

**KARAPINAR DERESİ (ERDEMLİ/MERSİN)
ÜZERİNDE BULUNAN ALABALIK TESİSLERİNİN
SU KALİTE PARAMETRELERİNE OLAN ETKİLERİ**

HACER MERVE KOCA

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet Tahir ALP**

**MERSİN
ARALIK – 2014**

Hacer Merve KOCA tarafından Doç. Dr. Mehmet Tahir ALP danışmanlığında hazırlanan “Karapınar Deresi (Erdemli/Mersin) Üzerinde Bulunan Alabalık Tesislerinin Su Kalitesi Parametrelerine Olan Etkileri” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Bedii CİCİK

Prof. Dr. Süphan KARAYTUĞ

Doç.Dr. M. Tahir ALP

İmza



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 07./01./2015 tarih ve ...2015.01./...32... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Doç.Dr.Mehmet KÜÇÜK ASLAN
Enstitü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

KARAPINAR DERESİ (ERDEMLİ/MERSİN) ÜZERİNDE BULUNAN ALABALIK TESİSLERİNİN SU KALİTE PARAMETRELERİNE OLAN ETKİLERİ

Hacer Merve KOCA

ÖZET

Bu çalışma, Karapınar Deresi üzerinde bulunan 3 alabalık tesisinin su kalite parametreleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Ocak 2012 – Aralık 2012 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmada incelenen su kalite parametreleri ve bunların düzeyleri; sıcaklık: 15,6 – 17,9 °C, pH: 7-7,94, çözünmüş oksijen: 6,04-9,75 mg/l, elektriksel iletkenlik 431,00 – 545,00 µs/cm, askıda katı madde: 0,1 – 18,2 mg/l, klorofil-a: 0,12 – 11,38 mg/m³, toplam alkalinite: 280 – 510 CaCO₃/l, toplam sertlik: 285 – 397,1 CaCO₃/l, kimyasal oksijen ihtiyacı: 27 – 79 mg/l, nitrit azotu: 0,001 – 0,015 mg/l, nitrat azotu: 0,54 – 0,87 mg/l, amonyum azotu: 0,018 – 0,033 mg/l, ortofosfat: 0,002 – 0,009 mg/l, toplam azot: 0,68 – 1,07 mg/l, toplam fosfor: 0,016 – 0,030 mg/l, sedimentte toplam kjeldahl azotu: 841 – 1436 mg/kg ve sedimentte toplam fosfor: 95 – 145 mg/kg aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, su kalite kontrol yönetmeliğine (SKKY) göre, sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu ve toplam fosfor değerleri yönünden I. sınıf olarak belirlenmiştir.

Karapınar deresi üzerinde balık yetiştiriliği faaliyetlerinden kaynaklanan kirlilik etkenlerinin derenin yüksek debisi nedeniyle büyük oranda elemine edilebildiği görülmüştür. Yapılan araştırmada elde edilen verilere göre dere üzerinde yer alan işletmelerin kirlilik yükünün, derenin su debisi nedeniyle su kalitesini dikkate değer ölçüde değiştirmediği; ancak dere suyunun kontrol altında tutulmasının ve bu anlamda izlenmesinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Su Kirliliği, Su Kalitesi, Alabalık Tesisleri, Karapınar Deresi, Mersin

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Tahir ALP, Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

THE EFFECT OF TROUT FISH FARMS ON WATER QUALITY OF KARAPINAR CREEK (ERDEMLİ, MERSİN)

Hacer Merve KOCA

ABSTRACT

This study was carried out in order to determine the effect of three salmon fish farms on water quality of Karapınar Creek between January 2012 - December 2012.

During the study the following findings related to water quality parameters were measured and /or analysed; water temperature: 15,6 – 17,9 °C, pH: 7-7,94, dissolved oxygen: 6,04-9,75 mg/l, electrical conductivity: 431,00 – 545,00 µs/cm, suspended solid matter: 0,1 – 18,2 mg/l, chlorophyll-*a*: 0,12 – 11,38 mg/m³, total alkalinity: 280 – 510 CaCO₃/l, total hardness: 285 – 397,1 CaCO₃/l, chemical oxygen demand: 27 – 79 mg/l, nitrite nitrogen: 0,001 – 0,015 mg/l, nitrate nitrogen: 0,54 – 0,87 mg/l, ammonium nitrogen: 0,018 – 0,033 mg/l, orthophosphate: 0,002 – 0,009 mg/l, total nitrogen: 0,68 – 1,07 mg/l, total phosphorus: 0,016 – 0,030 mg/l, sediment total kjedahl nitrogen: 841 – 1436 mg/kg and sediment total phosphorus: 95 – 145 mg/kg.

In conclusion, according to the "Water Quality Control Instructions" the creek can be classified as I.class (high quality water) with regard to water temperature, dissolved oxygen, chemical oxygen demand, nitrite-nitrogen, nitrate-nitrogen, ammonium-nitrogen and total phosphorus.

Pollution effect originates from salmon fish farms appear not to effect greatly the water quality of the creek due to its high current velocity. However It is necessary to monitor the pollution load of fish farms on the creek regularly.

Key Words: Water Pollution, Water Quality, Salmon Fish Farms, Karapınar Creek, Mersin

Supervisor: Assoc. Prof. Dr Mehmet Tahir ALP, Fisheries Faculty, Mersin University

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasını altyapı olanakları ile destekleyen Mersin Üniversitesi ve Su Ürünleri Fakültesi yönetimine, MEİTAM (Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi) yönetici ve uzman personeline, çalışmamın çeşitli aşamalarında katkılarını esirgemeyen başta değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. M. Tahir ALP olmak üzere, Dr. Özgür ÖZBAY' a istatistiksel çalışmalarında yardımcı olan Dr. M.A. Turan KOÇER'e ve çalışmalarında yardımcı olan Yük. Müh. Y.Emre FAKIOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisansım boyunca bana yardımlarından dolayı MEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü yönetici ve çalışanlarına, ayrıca öğrenim hayatım boyunca sevgisini ve desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1 AMAÇ.....	4
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	6
2.1 GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI İŞLETMELERİ ÇIKIŞ SULARI YÖNETİMİNE İLİŞKİN YASAL DÜZENLEMELER.....	17
2.1.1 Farklı Ülkelerde Uygulanan Gökkuşığı Alabalığı İşletmeleri Çıkış Suları Yönetimine İlişkin Yasal Düzenlemeler	17
2.1.2 Türkiye’de Gökkuşığı Alabalığı İşletmeleri Çıkış Suları Yönetimine İlişkin Yasal Düzenlemeler.....	21
2.2 YETİŞTİRİCİLİK FAALİYETLERİNİN ÇEVREYE OLAN ETKİSİ	27
2.2.1 Balık Yemlerinin Çevreye Etkisi.....	27
2.2.2 Oksijen Tüketimi	29
2.2.3 Kimyasal ve İlaçların Çevreye Etkisi	29
2.2.4 Su Miktarı ile Balık Üretimi İlişkisi.....	31
3. MATERYAL VE YÖNTEM	33
3.1 ÇALIŞMA ALANI VE İSTASYONLARIN TANIMI	33
3.2 ÖRNEKLERİN ALINMASI VE HAZIRLANMASI.....	36
3.3 ÖRNEKLERİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ANALİZLERİ	37
3.3.1 Fiziksel Analizler	37
3.3.2 Kimyasal Analizler.....	37
3.3.3 İstatistiksel Analizler.....	43
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	44
4.1 BULGULAR.....	44
4.1.1 Su Kalite Parametreleri	44

4.1.1.1. Sıcaklık.....	44
4.1.1.2. pH.....	45
4.1.1.3. Çözünmüş Oksijen.....	46
4.1.1.4. Elektriksel iletkenlik.....	47
4.1.1.5. Askıda Katı Madde.....	48
4.1.1.6. Klorofil-a.....	49
4.1.1.7. Toplam Alkalinite.....	50
4.1.1.8. Toplam Sertlik.....	51
4.1.1.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	52
4.1.1.10. Nitrit.....	53
4.1.1.11. Nitrat.....	54
4.1.1.12. Amonyum Azotu.....	55
4.1.1.13. Ortofosfat.....	56
4.1.1.14. Toplam Azot.....	57
4.1.1.15. Toplam Fosfor.....	58
4.1.1.16. Sedimentte Toplam Kjeldahl Azotu ve Toplam Fosfor.....	59
4.1.2 Korelasyon Analizi.....	60
4.1.3 İstasyonların Kümelenmesi.....	64
4.2 TARTIŞMA.....	67
4.2.1 Sıcaklık.....	67
4.2.2 pH.....	67
4.2.3 Çözünmüş Oksijen.....	68
4.2.4 Elektriksel İletkenlik.....	69
4.2.5 Askıda Katı Madde.....	70
4.2.6 Klorofil-a.....	71
4.2.7 Toplam Alkalinite.....	72
4.2.8 Toplam Sertlik.....	72
4.2.9 Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	73
4.2.10 Nitrit Azotu.....	74
4.2.11 Nitrat Azotu.....	75
4.2.12 Amonyum Azotu.....	76

4.2.13 Ortofosfat	77
4.2.14 Toplam Azot	78
4.2.15 Toplam Fosfor	79
4.2.16 Sedimentte Toplam Kjeldahl Azot (SD-TN) ve Toplam Fosfor (SD-TP)	80
4.2.17 TN7TP Oranı.....	81
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	83
6. KAYNAKLAR.....	87
7. ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ	96



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. İstasyonların dağılımı.....	34
Şekil 3.2. İstasyonlardan Görünüm.....	35
Şekil 4.1. Sıcaklık Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	44
Şekil 4.2. pH Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	45
Şekil 4.3. Çözünmüş Oksijen Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	46
Şekil 4.4. Elektriksel İletkenlik Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	47
Şekil 4.5. Askıda Katı Madde Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	48
Şekil 4.6 Klorofil-a Madde Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	49
Şekil 4.7. Toplam Alkalinite Madde Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	50
Şekil 4.8. Toplam Sertlik Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	51
Şekil 4.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	52
Şekil 4.10. Nitrit Azotu Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	53
Şekil 4.11. Nitrat Azotu Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	54
Şekil 4.12. Amonyum Azotu Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	55
Şekil 4.13. Ortofosfat Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	56
Şekil 4.14. Toplam Azot Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	57
Şekil 4.15. Toplam Fosfor Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	58
Şekil 4.16.1.İstasyonlarda Toplam Kjeldahl Azotu Değerlerinin Mevsimlere Göre Değişimi	60
Şekil 4.16.2.İstasyonlarda Toplam Fosfor Değerlerinin Mevsimlere Göre Değişimi	60
Şekil 4.17. Örnekleme Noktaları Arasındaki Benzerlik/Uzaklığı Gösteren Cluster Analizi Diyagramı	64
Şekil 4.18. Değişkenlerle örnekleme noktaları arasındaki ilişki diyagramı.....	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Su Kalite Parametrelerinin Sınıflandırılması ve Limit Düzeyleri.....	3
Çizelge 2.1. Akarsuların Trofik Sınıflandırılması	6
Çizelge 2.2. Nehir suyu, balık işletmesi çıkış suyu ve kentsel atık suların su kalite parametreleri	9
Çizelge 2.3. Alabalık işletmelerinde normal yetiştirme sürecinde ve havuzların temizlenmesi sırasında çıkış suyu kalitesinin karşılaştırılması.....	10
Çizelge 2.4. Avrupa’da su ürünleri yetiştiriciliği çıkış sularında bazı parametrelerin konsantrasyonları	11
Çizelge 2.5. Kanallarda yetiştiriciliğin yapıldığı işletmelerin özellikleri	13
Çizelge 2.6. Alabalık işletmelerinin Eylül’den Mayıs’a kadar izlenen su kalite sonuçları.....	14
Çizelge 2.7. Akarsu sistemli alabalık işletmelerinin çıkış sularındaki su kalite parametrelerinin konsantrasyon değişim aralıkları.....	15
Çizelge 2.8. Farklı ülkelerde karada kurulu su ürünleri yetiştiriciliği işletmelerine ait düzenlemeler.....	18
Çizelge 2.9. British Columbia’da (Kanada) karada-kurulu finfish işletmeleri çıkış suları standart değerleri	19
Çizelge 2.10. Quebec’te su ürünleri yetiştiriciliği çıkış suyuna ilişkin kriterler.....	19
Çizelge 2.11. Nova Scotia’da su ürünleri uygulamalarında izleme gereksinimleri... ..	20
Çizelge 2.12. Kıta içi yüzey sularının su kalite sınıflarına göre yüksek kaliteli su kriterleri	23
Çizelge 2.13. Alıcı ortama ait kabul edilebilir değerler	25
Çizelge 2.14. Gıda sanayi (Tarla Balıkçılığı) atık sularının alıcı ortam deşarjı.....	25
Çizelge 2.15. Gıda Sanayi (Su Ürünleri Değerlendirme) atık sularının alıcı ortam deşarjı.....	25
Çizelge 2.16. Alabalıklar suları için bazı parametrelerin hedef ve zorunlu değerleri	27
Çizelge 2.17. Oksijen yönünden doymuş, saniyede 1 litre suyla yoğun üretim koşullarında alabalık üretim miktarı	32
Çizelge 3.1. Karapınar Deresi Aylık ve Mevsimsel Su Debileri	33

Çizelge 4.1. İstasyonlara göre sıcaklık değerlerinin dağılımı ($^{\circ}\text{C}$)	44
Çizelge 4.2. İstasyonlara göre pH değerlerinin dağılımı.....	45
Çizelge 4.3. İstasyonlara göre çözülmüş oksijen değerlerinin dağılımı (mg/l).....	46
Çizelge 4.4. İstasyonlara göre elektrik iletkenliği değerlerinin dağılımı ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	47
Çizelge 4.5. İstasyonlara göre askıda katı madde değerlerinin dağılımı (mg/l).....	48
Çizelge 4.6. İstasyonlara göre klorofil-a değerlerinin dağılımı ($\mu\text{g}/\text{l}$)	49
Çizelge 4.7. İstasyonlara göre toplam alkalinite değerlerinin dağılımı (mgCaCO_3/l)	50
Çizelge 4.8. İstasyonlara göre toplam sertlik değerlerinin dağılımı ($\text{mg CaCO}_3/\text{l}$) ...	51
Çizelge 4.9. İstasyonlara göre kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin dağılımı (mg/l)	52
Çizelge 4.10. İstasyonlara göre nitrit azotu değerlerinin dağılımı (mg/l)	53
Çizelge 4.11. İstasyonlara göre nitrat azotu değerlerinin dağılımı (mg/l)	54
Çizelge 4.12. İstasyonlara göre amonyum azotu değerlerinin dağılımı (mg/l)	55
Çizelge 4.13. İstasyonlara göre amonyum azotu değerlerinin dağılımı (mg/l)	56
Çizelge 4.14. İstasyonlara göre toplam azot değerlerinin dağılımı (mg/l)	57
Çizelge 4.15. İstasyonlara göre toplam fosfor değerlerinin dağılımı (mg/l)	58
Çizelge 4.16. Sedimentte toplam azot ve toplam fosforun ortalama (\pm standart sapma) değerlerinin değişimi	59
Çizelge 4.17. İzlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler)	62
Çizelge 4.18. Principal component analizi sonuçları özeti	65

KISALTMALAR

T	: Sıcaklık
S	: Tuzluluk
ÇO	: Çözünmüş Oksijen
Eİ	: Elektriksel İletkenlik
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
AKM	: Askıda Katı Madde
NO₂	: Nitrit Azotu
NO₃	: Nitrat Azotu
NH₄	: Amonyum
OP	: Ortofosfat
TN	: Toplam Azot
TP	: Toplam Fosfor
KI-a	: Klorofil <i>a</i>
TA	: Toplam Alkalinite
TS	: Toplam Sertlik
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SD-	: Sedimentte Toplam Kjeldahl Azotu
TN	
SD-TP	: Sedimentte Toplam Fosfor
YDO	: Yem Dönüşüm Oranı

1. GİRİŞ

Dünyada, artan nüfusa bağlı olarak hızla ilerleyen teknolojik gelişmeler, çeşitli sorunları da beraberinde getirmektedir. Gelişmekte olan ülkeler kalkınma çabası içinde genellikle çevre korumacılığını göz ardı ederek, doğal kaynaklarını dikkatsizce kullanmaktadır. Bununla birlikte dünyada ve ülkemizde su ihtiyacı gittikçe artarken, kullanılabilir su kaynakları kirlenmekte ve tükenmektedir. Özellikle nüfusun hızlı artması, plansız kentleşme ve endüstriyel gelişmelere paralel olarak, deniz ve iç sularda meydana gelen kirlenmelere karşı yeterli ve etkili önlemlerin alınmaması, doğal yaşamı olumsuz yönde etkilemektedir.

Son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinin olumsuz çeşitli potansiyel etkilerinin olduğu ve bu nedenle sınırlandırılması gerektiği, ülkemizde de tartışılmaya başlanmıştır (Çelikkale, 1999). Su kaynakları üzerine yetiştiricilik tesislerinin bilinçsizce yapılması ve balık yemlerinin kontrolsüzce kullanılması, insan gıdası olarak önemli bir yeri olan balığın yetiştiriciliğinde çevresel boyutu göz ardı edilemez olmuştur. Bu konuda daha çok kafeslerde balık yetiştiriciliğinin çevresel etkileri ile ilgili çalışmalar yapılırken, karasal işletmelerdeki yetiştiriciliğinin çevresel etkileri pek araştırılmamıştır.

Sucul yetiştiricilik sistemleri teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha fazla su, yem ve kimyasal madde deşarjının sucul ekosisteme zarar verdiği düşüncesiyle akuakültür sistemlerine olan tepkileri artırmış ve oluşan olumsuz etkiler tartışma ve araştırma konusu olmuştur. Avrupa'da ilk kez 1981 yılında EIFAC (Avrupa İç Su Balıkçılığı Danışma Komisyonu) tarafından verilen konferansta, akuakültür sistemlerin sucul ekosistem üzerine etkilerinin önemine değinerek, bu konu üzerine çalışmaların başlamasına öncülük etmiştir. Bu amaçla, EPA (Environmental Protection Agency) tarafından Amerika'da akuakültür sistemleri için uluslararası atık su kalite kriterleri geliştirilmiştir (Millen ve Redding, 1998). Bazı araştırmacılar, akuakültür sistemlerinden kaynaklanan kirlilik miktarlarının düşük olduğunu ve zamanla sucul ekosisteme etki edebilecek duruma gelebileceğini belirtirken, diğerleri ise oluşan kirliliğin önemli sorunlara neden olabileceğini belirtmişlerdir

(Teodorowicz ve ark., 2006). Bunlara ek olarak, akuakültür sistemlerinde hasat sonrası havuzların temizliği, sucul ekosisteme bırakılan kirletici unsurların normal yetiştiricilik aktivitesinden daha fazla olduğunu ve oluşan kirlilik yüklerinin akuakültür sistemleri arasında farklılık gösterebileceğini bildirmişlerdir (Miller ve Semmens, 2002; Bartoli ve ark., 2007). İç sularda balık yetiştiriciliği sistemleri çıkış sularının çevre üzerine en önemli etkisi, doğal su kaynaklarında besin elementleri yoğunluğunu artırmasıdır. Balık işletmeleri çıkış suyundaki başlıca potansiyel kirleticiler; azot, fosfor, organik madde ve askıda katı madde olup ulaştıkları alıcı ortamın (göl, nehir, dere, akarsu vb.) azot ve fosfor düzeyini etkilemektedir. Başka bir deyişle, ötrofikasyondaki rolü nedeniyle kültür balıkçılığı yapılan işletmelerden deşarj edilen azot ve fosforun çevresel etkisi söz konusudur.

Yetiştiricilik sistemlerinde en önemli besin girdisini yemler oluşturur. Yetiştiricilikte balıklara verilen besinlerin % 90'ından fazlası, atık besin maddeleri ve balık dışkısı şeklinde suya ve sonra da sedimente geçer (Tsutmi ve ark., 1991). Balık yetiştiriciliği yapılan havuzların deşarjlarındaki besin maddelerinin bir kısmı toprak tarafından absorbe edilirken, önemli kısmı ise organik madde üretimi için son derece uygun yapıdadır (Pillay, 1992). Entansif balık yetiştiriciliği, sürekli olarak önemli miktarlarda yem kalıntıları, dışkı ve boşaltım ürünleri şeklinde organik atık üretir. Kabaca, yemdeki besin elementlerinin yaklaşık 1/4'i balıketi olarak hasat edilirken, geriye kalan 3/4 'ü ortamda kalır (Çelikkale, 1999). Genel anlamda su ürünleri yemlerinde %0,9-1,5 oranında fosfor, %7-8 oranında azot bulunmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin sayısı ve kapasitesindeki artış aynı zamanda kullanılan yemin de artışına sebep olmuştur. 2003 yılı rakamlarına göre Türkiye genelinde toplam su ürünleri yemi üretim miktarı 47,365 ton'dur. Yem karması içinde kabaca %1 oranında olan fosfor ve %7,5 oranında olan azot miktarı, toplam su ürünleri yemi içinde hesaplandığında 474 ton fosfor ve 3552 ton azot bulunmaktadır. Balıklar tarafından kullanılmayan yaklaşık toplamda 3105 ton/yıl (342 ton fosfor; 2763 ton azot) çevreye atılmaktadır (Yıldırım ve Korkut, 2004).

Ülkemizde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen kıta içi su kaynaklarının kalite kriterleri ile (Anonim, 2004) Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından belirtilen limitler (EPA, 1986) Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Su Kalite Parametrelerinin Sınıflandırılması ve Limit Düzeyleri (Anonim, 2004; EPA, 1986)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıflar (SKKY)				EPA
	I.	II.	III.	IV.	
Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30	-
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	>6, >9	6,5-9
Çözünmüş Oksijen (mg/l)	8	6	3	3	>5
Amonyum (mg/l)	0,2	1	2	2	-
Nitrit (mg/l)	0,002	0,01	0,05	>0,05	<1
Nitrat (mg/l)	5	10	20	>20	<10
Toplam Fosfor (mg/l)	0,02	0,16	0,65	>0,65	-
KOİ (mg/l)	25	50	70	>70	-
Alkalinite (mg CaCO ₃ /l)	-	-	-	-	>20
Askıda Katı Madde (mg/l)	-	-	-	-	25-80

Tarım, endüstri ve evsel gibi kullanımlardan etkilenen yeraltı suları, yüzey suları, kıyılar ve denizlerin korunması amacıyla Avrupa Birliği ülkeleri tarafından 2000 yılında Su Çerçeve Direktifi (SÇD) (2000/60/EC) kabul edilmiştir. Su Çerçeve Direktifi, kirlilik etmenlerinin kaynaklarında engellenerek tüm bu kirlilik kaynaklarının sürdürülebilir kontrolü için bir mekanizma oluşturulmasını gerektirmektedir (Akkaya ve ark., 2006). Dolayısıyla bu direktif, Avrupa Birliği’ne katılım yolunda ilerleyen ülkemize su kaynaklarının yönetiminde yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Bu kapsamda, ülkemizde su ürünleri işletmeleri çıkış sularının çevreye olan olumsuz etkilerinin belirlenmesi ve gerekiyorsa standart değerlere çekilmesi gerekmektedir. Karada kurulu su ürünleri yetiştiriciliğinin çıkış suları, ötrofikasyona yol açan özellikle fosfat ve nitrat gibi besin elementleri ile BOİ₅ ve KOİ gibi parametreleri kullanarak ölçülebilen oksijen dengesi üzerinde istenmeyen etkiye sahip maddeleri içermesi nedeniyle önem taşımaktadır. Bu bağlamda su ürünleri

yetiştiriciliği-çevre etkileşiminde, balık işletmeleri çıkış sularının özelliklerinin belirlenmesi ve su ürünleri yetiştiriciliğinin çevre üzerindeki etkisinin nicel olarak tespiti kaçınılmazdır.

1.1. AMAÇ

Balık yetiştiriciliği çok uzun geçmişi olmayan bir sektör olduğundan, çevresel etkilerine dair bilgiler oldukça sınırlıdır. Bir yandan balık üretim sistemlerindeki gelişmeler ve balık çiftliklerinin sayısal olarak hızlı artışı, bir yandan da çevre duyarlılığının artmasıyla birlikte, akuakültürün çevre üzerindeki etkilerinin araştırılması gündeme gelmiştir. Deniz ürünleri yetiştiriciliğini kıyıya yakın bölgelerde yapan işletmelerin kullandığı yemlerin deniz tabanında zamanla birikim yaparak kirliliğe sebebiyet verdiği çeşitli araştırmalarla tespit edilmiştir (Çelikkale, 1999). Bu birikintinin sebebi, kıyıya yakın bölgelerde akıntının az olması ve balıklar tarafından tüketilmeden yemlerin deniz tabanına çökmesidir. İç su balıkları yetiştiriciliğinin ise böyle bir etkisinin olup olmadığına ilişkin araştırmalar yeterli sayıda değildir. Genellikle akarsu kaynaklarına kurulan bu işletmelerde akarsu debisinin fazla olması ve balıkların havuz yapısından dolayı yemi alabilme olasılıklarının daha yüksek olması sebebiyle yemlerden kaynaklanabilecek olası bir kirlilik durumu deniz çiftliklerine göre daha azdır.

Akuakültür sistemlerinin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalarla birlikte oluşan kirlilik yükünün belirlenmesi ve sucul ekosistem üzerine etkilerinin de araştırılması önem kazanmıştır (Cho ve Bureau, 2001). Seksenli yıllardan sonra dünyada ve ülkemizde bu konuyla ilgili araştırmalarda hızlı bir artış içine girilmiştir.

Balık çiftliklerinden direkt olarak nehir ve göllere deşarj olunan balık dışkıları ve yem artıkları önemli kirlilik faktörleri olmakla birlikte etkileri ve boyutları tam olarak bilinmemektedir. Son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinin olumsuz çeşitli potansiyel etkileri olduğu ve bu nedenle sınırlandırılması gerektiği ülkemizde de tartışılmaya başlanmıştır (Çelikkale, 1999). Bu konuda daha çok kafeslerde balık yetiştiriciliğinin çevresel etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmasına

rağmen, karasal alanlarda yapılan havuzlarda balık yetiştiriciliğinin çevresel etkileri pek araştırılmamıştır.

Bu araştırmanın amacı; Karapınar deresi üzerinde yer alan balık çiftliklerinin su kalitesine olan etkilerinin incelenmesidir. Araştırma ile elde edilecek bilimsel verilerin yalnız alabalık işletmeleri çıkış suları özelliklerine ilişkin düzeylerin belirlenmesine ve işletmelerin besin elementi yüklerinin tahmin edilmesine katkıda bulunmayacağı, aynı zamanda sürdürülebilir yetiştiricilik açısından ülkemizde konu ile ilgili yasal boşluğu doldurmaya yönelik bilimsel bir zemin de hazırlayacağı düşünülmektedir.



2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Hızlı gelişen teknolojik gelişmeler çeşitli sorunları da beraberinde getirmektedir. Gelişmekte olan ülkeler kalkınma çabası içinde genellikle çevre korumacılığını göz ardı etmekte, doğal kaynakları dikkatsizce kullanarak, gerek dünyada gerekse ülkemizde su ihtiyacı giderek artarken su kaynakları kirlenmekte ve tükenmektedir. Özellikle nüfusun hızlı artması, plansız kentleşme ve endüstriyel gelişmelere paralel olarak, deniz ve iç sularda meydana gelen kirlenmelere karşı yeterli ve etkili önlemlerin alınmaması doğal yaşamı olumsuz yönde etkilemekte ve bu kaynaklardan sağlanan ürünlerin gün geçtikçe azalmasına neden olmaktadır. Bu da deniz ve iç sulardan sağlanan ürünleri kontrollü koşullarda üretme yoluna sevk etmektedir. Bu kirlilik problemlerinin giderilmesi amacıyla su kalite parametreleri için çevre koruma örgütleri ve hükümetler tarafından limitler ve sınıflandırmalar getirilmiştir.

Ayrıca araştırmalarda kirletici unsurlar göz önüne alınarak göllerde olduğu gibi akarsularda da toplam azot, toplam fosfor ve klorofil düzeyine göre trofik sınıflandırmalar yapılmıştır (Çizelge 2.1) (Doods ve ark., 1998).

Çizelge 2.1. Akarsuların Trofik Sınıflandırılması (Doods ve ark., 1998)

Parametreler	Oligotrofik-Mezotrofik Sınır	Mezotrofik-Ötrofik Sınır
Kl-a (mg/m³)	10	30
TN (mg/l)	0,7	1,5
TP (mg/l)	0,025	0,075

Son yıllarda su kaynaklarına olan ihtiyacın artması ile birlikte su kirliliği üzerindeki endişeler daha da artmıştır. Bu durum beraberinde su kalite gözlemlerinin sürekliliğini önemli kılmıştır. Akarsular üzerinde yapılan bazı çalışmalar;

Foy ve Rosell (1991), İrlanda'da 12 aylık bir periyotta tanklarda yapılan karasal kökenli gökkuşağı alabalığı üretiminde (YDO: 1.83), bir ton balık üretimi için 25,6 kg toplam fosfor ve 124,2 kg toplam azot yükü tahmin etmişlerdir. Yemden

gelen besin elementi ve balıklarda tutulan besin elementi yükü arasındaki farktan bulunan tahmini yükleme değerinin % 97,6'sı toplam fosfora ve % 112,6'sı toplam azota ait bulunmuştur. Nisan-Temmuz aylarında ortalama ağırlığı 3 g stoklanan gökkuşağı alabalıkları yıl sonunda 250-500 g hasat edilmişler; üretilen balıkların etlerinde ağırlığın yüzdesi olarak 2,58 azot ve 0,40 fosfor düzeyi belirlenmiştir.

Castello ve ark., (1995) tarafından İrlanda'da faaliyet gösteren alabalık ve salmón işletmelerinin çevreye olan etkilerini incelendiği bir çalışmada, işletmelerin sadece %9'nun deşarj noktasından 200 m mesafeye kadar çevreyi olumsuz yönde etkilediği saptanırken, bu etkileşimin doğal balık stoklarını, omurgasızları ve doğal hayatı tehlikeye sokacak düzeyde olmadığı vurgulanmıştır.

Enell (1995), kaliteli yemlerin kullanılması ile alabalık işletmelerinde yemin ete dönüşüm oranı arasında olumlu yönde etkileşmenin olduğunu, daha az yemle aynı üretim seviyesinin korunmakta ve alıcı ortama daha az oranda fosfor ve azot bırakıldığını bildirmiştir. Danimarka ve Norveç'teki alabalık işletmelerinde yemin ete dönüşüm oranı 1974 yılında 2,08 iken bu oran 1995 yılında 1,0-1,1'e düşmüştür. Bu gelişme işletmelerin çıkış suyu kalitesini de olumlu yönde etkilemiştir. 1974 yılında 1 ton balık üretimi alıcı ortama 132 kg azot ve 31 kg fosfor yükü bırakırken; bu değerler 1995 yılında sırasıyla 55 ve 4,8 kg'a inmiştir.

Boaventura ve ark., (1997), Portekiz'in kuzeyinde yoğun olarak alabalık yetiştiriciliği yapılan 3 çiftlikte yaptıkları bir çalışmada dışkı, yem ve balıkların metabolizma atıklarının akarsular üzerine etkilerini araştırılmıştır. Sonuç olarak balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan bazı kirletici parametrelerin akarsuları önemli derecede etkilediğini fakat kirlilik kaynağından uzaklaştıkça etkilerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Boaventura ve ark., (1997) tarafından, gökkuşağı alabalıkları işletmelerinde yapılan çalışmada, çıkış suları fizikokimyasal (sıcaklık, askıda katı madde, bulanıklık, pH, toplam alkalinite, toplam sertlik, elektrik iletkenliği, çözünmüş oksijen, BOİ₅, KOİ, amonyum azotu, fosfat) ve bakteriyolojik açıdan incelenmiştir.

Çıkış sularında özellikle çözülmüş oksijen değerlerinde düşme, amonyak ve fosfat derişimlerinde ise artışlar saptamışlardır.

Helfrick (1998) tarafından alabalık çiftliklerinin akarsulardaki biyotik komünite ile su kalitesi üzerine etkilerinin araştırdığı bir çalışmanın sonucunda, çökebilir katı madde miktarı, sıcaklık, pH, nitrat azotu ve toplam fosfor gibi kirlilik etmenleri önemsiz bulunurken, toplam amonyum azotu, iyonize olmamış amonyak azotu ve nitrit azot düzeyleri ise önemli bulunmuştur.

Midlen ve Redding (1998), yetiştiricilikte kullanılan yemlerin içeriğinin değiştirilmesi ile işletmelerin azot ve fosfor deşarj yükünün azaltılabileceğini ifade etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, İsveç'te kullanılan alabalık yemlerindeki fosfor içerikleri % 1,2-1,4 iken, 1 ton alabalık üretimi için alıcı ortama 29 kg fosfor yükünün bırakıldığı, daha kaliteli yemlerin geliştirilerek fosfor oranının % 0,8' e düşürülmesiyle bu değer 15 kg' a gerilediğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar yemleme sıklığının da yemden yararlanmayı ve atık miktarını doğrudan etkileyebileceğini belirterek; alabalıkların yemlemeden sonra ilk 2 saat iştahının azaldığını ve balığın yem almak istemediğini tespit etmişlerdir. Verilecek yem, balık tarafından aktif olarak alınmayıp alıcı ortama karışacağından, su kalitesi de yemden yararlanmayı etkileyecektir. Bu nedenle su kalitesi işletme yönetiminde titizlikle izlenmelidir. Örneğin çözülmüş oksijen miktarı 6 mg/l'nin altına düştüğünde alabalıklarda yem tüketimi azalmaktadır. Maksimum yem tüketimi sırasında çözülmüş oksijen 5 mg/l'nin altına düştüğünde, büyüme oranı % 20 azalmaktadır.

Selong ve Helfrich (1998) tarafından Virjinya eyaletindeki alabalık işletmelerinin çevre üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan bir çalışmada, 5 işletmenin çıkış suyunun kalitesi incelenmiştir. İşletmelerin çıkış suyunda çökebilir katı madde miktarı 0,1 mg/l'nin altında bulunmuştur. İşletmelerin çıkış suları alıcı ortamın toplam amonyak nitrojeni, serbest amonyak ve nitrit nitrojeni içeriğinin artmasına yol açmıştır. Ancak bu yük sucul canlıların yaşamını tehlikeye sokacak sınırların altında bulunmuştur.

Karada kurulu alabalık işletmelerinin akarsu ekosistemlerine ters etki edebilen çıkış sularının temel bileşenleri; besin elementleri (temel olarak azot ve fosfor), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), askıda katı madde, patojenler ve kimyasal kalıntılardır (Tello ve ark., 2010). Midlen ve Redding (1998) tarafından, balık yetiştiriciliği işletmeleri çıkış suları özelliklerinin büyük oranda organik madde içeren kanalizasyon atıklarından farklı olduğu, besin elementleri bakımından doğal su kaynaklarına benzediği bildirilmiştir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Nehir suyu, balık işletmesi çıkış suyu ve kentsel atık suların su kalite parametreleri (Midlen ve Redding 1998).

Parametre	Nehir suyu (mg/l)	Balık işletmesi çıkış suyu (mg/l)	Kentsel atık(mg/l)
BOİ₅	0,1-5,0	3,0-20,0	300
Toplam azot	1,0-2,0	0,5-4,0	75
Amonyak azotu	Veri yok	0,2-0,5	60
Toplam fosfor	0,02-0,1	0,05-0,15	20
Askıda katı madde	Veri yok	5,0-50,0	500

Midlen ve Redding (1998), özellikle hasat ve temizleme amacıyla havuzların boşaltımı sırasında işletmelerin alıcı ortama bıraktıkları yükte önemli artışlar tespit edildiğini belirtmişlerdir. Normal yetiştirme işlemlerinin yürütülmesi sırasında alabalık işletmelerinin çıkış suları 1,5-11,4 mg/l düzeyinde askıda katı madde taşırken, havuzların temizlenmesi sırasında bu miktar 17-8010 mg/l'ye ulaşmıştır. Aynı süreçte BOİ₅ değeri 1,9-4,4'ten 40-1150'ye çıkmış, toplam fosfor yükü ise 0,03-0,13'ten 0,14-3,1 mg/l'ye yükselmiştir. Araştırmacılar tarafından, çöktürme havuzlarının yardımıyla özellikle hasat ve havuzların temizlenmesi sırasında çıkış suları yükünün önemli oranda azaltılabileceği vurgulanmıştır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Alabalık işletmelerinde normal yetiştirme sürecinde ve havuzların temizlenmesi sırasında çıkış suyu kalitesinin karşılaştırılması (Midlen ve Redding 1998).

Su Kalite Parametreleri	Normal dönem (mg/l)	Havuzların temizlenmesi (mg/l)
Askıda katı madde	1,5-11,4	17-8010
BOİ₅	1,9-4,4	40-1150
KOİ	8-24	50-2770
Toplam fosfor	0,03-0,13	0,14-3,1
Amonyum azotu	0,09-0,52	-
Nitrit azotu	<0,29	-
Nitrat azotu	0,47-3,58	-

Pulatsü ve Çamdeviren (1999), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çifteler-Sakaryabaşı Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu'nun (30 ton/yıl) giriş suyunu oluşturan Batı Göleti'nin, alabalık üretimi için su kalite kriterleri açısından uygun olup olmadığını belirlemek ve alabalık yetiştiriciliği çıkış suyunun Sakarya Nehri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Toplam amonyak-azotu (0,487±0,15 mg/l) ve toplam fosfor (461,10±81,34 mg/l) değerleri dışında giriş suyunda ölçülen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler (su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, kondüktivite, organik madde, toplam sertlik, bikarbonat alkalitesi), alabalık üretimi için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kıta içi Su Kaynaklarının sınıflandırılmasına ilişkin çerçevede kabul edilebilir standart değerler içerisinde bulunmuştur. Çıkış suyundaki toplam amonyak-azotu, nitrit-azotu, nitrat-azotu, çözülmüş ortofosfat değerleri de zorunlu değerler içerisinde tespit edilmiştir. Giriş suyunda da belirlenen yüksek toplam fosfor değeri, giriş suyu su kalitesinin kontrol ve yönetiminin üzerinde durulması gereken esas konu olduğunu ortaya koymuşlardır.

Miller ve Semmens (2002) tarafından işletmelerin besleyici element yükünün; üretim dönemi boyunca uygun yemlerin kullanılması, etkin yemleme programının uygulanması ve çıkış sularındaki katı maddelerin alıcı ortama verilmeden önce çöktürülmesi ile %50 oranında azaltılabileceği vurgulanmaktadır.

Araştırmacılar, su ürünleri işletmelerinin uygulayacağı atık yönetimini; yem ve yemleme düzenlemeleri ve katı atık uzaklaştırması olmak üzere iki bölümde ele almışlardır. Yemleme yönetimi ile yüksek enerjili ekstrude yemlerin seçimi ve kullanılmasının işletmelerin atık yükünün azaltılmasında etkili olduğu ve bu yemlerin kullanılması ile hedeflenen büyüme oranına daha az yem tüketimi ile ulaşıldığı belirtilmiştir. Yüzer ekstrude yemlerin geliştirilmesi de işletmelerin atık kontrolüne olumlu katkıda bulunmuştur. Tüketilmeyen yemler su yüzeyinde kaldığından toplanması ve uzaklaştırılması daha kolay olmaktadır.

Bergheim ve Brinker (2003) tarafından bildirildiğine göre, Norveç ve Almanya'da yoğun akarsu sistemlerindeki tipik koşullar 100-300 dakika/ton balık akış hızı olup her ton balık üretimi için arıtım öncesi çıkış suyu yükü 150-200 kg askıda katı madde, 7 kg fosfor ve 40 kg azottur.

Lucas ve Southgate (2003) tarafından bildirildiğine göre, Avrupa'da farklı ülkeler için su ürünleri yetiştiriciliği çıkış sularında bazı parametrelerden askıda katı madde 5-50 mg/l, toplam fosfor 0,05 – 0,26 mg/l, toplam azot 0,5–5,0 ve BOI₅ değerleri 5-20 mg/l aralığında belirlemiştir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Avrupa'da su ürünleri yetiştiriciliği çıkış sularında bazı parametrelerin konsantrasyonları (Lucas ve Southgate, 2003).

Ülke	AKM (mg/l)	TF (mg/l)	TN (mg/l)	BOI ₅ (mg/l)
Norveç	3	0,100	0,5	-
Kuzey İsveç	6,9	0,11	0,70	-
Kuzey İrlanda	-	0,11	0,531	-
Finlandiya	-	0,055	-	-
Danimarka	5-50	0,05-0,15	0,5-4,0	3-20

Cunningham (2003), Gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliğinin kirlilik yükünü belirlemek için yapılan bir yüksek lisans tez çalışmasında, 6 işletmenin giriş ve çıkış suları belirli periyotlarla analiz edilmiş ve çalışma sonucunda kirlilik yükleri düşük bulunmuştur.

Pulatsü ve ark., (2004), Bilecik İli Bozüyük İlçesi'ndeki Karasu Deresi üzerinde ardı arda kurulu 5 alabalık işletmesinden doğrudan bırakılan balık dışkısı ve atık yemlerin neden olduğu kirlenme boyutunu araştırmak amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bir yıl boyunca aylık olarak alınan su örneklerinin incelenmesi sonucunda çıkış sularının kalitesinin işletmeden işletmeye ve mevsimden mevsime farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak işletmelerin çıkış suyundaki çözünmüş oksijen, pH, askıda katı madde, amonyak-azotu, nitrit-azotu ve nitrat-azotu düzeylerinin farklı ülkelerde alabalık işletmeleri için öngörülen standart ve zorunlu değerlerin içerisinde yer aldığı saptanmıştır. İşletmelerin çıkış suyu ile alıcı ortama bırakılan ve bir ton balık üretimi için kullanılan bir ton yem başına düşen fosfor yükü, literatürde belirtilen değerlerin üzerinde bulunmuştur. İşletmelerin Karasu Deresi üzerindeki ortalama fosfor yükü 9,38 kg F/ton balık ve 8,09 kg F/ton yem olarak saptanmıştır. Bu yüksek fosfor yükünün kullanılan yemlerin yüksek fosfor içeriğinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

True ve ark., (2004) Güney Idaho'da (Amerika) alabalık işletmesi çıkış sularında partikül haldeki ortalama fosforun (0,04 mg/l), toplam fosfor deşarjının % 40'ını, ortalama çözünmüş fosforun (0,06 mg/l) ise toplam fosforun % 60'ını oluşturduğu tespit edilmiştir. Ortalama askıda katı madde konsantrasyonu 10 µm'lik boyut için 1,93 mg/l, 53 µm için 1,34 mg/l ve 105 µm için 1,01 mg/l olarak saptanmıştır. Deşarj edilen katı maddenin % 69'unun parçacık çapı 53 µm'den büyük, % 17'si de 105 µm'den büyük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, büyüklüğü 100 µm'den büyük parçacıkların giderilmesi ile toplam fosfor deşarjının % 20 oranında düşürüldüğü ortaya konmuştur.

Pillay (2004), yemi oluşturan tüm bileşenler metabolizma ürünleri olarak atık haline geldiğini; bu ürünler organik karbon, organik azot (karbonhidrat, yağ, protein), amonyum, üre, bikarbonat, fosfat, vitaminler ve pigmentlerden oluştuğunu, sözü edilen dışkı ve metabolik atıkların miktarı stok yoğunluğuna ve kullanılan yemin kalitesine göre değiştiğini bildirmiştir.

Maillard ve ark., (2005) tarafından Virjinya'da kapasiteleri farklı üç alabalık işletmesinde yürütülen araştırmada, Eylül ve Nisan ayları arasında giriş

suyu, kanal ve çıkış suyu kalitesini karşılaştırmak ve arıtım türünü belirlemek amacıyla su kalitesi (çözünmüş oksijen, sıcaklık, pH, askıda katı madde, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, çözünmüş organik karbon ve toplam amonyak-azotu) izlenmiştir. İşletmelerden deşarj edilen sularda dikkate alınan parametrelerin (çözünmüş oksijen, BOİ₅, askıda katı madde ve toplam amonyak azotu) ortalama konsantrasyonları standartların izin verdiği ortalama çıkış değerlerinin altında bulunmuştur. Giriş ve çıkış sularındaki değerler karşılaştırıldığında A işletmesinde çözünmüş oksijen, B işletmesinde askıda katı madde ve C işletmesinde BOİ₅ 'in ortalama değerlerinde istatistiki açıdan önemsiz farklılıklar tespit edilmişlerdir (Çizelge 2.5 ve Çizelge 2.6).

Çizelge 2.5. Kanallarda yetiştiriciliğin yapıldığı işletmelerin özellikleri (Maillard ve ark., 2005).

ÖZELLİK	İŞLETMELER		
	A	B	C
Ortalama üretim (kg/yıl)	27,200-36,300	27,200	79,400-113,000
Balık Tipi	Gökkuşığı alabalığı	Gökkuşığı alabalığı	Gökkuşığı alabalığı
Kanal Sayısı	3	14	24
Yemleme Yöntemi	Otomatik	Elle	Elle
Yem Dönüşüm Katsayısı	1,6	1,6-2	1,2-1,8
Beton/Toprak kanal	Beton	Beton ve toprak	Beton ve toprak
Su kaynağı	Dere	Dere	Dere
İnsan gücü (kişi)	1	1	4-6
Kirleticiler	Askıda katı madde, NH ₃ -N	Askıda katı madde, BOİ ₅	Askıda katı madde, BOİ ₅
Arıtma	Çöktürme havuzu	Yok	Çöktürme havuzu

Çizelge 2.6. Alabalık işletmelerinin Eylül'den Mayıs'a kadar izlenen su kalite sonuçları (Maillard ve ark., 2005).

İşletmeler	A			B			C		
	GS	KÇS	ÇS	GS	KÇS	ÇS	GS	KÇS	ÇS
Debi (m ³ /dk)	3,10			16,8			27,7		
ÇO (mg/l)	10,6	7,0	8,5	10,5	8,6	7,9	10,5	7,6	8,1
Sıcaklık (°C)	12,2	13	12,9	9,7	9,1	11,4	10,5	11,0	10,4
pH	7,3	7,2	7,5	7,5	7,4	6,9	7,3	7,3	7,8
AKM(mg/l)			0,02			0,04			0,07
BOİ ₅ (mg/l)	0,7	1,5	1,3	0,5	2,1	1,2	1,1	2,5	1,8
TN (mg/l)	0,6	0,5	0,6	0,2	0,5	0,45	0,03	0,4	0,1

GS: Giriş suyu, KÇS: Kanal çıkış suyu, ÇS: Çıkış suyu

Viadero ve ark., (2005), çoğunluğu gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan 6 akuakültür işletmesinin, su kalitesi üzerine etkilerini tespit etmek için yaptıkları bir çalışmada, işletmelerin giriş ve çıkış sularından alınan örneklerin analizleri sonucunda kirliliğin uygun değerler içinde olduğunu bildirmişlerdir

Teodorowicz ve ark., (2006), Polonya'nın kuzeyinde yer alan Marózka nehri üzerine kurulu 2 alabalık işletmesinin, su kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı 1 yıllık çalışma sonucunda, akarsudaki nutrient miktarında artış olduğunu belirlemişlerdir.

Ayık ve ark., (2006) Sapanca deresi (Erzurum, Uzundere) üzerinde kurulu balık çiftliklerinin, dere suyu ve çevreye olan etkilerini belirlemek amacı ile yapılan bir çalışmada, Sapanca deresi üzerinde kurulu olan alabalık üretim çiftliklerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak, dere suyu ve çevre üzerine olumsuz bir etkisi olmadığını tespit etmişlerdir.

Yurtman (2006) tarafından, Karasu nehrinde (Bozüyük) bulunan alabalık çiftliğinin su kalite parametreleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışma sonucunda çözülmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, nitrit azotu, nitrat azotu ve toplam fosfor konsantrasyonları önemli bulunmuştur.

Yurtman (2006) tarafından Kırklareli Yene deresi üzerinde kurulan 2 alabalık çiftliğinden gelen atık suyun niteliği ve dere üzerindeki etkilerini dönemsel olarak araştırıldığı bir yüksek lisans tez çalışmasında, havuzlarda oluşan kirliliğin dere üzerinde yüksek debiden dolayı önemli etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Stewart ve ark., (2006), alabalık işletmelerinin çıkış sularındaki su kalite parametreleri için farklı araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır (Çizelge 2.7).

Çizelge 2.7. Akarsu sistemli alabalık işletmelerinin çıkış sularındaki su kalite parametrelerinin konsantrasyon değişim aralıkları (Stewart ve ark., 2006).

KAYNAK	Konsantrasyon (mg/l)						
	pH	Ç.O.	AKM	TN	NO ₃	NO ₂	OP
Axler ve ark.(1997)			1-8				0,01-0,04
Bergheim ve Brinkler (2003)			2-10				
Boardman ve ark.. (1997)	7,3-7,8	5,7-9,6	1-62	0,02-0,6			0,05-0,32
Boaventura ve ark. (1997)	5,9-6,6	7,9-11,44	1-23	0,32-1,52	0,7-2,5	<0,02	
Dumas ve ark.(1998)	6,5-7,5			0,6-1,3	0,6-0,8		0,05-0,17
Fries ve Bowles (2002)	7,1-8,8	6,0-11,8	2-97	0,02-0,92			
Kendra (1991)	6,8-9,4	5,4-14,3	<1-9	0,02-0,89	0,1-2,4		
Selong ve Hlefrich (1998)	7,7-8,2	>7,0			0,3-1,77		
Schulz ve ark. (2003)	7,6-7,9	5,8-6,8	9-14		0,66-0,10		

Bartoli ve ark., (2007) tarafından yapılan araştırmada, alabalık işletmesinin giriş ve çıkış suyunda çözülmüş gazlar (O₂ ve CO₂), çözülmüş ve partikül haldeki inorganik besinler (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄⁻³, partikül azot ve partikül fosfor) incelemiştir. Çıkış suyundaki çözünen madde konsantrasyonunun, balık metabolik aktiviteleri ve işletme yönetim uygulamaları nedeniyle gün boyunca önemli oranda dalgalandığı tespit edilmiştir. İşletmenin 500 metre aşağısındaki çıkış suyunda, giriş

suyundakinden önemli derecede farklı NH_4^+ , NO_2^- , partikül fosfor konsantrasyonları ölçülmüştür. İşletmeden alıcı ortama 2,20 kg/gün azot ve 0,76 kg/gün fosfor bırakıldığı, sözü edilen besin 15 elementlerinden azotun % 68'inin NH_4^+ , fosforun % 67'sinin partikül şeklinde olduğu belirtmişlerdir. İtalya'daki küçük kapasiteli bir alabalık işletmesinin günlük nutrient yükünün dere üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, olarak amonyak azotu, nitrit azotu ve partikül haldeki fosfordaki farklılıkların önemli olduğu ve balık çiftliklerinin dereler veya akarsular üzerinde önemli etkilere neden olabileceği bildirilmiştir (Bartolli ve ark., 2007).

Tekinay ve ark., (2009), 700 ton/yıl kapasiteli bir işletmenin Yuvarlakçay (Muğla) üzerine çevresel etkiyi belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. İşletmeye giren, tambur filtreye tabi tutulmayan su ile tabi tutularak arıtılan suda iki ayda bir toplam azot, toplam fosfor, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI_5) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ölçümleri yapılmıştır. Filtreye tabi tutulan ve tutulmayan su örneklerinde sözü edilen parametreler açısından istatistiksel açıdan önemli düzeyde farklılık tespit edilmemiştir. Atık su arıtması olmadan tespit edilen toplam fosfor yükü kimyasal yöntemle 7,66 kg F/ton üretilen balık, biyolojik yöntemle 10,46 kg F/ton üretilen balık olarak bulunmuştur. Atık su arıtması sonrası alabalık işletmesinin yıllık toplam fosfor yükü 5,68 kg F/ton üretilen balık ve 5,30 kg F/ton kullanılan yem olduğu bulunmuştur. Tambur filtrenin su arıtma etkenliği ise sırasıyla toplam fosfor için %7,77, toplam azot için %8,67, BOI_5 için %16,58 ve KOİ için %13.16 olarak tespit etmişlerdir.

2.1 GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI İŞLETMELERİ ÇIKIŞ SULARI YÖNETİMİNE İLİŞKİN YASAL DÜZENLEMELER

2.1.1. Farklı Ülkelerde Uygulanan Gökkuşığı Alabalığı İşletmeleri Çıkış Suları Yönetimine İlişkin Yasal Düzenlemeler

Farklı ülkelerde su ürünleri yetiştiriciliği konusunda yapılan çeşitli düzenlemeler kapsamında yetiştiriciliğin potansiyel çevresel etkilerini en aza indirmek için bazı önlemler alınmaktadır. Tacon ve Foster (2003), su ürünleri – çevre etkileşiminin çoklu yönü bağlamında aşağıdaki önlemlere dikkati çekmişlerdir.

- Çöktürme havuzu, özel filtrasyon araçları, atık su arıtım sistemleri gibi sistemlerin kullanılmasına rağmen deşarj öncesi işletme çıkış sularının arıtım gerekliliği,
- İşletmelerden deşarj edilen çözünmüş/askıda- organik/inorganik materyallerin ve besin elementleri içeriklerinin sınırlanması,
- İşletmenin belirlenen bir zaman diliminin üzerinde deşarj edebileceği spesifik besin elementlerinin (toplam azot, fosfor gibi) maksimum kabul edilebilir miktarlarının belirlenmesi,
- Diğer işletmelere yakınlığa ve alıcı sucul ekosistemin çevresel taşıma kapasitesine bağlı olarak işletmelerin büyüklüğüne ve/veya belirlenen lisans sayılarına sınırlama,
- Belirlenmiş bir zaman diliminde işletmenin kullanabileceği yemin toplam miktarını belirleme veya sınırlama,
- Söz konusu olan türü yetiştirmek için kullanılacak yem bileşenleri içinde maksimum izin verilebilir (spesifik) besin elementleri düzeylerini belirleme,
- Taze/değersiz balık ve omurgasızlar gibi potansiyel olarak yüksek riskli yem maddelerinin kullanımının yasaklanması,
- Özel kimyasal terapötik ajanlar, ilaçlar ve kimyasalların (herbisitler ve pestisitler gibi) işletmelerde kullanımının yasaklanması,

- Yem etkinliği ve/veya besin elementi sindirilebilirliğine özen gösterilmesi,
- İyi yönetim uygulamalarının gerekliliği,
- Sedimentlerin uzaklaştırılması ve depolanması için sürdürülebilir işletme/havuz sediment yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerekliliği,
- Çevresel izleme programını uygulama gerekliliği.

Farklı ülkelerde karasal su ürünleri yetiştiriciliği işletmeleri tarafından uygulanmakta olan düzenlemeler Çizelge 2.8.'de, British Columbia'da (Kanada) balık işletmelerinin çıkış sularına ilişkin yasal düzenleme çerçevesindeki standart değerler ise Çizelge 2.9'da sunulmuştur (Stechey ve Linquist, 2006).

Çizelge 2.8. Farklı ülkelerde karada kurulu su ürünleri yetiştiriciliği işletmelerine ait düzenlemeler (Stechey ve Linquist, 2006).

Ülke	ÇED gerekliliği	Üretim sınırlaması	Azot ve/ya Fosfor sınırlaması	Yem bileşenleri	Maksimum yem dönüşüm oranları	Su arıtımı
Belçika	H	H	H	H	H	H
Danimarka	H	E	E	E	E	E
Almanya	H	H	E	H	H	H
Yunanistan	E	H	H	H	H	H
İspanya	H	H	H	H	H	H
Fransa	E	E	H	H	H	H
İrlanda	E	E	E	H	H	E/H
İtalya	E/H	H	E	H	H	H
Hollanda	H	H	E	H	H	E/H
Portekiz	H	H	H	H	H	H
İngiltere	H	H	E	H	H	E/H
İskoçya	H	E	E		H	E/H
Quebec	E	E	E	H	H	E
Karada	H	H	E	H	H	E

E:Evet

H:Hayır

Çizelge 2.9. British Columbia’da (Kanada) karada-kurulu finfish işletmeleri çıkış suları standart değerleri (Stechey ve Linquist, 2006).

Parametre	Seyretme oranı <20:1	Seyreltme oranı >20:1
AKM (mg/l)	10	20
TF (mg/l)	0,1	0,2
Klor (mg/l)	0	0

Stechey ve Linquist (2006) tarafından bildirildiğine göre, Ontario’da (Kanada), karada kurulu balık işletmelerinde çıkış suyunun, kaynağın askıda katı madde düzeyini 10 mg/l’den, toplam fosfor düzeyini ise 0,1 mg/l’den fazla artırmaması gerekmektedir.

Ayrıca arıtım tesisi çıkış suyunda askıda katı madde düzeyi 5 mg/l ve toplam fosfor 0,05 mg/l olacak şekilde dizayn edilmelidir. Aynı araştırmacılar, Quebec’de karada kurulu balık yetiştiriciliği uygulamalarından deşarj edilen çıkış suyunun kalitesi için Çizelge 2.10’daki değerleri önermişlerdir.

Çizelge 2.10. Quebec’te su ürünleri yetiştiriciliği çıkış suyuna ilişkin kriterler (Stechey ve Linquist, 2006).

Parametre	Su kalite kriterleri (mg/l)
BOİ	3,0
AKM	5-25 (ortalama-maksimum)
TAN	pH ve sığağa bağılı olarak değışken
TF	0,03

Kanada’nın Prens Edward Adası Bölgesi’nde ise su ürünleri için herhangi bir yönetmelik veya düzenleme bulunmamakta, çıkış suları Çevre Koruma Kanunu çerçevesinde düzenlenmektedir. Buna göre, balık işletmesi çıkış suyu değerleri AKM için 5 mg/l’den az ve BOİ için 10 mg/l’den düşük olarak belirtilmiştir. Nova Scotia (Kanada) içinse Çizelge 2.11’deki düzenlemeler geçerlidir (Stechey ve Linquist, 2006).

Çizelge 2.11. Nova Scotia’da su ürünleri uygulamalarında izleme gereksinimleri (Stechey ve Linquist, 2006).

İstasyon	Parametre	Zaman Peryodu	Sıklık
1.2.3	TP, T/Ç.O.	1 Ocak – 31 Aralık	Haftalık
1.2.3	AKM	1 Ocak – 31 Aralık	Aylık
4.5	TP, AKM, T/Ç.O.	1 Mayıs – 30 Kasım	Aylık
3.5	TP, AKM, pH, T, Ç.O, TN, NH ₃ , NO ₃	Ocak, Nisan, Temmuz, Ekim’in ilk haftası	3 ayda 1
4.5	Perifitin/makrofit	Ağustos’un ilk haftası, Eylül’ün 2. haftası	Yılda 2 kez
1.3.5	Tüm genel analizler, AKM, TP, TN, T, Ç.O.	Yavaş akış periyodu (sonbaharda) Yüksek akış periyodu (ilkbaharda)	Yılda 2 kez

İstasyonlar: 1. Kaynak suyu 2. Arıtım öncesi çıkış suyu 3. Arıtım sonrası çıkış suyu 4. Alıcı ortam (deşarj noktası) 5. Alıcı ortam (deşarj noktasına 100 m mesafede)

Davis tarafından bildirildiğine göre, Amerika Birleşik Devletleri’nde Çevre Koruma Kurumu (Environmental Protection Agency, EPA), belirli ölçekteki su ürünleri işletmelerine sudeşarjı izin belgesi alma zorunluluğu getirmiştir. Bu işletmeler soğuk su balıkları üreten ve yıllık kapasitesi 9,090 kg üstünde veya aylık yem tüketimi en yoğun dönemde 2,272 kg’ın üzerinde olan işletmelerdir. Araştırmacı, Kuzey Carolina’da su ürünleri işletmelerinin çıkış suyundaki askıda katı madde miktarının aylık ortalamasının ve günlük maksimum askıda katı madde miktarının sırasıyla 5,0 mg/l ve 10 mg/l’i aşmaması gerektiğini, bu eyalette işletmelerin çıkış suyundaki çözülmüş oksijen miktarının ise 6,0 mg/l’ nin altına düşmemesi gerektiğini ifade etmiştir (Anonim, 2003).

Kanada’da yılda 630 tonun üzerinde balık yemi kullanan işletmelerindeşarj suları için ruhsat almak zorunda olduğu, ayrıca aynı su kaynağı üzerinde kurulu işletmeler için 3 km mesafe zorunluluğu da getirildiği ve uygulanan izleme programı çerçevesinde işletmelerin çevreye olan etkilerinin izlendiği vurgulanmaktadır (Anonim, 2003).

ABD’deki alabalık işletmelerinin atık sularındaki özel kirleticilerin azaltılması yasal düzenlemeler ve ortak düşünce ile desteklenmektedir. Buna göre

1990 yılında Idaho Valiliği tarafından, Orta Snake Nehri'nde tatlı su yetiştiriciliği ve balıkların yumurtlaması için su kalitesine gerekli düzenlemeler getirilmiştir. Su kalitesi problemine neden olan faktörler düşük su debisi ve nehrin hidrolojik özelliklerindeki değişim, yükselen su sıcaklığı, tarım alanlarından gelen atıklar, çamurlar, su ürünleri yetiştiriciliği de dahil olmak üzere pek çok kaynaktan gelen besin maddeleridir. Potansiyel kirleticilerin deşarjının azaltılmasındaki başarı; tesis yapısına, çalışma şekline ve finansal taahhütlere bağlıdır. Su ürünleri yetiştiricileri Federal Temiz Su Yönetmeliği'ne tabidir. Toplam maksimum günlük kirlilik yükü, atık sudaki toplam fosfor ve askıda katı madde miktarını azaltmayı gerektirir. Toplam fosforun çıkış suyundaki toplam yükü, 1990 yılında belirlenen temel prensibe göre % 40 oranında azaltılmalıdır. Çıkış suyundaki askıda katı madde sınırı tam olarak belirlenmemekle birlikte 3-5 mg/l arasında olmalıdır. Kanal suyundaki toplam fosforun 1 mg/l'yi, askıda katı madde düzeyinin ise 5 mg/l' yi geçmemesi gerektiği bildirilmiştir (MacMillan ve ark., 2003).

Deşarj edilen fosforun etkilerini azaltmak için pek çok bölgede çevresel yönetmelikler hazırlanmıştır. Örneğin ABD Idaho'da, atık su deşarjında fosfor konsantrasyonu 0,1 mg/l ile sınırlandırılmıştır. Fornshell (2001)'e göre en son teklif edilen zorunlu değerler ile mevcut atık su deşarjındaki fosfor konsantrasyonu seviyesinin % 14 ile % 64 arasında olan 0,086 - 0,036 mg/l değerine düşürülmelidir (True ve ark., 2004).

2.1.2. Türkiye'de Gökkuşluğu Alabalığı İşletmeleri Çıkış Suları Yönetimine İlişkin Yasal Düzenlemeler

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği ve çevre etkileşimi ile ilgili iki kanun ve bu kanunlara dayalı beş adet yönetmelik bulunmaktadır. Bunlardan birinci kanun 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu, ikincisi 2872 sayılı Çevre Kanunu'dur. Sözü edilen kanunlar kapsamındaki yönetmelikler şöyledir:

- Su Ürünleri Yönetmeliği (10.03.1995 tarihli ve 22223 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe giren)

- Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliği (29.06.2004 tarihli ve 25507 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe giren)
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (31.12.2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe giren)
- Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği (17.07.2008 tarihli ve 26939 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe giren)
- Çevre Denetimi Yönetmeliği (21.11.2008 tarihli ve 27061 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe giren)

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliği'nin 22. maddesinin a) bendinde "Su ürünleri yetiştiricilik tesisleri projelerinde "Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'nin ilgili hükümlerine uygunluk şartı aranır." denmektedir. ÇED Yönetmeliği'nin 6. maddesi ile Madde 7 ve Madde 15, bu konuya açıklık getirmektedir. Madde 6'da "Yönetmeliğe tabi projeler için "Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumlu" kararı veya "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir" kararı alınmadıkça bu projelere hiç bir teşvik, onay, izin, yapı ve kullanım ruhsatı verilemez, proje için yatırıma başlanamaz." denilmektedir. Madde 7 ve 15 ise söz konusu projeleri liste haline getirmektedir. 7. maddede kültür balıkçılığı projeleri (1000 ton/yıl ve üzeri) ile 15. Maddede yer alan Seçme, Eleme Kriterine tabi olan kültür balıkçılığı projelerine (30-1000 ton/yıl) "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gereklidir" kararı verilen projelerde ÇED Raporu hazırlanması zorunludur. Çevre Denetimi Yönetmeliği'nde ise balık ve/veya su ürünleri çiftlikleri çevreye kirlenici etkisi olan faaliyetler veya tesisler kapsamında yer almaktadır (Anonim, 2004a; Anonim, 2008a; Anonim, 2008b).

31.12.2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin 7. maddesinde kıta içi yüzeysel sular, su kalitelerine göre 4 sınıfta değerlendirilmektedir. Buna göre Sınıf I: Yüksek Kaliteli su; içme suyu olma potansiyeli yüksek olan yüzeysel sular olup sadece bu sınıfta alabalık üretimi yapılabilmektedir (Çizelge 2.12).

Çizelge 2.12. Kıta içi yüzey sularının su kalite sınıflarına göre yüksek kaliteli su kriterleri (Anonim, 2004b).

Su kalite kriterleri	I. Sınıf
Sıcaklık (°C)	25
pH	6,5-8,5
ÇO ₂ (mg/l)	8
NO ₂ -N (mg/l)	0,002
NO ₃ -N (mg/l)	5
Toplam fosfor (mg/l)	0,02
KOİ (mg/l)	25
BOİ (mg/l)	4
Toplam kjeldahl azotu (mg/l)	0,5

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliği'nin 22. maddesinin b, c, d, e ve f bentleri yetiştiricilik-çevre etkileşimi hakkında yetiştiricilerin sorumluluklarını şu şekilde açıklanmaktadır:

b) Müteşebbisler, su ürünleri yetiştiricilik tesislerinin kuruluş ve işletme aşamasında çevreyi koruyacak tedbirleri almak zorundadır. Bu çerçevede, tesis atıkları buldukları su ortamına verilmez; suyun kalitesini bozacak, çevreye, insan ve su ürünleri sağlığına zarar verecek her türlü materyal ile malzeme kullanılmaz.

c) Su ürünleri yetiştiricilik faaliyetleri sürdürülürken görsel kirliliğe yol açmayacak her türlü önlem alınır. Bu çerçevede, özellikle, yetiştiricilikte kullanılan yemlerin torbaları ve diğer atıklar düzenli bir şekilde tesislerden uzaklaştırılır.

d) Yetiştiricilik tesislerinde üretilen türün doğaya kaçmasını önlemek için gerekli tedbirler alınır.

e) Karadaki su ürünleri yetiştiricilik tesisleri ile kuluçkahanelerde alıcı ortama bırakılan sular, Su Ürünleri Yönetmeliği'nde bildirilen değerlere uygun olmak zorunda olup, tesislerde bu şartları sağlayacak nitelikte arıtma sistemleri kurulur.

f) Hâlihazırda arıtma sistemi bulunmayan işletmeler, yerleşim planlarında gerekli değişikliği yaparak, bu ünitelerin yer aldığı ve teknik özelliklerinin de belirtildiği

yeni yerleşim planlarını onaylatmak üzere ilgili 21 Tarım Müdürlüklerine teslim etmek zorundadırlar” denmektedir (Anonim. 2004a).

Su Ürünleri Yönetmeliği'nin 11. Maddesinde ise “Su ürünlerine veya bunları tüketenlerin veya kullananların sağlığına veya istihsal vasıtalarına zarar veren maddelerin iç sulara ve denizlerdeki istihsal yerlerine veya civarlarına dökülmesi ve dökülecek şekilde tesisat yapılması yasaktır” denilerek, dökülmesi yasak olan zararlı maddeler ve alıcı ortama ait kabul edilebilir değerler Çizelge 2.13’de gösterilmektedir. Buna göre atıklarda aranacak bazı fiziksel ve kimyasal özellikler aşağıda özetlenmiştir (Anonim, 1995).

‘A- Sıcaklık: Su ürünleri istihsal yerlerine deşarj edilen, sıcaklığı alıcı ortam sıcaklığını, akarsuda 3°C’den fazla, deniz ve iç sulara 2°C’den fazla, bir (1) saatlik zaman aralığında yapılan ölçümlerde ise, 0,5°C’den fazla değiştiren atık sular alıcı suya verilemez.

B- Koku: Kokusu su ürünlerine zarar verecek nitelikte olan atıklar alıcı suya verilemez.

C- Renk: Gün ışığının en az % 10’ unun 5 m derinliğe geçmesine mani olan atıklar alıcı suya verilemez.

D- Bulanıklık: Karıştığı soğuk göllerin berraklığını 10 Jackson, sıcak göllerin 25 Jackson, soğuk akarsuların 10 Jackson, ve sıcak akarsuların ise 50 Jackson bulanıklık değerinden daha fazla değiştiren atıklar alıcı suya verilemez.

E- pH: Alıcı suyun pH değerini 6,5 – 8,5 değerleri dışına çıkaran atıklar alıcı suya verilemez.

F- Oksijen: Alıcı suyun çözünmüş oksijen miktarını 6.0 mg/l’den aşağı düşüren atıklar alıcı suya verilemez.

G- Askıda katı madde: Alıcı suyun askıda katı madde miktarını 30 mg/l’den daha yüksek değere çıkaran atıklar alıcı suya verilemez.

H- Çamur: İşletme faaliyeti sonucu ve arıtma işleminden sonra oluşan çamur alıcı suya verilemez.”

Çizelge 2.13. Alıcı ortama ait kabul edilebilir değerler (Anonim, 1995).

Kimyasal maddenin adı	Kabul edilebilir değer (mg/l)
Amonyum iyonu	0,02
Fosfat iyonları	15
Karbondiyoksit (serbest)	5
Karbonmonoksit	0,01
Nitrat iyonları	4,2
Nitrik asit	0,01
Nitrit iyonları	10
Üre	17,1

2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayalı 31.12.2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin 31. maddesi, su ürünleri yetiştiriciliği (tarla balıkçılığı) ile su ürünleri değerlendirme kuruluşlarını gıda sanayi sektörü kapsamında değerlendirmektedir. Gıda sanayi atık sularının (tarla balıkçılığı ve su ürünleri değerlendirme) alıcı ortama deşarj standartları Çizelge 2.14 ve Çizelge 2.15'de sunulmuştur.

Çizelge 2.14. Gıda sanayi (Tarla Balıkçılığı) atık sularının alıcı ortam deşarjı (Anonim, 2004b).

Parametre	Birim	Kompozit numune 2 saatlik	Kompozit numune 24 saatlik
KOİ	(mg/L)	50	30

Çizelge 2.15. Gıda Sanayi (Su Ürünleri Değerlendirme) atık sularının alıcı ortam deşarjı (Anonim, 2004b)

Parametre	Birim	Kompozit numune 2 saatlik	Kompozit numune 24 saatlik
KOİ	(mg/L)	300	250
Yağ ve gres	(mg/L)	30	20
pH	-	6-9	6-9

Su Çerçeve Direktifi (SÇD), balık sularını da içeren tüm suları kapsadığı için Avrupa Birliği Komisyonu su sınıflandırmasını içeren tüm ilgili bilgilerin önceden belirlenen şekilde SÇD altında raporlanmasını beklemektedir.

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 6 Eylül 2006 yılında 2006/44/EC sayılı "Balık Yaşamının Desteklenmesi için Koruma ve İyileştirme Gereksinimi Bulunan Tatlı suların Kalitesi Hakkında Yönetmelik" henüz ülkemizde onaylanmamış olmakla beraber, Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü'nce uyumlaştırma çalışmalarına devam edilmektedir. Bu yönetmelik evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlarla kirlenen suları atık su olarak değerlendirmekte ve tüm iç suları alabalıklar ve sazangillerin yaşayabileceği ortam olarak ikiye ayırmaktadır. Söz konusu taslak yönetmelik hükümleri, su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılan doğal veya suni balık havuzundaki suları kapsamamaktadır.

Çizelge 2.16'da alabalıklar sularına ilişkin bazı parametrelerin hedef ve zorunlu değerler gösterilmektedir (Anonim, 2010b).

Çizelge 2.16. Alabalıkgiller suları için bazı parametrelerin hedef ve zorunlu değerleri (Anonim, 2010b).

Parametre	Hedef değerler	Zorunlu değerler
Sıcaklık (°C)		1,5 °C Terman deşarjdan dolayı
		21,5 °C 10 °C (üreme mevsimi için maks.)
ÇO (mg/l)	%50 ≥ 9 %100 ≥ 7	%50 ≥ 9 Oksijen düzeyi 6 mg/l'nin altına düştüğü zaman ilgili maddeye göre önlem alınmalı
pH		6-9
AKM (mg/l)	≤ 25	≤ 25
BOI ₅ (mg/l)	≤ 3	≤ 4
TF (mg/l)		≤ 0,02
Nitrit (mg/l)	≤ 0,01	
İyonize olmamış amonyak (mg/l)	≤ 0,005	≤ 0,025
Toplam amonyum (mg/l)	≤ 0,04	≤ 1

2.2. YETİŞTİRİCİLİK FAALİYETLERİNİN ÇEVREYE OLAN ETKİSİ

2.2.1. Balık Yemlerinin Çevreye Etkisi

Yem, organik ve inorganik maddeler ile nemden oluşmaktadır. Su ürünleri yemlerinde genel olarak % 0,9-1,5 oranında fosfor, % 7-8 oranında azot bulunmaktadır. Yemlerle alınan azot miktarı balık türlerine göre değişmekle beraber yaklaşık % 20-30 oranında olmaktadır, geri kalan % 70-80 ise suya geri atılmaktadır. Fosfor, azot, organik maddeler ve sudaki asılı katı maddeler balık çiftliklerinde kirliliğe yol açan etmenlerdendir (Yıldırım ve Korkut, 2004). Alvaroda (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, 1000 kg çipura üretmek için 1800 kg yem gerektiği ve bu miktarın %1 oranında 18 kg fosfor ve % 7,38 oranında 135,4 kg nitrojen olduğu bildirilmiştir. Bunun sonucunda balık vücudunda 5 kg fosfor, 30 kg nitrojen bağlanırken, ortama ise 180 kg katı madde, 13 kg fosfor ve 105,4 kg nitrojen

boşaltılmaktadır. Bu maddeler ortamda fazla olduğu zaman kirlilik yükünü arttırıcı yönde etki eder.

Ayrıca ortamda azot ve fosforun fazla olması alg üretiminin aşırı artmasına, oksijen miktarının düşmesine ve ötrofikasyona neden olur (Jahncke ve Schwarz, 2002). Yetiştiricilikten kaynaklanan ötrofikasyonun kapalı havzaların su kalitesinde bir takım değişimlere, genellikle ışık geçirgenliğinde azalmaya, besin elementi, elektrik iletkenliği ve klorofil-a miktarında artışlara neden olabildiği belirtilmiştir (Rast ve Holland, 1988).

Balık üretiminde yemden kaynaklanan kirlilik, yemin fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri ve uygulanan yemleme yönetiminden meydana gelmektedir. Ekstruder teknoloji ile üretilen yemlerin suya dayanıklılığı daha fazla ve yemin ufalanarak kırılma özelliği daha azdır. Yem üretimi esnasında kullanılan teknolojiler sayesinde istenilen yoğunlukta yem yapılması, yemlerin batma hızını kontrol ederek yem kayıplarını önlemektedir. Yemlerin üretimi esnasında dış yağlama işleminde, emdirme metodu yerine vakum yağlama metodunun kullanılması, yağların sızıntı yolu ile su ortamına geçmesini bir nebze daha azaltmaktadır. Yem yapımında seçilen hammaddelerin sindirilebilirliğinin yüksek ve selülozca düşük seçilmesi yemin sindirilebilirliğini arttırarak dışkı üretimini azaltmaktadır (Tekinay ve ark., 2006).

Balık üretiminde kullanılan yemlerin daha az kirliliğe sebep olması için balık türüne ve yaşına göre gerekli olan azot-fosfor dengesi sağlanmalıdır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde balığın optimum protein ve enerji gereksinimlerin karşılanması durumunda yenilmeyen yem israfı ve besin maddelerinin kaybı önlenmektedir (Gelineau ve ark., 2001).

Ayrıca polikültür yetiştiriciliği ile (deniz balıkları ve kabuklu) ötrofikasyonun önüne geçilebilir. (Yıldırım ve Korkut, 2004).

2.2.2. Oksijen Tüketimi

Yetiştiricilik çalışmaları, oksijen kullanımını sınırlamaktadır. Organik atıkların depolanması sediment tarafından kullanılan oksijenin artmasına ve sonuçta dip kısımdaki oksijenin tükenmesine sebep olmaktadır (Yıldırım ve Korkut, 2004).

Organik atıkların bakteri ve diğer canlılar tarafından parçalanması sonucu, ortamdaki O₂ konsantrasyonu düşer ve bu durum, bentik canlıları negatif yönde etkileyebilir. İç su göl ve göletlerin O₂ miktarının yenilenmesi daha zor gerçekleştiğinden, bu tip ekosistemlerde yüksek besin maddelerinin yüküne daha fazla dikkat edilmesi gerekmektedir (Cho ve Bureau, 2001).

Fosfor ve azot gibi sınırlayıcı besin maddelerinin iç sularda çevreye yayılması sonucu fitoplankton ve daha yüksek formdaki alg ve bitkiler suda istenmeyen şekilde fazla gelişerek ötrofikasyona sebep olurlar (Jahncke ve Schwarz, 2002).

Gündüzleri fotosentez sonucu oksijen miktarı artarken, geceleri ise fotosentezin durup, normal solunum olayının devam etmesinden dolayı karbondioksit konsantrasyonu artar ve pH düşer. CO₂ miktarının artması su canlılarının yaşamını sıkıntıya sokar ayrıca ölümlere yol açabilir. Su sıcaklığının artması da ortamdaki oksijen miktarının düşmesine, oksijen miktarının düşmesi ise ekosistemin dengesinin bozulmasına neden olur. Ötrofikasyon ve oksijen tüketimi yüzeysel suların kalitesinin bozulmasına neden olan en önemli problemlerdendir. Besin madde girişleri nedeniyle çözülmüş oksijenin azalması ve istenmeyen sucul canlıların artması önemli yüzeysel su kalitesi sorunlarına yol açmaktadır (Ertürk ve ark., 2004).

2.2.3. Kimyasal ve İlaçların Çevreye Etkisi

Su ürünleri yetiştiriciliğinde kimyasallar, hastalıkların kontrolü, su kalite kriterlerinin artırılması ve su bitkilerinin kontrolü amacıyla kullanılmaktadır (Haya, 2005). Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan kimyasallar şunlardır: antifoulingler (fouling organizmaları öldürücüler), dezenfektanlar (hijyen amaçlı kullanılırlar), algisidler (alg öldürücüler), herbisidler (bitki öldürücüler), pestisidler (bitki ve böcek

öldürücülerin tümü), parazisitler (parazit öldürücüler), antibakteriyeller (bakteri öldürücüler). Norveç'te salmon çiftliklerinde yapılan bir araştırmaya göre, 18220 kg antibiyotik (oksitetrasiklin) kullanılmıştır. Bu miktar üretilen her bir ton için 210 gr'a denk gelmektedir. Antibiyotikler yem ile birlikte verildiğinde %20-30'u balık vücudunda tutulmakta %70-80'i ise çevreye geçmektedir. Bakteriyel balık hastalıklarında geçmiş dönemde sıklıkla kullanılan bir madde olan oksitetrasiklin ile tedavinin yapıldığı günden 13 gün sonra kafeslerin yakınında ve 400 millik mesafede yakalanan balıklarda ve 80 m uzaktan alınan midyelerde önemli miktarda antibiyotik birikimine rastlanmıştır (Çelikkale ve ark., 1999).

Kültür ortamında yapılan üretimde, yetiştirilen türlerde hastalık görüldüğünde ilaçla tedavi yapılması kaçınılmazdır. Hastalıkları önlemek tedaviden daha kolay daha az masraflı, halk sağlığı ve çevre açısından daha güvenilirdir. Hastalıkların önlenmesi için alınacak tedbirler ilaç kullanımından doğacak olan sakıncaları gidermede etkin bir yoldur. Alınacak tedbirler içerisinde aşılama, hayvanın hastalıklara karşı direnci artırma, nonspesifikimmunomodülatörler, probiyotik ve prebiyotik kullanımı sayılabilir. Ayrıca bakım ve besleme şartlarını iyileştirmek, aşırı stok yoğunluğunu önlemek, hijyen kurallarına uymak alınabilecek tedbirler arasındadır (Çağırğan, 2008).

Hastalığın ortaya çıktığı durumlarda kimyasal kullanmak zorunda kalırsak, bu kimyasalları veteriner veya uzman reçetelerine göre alarak kullanmalıyız. Rastgele ve düzensiz kimyasal kullanımından kaçınmalıyız. Tedavi edici kimyasallar kesinlikle kullanım koşullarına göre doğru dozaj ve zaman aralığında verilmelidir. Antibiyotikler gelişigüzel kullanılmamalı ve hep aynı antibiyotik yerine dönüşümlü olarak değişik antibiyotikler kullanılmalıdır (Çakır, 1993). Çünkü bakteriyel hastalıkların tedavisinde kullanılan antibiyotik ve diğer amaçlarla kullanılan kimyasalların yakın çevredeki çeşitli canlılar (balık, midye, karides, istakoz) üzerinde biyoakümülyasyonu söz konusudur (Çelikkale ve ark., 1999).

2.2.4. Su Miktarı ile Balık Üretimi İlişkisi

Balık üretim miktarını, su kalitesi ile birlikte temel olarak suyun miktarı yani debisi etkilemektedir. Fakat bunlarla birlikte balık üretim miktarında yetiştirme sistemi ve kullanılan teknik donanımlar da etkilidir. Örneğin 1000 m² havuz yüzeyi için saniyede 8 litre suya gereksinim vardır. Bu örnekte teknik donanımlardan yararlanmaksızın 400-500 kg alabalık üretilebilir. Fakat ilave olarak havalandırma gibi ilave tekniklerden yararlandığında ise yılda 1500-2000 kg alabalık üretmek mümkün olabilir. Akarsu kanallarında yetiştiricilikte geleneksel havuz yetiştiriciliğine göre 10-20 misli daha fazla suya gereksinim vardır. Yani 1000 m² yüzeyinde akarsu kanalında alabalık yetiştiriciliği için saniyede 80-160 litre suya ihtiyaç vardır.

Alabalık üretiminde ana ilke, kullanılan suyun miktar ve kalitesinin esas alınarak üretim miktarının saptanmasıdır. Buradan yola çıkılarak önceleri havuzlarda su değişiminin günde 3-5 defa gerçekleşmesiyle saniyede 1 litre suyla yılda 100-150 kg mutfaklık balık üretilebileceği hedeflenir.

Günümüzde balık üretim miktarı genellikle m³'te kg olarak ifade edilmektedir. Havuzlarda değişimin günde 3-5 defa gerçekleşmesiyle 3-5 kg/m³ balık üretilebilir. Daha yoğun üretimde bu miktar 1 m³ suda 10 kg'a yükselmektedir. 0,30 - 0,50 m derinlikteki havuzlarda suyun saatte 3 defa değişimiyle m²'de 20 kg (=40-60 kg/m³) balık üretilebilmiştir.

Alabalık üretiminde su miktarı kadar kullanılan suyun sıcaklığı ve yetiştirme ortamına stoklanan balıkların ortalama canlı ağırlığının dikkate alınması gerekmektedir. Bu faktörlerin dikkate alınmasıyla saniyede 1 litre su girişiyle yoğun üretim koşullarında üretilebilecek balık miktarları Çizelge 2.17'de verilmiştir.

Çizelge 2.17. Oksijen yönünden doymuş, saniyede 1 litre suyla yoğun üretim koşullarında alabalık üretim miktarı

Su sıcaklığı °C	Yavru ortalama 1 g	Yavru ortalama 10 g	Besi balığı ortalama 100 g
5	30	50	60
10	25	40	50
15	15	25	30
20	10	20	25

Belirli bir miktar su ile üretilebilecek balık miktarının saptanmasında yararlanılan bir diğer kriter suyun oksijen içeriğidir. Burada 1 kg alabalığın 1 saatte tükettiği oksijen esas alınır. Bu yöntemde 50 g'dan küçük balıkların toplam 1 kg'ının 1 saatte 500 - 600 mg oksijen tükettiği, 50 g'dan daha büyük balıkların ise toplam 1 kg'ının 1 saatte 400 - 500 mg oksijen tükettikleri dikkate alınır. Ayrıca kullanılan suyun havuzlardan çıkışta litrede 6 mg oksijen içermesi zorunludur. Havuzlara giren suyun içerdiği oksijen ile çıkış suyunun kapsadığı oksijen arasındaki miktar, balıkların tüketebileceği kullanılabilir oksijeni ifade eder (MEB, 2008)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. ÇALIŞMA ALANI VE İSTASYONLARIN TANIMI

Proje çalışmamız, Mersin İli'ne 25 km uzaklıktaki Erdemli İlçesi, Kargıpınarı beldesi mevkiinde Karapınar Deresi üzerinde bulunan 3 alabalık işletmesinde gerçekleştirilmiştir.

Karapınar Deresi, Elvanlı Köyünden başlayıp Karacaoğlan Deresi ile birleşerek Kargıpınarı beldesinden Akdeniz'e dökülmektedir. Karapınar Deresi, içme suyu, sulama ve alabalık üretimi olmak üzere çok amaçlı kullanılmaktadır.

Derenin su akımında Aralık ve Ocak aylarında yükselme olurken, bu durumun yağışlardan kaynaklanmaktadır. Yaz aylarında ise yağışın az olması ve tarımsal sulamanın artması nedeniyle su akımı en düşük seviyelere inmektedir. Karapınar Deresi'nin aylık debi değerleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

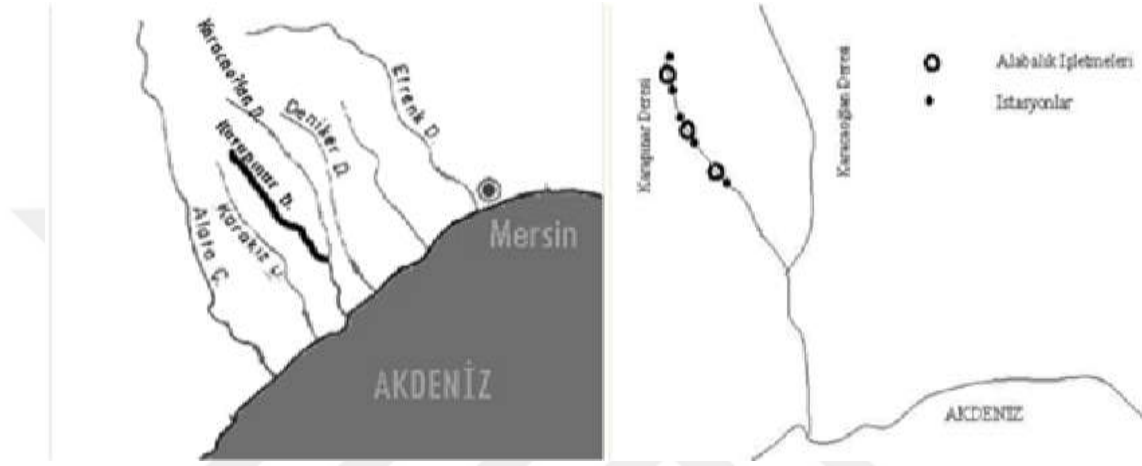
Genel olarak Ocak 2012 – Aralık 2012 arası Karapınar Deresi'nin debisi ortalama 20,18 m³/s olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Karapınar Deresi Aylık ve Mevsimsel Su Debileri

Aylar	Debi (m ³ /s)	Mevsimler	Ortalama debi (m ³ /s)
Ocak.2012	22,22	Kış	22,48
Şubat.2012	20,66		
Mart.2012	21,23		
Nisan.2012	19,92	İlkbahar	20,14
Mayıs.2012	19,29		
Haziran.2012	18,64		
Temmuz.2012	18,46	Yaz	18,11
Ağustos.2012	17,26		
Eylül.2012	18,45		
Ekim.2012	19,66	Sonbahar	19,99
Kasım.2012	21,88		
Aralık.2012	24,56		
Yıllık ortalama			20,18

Çalışmanın yapıldığı işletmeler aile işletmeleri olup düşük kapasitelidir ve restoran olarak kullanılmaktadır. Birinci işletme 8 ton/yıl üretim kapasiteli Kavaklıdere restoranına, ikincisi 15 ton/yıl üretim kapasiteli Pınarbaşı restoranına,

üçüncüsü ise 10 ton/yıl üretim kapasiteli Serindere restoranına ait işletmelerdir. Örneklemeler, Ocak 2012 – Aralık 2012 tarihleri arasında 5 istasyonda aylık periyotlarla gerçekleştirilmiştir. İstasyonlar, seçilen 3 işletmenin giriş ve çıkışları olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. İstasyonların dağılımı

İstasyon 1; Karapınar Deresi'nin başlangıç kısmı olup ilk işletmenin giriş bölgesidir.

İstasyon 2; dere üzerinde bulunan ilk işletmenin çıkış noktasıdır

İstasyon 3; ikinci işletmenin giriş noktasını oluşturmaktadır

İstasyon 4; İkinci ve üçüncü işletmenin orta noktasını oluşturmaktadır

İstasyon 5; üçüncü işletmenin çıkış noktası (Şekil 3.2).



İstasyon 1



İstasyon 2



İstasyon 3



İstasyon 4



İstasyon 5

Şekil 3.2 İstasyonlardan Görünüm

3.2. ÖRNEKLERİN ALINMASI VE HAZIRLANMASI

Su örnekleri, Ocak 2012 – Aralık 2012 tarihleri arasında periyodik olarak her istasyondan iki tekrarlı olacak şekilde 1,5 l hacimli önceden temizlenmiş polietilen şişelere doldurularak, üzerlerine alınma tarihi ve örnekleme noktası not edilmiştir. Sediment örnekleri mevsimsel olarak yüzey sediment tabakasından plastik kürek yardımıyla alınarak, polietilen torbalara konulmuş ve üzerleri etiketlenmiştir. Örnekler hiçbir koruyucu kimyasal madde eklenmeden karanlık ortamda soğutucular yardımıyla Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarına taşınmıştır.

Laboratuvara getirilen su örneklerinin bir kısmı süzme düzeneklerinde Whatman marka GF/C filtreler kullanılarak süzülmüştür. Filtre edilen su örneklerinden toplam sertlik, toplam alkalinite, nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, ortofosfat analizlerine filtrasyon işlemi tamamlandıktan hemen sonra başlanmıştır. Toplam azot, toplam fosfor ve KOİ analizleri için kullanılacak süzülmemiş su örnekleri ise analize kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Sediment örnekleri ise analizlere kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Sahada ve laboratuvarında kullanılan araçlar;

Sahada kullanılan araçlar

HachLange marka HQ40D model Multi ölçüm cihazı

Laboratuvarında kullanılan cihaz ve ekipmanlar

- Vakumlu süzme cihazı,
- AnalyticjenaSpecord 210 UV Spektrofotometre,
- Cem Mars mikrodalga fırın,
- Whatman GF/C filtre kağıtları
- Kimyasal ve cam malzemeler

3.3. ÖRNEKLERİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ANALİZLERİ

3.3.1. Fiziksel Analizler

Çözünmüş oksijen (mg/l), pH, sıcaklık (°C), elektriksel iletkenlik (µs/cm) ve tuzluluk (ppt) HachLange marka HQ40D model Multi ölçüm cihazı ile arazide yerinde ölçülmüştür.

Toplam Askıda Katı Madde (AKM)

Askıda katı madde analizleri, gravimetrik yöntemle göre yapılmıştır. Yönteme göre her istasyondan belirli hacimdeki su örneği, önceden 105°C de etüvde kurutulan ve sabit tartımları alınan filtre kağıtlarından süzümüştür. Süzme işleminden sonra filtre kağıtları sabit tartıma gelene kadar tekrar 105 °C ayarlı etüvde bekletildikten sonra tartılmıştır. Elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerine konularak AKM (mg/l) miktarları hesaplanmıştır (APHA, 1998).

$$AKM (mg/l) = \frac{(A - B) \times 1000}{Vö}$$

A: Süzme sonrası ağırlık (mg)

B: Filtre kağıdı (dara) (mg)

Vö: Süzülen örnek miktarı (ml)

3.3.2. Kimyasal Analizler

Klorofil-a (Kl-a)

Kl-a analizi için trikromatik metottan yararlanılmıştır. Metoda göre belirli miktardaki su örnekleri süzme düzeneği yardımıyla filtre kağıtlarından süzümüştür. Pigmentlerin zarar görmemesi ve asiditenin artmaması için filtreleme bitiminde filtre kağıtları üzerine 2 damla %1'lik MgCO₃ (magnezyum karbonat) eklenerek, cam tüpler içerisine yerleştirilmiş ve üzerlerine 10 ml %90'lık aseton (C₃H₆O) eklenerek ışık almayacak şekilde +4 °C' de 24 saat bekletilmiştir. Kl-a örneklerinin okunmasından önce bulanıklığın giderilmesi amacı ile enjektör ucu filtreden

geçirilmiştir. Okumalar, spektrofotometre de 750, 630, 647 ve 664 nm dalga boylarında yapılmıştır (APHA, 1998).

OD_{664} , OD_{647} , OD_{630} = Ekstraktın 664, 647 ve 630 nm dalga boylarında okunan optik yoğunluklarıdır ve bu ölçülen değerlerden 750 nm deki absorbans değerlerin çıkarılmasıyla elde edilen veriler aşağıdaki formülde yerine konmuştur.

$$Ca(mg/L) = 11.85*(OD_{664}) - 1.54*(OD_{647}) - 0.08*(OD_{630})$$

$$Kl - a (mg/m^3) = \frac{Ca \times Ve}{Vö}$$

Ve: Ekstraktın hacmi (L)

Vö: Örneğin hacmi (m³)

Toplam Alkalinite (TA)

Toplam alkalinite tayininde titrimetrik yöntemle göre süzölmüş su örneğinden 100 ml alınarak içerisine birkaç damla metil oranj (C₁₄H₁₄N₃NaO₃S) damlatıldıktan sonra, 0,1 N lik sülfürik asit (H₂SO₄) ile renk kırmızı olana kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan asit sarfiyatı kaydedilmiş ve aşağıdaki formülde yerine konarak hesaplanmıştır (APHA, 1998).

$$\text{Toplam Alkalinite (mg CaCO}_3\text{/l)} = \frac{A \times N \times 50000}{Vö}$$

A: Asit Sarfiyatı (ml)

N: Asitin Normalitesi

Vö: Örnek Miktarı (ml)

Toplam Sertlik (TS)

Toplam sertlik, Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA) (C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈.2H₂O) ile Eriochrome Black T (EBT) (C₂₀H₁₂N₃NaO₇S) indikatörlüğünde titrimetrik metot yardımıyla belirlenmiştir (APHA, 1998). Süzölmüş 100 ml su örneğinin üzerine 5 ml tampon çözeltisi (amonyum klorür

(NH₄Cl) ve amonyak solüsyon karışımı) ve bir miktar indikatör olarak EBT eklenerek solüsyonun kırmızıdan maviye dönene kadar EDTA ile titre edilerek sarfiyatı kaydedilmiş ve aşağıdaki formülde değerler yerine konularak belirlenmiştir (APHA, 1998).

$$\text{Toplam sertlik(mgCaCO}_3\text{/l)} = \frac{A \times B \times 1000}{Vö}$$

A: EDTA sarfiyatı (ml)

B: EDTA faktörü (1 ml EDTA içerisinde eşdeğer mg CaCO₃)

Vö: Örnek miktarı (ml)

Karbondioksit (CO₂)

Karbondioksit analizleri titrimetrik metoda göre yapılmıştır. Metoda göre 50 ml su örneği içerisinde 3-4 damla fenol ftalein (C₂₀H₁₄O₄) damlatıldıktan sonra 0,02N sodyum hidroksit (NaOH) yardımıyla pembe renk elde edilene kadar titrasyon işlemine devam edilmiştir. Analiz sırasında harcanan sarfiyat kaydedilerek aşağıdaki formülde değerler yerine konup hesaplanmıştır (APHA, 1998).

$$\text{Karbondioksit} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = \frac{A \times N \times 50000}{Vö}$$

A: NaOH sarfiyatı (ml)

N: NaOH'in normalitesi

Vö: Örnek miktarı (ml)

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Su örneklerinin KOİ değeri (mg/l) kolorimetrik metoda uygun olarak belirlenmiştir. Yapılan analizlerde, 2,5 ml süzülmemiş su örnekleri üzerine 1,5 ml yakma reaktifi (potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇), sülfürik asit (H₂SO₄) ve gümüş sülfat (AgSO₄)) karışımı eklenerek yüksek sıcaklıkta (150°C) bırakılmıştır. Ardından oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir. Örneklerin absorbansı köre (blank) karşı ve uygun matriksler içerisindeki standartlar ile beraber 600 nm dalga boyunda okunmuştur (APHA, 1998).

Nitrat Azotu (NO_3^- -N)

Nitrat azotunun analizi, spektrofotometrik metoda göre yapılmıştır. Bu metotta çözülmüş organik maddeler 220 nm de absorbans gösterirken, nitrat 275 nm de absorbans göstermez. Bu nedenle 275 nm de okunan absorbansların 2 katı alınıp, 220 nm absorbans değerlerinden çıkarılmasıyla gerçek nitrat absorbans değeri elde edilir (APHA, 1998).

Yönteme göre süzölmüş 25 ml su örnekleri ve kör üzerine 0,5 ml 1N hidroklorik asit (HCl) eklenmiş ve spektrofotometrede 220 nm ve 275 nm dalga boyunda okunmuştur. Nitrat azotu düzeyleri (mg/l), hazırlanan standartlar yardımıyla saptanmıştır.

Nitrit azotu (NO_2^- -N)

Kolorimetrik metoda göre nitrit azotunun asidik koşullarda, sülfanilamid ($C_6H_8N_2O_2S$) ve NED (N-(1naphthyl)-etilendiaminhidroklorid) ($C_{12}H_{16}C_{12}N_2$) ile reaksiyona girerek kırmızımsı – mor azo boyası oluşturma prensibine göre belirlenir. Süzölmüş 25 ml su örnekleri üzerine 0,5 ml sülfanilamid ve 0,5 ml NED eklendikten sonra spektrofotometrede köre karşı 543 nm dalga boyunda okunmuştur. Örneğin içerdiği nitrit azot düzeyi (mg/l) hazırlanan standartlara göre belirlenmiştir (APHA, 1998).

Amonyum azotu (NH_4^+ -N)

Amonyum azotu, fenat yöntemine göre yapılmıştır. Alkollü fenol ilave edilen örneklerin sodyum nitroprossid ve oksitlenme çözültisiyle reaksiyona girmesi sonucu oluşan rengin, spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanır (APHA, 1998). Metoda göre alınan 25 ml süzölmüş su örnekleri üzerine 1 ml fenol solüsyonu (C_6H_5OH) ile etil alkol (C_2H_6O) karışımı 1 ml sodyum nitroprosid ($Na_2[Fe(CN)_5]NO.2H_2O$) ve 2,5 ml oksitlenme solüsyonu (alkalin sitrat ($C_6H_5Na_3O_7$ (tri-sodyumsitrat) ve NaOH(sodyum hidroksit) karışımı) ile sodyum hipoklorid ($NaClO$ karışımı) eklenmiş ve karanlıkta bekletilmiştir. Örnekler 24 saat içerisinde spektrofotometrede köre (blank) karşı 640 nm de okunmuştur. Amonyum

azot düzeyleri (mg/l) uygun matriksler içerisinde hazırlanan standartlar yardımıyla saptanmıştır.

Toplam Azot (TN)

Toplam azot analizinde, 50 ml süzülmemiş su örnekleri alınarak içerisine 5 ml yakma solüsyonu (sodyum hidroksit (NaOH), potasyum peroksidi sülfat(KO_6S) ve borik asit (H_3BO_3) karışımı) ilave edilmiş ve mikrodalga fırında $150\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 1 saat boyunca yakılmıştır (Valderama, 1982; APHA, 1998).

Yakılan su örnekleri daha sonra nitrat azotu metoduna göre köre (blank) karşı 220 ve 275 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur. Örneğin içerdiği toplam azot düzeyi (mg/l) hazırlanan uygun matriksler içerisindeki standartlara göre belirlenmiştir.

Orta fosfat (PO_4-P)

Ortafosfat düzeylerinin belirlenmesinde, askorbik asit yönteminden yararlanılmıştır. Yöntem, asidik ortamda askorbik asidin amonyum molibdat ve potasyum antimonil tartarat ile reaksiyona girmesi sonucu oluşan mavi renkli fosfomolibdik asidin spektrofotometrik olarak ölçülmesidir (APHA 1998). Alınan 25 ml süzülmüş su örnekleri kör (blank) ve uygun matriksler içerisinde hazırlanmış standartlarla beraber 4 ml kombine reaktif, sülfürik asit (H_2SO_4), potasyum antimonil tartarat ($K(SbO)C_4H_4O_6.1/2H_2O$), amonyum molibdat ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$) ve askorbik asit ($C_6H_8O_6$) ile renklendirilmiş ve spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunarak orta fosfat düzeyi (mg/l) ölçülmüştür.

Toplam Fosfor (TP)

Toplam fosfor için 50 ml süzülmemiş su örneklerinden alınarak içerisine 5 ml yakma solüsyonu (sodyum hidroksit (NaOH), potasyum persülfat ($K_2S_2O_8$) ve borik asit (H_3BO_3)) eklenmiş ve mikrodalga fırında $150\text{ }^\circ\text{C}$ de 1 saat boyunca yakılmıştır (Valderama 1982, APHA 1998). Yakılan su örnekleri daha sonra orta

fosfat için uygulanan askorbik asit metoduna uygun olarak hazırlanıp, köre (blank) karşı ve uygun matriksler içerisinde hazırlanmış standartlarla beraber spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunarak toplam fosfor (mg/l) belirlenmiştir.

Sedimentte Toplam Kjeldahl Azotu (SD-TN)

Kjeldahl metoduna göre SD-TN analizi yapılmıştır. Analize göre homojen hale getirilen ve elenen sediment örneklerinden 1 g alınarak kjeldahl balonlarına aktarılmış ve üzerine katalizör tablet ve sülfürik asit (H₂SO₄) eklenmiştir. Örnekler yakma ünitesinde 380°C’de yakılmıştır. Daha sonra yakılan örnekler distilasyon ünitesinde yardımıyla sedimentte azot türevlerini amonyak azotuna dönüştürerek borik asit (H₃BO₃) içerisinde tutulması sağlanmış ve indikatör eklenerek seyreltik asit ile titre edilip sarfiyat miktarı kaydedilmiş ve aşağıdaki formülde terine konarak hesaplanmıştır (APHA 1998).

$$\text{TKN (mg NH}_3\text{ - } \frac{\text{N}}{\text{kg}}) = \frac{(\text{S} - \text{B}) * \text{N} * 1,401}{\text{V}} * 10000$$

S: Titrasyonda kullanılan asit sarfiyatı (ml)

B: Blank örnekte kullanılan asit sarfiyatı (ml)

N: titrasyonda kullanılan asidin normalitesi

V: Alınan örnek miktarı (gr kuru ağırlık)

Sedimentte Toplam Fosfor (SD-TP)

SD-TP düzeyi spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Analizde, homojen hale getirilen ve elenen sediment örneklerinden 1 g alınarak 450 °C’ de 3 saat yakılmış ve üzerine 20 ml 3,5 M hidroklorik asit (HCl) eklenerek 16 saat bekletilmiştir. Bu işlemden sonra santifrüjlenen örneklerin üst kısmından 10 ml alınmış ve gerekli nötralizasyon ve sulandırma işlemleri yapılmıştır. Uygun matriksler içerisinde hazırlanmış standartlarla beraber potasyum antimonil tartarat (K(SbO)C₄H₄O₆.1/2H₂O) amonyum molibdat ((NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O) ve askorbik asit

(C₆H₈O₆) karışımı reaktif ile renklendirilerek spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Murphy ve Riley, 1962).

3.3.3. İstatiksel Analizler

Veriler MS Office Excel kullanılarak kaydedilmiş, grafikler ve çizelgeler aynı yazılım ile oluşturulmuştur. İstatistiksel analizlerden önce ESD metoduyla (extreme studentized deviate) veri setinden uç değerler (outlier) uzaklaştırılmıştır. Örneklem noktalarında su kalitesi değişkenleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analiziyle belirlenmiştir. İstatistiksel analizler için öncelikle Shapiro-Wilk W testiyle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir.

Herhangi bir parametrenin alansal (örneklem noktaları arasındaki farklılık) varyasyonun istatistiksel olarak önemli olup olmadığı dağılım testleriyle belirlenmiştir. Örneklem noktaları ve zaman serisi verileri tekrar kabul edilerek normal dağılım gösterenler değişkenler için oneway ANOVA ve normal dağılım göstermeyenler için Wilcoxon/Kruskal Wallis testleri uygulanmış, ortalamaların karşılaştırmaları Tukey HSD testiyle yapılmıştır.

Örneklem noktaları arasındaki uzaklık/yakınlığın gösterilmesi için Cluster analizi kullanılmıştır. Cluster analizinde normalize edilmemiş veriler tekli bağlantı (single linkage) kullanılarak uzaklık (1-Pearson korelasyon katsayısı) ile gösterilmiştir.

Akarsuda su kalitesi değişkenleri ortalama değerleri arasındaki ilişkilerin tahmin edilmesinde öncelikle Detrended Canonical Analysis (DCA) ile modelleme metodu seçilmiştir. DCA modelinde en uzun eksenin uzunluğu veri setindeki beta çeşitliliğinin tahminini sağlamış ve en uzun eksen <1.2 sd olduğundan multivariate model olarak lineer indirect gradient analiz metodu olan Principal Component Analysis (PCA) kullanılmıştır. Veri setinde var olan sıfır/sıfıra yakın değerlerinin logaritmik dönüştürme işleminde hataya neden olmaması için (log (a × y + b)) dönüştürmesi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık seviyesi p<0,05 olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. BULGULAR

Karapınar Deresi'nde Ocak 2012 – Aralık 2012 tarihleri arasında yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Su Kalite Parametreleri

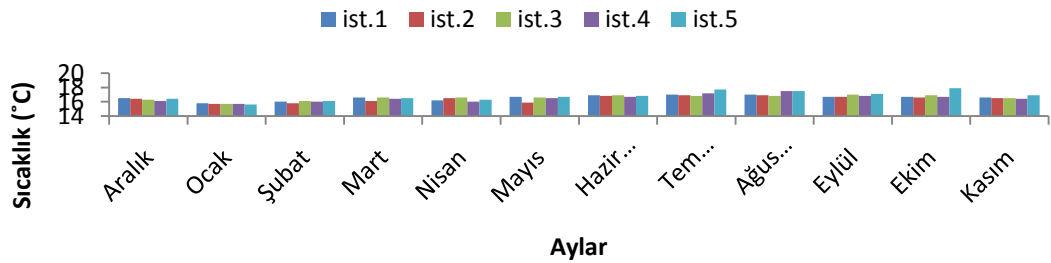
4.1.1.1. Sıcaklık

Karapınar Deresi'nde yapılan su sıcaklık ölçümleri sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) değerler ile ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.1'de; aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İstasyonlara göre sıcaklık değerlerinin dağılımı ($^{\circ}$ C)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	15,8 – 17,0	16,6 \pm 0,4
2	15,7 – 16,9	16,4 \pm 0,4
3	15,7 – 17,0	16,6 \pm 0,4
4	15,7 – 17,5	16,6 \pm 0,5
5	15,6 – 17,9	16,7 \pm 0,6

Su sıcaklık değerleri en yüksek 17,9 $^{\circ}$ C ile Ekim ayında 5. istasyonda, en düşük ise 15,6 $^{\circ}$ C ile Ocak ayında 5. istasyonda belirlenmiştir (Şekil 4.1). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, istasyonlarda belirlenen sıcaklık değerlerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1. Sıcaklık Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

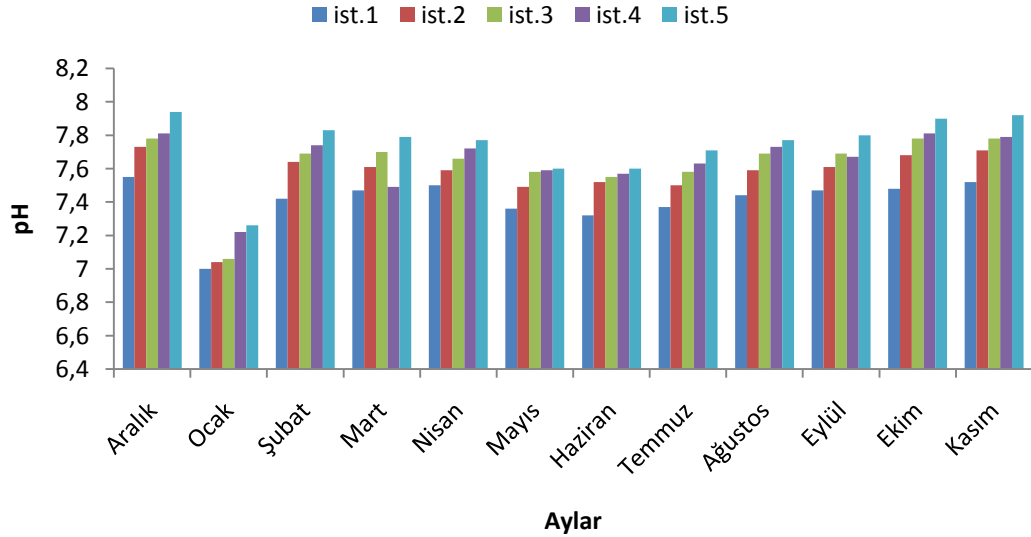
4.1.1.2. pH

Karapınar Deresi'nde yapılan pH ölçümleri sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) değerler ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.2'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İstasyonlara göre pH değerlerinin dağılımı

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	7,00 – 7,55	7,4 \pm 0,1 ^a
2	7,04 – 7,73	7,6 \pm 0,1 ^b
3	7,06 – 7,78	7,7 \pm 0,1 ^b
4	7,22 – 7,81	7,6 \pm 0,1 ^b
5	7,26 – 7,94	7,7 \pm 0,2 ^b

pH değerleri, 7-7,94 aralığında değişim gösterirken, en düşük Ocak ayında 1. istasyonda, en yüksek ise Aralık ayında 5. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.2). İstasyonlarda belirlenen pH değerlerindeki değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiş olup, bu farklılığın istasyon 1 ile diğer istasyonlar arasında ortaya çıktığı belirlenmiştir ($p < 0,05$) (Çizelge 4.2).



Şekil 4.2. pH Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

4.1.1.3. Çözünmüş oksijen

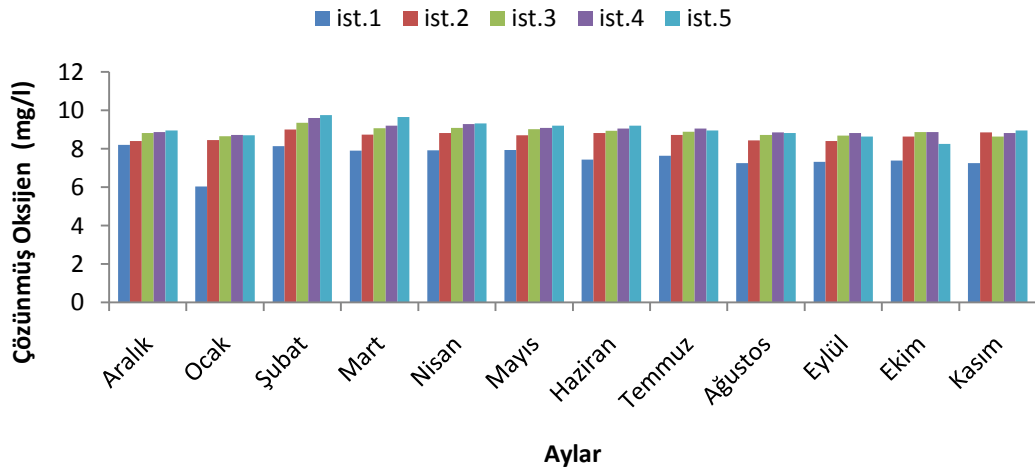
Karapınar Deresi'nde yapılan çözünmüş oksijen ölçümleri sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) değerler ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.3'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. İstasyonlara göre çözünmüş oksijen değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	6,04 – 8,20	7,5 \pm 0,6 ^a
2	8,40 – 9,00	8,7 \pm 0,2 ^b
3	8,64 – 9,35	8,9 \pm 0,2 ^b
4	8,72 – 9,60	9,0 \pm 0,3 ^b
5	8,25 – 9,75	9,0 \pm 0,4 ^b

Karapınar Deresi'nde yapılan aylık ölçümler sonucunda çözünmüş oksijen değerleri 6,04-9,75 mg/l aralığında değişirken, en düşük ölçüm Ocak ayında 1. istasyonda, en yüksek ölçüm ise Şubat ayında 5. istasyonda gözlenmiştir (Şekil 4.3).

İstasyonlarda belirlenen çözünmüş oksijen değerlerindeki değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Buna göre 1 nolu istasyonun diğer istasyonlardan farklı olduğu ($p < 0,05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).



Şekil 4.3. Çözünmüş Oksijen Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg/l)

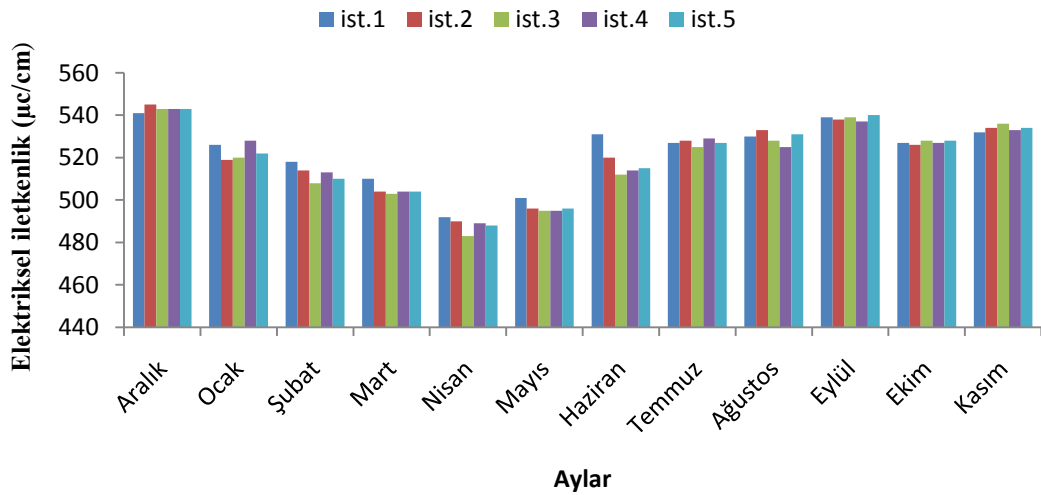
4.1.1.4. Elektriksel İletkenlik

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) elektriksel iletkenlik değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.4'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. İstasyonlara göre elektrik iletkenliği değerlerinin dağılımı ($\mu\text{s/cm}$)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	431 – 541	522 \pm 15
2	490 – 545	521 \pm 17
3	483 – 543	518 \pm 18
4	489 – 543	520 \pm 17
5	488 – 543	520 \pm 17

Yıl boyunca izlenen elektriksel iletkenlik değeri, en yüksek 545,00 $\mu\text{s/cm}$ ile Aralık ayında 2. istasyonda, en düşük 431,00 $\mu\text{s/cm}$ ile Haziran ayında 1. istasyonda belirlenmiştir (Şekil 4.4). İstatistiksel analizler sonucu elektriksel iletkenlik değerlerinin istasyonlar arasındaki farkının anlamsız olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.4).



Şekil 4.4. Elektriksel İletkenlik Değerlerinin Aylara Göre Değişimi ($\mu\text{s/cm}$)

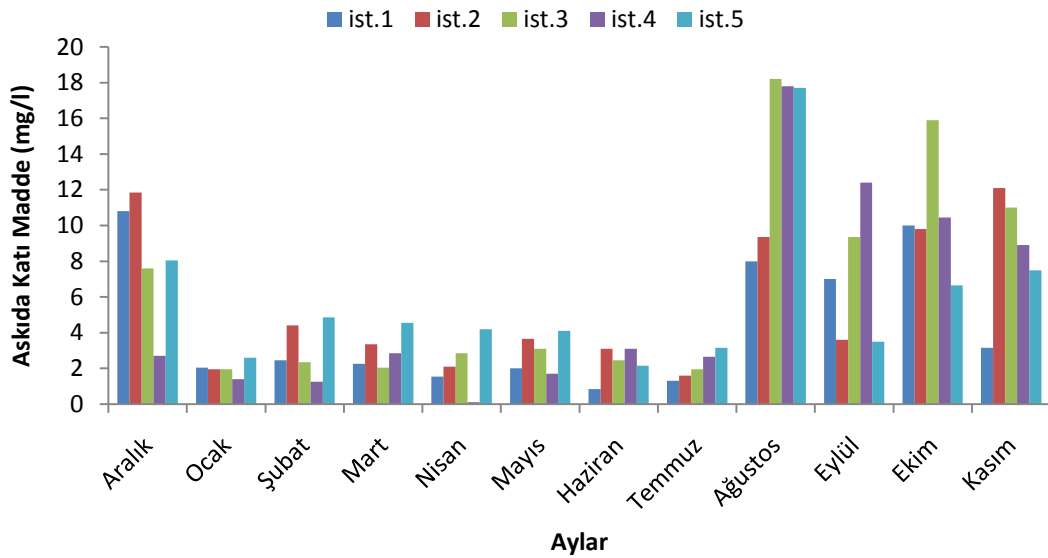
4.1.1.5. Askıda Katı Madde

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) askıda katı madde değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.5'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. İstasyonlara göre askıda katı madde değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,85 – 10,80	4,3 \pm 3,6
2	1,60 – 12,10	5,6 \pm 4,0
3	1,85 – 18,20	6,6 \pm 5,8
4	0,10 – 17,80	5,4 \pm 5,6
5	2,15 – 17,70	5,7 \pm 4,2

Çalışma süresince askıda katı madde değerleri en yüksek 18,2 mg/l ile Ağustos ayında 3. istasyonda, en düşük 0,1 mg/l ile Nisan ayında 4. istasyonda gerçekleşmiştir (Şekil 4.5). İstatistiksel analizler sonucu askıda katı madde değerlerinin istasyonlar arasındaki farkının anlamsız olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.5).



Şekil 4.5. Askıda Katı Madde Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg/l)

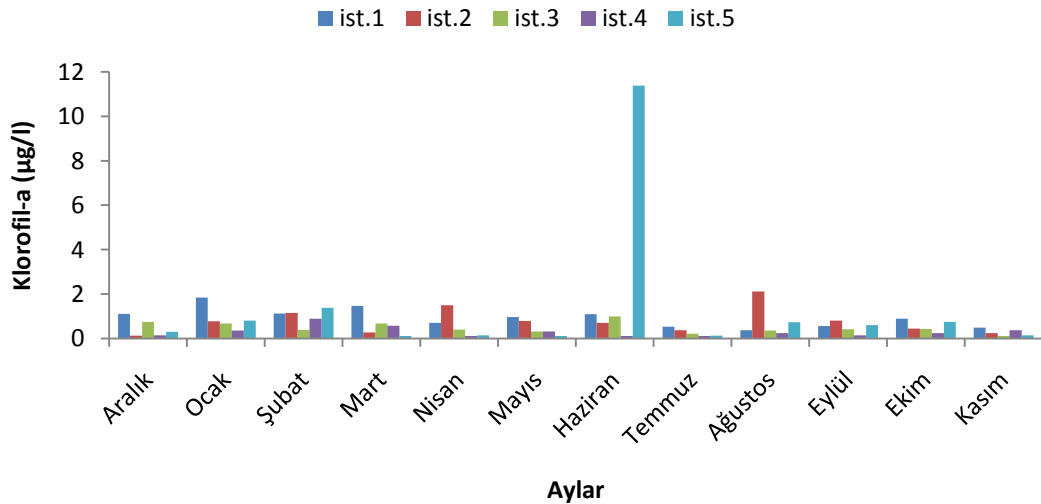
4.1.1.6. Klorofil-a

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) klorofil-a değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.6'da, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. İstasyonlara göre klorofil-a değerlerinin dağılımı ($\mu\text{g/l}$)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,38 – 1,84	0,93 \pm 0,43 ^a
2	0,13 – 2,12	0,77 \pm 0,58 ^a
3	0,12 – 0,99	0,41 \pm 0,25 ^{ab}
4	0,12 – 0,90	0,31 \pm 0,23 ^b
5	0,12 – 11,38	0,48 \pm 0,42 ^{ab}

Çalışma süresince klorofil-a değeri en düşük 0,12 $\mu\text{g/l}$ ile Kasım ayında 3. istasyonda, Haziran ayında 4. istasyonda, Mart ayında 5. istasyonda, en yüksek 11,38 $\mu\text{g/l}$ ile Haziran ayında 5. istasyonda belirlenmiştir (Şekil 4.6). İstatistiksel analizler sonucu klorofil-a değerlerinin istasyonlar arasındaki farkının anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 4.6). Buna göre 4 nolu istasyonun 1 ve 2 nolu istasyonlardan farklı, diğer istasyonların da birbirine benzer olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).



Şekil 4.6. Klorofil-a Madde Değerlerinin Aylara Göre Değişimi ($\mu\text{g/l}$)

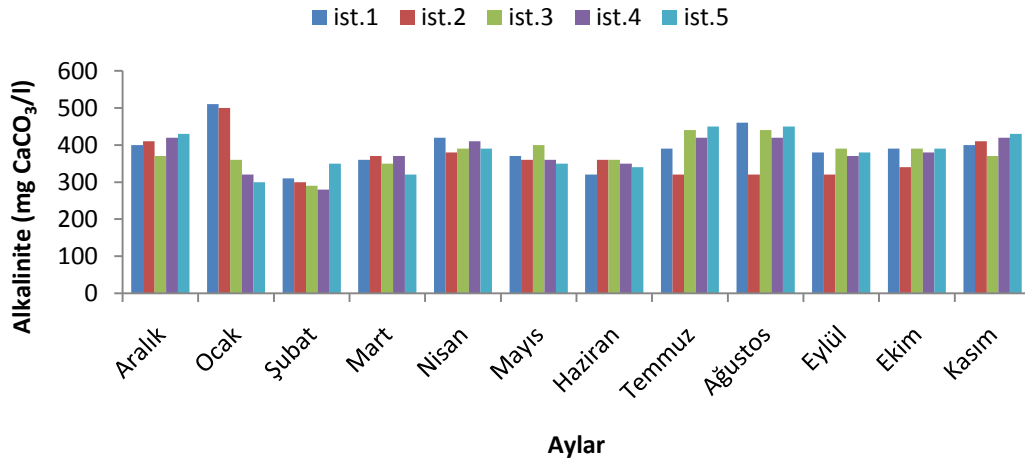
4.1.1.7. Toplam Alkalinite

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) toplam alkalinite değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.7'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. İstasyonlara göre toplam alkalinite değerlerinin dağılımı (mg CaCO₃/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	310 – 510	375 \pm 36
2	300 – 500	361 \pm 38
3	290 – 440	376 \pm 36
4	280 – 440	376 \pm 45
5	300 – 450	374 \pm 45

İstasyonlarda gözlenen en düşük değer 280 mg CaCO₃/l ile Şubat ayında 4. istasyonda, en yüksek değer 510 mg CaCO₃/l ile Ocak ayında 1. istasyonda gözlenmiştir (Şekil 4.7). Toplam alkalinite değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.7).



Şekil 4.7. Toplam Alkalinite Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg CaCO₃/l)

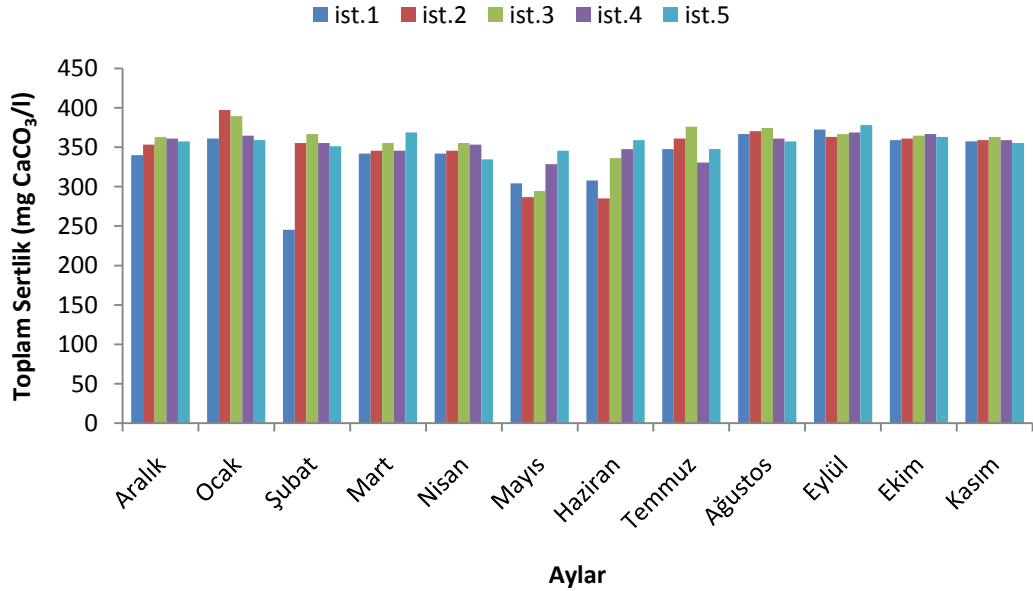
4.1.1.8. Toplam Sertlik

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) toplam sertlik değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.8'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. İstasyonlara göre toplam sertlik değerlerinin dağılımı (mg CaCO₃/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	294,5 – 372,4	341 \pm 26
2	285,0 – 397,1	349 \pm 32
3	394,5 – 389,5	359 \pm 24
4	328,7 – 368,6	354 \pm 13
5	334,4 – 878,1	356 \pm 11

Çalışma süresince toplam sertlik değerleri en yüksek 397,1 mg CaCO₃/l ile Ocak ayında 2. istasyonda, en düşük 285 mg CaCO₃/l ile Haziran ayında 2. istasyonda gerçekleşmiştir (Şekil 4.8). Toplam sertlik değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.8).



Şekil 4.8. Toplam Sertlik Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg CaCO₃/l)

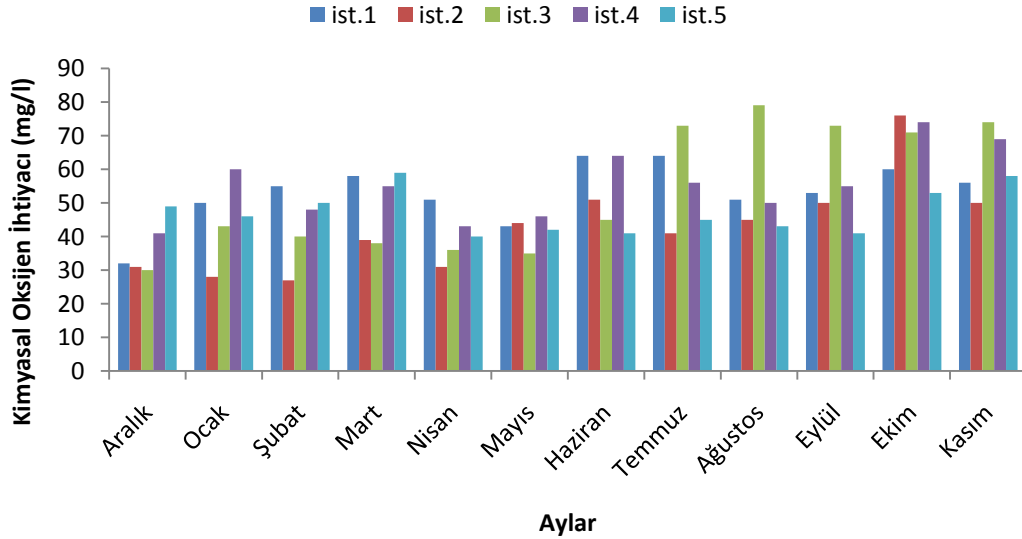
4.1.1.9. Kimyasal oksijen İhtiyacı

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.9'da, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. İstasyonlara göre kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	32 – 64	53 \pm 8,5
2	27 – 76	42 \pm 13,5
3	30 – 79	55 \pm 19
4	41 – 74	54 \pm 9,9
5	27 – 59	48 \pm 6,2

Kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri en yüksek 79 mg/l ile Ağustos ayında 3. istasyonda, en düşük ise 27 mg/l ile Şubat ayında 2. istasyonda tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). KOİ değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$) (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg /l)

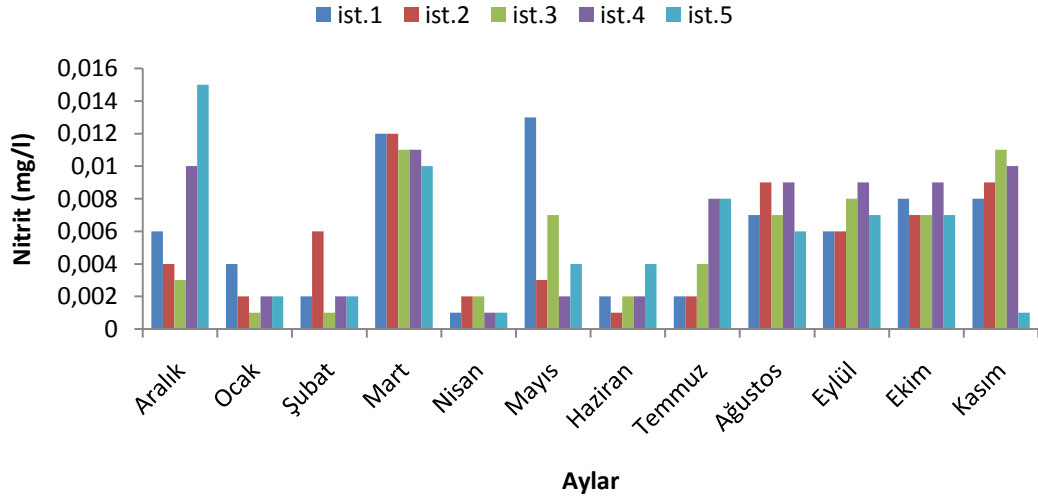
4.1.1.10. Nitrit Azotu

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) nitrit azotu değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.10'da, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. İstasyonlara göre nitrit azotu değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,001 – 0,013	0,006 \pm 0,004
2	0,001 – 0,012	0,005 \pm 0,004
3	0,001 – 0,011	0,005 \pm 0,004
4	0,001 – 0,011	0,006 \pm 0,004
5	0,001 – 0,015	0,006 \pm 0,004

Nitrit azotu değerleri, en yüksek 0,015 mg/l ile Aralık ayında istasyon 5'te, en düşük 0,001 mg/l ile Ocak ve Şubat aylarında istasyon 3'de, Nisan ayında istasyon 4'de, Haziran ayında istasyon 2'de ve Kasım ayında istasyon 5'de ölçülmüştür (Şekil 4.10). Nitrit azotu değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.10).



Şekil 4.10. Nitrit Azotu Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg /l)

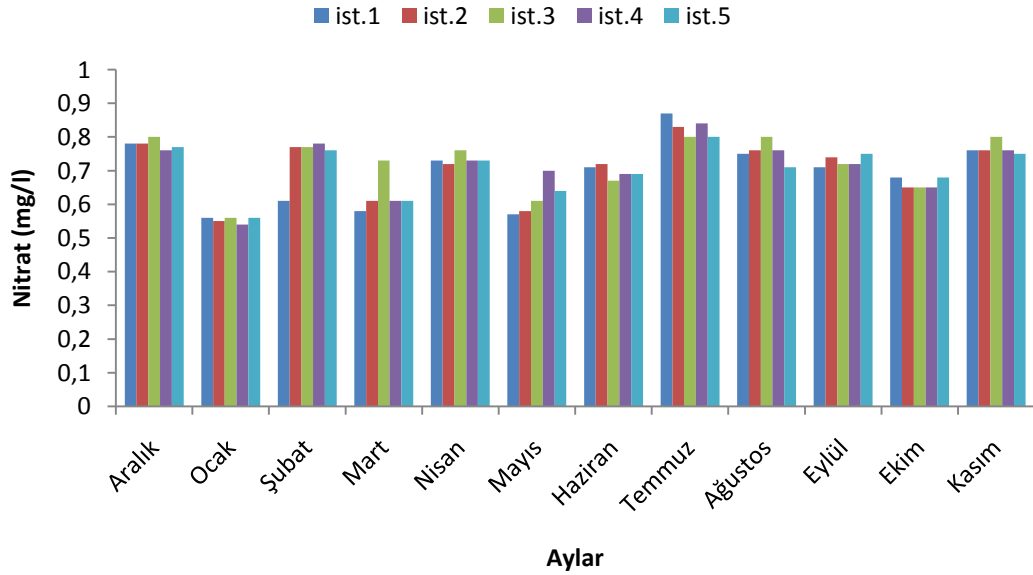
4.1.1.11. Nitrat Azotu

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) nitrat azotu değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.11'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. İstasyonlara göre nitrat azotu değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,56 – 0,87	0,69 \pm 0,10
2	0,55 – 0,83	0,71 \pm 0,09
3	0,56 – 0,80	0,72 \pm 0,08
4	0,54 – 0,84	0,71 \pm 0,08
5	0,56 – 0,80	0,71 \pm 0,07

Çalışma süresince nitrat azotu en yüksek değer 0,87 mg/l ile Temmuz ayında 1. istasyonda, en düşük ise 0,54 mg/l ile Ocak ayında 4. istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 4.11). Nitrat azotu değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.11).



Şekil 4.11. Nitrat Azotu Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg /l)

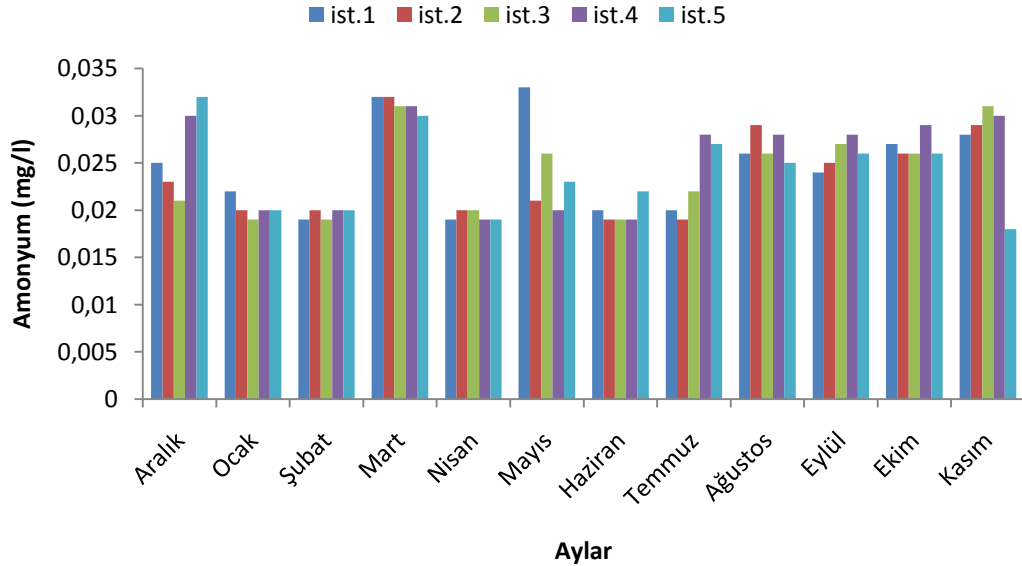
4.1.1.12. Amonyum Azotu

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) amonyum azotu değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.12'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. İstasyonlara göre amonyum azotu değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,019 – 0,033	0,024 \pm 0,005
2	0,019 – 0,032	0,023 \pm 0,005
3	0,019 – 0,031	0,024 \pm 0,005
4	0,019 – 0,031	0,025 \pm 0,005
5	0,018 – 0,032	0,024 \pm 0,004

Amonyum azotu değerleri, istasyonlarda en yüksek 0,033 mg/l ile Mayıs ayında 1. istasyonda, en düşük ise 0,018 mg/l ile Kasım ayında 5. istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 4.12). Amonyum azotu değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.12).



Şekil 4.12. Amonyum Azotu Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg /l)

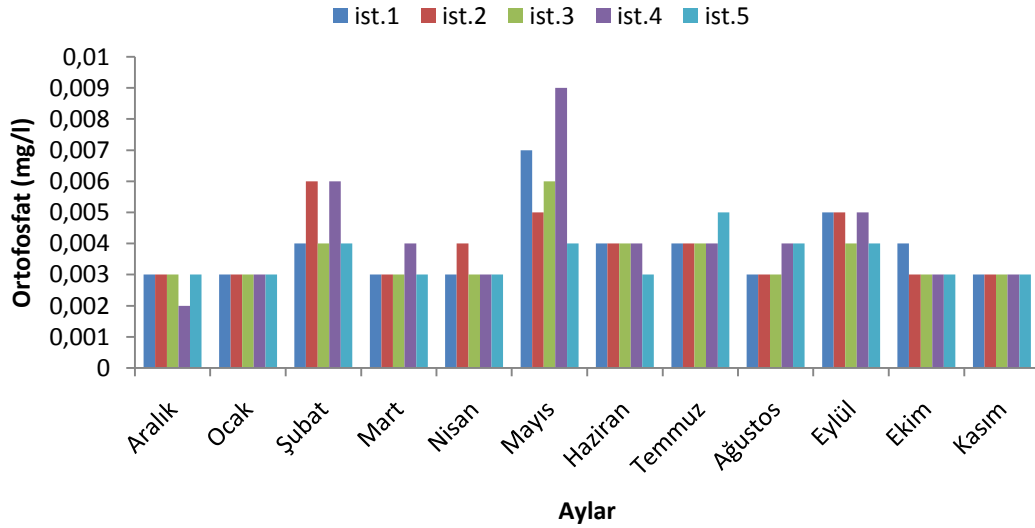
4.1.1.13. Ortofosfat

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) ortofosfat değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.13'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. İstasyonlara göre ortofosfat değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,003 – 0,007	0,004 \pm 0,001
2	0,003 – 0,006	0,004 \pm 0,001
3	0,003 – 0,006	0,004 \pm 0,001
4	0,002 – 0,009	0,004 \pm 0,002
5	0,003 – 0,005	0,004 \pm 0,001

Yapılan analiz sonuçlarına göre en düşük değer 0,002 mg/l ile Aralık ayında 4. istasyonda, en yüksek değer ise 0,009 mg/l Mayıs ayında 4. istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 4.13). Ortofosfat değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.13).



Şekil 4.13. Ortofosfat Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg /l)

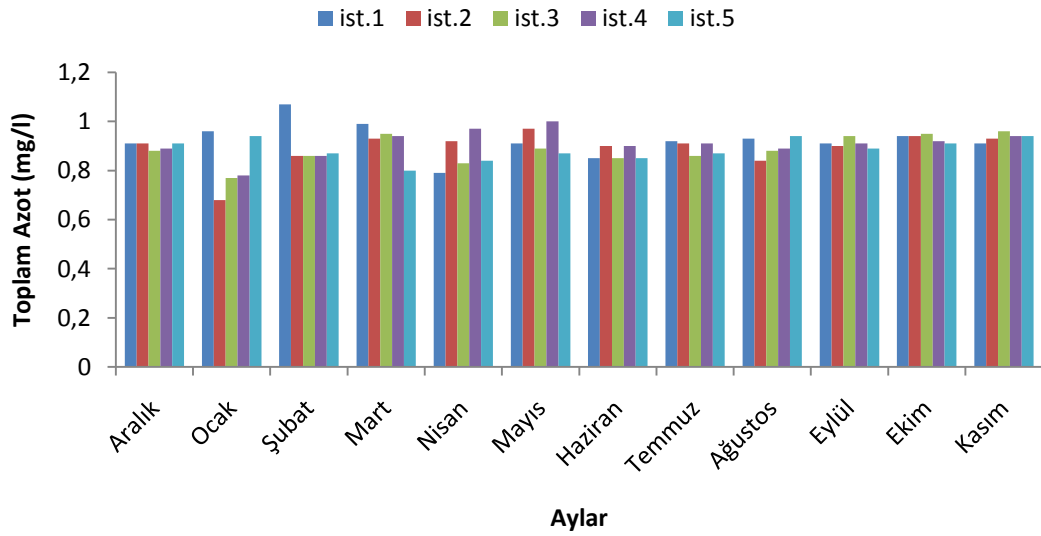
4.1.1.14. Toplam Azot

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) toplam azot değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.14'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. İstasyonlara göre toplam azot değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,79 – 1,07	0,92 \pm 0,07
2	0,68 – 0,97	0,89 \pm 0,08
3	0,77 – 0,96	0,87 \pm 0,06
4	0,78 – 1,00	0,91 \pm 0,05
5	0,80 – 0,94	0,88 \pm 0,05

Toplam azot değerleri en yüksek 1,07 mg/l ile Şubat ayında 1. istasyonda ve en düşük ise 0,68 mg/l ile Ocak ayında 2. istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 4.14). Toplam azot değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.14).



Şekil 4.14. Toplam Azot Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg /l)

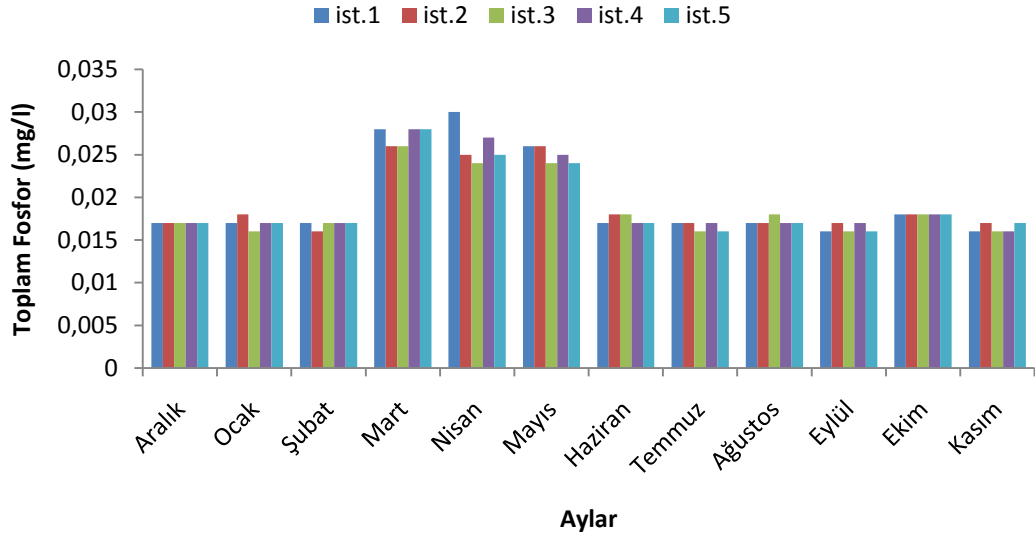
4.1.1.15. Toplam Fosfor

Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) toplam fosfor değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.15'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. İstasyonlara göre toplam fosfor değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,016 – 0,030	0,020 \pm 0,005
2	0,016 – 0,026	0,019 \pm 0,004
3	0,016 – 0,026	0,019 \pm 0,004
4	0,016 – 0,028	0,019 \pm 0,004
5	0,016 – 0,028	0,019 \pm 0,004

Toplam fosfor değerleri en yüksek 0,030 mg/l ile Nisan ayında 1. istasyonda, en düşük ise 0,016 mg/l ile Kasım ayında 1. istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 4.15). Toplam fosfor değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p > 0,05$) (Çizelge 4.15).



Şekil 4.15. Toplam Fosfor Değerlerinin Aylara Göre Değişimi (mg /l)

4.1.1.16. Sedimentte Toplam Kjeldahl Azotu (SD-TN) ve Toplam Fosfor (SD-TP)

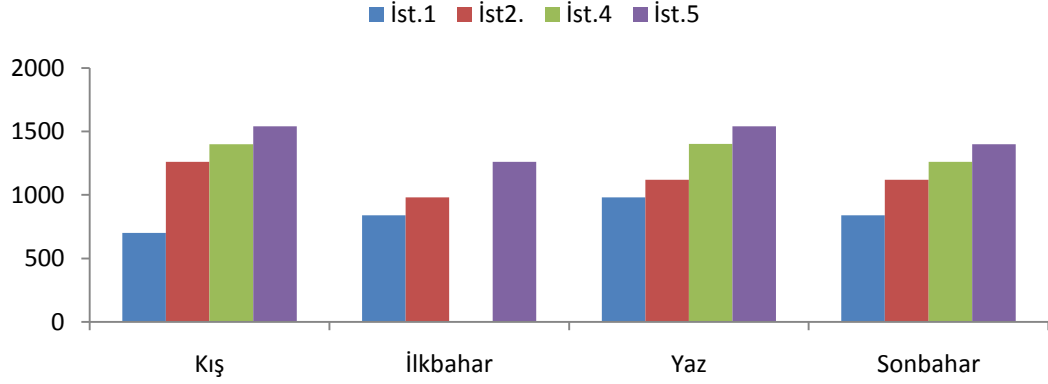
Karapınar Deresi'nde yapılan ölçümler sonucunda; en düşük ve en yüksek (Min-Mak) sedimentte toplam kjeldahl azotu ve toplam fosfor değerleri ile yıllık ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerler Çizelge 4.16'de, aylara göre değişim grafikleri ise Şekil 4.16.1 ve Şekil 4.16.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Sedimentte toplam azot ve toplam fosforun ortalama (\pm standart sapma) değerlerinin değişimi (mg/kg). (Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılığı temsil eder; $P < 0,01$; Tukey's HSD)

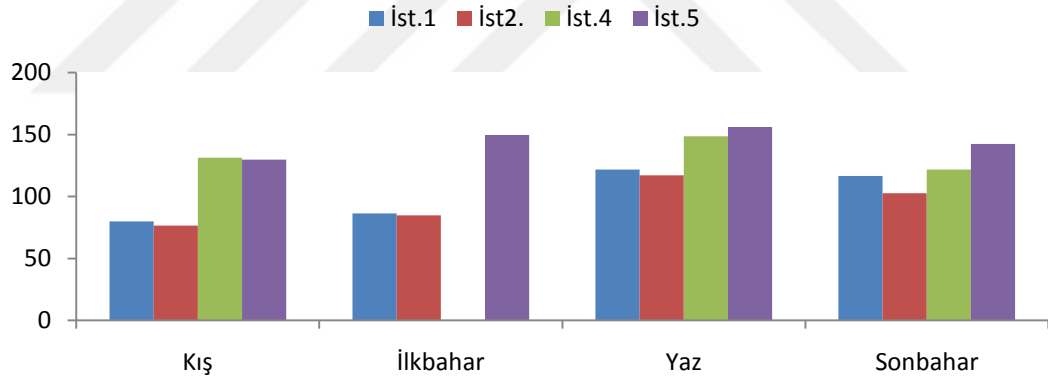
	I	II	IV	V
SD-TN	841 \pm 58 ^a	1121 \pm 58 ^b	1354 \pm 66 ^{bc}	1436 \pm 58 ^c
SD-TP	101 \pm 21 ^{ab}	95 \pm 18 ^a	134 \pm 14 ^{bc}	145 \pm 11 ^c

Yapılan çalışma sonucunda toplam azot değerleri mevsimsel olarak en düşük 700,5 mg/kg olarak 1. istasyonda kış mevsiminde, en yüksek ise 1542,1 mg/kg ile yaz mevsiminde 5. istasyonda belirlenmiştir. İstasyonlardaki ortalama değerlerin 841-1436 mg/kg arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Toplam fosfor değeri ise mevsimsel olarak en yüksek 156,14 mg/kg ile 5. istasyonda yaz mevsiminde, en düşük ise 76,52 mg/kg ile 2. istasyonda kış mevsiminde tespit edilmiştir. İstasyonlardaki ortalama SD-TP değerleri ise 95-145 mg/kg aralığında belirlenmiştir (Çizelge 4.16). İkinci işletmenin giriş noktası olan 3. istasyonda yüksek akıntı hızı ile birlikte sediment yapısının kayalık olmasından dolayı sediman birikimi olmadığı için örnekleme yapılamamıştır.

Normal dağılım gösteren verilerde yürütülen one-way ANOVA analizi sedimentte azot ve fosfor miktarları bakımından, suda belirlenemeyen örnekleme noktaları arasındaki farklılıkları ortaya çıkarmıştır (Çizelge 4.16). İstatistiksel analizler sonucu TN ve TP değerlerinin istasyonlardaki değişiminin anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Çizelge 4.16). TN değerleri incelendiğinde 1 nolu istasyonun 2, 4 ve 5 nolu istasyondan farklı, 2 nolu istasyon ise 5 nolu istasyondan farklı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). TP değerleri incelendiğinde ise 2 nolu istasyonun 4 ve 5 nolu istasyondan farklı, 5 nolu istasyonun ise 1 nolu istasyondan farklı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).



Şekil 4.16.1. İstasyonlarda Toplam Kjeldahl Azotu Değerlerinin Mevsimlere Göre Değişimi



Şekil 4.16.2 İstasyonlarda Toplam Fosfor Değerlerinin Mevsimlere Göre Değişimi

4.1.2. Korelasyon Analizi

Akarsu örnekleme noktalarında izlenen su kalitesi değişkenleri arasındaki önemli ilişkiler Çizelge 4.17’de verilmiştir. Parametrik olmayan korelasyon analizi (Spearman korelasyonu) sonuçları pH ile Eİ, TS ve TA arasındaki ilişkileri açığa çıkarmıştır. Akarsuda pH değişimini kontrol eden başlıca çözülmüş inorganik karbon formunun bikarbonat olduğu ve alkalinite değerinin yükselmesine neden olan

bikarbonat miktarındaki artışın pH, Eİ ve TS miktarlarında artışa neden olduğu düşünülebilir.

Azot döngüsünün beklenen bir sonucu olarak NO₂ ve NH₄ arasında oldukça güçlü ve önemli ($r^2= 0,99$ ve $P<0,001$) ilişki elde edilmiştir. TN ile NO₂ ve NH₄ arasında önemli ilişkiler kaydedilmesi, toplam azot değişimi üzerine bu iki değişkenin etkisini göstermiştir. Bununla birlikte, izlenen akarsuda TN miktarının önemli bir kısmını oluşturan NO₃ miktarları ile önemli bir ilişki kaydedilmemiştir. Bu durum tarım arazisi içerisinde yer alan akarsuya çözülmüş organik azot girişinin TN değişimi üzerinde önemli olabileceğini gösterebilir.

Korelasyon analizi izlenen diğer değişkenler arasında istatistiksel olarak önemli diğer ilişkileri gösterse de, ekolojik olarak yorumlanabilecek önemli başka sonuç elde edilmemiştir.

İstasyonlardaki su kalite parametrelerinde izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler aşağıda Çizelge 4.17’de verilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. İzlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler ($P < 0,05$; Spearman korelasyonu)

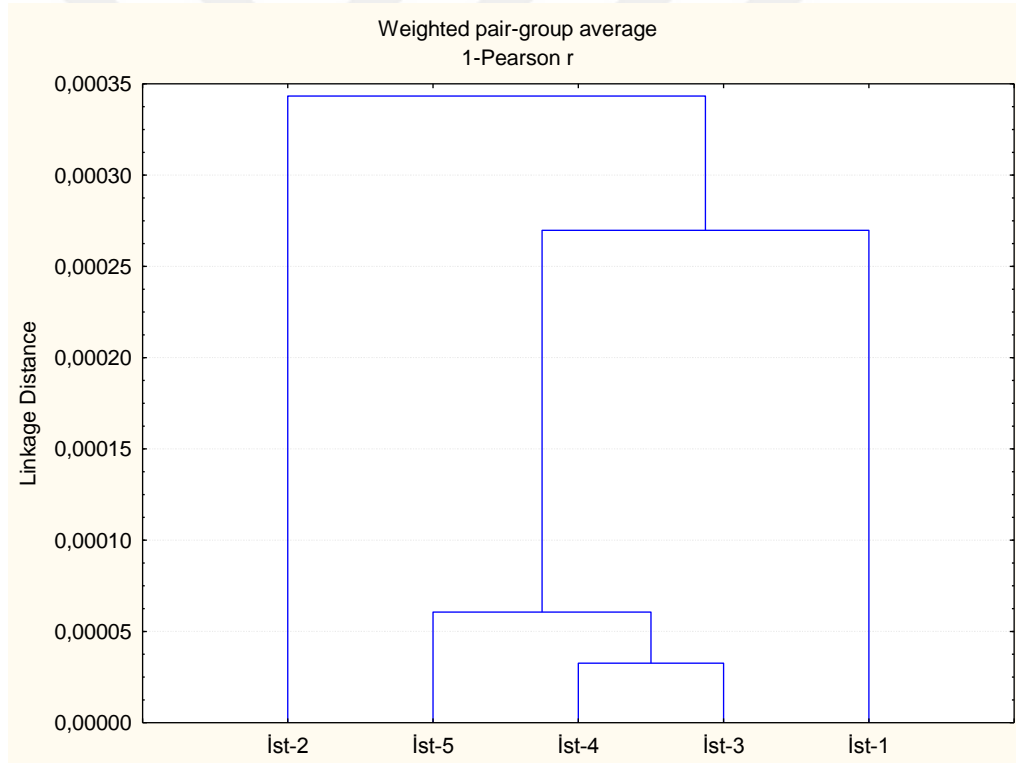
	ÇO	Eİ	AKM	TS	TA	NO ₂	NH ₄	NO ₃	TN	OP	TP	Klo-a	KOI
T		0,29	0,29					0,29		0,36			0,32
pH	0,47	0,27	0,47	0,34	0,31			0,35				-0,37	
ÇO		-0,42										-0,44	
Eİ			0,53	0,50	0,33	0,32	0,31	0,42			-0,67		
AKM				0,29	0,44	0,47	0,44						
TS										-0,29	-0,41		
TA						0,26	0,27	0,30		-0,32		-0,34	
NO ₂							0,99		0,28				
NH ₄									0,28				0,26
NO ₃											-0,49	-0,26	
TN													0,26

Korelasyon analizi, tüm istasyonlar bazında değerlendirilmiş olup, su kalite parametrelerinin birbirleri ile ilişkileri ise şu şekilde yorumlanmıştır;

- T değerleri; Eİ ($r=0,29$), AKM ($r=-0,29$), NO_3 ($r=-0,29$), OP ($r=0,36$) ve KOİ ($r=0,32$) ile pozitif yönlü zayıf bir ilişki içerisindedir.
- pH değerleri; ÇO ($r=0,47$) ve AKM ($r=0,47$) değerleri ile orta, Eİ ($r=0,27$), TS ($r=0,34$), TA ($r=0,31$) ve NO_3 ($r=0,35$) ile zayıf ve pozitif yönde; Klo-a ($r=-0,37$) ile negatif yönde zayıf bir ilişki içerisindedir.
- ÇO değerleri; Eİ ($r=-0,42$) ve Klo-a ($r=-0,44$) ile negatif yönlü zayıf bir ilişki içerisindedir.
- Eİ değerleri; AKM ($r=0,53$), TS ($r=0,50$) ve NO_3 ($r=0,42$) ile orta, TA ($r=0,33$), NO_2 ($r=0,32$) ve NH_4 ile zayıf pozitif yönde; TP ($r=-0,68$) ile negatif yönlü kuvvetli bir ilişki içerisindedir.
- AKM değerleri; TS ($r=0,29$) ile zayıf, TA ($r=0,44$), NO_2 ($r=0,47$) ve NH_4 ($r=0,44$) ile orta pozitif yönde bir ilişki içerisindedir.
- TS değerleri; OP ($r=-0,29$) ile zayıf ve TP ($r=-41$) ile kuvvetli, negatif yönde bir ilişki içerisindedir.
- TA değerleri; NO_2 ($r=0,26$), NH_4 ($r=0,27$) ve NO_3 ($r=0,30$) ile pozitif, OP ($r=-0,32$) ve Klo-a ($r=-0,34$) ile negatif yönde zayıf bir ilişki içerisindedir.
- NO_2 değerleri; NH_4 ($r=0,99$) ile çok kuvvetli ve TN ($r=0,28$) ile zayıf ve pozitif yönde bir ilişki içerisindedir.
- NH_4 değerleri; TN ($r=0,28$) ve KOİ ($r=0,26$) ile pozitif yönde zayıf bir ilişki içerisindedir.
- NO_3 değerleri; TP ($r=-0,49$) ile orta, Klo-a ($r=-0,26$) ile zayıf ve negatif yönde bir ilişki içerisindedir.
- TN değerleri; KOİ ($r=0,26$) ile pozitif yönde zayıf bir ilişki içerisindedir.

4.1.3. İstasyonların Kümelmesi

Cluster analizi örnekleme noktaları arasındaki benzerlikleri belirgin şekilde ortaya çıkarmıştır (Şekil 4.17). İzlenen alandaki ilk alabalık yetiştiricilik tesisinin deşarjı ile evsel tarımsal ve hayvansal atıkların etkisini alan 3. istasyon ve 2. tesisin çıkışındaki örnekleme noktası olan dördüncü istasyona yakın benzerlik göstermiştir. Bölgedeki tüm alabalık yetiştiricilik tesislerinin deşarjlarını alan beşinci istasyon ise bu iki istasyona daha yakın çizilmiştir. Yer altı suyunun yüzeye çıktıktan sonra ve ilk alabalık yetiştiricilik tesisinin deşarjını alan ikinci istasyon su kalitesi bakımından diğer tüm istasyonlara uzak bağlanmıştır.



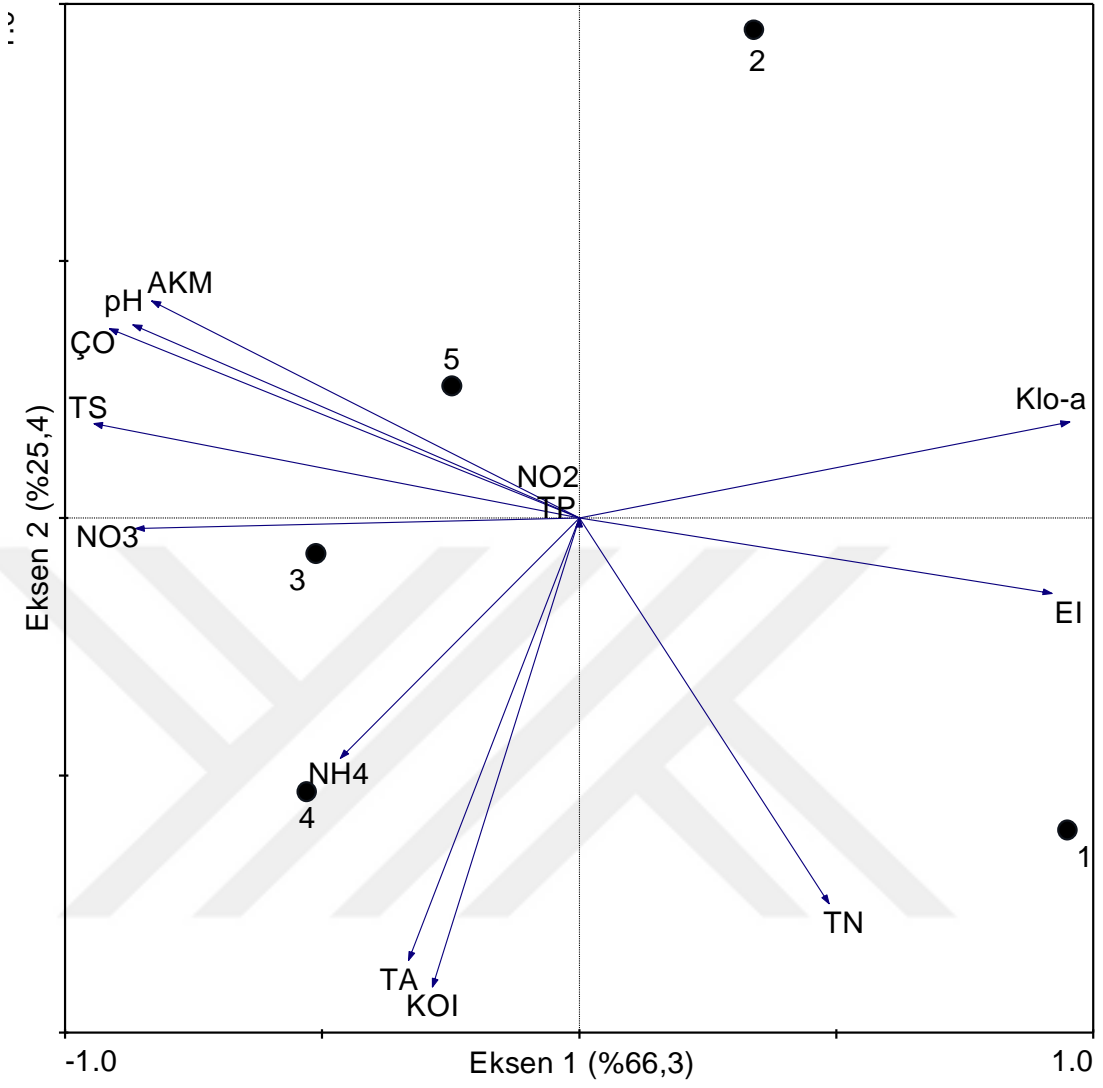
Şekil 4.17. Örnekleme noktaları arasındaki benzerlik/uzaklığı gösteren cluster analizi diyagramı

Toplam varyasyonu ilk iki eksenle çok büyük oranda açıklayan (Çizelge 4.18) Principal Component Analizi (PCA) cluster analizine benzer sonuçlar üreterek değişkenlerle örnekleme noktaları arasındaki ilişkileri göstermiştir (Şekil 4.18). Tüm

ölçümlerde aynı değerin ölçüldüğü tuzluluğun analize katılmadığı PCA analizinde, örnekleme noktalarında çok az varyasyon sergileyen OP, NO₂ ve TP yakın konumlanarak akarsuda su kalitesi değişiminde zayıf etkileri temsil etmiştir. pH, ÇO, Eİ, TS, AKM, ve Kİo-a'nın örnekleme noktalarında sergilediği varyasyon asıl olarak toplam varyasyonu büyük oranda açıklayan ilk eksenin eğimine neden olmuştur. TA, TN ve KOİ ile kısmen NH₄ varyasyonu ise ikinci eksenle açıklanmıştır. Örnekleme noktalarında daha yüksek pH, TS, AKM ve nispeten yüksek ÇO miktarlarıyla karakterize olan istasyon 3 ve 5 bu değişkenlere yakın konumlanırken, NH₄ ise daha yüksek miktarlarının kaydedildiği istasyon 4 ile yakın yerleşmiştir. Cluster analizinde elde edildiği gibi, balık yetiştiriciliğinden etkilenmemiş doğal akarsu koşullarını temsil eden istasyon 2, Eksen 2 varyasyonu ile açıklanmış ve izlenen değişkenler ve diğer örnekleme noktalarından uzak konumlanmıştır.

Çizelge 4.18. Principal component analizi sonuçları özeti

Eksenler	1	2	3	4	Toplam varyans
Özdeğerler	0.663	0.254	0.081	0.002	1.000
Kümülatif oran (%)	66.3	91.8	99.8	100.0	
Özdeğerler toplamı					1.000



Şekil 4.18. Değişkenlerle örnekleme noktaları arasındaki ilişki diyagramı

4.2. TARTIŞMA

4.2.1. Sıcaklık (T)

Karapınar Deresi'nde yaptığımız çalışma sonucunda ortalama sıcaklık değişimi 16,4-16,7°C aralığında gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Sıcaklık, akarsulardaki birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri etkiler. Su sıcaklığının değişmesinde etkili olan faktörler arasında mevsimler, yükseklik, enlem, atmosfer şartları, akıntı hızı ve akarsu yatağının yapısı sayılabilir. Ayrıca, gölge yapan bitkilerin bulunması, setler, soğuk su karışımları ve akarsu içine akan yer altı suları su sıcaklığının değişmesinde etkili olduğu bildirilmektedir (HDC, 2003; Chapman ve Kimstach, 1996; USEPA, 1997)

Çalışmamız sonucunda, su sıcaklığında gözlenen değişimin mevsimsel koşullara uygun olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). İstasyonlar arasında su sıcaklık değerleri önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$). Karapınar Deresi'nin su sıcaklığı, Taşdemir ve Göksu (2001), Özbay ve ark., (2011) ve Taş ve ark., (2010)'ın çalışmalarında belirttiği gibi mevsimsel olarak değişim göstermiş ve normal değerler içinde seyretmiştir. . Su sıcaklığı kış aylarında düşük olurken, ilkbaharda artarak yaz aylarında en yüksek değerlere ulaşmıştır (Şekil 4.1). Su kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde (Anonim 2004), tüm istasyonlarda I. sınıf (<25 °C) su kalitesi özelliğinde olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2. pH

Suyun asidik veya alkali özelliğinin ifade edilmesinde kullanılan pH değeri, doğal suların biyolojik ve kimyasal sistemleri için önemli bir faktördür. EPA (1986), iç sularda sucül yaşam için gerekli pH aralığını 6,5-9 olarak bildirmiştir (Çizelge 1.1). HDC (2003), akarsu havzasının toprak yapısı ve jeolojisi, suyun pH'sını önemli ölçüde belirlediği ve akarsu havzasının jeolojisine bağlı olarak akarsularda pH'nın genellikle 6,0-9,0 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Karapınar Deresi'nde yaptığımız çalışma süresince ortalama pH değeri 7,4-7,7 aralığında gözlenmiştir (Çizelge 4.2). Pulatsü ve ark., (2004) tarafından çiftliklerin pH üzerine önemli etkisi olmadığı bildirilirken çalışmamızda ise

istasyonlardaki pH değişimi incelendiğinde 1. istasyonun diğer istasyonlardan farklı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Çizelge 4.2). 1. istasyonda gözlenen düşük pH değeri (Çizelge 4.2), istasyonun kaynak noktasına yakın olmasına bağlanırken, suyun oksijence zenginleşmesi sonucu diğer istasyonlara doğru artış göstermiştir (Şekil 4.2). Bu durum yapılan korelasyon analizi ile de desteklenmiştir (Çizelge 4.17). Yıldırım ve Pulatsü (2011), yaptıkları çalışmada büyük ve orta ölçekli işletmelerin giriş ve çıkış sularındaki pH değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirirken buna karşın çalışmamızda işletmelerin giriş ve çıkış sularında pH değeri bakımından önemli farklılığın olmaması, işletmelerin çok küçük kapasiteli olmasına bağlanmıştır.

Descy ve Empain (1984), düşük mineral içeriğine sahip suların ve pH'sı 4-6 arasında veya pH'sı daha düşük olan suları asitli sular, pH'sı nötre yakın ve daha fazla mineral içeriğine sahip suları nötr sular ve doğal şartlarda pH'sı 7,5'in üzerinde olan suları alkali sular olarak sınıflandırmıştır. Taşdemir ve Göksu (2001), Asi Nehri'nde pH değerlerinin 7,4-8,9 arasında değiştiğini ve nehir suyunun hafif alkali olduğunu; Varol (2004), Behrimaz Çayı'nda yaptığı çalışmada, pH değerlerinin 7,5-9,1 arasında değiştiğini ve suyun hafif alkali olduğunu ifade etmiştir. Karapınar Deresi tüm istasyonlardaki pH değerleri (7,4-7,7) bakımından hafif alkali özellik göstermiştir. Ayrıca pH değerleri alabalık yetiştiriciliği için su kalite kriterlerinde belirtilen 6,5-8 aralığında olup (EPA, 1986), SKKY'nin kıta içi su kaynakları kalite kriterlerine (Anonim, 2004) göre, I.sınıf (Çizelge 4.2) su kalite özelliği göstermektedir.

4.2.3. Çözünmüş Oksijen (ÇO)

Çözünmüş oksijen değeri sucul ekosistemin devamlılığı için önemli bir parametredir. Tatlı sulardaki sucul yaşam için çözünmüş oksijen yoğunluğunun minimum 5 mg/l (Çizelge 1.1) olması gerekmektedir (EPA, 1986). Sulardaki çözünmüş oksijen değeri, su sıcaklığına, akış hızına, organik madde miktarına, atmosferik basınca, tuzluluğa ve biyolojik süreçlere bağlıdır (Göksu, 2003; Ünlü ve

Tunç Sara, 2007). Çalışmamızda ortalama çözünmüş oksijen değeri 7,5-9,0 mg/l aralığında gözlenmiştir (Çizelge 4.3).

İstasyonların ortalama çözünmüş oksijen değerleri 1. istasyondan sonra artış göstermektedir (Şekil 4.3). Bu durum, 1. istasyonun kaynağa yakın ve kaynak sularının oksijence düşük olmasına bağlanmıştır. Pulatsü ve ark., (2004) ve Tekinay ve ark., (2009), yetiştiricilik tesislerinden sonra düşük oksijen düzeyini yetiştiricilik aktivitelerinden dolayı düştüğü bildirilirken bizim çalışmamızda bu durumun tersine çayın aşağısına doğru artış göstermiştir. Tekinay ve ark., (2009) tarafından da belirttikleri gibi çalışma alanımızda yer alan tesislerin yetiştiricilik kapasitesinin düşük olması ve yemleme yoğunluğunun az olmasından dolayı yüksek oksijen düzeyinin nedenleri olarak belirtilebilir. Aynı zamanda dere yatağı eğiminin fazla olması ve dere yatağının dar olması da oksijen artışına neden olabilir.

Mevsimsel olarak çözünmüş oksijen çok fazla dalgalanma göstermeyip, özellikle kaynağa yakın olan 1. istasyon düşük oksijen düzeyine sahipken, diğer istasyonlarda artış göstermiştir (Şekil 4.3). Oksijen seviyesinin mevsimsel olarak fazla değişim göstermemesi istasyonlar arası mesafenin fazla olamaması ve bölgenin ağaçlarla kaplı olması ile ilişkilendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, en düşük ölçüm değerimiz EPA (1986)'nın belirtmiş olduğu alt limit değerinin (5 mg/l) altına düşmemiştir. Kıta içi su kalite kriterlerine (SKKY) (Anonim, 2004) göre ortalama çözünmüş oksijen değerleri istasyonların ortalaması bakımından (8,62 mg/l) I. sınıf olarak tespit edilmiştir.

4.2.4. Elektriksel İletkenlik (Eİ)

Sulardaki çözünmüş katı maddeleri ifade eden elektriksel iletkenlik, kirliliğin bir göstergesi olarak çalışmalarda kullanılmaktadır. Sulardaki kirlilik artıkça elektriksel iletkenlik değeri de artmakta ve kirlilik etkisinde suların elektriksel iletkenlik değeri 1000 µmhos/cm değerini aşmaktadır (Polat, 1997; Kara ve Çömlekçioğlu, 2004). Belirtilen değer dışında su, balık türleri ve makroomurgasızlar için uygunluğunu kaybetmektedir (Göksu, 2003; EPA, 1986). Vaishali ve Punita

(2013), bir akarsuyun iletkenlik değerinin ani artışı bölgede bulunan çözünmüş iyonların artışı ile yakından ilgili olduğunu bildirmişlerdir.

Karapınar Deresi'nde ortalama elektriksel iletkenlik 518-522 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında gözlenmiştir (Çizelge 4.4). Taşdemir ve Göksu (2001), yaptıkları çalışmada elektriksel iletkenlik değerinin düşük debili dönemde en yüksek değerde olduğunu belirtmişlerdir. Gün (2011), elektriksel iletkenlik değerlerinin 249-373 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişim gösterdiğini ve elektriksel iletkenliğin kış ve sonbahar aylarında düşük, yaz aylarında ise yüksek olduğunu; Şen ve Gölbaşı (2008), Kürk Çayı'nda elektriksel iletkenliğin akım ile ters, sıcaklık ve çözünmüş katı madde miktarı ile ise doğru orantılı olarak değiştiğini ifade etmişlerdir. Çalışmamızda da Kara ve Çömlekçioğlu (2004) ve Ünlü ve Tunç Sara (2007) tarafından bildirildiği gibi, mevsimsel olarak debinin düşük olduğu kışın en üst seviyede seyreden elektriksel iletkenlik değerleri, ilkbaharda, kar ve yağmur sularının akarsuya karışmasından dolayı azalmıştır (Şekil 4.4).

Tatlı sulardaki elektriksel iletkenlik düzeyinin çoğunlukla 10-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir (Fianko ve ark., 2010). Ortalama elektriksel iletkenlik değerlerimiz bakımından, 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ üst limit değerini aşılmamıştır. Su ürünleri standartları ve yüzey sularının kirlenmeye karşı korunmasını içeren protokolde de Eİ değerlerinin 150-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında olması gerektiği (Taş ve ark., 2010), çalışmamızda da ortalama değerler bakımında bu aralığın dışında kaldığı görülmektedir. Taş ve ark., (2010)'nın bildirdiğine göre, Eİ değerlerinin sudaki besin tuzlarından etkilenmeyip, yağış miktarı ve bölgenin jeolojik yapısına göre değişmektedir. Bölgenin kireç taşı, dolomit ve kalker kayalarla kaplı olması elektrik iletkenlikte yükselmeye neden olduğu düşünülmüştür (Anonim, 2008).

4.2.5. Askıda Katı Madde (AKM)

Askıda katı madde suda partikül halinde bulunan organik ve inorganik maddelerin miktarı hakkında bilgi verir ve kirlilik çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Askıda katı madde miktarı, akarsuya göre değişiklik gösterebileceği gibi akarsuyun kendi içinde de değişim gösterebilmektedir (Taşdemir ve Göksu, 2001). EPA'ya göre sucul canlılar için askıda katı madde miktarının 25-80

mg/l arasında olmalıdır (Taşdemir ve Göksu, 2001). Nehirlerdeki AKM değerleri yağışların tarımsal alanlardan ve dere yatağından getirdiği maddelerden kaynaklanmaktadır (Taşdemir ve Göksu, 2001; Verep ve ark., 2005; Tepe ve ark., 2006a). Wetzel ve Likens (1991) ve Peavy ve ark., (1985), sularda bulanıklığın askıda organik ve inorganik maddeler, balçık, çamur, karbonat parçacıkları, ince organik partiküle madde, plankton ve diğer küçük organizmalar tarafından meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Karapınar Deresi'nde ortalama askıda katı madde miktarı 4,3-6,6 mg/l aralığında gözlenmiştir (Çizelge 4.5). Derenin mevsimsel olarak göstermiş olduğu değişim ise en yüksek yaz mevsiminde, en düşük ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Çalışmamızda gözlenen bu değişim (4,3-6,6 mg/l) Pulatsü ve ark., (2004) bildirdiği gibi, ilkbaharda debinin artması nedeniyle düştüğü ve yazın ise düşük debiyle birlikte alabalık tesislerinde hasat ve temizlik aktiviteleri ile çevredeki evsel, hayvansal ve tarımsal kaynaklı olduğu düşünülebilir.

İstasyonlarda elde edilen veriler incelendiğinde tüm istasyonların ortalama askıda katı madde miktarları (Çizelge 4.15), EPA'nın bildirdiği kriterler (Çizelge 1.1) içerisinde kalmıştır.

4.2.6. Klorofil –a (Kl-a)

Klorofil-a, sucul ekosistemlerde plankton yoğunluğunun bir göstergesidir. Nehirlerde planktonun birçok türü bulunmakta olup, biyomas düzeyleri 250 µg/l'ye kadar ulaşmaktadır (Wetzel, 2001). Yaptığımız çalışma sonunda ortalama klorofil-a değerleri istasyonlarda 0,31-0,93 µg/l aralığında gözlenmiştir (Şekil 4.6). Sularda klorofil-a düzeyi sıcaklık ve ışık yoğunluğu ile birlikte artmaktadır (Biggs, 2000; Kayaalp ve Polat, 2001; Odabaşı ve Büyükkateş, 2009). Çalışmamızda klorofil-a hem istasyonlarda hem de mevsimsel olarak dalgalanma göstermemiştir (Çizelge 4.6). İstasyon 1'deki klorofil-a düzeyinin yüksek olması bu istasyonun sığ, akıntı hızının düşük ve Kl-a düzeyinin sıcaklıkla birlikte artmasına bağlanmıştır. Çalışma sonuçlarımız, Odabaşı ve Büyükkateş (2009) ve Özbay ve ark., (2012)'in çalışma sonuçlarına benzer olarak, besin elementleri ile klorofil-a arasında doğrusal bir ilişki belirlenmemiştir. Bu durum çalışma sahasının akarsu sistemi olması ile

ilişkilendirilmiştir (Odabaşı ve Büyükkateş, 2009). Haziran ayında özellikle 5. istasyondaki ani artış debinin düşük olmasıyla birlikte sıcaklıkla ilişkilendirilmiştir (Çizelge 4.6). Doods ve ark., (1998) akarsu sistemlerini klorofil-a düzeyine ($\mu\text{g/l}$) göre yaptıkları sınıflandırmada Kl-a düzeyi <10 oligotrofik, $10-30$ mezotrofik ve >30 ötrofik olarak belirtmiştir. Bu sınıflandırmaya göre Karapınar Deresi klorofil-a düzeyi bakımından oligotrofik sınıfta yer almaktadır.

4.2.7. Toplam Alkalinite (TA)

Bir suyun alkalinitesi, o suyun asitleri nötralize edebilme kapasitesi olarak tanımlanır. Tatlı sularda asıl olarak bikarbonat, karbonat ve hidroksil iyonlarından kaynaklanır (Wetzel, 1975). Doğal sularda bulunması gereken alkalinite aralığı $5-500$ mg CaCO_3/l 'dir (Tepe ve ark., 2006b). EPA (1986), tatlı sulardaki alkalinite düzeyini 20 mg CaCO_3/l üstünde olan suların (Çizelge 1.1) sucul yaşam için uygun olduğunu bildirmiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda istasyonlarda ölçülen değerler $280 - 510$ mg CaCO_3/l aralığında ve yıllık ortalama değerleri $361 - 376$ mg CaCO_3/l arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Genel olarak yüksek değerlerde olan TA, bölgenin kireçtaşı özellikle olmasından kaynaklanmaktadır (Anonim, 2010a). İçel ili arazi varlığı verilerine göre bölge topraklarının $\%12,1$ 'i orta derecede kireçli, $\%9,0$ 'u kireçli, $\%26,0$ 'sı fazla kireçli ve $\%45,8$ 'i ise çok fazla kireçlidir (Türkoğlu ve ark., 2007).

Yapılan bir çok araştırmada alkalinite değerlerinin akım ile ilişkili olduğunu ve akımın yüksek olduğu dönemlerde düşük, akımın düşük olduğu dönemlerde ise yüksek olduğu ifade edilmiştir (Şen vd., 2002; Varol, 2004; Ouyang ve ark., 2006). Bu sonuçlara göre çalışmamızda tespit edilen alkalinite konsantrasyonları ile ilgili bulguları desteklemektedir.

4.2.8. Toplam Sertlik (TS)

Suların sertliği suda çözülmüş katyonlar (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} ve Mn^{+2}) ile anyonların (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- ve NO_3^-) bileşik oluşturması sonucu oluşmaktadır. Genel olarak sularda yüksek derişimde bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının

toplam miktarı CaCO_3 eşdeğeri olarak ifade edilmektedir. Sertlik için kesin bir sınır değeri olmazken çok düşük olması da istenmez. Sudaki sertlik ağır metallerin toksisitesini azaltmakta diğer taraftan zehirli maddelerin zehir etkisini artırıcı rol oynamaktadır (Göksu, 2003; EPA, 1986).

Karapınar Deresi'nde yaptığımız çalışmamızda istasyonlarda ölçülen toplam sertlik değeri 285-397,1 mg CaCO_3/l , yıllık ortalama değerleri ise 341-359 CaCO_3/l aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Sular sertlik derecesine göre (mg CaCO_3/l), yumuşak sular; 0-75, orta sert sular; 75-150, sert sular; 150-300, çok sert sular; >300 olarak sınıflandırmıştır (EPA, 1986; Göksu, 2003). Bu sınıflandırmaya göre Karapınar Deresi çok sert su özelliği göstermektedir (Çizelge 4.8).

Mevsimsel olarak sertlik sonbahar mevsiminde diğer mevsimlere göre yüksek bulunmuştur (Şekil 4.8). İstasyonlar arasında ise sertlik 1. istasyondan itibaren artış göstermiş ve 2. istasyonda en yüksek değere (397,1 mg CaCO_3/l) ulaşmıştır (Şekil 4.8). Chapman ve Kimstach, (1996) ve Risch (2004), akımın düşük olduğu aylarda ortalama toplam sertlik konsantrasyonunun arttığını, akımın yüksek olduğu aylarda ise ortalama toplam sertlik konsantrasyonunun azaldığını ifade etmişlerdir. Çalışmamızda ise sertlik debinin düşük olduğu ilkbaharda düştüğü, diğer mevsimlerde artış göstermiştir. Yüksek çıkan sertlik değerlerinin nedeni olarak bölgenin genelinde kireç taşı, dolomit ve kalker kayalarla kaplı olmasına bağlanmıştır (Anonim, 2008; Öner ve ark, 2005).

4.2.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), sulardaki organik madde miktarının göstergesi olup, organik maddelerinin tamamının parçalanması için gerekli oksijen miktarıdır (Akman ve ark., 2000; Göksu, 2003). Akarsulardaki değeri 10-150 mg/l arasında değişim göstermektedir (Gültekin ve ark., 2012). Karapınar Deresi'nde belirlenen KOİ değerleri ortalama 42-55 mg/l aralığında belirlenmiştir (Çizelge 4.9). KOİ değerlerinin kış mevsiminde düşmesi (Şekil 4.9) işletmelerde bu mevsimde balık miktarının azalması, buna bağlı olarak yemlemenin azalmasına ve tarımsal alanlardaki gübreleme faaliyetlerinin azalmasına bağlanmıştır.

Tekinay ve ark., (2009), çalışmalarında KOİ değerlerinin sucul yetiştiricilik aktivitelerinden dolayı artış gösterdiğini fakat bu artışın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde ilk işletmenin çıkışından (İstasyon 2) ikinci işletmenin girişine kadar (İstasyon 3) ortalama KOİ değeri (55 mg/l) artış göstermiştir. Bu değişimin nedeni işletmeler dışında evsel, hayvansal ve tarımsal alanlardan dereye karışan organik maddelerden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Mevsimsel olarak ise yazın KOİ değerinin yüksek olmasının nedeni (Şekil 4.9) su debisinin düşük olduğu dönemde işletmelerden kaynaklı ve tarımsal aktiviteler sonucu dereye karışan çevresel kirliliğin seyrelmemesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Karapınar Deresi, kimyasal oksijen ihtiyacı bakımından SKKY kriterlerine (Anonim, 2004) göre (Çizelge 1.1) istasyonların ortalaması bakımından 2. ve 5. istasyon II. sınıf, 1.,3., ve 4. istasyon III. sınıf özelliği göstermektedir.

4.2.10. Nitrit Azotu (NO₂)

Genel olarak sulardaki yüksek nitrit miktarı, evsel, tarımsal ve endüstriyel orijinli organik kirleticilerden kaynaklanmaktadır (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004; Gündoğdu ve Turhan, 2004). Sularda nitrit düzeyinin 0,003 mg/l altında olması, nitrit bakımından sulara kirleticilerin karışmadığını göstermektedir (Wetzel, 2001).

Nitrit, amonyum ve nitrata kıyasla yüzeysel sularda düşük derişimlerde bulunur. Bunun nedeni nitritin bir ara ürün olmasıdır. Nitrit, ya oksitlenerek nitrata dönüşmekte veya anaerobik ortamda indirgenerek amonyağa dönüşmektedir. Yeterli derecede nitrifikasyona uğramamış atık suların ortama verilmesi durumunda çok yüksek değerlere çıkabilir ve canlılara toksik etkiler gösterebilir (Uslu ve Türkman 1987).

Farklı akarsularda yapılmış çalışmalarda nitrit: 0,002-0,42 mg/l (Taşdemir ve Göksu, 2001), 0,01-0,98 mg/l (Bellos ve ark., 2004), 0-0,07mg/l (Dirican ve Barlas, 2005) aralığında bulunurken, çalışmamız sonucunda belirlenen ortalama nitrit düzeyi

(0,005-0,006) diğer araştırma sonuçlarına farklılık göstermiştir (Çizelge 4.10). Bulut ve ark., (2011) yaptıkları bir çalışmada yüksek nitrit seviyesinin bölgede büyükbaş hayvan besiciliğinin yapılmasıyla ilişkilendirilirken çalışmamızda ise Cheung ve ark., (2003) belirttiği gibi akarsulardaki nitrit seviyesinin evsel ve tarımsal aktivitelere göre bölgesel ve dönemsel değişiklikler göstermesi ile açıklanmıştır.

Pulatsü ve ark., (2004) alabalık çiftliklerinin giriş ve çıkış sularındaki nitrit düzeyini sırası ile 0,019 ve 0,108 mg/l olarak belirlemişlerdir. Koçer ve Sevgili (2014), alabalık çiftliklerinin etkisinin olduğu istasyonlardaki ortalama nitrit aralığını 0,007-0,022 mg/l olarak tespit etmişlerdir. Çalışma alanımızda yer alan işletmelerin düşük kapasiteye sahip olmasından dolayı nitrit değerleri bu çalışmalara göre düşük düzeyde çıkmıştır.

Özellikle 1. istasyondaki yüksek nitrit düzeyi, bu istasyonun kaynağa yakın olması nedeniyle nitrifikasyon olayının ara ürünü olması şeklinde değerlendirilmiştir. Bu durum yaptığımız korelasyon analizi sonucu arasındaki doğrusal ilişki ($r=0,99$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Diğer istasyonlardaki artışlar ise evsel, tarımsal ve karasal hayvan yetiştiriciliğinden gelen kirleticilere ek olarak alabalık çiftliklerinde balık biyomasının değişimine bağlı yemleme oranlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

SKKY su kalite parametrelerinin sınıflandırılması ve limit düzeylerine göre ortalama değerlerimiz II. sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir. EPA (1986) sulardaki NO_2 sınır değerinin 1 mg/l'nin altında olması gerektiğini, Nisbet ve Verneaux (1970), sudaki NO_2 miktarının 1 mg/l'yi geçmesi halinde kirlenmenin başlamış olduğunu ileri sürmektedirler. Çalışma sonuçlarımızda da belirtilen bu değer altıda kalmıştır (Çizelge 5.10).

4.2.11. Nitrat Azotu (NO_3)

Sulardaki nitrat artışı tarımsal alanlardan (Wetzel, 2001) ve diğer antropojenik atıklardan, organik madde karışımından (Dirican ve Barlas, 2005; Fianko ve ark, 2010) kaynaklanmaktadır. Wetzel (2001)'e göre akarsularda nitrat değerleri 0,05-1 mg/l arasında değişiyorsa, bu akarsular nitrat bakımından

kirlenmemiş olarak kabul edilmektedir. Karapınar Deresi'nde yapmış olduğumuz çalışmada nitrat azotu en yüksek değere Temmuz ayında 1. istasyonda, en düşük değere ise Ocak ayında 4. istasyonda görülmüş olup ortalama olarak 0,69 – 0,72 mg/l aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). 1. istasyondan 2. istasyona nitrat artışının nedeni olarak işletmenin etkisinin yanı sıra 1. istasyondaki yüksek düzeydeki nitritin nitrifikasyon sonucu nitrate dönüşmesi olarak düşünülmüştür.

Çalışmamızda nitrat azotu mevsimsel olarak dalgalanmalar göstermiştir (Şekil 4.11). Bu durum balık işletmelerinin yanı sıra Tepe ve ark., (2006a) ve Fianko ve ark., (2010)'nın belirttikleri gibi evsel, tarımsal ve karasal hayvan yetiştiriciliğinden etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Koçer ve Sevgili (2014) alabalık çiftliklerinin etkisinin bulunduğu istasyonlardaki ortalama nitrat aralığını 0,53-0,80 mg/l olarak belirlemişlerdir. Koçer ve ark., (2013) üç alabalık işletmesinin giriş ve çıkış sularında yapmış oldukları analizler sonucunda ortalama nitrat düzeyini sırasıyla 0,40-0,43 ve 0,51-0,53 mg/l aralığında tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmalar sonucu belirlenen ortalama nitrat düzeyi bu çalışmalara benzer olup EPA (1986)'nın belirtmiş olduğu halk sağlığı için sulara bulunması gereken limit değer (10 mg/l) (Çizelge 1.1) altında kalırken, SKKY kriterlerine (Anonim, 2004) göre hem tüm istasyonların ortalaması hem de istasyonlar olarak 1. sınıf su özelliği göstermiştir.

4.2.12. Amonyum Azotu (NH₄)

Amonyum azotu, yüksek alkalini sular (pH>9) dışında sulara iyonik formu olan amonyum şeklinde bulunur. Amonyum akarsu ve göllerdeki bitkiler, algler ve bakteriler için çok önemli azot kaynağıdır, çünkü sulara çok düşük miktarlarda bulunur ve çok çabuk form değiştirir (Wetzel ve Likens, 2000). Kirlenmemiş akarsular 0,005-0,04 mg/l aralığında amonyum azotu içermektedir (Wetzel, 2001).

Karapınar Deresi'nde gözlenen ortalama amonyum değerleri 0,023 – 0,025 mg/l aralığında değişmekte olup (Çizelge 4.12), Wetzel (2001)'in amonyum bakımından kirlenmemiş sular için belirtmiş olduğu değerler (0,005-0,04 mg/l) arasında kalmıştır.

Helfrich (1998)'in alabalık çiftliklerinin akarsu üzerindeki kirlilik yükünü belirlemek amacıyla yaptığı bir çalışmada akarsuyun alt bölgelerine doğru su debisinin azaldığı kısımlarda, amonyum azotu miktarının artış gösterdiğini bildirmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak bizim çalışmamızda da özellikle yaz aylarında su debisini azaldığı dönemlerde, amonyum miktarının artış gösterdiği görülmüştür (Şekil 4.12).

Mevsimsel olarak değerlendirildiğinde, en yüksek değerler Mart ayında tüm istasyonlarda gözlenmiştir (Şekil 4.12). Bu durumun artan yemleme faaliyetlerine ve balık aktivitelerinin yanı sıra çevresel (tarımsal, hayvansal, evsel) olduğu düşünülmektedir. Karapınar Deresi, SKKY kriterlerine (Anonim, 2004) (Çizelge 1.1) göre tüm istasyonlarda ve istasyonların ortalaması bakımından I.sınıf su özelliği göstermektedir.

4.2.13. Ortofosfat (OP)

Ortofosfat, kirlilik girdisi olmayan nehirlerde 0,005-0,05 mg/l aralığında bulunur (Koukal ve ark., 2004). Nehirlerdeki fosfatın: % 63'ünde çözülmüş fosfor ve küçük partiküller, %23'ünde düşen ve rüzgarların getirdiği atıklar baskın rol oynamaktadır. Yeraltı suları % 10 ve yağmurlar %5 ile fosforun nehirlere girişinde nispeten küçük kaynakları oluşturmaktadır (Wetzel, 2001). Nehir sistemlerine çeşitli kaynaklardan fosfat'ın taşınması su kalitesini etkilemektedir. Bu kaynakların yaklaşık %45'ni evsel, %45'ni tarımsal ve sanayi, geri kalan kısmını diğer kaynaklar oluşturur (Bellos ve ark., 2004). Gültekin ve ark., (2012), fosfatın suya, kaya ve toprak dışında, evsel ve endüstriyel atıklardan karışabileceğini bildirmişlerdir.

Karapınar Deresi'nde yaptığımız çalışmada ortalama OP değerleri tüm istasyonlarda 0,004 mg/l olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13). İstasyonlar incelendiğinde, OP düzeyleri tüm istasyonlarda benzer seviyede seyrederken, Mayıs ayında 4. istasyonda ani bir artış görülmüştür (Şekil 4.13). Bu artışın sebebi olarak 4. istasyonda suyun tarım alanlarında kullanılan gübrelerin yağmur suları ve sulama kanalları ile taşınmasına ve balık çiftliklerinden artan yemleme ve balık biyomasına

bağlı olarak gelen kirlilik yükünün bu mevsimde bu bölgede birikim göstermesine bağlanmıştır.

Fytianos ve ark., (2002) bildirdiğine göre, Mourkides ve ark., (1990), ötrifikasyon riskinin olduğu nehir sularında, fosfat alt limiti 0,5 mg/l olduğunu bildirmiş olup, çalışma bulgularımızda bu sınır değer aşılması görülmüştür. Fitoplanktonik organizmalar fosfordan ortofosfat şeklinde yararlanırlar. Reynolds (1993), alg gelişimi için OP konsantrasyonunun 0,01 mg/l'den düşük olmaması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmamızda OP konsantrasyonları ortalama değerlerine bakıldığında tüm istasyonların 0,01 mg/l'nin altında kaldığı belirlenmiştir.

4.2.14. Toplam Azot (TN)

Sulardaki toplam azotun %75'ini tarımsal alanlar, %18'i noktasal kaynaklar (endüstriyel), %1,4'ünü evsel atık sular ve %4,9'unu diğer kaynaklar oluşturmaktadır (Kronvang ve ark., 1999).

Yaptığımız çalışmada ortalama TN değerleri 0,87-0,92 mg/l aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.14). Çalışmamız boyunca TN değeri dikkat çekecek biçimde bir farklılık göstermemiştir. Toplam azotun Ocak ayında düşüş göstermesinin, Ocak ayında artan su debisinden (Şekil 4.14) kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Tekinay ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada alabalık çiftliğinin çıkış suyundaki TN düzeyini 0,62 mg/l olarak belirlemişlerdir. Koçer ve ark., (2013), 3 alabalık çiftliğinin giriş suyunun ortalama TN değerlerini 0,65-0,78 mg/l, çıkış suyunun ortalama TN değerlerini 0,98-1,37 mg/l aralığında belirlemişlerdir. Çalışmamızda ise özellikle 2. işletmenin atık sularında toplam azot değerinin yükseldiği görülmüştür.

Pulatsü ve Çamdeviren (1999), alabalık yetiştiriciliği çıkış suyunun kalitesini değerlendirmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada TN değerini 0,49 mg/l olarak tespit etmişler ve bu değer alabalık üretimi için kabul edilebilir standart değerler içerisinde olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmaya benzer olarak

bulduğumuz değerlerin de kabul edilebilir standart değerler içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Doods ve ark., (1998) akarsu sistemlerini TN düzeyine (mg/l) göre yaptıkları sınıflandırmada $<0,7$ oligotrofik, $0,7-1,5$ mezotrofik ve $>1,5$ ötrofik olarak belirtmiştir. Buna göre Karapınar Deresi toplam azot düzeyi bakımından mezotrofik sınıfta yer almaktadır.

4.2.15. Toplam Fosfor (TP)

Sulardaki toplam fosfor oranı, $0,005$ mg/l'den düşük ise üretken olmayan, $0,1$ mg/l den fazla ise ötrofik sular olarak sınıflandırılmıştır. Kirlenmemiş sular ise $0,01-0,05$ mg/l arasında toplam fosfor içermektedir (Wetzel, 2001). Yaptığımız çalışmada ortalama TP düzeyi $0,019 - 0,020$ mg/l aralığında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çalışmamızda TP düzeyi, ilkbahar ayında artış göstermiş, diğer aylarda çok fazla dalgalanma göstermemiştir (Şekil 4.15). Bu artışın sebebi, bu aylarda artan yağışlarla birlikte tarımsal alanlardan taşınan su debisinin azalmasına bağlı olarak alabalık çiftliklerinden yemleme ve dışkıdan kaynaklı olduğu düşünülmüştür.

Yıldırım ve Pulatsü (2011), Eşen Çayı üzerinde kurulu orta ve büyük ölçekli 2 gökkuşuğu alabalığı işletmesi üzerinde yaptıkları bir çalışmada TP düzeyini $0,13-0,64$ mg/l aralığında tespit etmiş ve bu değer alabalık üretimi için kabul edilebilir standart değerler içerisinde olduğunu bildirmişlerdir. Teodorowicz ve ark., (2006), yaptıkları çalışmada iki alabalık işletmesinin giriş sularındaki TP değerlerini $0,10$ ve $0,12$ mg/l; çıkış sularında ise $0,12$ ve $0,15$ mg/l olarak belirlemişlerdir. Bu benzer çalışmalara göre, bulduğumuz değerlerin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). TP düzeyinin 1. İstasyonda diğer istasyonlara göre fazla çıkması, bu bölgede tarımsal arazilerden, evsel ve çevresel atıklardan yeraltına suların sızdığını düşündürmüştür.

Doods ve ark., (1998) akarsu sistemlerini TP düzeyine (mg/l) göre yaptıkları sınıflandırmada $<0,025$ oligotrofik, $0,025-0,075$ mezotrofik ve $>0,075$ ötrofik olarak

belirtmiştir. Buna göre Karapınar Deresi toplam azot düzeyi bakımından oligotrofik sınıfta yer almaktadır.

Karapınar Deresi toplam fosfor içeriği SKKY değerleri (Anonim, 2004) ile karşılaştırıldığında (Çizelge 1.1), mevsimler ve tüm istasyonlar bakımından I. Sınıf özellik göstermektedir.

4.2.16. Sedimentte Toplam Kjeldahl Azot (SD-TN) ve Toplam Fosfor (SD-TP)

Nehir kirliliğinin belirlenmesinde su analizleri ile birlikte sediment analizlerinin de yapılması gerekmektedir. Çünkü sediment bir kirlilik indikatörüdür. Birçok akarsu, kirleticilerin sedimentte birikmesine izin vermemekte ve kirleticileri taşımaktadır. Bu nedenle kirlilik bölgesel olarak değişiklik gösterebilmektedir (Cheung ve ark, 2003).

Sedimentte Toplam Kjeldahl Azotu (SD-TN)

Karapınar Deresi'nde yaptığımız çalışma sonucunda, SD-TN ortalama 841-1436 mg/kg aralığında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Sonuçlara göre en yüksek azot birikimi akıntı hızının düştüğü, sığ ve balçık sediment yapısına sahip olan 5. istasyonda (1436 mg/kg) gözlenmiştir. Bu durum, Cüce ve Bakan (2005) tarafından belirtildiği gibi, bölgede karasal ve sucul bitkilerin yoğun olması ve cansız bitki artıklarının, yem ve dışkı atıklarının ve yağmur suları ile taşınan azotun sedimentte çökerek birikmesi artışa neden olarak gösterilebilir.

Akarsulardaki sediment kalitesi bölgesel olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Sedimentte azot birikiminin sadece suda bulunan azot konsantrasyonu ile ilişkili olmadığı, yapısı ve bileşimi ile birlikte suyun akış hızı ve kirlilik süresinin de etkili olmaktadır (Fernanda Ferreira ve ark, 1996; Wetzel, 2001; Cheung ve ark, 2003). SD-TN düzeyi mevsimsel olarak incelendiğinde su debisinin yüksek olduğu kış döneminde en az birikim gözlenirken, yazın su debisinin azalması sedimentteki azot düzeyinde artmasına neden olmuştur. Çalışmamızda 5. istasyona kadar sedimentteki azotun su akışı ile birlikte taşındığı ve bu istasyonda akış hızının

düşerek suyun sığlaşmasından dolayı sedimentte birikim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.16.1).

Sedimentte Toplam Fosfor (SD-TP)

Sedimentte fosfor birikimi bölgenin, topografyasına, bitki topluluğuna, suyun fosfor kirlilik derecesine ve fosforun sediment ile su arasındaki geçişine bağlıdır. Sedimentteki fosforun tekrar su kolonuna geçişinde bazı fiziksel ve kimyasal faktörler etkili olur (bakteri, mantar, plankton ve omurgasızların aktiviteleri ileredoks potansiyeli, iyon değişimleri) (Rivas ve ark, 2000).

Çalışmamızda SD-TP düzeyi 104,28 – 135,83 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Sedimentteki fosfor birikim düzeyinin, sedimentin yapısı ve bileşimi ile suyun akış hızı ve kirlilik süresinin etkilediğini bildirilmiştir (Cheung ve ark., 2003; Fernanda Ferreira ve ark., 1996). Rivas ve ark., (2000) yaptıkları çalışmada balçık yapılı sedimentte fosforun birikim düzeyinin yüksek, Öner ve ark., (2005) ise alüvyonal sedimentte fosforun düşük birikim gösterdiğini bildirmişlerdir. İstasyonlardaki SD-TP düzeyi karşılaştırıldığında, 5. istasyonda toplam fosfor yükünün en fazla olduğu görülmüş, bunun sebebi olarak bu istasyonda su akıntı hızı düşerek sığlaşması ve balçık sediment yapıya sahip olmasına bağlanmıştır. 2. istasyonda gözlenen en düşük düzey ise suyun akış hızının fazla ve Mainstonea ve Parr (2002)'ın belirttiği gibi sedimentin kumlu yapıya sahip olmasından dolayı fosforun sedimentte birikimi düşük bulunmuştur (Şekil 4.16.2).

Toplam fosfor mevsimsel olarak yazın azalan su debisinden dolayı çevresel (evsel, hayvansal, tarımsal) kirleticiler ile işletmelerin balık yem ve dışkılarından gelen fosfor yükünün sedimentte birikmesi dolayısıyla artış göstermiş kış mevsiminde ise artan su debisiyle birlikte tekrar azalmıştır (Şekil 4.16.2).

4.2.17. TN/TP Oranı

Özellikle N ve P sucul ekosistemlerin birincil üreticileri için sınırlayıcı besin elementleridir. TN/TP oranı algal büyümeler için sınırlayıcı besin elementinin tespit

edilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğer TN/TP <10 ise azot, TN/TP >17 ise fosfor sınırlayıcı besin elementidir (Smith, 1982).

Çizelge 4.19. TN/TP Oranı

	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
TN/TP	46	47	46	48	46

TN/TP oranı incelendiğinde tüm istasyonlarda fosfor sınırlayıcı element olarak tespit edilmiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada su ürünleri yetiştiriciliği arttıkça beraberinde getirdiği çevre sorunları da son yıllarda ön plana çıkmaya başlamıştır. Bunun sebebi yetiştiricilik faaliyet alanlarının artması ile buna paralel olarak oluşturduğu kirlilik yükünün artık hissedilir derecede olmasıdır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinin çevreye etkisi, yetiştiricilik metodunun çeşidine, üretim kapasitesine ve yetiştiricilik yapılan alanın biyolojik, kimyasal ve fiziksel karakterine bağlı olarak değişmektedir. Yem ve fekal atıklar sediment tabakasında birikirken, çözülebilir atıklar su kolonunda dağılır.

Bu tez çalışmasında aradığımız sonuç, yapılan araştırmalardan da bildiğimiz kadarıyla deniz balığı yetiştiriciliğinin çevresel sorunlara neden olduğudur fakat debinin yüksek olduğu dere ve akarsularda yapılan yetiştiricilik çevreyi kirletiyor mu, yoksa suyun belirli hızdaki akışıyla su kendini devamlı yeniliyor mu sorusunun cevabını bulabilmektir.

Belirlenen istasyonlarda 1 yıl süreli çalışmalarda elde edilen veriler değerlendirilmiş ve tatlı sularda yapılan balık yetiştiriciliğinin akıntı sebebiyle çeşitli faaliyetler sonucu oluşan kirlilik etmenlerinin büyük oranda elemine ettiği görülmüştür. Kirlilik etmeni olarak birinci sırada yer alan yemlerin %90'ı balıklar tarafından tüketilmektedir. Tüketilmeyen yemler ve balıkların metabolik faaliyetlerinden kaynaklanan atıklar yüksek debi sayesinde birikim yapmamaktadır.

Yapılan arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda;

- ✓ Su sıcaklık değerleri 16,4-16,7°C aralığında tespit edilmiştir. Sıcaklık değişimlerinin mevsimsel olduğu, Karapınar Deresi'ne ısısal kirletici karışmadığı ve SKKY kriterlerine göre tüm istasyonlar I. sınıf (<25 °C) su kalite özelliği göstermiştir.
- ✓ pH değerleri 7,4-7,7 aralığında değişim gösterirken, Karapınar Deresi SKKY kriterlerine göre tüm istasyonlar I. sınıf su kalite özelliği gösterdiği belirlenmiştir.

- ✓ Çalışma süresince çözülmüş oksijen değerleri 7,5-9,0 mg/l arasında değişim göstermiştir. SKKY su kalite kriterlerine göre tüm istasyonlar bakımından I. sınıf özelliği göstermiştir.
 - ✓ Elektriksel iletkenlik değerleri çalışmamız süresince 518-522 $\mu\text{s/cm}$ arasında ölçülmüştür. Bölgenin kireç taşı, dolomit ve kalker kayaçlarla kaplı olması elektrik iletkenlikte yükselmeye neden olduğu düşünülmüştür.
 - ✓ Askıda katı madde, 4,3-6,6 mg/l arasında belirlenmiştir. İstasyonlarda elde edilen veriler incelendiğinde tüm istasyonların ortalama askıda katı madde miktarları, EPA'nın bildirdiği kriterler içerisinde kalmıştır.
 - ✓ Klorofil $-a$ değerleri, 0,31-0,93 $\mu\text{g/l}$ arasında değişmiş, Haziran ayında 5. İstasyonda debinin düşük olması ve sıcaklığın artması nedeniyle ani bir artış göstermiştir.
 - ✓ Toplam alkalinite değerleri, 361 - 376 mg CaCO_3/l olarak tespit edilmiş ve doğal sularda bulunması gereken sınırlar içinde (5-500) yer almıştır.
 - ✓ Toplam sertlik, 341-359 mg CaCO_3/l aralığında değişmiştir. Genel anlamda Karapınar Deresi çok sert su özelliğinde olup, istasyon 1'den sonra sertlik değerleri artış göstermiştir. Bu durum Karapınar Deresi'nin yer aldığı bölgenin genelinde kireçtaşı, dolomit ve kalker kayaçlarla kaplı olmasına bağlanmıştır.
 - ✓ Kimyasal oksijen ihtiyacı, 42-55 mg/l aralığında belirlenirken SKKY su kalite kriterlerine göre 2. ve 5. istasyonlar II. sınıf, 1., 3. ve 4. istasyonlar ise III. sınıf olarak tespit edilmiştir. Yüksek KOİ değerlerinin nedeni, su debisinin düşük olduğu dönemde işletmelerden kaynaklı ve tarımsal aktiviteler sonucu dereye karışan çevresel kirliliğin seyrememesinden kaynaklandığı düşünülmüştür.
 - ✓ Nitrit azotu çalışma süresince 0,005-0,006 mg/l aralığında değişim göstermiştir. SKKY su kalite kriterlerine göre tüm istasyonlar bakımından II. sınıf olarak belirlenmiştir.
 - ✓ Nitrat azotu değerleri 0,69 – 0,72 mg/l arasında değiştiği tespit edilmiştir. SKKY kriterlerine göre tüm istasyonlar 1. sınıf su özelliği göstermektedir.

✓ Amonyum azotu, 0,023 – 0,025 mg/l aralığında değişirken, su kalite kontrol yönetmeliğine (SKKY) göre tüm istasyonlarda I.sınıf su özelliği göstermektedir.

✓ Ortofosfat değerleri çalışma süresince tüm istasyonlarda 0,004 mg/l olarak belirlenmiştir. Mayıs ayında 4. İstasyonda suyun tarım alanlarında kullanılan gübrelerin yağmur suları ve sulama kanalları ile taşınmasına ve balık çiftliklerinden artan yemleme ve balık biyomasına bağlı olarak gelen kirlilik yükünün bu mevsimde bu bölgede birikim göstermesi nedeniyle bir artış görülmüştür.

✓ Toplam azot 0,87-0,92 mg/l değer aralığında saptanmıştır.

✓ Toplam fosfor, Karapınar Deresi sularında 0,019 – 0,020 mg/l arasında değişim gösterirken, SKKY su kalite kriterlerine göre tüm istasyonlar bakımından I. sınıf olarak belirlenmiştir.

✓ Sedimentte incelenen toplam kheydahl azotu, 841-1436 mg/kg aralığında değişmiştir.

✓ Sedimentte toplam fosfor değerleri çalışma süresince 104,28 – 135,83 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Su kalite kontrol yönetmeliğine (SKKY) (Çizelge 1.1) göre tüm istasyonların ortalaması bakımından Karapınar Deresi; sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, nitrat azotu, amonyum azotu ve toplam fosfor yönünden I. sınıf; nitrit azotu bakımından II. sınıf ve kimyasal oksijen ihtiyacı yönünden 2. ve 5. istasyonlar II. sınıf, 1., 3. ve 4. istasyonlar ise III. sınıf olarak belirlenmiştir.

Suda TN/TP oranları 1. istasyonda: 46; 2. istasyonda: 47; 3. istasyonda: 46; 4. istasyonda: 48 ve 5. istasyonda; 46 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre tüm istasyonlarda fosfor sınırlayıcı element olarak saptanmıştır (Çizelge 4.19).

Karapınar Deresi trofik sınıflandırmaya göre, klorofil-a ve toplam fosfor düzeyi bakımından oligotrofik, toplam azot düzeyi bakımından mezotrofik sınıfta yer almaktadır.

Yetiştiriciliğin çevreye olan etkisini azaltmak için; hem işletme hem de çevre için, suda istenen sürede kalabilen ve balıklar tarafından tamamen tüketilebilecek yem tipleri kullanılmalıdır. Yetiştirilen canlının optimum protein ve yağ oranları belirlenip, azot ve fosforun alıcı ortama bıraktığı yük azaltılmalıdır. İşletmelerden çıkan atık su arıtmaya tabi tutulmalıdır. Stoklama yoğunluğuna dikkat edilmelidir.

Yukarıdaki önerilerin yetiştiriciler tarafından uygulanması durumunda su ürünleri işletmelerinden kaynaklanan etkilerin en aza ineceği bir gerçektir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde büyük boyutta kirlenme görülmemesine rağmen olası kirlilik faktörlerinin minimum seviyeye indirilmesi, yetiştiricilik sektörünün ilerlemesine yardımcı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Akkaya, C., Efeoglu. A., ve Yesil. N., 2006. Tmmob Su Politikaları Kongresi. Web Sitesi. [Http://Www.E-Kutuphane.Imo.Org.Tr/Pdf/9125.Pdf](http://Www.E-Kutuphane.Imo.Org.Tr/Pdf/9125.Pdf). Erisim Tarihi: 01.09.2010.
- Akman, Y., Ketenoglu, O., Evren, H., Kurt, L., ve Düzenli, S., 2000. Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi). Palme Yayıncılık, Ankara. 267s.
- Alvarado, J. L., 1997. Aquafeeds And The Environment. In A. Tacon Nnd B. Basurco , Eds. Feding Tomorrow's Fish, S: 275- 289.
- Anonim, 1995. Su Ürünleri Yönetmeliği, 22223 Sayılı Resmi Gazete İle Yürürlüğe Giren
- Anonim, 2003. Bozüyük Yöresi Gökkuşuğu Alabalığı İşletmeleri Çıkış Sularının Karasu Deresi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Kesin Raporu. 58s.,Ankara.
- Anonim, 2004. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (Skky), 25687 Sayılı Resmi Gazete, 31.12.2004.
- Anonim, 2004a. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliği, 25507 Sayılı Resmi Gazete İle Yürürlüğe Giren
- Anonim, 2004b. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 25687 Sayılı Resmi Gazete İle Yürürlüğe Giren
- Anonim, 2008. 2007 Yılı Mersin İl Çevre Durum Raporu. Mersin Valiliği İl Çevre Ve Orman Müdürlüğü.
- Anonim, 2008a. Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği, 26939 Sayılı Resmi Gazete İle Yürürlüğe Giren
- Anonim, 2008b. Çevre Denetimi Yönetmeliği, 27061 Sayılı Resmi Gazete İle Yürürlüğe Giren
- Anonim, 2010a. 2009 Ekonomik Rapor. Yayın No: 2010-7.
- Anonim, 2010b. Balık Yaşamının Sürdürülebilirliği İçin Koruma Ve İyileştirme Gereksinimi Bulunan Tatlı Suların Kalitesi Hakkında Taslak Yönetmelik
- APHA, 1998. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater. 18th Edition.
- Ayık, Ö., Atamanalp, M., Kocaman, M., ve Kocaman. B., 2006. Sapanca Deresi (Erzurum, Uzundere) Üzerinde Kurulan Alabalık Üretim Çiftliklerinin Dere Suyu Ve Çevreye Etkileri Üzerine Bir Araştırma. I. Balıklandırma Ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, Sayfa; 501 Antalya.

- Bartoli, M., Nizzoli, D., Longhi, D., Laini, A., and Viaroli, P., 2007. Impact Of Trout Farm On The Water Quality Of An Appennie Creek From Daily Budgets Of Nutrients. *Chemistry And Ecology*, 23 (1):1-11.
- Bellos, D., Sawıdıs, T., and Tsekos, I., 2004. Nutrient Chemistry Of Riverpinios (Thessalia, Greece). *Environment International*, 30: 105– 115.
- Bergheim, A., and Brinker A., 2003. Effluent Treatment For Flow Through Systems And European Environmental Regulations. *Aquacultural Engineering*, 27 (1); 61-77.
- Biggs, B. J. F., 2000. Eutrophication Of Streams And Rivers: Dissolved Nutrient-Chlorophyll Relationships For Benthic Algae. *Journal Of The North Americanbenthological Society*, 19(1):17-31.
- Boaventura, R., Pedro, A. M., Coimbra, J., and Lencastre, E., 1997. Trout Farm Effluents: Characterization And İmpact On The Receiving Streams. *Enviromental Pollution*, 95 (3): 379-387.
- Bulut, S., Mert, R., Solak, K., ve Konuk, M., 2011. “Selevir Baraj Gölü'nün Bazı Limnolojik Özellikleri”. *Ekoloji*, 20(80), 13-22.
- Castello, M.J., Thompson, E., Gillooly, M., Dempsey, S., Briody, M., Massik, Z., Quigley, D., and Warrer-Hansen, I., Pollution Control Of Freshwater Fish Farms Effluent İn Ireland.. Stride Report No 5. Department Of Environment. Dublin, Pp: 73 (1995).
- Chapman, D. and Kimstach, V., 1996. Selection of water quality variables. In: *Water Quality Assessments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*, Second Edition, UNESCO/WHO/UNEP, 651p., Eds. Chapman, D., Great Britain at the University Press, Cambridge, London.
- Cheung, K.C., Poon, B.H.T., Lan, C.Y., and Wong, M. H., 2003. Assessment of Metal And Nutrient Concentrations İn River Water And Sediment Collected from The Cities İn The Pearl River Delta, South China. *Chemosphere* 52; 1431–1440.
- Cho, C. Y., and Bureau, D. P., 2001. A Review Of Diet Formulation Strategies And Feeding Systems To Reduce Excretory And Feed Wastes İn Aquaculture. *Aquaculture Research*, 32 (Suppl. 1), 349-360
- Cüce, H., ve Bakan, G., 2005. Kızılırmak Nehri'nde, Sediman Oksijen İhtiyacı (SOİ) Belirleme Çalışmaları. VI. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 24-26 Kasım, İstanbul.

- Cunningham, J. H., 2003. Effluent Characterization Of Flow-Through Aquaculture Operations İn West Virginia Master Of Science İn Civil And Environmental Engineering Morgantown, West Virginia, P:1-104
- Çağırğan H., Degirmenci U., Nemli E., Balta F., ve Sanver F., 2008. Yurdumuzda Balık Hastalıklarının Tedavisinde İlaçların Yasal Kullanımı. I. Ulusal Alabalık Sempozyumu. 14-16 Ekim 2008, Isparta.
- Çakır, H., 1993. Türkiye’de Yetiştiriciliğin Çevresel Etkisi Ve Bunun Turizm, Rekreasyon Ve Özel Koruma Alanları İle İlişkisi. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim Ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.
- Çelikkale, M. S., 1999, Türkiye Su Ürünleri Sektörü, Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları Ve Çözüm Önerileri, İto. Yay. No:1999-2.
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E., ve Okumuş, İ., 1999. Fisheries Sector İn Turkey: Potential, Current State, Constraints And Recommendations (İn Turkish), İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:1999(2): 414, Lebib A.S., İstanbul.
- Descy, J.P. and Empain, A., 1984. Meuse, In: B.A. Whitton (ed.), Ecology of European Rivers, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1-23.
- Dirican, S., ve Barlas, M., 2005. Dipsiz Ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri Ve Balıkları. Ekoloji, 14, 54, 25-30.
- Dodds, W. K., Jones, J. R., and Welch, E. B., 1998. Suggested Classification Of Stream Trophic State: Distributions Of Temperate Stream Types By Chlorophyll, Total Nitrogen, And Phosphorus. Wat. Res. Vol. 32(.5):. 1455-1462.
- Enell, M., 1995. Environmental Impact Of Nutrients From Nordic Fish Farming. Water Sciences And Technology 31, 61-71.
- Epa, 1986. Quality Criteria For Water. Washington. 477s.
- Erturk, A., Ekdal, A., Gurel, M., Yuceil, K. ve Tanik, A., 2004. Use Of Mathematical Models To Estimate The Effects Of Nutrient Loadings On Smallstreams, Fresenius Environmental Bulletin, 13(11): 1350-1359.
- Fernanda Ferreira, M., Chiu, W. S., Cheok, H. K., Cheang, F., and Sun, W., 1996. Accumulation Of Nutrients And Heavy Metals İn Surface Sediments Near Macao. Marine Pollution Bulletin, 32(5): 420-425.
- Fianko, J. R., Lowor, S. T., Donkor, A., and Yeboah, P. O., 2010. Nutrient chemistry Of The Densu River İn Ghana. Environmentalist, 30:145–152.

- Fytianos, K., Siumka, A., Zachariadis, G. A., and Beltsios, S., 2002. Assessment Of The Quality Characteristics Of Pinios River, Greece. *Water, Air, And Soil Pollution* 136: 317–329.
- Foy, R. H., and Rosell, R., 1991. Loadings Of Nitrogen And Phosphorus From A Northern Ireland Fish Farm. *Aquaculture*, 96 (1): 17-30.
- Gelineau, A., Corraze, G., Boujard, T., Larroquet L., and Kaushik, S., 2001. Relation Between Dietary Lipid Level And Voluntary Feed Intake, Growth, Nutrient Gain, Lipid Deposition And Hepatic Lipogenesis In Rainbow Trout, *Reprod. Nutr.Dev.* 41:487–503.
- Göksu, M. Z. L., 2003. Su Kirliliği Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 7 Adana.
- Gültekin, F., Ersoy, A. F., Hatipoğlu, E., ve Celep, S., 2012. Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 21(82):77-88.
- Gün, B., 2011. Değirmendere Çayı su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik diyatoma göre belirlenmesi ve su kalitesi indekslerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Gündoğdu, V., ve Turhan, D., 2004. Bakırçay Havzasının Kirlilik Etüdü Çalışması. *Deü Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi*, 6(3); 65-83.
- Haya, K., 2005. Environmental Impact Of Chemical Wastes Produced By The Salmonoid Aquaculture Industry. [Http://Www.Mar.Dfo-Mpo.Gc.Ca](http://www.Mar.Dfo-Mpo.Gc.Ca)
- HDC, 2003. Water Quality Parameters. Chemical and Physical Factors Influencing Water Quality in Rivers and Streams, Hauraki District Council, 38p.
- Helfrich, L. A., 1998. Impacts Of Trout Culture Effluent On Water Quality And Biotic Communities In Virginia Headwater Streams, *The Progressive Fish-Culturist* Volume 60, Issue 4 article: Pp. 247–262.
- Jahncke, M. L. and Schwarz. H. M., 2002. Public, Animal And Environmental Aquaculture Health Issues In Industrialized Countries. *Public, Animal, And Environmental Aquaculture Health Issues* (Edited By Michael L. Jahncke, E. Spencer Garrett, Alan Reilly, Roy E. Martin, Emille Cole) 205 Pp.
- Kara, C., ve Çömlekçioğlu, U., 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'In Kirliliğinin Biyolojik Ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. *Ksu Fen Ve Mühendislik Dergisi* 7(1):1-7.

- Kayaalp, G. T., ve Polat, S., 2001. Tüm Gözlemlenilen Ve Eksik Gözlemlenilen Regresyon Modelinde Klorofil-A Miktarının Tahmini. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi,18(3-4): 529-535.
- Koçer, M. A. T., Kanyılmaz, M., Yılayaz, A., ve Sevgili, H., 2013. Easte Loading Into A Regulated Stream From Land-based Trout Farms, Vol. 3: 187–195, 2013
- Koçer, M. A. T., ve Sevgili, H., 2014. Parameters Selection For Water Quality Index In The Assessment Of The Environment Impacts Of Land-based Trout Farms, Ecological Indicators 36(2014) 672-681
- Koukal, B., Domínik, J., Vignati, D., Arpagaus, P., Santiago, S., Ouddane, B., and Benaabdate, L., 2004. Assessment Of Water Quality And Toxicity Of Polluted Rivers Fez And Sebou In The Region Of Fez(Morocco). Environmental Pollution, 131: 163–172.
- Kronvang, B., Hoffmann, C. C., Svendsen, L. M., Windolf, J., Jensen, J. P., and Dørge, J., 1999. Retention Of Nutrients In River Basins. Aquatic Ekology, 33: 29-40.
- Lucas, J. S., and Southgate P. C., 2003. Aquaculture Farming Aquatic Animals And Plants. Fishing News Boks, Blackwell Publishing, 78, Uk.
- Macmillan, J. R., Huddleston, T., Woolley, M., and Fothergill, K., 2003. Best Management Practice Development To Minimize Environmental Impact From Large Flow-Through Trout Farms, Aquaculture, 226 (2003) 91–99
- Maillard, V. M., Boardman, G. D., Nyland, J. E., and Kuhn, D. D., 2005. Water Quality And Sludge Characterization At Raceway-System Trout Farms. Aquacultural Engineering, 33 (4); 271-284
- Mainstonea, C. P., and PARR, W., 2002. Phosphorus in rivers - ecology and management. The Science of the Total Environment, 282-283: 25-47.
- MEB, 2008. Meslek eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi, 9p.
- Millen, A., and Redding, T. A., 1998. Environmental Management For Aquaculture, Kluwer Academic Publishers P: 21-56 London Isbn:0-412-59500-1
- Miller, D., and Simmens, K., 2002. Waste Management In Aquaculture. West Virginia University, Aquaculture Information Series, Publication Aq02-1.
- Murpy, J., and Riley, J. P., 1962. A Modified Single Solution Method For The Determination Of Phosphate In Natural Waters. Analytica Chimica Acta. 27-31.

- Nisbet, M., and Verneaux, J., 1970. "Composants Chimiques Des Eaux Courantes: Discussion Etpropositions Des Classes En Tant Que Base D'interprétation Des Analyses Chimiques". *Annales De Limnologie*, 6 (2): 161-190.
- Odabaşı, S., ve Büyükkateş, Y., 2009. Klorofil- A, Çevresel Parametreler Ve Besin Elementlerinin Günlük Değişimleri: Sarıçay Akarsuyu Örneği (Çanakkale, Türkiye). *Ekoloji* 19, 73, 76-85.
- Ouyang, Y., Nkedı-Kizza, P., Wu, Q.T., Shinde, D., and Huang, C.H., 2006. Assessment Of Seasonal Variations İn Surface Water Quality. *Waterresearch*, 40: 3800 – 3810.
- Öner, E., Hocoğlu, B., ve Uncu, L., 2005. Tarsus Ovasının Jeomorfolojik gelişimi Ve Gözlükule Höyüğü. İtü Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, 2-5 Haziran 2005. İstanbul.
- Özbay Ö., Göksu M.Z.L., ve Alp M.T., 2011. "Bir Akarsu Ortamında (Berdan Çayı, Tarsus-Mersin) En Düşük ve En Yüksek Akım Dönemlerinde Bazı Fizikokimyasal Parametrelerin İncelenmesi", *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23 (1): 31-39.
- Özbay Ö., Göksu M.Z.L., ve Alp M.T., 2012. "Akarsu Ortamında Su Kalite Parametrelerinin İncelenmesi, Berdan Çayı Örneği (Tarsus-Mersin)", *Ç.Ü Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28 (1): 109-117.
- Peavy, H.S., Rowe, D.R. and Tchobanoglous, G., 1985. *Environmental Engineering*. McGraw-Hill Book Company, New York, 699p
- Pillay, T. V. R., 1992, *Aquaculture And Environment*, Fishing News Boks, Oxford, 185s.
- Pillay, T.V.R., 2004. *Aquaculture And The Environment*, Fishing News Boks, Blackwell, Oxford, Second Ed., 196 P., Uk.
- Polat, M., 1997. Akarsu Ve Göllerde İzlenen Fiziksel Ve Kimyasal Parametreler. Su Kalitesi Yönetimi Semineri Bildiri Kitabı, Ankara, 45-57.
- Pulatsü, S., ve Çamdeviren, H., 1999. Sakaryabaşı Alabalık Çiftliği Giriş Ve Çıkış Suyunun Kalite Özellikleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 5(2):30-359
- Pulatsü, S., Rad, F., Köksal, G., Aydın, F., Karasu, Ç., and Akçora, A., 2004. The İmpact Of Rainbow Trout Farm Effluents On Water Quality Of Karasu Stream, Turkey. *Turkish Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences*, 4: 09-15.
- Rast, W., and Holland, M.M., 1988. Eutrophication Of Lakes And Reservoirs: A Framework For Making Management Decisions. *Ambio*, 17(2):12.

- Reynolds, C. S., 1993. The Ecology Of Freshwater Phytoplankton. Cambridge, Studies In Ecology. Cambridge. Cambridge University Press.
- Risch, M.R., 2004. Chemical and Biological Quality of Surface Water at the U.S. Army Atterbury Reserve Forces Training Area Near Edinburgh, Indiana, Semptember 2000 through July 2001, Geological Survery Water-Resources Investigations Report 03-4149, 87p.
- Rıvas, Z., De Medina, H. L., Gutiérrez, J., and Gutiérrez, E., 2000. Nitrogen And Phosphorus Levels İn Sediments From Tropical Catatumboriver (Venezuela). Water, Air, And Soil Pollution, 117: 27–37.
- Selong, J.H., and Helfrich, L.A., 1998 Impacts Of Trout Culture Effluents On Water Quality And Biotic Communities İn Virginia Headwater Streams, Progressive Fish Culturist, 60 (4), Pp: 247-262, (1998).
- Smith, A. J. E., 1982. Bryophyte Ecology,: London. Chapman and Hall.
- Stechey, D., and Linqvist, J., 2006. Environmental Regulation Of Freshwater Aquaculture İn Canada. Proceedings Of The Canadian Freshwater Aquaculture Symposium.Aac Special Puplicatıon No.11. 31-39.
- Stewart, N.T., Boardman, G.D., and Helfrich L.A., 2006. Treatment Of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Raceway Effluent Using Baffled Sedimentation And Artificial Substrates. Aquacultural Engineering, 35(2), 166-178.
- Şen, B., Koçer, M.A.T., ve Alp, M.T., 2002. Hazar Gölü'ne boşalan akarsuların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14, 1, 241-248.
- Şen, B., ve Gölbaşı, S., 2008. Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı'nın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 25,4, 353-358.
- Tacon, A.G.C., and Forster, I.P., 2003. Aquafeeds And The Environment: Policy İmplications. Aquaculture. 226 (1-4): 181-189
- Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö., ve Topkara, S., 2010. "Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri". Journal of Fisheries Sciences, 4 (3), 254-263.
- Taşdemir, M., ve Göksu, Z. L., 2001. Ası Nehri'nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18 (1-2): 55-64.
- Tekinay, A.A., Güroy, D., ve Çevik N., 2006. Balık Üretiminden Kaynaklanan Kirlilik Ve Çözüm Yolları E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23 (1-1): 295-298.
- Tekinay, A.A., Güroy, D., ve Çevik, N., 2009. The Environmental Effect Of A Land-Based Trout Farm On Yuvarlakçay, Turkey. Ekoloji 19, 73, 65-70

- Tello. A., Corner. R.A., and Tefler. T.C., 2010. How Do Land-Based Salmonid Farms Affect Stream Ecology? Review. *Environmental Pollution*, 158 (5); 1147-1158.
- Teodorowicz, M., Gawrońska, H., Lossow, K., and Łopata, M., 2006. Impact Of Trout Farms On Water Quality In The Marózka River (Mazurian Lakeland, Poland). *Archives Of Polish Fisheries Vol. 14 Fasc. 2*; 243-255
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., ve Töre, Y., 2006a. Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri Ve Aylık Değişimleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1): 149-154.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., ve Töre, Y., 2006b. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1): 155-161.
- True, B., Johnson W., and Chen, S., 2004. Reducing Phosphorus Discharge From Flow Through Aquaculture I : Facility And Effluent Characterization. *Aquacultural Engineering*. 32 (1); 129-144.
- Tsutsumi, H., Kikuchi, T., Tanaka, M., Higashi, T., Imasaka, K., and Miyazaki, M., 1991, Benthic Faunal Succession In A Cove Organically Polluted By Fish Farming. *Marine Pollution Bulletin*.
- Türkoğlu, E., Doğan, A., Serin, D. S., ve Özsoy, T., 2007. Kilikya Akarsularının İyonik Bileşimi Ve Su Kalitesi Üzerine Bir Çalışma. *Türksucul Yaşam Dergisi*, 3-5(5-8): 618-627.
- USEPA, 1997. Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual. United States Environmental Protection Agency, Office of Water 4503F, Washington, EPA 841-B-97-003.
- Uslu, O., ve Türkman, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. Eğitim Dizisi, Ankara. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Ünlü, A., ve Tunç Sara, M., 2007. Evsel Atıksu Deşarjı Öncesinde Ve Sonrasında Kehli Deresi'nin Su Kalitesi Değişiminin İncelenmesi. *İtü Dergisi/E Su Kirlenmesi Kontrolü*, 17(2); 65-75.
- Vaishali, P., and Punita, P., 2013. Assessment of seasonal variation in water quality of River Mini, at Sindhrot, Vadodara, *International journal of environmental sciences*, 3, 5, 1454-1436.
- Valderrama, J. C., 1982. The Simultaneous Analysis Of Total Nitrogen And Total Phosphorus In Natural Waters. *Marine Chemistry*, 10: 109-122

- Varol, M., 2004. Hazar Gölü'ne dökülen Behrimaz Çayı'nın fiziksel ve kimyasal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D., ve Şahin, C., 2005. İyidere (Trabzon)'Nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 14 (57): 26-35.
- Viadero, R. C., Cunningham, J. H., Semmens, K. J., and Tierney A.E., 2005. Effluent And Production Impacts Of Flow-Through Aquaculture Operations In West Virginia. *Aquacultural Engineering* 33, 258–270
- Wetzel, R.G., 1975. *Limnology*. W.B. Saunders Company, London, 743p.
- Wetzel R.G. and Likens, G.E., 1991. *Limnological Analyses*. 2th edition, Springer Verlag, New York, 391p.
- Wetzel R.G., and Likens, G.E., 2000. *Limnological Analyses*. Springer Sciencebusiness Media, Inc. United States Of America. 435p.
- Wetzel, R. G., 2001. *Limnology; Lake And River Ecosystems*. Academic Press. Third Edition. California. 1006s.
- Yıldırım, Ö., ve Korkut, A. Y., “Su Ürünleri Yemlerinin Çevreye Etkisi”, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt: 21, Say (1-2): 167-172, (2004).
- Yıldırım, H.B., ve Pulatsü, S., 2011. “Karadakurulualabalıkışletmeleri (Fethiye, Muğla) Çıkış Suları Özelliklerinin Yasal Düzenlemeler Çerçevesinde Değerlendirilmesi”, *Ekoloji*, 20, 48-54.
- Yurtman, Z., 2006. Alabalık Çiftliklerinin Çeşitli Faaliyetler Sonucu Yarattıkları Kirlilik Yükünün Dönemsel Olarak İncelenmesi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sayfa; 92 İstanbul

7. ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Hacer Merve KOCA

Doğum Tarihi: 15/06/1987

Öğrenim Durumu: Yüksek Lisans

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	-	Ankara Mobil Lisesi	2001-2004
Lisans	Su Ürünleri Fakültesi	Mersin Üniversitesi	2005-2010
Yüksek Lisans	Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler ABD	Mersin Üniversitesi	2010-2014

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

1. Bazı Ağır Metal Düzeylerinin *Ulva* sp. ve Sedimentte Araştırılması