

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BÜYÜK MENDERES NEHRİNDE DETERJAN VE BOR KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEKLİSANS TEZİ

Murat ÇAKIR

Anabilim Dalı : Biyoloji

Programı : Hidrobiyoloji

MANİSA – 2013

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BÜYÜK MENDERES NEHRİNDE DETERJAN VE BOR KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEKLİSANS TEZİ

Murat ÇAKIR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19. 06. 2013

Tezin Savunulduğu Tarih : 01. 07. 2013

Tez Danışmanı : Yrd.Doc.Dr.Orkide MİNARECİ (CBÜ)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Özdemir EGEMEN (EÜ)

: Prof. Dr. Meral ÖZTÜRK (CBÜ)

MANİSA - 2013

İÇİNDEKİLER

<u>Konu</u>	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER	I
ŞEKİL LİSTESİ	II
ÇİZELGE LİSTESİ	IV
TEŞEKKÜR.....	VI
ÖZET	VII
ABSTRACT.....	VIII
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEMLER	15
2.1 Materyal	15
2.1.1 Araştırma Bölgesinin Özellikleri	15
2.2 Yöntemler.....	23
2.2.1 Anyonik Deterjan Miktarının Belirlenmesi	23
2.2.1.1 Kullanılan Reaktifler	23
2.2.1.2 İşlem	23
2.2.2 Fosfat Miktarının Belirlenmesi	24
2.2.2.1 Kullanılan Reaktifler	24
2.2.2.2 İşlem	25
2.2.3 Bor Miktarının Belirlenmesi	25
2.2.3.1 Kullanılan Reaktifler	25
2.2.3.2 İşlem	25
2.2.4 İstatistiksel Analizler	25
3. BULGULAR	26
3.1 Su Örneklerindeki Anyonik Deterjan Miktarlarının İstasyonlara ve Aylara Göre Değişimi	26
3.2 Su Örneklerindeki Fosfat Miktarlarının İstasyonlara ve Aylara Göre Değişimi	35
3.3 Su Örneklerindeki Bor Miktarlarının İstasyonlara ve Aylara Göre Değişimi	44
4. TARTIŞMA	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	57
6. KAYNAKLAR.....	59
7. ÖZGEÇMİŞ	66

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No ve Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1.1: Büyük Menderes Nehri üzerindeki örnekleme istasyonları.	17
Şekil 2.1.1.2: Işıklı Gölü'ne ait genel görünüş.	18
Şekil 2.1.1.3: Işıklı Çayı'na ait genel görünüş.	19
Şekil 2.1.1.4: : Kumrallı Çayı'na ait genel görünüş.	19
Şekil 2.1.1.5: Adıgüzel Barajı'na ait genel görünüş.	20
Şekil 2.1.1.6: Sarayköy Büyük Menderes'e ait genel görünüş.	20
Şekil 2.1.1.7: Nazilli Büyük Menderes Köprüsüne ait genel görünüş.	21
Şekil 2.1.1.8: Aydın Büyük Menderes'e ait genel görünüş.	21
Şekil 2.1.1.9: Koçarlı Büyük Menderes'e ait genel görünüş.	22
Şekil 2.1.1.10: Söke Büyük Menderes köprüsüne ait genel görünüş.	22
Şekil 2.2.1.2.1: Anyonik deterjan standart grafiği.	24
Şekil 3.1.1: Su örneklerindeki deterjan konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiği	28
Şekil 3.1.2: İstasyon 1'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	29
Şekil 3.1.3: İstasyon 2'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	30
Şekil 3.1.4: İstasyon 3'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	30
Şekil 3.1.5: İstasyon 4'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	31
Şekil 3.1.6: İstasyon 5'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	31
Şekil 3.1.7: İstasyon 6'daki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	32
Şekil 3.1.8: İstasyon 7'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	32
Şekil 3.1.9: İstasyon 8'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	33
Şekil 3.1.10: İstasyon 9'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	33
Şekil 3.2.1: Su örneklerindeki fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiği.	37
Şekil 3.2.2: İstasyon 1'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	38
Şekil 3.2.3: İstasyon 2'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	39
Şekil 3.2.4: İstasyon 3'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	39
Şekil 3.2.5: İstasyon 4'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	40
Şekil 3.2.6: İstasyon 5'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	40
Şekil 3.2.7: İstasyon 6'daki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	41
Şekil 3.2.8: İstasyon 7'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	41
Şekil 3.2.8: İstasyon 8'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	42
Şekil 3.2.8: İstasyon 9'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	42
Şekil 3.3.1: Su örneklerindeki bor konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiği.	46
Şekil 3.3.2: İstasyon 1'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	47
Şekil 3.3.3: İstasyon 2'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	48
Şekil 3.3.4: İstasyon 3'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	48
Şekil 3.3.5: İstasyon 4'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	49
Şekil 3.3.6: İstasyon 5'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	49
Şekil 3.3.7: İstasyon 6'daki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	50

Şekil 3.3.8: İstasyon 7'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	50
Şekil 3.3.9: İstasyon 8'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	51
Şekil 3.3.10: İstasyon 9'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.	51

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No ve Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.2.1: Örnek alınan istasyonların koordinatları.....	16
Çizelge 3.1.1: Su örneklerindeki deterjan konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları.....	27
Çizelge 3.1.2: İstasyon 1'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	29
Çizelge 3.1.3: İstasyon 2'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	30
Çizelge 3.1.4: İstasyon 3'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	30
Çizelge 3.1.5: İstasyon 4'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	31
Çizelge 3.1.6: İstasyon 5'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	31
Çizelge 3.1.7: İstasyon 6'daki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	32
Çizelge 3.1.8: İstasyon 7'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	32
Çizelge 3.1.9: İstasyon 8'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	33
Çizelge 3.1.10: İstasyon 9'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	33
Çizelge 3.1.11: İstasyonlar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu	34
Çizelge 3.1.11: Aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu	34
Çizelge 3.1.13: Aylar arasında uygulanan Tukey testi sonucu.	35
Çizelge 3.2.1: Su örneklerindeki fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları.....	36
Çizelge 3.2.2: İstasyon 1'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	38
Çizelge 3.2.3: İstasyon 2'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	39
Çizelge 3.2.4: İstasyon 3'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	39
Çizelge 3.2.5: İstasyon 4'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	40
Çizelge 3.2.6: İstasyon 5'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	40
Çizelge 3.2.7: İstasyon 6'daki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	41
Çizelge 3.2.8: İstasyon 7'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	41
Çizelge 3.2.9: İstasyon 8'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri	42
Çizelge 3.2.10: İstasyon 9'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	42
Çizelge 3.2.11: İstasyonlar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu	43
Çizelge 3.2.12: Aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu	43
Çizelge 3.2.13: İstasyonlar arasındaki Tukey testi sonucu.	44
Çizelge 3.2.14: Aylar arasındaki Tukey testi sonucu.	44
Çizelge 3.3.1: Su örneklerindeki bor konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları.....	45
Çizelge 3.3.2: İstasyon 1'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	47
Çizelge 3.3.3: İstasyon 2'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	48

Çizelge 3.3.4: İstasyon 3'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	48
Çizelge 3.3.5: İstasyon 4'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	49
Çizelge 3.3.6: İstasyon 5'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	49
Çizelge 3.3.7: İstasyon 6'daki bor t konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	50
Çizelge 3.3.8: İstasyon 7'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	50
Çizelge 3.3.9: İstasyon 8deki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	51
Çizelge 3.3.10: İstasyon 9'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri.	51
Çizelge 3.3.11: İstasyonlar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu	52
Çizelge 3.3.12: Aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu	52
Çizelge 3.3.14: Aylar arasında uygulanan Tukey testi sonucu.	53
Çizelge 4.1: Türkiye'de yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen anyonik deterjan konsantrasyonları.	55
Çizelge 4.2: Türkiye'de yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen fosfat konsantrasyonları. ..	56
Çizelge 4.3: Türkiye'de yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen bor konsantrasyonları.	57

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda çalışmamı öneren, çalışmalarım süresince beni her konuda destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Orkide MİNARECİ'ye, çalışmalarımı ilgili olarak beni her konuda aydınlatan, bilgi, tecrübe ve desteğini hiç esirgemeyen ayrıca istatistiksel değerlendirmeleri yapan, arazi çalışmalarında ve deneysel aşamalarda bana yardımcı olan hocam Doc.Dr. Ersin MİNARECİ'ye ve diğer hocalarıma, çalışmamı maddi olarak destekleyen Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna, çalışmam süresince destekleyen ve bugünlere gelmemde emeği geçen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

BÜYÜK MENDERES NEHRİNDE DETERJAN VE BOR KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

ÇAKIR, Murat

Yüksek lisans Tezi, Biyoloji Bölümü
Tez Yöneticisi: Yrd.Doç.Dr. Orkide MİNARECİ
Haziran 2013, 66 sayfa

Bu çalışmada, Denizli ve Aydın il merkezlerinden geçen Büyük Menderes Nehri üzerinde ve özellikle deşarj bölgelerinde belirlenen dokuz istasyondan alınan su örneklerinde, anyonik deterjan, fosfat ve bor konsantrasyonları belirlenmiş, konsantrasyonların istasyonlara ve aylara göre değişimleri grafiklerle gösterilmiştir. Ayrıca pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, turbidite ve iletkenlik parametreleri ölçülmüştür.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, anyonik deterjan konsantrasyonu 0,015 – 0,596 mg/L, fosfat konsantrasyonu 0,004 – 0,05 mg/L, bor konsantrasyonu 0,016– 2,191 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur.

Çalışmamızda bulduğumuz değerler diğer çalışma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar sözcükler: Anyonik deterjan, bor, Büyük Menderes Nehri, fosfat, su kalitesi.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF DETERGENT AND BORON POLLUTION IN BUYUK MENDERES RIVER

ÇAKIR, Murat

Master Thesis, Department of Biology
Supervisor: Assist.Prof.Dr. Orkide MİNARECİ
June 2013, 66 page

In this study, anionic detergent, phosphate and boron concentrations are determined in the water samples from Buyuk Menderes River that also flows from Denizli and Aydın cities centres especially nine stations that are determined in the discharge regions. It was proved by graphics that anionic detergent, phosphate and boron concentrations changed according to stations and months. Also, pH, heat, dissolved oxygen, turbidity and conductivity parameters were measured.

According to the analysis results, the anionic detergent concentrations 0,015 – 0,596 mg/L, phosphate concentrations 0,004 – 0,05 mg/L and boron concentrations 0,016– 2,191 mg/L were found between these amounts.

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

Key words: Anionic detergent, boron, Buyuk Menderes River, phosphate, water quality.

1.GİRİŞ

Ülkemizde hızlı nüfus artışıyla, kişi başına düşen alanın azalması başta olmak üzere endüstrinin yaygınlaşması, tarımın makineleşmesi, çevrenin dolayısıyla suların kirlenmesinde önde gelen etmenlerdir. Hepsinden önemlisi kirlilik, insanların genelde çevre koşullarının yaşam için taşıdığı önemi yeterince algılayamamalarından kaynaklanmaktadır. Ülkemizde birçok nedenden dolayı kontrol altında tutulamayan evsel, endüstriyel atıklar ve tarımsal etkinlikler sonucu, günümüzde pek çok su havzasında kirliliğin önemli boyutlara ulaştığı bilinmektedir. Ege Bölgesi'nin, Kuzey Ege Havzasında bulunan Bakırçay, Soma linyitleri ve zeytinyağı üretim tesislerinin faaliyetleri neticesi belirli oranda kirlenmeyle karşı karşıyadır. Gediz Havzası'nda yer alan Gediz Nehri oldukça kirlenmiş yüzey suyu durumundadır. Evsel artık, sanayi atıkları ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan azot, organik madde ve ağır metaller yönleriyle IV. sınıf su kalitesine sahiptir. Büyük ve Küçük Menderes nehirleri ise III ve IV. sınıf kirlilik düzeyindedir (Akın ve Akın, 2007).

Çeşitli kirlenici 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 erimiş 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. 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.

Türkiye'nin endüstriyel ve tarımsal anlamda en önemli üretim bölgelerinden olan Büyük Menderes Havzası, başta kirlilik olmak üzere su kaynaklarına ilişkin birçok problemle karşı karşıyadır. Büyük Menderes Havzası, Denizli'den başlayarak Aydın, Uşak ve Muğla illerini içine alarak, Ege Denizi kıyılarına uzanan geniş ovaları kapsamaktadır. Büyük Menderes havzasının alanı Türkiye'nin yüzölçümünün yüzde 3.5'ine eşittir. Bu ovalar tarımsal üretim açısından son derece önemlidir. Pamuk, incir ve zeytin havzada üretilen başlıca tarımsal ürünlerdir. Tarımsal üretimin yanı sıra tekstil ve deri sanayi havzadaki önemli üretim alanlarıdır. Bafa Gölü, Dilek

Yarımadası, Büyük Menderes Deltası Milli Parkı, Pamukkale Özel Çevre Koruma Alanı, Işıklı Gölü, Honaz Dağı Milli Parkı gibi önemli doğal alanlar Büyük Menderes Havzası'nda yer almaktadır. Hızlı sanayileşme ve şehirleşme sonucunda oluşan sanayi ve evsel atıklarla hatalı kullanılan suni gübre ve pestisitlerden kaynaklanan tarım kirliliği, nehir ekosistemini ve havza verimliliğini olumsuz etkileyerek sürdürülebilir tarımı, çevre ve insan sağlığını tehdit etmektedir (Çondur ve Cömertler, 2010). Bu nedenle bu çalışmada, Büyük Menderes nehrindeki kirliliğin oluşum kaynaklarını belirlemek ve gerekli önlemlerin alınması yönünde çözümler ortaya koymak amaçlanmıştır.

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

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. 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 $0,1 \text{ gr/m}^3$ 'ten fazla olması hallerinde organizmalara toksik etkiler yapacağı belirtilmiştir. Bu toksik etki organizmalara oksijen taşınımını etkilediği şekilde açıklanarak, birçok tür için değişik lethal doz değerleriyle belirtilmektedir (Egemen, 2006).

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

Yüzey aktif 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 çözeltide çözündükleri zaman yüzey gerilimini azaltıp, kirlerin bulundukları yüzeyden daha çabuk koparılmasını sağlayan maddelerdir (Salar ve diğerleri, 2004).

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 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, 2006). 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).

Ağartıcılar (Beyazlatıcılar), 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 (Salar ve diğerleri, 2004)..

Diğer yardımcı maddeler, enzimler, antiredepozitan maddeler, köpük stabilizatörleri ve regülatörleri, optik beyazlatıcılar, korozyon inhibitörleri, parfümler, boyalar ve dolgu maddeleridir (Salar ve diğerleri, 2004).

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. 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 alınırsa, anyonik deterjanların bulunan değerlerine hem biodegradasyon hem de deterjan-protein etkilemesi sonucunda absorpsiyonun etkili olması beklenmelidir (Egemen, 2006).

Deterjanların boşaltıldıkları alıcı sulara başlıca etkileri, 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 oluşturlar. 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.

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*, *Psammachinus 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'nın 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, 2006).

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 saptanması 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, gökkuşağı alabalığına değişik dozlarda LAS uygulandıktan sonra, böbrek, karaciğer, solungaçlardaki biyokimyasal değişiklikler ve hematolojik parametreleri rapor edilmiştir. 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, 2006).

Fosfor, sulu 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^{2-}) 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 $Na_4P_2O_7$ (sodyum bifosfat) ve $Na_5P_3O_{10}$ (sodyum trifosfat) şeklinde bulunur. Evsel kökenli pis sulardaki toplam fosforun 1,6 gr P/N gün deterjanlardan, 1,7 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 $Na_4P_2O_7$ ve 1934'te $Na_5P_3O_{10}$ 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, 2011).

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, 2006).

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 değıştirme, özellikle göl çevresindeki tarım arazilerinde kimyasal gübrelerin bilinçli kullanılması ve göl ortamına ulaşmasının engellenmesi amacıyla teraslama uygulaması yapılmalıdır (Egemen, 2011).

Deterjanlarda STP (sodyum tripolifosfat) kullanımının engellenmesiyle, evsel atık suların fosfat yükünün % 20 – 25 oranında azalabileceğı 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, nitritotriasetat ve alkalilerin kullanılabileceğı saptanmıştır. Zeolitler, sodyum alüminyum silikatlar olup, iyon değıştirme 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 yaratabileceğı toksik etki ve ağır metalleri alıcı sulara taşıma özelliğinden dolayı birçok ülkede kullanımı yasaklanmıştır.

Yurdumuzda başlangıçtan beri dolgu maddesi olarak STP kullanılmaktadır (Egemen, 2006).

İçme sularında zararsız fosfor konsantrasyonu 7 mg/L P₂O₅ üst sınırıdır. Deterjanlar konusunda Dünya Sağlık Teşkilatı'nın önerdiği limitlere göre içme suyunda bulunabilecek anyonik deterjanlar 0,2 mg/L'yi geçmemelidir. Yine aynı kuruluşun 1984 yılında yayınladığı "İçme Suyu Kalitesi için Ana Hatlar" adlı yayında deterjanlar için sınır değıer verilmemekte, ancak içme suyunda köpük, tat ve koku meydana getirmeyecek seviyede olması gerektiğı 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 ppm yüzey aktif madde verir (Anonim, 2007).

Ülkemizde deterjan ve fosfat kirliliği ile ilgili yapılan çalışmalar 1980'li yıllarda başlamış ve giderek artmıştır.

İzmir Körfezi'nde evsel ve endüstri atıklarının neden olduğu deterjan ve bor kirliliğinin araştırıldığı bir çalışmada, anyonik deterjan derişiminin 0,34 – 6,44 mg/L arasında değıştiğı saptanmış, daha önce Güçer ve diğerleri tarafından İzmir Körfezi'nde yapılan araştırmada elde edilen sonuçlarla (0,1 – 1,6mg/L) karşılaştırdığında, o yıllarda İzmir Körfezi'nde anyonik deterjan kirliliğinin arttığı açıkça vurgulanmıştır. Fosfat derişimi de 0,12 – 5,89 µg.at P/L aralığında bulunmuş, 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).

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 değışen değerlerde, fosfat konsantrasyonlarını 0,016 – 4,054 mg/L arasında değışen değerlerde saptamıştır. Ayrıca Gediz Nehri'nin bir yılda İzmir Körfezi'ne getirdiğı anyonik deterjan yüklemesini hesaplamış, anyonik yüzey aktif maddeler için 41,2 ton/yıl olarak, fosfat için 52,2 ton/yıl olarak bulmuştur.

Gündoğdu (1995), Sinop ili sahilinde deterjan kirliliğini araştırmış, anyonik deterjan düzeyinin istasyonlara göre ortalama 0,71 – 1,10 mg/L arasında değıştiğini saptamıştır.

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 sürdürülebilir kullanımı için eylem planı oluşturulması projesi sonucunda, Yuvarlak Çay'da anyonik deterjan miktarı ortalama 0,12 mg/L olarak, ortalama fosfor içeriğı 0,02 mg/L olarak bulunmuş ve bu değerler Yuvarlak Çay'a önemli miktarda evsel atık ulaşmadığını göstermiştir (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 değıştiğini saptamış, ortalama deterjan miktarını 0,13 mg/L bulmuştur. Fosfat fosforu konsantrasyonunu da 1,83 – 22,93 µg at/L

arasında değişen değerlerde, ortalama fosfat miktarını 10,94 µg at/L olarak saptamıştır. Bu değerler, yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde limitleyici konsantrasyonlarıyla ve yüzeysel sulardaki limitleyici fosfat 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 değerin ise 0,137mg/L olarak bulunduğu, fosfat derişiminin 0 – 1,88 mg/L arasında değişen değerlerde olduğu, ortalama değerin ise 0,34 mg/L olarak bulunduğu kaydedilmiştir. Küçük Menderes Nehri, anyonik deterjan değerleri, yüzeysel sulardaki anyonik deterjan limitleyici konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında su kalitesi olarak I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında, fosfat değerleri yüzeysel sulardaki toplam fosfor limitleyici konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında su kalitesi olarak II. sınıf yani az kirlenmiş su sınıfındadır (Egemen ve diğerleri, 2005).

Yenişehir Gölünün kirliliği ve kirletici faktörlerin araştırıldığı çalışmada, anyonik deterjan miktarının 0,0025 – 0,053 mg/L arasında değiştiği, fosfat miktarının 0 – 0,32 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. İçme sularına karışması muhtemel olan göl suyunda anyonik deterjan miktarı, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nın içme sularında kabul edilebilir sınır değer olarak belirttiği deterjan miktarından (0,2 mg/L) düşük olduğu için gölün anyonik deterjan yönünden kirli olmadığı 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).

Gediz Nehrinde deterjan ve fosfat kirliliğinin saptandığı çalışmada, anyonik deterjan 0,084 – 5,592 mg/L, fosfat konsantrasyonu 4,4 – 248,1 µg P/L arasında değişen değerlerde bulunmuş, özellikle evsel atık yükü fazla olan istasyonlarda suyun, deterjan ve fosfat yönünden kirlenmiş su sınıfında olduğu belirtilmiştir (Minareci ve diğerleri, 2009a).

Gediz Nehrinin bir kolu olan Karaçay'da anyonik deterjan konsantrasyonu 0.071–1.122 mg/L, fosfat konsantrasyonu 0.002–0.225 mg/L, arasında değişen değerlerde bulunmuş, Karaçay'ın anyonik deterjan parametresi yönünden III. sınıf (kirlenmiş su), fosfat parametresi yönünden II. sınıf (az kirlenmiş su) sınıfında olduğu saptanmıştır (Minareci ve diğerleri, 2009b).

Manisa ilinde bulunan Avşar Baraj Gölü, Sevişler Baraj Gölü, Demirköprü Baraj Gölü, Gölarmara Gölü'nde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde anyonik deterjan, fosfat konsantrasyonları ve mikrobiyolojik kirlilik yükleri belirlenmiştir. Buna göre; anyonik yüzey aktif madde ve fosfat yönünden, bütün istasyonlardan alınan su I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında bulunmuştur. Bu da, göllere veya gölleri besleyen derelere, evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan deterjan ve fosfat deşarjının limit değerlerin altında olduğunu göstermektedir (Minareci ve diğerleri, 2010).

Meriç Nehri kirliliğinin araştırıldığı çalışmada, toplam $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 1,4 – 37 $\mu\text{g.at/L}$ 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 çalışmasında, 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.

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. $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ için en düşük ve en yüksek değerler, askorbik asit yöntemi kullanılarak, 0,002 – 2,44 mg/L olarak bulunmuştur.

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 adlandırılabilceği sonucuna varılmıştır (Anonim, 2004-b).

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. 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, 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 $\mu\text{mol P/L}$ düzeyinde olduğu, deniz ortamları için ötrofikasyon sınırı, fosfor için 0,15 $\mu\text{mol P/L}$ olarak kabul edildiğinden, Marmara Denizi'nin tümünün genelde ötrofik bir yapıya sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre Karadeniz'den Marmara'ya yılda yaklaşık $0,98 \cdot 10^4$ ton TP (toplam fosfat) ve 1990 yılı itibarıyla İstanbul'dan Marmara Denizi'ne yılda $0,33 \cdot 10^4$ ton TP girmektedir (Akkaya, 2004).

Çanakkale Boğazı'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 μM seviyesinin altına düşerken, bazı noktalarda da 9,09 μM 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 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 mg/L arasında değiştiğini belirtmiş, araştırması sonucunda, kalorimetrik metotla, orto-fosfat değerini en yüksek 0,16 mg/L, en düşük iz düzeyde, ortalama 0,0538 mg/L 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 mg/L olarak saptanmıştır. Sonuç olarak Çark deresinin kaynaktan döküm noktasına doğru kirlendiği ve kirlilik yaratan faktörlerin endüstriyel, evsel ve tarımsal kaynaklı olabileceği belirtilmiştir (Kurtulmuş, 2006).

Kahramanmaraş ilinde Karaçay'da yapılan çalışmada, fosfat değerleri oldukça yüksek bulunmuştur (Kara ve diğerleri, 2004).

Afyonkarahisar ilinde bulunan Selevir Baraj Gölü'nün su kalitesinin, nitrit ve fosfat bakımından III. sınıf olduğu saptanmıştır (Bulut ve diğerleri, 2011).

Anyonik deterjan ve fosfat parametrelerinin belirlenmesi ile ilgili yurt dışında yapılan çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Gagnon (1983), Canada'da Halifax Harbour nehrinin denize döküldüğü yerde anyonik yüzey aktif maddeleri saptamış ve kirli bölgelerde konsantrasyonu 1 – 200 µg/L 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)'ın konsantrasyon aralığı 0,8 ve 30 µg/L 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 Denzinde ve Kuroshio bölgesinde bu kirleticileri yüksek konsantrasyonlarda gözlemlemiştir.

Güney İtalyan denizlerinde Calabria kıyı suları boyunca kimyasal kirlilik faktörlerinin dağılımının saptandığı çalışmada, ABS (alkil benzen sülfonat) değerleri 3 µg/L 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 µg/L, noniyonik deterjan miktarı (BiAS) 63 µg/L, fosfat miktarı maksimum 0,3 µ/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 ton/yıl, Deterjanlar: 56,000 ton/yıl) belirtilmiştir (Sekulic and Vertacnik, 1997).

Litheos Nehri'nde yapılan bir araştırmada, bulunan yüzey aktif maddelerin ana kaynağının yasadışı olarak düzenlenen, depolanan evsel atıkların karıştığı merkezi yağmur

suyu toplayıcıları olduğu belirlenmiş, ortalama LAS konsantrasyonu 100,2 µg/L, fosfat konsantrasyonu da 0,22 mg P/L bulunmuştur (Dassenakis et al, 1998).

Yorkshire ırmağında yapılan bir çalışmada, 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 belirlenmiş, LAS 2,2 - 102 µg/L ve ABS 1 - 66 µg/L arasındaki değerlerde bulunmuştur. Yerleşim yerlerine yakın olan bölgelerde LAS ve ABS konsantrasyonunun yüksek olduğunu 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, $0,3 - 0,4 \times 10^6$ ton fosfor yükü ulaştığını belirterek, antropojenik etkilerin dereceleri ve onlara açıkça görülen eğilimleri tartışmıştır.

Itter Nehri'nde (Almanya) yapılan araştırmada, LAS konsantrasyonu 7 – 11 µg/L aralığındaki değerlerde bulunmuştur (Wind et al, 2004).

Meksika'daki Rio San Juan Nehri'nde su kalite parametrelerinin değerlendirildiği çalışmada, ortalama total fosfat konsantrasyonu 0,105 mg/L olarak tespit edilmiş ve bu değer Avrupa Topluluğu içme suyu standart değeri olan 0,4 mg/L 'den düşük olduğu ve nehir suyunun fosfat parametresi bakımından, ulusal su komisyonunun su havzaları için kabul ettiği ekolojik kriter değeri olan 0,1 mg/L 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 mg/L arasındaki değerlerde bulunmuştur. Nehrin üst kısımlarında değerler 0,1 mg/L 'den düşük, aşağı kısımlarında, akıntı yönünde değerler artmış fakat 1,3 mg/L'yi geçmemiştir. Ölçümü yapılan diğer fiziko – kimyasal parametrelerle birlikte değerlendirildiğinde nehir suyunun kireçli, sert ve biraz asidik karakterde olduğu sonucuna varılmıştır (Khebiza et al, 2006).

Viet Nam'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 mg P/L olarak bulunmuş, özellikle çözülmüş oksijen düzeyinin 1 mg O₂/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 belirlenmiştir. Çözülmüş fosfat, Dun Nehri'nde ortalama 86 µg l⁻¹, Kenet Nehri'nde 83 µg 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 mg/L 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, çözünmüş fosfat, organik fosfat ve toplam fosfat değerleri yüksek çıkmıştır. Bunun nedeninin belediye atık suları olduğu kabul edilmiştir. Tarıma dayalı bölgelerde toplam fosfat 1,31mg/L, çözünmüş fosfat 1,07 mg/L, organik fosfat 0,24 mg/L; endüstriye dayalı bölgelerde toplam fosfat 0,64 mg/L, çözünmüş fosfat 0,38 mg/L, organik fosfat 0,26 mg/L bulunmuştur. 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).

Bor tüm dünya için önemli olan ve geleceğin petrolü olarak nitelendirilebilecek bir madendir. Ülkemizin de en önemli yer altı zenginliklerinden biri belki de en önemlisi ve tek stratejik önemi olan doğal kaynaklardan birisidir. Bu nedenle maden ihraç ürünleri arasında birinci sırada yer almaktadır. Yaklaşık 200'den fazla alternatifsiz olmak üzere 250'yi aşkın malzemede kullanılan, bunların içinde enerji sektörü, tıp, uzay ve havacılık sanayii, elektronik ve bilgisayar, nükleer sanayii, askeri araç ve zırhlı araçlar gibi gelişmiş sanayilerde bulunmaktadır. Türkiye'de bor rezervleri Bursa-M.Kemalpaşa-Kestelek köyü, Balıkesir- Bigadiç, Kütahya-Emet, Eskişehir-Kırka'da bulunmaktadır (Önocal, 1990). Türkiye, dünyadaki bor rezervinin % 72,2'sine sahiptir (Batar ve diğerleri, 2009).

Ülkemizde sulama sularını en çok kirleten toksik elementlerin başında bor gelmektedir. Doğal olarak sulama sularının tümünde bor bulunur ancak, derişimi çok düşüktür. Bor, yeraltı suyunda doğal olarak, yüzey sularında endüstriyel kirleticiler olarak veya tarımsal yüzey akışların ve çürüyen bitki materyallerinin bir ürünü olarak bulunabilir (Provin ve Pitt, 2002).

Bitkiler için gerekli olan, ancak özellikle 1 ppm 'den fazla bor içeriğine sahip suların sulamada kullanılması bitkilerde ve topraklarda sorun yaratabilmektedir (FAO 1976). Sulama sularının ve bu sularla sulanan tarım alanlarının çeşitli toksik elementlerce kirlenmesi tarımsal üretimi sınırlayan en önemli faktörlerden birisidir. Sulama suyundaki bor derişiminin belirli sınırları aşması halinde bitki büyümesi durur. Bitki yaprağında sararma, yanma ve yarılmalara, olgunlaşmamış yapraklarda dökülme, büyüme hızının yavaşlaması ile bitki veriminin azaldığı gözlenmektedir. Bor bitkilerin normal gelişmesi ve optimal derecede ürün vermeleri için

gereklidir. Ancak fazla miktarda olması durumunda da zehirli bir elementtir ve bitki gelişmesini geciktirir veya tamamen öldürür. Toplam borun büyük bir kısmı, bitki tarafından kullanılamaz. Toprakların toplam bor kapsamı 2- 200 mg/L arasında değişir. Bitkiler bu miktarın % 5'inden daha az bir kısmından yararlanabilir (Wilcox, 1958).

Yurdumuzda bor kirliliği ile ilgili olarak yapılan çalışmalara bakıldığında, bor madenlerinin ve jeotermal su kaynaklarının bulunduğu bölgelerdeki iç sularda doğal olarak, bor işletmelerinin bulunduğu alanlarda ve sanayi bölgelerindeki iç sularda ise endüstriyel kaynaklı olarak bor konsantrasyonlarının yüksek olduğu görülmüştür.

Uygan ve Çetin'in yaptığı bir çalışmada, Eskişehir Kırka Boraks İşletmesinin de yer aldığı Seydisuyu su toplama havzasında, toprak ve su kaynaklarında bor kirlilik düzeyi ile bor birikimi ve dağılımı araştırılmıştır. Yüzey sulama suyu kaynaklarında ve derin kuyu sularında bor düzeyleri sırasıyla, 0.03-10.1 mg/L ve 0.0-2.89 mg/L olarak belirlenmiştir (Uygan ve Çetin, 2004).

Çatören ve Kunduzlar baraj göletlerinde yapılan bir çalışmada, ortalama bor konsantrasyonları Çatören'de 5.43 mg/L, Kunduzlar'da 1.84 mg/L bulunmuştur (Özkurt, 2000). Yapılan diğer bir çalışmada, Kunduzlar'da aylık ortalama bor değeri 1.50 mg/L, Çatören'de ise 4.00 mg/L olarak bulunmuştur (Özkurt ve Solak, 1993).

DSİ izleme çalışmaları çerçevesinde, Kırka yöresinde Çatören ve Kunduzlar baraj göletlerinde ortalama bor değeri verilmiştir. Bunlar 1992'de 4.00 mg/L, 1995'te 3.08 mg/L'dir (Anonim, 1995).

Simav Çayı'nda yapılan bir çalışmada da, bor madenleri öncesinde alınan su örneklerindeki bor konsantrasyonu 0-0.5 mg/L düzeylerinde iken, madenlerin deşarj sularının katılımıyla 4.00 mg/L düzeylerine yükseldiği belirtilmiştir (Okay ve diğerleri, 1985).

Suları sulama amaçlı olarak kullanılan Seydisuyu derelerinde yapılan bir çalışmada bor değerleri 0.694-3.755 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur (Kutlu ve diğerleri, 2007).

Gediz Nehri'nin su kalitesi açısından bor içeriğinin belirlendiği başka bir çalışmada, bor konsantrasyonları 0.19–2.25 mg/L arasında belirlenmiş, bazı noktalardaki yüksek bor değerlerinin sebebinin doğal ve/veya endüstriyel deşarjlar olduğu sonucuna varılmıştır (Demirbaş ve Orhun, 2008).

Gediz Nehrinin bir kolu olan Karaçay'da bor konsantrasyonu 0.134–3.937 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuş ve bor parametresi yönünden Karaçay'ın su kalitesi IV. sınıf (çok kirlenmiş su) olarak belirlenmiştir. Karaçay'ın geçtiği bölgede jeotermal su kaynağının ve bor madeninin bulunmaması, bor kirliliğinin endüstriyel kaynaklı olduğunu göstermektedir (Minareci ve diğerleri, 2009).

Manisa ilinde bulunan Sevişler Baraj Gölü, Demirköprü Baraj Gölü, Avşar Baraj Gölü ve Gölarmara Gölü'nden alınan su örneklerinde bor konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, bor konsantrasyonu 0.008 – 3.066 mg/L arasında değişen değerlerde

bulunmuştur. Elde edilen ortalama değerler, “Çevre Mevzuatı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”yle karşılaştırılmıştır. Bor konsantrasyonları Sevişler Baraj Gölü, Demirköprü Baraj Gölü ve Gölarmara Gölü’nde inorganik kirlilik sınır değerlerinin altında bulunmuştur. Avşar Baraj Gölü’nde ise, bor konsantrasyonu inorganik kirlilik sınır değerlerinin üzerinde bulunmuştur ve Avşar Baraj Gölü bor parametresi açısından IV. sınıf (çok kirlenmiş su) olarak belirlenmiştir (Minareci ve Öztürk, 2012).

Büyük Menderes Nehri’nde gerçekleştirilen bir çalışmada, bor konsantrasyonu 0.33–6.41 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuş, su örneklerindeki bor değerlerinin özellikle yer altı termal su kaynaklarının bulunduğu bölgelerde yüksek değerlere ulaştığı bildirilmiştir (Aydın ve Seferoğlu, 2000).

Akar (2007), Büyük Menderes Nehri yüzey suyunda, nehre yapılan jeotermal atık su deşarjları nedeniyle bazı istasyonlarda bor konsantrasyonunu 1.1 mg/L olarak saptamış ve tarımsal sulama için kullanılan nehir suyunun direkt olarak tarımsal ürünlerin üretimini etkilediğini belirtmiştir.

Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından değerlendirildiği bir çalışmada, bor konsantrasyonlarının Sarayköy ve Aydın’da 0,3 mg/L’ye, Nazilli’de 0,6 mg/L’ye kadar arttığı ve Büyük Menderes Nehri’nin ortalama bor değerinin 0.6 mg/L olduğu saptanmıştır (Küçük, 2007).

2. MATERYAL ve YÖNTEMLER

2.1. Materyal

Araştırma alanı olarak, Denizli ve Aydın il sınırlarından geçen Büyük Menderes Nehri üzerinde ve özellikle deşarj noktaları göz önünde bulundurularak istasyonlar belirlenmiştir. Araştırma materyali olarak, saptadığımız istasyonlardan her ay alınan su örnekleri seçilmiştir. Örneklemeler Temmuz 2012 - Haziran 2013 tarihleri arasındaki sürede, aylık periyotlar halinde yapılmıştır.

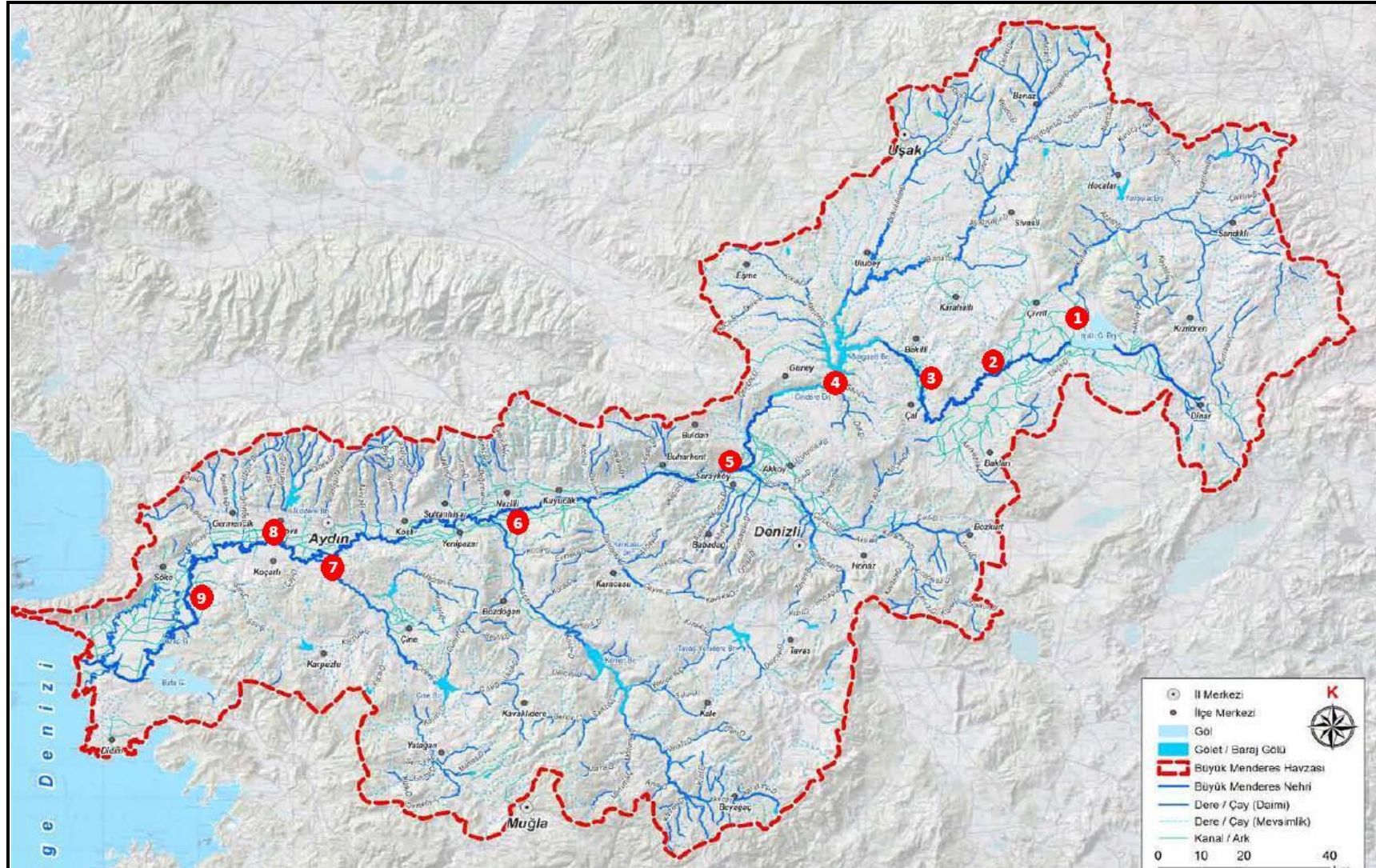
2.1.1. Araştırma Bölgesinin Özellikleri

Büyük Menderes Nehrin kaynağını oluşturan başlıca kollar Afyonkarahisar’ın Dinar İlçesi yakınlarında bulunan Suçikan ile Işıklı ve Küfi Çayları’dır. Bu kollar Işıklı Barajı’na gelir, burada birleşerek Çivril, Çal ve Baklan Ovaları’nı sular. Nehir, Denizli’nin Çal İlçesi’nden Bekilli ve Güney İlçeleri’ne doğru kıvrılır. Uşak İli yönünden gelen Banaz Çayı ile birleştikten sonra Sarayköy Ovası’na ulaşır. Denizli sınırları içerisinde Çürüksu ve Gökpinar Çayları da Menderes’e katılır. Batı yönünde Nazilli, Aydın ve Söke Ovaları’nı besleyen Büyük Menderes, Söke’nin “Dipburun” bölgesinde Ege Denizi’ne dökülür. Nehrin akış güzergâhı boyunca uzanan ana kolları Çine, Banaz, Çürüksu ve Akçay’dır Büyük Menderes Havzası yayıldığı alan boyunca birçok doğal sulak alana ev sahipliği yapar. Bunlar, Işıklı Gölü, Karagöl, Buldan Yayla Gölü, Karakuyu Sazlığı, Bafa Gölü, Azap Gölü, Büyük Menderes Deltasıdır.

Örneklerin alındığı istasyonlar Şekil 2.1.1.1'de, koordinatları ise çizelge 2.1.1.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1.1.1: Örnek alınan istasyonların koordinatları

İSTASYON NO	İSTASYON ADI	KOORDİNATLAR
1	Işıklı Gölü	38° 15' 55.70"K 29° 55' 32.79"D
2	Işıklı Çayı	38° 9' 23.61"K 29° 38' 22.69"D
3	Kumrallı	38° 6' 1.62"K 29° 25' 22.26"D
4	Adıgüzel Barajı	38° 9' 34.68"K 29° 12' 26.95"D
5	Sarayköy	37° 57' 5.73"K 28° 54' 58.00"D
6	Nazilli	37° 52' 33.28"K 28° 19' 39.26"D
7	Aydın	37° 46' 56.76"K 27° 50' 22.99"D
8	Koçarlı	37° 48' 36.57"K 27° 42' 47.00"D
9	Söke	37° 42' 26.93"K 27° 28' 36.62"D



Şekil 2.1.1.1: Büyük Menderes Nehri üzerindeki örnekleme istasyonları.

Seçilen istasyonlar ve özellikleri şöyledir:

Işıkli Gölü, Büyük Menderes Nehri'ni besleyen kaynakların üzerinde, Akdağ'ın güneyinde ivril Ovası'nda yer alır. Işıkli Gölü, eskiden doğal bir göl iken 1968 yılında baraj gölüne dönüştürülmüştür. Şimdi Çivril Ovası'nın sulanması için kullanılmaktadır. Derinliğı yaklaşık 7 metre civarındadır. Işıkli, bir tatlı su gölüdür. Işıkli ayı ve yeraltı suları ile beslenen Işıkli Gölü'nün asıl su kaynağı, Büyük Menderes'in kaynağı ve kuzeydeki kollarından biri olan Kufi'dir. Işıkli Barajı, 40 yıldan beri çevredeki ovalarda yapılan büyük çaplı sulamalar için su depolanan bir rezervuar olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.1.1.2: Işıkli Gölü'ne ait genel görünüş.

Büyük Menderes Nehri'nin Işıkli Gölü'nden başlayıp Adıgüzel Barajı'na ulaşan güney kolu olan **Işıkli ayı**, Denizli'nin merkezine gelmeden önce geçtiğı kırsal yerleşimler boyunca kentsel ve tarımsal kirlilikten etkilenmektedir. Bu nedenle istasyon olarak seçilmiştir.



Şekil 2.1.1.3: Işıklı Çayı'na ait genel görünüş.

Hattın üzerindeki bölgelerden olan **Kumrallı**, kentsel yerleşimden kaynaklı kirliliğin ve tarımsal üretimin yoğun olması nedeniyle istasyon olarak seçilmiştir.



Şekil 2.1.1.4: Kumrallı Çayı'na ait genel görünüş.

Adıgüzel Barajı, Denizli iline bağlı Güney ilçesinin 16 km doğusunda Büyük Menderes Nehri üzerinde sulama, taşkın önleme ve enerji üretme amacıyla inşa edilmiş olup, 1990 yılında

hizmete girmiştir. Adıgüzel Barajı, Denizli ve Aydın illerindeki sulama alanlarına hizmet sunma yönünden en büyük ve en önemli kilit tesistir. Sulama, taşkın kontrolü ve enerji üretim amaçlıdır.



Şekil 2.1.1.5: Adıgüzel Barajı'na ait genel görünüş.

Denizli il merkezine bağlı ilçe olan **Sarayköy**'ün evsel ve endüstriyel nitelikli atık sularının ve tarımsal etkinliklerinin Büyük Menderes Nehri'ne etkisini belirlemek amacıyla Sarayköy istasyon olarak seçilmiştir.



Şekil 2.1.1.6: Sarayköy Büyük Menderes'e ait genel görünüş.

Aydın ili ve merkeze bağlı ilçeleri olan **Nazilli**, **Koçarlı** ve **Söke**'nin evsel ve endüstriyel nitelikli atık sularından, tarımsal etkinliklerinden kaynaklanan kirliliğin Büyük Menderes Nehri'ne etkisini belirlemek amacıyla **Nazilli**, **Aydın**, **Koçarlı** ve **Söke**'de istasyonlar belirlenmiştir.



Şekil 2.1.1.7: Nazilli Büyük Menderes Köprüsüne ait genel görünüş.



Şekil 2.1.1.8: Aydın Büyük Menderes'e ait genel görünüş.



Şekil 2.1.1.9: Koçarlı Büyük Menderes'e ait genel görünüş.



Şekil 2.1.1.10: Söke Büyük Menderes köprüsüne ait genel görünüş.

2.2. Yöntemler

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

2.2.1. Anyonik Deterjan Miktarının Belirlenmesi

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

Araştırma bölgemiz olan Büyük Menderes Nehri'nde 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.

2.2.1.1. Kullanılan Reaktifler:

Öncelikle izoelektrik noktalarının altında bulunan proteinlerin ve diğer organik bileşiklerin girişimlerini önlemek için tampon çözelti hazırlanır. 1 gr 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 gr metilen mavisi 1 L saf suda çözülerek Nötr Metilen Mavisi Çözeltisi hazırlanır.

0,35 gr 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.

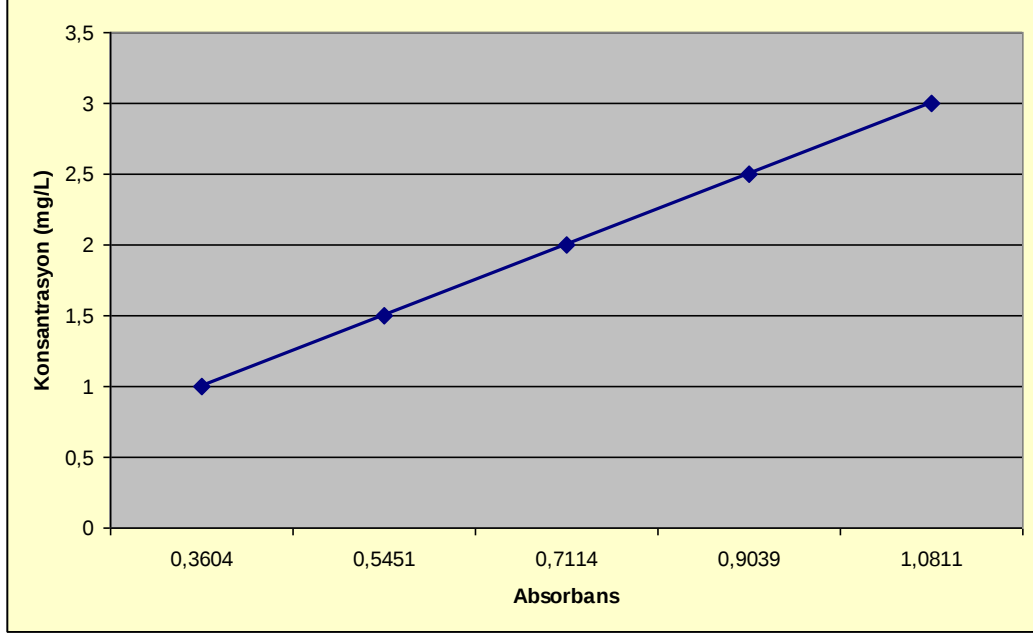
Pur olarak kloroform kullanılır.

2.2.1.2. 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 jojeye alınır. Kloroform ile 50 mL'ye tamamlanarak ölçüm için örnekler hazırlanmış olur. Örnekler hazırlanırken karıştırma hızı ve karıştırma zamanının aynı olmasına dikkat edilmelidir.

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 absorbands arasında standart grafiğı çizilir (Şekil 2.2.1.2.1).

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



Şekil 2.2.1.2.1: Anyonik deterjan standart grafiğı.

2.2.2. 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 (Parsons ve diğerleri, 1984).

2.2.2.1. 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 gr 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 çözeltiden balon jojeye 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 $\mu\text{g.at P/L}$ 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.

2.2.2.2. İşlem:

Standart çözeltiden, 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

E_b = Kör örneğin absorbansı

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

Örneğin absorbansı x F = µg.at P/L

2.2.3. Bor Miktarının Belirlenmesi

Bor miktarının belirlenmesi, borun spesifik bir reaktif olan karmin ile oluşturduğu renkli bileşiğin spektrofotometrede ölçümüne dayanmaktadır (Hatcher ve Wilcox, 1950; Anonim, 2005). 585 nm'de absorbanslar saptanmıştır.

2.2.3.1. Kullanılan Reaktifler:

Standart Bor çözeltisi: 0,5716 g susuz H_3BO_3 1 L saf suda çözülür. Bu çözeltinin 1 mL=0.1 mg B'dur. Bu standart çözeltiden 2.4.6 mL alınıp saf su ile 100 mL'ye tamamlanır. Bu şekilde 2,4,6 mg/L bor içeren standart çözeltiler hazırlanmış olur.

Karmin çözeltisi: 0.92 g karmin 1 L saf H_2SO_4 de çözülerek hazırlanır veya 50 mg karminik asit 100 mL saf sülfürik asitte çözülür.

Sülfürik asit: 1.84 yoğunluğunda pur olarak.

2.2.3.2. İşlem

Analiz edilecek örneklerden, standart çözeltilerden 2 şer mL alınır. Her birine 10'ar mL H_2SO_4 yavaşça ve soğutulurak ilave edilir. Gaz çıkışı bitene ve oda sıcaklığına gelinceye kadar iyice karıştırılır. 10 ar mL karmin çözeltisi ilave edilir, iyice karıştırılır. 45-60 dakika beklendikten sonra 585 nm'de spektrofotometre ile absorbansları saptanır.

2.2.4. 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.

3. BULGULAR

Temmuz 2012 ile Haziran 2013 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada, belirlenen istasyonlarda anyonik deterjan, fosfat ve bor konsantrasyonları saptanmış, istasyonlara ve aylara göre değişimleri araştırılmıştır.

Ayrıca pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen, turbidite ve iletkenlik parametreleri TOA WQC (Water Quality Checker) – 20A marka su kalite parametreleri ölçüm cihazıyla ölçülmüştür. Ortalama pH 8,24, sıcaklık 15,6 °C, çözülmüş oksijen 6,04 mg/L, turbidite 426 mg/L ve iletkenlik 470 µS olarak bulunmuştur. Bu parametreler, 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 çözülmüş oksijen parametresi yönünden II. kalite, diğer tüm parametreler yönünden I. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür.

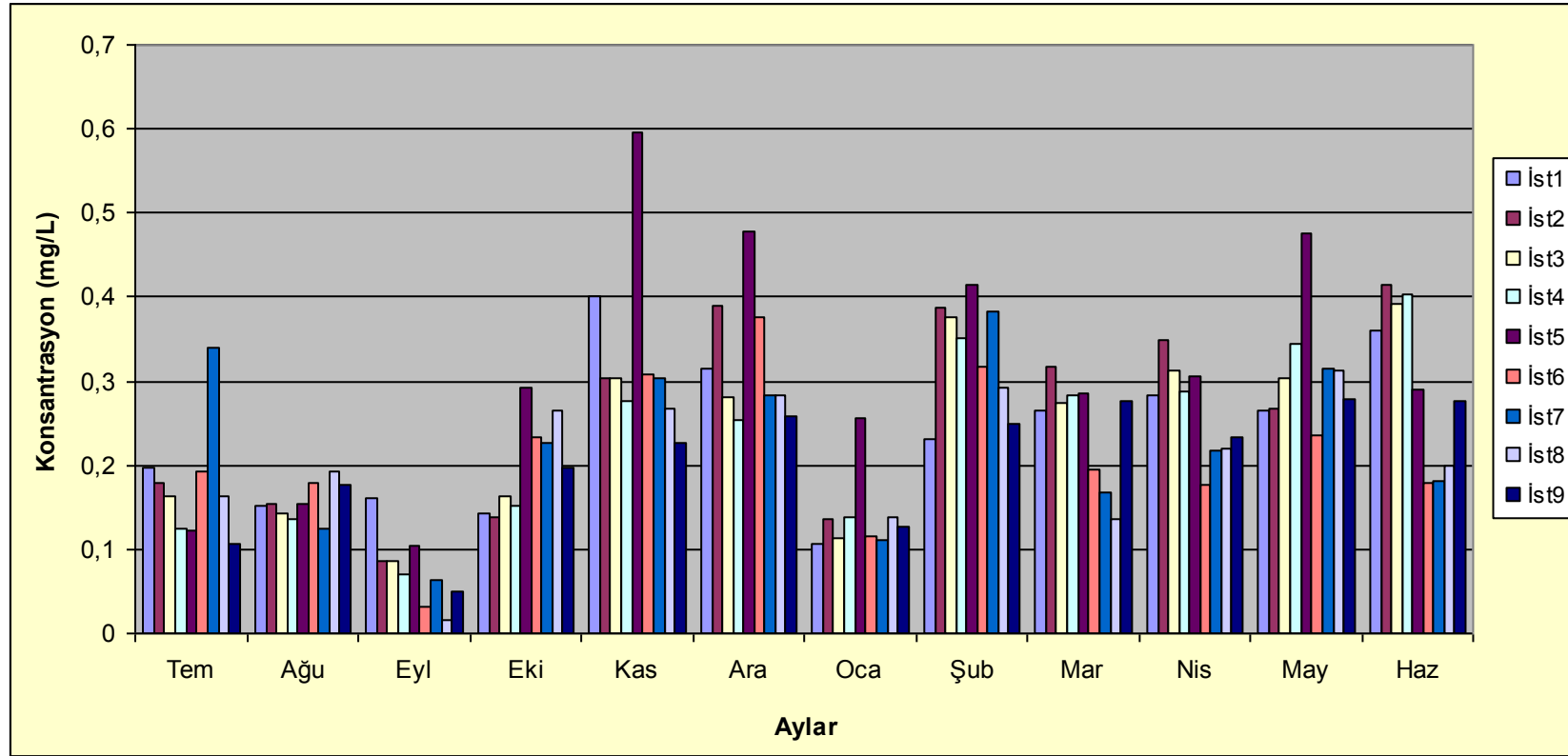
3.1. Su Örneklerindeki Anyonik Deterjan Miktarlarının İstasyonlara ve Aylara Göre Değişimi

Dokuz istasyondan alınan su örneklerindeki anyonik deterjan konsantrasyonları aylara göre farklılıklar göstermektedir.

Su örneklerindeki anyonik deterjan miktarlarının, istasyonlara göre aylık ortalama sonuçlarının verildiği çizelge 3.1.1'de görüldüğü gibi, istasyon 1'de 0,107 – 0,402 mg/L; istasyon 2'de 0,085 – 0,414 mg/L; istasyon 3'te 0,085 – 0,391 mg/L; istasyon 4'te 0,07 – 0,403 mg/L; istasyon 5'te 0,105 – 0,596 mg/L; istasyon 6'da 0,032 – 0,375 mg/L; istasyon 7'de 0,064 – 0,382 mg/L; istasyon 8'de 0,015 – 0,312 mg/L; istasyon 9'da ise 0,049 – 0,279 mg/L arasında değiştiği ve yine ortalama sonuçlarına göre en yüksek değerlerin istasyon 5'te görüldüğü saptanmıştır (Şekil 3.1.1).

Çizelge 3.1.1: Su örneklerindeki deterjan konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları (mg/L) ($\pm$ SD<0.001).

AYLAR	İSTASYONLAR								
	İst1	İst2	İst3	İst4	İst5	İst6	İst7	İst8	İst9
Temmuz	0,198	0,18	0,163	0,124	0,123	0,193	0,34	0,162	0,106
Ağustos	0,152	0,153	0,143	0,137	0,153	0,179	0,125	0,192	0,177
Eylül	0,161	0,085	0,085	0,07	0,105	0,032	0,064	0,015	0,049
Ekim	0,142	0,139	0,164	0,151	0,293	0,233	0,226	0,266	0,196
Kasım	0,402	0,303	0,304	0,276	0,596	0,308	0,304	0,268	0,227
Aralık	0,315	0,389	0,28	0,253	0,477	0,375	0,283	0,283	0,258
Ocak	0,107	0,135	0,114	0,138	0,257	0,116	0,112	0,139	0,127
Şubat	0,231	0,388	0,376	0,352	0,414	0,318	0,382	0,292	0,249
Mart	0,264	0,317	0,275	0,284	0,285	0,195	0,168	0,136	0,277
Nisan	0,283	0,349	0,313	0,287	0,305	0,177	0,218	0,219	0,233
Mayıs	0,265	0,267	0,303	0,344	0,475	0,236	0,315	0,312	0,279
Haziran	0,36	0,414	0,391	0,403	0,291	0,178	0,181	0,199	0,277

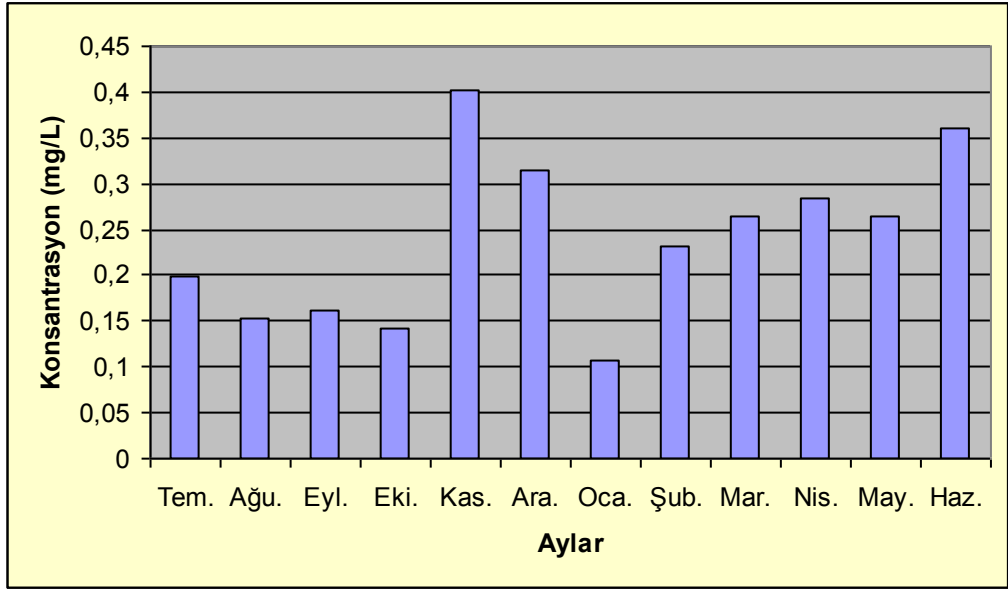


Şekil 3.1.1: Su örneklerindeki deterjan konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiği.

Araştırma istasyonlarından alınan su örneklerindeki anyonik deterjan miktarlarının aylık değişimleri çizelge 3.1. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve şekil 3.1. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.1.2: İstasyon 1'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

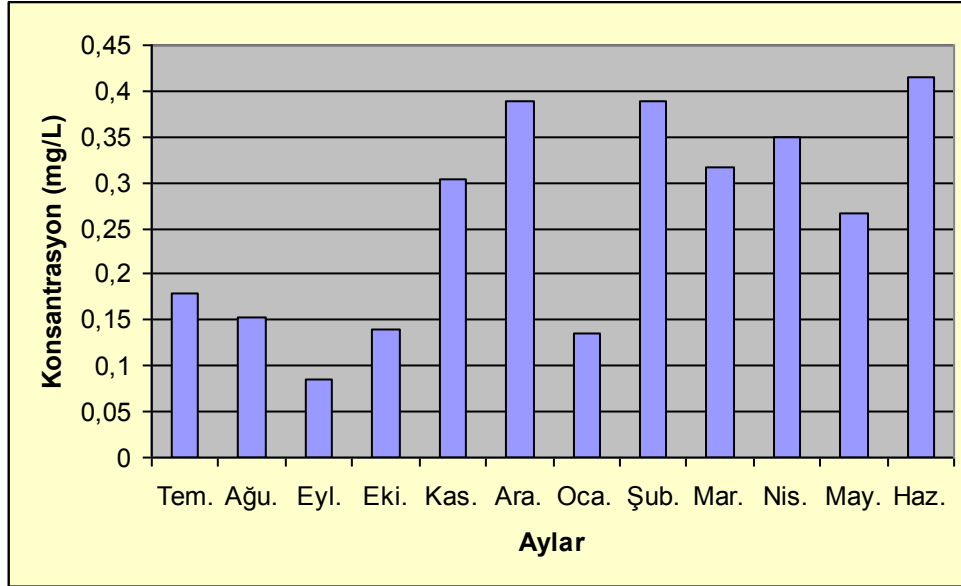
Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Kons. (mg/L)	0,198	0,152	0,161	0,142	0,402	0,315	0,107	0,231	0,264	0,283	0,265	0,36



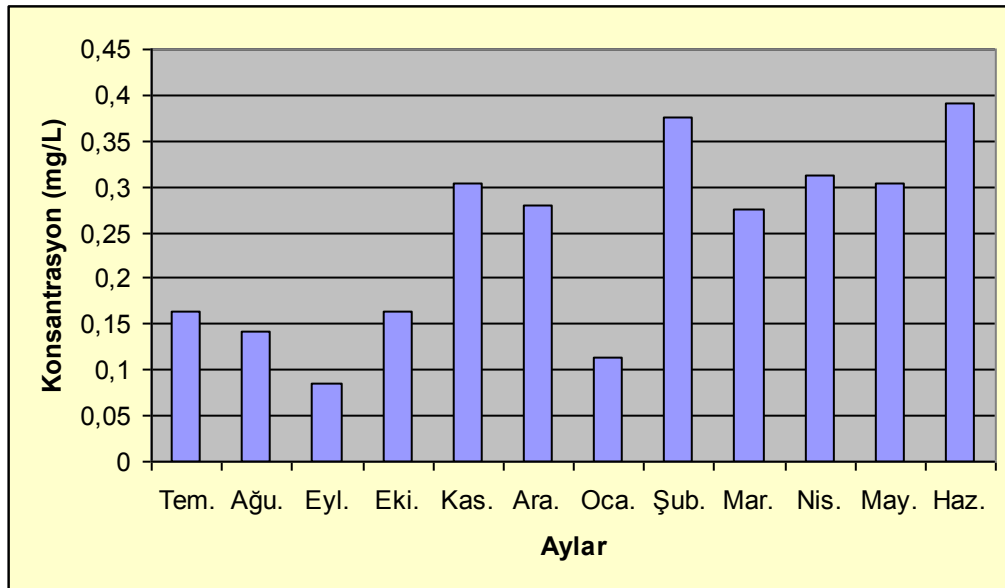
Şekil 3.1.2: İstasyon 1'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.1.3: İstasyon 2'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Kons. (mg/L)	0,18	0,153	0,085	0,139	0,303	0,389	0,135	0,388	0,317	0,349	0,267	0,414

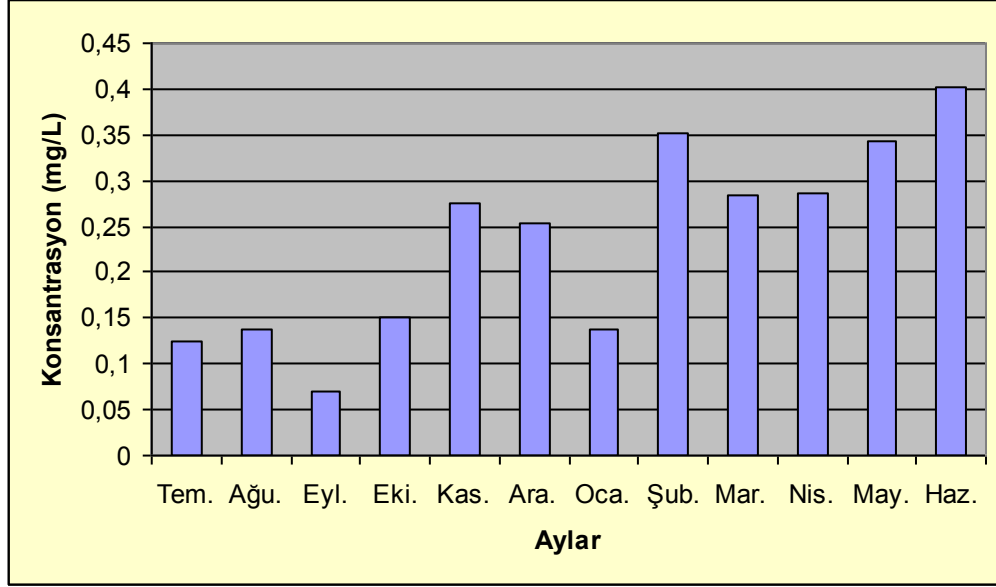
**Şekil 3.1.3:** İstasyon 2'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.1.4:** İstasyon 3'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Kons. (mg/L)	0,163	0,143	0,085	0,164	0,304	0,28	0,114	0,376	0,275	0,313	0,303	0,391

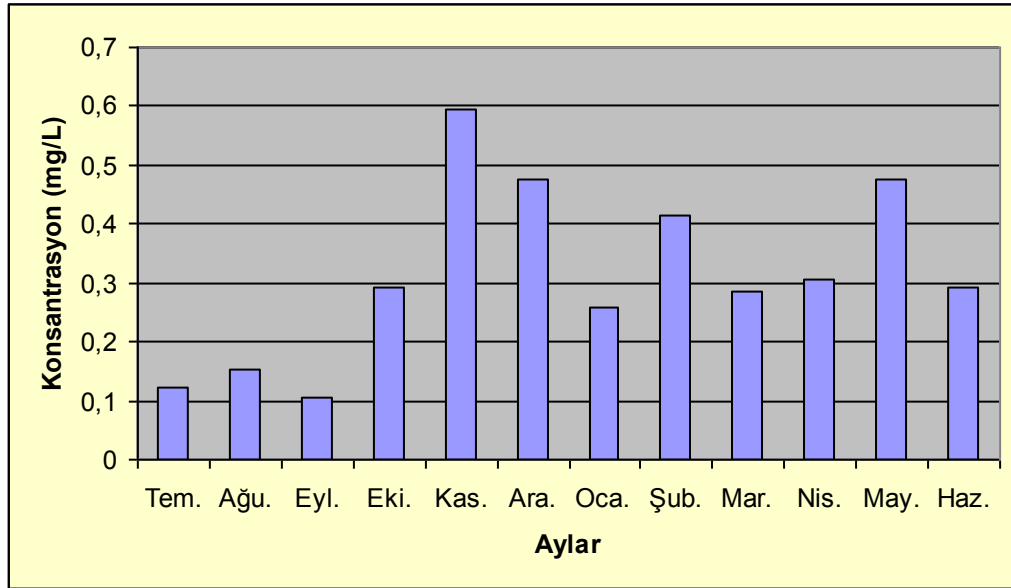
**Şekil 3.1.4:** İstasyon 3'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.1.5: İstasyon 4'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Kons. (mg/L)	0,124	0,137	0,07	0,151	0,276	0,253	0,138	0,352	0,284	0,287	0,344	0,403

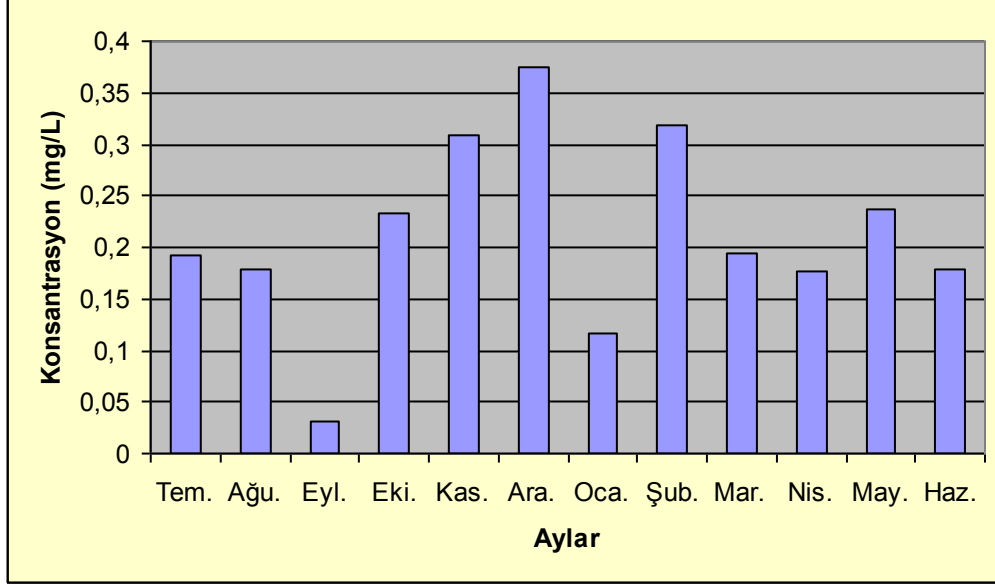
**Şekil 3.1.5:** İstasyon 4'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.1.6:** İstasyon 5'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Kons. (mg/L)	0,123	0,153	0,105	0,293	0,596	0,477	0,257	0,414	0,285	0,305	0,475	0,291

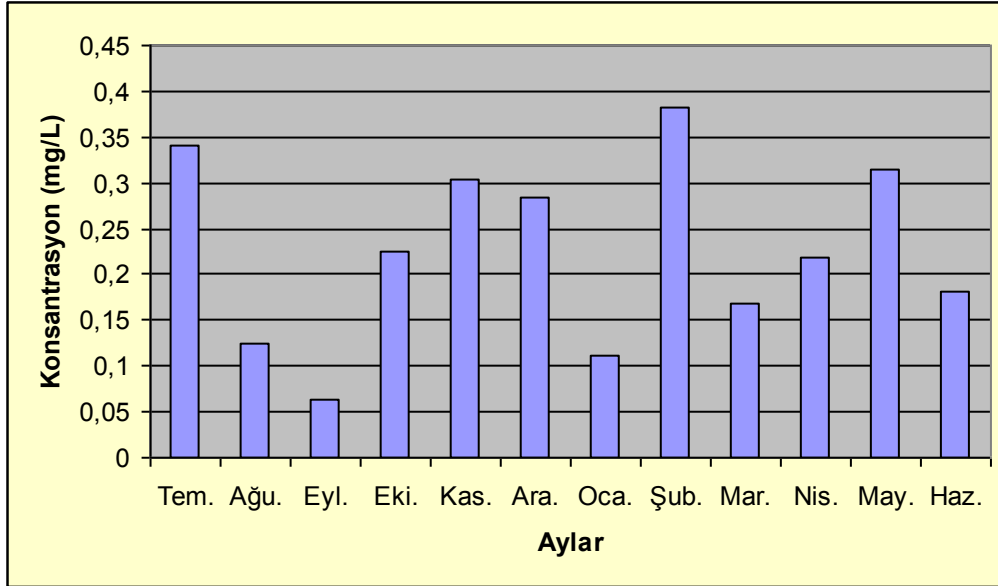
**Şekil 3.1.6:** İstasyon 5'teki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.1.7: İstasyon 6'daki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Kons. (mg/L)	0,193	0,179	0,032	0,233	0,308	0,375	0,116	0,318	0,195	0,177	0,236	0,178

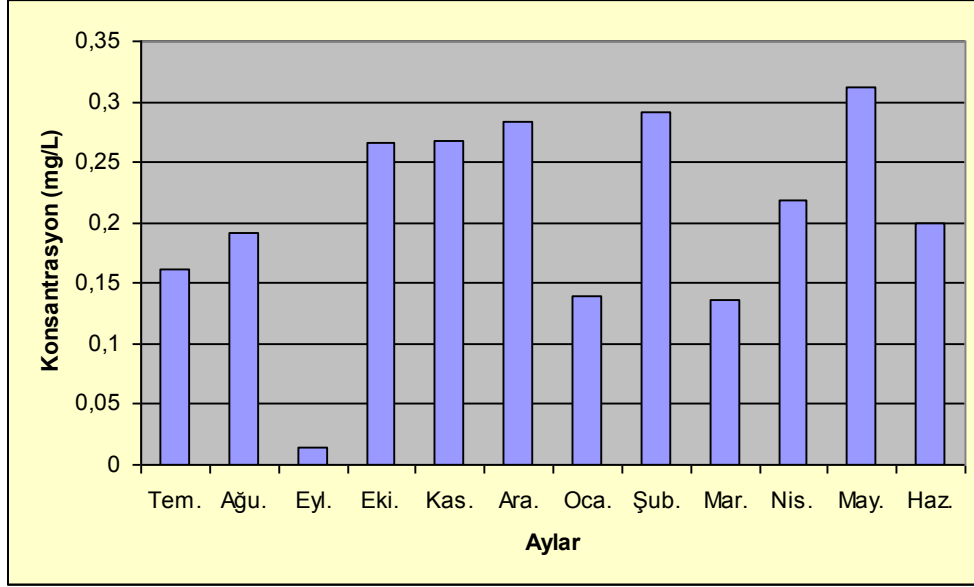
**Şekil 3.1.7:** İstasyon 6'daki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.1.8:** İstasyon 7'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Kons. (mg/L)	0,34	0,125	0,064	0,226	0,304	0,283	0,112	0,382	0,168	0,218	0,315	0,181

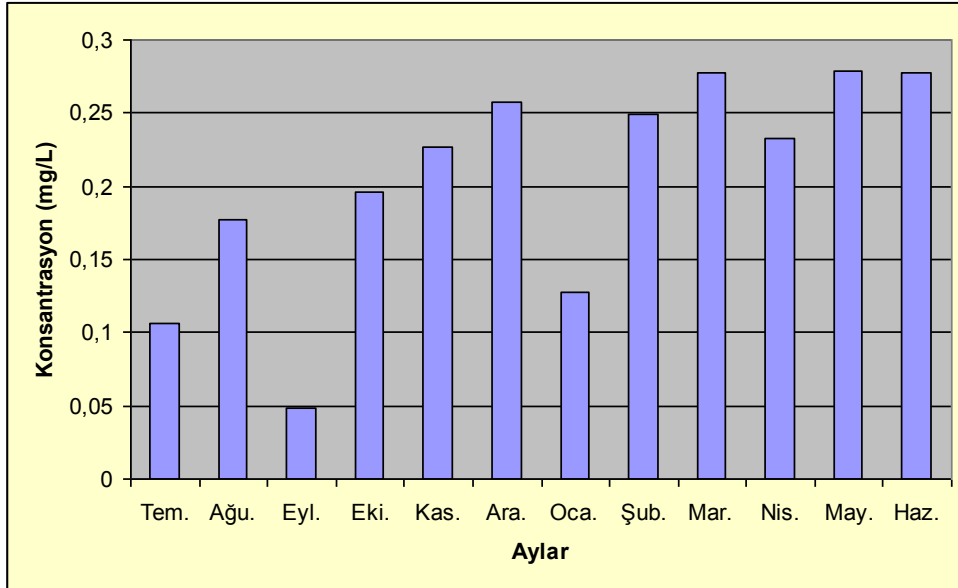
**Şekil 3.1.8:** İstasyon 7'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.1.9: İstasyon 8'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Kons. (mg/L)	0,162	0,192	0,015	0,266	0,268	0,283	0,139	0,292	0,136	0,219	0,312	0,199

**Şekil 3.1.9:** İstasyon 8'deki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.1.10:** İstasyon 9'daki deterjan konsantrasyonlarının aylık değişimleri.

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Kons. (mg/L)	0,106	0,177	0,049	0,196	0,227	0,258	0,127	0,249	0,277	0,233	0,279	0,277

**Şekil 3.1.10:** İstasyon 9'daki 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 önemsiz ($p>0,05$), aylar arasındaki farklılığı ise önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 3.1. 11, 12).

Çizelge 3.1.11: İstasyonlar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu

Table Analyzed	
One-way analysis of variance	
P value	0,2685
P value summary	Ns
Are means signif. Different? (P < 0.05)	No
Number of groups	9
F	1,269
R squared	0,093
Bartlett's test for equal variances	
Bartlett's statistic (corrected)	7,383
P value	0,4959
P value summary	Ns
Do the variances differ signif. (P < 0.05)	No

Çizelge 3.1.12: Aylar 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	12
F	14,81
R squared	0,6292
Bartlett's test for equal variances	
Bartlett's statistic (corrected)	23,53
P value	0,0149
P value summary	*
Do the variances differ signif. (P < 0.05)	Yes

Anlamlı farklılıkların hangi aylar arasında olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan “TUKEY testi” sonucunda da Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ocak aylarında elde edilen sonuçlardaki farklılıkların önemli, diğer ayların birbirleriyle arasındaki farklılıkların ise önemsiz olduğu istatistiksel olarak gösterilmiştir (Çizelge 3.1.13).

Çizelge 3.1.13: Aylar arasında uygulanan Tukey testi sonucu

	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Oca	Şub	Mar	Nis	May
Haz	5,417	6,29	9,942	4,334	1,441	1,074	7,104	1,51	2,417	1,52	0,5
May	5,917	6,79	10,44	4,834	0,9413	0,5736	7,604	1,01	2,917	2,02	
Nis	3,897	4,77	8,422	2,814	2,961	2,593	5,584	3,03	0,8971		
Mar	3	3,873	7,525	1,917	3,858	3,491	4,687	3,927			
Şub	6,927	7,8	11,45	5,844	0,06863	0,4363	8,614				
Oca	1,686	0,814	2,839	2,77	8,545	8,177					
Ara	6,491	7,363	11,02	5,407	0,3677						
Kas	6,858	7,731	11,38	5,775							
Eki	1,083	1,956	5,608								
Eyl	4,525	3,652									
Ağu	0,873										

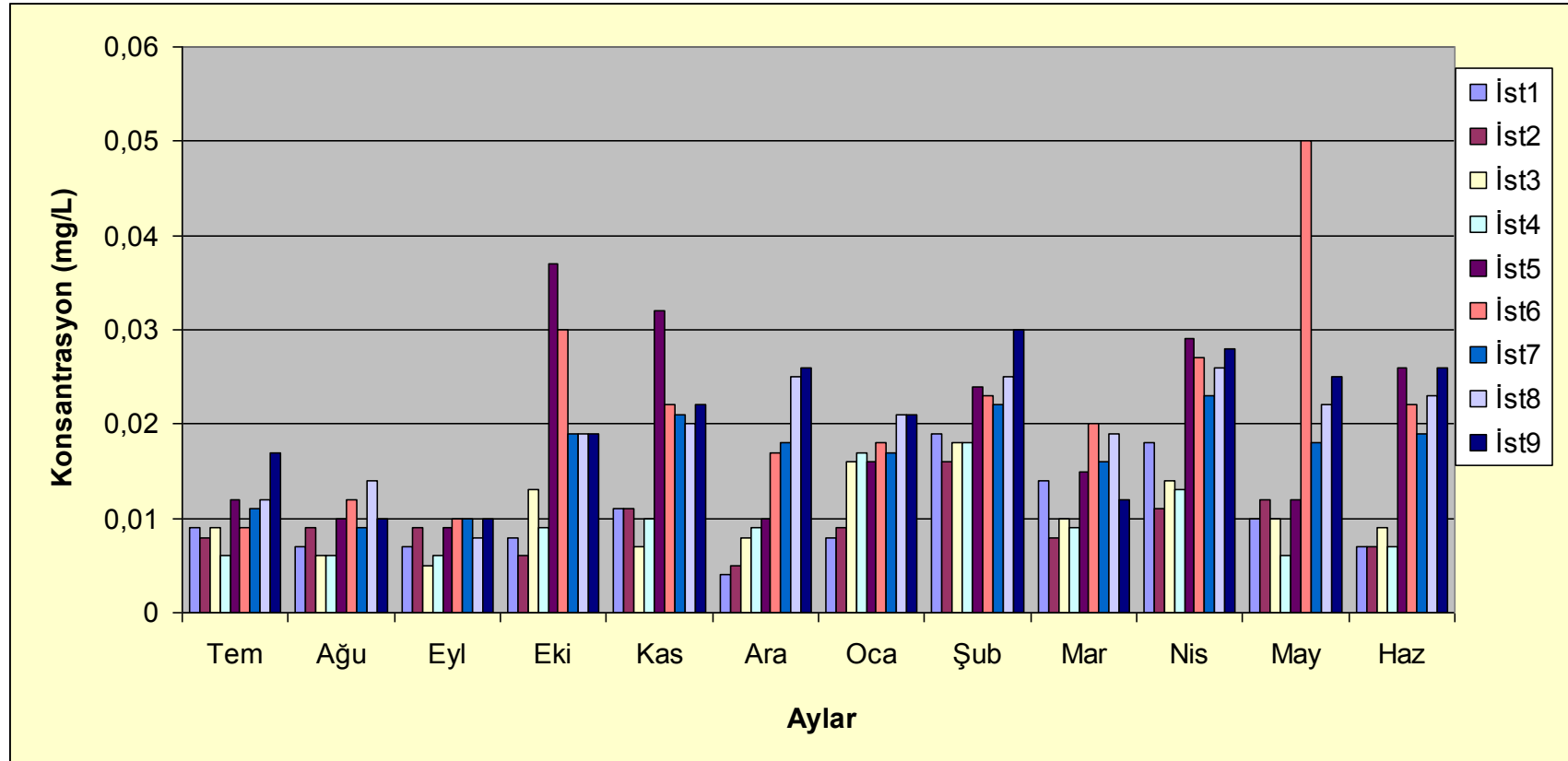
3.2. Su Örneklerindeki Fosfat Miktarlarının İstasyonlara ve Aylara Göre Değişimi

Dokuz istasyondan alınan su örneklerindeki fosfat konsantrasyonları, istasyonlara ve aylara göre farklılıklar göstermektedir.

Su örneklerindeki fosfat miktarlarının, istasyonlara göre aylık ortalama sonuçlarının verildiği çizelge 3.2.1’de görüldüğü gibi, istasyon 1’de 0,004 – 0,019 mg/L; istasyon 2’de 0,005 – 0,016 mg/L; istasyon 3’te 0,005 – 0,018 mg/L; istasyon 4’te 0,006 – 0,018 mg/L; istasyon 5’te 0,009 – 0,037 mg/L; istasyon 6’da 0,009 – 0,05 mg/L; istasyon 7’de 0,009 – 0,023 mg/L; istasyon 8’de 0,008 – 0,026 mg/L; istasyon 9’da ise 0,01 – 0,03 mg/L arasında değiştiği ve yine ortalama sonuçlarına göre en yüksek değerlerin istasyon 6’da görüldüğü saptanmıştır (Şekil 3.2.1).

Çizelge 3.2.1: Su örneklerindeki fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları (mg/L) ($\pm$ SD<0.001).

AYLAR	İSTASYONLAR								
	İst1	İst2	İst3	İst4	İst5	İst6	İst7	İst8	İst9
Temmuz	0,009	0,007	0,009	0,006	0,012	0,009	0,011	0,012	0,017
Ağustos	0,008	0,009	0,006	0,006	0,01	0,012	0,009	0,014	0,010
Eylül	0,009	0,006	0,005	0,006	0,009	0,01	0,01	0,008	0,010
Ekim	0,006	0,006	0,013	0,009	0,037	0,03	0,019	0,019	0,019
Kasım	0,012	0,010	0,007	0,01	0,032	0,022	0,021	0,02	0,022
Aralık	0,009	0,012	0,008	0,009	0,01	0,017	0,018	0,025	0,026
Ocak	0,011	0,009	0,016	0,017	0,016	0,018	0,017	0,021	0,021
Şubat	0,012	0,014	0,018	0,018	0,024	0,023	0,022	0,025	0,030
Mart	0,017	0,010	0,01	0,009	0,015	0,02	0,016	0,019	0,012
Nisan	0,009	0,007	0,014	0,013	0,029	0,027	0,023	0,026	0,028
Mayıs	0,008	0,009	0,01	0,006	0,012	0,05	0,018	0,022	0,025
Haziran	0,009	0,006	0,009	0,007	0,026	0,022	0,019	0,023	0,026

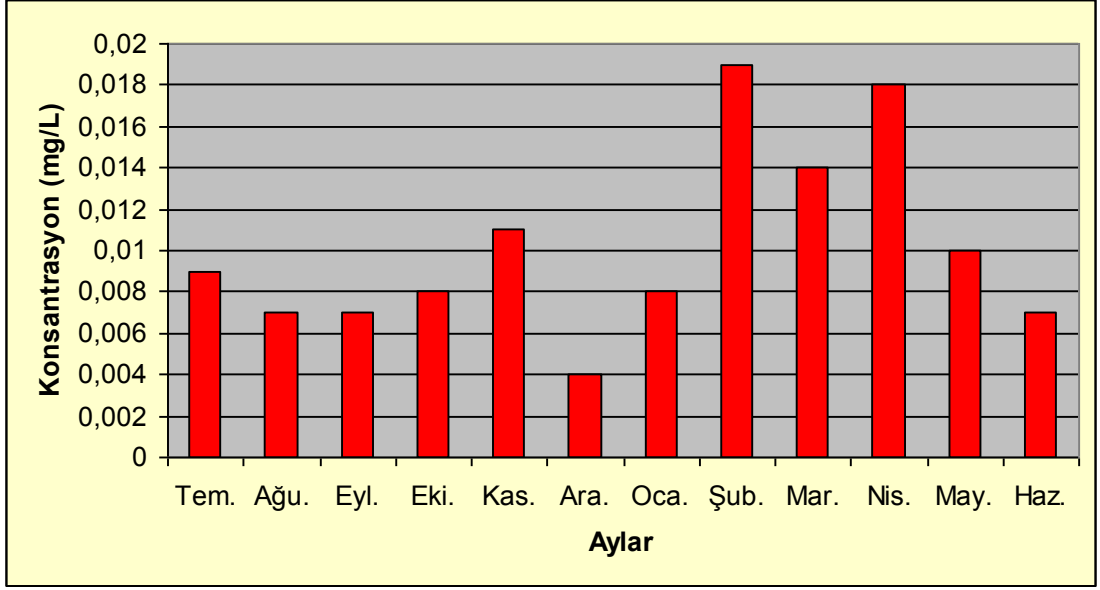


Şekil 3.2.1: Su örneklerindeki fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiği.

Araştırma istasyonlarından alınan su örneklerindeki fosfat miktarlarının aylık değişimleri çizelge 3.2. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve şekil 3.2. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.2.2: İstasyon 1'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

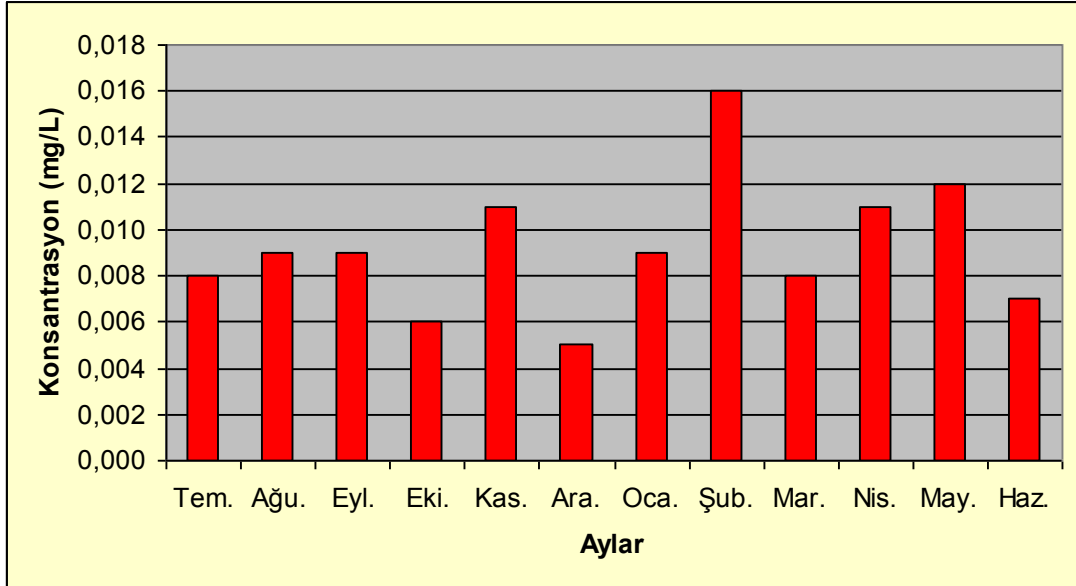
Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,009	0,007	0,007	0,008	0,011	0,004	0,008	0,019	0,014	0,018	0,01	0,007



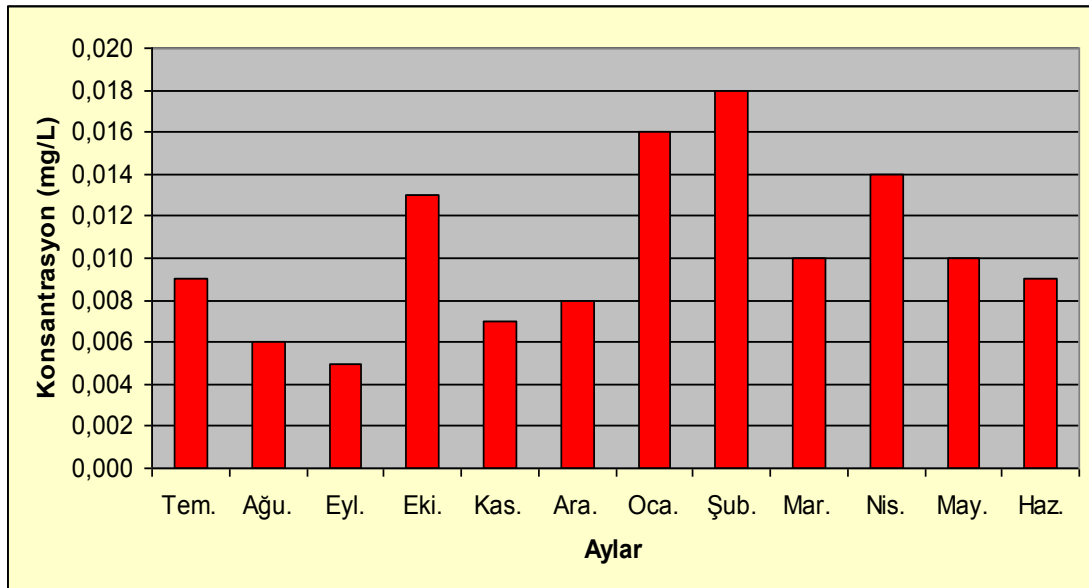
Şekil 3.2.2: İstasyon 1'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.2.3: İstasyon 2'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,008	0,009	0,009	0,006	0,011	0,005	0,009	0,016	0,008	0,011	0,012	0,007

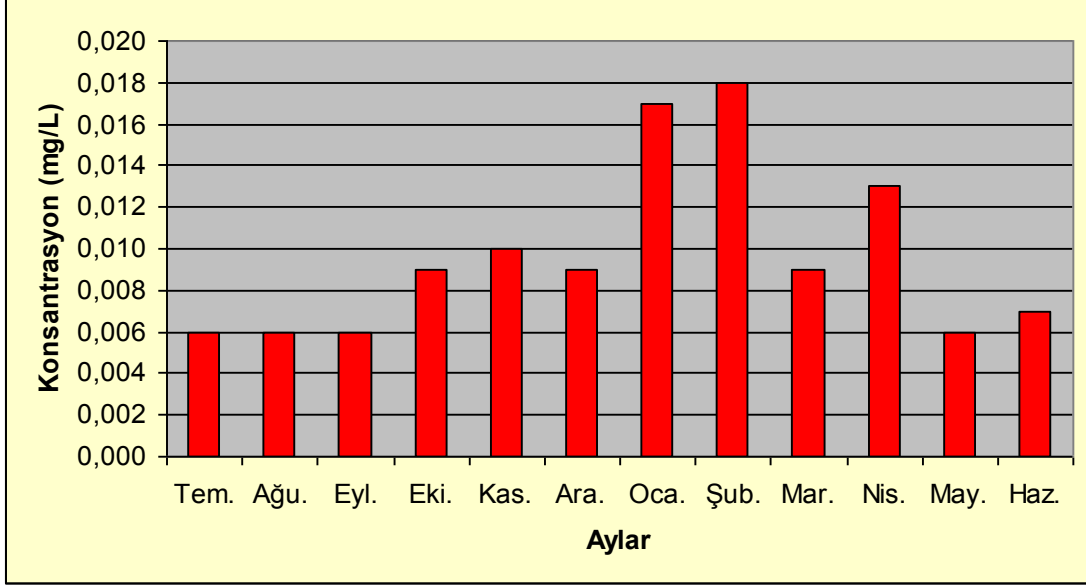
**Şekil 3.2.3:** İstasyon 2'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.2.4:** İstasyon 3'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,009	0,006	0,005	0,013	0,007	0,008	0,016	0,018	0,01	0,014	0,01	0,009

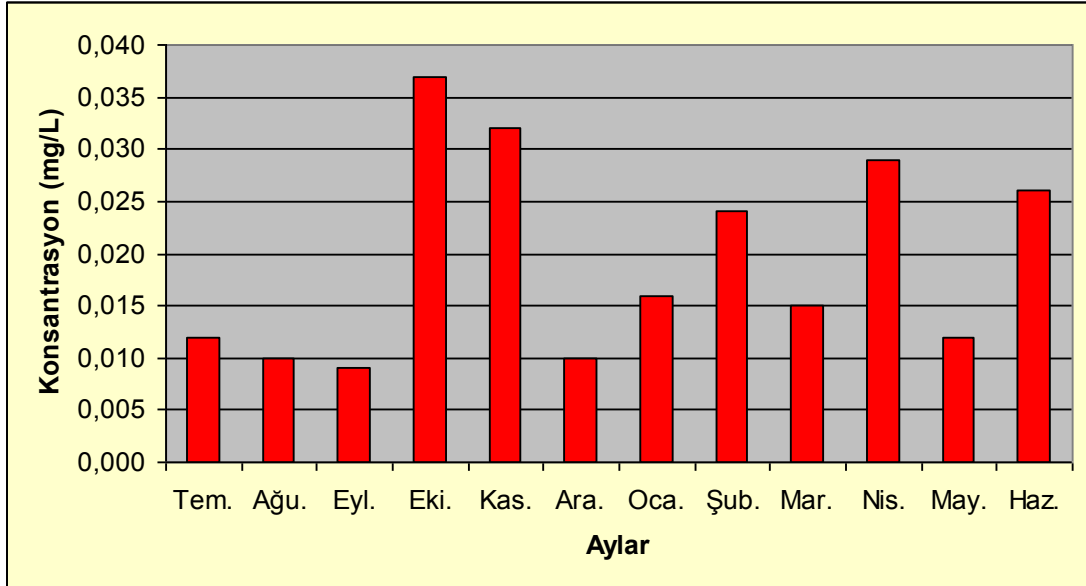
**Şekil 3.2.4:** İstasyon 3'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.2.5: İstasyon 4'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,006	0,006	0,006	0,009	0,01	0,009	0,017	0,018	0,009	0,013	0,006	0,007

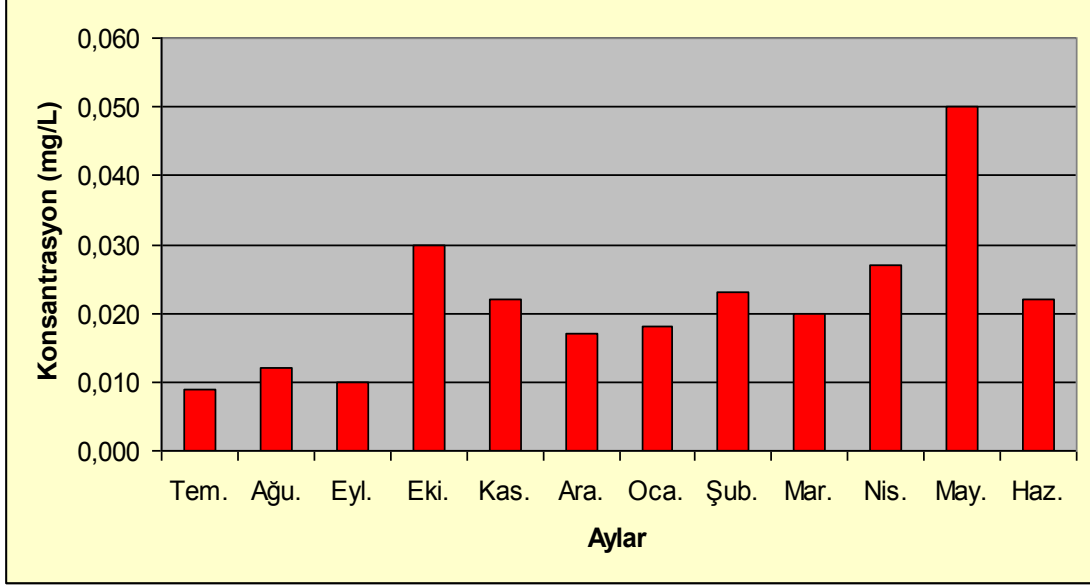
**Şekil 3.2.5:** İstasyon 4'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.2.6:** İstasyon 5'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,012	0,01	0,009	0,037	0,032	0,01	0,016	0,024	0,015	0,029	0,012	0,026

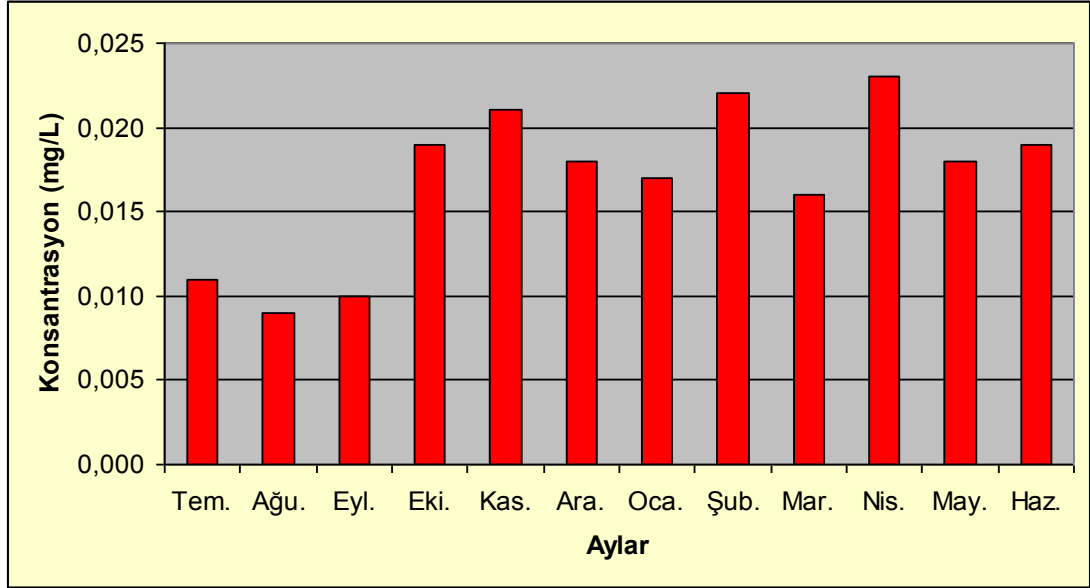
**Şekil 3.2.6:** İstasyon 5'teki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.2.7: İstasyon 6'daki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,009	0,012	0,01	0,03	0,022	0,017	0,018	0,023	0,02	0,027	0,05	0,022

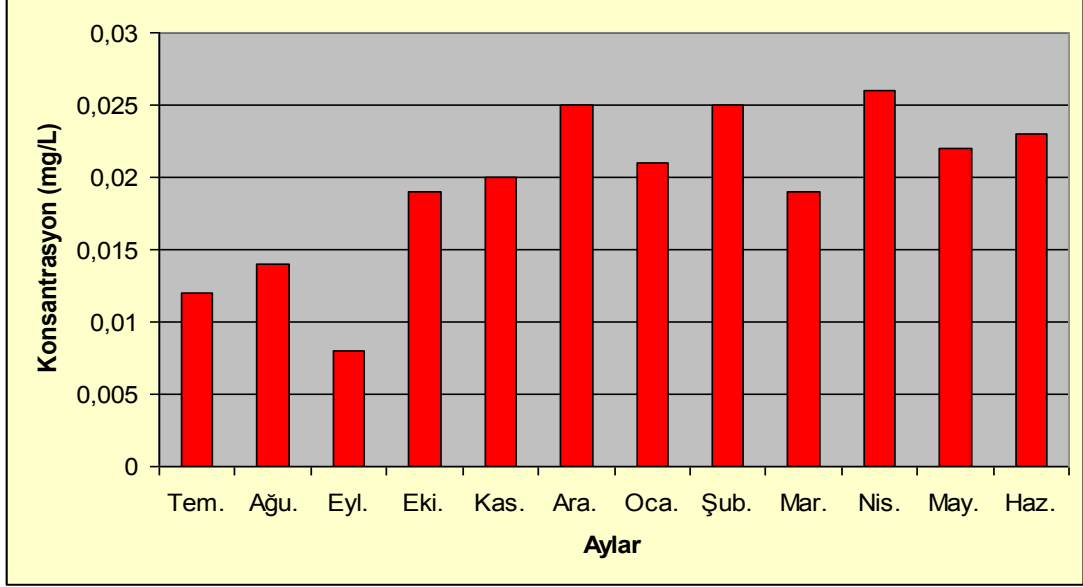
**Şekil 3.2.7:** İstasyon 6'daki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.2.8:** İstasyon 7'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,011	0,009	0,01	0,019	0,021	0,018	0,017	0,022	0,016	0,023	0,018	0,019

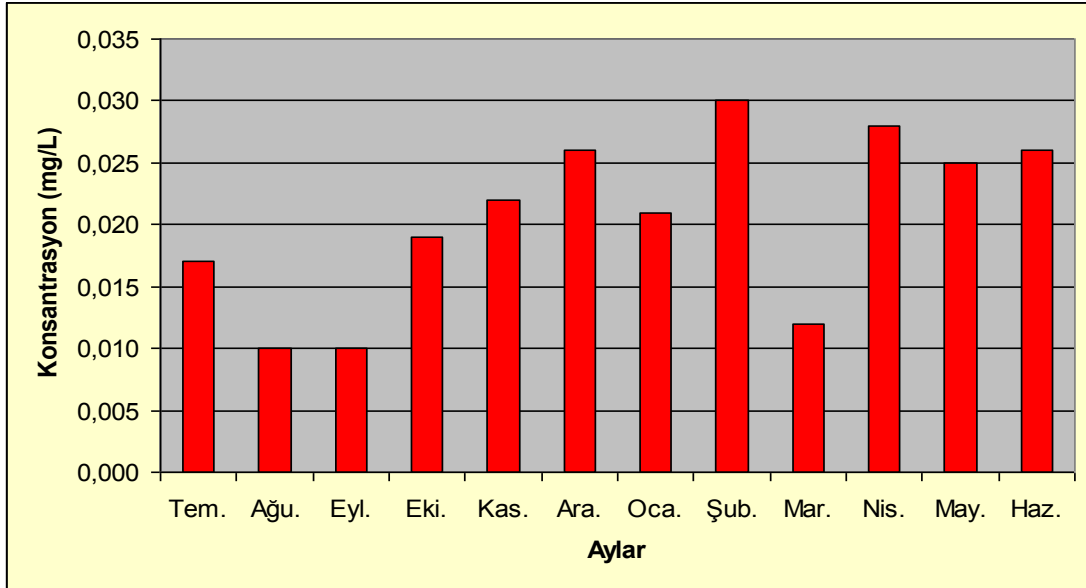
**Şekil 3.2.8:** İstasyon 7'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.2.9: İstasyon 8'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,012	0,014	0,008	0,019	0,02	0,025	0,021	0,025	0,019	0,026	0,022	0,023

**Şekil 3.2.9:** İstasyon 8'deki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.2.10:** İstasyon 9'daki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,017	0,01	0,01	0,019	0,022	0,026	0,021	0,03	0,012	0,028	0,025	0,026

**Şekil 3.2.10:** İstasyon 9'daki fosfat konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Fosfat miktarlarının istasyonlar ve aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan “One-way ANOVA” testi sonucunda, fosfat miktarlarının istasyonlar ve aylar arasındaki farklılığı önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur (Çizelge 3.2.11,12).

Çizelge 3.2.11: 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	9
F	7,864
R squared	0,3886
Bartlett's test for equal variances	
Bartlett's statistic (corrected)	32,85
P value	P<0.0001
P value summary	***
Do the variances differ signif. (p < 0.05)	Yes

Çizelge 3.2.12: Aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu

Table Analyzed One-way analysis of variance	
P value	0,0006
P value summary	***
Are means signif. different? (p < 0.05)	Yes
Number of groups	12
F	3,333
R squared	0,2763
Bartlett's test for equal variances	
Bartlett's statistic (corrected)	49,64
P value	P<0.0001
P value summary	***
Do the variances differ signif. (p < 0.05)	Yes

Anlamlı farklılıkların hangi istasyonlar ve aylar arasında olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan “TUKEY testi” sonucunda, ilk dört istasyondan elde edilen değerlerin diğer

istasyonlardan anlamlı olarak farklı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Ayrıca Ağustos ve Eylül aylarında elde edilen değerler anlamlı olarak ($p<0.05$) diğer aylardan farklı bulunmuştur (Çizelge 3.2.13 ve 3.2.14).

Çizelge 3.2.13: İstasyonlar arasındaki Tukey testi sonucu.

	İst1	İst2	İst3	İst4	İst5	İst6	İst7	İst8
İst9	5,493	5,981	5,36	5,759	0,6202	0,6202	1,905	0,5316
İst8	4,962	5,449	4,829	5,227	0,0886	1,152	1,373	
İst7	3,588	4,076	3,455	3,854	1,285	2,525		
İst6	6,113	6,601	5,981	6,379	1,24			
İst5	4,873	5,36	4,74	5,139				
İst4	0,2658	0,2215	0,3987					
İst3	0,1329	0,6202						
İst2	0,4873							

Çizelge 3.2.14: Aylar arasındaki Tukey testi sonucu.

	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Oca	Şub	Mar	Nis	May
Haz	2,454	2,917	3,334	0,6482	0,463	1,111	0,1389	2,269	1,065	1,991	0,8797
May	3,334	3,797	4,214	0,2315	0,4167	1,991	1,019	1,389	1,945	1,111	
Nis	4,445	4,908	5,325	1,343	1,528	3,102	2,13	0,2778	3,056		
Mar	1,389	1,852	2,269	1,713	1,528	0,0463	0,926	3,334			
Şub	4,723	5,186	5,603	1,621	1,806	3,38	2,408				
Oca	2,315	2,778	3,195	0,7871	0,6019	0,9723					
Ara	1,343	1,806	2,223	1,759	1,574						
Kas	2,917	3,38	3,797	0,1852							
Eki	3,102	3,565	3,982								
Eyl	0,8797	0,4167									
Ağu	0,463										

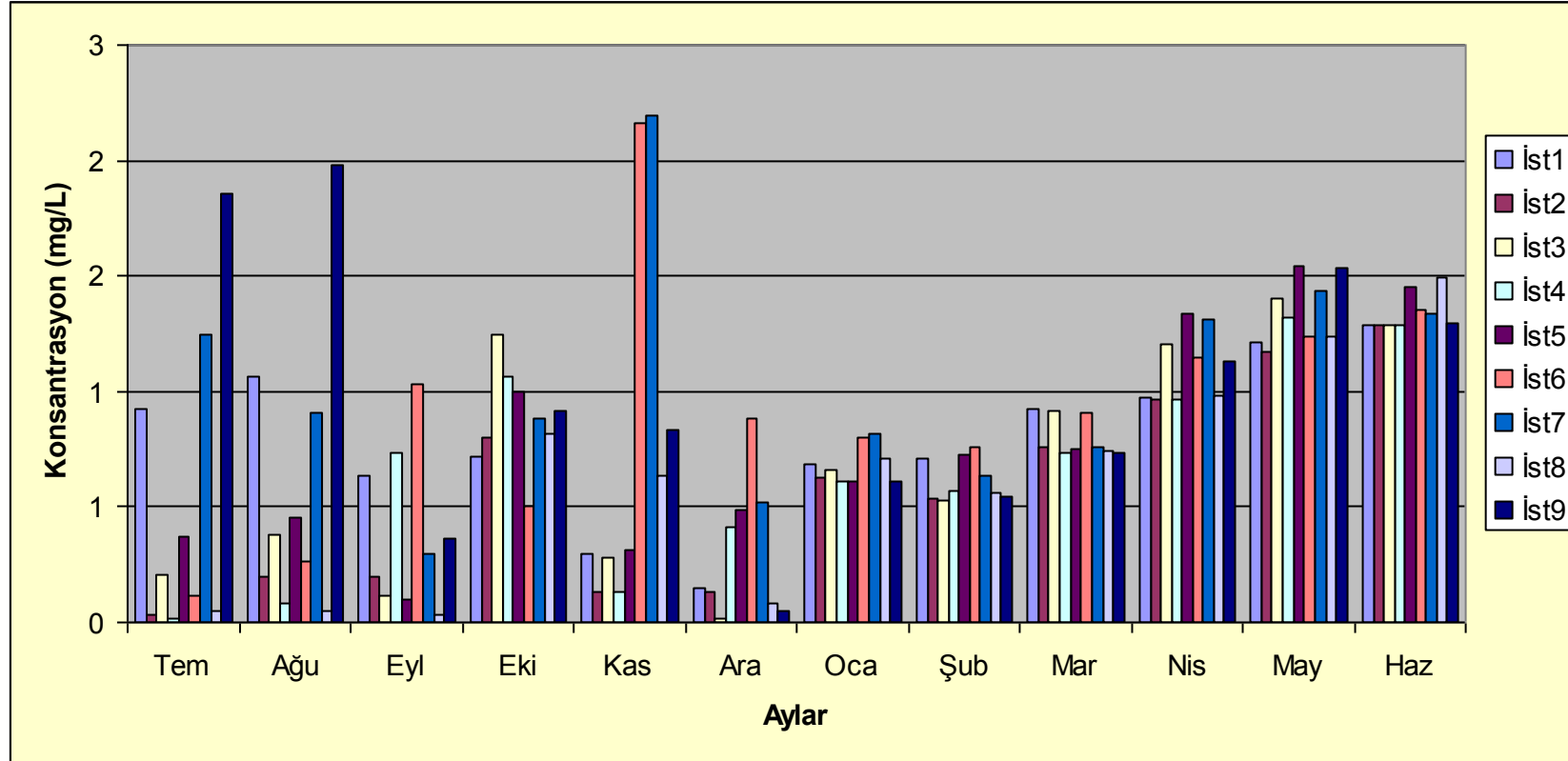
3.3. Su Örneklerindeki Bor Miktarlarının İstasyonlara ve Aylara Göre Değişimi

Dokuz istasyondan alınan su örneklerindeki bor konsantrasyonları, aylara göre farklılıklar göstermektedir.

Su örneklerindeki bor miktarlarının, istasyonlara göre aylık ortalama sonuçlarının verildiği çizelge 3.3.1'de görüldüğü gibi, istasyon 1'de 0,147 – 1,283 mg/L; istasyon 2'de 0,032 – 1,285 mg/L; istasyon 3'te 0,016 – 1,406 mg/L; istasyon 4'te 0,016 – 1,316 mg/L; istasyon 5'te 0,098 – 1,540 mg/L; istasyon 6'da 0,112 – 2,158 mg/L; istasyon 7'de 0,294 – 2,191 mg/L; istasyon 8'de 0,033 – 1,493 mg/L; istasyon 9'da ise 0,049 – 1,978 mg/L arasında değiştiği ve yine ortalama sonuçlarına göre en yüksek değerlerin istasyon 7'de görüldüğü saptanmıştır (Şekil 3.3.1).

Çizelge 3.3.1: Su örneklerindeki bor konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları (mg/L) ($\pm$ SD<0.05).

AYLAR	İSTASYONLAR								
	İst1	İst2	İst3	İst4	İst5	İst6	İst7	İst8	İst9
Temmuz	0,928	0,032	0,208	0,016	0,368	0,112	1,247	0,048	1,855
Ağustos	1,063	0,196	0,383	0,082	0,458	0,262	0,911	0,049	1,978
Eylül	0,638	0,196	0,114	0,736	0,098	1,030	0,294	0,033	0,360
Ekim	0,719	0,801	1,243	1,063	0,997	0,507	0,883	0,818	0,916
Kasım	0,294	0,131	0,278	0,131	0,311	2,158	2,191	0,638	0,834
Aralık	0,147	0,131	0,016	0,409	0,491	0,883	0,523	0,082	0,049
Ocak	0,683	0,628	0,662	0,608	0,608	0,801	0,818	0,710	0,612
Şubat	0,710	0,536	0,531	0,571	0,726	0,760	0,634	0,562	0,541
Mart	0,921	0,760	0,916	0,731	0,754	0,904	0,762	0,744	0,736
Nisan	0,973	0,961	1,207	0,961	1,341	1,143	1,315	0,979	1,130
Mayıs	1,216	1,176	1,406	1,316	1,540	1,236	1,436	1,234	1,539
Haziran	1,283	1,285	1,290	1,285	1,455	1,354	1,341	1,493	1,297

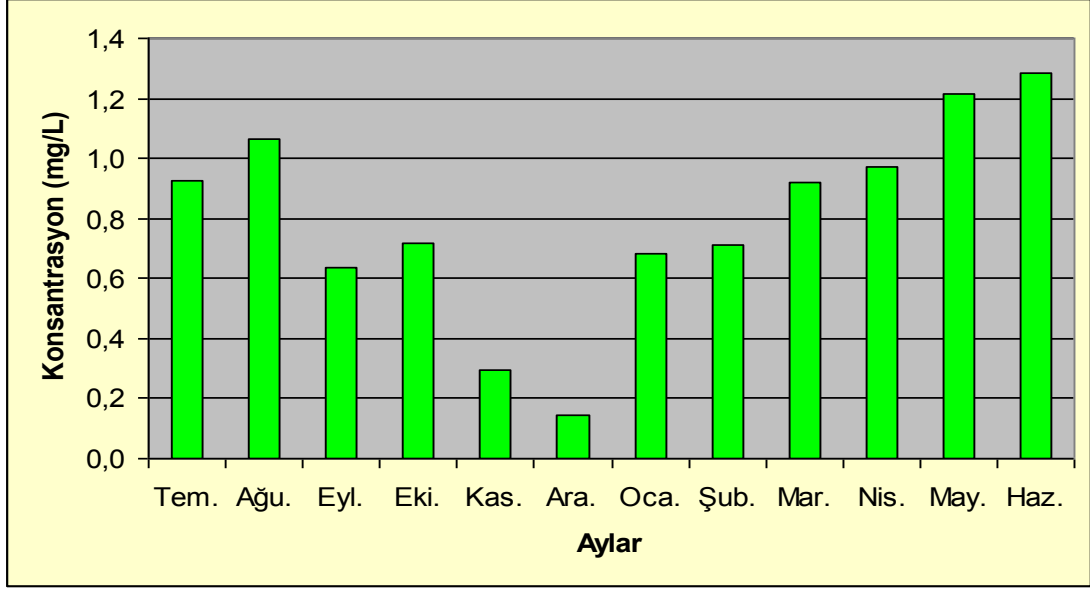


Şekil 3.3.1: Su örneklerindeki bor konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalama grafiği.

Araştırma istasyonlarından alınan su örneklerindeki bor miktarlarının aylık değişimleri çizelge 3.3. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve şekil 3.3. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.3.2: İstasyon 1'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

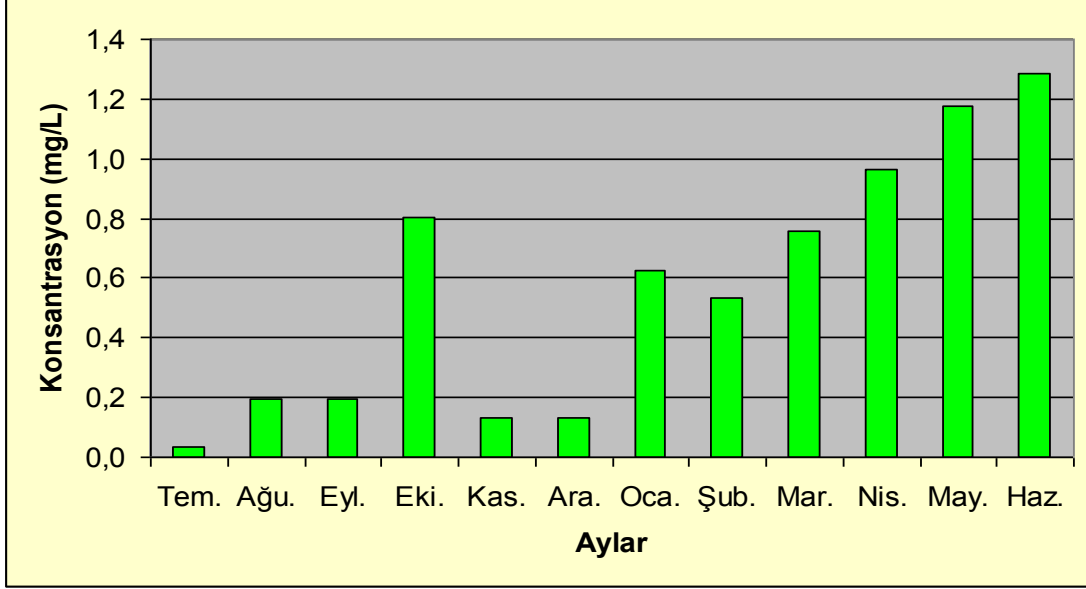
Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,928	1,063	0,638	0,719	0,294	0,147	0,683	0,710	0,921	0,973	1,216	1,283



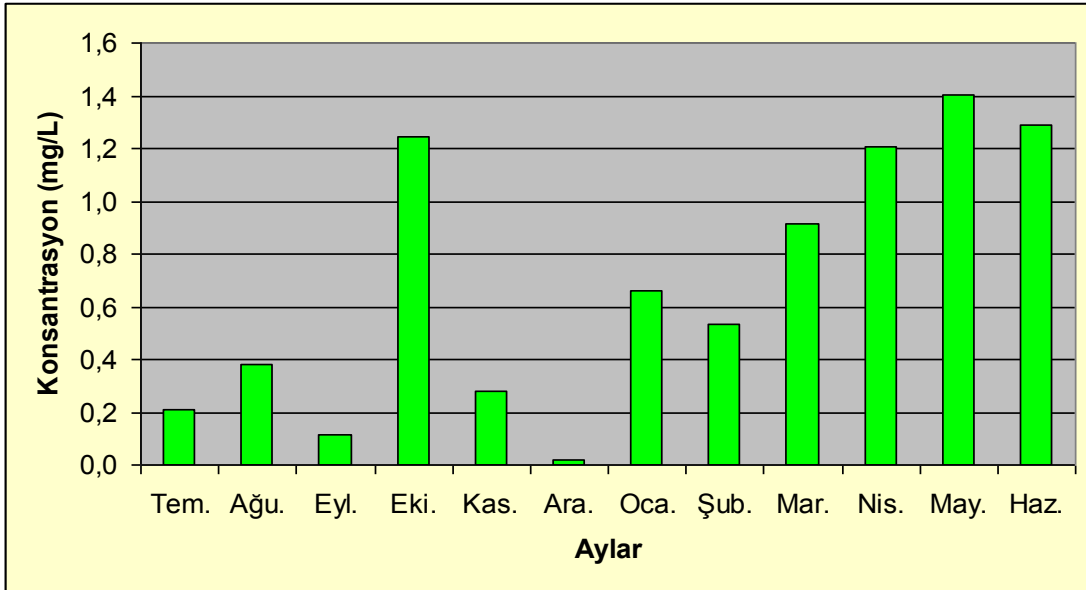
Şekil 3.3.2: İstasyon 1'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.3.3: İstasyon 2'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,032	0,196	0,196	0,801	0,131	0,131	0,628	0,536	0,760	0,961	1,176	1,285

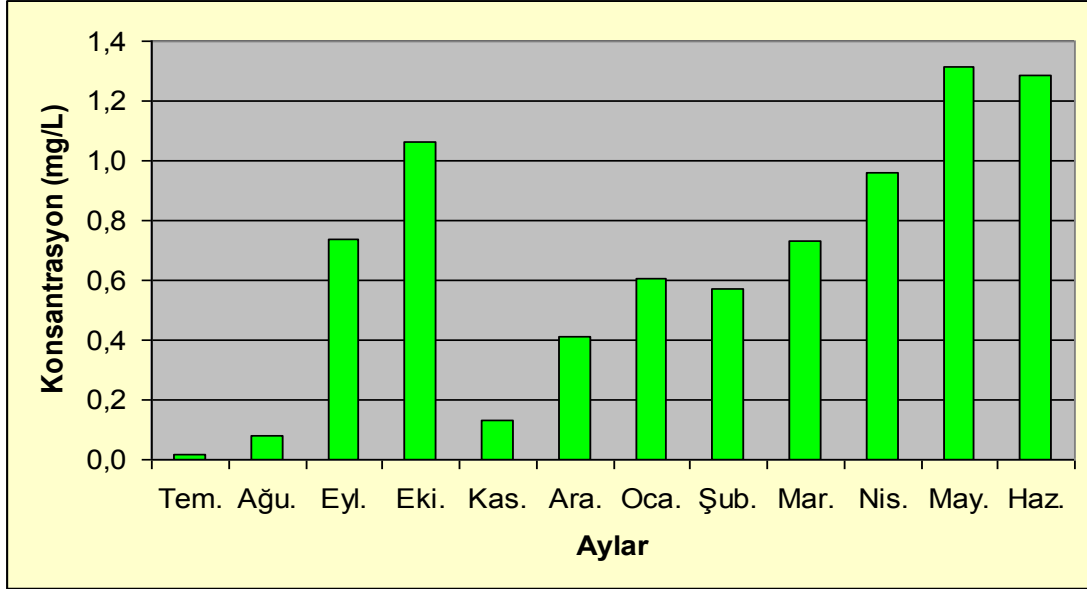
**Şekil 3.3.3:** İstasyon 2'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.3.4:** İstasyon 3'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,208	0,383	0,114	1,243	0,278	0,016	0,662	0,531	0,916	1,207	1,406	1,290

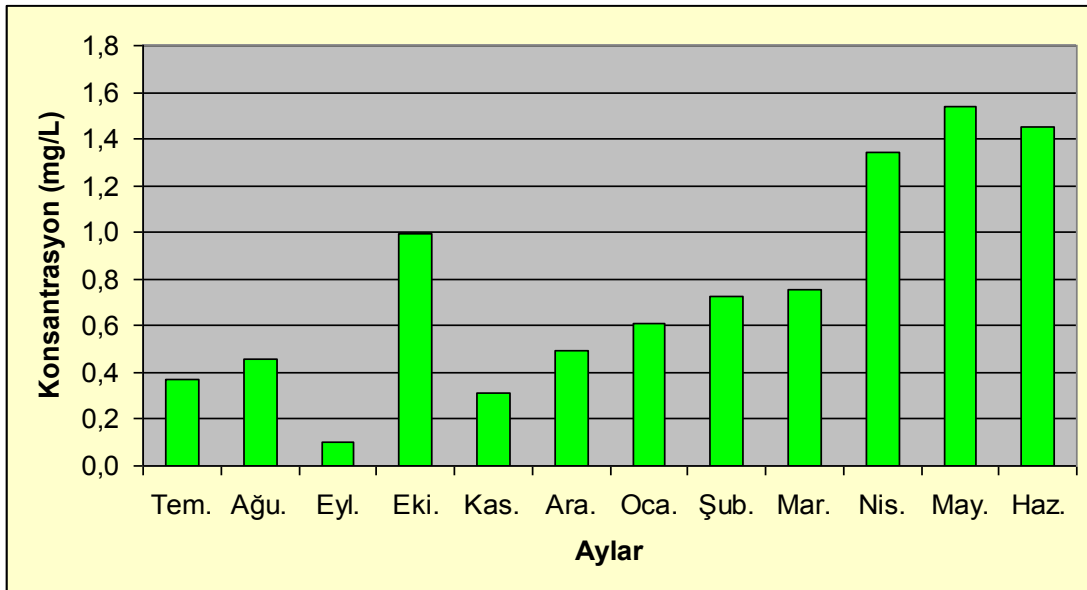
**Şekil 3.3.4:** İstasyon 3'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.3.5: İstasyon 4'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,016	0,082	0,736	1,063	0,131	0,409	0,608	0,571	0,731	0,961	1,316	1,285

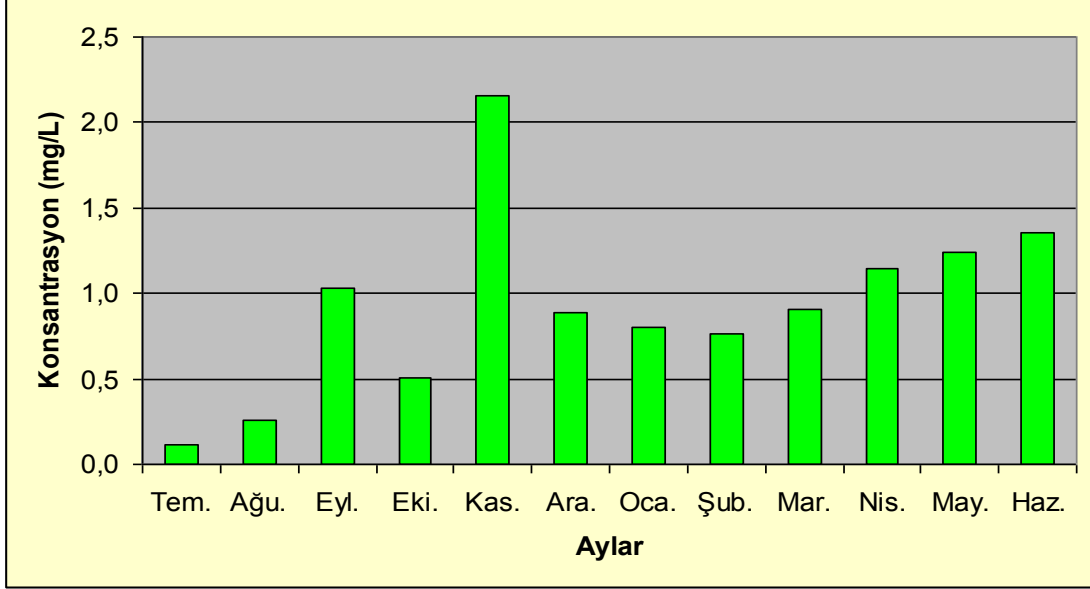
**Şekil 3.3.5:** İstasyon 4'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.3.6:** İstasyon 5'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,368	0,458	0,098	0,997	0,311	0,491	0,608	0,726	0,754	1,341	1,540	1,455

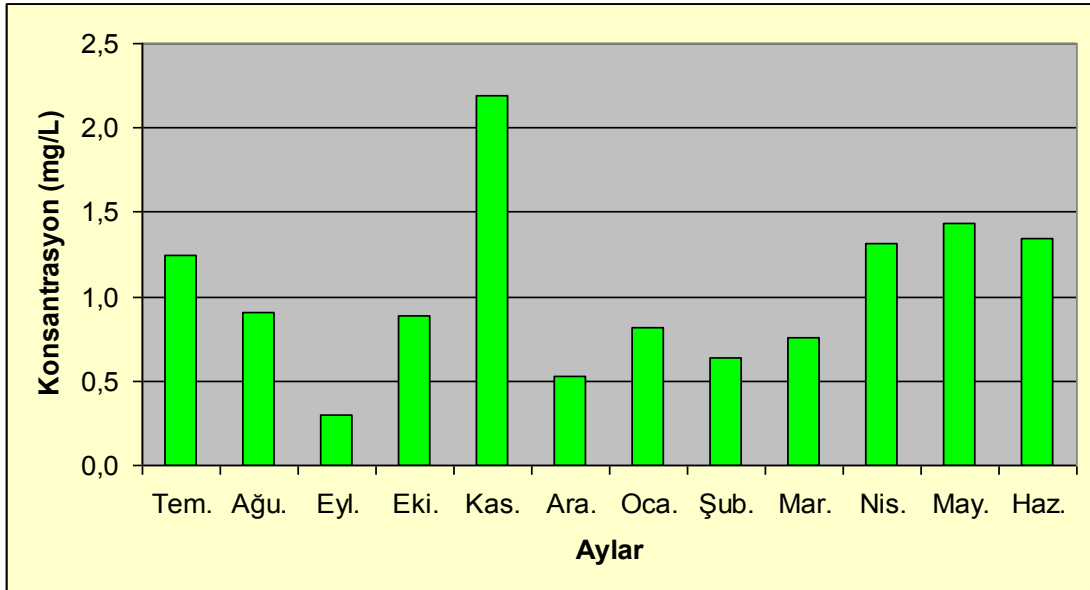
**Şekil 3.3.6:** İstasyon 5'teki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.3.7: İstasyon 6'daki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,112	0,262	1,030	0,507	2,158	0,883	0,801	0,760	0,904	1,143	1,236	1,354

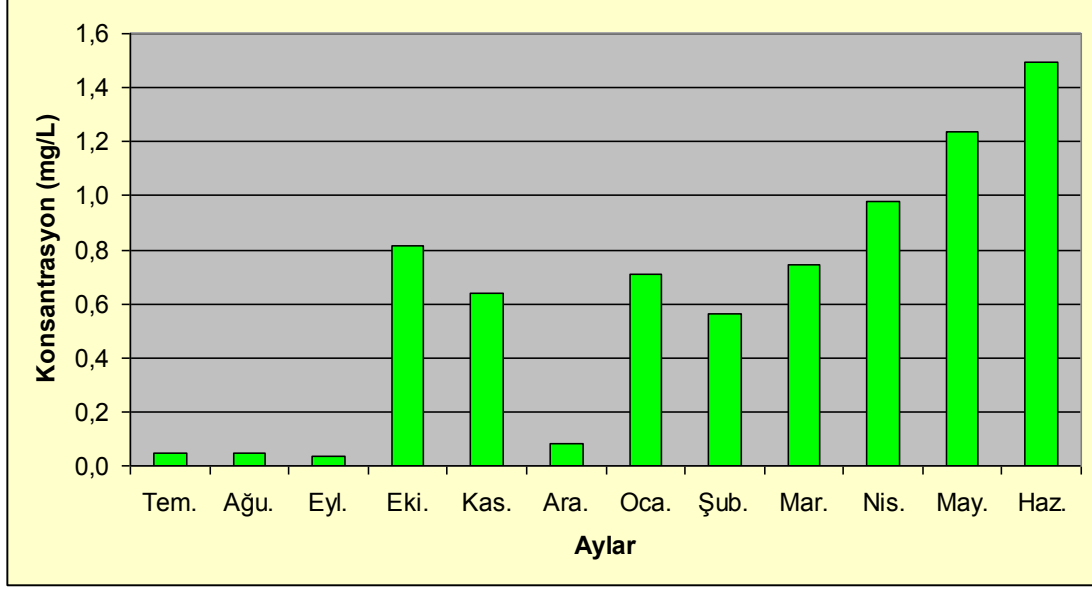
**Şekil 3.3.7:** İstasyon 6'daki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.3.8:** İstasyon 7'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	1,247	0,911	0,294	0,883	2,191	0,523	0,818	0,634	0,762	1,315	1,436	1,341

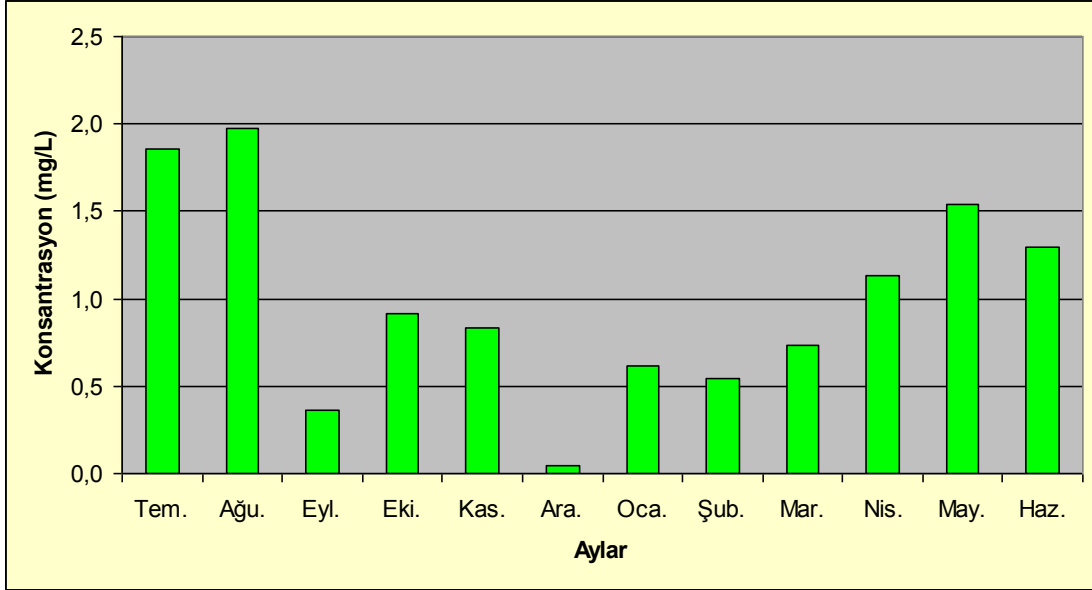
**Şekil 3.3.8:** İstasyon 7'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Çizelge 3.3.9: İstasyon 8'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	0,048	0,049	0,033	0,818	0,638	0,082	0,710	0,562	0,744	0,979	1,234	1,493

**Şekil 3.3.9:** İstasyon 8'deki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.**Çizelge 3.3.10:** İstasyon 9'daki bor konsantrasyonlarının aylık değişimleri (mg/L).

Aylar	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.
Konsantrasyon	1,855	1,978	0,360	0,916	0,834	0,049	0,612	0,541	0,736	1,130	1,539	1,297

**Şekil 3.3.10:** İstasyon 9'daki bor konsantrasyonlarının aylık değişim grafiği.

Bor miktarlarının istasyonlar ve aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan “One-way ANOVA” testi sonucunda, bor miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı önemsiz ($p>0,05$), aylar arasındaki farklılığı ise önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Çizelge 3.3. 11,12).

Çizelge 3.3.11: İstasyonlar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu

Table Analyzed One-way analysis of variance	
P value	0,1988
P value summary	ns
Are means signif. different? ($p < 0.05$)	No
Number of groups	9
F	1,417
R squared	0,1027
Bartlett's test for equal variances	
Bartlett's statistic (corrected)	3,837
P value	0,8715
P value summary	ns
Do the variances differ signif. ($p < 0.05$)	No

Çizelge 3.3.12: Aylar 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	12
F	6,808
R squared	0,4382
Bartlett's test for equal variances	
Bartlett's statistic (corrected)	113,4
P value	P<0.0001
P value summary	***
Do the variances differ signif. ($p < 0.05$)	Yes

Anlamlı farklılıkların hangi aylar arasında olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan “TUKEY testi” sonucunda, Mayıs ve Haziran aylarında elde edilen değerlerin, diğer aylardan anlamlı olarak farklı ($p<0.05$) olduğu görülmüştür (Çizelge 3.3.13).

Çizelge 3.3.13: Aylar arasında uygulanan Tukey testi sonucu.

	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Oca	Şub	Mar	Nis	May
Haz	6,213	5,728	7,337	3,535	4,374	7,994	5,088	5,566	4,15	1,786	0,01368
May	6,227	5,741	7,351	3,549	4,387	8,007	5,102	5,58	4,163	1,772	
Nis	4,441	3,956	5,565	1,763	2,602	6,222	3,316	3,794	2,378		
Mar	2,063	1,578	3,187	0,6146	0,2239	3,844	0,9385	1,416			
Şub	0,647	0,1615	1,771	2,031	1,192	2,427	0,4778				
Oca	1,125	0,6393	2,249	1,553	0,7146	2,905					
Ara	1,78	2,266	0,6564	4,458	3,62						
Kas	1,839	1,354	2,963	0,8385							
Eki	2,678	2,192	3,802								
Eyl	1,124	1,609									
Ağu	0,4855										

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, Denizli ve Aydın il merkezlerinden geçen Büyük Menderes Nehri üzerinde ve özellikle deşarj bölgelerinde belirlenen dokuz istasyondan alınan su örneklerinde, anyonik deterjan, fosfat ve bor konsantrasyonları belirlenerek istasyonlara ve aylara göre değişimleri araştırılmış, ayrıca pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen, turbidite ve iletkenlik parametreleri ölçülmüştür.

Ortalama pH 8,24, sıcaklık 15,6 °C, çözülmüş oksijen 6,04 mg/L, turbidite 426 mg/L ve iletkenlik 470 µS olarak bulunmuştur. Bu parametreler, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri” ile karşılaştırıldığında nehir suyunun çözülmüş oksijen parametresi yönünden II. kalite, diğer tüm parametreler yönünden I. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür.

Dokuz istasyondan alınan su örneklerindeki anyonik deterjan, fosfat ve bor konsantrasyonları istasyonlara ve aylara göre farklılıklar göstermektedir.

Deterjan miktarlarının istasyonlar ve aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan “One-way ANOVA” testi sonucunda, anyonik deterjan miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı önemsiz ($p>0,05$), aylar arasındaki farklılığı ise önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Anlamlı farklılıkların hangi aylar arasında olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan “TUKEY testi” sonucunda da Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ocak aylarında elde edilen sonuçlardaki farklılıkların önemli, diğer ayların birbirleriyle arasındaki farklılıkların ise önemsiz olduğu istatistiksel olarak gösterilmiştir.

Fosfat miktarlarının istasyonlar ve aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan “One-way ANOVA” testi sonucunda, fosfat miktarlarının istasyonlar ve aylar arasındaki farklılığı önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Anlamlı

farklılıkların hangi istasyonlar ve aylar arasında olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan “TUKEY testi” sonucunda, ilk dört istasyondan elde edilen değerlerin diğer istasyonlardan anlamlı olarak farklı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Ayrıca Ağustos ve Eylül aylarında elde edilen değerler anlamlı olarak ($p<0.05$) diğer aylardan farklı bulunmuştur.

Özellikle yaz aylarında deterjan miktarlarının azalması şeklinde olan önemli farklılıkların nedeni olarak, bu aylarda yerleşim yerlerindeki nüfusun azalmasıyla birlikte evsel atık yükünün de azalması gösterilebilir. Evsel atık sularında bulunan fosfor miktarının %50’si evsel ve endüstriyel orijinli atıklardan, evlerde kullanılan deterjan yapısındaki fosfattan ileri geldiği için, deterjan miktarına paralel olarak bu aylarda fosfat miktarı da azalmıştır.

Bor miktarlarının istasyonlar ve aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan “One-way ANOVA” testi sonucunda, bor miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı önemsiz ($p>0,05$), aylar arasındaki farklılığı ise önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Anlamlı farklılıkların hangi aylar arasında olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan “TUKEY testi” sonucunda, Mayıs ve Haziran aylarında elde edilen değerlerin, diğer aylardan anlamlı olarak farklı ($p<0.05$) olduğu görülmüştür. Bu da özellikle Mayıs ve Haziran aylarında yer altı su kaynakları kullanılarak yapılan tarımsal sulamayla yer altı sularında bol miktarda bulunan borun nehir sularına karışması şeklinde açıklanabilir.

31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete’nin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”nde belirtilen metilen mavisikle reaksiyon veren yüzey aktif maddeler, toplam fosfor ve bor limitleyici konsantrasyonları ile istasyonlardan alınan su örneklerindeki anyonik deterjan, fosfat ve bor ortalama miktarları karşılaştırılmıştır.

Buna göre; **yüzey aktif madde yönünden**, istasyon 1 (Işıklı Gölü), istasyon 2 (Işıklı Çayı), istasyon 3 (Kumrallı), istasyon 4 (Adıgüzel Barajı), istasyon 5 (Sarayköy), istasyon 6 (Nazilli), istasyon 7 (Aydın), istasyon 8 (Koçarlı), istasyon 9’dan (Söke) alınan su II. sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında bulunmuştur. Çalışma istasyonlarının genellikle yerleşim yerlerine yakın bölgelerde bulunması nedeniyle, evsel atık yüke bağlı olarak nehrin anyonik deterjan yükü artmıştır. Ayrıca deterjan miktarlarının istasyonlar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan “One-way ANOVA” testi sonucunda, anyonik deterjan miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur.

Fosfat parametresi yönünden, istasyon 1 (Işıklı Gölü), istasyon 2 (Işıklı Çayı), istasyon 3 (Kumrallı), istasyon 4 (Adıgüzel Barajı), istasyon 5 (Sarayköy), istasyon 6 (Nazilli), istasyon 7 (Aydın), istasyon 8 (Koçarlı), istasyon 9’dan (Söke) alınan su I. sınıf yani kirlenmemiş su sınıfında bulunmuştur.

Bor parametresi yönünden istasyon 1 (Işıklı Gölü), istasyon 2 (Işıklı Çayı), istasyon 3 (Kumrallı), istasyon 4 (Adıgüzel Barajı), istasyon 5 (Sarayköy), istasyon 8’den (Koçarlı) alınan su I. sınıf yani kirlenmemiş su sınıfında bulunmuştur. İstasyon 6 (Nazilli) ve istasyon 9’da (Söke)

bor sınır değerlerde olup, istasyon 7'de (Aydın) sınır değerini hemen üzerindedir. Aydın'a kadar sınır değere yakın değerlerde seyreden bor miktarı, Aydın'da endüstriyel kaynaklı atık suların nehre deşarjıyla birlikte sınır değerini üzerine çıkmıştır.

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 (0,238 mg/L), tavsiye edilen değerin altında bulunmuştur.

Ülkemizde son yıllarda çeşitli nehir, çay, göl ve denizlerde yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen anyonik deterjan konsantrasyonları çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Genel olarak bakıldığında, Büyük Menderes Nehri'nde elde ettiğimiz değerlerin, yapılan çalışmaların birçoğundan elde edilen değerlerden düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1: 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
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
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.
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	0,951 mg/L	Minareci ve diğerleri, 2009a
Karaçay	0.071–1.122 mg/L	Minareci ve diğerleri, 2009b
Avşar Baraj Gölü	0,242 – 0,561 mg/L	Minareci ve diğerleri, 2010
Sevişler Baraj Gölü	0,252 – 0,642 mg/L	Minareci ve diğerleri, 2010
Demirköprü Baraj Gölü	0,241 – 0,629 mg/L	Minareci ve diğerleri, 2010
Gölmarmara Gölü	0,236 – 0,857 mg/L	Minareci ve diğerleri, 2010
Büyük Menderes Nehri	0,238 mg/L	Bu çalışma

Genellikle su kalitesi araştırmalarının yapıldığı çalışmalarda fosfat derişimi önemli bir parametre olup, yapılan çalışmalarda elde edilen değerler izelge 4.2’de verilmiştir. Genel olarak bakıldığında, Büyük Menderes Nehri’nden elde ettiğimiz değerlerin, nehirlerde yapılan çalışmaların birçoğundan elde edilen değerlerden düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2: Türkiye’de yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen fosfat konsantrasyonları.

Nehir Adı	Fosfat konsantrasyonu	Kaynak
Meriç Nehri	0,09 – 20 µg/L	Kontaş, 1990
Sapanca Gölü	0,19 mg/L	ikoğlu, 1991
Gediz Nehri	0,016 – 4,054 mg/L	Tuğrul, 1992
Gediz Nehri	20 – 7410 µg/L	Okur ve diğerleri, 1997
Dalaman ayı	0,213 mg/L	Barlas, 1999
Yuvarlak ay	0,08 mg/L	Barlas, 1999
Asi Nehri	0,002 – 2,44 mg/L	Taşdemir ve Göksu, 2001
Yuvarlak ay	0,02 mg/L	Balık ve diğerleri, 2002
Bakırçay Nehri	1,83 – 22,93 µg/L	Başaran, 2004
Bakırçay	0 – 0,7 mg/L	Gündoğdu ve Turhan, 2004
Karaçay (Kahramanmaraş)	0,22– 6,82 mg/L	Kara ve mlekioğlu, 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 ayı	3,81 mg/L	Atıcı ve Ahıska, 2005
Derbent Baraj Gölü (Samsun)	0,01 – 0,03 mg/L	Taş, 2006
ark Deresi	0,208 mg/L	Kurtulmuş, 2006
Gediz Nehri	4,4 – 248,1 µg/L	Minareci ve diğerleri, 2009a
Karaçay (Manisa)	0.002–0.225 mg/L	Minareci ve diğerleri, 2009b
Avşar Baraj Gölü	0,472 – 3,209 µg P/L	Minareci ve diğerleri, 2010
Sevişler Baraj Gölü	0,528 – 1,235 µg P/L	Minareci ve diğerleri, 2010
Demirköprü Baraj Gölü	0,400 – 1,530 µg P/L	Minareci ve diğerleri, 2010
Gölmarmara Gölü	1,339 – 9,635 µg P/L	Minareci ve diğerleri, 2010
Büyük Menderes Nehri	0,015 mg/L	Bu alışma

Türkiye’de yapılan çalışmalarda elde edilen bor değerleri izelge 4.3’te verilmiştir. Araştırmamız sonucunda elde ettiğimiz bor konsantrasyonları, Aydın ve Seferoğlu’nun 2000 yılında, Akar’ın 2007 yılında Büyük Menderes Nehri’nde yapmış oldukları araştırmalar sonucunda elde edilen bor konsantrasyonlarından düşüktür.

Çizelge 4.3: Türkiye’de yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen bor konsantrasyonları.

Nehir Adı	Bor konsantrasyonu	Kaynak
Seydisuyu	0.03-10.1 mg/L	Uygan ve Çetin, 2004
Çatören Barajı	5.43 mg/L	Özkurt, 2000
Kunduzlar Barajı	1.84 mg/L	Özkurt, 2000
Çatören Barajı	4.00 mg/L	Özkurt ve Solak, 1993
Kunduzlar Barajı	1.50 mg/L	Özkurt ve Solak, 1993
Simav Çayı	0-0.5 mg/L	Okay ve diğerleri, 1985
Büyük Menderes Nehri	0.33–6.41 mg/L	Aydın ve Seferoğlu, 2000
Büyük Menderes Nehri	1.1 mg/L	Akar, 2007
Gediz Nehri	0.19–2.25 mg/L	Demirbaş ve Orhun, 2008
Karaçay	0.134–3.937 mg/L	Minareci ve diğerleri, 2009
Büyük Menderes Nehri	0,781 mg/L	Bu çalışma

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Aydın ve Denizli illerinden geçen Büyük Menderes Nehri üzerinde ve özellikle deşarj bölgelerinde belirlenen dokuz istasyondan alınan su örneklerinde, anyonik deterjan, fosfat ve bor konsantrasyonları belirlenerek istasyonlara ve aylara göre değişimleri araştırılmıştır. Anyonik deterjan, fosfat ve bor konsantrasyonlarının, istasyonlara ve aylara göre bazı değişimler gösterdiği grafiklerle gösterilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre, anyonik deterjan konsantrasyonları 0,015 – 0,596 mg/L arasında değişen değerlerde, ortalama 0,238 mg/L, fosfat konsantrasyonları 0,004 – 0,05 mg/L arasında değişen değerlerde, ortalama 0,015 mg/L, bor konsantrasyonları 0,016– 2,191 mg/L arasında değişen değerlerde, ortalama 0,781 mg/L olarak saptanmıştır.

Elde edilen ortalama değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”nde belirtilen metilen mavisiyle reaksiyon veren yüzey aktif maddeler, toplam fosfor ve bor limitleyici konsantrasyonları ile karşılaştırıldığında, Büyük Menderes Nehri, yüzey aktif madde yönünden II. sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında, toplam fosfor ve bor parametreleri yönünden I. sınıf yani kirlenmemiş su sınıfında bulunmuştur. Genel olarak evsel atık yükü fazla olan, yerleşim yerlerine yakın istasyonlarda deterjan konsantrasyonlarının arttığı, suyun II. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür. Anyonik deterjana ait en yüksek değerlerin istasyon 5’te (Sarayköy), fosfata ait en yüksek değerlerin istasyon 6’da (Nazilli), bora ait en yüksek değerlerin istasyon 7’de (Aydın) görüldüğü saptanmıştır.

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 sığ 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. 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.

Evsel ve endüstriyel atık sulara fosfor deşarjının azaltılması, özellikle fosfatsız deterjanların kullanılması ve fosfat ayrıştırıldıktan sonra atık suyun nehirlerle verilmesi gerekmektedir.

Su yönetimi açısından, bordan ileri gelebilecek olumsuzlukları gidermek için, sulama suyu kaynaklarındaki bor değerleri sürekli olarak izlenmeli, özellikle bor içeriği daha yüksek olan yüzey suları, su sıkıntısı nedeniyle kullanılmak zorunda kalınırsa, bor içeriği daha az olan sular ile seyreltilerek kullanılmalıdır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçların, Büyük Menderes Nehri'nin kirliliği ile ilgili olarak yapılacak çalışmalara ışık tutacağı kanısındayız. Kirlilik tespiti çalışmalarının tüm Büyük Menderes Nehri boyunca, belirli periyotlarda, sürekli yapılması, evsel ve endüstriyel atık suyun arıtıldığı arıtım tesislerinin sayılarının artması, bulunanların kapasitelerinin artırılması, 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 alındığında kirlilik olaylarının yaşanmayacağı sonucuna varılabilir.

6. 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. **Akar, D., 2007.** Potential Boron Pollution In Surface Water, Crop and Soil In The Lower Buyuk Menderes Basin. Environmental Engineering Science, 24 (9): 1273-1279.
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. **Akın, M., Akın, G., 2007.** Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47 (2): 105-118.
5. **Anonim, 1995.** Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater. 19th Ed. APHA, AWWA, WPCF, Washington.
6. **Anonim, 2004.** Belek, Patara ve Kekova Özel Çevre Koruma Bölgelerinde Su Kirliliği İzleme 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.
7. **Anonim, 2005.** Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater. 21st Ed. APHA, AWWA, WEF, Washington.
8. **Atıcı, T., Ahıska, S., 2005.** Ankara Çayı Kirliliği ve Algleri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18 (1): 51 – 59.
9. **Aydın, G., Seferoğlu, S., 2000.** Investigation Of Boron Concentration Of Some Irrigation Waters Used In Aydın Region For Plant Nutrient and Soil Pollution. Proceedings Of International Symposium On Desertification, 13-17 June, Konya, Türkiye.
10. **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, M.R., Leblebici, E., 1989.** Kuşgölü ve Kuşçenneti Milli Parkı'nın Bugünkü Durumu ve Geliştirme Çarelerinin Araştırılması. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No: 1987/090, 148 s., İzmir.
11. **Balık, S., Ustaoglu, M.R., 1991.** Effects Of Pollution Of Fish Populations In Nif Stream. In Urban Ecology. Ege University Pres, 153 – 166, İzmir.
12. **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 İçin Eylem Planı Oluşturulması Projesi Final Raporu. T.C. Çevre Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı. 182 s.

13. Barlas, M., 1999. Su Samurlarının (*Lutra lutra*) İçinde Yaşadığı Suların Fiziko – Kimyasal Özellikleri. Su Samurunun Türkiye'deki Durumu 1. Sempozyum, Antalya.

14. Başaran, A.K., 2004. Bakırçay Deltası Kirlilik Parametreleri ve Çandarlı Körfezi İle Olan ilişkileri. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

15. Batar, T., Köksal, N.S., Yersel, Ş.E., 2009. Atık Bor, Atık Kağıt ve Perlit Katkılı Sıva Malzemesinin Üretimi ve Karakterizasyonu. Ekoloji, 18 (72): 45-53.

16. Bulut, S., Mert, R., Solak, K., Konuk, M., 2011. Selevir Baraj Gölü'nün Bazı Limnolojik Özellikleri. Ekoloji, 20 (80):13-22.

17. 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.

18. Çelebi, S., Akçin, V., 1984. The Determination Of Anionic Surfactants In Drinking Waters. A comparative study. Çevre 84 Sempozyumu, İzmir.

19. 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.

20. Çondur, F., Cömertler, N., 2010. Çevre Kirliliği ve Yoksulluk İlişkisi: Büyük Menderes Havzası Örneği. Ekonomi bilimleri dergisi, 2 (2): 1309-8020.

21. Çöl, M., Çöl, C., 2003. Environmental Boron Contamination In Waters Of Hisarcik Area In The Kutahya Province Of Turkey. Food and Chemical Toxicology, 41: 1417–1420.

22. Danovaro, R., 2003. Pollution Threats In The Mediterranean Sea: An Overview. Chemistry and Ecology, 19 (1): 15 – 32.

23. 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.

24. 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.

25. Demirbaş, P.,Orhun, Ö., 2008. Kuzey Ege, Gediz ve Küçük Menderes Havzalarında 2003–2007 Yılları Arasında Su Kalitesi Açısından Bor İçeriğinin Spektrofotometrik Analiz Metodu İle Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci, Havza Kirliliği Konferansı, İzmir.

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., 2006. Çevre ve Su Kirliliği (3. Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No:42, 120 s., Bornova – İzmir.

28. Egemen, Ö., 2011. Su Kalitesi (7. Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No:14, 150 s., Bornova – İzmir.

29. Egemen, Ö., Ustaoglu, M.R., Önen, M., Hakarerler, H., Sarı, H.M., Tanrikul, T., Özbek, M., İlhan, A., Kaymakçı Başaran, A., 2005. Küçük Menderes Nehri'nin Su Kalitesi ve Ekosistemdeki Etkileşiminin İncelenmesi 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. FAO (Food and Agriculture Organisation), 1976. Water Quality For Agriculture. Irrigation and Drainage Paper 29: 81, Rome.

32. Fox, K., Holt, M., Daniel, M., Buckland, H., Guymer, 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. Güçer, Ş., Geldiay, R., Yaramaz, Ö., Ardic, Z., 1983. İzmir Körfezinde Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Araştırma Serisi B, 388-400.

35. Gündoğdu, A., 1995. Sinop İli Sahilinde Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop.

36. Gündoğdu, V., Turhan, D., 2004. Bakırçay Havzası Kirlilik Etüdü Çalışması. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 6 (3): 65 – 83.

- 37. 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.
- 38. Hatcher, J.T., Wilcox, L.V., 1950.** Colorimetric Determination Of Boron Using Carmine. *Analytical Chemistry*, 22 (4): 567-569.
- 39. İzgören, S. F., 1992.** Melez Çayı'nda Deterjan Kirliliği ve Nutrientlerle Korelasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir.
- 40. Jensen, J., 1999.** Fate and Effects Of Linear Alkylbenzene Sulphonates LAS In The Terrestrial Environment. *The Science Of The Total Environment*, 226: 93 – 111.
- 41. Kara, C., Çömlekçioğlu, U., 2004.** Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin ve Fiziko – Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1): 1 - 7.
- 42. Karapars, R., 1976.** Ankara Şehrinin Alimantasyon Suyunun ve Çevredeki Akarsuların Deterjan Yönünden Araştırılması. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 29 (4): 853 – 866.
- 43. 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.
- 44. 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.
- 45. Koçum, E., 2005.** Çanakkale Boğazında Klorofil-a ve Çözünmüş Mineral Besin Elementi Miktarlarının Analizi. *Ekoloji Dergisi*, 14 (57): 1 – 6.
- 46. Kondaş, A., 1990.** Meriç Nehri Kirliliği ve Bu Kirliliğin Ege Denizine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir.
- 47. Kumbur, H., Vural, N., 1989.** Berdan Çayının Metal ve Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 4 (1-2): 25-41.
- 48. Kurtulmuş, Y., 2006.** Çark Deresinin Kirlilik Kaynaklarının ve Su Kalite Sınıfının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- 49. Kutlu, M., Aydoğan, G., Mumcu, E. 2007.** Mutagenicity Analysis Of Water Samples From Seydisuyu (Kırka, Turkey) Stream Under The Influence Of Boron Production Complex. *Food and Chemical Toxicology*, 45: 2064–2068.
- 50. Küçük, S., 2007.** Büyük Menderes Nehri Su Kalite Ölçümlerinin Su Ürünleri Açısından İncelenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1-2): 7 – 13.

- 51. 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.
- 52. Lewis, M. A., 1991.** Chronic and Sublethal Toxicities Of Surfactants To Aquatic Animals: A Review and Risk Assessment. *Water Research*, 25 (1): 101 – 113.
- 53. 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.
- 54. Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö, Minareci, E., 2009a.** Detergent and Phosphate Pollution In Gediz River, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8 (15): 3568-3575.
- 55. Minareci, O, Minareci, E, Öztürk, M., 2009b.** Karaçay'da (Manisa) Deterjan, Fosfat ve Bor Kirliliğinin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 26 (3): 171-177.
- 56. Minareci, O, Öztürk, M, Kalyoncu F, Minareci E., 2010.** Manisa İli Baraj Göllerinde Deterjan Kirliliği ve Mikrobiyolojik Kirliliğin Araştırılması. *Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu. Proje No:FEF 2007/85, Manisa.*
- 57. Minareci, O, Öztürk, M., 2012.** Manisa İli Baraj Göllerinde Bor Kirliliğinin Araştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1): 25-29.
- 58. 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.
- 59. Okay, O., Güçlü, H., Soner, E., Balkaş, T., 1985.** Boron Pollution In The Simav River, Turkey and Various Methods Of Boron Removal. *Water Research*, 7: 857-862.
- 60. 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.*
- 61. Önacık, T., 1990.** Borlu Atıksuların Kırka (Eskişehir) Yöresi Yüzey Sularına Etkileri. *Yük. Müh. Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.*
- 62. Özkurt, Ş., Solak, K., 1993.** Kırka Yöresi (Eskişehir) Sularında Bor Kirliliğinin Tespiti. *Süleyman Demirel Üniversitesi, 12. Mühendislik Haftası, Isparta.*
- 63. Özkurt, Ş., 2000.** Çatören ve Kunduzlar (Kırka-Eskişehir) Baraj Göletlerindeki Sazanların (*Cyprinus carpio* L., 1758) Dokularında Bor Birikimi. *Turkish Journal Biology*, 24: 663–676.

- 64. Parsons, T.R., Maita, Y., Lalli, C.M., 1984.** A Manual Of Chemical and Biological Methods For Seawater Analysis. Pergamon Pres. New York. 173 p.
- 65. Provin, T.L., Pitt, J.L., 2002.** Description Of Water Analysis Parameters. Soil and Crop Science Department, The Texas A&m University.
- 66. Resmi Gazete, 2004.** Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Tarih 31.12.2004. Sayı 25687.
- 67. Salar, A., Kızmaz, A., Arda, A., 2004.** Deterjanlar, Deterjan Analizleri, Deterjanların Çevreye ve İnsan Sağlığına Etkileri. Bitirme Tezi. Celal Bayar Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Muradiye – Manisa.
- 68. 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.
- 69. 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.
- 70. Şengül, F., Topçu, N., Yılmaz, Z., 1986.** İzmir Yöresindeki Yüzeysel Sularda Deterjan ve Fosfat Kirliliği. Çevre 86 Sempozyumu, İzmir.
- 71. Taş, B., 2006.** Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. Ekoloji Dergisi, 15 (61): 6 – 15.
- 72. 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.
- 73. Tekinalp, O., 2005.** Yenişehir Gölü (Reyhanlı/ Hatay)'nın Kirliliği ve Kirlletici Faktörlerin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya.
- 74. Tkalin, A. V., 1991.** Chemical Pollution of the Northwest Pacific. Marine Pollution Bulletin, 22 (9): 455 – 457.
- 75. Tuğrul, G., 1992.** Gediz Nehir Sisteminde Anyonik Deterjan Kirliliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova – İzmir.
- 76. 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.
- 77. Uygan, D., Çetin, Ö., 2004.** Bor'un Tarımsal ve Çevresel Etkileri: Seydisuyu Su Toplama Havzası. II. Uluslararası Bor Sempozyumu, Eskişehir Türkiye.

78. Vural, N., Kambur, H., 1982. Ankara Çayı'nda Mevcut Deterjanlar, Deterjanların Parçalanma Durumları ve Metallerin Kantitatif Analizi. Doğa Bilim Dergisi, Mühendislik-Çevre, 6 (2): 61 – 77.

79. Wilcox, L.V., 1958. Determining The Quality Of Irrigation Water. Agriculture Information Bulletin, 197.

80. 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.

81. 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.

82. Yılmaz, F., 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Ekoloji Dergisi, 13 (50): 10 – 17.

83. Yüzbaşı, N., 1997. Karadeniz Kıyı Şeridi Yüzeysel Sularında Fosfor ve Türlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.

84. 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.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı	:	Murat ÇAKIR
Doğum Yeri ve Yılı	:	Köln – Almanya, 12.05.1988.
Uyruğu	:	T.C.
Medeni Durumu	:	Bekar
Yabancı Dili	:	İngilizce
Eğitim Durumu (Derece, Tarih, Üniversite)	:	
Lisans	2007 – 2011	: Celal Bayar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü