



T.C.
Niğde Üniversitesi
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AKKAYA BARAJI HAVZASINDAKİ SU KİRLİLİĞİNİN
HAVZA YÖNETİMİ YAKLAŞIMIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

[]

SEDEF KAYIKCI

Aralık 2015

T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AKKAYA BARAJI HAVZASINDAKİ SU KİRLİLİĞİNİN
HAVZA YÖNETİMİ YAKLAŞIMIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

SEDEF KAYIKÇI

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ

Aralık 2015

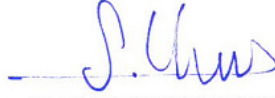
Sedef KAYIKÇI tarafından Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ danışmanlığında hazırlanan “Akkaya Barajı Havzasındaki Su Kirliliğinin Havza Yönetimi Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Başkan : Doç. Dr. Neslihan DOĞAN SAĞLAMTİMUR Niğde Üniversitesi



Üye : Yrd. Doç. Dr. Niğmet UZAL Abdullah Gül Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ Niğde Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../20... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../20... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atf yapıldığını bildiririm.

SEDEF KAYIKÇI



ÖZET

AKKAYA BARAJI HAVZASINDAKİ SU KİRLİLİĞİNİN HAVZA YÖNETİMİ YAKLAŞIMIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

KAYIKÇI, Sedef

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman

:Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ

Aralık 2015, 98 sayfa

Bu çalışmanın amacı, Akkaya Baraj Gölü'ndeki su kirliliğini baraj havzasını dikkate alarak değerlendirmektir. Bu amaçla baraja su sağlayan ana su kaynağı olan Karasu Deresi membasından barajın çıkışına kadar olan kesimden, arazi etütleriyle belirlenen, baraja kirletici verme potansiyeli olan 11 noktadan bir yıl süre ile aylık su örnekleme yapılmıştır. Ayrıca barajı besleyen Paşa Deresi'nden de su örnekleme yapılmıştır. pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve sıcaklık ölçümü arazide yapılmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler kullanılarak klorür, bulanıklık, sülfat, toplam azot, amonyum, nitrit, nitrat, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve bazı ağır metaller ölçülmüş ve sonuçlar ilgili yönetmeliklere göre değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, baraj içindeki su nitrat, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) parametreleri yönünden IV. kalite su, amonyum ve nitrit, yönünden III. kalite su olduğu görülmüştür. Baraj çıkış suyunun ise, nitrat yönünden V. kalite su, BOİ ve askıda katı madde (AKM) yönünden III. kalite su olduğu görülmüştür. Akkaya Barajı'ndaki kirlilik probleminin ancak havza ölçeğinde yapılacak önleme çalışmaları ile çözümlenebileceği, bu noktada da kurumlar arası koordinasyonun sağlanmasının gerekliliği ve havzanın bütünleşik su yönetim planının hazırlanmasının sorunun çözümüne önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Su kirliliği, Akkaya barajı (Niğde), su kalitesi, havza yönetimi

SUMMARY

EVALUATION OF WATER POLLUTION IN AKKAYA DAM WATERSHED WITH WATERSHED MANAGEMENT APPROACH

KAYIKÇI, Sedef

Nigde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

Supervisor : Assoc. Professor Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ

December 2015, 98 pages

The aim of this study was to evaluate, the water pollution in Akkaya Dam. For this purpose Karasu water provides the main water source of the dam from the Karasu River, monthly water sampling for one year from the 11 points were conducted. There's also a creek that feeds the dam Paşa was conducted water sampling. pH, dissolved oxygen, conductivity and temperature measurements were performed. Samples were brought to the laboratory and chloride, turbidity, sulfate, total nitrogen, ammonium, nitrite, nitrate, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand and some metals were evaluated according to relevant regulations. In terms of COD, BOD and nitrate parameters dam water has a quality of IV. In terms of ammonium, nitrite the quality of water was found III. But the in dam pollution problems basin can be resolved with prevention work to do at this point in inter-agency coordination requirement to solve the problem of preparation of an integrated water management plan of the basin are expected to provide a significant contribution.

Keywords: *Water pollution, Akkaya dam (Nigde), water quality, watershed management*

ÖN SÖZ

Bu yüksek lisans çalışmasının amacı, Akkaya Baraj Gölü'ndeki su kirliliğini baraj havzasını dikkate alarak değerlendirmektir. Bu amaçla baraja su sağlayan ana su kaynağı olan Karasu Deresi membasından barajın çıkışına kadar olan kesimden, arazi etütleriyle belirlenen baraja kirletici verme potansiyeli olan 11 noktadan bir yıl süre ile aylık su örnekleme yapılmıştır. Ayrıca barajı besleyen Paşa Deresi'nden de su örnekleme yapılmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler kullanılarak bazı fiziksel ve kimyasal su kalitesi parametreleri ölçülmüş ve sonuçlar ilgili yönetmeliklere göre değerlendirilmiştir.

Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesi esnasında, çalışmalarına yön veren, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bana her türlü desteği sağlayan danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Analizler için numune alınması safhasında her türlü desteği veren Sayın hocalarım Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ ve Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ'a müteşekkir olduğumu ifade etmek isterim. Numunelerin analizlerinin yapıldığı Er Esila Çevre ve İsg Müh. Müş. Lab. İnş. Turz. Gıda Teks. San. Ve Tic. Ltd. Şti.'ye ait laboratuvara, Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarına ve ACME Laboratuvarına teşekkür ederim. Ayrıca M. Ali Arslan, Serkan Çelebi, Orhan Uzküleçki ve Hasan Kılınç'a Niğde Akkaya Barajı Havzasının Bazı Karakteristiklerinin Belirlenmesi başlıklı Bitirme Tezi çalışmasından faydalanmamı sağladıkları için çok teşekkür ederim. Sadece bu tez çalışmam boyunca değil, tüm öğrenim hayatım boyunca bana destek olan babam Murat ÖZDAĞ'a, annem Neşe ÖZDAĞ'a ve ablam Öznur ÖZDAĞ MEMİLLİ'ye minnet ve şükran duygularımı belirtmek isterim. Başaracağıma benden çok inanan ve onlarla olmaktan gurur duyduğum, her zaman olduğu gibi her türlü fedakarlığı göstererek bana destek olan hayat arkadaşım Mehmet KAYIKÇI'ya ve kızım Buğlem KAYIKÇI'ya çok teşekkür ederim.

Bu çalışmaya FEB2014/17 numaralı Proje ile finansal destek sağlayan Niğde Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ve çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
SUMMARY.....	iii
ÖN SÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGE VE KISALTMALAR.....	xii
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
1.1 Su Kirliliği ve Kaynakları.....	1
1.2 Su Kalitesi ve Önemi.....	2
1.3 Su Kalitesini Değerlendirme Aşamaları.....	3
1.4 Su Kalitesini Belirleyen Parametreler.....	4
1.5 Su Kalitesi İzleme Çalışmalarının Havza Yönetimindeki Yeri ve Önemi.....	6
1.5.1 Havza nedir?.....	6
1.5.2 Havza yönetimi.....	7
1.5.3 Su çerçeve direktifinde su kalitesi izleme ve havza yönetiminin yeri.....	9
1.5.4 Havza yönetimi çalışmalarında su kalitesi izlemenin önemi.....	10
BÖLÜM II LİTERATÜR ÖZETİ.....	13
BÖLÜM III MATERYAL VE METOT.....	18
3.1 Araştırma Alanının Tanıtımı.....	18
3.1.1 Mevkii.....	18
3.1.2 Topografik yapı.....	19
3.1.3 Jeolojik ve jeomorfolojik yapı.....	19
3.1.4 İklim.....	20
3.1.5 Bitki örtüsü.....	21
3.1.6 Arazi kullanımı ve sosyoekonomik durum.....	21
3.2 Metot.....	22
3.2.1 Arazi çalışmaları.....	22
3.2.2 Laboratuvar çalışmaları.....	26
3.2.2.1 Sıcaklık.....	26

3.2.2.2 pH.....	26
3.2.2.3 Çözünmüş oksijen.....	26
3.2.2.4 Elektriksel iletkenlik.....	26
3.2.2.5 Bulanıklık.....	26
3.2.2.6 Biyokimyasal oksijen ihtiyacı.....	26
3.2.2.7 Askıda katı madde.....	27
3.2.2.8 Kimyasal oksijen ihtiyacı.....	27
3.2.3 Büro yöntemleri.....	28
BÖLÜM IV BULGULAR.....	29
4.1 Sıcaklık.....	29
4.2 pH.....	30
4.3 Çözünmüş Oksijen.....	32
4.4 Elektriksel İletkenlik.....	34
4.5 Klorür.....	35
4.6 Bulanıklık.....	37
4.7 Sülfat.....	39
4.8 Toplam Azot.....	41
4.9 Amonyum	42
4.10 Nitrit.....	44
4.11 Nitrat.....	46
4.12 Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	47
4.13 Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı.....	49
4.14 Askıda Katı Madde.....	51
4.15 Ağır Metaller.....	52
4.15.1 Demir.....	52
4.15.2 Alüminyum.....	54
4.15.3 Bakır.....	56
4.15.4 Mangan.....	57
4.16 Diğer Ağır Metaller.....	59
BÖLÜM V TARTIŞMA.....	62
5.1 Su Kalitesine İlişkin Değerlendirmeler.....	62
5.1.1 Sıcaklık.....	62
5.1.2 pH.....	65

5.1.3 Çözünmüş oksijen.....	66
5.1.4 Elektriksel İletkenlik.....	67
5.1.5 Klorür.....	68
5.1.6 Bulanıklık.....	68
5.1.7 Sülfat.....	69
5.1.8 Toplam Azot.....	70
5.1.9. Amonyum	71
5.1.10 Nitrit.....	72
5.1.11. Nitrat.....	72
5.1.12 Kimyasal oksijen ihtiyacı.....	74
5.1.13 Biyokimyasal oksijen ihtiyacı.....	75
5.1.14 Askıda katı madde.....	76
5.1.15 Ağır metaller.....	77
5.1.15.1 Demir.....	77
5.1.15.2 Alüminyum.....	77
5.1.15.3 Bakır.....	78
5.1.15.4 Mangan.....	78
5.1.16 Diğer ağır metaller.....	79
5.2 Akkaya Barajı Havzasındaki Su Kirliliği Sorunları ve Havza Yönetimi	
Yaklaşımı.....	81
5.2.1. Akkaya barajı havzası çevre sorunları.....	81
5.2.2. Bütüncül havza yönetimi yaklaşımıyla su kirliliği sorununun çözümüne ilişkin değerlendirmeler.....	83
BÖLÜM VI SONUÇ VE ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR.....	88
EKLER.....	94
ÖZ GEÇMİŞ.....	98

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Uzun yıllar içinde gerçekleşen bazı meteorolojik parametrelere ait ortalama değerleri.....	20
Çizelge 3.2. Uzun yıllar içinde gerçekleşen en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri....	21
Çizelge 4.1. Araştırma alanından alınan su örneklerinin sıcaklık parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	30
Çizelge 4.2. Araştırma alanından alınan su örneklerinin pH parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	32
Çizelge 4.3. Araştırma alanından alınan su örneklerinin çözülmüş oksijen parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	33
Çizelge 4.4. Araştırma alanından alınan su örneklerinin iletkenlik parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	35
Çizelge 4.5. Araştırma alanından alınan su örneklerinin klorür parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	37
Çizelge 4.6. Araştırma alanından alınan su örneklerinin bulanıklık parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	39
Çizelge 4.7. Araştırma alanından alınan su örneklerinin sülfat parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	40
Çizelge 4.8. Araştırma alanından alınan su örneklerinin toplam azot parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	42
Çizelge 4.9. Araştırma alanından alınan su örneklerinin amonyum azotu parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	44
Çizelge 4.10. Araştırma alanından alınan su örneklerinin nitrit parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	45
Çizelge 4.11. Araştırma alanından alınan su örneklerinin nitrat parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	47
Çizelge 4.12. Araştırma alanından alınan su örneklerinin KOI parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	49
Çizelge 4.13. Araştırma alanından alınan su örneklerinin BOI parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	50

Çizelge 4.14. Araştırma alanından alınan su örneklerinin AKM parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	52
Çizelge 4.15. Araştırma alanından alınan su örneklerinin demir parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	54
Çizelge 4.16. Araştırma alanından alınan su örneklerinin alüminyum parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	55
Çizelge 4.17. Araştırma alanından alınan su örneklerinin bakır parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	57
Çizelge 4.18. Araştırma alanından alınan su örneklerinin mangan parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri.....	58
Çizelge 4.19. Baraj giriş suyunun bazı ağır metal konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.....	59
Çizelge 4.20. Baraj içi suyunun bazı ağır metal konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.....	60
Çizelge 4.21. Baraj çıkış suyunun bazı ağır metal konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.....	61
Çizelge 4.22. Paşa deresine ait su örneğinde analiz edilen parametreler.....	61
Çizelge 5.1. Baraj giriş suyunun yıllık ortalama değerlerinin YSKYY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Sınıfları.....	63
Çizelge 5.2. Baraj içi suyunun yıllık ortalama değerlerinin YSKYY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Sınıfları.....	63
Çizelge 5.3. Baraj çıkış suyunun yıllık ortalama değerlerinin SKKY Teknik Usuller Tebliği sulama suyu kalite sınıfları.....	64
Çizelge 5.4. Baraj giriş suyunun yıllık ortalama değerlerinin SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Sınıfları.....	64
Çizelge 5.5. Baraj içi suyunun yıllık ortalama değerlerinin SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Sınıfları.....	65
Çizelge 5.6. Göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemi sınır değerleri.....	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Akkaya Baraj Havzası alanında bulunan önemli yerleşke ve dereler	18
Şekil 3.2. Araştırma alanı yer bulduru haritası ve örnekleme noktaları.....	23
Şekil 3.3. Örnekleme Noktaları.....	24
Şekil 4.1. Sıcaklığın aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	29
Şekil 4.2. Sıcaklığın aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	30
Şekil 4.3. pH değerinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	31
Şekil 4.4. pH değerinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	31
Şekil 4.5. Çözünmüş oksijen parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	32
Şekil 4.6. Çözünmüş oksijen parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	33
Şekil 4.7. Elektriksel iletkenlik parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	34
Şekil 4.8. Elektriksel iletkenlik parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	35
Şekil 4.9. Klorür parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	36
Şekil 4.10. Klorür parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	36
Şekil 4.11. Bulanıklık parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	38
Şekil 4.12. Bulanıklık parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	38
Şekil 4.13. Sülfat parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	39
Şekil 4.14. Sülfat parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	40
Şekil 4.15. Toplam azot parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi..	41
Şekil 4.16. Toplam azot parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi..	41
Şekil 4.17. Amonyum parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	43
Şekil 4.18. Amonyum parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	43
Şekil 4.19. Nitrit parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	44
Şekil 4.20. Nitrit parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	45
Şekil 4.21. Nitrat parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	46

Şekil 4.22. Nitrat parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	46
Şekil 4.23. KOI parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	48
Şekil 4.24. KOI parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	48
Şekil 4.25. BOI ₅ parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	49
Şekil 4.26. BOI ₅ parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	50
Şekil 4.27. AKM parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	51
Şekil 4.28. AKM parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	51
Şekil 4.29. Demir parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	53
Şekil 4.30. Demir parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	53
Şekil 4.31. Alüminyum parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi...	54
Şekil 4.32. Alüminyum parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi...	55
Şekil 4.33. Bakır parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	56
Şekil 4.34. Bakır parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	56
Şekil 4.35. Mangan parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	57
Şekil 4.36. Mangan parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi.....	58

SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

μ	Mikron
Co	Kobalt
B	Bor
Zn	Çinko
Ni	Nikel
Cr	Krom
Li	Lityum
As	Arsenik

Açıklama

Kısaltmalar

cm	santimetre
SÇD	Su Çerçeve Direktifi

Açıklama

BÖLÜM I

GİRİŞ

Yeryüzündeki su kütleinin % 97'sini okyanus ve denizler, % 2'sini göller, akarsular ve yer altı suları, %1'ini ise buzullar ve karlar oluşturmaktadır. Su, uygarlığın gelişimi boyunca kişisel hijyen, tarımsal sulama, endüstriyel üretim ve elektrik enerjisi üretimi gibi pek çok farklı amaçla kullanılmıştır. Ancak, yirminci yüzyılın başında başlayan hızlı sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışı sonucu, doğal kaynaklar üzerindeki kullanım baskısının artması, beraberinde çevre kirliliği olarak adlandırılan insan yaşamını ve çevresini tehdit eden büyük bir tehlikenin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Zeybek, 2006).

Son yıllarda, su kaynaklarında meydana gelen kirlenmeler, su kaynağının etkin kullanımı için belirli bir kalitede olmasını ve bu kalitenin sürekli izlenmesini gerektirmektedir. Kirlilik faktörlerini belirleyebilmek, kirliliğin boyutlarını kestirebilmek ve önlemler alabilmek için yapılacak en önemli ve ilk iş suyun kirleticiler bakımından izlenmesidir. İzlemenin havza yönetim politikalarının geliştirilmesinde, uygulanmasında ve değerlendirilmesindeki rolü oldukça önemlidir. Ulusal mevzuatımızın ve Avrupa Birliği (AB) mevzuatının gerekleri de izlemenin, havza ölçeğinde çalışmanın önemini gündeme getirmektedir (Olgun, 2010; Öksüz, 2010).

1.1 Su Kirliliği ve Kaynakları

Su kirliliği insanlara, çevreye su sağlayan göl, nehir, okyanus, deniz ve yeraltı suları gibi su kaynaklarının insan veya fabrika atıkları tarafından kirletilmesi sonucu suda görülen kirliliğe verilen isimdir (url 1).

Su kaynaklarını kirletici kaynaklar iki şekilde gruplandırabilmektedir:

- Noktasal Kaynaklar
- Yayılı Kaynaklar

Noktasal kaynaklar, kirleticinin su kaynağına verildiği yerin belli olduğu ve kontrol edilmesi mümkün olan kaynaklardır. Evsel ve endüstriyel deşarjlar noktasal kaynaklar arasında sayılabilir.

Yayıllı kaynaklar, kirleticinin su ortamına karıştığı noktanın belli olamadığı ve kontrol edilmesi çok zor olan kaynaklardır. Tarımsal kaynaklı sular, yüzeysel akışla gelen yağmur suları, katı atık depolama tesislerinden toprağa sızan sızıntı suları, atmosferle yayılan maddeler vb. yayılı kaynak kirliliğini oluşturan en önemli faaliyetlerdir (Hepsağ, 2003) .

1.2 Su Kalitesi ve Önemi

Herhangi bir su ortamının kalitesinin bilinmesi ortamın hem fiziksel, kimyasal, biyolojik, ekolojik özelliklerinin ve yararlı kullanım amaçlarının bilinmesini, hem de ortamın buna göre kullanılmasını sağlamaktadır. Yararlı kullanım amacının bilinmesi ise su ortamının mevcut kalitesinin bozulmaması için kullanıcıya çeşitli sınırlamalar getirmektedir (Gönenç, 2006).

Su kirliliğinin önlenmesinde, suyun kalitesinin bilinmesi ve su kalitesinin korunması büyük önem taşır. Su kalite sınıflarının belirlenmesi, su kalitesi kriterleri ile yapılmaktadır. Su kalitesi kriterleri, sularda bulunabilecek çeşitli kirletici unsurların insan ve canlı yaşamı üzerindeki etkilerini, hangi derişimlerde ve hangi koşullarda, ne tür zararlara uğratabileceğini belirleyen bilgilerdir (Başbüyük, 1992). Kullanım amaçlarının belirlenmiş olup olmadığına bakılmaksızın bütün su kaynaklarının dengeli ve sağlıklı ortamlar olarak muhafazası esasına göre, su kaynaklarının korunmasına ve planlanmasına temel teşkil etmek üzere, yapılmış veya yapılacak kullanım sınıflarına uygunluk açısından su kaynaklarından beklenen fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler su kalitesi kriterleri olarak tanımlanır (Anonymous, 2004).

Suların kalitelerine göre sınıflara ayrılmasının nedeni, kullanım amacının belirlenmesidir. Kıta içi yüzeysel sular için yapılan sınıflama aşağıdaki gibidir (Anonymous, 2004):

-Sınıf I: Yüksek Kaliteli Su (yalnız dezenfeksiyon ile içme suyun temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık üretimi, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı ve diğer amaçlar).

-Sınıf II: Az Kirlenmiş Su (ileri veya uygun arıtma ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık dışında balık üretimi, SKKY Teknik Usuller Tebliği'nde verilmiş olan

sulama suyu kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak, Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar).

-Sınıf III: Kirlenmiş Su (Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir).

-Sınıf IV: Çok Kirlenmiş Su

Herhangi bir su kaynağının bu sınıflardan birine dahil edilebilmesi için bütün parametre değerleri o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde olmalıdır (Anonymous, 2004).

1.3 Su Kalitesini Değerlendirme Aşamaları

Su kalitesi değerlendirme yöntemleri çok çeşitlidir. Su kalitesi kriterleri çevresel şartları, bugünkü veya gelecekteki kullanım amaçlarını ve mevcut yasaları dikkate alarak oluşturulmaktadır. Su kalite değerlendirmelerinde dikkate alınacak en önemli adımlar sırasıyla aşağıda verilmektedir (Hepsağ, 2003):

- Mevcut durumun araştırılması: Su kalitesi değerlendirmeleri yapılırken su kaynağının hidrolojik özellikleri, kaynağın kullanım amacı, bölgenin ekonomik gelişimi ve mevcut yasalar mutlaka dikkate alınmalıdır.
- Öncelikli araştırmalar: Bu araştırmalar kısa vadede gerçekleştirilebilecek çalışmalardır. Su kaynağını kirletici kaynakların neler olduğu, hangi kirleticilerin izlenmesi gerektiği, teknik ve finansal açıdan durumun uygun olup olmadığı en öncelikle belirlenmesi gerekenlerdir. Yani fizibilite çalışmaları yapılmalıdır.
- İzleme düzeni: Bu kısımda ise hangi kirleticilerin izleneceğine, nerelerden hangi sıklıkta numune alınacağına, numune tekniklerine ve yapılacak analizlerin yöntemlerine karar verilmektedir.
- Arazi çalışmaları: Arazi çalışmalarında ortamdaki numunelerin alınma şekli, ölçümü ve saklama koşulları tanımlanmaktadır.
- Hidrolojik izleme: Su kaynağına deşarjların miktarları belirlenmekte, su seviyesi ölçülüp, sıcaklık profilleri tanımlanmaktadır.
- Laboratuvar analizleri: Alınan numuneler belirlenen parametrelerin analizlerinin yapılabilmesi için, laboratuvara getirilirler. Bu çalışmada çeşitli parametrelerin konsantrasyon ölçümleri ve biyolojik parametrelerin miktarları laboratuvar ortamında çeşitli analizlerle tayin edilmektedir.

- Veri kalitesinin kontrolü: Bu çalışmada laboratuvarda yapılan analizlerin doğruluğu belirlenmeye çalışılır. Bunun için benzer laboratuvarlar kullanılarak doğruluk ve güvenilirlik sağlanmaya çalışılmaktadır.
- Veri tabanı oluşturma ve rapor etme: Veriler bilgisayar ortamına aktarılarak istatistik değerlendirmeleri yapılmaktadır.
- Verilerin yorumlanması: Bilgisayar ortamına aktarılarak istatistik değerlendirmeleri yapılan veriler değerlendirilerek su kaynağının mevcut durumu belirlenir. Su kaynağının çeşitli yerlerindeki kirlenme durumları karşılaştırılır, su kalitesi verileri ile jeoloji, hidroloji, arazi kullanımı, kirletici kaynaklar gibi çevresel veriler arasındaki ilişkiler belirlenir. Bölgenin sosyo-ekonomik yapısı ve ülkedeki su kaynakları ile ilgili yasal düzenlemeler ve mevcut kirlenme durumu da dikkate alınarak su kaynağının kullanım amacına karar verilir. Bütün bunlar yapıldıktan sonra üzerinde çalışılan su kaynağına ait su kalitesi değerlendirmesi yapılmış olacaktır.
- Su kalitesi yönetimi önerileri: Su kaynağına ait ortaya çıkan bu değerlendirme dikkate alınarak su kalitesi yöneticileri izleme çalışmasının geliştirilmesi veya bu değerlendirmenin yeniden düzenlenmesi gibi öneriler getirebilirler.

1.4 Su Kalitesini Belirleyen Parametreler

Su kalitesi parametreleri genellikle birkaç şekilde gruplandırılarak incelenmektedirler. Bu gruplandırmalardan biri fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak gruplandırma değildir. Bunun dışında farklı bir gruplandırma şekli ise konvansiyonel ve spesifik gruplara ayırmadır. Konvansiyonel parametreler kolaylıkla ölçülebilir, kolay yorumlanabilir ve su kalitesini belirlemede çok sık kullanılmaktadırlar. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), çözülmüş oksijen, organik karbon gibi parametreler bunlara örnek olarak verilebilir. Spesifik parametreler ise, suyun bazı özel kullanımları için gerekli su kalitesini belirlemede kullanılmaktadırlar. Toksik maddeler ve ağır metaller gibi parametreler spesifik parametrelerdir (Hepsağ, 2003).

a) Fiziksel Parametreler

Su kalitesi hakkında ilk izlenimimizi genellikle fiziksel parametreler belirler. Bu parametreler genellikle ölçüm yapılmadan, suya bakarak, dokunarak, suyu koklayarak belli bir fikir alabildiğimiz parametrelerdir. Bu parametreleri şöyle sıralayabiliriz:

- Bulanıklık
- Koku
- Renk
- Katı maddeler
- Sıcaklık

b) Kimyasal Parametreler

Suyun kimyasal karakterini belirleyen parametrelerdir. Kimyasal parametreler; azot, fosfor, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI), toplam organik karbon (TOK), yağ ve gres, fenoller, alkalinite, sertlik... vb. (Hepsağ, 2003).

c) Biyolojik Parametreler

Suyun biyolojik özellikleri suda bulunan makroskopik, mikroskopik canlılar ve bakteriler hakkında bilgi vermektir. Suda bulunan organizmalar bakteriler, virüsler, mantarlar, algler, protozoalar, rotiferler ve kurtlardır. Bu organizmalardan bazıları suyu içilemez hale getirmektedirler (Hepsağ, 2003).

d) Ekolojik Özellikler

Ekolojlara göre suyun kalitesini anlamak için suyun içindeki organizmaların tür ve çeşitliliğine bakmak gereklidir. Su kaynağının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde bir değişiklik olduğu zaman su ortamındaki tür çeşitliliğinde de bir azalma olmaktadır. Kirlenme arttıkça ortamdaki tür sayısı azalır ve ortamın şartlarına uyum sağlayabilecek türler baskın hale geçer. Bu yüzden su ortamının kalitesi değerlendirilirken mevcut tür sayısına ve tür çeşitliliğine bakmak gerekmektedir. Örneğin nutrient artışından dolayı trofik seviyesi artan bir gölde algler hakim tür olmaya başlamakta ve ortama uyum sağlayamayan canlılar gittikçe ölmeye başlamaktadır. Ortamdaki tür çeşitliliği azalmakta ve tek bir tür hakim olmaya başlamaktadır. Bu sonuca bakılarak tür çeşitliliği gittikçe azalan bir su kaynağının kirlenmekte olduğu sonucuna varılabilmektedir (Hepsağ, 2003).

1.5 Su Kalitesi İzleme Çalışmalarının Havza Yönetimindeki Yeri ve Önemi

Dünya nüfusunun hızla artması, kentleşme ve sanayileşmenin beraberinde getirdiği çevre kirliliği, su kaynaklarının niteliğini bozmuş ve su kaynakları bir bakıma atıkların boşaltıldığı alıcı ortamlar durumuna gelmiştir. Gereksinim duyulan içme ve kullanma suyunun sağlanması, arıtılması, istem sahiplerine dağıtılması da oldukça pahalı ve zor bir hale gelmiştir. Bu noktada su kaynaklarının korunması, planlanması ve yönetimi de kaçınılmaz olmuştur (Gündoğdu vd., 2006).

1.5.1 Havza nedir?

Havza, doğal sınırları içinde, iklim, jeoloji, topografya, flora ve faunanın havza suları ile etkileşim içinde olduğu, bu faktörlerden herhangi birinde doğal olarak ya da insan etkisiyle meydana gelecek bir değişikliğin, diğer faktörleri ve havzanın tümünü etkilediği bir birim oluşturmaktadır. Bu özellikleri ile havza, doğal sınırları içerisinde bir ekosistem oluşturmaktadır (Prasad vd., 1994; Baycan Levent, 1999).

Havza:

- ✓ Yalnızca bir alan değil, arazi parçasıdır.
- ✓ Doğal, sosyal, ekonomik ve kurumsal etmenlerin değiştiği karışık bir yapıdır.
- ✓ Ekonomik açıdan kazanç mekanizmasıdır (Yılmaz, 1999).

İnsanların havzalarda yaptıkları faaliyetler (yerleşme, endüstri, inşaat, tarımsal faaliyetler vb.) toprak ve su kaynaklarının miktar ve kalitesini belirler. Sağlıklı havzalar sağlıklı bir yaşam için gereklidir. Havzalar içme, sulama, kullanma ve endüstri için su temin ederler. Yaban hayatının devamı da yine barınma ve beslenme kaynağı olarak havzalara gerek duyar (Karaş, 2005).

Havzanın anlaşılması, su ve diğer doğal kaynakların korunmasındaki ilk adımdır. Yaşadığımız havzalar dinamik ve tektir. Havzalar doğal kaynakların bir araya getirdiği karmaşık bir ağıdır ve pek çok bakımdan onu tek yapan özelliklere sahiptirler (Karaş, 2005).

1.5.2 Havza yönetimi

Havza yönetimi, çevreden yararlanılması konusunda insan ve diğer canlıların gereksinimlerini ve bu ihtiyaçlar arasındaki dengeyi dikkate alan, amaç ve öncelikleri açıkça belirlenmiş, sağlam bilgi ve teknikler kullanan, etkili yönetim alternatifleri seçen, yenilikçi eğitim ve öğretim programları geliştiren, güçlü bir liderlik gerektiren, birçok mesleğin bir arada çalışması sonucu oluşan, planlama ve uygulanması sırasında alınan kararlardan etkilenen tüm kesimlerin dahil olduğu, çevredeki tüm endişe ve mücadeleleri entegre eden bir sistem yaklaşımıdır (Karaş, 2005).

Havza yönetimini, ülke planlamasının bir devamı olarak “havza içindeki kaynakların kullanımının planlamasıdır” şeklinde de tanımlayabiliriz. Havza yönetimi, su toplama havzalarında erozyonu ve yamaç arazideki yüzeysel akışı önleme, sel dere akışlarını kontrol altına alma, havzadaki doğal kaynakların teknik ve yönetim düzenlemesini yapmak, havza ile ilgili insanların sosyo-ekonomik yönden buldukları düzeyden daha iyisine yükseltilmeleri için havzadaki mevcut kaynakların geliştirilmesi ve yeni kaynakların bulunarak yararlanılacak duruma getirilmesindeki uğraşlardır (Yılmaz, 1999).

Havza yönetimi bir yağış havzasında doğal kaynakların özellikle su ve suya bağlı kaynaklarda, üretim, erozyon, sel kontrolü ve su ile ilgili estetik değerleri de içine alan çevresel bir korumayı sağlayacak şekilde yönetilmesidir (Kural, 1997).

Doğal kaynakların söz konusu olduğu ekosistemlerde yapılacak havza yönetimi, özellikle doğal dengenin sürdürülmesi veya bozulmuşsa yeniden kurulması demektir. Yağış havzalarında ise bu duyarlı dengenin devamı, ancak doğal bitki örtüsüyle kaplı alanlarda yapılacak uygulamalarla sağlanabilir. Havza yönetimi programının planlanması ve uygulanması karmaşıktır. Fiziksel, biyolojik, ekonomik ve sosyal yönlerini içeren bilgilerin analizine gerek duyulur. Arazi yönetiminde bitki, toprak ve su ilişkisi, gelişmiş ülkelerde yeterince anlaşılmıştır. Fakat gelişmekte olan ülkelerde aşırı otlama, umursamaz şekilde ormanların bozulması ve sınırlı alanlarda tarımsal faaliyetlerle çok büyük alanları kullanılamaz duruma getirildiğinin farkında değildirler (Yılmaz, 1999).

Havza yönetiminin amaçlarını şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Suyu ve ilgili kaynakları yenilemek ve korumak,
- Ölçeklendirilebilir havza yönetimi sağlamak,
- Karar vericilerce ekosistemin fonksiyonunun ve durumunun anlaşılmasını sağlamak,
- Ekonomik gelişme ve çevresel olayları dengelemek,
- Uygun kaynak yönetimi ve arazi kullanım değişiklikleri tavsiye etmektir.

İklim, jeolojik, topografik ve sosyo-ekonomik yapı bakımından Türkiye'nin büyük yöresel farklılıklar göstermesi, su ve arazi kaynaklarının yönetiminde karşılaşılan sorunların değişik biçimlerde ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sorunlar, Türkiye'de araziden yararlanmada izlenen politika ve uygulamaların tarihi gelişmesi içerisinde yaygınlaşarak kendine özgü bir nitelik kazanmıştır. Bu nedenle havza yönetimi tanıtımı ülkemiz şartları için "bir yağış havzasında erozyon ve taşkınları kontrol altına almak, en yüksek miktar ve kalitede su üretmek için belirlenen temel amaçlara uygun biçimde sosyo-ekonomik şartları, arazi ve su kaynaklarının estetik değerlerini de dikkate alarak doğal kaynakların düzenlenmesi ve idaresidir" şeklinde yapmıştır (Kural, 1997).

Bu tanıma göre havzadaki toprak, su ve bitki örtüsü gibi doğal kaynaklarının kullanılmasını doğrudan etkileyen insan, sosyal ve ekonomik ilişkileri ve sorunlarıyla en önde gelen bir faktör durumundadır. Yağış havzalarının topoğrafik ve hidrolojik doğal birer arazi ünitesi oluşturmaları amaca daha gerçekçi ve en iyi biçimde hizmet etmesi de buradan kaynaklanmaktadır. Yağış havzaları dere akımları, iklim, jeolojik yapı, toprak ve bitki örtüsü gibi havza faktörlerinin birbiri üzerindeki karşılıklı etkileşimlerin ortak sonucu veya ürününü oluşturmaktadır (Kural, 1997).

Bir bütün olarak havza yönetimi ve planlanmış uzun vadeli yönetimi, havza içindeki kaynakların işletilmesi ve geliştirilmesi ve çeşitli etkenlerin meydana getireceği zararlardan korunması faaliyetlerini kapsar. Yapılan faaliyetler toplumun sürdürülebilir kalkınmasına temel oluşturacak yöresel, bölgesel ve küresel boyutludur (Kural, 1997).

Günümüzde havza ölçeğinde yönetim su kaynakları ile ilgili problemlerin çözümünde kullanılması gereken bir anlayıştır.

1.5.3 Su çerçeve direktifinde su kalitesi izleme ve havza yönetiminin yeri

Son yıllarda, su kaynaklarında meydana gelen kirlenmeler, su kaynağının etkin kullanımı için belirli bir kalitede olmasını ve bu kalitenin sürekli izlenmesini gerektirmektedir. Kirlilik faktörlerini belirleyebilmek, kirliliğin boyutlarını kestirebilmek ve önlemler alabilmek için yapılacak en önemli ve ilk aşama suyun kirleticiler bakımından izlenmesidir. İzlemenin çevre politikalarının geliştirilmesinde, uygulanmasında ve değerlendirilmesindeki rolü oldukça önemlidir. Ulusal mevzuatımızın ve Avrupa Birliği (AB) mevzuatının gerekleri de izlemenin önemini gündeme getirmektedir (Olgun, 2010; Öksüz, 2010).

Bakanlığımız AB su sektörü ile ilgili olarak 2009 yılında Brüksel’de çevre faslının açılması ile mevzuat uyumlaştırma çalışmalarına hız kazandırmıştır. Özellikle 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD)’nin uyumlaştırılması ülkemizin AB üyelik sürecinde önem arz etmektedir. 23 Ekim 2000 tarihinde yürürlüğe giren SÇD’nin amacı, iç yerüstü ve yer altı sularının, geçiş sularının, kıyı sularının ve yer altı sularının korunması için bir çerçeve oluşturmaktır. Direktifin başlıca ilkesi, “Tüm Avrupa sularının en geç 2015 itibarıyla *“iyi duruma”* getirilmesi”dir. SÇD’de Madde 8 ve EK V ile izlemeye yönelik *“üye devletler; her bir nehir havzası bölgesi içinde su kalitesinin tutarlı ve kapsamlı bir genel görünüşünü elde etmek için; su statüsünün izlenmesi amacıyla programlar hazırlayacaklardır”* hükmü getirilmiştir (SÇD, 2000).

SÇD gereği; önlemlerinin oluşturulabilmesi, trendlerin kontrol edilmesi, su kütlelerinin sınıflandırılması için izlemeye ihtiyaç duyulur. Bu kapsamda izleme programının hazırlanması kaçınılmazdır. İzleme programını oluşturularak, izlemeye başlamanın ilk basamağı, ilgili havzada su kütlelerini belirlemekle başlar. Daha sonra bu su kütleleri üzerine; sanayi, tarım, evsel baskılar gibi tehdit unsurları belirlenir ve bu unsurlara göre neyin, hangi parametrelerin ölçülmesi gerektiği belirlenir. Laboratuvar alt yapısına göre neyi ölçebiliriz, neyi ölçmek istiyoruz ve ne ölçülebilir ortaya konulur, buna göre ölçümler yapılır ve mevcut durum ortaya çıkarılır. Mevcut duruma göre önlemler alınarak nihai hedef tespit edilir (SÇD, 2000).

SÇD gereği 3 tür izleme bulunmaktadır, bunlar:

- Gözetimsel izleme

- Operasyonel izleme
- Araştırmacı izlemedir.

Gözetimsel İzleme;

- ✓ Genel durumu belirlemek için yapılır.
- ✓ Biyolojik, hidromorfolojik, genel fiziko-kimyasal kalite elementleri, öncelikli ve diğer kirleticilerin tümü izlenir.
- ✓ Temiz alanlarda yaygın olarak uygulanır.
- ✓ Uzun vadeli değişikliklerin değerlendirilmesini amaçlar.
- ✓ Evsel, endüstriyel, tarımsal ve hidromorfolojik baskılar açısından etki değerlendirmesi yapmak, önlemler oluşturmak için yapılır.
- ✓ Gelecekteki izleme programlarının tasarlanmasında kullanılır.
- ✓ Risk değerlendirmesini teyit etmek için yapılır.

Operasyonel izleme;

- ✓ Belli bir amaca yönelik, belirli parametrelere odaklı yapılır.
- ✓ Baskıların büyüklüğünü değerlendirmek için yapılır, bu baskıları gösteren kalite elementlerinin izlenmesidir.
- ✓ Risk altında olduğu belirlenen ve öncelikli maddelerin deşarj edildiği su kütleleri için gerçekleştirilir. Risk altındaki su kalitesinin iyileştirilmesi amacı ile yapılır.
- ✓ Su kütlelerinin maruz kaldığı baskılara en hassas biyolojik ve hidromorfolojik kalite elementleri, öncelikli kirleticiler ve önemli miktarlarda deşarj edilen bütün diğer kirleticiler izlenir.
- ✓ Operasyonel izleme gözetimsel izlemeden daha yaygındır.

Araştırmacı İzleme ise;

- ✓ Kazara oluşun kirliliğin boyutunu belirlemek ve limit aşımının nedenini tespit etmek için yapılır (SÇD, 2000).

1.5.4 Havza yönetimi çalışmalarında su kalitesi izlemenin önemi

Akarsu havzası, bir akarsu ve onun kollarının drenaj alanlarının oluşturduğu alan olarak tanımlanmakta, bu alan içindeki tüm unsurlar birbirine bağlı bir sistem oluşturmakta ve

aynı zamanda hidrolojik döngünün de bir parçası olmaktadır (Prasad vd., 1994; Baycan Levent, 1999).

Su kaynaklarının korunması öncelikle hâlihazır kalitelerinin belirlenmesini gerektirmektedir. Su kaynakları dışarıdan gelecek her türlü etkiye kalite değişimine uğrayarak cevap verdiklerinden mevcut kaliteleri ve buldukları bölgenin çeşitli çevresel özellikleri de dikkate alınarak su kaynaklarının yararlı kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmaları, kirlenmenin önlenmesi için en önemli ve gerek şartlardan biridir. Su kaynaklarının kalitesi bir havzada kirlenmenin olduğunun da en önemli göstergelerindendir. Doğadaki tüm su kaynaklarının kendi doğal özelliğinde olmadıkları artık kabul edilmektedir. Bu durumda su kaynaklarının korunması için kirlenmenin azaltılması ve ne kadar kirlenmeye müsaade edilebileceği çözüm alternatifi olarak düşünülmektedir. Ne kadar kirlenmeye müsaade edileceğinin belirlenebilmesi ortamın mevcut kalitesinin belirlenmesine bağlıdır. Bundan dolayı su kalite değerlendirmeleri su kaynakları yönetiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (Hepsağ, 2003).

Su kalitesi kirliliği karakterize etmeyi, standartlara uyumu denetlemeyi, sağlıklı bir izleme sistemi kurmayı amaçlayarak havza planlanması ve yönetimine yol gösterir. Ayrıca bir havzada herhangi bir kirlenme olup olmadığını tespit etmek ve kirliliğin nedenlerini belirlemek ve havza yönetim planlarında bu sorunlara çözüm yolları bulmak açısından su kalitesi izlemek son derece önemlidir (Hepsağ, 2003).

Su kaynağının korunması ve yararlı kullanımı doğrultusunda değerlendirilmesi ancak bütünlük bir yönetim mekanizması ile gerçekleştirilebilir. Bütünlük havza yönetimi havzada olan tüm faaliyetleri dikkate alarak su kalitesini korumaya yöneliktir. Türkiye’de bazı büyük şehirlerin dışında Havza Bazında Yönetim Esasları mevcut değildir. Ancak bu şehirlerde dahi su kaynakları korunmamaktadır. Ülke genelinde su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunmasında bazı temel aksamalar yaşanmaktadır (Hepsağ, 2003).

Su kirliliği kaynaklarının önlenmesi, bu kaynağı besleyen yeraltı ve yüzeysel su kaynakları ile toprak ve havanın etkileşimlerinin dikkate alınması ve bu etkileşimlerin sonuçlarının belirlenmesi ile mümkündür. Ayrıca su kaynağı bölge insanları tarafından belli bir amaca hizmet edecek şekilde kullanıldığından bölgedeki sosyal, kültürel ve

ekonomik yapının da su kaynağına etkilerinin belirlenmesi gereklidir. Bölgede hem çevresel kaynakların korunacağı hem de insan faaliyetlerinin süreceği bir yönetim mekanizmasının oluşturulması şarttır. Bütün bu etkileşimlerin değerlendirilmesi ve bir yönetim mekanizması oluşturulması "havza kaynaklarının yönetimi" ile mümkündür (Hepsağ, 2003).

Su kalitesi değerlendirmeleri havzada insanlar tarafından kullanılan su kaynaklarının ne amaçla kullanıldığı ve bu kaynakların mevcut kullanım şekli ne şekilde etkilendiğini göstermektedir. İnsanlar tarafından belli bir amaca yönelik olarak kullanılan kaynakların kirlenip kirlenmediği ancak geçmişteki durum ve şimdiki durumun karşılaştırılmasıyla bulunabilmektedir. Havzada bulunan kaynakların bölge halkı açısından öneminin boyutu ve bölgenin ekolojik açıdan önemi tartışılarak kaynak yönetiminin ne şekilde olacağına karar verilmektedir. Bu karar verme sırasında da su kaynaklarının kirlenme durumu yani kalitesi ve ekolojik değerler göz önünde bulundurulmaktadır.

Bu tezin amacı, Akkaya Baraj Gölü'nü besleyen ana kaynak olan Karasu Deresi ve Baraj gölündeki çeşitli su kirliliği parametreleri (pH, KOI, BOI, AKM, iletkenlik, çözülmüş oksijen, bulanıklık, sıcaklık, demir, nitrat, nitrit, amonyum, klorür, sülfat, toplam azot ve bazı ağır metal) düzeylerini belirleyerek su kalite sınıfını ortaya koymak ve su kirlilik durumunu havza ölçeğinde değerlendirerek çözüm önerileri sunmaktır.

BÖLÜM II

LİTERATÜR ÖZETİ

Ağacık (1971), Sümerbank Tekstil Fabrikası atık sularının kirliliğini ve kimyasal kontrolünü ele almıştır. Araştırmacı hiçbir arıtma işlemi yapmadan Porsuk Çayı'na boşaltılan fabrika atık sularının akarsudaki kirliliğe önemli oranda katkıda bulunduğunu belirtmiş ve atık suların arıtılması için gerekli işlemler dizisini kısaca açıklamıştır.

Atalay (1982), Çoruh Nehri'nin ana kollarından olan ve 3420 km² yüzölçümüne sahip Otlu Çayı Drenaj Havzasında "Otlu Çayı Havzasının Fiziki Coğrafyası ve Amenajmanı" konusunda yürüttüğü çalışmada havzanın fiziki çalışma özelliklerini içerdiği doğal ortam ile burada yaşayan insanların sosyoekonomik durumunu ve havzanın doğal potansiyelini ve sorunlarını ele almıştır.

Barlas (1995) tarafından, akarsu kirlenmesinin biyolojik ve kimyasal açılardan değerlendirilmesini ve bu amaçla ele alınan ölçütleri açıklamıştır. Ayrıca, bu çalışmada daha önce Avrupa'da kullanılan biyolojik su kalitesi tayin yöntemlerinden biri olan Sabrobi indeksi hakkında da bilgi vermiştir.

Seng vd. (1995), Penang Nehri'nde Zn, Cu, Pb ve Ni konsantrasyonlarını ve akarsuya dökülen su kaynaklarını incelemiştir. Nehrin dar kesimlerine gidildikçe sedimentteki ağır metal seviyelerinde önemli artışlar olduğunu kaydetmişlerdir. Nehirde bulunan ve nehre giden su kaynaklarındaki kirliliğin antropojenik faaliyetlerden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Bartram ve Balance (1996)'ın yaptıkları çalışmada yüzey suları ve yeraltı sularının özelliklerini incelenmiştir. Bir gölette su kirliliğinin nasıl izlendiği detaylı bir şekilde anlatılmış, suyun insan sağlığı üzerine etkileri çalışılmıştır.

Richard ve Ivanildo (1997)'nin çalışmasında, su kirliliği kontrolündeki belli başlı prensipler anlatılmıştır. Suyun kalitesine göre suların sınıflandırılması ve suyun kalitesinde olması gereken özellikler tavsiye edilmiş ve kirliliğin önemi üzerinde

durulmuştur. Kirli suların ziraatta tekrar kullanılması için yapılması gerekenler sıralanmıştır.

Şenler vd. (1998) tarafından Van Gölü'ne dökülen Akköprü Deresi Engil Çayı ve Gevaş Suyu'ndaki kirlenme parametreleri ve protozoonlar üzerine yapılan araştırmada, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, 5 °C, 27 °C ve 37 °C'de toplam mikroorganizma sayımı, fekal koliform, toplam koliform, su sıcaklığı ve pH üzerine yapılan çalışmada, çözünmüş oksijen 8.85 mg/L, biyolojik oksijen ihtiyacı 4.17 mgL⁻¹, fekal koliform 311.11 MPN/100 ml, toplam koliform 977.78 MPN/100 ml, su sıcaklığı 17.11 °C ve pH'nın 7.10 olduğu bildirilmiştir.

National Resarch Council Staff (1999)'da, geçmişte ve günümüzde kullanılan içme suyu ve yüzey suları için uluslararası standartlar, USERA, Federal (U.S) içme suyu standartları, içme suları için genel kurallar belirtilmiştir. Uluslararası su kalitesi düzenlemeleri, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Avrupa Ekonomik Topluluğu içme suyu direktifleri ve Kanada içme suyu yönetmeliği anlatılmış ve toplam koliform, organik kimyasallar, sentetik organik ve inorganik kimyasal kurallara ve arseniğin içme sularına etkisi verilmiştir.

Ator vd. (2000), tarafından Kolombiya çevresi, Batı Virjinya, Virjinya ve Pensilavya'dan geçen Potomak Bana nehrinde 1992-1996 yılları arasında su kalitesi çalışması yapılmıştır. Akarsuda ve çevresinde bitki ve hayvanların gelişmesi için doğal olarak meydana gelen nitrojen ve fosforun insan sağlığı ve çevre üzerine etkileri ve organik bileşikler, metaller ve pestisitler incelenmiştir.

Karadede ve Ünlü (2000)'de, Atatürk Baraj Gölü'nden aldıkları su sediment ve bazı balık örneklerinde ağır metal konsantrasyon (Cu, Cd, Fe, Hg, Pb) düzeylerini incelemişlerdir. Göl suyunda, Cu 0,025-0,22, Fe 0,062, Mn 0,0039-0,0041, Zn 0,064-0,197 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Araştırdıkları ağır metallerin suda yoğun olarak bulunmadığını, ancak sediment ile balık doku ve organlarından daha düşük oranlarda olduğu belirlenmiştir.

Boran ve Sivri (2001)'de, Trabzon il sınırları içerisinde bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinin nütrient ve askıda katı madde yüklerini belirlemiştir. İlkbahar döneminde

yürütülen bu araştırmada, ortalama nitrat, nitrit, amonyum, fosfat ve askıda katı madde değerlerinin Solaklı Dersinde sırasıyla 1.1 mg/L, 3.8 µg/L, 0.30 mg/L, 0.18 mg/L, 82.0 mg/L, Sürmene Dersinde ise 1.0 mg/L, 3.8 µg/L, 0.25 mg/L, 0.20 mg/L, 61.8 mg/L olduğunu saptamışlardır. Solaklı Deresi yılda 806.896 ton nitrat, 3.256 ton nitrit, 234.847 ton amonyum, 145.878 fosfat ve 55 472.786 ton askıda katı maddeyi Karadeniz'e taşıtmaktadır. Sürmene Deresi yoluyla ise, yılda 271.711 ton nitrat, 1.116 ton nitrit, 66.501 ton amonyum, 59.979 ton fosfat ve 16 455. 159 ton askıda katı madde Karadeniz'e boşalmakta olduğu görölmüştür.

Güllü (2003)'de, Mamasun (Aksaray) Barajı ve civarındaki akarsuların kirletici parametrelerinin baraj gölü su kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu kapsamda, baraj gölünün beslendiği kaynaklar olan Karasu ve Melendiz Çaylarından ve baraj gölü içerisinden belirlenen 8 numune noktasından yaz, sonbahar ve kış aylarında numuneler alınmıştır. Bu numunelerin analizleri yapılarak baraj gölünün su kalitesinin belirlenmesine çalışılmıştır. Çalışma sonucunda Mamasun Baraj Gölü'nde herhangi bir endüstriyel kirlenme bulunamamıştır. Mamasun Baraj Gölü'ne gelen yüksek konsantrasyonlardaki nutrient, rüzgar ve yağmurlarla göle taşınan toprakların dip çamurunu oluşturarak baraj gölünde siltlenmeye neden olduğu ve siltlenme sonucunda ise baraj gölü haznesinin dolmakta ve baraj kapasitesinin azalmakta olduğu sonucuna varılmıştır.

Simeonov vd. (2003), Büyük ve karmaşık verilerin yorumlanması için farklı değişkenli istatistiksel yaklaşımların uygulanması Kuzey Yunanistan'da yüzey sularının bir izleme programı sırasında elde edilen matris bu çalışmada sunulmuştur. Çalışmada 27 parametre incelenmiştir. Aliakmon, Axios, Gallikos, Loudias ve Strymon büyük nehir sistemleri ile yürütölen 3 yıllık anket analitik sonuçları oluşturulmuş ve yüzey suyu kalitesi hakkında bilgi sunmuştur.

Kurmaç (2003)'de, Uluirnak akarsuyunun kalitesi, kirletici miktarı ve kirleticilerin su kalitesine etkisi tespit edilerek, su kalitesinin iyileştirme imkanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, akarsuda belirlenen 7 adet numune istasyonundan ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında numuneler alınmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde akarsuda kirlenmenin olduğu ve en fazla yaygın kaynaklardan kirlendiği sonucuna varmıştır.

Ouyang vd. (2006), yüzey suyu kalitesinde mevsimsel değişimlerin değerlendirilmesini ele almıştır. Bu çalışmada, 1998-2001 yılları arasında 22 izleme istasyonlarından toplanan su örnekleri analiz etmişlerdir.

Zeybek (2006)'da, Akgöl'deki bazı su kalitesi parametrelerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Akgöl ve çevresi çalışma süresince gözlenmiş ve su kaybı, evsel-endüstriyel atık su deşarjları, kuş sayısının azalması, kaçak avcılık, kontrolsüz saz kesimi ve yakılması gibi estetik kirlilik parametrelerini belirlemiştir. Nisan-Temmuz 2005 dönemi arasında, su çekilmesine göre her ay 5 noktadan örnekleme yapmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre; dört ay boyunca; nitrat azotu, fosfat fosforu, renk, Fe, Se, Al, fekal ve toplam koliform sayıları dışındaki, tüm parametreler için anlamlı farklılıklar bulmuştur ($p < 0.05$). Sonuç olarak fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler ve inorganik kirlenme parametrelerinin IV.Sınıf, bakteriyolojik parametreler ise II.Sınıf sular kapsamına girdiği sonucuna varılmıştır.

Pejman vd. (2009)'da, Haraz Havzası'nda çok değişkenli istatistiksel teknikler kullanılarak mekansal ve mevsimsel değişimlerin değerlendirilmesini ele almıştır. 4 mevsim boyunca 8 örnekleme istasyonlarından toplanan numuneleri (çözünmüş oksijen, Fekal Koliform, pH, su sıcaklığı, BOİ, nitrat, fosfat toplam, bulanıklık, toplam katı ve deşarj) analiz etmiştir.

Dönmez (2010)'da, Çavuşçu gölü sulama kanalı üzerinde su kalitesini incelemiştir. Çavuşçu gölü çıkışından ve sulama kanalı üzerinde iki örnekleme noktasından Ekim 2008 ile Mayıs 2009 yılları arasında 8 ay boyunca düzenli olarak her ay su numunesi almış ve analizleri laboratuvarında yapmıştır. Çalışmada su kalitesini incelemek için debi, su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, renk, toplam alkalinite ve bor gibi su kalitesi parametreleri ölçülmüştür. Bu parametreler ölçüldükten sonra sulama suyunun Ekim 2008-Mayıs 2009 tarihleri arasında Ilgın Ovası için uygunluğu değerlendirilmiş, sulama suyu sınıfları belirlenmiş ve bu suyun bitkilere olan etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca sulama suyu kanalı etrafında bulunan Şeker Fabrikası'nın kampanya döneminde (Ekim 2008-Şubat 2009) sulama kanalına bıraktığı atık deşarjının sulama suyuna olan etkisini incelemiştir.

Şekerci (2011)'de, Van Gölü'ne dökülen Karasu Çayı'nın su kalitesi değişimini incelemek amacıyla, bazı su kalitesi ve kirlenme parametrelerinin analizi için belirlenen dört örnekleme noktasında, Kasım 2009 ve Ekim 2010 tarihleri arasında her ay yerinde ölçümler yapmış ve alınan su örneklerini laboratuvarında analiz etmiştir. Çalışmada bulanıklık, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, oksijen doymuşluğu, elektriksel iletkenlik, pH, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, toplam alkalinite, karbonat, bikarbonat, klorür, tuzluluk, nitrat, nitrit, amonyum, amonyak, fosfor, sülfat parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda Karasu Çayı'nın bulanıklık ve pH dışında birçok kriter bakımından Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre I. ve II. su kalitesi sınıflarında değerlendirilebileceği sonucuna varmıştır.

Bellitürk vd. (2013), bu araştırmalarında Kırklareli ilinde tesadüfen seçilen ve 15 farklı noktadan alınan yüzey ve yeraltı su örneklerinde bazı parametreleri analiz etmiştir. Bu örneklerde pH, tuzluluk (EC), nitrat (NO₃), amonyum (NH₄), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), klor (Cl) ve sodyum (Na) gibi sulama suyunda bulunan makro ve mikro element düzeylerinin Kasım 2011-Nisan 2012 olacak şekilde 2 farklı dönemdeki mevcut miktarlarını tespit etmiştir. Sonuç olarak; bölgeden alınan sulama sularında pH bakımından insan, hayvan ve bitki açısından zararın olmadığı görülmüştür. EC bakımından ise bir önceki çalışmalara kıyasla yıllar içerisinde tuzluluğun arttığı belirlenmiştir. Alınan sulama suyu örneklerindeki Ca, Mg ve Cl ile ilgili tarımsal açıdan veya insan sağlığını kötü etkileyecek bir soruna ulaşmamıştır.

Minareci vd. (2013), yaptıkları çalışmada, Büyükçekmece Gölü'nden alınan su örneklerinde anyonik deterjan, fosfat ve bor içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, anyonik deterjan konsantrasyonları 0,054–0,134 mg/L arasında; fosfat konsantrasyonları, 0–0,034 mg P/L arasında; bor konsantrasyonları 0,101–1,231 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Elde edilen ortalama değerler, “Çevre Mevzuatı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”yle karşılaştırılmıştır. Büyükçekmece Gölü'nün anyonik deterjan, fosfat ve bor parametreleri yönünden I. sınıf (yüksek kaliteli su) olduğu belirlenmiştir.

BÖLÜM III

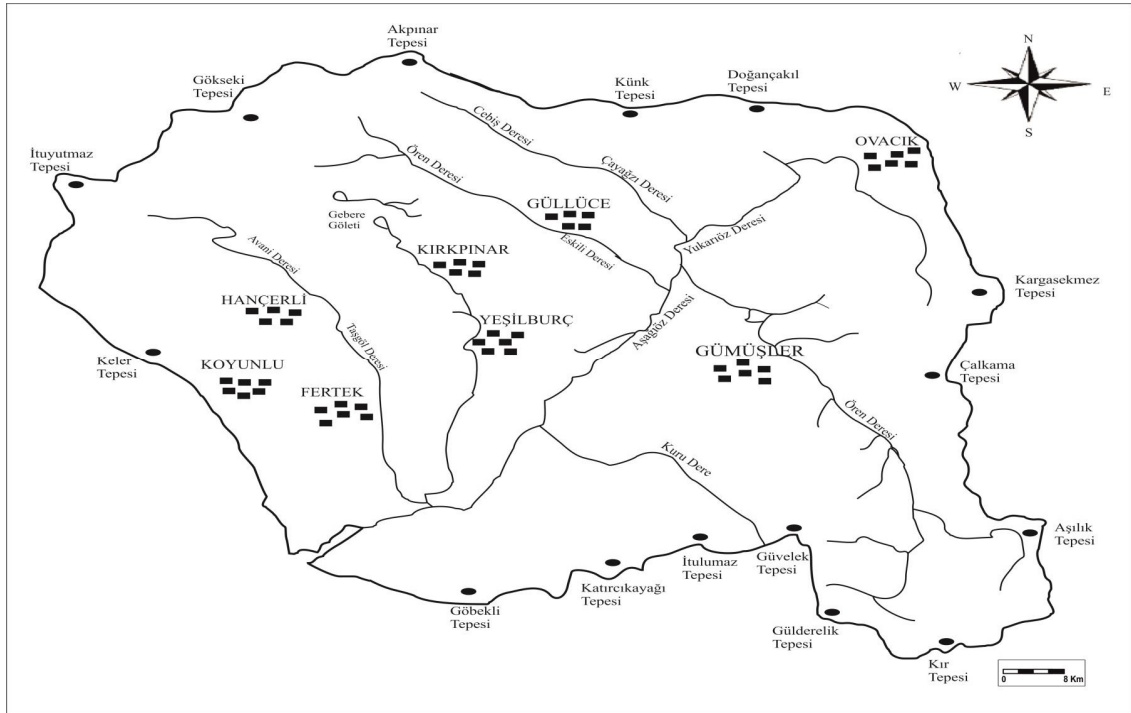
MATERYAL VE METOT

3.1 Araştırma Alanının Tanıtımı

İç Anadolu'da Kapadokya Bölgesi içerisinde yer alan Niğde, deniz seviyesinden 1208 m yükseltide yer almakta olup, ilin yıllık yağış miktarı 300-400 mm arasında değişmekte, De Martonne Yıllık Kuraklık İndis Formülü'ne göre yarı kurak iklim özelliği göstermektedir (Toroğlu, 2006). Niğde yöresi, Orta Anadolu Konya Kapalı Havzası içerisinde yer almaktadır (Akyol, 1947).

3.1.1 Mevkii

Araştırma alanı İç Anadolu Bölgesi, Niğde ili sınırları içerisindeki Akkaya Baraj Gölü havzasını kapsamaktadır. Genel mevki olarak $34^{\circ}30'10''$ - $34^{\circ}45'00''$ Doğu boylamı ile $37^{\circ}54'36''$ - $38^{\circ}06'30''$ Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır.



Şekil 3.1. Akkaya Baraj Havzası alanında bulunan önemli yerleşke ve dereler (Kılınc vd., 2015)

Araştırma alanının büyüklüğü 496,498 km²'dir (Şekil 3.1). Çalışma alanı içerisinde bulunan Akkaya Baraj Gölü, Niğde depresyonu tabanını kat ederek Bor Ovası'na ulaşan Karasu Deresi üzerinde oluşturulmuş bir sulama göletidir. Akkaya Baraj Gölü coğrafik olarak Tuz Gölü, Ereğli Sazlıkları, Göksu Deltası, Sultansazlığı ve Seyfe Gölü gibi dünyaca bilinen önemli sulak alanlarının tam ortasında yer almaktadır (Başköse vd., 2012).

3.1.2 Topografik yapı

Niğde ili, batı kesimler dalgalı düzlük, diğer kesimler ise dağlık bir yapıya sahiptir. Kuzeybatıda Aksaray, kuzeyde Nevşehir, kuzeydoğuda Kayseri, batı ve güneybatıda Konya, güneyde İçel, güneydoğu ve doğuda Adana illeri ile komşudur.

Yükselti, yağış türü ve kar erime devresi, akarsuların karakterini belirlemede önemli rol oynamaktadır (Erinç, 1957). Bu nedenle yörede iklimik nedenlerden dolayı önemli akarsulara rastlanmaz. Şehir merkezi içerisinde geçen Niğde Çayı (Karasu-Tabakane), Melendiz Dağları'ndan beslenip Aksaray Mamasun Barajı'na dökülen Melendiz Çayı, yörenin en önemli akarsularını oluşturmaktadır. Ören Deresi, Kuru Dere, Yukarıöz Deresi, Cebiş Deresi, Çayağzı Deresi Niğde yöresinin belli başlı dereleridir. Gülderecik Tepesi, Kır Tepesi, Aşılık Tepesi, Çalkama Tepesi, Kargasekmez Tepesi, Doğançakıl Tepesi, Künk Tepesi, Akpınar Tepesi, Gökseki Tepesi, İtuyutmaz Tepesi, Göbekli Tepesi ve Güvelek Tepeleri mevcuttur (Şekil 3.1).

3.1.3 Jeolojik ve jeomorfolojik yapı

İlin kuzey ve doğusu oldukça engebeli, orta, güney ve batısı ise, düz denecek kadar az engebelidir. Kuzeyde Niğde masifi ortalama 2000 m yükseltide olup, yer yer 2700 m'ye erişen tepelere sahiptir. Ancak yükselti kuzeyden güneye doğru azalır. Doğuda yer alan ve yüksekliği Demirkazık tepesi ile 3734 m'yi bulan Aladağlar, Ecemiş fayı ile sınırlandırılmış olup, burada dik falezler oluşturulmuştur. İlin, volkanik kayalarla örtülmüş orta ve batı kesimleri, 1000-1200 m yükseklikte olup, bu değer güneye doğru giderek artar ve Başmakçı köyü civarında 1500 m'ye erişir.

Niğde havzasının kuzey ve kuzeybatı kesimini Melendiz grubu kayaçlarından aglomera, tüf ve andezitlerden oluşan volkanikler oluşturmaktadır. Aglomera ve tüfler, Niğde'nin batısında püsküren volkanik materyal nedeniyle yükselmeye başlayan Melendiz Dağı'ndan kuzeydoğu, doğu ve güneydoğu yönlerinde yuvarlanma, sellenme, lahar akıntıları ve akarsular vasıtasıyla, kil boyutundan çok büyük boyuttaki bloklara varan volkanik kökenli klastikler, yamaç aşağı çukurluk ve göllere doğru yelpaze ve yamaç çökelleri oluşturmuşlardır (Beekman, 1966).

3.1.4 İklim

Niğde ilinde bozkır iklimi hüküm sürer. Yazlar sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçer. Ortalama yıllık yağış 349 mm'dir. Bu yağışın büyük bölümü kış aylarında meydana gelir. Türkiye'nin en az yağış alan bölgelerinden biridir. Bugüne değin ölçülen en düşük sıcaklık -27 °C (5 Ocak 1942), ölçülen en yüksek sıcaklık ise 38 °C (30 Temmuz 1962).

Çizelge 3.1. Uzun yıllar içinde gerçekleşen bazı meteorolojik parametrelere ait ortalama değerleri (1954 - 2013)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ortalama Sıcaklık (°C)	-0,4	0,9	5,2	10,5	15,1	19,4	22,6	22,3	17,7	12,0	6,1	1,7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4,8	6,2	11,1	16,6	21,3	25,7	29,3	29,4	25,5	19,6	12,9	7,1
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-4,5	-3,6	0,0	4,5	8,3	11,9	14,8	14,3	10,1	5,9	1,1	-2,5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3,5	4,5	5,5	7,6	8,5	11,6	12,1	11,3	10,0	7,2	5,2	3,5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	10,6	10,5	11,3	11,7	12,1	6,7	2,0	1,5	2,8	6,6	7,5	10,8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(kg/m2)	32,0	31,8	34,3	45,0	47,4	25,7	4,7	3,9	8,0	25,7	31,5	40,7

Kaynak: Niğde Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü, 2013 (url 3)

Niğde'de ortalama nisbi nem % 56'dır. Nemin en fazla olduğu ay % 80 ile Şubat ayı, en düşük olduğu ay % 28 ile Ağustos ayıdır. Yağışların azlığı sebebiyle ormanlık bölge

azdır. Ormanlar Toroslar bölgesinde, Hasan ve Melendiz dağlarının yüksek yamaçlarında bulunur (url 2).

Çizelge 3.2. Uzun yıllar içinde gerçekleşen en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri (1954 - 2013)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18,6	20,3	26,3	30,8	32,0	34,8	38,5	37,8	34,6	30,6	25,0	20,9
En Düşük Sıcaklık (°C)	-21,7	-24,2	-23,9	-6,9	-2,6	3,5	6,6	6,7	-0,7	-5,2	-14,7	-20

Kaynak: Niğde Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü, 2013(url 3)

3.1.5 Bitki örtüsü

Yağışların azlığı sebebiyle ormanlık bölge azdır. Ormanlar Toroslar bölgesinde, Hasan ve Melendiz dağlarının yüksek yamaçlarında bulunur. Orman alanı il topraklarının % 1,7'sini teşkil eder, fundalıklarla birlikte % 3'e yükselir. İl topraklarının % 50'si ekilidikili alanlar olup, buğday tarlaları, elma bahçeleri ve üzüm bağlarından; % 37'si çayır ve meralardan ibarettir. Geri kalanını ise, ekime müsait olmayan topraklar teşkil eder (url 4).

3.1.6 Arazi kullanımı ve sosyoekonomik durum

Kent merkezindeki başlıca arazi kullanım şekilleri yerleşim, tarım, hayvancılık, madencilik, sanayi vb. şeklinde sıralanabilir. 147.987 hektar tarım alanına sahip olan Niğde ilinde tahıl, baklagil, sebze ve meyve üretimi yapılmaktadır. Niğde Organize Sanayi (Koyunlu Halı Fabrikası, tekstil sanayileri), Bor Organize Sanayi (Deri işleme atölyeleri), Çimento Fabrikası, Ditaş yedek parça fabrikası ve meyve suyu fabrikaları Niğde'nin başlıca sanayi tesislerini oluşturmaktadır (Bulut ve Ceylan, 2011).

Şehirler sahip oldukları yüzeysel şekillere göre, dairevi, uzanmış, parçalı ve bileşik olarak sınıflandırıldığında Niğde şehri bu sınıflandırmada, boğaz içerisinde yer aldığından, uzanmış şekle sahip şehirler grubuna girmektedir (Göney, 1995).

Niğde ilinin ekonomisi tarıma dayanır. Faal nüfusun % 70'i tarımla geçinir. Sanayileşme son senelerde gelişmeye başlamıştır. Niğde ili Anadolu'nun buğday ambarı sayılan 10 il arasında yer alır. Türkiye'de en çok elma bu ilde yetişir. Bunlara ilaveten baklagiller, ayçiçeği, patates, buğday, arpa, çavdar, fasulye, nohut, sarmısak ve şekerpancarı da yetişir. Sebzeçilik önemli değildir. Fakat meyvecilikte ileri durumdadır. Bor, Merkez ilçe, Çamardı ve Kemerhisar'da geniş elma bahçeleri vardır. Misket elması meşhurdur. Bağcılık da önemli yer tutar. İç Anadolu'da üzüm yetiştirmede en önde gelen illerdendir. Gübreleme, sulama, modern tarım araçlarının kullanılması ve ilaçlama hızla artmaktadır. Her çeşit üründe verim seneden seneye artmaktadır (url 7).

3.2 Metot

Araştırma arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarından oluşmaktadır.

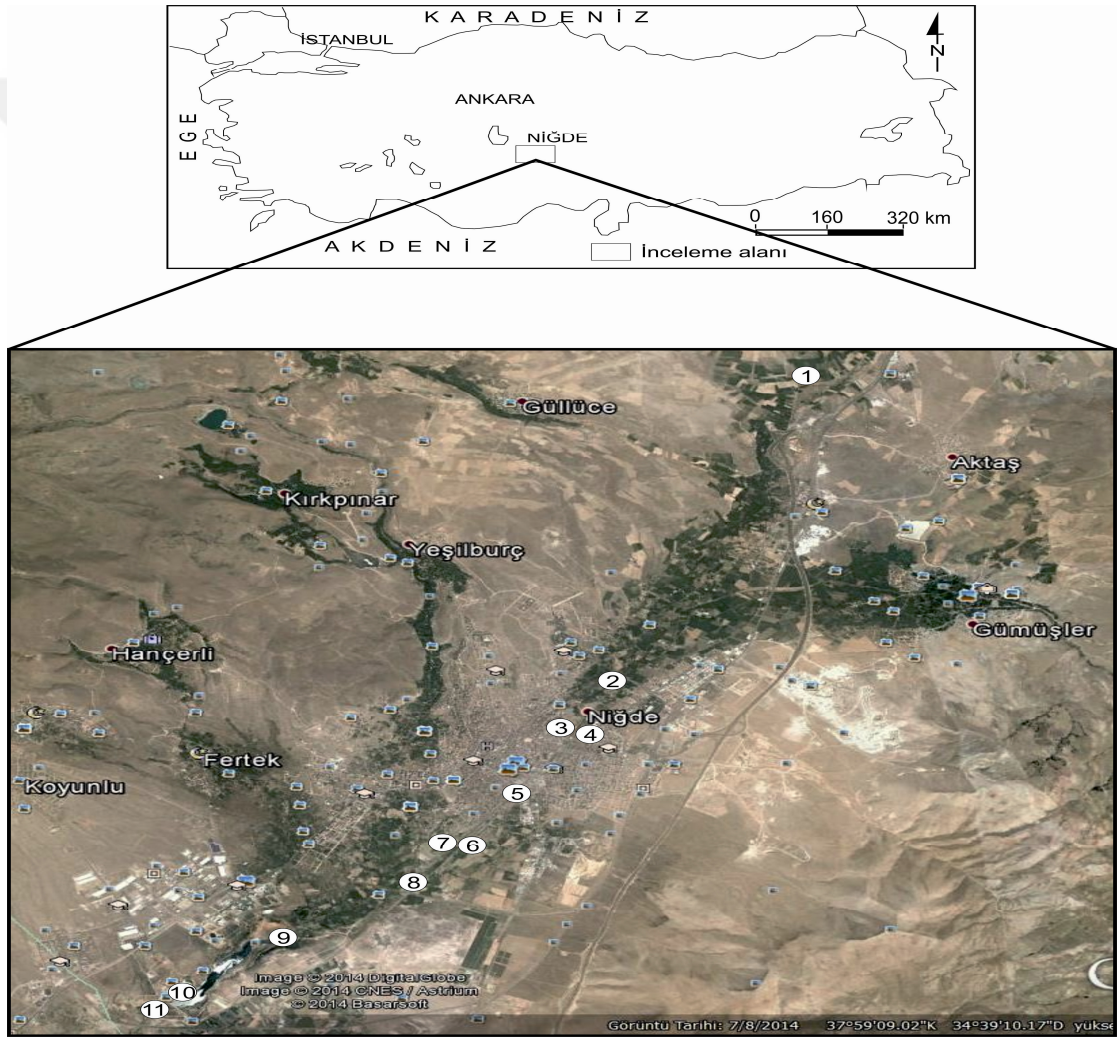
3.2.1 Arazi çalışmaları

Örnekleme noktalarının belirlenmesi ile ilgili büroda yapılan çalışmalardan sonra araziye çıkılmış ve Akkaya Baraj Gölü'nü besleyen ana derenin Karasu Deresi olduğu saptanmıştır. Arazi gözlemlerinde baraj havzasının yukarı bölümünde pek çok dere olmasına rağmen, yukarı havzadan gelen bu kaynakların suyunun göletlerle kesildiği, bir kısım derelerin sularının ise ana dereye ulaşmadığından yüzeysel su katkısında bulunamadığı saptanmıştır. Buna bağlı olarak Karasu Deresi'nin memba kısmından mansabına kadar ön arazi etüdüleri yapılmış ve Akkaya Baraj Gölü'ne kirletici verme potansiyeli olan 11 adet örnekleme noktası belirlenmiştir (Şekil 3.2).

Bu istasyonlar; Derenin memba kısmı (yüzeysel su+atıksu) (1), Sarıköprü mevki (yüzeysel su) (2), Şahinali Mah. (yüzeysel su) (3), Şahinali Mah. evsel atıksu (4), Selçuk Mah. (yüzeysel su) (5), Evsel atıksu girişi (6), Evsel atıksu çıkışı (7), Terfi istasyonu (yüzeysel su+atıksu) (8), Akkaya Barajı girişi (yüzeysel su+atıksu) (9), Baraj içi (10), Baraj çıkışı (11) şeklindedir (Şekil 3.2, Şekil 3.3).

Su örnekleri, yukarıda belirtilen istasyonlardan 1 L'lik steril şişelerle örnekleme noktalarının uygun derinlikteki yerlerinden (10-15 cm derinlikten) 2013-2014 yılları arasında 1 yıllık süreyle, 1'er aylık aralıklarla anlık olarak alınmış ve soğuk zincirle laboratuvara getirilmiştir. İstasyonlar arasındaki mesafelerde göz önüne alınarak, seri

şekilde numuneler alınmış; böylece, suyun sıcaklığından dolayı farklı sonuçların elde edilmesi olasılığı minimum düzeyde tutulmaya çalışılmıştır. Çözünmüş oksijen, iletkenlik, pH, sıcaklık, bulanıklık, KOİ ve AKM parametrelerinin kontrolü 1 yıl boyunca, amonyum, klorür, mangan, sülfat, azot, nitrit, nitrat parametrelerinin kontrolü 6 ay boyunca, demir, alüminyum, bakır parametrelerinin kontrolü 5 ay boyunca yapılmıştır. Barajın giriş, iç ve çıkış sularından alınan numuneler ile diğer ağır metallerin kontrolü, 10 ay süre ile yapılmıştır.



Şekil 3.2. Araştırma alanı yer bulduru haritası ve örnekleme noktaları

(Örnekleme noktaları: Derenin memba kısmı (yüzey suyu+atıksu) (1), Sarıköprü mevkii (yüzey suyu) (2), Şahinali Mah.(yüzey suyu) (3) Şahinali Mah. evsel atıksu (4), Selçuk Mah.(yüzey suyu) (5), Evsel atıksu girişi (6), Evsel atıksu çıkışı (7), Terfi istasyonu (yüzey suyu+atıksu) (8), Akkaya Barajı giriş (yüzey suyu+atıksu) (9), Baraj içi (10) Baraj çıkış (11)).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil 3.3. Örneklem Noktaları (a) Derenin memba kısmı 1. Örn. Nok., (b) Sarıköprü 2. Örn. Nok., (c) Silo yüzey suyu 3. Örn. Nok., (d) Silo kanalizasyon 4. Örn. Nok., (e) Selçuk Mah. yüzey suyu 5. Örn. Nok., (f) Evsel atıksu girişi 6. Örn. Nok.



(g)



(h)



(i)



(i)



(j)

Şekil 3.3. devam (g) Evsel atıksu çıkışı 7. Örn. Nok., (h) Terfi istasyonu 8. Örn. Nok.,
(i) Akkaya Baraj giriş 9. Örn. Nok., (i) Akkaya Baraj içi 10. Örn. Nok.,
(j) Akkaya Baraj çıkış 11. Örn. Nok.

3.2.2 Laboratuvar alışmaları

Akkaya Baraj Gölü ve onu besleyen Karasu deresindeki örnekleme noktalarından alınan su örneklerinin analizleri Er Esila Çevre ve İşg Müh. Müş. Lab. İnş. Turz. Gıda Teks. San. Ve Tic. Ltd. şti.'ye ait laboratuvarında ve Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yapılmıştır. Bor, krom, kobalt, nikel, çinko, arsenik, ve lityum parametrelerinin analizleri ise ACME Laboratuvarında analiz edilmiştir.

Su örneklerinin pH, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI), askıda katı madde (AKM), iletkenlik, çözünmüş oksijen (ÇO), bulanıklık, sıcaklık, nitrit (NO₂⁻), nitrat (NO₃⁻), amonyum (NH₄⁺), toplam azot, klorür (Cl⁻), mangan (Mn⁺²), sülfat (SO₄⁻²), alüminyum (Al⁺³), bakır (Cu⁺) miktarları standart metodlara uygun olarak belirlenmiştir.

3.2.2.1 Sıcaklık (°C): HQ40d Hachlange multiparametre marka pH metrenin sıcaklık göstergesi ile arazide ölçülmüştür.

3.2.2.2 pH: pH tayini TS 3263 ISO 10523'e göre yapılmıştır. HQ40d Hachlange multiparametre marka pH metre ile arazide ölçülmüştür.

3.2.2.3 Çözünmüş oksijen (mgO₂L⁻¹): Çözünmüş Oksijen tayini TS 5677 EN 25814'e göre yapılmıştır. HQ40d Hachlange multiparametre marka oksijenmetre ile arazide ölçülmüştür.

3.2.2.4 Elektriksel iletkenlik (µS cm⁻¹): İletkenlik tayini TS 9748 EN 27888'e göre yapılmıştır. HQ40d Hachlange multiparametre marka kondüktivimetre kullanılarak arazide ölçülmüştür.

3.2.2.5 Bulanıklık (NTU): Bulanıklık tayini, EPA Metod 180.1'e göre HF Marka TPW Model Portatif Bulanıklık Ölçer Cihazı ve Hachlange 2100N Bulanıklık Ölçüm Cihazları ile yapılmıştır.

3.2.2.6 Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI mgO₂ L⁻¹):BOI tayini, Respirometrik Metot SM 5210 D'ye göre yapılmıştır. Su numuneleri, WTW marka OKSİTOP BOD

ölçüm cihazı ile 5 gün 20°C'de inkübatörde karanlık ortamda bekletilip, ölçüm yapılmıştır. Metoda göre inkübatör şişesi örnek ile çalkalanarak temizlenir. Manyetik bar şişeye yerleştirilir. 0-40 mg/L ölçüm aralığı için 432 mL örnek alınır. 2 adet NaOH tableti siyah lastik tıkaçın içine konulur. Oksitop ölçüm başlığı şişeye takılır ve oksitop sıfırlanır. Su numuneleri, WTW marka OKSİTOP BOD ölçüm cihazı ile 5 gün 20 °C'de inkübatörde karanlık ortamda karıştırılarak bekletilir. Oksitop 24 saatte bir otomatik olarak oksijen tüketimini kaydeder. 5 gün sonunda değer okunur. (BOI₅ mg/L = Okunan sayısal değer x Faktör) (SM, 1998).

3.2.2.7 Askıda katı madde (AKM) (mg L⁻¹):Askıda katı madde tayini, Gravimetrik Metot TS EN 872'ye göre yapılmıştır. Metoda göre numuneler, oda sıcaklığına gelmeleri için bekletilir. Süzgeç, süzme cihazının huni kısmına yerleştirilir ve cihaz bir vakum veya basınç hattı ile irtibatlanır. Numune şişesi kuvvetlice çalkalanır ve gerekli hacimde numune süzülür. Süzgeç yeterince kurduğunda vakum uygulamasına son verilir. Süzgeç, etüvde 105°C±2°C'de 1-2 saat kurutulur. Etüvden çıkarılır, desikatöre alınır ve daha önceki gibi tartılır. Daha sonra AKM aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$(mg/L) AKM = (b-a)*1000 / V \quad (3.1)$$

b=süzme sonrası süzgeç ve kalıntının kütlesi, mg

a=süzme öncesi süzgecin kütlesi, mg

V= numune hacmi, ml'dir (SM, 1998).

3.2.2.8 Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI) (mgO₂L⁻¹): KOI tayini, Kimyasal Oksijen İhtiyacı Metodu TS 2789 ve Açık Refluks Metodlarına göre yapılmıştır. Metoda göre numunenin 10 mL'si (gerekirse seyreltilir), reaksiyon balonuna alınır ve 5 mL ± 0,01 mL potasyum dikromat çözeltisi ilâve edilir. Birkaç adet kaynama taşı deney numunesine konur ve karıştırılır. Gümüş sülfat-sülfürik asit çözeltisinin 15 mL'si yavaşça ilave edilir ve derhal yoğunlaştırıcıya irtibatlanır. Reaksiyon karışımının sıcaklığı, 10 dakikada kaynama sıcaklığına getirilir ve 110 dakika kaynama işlemi devam ettirilir. Reaksiyon karışımının sıcaklığı, 148 °C±3 °C olmalıdır. Balon, soğuk suda yaklaşık 60°C'ye derhal soğutulur ve soğutucu, az miktarda su ile çalkalanır, yoğunlaştırıcıdan uzaklaştırılır. Karışımın hacmi, 75 mL'ye seyreltilir ve oda sıcaklığına getirilir. Dikromatın fazlası 1,2 damla ferroin indikatörü kullanılarak, amonyum demir (II) sülfatla titre edilir. Ferroin miktarı, önemli olmamasına rağmen, mümkün olduğunca

sabit tutulmalıdır. Mavi–yeşil renk bir kaç dakika sonra yeniden görülmesine rağmen; mavi-yeşilden, kırmızı–kahverengiye geçiş dönüm noktası olarak alınır. Daha sonra KOI aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$KOI=8000 c (V_1-V_2)/V_0 \quad (3.2)$$

Burada;

c : Amonyum demir (II) sülfatın hesaplanmış derişimi, mol/L,

V₀ : Deney numunesinin seyreltmeden önceki hacmi (seyreltme yapılmışsa), mL,

V₁ : Tanık deneyde titrasyonda kullanılan amonyum demir (II) sülfatın hacmi, mL,

V₂ : Deney çözeltilisinin titrasyonunda kullanılan amonyum demir (II) sülfatın hacmi, mL,

8000 : Sonucu mgO₂/L cinsinden ifade edebilmek için dönüştürme faktörü'dür (SM, 1998).

Amonyum, klorür, mangan, sülfat, azot, nitrit, nitrat, demir, alüminyum, bakır tayinleri, Spektrofotometre Merck Marka Pharo 300 Model ölçüm cihazı ile uygun kitler kullanılarak yapılmıştır. Diğer ağır metal analizleri ise, ICP-MS cihazı kullanılarak ACME-LAB tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.2.3 Büro yöntemleri

Büro çalışmalarına 2013 yılı başından itibaren araştırma konusu ile ilgili literatür derlemeleriyle başlanmıştır. Araziye çıkılmadan önce havza alanı ile ilgili haritalar ve hava fotoğrafları incelenerek arazi etütlerinden önce, Akkaya Baraj Gölü'ne kirletici vermesi muhtemel yerler ve barajı besleyen su kaynakları tespit edilmiştir. Yapılan gözlem ve deneylerden elde edilen bütün veriler, bilgisayar ortamına aktarılarak, deneysel verilerden elde edilen sonuçlar grafikler halinde sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

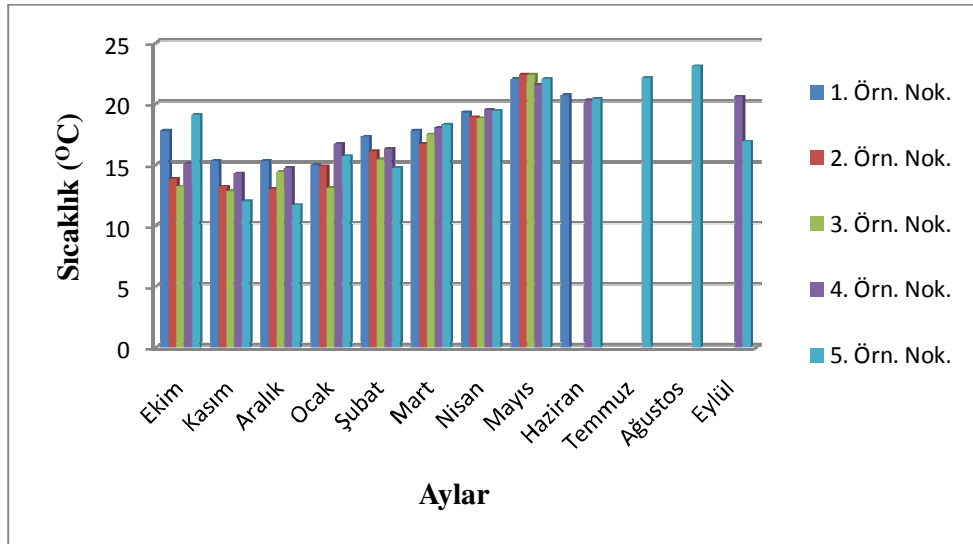
BÖLÜM IV

BULGULAR

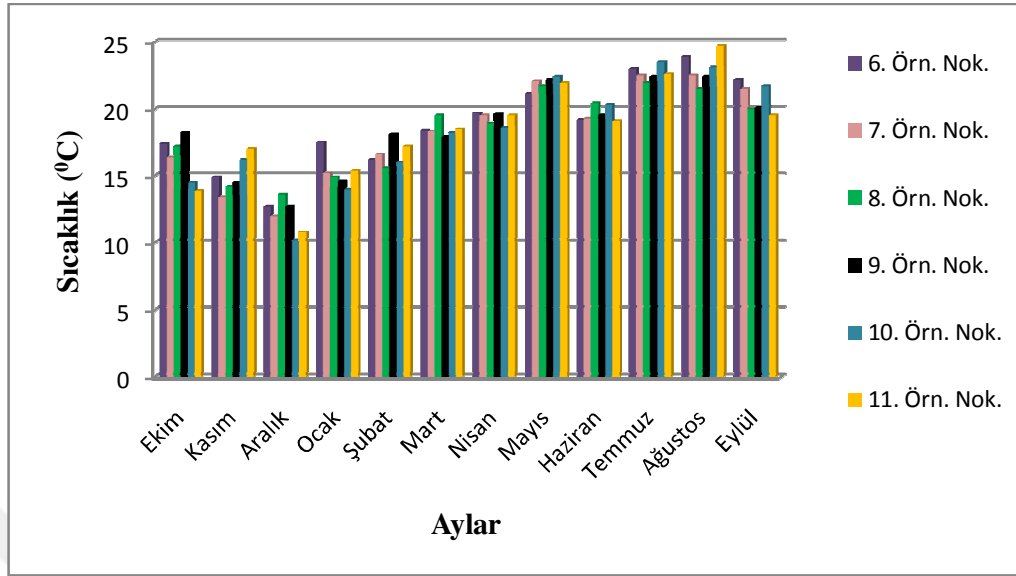
Araştırma bulguları bölümünde havzanın memba kısmından baraj çıkışına kadar olan ana dere durumundaki Karasu deresi ile baraj suyuna katkı sağlayan Paşa Deresi'nden alınan örnekler üzerinde ölçülen parametreler sunulmuştur.

4.1 Sıcaklık

Örnekleme noktalarına ait sıcaklık parametresinin aylara göre değişimi Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Anlık değerler bakımından Ağustos ayında 11. örnekleme noktasında en yüksek (24,7 °C), Aralık ayında 10. örnekleme noktasında en düşük (10,2 °C) sıcaklık değerleri ölçülmüştür (Şekil 4.2). Suların sıcaklık değerlerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişimi Çizelge 4.1'de verilmiştir. Genel olarak kış aylarında sıcaklığın düştüğü, yaz aylarında ise arttığı görülmüştür (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). Yıllık ortalama açısından değerlendirildiğinde ise 6. örnekleme noktasında en yüksek (18,85 °C), 3. örnekleme noktasında en düşük (15,63 °C) sıcaklık değeri saptanmıştır (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1. Sıcaklığın aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



Şekil 4.2. Sıcaklığın aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

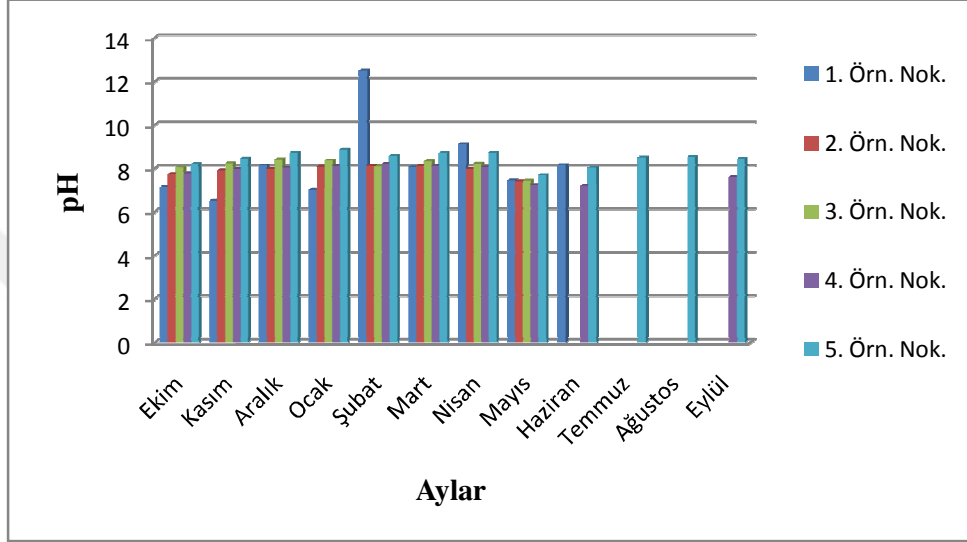
Çizelge 4.1. Araştırma alanından alınan su örneklerinin sıcaklık parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

Örnekleme Noktaları	Max (°C)	Min (°C)	Std. Sapma	İlkbahar (°C)	Yaz (°C)	Sonbahar (°C)	Kış (°C)	Yıllık Ortalama (°C)
1	22,0	15,0	2,47	19,7	20,7	16,5	15,8	18,17
2	22,4	13,0	3,22	19,3	-	13,5	14,6	15,80
3	22,4	12,8	3,38	19,6	-	13,0	14,3	15,63
4	21,6	14,3	2,66	19,7	20,3	14,7	15,9	17,65
5	23,1	11,7	3,82	19,9	21,9	16,0	14,0	17,95
6	23,9	12,7	3,36	19,7	22,0	18,2	15,5	18,85
7	22,5	12,0	3,59	20,0	21,4	17,1	14,6	18,28
8	21,9	13,6	3,05	20,0	21,3	17,1	14,7	18,28
9	22,4	12,7	3,22	19,9	21,4	17,6	15,1	18,50
10	23,5	10,2	4,16	19,7	22,3	17,5	13,4	18,23
11	24,7	10,8	3,84	20,0	22,1	16,8	14,5	18,35
Mevsimsel Ortalama				19,77	21,48	16,18	14,76	18,05

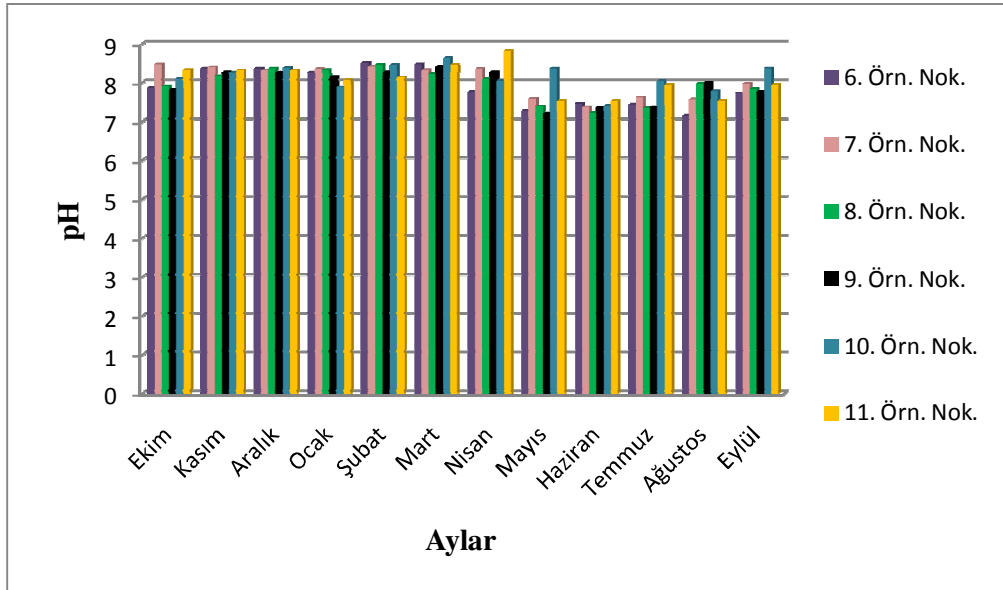
4.2 pH

pH parametresinin aylara göre değişimi Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Anlık değerler bakımından Şubat ayında 1. Örnekleme noktasında en yüksek (12,49), Kasım ayında 1. Örnekleme noktasında en düşük (6,51) pH değerleri gözlenmiştir (Şekil 4.3). Genel olarak pH değerleri kış mevsimi boyunca yüksek, yaz mevsiminde ise düşüktür.

Sonbaharda yine yükselme eğilimine geçmektedir. Yıllık ortalama açısından değerlendirildiğinde ise 5. örnekleme noktasında en yüksek (8,44), 4. örnekleme noktasında en düşük (7,72) değer elde edilmiştir. Baraj girişinde pH 7,93 iken, baraj içinde artmıştır. Kış ve ilkbahar aylarında, yaz ve sonbahara göre daha yüksek pH değerleri saptanmıştır (Çizelge 4.2).



Şekil 4.3. pH değerinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



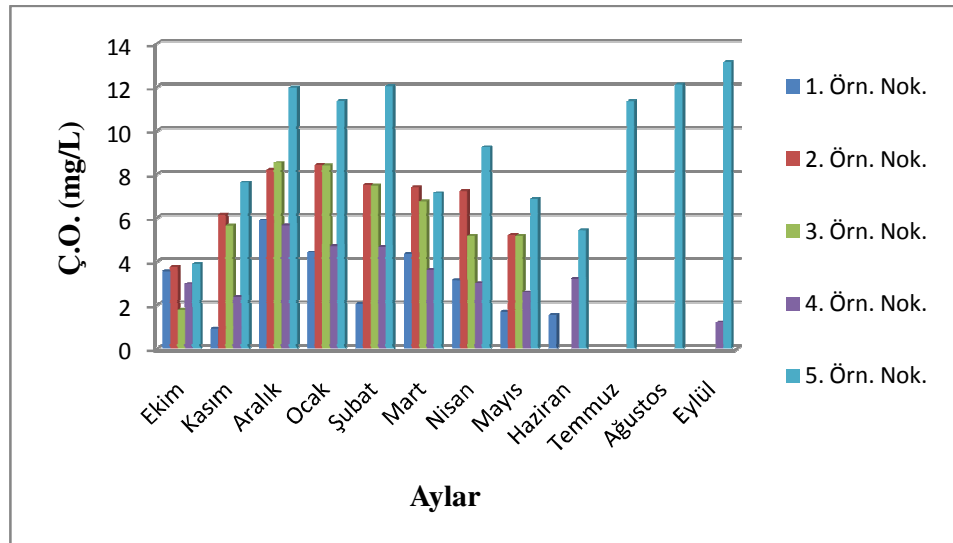
Şekil 4.4. pH değerinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Çizelge 4.2. Araştırma alanından alınan su örneklerinin pH parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

Örnekleme Noktası	Max	Min	Std. Sapma	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık Ortalama
1	12,49	6,51	1,77	8,20	8,15	6,82	9,21	8,10
2	8,12	7,41	0,23	7,83	-	7,83	8,05	7,90
3	8,40	7,43	0,31	8,00	-	8,14	8,28	8,14
4	8,21	7,18	0,38	7,80	7,18	7,77	8,11	7,72
5	8,86	7,68	0,33	8,37	8,34	8,35	8,71	8,44
6	8,48	7,16	0,49	7,84	7,35	7,99	8,38	7,89
7	8,48	7,38	0,41	8,09	7,52	8,29	8,36	8,07
8	8,47	7,23	0,42	7,91	7,52	7,98	8,39	7,95
9	8,41	7,21	0,41	7,96	7,59	7,95	8,23	7,93
10	8,63	7,41	0,34	8,35	7,75	8,24	8,24	8,15
11	8,82	7,53	0,41	8,27	7,68	8,20	8,18	8,08
Mevsimsel Ortalama				8,06	7,68	7,96	8,38	8,02

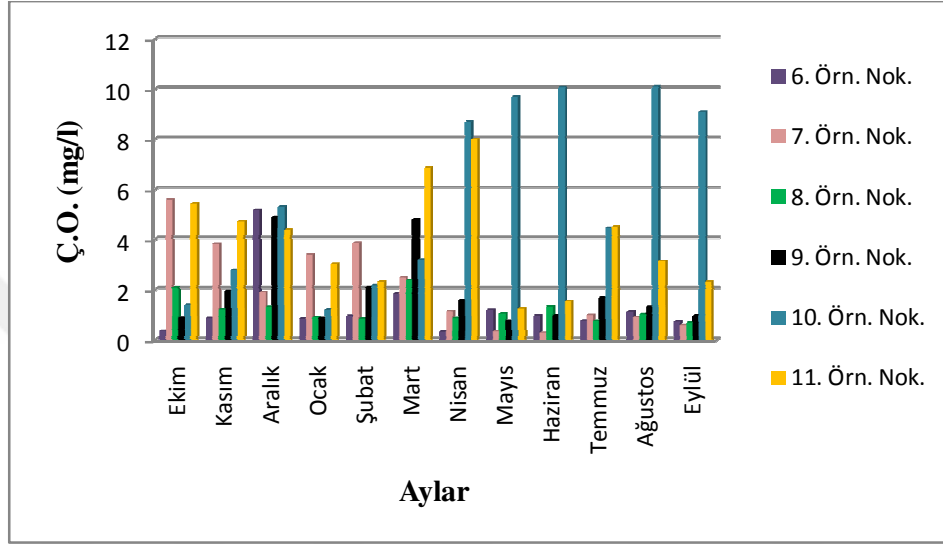
4.3 Çözünmüş Oksijen (Ç.O.)

Örnekleme noktalarına ait çözünmüş oksijen parametresinin aylara göre değişimi Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Çözünmüş oksijen parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Anlık değerler bakımından en dk Haziran ayında 7. Örnekleme noktasında 0,29 mg/L, en yüksek Eylül ayında 5. Örnekleme noktasında 13,14 mg/L saptanmıştır (ekil 4.6). Çözünmüş oksijen değerleri genel olarak kış aylarında artmakta, ilkbahardan başlayıp, yazın düşmektedir.



Şekil 4.6. Çözünmüş oksijen parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Çizelge 4.3. Araştırma alanından alınan su örneklemlerinin . O parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Yaz (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	5,89	0,93	1,64	3,06	1,54	2,25	4,12	2,74
2	8,41	3,76	1,6	6,61	-	4,95	8,04	6,53
3	8,53	1,78	2,21	5,7	-	3,72	8,13	5,85
4	5,66	2,38	1,12	3,06	3,21	2,2	5,01	3,37
5	13,14	3,88	3,07	7,75	9,63	8,21	11,8	9,35
6	5,19	0,34	1,29	1,12	0,96	0,66	2,34	1,27
7	5,59	0,29	1,71	1,33	0,74	3,34	3,05	2,12
8	2,38	0,68	0,53	1,44	1,04	1,33	1,03	1,21
9	4,9	0,76	3,68	2,38	1,33	1,27	2,63	1,90
10	10,1	1,22	3,6	7,2	8,22	4,42	2,9	5,68
11	7,99	1,25	2,09	5,37	3,1	4,15	3,24	3,97
Mevsimsel Ortalama				4,09	3,31	3,32	4,75	3,87

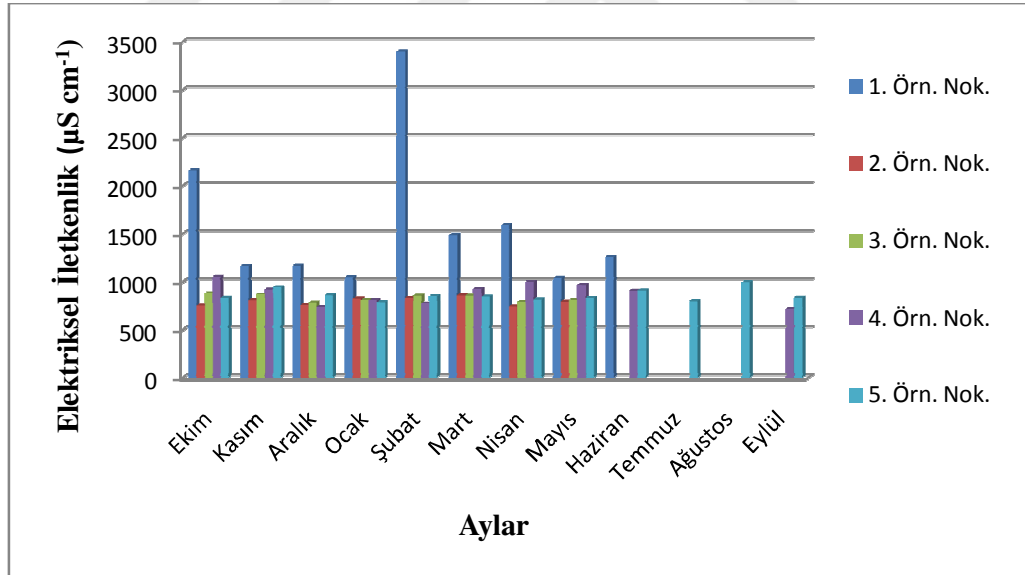
Yıllık ortalama açısından değerlendirildiğinde ise 5. Örnekleme noktasında en yüksek (9,35 mg/L), 8. Örnekleme noktasında en dşk (1,21 mg/L) değer elde edilmiştir. Baraj

giriş noktası olan 9. noktada 1,90 mg/L iken, baraj içinde artmakta, baraj çıkışında yine düşmektedir (Çizelge 4.3).

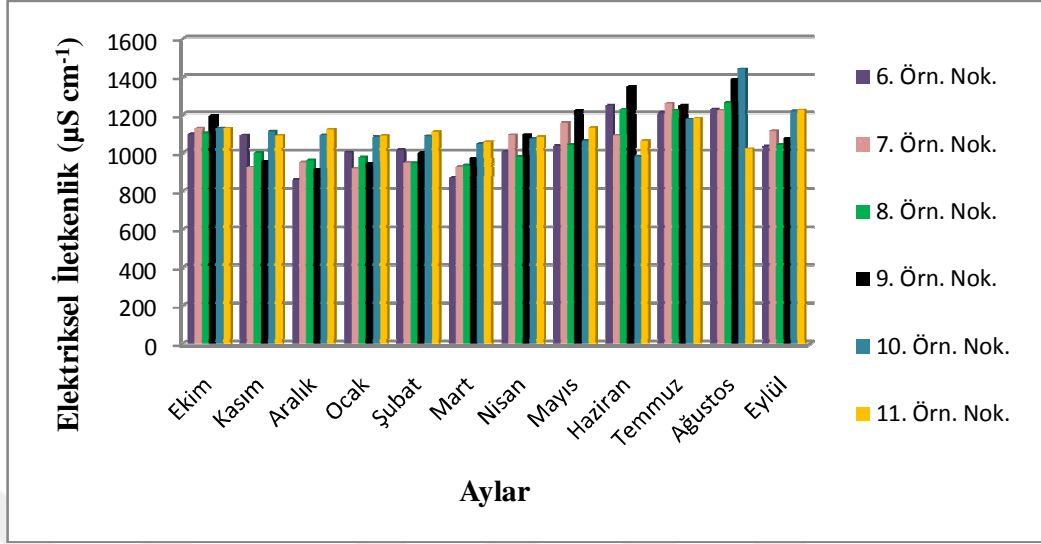
4.4 Elektriksel İletkenlik

Örnekleme noktalarına ait iletkenlik parametresi anlık değerler bakımından Şubat ayında 1. örnekleme noktasında en yüksek ($3400 \mu\text{Scm}^{-1}$), Eylül ayında 4. Örnekleme noktasında en düşük ($719 \mu\text{Scm}^{-1}$) ölçülmüştür (Şekil 4.7). İstasyonlarda belirlenen elektriksel iletkenlik değerleri $719\text{-}3400 \mu\text{S cm}^{-1}$ arasında değişmektedir (Çizelge 4.4).

Yıllık ortalama açısından değerlendirildiğinde ise, 1. örnekleme noktasında en yüksek ($1539 \mu\text{Scm}^{-1}$), 2. örnekleme noktasında en düşük ($794 \mu\text{Scm}^{-1}$) değer elde edilmiştir (Çizelge 4.4).



Şekil 4.7. Elektriksel iletkenlik parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



Şekil 4.8. Elektriksel iletkenlik parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

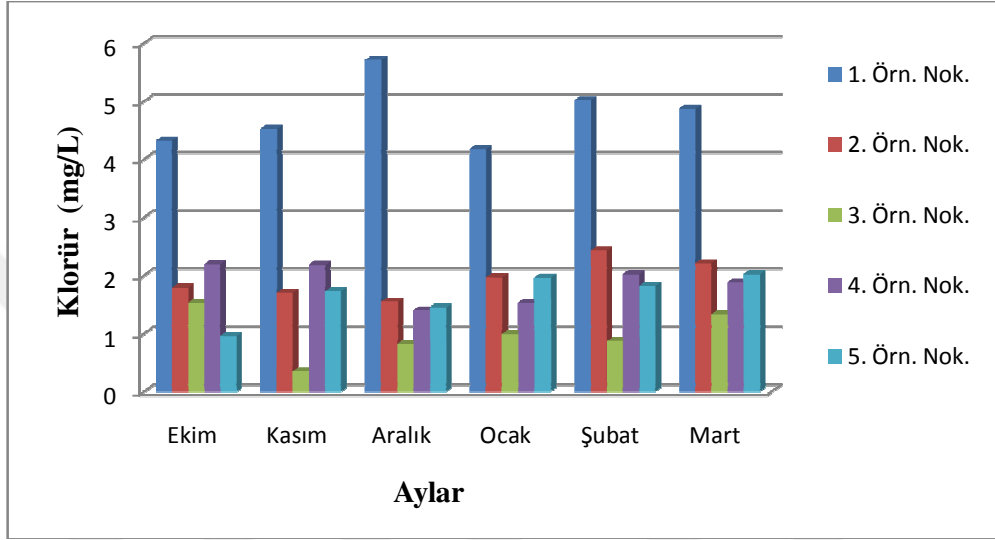
Çizelge 4.4. Araştırma alanından alınan su örneklerinin iletkenlik parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

Örnekleme Noktaları	Max (µScm ⁻¹)	Min (µScm ⁻¹)	Std. Sapma	İlkbahar (µScm ⁻¹)	Yaz (µScm ⁻¹)	Sonbahar (µScm ⁻¹)	Kış (µScm ⁻¹)	Yıllık Ortalama (µScm ⁻¹)
1	3400	1041	806,75	1371,00	1255,00	1661,50	1871,30	1539,70
2	857	744	41,79	799,60	-	779,50	804,60	794,57
3	879	786	36,41	819,60	-	874,50	818,60	837,57
4	1053	719	105,15	964,60	910,00	897,00	775,30	886,73
5	996	789	60,86	831,30	903,00	870,00	831,60	858,98
6	1250	860	126,61	972,00	1231,30	1077,00	960,60	1060,23
7	1260	919	122,68	1062	1192,00	1057,60	939,60	1062,80
8	1265	938	118,24	988	1239,30	1050,00	962,30	1059,91
9	1387	914	163,99	1098,3	1329,00	1075,60	952,60	1113,88
10	1442	985	115,69	1063,6	1202,00	1154,60	1091,00	1127,80
11	1228	1023	55,48	1092,3	1090,00	1150,00	1109,00	1110,33
Mevsimsel Ortalama				1005,7	1150,18	1058,85	1010,59	1056,32

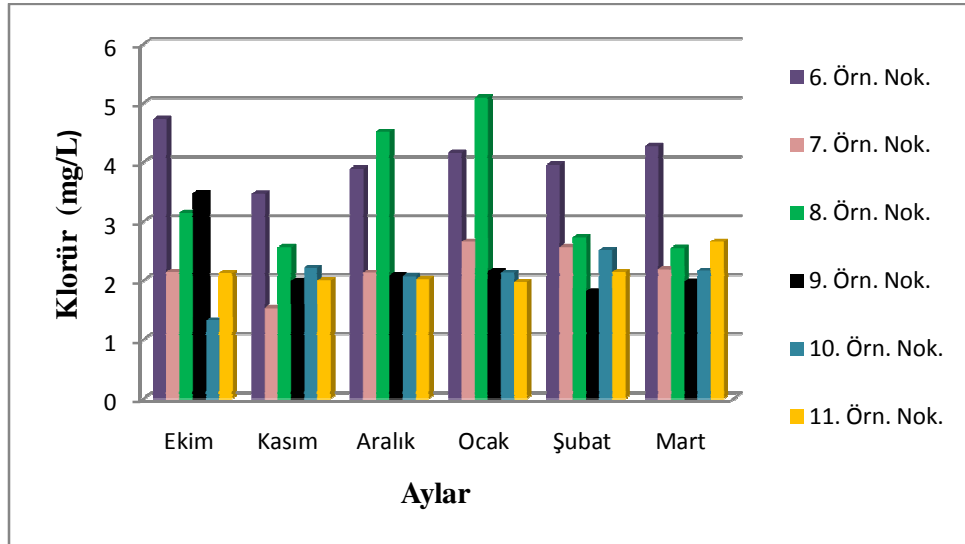
4.5 Klorür (Cl)

Akkaya Baraj Gölü ve Karasu Deresi'nde klorür parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Yağışın az, buharlaşmanın çok olduğu aylarda klorür konsantrasyonunda artış görülmüştür. Aralık ayında 1. örnekleme noktasında en yüksek (5,71 mg/L), Kasım ayında 3. örnekleme noktasında en düşük (0,35 mg/L) klorür değerleri belirlenmiştir (Şekil 4.9). Yıllık

ortalamalar açısından değerlendirildiğinde ise 1. örnekleme noktasında en yüksek (4,76 mg/L), 3. örnekleme noktasında en düşük (1,05 mg/L) değer ölçülmüştür. Klorür değerleri ilkbaharda sonbahar ve kış aylarına göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.5).



Şekil 4.9. Klorür parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



Şekil 4.10. Klorür parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Çizelge 4.5. Araştırma alanından alınan su örneklerinin klorür parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

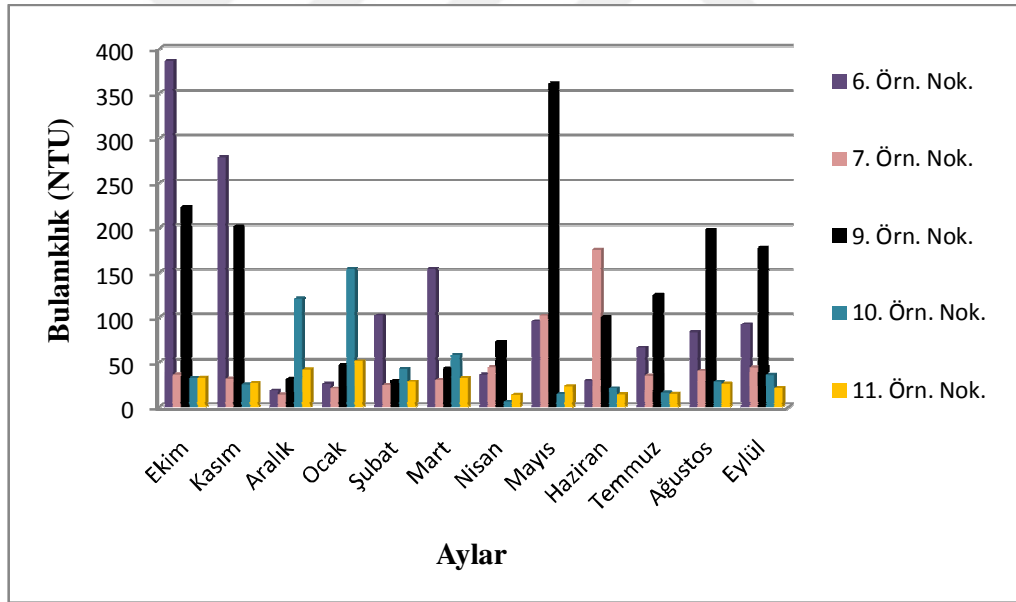
Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	5,71	4,18	0,56	4,87	4,43	4,97	4,76
2	2,43	1,55	0,33	2,21	1,75	1,98	1,98
3	1,53	0,35	0,41	1,33	0,94	0,89	1,05
4	2,19	1,4	0,33	1,88	2,18	1,65	1,90
5	2,02	0,96	0,4	2,02	1,34	1,74	1,70
6	4,73	3,46	0,42	4,27	4,10	4,00	4,12
7	2,65	1,53	0,40	2,19	1,83	2,45	2,16
8	5,09	2,55	1,10	2,55	2,85	4,11	3,17
9	3,47	1,81	0,61	1,98	2,73	2,01	2,24
10	2,51	1,32	0,40	2,16	1,76	2,24	2,05
11	2,65	1,97	0,25	2,65	2,06	2,04	2,25
Mevsimsel Ortalama				2,56	2,36	2,55	2,49

4.6 Bulanıklık

Akkaya Baraj Gölü ve Karasu deresinde ölçülen bulanıklığın aylara göre değişimi Şekil 4.11 ve 4.12'de gösterilmiştir. Anlık değerler bakımından Ocak ayında 1. örnekleme noktasında en yüksek (419,1 NTU), Kasım ayında 3. örnekleme noktasında en düşük (0,43 NTU) bulanıklık değerleri elde edilmiştir (Şekil 4.11). Yağışın fazla olduğu aylarda bulanıklık değeri artmıştır. Akım hızının azaldığı kısımlarda ise bulanıklık düşük seviyededir. Suların bulanıklık değerlerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişimi Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Yıllık ortalamalara göre değerlendirildiğinde 1. örnekleme noktasında en yüksek (310,21 NTU), 3. örnekleme noktasında en düşük (1,25 NTU) değerleri elde edilmiştir. Yaz ve sonbaharda ortalama bulanıklık fazla iken kışın ve ilkbaharda nispeten daha düşüktür (Çizelge 4.6).



Şekil 4.11. Bulanıklık parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



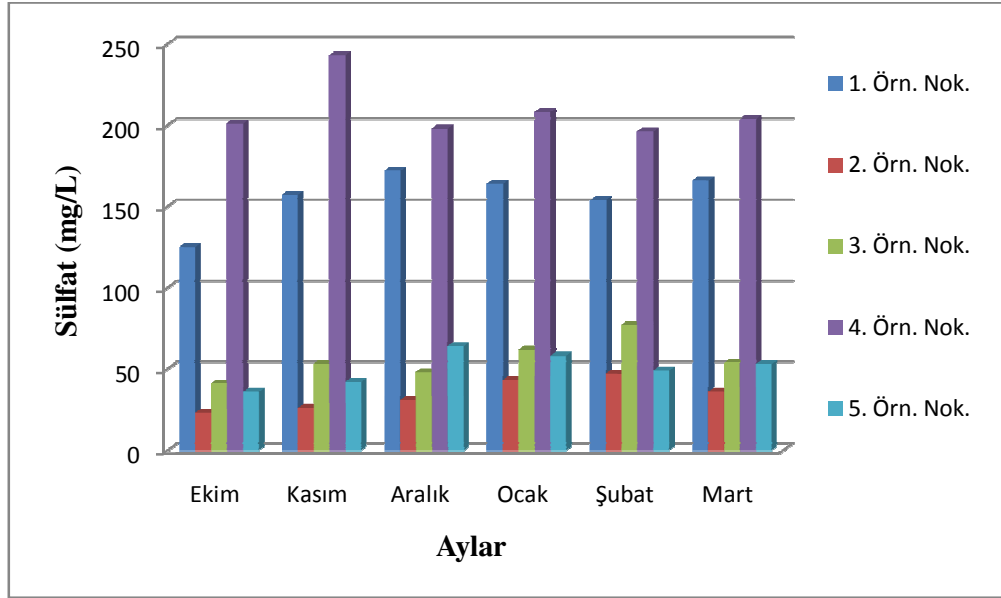
Şekil 4.12. Bulanıklık parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Çizelge 4.6. Araştırma alanından alınan su örneklerinin bulanıklık parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

Örnekleme Noktaları	Max (NTU)	Min (NTU)	Std. Sapma	İlkbahar (NTU)	Yaz (NTU)	Sonbahar (NTU)	Kış (NTU)	Yıllık Ortalama (NTU)
1	419,1	69,73	142,01	354,33	419	74	393,5	310,21
2	6,880	0,66	2,37	1,24	-	6,0	0,84	2,69
3	2,030	0,43	0,62	1,52	-	0,61	1,61	1,25
4	219,6	5,23	77,53	27,45	92,2	171,75	6,5	74,48
5	16,59	3,44	4,4	5,0	14,85	14,02	5,47	9,84
6	386,1	25,67	111,67	95,3	59,63	252,3	48,64	113,97
7	176,0	13,79	45,42	58,83	83,93	37,28	19,68	49,93
8	264,6	34,7	80,22	63,66	80,15	221,4	53,99	104,80
9	361,0	29,4	101,07	159,1	141	201,1	35,97	134,29
10	154,4	5,79	45,46	26,1	21,6	31,25	106,15	46,28
11	51,31	13,5	11,4	23,13	18,2	26,92	40,47	27,18
Mevsimsel Ortalama				74,15	103,40	94,24	64,80	84,15

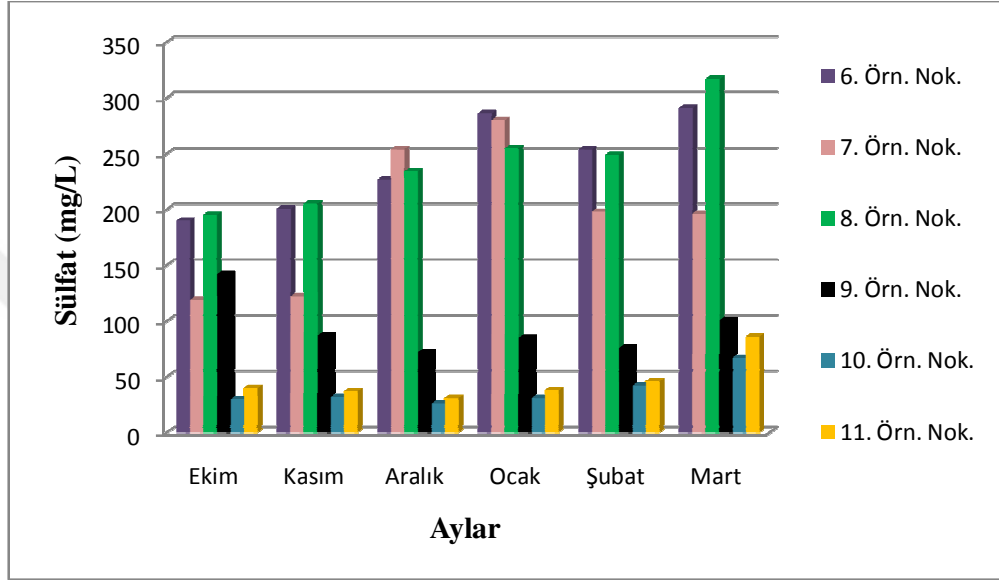
4.7 Sülfat (SO_4^{2-})

Araştırma alanına ait sülfat parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi Şekil 4.13 ve 4.15'de sunulmuştur.



Şekil 4.13. Sülfat parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Anlık değerler bakımından Mart ayında 8. örnekleme noktasında en yüksek (317 mg/L), Ekim ayında 2. örnekleme noktasında en düşük (23 mg/L) sülfat değerleri elde edilmiştir. Mevsimsel ortalamalara bakıldığında sülfat değerlerinin ilkbaharda, kış ve sonbahara göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7).



Şekil 4.14. Sülfat parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

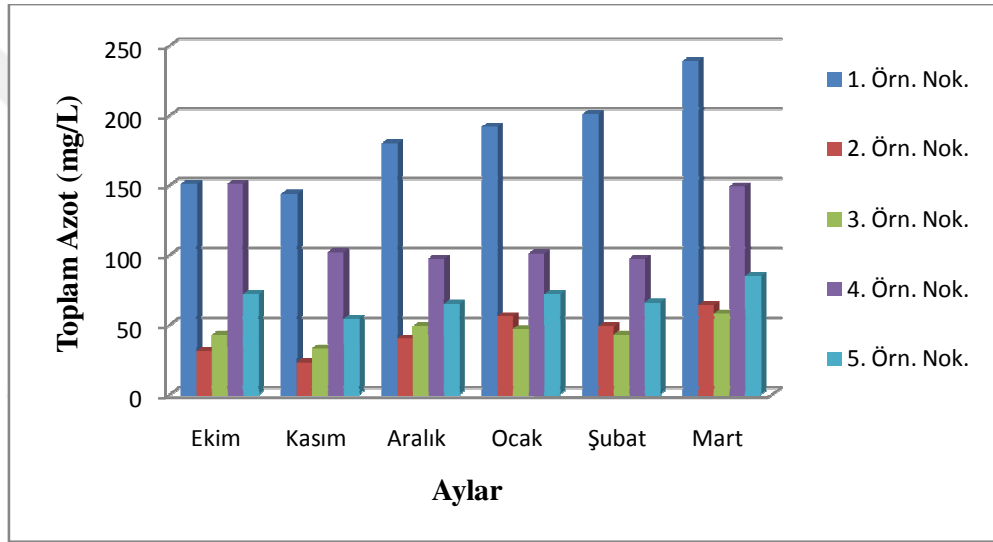
Çizelge 4.7. Araştırma alanından alınan su örneklerinin sülfat parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	172	125	16,65	166	141	163,3	156,77
2	47	23	9,46	36	24,5	40,33	33,610
3	77	41	12,48	54	47	62,33	54,440
4	243	196	17,51	204	222	200,66	208,89
5	64	36	10,29	53	39	57	49,670
6	291	190	42,64	291	195,5	255,6	247,37
7	280	119	66,06	196	120,5	244	186,83
8	317	195	43,55	317	200	246	254,33
9	142	72	25,65	101	114,5	77,6	97,700
10	67	26	15,17	67	31	33	43,670
11	86	31	20,03	86	38,5	38,3	54,270
Mevsimsel Ortalama				142,82	106,68	128,92	126,14

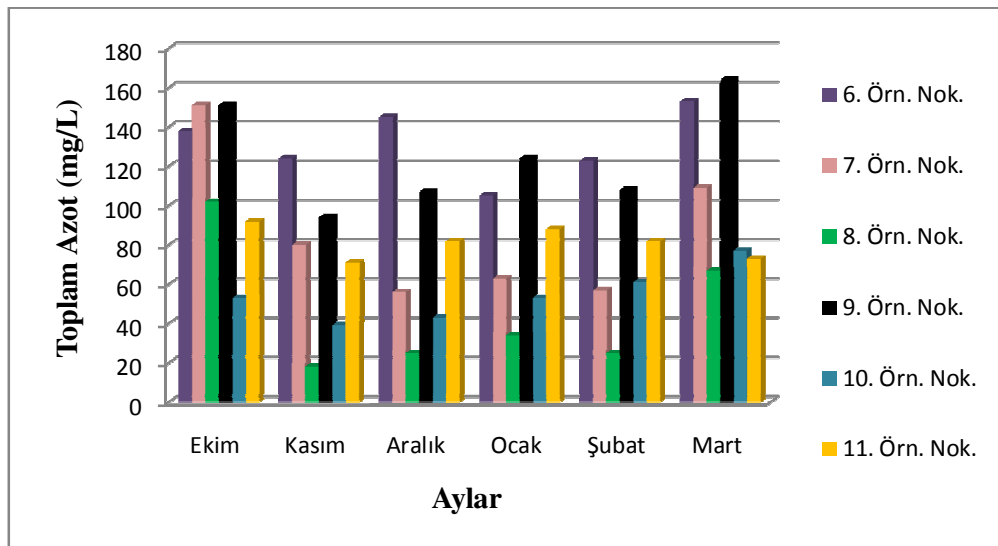
Yıllık ortalamalara göre değerlendirildiğinde ise 8. örnekleme noktasında en yüksek (254,33 mg/L), 2. örnekleme noktasında en düşük (33,61 mg/L) değer elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

4.8 Toplam Azot (TN)

Araştırma alanına ait toplam azot parametresinin aylara göre değişimi Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da gösterilmiştir.



Şekil 4.15. Toplam azot parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



Şekil 4.16. Toplam azot parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

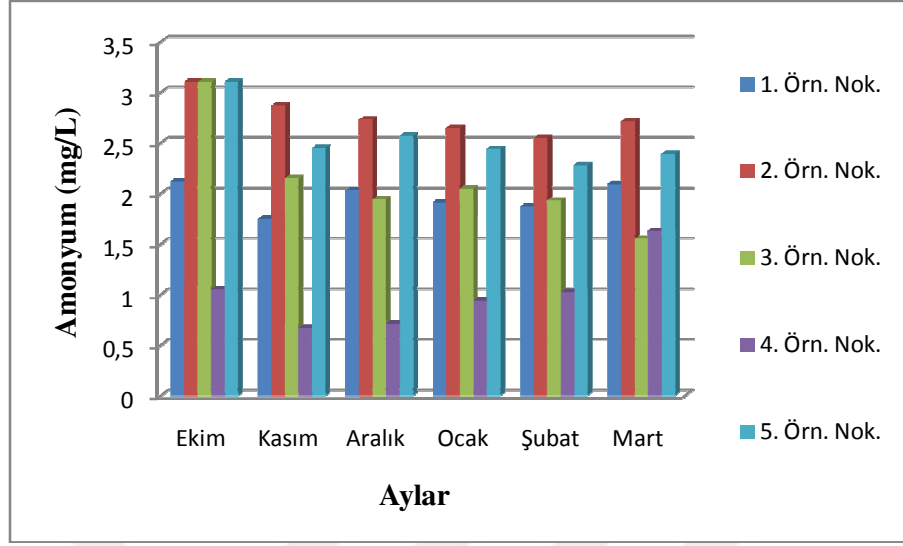
Anlık değerler bakımından Mart ayında 1. örnekleme noktasında en yüksek (239 mg/L), Kasım ayında 8. örnekleme noktasında en düşük (18 mg/L) azot değerleri saptanmıştır. Yıllık ortalamalar açısından değerlendirildiğinde ise 1. örnekleme noktasında en yüksek (192,50 mg/L), 2. örnekleme noktasında en düşük (46,43 mg/L) değer elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Araştırma alanından alınan su örneklerinin toplam azot parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

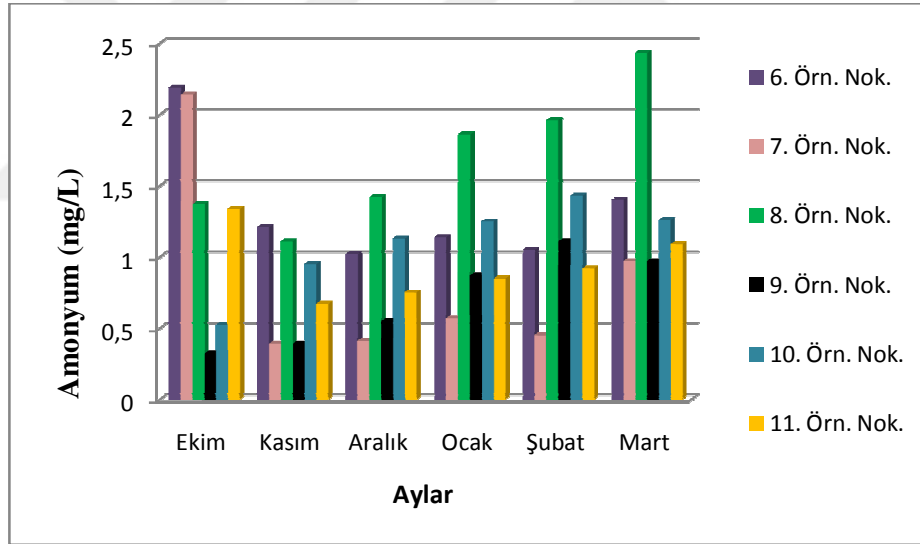
Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	239	144	34,88	239	147,5	191	192,50
2	64	23	15,46	64	27	48,3	46,43
3	58	33	8,24	58	38	46,33	47,44
4	151	97	22,37	149	126,5	98,3	124,60
5	85	54	10,24	85	63	67,6	71,87
6	153	105	17,42	153	131	124,33	136,11
7	151	56	37,58	109	115,5	58,66	94,39
8	102	18	32,81	67	48,33	28	47,78
9	164	94	27,46	164	122,5	113	133,17
10	77	39	13,6	77	46	52,33	58,44
11	92	71	8,19	73	81,5	84	79,50
Mevsimsel Ortalama				112,55	86,08	82,90	93,84

4.9 Amonyum (NH₄⁺)

Amonyum parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi Şekil 4.15 ve 4.16'da gösterilmiştir. Ekim ayında 2. ve 3. örnekleme noktalarında en yüksek (3,1 mg/L), Ekim ayında 9. örnekleme noktasında en düşük (0,32 mg/L) amonyum azotu değerleri gözlenmiştir (Şekil 4.17; Şekil 4.18). Suların amonyum azotu değerlerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişimi Çizelge 4.9'da verilmiştir. Yıllık ortalama değerlere göre değerlendirildiğinde ise 2. örnekleme noktasında en yüksek (2,78 mg/L), 9. örnekleme noktasında en düşük (0,72 mg/L) değerleri gözlenmiştir (Çizelge 4.9). Amonyum azotu kış aylarında düşerken, ilkbaharda artmıştır (Çizelge 4.9).



Şekil 4.17. Amonyum parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



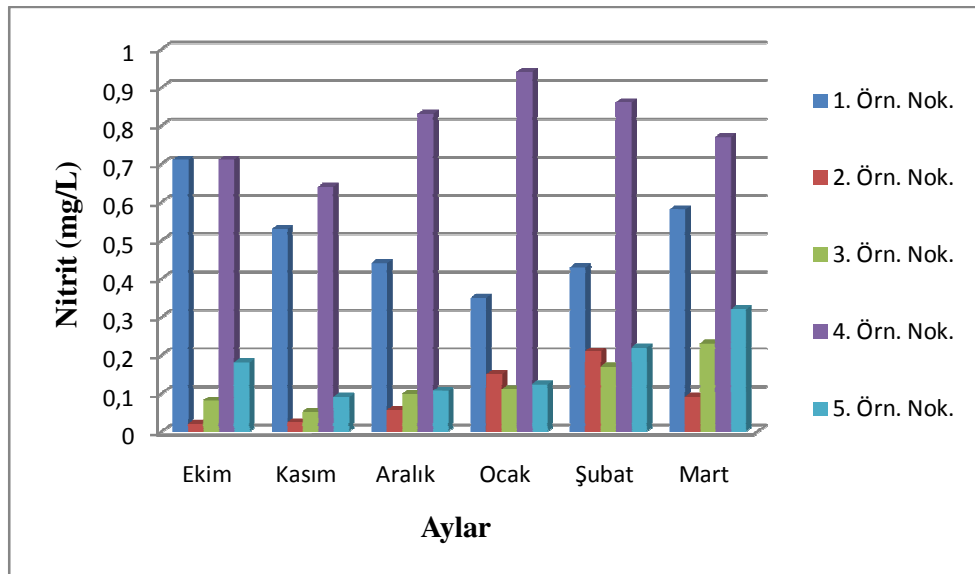
Şekil 4.18. Amonyum parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Çizelge 4.9. Araştırma alanından alınan su örneklerinin amonyum parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

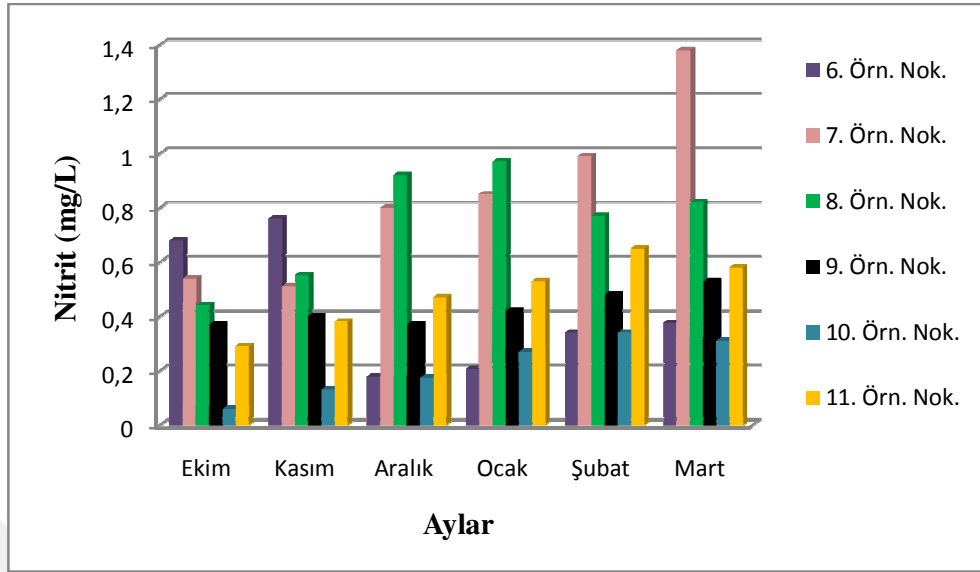
Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	2,12	1,75	0,14	2,09	1,94	1,93	1,99
2	3,1	2,55	0,19	2,71	2,99	2,64	2,78
3	3,1	1,55	0,52	1,55	2,63	1,97	2,05
4	1,63	0,67	0,39	1,63	0,86	0,89	1,13
5	3,01	2,28	0,29	2,39	2,77	2,43	2,53
6	2,19	1,02	0,44	1,4	1,7	1,07	1,39
7	2,14	0,39	0,68	0,97	1,3	0,47	0,91
8	2,43	1,11	0,48	2,43	1,24	1,74	1,80
9	1,11	0,32	0,33	0,97	0,35	0,84	0,72
10	1,43	0,52	0,32	1,26	0,74	1,27	1,09
11	1,34	0,67	0,24	1,09	1,01	0,84	0,98
Mevsimsel Ortalama				1,68	1,59	1,46	1,58

4.10 Nitrit (NO₂)

Araştırma alanında ölçülen nitrit parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Nitrit parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



Şekil 4.20. Nitrit parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

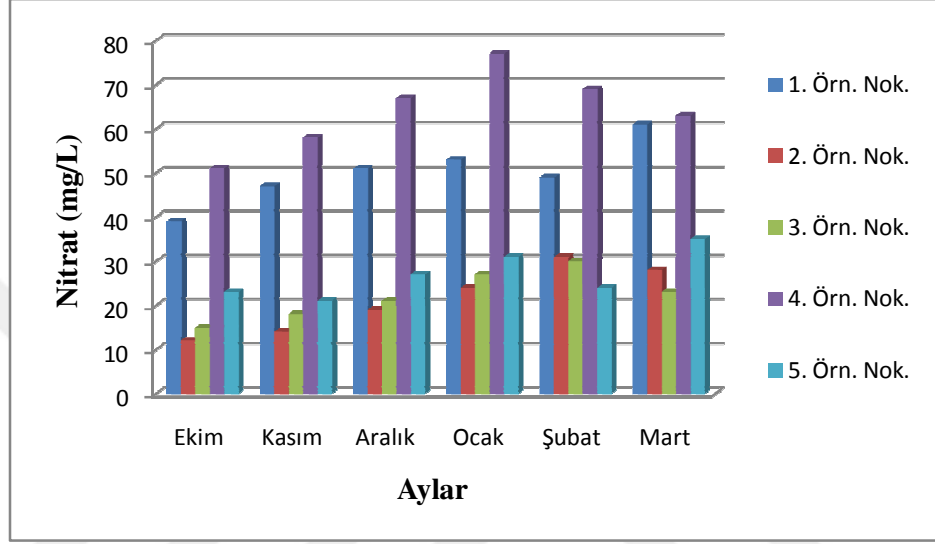
Anlık değerler bakımından Ekim ayında 2. örnekleme noktasında en düşük (0,02 mg/L), Mart ayında 7. örnekleme noktasında en yüksek (1,38 mg/L) nitrit değerleri elde edilmiştir (Şekil 4.19 ve Şekil 4.20). Yıllık ortalamalara göre değerlendirildiğinde ise 7. örnekleme noktasında en yüksek (0,93 mg/L), 2. örnekleme noktasında en düşük (0,08 mg/L) değerler ölçülmüştür (Çizelge 4.10). Nitrit değerleri ilkbaharda artmış, sonbaharda ise düşmüş ve kışın yine yükselmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Araştırma alanından alınan su örneklerinin nitrit parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

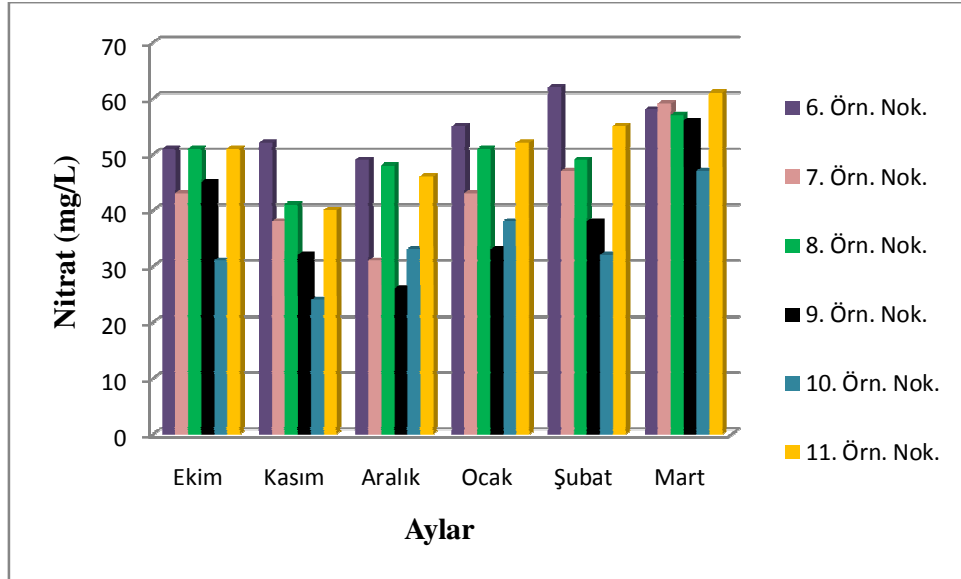
Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	0,71	0,35	0,13	0,58	0,62	0,41	0,54
2	0,21	0,02	0,08	0,091	0,022	0,14	0,08
3	0,23	0,052	0,07	0,23	0,06	0,12	0,14
4	0,94	0,64	0,11	0,77	0,67	0,88	0,77
5	0,32	0,091	0,09	0,32	0,13	0,15	0,20
6	0,76	0,179	0,24	0,376	0,72	0,24	0,45
7	1,38	0,51	0,32	1,38	0,52	0,88	0,93
8	0,97	0,44	0,21	0,82	0,49	0,89	0,73
9	0,53	0,37	0,06	0,53	0,38	0,42	0,44
10	0,34	0,06	0,11	0,31	0,09	0,26	0,22
11	0,65	0,29	0,13	0,58	0,33	0,55	0,49
Mevsimsel Ortalama				0,54	0,37	0,45	0,45

4.11 Nitrat (NO₃⁻)

Karasu Deresi'yle Akkaya Baraj Gölü'ne taşınan ortalama nitrat konsantrasyonlarının aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi Şekil 4.21 ve 4.22'de gösterilmiştir.



Şekil 4.21. Nitrat parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



Şekil 4.22. Nitrat parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Ekim ayında 2. örnekleme noktasında en düşük (12 mg/L), Ocak ayında 4. örnekleme noktasında en yüksek (77 mg/L) nitrat değerleri saptanmıştır (Şekil 4.21).

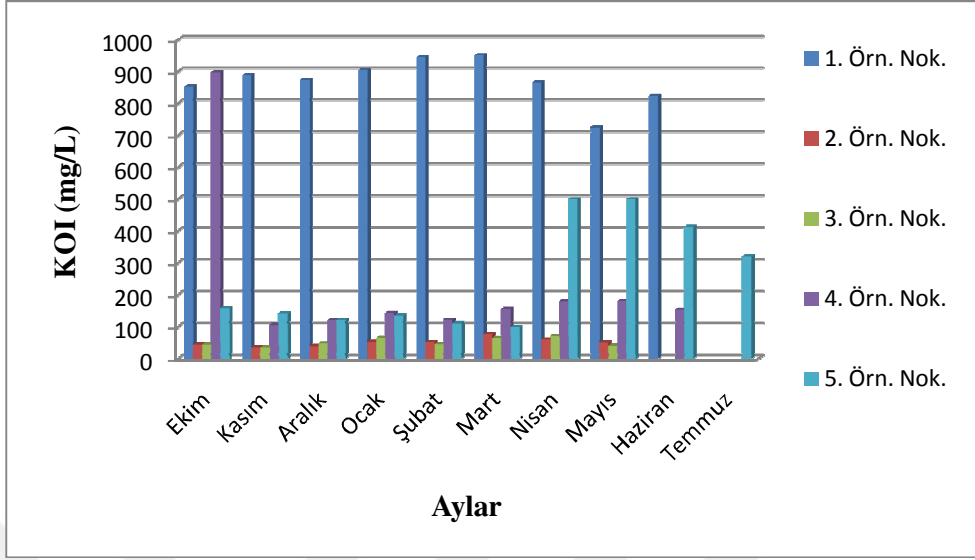
Çizelge 4.11. Araştırma alanından alınan su örneklerinin nitrat parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	61	39	7,24	61	43	51	51,67
2	31	12	7,63	28	13	24,6	21,87
3	30	15	5,57	23	16,5	26	21,83
4	77	51	9,04	63	54,5	71	62,83
5	35	21	5,31	35	22	27,3	28,10
6	62	49	4,85	58	51,5	55,3	54,93
7	59	31	9,38	59	40,5	40,3	46,60
8	57	41	5,21	57	46	49,3	50,77
9	56	26	10,75	56	38,5	32,3	42,27
10	47	24	7,73	47	27,5	34,3	36,27
11	61	40	7,25	61	45,5	51	52,50
Mevsimsel Ortalama				49,82	36,23	42,04	42,70

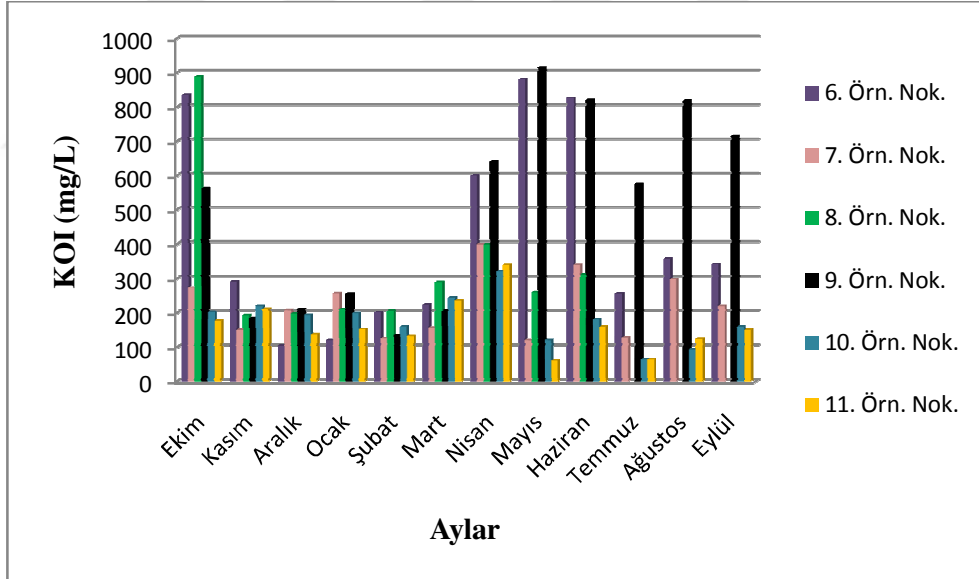
Yıllık ortalama açısından ise 4. örnekleme noktasında en yüksek (62,83 mg/L), 3. örnekleme noktasında en düşük (21,83 mg/L) değerleri ölçülmüştür (Çizelge 4.11). İlkbaharda nitrat değerleri yüksek, sonbaharda daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.11).

4.12 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Araştırma alanına ait kimyasal oksijen ihtiyacının aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi Şekil 4.23 ve 4.24'de gösterilmiştir. Anlık değerler bakımından Kasım ayında 2. ve 3. örnekleme noktalarında en düşük (35,2 mg/L), Mart ayında 1. örnekleme noktasında en yüksek (951,3 mg/L) kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri saptanmıştır. Suların kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişimi Çizelge 4.12'de verilmiştir. Yıllık ortalamalar açısından değerlendirildiğinde ise 1. örnekleme noktasında en yüksek (862,68 mg/L), 2. örnekleme noktasında en düşük (49,70 mg/L) değer elde edilmiştir (Çizelge 4.12). Baraj girişinde KOİ değeri 503,14 mg/L iken, baraj çıkışında 161,87 mg/L'dir. Mevsimsel olarak KOİ değerleri en düşük kış mevsiminde, en yüksek yaz mevsiminde bulunmuştur (Çizelge 4.12).



Şekil 4.23. KOI parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



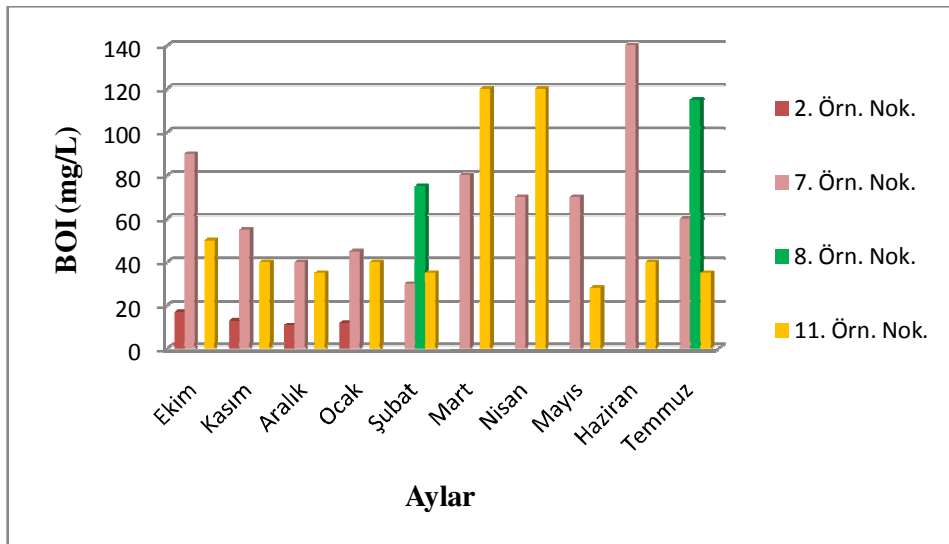
Şekil 4.24. KOI parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Çizelge 4.12. Araştırma alanından alınan su örneklerinin KOI parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

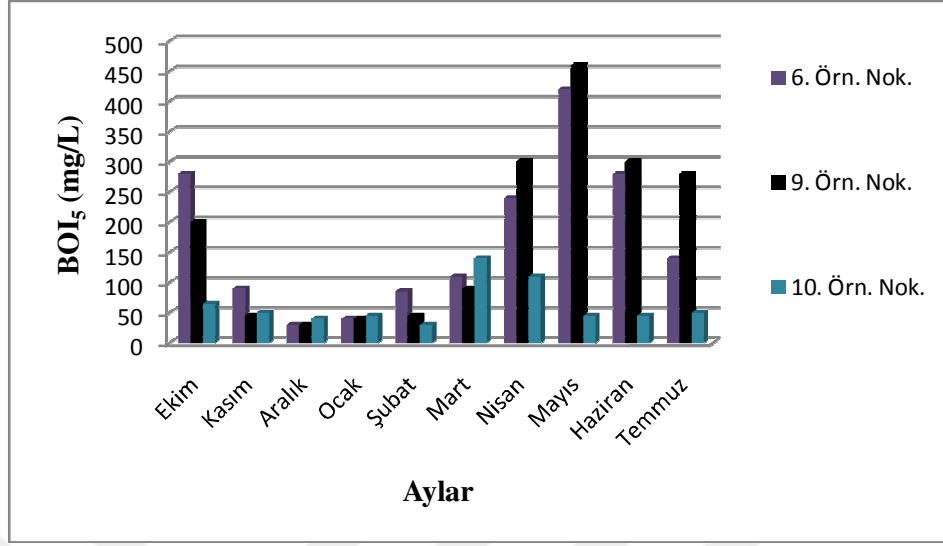
Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Yaz (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	951,3	725	68,38	847,1	824	871,2	908,4	862,68
2	75,9	35,2	12,81	61,9	-	39,6	47,6	49,70
3	70,32	35,2	13,34	58,5	-	39,6	52,5	50,20
4	897,6	105,6	252,28	171,6	154	501,6	127,7	238,73
5	500	98,5	166,46	366,2	366,6	149,6	121,8	251,05
6	880	105,04	287,81	567,9	479,3	489,5	142,2	419,73
7	400	120	92,13	225,7	255,3	214,1	196,6	222,93
8	888,8	193,6	220,74	316,2	310,6	541,2	204,8	343,20
9	915	184,8	288,31	586,9	737,6	488	200,06	503,14
10	320	64	68,69	228,42	112,3	194,1	184,84	179,92
11	340	60	75,55	211,64	116	179,1	140,74	161,87
Mevsimsel Ortalama				331,10	372,86	337,05	211,57	313,15

4.13 Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI)

BOI konsantrasyonlarının aylara göre değişimi Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da gösterilmiştir. Anlık değerler bakımından Aralık ayında 2. örnekleme noktasında en düşük (11 mg/L), Mayıs ayında 9. örnekleme noktasında en yüksek (460 mg/L) BOI değerleri gözlenmiştir.



Şekil 4.25. BOI parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



Şekil 4.26. BOI konsantrasyonlarının aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

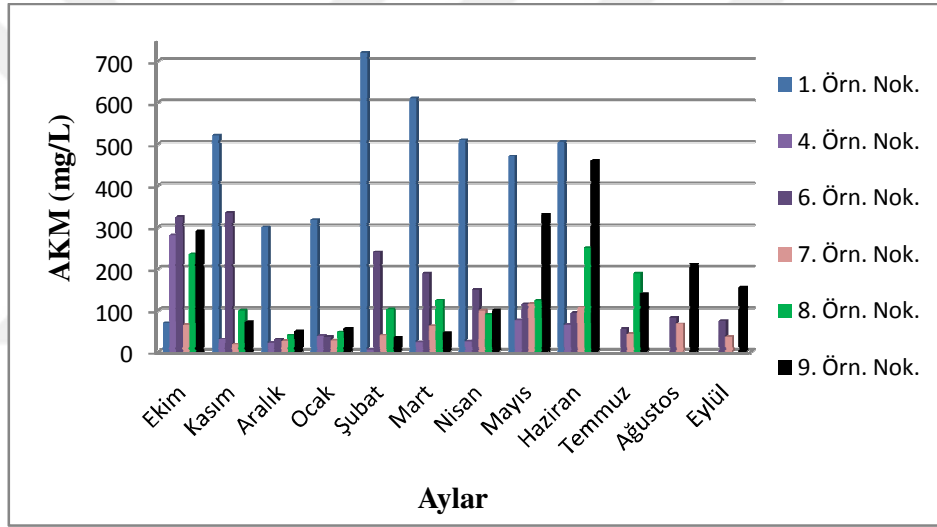
Çizelge 4.13. Araştırma alanından alınan su örneklerinin BOI parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Yaz (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
2	17	11	2,63	-	-	15	11,5	13,25
6	420	30	134,68	256,6	210	185	51,6	175,80
7	140	30	33,05	73,3	100	72,5	57,5	75,83
8	115	75	28,3	-	115	-	75	95,00
9	460	30	155,28	283,3	290	122,5	38,3	183,53
10	140	30	36,91	98,33	-	57,5	38,3	64,71
11	120	28	36,5	89,3	37,5	45	36,6	52,10
Mevsimsel Ortalama				160,17	150,50	82,92	44,11	109,42

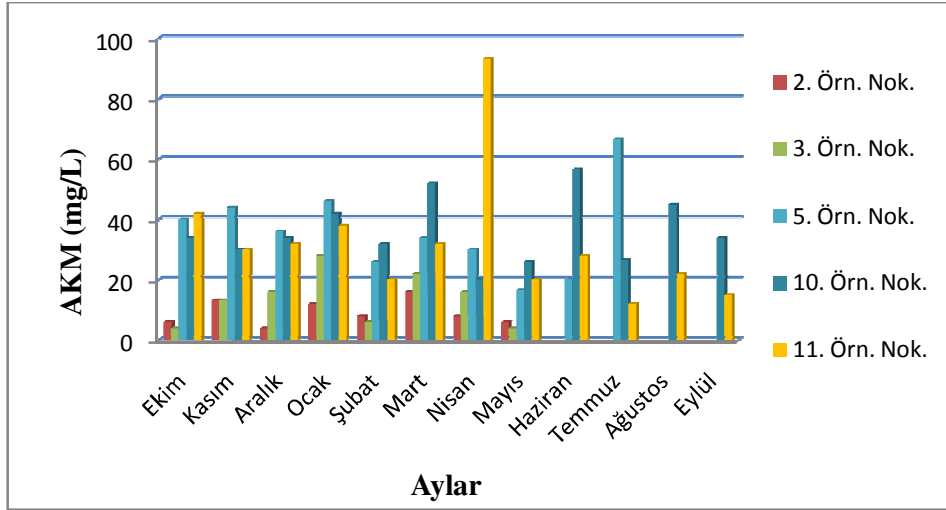
Suların BOI değerlerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişimi Çizelge 4.13’de verilmiştir. Yıllık ortalamalar açısından değerlendirildiğinde ise 9. örnekleme noktasında en yüksek (183,53 mg/L), 2. örnekleme noktasında en düşük (13,25 mg/L) değer elde edilmiştir (Çizelge 4.13). Baraj girişinde BOI değeri 183,53 mg/L iken, baraj çıkışında 52,10 mg/L’dir. Mevsimlik BOI değerleri seçilen örnekleme noktaları için en yüksek ilkbaharda, en düşük kış aylarında belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

4.14 Askıda Katı Madde (AKM)

Akkaya Baraj gölüne Karasu deresi yoluyla taşınan ortalama askıda katı madde konsantrasyonlarının aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi Şekil 4.27 ve 4.28'de gösterilmiştir. Anlık değerler bakımından Aralık ayında 2. örnekleme noktasında ve Ekim ve Mayıs aylarında 3. örnekleme noktasında 4 mg/L en düşük değer, Şubat ayında 1. örnekleme noktasında 720 mg/L en yüksek değer bulunmuştur (Şekil 4.27; Şekil 4.28). Suların askıda katı madde değerlerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişimi Çizelge 4.14'de verilmiştir.



Şekil 4.27. AKM parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



Şekil 4.28. AKM parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Yıllık ortalamalar açısından değerlendirildiğinde ise 1. örnekleme noktasında en yüksek (444 mg/L), 2. örnekleme noktasında en düşük (9,22 mg/L) değer gözlenmiştir. Baraj girişinde AKM değeri 161,88 mg/L iken, baraj çıkışında 32,00 mg/L'dir. Mevsimlik AKM değerleri seçilen örnekleme noktaları için en yüksek ilkbahar, en düşük yaz aylarında belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

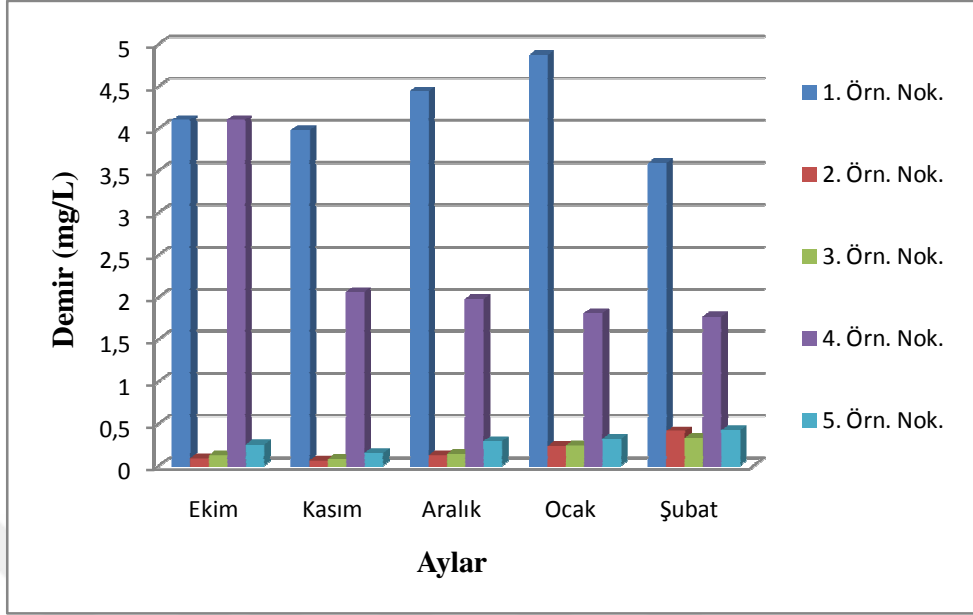
Çizelge 4.14. Araştırma alanından alınan su örneklerinin AKM parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Yaz (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	720	70	191,92	530	505	295	446	444,00
2	16	4	4,16	10	-	9,65	8	9,22
3	28	4	8,71	14	-	8,65	16,6	13,08
4	280	6	84,31	41,6	64	155	22	70,65
5	66,6	16,6	14,49	26,8	43,3	42,0	36	37,03
6	335	30	106,51	151,6	77,3	244,6	102,2	143,93
7	116,6	18	33,34	92,8	72,3	39,3	31,3	58,93
8	250	40	72,43	112,4	220	167,5	63,3	140,80
9	460	34	135,45	158,6	270	172,3	46,6	161,88
10	56,6	20	10,9	32,6	42,7	32,6	36	35,98
11	93,3	12	21,3	48,4	20,6	29,0	30	32,00
Mevsimsel Ortalama				110,80	146,13	108,69	76,18	110,45

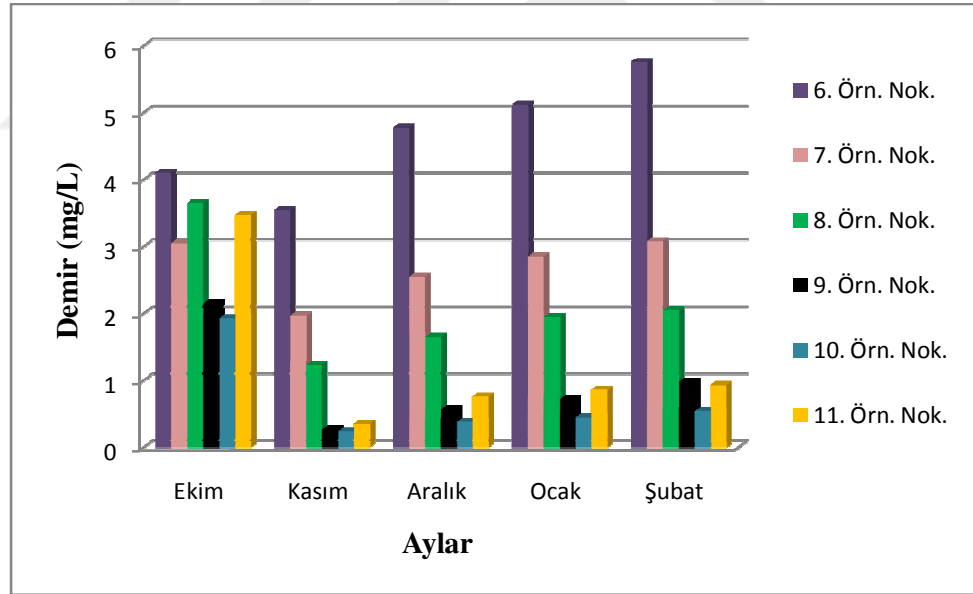
4.15. Ağır Metaller

4.15.1 Demir (Fe)

Karasu Deresi'yle Akkaya Baraj Gölü'ne taşınan ortalama demir konsantrasyonlarının aylara göre değişimi Şekil 4.29 ve Şekil 4.30'da gösterilmiştir. Kasım ayında 2. örnekleme noktasında en düşük (0,06 mg/L), Şubat ayında 6. örnekleme noktasında en yüksek (5,76 mg/L) demir değerleri saptanmıştır (Şekil 4.29 ve Şekil 4.30). Suların demir değerlerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişimi Çizelge 4.15'de verilmiştir. Yıllık ortalamalar açısından değerlendirildiğinde ise 6. örnekleme noktasında en yüksek (4,52 mg/L), 2. örnekleme noktasında en düşük (0,16 mg/L) değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.15).



Şekil 4.29. Demir parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



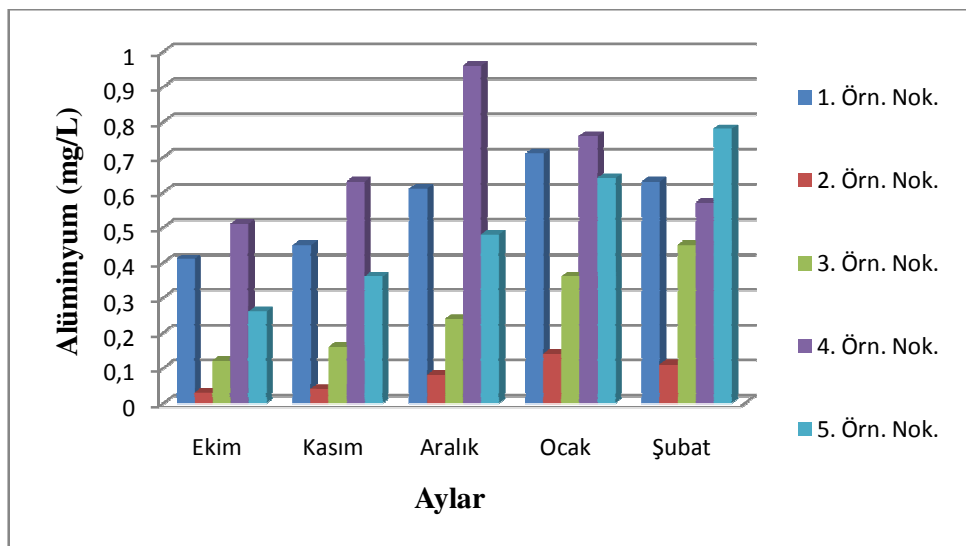
Şekil 4.30. Demir parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Çizelge 4.15. Araştırma alanından alınan su örneklerinin demir parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

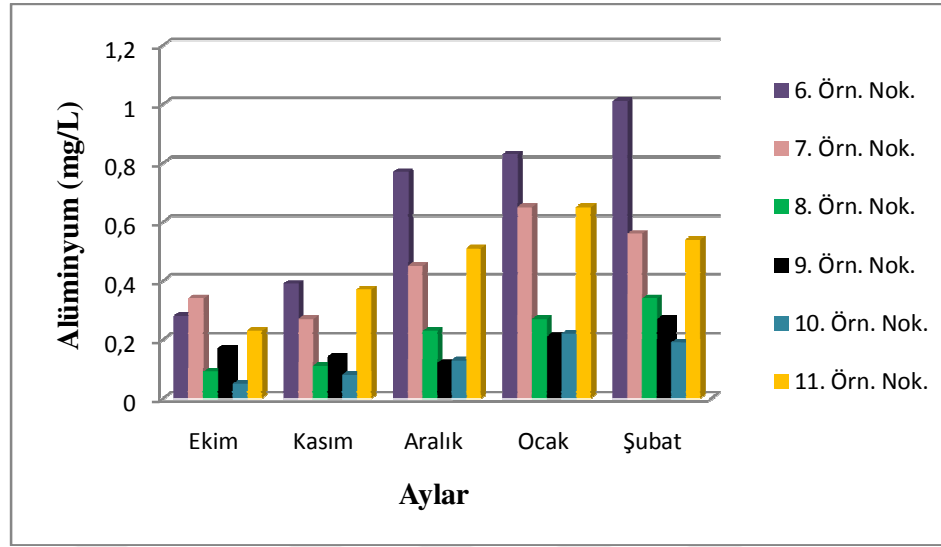
Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	4,87	3,59	0,48	4,04	4,3	4,17
2	0,41	0,06	0,14	0,07	0,25	0,16
3	0,33	0,08	0,1	0,1	0,24	0,17
4	4,10	1,77	0,99	3,08	1,85	2,47
5	0,42	0,15	0,1	0,2	0,34	0,27
6	5,76	3,55	0,86	3,82	5,22	4,52
7	3,08	1,97	0,46	2,51	2,83	2,67
8	3,65	1,23	0,92	2,44	1,88	2,16
9	2,15	0,27	0,72	1,21	0,76	0,99
10	1,93	0,24	0,69	1,08	0,45	0,77
11	3,47	0,35	1,25	1,91	0,85	1,38
Mevsimsel Ortalama				1,86	1,72	1,79

4.15.2 Alüminyum (Al^{3+})

Alüminyum konsantrasyonlarının aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi değerlendirildiğinde Ekim ayında 2. Örnekleme noktasında en düşük (0,03 mg/L), Şubat ayında 6. Örnekleme noktasında istasyonunda en yüksek (1,01 mg/L) alüminyum değerleri saptanmıştır (Şekil 4.31 ve Şekil 4.32).



Şekil 4.31. Alüminyum parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



Şekil 4.32. Alüminyum parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

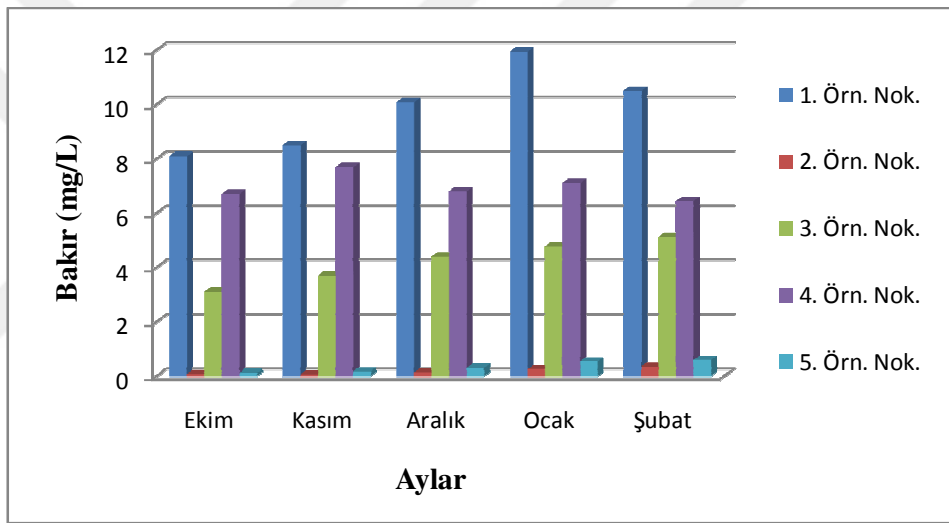
Suların alüminyum değerlerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişimi Çizelge 4.16'da verilmiştir. Yıllık ortalamalara bakıldığında 4. örnekleme noktasında en yüksek (0,66 mg/L), 2. örnekleme noktasında en düşük (0,07 mg/L) değer belirlenmiştir. Baraj girişinde alüminyum değeri 0,175 mg/L iken, baraj çıkışında 0,43 mg/L'dir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Araştırma alanından alınan su örneklerinin alüminyum parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

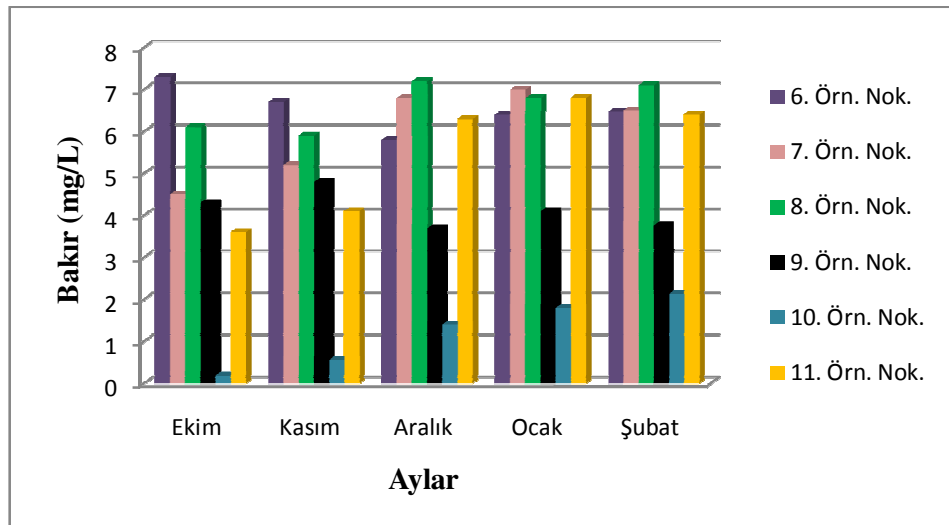
Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	0,71	0,41	0,13	0,43	0,63	0,53
2	0,14	0,03	0,05	0,03	0,11	0,07
3	0,45	0,12	0,14	0,14	0,35	0,24
4	0,96	0,51	0,18	0,57	0,76	0,66
5	0,78	0,26	0,21	0,31	0,63	0,47
6	1,01	0,28	0,31	0,33	0,87	0,6
7	0,65	0,27	0,16	0,31	0,55	0,43
8	0,34	0,09	0,11	0,1	0,28	0,19
9	0,27	0,12	0,06	0,15	0,2	0,17
10	0,22	0,05	0,07	0,06	0,18	0,12
11	0,65	0,23	0,16	0,3	0,56	0,43
Mevsimsel Ortalama				0,25	0,47	0,36

4.15.3 Bakır (Cu)

Bakır konsantrasyonlarının aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi Şekil 4.33 ve 4.34'da gösterilmiştir. Kasım ayında 2. Örnekleme noktasında en düşük (0,06 mg/L), Ocak ayında 1. Örnekleme noktasında en yüksek (11,94 mg/L) bakır değerleri bulunmuştur. Suların bakır değerlerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişimi Çizelge 4.17'de görülmektedir. Yıllık ortalamalar açısından değerlendirildiğinde ise 1. örnekleme noktasında en yüksek (9,57 mg/L), 2. örnekleme noktasında en düşük (0,16 mg/L) değer elde edilmiştir (Çizelge 4.17).



Şekil 4.33. Bakır parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



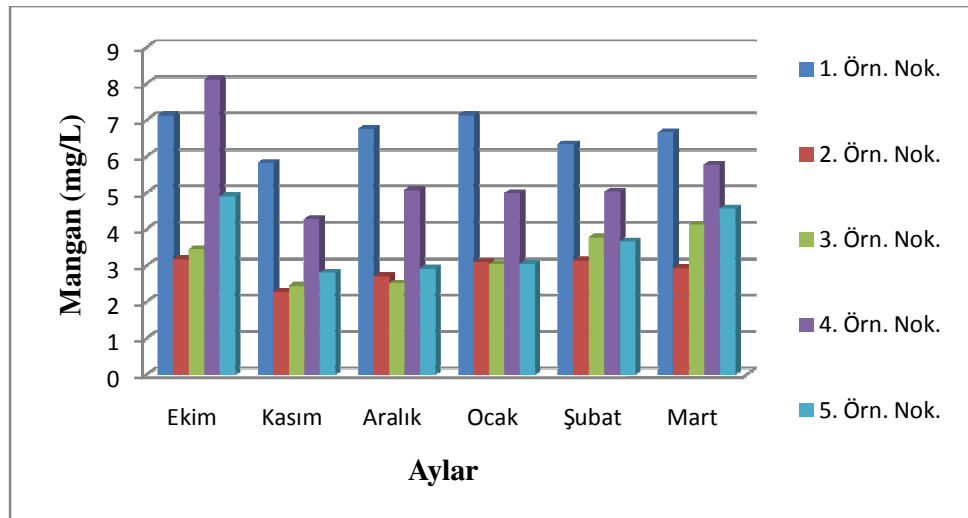
Şekil 4.34. Bakır parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Çizelge 4.17. Araştırma alanından alınan su örneklerinin bakır parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

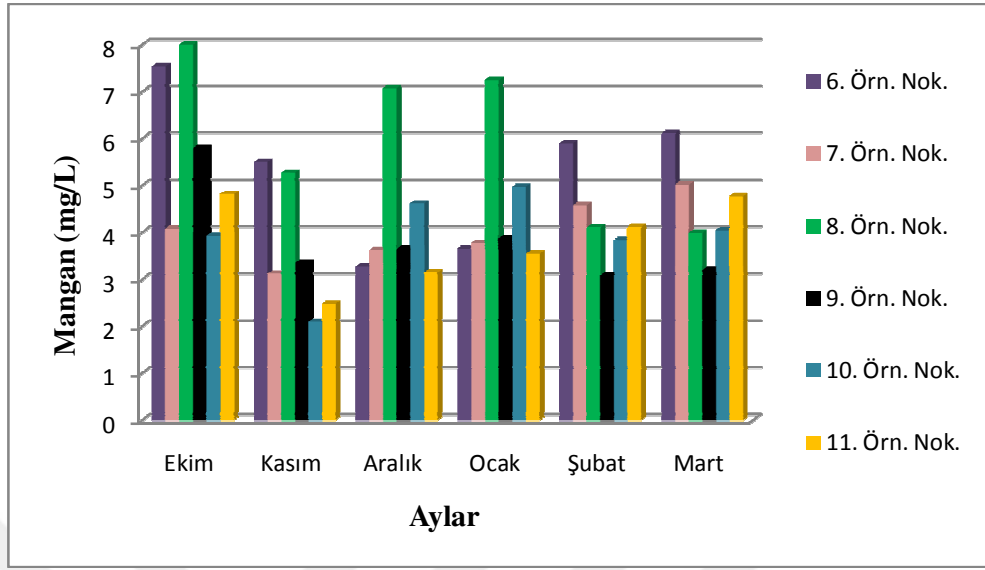
Örnekleme Noktaları	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	11,94	8,1	1,56	8,3	10,84	9,57
2	0,35	0,06	0,13	0,06	0,25	0,16
3	5,12	3,1	0,82	3,4	4,76	4,08
4	7,7	6,44	0,48	7,2	6,78	6,99
5	0,59	0,12	0,21	0,14	0,48	0,31
6	7,3	5,8	0,54	7,0	6,22	6,61
7	7	4,5	1,09	4,85	6,76	5,81
8	7,2	5,9	0,59	6,0	7,03	6,52
9	4,8	3,7	0,45	4,55	3,85	4,20
10	2,13	0,19	0,82	0,38	1,77	1,08
11	6,8	3,6	1,47	3,85	6,5	5,18
Mevsimsel Ortalama				4,16	5,02	4,59

4.15.4 Mangan (Mn)

Örnekleme noktalarına ait mangan parametresinin aylara göre değişimi Şekil 4.35 ve Şekil 4.36'da gösterilmiştir. Ekim ayında 4. örnekleme noktasında en yüksek (8,11 mg/L), Kasım ayında 10. örnekleme noktasında en düşük (2,09 mg/L) mangan değerleri belirlenmiştir. Suların mangan değerlerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişimi Çizelge 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.35. Mangan parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi



Şekil 4.36. Mangan parametresinin aylara ve örnekleme noktalarına göre değişimi

Yıllık ortalamalar açısından değerlendirildiğinde 1. örnekleme noktasında en yüksek (6,61 mg/L), 2. örnekleme noktasında en düşük (2,87 mg/L) mangan değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.18). Mangan değerleri kışın az iken, ilkbahar ve sonbaharda kışa göre nispeten yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Araştırma alanından alınan su örneklerinin mangan parametresinin örnekleme noktalarına göre mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri

Örnekleme Noktası	Max (mg/L)	Min (mg/L)	Std. Sapma	İlkbahar (mg/L)	Sonbahar (mg/L)	Kış (mg/L)	Yıllık Ortalama (mg/L)
1	7,12	5,81	0,50	6,65	6,46	6,73	6,61
2	3,17	2,26	0,35	2,92	2,72	2,97	2,87
3	4,11	2,43	0,68	4,11	2,93	3,09	3,38
4	8,11	4,27	1,35	5,76	6,19	5,02	5,66
5	4,89	2,79	0,90	4,56	3,84	3,20	3,87
6	7,54	3,27	1,61	6,12	6,52	4,27	5,64
7	5,02	3,12	0,68	5,02	3,60	3,99	4,20
8	8,00	3,99	1,72	3,99	6,63	6,14	5,59
9	5,80	3,09	1,01	3,20	4,57	3,53	3,77
10	4,97	2,09	1,00	3,91	3,01	4,47	3,80
11	4,82	2,48	0,93	4,77	3,65	3,60	4,01
Mevsimsel Ortalama				4,64	4,56	4,27	4,49

4.16 Diğer Ağır Metaller

Barajın giriş kısmından alınan suların diğer ağır metal parametrelerinin aylara göre değişimi Çizelge 4.19’da gösterilmiştir. Mevsimsel olarak değerlendirildiğinde, genel olarak sonbahar ve kış aylarında ağır metal iyonlarında artış, ilkbahar ve yaz aylarında ise bir azalma olduğu görülmektedir (Çizelge 4.19).

Baraj giriş suyu değerlendirildiğinde; kobalt değerlerinin, Ocak ayında en yüksek (0,45 ppb), Şubat ve Ağustos aylarında en düşük (0,14 ppb) olduğu, Bor değerlerinin Nisan ayında en yüksek (238 ppb), Şubat ayında en düşük (146 ppb) olduğu, Çinko değerlerinin Haziran ayında en yüksek (6,1 ppb), Aralık ayında en düşük (2,4 ppb) olduğu, Nikel değerlerinin Ocak ayında en yüksek (2,9 ppb), Nisan ayında en düşük (1,0 ppb) olduğu, krom değerlerinin Aralık ayında en yüksek (27,9 ppb), Ocak ayında en düşük (20,7 ppb) olduğu, lityum değerlerinin Nisan ayında en yüksek (21,3 ppb), Kasım ayında en düşük (8,7 ppb) olduğu, arsenik değerlerinin ise Nisan ayında en yüksek (68,6 ppb), Temmuz ayında en düşük (48,4 ppb) değerler de olduğu görülmektedir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Baraj giriş suyunun bazı ağır metal konsantrasyonlarının aylara göre değişimi

Baraj giriş	Co (ppb)	B (ppb)	Zn (ppb)	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Li (ppb)	As (ppb)
Kasım 2013	0,36	151	3,9	2,5	24,7	8,7	59,7
Aralık 2013	0,39	152	2,4	2,2	27,9	9,7	65,9
Ocak 2014	0,45	165	3,8	2,9	20,7	9,5	58,9
Şubat 2014	0,14	146	3,1	1,1	22,4	10,2	51,0
Mart 2014	0,42	153	2,9	2,8	26,2	9,9	60,9
Nisan 2014	0,16	238	5,3	1,0	22,5	21,3	68,6
Mayıs 2014	<300	<400	2415	<300	<300	<1000	<3000
Haziran 2014	0,20	168	6,1	1,6	20,9	11,2	56,8
Temmuz 2014	0,30	164	3,8	2,3	22,1	9,2	48,4
Ağustos 2014	0,14	162	4,1	1,4	22,2	10,3	53,6
Ortalama	0,28	166,56	3,93	1,98	23,29	11,11	58,20

Barajın iç kısmından alınan suların ağır metal parametrelerinin aylara göre değişimi Çizelge 4.20’de gösterilmiştir. Baraj iç suyu değerlendirildiğinde; kobalt değerlerinin, Şubat ve Temmuz aylarında en yüksek (0,31 ppb), Nisan ayında en düşük (0,10 ppb) olduğu, Bor değerlerinin Haziran ayında en yüksek (548 ppb), Şubat ayında en düşük

(297 ppb) olduğu, Çinko değerlerinin Temmuz ayında en yüksek (7,3 ppb), Haziran ayında en düşük (0,8 ppb) olduğu, Nikel değerlerinin Haziran ayında en yüksek (2,6 ppb), Nisan ayında en düşük (1,2 ppb) olduğu, krom değerlerinin Ocak ayında en yüksek (27,2 ppb), Temmuz ayında en düşük (20,8 ppb) olduğu, lityum değerlerinin Haziran ayında en yüksek (61,0 ppb), Temmuz ayında en düşük (26,2 ppb) olduğu, arsenik değerlerinin ise Haziran ayında en yüksek (224,3 ppb), Mart ayında en düşük (70,8 ppb) değerler de olduğu görülmektedir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Baraj içi suyunun bazı ağır metal konsantrasyonlarının aylara göre değişimi

Baraj içi	Co (ppb)	B (ppb)	Zn (ppb)	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Li (ppb)	As (ppb)
Kasım 2013	0,28	315	1,8	1,6	24,0	28,6	71,2
Aralık 2013	0,27	331	2,1	1,8	26,5	26,6	75,0
Ocak 2014	0,25	309	1,8	1,3	27,2	26,4	75,6
Şubat 2014	0,31	297	1,9	1,4	26,3	26,4	72,4
Mart 2014	0,30	311	1,6	1,9	24,6	27,8	70,8
Nisan 2014	0,10	323	3,1	1,2	20,9	38,3	112,6
Mayıs 2014	<300	<400	2312	<300	<300	<1000	<3000
Haziran 2014	0,17	548	0,8	2,6	24,4	61,0	224,3
Temmuz 2014	0,31	314	7,3	1,3	20,8	26,2	73,0
Ağustos 2014	0,28	307	1,3	1,6	22,2	28,2	71,8
Ortalama	0,25	339,44	2,41	1,63	24,10	32,17	94,08

Barajın çıkış kısmından alınan suların bazı ağır metal parametrelerinin aylara göre değişimi ise Çizelge 4.21’de gösterilmiştir. Baraj çıkış suyu değerlendirildiğinde; kobalt değerlerinin, Temmuz ayında en yüksek (0,33 ppb), Mayıs ayında en düşük (0,17 ppb) olduğu, bor değerlerinin Aralık ayında en yüksek (406 ppb), Mayıs ayında en düşük (256 ppb) olduğu, çinko değerlerinin Temmuz ayında en yüksek (4,5 ppb), Aralık ve Ağustos aylarında en düşük (1,1 ppb) olduğu, nikel değerlerinin Mart ayında en yüksek (2,2 ppb), Nisan ayında en düşük (0,5 ppb) olduğu, krom değerlerinin Mart ayında en yüksek (25,0 ppb), Nisan ayında en düşük (19,3 ppb) olduğu, lityum değerlerinin Aralık ayında en yüksek (76,2 ppb), Mayıs ayında en düşük (24,1 ppb) olduğu, arsenik değerlerinin ise Mart ayında en yüksek (76,3 ppb), Mayıs ayında en düşük (66,2 ppb) değerler de olduğu görülmektedir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Baraj çıkış suyunun bazı ağır metal konsantrasyonlarının aylara göre değişimi

Baraj çıkış	Co (ppb)	B (ppb)	Zn (ppb)	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Li (ppb)	As (ppb)
Kasım 2013	0,25	309	2,1	2,1	23,8	26,4	67,0
Aralık 2013	0,31	406	1,1	2,1	24,3	76,2	71,2
Ocak 2014	0,23	299	1,4	1,9	24,9	26,8	67,9
Şubat 2014	0,28	316	1,5	1,6	24,9	24,5	71,5
Mart 2014	0,31	341	1,3	2,2	25,0	46,6	76,3
Nisan 2014	0,26	283	2,2	0,5	19,3	27,8	69,1
Mayıs 2014	0,17	256	1,9	0,7	19,6	24,1	66,2
Haziran 2014	0,29	303	1,6	1,7	22,0	27,3	71,8
Temmuz 2014	0,33	312	4,5	1,7	21,1	26,5	75,4
Ağustos 2014	0,28	300	1,1	1,6	21,2	26,2	71,9
Ortalama	0,27	312,5	1,87	1,61	22,61	33,24	70,83

Ağır metal iyonları, yıllık ortalamalar açısından değerlendirildiğinde; kobalt, çinko ve nikel parametrelerin barajın giriş kısmında daha yüksek, bor, krom ve arsenik parametrelerin baraj içi suyu kısmında daha yüksek, lityum parametresinin ise barajın çıkış kısmında daha yüksek değerlerde olduğu görülmüştür.

Barajı besleyen Paşa Deresi'nden de su örnekleme yapılmıştır. Nisan ayında alınan su örneğine ait analiz sonuçları Çizelge 4.22'de sunulmuştur.

Çizelge 4.22. Paşa deresine ait su örneğinde analiz edilen parametreler

pH	Çözülmüş Oksijen (mg/L)	Bulanıklık (NTU)	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	KOI (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Toplam Azot (mg/L)	Sülfat (mg/L)
7,78	7,64	1,3	326	144	0,62	49	98	268

BÖLÜM V

TARTIŞMA

5.1 Su Kalitesine İlişkin Değerlendirmeler

5.1.1 Sıcaklık

Sıcaklık göllerde tabakalaşmanın belirlenmesinde ölçülmesi gereken en önemli parametredir. Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik ve kimyasal işlemleri etkilediğinden pek çok parametrenin konsantrasyonu sıcaklıkla değişmektedir (Ünlü vd., 2008).

Genellikle bütün örnekleme noktalarında sıcaklık, sonbahar ve kış aylarında nispeten düşük iken; ilkbahar ve yaz aylarında daha yüksektir (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Çizelge 4.1). Aylar arasındaki sıcaklık farkları yani mevsimsel değişiklikler, hava sıcaklığının artması ya da azalması ve atık su drenajlarına bağlı olarak açıklanabilir. Nitekim sıcaklık, yüzey sularının alındığı örnekleme noktalarında atıksu drenajlarına göre nispeten daha düşüktür. Yılmaz (2004) de, Mumcular Barajı'nda yaptığı çalışmalarında en yüksek sıcaklık değerlerini ilkbahar ve yaz aylarında, en düşük sıcaklık değerlerini ise sonbahar ve kış aylarında tespit etmiştir. Pejman vd. (2009) da, ortalama pH değerlerini en yüksek yazın, en düşük ise baharda saptamışlardır.

SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre değerlendirilmiş olup, Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan sular sıcaklık parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde I. ve II. kalite sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5). Akkaya Baraj Gölü çıkış suyu SKKY'nin Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri Tablosuna (Ek-B) göre yıllık ortalamalar dikkate alınarak değerlendirildiğinde sıcaklık açısından I. ve II. kalite sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.1. Baraj giriş suyunun yıllık ortalama değerlerinin YSKYY Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Sınıfları

Baraj giriş	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	✓	✓		
pH	✓	✓		
Çözünmüş oksijen (mg/L)				✓
Amonyum (mg/L)		✓		
İletkenlik (µS/cm)			✓	
Mangan (mg/L)				✓
Nitrit (mg/L)				✓
Nitrat (mg/L)				✓
Demir (mg/L)		✓		
Alüminyum (mg/L)	✓	✓		
Bakır (mg/L)				✓
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)				✓
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)				✓

Çizelge 5.2. Baraj içi suyunun yıllık ortalama değerlerinin YSKYY Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Sınıfları

Baraj İçi	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	✓	✓		
pH	✓	✓		
Çözünmüş oksijen (mg/L)			✓	
Amonyum (mg/L)			✓	
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)			✓	
Mangan (mg/L)				✓
Nitrit (mg/L)			✓	
Nitrat (mg/L)				✓
Demir (mg/L)		✓		
Alüminyum (mg/L)	✓	✓		
Bakır (mg/L)				✓
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)				✓
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)				✓

Çizelge 5.3. Baraj çıkış suyunun yıllık ortalama değerlerinin SKKY Teknik Usuller Tebliği sulama suyu kalite sınıfları

Baraj Çıkış	I (çok iyi)	II (iyi)	III (kullanılabilir)	IV (ihtiyatla kullanılmalı)	V (zararlı)
Sıcaklık (°C)	✓	✓			
pH	✓	✓	✓		
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)			✓		
Amonyum (mg/L)	✓				
Klorür (mg/L)	✓				
Sülfat (mg/L)	✓				
Nitrat (mg/L)					✓
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)			✓		
Askıda Katı Madde (mg/L)			✓		

Çizelge 5.4. Baraj giriş suyunun yıllık ortalama değerlerinin SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Sınıfları

Baraj giriş	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	✓	✓		
pH	✓	✓		
Çözünmüş oksijen (mg/L)				✓
Klorür (mg/L)	✓			
Sülfat (mg/L)	✓	✓		
Amonyum (mg/L)		✓		
Nitrit (mg/L)				✓
Nitrat (mg/L)				✓
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)				✓
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)				✓
Demir (mg/L)		✓		
Alüminyum (mg/L)	✓	✓		
Bakır (mg/L)				✓
Mangan (mg/L)				✓
Arsenik (ppb)			✓	
Bor (ppb)	✓	✓	✓	
Krom (ppb)		✓		
Kobalt (ppb)	✓			
Nikel (ppb)	✓			
Çinko (ppb)	✓			

Çizelge 5.5. Baraj içi suyunun yıllık ortalama değerlerinin SKKY Kıtaçığı Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Sınıfları

Baraj İçi	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	✓	✓		
pH	✓	✓		
Çözünmüş oksijen (mg/L)			✓	
Klorür (mg/L)	✓			
Sülfat (mg/L)	✓	✓		
Amonyum (mg/L)			✓	
Nitrit (mg/L)				✓
Nitrat (mg/L)				✓
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)				✓
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)				✓
Demir (mg/L)		✓		
Alüminyum (mg/L)	✓	✓		
Bakır (mg/L)				✓
Mangan (mg/L)				✓
Arsenik (ppb)			✓	
Bor (ppb)	✓	✓	✓	
Krom (ppb)		✓		
Kobalt (ppb)	✓			
Nikel (ppb)	✓			
Çinko (ppb)	✓			

5.1.2 pH

pH, gerek biyolojik yaşamı, gerekse kimyasal dengeyi sağlamak üzere çok iyi bilinmeli ve kontrol edilebilmelidir. pH, suyun korozif veya çökelme eğiliminin önemli bir kriteridir (Şengül ve Müezzinoğlu, 2008).

Sucul sistem ekosistemin pH'nın canlı yaşamını tehlikeye sokmaması ve bu su ortamının su ürünleri yetiştiriciliği amacıyla kullanılabilir olması için 6.5-8.5 sınır değerleri arasında olması gereklidir (Cici ve Saatçi, 2004). Araştırma alanında yapılan analizler sonucunda elde edilen pH değerleri genellikle 6,5-8,5 aralığında değişim göstermiştir (Şekil 4.3, Şekil 4.4, Çizelge 4.2). 1 nolu örnekleme noktasında pH değeri Şubat ve Nisan aylarında anlık ölçümlerde 8,5 sınır değerini aşmıştır. Ayrıca mevsimsel olarak da bakıldığında en yüksek ortalama değer kış mevsiminde 1 nolu örnekleme noktasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2). 1 nolu örnekleme noktası civarındaki suyun pH parametresi bakımından kontrol altına alınması gerekmektedir. Mevsimlik

olarak pH genellikle sonbahardan başlayıp, ilkbaharda artmakta, yazın ise nispeten azalmaktadır. Şekerci (2011) de, Van Gölü'ne dökülen Karasu Çayı'nın üzerinde yaptığı çalışmada pH değerlerinin yazın azalmakta olduğu tespit edilmiştir.

SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosuna (Ek-D) göre değerlendirilmiş olup, Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan suların pH parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde I. ve II. kalite sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5). Akkaya Baraj Gölü çıkış suyu SKKY'nin Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri Tablosu'na (Ek-B) göre yıllık ortalamalar dikkate alınarak değerlendirildiğinde pH açısından I., II. ve III. kalite sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.3).

5.1.3 Çözünmüş oksijen

Sudaki çözünmüş oksijen miktarı suyun sıcaklığına, hava basıncına, tuz miktarına ve suyun kirlilik derecesine bağlıdır (Özdemir, vd., 2007).

Araştırma alanında, çözünmüş oksijen derişimlerinin ortalama değerlerinin 2., 3. ve 5. örnekleme noktasında yüksek olduğu, 6. ve 8. örnekleme noktalarında ise düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). Yani genel olarak yüzey sularının alındığı örnekleme noktalarında yüksek, atıksu girişlerinin olduğu noktalarda ise nispeten düşüktür. Barajda bulunan çözünmüş oksijen miktarı, su kaynağının genel olarak sağlıklı olup olmadığının bir göstergesidir. Barajda ortaya çıkan oksijen açığı, bir sorun olduğunun belirtisidir. Mevsimsel ortalama değerlerine bakıldığında çözünmüş oksijen değerlerinin kış mevsiminde yüksek, yaz mevsiminde ise düşük olduğu görülmüştür. Çözünmüş oksijen miktarı sıcaklık, tuzluluk ve atmosferik basınç gibi şartlara bağlı olarak değişir. Tülek (2006), Kızılırmak nehrinde yaptığı çalışmada da çözünmüş oksijen değerini yazın düşük, kışın ise yüksek bulmuştur. Kış döneminde sıcaklığının düşük olması oksijen gazının çözünürlüğünü artırmış ve çözünmüş oksijen miktarı artmıştır. Ancak sıcaklığın artması ile oksijen gazının çözünürlüğü azalmış ve çözünmüş oksijen miktarı özellikle

yazın düşük seviyelere inmiştir. Pejman vd. (2009) ortalama çözünmüş oksijen değerlerini kışın ve sonbaharda ilkbahar ve yaza göre daha yüksek bulmuşlardır.

Baraj suyu değerlendirildiğinde SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre, Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan suların çözünmüş oksijen parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde giriş suyu IV. kalite su, iç suyu III. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5).

5.1.4 Elektriksel iletkenlik

Bir su kaynağının iletkenliğini etkileyen en önemli faktörler taşıdığı iyon miktarı ve sıcaklık derecesidir. Suyun iletkenliği, suyun kaynağı, yatağının kimyasal yapısı, hidrolik siklusa katılma hızı ve seviyesine bağlıdır (Çetinkaya, 2003). Bir suyun elektriksel iletkenliği suda bulunan tuzların veya çözünebilir maddelerin miktarlarının toplamıdır. Suyun elektriksel iletkenliği hem jeolojik etkenlere hem de dışardan gelen etkilere bağlıdır. İletkenlik, sıcaklık ve tuzluluk artışına paralel olarak artar (Özdemir, vd., 2007).

Yaz ve sonbaharda iletkenlik değerleri, ilkbahar ve kışa göre yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin ilkbahar ve kış aylarında yağışların artmasıyla seyrelme nedeniyle örnekleme noktalarında elektriksel iletkenlik değerlerinin azalması olduğu düşünülmektedir. Su kaynaklarına evsel ya da endüstriyel atıksuların ve sulamadan gelen suların deşarj edilmesinin iletkenliğin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Elektriksel iletkenlik değerlerinin farklılık göstermesinin nedeni, dışardan su katılımları, yağış ve buharlaşma gibi etkenlere bağlıdır. Ünlü vd. (2008), Hazar Gölü çalışmasında da gölün sulama suyu açısından iletkenlik değerinin çok yüksek olduğu ve sulamaya elverişsiz olduğu görülmüştür.

Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan suların elektriksel iletkenlik parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde III. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1,

Çizelge 5.2). Akkaya Baraj Gölü çıkış suyu SKKY'nin Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri Tablosu'na (Ek-B) göre yıllık ortalamalar dikkate alınarak değerlendirildiğinde elektriksel iletkenlik açısından III. kalite su sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.3).

5.1.5 Klorür (Cl)

Klor doğal sulara gaz formunda bulunmaz, klorür şeklinde veya katyonla birlikte tuz formunda bulunur. Şehir şebeke sularının dinlendirilmeden, arıtılmadan doğal sulara bırakılması ve atık suların kontrolsüzce deşarj edilmesi, doğal sulardaki klorun sebebidir. Sudaki klor su canlılarının solungaçlarına zarar verir ve ölümlerine yol açar (Çetinkaya, 2003).

Klorür derişimlerinin mevsimsel ortalama değerlerinin ilkbahar aylarında yüksek olduğu görülmüştür. Yağışın fazla olduğu aylarda klorür değerlerinin arttığı görülmüştür. Klorürün zamanla artışının başlıca sebepleri ise göle giren evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuların miktarındaki artış, akarsuların göle karışmasının getirdiği klorür yükleri olduğu düşünülmektedir.

Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan sular, SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) değerlendirilmiş olup, klorür parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde I. kalite sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.4, Çizelge 5.5). Akkaya Baraj Gölü çıkış suyu SKKY'nin Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri Tablosu'na (Ek-B) göre yıllık ortalamalar dikkate alınarak değerlendirildiğinde klorür açısından I. kalite su sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.3).

5.1.6 Bulanıklık

Süspansiyon halindeki maddeler bulanıklığı meydana getirir. Su içindeki canlıları ve primer prodüktiviteyi olumsuz etkiler. Sulara 25 mg/L'nin altındaki değer normal temiz su olarak kabul edilir. 25-80 mg/L arasındaki süspansiyon halde madde bulunduran suların verimi düşmeye başlar. 80-400 mg/L arasında balık sayısı belli bir

şekilde azalır. 400 mg/L'nin üzerinde ise balık verimi son derece düşüktür (Egemen ve Sunlu, 1996).

Mevsimsel ortalama bulanıklık değerlerinin yaz aylarında yüksek olduğu, kış aylarında ise düşük olduğu görülmüştür (Şekil 4.11, Şekil 4.12, Çizelge 4.6). Akarsuların biriktiği ve akım hızının azaldığı derin kısımlarda ise bulanıklık minimum seviyededir. Yaz aylarında sular durgunlaştığı ve akım hızı azaldığı için bulanıklık değerlerinde artış gözlenmektedir.

5.1.7 Sülfat (SO_4^{-2})

Sülfat, yüzeysel sulara doğal olarak denizel atmosferik çökelmelerle, sülfür bileşiklerinin yıkanmasıyla, sedimanter kayaların yıpranması ile alçıtaşı gibi sülfat mineralleri ile pirit gibi sülfür mineralleri; antropojenik olarak ise evsel ve endüstriyel atık sularla girer. Sülfat, anaerobik koşullar altında sülfatı, hidrojen sülfüre çeviren bakteriler tarafından oksijen kaynağı olarak kullanılır (Chapman ve Kimstach, 1996).

Mevsimsel ortalama değerlerinin ilkbahar ayında arttığı, sonbahar aylarında ise düştüğü gözlenmektedir (Şekil 4.13, Şekil 4.14, Çizelge 4.7). Bu durum sonbahar aylarında gölü besleyen derelerin taşıdıkları suyun özelliğinden kaynaklanmaktadır. Paşa deresine karışan kükürtlü kaynak sularının sistemdeki kükürt konsantrasyonuna katkı sağladığı düşünülmektedir. Yağışların azalması ile sülfat değerinin düştüğü gözlenmektedir. Yıllık ortalama değerlerine bakıldığında evsel atıksularda önemli miktarda sülfat girişi olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7).

SKKY Kıtaıçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-A) göre değerlendirilmiş olup, Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan suların sülfat parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde I. kalite sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.4, Çizelge 5.5). Akkaya Baraj Gölü çıkış suyu SKKY'nin Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri Tablosu'na (Ek-B) göre yıllık ortalamalar dikkate alınarak değerlendirildiğinde sülfat açısından I. kalite su sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.3).

5.1.8 Toplam Azot (N)

Araştırma sonuçlarına göre Ekim ayında yüksek olan toplam azot değerleri, Kasım ayında düşmüş, kış aylarında yavaş yavaş bir artış göstermeye başlamış, Mart ayında ise biyolojik aktivitenin artmaya başlamasıyla daha yüksek bir artış eğilimi göstermiştir (Şekil 4.15, Şekil 4.16, Çizelge 4.8). Katip ve Karaer (2011) toplam azot değerlerini en yüksek yaz aylarında tespit etmişlerdir. Genel olarak toplam azot ilkbahar aylarında biyolojik aktivitenin fazlalığı nedeniyle en yüksek değerlere ulaşırken, sonbaharda sıcaklık azalması ve mikroorganizmaların ölmesi nedeniyle düşüş göstermektedir. Kışın ise toplam azot yükselme gösterir, çünkü tabandaki biyolojik materyalin ayrışması sonucu NH₃ açığa çıkmaktadır (url 5).

Akkaya Baraj Gölü Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri Tablosuna baktığımızda yapılan azot ölçüm sonuçlarına göre bu baraj gölünün hipertrofik bir göl olduğu değerlendirilmiştir (Çizelge 5.4.). Akkaya Baraj Gölü suyu azot konsantrasyonlarının yüksek olması sebebiyle hipertrofik bir göldür. Bunun sonucunda gölde bulanıklık artmakta, oksijen miktarı azalmakta ve ölümler çökelen alglerin çoğalması sebebi ile dipte ayrışan organik madde miktarı fazlalaşmaktadır.

Çizelge 5.6. Göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemi sınır değerleri

Trofik düzey	Toplam P (µg/L)	Toplam N (µg/L)	Klorofil <i>a</i> (µg/L)	Seki Disk Derinliği (m)
Oligotrofik	<10	<350	<3.5	>4
Mezotrofik	10-30	350-650	3.5-9.0	4-2
Ötrofik	31-100	651-1200	9.1-25.0	1.9-1
Hipertrofik	>100	>1200	>25.0	<1

Akkaya Baraj gölü'nde özellikle kıştan bahara dönüldüğü aylarda ciddi bir koku problemi yaşanmaktadır. Azotlu bileşiklerin aylık trendleri incelendiğinde bu aylarda baraj gölüne önemli miktarda azotlu bileşik girdiği görülmektedir. Bu da kış aylarında yerleşimlerden ve azotlu bileşiklerin gölde ötrofikasyon olayına neden olduğu düşünülmektedir.

5.1.9 Amonyum (NH₄⁺)

Mevsimsel olarak bakıldığında kış ayı ortalama amonyum değerlerinin düşük olduğu, ilkbahar ayı ortalama değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.17, Şekil 4.18 ve Çizelge 4.9). Olgun ve Kocaemre (2011) de, Mogan Gölü ve göle su taşıyan derelerde yaptıkları çalışmalarında da en yüksek amonyum konsantrasyonlarını ilkbahar aylarında tespit etmişlerdir.

Amonyumun yüksek konsantrasyonları evsel ve endüstriyel atık sular ile fazla gübrelere kaynaklanmaktadır. Amonyum derişiminin son derece yüksek olması, büyük ölçüde Akkaya Baraj Gölü'ne yapılan evsel atık su deşarjları ve suya organik gübre karışması olarak düşünülmüştür.

Sucul ortamlardaki azot miktarı, organizmaların yaşamında önemli role sahiptir. Ancak bu elementlerin belirli sınırlar üzerinde bulunması kirliliğe neden olmaktadır. Egemen ve Sunlu'ya (1996) göre sudaki amonyum, organik maddenin bozulması, tarımsal amaçlı kullanılan organik veya inorganik amonyum kaynaklı kimyasal gübrelere yüzey suları yoluyla akarsulara karışması, evsel ve endüstriyel kaynaklı karışım, yoğun akuakültür uygulamalarından kaynaklanabilir.

SKKY Kıtaıçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaıçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre değerlendirilmiş olup, Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan suların amonyum parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde giriş suyu II. kalite su, iç suyu III. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5).

Akkaya Baraj Gölü çıkış suyu SKKY'nin Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri Tablosu'na (Ek-B) göre yıllık ortalamalar dikkate alınarak değerlendirildiğinde toplam amonyum açısından çok iyi su (I. kalite) sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.3).

5.1.10 Nitrit (NO₂⁻)

Yüzeysel sularda nitrit, amonyak ve nitrata göre, yüzeysel sularda daha düşük derişimlerde bulunurlar. Bunun nedeni nitritin ortama göre gerçekleşen indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonlarının bir ara ürünü olmasıdır. Böylece nitrit ya oksitlenerek nitrata dönüşmekte ya da indirgenerek amonyağa dönüşmektedir. Ancak yeteri kadar nitrifikasyona uğramamış atık suların alıcı ortama verilmesi halinde, bu ortamlarda çok yüksek nitrit değerlerine rastlanması mümkündür (Uslu ve Türkman, 1987).

Nitrit konsantrasyonlarında ise genel olarak Ekim ayından Mart ayına doğru bir artış olduğu saptanmıştır (Şekil 4.19, Şekil 4.20, Çizelge 4.10). Genellikle evsel ve endüstriyel nitelikli suların örneklendiği noktalarda yüksektir (Çizelge 4.10). Uslu ve Türkman (1987)'a göre, yeteri kadar nitrifikasyona uğramamış atıksuların alıcı ortama verilmesi halinde, bu ortamlarda çok yüksek nitrit değerlerine rastlanması mümkündür. Chapman ve Kimstach (1996)'a göre ise, yüksek nitrit konsantrasyonları suyun mikrobiyolojik kalitesini olumsuz yönde etkiler ve endüstriyel kirliliğin bir göstergesidir. Özdemir vd. (1997), Karadeniz'e azot taşınımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, nitritin daha çok kanalizasyon atıklarından kaynaklandığını kaydetmişlerdir. Çalışmalarında Söğütlü Deresi ve Değirmendere'de nitrit konsantrasyonunun ilkbaharda en yüksek değerde olduğunu gözlemişlerdir.

Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısımdan alınan sular SKKY Kıtaıçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-A) göre yıllık ortalamalar dikkate alınarak değerlendirildiğinde nitrit parametresi açısından IV. kalite su sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.4, Çizelge 5.5). Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaıçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre yıllık ortalamalar dikkate alınarak değerlendirildiğinde ise nitrit parametresi açısından barajın giriş kısmından alınan sular IV. kalite su sınıfında, barajın iç kısmından alınan sular III. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2).

5.1.11 Nitrat (NO₃⁻)

Azotlu organik bileşiklerin son yükseltgenme ürünü olan nitrat, doğal sularda azotlu maddelerin bakteriler tarafından ayrıştırılmasından sonra gerçekleşen nitrifikasyon

süreciyle ortaya çıkar. Yüksek seviyelerde nitrat su kalitesini olumsuz yönde etkiler. Nitrat doğal sulara topraktan yıkanarak, yüzey ve yeraltı suları vasıtasıyla veya suya deşarj edilen evsel ve endüstriyel atık sularla geçer. Su kaynağının bulunduğu havza topraklarında hayvan gübreleri ve nitratlı inorganik gübreler fazla miktarda kullanılıyorsa, yağmur ve sulama neticesi suya geçer. Suda fazla miktarda nitrat bulunması algler ve su bitkilerinin çoğalmasını sağlar. Bunun neticesinde suda oksijen açığı meydana gelir (Çetinkaya, 2003). Nitrat, genellikle anaerobik koşullar altında, denitrifikasyon süreci ile biyokimyasal olarak nitrite indirgenebilir (Chapman ve Kimstach 1996).

Göldeki ötrifikasyon olayı, azotlu bileşikler özellikle nitrat fazlalığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitrat değerlerinin mevsimsel ortalama değerlerinin ilkbahar aylarında arttığı, sonbahar aylarında ise düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.11). Nitrat azotu konsantrasyonlarında genel olarak Ekim ayından Mart ayına doğru bir artış olduğu saptanmıştır. Genel olarak mevsimlik trendlere bakıldığında en yüksek nitrat konsantrasyonlarına bahar akışlarında rastlanırken ilkbahar ve yazın sıcaklık artışına bağlı olarak biyolojik aktivite arttığından nitrat konsantrasyonları düşmektedir (url 5). Ayrıca sonbaharda gübreleme sonrası bir yağıştan sonra yüzeysel sulardaki nitrat konsantrasyonu tipik olarak artmaktadır (Anderson, 2002). Akarsular çoğu zaman yaz aylarında eski nitrat konsantrasyonlarına geri dönerler (Mulholland,1996; Mulholland ve Rosemond, 1992). İzleyen sonbaharda ise ikinci piki yapar ki bu yaz ve ilk bahar büyüme periyodu boyunca akarsulara taşınım için azotlu gübrelerin kaldığını gösterir (Edwards vd.,1991). Araştırma alanında bahar aylarında gübre katkısının da olduğu düşünülmektedir.

Chapman ve Kimstach (1996)'a göre, 5 mg/L'nin üzerindeki nitrat derişimleri, evsel ve endüstriyel atıklarla ya da aşırı gübreleme ile oluşan kirliliğin bir göstergesidir. Yüzey sularına gelen nitratın doğal kaynakları volkanik kayalar, toprak, bitkiler ve ölü hayvanlardır. Pejman vd. (2009) nitrat değerlerini ılık mevsimlerde gübreleme ve hayvancılık faaliyetlerinin de etkisiyle yüksek bulduklarını kaydetmişlerdir. Boran ve Sivri (2001) çalışmalarında Nitrat konsantrasyonlarının bahar aylarında arttığını ve bunun da gübrelemeyle ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.

SKKY Kıtaıçı Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaıçı Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan suların kalite parametreleri nitrat açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde IV. kalite sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5). Akkaya Baraj Gölü çıkış suyu SKKY'nin Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri Tablosu'na (Ek-B) göre yıllık ortalamalar olarak değerlendirildiğinde V. Sınıf su (zararlı su) sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.3).

5.1.12 Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI)

KOI, su örneğinin asidik ortamda kuvvetli bir kimyasal oksitleyici ile oksitlenebilen organik madde miktarının oksijen eşdeğeri cinsinden ifadesidir (Dönmez, 2006). KOI, organik maddelerin türleri arasında ayırım yapmadığı için kolektif bir parametredir. KOI evsel ve endüstriyel atıksuların organik kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametredir. Bir suya ait KOI değeri BOI'den farklı olarak biyolojik yollarla ayrışmayan bazı maddeleri de içerebilmektedir. Bu sebeple KOI değeri her zaman BOI'den büyüktür (url 6).

Mevsimsel ortalama değerlerinin yaz aylarında arttığı ve kış aylarında azaldığı görülmektedir (Şekil 4.23, Şekil 4.24, Çizelge 4.12). Yaz aylarında mikrobiyal aktivitenin artması sebebiyle organik maddelerin bozunma hızlarının arttığı düşünölmektedir. Bu nedenle de çözönmüş oksijen seviyesi düşmüş, BOI ve KOI değerleri artmıştır. Evsel ve endüstriyel kaynakların noktalarındaki KOI değerlerinin çok yüksek olduğu, baraj içinde bu değerin bir miktar düştüğü gözlenmiştir (Çizelge 4.12).

SKKY Kıtaıçı Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaıçı Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre değerlendirilmiş olup, Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan suların kimyasal oksijen ihtiyacı parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde IV. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5).

5.1.13 Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI)

BOİ parametresi biyolojik olarak ayrışabilen organik maddelerin ayrışması için gerekli olan 5 günlük oksijen miktarını göstermektedir. Çünkü ayrışmanın büyük bir kısmı (~%90) ilk 5 günlük süre içerisinde gerçekleşmektedir (Çoban, 2007) .

BOI, aerobik şartlarda bakterilerin organik maddeleri parçalayarak stabilize etmeleri için gereken oksijen miktarı olarak tanımlanır. Organik kirliliğin bir ölçüsü olarak kullanılan ifadedir. Bir su veya atık sudaki organik maddelerin biyokimyasal süreçlerle tam ayrışmaları için bu işlemi yapan mikroorganizmaların, suyun birim hacmi başına gereksinim duydukları oksijen miktarı evsel atık su işleme süreçlerinin etkinliğini ölçmede de kullanılır (Tayhan, 2012).

Mevsimsel ortalama değerlerinin ilkbahar aylarında arttığı ve kış aylarında azaldığı görülmektedir (Çizelge 4.13). Tüm noktalarda farklı zamanlarda yükselmeler görülmektedir. Bunlar anlık çeşitli kaynaklardan kirlilik yüklemelerine bağlanabilir. Ancak genel olarak yükselmeler mikroorganizma faaliyetlerin arttığı sıcak aylarda görülmektedir (Şekil 4.25, Şekil 4.26, Çizelge 4.13). Öztürk (2007) çalışmasında da, Porsuk Çayı'na atıksu girişi olması sebebiyle BOI değerini çok yüksek bulmuştur.

Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan sular, SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre değerlendirilmiş olup, biyokimyasal oksijen ihtiyacı parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde IV. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5).

Akkaya Baraj Gölü çıkış suyu SKKY'nin Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri Tablosuna (Ek-B) göre yıllık ortalamalar dikkate alınarak değerlendirildiğinde BOI açısından III. Sınıf su (kullanılabilir) sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.3).

5.1.14 Askıda Katı Madde (AKM)

Alıcı su ortamlarına evsel ve endüstriyel atıksularla taşınan askıdaki katı maddelerin yanı sıra, erozyon nedeniyle toprak örtüsünün yok olması ile verimli toprak üst katmanları su ortamlarına taşınarak, bu ortamlarda AKM yükü olarak ortaya çıkmaktadır. Asılı halde bulunan maddeler suyun bulanıklığını arttırmalar ve ışık geçirgenliğini azaltırlar. Güneş ışınlarının su bitkilerine ulaşmasını engelleyerek, fotosentezi etkileyerek sudaki çözülmüş oksijenin azalmasına neden olurlar. Göldeki aşırı AKM miktarı zamanla dibe çökerek tabanda yaşayan bentik canlıların ve fitobentosların yaşam ortamlarını olumsuz etkiler (Çoban, 2007).

Belli bir miktardan sonra genellikle suyun fiziksel olarak kirlenmesine sebep olmakta ve suyun bulanıklaşmasını sağlamaktadır. Işık geçirgenliğini ve oksijen miktarını azaltarak su canlılarına zarar vermektedir. AKM değeri yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde, barajın giriş kısmında değerin yüksek olduğu, baraj gölünün iç ve çıkış kısımlarında değerin düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.14).

Mevsimsel ortalama askıda katı madde değerlerinin yaz aylarında arttığı ve kış aylarında azaldığı görülmektedir. Kış aylarında yağışlardan dolayı suların seyreltiği ve yaz aylarında ise kuraklıktan dolayı suların çekildiği ve askıda katı madde miktarının arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.27, Şekil 4.28, Çizelge 4.14). Boran ve Sivri (2001) de, Karadeniz koşullarında kalitesi takip edilen derelerdeki AKM yüklerinin ilkbaharda daha fazla olup, yaza doğru azaldığını bunun da yaza doğru düşen yağışlardaki azalışla sediment taşınımının azalmasıyla bağlantılı olduğunu vurgulamışlardır.

Akkaya Baraj Gölü çıkış suyu SKKY'nin Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri Tablosu'na (Ek-B) göre yıllık ortalamalar dikkate alınarak değerlendirildiğinde, AKM açısından III. Sınıf su (kullanılabilir) sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.3).

5.1.15 Ağır Metaller

5.1.15.1 Demir (Fe)

Demir az miktarda olmakla beraber akarsularda genellikle bulunan bir elementtir. Temiz sularda bu iyon sürekli havalanma ve oksijenin bulunuşu nedeniyle demir tuzları formundadır. Organik çürümenin fazla olduğu yerlerde, oksijen azalması, hidroksit duruma geçmesine ve demir hidroksitin çökmesine neden olur. Aynı şekilde akarsuların durgun göletlerinde, özellikle sellerden sonra, demir bakterileri çabucak çoğalarak gölette demirli madde kümeleri oluştururlar (Cirik vd., 1995).

Mevsimsel ortalama demir değerlerinin sonbahar aylarında yükseldiği, kış aylarında ise düştüğü görülmektedir. demir konsantrasyonlarında genel olarak Ekim ayından Mart ayına doğru bir azalış olduğu saptanmıştır (Şekil 4.29, Şekil 4.30, Çizelge 4.15). Genel olarak mevsimlik trendlere bakıldığında en yüksek demir konsantrasyonlarına bahar akışlarında rastlanırken, ilkbahar ve yazın sıcaklık artışına bağlı olarak buharlaşma arttığından demir konsantrasyonları da artmaktadır. Evsel ve endüstriyel atıksular, yüzey sularına göre nispeten daha yüksek demir taşımaktadır (Şekil 4.29, Şekil 4.30, Çizelge 4.15). Zeybek (2006)'a göre; Akgöl'de demir derişimini arttıran en önemli faktör, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ile yaz aylarına doğru buharlaşmanın artmasıdır. Sulak alan bitkilerinin dağılımı ve etkili alıkonma zamanı da demir derişimleri üzerinde etkilidir.

Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan sular, SKKY Kıtaıçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaıçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre değerlendirilmiş olup, demir parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde II. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5).

5.1.15.2 Alüminyum (Al⁺³)

Alüminyum değerlerinin mevsimsel ortalama değerlerinin sonbahar aylarında düştüğü ve kış aylarında arttığı görülmektedir (Şekil 4.31, Şekil 4.32, Çizelge 4.15). Evsel ve

endüstriyel sularla daha çok alüminyum taşındığı gözlenmiştir (Şekil 4.31, Şekil 4.32, Çizelge 4.15).

Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan sular, SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre değerlendirilmiş olup, alüminyum parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde I-II. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5).

5.1.15.3 Bakır (Cu)

Bakır, doğal suların pH'ına bağlı olarak çözünürlük sınırındaki azalma sonucu suların dibinde çökeler. Azot oranı yüksek olduğunda bakırın hücrelerde birikimi artmaktadır ve çalışmalar metallerin nütrient sınırlamaları altında farklı toksik etkilerde bulduklarını göstermiştir (Interlandi, 2002).

Bakır değerlerinin mevsimsel ortalama değerlerinin sonbahar aylarında düştüğü ve kış aylarında arttığı görülmektedir (Şekil 4.33, Şekil 4.34, Çizelge 4.17). Genel olarak bakıldığında bakır girişlerinin çoğunlukla evsel ve endüstriyel kökenli atıksu olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.33, Şekil 4.34, Çizelge 4.17).

SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre değerlendirilmiş olup, Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan suların bakır parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde IV. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5).

5.1.15.4 Mangan (Mn)

Mangan değerlerinin mevsimsel ortalama değerlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür (Şekil 4.35, Şekil 4.36, Çizelge 4.18). Yıllık ortalamalar olarak

değerlendirildiğinde ise, kış ayına nispeten bahar aylarında mangan değerleri daha yüksek bulunmuştur.

SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre değerlendirilmiş olup, Akkaya Baraj Gölü giriş ve iç kısmından alınan suların bakır parametresi açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde IV. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5).

5.1.16 Diğer ağır metaller

Bor, doğada genelde boraks ve kolemanit mineralleri halinde bulunur. Bu minerallerden çözünen bor bileşikleri sulara geçer. Jeotermal sularda bor miktarları yüksektir (Hem, 1986). 0,1 mg/L'den fazla bor sulama suları için tehlikeli bir sınırdır. Baraj gölüne jeotermal kaynaklardan da giriş vardır. Sulama suyu sınıflandırılmasında önemli rol oynayan bor değeri, Akkaya Baraj Gölü için değerlerin çok yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21).

Krom, Akkaya Baraj Gölü suyunda giriş kısmından, iç kısmından ve çıkış kısmından alınan sularda yapılan analiz sonuçları Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları'na göre yıllık ortalamalar olarak değerlendirildiğinde kabul edilebilir miktarlarda olduğu görülmüştür (Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21).

Su da çözünen **kobalt** bileşikleri ağız yolu alımı sonrası % 75'i vücuttan atılırken geri kalan kısım akciğer, karaciğer, böbrek, testisler ve bağırsakta toplanmaktadır (Uzunoğlu, 1999). Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları Tablosuna (Ek-C) göre baraj suyunun kalite parametreleri kobalt açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde, kabul edilebilir miktarda olduğu görülmüştür (Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21) .

Nikel orta seviyede zehirli özelliği olmasının yanı sıra organik formu inorganik formuna göre daha zehirleyicidir. Ayrıca deriyi tahris eder, kalp damar sistemi üzerinde

oldukça zararlı ve kansorejen etki gösterir (Uzunoğlu, 1999). Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları'na göre baraj suyunun kalite parametreleri nikel açısından yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde, kabul edilebilir miktarda olduğu görölmüştür (Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21).

Belirli konsantrasyonlarda **çinko**, sulardaki mikro faunayı olumsuz yönde etkiler. Bakır ve nikel, çinkonun zehir etkisini artırır (Uzunoğlu, 1999). Akkaya Baraj Gölü suyunda giriş, iç ve çıkış kısmından alınan sularda yapılan analiz sonuçları Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları'na göre yıllık ortalamalar olarak değerlendirildiğinde kabul edilebilir miktarlarda olduğu görölmüştür (Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21).

Sulama suyu sınıflandırılmasında önemli rol oynayan **arsenik** değeri, Akkaya Baraj Gölü suyunda giriş, iç ve çıkış kısmından alınan sularda yapılan analiz sonuçları Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları'na göre yıllık ortalamalar olarak değerlendirildiğinde değerlerin kabul edilebilir miktarlarda olduğu görölmüştür (Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21).

Lityum, Akkaya Baraj Gölü suyunda giriş kısmından, iç kısmından ve çıkış kısmından alınan sularda yapılan analiz sonuçları Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları'na göre yıllık ortalamalar olarak değerlendirildiğinde kabul edilebilir miktarlarda olduğu görölmüştür (Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21).

Endüstri faaliyetleri sonucu açığa çıkan atıklarda bulunan Ni, As, B, Cr, Co, Li ve Zn gibi ağır metaller yüksek toksik etki göstermekle beraber, buldukları su ortamında sınır değerleri aşması sonucu toksik etki yapmakla birlikte suda bulunan organizmaların ölümüne neden olan metallerdir. Balıklar üzerinde yapılan bir çalışmada Cd, Cu, Hg, Pb ve Zn gibi ağır metallerin toksik etki gösterdiği, bu birikim oranının balıkların yaşı, yaşadığı yer ve beslenme koşullarına göre değişmektedir (Stoker ve Seager, 1976).

Sonuç olarak, baraj suyu bor konsantrasyonları bakımından yüksek değerler sergilemektedir. Diğer ağır metal iyonlarınca da kirlilik kabul edilebilir miktarlardadır. Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21 de alınan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları verilmiştir. Ağır metal içeriği bakımından belirlenen su kalite kriterleri, sadece bir ağır metal içeriğinin bile kriterin üzerinde çıkması halinde bütün suyu belirlenen en yüksek kriter içerisinde değerlendirmektedir (Toroğlu vd., 2006). Bu nedenle Akkaya Baraj Gölü suyunun dikkatli kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Kirlenmenin endüstriyel atıkların akarsulara verilmesinden kaynaklandığı kanaatini kuvvetlendirmektedir.

Akkaya Baraj Gölü'ne Paşa Deresi'nden de su taşınmaktadır. Paşa Deresi'nden elde edilen değerler SKKY Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu (Ek-A) ve Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablosu'na (Ek-D) göre değerlendirilmiş olup, pH parametresi açısından I. ve II. kalite su, çözünmüş oksijen parametresi açısından I. kalite su, kimyasal oksijen ihtiyacı, nitrit ve nitrat parametreleri açısından IV. kalite su, sülfat parametresi açısından III. kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir. Sonuçların bu kadar yüksek çıkması, Paşa Deresi'ne noktasal ve yayılı kaynaklardan kirlilik geldiğinin göstergesi olduğu düşünülmektedir.

5.2 Akkaya Barajı Havzasındaki Su Kirliliği Sorunları ve Havza Yönetimi Yaklaşımı

5.2.1 Akkaya barajı havzası çevre sorunları

Su kalitesi ile ilgili değerlendirmeler göz önüne alındığında baraj havzasında en önemli havza yönetimi problemlerinin başında su kirliliği ile ilgili sorunlar yer almaktadır. Niğde il merkezini bir baştan bir başa geçen Karasu Deresi'nden ana kaynak olarak beslenen Akkaya Baraj Gölü Bor ovasını sulama ve taşkından koruma amacıyla inşa edilmiş olmasına rağmen, günümüzde Niğde ili ve civarı atık suları için alıcı ortam durumundadır. Bu çalışmadaki su kirliliği ile ilgili değerlendirmelere göre barajda ciddi bir kirlilik problemi vardır. Örnekleme noktalarının yıllık ortalamalarına göre yapılan değerlendirmelerde birçok su kalitesi parametresi açısından IV. Sınıf kalitede olduğu saptanmıştır (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.3). Çalışma sonuçları Akkaya Baraj

Gölünü besleyen Karasu Deresinin kirliliğinin, çoğunlukla evsel atıksular, sanayi atıksuları ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığını göstermiştir. Kentte nüfus artışı ve sanayileşme yeni yerleşim alanlarının açılmasına ve konut sayısında artışa neden olmuştur.

Akkaya Baraj Gölü Havzası'nda yer alan yerleşim yerlerinin atık su arıtma tesisi deşarjları, OSB'den yapılan deşarjlar, tarımsal arazi ve meralardan gelen kirletici kaynaklar önem taşımaktadır. Katı maddeler, bitki besin maddeleri (azotlu bileşikler), ağır metaller toplamda su kalitesini kötü yönde etkilemektedir. Evsel nitelikli atıksulardan baraja ciddi miktarda bir kirlilik yükü taşınmaktadır. Niğde ili atıksuları evsel atıksular, 1997 yılında inşaaı tamamlanmış olan 992 L/s'lik debiye göre projelendirilmiş olan atıksu arıtma tesisinde arıtılmaktadır Ancak yalnızca Niğde şehrinin evsel atıksularının arıtılması için inşaa edilen arıtma tesisine zaman içinde Aktaş, Gümüşler ve Fertek kasabalarının atıksularının ve şehrin yağış sularının arıtma tesisine bağlanmasından dolayı tesis kapasitesi yeterli gelmemeye başlamıştır (Akdoğan ve Köksaldı, 2010). Karasu Deresi'nin evsel atıksular için çok uzun yıllar alıcı ortam niteliğinde olması, günümüzde atıksu arıtma tesisinin debi fazlalığından kaynaklanan işletme sorunları ve arıtma veriminin düşük olması nedeniyle Akkaya Baraj Gölü kirlenmeye devam etmektedir (Korkanç vd, 2013). Karasu Deresi'ndeki kirlilik açısından tarımsal faaliyetler de etkilidir. Tarım sektöründe toprağın verimini artırmak amacıyla uygulanan doğal ve yapay gübreler yüzey sularında ötrofikasyona neden olmaktadır (Devlet Su İşleri, 2001b).

Havzada erozyon ve toprak kaybı da önemli bir problemdir. Kentteki hızlı yapılaşma sonucu şehir, çevresindeki tarım arazilerine doğru yayılmaya başlamıştır. Bağ, bahçe ve tarla arazileri büyük bir hızla yerleşim bölgelerine dönüşmüştür. Bu durum beraberinde altyapı yetersizliğini, toprak kaybını ve yeşil alan yokluğunu getirmektedir. Akkaya Barajı havzasında ilgili kuruluşlarca ağaçlandırma ve erozyon kontrolü amacıyla ağaçlandırma faaliyetleri gerçekleştirilmektedir.

Akkaya Barajı'nı günümüzde tehdit eden bir diğer tehlikenin ise, kentin katı atık düzenli depolama tesisi sızıntı sularının baraja deşarj edilmesi ihtimalidir. Niğde Belediyesi tarafından katı atık düzenli depolama tesisi işletmeye açılmıştır. Düzenli depolama tesisi sızıntı sularının mutlaka bir arıtım prosesinden geçirildikten sonra

tesisten uzaklaştırılması gereklidir. Bu tesisten oluşacak sızıntı sularının arıtılmadan ya da yetersiz arıtımla Akkaya Baraj Gölü'ne verilmesi söz konusu olmamalıdır.

5.2.2 Bütüncül havza yönetimi yaklaşımıyla su kirliliği sorununun çözümüne ilişkin değerlendirmeler

Akkaya Barajı çeşitli kaynaklardan gelen kirleticilerden etkilenmiştir. Akkaya Baraj havzasında yıllık ve mevsimlik ortalamalara göre baraj içindeki su nitrat, kimyasal oksijen ihtiyacı ve bakır parametreleri açısından IV. Kalite, baraj çıkışındaki su ise, nitrat parametresi açısından V. kalite, askıda katı madde ve elektriksel iletkenlik parametreleri açısından III. kalitededir.

Akkaya Barajı'nı besleyen ana dere olan Karasu Deresi ülkemizdeki birçok dere gibi kentleşme ve sanayileşmenin bir sonucu olarak, ciddi bir kirlilik sorunu ile karşı karşıyadır. Akkaya Baraj havzasında gerek evsel nitelikli olarak, gerekse sanayi kuruluşlarına arıtma tesisleri kurulmuştur. Ancak bunlar kesin çözümler getirmemiş olup, dereye ve baraja kontrolsüz deşarjlar devam etmektedir. BOI yönünden değerlendirildiğinde su baraj girişinde IV. sınıf kalitededir. Baraj çıkışında ise su BOI yönünden III. sınıf kalitededir. Ayrıca azotlu bileşikler yönünden suyun kalitesinin de iyi olmadığı saptanmıştır. Akkaya barajındaki kirlenme ile ilgili sorunların çözümü için çalışmalar yapılmakta olup, bu çalışmalar birbirinden kopuk ve yetersizdir. 2011 yılında Barajın dip çamuru DSI IV. Bölge Müdürlüğü tarafından uzaklaştırılmıştır. Bu barajdaki kirlilikle mücadele için uygulanabilecek teknik önlemlerden biridir. Ancak dip çamurunun alınmasından sonra baraja arıtılmamış ya da yetersiz düzeyde arıtılmış atıksu deşarjları devam etmektedir. Baraja ve onu besleyen derelere arıtılmamış veya yeterince arıtılmamış atıksu verilmesi önlenmelidir. Çünkü kirlenmenin en önemli nedeni atıksulardır. Mevcut arıtma tesislerinin çalıştırılması sağlanmalı, işletme problemleri varsa çözülmeli, gerekirse ilave tesisler kurulmalıdır. Akkaya Barajı havza bazında ele alındığında havzanın yukarı kesimlerinde barajı besleyen Yeşilburç, Gümüşler, Aktaş ve Karasu Dereleri gibi önemli yüzeysel beslenimler olduğu görülmektedir. Ancak günümüzde bu derelerin üzerine sulama amaçlı göletler yapılmış ve yüzeysel beslenimler son derece azalmıştır. Baraj özellikle yılın kurak mevsimlerinde sadece Karasu Deresi'ne yapılan atıksu deşarjlarıyla beslenir hale gelmiştir. Bu durum baraj gölünün geleceğini tehdit eden en önemli problemlerden biri

olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle yağışın az olduğu mevsimlerde barajın su kaynağının çok büyük bir bölümünün atıksulardan oluştuğu görülmektedir. Bu baraj gölü için bir tehdittir ve kirliliğin boyutunu artırmaktadır. O nedenle yukarı havzadaki baraj ve göletlerden belli miktarda suyun Akkaya Baraj Gölü'ne verilmesi gerekmektedir. Baraja yüzey suyu ulaştırılan bir kaynak ise, Paşa deresidir. Ancak bu dereden alınan örnekler azot değerlerine bakıldığında tarımsal nitelikli olduğu düşünülen kirletici taşımaktadır. Ayrıca baraja kükürtlü kaynak sularından da bir miktar su girişi olmaktadır. Barajdaki kötü kokuya bu kaynaklardan giren sülfatlı bileşiklerin de katkı sağladığı düşünülmektedir. Baraj civarındaki yer altı su kaynaklarından beslenimle ilgili mutlaka çalışılmalıdır.

Havza içerisinde ileride soruna yol açabilecek önemli bir sorun olan hızlı kentleşme ile ilgili mutlaka çalışma yapılmalıdır. Mevcut yerleşimlerin gelecekteki ihtiyaçları da göz önünde bulundurularak sürdürülebilirlik ilkesine dayalı arazi kullanım planları hazırlanmalıdır.

Havzanın bir diğer sorunu olan erozyonla ilgili çalışmalar artırılmalı ve toprak koruma önlemleri alınmalıdır. Havzadaki tarım alanlarında gerek sulu gerekse kuru tarım alanlarında su erozyonu söz konusudur.

Havzada bütüncül yaklaşımla havza ölçeğini kapsayan bir çalışma yoktur. Yapılan çalışmalar her kurumun kendi alanında yaptığı, ancak birbirinden kopuk ve kısmi çözümleri içeren niteliktedir. Yapılan projelerde halk katılımı sağlanmamıştır. Bu bağlamda havzada yapılacak çalışmalarda mutlaka kurumlar arası işbirliği ve koordinasyon sağlanması, havzada yaşayan insanların katılımının sağlanması çalışmanın sürdürülebilirliği ve başarısı açısından son derece önemlidir. Akkaya Barajı Havzası'nın bütüncül (entegre) su yönetim planı mutlaka oluşturulmalıdır. Bu planın oluşturulma aşamasında paydaşların desteğinin alınması son derece önemlidir. Aksi takdirde uygulamada çok önemli güçlükler yaşanabilecektir.

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu yüksek lisans çalışmasının amacı, Akkaya Baraj Gölü'ndeki su kirliliğini baraj havzasını dikkate alarak değerlendirmektir.

✓ Yapılan arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucunda Akkaya Baraj Gölü'ndeki kirliliğin ciddi boyuta ulaştığı gözlenmiştir. Mevsimlik ve yıllık olarak su kalitesi parametrelerinde değişimler gözlenmiştir.

✓ Baraj giriş kısmından alınan su örnekleri çözülmüş oksijen, mangan, nitrit, nitrat, bakır, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyokimyasal oksijen ihtiyacı parametreleri bakımından IV. kalite su, elektriksel iletkenlik parametresi açısından III. kalite su, amonyum, demir parametreleri açısından II. kalite su, sıcaklık, pH ve alüminyum parametreleri bakımından I. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür.

✓ Baraj içindeki su, bakır, mangan, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve nitrat parametreleri açısından IV. kalite su, çözülmüş oksijen, amonyum, nitrit ve elektriksel iletkenlik parametreleri açısından III. kalite su, demir alüminyum parametresi açısından II. kalite su, sıcaklık, pH ve alüminyum parametreleri bakımından I. kalite su sınıfındadır.

✓ Baraj çıkış suyunun ise, nitrat parametresi açısından V. kalite su, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, elektriksel iletkenlik ve aaskıda katı madde parametreleri bakımından III. kalite su, sıcaklık, pH, amonyum, klorür, sülfat parametreleri bakımından I. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür. Kirliliğin yoğun olarak noktasal kaynaklı olduğu saptanmıştır.

✓ Barajı besleyen Paşa Deresi'nden de su örnekleme yapılmıştır. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, nitrit, nitrat ve kimyasal oksijen ihtiyacı parametreleri bakımından IV. kalite su, sülfat parametresi yönünden III. kalite su, elektriksel iletkenlik parametresi açısından ise I. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür.

✓ Araştırma sonuçları göle yeterince artırılmadan verilen atıksuların ana kirlenme kaynağı olduğunu ortaya koymuştur. Evsel ve endüstriyel kaynaklı atıksular mutlaka artırılmalıdır. Göle kirletici kaynak olarak besin girişi sağlayan kaynakların (tarımsal gübrelerin, evsel ve endüstriyel deşarjların) azaltılması gerekmektedir.

✓ Havzadaki tarım alanlarında gerek sulu gerekse kuru tarım alanlarında su erozyonu söz konusudur. Havzada yayılı kaynaklardan gelen kirletici girişleri ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Özellikle erozyon ve yüzeysel akışla ilgili çalışmalar artırılmalı ve toprak koruma önlemleri alınmalıdır.

✓ Havzadaki tarım alanlarında gerek sulu gerekse kuru tarım alanlarında su erozyonu söz konusudur. Havzada yayılı kaynaklardan gelen kirletici girişleri ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Özellikle erozyon ve yüzeysel akışla ilgili çalışmalar artırılmalı ve toprak koruma önlemleri alınmalıdır.

✓ Su ağır metal içerikleri bakımından sulama suyu olarak sınır değerlerin altında bulunmaktadır ancak bor içeriğinin yüksek olması nedeniyle sürekli izleme yapılması ve dikkatli kullanılması gereklidir.

✓ Akkaya Baraj Gölü suyu azot konsantrasyonlarına göre hipertrofik bir göldür.

✓ Karasu deresi tarafından Akkaya barajına taşınan suyun büyük bir kısmının evsel atıksulardan oluştuğu düşünöldüğünde, Akkaya Barajı'nda meydana gelen kirliliğin önlenmesi amacıyla altyapısı ve arıtması olmayan evsel ve endüstriyel atıksular için arıtma tesislerinin yapılması ve doğru bir şekilde işletilmesi gerekmektedir. Mevcut arıtma tesislerinin işletme problemlerinin çözümlenmesi gerekirse yeni tesisler inşaa edilmesi gereklidir. Sanayi işletmelerinin kullandıkları su ve sudaki kirlilik yükü miktarına göre arıtma maliyetine katılımları sağlanmalıdır. Evsel kaynaklı atık suların arıtılması konusunda bölgede bulunan belediyelerin de daha duyarlı davranmaları, çevreye, projelere öncelik vermeleri gerekmektedir.

✓ Hızlı kentleşmenin getireceği su yönetimi problemleri ile ilgili mutlaka çalışma yapılmalıdır. Mevcut yerleşimlerin gelecekteki ihtiyaçları da göz önünde bulundurularak sürdürülebilirlik ilkesine dayalı arazi kullanım planları hazırlanmalıdır.

✓ Bölgede yaşayan her bireyin; doğa ve biyolojik çeşitlilik de dahil olmak üzere toplumun her alanında sorumluluk taşıdığı bilincine varması hedeflenmelidir.

✓ Su kaynakları ile ilgili problemlerin çözümünde kabul edilen en doğru yaklaşım bu kaynakların entegre (bütüncül) bir biçimde yönetimidir. Bu bağlamda kurumlararası koordinasyon mutlaka sağlanmalıdır. Bu sorunlara çözüm bulmak için Akkaya Baraj Gölü Entegre Su Yönetim Planı mutlaka yapılmalıdır.

✓ Havzadaki sorunların çözümleri birbirine bağlıdır. Çözümleri de birbirleri ile ilişkili ve bütün olarak düşünölmelidir. Akkaya Baraj Gölü'nün kirli olması en önemli sorundur. Kirleticiler ise insanlar ve faaliyetleridir. Su kalitesinin yükseltilmesi insanların yararınadır.

✓ Değerlendirilen parametrelerin haricinde, küresel iklim değişikliğinin neden olduğu göllerdeki su seviyesindeki azalma, su kalitesini etkilemektedir.

KAYNAKLAR

Akdoğan F. ve Köksaldı P., “Niğde Belediyesi ve Akkaya Baraj Gölü”, Akkaya Baraj Gölü ve Çevre Sorunları Çalıştayı, 10 Şubat, Çalıştay Kitapçığı, s.6-9, Niğde, 2010.

Akyol İ.H., “Türkiye’de Akarsu Rejimleri ve Sistemleri”. İstanbul: *Türk Coğrafya Dergisi*, (9-10), s.1-36, 1947.

Anderson, C. W., Ecological effects on streams from Frest fertilization-literature review and conceptual framework for future study in the western cascades. Water resources investigations report 01-4047. U.S. Geological Survey, 2002.

Anonymous, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete, Ankara, 2004.

Başbüyük, M., Göksu Deltası Su Kirlilik Düzeyi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1992.

Başköse İ., Paksoy M. Y. ve Savran A., Niğde Üniversitesi kampüs alanı ve Akkaya baraj gölü çevresinin florası (Niğde/Türkiye), Research article/Araştırma makalesi, s. 82-97, 2012.

Baycan Levent T., Sürdürülebilir Bölgesel Kalkınma: Marmara Havzası için Bir Yöntem Denemesi, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1999.

Beekman, M.N., The Pliocenand Quaternary Volkanism in the Hasandağı-Melendizdağı Region M.T.A Bull. 66, 99-106p, 1966.

Boran, M. ve Sivri N., Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nütrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi, Ege Üniversitesi *Su Ürünleri Dergisi*, Cilt: 18, Sayı (3-4): 343-348, 2001.

Bulut İ. ve Ceylan S., Ekolojik Sorunları ve Fonksiyonlarıyla Niğde Yöresi Yapay Gölleri, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, s. 263-288, 2011.

Cici, M., Cuci Y. ve Saatçi Y., *Çevre Mühendisliği El Kitabı*, Fırat Üniversitesi Basımevi, Elazığ, 2004.

Cirik S. ve Cirik Ş., *Limnoloji (Ders Kitabı)*, Ege Ün. Su Ürünleri Fak. Yayınları, Yayın No:21, 166s, İzmir, 1995.

Chapman, D. and Kimstach, V., Selection of Water Quality Variables, Chapter 3. *Water Quality and Assesments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Enviromental Monitoring*, Second Edition, Chapman, D. (ed), 651 pages, UNESCO / WHO/ UNEP, 1996.

Çetinkaya, O., *Su Kalitesi Ders Notları*. Y.Y.Ü. Ziraat Fak. Su Ürünleri Bölümü, Van.76. 2003.

Çoban, F., Hazar Gölü Su Kalitesinin Araştırılması Yüksek lisans tezi S: 1-6 *Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü* Elazığ, 2007.

Dönmez D., Baraj Göllerinde Su Temininde Derinliğin Su Kalitesine Etkileri, 2006.

Edwards, P.J., Kochenderfer, J.N. and Seegrst, D.W., Effects of forest fertilization on stream water chemistry in the Appalachians. *Water Resources Bulletin*,. 27 (2), 265–274, 1991.

Egemen, Ö. ve Sunlu, U., *Su Kalitesi* (Ders Kitabı) (II. Baskı), E.Ü. Su Ürünleri Fak. Yay. No: 14, E.Ü. Basım Evi, Bornova-İzmir, 153 s. 1996.

Erinç, S., “Türkiye’ Akarsu Rejimlerine Toplu Bir Bakış”. İstanbul: *Türk Coğrafya Dergisi* (17), 93-118, 1957.

Gönenç, İ. E., Sürdürülebilir Havza Yönetimi, İGEM Araştırma ve Danışmanlık, İstanbul, 240 s., 2006.

Göney, S., Şehir Coğrafyası. İstanbul: *İstanbul Üniv.* Yayın No: 3908, 1995.

Gündoğdu V. ve Kocataş A., Gediz Nehir Havzası Yönetim Planı Oluşturulmasına Yönelik Bir Yaklaşım, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 371–378, 2006.

Hem, J.D., Biological Indicators of the Chemical Characteristics of Natural Water. US. Geological Survey Water Supply Paper 2254, 226 p, 1986.

Hejzlar, J. and V. Vyhnálek., Longitudinal Heterogeneity of Phosphorus and Phytoplankton Concentrations in Deep-valley Reservoirs. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 83: 139-146, 1998.

Hepsağ, E., Köyceğiz-Dalyan Lagün Havzası Su Kaynaklarının Su Kalitesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2003.

Interlandi, S. J., Nutrient–Toxicant Interactions in Natural and Constructed Phytoplankton Communities: Results of Experiments in Semi-Continuous and Batch Culture. *Aquatic Toxicology* 61: 35–51. 2002.

İl Çevre Durum Raporu, Niğde, 2011

Karaş, E., Havza Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar, Topraksu, Eskişehir 2005.

Katip, A. ve Karaer, F., Ulubat Gölü Su Kalitesinin Türk mevzuatına ve Uluslararası Kriterlere Göre Değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 25-34, 2011.

Kural, S., Havza Yönetimi Çakıt Projesi Örneğinde Uygulamaların İrdelenmesi, *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi Adana, 1997.

Kılınç, H., Arslan, M., Çelebi, S. ve Uzkülekçi O., Niğde Akkaya Barajı Havzasının Bazı Karakteristiklerinin Belirlenmesi, *Niğde Üniversitesi*, Bitirme Tezi, 2015.

Mulholland, P.J. and Rosemond, A.D., Periphyton response to longitudinal nutrient depletion in a woodland stream-Evidence of upstream-downstream linkage. Journal of the North American Benthological Society, 11(4), 405–419,1992.

Olgun, E., Mogan Gölünün Azot ve Fosfor Kirliliği Açısından İncelenmesi, Çevre ve Orman Uzmanlık Tezi, ÇOB, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı, 184 sayfa, Ankara, 2010.

Olgun, E. ve Kocaemre, S., Mogan Gölü Su Kalitesinin İncelenmesi. Tabiat ve insan. Eylül, Yıl:45, s:10-22, 2011.

Öksüz S., Türkiye’de Su Kirliliği İzleme Çalışmaları ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması, Çevre ve Orman Uzmanlık Tezi, ÇOB, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2010.

Özdemir, A., Kuleyin, A., Çoruh, S., Gökbulut, N.G., Kilim, Y. ve Büyükgüngör, H., The Nitrogen Loads Carried by Rivers and Streams to the Black Sea in Turkey, Proceedings of the Third International Conference on the Mediterranean Coastal Enviroment, MEDCOAST, Malta, 327-336, 1997.

Özdemir, N., Yılmaz, F. ve Yorulmaz, B., Dalaman Çayı Üzerindeki Bereket Hidro Elektrik Santrali Baraj Gölü Suyunun Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerinin ve Balık Faunasının Araştırılması, *Muğla Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi*, 2007.

Pejman, A. H., Nabi Bidhendi, G. R., Karbassi, A. R., Mehrdadi, N. and Esmaeili Bidhendi, M., Evaluation of spatial and seasonal variations in surface water quality using multivariate statistical techniques, Int. J. Environ. Sci. Tech., 6 (3), 467-476, 2009.

Prasad, T., Kumar, S., Verdhen, A., Prakash. N., Gyawali, D., Dixit, A., Lali, N.K. and Regmi B.R., Co-opretaion for intenational river basin development: the Kosi basin, Integrated River Basin Development, Ed. By Celia Kirby and W. R. White, John Wiley & Sons, HR Wallingford Ltd and Institute of Hydrology, 1994.

Standard Methods, KOI (5220-B), BOI (5210-B), AKM (2540-D), 20. Baskı, 1998.

Straškraba, M., Blažka, P., Brandl, Z., Hejzlar, P., Komárková, J., Kubečka, J., Nesměrák, I., Procházková, I., Straškrabová, V., and Vyhnálek, V. Framework for Investigation and Evaluation of Reservoir Water Quality in Czechoslovakia. Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management. 169-212, 1993.

Stoker, H.S. and Seager, S.L., "Environmental Chemistry. Air and Water Pollution Scott", *Foresman and Company*, s. 231 (1976).

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 2011.

Su Çerçeve Direktifi, 2000.

Şengül, F. ve Müezzinoğlu, A., Çevre Kimyası D.E.Ü Çevre Mühendisliği Bölümü Basım Ünitesi İzmir, 2008.

Şekerci, İ., Van Gölü'ne Dökülen Karasu (Mermit) Çayı'nın Su Kalite Kriterlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2011.

Tayhan N., Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fizikokimyasal Su Kalitesinin Periyodik İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2012.

Third International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST, Malta, 327-336, 1997.

Toroğlu, E., "Niğde İli Yerleşmeleri ve Lokasyon Planlaması", Ankara Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 2006.

Tülek, S., Kızılırmak Nehri Su Kalitesi Belirlenmesi ve Ötrofikasyona Bağlı Risk Değerlendirmesi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* Yüksek Lisans Tezi, 2006.

url 1. <http://sukirliligi.nedir.com/#ixzz3W9V4azoB>

url 2. <http://www.nigde.gov.tr/iklimi-bitki-ortusu.html#.VU8icfntmko>

url 3. <http://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=NIGDE>

url 4. <http://www.cografya.gen.tr/tr/nigde/iklim.html>

url 5. <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/h2oqual/watnut/ae1216.pdf>

url 6. www.ins.itu.edu.tr

url 7. <http://www.nitso.org.tr/index.php/tr/nigde-2/302-nigde-genel-bilgiler>

Uslu, O. ve Türkman, A., Su Kirliliği ve Kontrolü (Water Pollution and Control), T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Eğitim Yayınları Dizisi 1, İzmir, 1987

Uzunoğlu, O., “Gediz Nehirlerinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Manisa (1999).

Ünlü A., Çoban F. ve Tunç M. S., Hazar Gölü Su Kalitesinin Zamanla Değişimi, 2008.

Yılmaz, V., Doğu Anadolu Su Havzası Havza Yönetiminin İncelenmesi, **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Yüksek Lisans Tezi, 89 s. Adana, 1999.

Yaşar Korkanç, S., Uzal, N. ve Çiner, F., Kentsel Su Havzalarında Yaşanan Çevresel Sorunlar-Niğde Akkaya Baraj Gölü Havzası Örneği, 3. Uluslararası Su Kongresi Bildiri Kitabı, s:973-981, 20-23 Mart, Bursa, 2013.

Zeybek, Z., Akgöl'deki (Karaman-Konya) bazı su kalitesi parametrelerinin Araştırılması Yüksek Lisans Tezi, 2006.

EKLER

Ek-A. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Oksijendoygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8) Nitritazotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri^d				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F/L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform (EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

Ek-B. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği

Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri

Sulama Suyu Sınıfı					
Kalite kriterleri	I. Sınıf su (çok iyi)	II. Sınıf su (iyi)	III. Sınıf su (kullanılabilir)	IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı)	V. sınıf su (zararlı) uygun değil
EC ₂₅ x10 ⁶	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	> 3000
Değişebilir Sodyum Yüzdesi (% Na)	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80
Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR)	< 10	10-18	18-26	> 26	
Sodyum karbonat kalıntısı (RSC) meq/l	> 1.25	1.25-2.5	> 2.5		
mg/L	< 66	66-133	> 133		
Klorür (Cl ⁻), meq/l	0-4	4-7	7-12	12-20	> 20
mg/L	0-142	142-249	249-426	426-710	> 710
Sülfat (SO ₄ ⁻) meq/l	0-4	4-7	7-12	12-20	> 20
mg/L	0-192	192-336	336-575	575-960	> 960
Toplam tuz konsantrasyonu (mg/L)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	> 2100
Bor konsantrasyonu (mg/L)	0-0.5	0.5-1.12	1.12-2.0	> 2.0	-
Sulama suyu sınıfı *	C ₁ S ₁	C ₁ S ₂ , C ₂ S ₂ , C ₂ S ₁	C ₁ S ₃ , C ₂ S ₃ , C ₃ S ₃ , C ₃ S ₂ , C ₃ S ₁	C ₁ S ₄ , C ₂ S ₄ , C ₃ S ₄ , C ₄ S ₄ , C ₄ S ₃ , C ₄ S ₂ , C ₄ S ₁	-
NO ₃ ⁻ veya NH ₄ ⁺ mg/L	0-5	5-10	10-30	30-50	> 50
Fekal Koliform ** 1/100 ml	0-2	2-20	20-100	100-1000	> 1000
BOİ ₅ (mg/L)	0-25	25-50	50-100	100-200	> 200
Askıda katı madde (mg/L)	20	30	45	60	> 100
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-9	9
Sıcaklık	30	30	35	40	> 40

Ek-C. Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları

Elementler	Birim alana verilebilecek maksimum toplam miktarlar, kg/ha	İzin verilen maksimum konsantrasyonlar	
		Her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınırlar, mg/1	pH değeri 6,0-8,5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında, mg/1
Alüminyum (Al)	4600	5.0	20.0
Arsenik (As)	90	0.1	2.0
Berilyum(Be)	90	0.1	0.5
Bor (B)	680	10 ⁻³	2.0
Kadmiyum (Cd)	9	0.01	0.05
Krom (Cr)	90	0.1	1.0
Kobalt (Co)	45	0.05	5.0
Bakır (Cu)	190	0.2	5.0
Florür (F)	920	1.0	15.0
Demir (Fe)	4600	5.0	20.0
Kurşun (Pb)	4600	5.0	10.0
Lityum (Li) ¹	-	2.5	2.5
Manganez (Mn)	920	0.2	10.0
Molibden (Mo)	9	0.01	0.05 ²
Nikel (Ni)	920	0.2	2.0
Selenyum (Se)	16	0.02	0.02
Vanadyum (V)	-	0.1	1.0
Çinko (Zn)	1840	2.0	10.0

Ek-D. Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I	II	III	IV
Genel Şartlar				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
Renk (m ⁻¹)	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm: >4,3 RES 525 nm: >3,7 RES 620 nm: >2,5
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	< 6,0 veya > 9,0
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres	Yüzer halde yağ, katran gibi sıvı maddeler, çöp ve benzeri katı maddeler ile köpük bulunamaz.			-
(A) Oksijenlendirme Parametreleri				
Oksijen doygunluğu (%) ^(b)	>90	70	40	< 40
Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^(b)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
(B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L) ^(c)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 5	10	20	> 20
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	< 0,01	0,06	0,12	> 0,3
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L)	< 0,5	1,5	5	> 5
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,16	0,65	> 0,65
(C) İz Elementler (Metaller) ve İnorganik Kirlilik Parametreleri ^(d)				
Alüminyum (mg Al/L)	≤ 0,3	≤ 0,3	1	> 1
Arsenik (µg As/L)	≤ 20	50	100	> 100
Bakır (µg Cu/L)	≤ 20	50	200	> 200
Baryum (µg Ba/L)	≤ 1000	2000	2000	> 2000
Bor (µg B/L)	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000	> 1000
Cıva (µg Hg/L)	≤ 0,1	0,5	2	> 2
Çinko (µg Zn/L)	≤ 200	500	2000	> 2000
Demir (µg Fe/L)	≤ 300	1000	5000	> 5000
Florür (µg F/L)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Kadmiyum (µg Cd/L)	≤ 2	5	7	> 7
Kobalt (µg Co/L)	≤ 10	20	200	> 200
Krom (µg Cr+6/L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
Krom (toplam) (µg Cr/L)	≤ 20	50	200	> 200
Kurşun (µg Pb/L)	≤ 10	20	50	> 50
Mangan (µg Mn/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Nikel (µg Ni/L)	≤ 20	50	200	> 200
Selenyum (µg Se/L)	≤ 10	≤ 10	20	> 20
Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	≤ 10	≤ 10	50	> 50
Siyanür (toplam) (µg CN/L)	≤ 10	50	100	> 100
Sülfür (µg S=L)	≤ 2	≤ 2	10	> 10
Tehlikeli maddeler	Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirlenimler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2016'den itibaren değerlendirilecektir.			
(D) Bakteriyojik Parametreler				
Fekal koliform (Membran)	≤10	200	2000	> 2000
Toplam koliform (Membran)	≤100	20000	100000	> 100000

ÖZ GEÇMİŞ

Sedef KAYIKÇI 16.01.1988 tarihinde Niğde’de doğdu. İlkokul hayatına İstanbul’da başlayıp, ilköğretim ve lise öğretimini Niğde’de tamamladı. 2006 yılında girdiği Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nden Haziran 2011’de mezun oldu. 2012 yılında Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Evli ve bir çocuk annesidir.

Bu tez çalışmasından üretilen eserler:

Özdağ (Kayıkçı), S., Yaşar Korkanç, S., (2014). Karasu Deresi’nde Azotlu Bileşiklerden Kaynaklanan Kirlilik Durumunun Belirlenmesi, I. Havza Yönetimi Sempozyumu Bildiri Kitabı, 10-12 Eylül, s. 355-364, Çankırı.