0,703 mg/L bulunurken, bizim araştırmamız sonucunda ise anyonik deterjan konsantrasyonları, 0,084 – 5,592 mg/L arasında değişen değerlerde, ortalama 0,951 mg/L olarak saptanmıştır. Bu da anyonik deterjan konsantrasyonunun yükselmiş olduğunu göstermektedir. Bu durumu, nüfus ve sanayi artışına, teknolojinin artışıyla birlikte kullanılan deterjan çeşidi ve miktarının artışına, buna bağlı olarak evsel ve endüstriyel atıkların artışına bağlayabiliriz.

Yurt dışında nehirlerde yapılan deterjan ile ilgili çalışmalar çok sayıda olup, 1980 sonrası yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen değerler çizelge 6.4'te verilmiştir. Genel olarak bakıldığında Gediz Nehri'nde elde ettiğimiz değerlerin bu çalışmalarda elde edilen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.4: Yurt dışındaki bazı nehirlerde yapılan çalışmalar sonucu elde edilen anyonik deterjan konsantrasyonları

Nehir Adı	Deterjan kons. (min-max)	Kaynak
Halifax Harbour Irmağı (Kanada)	0,001 – 0,2 mg/L	Gagnon, 1983
İngiltere Nehirleri	0,007 – 0,173 mg/L	Waters and Garrigan, 1983
İngiltere Nehirleri	0,012 – 0,08 mg/L	Gilbert and Pettigrew, 1984
Tama Nehri (Japonya)	0,035 – 0,219 mg/L	Yoshikawa et al, 1984
Hyogo Nehri (Japonya)	0,004 – 2,5 mg/L	Kobuke 1985
Tsurumi Nehri (Japonya)	0,01 – 0,29 mg/L	Yoshikawa et al, 1985
Sumida Nehri (Japonya)	0,005 – 0,01 mg/L	Kikuchi et al, 1986
Saar Nehri (Avrupa)	0,01 – 0,09 mg/L	Matthijs and De Henau, 1987
Teshiro Nehri (Japonya)	0,01 – 0,27 mg/L	Kojima, 1989
Teganuma Nehri (Japonya)	0,019 – 1,4 mg/L	Nonaka et al, 1989
Yodo Nehri (Japonya)	0,043 – 0,089 mg/L	Nonaka et al, 1990
Miami Nehri (Amerika)	< 0,05 mg/L	Hand et al, 1990
Oohori Nehri (Japonya)	0,5 – 1,6 mg/L	Amano et al, 1991
Mississippi Nehri (Amerika)	0,01 – 0,3 mg/L	McAvoy et al, 1993
Litheos Nehri (Akdeniz)	Ort. 0,1 mg/L	Dassenakis et al, 1998
Yorkshire Irmağı (İngiltere)	0,05 – 0,25 mg/L	Fox et al, 2000
Laguna Körfezi (Filipinler)	0,002 – 0,102 mg/L	Eichhorn et al, 2001
Itter Nehri (Almanya)	0,007 – 0,011 mg/L	Wind et al, 2004
Gediz Nehri	0,084 – 5,592 mg/L	Bu çalışma

Genellikle su kalitesi araştırmalarının yapıldığı çalışmalarda fosfat derişimi önemli bir parametre olup, yapılan çalışmalarda elde edilen değerler çizelge 6.5'te verilmiştir. Genel olarak bakıldığında, Gediz Nehri'nde elde ettiğimiz değerlerin, değişik ülkelerdeki nehirlerde yapılan çalışmaların birçoğundan elde edilen değerlerden düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.5: Yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen fosfat konsantrasyonları.

Nehir Adı	Fosfat konsantrasyonu	Kaynak
İzmir Körfezi	0,0001 – 0,0059 mg/L	Yaramaz, 1984
Meriç Nehri	0,0001 – 0,02 mg/L	Kontaş, 1990
Sapanca Gölü	0,19 mg/L	Çikoğlu, 1991
Gediz Nehri	0,016 – 4,054 mg/L	Tuğrul, 1992
Gediz Nehri	0,02 – 7,41 mg/L	Okur ve diğerleri, 1997
Dalaman Çayı	0,213 mg/L	Barlas, 1999
Yuvarlak Çay	0,08 mg/L	Barlas, 1999
Asi Nehri	0,002 – 2,44 mg/L	Taşdemir ve Göksu, 2001
Yuvarlak Çay	0,02 mg/L	Balık ve diğerleri, 2002
Bakırçay Nehri	0,0018 – 0,0229 mg/L	Başaran, 2004
Bakırçay	0 – 0,7 mg/L	Gündoğdu ve Turhan, 2004
Karaçay (Kahramanmaraş)	0,22– 6,82 mg/L	Kara ve Çömlekçioğlu, 2004
Mumcular Barajı (Muğla)	0,2 mg/L	Yılmaz, 2004
Yenişehir Gölü	0 – 0,32 mg/L	Tekinalp, 2005
Küçük Menderes	0 – 1,88 mg/L	Egemen ve diğerleri, 2005
Ankara Çayı	3,81 mg/L	Atıcı ve Ahıska, 2005
Derbent Baraj Gölü (Samsun)	0,01 – 0,03 mg/L	Taş, 2006
Çark Deresi	0,208 mg/L	Kurtulmuş, 2006
Rheraya Nehri (Fas)	0,043 – 1,286 mg/L	Khebiza et al, 2006
Nhue Nehri (Viet Nam)	3,5 mg/L	Duc et al, 2006
Dun Nehri (İngiltere)	0,086 mg/L	Neal et al, 2006
Kenet Nehri'nde (İngiltere)	0,083 mg/L	Neal et al, 2006
Fuji Nehri (Japonya)	0,01 – 0,13 mg/L	Shrestha and Kazama, 2007
Yangtze Nehri (Çin)	0,64 – 1,31 mg/L	Zhang et al, 2007
Gediz Nehri	0,0044 – 0,248 mg/L	Bu çalışma

Araştırmamız sonucunda elde ettiğimiz fosfat konsantrasyonları, Tuğrul'un 1992 yılında, Okur ve diğerlerinin 1997 yılında Gediz Nehri'nde yapmış oldukları araştırmalar sonucunda elde edilen fosfat konsantrasyonlarından düşüktür. Bu da fosfatın önemli bir besleyici element olmasına ve ortamda bulunan plankton, bakteri, balık gibi organizmalar tarafından tüketilmesine bağlanabilir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Manisa il merkezinden geçen Gediz Nehri üzerinde ve özellikle deşarj bölgelerinde belirlenen yedi istasyondan alınan su örneklerinde, anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonları belirlenerek istasyonlara ve aylara göre değişimleri araştırılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre, anyonik deterjan konsantrasyonları 0,084 – 5,592 mg/L arasında değişen değerlerde, ortalama 0,951 mg/L, fosfat konsantrasyonları 0,004 – 0,25 mg/L arasında değişen değerlerde, ortalama 0,074 mg/L olarak saptanmıştır.

Anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonlarının, istasyonlara ve aylara göre bazı değişimler gösterdiği grafiklerle gösterilmiştir.

Elde edilen değerler, yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde limitleyici konsantrasyonları ile karşılaştırıldığında, genel olarak evsel atık yükü fazla olan, yerleşim yerlerine yakın istasyonlarda deterjan konsantrasyonlarının arttığı, suyun II. veya III. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür.

Hem deterjan hem de fosfata ait en yüksek değerlerin istasyon 3'te (Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtım Tesisi) görüldüğü saptanmıştır. Bunun nedeni, Manisa ilinin tüm evsel atık suyunun bu tesislerde arıtılmasıdır ve kullanılan deterjanın tümü doğrudan bu tesislerde toplanmaktadır, deterjanların yapısında da yüksek oranda fosfat bulunmaktadır. Bu tesislerde deterjan ve fosfat arıtımının yapılması, en kısa zamanda tesisin kapasitesinin artırılması, bunun dışında su kalitesi parametrelerinin çoğunun analizinin yapılarak, daha ayrıntılı bir arıtmadan geçirildikten sonra atık suyun Gediz Nehri'ne verilmesi gerekmektedir.

Ayrıca 3. ve 4. istasyon yani her iki arıtım tesisinden alınan suların analiziyle elde edilen değerler, sulara boşaltılacak atıklar için deşarj kriterleri ile karşılaştırıldığında, toplam fosforun üst sınır değeri 0,02 mg/L olduğu için, her iki istasyondan elde edilen değerler bu üst sınır değerinden yüksektir. Evsel ve endüstriyel atık sulara fosfor deşarjının azaltılması, özellikle fosfatsız deterjanların kullanılması ve fosfat ayrıştırıldıktan sonra atık suyun Gediz'e verilmesi gerekmektedir.

Deterjan ve fosfat kirliliğinin önlenmesi için biyolojik parçalanabilirliği fazla olan yüzey aktif maddeler kullanılmalıdır. Fakat kolay parçalanabilir deterjanların da biyodegradasyon sırasında ortamda ani oksijen eksikliği yarattığı da gözönünde bulundurulmalıdır. Deterjanlarda suyun sertliğinin giderilmesi amacıyla kullanılan STP kullanımının engellenmesiyle, STP yerine kirlilik yaratmayacak başka maddeler kullanılması ve evsel atık suların fosfat yükünün azalması şeklinde, kimyasal ve biyolojik yöntemler ayrı ayrı veya birlikte uygulanarak fosfat uzaklaştırılması şeklinde önlemler alınabilir. Fosfor bileşiklerinin kimyasal olarak arıtılmasında alüminyum tuzları, demir tuzları veya kireç kullanılabilir. Bu işlemlerde fosfor, yüksek pH değerlerinde fosfat tuzları halinde çöktürülür. Biyolojik arıtım

deterjan ve dolayısıyla fosfatın mikroorganizmalarca alınması, yani yenmesi şeklinde olur. Özellikle evsel arıtım tesislerinde organik madde konsantrasyonunu çok fazla olduğu için, bu ortamda mikroorganizmalar hızlı bir şekilde çoğalırlar. Bununla birlikte ortamdaki isteklerine göre besinleri kullanırlar. Birçok mikroorganizma türünün deterjanları kuvvetlice absorbladığı dikkate alınır, deterjanların bulunan değerleri azaltılabilecektir. Böylece hem deterjan miktarları kaynağında kontrol edilerek, alıcı sularda canlılar için toksik etkiler azalacak, hem de deterjan kaynaklı fosfatlar da biyolojik arıtım tesislerinde önemli ölçüde tutulabilecektir. Diğer bir yöntem de, kimyasal arıtmanın biyolojik arıtma ile birlikte kullanılmasıdır. İleri fosfor arıtımı için alglerin yoğun olarak üretilerek hasat edildiği siğ alg lagünleri de kullanılabilir. Hasat edilen algler, hayvan yemi veya biyogaz üretiminde hammadde olarak değerlendirilebilir.

Atıktan potansiyel olarak kullanılabilir fosfatın geri dönüşümüyle, yani atıktan fosfat elde edilmesi şeklinde de önemli miktarlarda fosfat elde edilebilir. Endüstriyel proseslerde fosfatın ayrıştırılması da önemli bir ilerlemedir.

Ayrıca fosfat birikiminde tarımda kullanılan fosfatlı gübrelerin de payı büyüktür. Gediz Nehri'nde fosfat değerlerinin yüksek olması nehrin ötrofikasyon problemiyle karşı karşıya olduğunun göstergesidir. Toprak yapısı analizlerinin yapılması, toprak yapısına en uygun ve yeterli miktarda gübrenin kullanılması gerekmektedir. Ancak öncelikli olarak evsel atık suların biyolojik arıtmadan geçirildikten sonra nehre verilmesi risklerin önlenmesi açısından daha yararlı olacaktır.

Ancak Gediz'in küçük bir bölümünü kapsayan araştırma alanımızdan elde edilen verilere bakılarak, tüm Gediz Nehri'ndeki deterjan kirliliği hakkında yorum yapmak oldukça güçtür. Son yıllarda Gediz Nehri'nde yapılan çalışmalar, Gediz Nehri'nin, geçtiği tüm il ve ilçeler için, döküldüğü İzmir Körfezi ve Ege Denizi için önemli bir kirlilik kaynağı olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların, Gediz Nehri'nin kirliliği ile ilgili olarak yapılacak çalışmalara ışık tutacağı kanısındayız.

Kirlilik tespiti çalışmalarının tüm Gediz Nehri boyunca, belirli periyotlarda, sürekli yapılması, evsel ve endüstriyel atık suyun arıtıldığı arıtım tesislerinin sayılarının artması, bulunanların kapasitelerinin arttırılması, düzenli çalışması ve böylece nehre verilen atık suyun arıtılarak verilmesi, çevreyi koruma bilincinin gelişmesi, gelecek kuşaklara sağlıklı bir yaşam ve temiz bir çevre sunabilmek için hepimizin üzerine düşen görevleri yerine getirmesi gibi önlemler alındığı takdirde, kirliliğin azalabileceği sonucuna varılabilir.

8. KAYNAKLAR

1. **Aidar, E., Sigaud-Kutner, T.C.S., Nishihara, L., Schinke, K.P., Braga, M.C.C., Farah, R.E., Kutner, M.B.B., 1997.** Marine phytoplankton assays : Effects of detergents. Marine Environmental Research, 43 (1/2): 55-68.
2. **Akçay, H., Oğuz, A., Karapire, C., 2003.** Study of heavy metal pollution and speciation in Büyük Menderes and Gediz River sediments. Water Research, 37 (4): 813-822.
3. **Akkaya, E., 2004.** Marmara Denizi'nin mevcut kirlenme durumu ve çözüm önerileri. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü I. Ulusal Çevre Kongresi. Bildiriler Kitabı, 287-293, Sivas.
4. **Aksoy, G., 2005.** Gediz Nehri su, sediment ve planktondaki ağır metal düzeylerinin ölçülmesi. Yüksek lisans tezi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muradiye – Manisa.
5. **Altay, O., 1990.** İzmir Körfezi'nde anyonik yüzey aktif madde kirliliğinin araştırılması. Yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Deniz Bilimleri Anabilim Dalı, İzmir.
6. **Amano, K., Fukushima, T., Nakasugi, O., 1991.** Fate of linear alkylbenzene sulfonates in a lake estuary. Water Science Technology, 23: 497-506.
7. **Anonim, 2003.** Manisa İlinin Çevre Sorunları. Manisa Sağlık Müdürlüğü 2003 Yılı İstatistik Yıllığı, Manisa.
8. **Anonim, 2004-a.** Türkiye Çevre Atlası. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, Ankara.
9. **Anonim, 2004-b.** Belek, Patara ve Kekova özel çevre koruma bölgelerinde su kirliliği izleme projesi kesin rapor. Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı ve Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi.
10. **Anonim, 2006.** 2006 – 2008 Stratejik Yatırım Planı. Manisa İl Özel İdaresi, Manisa.

11. **Anonim, 2007.** Çevre Yönetimi – Su Kirliliği. Manisa İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Manisa.

12. **APHA, AWWA, WPCF, 1995.** Standart methods for the examination of water and wastewater, 17th ed.

13. **Atıcı, T., Ahıska, S., 2005.** Ankara Çayı kirliliği ve algleri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18 (1): 51 – 59.

14. **Balık, S., Geldiay, S., Uysal, H., Öktem, N., Güner, H., Seçmen, Ö., Özensel, S., Ergen, G., Toğulga, M., Aysel, V., Parlak, H., Büyükkışık, B., Ustaoglu, R., Leblebici, E., 1989.** Kuşgölü ve Kuşcenneti Milli Parkı'nın bugünkü durumu ve geliştirme çarelerinin araştırılması. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No: 1987/090, 148 s., İzmir.

15. **Balık, S., Ustaoglu, R., 1991.** Effects of pollution of fish populations in Nif Stream. In Urban Ecology. Ege University Pres, 153 – 166, İzmir.

16. **Balık, S., Ustaoglu, M.R., Egemen, Ö., Cirik, S., Eltem, R., Sarı, H.M., Elbek, A.G., Güner, Y., Özdemir, G., Özdemir M.D., Köksal, Y., Özbek, M., Aygen, C., Taşdemir, A., Yıldız, S., İlhan, A., Topkara, E.T., Sömek, H., Kaymakçı, A., 2002.** Yuvarlak Çay'ın (Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi) sürdürülebilir kullanımı için eylem planı oluşturulması projesi final raporu. T.C. Çevre Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı. 182 s.

17. **Barlas, M., 1999.** Su samurlarının (Lutra lutra) içinde yaşadığı suların fiziko – kimyasal özellikleri. Su Samurunun Türkiye'deki Durumu 1. Sempozyum, Antalya.

18. **Başaran, A.K., 2004.** Bakırçay Deltası kirlilik parametreleri ve Çandarlı Körfezi ile olan ilişkileri. Doktora tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

19. **Burak, S., Duranyıldız, İ., Yetiş, Ü., 1997.** Ulusal Çevre Eylem Planı. Su Kaynakları Yönetimi. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

20. **Cook, R., 2003.** The bacterial degradation of synthetic anionic detergents. Water Research, 2 (12): 849-866.

21. Çelebi, S., Akçin, V., 1984. The determination of anionic surfactants in drinking waters. A comparative study. Çevre 84 Sempozyumu, İzmir.

22. Çikoğlu, S., 1991. Yüzey sularının kirlenmesinde deterjanların katkıları üzerine bir araştırma: Sapanca Gölü örneği. I. Uluslararası çevre koruma sempozyumu bildirileri. Çevre kirliliği ve kontrolü, 2: 66 – 75. Ege Üniversitesi, İzmir.

23. Danovaro, R., 2003. Pollution threats in the Mediterranean Sea: An overview. Chemistry and Ecology, 19 (1): 15 – 32.

24. Dassenakis, M., Scoullou, M., Foufa, E., Krasakopoulou, E., Pavlidou, A., Kloukiniotou, M., 1998. Effects of multiple source pollution on a small Mediterranean river. Applied Geochemistry, 13: 197 – 211.

25. Decembrini, F., Azzaro, F., Crisafi, E., 1995. Distribution of chemical polluting factors in south italian seas along calabria coastal waters (low tyrrhenian sea, high ionian sea and straits of messina). Water Science and Technology, 32 (9 – 10): 231 – 237.

26. Duc, T.A., Vachaud, G., Bonnet, M.P., Prieur, N., Loi, V.D., Anh, L.L., 2006. Experimental investigation and modelling approach of the impact of urban wastewater on a tropical river; a case study of the Nhue River, Hanoi, Viet Nam. Journal of Hidrology, 334 (3 – 4): 347- 358.

27. Egemen, Ö., 2000. Çevre ve Su Kirliliği (3. Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No:42, Bornova – İzmir.

28. Egemen, Ö., 2005. Su Kalitesi (5. Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No:14, Bornova – İzmir.

29. Egemen, Ö., Ustaoglu, M.R., Önen, M., Hakarerler, H., Sarı, H.M., Tanrıku, T., Özbek, M., İlhan, A., Kaymakçı Başaran, A., 2005. Küçük Menderes Nehri'nin su kalitesi ve ekosistemdeki etkileşiminin incelenmesi projesi kesin raporu. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi. 65 s.

30. Eichhorn, P., Flavier, M.E., Paje, M.L., Knepper, T.P., 2001. Occurrence and fate of linear and branched alkylbenzenesulfonates and their metabolites in surface waters in the Philippines. The Science of the Total Environment, 269: 75 – 85.

31. Forsberg, C., 1994. The large-scale flux of nutrients from land to water and the eutrophication of lakes and marine waters. *Marine Pollution Bulletin*, 29 (6 – 12): 409 – 413.

32. Fox, K., Holt, M., Daniel, M., Buckland, H., Guymmer, I., 2000. Removal of linear alkylbenzene sulfonate from a small Yorkshire stream: contribution to GREAT-ER project 7. *The Science of the Total Environment*, 251 / 252: 265 – 275.

33. Gagnon, M.J., 1983. Monitoring anionic surfactants at a sea outfall, Halifax Harbour, Canada. *Water Research*, 17 (11): 1653 – 1659.

34. Gilbert, P.A., Pettigrew, R., 1984. Surfactants and the environment. *International Journal of Cosmetic Science*, 6: 149-158.

35. Gökalp, A., Tanrikulu, E., 2003. Deterjanlar. Bitirme tezi. Celal Bayar Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Muradiye – Manisa.

36. Gökteş, S., Harmanlı, Z., 2000. Sanayileşmeye bağlı olarak çevrede meydana gelen kirlilik. Bitirme tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Bölümü, İzmir.

37. Güçer, Ş., Geldiay, R., Yaramaz, Ö., Ardiç, Z., 1983. İzmir Körfezinde Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Araştırma Serisi B*, 388-400.

38. Gündoğdu, A., 1995. Sinop ili sahilinde anyonik deterjan kirliliğinin araştırılması. Yüksek lisans tezi. On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop.

39. Gündoğdu, V., Turhan, D., 2004. Bakırçay Havzası kirlilik etüdü çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6 (3): 65 – 83.

40. Güven, K.C., Ünlü, S., Okuş, E., Doğan, E., Eroğlu, V., Sarıkaya, H., Öztürk, I., 1998. Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizinde 1996-1997 yıllarına ait deterjan kirliliği. *Büyükşehirlerde Atık Su Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Kontrolü Sempozyumu*, İstanbul.

41. Hand, V.C., Rapaport, R.A., Pittinger, C.A., 1990. First validation of a model for the adsorption of linear alkylbenzenesulfonate (LAS) to sediment and comparison to chronic effects data. *Chemosphere*, 21: 741-750.

- 42. İzgören, S. F., 1992.** Melez Çayı'nda deterjan kirliliği ve nutrientlerle korelasyonu. Yüksek lisans tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir.
- 43. Jensen, J., 1999.** Fate and effects of linear alkylbenzene sulphonates LAS in the terrestrial environment. *The Science of the Total Environment*, 226: 93 – 111.
- 44. Kara, C., Çömlekçiöğlü, U., 2004.** Karaçay (Kahramanmaraş)'ın kirliliğinin ve fiziko – kimyasal parametrelerinin incelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1): 1 - 7.
- 45. Karapars, R., 1976.** Ankara şehrinin alimantasyon suyunun ve çevredeki akarsuların deterjan yönünden araştırılması. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 29 (4): 853 – 866.
- 46. Kayar, V. N., Çelik A., 2003.** Gediz nehri kimi kirlilik parametrelerinin tayini ve su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 12 (47): 17 – 22.
- 47. Khebiza, M.Y., Boughrous, A.A., Gabbanini, C., Messouli, M., Messana, G., 2006.** Impact of waste discharges on the water quality and interstitial community structure of two Mediterranean rivers. *Italian Journal of Zoology*, 73 (2): 153 – 166.
- 48. Kikuchi, M., Tokai, A., Yoshida, T., 1986.** Determination of trace levels of linear alkylbenzenesulfonates in the marine environment by high-performance liquid chromatography. *Water Research*, 20 (5): 643 – 650.
- 49. Knapp, D.R., 1994.** Handbook of analytical derivatization reactions. University of Bristol, 768 p.
- 50. Kobuke, Y., 1985.** Concentration of linear alkylbenzene sulfonates (LAS) and its composition in the river waters of Hyogo Prefecture. *Japanese Journal of Limnology*, 46: 279-286.
- 51. Koçum, E., 2005.** Çanakkale Boğazında klorofil-a ve çözülmüş mineral besin elementi miktarlarının analizi. *Ekoloji Dergisi*, 14 (57): 1 – 6.

52. Kojima, S., 1989. Pollution by fluorescent whitening agents (FWA) and linear alkylbenzene sulfonates (LAS) in environmental water. Announce Rep. Environment Pollution Research Inst. Nagoya, 19: 61-68.

53. Kontaş, A., 1990. Meriç nehri kirliliği ve bu kirliliğin Ege denizine etkileri. Yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir.

54. Kumbur, H., Vural, N., 1989. Berdan Çayının metal ve deterjan kirliliğinin araştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 4 (1-2): 25-41.

55. Kurtulmuş, Y., 2006. Çark Deresinin kirlilik kaynaklarının ve su kalite sınıfının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

56. Laureano, J.S.F., Navar, J., 2002. An assessment of stream water quality of the Rio San Juan, Nuevo Leon, Mexico, 1995–1996. Journal Environmental Quality, 31: 1256 – 1265.

57. Lewis, M. A., 1991. Chronic and sublethal toxicities of surfactants to aquatic animals: A review and risk assessment. Water Research, 25 (1): 101 – 113.

58. Lijmbach, D., Thornton, C., 2003. The first recyclable detergent component: phosphates. PharmaChem, 2 (9): 54-57.

59. Lu, R. K., 2000. Water sampling and chemical analysis. In: Lu Ru-kun, R.K. (Ed.), Soil and Agri-Chemical Analysis Methods, 1st ed. Chinese Agricultural Technology Publishing Company, Beijing, 133–135.

60. Magazzu, G., Romeo, G., Azzaro, F., Decembrini, F., Oliva, F., Piperno, A., 1995. Chemical pollution from urban and industrial sewages in Augusta bay (SICILY). Water Science and Technology, 32 (9 – 10): 221 – 229.

61. Matthijs, E., De Henau, H., 1987. Determination of LAS. Tenside Surfactants Detergents, 24: 193-199.

62. McAvoy, D.C., Eckhoff, W.S., Rapaport, R.A., 1993. Fate of linear alkylbenzene sulfonate in the environment. Environmental Toxicology and Chemistry, 12:977-987.

63. Neal, C., House, W.A., Jarvie, H.P., Neal, M., Hill, L., Wickham, H., 2006. The water quality of the River Dun and the Kenet and Avon Canal. *Journal of Hydrology*, 330: 155 – 170.

64. Nonaka, K., Hattori, Y., Nakamoto, M., 1989. Determination of LAS in environmental and domestic waste waters. *Suishitsu Odaku Kenkyo*, 12 (3): 194-200.

65. Nonaka, K., Hayashi, Y., Nakamoto, M., 1990. The distribution and fate of LAS in some river waters of Osaka. *Announce Rep. Environment Pollution Control Cent. Osaka Prefect. Gov.*, 12: 68-79.

66. Okur, B., Hakerlerler, H., Anaç, D., Anaç, S., Dorsan, F., Yağmur, B., 1997. Gediz nehrindeki kimi su kirlilik ögesi parametrelerin aylık ve mevsimsel olarak değişimi üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Araştırma Fonu. Proje No:93-ZRF-043, Bornova- İzmir.*

67. Özüyamanbaş, A., 1994. Yüzey aktif maddeler ve saç preparatlarında kullanımı. Bitirme tezi. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, İzmir.*

68. Parsons, T.R., Matia, Y., Lalli, C.M., 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. *Pergamon Pres. New York.* 173 p.

69. Resmi Gazete, 1988. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Tarih 04.09.1988. Sayı : 19919.

70. Resmi Gazete, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Tarih 31.12.2004. Sayı : 25687.

71. Salar, A., Kızmaz, A., Arda, A., 2004. Deterjanlar, deterjan analizleri, deterjanların çevreye ve insan sağlığına etkileri. Bitirme tezi. *Celal Bayar Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Muradiye – Manisa.*

72. Scott, M., J., Jones, M.N., 2000. The biodegradation of surfactants in the environment. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1508: 235 – 251.

73. Sekulic, B., Vertacnik, A., 1997. Comparison of anthropological and “natural” input of substances through waters into Adriatic, Baltic and Black Sea. *Water Research*, 31 (12): 3178 – 3182.

74. Shrestha, S., Kazama, F., 2007. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques : A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Modelling and Software*, 22: 464 – 475.

75. Strickland, J.D.H., Parsons, T.R., 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries research board of Canada. Bull. 167. Ottawa, 310 p.

76. Şengül, F., Topçu, N., Yılmaz, Z., 1986. İzmir yöresindeki yüzeysel sularda deterjan ve fosfat kirliliği. *Çevre 86 Sempozyumu*, İzmir.

77. Taş, B., 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 15 (61): 6 – 15.

78. Taşdemir, M., Göksu, L.Z., 2001. Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1 – 2): 55 – 64.

79. Tekinalp, O., 2005. Yenişehir Gölü (Reyhanlı/ Hatay)'nün kirliliği ve kirlletici faktörlerin araştırılması. Yüksek lisans tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya.

80. Tkalin, A. V., 1991. Chemical pollution of the northwest Pacific. *Marine Pollution Bulletin*, 22 (9): 455 – 457.

81. Tuğrul, G., 1992. Gediz Nehir sisteminde anyonik deterjan kirliliğinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Ege Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova – İzmir.

82. Türkmen, G., Keleş, O., Aslan, M., Bakirel, T., Arun, S., 2004. Biochemical and haematological changes in fish exposed to sublethal concentrations of linear alkylbenzene sulphonate (LAS). *Medicine Veterinary Journal*, 60 (2): 143 – 146.

83. Uzunoğlu, O., 1999. Gediz nehrinden alınan su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muradiye – Manisa.

84. Vural, N., Kumbur, H., 1982. Ankara Çayı'nda mevcut deterjanlar, deterjanların parçalanma durumları ve metallerin kantitatif analizi. *Doğa Bilim Dergisi, Mühendislik-Çevre*, 6 (2): 61 – 77.

85. Waters, J., Garrigan, J.T., 1983. An improved microdesulphonation/gas liquid chromatography procedure for the determination of linear alkylbenzene sulphonates in UK rivers. *Water Research*, 17: 1549-1562.

86. Wind, T., Werner U., Jacob, M., Hauk, A., 2004. Environmental concentrations of boron, LAS, EDTA, NTA and Triclosan simulated with GREAT-ER in the river Itter. *Chemosphere*, 54: 1135–1144.

87. Yaramaz, Ö., 1984. İzmir körfezinde evsel ve endüstri atıklarının neden olduğu deterjan ve bor kirliliğinin araştırılması. Doktora tezi. Ege Üniversitesi Hidrobiyoloji ve Su Ürünleri Araştırma Uygulama Merkezi, Urla – İzmir.

88. Yavaş, Ö., 2001. Gediz havzasındaki aktivitelerin Gediz nehri kirliliğine etkileri. Yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

89. Yediler, A., Zhang, Y., Cai, J.P., Korte, F., 2003. Effect of the microbial population size on the degradation of linear alkylbenzene sulfonate in lake water (Dong Hu = East Lake, Wuhan, Hubei, P.R.China). *Chemosphere*, 18 (7-8): 1589-1597.

90. Yılmaz, F., 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın fiziko-kimyasal özellikleri. *Ekoloji Dergisi*, 13 (50): 10 – 17.

91. Yoshikawa S., Sano H., Harada T., 1984. Determination of LAS in river water by high-performance liquid chromatography. *Suishitsu Odaku Kenkyu*, 7: 191-194.

92. Yoshikawa S., Sano H., Harada T., 1985. Distribution of LAS in river water and sediment at Tsurumi River. *Japanese Journal of Water Pollution Research*, 8: 755-758.

93. Yüzbaşı, N., 1997. Karadeniz kıyı şeridi yüzeysel sularında fosfor ve türlerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.

94. Zhang, Q., Shi, X., Huang, B., Yu, D., Öborn, I., Blomback, K., Wang, H., Pagella, T.F., Sinclair, F.L., 2007. Surface water quality of factory – based and vegetable – based peri – urban areas in the Yangtze River Delta region, China. *Catena*, 69: 57 – 64.

9. ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı		: Orkide MİNARECİ
Doğum Yeri ve Yılı		: Torbalı – İzmir, 15.01.1972.
Uyuşu		: T.C.
Medeni Durumu		: Evli
Yabancı Dili		: İngilizce
Eğitim Durumu (Derece, Tarih, Üniversite)		:
Lisans	1988 – 1992	: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji ABD
Yüksek Lisans	1996 - 1999	: Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı
Kariyer / İş (Tarih, İşveren ve Pozisyon)		:
	1993 – 2002	Milli Eğitim Bakanlığı Sınıf Öğretmeni
	2002 -	Celal Bayar Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Araştırma Görevlisi