

1367/2

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

**AKSARAY-ULUIRMAK'TA SU KALİTESİ TESPİTİ VE İYİLEŞTİRİLMESİNE
YÖNELİK ARAŞTIRMALAR**

YAKUP KURMAÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN: Doç. Dr. Hatim ELHATİP

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

HAZİRAN 2003

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne:

Bu çalışma jürimiz tarafından ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Ali ALAŞ
N.Ü. Aksaray Eğitim Fakültesi

Üye : Doç. Dr. Hatim ELHATİP
N.Ü. Aksaray Mühendislik Fakültesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Erdoğan ŞAHİN
N.Ü. Aksaray Mühendislik Fakültesi

ONAY:

Bu tez 18./06./2003 tarihinde, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun kararıyla kabul edilmiştir.


25./06./2003

Doç. Dr. Aydın TOPÇU
Enstitü Müdürü

ÖZET

AKSARAY-ULUİRMAK'TA SU KALİTESİ TESPİTİ VE İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK ARAŞTIRMALAR

KURMAÇ, Yakup

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Hatim ELHATİP

Haziran 2003, 84 sayfa

Bu çalışmada Ulurmak 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. Alınan numunelerin analizleri yapıldıktan sonra sonuçlar standartlarla karşılaştırılıp su kalitesi tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalar neticesinde akarsuda kirlenmenin olduğu ve en fazla yaygın kaynaklardan kirlendiği tespit edilmiştir. Su kalitesinin en yüksek olduğu dönem sulama yapılan yaz aylarıdır. En düşük su kalitesi ise sulama dönemi sonrasındaki sonbahar aylarında ortaya çıkmıştır. Akarsuyun tespit edilen kalitesi bugünkü kullanım amacına uygundur. Ancak suyun gelecekte de kullanılabilmesi ve farklı kullanım amaçlarına da hizmet edebilmesi için bazı tedbirler alınması şarttır.

Su kalitesinin iyileştirilmesi ve su kaynağından verimli bir şekilde faydalanılması için ilave kirlenmenin önlenmesi gerekir.

Bu amaçla, akarsu menbasında koruma alanları oluşturulması, akarsu yatağının ıslahı ve akım rejiminin düzenlenmesi gibi tedbirler alınabilir.

Anahtar Kelimeler: Ulurmak Deresi, Su Kalitesi, Koruma Alanları

SUMMARY

INVESTIGATIONS FOR ESTIMATING AND IMPROVING THE WATER QUALITY AT ULUIRMAK IN AKSARAY

KURMAÇ, Yakup

**Niğde University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering**

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Hatim ELHATİP

June 2003, 84 pages

The purpose of this study is to investigate the possibilities of improve on the water quality, influences of contaminants on the water quality. For this purpose, a series of water samples have been collected from seven different locations in spring, summer and fall sessions. Then these samples had been analyzed, the results of analyses have been compared to the water quality standards in order to determine the water quality and source of contamination.

According to the results of analyses and investigations, contamination of river water is due to the distributed sources. Quality of water is very high during summer (irrigation) session. Poor water quality is observed during the end of the irrigation session. Water quality of river water is suitable for today's needs. However, some precautions must be taken for the future use of river water and the different purpose uses. An additional contaminated must not be done to improve the water quality and effective use of river water.

For this purpose, the source of river water must be protected, the river base must be rearranged and amount of water must be regulated.

Key Words: Ulurmak, Water quality, Protection zone.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmam sırasında katkılarını esirgemeyen danışman hocam Do. Dr. Hatim ELHATİP'e teőekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalıőmalarım boyunca desteklerini esirgemeyen, bu çalışmanın tamamlanmasında katkısı bulunan, tüm mesai arkadaşlarıma ve aileme teőekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
SUMMARY.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	xii
SİMGE VE KISALTMALAR.....	xiii
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	2
1.2 Çalışma Alanının Tanımı.....	3
1.3 Bölgenin Konumu ve Ulaşım.....	3
1.4 Bölgenin Coğrafi Konumu.....	3
1.5 İklim ve Bitki Örtüsü.....	5
1.6 Sosyo-Ekonomik Durum.....	6
1.7 Önceki Çalışmalar.....	7
BÖLÜM 2 AKARSU ÖZELLİKLERİ VE SU KALİTESİ.....	9
2.1 Akarsuların Özellikleri.....	9
2.1.1 Akarsuların fiziksel özellikleri.....	9
2.1.1.1 Askıdaki katı maddeler bulanıklık ve ışık geçirgenliği.....	9
2.1.1.2 Sıcaklık.....	10
2.1.1.3 Çözünmüş oksijen.....	11
2.1.1.4 Elektriksel iletkenlik (EC)	12
2.1.1.5 Toplam çözünmüş katı madde.....	13
2.1.1.6 Su hareketleri (Akıntılar)	13
2.1.2 Akarsuların Kimyasal Özellikleri.....	14

2.1.2.1 pH.....	14
2.1.2.2 Tuzluluk.....	14
2.1.2.3 Besi elementleri (N-F)	14
2.1.2.4 Amonyak (NH ₃)	15
2.1.2.5 Nitrat ve nitrit (NO ₃ -NO ₂)	16
2.1.2.6 Çözünmüş gazlar.....	17
2.1.2.7 Demir ve mangan.....	18
2.1.2.8 Diğer elementler.....	19
2.1.3 Akarsuların Biyolojik Özellikleri.....	20
2.2 Akarsulardaki Kalite Parametreleri ve Sınıflandırılması.....	21
2.2.1 Kalite Parametreleri.....	21
2.2.2 Kıtaçi yüzeysel suların sınıflandırılması.....	23
2.3 Akarsu Kirlilik Kaynakları.....	24
2.4 Kirlenme Türleri.....	24
2.4.1 Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar.....	25
2.4.2 Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme.....	25
2.4.3 Endüstri atıkları.....	26
2.4.4 Yağlar ve benzeri maddeler.....	26
2.4.5 Sentetik deterjanlar.....	26
2.4.6 Radyoaktivite.....	26
2.4.7 Pestisitler.....	27
2.4.8 Yapay organik kimyasal maddeler.....	27
2.4.9 Anorganik tuzlar.....	28
2.4.10 Yapay ve doğal tarımsal gübreler.....	28
2.4.11 Atık ısı.....	28
2.5 Kirlenme Kontrolü.....	28
2.5.1 Kriter ve standartlar.....	29
2.5.2 Yasal düzenlemeler.....	32
2.5.2.1 Mutlak koruma alanı.....	33
2.5.2.2 Kısa mesafeli koruma alanı.....	33
2.5.2.3 Orta mesafeli koruma alanı.....	34
2.5.2.4 Uzun mesafeli koruma alanı.....	35
2.5.3 Arıtma uygulamaları.....	35

BÖLÜM 3 MATERYAL VE METOT	37
3.1 Çalışma Sahasının Tanımı	37
3.2 Çalışma İstasyonlarının Tanımı.....	37
3.3 Büro ve Arazi Çalışmaları.....	42
3.4 Örnekleme.....	42
3.5 Laboratuvar Analizleri.....	43
BÖLÜM 4 BULGULAR VE TARTIŞMA	45
4.1 Analiz Sonuçları.....	45
4.1.1 Fiziksel kalite parametreleri.....	46
4.1.2 Kimyasal kalite parametreleri.....	52
4.1.2.1 Organik kimyasal parametreleri.....	53
4.1.2.2 Metal grubu kalite parametreleri.....	57
4.2 Analiz Sonuçlarının Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi.....	60
4.2.1 Fiziksel kalite parametrelerinin mevsimsel değişimi.....	60
4.2.2 Kimyasal kalite parametrelerin mevsimsel değişimi.....	64
BÖLÜM 5 ULUIRMAKTA SU KALİTESİ	69
5.1 Ekim 2001 Döneminde Su Kalitesi.....	69
5.2 Mart 2002 Döneminde Su Kalitesi.....	72
5.3 Haziran 2002 Döneminde Su Kalitesi.....	73
BÖLÜM 6 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	76
6.1 Sonuçlar.....	77
6.2 Öneriler.....	79
KAYNAKLAR	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Türkiye`deki su kaynaklarının potansiyeli.....	2
Çizelge 1.2 Çalışma alanının meteorolojik verilerin son 10 yıllık ortalaması.....	5
Çizelge 1.3 Aksaray ili nüfus değişimi.....	6
Çizelge 1.4 Aksaray`da tarım iş koluna göre nüfus durumu.....	7
Çizelge 2.1 Doğal akarsular için kalite parametrelerinin tipik değerleri.....	20
Çizelge 2.2 Kıtaçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.....	22
Çizelge 2.3 Belirli kirleticiler için uygulanan temel işlemler.....	36
Çizelge 4.1 Ekim 2001 dönemi Ulurmak sularının analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.2 Mart 2002 dönemi Ulurmak sularının analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.3 Haziran 2002 dönemi Ulurmak sularının analiz sonuçları.....	47
Çizelge 5.1 Ekim 2001 dönemindeki analizlerin su kalitesi kriterleri ile karşılaştırılması.....	70
Çizelge 5.2 Mart 2002 dönemindeki analizlerin su kalitesi kriterleri ile karşılaştırılması.....	72
Çizelge 5.3 Haziran 2002 dönemindeki analizlerin su kalitesi kriterleri ile karşılaştırılması.....	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Proje alanının yer bulduru haritası.....	4
Şekil 2.1 Alıcı ortam standartları.....	31
Şekil 2.2 Deşarj standartları.....	31
Şekil 3.1 Çalışma alanı ve numune istasyonları haritası.....	38
Şekil 4.1 Ekim ayı fiziksel kalite parametreleri değişim grafiği.....	48
Şekil 4.2 Mart ayı fiziksel kalite parametreleri değişim grafiği.....	49
Şekil 4.3 Haziran ayı fiziksel kalite parametreleri değişim grafiği.....	51
Şekil 4.4 Ekim ayı azot bileşiklerinin, sıcaklık ve çözünmüş oksijenle değişim grafiği.....	53
Şekil 4.5 Mart ayı azot bileşiklerinin, sıcaklık ve çözünmüş oksijenle değişim grafiği.....	55
Şekil 4.6 Haziran ayı azot bileşiklerinin, sıcaklık ve çözünmüş oksijenle değişim grafiği.....	56
Şekil 4.7 Ekim ayı metal grubu kalite parametrelerinin sıcaklık ve pH ile değişim grafiği.....	58
Şekil 4.8 Mart ayı metal grubu kalite parametrelerinin sıcaklık ve pH ile değişim grafiği.....	59
Şekil 4.9 Haziran ayı metal grubu kalite parametrelerinin sıcaklık ve pH ile değişim grafiği.....	59
Şekil 4.10 Fiziksel parametrelerinin 1 numaralı istasyonda mevsime göre değişim grafiği.....	61
Şekil 4.11 Fiziksel parametrelerinin 2 numaralı istasyonda mevsime göre değişim grafiği.....	62
Şekil 4.12 Fiziksel parametrelerinin 5 numaralı istasyonda mevsime göre değişim grafiği.....	63
Şekil 4.13 Fiziksel parametrelerinin 7 numaralı istasyonda mevsime göre değişim grafiği.....	64
Şekil 4.14 Azot bileşikleri çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin 1 numaralı istasyonda mevsime göre değişim grafiği.....	65

Şekil 4.15 Azot bileşikleri çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin 4 numaralı istasyonda mevsime göre değişim grafiği.....	66
Şekil 4.16 Azot bileşikleri çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin 7 numaralı istasyonda mevsime göre değişim grafiği.....	67
Şekil 5.1 Ekim 2001 döneminde akarsuyun kalite bölgeleri haritası.....	71
Şekil 5.2 Mart 2002 döneminde akarsuyun kalite bölgeleri haritası.....	74
Şekil 5.3 Haziran 2002 döneminde akarsuyun kalite bölgeleri haritası.....	76
Şekil 6.1 Ulurmak ve Mamasun Barajı için önerilen koruma alanları haritası.....	80



FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Foto 3.1 Santral mevkiindeki 2 munaralı numune istasyonu.....	39
Foto 3.2 3 numaralı numune istasyonunun bulunduğu Aksaray Regülatörü.....	40
Foto 3.3 Fuar alanı mevkiindeki 5 numaralı numune istasyonu.....	41
Foto 3.4 Tiyatro kavşağındaki 6 numaralı numune istasyonu önündeki köprünün görünümü.....	41



SİMGE VE KISALTMALAR

ATİM	: Aksaray Tarım İl Müdürlüğü
AKM	: Askıdaki Katı Madde
EC	: Toplam Çözünmüş Katı Madde
ÇO	: Çözünmüş Oksijen
DİE	: Devlet İstatistik Enstitüsü
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
Etp	: Buharlaşma
SKKY	: Su Kirlenmesi ve Kontrolü Yönetmeliği
TEHD	: Tıbbi Ekoloji ve Hidrolimatoloji Dergisi
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Su insan yaşamının vazgeçilmez bir unsurudur. Susuz yaşamın devam etmesi de mümkün değildir. İnsan gıda almadan haftalarca yaşamını devam ettirebilir ancak su içmeden ancak birkaç gün yaşayabilir. Bu sebeple içme ve kullanma suyunun sürekli olarak ve uygun kalitede temin edilmesi gerekmektedir. İçme ve kullanma suyu olarak kullanılacak kaynakların önemli bir kısmını da akarsular oluşturmaktadır.

Yer yüzeyindeki suyun %97.6'sı deniz ve okyanuslarda, %2.4'ü ise karalarda bulunmaktadır. Karalardaki sular; akarsular, göller, yer altı suyu ve toprak zemininde bulunmaktadır. Akarsularda bulunan su kütlesi yıllık yaklaşık 37000 km³'dür (Uslu ve diğ., 1987). Buna göre dünya üzerindeki su kütlelerinin önemli bir kısmı deniz ve okyanuslarda bulunmakta olup bu sular insan ihtiyaçları bakımından sınırlı kullanım amaçlarına cevap verebilmektedir.

Tatlı sular olarak adlandırdığımız akarsu, göl ve yer altı suları ise küçük bir miktar oluşturmaktadır. Ancak miktarı az olmasına karşın bu sular çok fazla kullanım alanına sahiptir. İçme ve kullanma suyunda, tarımda, endüstriyel faaliyetlerde ve daha birçok alanda bu sulardan faydalanılmaktadır. Bu sebeple bu suların kullanımı fazla ve zorunlu olduğundan kalite değişimi yada kirlenmesi de kaçınılmaz olmaktadır. Akarsular da bu su kütlesi içerisinde önemli bir yer tutmakta ve fazla kullanılmalarından dolayı kirlenme tehdidi altındadırlar. Bu sebeple akarsularda kalite tanımlaması yapılmalıdır. Ayrıca kirlenmeye karşı da ciddi tedbirler alınması zorunlu hale gelmiştir.

Türkiye, su kaynakları açısından dünyanın şanslı ülkelerinden biridir. Türkiye, yaklaşık olarak 8300 km kıyıya sahip olup, nehir, çay, göl ve derelere ülkenin hemen her yerinde rastlanır. Türkiye'ye düşen ortalama yıllık yağış miktarı 501,0 km³'tür (Çizelge 1.1). Türkiye'nin yüzey ve yeraltı suyu kaynaklarının potansiyeli yaklaşık olarak 200 km³'tür. Bu miktarın 186,05 km³'ü, yıllık yüzey akış olarak, 12,3 km³'ü ise yıllık çekilebilir yeraltı suyu potansiyeline aittir. Ancak, Türkiye'nin toplam kullanılabilir fiili yıllık su

potansiyeli yaklaşık olarak 104,5 km³'tür ve Türkiye'de fiili olarak kullanılan yıllık su miktarı, toplam su potansiyelinin %40, ile %50'si arasındadır (Elhatip ve diğ., 2001).

Çizelge 1.1 Türkiye'deki su kaynaklarının potansiyeli (Elhatip ve diğ., 2001).

Su Kaynakları	Ortalama (aritmetik) Yıllık Yağış.....	642,6 mm
	Türkiye'ye düşen ortalama yıllık yağış miktarı	501,0 km ³
Yüzey Suları	Yıllık yüzey akış miktarı.....	186,05 km ³
	Yıllık yüzey akış / Yağış oranı.....	0,37
	Yıllık tüketilebilir su miktarı.....	95,00 km ³
	Fiili yıllık tüketim.....	32,41 km ³
Yeraltısuları	Yıllık çekilebilir su potansiyeli.....	12,30 km ³
	DSİ'ce tahsis edilen yıllık miktar.....	9,50 km ³
	Fiili yıllık tüketim.....	6,00 km ³
	* : 1 km ³ = 1 milyar m ³	

Su kaynaklarımızdan sürekli ve sağlıklı bir şekilde yararlanmak, ancak bu suların debilerinin dengeli ve kalitesinin iyi olması ile mümkündür. Halbuki, bu tür akarsu kaynakları sürekli olarak kirlenmesi ve kalitesinin giderek bozulması, doğadaki kaliteli akarsuların tamamen yok olmasına ya da azalmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında incelenen Aksaray-Uluirmak sularının fiziksel, kimyasal özellikleri ile mevcut akarsuyun akım hattı boyunca kirlilik kaynakları ve oranları belirlenmesi, bunların ileride bozulmasına sebep olabilecek etkilerin ortadan kaldırılması, söz konusu kaynağın daha verimli ve etkin kullanımını sağlayacaktır.

1.1 Çalışmanın Amacı

Aksaray ilinde yer alan Uluirmak hem yüzey sularının en verimli şekilde kullanımı, hem de bu kaynakların çevre ve ekolojik dengeye etkisi açısından çok önemlidir. Uluirmak, Aksaray yerleşim alanı içerisinden geçen tek su kaynağı olması ve şu an sulama suyu kanalı gibi görev yapması nedeniyle kalite gözlemi ve kirlenme kontrolünün sürekli yapılması gereken bir akarsudur. Çalışmada, Uluirmak sularının mevcut kalite kriterlerinin mevsim değişimine de bağlı kalite sınıfını belirlemek, şu anki kullanım amacına uygunluğunu araştırmak, kirlilik kaynaklarının akım yolu boyunca çevreye ve su kalitesine olan olumsuz etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Ayrıca bu akarsuyun kalitesinin geliştirme imkanlarını araştırmak ve iyileştirme süreçlerini belirlemeye çalışılmıştır. Bu amaçları ulaşabilmek için, proje sahasında yer alan Uluirmak deresi (Mamasun Barajının çıkışından) sularının hidrokimyasal özellikleri periyodik olarak izlenmiş, su kalitesinde

meydana gelecek olan değişiklikler ve bunların çevre üzerinde neden olduğu olumlu veya olumsuz etkiler araştırılmıştır.

1.2 Çalışma Alanının Tanımı

Aksaray, Orta Anadolu'nun kuzey-güney, doğu-batı doğrultusunda bulunan karayollarının en önemli bölgesindedir. Aksaray, 30-35° doğu meridyeni ile 38-39° kuzey paraleli arasında yer almaktadır (Şekil 1.1). Aksaray'ın kuzeyinde Kırşehir ve Ankara, doğusunda Nevşehir, güneydoğusunda Niğde, güneybatısında Konya, ve kuzey batısında ise Tuz Gölü yer almaktadır. Araştırmanın yapıldığı Ulurmak deresi, Aksaray ili sınırları içerisinde bulunan önemli akarsulardan bir tanesidir. Ulurmak, Karasu ve Melendiz Çay'larının beslediği Mamasun Barajı çıkışından başlayarak Kalanlar Mevkii, Aksaray merkezi ve Aratol Kasabası'na kadar ulaşmaktadır. Mamasın barajı'ndan bırakılan suyun bir kısmı, sağ ve sol sahil sulama alanlarına su taşıyan ana kanallardan bir kısmı da, Ulurmak yatağından akmaktadır.

Regülatör mevkiine kadar ırmak etrafında mesire yerleri ve piknik alanı olarak kullanılan araziler ve tarım sahaları bulunmaktadır. Kalanlar Mahallesi ve sonrasında Ulurmak, Aksaray şehir merkezi içerisinde geçerek Aratol Kasabası sınırları içerisinde Karasu Deresi'ne karışmaktadır.

1.3 Bölgenin Konumu ve Ulaşım

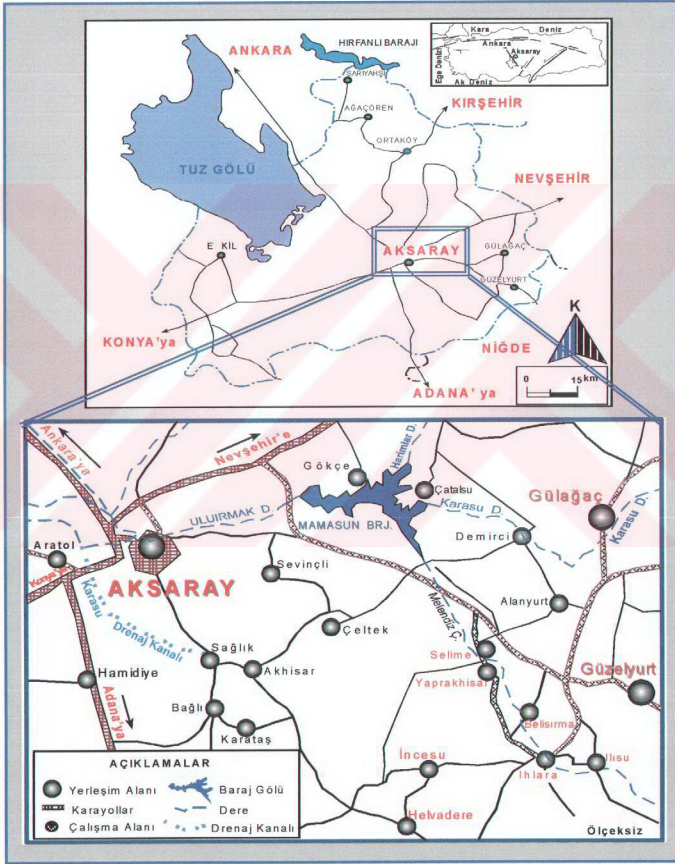
Aksaray ili, İç Anadolu Bölgesi'nde 33-35° doğu meridyenleri ile 38-39° kuzey paralelleri arasında yer almakta olup yüzölçümü 7626 km²'dir. Aksaray ili, Ankara, Kırşehir, Nevşehir, Niğde ve Konya illeri ile sınır komşusudur. Aksaray ili konum olarak İskenderun, Mersin limanları ile Güneydoğu Bölgesi'nin batı illeri ile bağlantısı durumundadır ve ulaşım açısından en avantajlı illerimiz arasındadır (A.T.İ.M., 1997).

1.4 Bölgenin Coğrafi Durumu

Aksaray, yüzey şekilleri itibariyle düzlüktür ve ovanın rakımı 900 ile 1100 metre arasında değişmektedir. Genel olarak topografik yapısı oldukça engebeli olan ovayı, doğudan Hasandağı, kuzeydoğudan Tavşan ve Ekecik dağları ile kuzeyden Tuz Gölü ve Gez Gölü, batıdan Bozdağ ve Balık dağı ile güneyden Karacadağ silsilesi sınırlar. Bölgenin en yüksek rakımı 3268 m, en düşük rakımı ise 905 m'dir. Ovanın doğu ve kuzeydoğu kısımlarında düzensiz bir arazi durumu mevcuttur. Sahanın merkezi kısmı ise tamamen düzlükler

halindedir. Hasan dağının kuzeyinde arazi ovaya nazaran 500-1000 m daha yüksek olup yer yer düzlükler veya dar vadiler halindedir.

Güneyde, Obruk Platosunun uzantısı ve Aksaray ovası bulunur. Aksaray'ın denizden yüksekliği 965m, yüzölçümü ise 7626 km²'dir. Bu alanın 5713 km²'si tarım arazisi, çayır, otlak ve meradır (A.T.İ.M., 1997).



Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası

1.5 İklim ve Bitki Örtüsü

Aksaray, etrafı kuzeyde Kuzey Anadolu (Karadeniz) dağları, güneyde Toros Dağları, doğuda Doğu Anadolu Platosu, batıda İç Batı Anadolu yüksek platosuyla çevrili olan İç Anadolu Bölgesinin Tuz Gölü havzasında yer alır. Deniz etkisinden tamamen mahrumdur. Dolayısıyla, bölge tipik karasal-bozkır iklimi özellikleri göstermekte ve yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise oldukça soğuk ve yağışlı geçmektedir.

İç Anadolu'nun en az yağış alan bölümünü oluşturan Tuz Gölü havzasının yıllara göre ortalama yağış yüksekliği 300 mm'dir. Aksaray civarı ise, son 10 yıllık rasat ortalamalarına göre 345,4 mm toplam yağış miktarına sahiptir. Yağış dağılımı bakımından Tuz Gölü havzası ve Aksaray ovası, kendi içlerinde genel olarak homojen olup ancak yüzey şekillerine bağlı olarak yerel bazı farklılıklar gösterir. Örneğin havzanın güneydoğusunda ekstrem bir yükselti teşkil eden Hasandağı'nın çevresinde yağışlar 458 mm'ye kadar çıkabilmektedir. Meteoroloji İl Müdürlüğü verilerine göre bölgenin son 10 yıllık ortalama meteorolojik verileri Çizelge 1.2' de sunulmuştur (D.M.İ., 2002).

Çizelge 1.2 Çalışma alanının meteorolojik verilerin son 10 yıllık ortalaması (D.M.İ., 2002).

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Top.
Sıcaklık (°C)	-5.1	-2.6	0.6	9.4	13.8	19.8	23.2	20.7	16.4	10.2	6.8	1.2	-
Yağış (mm)	36.3	28.5	25.6	44.3	66.4	21.6	3.1	1.2	8.2	22.1	57.3	30.8	345.4
Buhar.Etp (mm)	0	5.6	11.4	41.8	60.3	90.1	109.6	102.5	76.1	42.6	17.2	0.4	557.6
Gerç.Etp (mm)	0	5.6	11.4	41.8	60.3	90.1	28.5	1.2	8.2	22.1	17.2	0.4	286.8

Aksaray Meteoroloji İstasyonu'nun son 10 yıllık rasat sonuçlarına göre yıllık ortalama sıcaklık 9.6 °C'dir. Yıllık sıcaklık dalgalanmaları, havzanın karasal iklimini karakterize eder. Ayrıca, 56 yıllık ortalamalarında, Aksaray'da ölçülen en yüksek sıcaklık 38.4 °C, en düşük sıcaklık ise -26.4 °C dir (D.M.İ., 2002).

Aksaray ilinin bitki örtüsü bozkır ikliminin tabii bitki örtüsü olan bozkır bitkilerindedir. İklim; kışları sert, yazları kuraktır, yağışlar azdır. Havanın kuru olması ve kurutucu etkisi, az olan yağışın etkisini bir kat daha azaltır. Yazları kurak iklim yapısı hakim olduğundan ilkbaharda yeşeren otlar, sonbaharda kurur ve arazi bozkır halini alır.

Aksaray'da rastlanan diğer bir bitki örtüsü de akarsu boylarında, kaynak çevrelerinde ve sulak yerlerdeki kavaklık ve söğütliklerdir. Özellikle Merkez, Gülağaç, Güzelyurt

çevrelerinde kavaklıklar ve söğütlikler boldur. Platolar ve dağlık kısımlarda ise özellikle Hasandağı ve Ekecikdağı eteklerinde meşe koruluklarına rastlanmaktadır. Ayrıca bölgede aliç, kızılıçık, palamut, yabancı kavak, yabancı armut, yabancı erik, yabancı elma ağaçlarının yanısıra çalimsi ve otsu bitkilerden keven, deve diken, sıyrma, yabancı korunga, poskolak çalba, kekik çok sık rastlanan bitki türleridir.

1.6 Sosyo-Ekonomik Durum

Aksaray ili nüfusu 2000 yılı sayım sonuçlarına göre köyler de dahil olmak üzere toplam 396.084 kişi, şehir nüfusu 200.216 kişi, köy nüfusu ise 195.868 kişidir. 1990 ila 2000 yılları arasında nüfus artış hızı köylerde % 4,98, şehirde % 32,8, toplamda ise % 18,08 olarak gerçekleşmiştir. Nüfus artış hızı toplamda Türkiye ortalamasından daha düşük olmasına karşın, şehirdeki nüfus artış hızı Türkiye ortalamasından daha yüksektir (Çizelge 1.3). Dolayısıyla Aksaray ilindeki kentleşme oranı da Türkiye ortalamasından daha yüksek olacaktır. Bu da köy nüfusunun hızla kente göç ettiğinin ve tarımla uğraşan nüfus kesiminin hızla azaldığının açık bir göstergesidir.

Çizelge 1.3 Aksaray ili nüfus değişimi (D.İ.E., 2002)

Bölge	Sayım yılı						Yıllık nüfus artış hızı		
	1990 (1)			2000			(%)		
	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy	Toplam
Türkiye	33 656 275	22 816 760	56 473 035	44 006 274	23 797 653	67 803 927	26,81	4,21	18,28
Aksaray	144 217	186 352	330 569	200 216	195 868	396 084	32,80	4,98	18,08

(1) 1990 Genel Nüfus Sayımının kesin sonuçları, 2000 Genel Nüfus Sayımı günündeki idari bölünüşe göre yeniden düzenlenmiştir.

Aksaray ekonomisi tarım, hayvancılık ve ticarete bağlı bir ekonomidir. 1989 yılında il statüsüne kavuşmasına takiben, sanayileşme yönünde bir çaba baş göstermiş, ancak konumu itibarıyla yatırımlardan yeterli ölçüde yararlanamamıştır. Aksaray'ın 1997 yılında Yüksek Planlama Kurulunca Kalkınmada Birinci Derecede Öncelikli Yörelere kapsamına alınması, çeşitli sanayi kollarının (Mercedes Benz-Türk A.Ş., OSB, Et ve Süt Endüstrisi Kurumu vb.) gelişmesine imkan vermiştir (Dinçer ve diğ., 1999). Aksaray ili içerisindeki kuruluşların tümü özel sektöre ait olup 1990'dan sonra üretime geçen sanayi kuruluşu sayısı 42'dir. Sanayi kuruluşlarından 4'ü merkez ilçe dışında, diğerleri ise merkez sınırları içerisinde yer almaktadır. Sanayide halıcılık çok önemli bir yer tutmaktadır.

Tarım sektörünün hakim olduğu Aksaray'da sanayi, ticaret ve turizm ekonomiyi oluşturmaktadır. Çalışan nüfusun %72,5'i tarımla uğraşmakta olup, tarım arazileri toplam alanı 420.430 ha' dır. Tarım arazilerinin %53'ünde hububat ekimi yapılmaktadır. Bu arazilerin %36'lık bölümü sulu, %63'lük kısmı ise kuru tarıma elverişlidir. Tarımla uğraşan kişilerin toplamının iş kollarına göre dağılımı ise Çizelge 1.4'de verilmiştir. Üretilen bitkisel ürünlerin büyük bir kısmı mahallinde tüketilmekte olup geri kalanı pazar, borsa, un fabrikası, çevre il ve ilçelere satılarak değerlendirilmektedir (A.T.İ.M., 1997).

Çizelge 1.4 Aksaray'da tarım iş koluna göre nüfus durumu (A.T.İ.M., 2002).

Tarım İş Kolu	Sayısı (Kişi)
İlin çiftçi aile sayısı	37.722
Bitkisel üretimle uğraşanlar	7.831
Hayvansal üretimle uğraşanlar	2.698
Bitkisel üretim ve hayvancılıkla uğraşanlar	21.014
Tarım ve hayvancılıkla uğraşanlar	5.738

1.7 Önceki Çalışmalar

Aksaray, Niğde ve civardaki iller hakkında 1940'tan bu yana farklı araştırmacılar tarafından jeolojik incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmalar, genellikle, Aksaray ve civarındaki volkanizma ve buna bağlı oluşan masif kayaçların özellikleri göstermiştir. Bölgedeki su kaynakların potansiyeli ve hidrokimyasal özellikleri ile ilgili çalışmalar ancak son zamanlarda gerçekleştirilmiştir.

(Göçmez, 1997) çalışmasında, Aksaray sıcak ve mineralli su kaynaklarının hidrojeolojik özelliklerini incelemiştir. Ayrıca, (Şimşek, 1997) Özel Çevre Koruma Kurumu tarafından desteklenen çalışmasında Ihlara (Kapadokya) Özel çevre koruma bölgesinin jeolojisi ve bölgede yer alan termal kaynakları hidrojeolojik ve hidrokimyasal özelliklerini incelemiştir.

(Elhatip, 2002) çalışmasında, Aksaray ve civarındaki yüzey ve yeraltı su kaynakları ve çevre sorunları detaylı bir şekilde incelemiştir. Bu çalışmada, bölgedeki tüm su kaynaklarının potansiyeli ve hidrokimyasal değişimleri incelenmiştir.

(Alaş ve diğ., 2002) yaptıkları çalışmada, Ocak-Mayıs 2001 tarihleri arasında Mamasun Baraj Gölü (Aksaray)'nü besleyen kaynaklarda tespit ettikleri istasyonlardan, aylık alınan

numunelerde yaptıkları analizleri değerlendirmişlerdir. Sonuçta, kaynakların çoğunlukla I. Sınıf su kalitesinde olduğunu ve arıtma işleminden sonra içme suyu olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

(Sümer ve diğ., 2001) yaptıkları çalışmada, Karadeniz Bölgesi'nde bulunan ve İstanbul su temini projesi kapsamında olan Büyük Melen Nehri ve kolları üzerindeki 8 noktadan her ay alınan su örneklerinde yaptıkları analizleri değerlendirmişlerdir. Buna göre, Büyük Melen Nehri'nin kollarından Asar Suyu'nun kalitesi III. sınıf, Küçük Melen'in II. sınıf, Aksu ve Uğur Suyu'nun I. Sınıf, Büyük Melen'in su kalitesinin ise II. sınıf olduğunu tespit etmişlerdir.

(Bayram ve diğ., 1997) yaptıkları çalışmada Kızılırmak Deltası'nın doğu bölümündeki drenaj kanalları ve Kızılırmak Nehri kalite parametrelerini inceleyerek, kirletici kaynaklarının etkisini belirlemişlerdir. Bu amaçla Haziran 1994-Mayıs 1995 tarihleri arasında drenaj kanalları ve Kızılırmak Nehri'nden 28 örnekleme noktasından aylık numuneler alınarak çeşitli parametreleri incelenmiştir. Amonyak, nitrit, nitrat ve toplam koliform tayinleri yaparak Kızılırmak Deltası'ndaki yüzey sularının kirliliğini belirlemişlerdir. Organik kirlenmenin en fazla olduğu Badut Kanalı'ndaki kirlenme sebepleri üzerinde durulmuş ve kirlenmenin önlenmesi için alınacak tedbirleri önermişlerdir.

BÖLÜM 2

AKARSU ÖZELLİKLERİ VE SU KALİTESİ

2.1 Akarsuların Özellikleri

Akarsuların fiziksel kimyasal ve biyolojik özellikleri kullanım amaçlarına bağlı olarak aynı zamanda kalite tanımlamasında da kullanılan kalite parametrelerini oluşturmaktadır. Gerek doğal olaylar gerekse insan faaliyetleri neticesinde bu özelliklerde meydana gelebilecek değişiklikler suyun kullanım amaçlarına uygunluğunu etkiliyorsa kalitesini de etkileyecektir. Dolayısıyla kalite tanımlaması ya da kirlenme kontrolü çalışmalarından önce su kaynaklarının doğal özelliklerinin bilinmesinde fayda vardır. Bu özelliklerin tespit ve takip edilmesi kalite değişimi ya da kirlenme tespiti çalışmalarında referans olarak kullanılacaktır.

2.1.1 Akarsuların fiziksel özellikleri

2.1.1.1 Askıdaki katı maddeler bulanıklık ve ışık geçirgenliği

Akarsuların zemin üzerindeki hareketi esnasında zemin bünyesinde bulunan kil, kum ve diğer organik maddeler askıda veya çözülmüş olarak suyla taşındıkları gibi bitki atıkları ve mikroorganizmalar da suya karışırlar. Doğal akarsularda çözülmüş iyon konsantrasyonu yüksek olmasına karşın renk görülmez. Akarsuların memba kısımları genellikle berraktır. Bulanıklık ise akarsuların akım hızlarına ve aktıkları yatak özelliğine bağlı olarak değişebilmektedir. Bulanıklık, akarsularda yağışlı mevsimlerde en yüksek değerlerine ulaşır. Bulanıklığın yoğun olmadığı akarsularda planktonlar gelişerek suyun yeşil görünmesine neden olabilir. Akarsuların çoğu akış esnasında oldukça fazla alüvyon ve asılı parçacıklar taşıdığından bulanık görünürler. Akarsuların biriktiği ve akım hızının azaldığı derin kısımlarda ise bulanıklık minimum seviyededir.

Askıdaki katı maddelerin konsantrasyon değerleri bulanıklık ve ışık geçirgenliğini etkiler. Askıdaki katı maddeler, örnek su numunesi süzülürken filtre üzerinde kalan toplam maddedir. Askıdaki katı maddeler; silt, kil, organik yapıdaki küçük partiküller, inorganik maddeler, çözünebilir organik bileşikler, planktonlar ve diğer mikroskobik organizmalardan oluşur. Bulanıklık küçük partiküllerin suda dağılmasıyla oluşur.

Işık geçirgenliği suda ışığın ulaşabildiği derinliğin bir ölçüsüdür. Bulanıklık ve ışık geçirgenliği biyolojik aktivitelere ve akışla taşınan partiküllere göre değişebilir. Aşırı yağışlar neticesinde bulanıklıkta anlık değişimler görülür. Askıdaki katı maddeler, bulanıklık ve ışık geçirgenliği suyun içme suyu özelliğine kötü etki yaptığı gibi ekosistem içinde özellikle balıklar olmak üzere tüm canlı hayatı olumsuz etkiler (Polat,1998). Genellikle sular %4' ten daha fazla süspansiyon halde katı madde içerdiği zaman bu maddelerin olumsuz etkileri görülmeye başlanmaktadır.

Bulanık sular balıkların gözlerinin küçülmesi veya körelmesine derilerinin süspansiyon maddeleri toplayan mukus salgısı ihtiva etmesine ve solungaç yapraklarının deforme olmasına neden olur. Yapılan araştırmalarda bulanıklığın yüksek olduğu kirliliği yüksek olan bölgelerde bentik tür sayısının çok düştüğü gözlenmiştir (Barlas,1995).

2.1.1.2 Sıcaklık

Akarsuların ısınmasının başlıca etkeni güneş ışınlarıdır. Bulutsuz günlerde arka arkaya birkaç gün bir seri sıcaklık ölçümleri yapılırsa düzenli olarak sabah saatlerinde en düşük ve öğleden sonra en yüksek sıcaklık değerleri elde edilecektir. Bulutlu günlerde sabah ve öğle saatleri arasındaki sıcaklık farkı azalacaktır. Akarsuların sıcaklığı taşıdığı alüvyon konsantrasyonuna ve akarsu yatağının genişliğine bağlı olarak da değişir. Geniş yataklarda daha fazla su kütlesi güneş ışınları ile temas eder ve su içerisindeki alüvyonlar daha fazla ısı emerek ısınmayı artırır. Kirli akarsularda akım boyunca ani sıcaklık değişimleri görülmez. Ani sıcaklık artışları, organize sanayiden ve diğer sanayi kurumlarından gelen soğutma sularını derelere deşarj edilmesinden dolayı meydana gelmektedir (Tünay, 1996).

Bir akarsuyun büyüklüğüne ve su sıcaklığındaki dalgalanmaya bakarak, küçük akarsularda daha fazla sıcaklık değişimi olduğu ve çevre koşullarından daha fazla etkilendikleri söylenebilir. Yıl boyu görülen bu dalgalanmalar buz altında en aza iner. Özellikle küçük derelerde büyük sıcaklık değişimleri olduğundan birkaç kez yapılan sıcaklık ölçümleri günlük ortalama sıcaklık durumunu göstermez.

Akarsuların çoğu sığ olduğundan ve türbülans sebebiyle termal tabakalaşma görülmez. Ancak nehirlerin bazı yerlerinde oluşan göletlerde bazen tabakalaşma olabilir. Bazen de akarsuyun üst havzasında sıcak kaynaktan gelen nispeten ılık sular serin suyu olan gölete karışır, bu durumda yoğunluğu daha az olan ılık su alttaki daha yoğun suya karışmaksızın yüzeyden akmaya devam eder.

Genellikle akarsu ortamlarının sıcaklığı durgun su kütlesi olan göllerden çok farklıdır. Akarsu sistemlerinin tüm derinliklerinde sıcaklık hemen hemen aynıdır. Derin nehirlerde bile yüzey ve dip arasındaki sıcaklık farkı önemsizdir. Akarsulardaki su sıcaklığı, göllerden farklı olarak atmosfer sıcaklığını yakından izler ve akarsularda termal tabakalaşma görülmez (Cirik ve diğ., 1995).

Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik, kimyasal ve diğer fiziksel olayları etkiler. Böylece, pek çok değişkenin konsantrasyonu değişmektedir. Suyun sıcaklığı arttığında kimyasal reaksiyonların hızı ve süreci artmaktadır. Ayrıca, suyun sıcaklığının artması O₂, CO₂, N₂, ve CH₄ gibi gazların suda çözünürlüğünü azaltmaktadır. Sucul organizmaların metabolik hızı sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık, sularda organizmaların solunum hızının artmasına, organik maddelerin daha hızlı bozulmasına ve oksijen tüketiminin artmasına neden olmaktadır (Uslu ve diğ., 1987).

2.1.1.3 Çözünmüş oksijen

Akarsularda çözünmüş oksijen konsantrasyonu suyun sıcaklığı, atmosfer basıncı ve sudaki çözünmüş madde konsantrasyonunun etkisi ile değişebilmektedir. Akarsularda oksijen kaynağı atmosfer ve sudaki klorofilli bitkilerin fotosentez faaliyetleridir. Yer altı sularında akarsulara oksijen kazanımı yok denecek kadar azdır. Hatta çözünmüş oksijen konsantrasyonu düşük olan bu yer altı suları, akarsuların da çözünmüş oksijen konsantrasyonunu düşürmektedir. Atmosferden oksijen girişi suyun akıntısı ile meydana gelen türbülans sonucunda havadaki oksijenin su içerisinde çözünmesiyle olur. Oksijen kazanımı akıntının fazla olduğu yerlerde ve şelalelerde maksimumdur. Buralarda oksijen doygunluk değerine ulaşır. Ayrıca oksijen sıcaklıkla da yakın ilişkilidir. Sıcaklık arttıkça gazların sudaki çözünürlüğü azalacağından sıcak su sıcaklığının arttığı yerlerde ve yaz aylarında sudaki çözünmüş oksijen değeri düşer. buna karşılık akarsuların yüksek ve soğuk kısımlarında ve kış aylarında oksijen doygunluk değerindedir. Az bulanık sularda bitkiler, fotosentezle gün boyu suya oksijen sağlarlar. Su içinde taban yapısında tutunmuş zengin alg toplulukları, suda serbest yüzen algler ve su içinde yetişen yüksek bitkiler, özellikle güneşli günlerde suya bol oksijen sağlarlar. Gece ve kapalı havalarda bu oksijen, bitki ve hayvanların solunumları ile tüketilen oksijene eşit olur.

Bir suda bulunan oksijen miktarı ile, doygunluk durumunda bulunması gereken miktar arasındaki farka “doygunluk açığı” adı verilir. Bu açık, suda organik maddelerin aerobik parçalanması sonucu oksijen kullanılmasından kaynaklanır. Nehir aşağıya doğru akarken,

kaybettiği oksijeni atmosferden akıntı ile geri kazanır ve alınan oksijenin nehirdeki dağılımı türbülansla sağlanır. Belli bir su kütlelerinin yeniden oksijenlenme oranı birçok etkene bağlıdır. Bunlar arasında sıcaklık, türbülans, suyun derinliği, doygunluk açığının miktarı ve çürüme olayları için o andaki oksijen ihtiyacı sayılabilir (Cirik ve diğ., 1995).

Normal koşullarda akarsular, doygunluk düzeyine çıkabilen yüksek oksijen yoğunluğuna sahiptir. Oksijen içeriğini çeşitli derecelerde azaltan etkenler de vardır. Bunlar; organik maddeleri parçalanması, solunum, fotosentez olmayışı, sıcaklık, atmosfer basıncı, inorganik reaksiyonlar ve düşük oksijenli derelerin karışması olarak sayılabilir.

Akarsuların yıllık oksijen döngüsü sıcaklıkla yakın ilgilidir. Ilıman iklimle küçük veya büyük akarsularda oksijen içeriğinin genellikle kışın en yüksek ve yazın en düşük değerde olduğu görülmüştür. Sıcaklık ve oksijen yıl boyunca birçok faktörden etkilenir, küçük ve yavaş akan nehirlerde gün kısıtlılığı buz ve kar örtüsü nedeniyle kışın fotosentez engellendiğinden kısa bir süre oksijen varlığında bir durgunluk gözlenebilir. Yaz sonuna doğru oksijenin daha fazla azalmasının birçok nedeni vardır. Yaz sonunda en yüksek dereceye ulaşan sıcaklık artışı ortamdaki gaz miktarını azaltır. Yine sıcaklık artışı neticesinde organik maddelerin biyolojik olarak parçalanma reaksiyonlarının hızının artması da oksijen sarfiyatını artırmaktadır (Cirik ve diğ., 1995).

Çözünmüş oksijen konsantrasyonunun tayini su kalitesi çalışmalarında çok önemlidir. Çünkü oksijen su kaynaklarındaki biyokimyasal reaksiyonlar üzerinde çok etkilidir. Oksijen konsantrasyonunun 5mg/lt' den az olması biyolojik toplulukların fonksiyonlarını kötü yönde etkiler hatta ölümlerine sebep olur. Ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendi kendini ne ölçüde temizleyebileceğini ifade eder.

2.1.1.4 Elektriksel iletkenlik (EC)

İletkenlik, suyun elektrik akımını iletebilmesinin bir ölçüsüdür. Sularda mineral asitler olmak üzere çözünmüş katılardaki değişimi ifade eder. Toplam çözünmüş katı madde (TDS), iletkenlik değerinin %0,55-%0,75 arasındadır (Polat,1998).

Kirlenmemiş akarsularda iletkenlik değeri 10 ile 1000 μ S/cm arasında değişmektedir. Bu değer kirlenmiş sularda veya topraktan aşırı miktarda minerallerin çözündüğü sularda 1000 μ S/cm değerini aşar. Su kaynaklarına evsel yada endüstriyel atıksuların ve sulamadan gelen suların deşarj edilmesi iletkenliğin artmasına sebep olur.

2.1.1.5 Toplam çözünmüş katı madde

Toplam çözünmüş katı maddeler su içerisinde çözünmüş olan tuz ve minerallerin tamamını ifade etmektedir. Bir akarsu havzasının bölgesel karakterine göre katı madde içeriği çok değişir. Genellikle hareketli sular durgun sulara göre daha fazla tuz ve daha az azot içerirler. Küçük nehirlerde havzanın jeokimyasal yapısı ve yağmur nedeniyle yüzeysel suların mevsimsel değişimi suyun içeriğini etkiler. Büyük nehirlerin suları ise, ortalama bir değer söylenebilecek kadar tek düzelik gösterir.

Yüzeysel suların çözünmüş katı madde içeriği; pH, çözünen maddenin yapısı ve sıcaklıkla değişir. Çözünmüş madde içeriğinin fazla olması suların hem içme ve kullanma suyu olarak hem de sulama suyu ve endüstri suyu olarak kullanımını engeller. İçme sularında toplam çözünmüş katı madde içeriğinin 500 mg/lt değerini geçmemesi tavsiye edilir (T.S.E., 1984).

2.1.1.6 Su hareketleri (Akıntılar)

Akarsu akıntılarının en belirgin özelliği tek yönlü olmasıdır. Akıntı hızı bir çok etkene bağlı olarak en yüksek değere çok dik şelalelerde ve en düşük hıza eğimin en aza indiği yerlerde ulaşır. Akıntı hızının iki eksterm durumu da tek bir akarsuda görülebilir. Bazı akarsular tüm uzunluğu boyunca yavaş akarken bazıları da tüm havzasında hızlıdır. En yüksek hız değeri derinliğin ilk 1/3'ünde görülür (Cirik ve diğ., 1995).

Göllerde akıntıların oluşmasında başlıca etken rüzgardır. Buna karşılık akarsularda su akıntısının başlıca sebebi yer çekimidir. Yer yüzeyindeki eğim boyunca su yer çekiminin etkisiyle en alçak düzeyi arayarak ve en az dirençli yolu izleyerek akar.

Nehir akıntılarının en belirgin özelliği çözünmüş maddeler, asılı maddeler ve canlı organizmaları taşımasıdır. Suyun bu maddeleri taşıma kapasitesi akımın türbülanslı oluşuna da bağlıdır. Bu taşıma türbülanslı olmayan sularda görülürse de türbülanslı sularda en yüksek değere ulaşır. Türbülant akıntı akarsularda kanalın enine kesit alanı boyunca her yerde aynı değildir. Bazı bölgelerde türbülans en fazla görülürken buradan yüzeye ve dibe doğru olan bölgelerde azalır. Ayrıca akımın fazla olması atmosferden oksijen kazanımını artırdığından dolayı akarsuyun kendi kendini yenileme sürecini hızlandırır.

2.1.2 Akarsuların Kimyasal Özellikleri

2.1.2.1 pH

pH sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun eksi logaritması olup suyun asit dengesini ifade eden bir parametredir. Sulardaki birçok biyolojik ve kimyasal olaylar pH değerinden etkilenir. pH'ın sudaki değerinin 6'nın altında olması durumunda sular asit karakter kazanır, 8,5'in üstünde olması durumunda da sular alkali özelliktedir. Her iki durumda sudaki canlı yaşamını olumsuz yönde etkiler (Uslu, 1998).

Asidite genellikle sularda az iyonlaşan karbonik asitten, demir ve alüminyum tuzlarının hidrolizinden ve mineral asitlerden meydana gelir. Kirlenme sonucu meydana gelmiş ise kaynakları asit yağışları ve endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan atıksulardır.

Alkalinite doğal sularda HCO_3 , CO_3 ve OH iyonlarından oluşur. Pek çok doğal su kaynağı zayıf asit-baz karakterinde olup asidite veya alkalinite içerirler (Karpuzcu, 1991).

2.1.2.2 Tuzluluk

Yüzey ve yer altı suyunun akımları sırasında, zeminde bulunan pek çok inorganik tuzlar çözülerek, akım yolu boyunca taşınmaktadır. Sularda doğal olarak en sık rastlanan tuzlar, kalsiyum, magnezyum ve sodyumun bikarbonat, sülfat ve klorürleri'dir. Çeşitli tuzların sudaki çözünürlüğü önemli değişimler gösterir. Bazı tuzların sudaki doygunluk derişimleri oldukça düşüktür. Buna karşın, diğer tuzlar "örneğin NaCl " suda olağanüstü yüksek çözünürlük göstermektedir (Uslu ve diğ., 1987).

Sulardaki tuzlanma suyun içme suyu olarak kullanımını güçleştirir. Akuatik yaşama etkisi ise daha çok osmotik olaylarla olur. Normalde canlı hücrelerindeki tuzlu su ile ortamdaki su arasında bir denge vardır. Ancak su ortamının tuz derişimi artarsa canlı bünyesindeki su boşalır ve canlı ölür. Birçok tatlı su balığının bu olay neticesinde öldüğü bilinmektedir. Tuz konsantrasyonu fazla olan suların sulamada kullanımı da mümkün değildir. Çünkü tuzlanmış sularla sulanan topraklarda da tuz konsantrasyonu artacak ve toprak çoraklaşacaktır.

2.1.2.3 Besi elementleri (N-F)

Azot ve fosfor bileşikleri, su kaynaklarında görülen besleyici unsurların en önemlilerini oluştururlar. Anılan bileşiklerin konsantrasyonu sınır değerlerin üzerine çıkması

durumunda durgun sularda ve göllerde ötrofikasyona neden olurlar. Bu şekilde kirlenmiş su kaynakları etrafa kötü koku yaymakta olup içme suyu için elverişli değildir. Ötrofikasyona uğramış su kaynaklarında bataklık tehlikesi olmaktadır. Su kaynaklarından en etkin bir şekilde yararlanılabilmesi için su kaynaklarına besi elementi akışının önlenmesi gerekmektedir (Polat, 1998).

Azot, canlı organizmalar açısından yaşamsal değere sahip proteinler için gereklidir. Bitkiler ve mikroorganizmalar inorganik azotu organik yapılara dönüştürürler. Sucul ortamda azot, nitrat, nitrit, amonyum ve moleküler azota çevrilir. Azot ve fosfor yüzeysel sulara, tarım faaliyetleri evsel ve endüstriyel atıksular ve kısmen de tabii olaylar neticesinde karışır.

2.1.2.4 Amonyak (NH₃)

Amonyak su ve topraktaki organik ve inorganik maddelerin parçalanmasından, canlıların biyolojik atıklarından, mikroorganizmalar tarafından sudaki azotun indirgenmesinden ve atmosferdeki azotun suda çözünmesi sonucu oluşur. Aynı zamanda bazı endüstri kuruluşları ile belediyelerin su kaynaklarına yaptıkları atıksu deşarjlarından kaynaklanır. Yüksek amonyak konsantrasyonunda pH sucul hayata toksik etki yaparak suyun ekolojik dengesini bozar. Sudaki serbest amonyak, balıklarda merkezi sinir sistemi ile kan dolaşımını olumsuz yönde etkilemektedir. Amonyak konsantrasyonunun 0,2-2 mg/l arasında olmasının balıklar için zararlı olduğu bilinmektedir (Polat,1998).

Sulu çözeltilerde iyonize olmamış amonyak amonyum iyonu ile denge halindedir. Amonyak pek çok metal iyonu ile kompleks oluşturur ve kolloidal partiküller, askıda katı maddeler ve dipteki sedimentler tarafından adsorblanır. Aynı zamanda dipteki sediment ile onun üzerindeki su tabakası arasında yer değiştirir. Amonyak pH, sıcaklık ve toplam amonyak konsantrasyonuna bağlıdır. Kirlenmemiş sular küçük miktarda amonyak ve amonyak bileşikleri içerirler. Genellikle amonyak azotu konsantrasyonu 0,1 mg/l'ten daha azdır. Yüzeysel sularında ölçülen toplam amonyak konsantrasyonu 0,2 mg/l azottan daha azdır, fakat 2-3 mg/l azota ulaşabilir. Suda daha yüksek konsantrasyonlu amonyak görülmesi evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı organik kirleticiler vasıtasıyla olur ki bu da, suda organik kirleticiler için yararlı bir göstergedir.

Yüzeysel sularda amonyum derişimlerinin yüksek olması halinde bir çok güçlükle karşılaşılabılır.

- Suların dezenfeksiyonu sırasında klor tüketimi olağanüstü derecede artmakta ve kanserojen olma ihtimali yüksek olan klorlu organik maddeler ortaya çıkmaktadır.
- Amonyak içeren içme suları dağıtım şebekelerinde bakteri büyümesine sebep olmaktadır.

Sayılan bu nedenlerden dolayı içme suyu temini amacıyla kullanılacak olan yüzeysel sulara amonyum konsantrasyonunun 0,2 – 1,5 g/m³ arasında olması istenmektedir. Bu sınır değerleri sağlayabilmek için o suyun toplama havzasında bulunan arıtma tesislerinde tam nitrifikasyona gidilmesi gerekmektedir (Uslu ve diğ., 1987).

Kirlilik, NH₄⁺ bileşiklerinin yoğunluğunu artırır, bu da belli sınırlarda, biyolojik verimliliği artırır. Ancak bazı NH₄⁺ bileşiklerinin fazlası nehir canlıları için zehirli olabilir. Yüksek azot yoğunluğu bitki popülasyonlarının en düşük olduğu, kış ve ilkbahar selleri sırasında görülür. Azotu ortaya çıkaran seller, nehir yataklarındaki kayalardan algleri söktüğünden azottaki geçici artış sırasında tüketimi azaltır. Azotun çabuk azalmasında sel sularının etkisi vardır. Akıntısı düzenli nehirlerde azot, bitkiler tarafından kullanıldığından, ilkbahar ve yazın azalmaya başlar ve azalma yaz sonuna doğru sürer (Cirik ve diğ., 1995).

2.1.2.5 Nitrat ve nitrit (NO₃-NO₂)

Nitrat; toprakta, çoğu sulara ve bitkilerde önemli miktarlarda bulunur. Nitritler de nitratlardan çok daha az seviyelerde bulunur. Yüzeysel sularına gelen nitratın doğal kaynakları volkanik kayalar, toprak, bitkiler ve ölü hayvanlardır. Ancak kanalizasyon ve endüstriyel atık sular atık depolama sahalarından kaynaklanan atık sular ile sağlık merkezlerinden gelen atık sular nitrat konsantrasyonunu artırır. Tarım alanlarında kullanılan nitratlı gübreler önemli bir nitrat kaynağıdır. Sucul bitkilerin büyümesi ve çürümesi mevsimsel olarak nitrat miktarında değişmelere neden olur. Çünkü nitrat sucul bitkiler için gerekli besleyicilerdendir (Polat, 1998).

Yüzeysel su kaynakları insan faaliyetleri sonucunda kirlendiğinde nitrat azotu konsantrasyonu 5 mg/lt'yi geçer. Ancak genellikle 1 mg/lt'den azdır. 5 mg/lt'den daha fazla nitrat azotu olması suyun insan ve hayvan atıklarıyla ve tarımsal gübre atıklarıyla kirlendiğini gösterir. Aşırı kirlenme durumunda nitrat konsantrasyonu 200 mg/lt'ye kadar ulaşır.

İçme sularında nitrat konsantrasyonunun 500 mg/lt değerini aşması halinde yetişkinlerde bağırsak, sindirim ve idrar sistemlerinde iltihaplanmalar görülmektedir. İçme sularında yüksek nitrat derişimleri bebeklerde methaemoklobinaemi hastalığına neden olmaktadır. Altı aydan küçük bebeklerde mide asitleri oluşmamaktadır. Bu ortamda nitratlar nitrite indirgenmekte ve sindirim sisteminde oluşan nitrit kandaki hemoglobin ile reaksiyona girerek methemoglobin oluşmaktadır. Bu arada hemoglobinin içerdiği Fe⁺³'e yükseltgenmekte ve böylece kan oksijen taşınım işlevini yitirmekte, bunu sonucunda bebekler boğularak ölmektedir. İlerleyen yaşlarda bu etki midedeki asiditenin artması sonucu ortadan kalkmaktadır (T.E.H.D., 1984).

Sulardaki nitrat azotunun 46 mg/lt'yi aşması durumunda sucul canlılarda solunum güçlükleri ve boğulmalar görülür. Tatlı sularda nitrit konsantrasyonu genellikle düşük olup 0,001 mg/lt nitrit düzeyindedir. Ancak bazı durumlarda 1 mg/lt nitritten daha yüksektir (T.E.H.D., 1984).

Nitrat genellikle anaerobik koşullar altında denitrifikasyon işlemiyle nitrite indirgenir. Nitrit iyonu da çok hızlı bir şekilde oksitlenerek nitrata dönüşür. Yüksek nitrit konsantrasyonu genellikle endüstriyel atıkların belirtisi olup mikrobiyolojik aktivitenin zayıf olduğunu gösterir. Su kaynağında nitrit ve nitratın toplamı besleyicilerin durumunu ve organik kirlenmenin seviyesini verir. Sonuç olarak besleyiciler ve organik kirlenme temel su kalitesi etütlerini, suyun hangi amaçlarla kullanılabileceğini ve ayrıntılı olarak organik veya önemli endüstriyel girdilerin etkilerini belirleyen programlara yön verir. Nitratın yüksek seviyeleri potansiyel sağlık riski oluşturduğundan içme suları kaynaklarında ölçülmelidir.

2.1.2.6 Çözünmüş gazlar

Sularda bulunan başlıca gazlar, H₂, N₂, CH₄, O₂, CO₂, H₂S, SO₂ ve NH₃'dir. Sularda çözünen gazların cinsi ve miktarı bölgelere, sıcaklığa, suyun doygunluk derecesince bağlı olarak değişmektedir. Örneğin yoğun sanayi bölgelerinde, havada bulunan CO₂ ve SO₂ düzeylerindeki artışa bağlı olarak yağmur damlacıklarının ve su kaynaklarının konsantrasyonu da artmaktadır. Sularda çeşitli gazların doygunluk derecesi, sıcaklığın azalması ile birlikte artmaktadır (Uslu ve diğ., 1987).

Karbondioksit oksijene oranla suda çok fazla çözünür. Ayrıca sıcaklık ve basınç gibi doğal şartlar, fotosentez ve solunum karbondioksitin sudaki çözünürlüğünde etkilidir. Bol bitkili

akarsularda CO₂ yoğunluğu gün boyu en düşük düzeyde seyrederken sabahın erken saatlerinde en yüksek düzey ulaşır. Ayrıca sudaki alkalinite ve sertlik de CO₂'in çökmesine neden olur. Organik madde nedeniyle bulanıklığın yoğun olduğu yavaş akan nehirlerde yüksek CO₂, konsantrasyonu bakterilerin faaliyeti nedeniyle oksijenin azaldığı zamanlarda meydana gelir (Cirik ve diğ., 1995).

Akarsulardaki çözünmüş karbondioksit pH değerinin de değişiminde etkin rol oynar ve pH'ın düşmesine sebep olur. Akıntı pH'ın en uzun mesafede aynı kalmasını sağlar. Genellikle akarsularda pH 6,5-8,5 arasındadır. Karbondioksit ve PH ile ilgili olarak göl ve akarsulardaki durumu şöyle özetleyebiliriz:

- pH çözünmüş CO₂ ile ters HCO₃⁻² doğru orantılıdır.
- Suda serbest CO₂'in bulunup bulunmadığı kritik değer pH'ın 8 olduğu durumdur, bunun üzerinde serbest CO₂ yoktur.
- Serbest CO₂'in bulunmayışı bazı alg ve yüksek bitkilerin fotosentezini sınırlamaz, özellikle çok yüksek pH değerlerinde bazı bitkiler karbonatlardaki CO₂ yararlanmaya uyum sağlamışlardır (Cirik ve diğ., 1995).

Organik maddelerin yakılmasından çıkabilen CH₄, H₂S ve diğer gazlar, yavaş akan nehirlerin durgun kısımlarında çok yoğun olarak bulunabilir. Ancak akan suyun neden olduğu türbülansla karışır ve etkisiz hale geçerler. Kirlenmiş akarsularda ya da taban çamuru oluşmuş akarsularda oksijen konsantrasyonunun azaldığı ya da bittiği durumlarda sularda anaerobik şartlar oluşur. Anaerobik parçalanmanın ürünü olarak da bu gazlar meydana gelir ve su kalitesini olumsuz yönde etkilerler.

2.1.2.7 Demir ve mangan (Fe-Mn)

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 ve diğ., 1995).

Demir de mangan gibi, tedrici olarak zehirsiz sayılmaktadır. Buna rağmen sulardaki yüksek demir konsantrasyonu mikrofloranın büyük ölçüde değişmesine neden olur. Demir

oksit, demir hidroksit ve iki değerlikli demir bileşikleri fazla zararlı değildir. Çeşitli demir bileşikleri sert olmayan sularda pH'ı düşürmek suretiyle balıklara zehir etkisi yapmaktadır. Demir hidroksit, balıkların solungaçlarını tıkayarak ölmelerine sebep olur. 1 mg/lit Fe balıklar için zararlı bir konsantrasyondur. İçme sularında ise 0,5 mg/lit Fe, renk ve tat ile anlaşılabilir bir konsantrasyondur (Topbaş ve diğ., 1998).

Mangan ve demir ağır metaller arasında en zehirsiz metaller sayılırlar. Katyon olarak manganın stabilite sınırı alabalık için 75 mg/lit; sazanlar için 600 mg/lit'dir. Litrede 0,5 mg demir ve mangan içeren içme suları mürekkep tadını vermektedir (Topbaş ve diğ., 1998).

2.1.2.8 Diğer elementler

Diğer elementler olarak bakır, kurşun, cıva, siyanür vb. ağır metalleri sayabiliriz. Bunların çoğunluğu sularda eser konsantrasyonlarda bulunurlar ve toksik etkileri ile tanınırlar. Yüzeysel sulara toprak ve yer kabuğundan aşınma ile karışmaktadırlar. Eğer konsantrasyonlarında önemli artışlar tespit edilmiş ise endüstriyel kirlenmenin en önemli göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

Siyanür organik ve inorganik formda yaşamdan endüstriye her yerde bulunur. Siyanür yaşam sürecinin bir parçasıdır. Ayrıca altın ve gümüş çıkarma işlemlerinde de kullanılır. Siyanür pH'm 8,5 ve daha yüksek seviyesinde daha az toksik forma dönüşür.

Siyanür hücreler tarafından absorblandığında hücrelerin oksijen absorblama kapasitesini azaltır. Hücrelerin enerji teminini engeller. Atar ve toplar damarların hücrelerinde oksidasyon işlemini engeller ve anaerobik ortamda laktik asit birikimine neden olur. Siyanürün düşük dozlarda bile hayvanların beyinde laktik asit oranı yükseldiği ve bunu takiben koma, beyin sarsıntılarına neden olduğu belirtilmektedir. İnsanlar için genellikle 50-60 mg ölüm dozudur. Günlük 2,9-4,7 mg siyanür dozuna maruz kalan insanlarda önemli hasarlar olmadığı gözlenmiştir. İçme sularındaki müsaade edilen değeri 0,05 mg/lit'dir (WHO, 1984).

Dünyada nehir ve göllerde doğal kurşun bileşikleri 1-10 mg/lit düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir. İçme suyundaki kurşun miktarı kullanılan kurşun şebeke ve musluklardan dolayı artmaktadır. Uzun süre kurşuna maruz kalındığında kurşun kana ve dokulara geçerek kemiklerde birikim meydana getirir. Kandaki ve kemiklerdeki kurşun yarılanma süresi tahminen 2-4 haftadır. Yüksek dozda kurşunun zehirli olduğu yıllardır bilinmekte

sinirlilik, zayıflama, hastalık, yorgunluk, çocuklarda davranış bozukluğu zehirlenmenin bazı belirtileridir (WHO, 1984).

Çevredeki civanın ana kaynağı yerküredir. Yılda 25000 – 150.000 ton civa serbest bırakılır. Çoğu yüzeysel sulara, civa en çok hidroksit ve klorit formunda bulunur. Miktarı da genellikle 0,001 mg/lt'den azdır. Kirletilmiş nehir ve göllerde 0,03 mg/lt'ye kadar çıktığı bildirilmiştir. Organik ve inorganik civa bileşiklerinden kaynaklanan civa zehirlenmesinin en önemli etkileri nörolojik ve böbrek rahatsızlıklarıdır (WHO, 1984).

Toprak içerisindeki bakır coğrafi etkenlere bağlıdır. Yiyeceklerde bulunan bakır miktarı topraktaki miktarla orantılıdır. İçme suyundaki bakır konsantrasyonu 0,01 – 0,5 mg/lt dir. Bakır insanlar için faydalı bir elementtir. Alyuvarların oluşumunda rol alan dokulardaki demirin bırakılması, kemiklerin gelişiminde, merkezi sinir sistemi ve dokuların bağlanması rol alır (WHO, 1984).

Akarsularda daha pek çok iyon bulunur. Bunları oranı suyun aktığı toprağın kimyasal yapısına ve ekolojik önemine bağlıdır. Akarsular yataklarının jeolojik yapısı, iklim özellikleri, akım rejimleri, beslendikleri kaynaklar ve çevre şartlarına bağlı olarak değişken özelliklere sahip olmaktadır. Doğal akarsular için bazı kalite parametrelerinin tipik değerleri Çizelge 2.1'de verilmiştir (Uslu ve diğ., 1987).

Çizelge 2.1 Doğal akarsular için kalite parametrelerinin tipik değerleri

Parametre	Değer aralığı
Askıda katı maddeler	10 – 100 mg/lt
Kolloidal maddeler	1 – 10 mg/lt
Çözünmüş oksijen	5 – 10 mg/lt
Çözünmüş karbondioksit	2 – 10 mg/lt
Çözünmüş tuzlar	100 – 1000 mg/lt
PH	6,5 – 8
Çözünmüş organik maddeler	2 – 10 mg/lt

2.1.3 Akarsuların Biyolojik Özellikleri

Akarsulardaki taşlar yakından incelendiğinde üzerlerinin yapışıcı mikroorganizmalar tarafından kaplandığı görülür. Bu canlılar biyolojik bir örtü oluştururlar. Bu örtü suyun kaynağına yakın kısımlarında çok çeşitli organizmalardan oluşmadığı halde, aşağı kesimlerde akarsuyun besleyici tuzlarca zenginleşmesi ve durgunlaşması sonucu giderek

değişik organizmaların katılımıyla zenginleşir. Ayrıca canlı organizmaların niteliği mevsimlere göre de değişmektedir. Taşlar üzerindeki bu canlı örtüsü diğer canlıların tutunmalarını kolaylaştırır ve diğer canlı örtüsü gelişir. Rotifera gibi birçok canlı larvaları bu örtüye takılır ve balıklarda bu larvaları yiyerek gıda zincirini oluştururlar.

Soğuk kaynak suları çıkış kesimlerinde hayvansal organizmalar yönünden oldukça fakirdir. Ancak yukarıdaki gibi primer ve sekonder canlı örtüsü geliştikten sonra alabalık ve diğer canlı türleri görülmeye başlar. Akım hızının az olduğu sularda ise organizmaların tutunma ve yaşam şartları kolaylaştığından bu tip sularda birçok büyük bolu bitki türleri görülür. Bir çok kaynaktan beslenen nehirlerde ise canlı türleri çok çeşitlidir. Nehirlerdeki canlı topluluğu nehir zemininin yapısına bitki örtüsüne ve akıntı hızına göre değişir. Mesela akıntının çok az olduğu kısımlarda plankton yoğunlu gözlenmiştir (Cirik ve diğ., 1995).

2.2 Akarsulardaki Kalite Parametreleri ve Sınıflandırması

2.2.1 Kalite parametreleri

Su kaynaklarından ve akarsulardan etkin bir şekilde faydalanabilmek için bu kaynakların kullanım alanlarının önceden belirlenmesi gerekir. Kullanım alanları belirlendikten sonra bu kullanım alanları için uygun özellikleri sağlayacak parametreler seçilir. Bu parametrelere göre de kullanım amacına zarar vermeyecek sınırlar ortaya konularak kriterler oluşturulur.

Ülkemizde akarsu kalitesi parametreleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde kıta içi yüzeysel suların sınıflandırılması bahsinde verilmiştir. Buna göre kıta içi yüzeysel sular dört sınıfa ayrılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre de kullanılacak alanlar tanımlanmıştır.

Bu sınıflandırmaya göre kalite parametreleri ve bunlara ait sınır değerler Çizelge 2.2' de verilmiştir. Kalite parametreleri ise fiziksel-kimyasal parametreler, organik parametreler, inorganik kirlenme parametreleri ve biyolojik parametreler olarak dört grupta toplanmıştır (S.K.K.Y.,1988).

Çizelge 2.2 Kıtaçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (S.K.K.Y.,1988)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
A- Fiziksel ve İnorg - Kimyasal Parametreler				
Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
PH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	8	6	3	<3
Klörür İyonu (mg/lt)	25	200	400 (a)	>400
Sülfat İyonu (mg/lt)	200	200	400	>400
Amonyum Azotu (mg/lt)	0,2 (b)	1 (b)	2 (b)	>2
Nitrit Azotu (mg/lt)	0,002	0,01	0,05	>0,05
Nitrat Azotu (mg/lt)	5	10	20	>20
Toplam Fosfor (mg/lt)	0,02	0,16	0,65	>0,65
Toplam Çözünmüş Madde (mg/lt)	500	1500	5000	5000
Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	>300
Sodyum (mg/lt)	125	125	250	>250
B- Organik Parametreler				
KOI (mg/lt)	25	50	70	>70
BOİ (mg/lt)	4	8	20	>20
Organik Karbon (mg/lt)	5	8	12	>12
Toplam Kjeldal - azotu (mg/lt)	0,5	1,5	5	>5
Emülsifiye Yağ ve Gres (mg/lt)	0,02	0,3	0,5	>0,5
Fenolik Maddeler (mg/lt)	0,002	0,01	0,1	> 0,1
Mineral Yağlar ve Türevleri (mg/lt)	0,02	0,1	0,5	> 0,5
Toplam Pestisid (mg/lt)	0,001	0,01	0,1	> 0,1
C- İnorganik Kirlenme Parametreleri				
Civa (µ g/lt)	0,1	0,5	2	> 2
Kadmiyum (µ g/lt)	3	5	10	> 10
Kurşun (µ g/lt)	10	20	50	> 50
Arsenik (µ g/lt)	20	50	100	> 100
Bakır (µ g/lt)	20	50	200	> 200
Krom (µ g/lt)		20	50	> 50
Kobalt (µ g/lt)	10	20	200	> 200
Nikel (µ g/lt)	20	50	200	> 200
Çinko (µ g/lt)	200	500	2000	> 2000
Siyanür (µ g/lt)	10	50	100	> 100
Flörür (µ g/lt)	1000	1500	2000	2000
serbest Klor (µ g/lt)	10	10	50	> 50
Sülfür (µ g/lt)	2	2	10	> 10
Demir (µ g/lt)	300	1000	5000	> 5000
Mangan (µ g/lt)	100	500	3000	> 3000
Bor (µ g/lt)	1000 (c)	1001 (c)	1002 (c)	> 1000
Selenyum (µ g/lt)	10	10	20	> 20
Baryum (µ g/lt)	1000	2000	2000	> 2000
Alüminyum (µ g/lt)	0,3	0,3	1	> 1
Radyoaktivite (pCi/lt)				
Alfa aktivitesi	1	10	10	> 10
Beta aktivitesi	10	100	100	> 100
D- Bakteriolojik Parametreler				
Fekal Koliform (EMS/100ml)	10	200	2000	> 2000
Toplam Koliform (EMS/100ml)	100	20000	100000	> 100000

(a) Klörüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limiti düşürülebilir.

(b) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu 0,02 mg/lt yi geçmemelidir.

(c) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/lt ye kadar düşürmek gerekebilir.

2.2.2 Kıtaıçi yüzeysel suların sınıflandırılması

Akarsular göller ve barajlar gibi tatlı su kaynaklarının sınıflandırılması (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği,1988)'ne göre başlıca dört gruba ayrılarak yapılmaktadır. Bu sınıflandırma;

Sınıf I : Yüksek kaliteli su

Sınıf II : Az kirlenmiş su

Sınıf III : Kirli su

Sınıf IV : Çok kirlenmiş su

(Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği,1988)'ne göre I, II, III ve IV'üncü sınıf suların kullanılabilceği yerler de şu şekilde sıralanmaktadır.

A - Sınıf I – Yüksek kaliteli su

- a- Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini
- b- Rekreasyon amaçlı kullanım (yüzme gibi vücut teması gerektiren dahil)
- c- Alabalık üretimi
- d- Hayvan üretimi çiftçilik ihtiyacı
- e- Diğer amaçlar

B - Sınıf II – Az kirlenmiş su

- a- İleri veya uygun bir arıtmayla içme suyu temini
- b- Rekreasyonel amaçlar
- c- Alabalık dışında balık üretimi
- d- Sulama suyu
- e- Sınıf I dışındaki bütün kullanımlar

C – Sınıf III – Kirlenmiş su

Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.

D – Sınıf IV – Çok kirlenmiş su

Yukarıda bahsedilen I, II ve III suların haricindeki suları ifade eder ve ancak alıcı ortam olarak kullanılabilir. Bu da kirlenmenin devamını sağlayacağından dolayı tercih edilmemelidir. Bu sulara yeni kirlenmenin engellenmesi ve iyileştirme çalışmalarıyla kalite artırılabilir.

2.3 Akarsu Kirlilik Kaynakları

Suları kirleten kaynaklar, yerel oluşumlarına göre, “noktasal” ve “yaygın” kaynaklar olmak üzere 2 gruba ayrılabilir.

Noktasal kaynaklar kent yerleşim alanlarından gelen kanalizasyon suları ve endüstriyel kuruluşlardan gelen atıksuların akarsulara bırakıldığı kaynaklardır. Yaygın kaynak ise tarım arazilerinde kullanılan gübrelerin nütrient bileşikleri (N, P) veya pestisitlerin yüzey akışlarıyla alıcı ortamları etkilenmesi olarak ifade edilebilir.

Noktasal kaynaklar doğrudan alınacak teknolojik önlemlerle (atıksu arıtma tesislerin kurulması gibi) kontrol altına alınabilirler. Yaygın atıksu kaynaklarının kontrolü daha güçtür. Bu kaynakların alansal özelliği nedeniyle, doğrudan teknolojik önlemlerle kontrol altına alınması yerine, planlayıcı ve yönlendirici önlemler tercih edilir. Gübre veya pestisit kullanımının kontrollü bir biçimde yapılması, arazi kullanımının planlanması, yerleşim ve endüstri yer seçimlerinin çevresel boyutlarının da dikkate alınması bu türden önlemlerdir.

Zaman zaman bu tür yönlendirici önlemler, noktasal kaynakların kontrolünde de kullanılabilir. Deterjan sorunu, buna bir örnek olarak gösterilebilir. Bilindiği gibi, deterjanlı atıksular kanalizasyon sistemleri aracılığıyla alıcı ortamlara ulaşabilmektedir. Bu atıksuların arıtılması halinde bile (noktasal kaynak kontrolü), bozunamayan aktif madde içeren deterjanlar arıtma tesislerinde bertaraf edilememekte ve alıcı su ortamlarına ulaşarak zararlı olabilmektedir. Böyle bir durumda, yaygın kaynaklarda uygulandığı gibi, planlayıcı ve yönlendirici önlemlere başvurmak gerekli olur. Pek çok ülke deterjan üretiminde, güç parçalanabilir aktif madde kullanımını yasaklamıştır.

2.4 Kirletici Türleri

Dünya Sağlık Örgütü'nce (WHO, 1984) tespit edilen yüzeysel sulardaki su kirleticileri aşağıdaki gibidir.

2.4.1 Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar

Suların hijyenik açısından kirlenmesine neden olan bu organizmalar, genellikle hastalıklı veya portör (hastalık taşıyıcı) olan hayvan ve insanların dışkı ve idrarlarından kaynaklanır. Bulaşıcı etki, ya bu atıklarla doğrudan temasla veya atıkların karıştığı sulardan dolaylı olarak gerçekleşir. En fazla evsel atıksulardan kaynaklanır. İçme suyu temini açısından burada sözü edilen hijyenik kirlenme, bu önemli sorunu oluşturmaktadır. Birçok bulaşıcı hastalığın yayılmasına sebep olurlar.

2.4.2 Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme

Ölmüş hayvan ve bitki artıkları ile tarımsal artıkların yüzeysel sulara karışması sonucunda ortaya çıkan kirlenmedir. Ayrıca evsel ve endüstriyel atık sularla da büyük miktarda organik madde yüzeysel sulara taşınır. Bu maddelerin alıcı su ortamlarında yarattıkları en büyük problem su içerisindeki mikroorganizmalar tarafından biyokimyasal parçalanmaya uğratılmaları sonucu kullanılan çözülmüş oksijendir. Organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından parçalanması aerobik ve anaerobik olmak üzere iki şekilde olmaktadır. Organik maddelerin Karışıkları sular durgunsa, bunlar suyun dibinde toplanırlar. Buna “sedimentasyon” veya “çökme” denir. Sedimentasyonla çöken organik maddeler içinde inorganik maddelerde bulunur.

Organik ve inorganik maddelerin bir karışımı olan sedimentler, bakteriler ve öteki organizmalar için iyi bir ortamdır. Böyle bir ortamda mikroorganizmalar suda çözülmüş oksijeni de kullanarak sediment içerisindeki organik maddeleri parçalar ve onlardan, H_2O , CO_2 , NO_3^- , SO_4^{2-} ve PO_4^{3-} meydana getirirler. Bu şekilde sedimentde bulunan organik maddeleri suda çözülmüş halde bulunan oksijen yanında mikroorganizmalar tarafından parçalanmasına “aerobik parçalanma” denir. Aerobik parçalanma çözülmüş halde bulunan oksijenin kullanılmasıyla olduğundan, sudaki çözülmüş oksijen konsantrasyonu azalır. Bu azalma, su tarafından havadan oksijen absorplanarak telefi edilmeğe çalışılır. Ancak, sudaki sedimentde organik madde çok ise, birim hacimde üreyen bakteri sayısı de çok olur ve havadan absorplanan oksijen, bakteriler tarafından kullanılan oksijeni karşılayamaz hale gelir ve söz konusu su birikintisinin oksijeni zamanla pratik olarak tükenir. Bu durumda aerobik bakteriler ölür ve onların yerini bu defa anaerobik (oksijensiz yaşayan) bakteriler alır. Bunlar da sedimentteki organik maddeleri parçalamaya devam ederler. Ancak bunların organik maddelerin parçalanmaları aerobik bakterilerin parçalanmalarından farklıdır. Bunların parçalanma reaksiyonları, aerobik bakterilerin reaksiyonlarının tersine indirgeme

reaksiyonları üzerinden yürür ve her iki şekilde parçalanın organik maddelerin parçalanma ürünleri birbirinden farklıdır. Anaerobik parçalanma sonucunda CH₄, H₂S gibi zararlı gazlar oluşur. Özellikle hidrojen sülfür çürük yumurta kokusunda korozyon etkisi olan bir gazdır.

Akuatik bitki ve hayvanların yaşayabilmesi için sulardaki oksijen konsantrasyonların belirli bir düzeyde olması gerekir. Oksijen konsantrasyonu düşüklüğünden en çok balıklar (omurgalılar), sonra omurgasızlar, en az da bakteriler etkilenir. Sıcak sularda canlıların, özellikle de balıkların yaşayabilmeleri için suyun litresinde en az 5 mg, soğuk sular için ise en az 6 mg çözünmüş oksijene ihtiyaç vardır.

2.4.3 Endüstri atıkları

Çeşitli endüstrilerden çıkarlar ve fenol, arsenik, siyanür, krom, kadmiyum gibi toksik maddeler içerirler. Teknolojik gelişmeye paralel olarak, endüstri atıklarının içerdikleri maddelerin bir yandan türleri artmakta diğer yandan da bu bileşenlerin kimyasal yapıları giderek daha karmaşıklaşmaktadır. Akuatik yaşam için son derece zararlı kirleticilerdir.

2.4.4 Yağlar ve benzeri maddeler

Petrol endüstrisi petrol atıkları tankerler veya boru hatları ile taşınan petrolün kazalar sonucunda yüzeysel sulara karışmasından kaynaklanan kirleticilerdir. Su yüzeyinde film tabakası oluşturarak atmosferden oksijen girişini engellerler. Su içerisindeki balık ve diğer canlıların vücutlarına sıvanarak ölümüne sebep olurlar. Bir çok petrol kökenli yağlar toksik etki yaparlar. Ayrıca su kaynağı etrafında yaşayan yada sudan beslenen canlılara da zarar verirler.

2.4.5 Sentetik deterjanlar

Bu tip deterjanların içerdikleri fosfatlar yüzeysel sularda ötrifikasyona ve dolayısıyla ikincil kirlenmeye neden olmaktadır. Sentetik deterjanların evlerde kullanılmaya başlanması evsel atıksuların özelliğini değiştirmiş ve bu sulara endüstriyel sularda rastladıklarımıza benzer nitelikler vermiştir. ayrıca kolay parçalanmayan bileşikler olmaları sebebiyle sularda birikime sebep olurlar.

2.4.6 Radyoaktivite

Yeryüzünde nükleer enerjiden yararlanma hızla artmaktadır. Bu tip tesislerden çıkan reaksiyon ürünleri de (örneğin plütonyum) radyoaktiftir. Nükleer atıkların yeraltında veya

denizaltında çok uzun zaman süreleri boyunca saklanması için kullanılan kaplardan kaynaklanabilecek sızmalar bu maddelerin oluşturabileceği toksik etkiler açısından önem taşımaktadır. Radyoaktif kirlenme, bunun dışında hastanelerden, araştırma kuruluşlarından ve bazı endüstri dallarından da kaynaklanabilmektedir. Atmosferde yapılan nükleer silah denemeleri sonucunda artan radyoaktivite, yağmur sularını da kirletmekte ve bunun sonucu olarak yüzeysel sular, radyoaktif kirlenmeye uğrayabilmektedirler.

Canlı organizmalar radyasyona maruz kaldıklarında hücrelerin kimyasal mekanizmalarını etkiler dolayısıyla hücrelerin yada tüm organizmanın yaşamını yitirmesi söz konusu olabilir. Özellikle genler radyasyona karşı çok hassastır. Bir hücre radyasyona maruz kaldığında ölmese bile üreme yeteneğini kaybedebilir. Radyasyonun zayıf olması halinde hücre üreme yeteneğini kaybetmeyebilir. Ancak genler mutasyona uğrar ve bu hücreden üreyen hücreler normal işlevini değiştirirler. İnsanlarda bu mutasyonlar sonucunda cilt kanseri, lösemi vb. hastalıklar ortaya çıkar.

2.4.7 Pestisitler

Bu tür yapay organik maddeler, zararlı mikroorganizmalarla mücadelede kullanılmaktadır. Uygulamada genellikle insanlara zararlı olmayacak derecede düşük dozlarda verilmelerine rağmen, uzun zaman süreleri boyunca bu maddelere maruz kalındığında, zararlı etkileri görülmektedir.

Pestisitlerin doğal çevredeki biyokimyasal süreçlerle degradasyonu çok yavaş olmaktadır. Bunların besin zincirine girmesi ve bu zincirler boyunca biyoakümülyasyona uğramaları ekosistemlerde önemli sorunlar yaratır. Böylece türbülanslı alıcı ortamların atıksular için sağladığı seyrelmeye ters yönde ilginç bir etki ortaya çıkar. Besin zincirlerinde bu tip maddeler için 10^5 boyutlarına varan derişim artışları gözlenmiştir. Ayrıca tarımsal alanlarda yaygın kullanılmaları da önemli bir sorundur. Çünkü yaygın kaynakların teknolojik kontrolü çok zordur.

2.4.8 Yapay organik kimyasal maddeler

Bu maddeler ilaç, petrokimya ve zirai kimya endüstrilerince giderek artan miktarda üretilmektedir. Bu yapay maddeler, yerlerini aldıkları doğal maddelere kıyasla, daha güçlü biyodegradasyona uğrarlar. Bu sebeple de su ortamında birikirler her yıl bir önceki üretilen miktara ilave yeni sentetik organik madde alıcı ortama verilmiş olur. Toksik etki gösterirler.

2.4.9 Anorganik tuzlar

Bu maddeler toksik olmayıp, ancak çok yüksek dozlarda kirletici olarak düşünülebilirler. Suları içme, sulama ve birçok endüstriyel kullanım için uygunsuz hale getirilebilirler. Alışlagelmiş arıtma süreçlerinden etkilenmezler. Kışın buzlanmış yolların açılması ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanırlar.

2.4.10 Yapay ve doğal tarımsal gübreler

Gübrelerin içerdiği azot ve fosfor sulamadan dönen drenaj suları ile yüzeysel sulara karışırlar, azot ve fosfor bu ortamlarda, bilindiği gibi, ikincil kirlenmeye neden olmaktadır. Azot ve fosforun su ortamında fazla olması akarsuların durgun kısımlarında ve özellikle göllerde alglerin aşırı gelişimine neden olur (ötrofikasyon). Ötrofikasyonda bitki kütlelerinde aşırı artış gözlenirken türsayısında azalma olur. Besi maddesi ilavesi devam ettikçe de bu gelişme artacak ve suyun ışık geçirgenliği azalması ve renk artışı meydana gelecektir. Ölen alglerin tabana çökmesi sonucu tabanda da anaerobik şartlar oluşacaktır. Dolayısıyla sudaki Çözünmüş oksijen konsantrasyonu da azalacaktır.

2.4.11 Atık ısı

Tek geçişli soğutma suyu sistemlerine sahip termik santraller, yüzeysel sulara büyük miktarlarda atık ısı verir. Ayrıca birçok endüstriyel kuruluşta kullanılan soğutma suları da önemli miktarda atık ısıyı yüzeysel sulara taşır. Suyun sıcaklığın artması bir yandan doğal arıtma süreçlerinin hızlandırırken öte yandan oksijenin sudaki doygunluk derişimini azaltır. Böylece anaerobik duruma geçiş kolaylaşabilir. Sıcaklığı artmış sular, ayrıca içmesuyu kaynağı olarak da uygun değildir. Su canlıları içinde sıcaklık artışı istenmeyen bir durumdur. Bir su çok canlı ve balık türleri sıcaklık artışından olumsuz yönde etkilenecektir.

2.5 Kirlenme Kontrolü

Su kirlenmesinde kirlenme kontrolü başlıca üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

- Kullanım amaçlarına uygun kalite standartlarının oluşturulması
- Yasal düzenlemeler
- Arıtma uygulamalarıdır.

2.5.1 Kriter ve standartlar

Su kirliliğini önlemek için devlet tarafından yapılacak müdahalelerde ilk akla gelen girişim, kirlilik standartlarının belirlenmesidir. Normatif bir işlem olan standart belirlemede amaç, su ortamlarında (akarsu, göl, deniz, yer altı suları) çeşitli kirletici unsurların derişimleri için üst limitlerin saptanmasıdır. Böylece bilimsel ve teknolojik bileşenlerle birlikte konunun ekonomik ve yasal bileşenleri için de objektif ölçülerin getirilmesi mümkün olabilmektedir.

Su kirliliği kontrolünün etkin bir şekilde yürütülebilmesi için, öncelikle tüm suların kullanım amaçları ile sınıflandırılması ve bu sınıflandırmaya uygun düşecek şekilde kirlilik sınırlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu sınırlar; kriterler, amaçlar ve standartlar çerçevesinde belirlenir. Su kalitesi kriterleri, sularda bulunabilecek çeşitli kirletici unsurları insan ve canlı yaşamı üzerindeki etkilerini hangi derişimlerde ve hangi koşullar altında ne tür zararların oluşabileceğini belirleyen bilgilerdir. Bu bilgiler konuya ilişkin yeni bilimsel sonuçlar elde edildikçe revize edilir. Standartlar ise; kanun, yönetmelik ve tüzüklerle belirlenir. Standartların değişmeleri de aynı yolla olur. Standart koyma çalışmalarında büyük ölçüde kriterlerden yararlanır. Amaçlar ise su kirliliği kontrolü açısından gelecekte ulaşılmak istenen durumları belirlerler. Amaçların belirlenmesinde kriter ve standartların yanı sıra, alınacak önlemlerin ekonomik ve sosyal maliyetleri de önem taşır. Uygulamada genellikle iki tür standartla karşılaşmaktadır. Bunlar; Alıcı ortam standartları ve deşarj standartlarıdır.

Alıcı ortam standartları kirletici deşarjları sonucunda doğal su ortamında oluşabilecek tolere edilebilir en yüksek kirletici madde derişimlerini belirler (Şekil 2.1). Bu sınırları seçimi oldukça sağlam bilimsel temellere oturmak mümkündür. Alıcı ortam standartların belirlenmesinde iki ana unsur önem taşır. Bunlardan birincisi, ekolojik açıdan alıcı su ortamlarının kirliliğe tahammül kapasitesidir. Bilindiği gibi alıcı ortamların niteliklerine göre, zaman zaman azımsanmayacak doğal arıtma ve seyreltme potansiyelleri vardır. Öte yandan alıcı ortam standartlarını belirleyici bir diğer unsur bu ortamların yararlı kullanım potansiyelidir. Örneğin, belirli bir yöredeki tek içme suyu kaynağını oluşturan bir su ortamı, çok özel önlemlerle korunmalıdır. Bu tür bir su kaynağı için çok sıkıcı alıcı ortam standartları konabilir. Görüldüğü gibi, alıcı ortam standartlarının belirlenmesinde ekolojik unsurların yanısıra ekonomik ölçütler de etkili olmaktadır. Ne yazık ki, ilk bakışta akademik açıdan oldukça çekici görülen bu yaklaşım, su kirliliği kontrolü uygulamalarında yetersiz bir enstrüman oluşturmaktadır. Bunun nedeni, alıcı ortam standartlarının, çeşitli

koruma önlemlerinin alınması açısından bireylere yasal yaptırım getirme boyutuna sahip olmamalarıdır. Çok sayıda kirleticinin farklı nicelik ve nitelikteki sıvı ve katı atıklarını deşarj ettikleri alıcı ortamlarda, bu tür standartları sağlayabilmek için çeşitli kirleticilere uygulanacak yaptırımların ve gerçekleştirilmesi istenecek arıtma düzeylerinin tatminkar bir biçimde bulunması çok güçtür.

Deşarj standartları, her türlü atıksu deşarjında bulanabilecek maksimum kirletici derişimlerini belirler (Şekil 2.2). Böylece, ilk bakışta alıcı ortam standartlarının uygulanmasında karşılaşılan güçlükleri ortadan kaldığı görülür. Ancak, bu standartlarda, alıcı su ortamlarının ekolojik açıdan tahammül kapasiteleri ile doğal arıtma seyreltme potansiyellerinin dikkate alınmaması nedeniyle, tekdüze bir yaptırım getirildiğinden ekonomik verimlilik ölçütlerinin zaman zaman sağlanamaması durumu ile karşılaşılabilir. Deşarj standartları genellikle derişim bazında belirlenmektedir. Belirli bir alıcı ortamı etkileyen kirlilik potansiyeli ise, kirlilik yüküdür. Bilindiği gibi, herhangi bir kirletici açısından “c” derişimine sahip bir atıksuyun debisi “q” ise, bu atıksuyun alıcı bir su ortamına deşarjı durumunda ortama getireceği kütleli kirletici yük akımı

$$y = q \times c \quad (1)$$

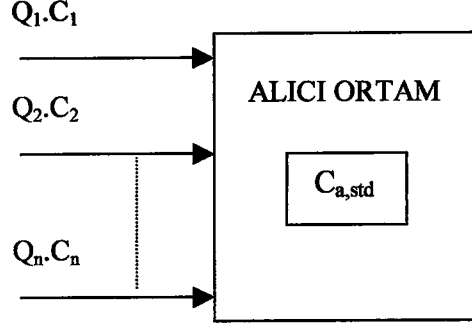
belirli bir t süresi boyunca bu kirletici akımının alıcı ortama getirdiği yük ise

$$Y = y \times t = q \times c \times t \quad (2)$$

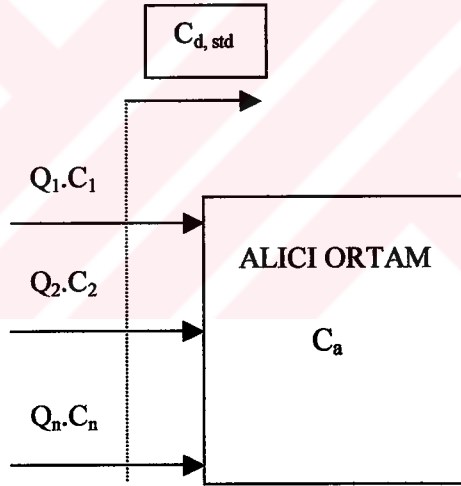
olur. (2) numaralı denklemden, alıcı ortamlar açısından atıksu deşarjlarının kirletici parametre derişimlerinin yanısıra debilerinde önemli yer aldığı görülmektedir. Bir başka deyişle yüksek derişimdeki kirletici içeren çok küçük debili bir atıksu deşarjı, alıcı ortamlara, düşük derişimli fakat yüksek debili bir deşarjdan daha az bir yük getirebilmektedir. Ancak bu durumu, salt deşarj standartları ile kontrol altına almak mümkün değildir (Uslu ve diğ.,1987).

Alıcı ortam ve deşarj standartlarının kıyaslanmasından çıkarılacak sonuç, bunların birbirini tamamlayıcı düzenlemeler olduğudur. Alıcı ortam standartları, kaynak kullanımı ve planlama açısından önem taşımaktadır. Deşarj standartları ise, yasal açıdan uygulanabilirliği kolay ve yaptırım gücüne sahip su kirliliği kontrolü araçlarıdır. Bu konuda ideal yaklaşım; deşarj standartlarının, alıcı ortamın kirlilik asimilasyonu kapasitesine göre belirlendiği esnek çözümlerdir. Böyle bir uygulamada, farklı asimilasyon potansiyeline sahip iki ayrı alıcı ortama atıksu deşarj eden aynı tür üretim yapan aynı

kapasitede iki ayrı sanayi kuruluşu için, farklı deşarj standartları geçerli olacaktır. Farklı deşarj standartları, farklı atıksu arıtma harcamaları anlamına gelmektedir. Böylece kısıtlı deşarj standardına uyması istenen kuruluş, serbest rekabet ortamında ekonomik avantajının ve rekabet şansının azaldığını ve eşitlik ilkesinin zedelendiğini öne sürebilir.



Şekil 2.1 Alıcı ortam standartları (Uslu ve diğ.,1987).



Şekil 2.2 Deşarj standartları (Uslu ve diğ.,1987).

Hangi yapıda olursa olsun standartlar oluşturulurken şu kriterler dikkate alınmalıdır.

- Standart öncelikle ilgili alıcı ortamın belirlenen amaçlarla kullanımını sağlamak üzere koruması ve gelecekteki kullanım hedefine erişecek şekilde kaliteyi geliştirmesi gerekir.
- Standartın yukarıdaki amaca hizmet ederken gereğinden fazla kısıtlama getirmemesi gerekir.
- Standartın ekonomik ve teknolojik olarak uygulanabilir olması gerekir.

- Standardın kirlenme kontrolü yapısına uygun ve uygulama ve denetiminin mevcut imkanlarla yapılabilir olması gerekir.

2.5.2. Yasal düzenlemeler

Su kirlenmesi kontrolünün bir aşaması da yasal düzenlemelerdir. Yasal düzenlemeler standartlar oluşturulduktan sonra kirleticilerin en aza indirilmesi için gerekli yasa ve yönetmelikleri kapsar. Standartlarla tespit edilen kriterlerin uygulanmasını sağlayacak şekilde gerekli kanun ve yönetmelikler devlet tarafından hazırlanarak uygulamaya konulmalıdır.

Yasal düzenlemeler teşvik ve cezai müeyyideleri birlikte bulundurabilir. İşletilmesinin kolaylığına göre teşvik içeren uygulamalar olabileceği gibi ceza düzenlemesi yapılarak ta kirlenmeye sebep olacak faaliyette bulunmayı caydırıcı hale getirebilir. Örneğin endüstriyel kuruluşlara uygulanacak deşarj standardına göre arıtım yaptırma zorunluluğu caydırıcı cezalarla sağlanabileceği gibi. Atıksularını arıtarak alıcı ortama veren kuruluşların teşvik edilmesi amacıyla vergi indirimi veya bir takım devlet hizmetlerinden (ucuz elektrik gibi.) ayrıcalıklı bir şekilde faydalandırılabilir.

Yasal düzenlemeler noktasal kaynakların kontrolü yanında asıl dağınık kaynakların kontrolünde daha etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Yaygın kaynakların kontrolü arıtma vb. teknolojik yaklaşımlarla sağlanamadığından dolayı yasal düzenlemeler ve planlama çalışmalarını zorunlu kılmaktadır. Örneğin tarım alanlarında kullanılan bir takım pestisitlerin kullanımının yasaklanması yaygın kaynaklardan gelen parçalanmayan maddelerin azalmasını sağlayacaktır. Ayrıca kullanım amaçları tespit edilmiş su kaynaklarının yaygın kaynaklar veya diğer kirletici kaynaklarca kirletilmesini önlemek amacı ile koruma alanları oluşturulması yasal düzenlemelerin en önemli kısmını oluşturur. Koruma alanları merkezi idare veya yerel yönetimlerce oluşturulabilmektedir. Ülkemizde Su Kirliliği ve Kontrolü yönetmeliği kapsamında uygulanan koruma alanları dört gruptur. Bunlar;

- Mutlak koruma alanı
- Kısa mesafeli koruma alanı
- Orta mesafeli koruma alanı
- Uzun mesafeli koruma alanı, şeklinde sıralanmaktadır (S.K.K.Y., 1988).

2.5.2.1 Mutlak koruma alanı

İçme ve kullanma suyu rezervuarlarının maksimum su seviyesinden itibaren 300 m genişlikteki şerit, mutlak koruma alanıdır. Söz konusu alanın sınırının su toplama havzası sınırını aşması halinde, mutlak koruma alanı havza sınırında son bulur. Bu alanda aşağıda belirtilen koruma tedbirleri alınır (S.K.K.Y., 1988):

- Koruma alanı içinde kalan bölge kamulaştırılır ve bu alanda hiçbir yapı yapılamaz. Bu alanda kalan mevcut yapılar dondurulur.
- Çevre düzeni ve ıslah planına uyularak, bu alan içinde gölden faydalanma, piknik, yüzme, balık tutma ve avlanma ihtiyaçları için cepler teşkil edilir. Bu cepler su alma yapısına 300 m'den daha yakın olamaz.
- İdarece gerekli görülen yerlerde alan çitle çevrilir veya koruma alanı teşkil edilir.

2.5.2.2 Kısa mesafeli koruma alanı

İçme ve kullanma suyu rezervuarlarının mutlak koruma alanı sınırından itibaren 700 m genişliğindeki şerittir. Söz konusu alan sınırının, su toplama havzası sınırını aşması halinde, kısa mesafeli koruma alanı havza sınırında son bulur. Kısa mesafeli koruma alanı içinde aşağıdaki tedbirle alınır (S.K.K.Y., 1988)

- Turizm, iskan ve sanayi yerleşmelerine izin verilemez.
- Çöp ve moloz birikintisine izin verilemez. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu kapsamına giren uygulamalar dışında hafriyat yapılamaz.
- Sıvı ve katı yakıt depolarına ve mezarlık kurulmasına izin verilemez. Bu alanda kalan mevcut yapılar dondurulmuştur.
- Sökülüp takılabilir elemanlardan meydana gelen, geçici nitelikte kır kahvesi, büfe ve benzeri tek katlı yapılara, ilgili kuruluşların uygun görüşleri alınarak onanmış çevre düzeni ve uygulama planlarına ve plan kararlarına uygun olarak izin verilebilir.
- Suni gübre ve tarım ilaçları kullanmamak şartıyla, kontrollü otlatmaya ve diğer tarımsal faaliyetlere Tarım ve Köyişleri Bakanlığının kontrol ve denetiminde izin

verilir. Ayrıca yönetmelikte belirlenmiş şartlara bağlıdır ve erozyonu kontrolü uygulanması esastır.

- İmar planı gereği yapılacak yolların bu alandan geçecek olan kısımlarında sadece ulaşım ile ilgili fonksiyonlara izin verilir.

2.5.2.3 Orta mesafeli koruma alanı

İçme ve kullanma suyu rezervuarlarının kısa mesafeli koruma alanı sınırından itibaren 1km genişliğindeki şerittir. Söz konusu alan sınırının su toplama havzası sınırını aşması halinde, orta mesafeli koruma alanı havza sınırında son bulur. Bu alanlardaki koruma tedbirleri aşağıda belirtilmiştir (S.K.K.Y., 1988):

- Bu alanda hiçbir sanayi kuruluşuna ve iskana izin verilemez.
- Yönetmelikte belirtilen şartlara bağlı olarak bir ailenin oturmasına mahsus bağ veya sayfiye evleri veya eğlence veya turizm tesisleri ile bu gibi tesislerinin yapılmasına izin verilebilir.
- Bu alanda ayrıca, entegre tesis niteliğinde olmayan mandıra, kümes, ahır, ağıl, su ve yem depoları, hububat depoları, gübre ve silaj çukurları, arhaneler, balık üretim tesisleri ve un değirmenleri gibi konut dışı yapılar, yönetmeliklerde belirtilen şartlara bağlı olarak yapılabilir.
- Atıksular, ancak "Teknik Usuller Tebliği"nde verilecek sulama suyu kalite kriterlerine uygun olarak arıtıldıktan sonra sulamada kullanılabilir.
- Hiç bir şekilde maden ocağı açılmasına ve işletilmesine izin verilmez.
- Bu yörede suni gübre ve tarım ilaçları kullanmamak şartı ile tarım yapılabilir.
- Bu yörede çöp dökme ve imha alanlarına izin verilmez.
- Zorunlu hallerde, bu alandan geçirilecek yolların sadece ulaşım ile ilgili fonksiyonlarına ancak gerekli tedbirlerin alınması şartı ile izin verilir.

2.5.2.4 Uzun mesafeli koruma alanı

İçme ve kullanma suyu rezervuarının yukarıda tanımlanan koruma alanlarının dışında kalan su toplama havzasının tümü uzun mesafeli koruma alanıdır. Bu alanda aşağıda belirtilen tedbirler alınır (S.K.K.Y., 1988).

- Bu alanın, orta mesafeli koruma alanı sınırından itibaren yatay olarak 3 km genişliğindeki kısmında sanayi kuruluşları ile çöp depolama alanlarına ve bertaraf tesislerine izin verilmez. Turizm ve iskana belirtilmiş şartlara bağlı olarak izin verilir.
- Önceki maddede belirtilen alanın bittiği yerden itibaren su toplama havzasının sınırına kadar olan alandaki faaliyetlere, oluşan atıksuların Yönetmelikteki deşarj standartlarını sağlayarak havza dışına çıkarılması veya geri dönüşümlü olarak kullanılması şartıyla, Çevre Bakanlığı'nın uygun görüşü alınarak izin verilebilir.
- Daha önceden mevcut olan, uzun mesafeli koruma alanındaki tesislerin sıvı, gaz ve katı atıklarının ekonomik uygulanabilirliği ispatlanmış ileri teknoloji seviyesinde arıtma ve bertaraf teknikleri ile uzaklaştırılması ilgili idare tarafından istenen ve bu yükümlülüğü yerine getirmiş olanlar için bu esaslar aranmaz Bu alanda çöp depolama ve bertaraf alanlarının kurulması ilgili idarece Çevre Bakanlığı'nın uygun görüşü alınarak yapılabilir.

2.5.3 Arıtma uygulamaları

Arıtma uygulamaları noktasal kaynak olarak tanımladığımız atıksuların alıcı su ortamına verilmeden önce standartlarda belirtilen sınır değerleri sağlayacak şekilde arıtılması için gerekli fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemleri kapsar. Arıtma işlemleri teknolojik koruma önlemleri olarak da adlandırılmaktadır.

Evsel ve endüstriyel faaliyetlerde kullanılan sular Atıksu adını alırlar. Atıksuların arıtımında uygulanan fiziksel, kimyasal, biyolojik yöntemlerin her biri ise temel işlem yada proses olarak adlandırılmaktadır. Atıksuların arıtılmasında suda bulunan kirleticilere ve alıcı ortamın özelliklerine göre bir veya birden fazla temel işlem uygulanması neticesinde kirleticiler sulardan uzaklaştırılmaktadır. Atıksuların arıtılmasında uygulanan bazı temel işlemler ve giderim mekanizmalarına ait bir örnek Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3 Belirli kirleticiler için uygulanan temel işlemler (Şengül ve diğ., 1990)

Temel işlem	Giderim mekanizması	Atık özellikleri
Çökeltme ve yüzdürme	Yerçekimi etkisi	Katı fazdaki organik ve inorganikler
Koagülasyon ve çökeltme	Taneciklerin birbirine tutunması ve yerçekimi etkisi Kimyasal bağlama	Katı fazdaki organik ve inorganikler Kolloidal fazdaki organik ve inorganikler
Biyolojik arıtma	Taneciklerin birbirine tutunması, biyolojik metabolizma ve yer çekimi etkisi	Katı, kolloidal ve çözünmüş fazdaki organik ve inorganikler
Filtrasyon	Tutma, taneciklerin birbirlerine tutunması ve adsorbsiyon	Katı ve kolloidal fazdaki organik ve inorganikler
Karbon adsorbsiyonu	Adsorbsiyon ve tutma	Katı, kolloidal ve çözünmüş fazdaki organik ve inorganikler

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1 Çalışma Sahasının Tanımı

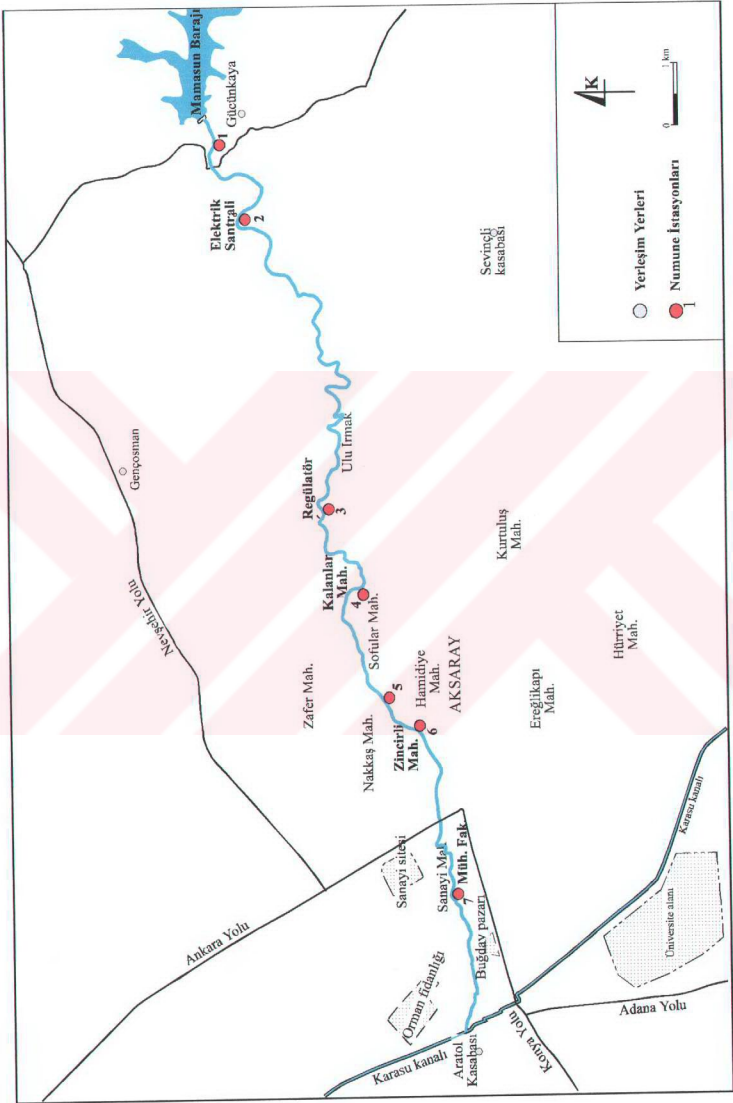
Araştırmanın yapıldığı Ulurmak çayı, Aksaray ili doğusunda bulunan Mamasın Barajı çıkışından başlayarak Kalanlar Mevkii Aksaray Merkezi ve Aratol Kasabasına kadar uzanan yaklaşık 21 km uzunluğundaki akarsudur. Irmak Mamasın Barajı çıkışından başlamakta ve Aratol Kasabası çıkışında Karasu Deresine karışmaktadır. Mamasın Barajı'ndan bırakılan suyun bir kısmı sağ ve sol sahil sulama alanlarına su taşıyan kanallar ve ulu ırmak yatağından akmaktadır. Barajdan 10 km mesafedeki regülatöre kadar ırmak yatağı barajın tahliye kanalı gibi görev yapmaktadır. Regülatörde 12m³/sn kapasiteli sağ kanaldan ve 3,26m³/sn kapasiteli sol kanaldan sulama suları ayrılmaktadır. Bu ana sulama kanallarından ayrılan sular yaklaşık 24000Ha alanın sulamasında kullanılmaktadır. Regülatör mevkiine kadar ırmak etrafında mesire yerleri ve piknik alanı olarak kullanılan araziler ve tarım sahaları bulunmaktadır. Kalanlar mahallesi ve sonrasında ulu ırmak Aksaray şehir merkezi içerisinden geçerek Aratol kasabası surları içerisinde Karasu deresine karışmaktadır. Ulurmak suları sulama amaçlı kullanılmaktadır.

3.2 Çalışma İstasyonlarının Tanımı

Çalışma alanı içerisinde akarsu özelliklerini doğrulukla tespit edilebilmesi amacı ile değişik yerlerde toplam yedi adet numune alma istasyonu tespit edilerek Şekil 3.1' de verilmiştir. Bu istasyonlar tespit edilirken ırmağın genelini temsil etmesine, yerleşim yerlerinin etkisine, tarım alanlarının etkisine ve yayılı kaynaklardan oluşabilecek kirlenme etkilerine dikkat edilmiştir. Bu istasyonların özellikleri ve konumları aşağıdaki gibidir.

1 Numaralı İstasyon: Bu istasyon baraj gövdesinden yaklaşık 300m mesafede bulunmakta, etrafı piknikçiler tarafından yoğun bir şekilde kullanılmakta ve hemen aşağısında balık lokantaları bulunmaktadır. Genel özellikleri baraj çıkış suyunu yansıtması amacıyla seçilmiştir.

2 Numaralı İstasyon: 1 Numaralı istasyondan yaklaşık 1,5 km uzaklıkta hidroelektrik santrali bulunmaktadır. Çalışma döneminden önce bu santralin işletildiği söylenmektedir.



Şekil 3.1 Çalışma alanı ve numune istasyonları haritası

Santralin kullandığı sularını boşalttığı noktanın hemen aşağısından numuneler alınmıştır (Foto3.1). Numune alınan dönemlerde santral çalıştırılmamaktadır. Bu istasyon öncesinde balık lokantaları ve piknik alanları mevcuttur. Numune alınan dönemlerde bu istasyon öncesinde çoğunluğu plastik malzemelerden oluşan katı atıklar ve lokantaların havuzlarından gelen tahliye suları ırmağa boşaltılmaktadır.



Foto 3.1 Santral mevkiindeki 2 numaralı numune istasyonu

3 Numaralı İstasyon: Barajdan 10km Mansab tarafında Aksaray ovası sulama şebekesi sağ ve sol anakanallarına dolu gövdeli Aksaray regülatörü bulunmaktadır. Numuneler regülatörün memba tarafından alınmıştır (Foto 3.2). Bu istasyon öncesinde ırmak etrafında kısmen tarım alanları bulunmaktadır. Herhangi bir kaynaktan su karışımı veya yerleşim alanı mevcut değildir.

4 Numaralı İstasyon: Kalanlar mahallesi Aksaray merkeze bağlı bir yerleşim birimidir ve kırsal yerleşim merkezi konumundadır. Bu istasyon kalanlar mahallesinin 100m aşağısındadır ve ırmağa noktasal atıksu deşarjı sözkonusu değildir. Yağışlı dönemlerde yerleşim alanının drenaj suları karışabilmektedir.

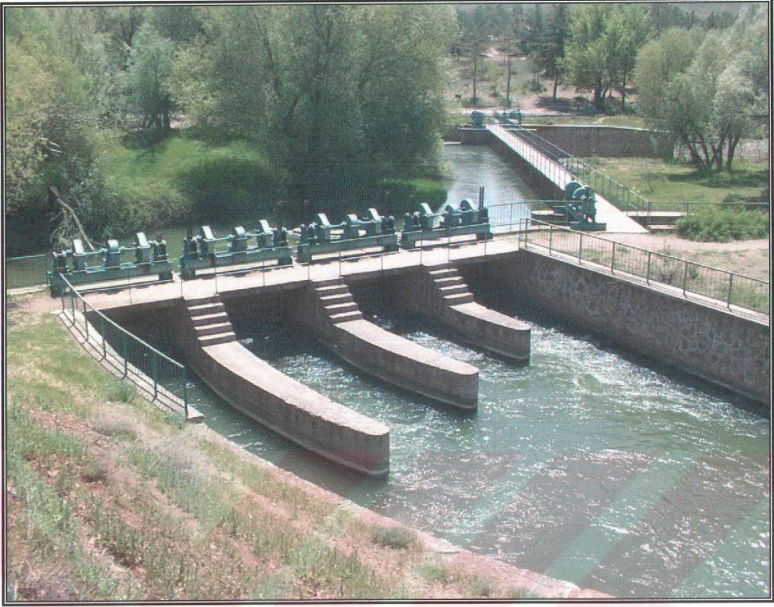


Foto 3.2 3 numaralı numune istasyonunun bulunduğu Aksaray Regülatörü

5 Numaralı İstasyon: Aksaray merkezi girişinde fuar alanının bulunduğu mevkiden numuneler alınmıştır. Bu istasyon öncesinde Kılıçarslan parkı adı verilen piknik alanı bulunmaktadır (Foto 3.3).

6 Numaralı İstasyon: Bu istasyon şehir merkezinde tiyatro kavşağındaki köprü'nün hemen aşağısındadır. Bu istasyon öncesinde ırmak şehir merkezinden geçmekte ve birkaç noktada yağmur suyu kanalları ırmağa akıtılmaktadır. Ayrıca ırmak kanalı içerisine atılan katı atıklarda bulunmaktadır (Foto 3.4). Bu istasyonun önündeki köprü tabanında da suyun havalandırılmasını sağlayacak 20cm yükseklikte küçükbir şelale bulunmaktadır.

7 Numaralı İstasyon: Bu istasyonda çalışma alanındaki son istasyondur ve mühendisli fakültesinin arka tarafındadır bu istasyon öncesinde yine yerleşim alanı değirmen makinaları fabrikası ve halı fabrikası bulunmaktadır. Ancak buralardan ırmağa atıksu deşarji yoktur.



Foto 3.3 Fuar alanı mevkiindeki 5 numaralı numune istasyonu



Foto 3.4 Tiyatro kavşağındaki 6 numaralı numune istasyonu önündeki köprünün görünümü

3.3 Büro ve Arazi Çalışmaları

Proje alanı, Ulurmak' menbadañ mansaba kadar olan bölgesi, beslenme alanının dahilinde mevcut yerleşim birimleri, sanayi ve tarım bölgeleri 1/25.000 ve 1/50000'lik topoğrafik harita üzerinde incelenmiştir.

Proje alanını kapsayan topoğrafik haritalar üzerinde belirlenen yerleşim, sanayi ve tarım alanlarının dağılımına göre yerinde periyodik ölçüm ve örnekleme noktaları seçilmiştir. Seçilen 7 istasyonda, Ulurmak sularının fiziksel, ve kimyasal değişimleri (sıcaklık, iletkenlik, tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde, pH, çözünmüş oksijen içeriği) hem arazide, hem de laboratuvarıda periyodik olarak ölçülmüştür. Arazi ölçümlerinde, WTW-LT 330 marka portatif "Conductivity Meter" (SCT), Orion marka "pH Meter" ve YSİ-055 marka "Oxygen Meter" kullanılmıştır.

3.4 Örnekleme

Ulurmak akım yolu boyunca arazide tespit edilen istasyonlardan su numuneleri, "Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği"nde belirtilen hususlara göre toplanmıştır. Buna göre; su örnekleme noktaları ve örnekleme periyodu (sıklığı), numunelere uygulanacak analizlere bağlı olarak yapılmıştır. Örnekleme ve analizler su kalitesi değişimini ortaya koyabilmek amacı ile Kasım 2001, Mart 2002 ve Haziran 2003 dönemleri olmak üzere toplam üç periyotta yapılmıştır. Ayrıca, çalışma alanında seçilen istasyonlardan numune alma metodu, (S.K.K.Y., 1988)'de belirtildiği gibi laboratuvara kolayca taşınabilecek, analiz için yeterli hacimde ve laboratuvarıda istenen amaç için kullanılacak su numunesi elde etmeyi sağlamaktadır.

Mevcut koşullarda alınan temsil edici numunelerin, laboratuvara ulaşmadan önce taşıdığı özellikler kaybetmemesine ve 250-500 ml hacmi olan şişelerde alınıp taşınması esnasında kirlenmemesine özen gösterilmiştir. Numunenin istasyondaki su özelliğini tam yansıtmaya için örnekler akımın elverdiği ölçüde yaklaşık 15 ila 20 cm derinliklerden alınmıştır. Akarsuyun durgun olduğu kısımlarından ve türbülans noktalarından numune almaktan kaçınılmıştır. Her ölçüm periyodunda aynı noktadan örnek almaya özen gösterilmiştir.

Çalışma alanından alınan numuneler laboratuvara taşındıktan sonra 1-2 saat içerisinde analizleri yapılmıştır. Ulurmak sularında doğal veya insan faaliyetleri nedeniyle oluşacak kalite değişiminin yakından izlenebilmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için numuneler mevsimlik olarak alınmıştır. Farklı dönemlere ait su numunelerin fiziksel,

kimyasal ve biyolojik analizleri Niğde Üniversitesi Aksaray Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yapılmıştır. Analizler aynı gün içerisinde yapıldığı için numunenin saklanması için herhangi bir koruyucu kullanılmamıştır. Sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, elektiriksel iletkenliği, tuzluluk gibi parametreler portatif cihazlarla arazide ölçülmüştür.

3.5 Laboratuvar Analizleri

Ulurmak deresinin akım hattı boyunca, 4 farklı dönemde 8 noktadan alınan su numunelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizleri Niğde Üniversitesi Aksaray Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü ve Aksaray Belediyesi Arıtma Tesisi laboratuvarlarında yapılmıştır.

Analiz yapılacak parametrelerin seçiminde suyun kullanım amacı dikkate alınmıştır. Buna göre Ulurmak suları halen sulama suyu amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca ırmağın kaynağını oluşturan Mamasun barajı suları ise hem sulama hem de içme ve kullanma suyu olarak kullanılmaktadır. Su kalitesinin doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için seçilecek parametreler çok önemlidir. Seçilen parametreler yardımıyla suyun yararlı kullanım amaçlarının değerlendirilmesi doğru parametre seçimine bağlıdır. Analizlerin pahalı olması yapılan çalışmanın maliyetini fazlasıyla yükselteceğinden dolayı, kullanım amacına hizmet edecek birbiriyle ilişkili az sayıda fiziksel kimyasal parametre seçilmiştir. Mesela azot grubu için, NH_4 , NH_4-N , NO_2 , NO_2-N , NO_3 , NO_3-N parametreleri seçilmesine karşın NH_3 , Toplam-N gibi parametreler kullanılmamıştır. Çünkü amonyum varlığı ile amonyak varlığı aynı kökene bağlı olup ikisi de kullanılmış su varlığını işaret ederler ve amonyum varlığı amonyağın da varlığına delildir. Toplam azot ise azot bileşiklerinin toplamından ibarettir.

Toplam çözünmüş katı madde, azot ve fosfor bileşikleri, siyanür ve ağır metal içeriği; TÇKM, NH_4 , NH_4-N , NO_2 , NO_2-N , NO_3 , NO_3-N , KO_2 , Cu, Fe ve Zn parametrelerinin ölçümleri; Merck marka hazır kitler kullanılarak ölçüm aralığı 190-1100 nm arasında olan, 2 nm genişliğinde monokromatör ve quartz kaplı optiklere sahip ve fotometrik oranı 0.3'ten 3.0 A°'e kadar olan Aquamate marka UV Spektrofotometre ile yapılmıştır.

Ayrıca, aynı şekilde Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) analizleri laboratuvardaki BOİ düzeneği kullanarak yapılmıştır. Askıdaki Katı Madde "AKM" ölçümü için; üzerinden numunenin vakumlu filtrasyon düzeneği ile süzülüp, önceden tartımı yapılmış filtre kağıdı 105 °C sıcaklığındaki etüvde 1 saat süreyle bekletildikten sonra çıkartılarak

soğuması için Desikatör'e bırakılmıştır. Soğutulan filtre kağıdının tekrar tartımı yapılarak ilk ölçümden çıkarılmış ve kullanılan numune hacmine bölünmesi ile AKM miktarı hesaplanmıştır (Dünya Sağlık Örgütü "WHO", 1983).

Ayrıca, arazi çalışmaları sırasında yapılan akarsularının debi ölçümleri, fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimleriyle olan ilişkileri grafiksel olarak değerlendirilmiştir. Proje alanında doğal ekolojik dengenin bozulmaması ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla Özel Çevre Koruma Kurulu tarafından tespit edilen "Akarsularının Korunma Alanlarının sınırları" da incelenmiştir. Çalışma alanı içerisinde oluşturulabilecek koruma alanları ve akım boyunca su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için alınabilecek önlemler değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Analiz Sonuçları

Çalışma alanı içerisinde tespit edilen toplam 7 istasyondan alınan numuneler için arazide ve laboratuvarında yapılan analizler sonucu elde edilen veriler, her periyot için ayrı bir çizelge olarak düzenlenmiştir. Buna göre Ekim 2001 döneminde yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, Mart 2002 döneminde yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.2'de ve Haziran 2002 döneminde yapılan analiz sonuçları ise Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Ekim 2001 Dönemi Ulurmak sularının analiz sonuçları

Parametre	Birim	Değerler						
		1 Nolu istasyon	2 Nolu istasyon	3 Nolu istasyon	4 Nolu istasyon	5 Nolu istasyon	6 Nolu istasyon	7 Nolu istasyon
Debi	m ³ /sn	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Sıcaklık	C	4,2	7,6	13,4	9,5	14,6	13,5	10,1
PH		8,43	8,73	8,18	8,36	8,51	9,13	8,6
Tuzluluk	%	0,1	0,1	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4
EC	µS/cm	714	824	1528	1532	1403	1210	1249
TDS (T.Ç.K.M.)	mg/lt	288	336	629	628	578	498	514
AKM	mg/lt	0,015	0,022	0,15	0,27	0,34	0,18	0,22
Çöz. Oksijen (DO)	mg/lt	8,68	8,94	9,34	6,97	8,44	14,35	10,33
Nitrat	mg/lt	11,98	37,35	14,74	9,76	10,54	4,64	7,26
Nitrat - N	mg/lt	2,55	8,4	3,09	2,13	2,25	0,965	0,49
Nitrit	mg/lt	0,116	0,303	0,368	0,302	0,123	0,184	0,116
Nitrit - N	mg/lt	0,039	0,097	0,114	0,094	0,038	0,058	0,037
Amonyum	mg/lt	0,145	0,258	0,321	0,266	0,198	0,248	0,275
Amonyum - N	mg/lt	0,113	0,205	0,251	0,208	0,155	0,194	0,215
KOI	mg/lt	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
BOI	mg/lt	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Bakır	mg/lt	0,018	0,02	0,019	0,015	0,021	0,022	0,024
Çinko	mg/lt	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Siyanür	mg/lt	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demir	mg/lt	0,043	0,025	0,017	0,006	0,005	0,007	0,008

Çizelge 4.2 Mart 2002 Dönemi Ulurmak sularının analiz sonuçları

Parametre	Birim	Değerler						
		1 Nolu istasyon	2 Nolu istasyon	3 Nolu istasyon	4 Nolu istasyon	5 Nolu istasyon	6 Nolu istasyon	7 Nolu istasyon
Debi	m ³ /sn	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Sıcaklık	C	7	10,8	16	12	16,3	17,7	13,1
PH		8,4	6,74	6,84	7,04	6,74	6,1	6,9
Tuzluluk	%	0,1	0,1	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
EC	µS/cm	653	572	1252	1096	1129	1072	1020
TDS (T.Ç.K.M.)	mg/lt	267	329	629	604	564	516	544
AKM	mg/lt	0,023	0,018	0,18	0,38	0,41	0,21	0,35
Çöz. Oksijen (DO)	mg/lt	8,82	11,73	14	10,4	14,3	15,35	8,08
Nitrat	mg/lt	2,52	21,5	3,19	1,84	0,83	0,326	0,62
Nitrat - N	mg/lt	0,57	4,86	0,72	0,42	0,19	0,074	0,14
Nitrit	mg/lt	0,211	0,12	0,058	0,43	0,056	0,083	0,2
Nitrit - N	mg/lt	0,063	0,038	0,017	0,129	0,017	0,025	0,06
Amonyum	mg/lt	0,069	0,04	0,04	0,013	0,041	0,043	4,83
Amonyum - N	mg/lt	0,054	0,032	0,031	0,01	0,032	0,033	3,76
KOI	mg/lt	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
BOI	mg/lt	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Bakır	mg/lt	0,022	0,019	0,02	0,018	0,021	0,019	0,023
Çinko	mg/lt	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Siyânür	mg/lt	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,0021	0,0023
Demir	mg/lt	0,0326	0,015	0,02	0,019	0,015	0,036	0,24

4.1.1 Fiziksel kalite parametreleri

Toplam 7 istasyondan alınan numunelere uygulanan analizler neticesinde elde edilen fiziksel kalite parametrelerinin, her periyot için grafiksel değerlendirmesi sırası ile yapılmıştır.

Ekim 2001 döneminde yapılan analizler sonucu elde edilen sıcaklık, pH, toplam çözünmüş katı madde, askıdaki katı maddeler (AKM) ve çözünmüş oksijen değerlerinin grafiksel değerlendirmesi Şekil 4.1'de verilmiştir.

Şekil 4.1'de verilen grafiğe göre sıcaklık, en düşük değeri 1 numaralı istasyonda (Baraj çıkışı), en yüksek değeri ise 5 numaralı istasyonda (Fuar mevkii) olmak üzere, 4,2 – 14,6 °C arasında değişmektedir. Çalışma alanında elde edilen sıcaklık değerleri küçük debili kirlenmemiş akarsularda olduğu gibi tamamen atmosfer sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Akarsu debisi 0,11 m³/sn olarak tespit edilmiş olup ölçümler sabah saatlerinden başlayarak öğle saatlerine kadar devam etmiştir. Sıcaklık artışı da buna paralel

olarak 1 numaralı istasyondan 5 numaralı istasyona doğru yükselmiştir. Ölçümlerin yapıldığı dönemde akarsuda ani sıcaklık değişmelerine sebep olabilecek atıksu deşarjı ve benzeri bir etki tespit edilmemiştir.

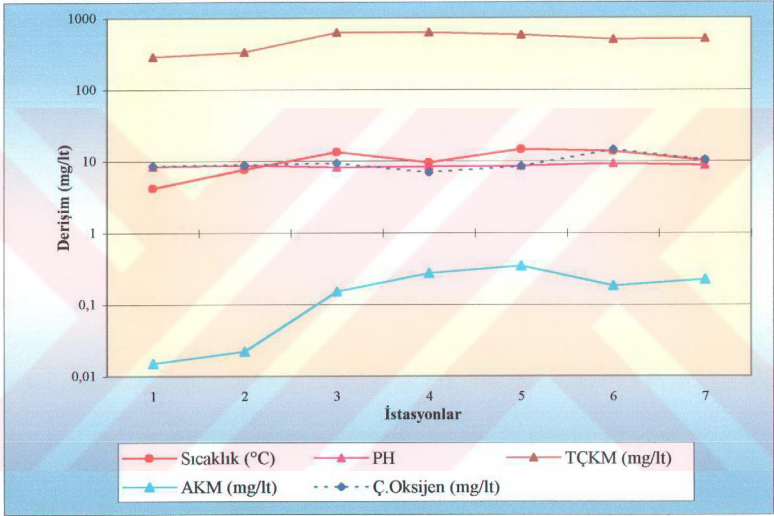
Çizelge 4.3 Haziran 2002 Dönemi Ulurmak sularının analiz sonuçları

Parametre	Birim	Değerler						
		1 Nolu istasyon	2 Nolu istasyon	3 Nolu istasyon	4 Nolu istasyon	5 Nolu istasyon	6 Nolu istasyon	7 Nolu istasyon
Debi	m ³ /sn	5,55	5,55	5,55	0,15	0,15	0,15	0,15
Sıcaklık	C	14	13,7	16,2	16,6	18,5	20,9	17,5
PH		6,83	8,39	7,84	8,05	8,11	8,13	8,09
Tuzluluk	%	< 0,1	< 0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
EC	µS/cm	431	532	1150	1136	1114	1105	1122
TDS (T.Ç.K.M.)	mg/lt	177	219	471	465	457	453	460
AKM	mg/lt	0,025	0,025	0,207	0,41	0,425	0,208	0,38
Çöz. Oksijen (DO)	mg/lt	10,3	7,91	5,09	8,61	8,67	8,17	7,9
Nitrat	mg/lt	1,91	18,22	6,81	6,38	6,02	5,93	5,71
Nitrat - N	mg/lt	0,43	4,12	1,54	1,44	1,36	1,34	1,29
Nitrit	mg/lt	0,075	0,114	0,11	0,122	0,13	0,118	0,161
Nitrit - N	mg/lt	0,023	0,023	0,033	0,037	0,04	0,036	0,049
Amonyum	mg/lt	0,18	0,16	0,047	0,065	0,24	0,24	0,44
Amonyum - N	mg/lt	0,14	0,127	0,036	0,05	0,19	0,188	0,34
KOI	mg/lt	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
BOI	mg/lt	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Bakır	mg/lt	0,018	0,019	0,019	0,016	0,02	0,022	0,021
Çinko	mg/lt	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Siyanür	mg/lt	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demir	mg/lt	0,022	0,024	0,15	0,36	0,24	0,148	0,254

Bu periyottaki pH değerleri ise 8,18 ile 9,13 arasında ölçülmüş olup en düşük değeri 3 numaralı istasyon, en yüksek değeri de 6 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Ölçümler neticesinde istasyonlardaki pH değişimi çok büyük salınım göstermemekle birlikte su hafif alkali karakterlidir. Çalışmalar esnasında pH değerinin aşırı salınmasına sebep olacak atıksu deşarjı ve benzeri etkiye rastlanmamıştır. Hafif alkali özelliğın sebebi ise su içerisinde çözülmüş alkali metal ve iyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ekim ayı toplam çözülmüş katı madde (TÇKM) konsantrasyonları ise, 288 ila 629 mg/lt arasında değerlere sahip olup en düşük değeri 1 numaralı istasyonda (Baraj çıkışı), en yüksek değeri ise 3 ve 4 numaralı istasyonlarda ölçülmüştür. Akarsularda toplam çözülmüş katı madde konsantrasyonu sıcaklık, pH ve akımdan kaynaklanan türbülansa

bağlı olarak değişmektedir. Ulurmak'ta da en düşük toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonu akımın başladığı noktalarda ölçülmüştür. Ayrıca bu noktada su sıcaklığı da düşük değerdedir. En yüksek değerlerin ölçüldüğü 3 ve 4 numaralı istasyonlara kadar dere yatağı kendiliğinden oluşan etrafı ıslah edilmemiş korumasız bir kanal şeklinde olup toprakla teması oldukça fazladır. Temas yüzeyinin artması sonucu çözünmüş katı madde konsantrasyonu da artmaktadır. 5 numaralı istasyondan 7 numaralı istasyona kadar akarsu etrafı taşla örülmüş setle çevrilidir. Islah edilmiş yatak içerisinde akan suların toprakla teması olmadığından katı maddelerin çözünmesi de azalmaktadır.



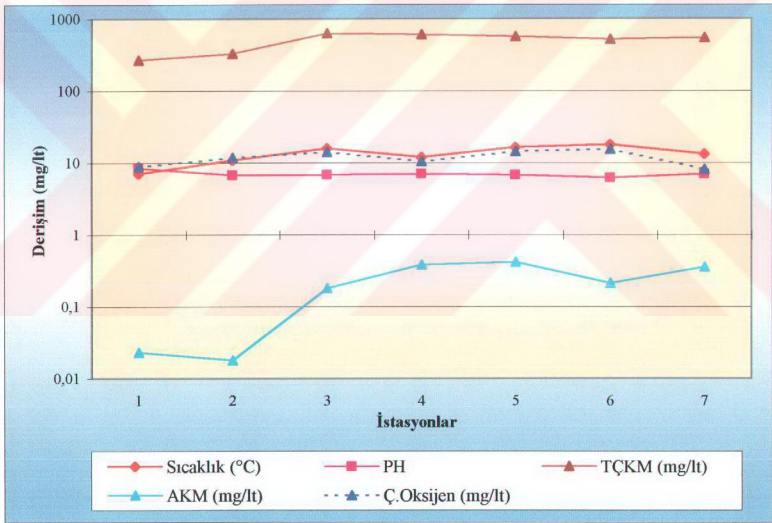
Şekil 4.1 Ekim ayı fiziksel kalite parametreleri değişim grafiği

Bu periyottaki akıdaki katı madde konsantrasyonu, çözünmüş katı madde değerlerine paralel bir değişim göstermektedir. Çünkü her iki parametrenin de kaynaklarını ve konsantrasyonlarını etkileyen faktörler aynıdır. Akıdaki katı madde konsantrasyonu 0,015 ile 0,34 mg/l arasında ölçülmüş olup, en düşük değeri 1 numaralı istasyonda (baraj çıkışı), en yüksek değeri ise 5 numaralı istasyondadır.

Çözünmüş oksijen değeri 6,9 ile 14,35 mg/l arasında değişmektedir. En düşük değeri 4 numaralı istasyonda (Kalanlar mevkii), en yüksek değeri ise 6 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Kalanlar mevkii ve öncesinde akım hızının düşük olması nedeniyle, suyun bu

bölgelerde fazlaca birikinti oluşturmaması ve mikroorganizma faaliyetinin düşük olması çözülmüş oksijen konsantrasyonunun düşmesine neden olmaktadır. Düşük akım hızı ve birikintiler dalgalanmayı ve atmosferden kazanılan oksijen miktarını azaltmakta, mikroorganizma faaliyeti ise oksijen sarfiyatını artırmaktadır. 6 numaralı istasyon öncesinde 100 m mesafe ile iki adet suyun savaklanarak akmasını sağlayan yaklaşık 20 cm yüksekliğinde basamaklar bulunmaktadır. Bu yapıardan şelaleler şeklinde dökülen sular atmosferden bol miktarda oksijen çözmektedir. Bu sebeple bütün periyotlarda bu istasyondaki çözülmüş oksijen konsantrasyonu yüksek çıkmaktadır. Çözülmüş oksijen konsantrasyonunun yüksek olması hem suyun kalitesini iyileştirmekte, hem de kirleticilerin azaltılmasında rol alan biyokimyasal reaksiyonların hızını artırmaktadır.

İkinci periyot analizleri Mart 2002 döneminde toplam 7 istasyonda tekrarlanmış olup Şekil 4.2’de verilen grafikte fiziksel parametrelerin değişimi değerlendirilmiştir.



Şekil 4.2 Mart ayı fiziksel kalite parametreleri değişim grafiği

Mart ayı ölçümlerinde sıcaklık değeri Ekime göre biraz yükselmiş ve 7 ile 17,7 °C değerleri arasında değişmiştir. Sıcaklık salınımı yine günün saatleri ve atmosfer sıcaklığının etkisi altındadır. En düşük değeri 1 numaralı istasyonda , en yüksek değeri ise

6 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Ölçülen sıcaklık değerlerinde su kalitesini olumsuz etkileyecek bir durum gözlenmemiştir.

Bu periyottaki pH değerleri 6,1 ile 8,4 arasında değişmiş olup, nötral seviyededir. İstasyonlar boyunca pH değişimi çok fazla salınmamıştır ve suda pH problemi söz konusu değildir.

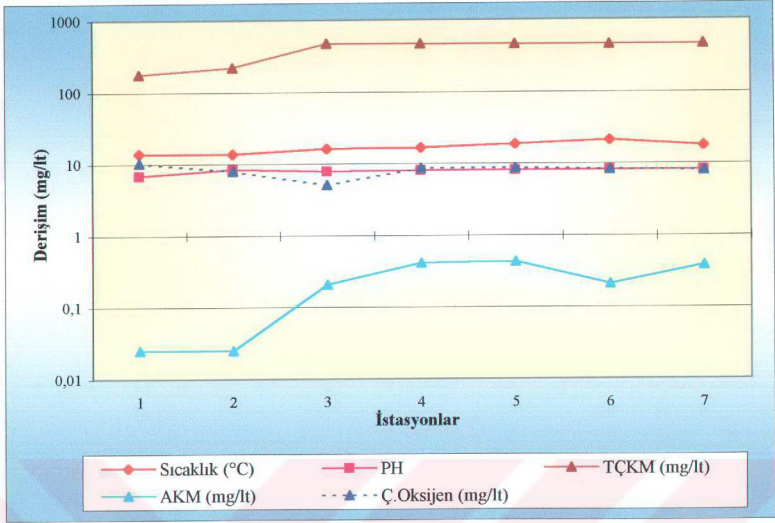
Mart 2002 döneminde toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonu 267 ile 629 mg/lt arasında ölçülmüştür. En düşük değeri 1 numaralı istasyonda, en yüksek değeri ise 3 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonunun Mart ayı değerleri, Ekim ayında ölçülen değerlere oldukça yakın çıkarken, istasyonlara göre değişimleri de paralellik göstermektedir.

Bu periyottaki askıdaki katı madde konsantrasyonu, 0,018 ile 0,41 mg/lt arasında ölçülmüştür. Bu değerler de Ekim ayı değerlerine oldukça yakındır. Minimum değer 1 ve 2 numaralı istasyonlarda maksimum değer ise yine 5 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Irmak yatağının düzensiz oluşu 5 numaralı istasyona kadar olan bölgede katı madde konsantrasyonunda artışa sebep olmaktadır. Ancak bu değerler su kalitesinin düşmesine sebep olacak miktarlarda değildir.

Çözünmüş oksijen Mart 2002 döneminde 8,08 ile 15,5 mg/lt arasında ölçülmüştür. En düşük değerler 1 ve 7 numaralı istasyonlarda ölçülürken en yüksek değer ise yine 6 numaralı istasyonda (Tiyatro kavşağı) ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen değeri önceki periyotta olduğu gibi yüksek değerlerde olup kaliteli su özelliğini yansıtmaktadır.

Son ölçüm periyodumuz Haziran 2002 dönemidir. Bu dönemde elde edilen fiziksel kalite parametrelerinin grafiksel değerlendirilmesi Şekil 4.3'de verilmiştir.

Haziran 2002 periyodunda ölçülen sıcaklık değerleri mevsimin etkisiyle diğer iki periyottan daha yüksek çıkmıştır. Ölçülen değerler 14 ile 20,9 °C arasında olup ölçümlerin tamamının öğle saatlerinden önce yapılması nedeniyle istasyonlar arasındaki salınım diğer iki periyottan daha azdır. Bu dönemde 3 numaralı istasyona kadar su debisinin yüksek olmasından dolayı salınım 2 °C'yi aşmamıştır. Baraj çıkışından bu istasyona kadar su sıcaklığındaki artış, Ekim periyodunda 9,2 °C, mart ayında ise 9 °C'dir. Bu periyotta su sıcaklığının atmosfer şartlarına göre ani değişimlerinin nedeni, debinin yüksek olmasıdır. 3 numaralı istasyondan sonra akarsuyun 5,55 m³/sn olan debisi sağ ve sol sahil sulama kanallarına su ayrılması nedeniyle 0,15 m³/sn değerine düşmektedir. Bu sebeple 3 numaralı istasyonda 16,2 °C olan su sıcaklığı, 6 numaralı istasyonda 20,9 °C değerine ulaşmaktadır.



Şekil 4.3 Haziran ayı fiziksel kalite parametreleri değişim grafiği

Bu ölçüm periyodunda pH değeri 6,83 ile 8,39 arasında değişmektedir. Diğer periyotlarda olduğu gibi su çoğunlukla nötral seviyede olup sadece 2 numaralı istasyonda hafif alkali sayılabilir. Ancak suyun geneli değerlendirildiğinde nötral seviyede bir pH değerine sahiptir.

Toplam çözülmüş katı madde (TÇKM) konsantrasyonu Haziran 2002 periyodunda 177 ile 471 mg/l arasında ölçülmüştür. En düşük değeri diğer periyotlarda olduğu gibi 1 numaralı istasyonda ölçülmüş, en yüksek değeri ise 3 ve 4 numaralı istasyonlarda ölçülmüştür. Haziran ayında toplam çözülmüş katı madde konsantrasyonu ırmaktaki su miktarının fazla olması nedeniyle seyrelme etkisi ile diğer periyotlara kıyasla daha düşük çıkmıştır.

Askıdaki katı madde konsantrasyonu Haziran ayında 0,025 ile 0,425 mg/l arasında ölçülmüştür. Diğer periyotlarda olduğu gibi ilk iki istasyon en düşük değerlerin, 5 numaralı istasyon ise en yüksek değerlerin ölçüldüğü noktaldır.

Çözülmüş oksijen değeri bu periyotta 5,09 ile 10,3 mg/l arasında ölçülmüştür. En yüksek değeri 1 numaralı istasyonda en düşük değeri ise 3 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Baraj çıkışında çözülmüş oksijen değerinin 6 numaralı istasyona göre daha yüksek çıkmasının nedeni çıkış savağından bırakılan suların diğer periyotlara göre çok fazla olmasıdır. Çıkış

savağında su debisinin fazla olması nedeniyle aşırı türbülans oluşmakta ve çıkış yapısı yaklaşık 20 m uzunluğunda havalandırma ünitesi gibi görev yapmaktadır. Bu da 1 numaralı istasyonda çözülmüş oksijen konsantrasyonunu arttırmaktadır. Yine bu periyotta, su sıcaklığının yüksek olması sudaki biyokimyasal reaksiyonların hızını arttırdığından dolayı oksijen tüketimi de artmaktadır. Ayrıca sıcaklığın artması gazların sudaki çözünürlüğünü azaltacağı için de çözünen oksijen miktarı da azalmaktadır (Karpuzcu, 1991). Bu sebeple diğer istasyonlardaki çözülmüş oksijen konsantrasyonu bir miktar azalmıştır. En düşük değer ise diğer periyotlarda olduğu gibi 3 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Burada hem akım hızı düşmekte hemde üç periyotta da çözülmüş oksijende azalma olması biyolojik aktivitenin varlığını kanıtlamaktadır. Dolayısıyla, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 5,09 mg/lit değerine kadar düşmüştür. Ancak su canlıları için problem meydana getirecek 5 mg/lit değerinin altında değildir.

4.1.2 Kimyasal kalite parametreleri

Analizleri yapılan kimyasal parametrelerden, nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), bakır ve demir parametreleri değerlendirmeye alınıp grafikleri çizilmiştir. Nitrat, nitrit ve amonyum konsantrasyonları, nitrat azotu, nitrit azotu ve amonyum azotu değerleri ile miktar olarak orantılıdır. Ayrıca Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen kıta içi yüzeysel suların sınıflandırılmasında da bu parametrelerin azot değerleri (nitrat-N gibi) kullanılmaktadır. Kalite tanımlaması için de aynı parametrelerin kullanılması bir zorunluluktur. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI), siyanür ve çinko gibi parametreler standartlarda (TSE, WHO, SKKY) verilen değerlerden çok düşük çıkması sebebi ile grafiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

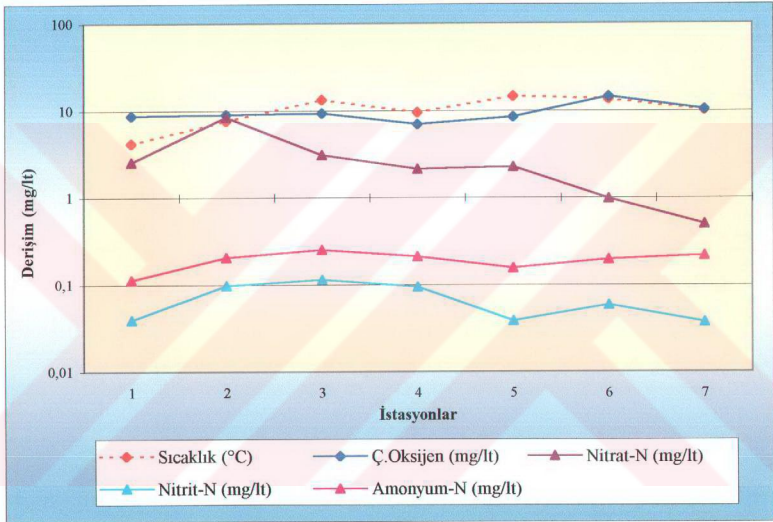
Organik kalite parametreleri olarak nitrat-N, nitrit-N ve amonyum-N'nun sıcaklık ve çözülmüş oksijene karşı değişimi değerlendirilmiştir. Çünkü bu parametrelerin su ortamındaki konsantrasyonu biyolojik aktiviteye bağlı olmakla birlikte sıcaklık ve çözülmüş oksijen konsantrasyonundan da etkilenmektedir (Uslu ve diğ., 1987).

Metal ve ağır metal grubu parametrelerden de bakır ve demir konsantrasyonlarının sıcaklık ve pH'la birlikte değişimi grafiksel değerlendirilmiştir. Bu parametrelerin konsantrasyonu da önemli ölçüde sıcaklık ve pH'a bağlı olarak değişmektedir.

4.1.2.1 Organik kimyasal parametreler

Her ölçüm periyodunda nitrat-N, nitrit-N ve amonyum-N parametrelerinin bütün istasyonlardaki konsantrasyonları sıcaklık ve çözülmüş oksijen ile birlikte grafiksel olarak değerlendirilmiştir.

Ekim 2001 periyodunda yapılan analizler sonucunda elde edilen nitrat azotu (Nitrat-N), nitrit azotu (Nitrit-N), amonyum azotu (Amonyum-N), sıcaklık ve çözülmüş oksijen konsantrasyonları Şekil 4.4'de grafiksel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.4 Ekim ayı azot bileşiklerinin, sıcaklık ve çözülmüş oksijenle değişim grafiği

Ekim ayında yapılan analizler neticesinde nitrat-N konsantrasyonu 0,49 ile 8,4 mg/lt arasında çıkmıştır. En düşük değeri 7 numaralı istasyonda, en yüksek değeri ise 2 numaralı istasyonda ölçülmüştür. 2 numaralı istasyonda yüksek nitrat yükünün kaynağını; yaygın kaynaklar olarak tanımlanan tarım sahalarının drenajı oluşturmaktadır. Toprak, fosfat ve amonyum iyonlarına kıyasla nitrat iyonlarını daha zor bağlayabilmektedir. Dolayısı ile drenaj sularıyla nitrat iyonları daha fazla yıkanmaktadır. Topraktaki nitratın kaynağı ise; gübreler ve topraktaki bulunan organik maddenin mineralleşmesidir. Literatürde verilen değerlere göre tarımsal dağınık kaynaklardan gelen N yükü için tarlalarda 1-150 kg-N/ha-

yıl, meralarda 1-50 kg-N/ha-yıl arasında değişmektedir (Uslu ve diğ., 1987). Şekil 4.4'deki nitrat-N değişimi izlendiğinde 2 numaralı istasyondan sonra nitrat konsantrasyonu sürekli azalmaktadır. Setin başladığı 5 nolu istasyondan sonra saha drenajı kesildiği için azalma daha dikkat çekicidir. Nitrat-N konsantrasyonunu arttıracak atıksu deşarjı mevcut değildir.

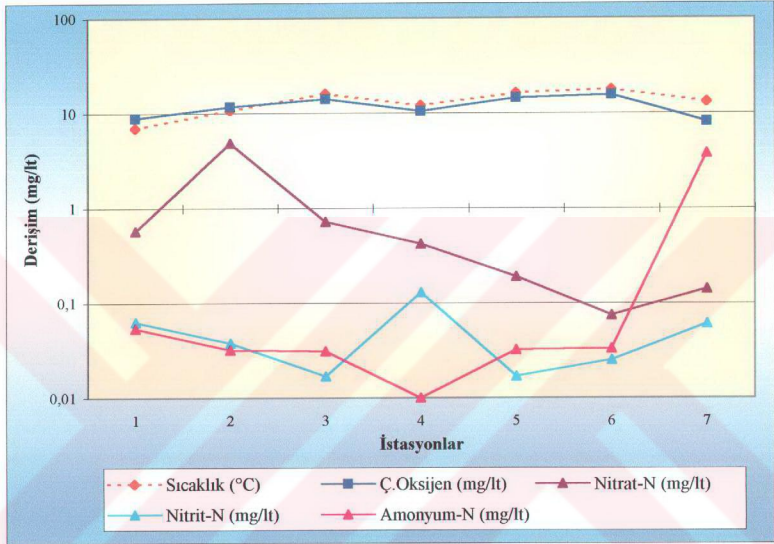
Bu periyottaki amonyum-N değerleri ise 0.113 ile 0.251 mg/l arasında ölçülmüş olup en düşük değeri 1 numaralı istasyonda, en yüksek değeri ise 3 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Amonyum-N kaynakları; tarım sahalarının drenajı, canlı özellikleri ve atıklar ile taban birikintisindeki anaerobik faaliyetlerdir. 3 numaralı istasyona kadar olan bölgedeki amonyum-N daha çok saha drenajından, sonraki istasyonlardaki amonyum konsantrasyonu da daha çok taban çamurundan kaynaklanmaktadır. Çünkü 4, 5 ve 7 nolu istasyonlardan alınan numunelerde H₂S tayini yapılmış ve H₂S konsantrasyonu 25-41 mg/l arasında ölçülmüştür. H₂S varlığı anaerobik faaliyetin bir kanıtıdır. Bütün periyotlarda yapılan analizlerde çözünmüş oksijen en düşük 5.09 mg/l çıkmıştır. Buna göre su tabakası hiçbir zaman anaerobik şartlarda olmamıştır. Anaerobik şartlar birikintinin olduğu yerlerde taban çamurunda oluşmaktadır.

Ekim 2001 periyodunda, nitrit-N konsantrasyonu 0.037 ile 0.114 mg/l arasında ölçülmüş olup en düşük değeri 7 nolu istasyonda, en yüksek değeri de 3 nolu istasyonda bulunmuştur. Nitritin kaynağı daha çok sudaki amonyum ve amonyağın nitrifikasyonu ve denitrifikasyonunda nitratın indirgenme reaksiyonları ile oluşmaktadır. Nitrifikasyon aerobik şartlarda su kütlesinde, denitrifikasyon ise taban çamurunda anaerobik şartlarda meydana gelmektedir. Nitrit ya nitrate yükseltgenmekte ya da amonyak ve amonyuma indirgenmektedir (Uslu ve diğ., 1987), dolayısı ile varlığı bu iki parametreye bağlıdır. Şekil 4.4'deki grafik incelendiğinde nitrit-N konsantrasyonu amonyum-N ile birlikte artmakta ve azalmakta, Nitrat-N ile ise ters oranda değişmektedir. O halde bir miktarda saha drenajı ile nitrit-N suya karışmaktadır.

Mart 2002 döneminde ikinci periyot ölçümler aynı istasyonlarda tekrarlanmış olup elde edilen sonuçlar Şekil 4.5'deki grafikte değerlendirilmiştir.

Mart ayında yapılan analizlerde nitrat-N konsantrasyonu 0.074 ile 4.86 mg/l arasında ölçülmüş olup en yüksek değer yine 2 numaralı istasyonda, en düşük değer ise 6 numaralı istasyonda ölçülmüştür. bu periyottaki nitrat konsantrasyonları Ekim 2001 dönemine kıyasla bir miktar da düşük çıkmıştır. Yine en önemli kaynağı tarım sahaları drenajı oluşturmaktadır.

Mart 2002 periyodunda amonyum-N konsantrasyonu 0.01 ile 3.76 mg/l arasında ölçülmüş olup en düşük değeri 4 numaralı istasyonda, en yüksek değeri ise 7 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Bu periyotta amonyum-N saha drenajından çok fazla oluşmamıştır. 4 numaralı istasyondan sonra artış gözlenmesi ve en yüksek değerinin 7 numaralı istasyonda ölçülmesi amonyum-N'nun sudaki biyolojik aktiviteden oluştuğunu göstermektedir.

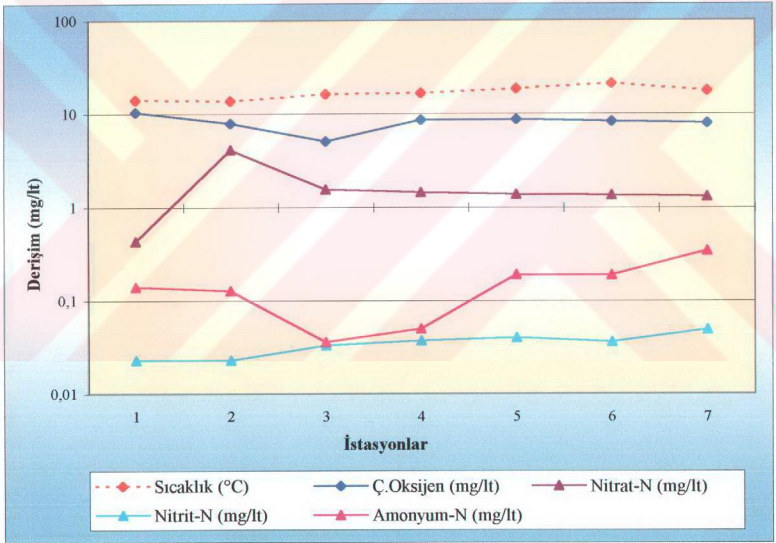


Şekil 4.5 Mart ayı azot bileşiklerinin, sıcaklık ve çözünmüş oksijenle değişim grafiği

Bu periyotta nitrit-N konsantrasyonu 0.017 ile 0.129 mg/l arasında değişmiş olup en düşük değeri 3 ve 5 numaralı istasyonlarda, en yüksek değeri 4 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Bu periyotta nitrit-N için dikkat çekici istasyon 4 numaralı istasyondur. Bu istasyonda amonyum-N minimum değerde iken, nitrat-N sürekli azalmakta ve çözünmüş oksijen düşmektedir. Bu durum da aerobik aktivitenin azlığının ve anaerobik aktivitenin ya da denitrifikasyon işleminin baskın olduğunu göstermektedir.

Haziran 2002 periyodunda yapılan analizlerden elde edilen değerler Şekil 4.6'da verilen grafikte değerlendirilmiştir.

Haziran ayında yapılan analizler neticesinde nitrat-N konsantrasyonu 0.43 ile 4.12 mg/l arasında değişmekte olup en düşük değer 1 numaralı istasyonda, en yüksek değer de yine 2 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Bu periyotta Nitrat-N konsantrasyonu diğer iki periyoda nazaran hem bir miktar düşmüş (seyrelme etkisiyle) hem de çok aşırı salınım göstermemiştir. En yüksek değerle en düşük değer arasındaki fark 3.69 mg/l olup, bu değer Mart ayında 4.79 mg/l, Ekim ayında ise 7.01 mg/l olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni, saha drenajından kaynaklanan nitrat-N yanında önemli miktarda sudaki biyolojik aktivite sonucu suya verilen nitrat-N'dur. İlk üç istasyonda su debisinin fazla olması seyrelme etkisi oluşturarak nitrat-N konsantrasyonunun azalmasına sebep olmuş, ilah edilmiş kanal kesiminde ise canlı ölümleri ve biyolojik aktivite sebebiyle nitrat-N konsantrasyonu çok az değişmiştir.



Şekil 4.6 Haziran ayı azot bileşiklerinin, sıcaklık ve çözünmüş oksijenle değişim grafiği

Haziran ayında amonyum-N konsantrasyonu 0.036 ile 0.34 mg/l arasında ölçülmüş olup en düşük değeri 3 numaralı istasyonda, en yüksek değeri ise 7 nolu istasyonda ölçülmüştür. 1 numaralı istasyondan 3 numaralı istasyona kadar azalan amonyum-N değeri 3 numaralı istasyondan sonra artmaya başlamıştır. Bu da saha drenajından kaynaklanan amonyum

miktarının suda üretilenden az olduğunu göstermektedir. Özellikle taban çamurunun en fazla olduğu 7 numaralı istasyonda Amonyum-N konsantrasyonunun maksimum değerinde olması bu düşüncüyü güçlendirmektedir. Bu periyotta sıcaklığın etkisi ile 3 numaralı istasyona kadar amonyum azalırken çözülmüş oksijen de düşmüştür. Bu da amonyumun parçalanması için kullanılan oksijene işaret etmektedir. Aynı istasyonlarda nitrit-N konsantrasyonu da artmıştır. Nitrit-N'nun artması nitrifikasyonun devam ettiğinin de bir göstergesidir.

Haziran 2002 periyodunda nitrit-N konsantrasyonu 0.023 ile 0.049 mg/lt arasında ölçülmüştür. En düşük değeri 1 numaralı istasyonda, en yüksek değeri ise 7 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Başlangıçta düşük değerlerde olan nitrit-N saha drenajının fazla olduğu bölgelerde çok fazla değişmemiş 3 nolu istasyondan sonra sürekli artış göstermiştir. Sadece çözülmüş oksijen değerinin genellikle fazla olduğu 6 numaralı istasyonda bir miktar azalmıştır. Bu istasyonda sıcaklık değeri de yüksek olup (20,9 °C) nitritin hızlı bir şekilde nitrate yükselttiği kanaatine varılmıştır.

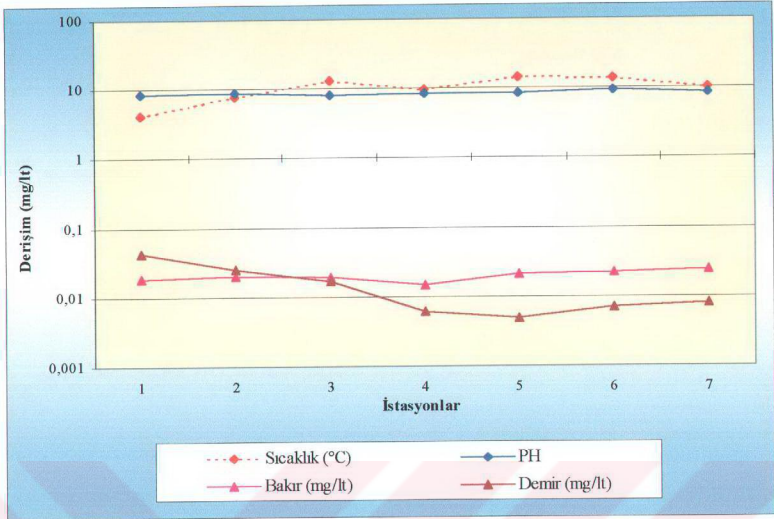
Her üç periyotta da azot bileşiklerinin kaynağı çoğunlukla tarım sahalarının drenajı olduğu düşünülmektedir. İstanbul su havzası içerisinde bulunan Terkos Gölü'nde yapılan bir çalışmada da aynı değerlendirme yapılmıştır (Yükselen ve diğ., 1997).

4.1.2.2 Metal grubu kalite parametreleri

Her periyot için yapılan analizler neticesinde elde edilen bakır ve demir konsantrasyonları bütün istasyonlar için sıcaklık ve pH değerleri ile birlikte grafiksel değerlendirilmiştir. Metal iyonlarının sulardaki çözünürlükleri sıcaklık ve pH değerine bağlı olarak değişmektedir. Bu sebeple değerlendirmede pH ve sıcaklık da dikkate alınmıştır.

Ekim 2001 dönemi yapılan analizler neticesinde elde edilen metal grubu kalite parametrelerinin sıcaklık ve pH ile değişimi Şekil 4.7'de verilen grafikte değerlendirilmiştir.

Bu periyotta bakır konsantrasyonu 0,015 ile 0,024 mg/lt arasında ölçülmüş olup, en düşük değeri 4 numaralı istasyonda en yüksek değeri de 7 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Demir konsantrasyonları ise 0,005 ile 0,043 mg/lt arasında ölçülmüş ve en düşük değer 5 numaralı istasyonda en yüksek değer de 1 numaralı istasyonda okunmuştur. Ölçülen demir ve bakır konsantrasyonları ülkemizde geçerli olan içme suyu standartlarında verilen müsaade edilen değerlerin (demir 0,3 mg/lt, bakır 1 mg/lt) çok altında çıkmıştır (TSE, 1984).



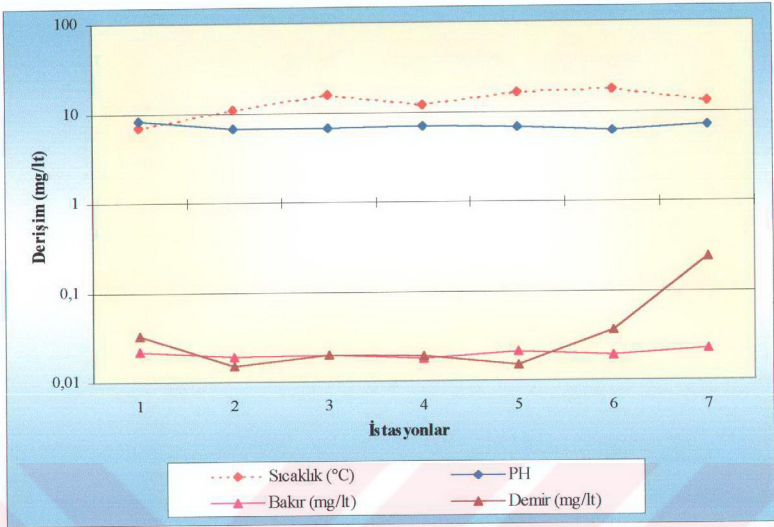
Şekil 4.7 Ekim ayı metal grubu kalite parametrelerinin sıcaklık ve pH ile değişim grafiği

Mart 2002 döneminde yapılan analizler sonucunda elde edilen metal grubu kalite parametrelerinin sıcaklık ve pH ile değişimi Şekil 4.8'de verilen grafikte değerlendirilmiştir.

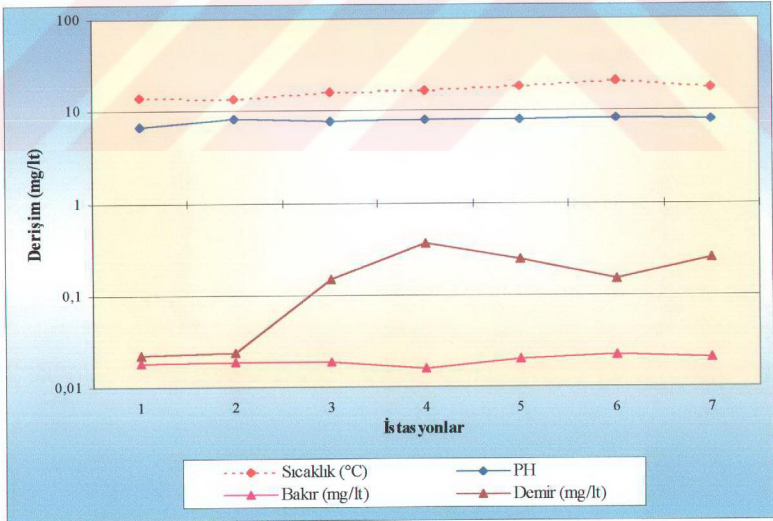
Bu periyotta bakır konsantrasyonları 0,018 ile 0,023 mg/Lt arasında olup en düşük değeri yine 4 numaralı istasyon, en yüksek değeri de 7 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Demir konsantrasyonları ise 0,015 ile 0,24 mg/Lt arasında olup en düşük değerler 2 ve 5 numaralı istasyonlarda en yüksek değer de 7 numaralı istasyonda ölçülmüştür.

Haziran 2002 periyodunda yapılan analizler neticesinde elde edilen metal grubu kalite parametrelerinin sıcaklık ve pH ile değişimi Şekil 4.9'da verilen grafikte değerlendirilmiştir.

Haziran döneminde bakır konsantrasyonları 0,016 ile 0,022 mg/Lt arasında olup en düşük değeri diğer iki periyottaki gibi 4 numaralı istasyonda, en yüksek değeri de 6 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Demir konsantrasyonları ise 0,022 ile 0,36 mg/Lt arasında olup en düşük değeri 1 numaralı istasyonda, en yüksek değeri de 4 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Bu periyotta da ölçülen parametreler oldukça düşük değerler almıştır.



Şekil 4.8 Mart ayı metal grubu kalite parametrelerinin sıcaklık ve pH ile değişim grafiği



Şekil 4.9 Haziran ayı metal grubu kalite parametrelerinin sıcaklık ve pH ile değişim grafiği

Toplam üç periyotta elde edilen sonuçlara göre pH değerlerinde çok fazla bir değişiklik söz konusu değildir. Düşük pH değerlerinde bu iyonların konsantrasyonu artabilmektedir. Ancak pH genellikle nötral seviyede olduğu için bu iyonların çözünürlüğüne etkisi olmamıştır. Sıcaklık ise Haziran ayında daha yüksek bir ortalama değere sahip olması sebebi ile demir ve bakır konsantrasyonunun artmasına sebep olmuştur.

Çalışma alanında bütün istasyonlarda metal konsantrasyonunun artmasına sebep olabilecek noktasal bir kaynak tespit edilmemiştir. Dolayısıyla bu parametrelerin kaynağı doğal kaynaklardır. Su kalitesinin bozulmasına sebep olabilecek miktarda metal konsantrasyonuna rastlanılmamıştır.

4.2 Analiz Sonuçlarının Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi

Analizler neticesinde elde edilen sonuçların her periyot için yapılan değerlendirmesi yanında bu parametrelerin aynı istasyonlarda, ölçüm periyotlarına göre değişiminin de değerlendirilmesi daha sağlıklı sonuçlar ortaya konulmasına yardımcı olacaktır. Bu sebeple fiziksel ve kimyasal kalite parametrelerinin bazı istasyonlardaki mevsime bağlı değişiklikleri de grafiksel değerlendirmeye alınmıştır.

4.2.1 Fiziksel kalite parametrelerinin mevsimsel değişimi

Fiziksel kalite parametreleri hemen hemen bütün istasyonlarda mevsime göre çok küçük değişimler göstermiştir. İstasyonlarda Ekim 2001, Mart 2002 ve Haziran 2002 periyotlarında yapılan ölçümlerde konsantrasyonlar birbirine yakın çıkmıştır.

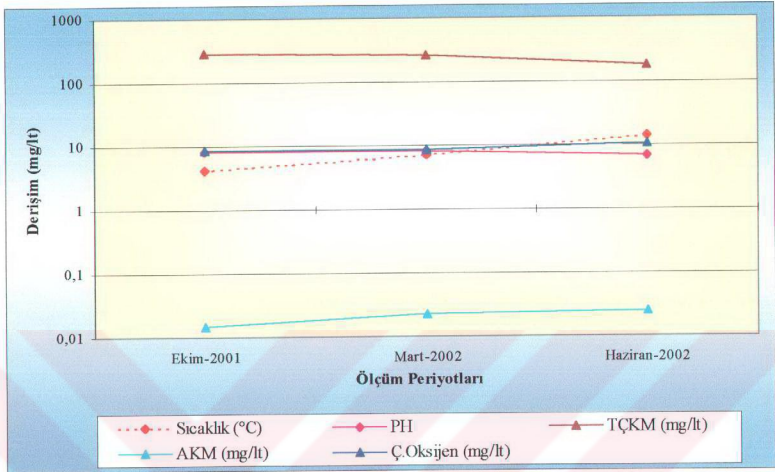
Fiziksel parametrelerin 1 numaralı istasyondaki mevsime göre değişimini gösteren grafik Şekil 4.10'da verilmiştir.

Bu istasyonda sıcaklık 4,2 ile 14 °C arasında ölçülmüş olup, en düşük sıcaklık değeri Ekim ayında en yüksek sıcaklık değeri de Haziran ayında ölçülmüştür. Sıcaklığın değişimi iklimle doğrudan ilişkilidir. Soğuk mevsimlerde düşük değerler, sıcak mevsimlerde ise yüksek sıcaklık değerleri ölçülmüştür.

Bu istasyondaki pH değeri 6,83 ile 8,43 arasında ölçülmüş ve en düşük değeri Haziran en yüksek değeri de Ekim ayında ölçülmüştür. Ekim ve Mart aylarında pH değeri birbirine yakın ve bir miktar yüksek Haziran ayında ise daha nötral çıkmıştır.

Çözünmüş oksijen 1 numaralı istasyonda 8,68 ile 10,3 mg/l arasında ölçülmüş olup en yüksek değeri Haziran ayında en düşük değeri de Ekim ayında gözlenmiştir. Sıcaklığın artmasına karşın çözünmüş oksijen bu istasyonda yüksek çıkmasının nedeni Bölüm

4.1.1'de açıklanmıştır. Bu istasyonda sıcaklık çözülmüş oksijen konsantrasyonunu etkilememiştir.

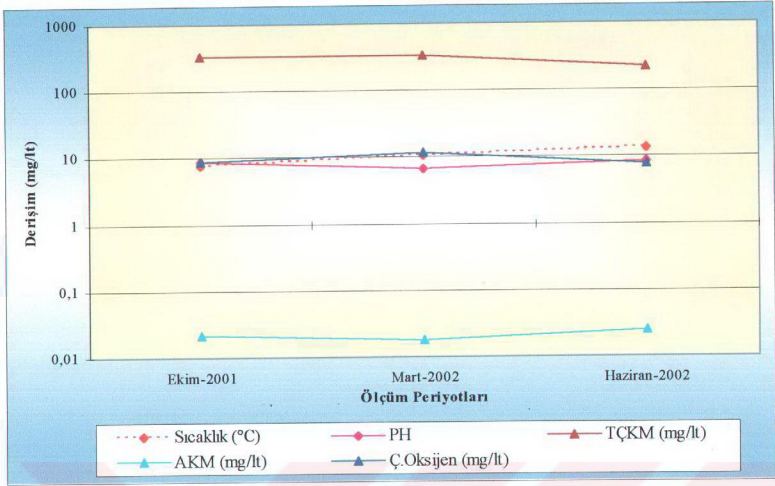


Şekil 4.10 Fiziksel parametrelerin 1 numaralı İstasyonda mevsime göre değişim grafiği

Toplam çözülmüş katı madde konsantrasyonu bu istasyonda 177 ile 288 mg/l arasında ölçülmüş, en yüksek değeri Ekim ayında, en düşük değeri de Haziran ayında ölçülmüştür. Çözülmüş katı madde sıcaklıkla ters orantılı gibi değişmiştir. Ancak akan suyun miktarı ve akım rejimi sıcaklıktan daha fazla bu parametreyi etkilemiştir. Mesela Haziran ayında istasyondaki su debisi 5.55 m³/sn, Ekim ayında ise 0.11 m³/sn değerindedir. Debinin çok fazla olması seyrelme etkisi yapmıştır. Ayrıca haziran döneminde barajda da birikmiş su kütlesi fazladır ve kalite biraz daha yüksektir.

Askıdaki katı madde konsantrasyonu bu istasyonda 0.015 ile 0.025 mg/l arasında ölçülmüş olup en düşük değeri Ekim ayında, en yüksek değeri de Haziran ayındadır. Akıntının artması askıdaki atık madde konsantrasyonunu artırmaktadır. Bu istasyonda da akımın artmasına paralel askıdaki katı madde konsantrasyonu artmıştır.

Fiziksel parametrelerin 2 numaralı istasyondaki mevsime göre değişimini Şekil 4.11'de grafiksel değerlendirilmiştir.



Şekil 4.11 Fiziksel parametrelerin 2 numaralı İstasyonda mevsime göre değişim grafiği

Sıcaklık bu istasyonda 7.6 ile 13.7 °C arasında ölçülmüş olup sıcaklık değerleri mevsime bağlı olarak değişmiştir.

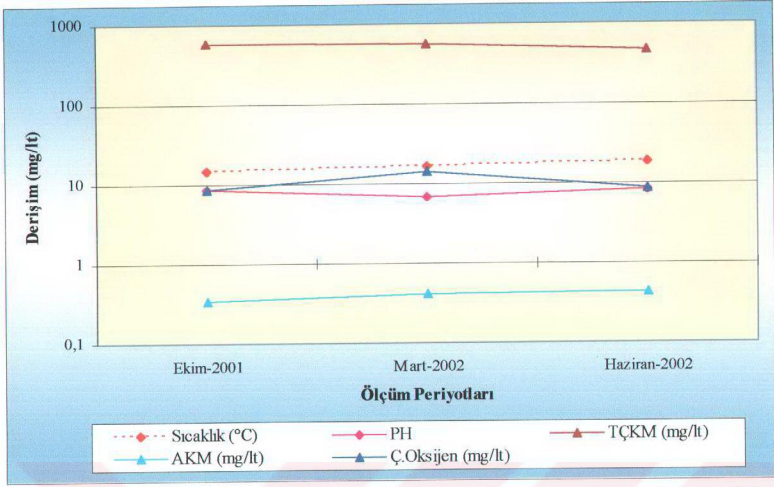
Bu istasyonda pH değerleri 6.74 ile 8.73 arasında ölçülmüş olup en yüksek değeri Ekim ayında, en iyi değeri ise Mart ayında ölçülmüştür.

Çözülmüş oksijen konsantrasyonu bu istasyonda 7.91 ile 11.73 mg/l arasında ölçülmüş ve en yüksek değeri Mart ayında, en düşük değeri de Haziran ayında ölçülmüştür.

Toplam çözülmüş katı madde konsantrasyonu 2 numaralı istasyonda 219 ile 336 mg/l arasında ölçülmüş olup en düşük değeri Haziran ayında, en yüksek değeri Ekim ayında ölçülmüştür. Bu istasyonda çözülmüş madde Ekim ve Mart ayları için sıcaklıkla artmış olup Haziran'da sıcaklık fazla olmasına karşın düşmüştür. Haziranda düşük değerde çıkmasında akarsu debisinin etkisi vardır.

Askıdaki katı madde konsantrasyonu bu istasyonda 0.018 ile 0.025 mg/l arasında ölçülmüştür. En yüksek değer Haziran döneminde, en düşük değerde Mart döneminde ölçülmüştür.

Fiziksel parametrelerin 5 numaralı istasyonda mevsime göre değişimi Şekil 4.12'de verilen grafikte değerlendirilmiştir.



Şekil 4.12 Fiziksel parametrelerin 5 numaralı İstasyonda mevsime göre değişim grafiği

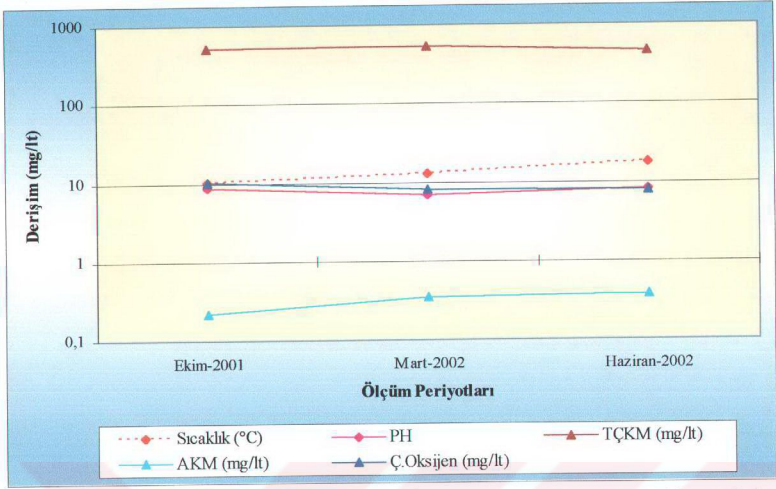
Sıcaklık mevsime bağlı olarak değişmiş olup 14.6 ile 18.5 °C arasında ölçülmüştür. Buradaki pH değeri ise 6.74 ile 8.51 arasında değişirken en düşük değeri Mart ayında, en yüksek değeri de Ekim ayında ölçülmüştür.

Çözünmüş oksijen konsantrasyonu 5 numaralı istasyonda 8.44 ile 14.3 mg/l arasında ölçülmüştür. En düşük değeri Ekim ayında, en yüksek değeri de Mart ayında ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen bu istasyonda sıcaklığın arttığı Haziran ayında azalmakta, ancak Ekim ayına göre daha yüksek sıcaklık değerine sahip ve Mart ayında da yüksek çıkmıştır. Dolayısı ile bu istasyondaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu hem sıcaklıktan etkilenmiş hem de biyokimyasal aktiviteden etkilenmiştir.

Bu istasyondaki toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonu 457 ile 578 mg/l arasında ölçülmüş olup en düşük değeri Haziran ayında, en yüksek değeri de Ekim ayında ölçülmüştür.

Askıdaki katı madde konsantrasyonu bu istasyonda 0.34 ile 0.425 mg/l arasında değişirken en yüksek değeri Haziran ayında, en düşük değeri de Ekim ayında ölçülmüştür.

Fiziksel parametrelerin 7 numaralı istasyondaki değişimi ise Şekil 4.13'de verilen grafikte değerlendirilmiştir.



Şekil 4.13 Fiziksel parametrelerin 7 numaralı İstasyonda mevsime göre değişim grafiği

Sıcaklık bu istasyonda mevsime bağlı olarak değişmiş ve 10.1 ile 17.5 °C arasında ölçülmüştür. pH değeri de 6.9 ile 8.6 arasında değişirken en düşük değer Mart ayında, en yüksek değeri de Ekim ayında ölçülmüştür.

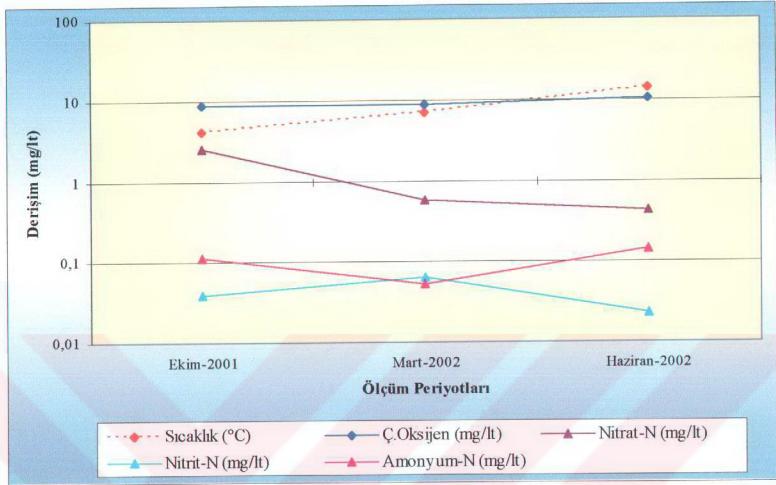
Çözünmüş oksijen 7 numaralı istasyonda sıcaklık ve biyokimyasal aktivitenin etkisi ile değişirken 7.9 ile 10.33 mg/l arasında ölçülmüştür. En yüksek değer sıcaklığın en düşük olduğu Ekim ayında, en düşük değeri de sıcaklığın yüksek olduğu Haziran ayında ölçülmüştür.

Toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonu bu istasyonda 460 ile 544 mg/l arasında ölçülmüş olup en yüksek değeri Mart ayında, en düşük değeri de Haziran ayında ölçülmüştür. Askıdaki katı maddelerde 0.22 ile 0.38 mg/l arasında değişirken en düşük değer Ekim ayında, en yüksek değerde Haziran ayında ölçülmüştür. Askıdaki maddeler akımla değişirken, çözünmüş katı madde konsantrasyonunda saha drenajı etkin olmuştur.

4.2.2 Kimyasal kalite parametrelerinin mevsime göre değişimi

Metal grubu kalite parametreleri konsantrasyonunun düşük değerlerde çıkması sebebi ile mevsime göre değişimi grafiksel değerlendirmeye alınmamıştır. Kimyasal parametrelerden nitrat-N, nitrit-N ve amonyum-N'nun sıcaklık ve çözünmüş oksijene karşılık mevsime göre değişimi 1, 4 ve 7 numaralı istasyonlar için grafiksel değerlendirilmiştir.

Azot grubu kalite parametrelerinin 1 numaralı istasyonda sıcaklık ve çözülmüş oksijenle mevsime göre değişimi Şekil 4.14’de verilen grafikte değerlendirilmiştir.



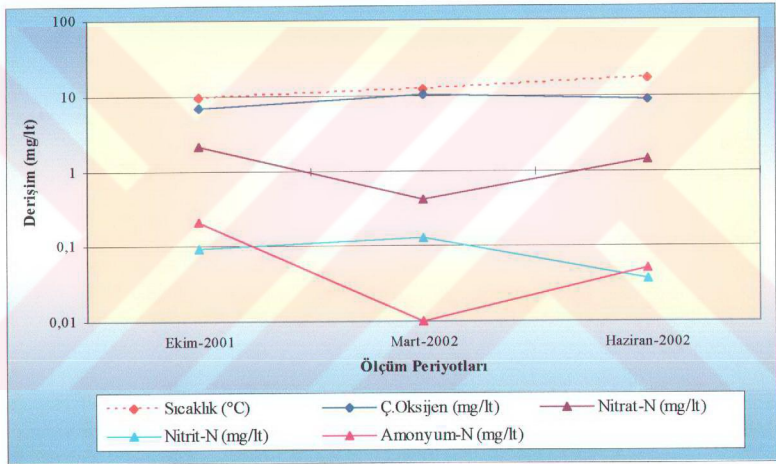
Şekil 4.14 Azot bileşikleri, çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin 1 numaralı İstasyonda mevsime göre değişim grafiği

Nitrat-N konsantrasyonu bu istasyonda 0.43 ile 2.55 mg/l arasında değişmiş olup, en yüksek değeri Ekim ayında, en düşük değeri de Haziran ayında ölçülmüştür. Su debisinin en fazla olduğu ayda nitrat-N konsantrasyonu en düşük çıkmıştır. Debinin en az olduğu dönemde de en yüksek nitrat-N konsantrasyonu oldukça yüksek değerdedir. Barajdan bırakılan suların kalitesi bu istasyonu çok fazla etkilemektedir. Ekim ayı sulama sezonunun sonu olması nedeni ile barajdaki su seviyesi oldukça düşmektedir. Su miktarının azalması ile üretilen nitrat-N'nun sudaki konsantrasyonu artmaktadır. Su rezervinin yüksek olduğu aylarda ise bu durum tersine dönmektedir. Mart ve Haziran döneminde konsantrasyonun azalması da bunun bir göstergesidir.

Amonyum-N konsantrasyonu 1 numaralı istasyonda 0.054 ile 0.14 mg/l arasında değişirken en düşük değeri Mart ayında, en Yüksek değeri de Haziran ayında ölçülmüştür. amonyum-N organik maddenin biyolojik ayrışması neticesinde oluşmaktadır. Dolayısı ile sıcaklığın en fazla olduğu dönemde (Haziran) biyolojik aktivitede yüksektir ve Amonyum-N konsantrasyonu artmıştır.

Bu istasyonda nitrit-N konsantrasyonu 0.023 ile 0.063 mg/l arasında ölçülmüştür. Biyolojik aktivitenin en yüksek olduğu Haziran ayında en düşük değeri, biyolojik aktivitenin yavaş olduğu Mart ayında da en yüksek değeri ölçülmüştür. Bu istasyonda Mart ayında özellikle aerobik parçalanmanın düşük olduğunun göstergesi yükselen nitrit-N konsantrasyonudur. Çünkü oksijenli ortamda nitrit-N nitrat bakterileri tarafından nitrate yükseltgenir (Uslu ve diğ., 1987).

Azot bileşikleri, sıcaklık ve çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 4 numaralı istasyondaki mevsime göre değişimi Şekil 4.15'de verilen grafikte değerlendirilmiştir. Bu istasyonda nitrat-N konsantrasyonu 0.42 ile 2.13 mg/l arasında değişmiş olup en düşük değeri Mart ayında, en yüksek değeri de Ekim ayında ölçülmüştür.



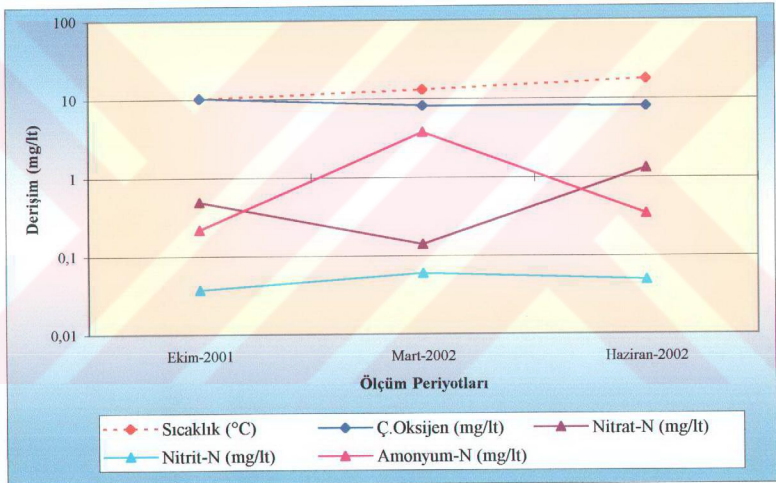
Şekil 4.15 Azot bileşikleri, çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin 4 numaralı İstasyonda mevsime göre değişim grafiği

Amonyum konsantrasyonu 4 numaralı istasyonda 0.01 ile 0.208 mg/l arasında ölçülmüş olup en düşük değeri Mart ayında, en yüksek değeri de yine Ekim ayındadır. Nitrit-N konsantrasyonu ise 0.037 ile 0.129 mg/l arasında değişmektedir. En yüksek nitrit-N konsantrasyonu Mart ayında en düşük konsantrasyonu da Haziran ayında ölçülmüştür.

Bu istasyonda nitrat-N ile amonyum-N birbirine paralel değişirken nitrit-N konsantrasyonu ters orantılı değişmiştir. Biyolojik aktivitenin yavaşlaması ile amonyum azalmakta ama nitrit-N artmaktadır.

Azot bileşikleri sıcaklık ve çözülmüş oksijen konsantrasyonunun 7 numaralı istasyondaki mevsime göre değişimi Şekil 4.16'da verilen grafikte değerlendirilmiştir.

Bu istasyonda nitrat-N konsantrasyonu 0.14 ile 1.29 mg/lt arasında ölçülmüştür. en düşük değeri Mart ayında, en yüksek değeri de Haziran ayındadır. Amonyum-N'da 0.215 ile 3.76 arasında ölçülmüş olup en düşük değeri Ekim ayında, en yüksek değeri de Mart ayındadır. Nitrit-N ise 0.037 ile 0.06 mg/lt arasında değişirken en düşük değer Ekim ayında, en yüksek değer de Mart ayında ölçülmüştür.



Şekil 4.16 Azot bileşikleri, çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin 7 numaralı İstasyonda mevsime göre değişim grafiği

Bu istasyon taban birikintisinin oldukça fazla olduğu bir bölge olup tabanında anaerobik faaliyet tesbit edilmiştir. su kütleğinde çözülmüş oksijen konsantrasyonu yüksek olmasına karşın 42 mg/lt H₂S konsantrasyonu ölçülmüştür. Dolayısı ile taban çamuru ile su kütle arasında sürekli etkileşim olmaktadır. Bu da azot grubu parametrelerin konsantrasyonunda diğer istasyonlara kıyasla aşırı farklılıklar oluşturmaktadır. Mesela en yüksek amonyum azotu konsantrasyonu Mart ayında bu istasyonda ölçülmüştür.

Azot grubu kalite parametrelerinde istasyonlara göre yerel farklılıklar olmakla birlikte en düşük konsantrasyonlar Haziran ayında, en yüksek konsantrasyonlarda Ekim ve Mart aylarında ölçülmüştür. su da bu parametrelerin değişiminde mevsimin yanı sıra tarım sahalarını drenajı, akım durumu, taban çamuru ve biyokimyasal aktivitenin önemli ölçüde etkisi bulunmaktadır. Bir çok çalışmada suların oluştukları yerlerde özellikle yaygın kaynaklardan önemli ölçüde kirlendikleri belirtilmektedir (Albek, 1997).

BÖLÜM 5

ULUIRMAK'TA SU KALİTESİ

Uluirmak'taki su kalitesinin tespitinde Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen kıta içi yüzeysel suların sınıflandırılmasında kullanılan kalite parametreleri referans alınmıştır.

Yapılan analiz sonuçları tablo halinde düzenlenerek su kalite sınıfları ile karşılaştırılmış ve uygun kalite tanımlaması yapılmıştır. Kalite sınıfları belirlenirken bütün parametrelerin o sınıfa uygunluğu tartışılmış veya çoğunluğun sağladığı değerler dikkate alınmıştır.

5.1 Ekim 2001 Döneminde Su Kalitesi

Çalışma alanında Ekim 2001 döneminde yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 5.1'de Su Kirlenmesi ve Kontrolü Yönetmeliği'nde yayınlanan kıta içi yüzeysel suların sınıflandırılmasında kullanılan kalite parametreleri ile karşılaştırılmıştır.

Çizelgede su kalite sınıflarının kolay yorumlana bilmesi amacı ile aşağıdaki renkler kullanılmıştır.

- I. sınıf sular için mavi
- II. sınıf sular için yeşil
- III. sınıf sular için Sarı
- IV. sınıf sular için kırmızı

olmak üzere renklendirilmiştir. Aynı renkler akarsuyun kalitesine göre bölgelere ayrılmasında da kullanılmıştır.

1. istasyonda ölçülen değerlerden nitrit-N ($\text{NO}_2\text{-N}$) haricinde bütün parametreler birinci sınıf su kalitesini göstermektedir. Nitrit-N konsantrasyonu ise III. sınıf sulara uymaktadır. Su kalite sınıflarının tespitinde, bütün kalite parametrelerinin belirlenen kalite sınıfını sağlaması gerekir (Baykal ve diğ., 1997). Dolayısı ile 1 numaralı istasyonda suyun kalite sınıfı III. sınıftır.

Bu periyotta 2 numaralı istasyonda su kalitesi oldukça düşmektedir. Nitrit-N IV. sınıf, $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{NH}_4\text{-N}$ II. sınıf, pH değeri III. sınıf su özelliği göstermektedir. Bu istasyondaki su kalitesi de IV. sınıf su özelliği göstermektedir.

Çizelge 5.1 Ekim 2001 dönemindeki analizlerin su kalitesi kriterleri ile karşılaştırılması

Parametre	Birim	Su Kalite Sınıfları				Numune İstasyonları						
		I	II	III	IV	1	2	3	4	5	6	7
Sıcaklık	°C	25	25	30	> 30	4,2	7,6	13,4	9,5	14,6	13,5	10,1
PH		6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0	8,43	8,73	8,18	8,36	8,51	9,13	8,6
T.Ç.M.	mg/lt	500	1500	5000	5000	288	336	629	628	578	498	514
Ç. O.	mg/lt	8	6	3	< 3	8,68	8,94	9,34	6,97	8,44	14,35	10,33
NO ₃ -N	mg/lt	5	10	20	> 20	2,55	8,4	3,09	2,13	2,25	0,965	0,49
NO ₂ -N	mg/lt	0,002	0,01	0,05	> 0,05	0,039	0,097	0,114	0,094	0,038	0,058	0,037
NH ₄ -N	mg/lt	0,2	1	2	> 2	0,113	0,205	0,251	0,208	0,155	0,194	0,215
KOI	mg/lt	25	50	70	> 70	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
BOI	mg/lt	4	8	20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Bakır	mg/lt	0,02	0,05	0,2	> 0,2	0,018	0,02	0,019	0,015	0,021	0,022	0,024
Çinko	mg/lt	0,2	0,5	2	> 2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Siyandır	mg/lt	0,01	0,05	0,1	> 0,1	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demir	mg/lt	0,3	1	5	> 5	0,043	0,025	0,017	0,006	0,005	0,007	0,008

3 numaralı istasyonda toplam çözülmüş katı madde ve amonyum azotu ikinci sınıf su özelliğindedir. Nitrit azotu ise yine IV. sınıf sulara uygundur. Diğerleri birinci sınıf suları yansıtmaktadır. Bu istasyonda da su kalitesi IV. sınıf sulara uygundur.

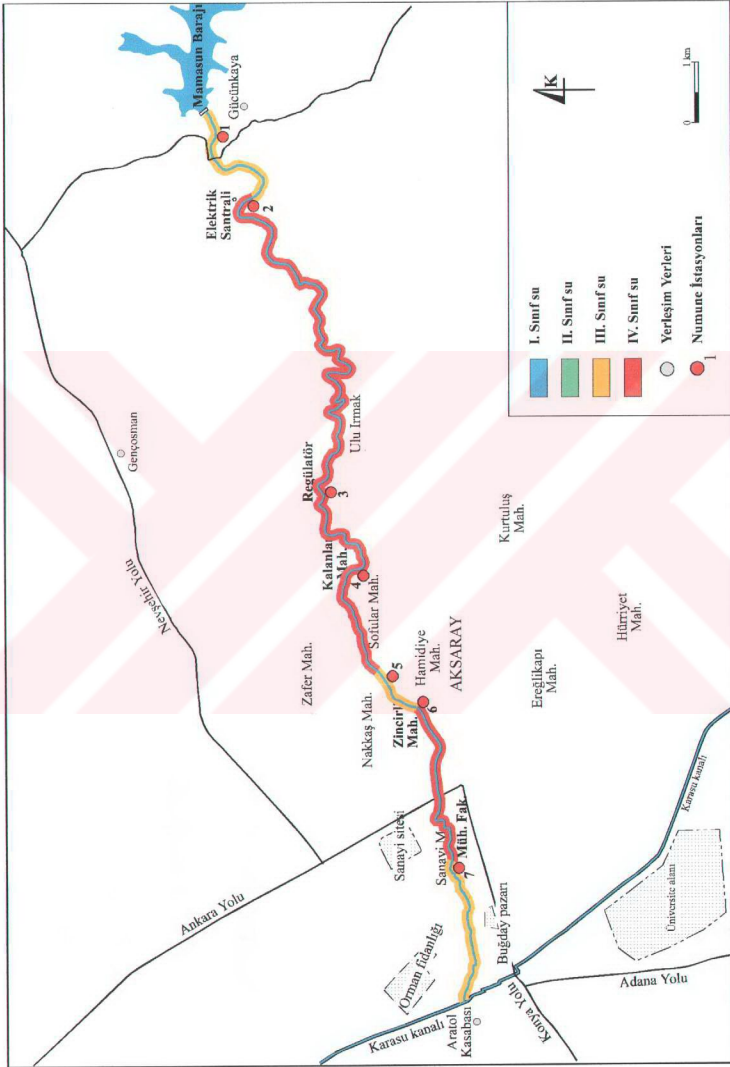
4. istasyonda yine nitrit azotu IV. sınıf suları yansıtmaktadır. Çözülmüş oksijen, toplam çözülmüş katı madde ve amonyum azotu değerleri ikinci sınıf sulara uygun olup diğerleri birinci sınıf su özelliğindedir. Bu istasyonda da su kalitesi IV. sınıf sulara uygundur.

5. istasyonda nitrit azotu ve pH III. sınıf su, toplam çözülmüş katı madde ve bakır II. sınıf su, değerleri ise I. sınıf su özelliği göstermektedir. Bu istasyonda su kalitesi III. Sınıf olarak tespit edilmiştir.

6 numaralı istasyonda pH ve nitrit azotu IV. sınıf sulara, bakır da II. Sınıf sulara uygun çıkmıştır. Diğer parametreler ise birinci sınıf su özelliği göstermiştir. Bu istasyondaki su kalitesi IV. sınıf olarak tespit edilmiştir.

Bu değerlendirmeden elde edilen su kalitesi dağılımı bölgelere göre Şekil 5.1'de verilen harita üzerinde gösterilmiştir. Bu harita incelendiğinde akarsuyun başlangıcında su kalitesi en iyi (III. sınıf) 2, 3 ve 4 numaralı istasyonlarda düşmüştür (IV. sınıf). Daha sonra 5 numaralı istasyonda bir miktar iyileşmiş, 6 numaralı istasyonda tekrar düşmüş, 7 numaralı istasyonda ise bir miktar iyileşme ile III. Sınıf su kalitesi durumuna ulaşmıştır.

Ekim ayı bütün parametreleri ve istasyonlara göre su kalitesinin en düşük olduğu dönemdir. Su debisinin az olması, tarım sahalarının drenajı ve su yatağına atılan katı atıkların bu duruma önemli katkısı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 5.1 Ekim 2001 döneminde akarsuyun kalite bölgeleri haritası

5.2 Mart 2002 Döneminde Su Kalitesi

Bu dönemde elde edilen sonuçlar su kalitesi standartları ile Çizelge 5.2'de karşılaştırılmıştır.

1 numaralı istasyonda nitrit azotu konsantrasyonu IV. sınıf su özelliğinde, bakır konsantrasyonu II. sınıf su özelliğinde diğerleri ise I. sınıf su özelliğindedir. Bakır konsantrasyonu I. sınıf değerine çok yakındır ve I. sınıf kabul edilebilir. Burada problem nitrit-N konsantrasyonundan kaynaklanmaktadır ve IV. sınıf su kalitesi sınıfına dahildir.

Çizelge 5.2 Mart 2002 dönemindeki analizlerin su kalitesi kriterleri ile karşılaştırılması

Parametre	Birim	Su Kalite Sınıfları				Numune İstasyonları						
		I	II	III	IV	1	2	3	4	5	6	7
Sıcaklık	°C	25	25	30	> 30	7	10,8	16	12	16,3	17,7	13,1
PH		6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0	8,4	6,74	6,84	7,04	6,74	6,1	6,9
T.Ç.M.	mg/l	500	1500	5000	5000	267	329	629	604	564	516	544
Ç. O.	mg/l	8	6	3	< 3	8,82	11,73	14	10,4	14,3	15,35	8,08
NO ₂ -N	mg/l	5	10	20	> 20	0,57	4,86	0,72	0,42	0,19	0,074	0,14
NO ₂ -N	mg/l	0,002	0,01	0,05	>0,05	0,063	0,038	0,017	0,129	0,017	0,025	0,06
NH ₄ -N	mg/l	0,2	1	2	> 2	0,054	0,032	0,031	0,01	0,032	0,033	3,76
KOI	mg/l	25	50	70	> 70	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
BOI	mg/l	4	8	20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Bakır	mg/l	0,02	0,05	0,2	> 0,2	0,022	0,019	0,02	0,018	0,021	0,019	0,023
Çinko	mg/l	0,2	0,5	2	> 2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Siyanür	mg/l	0,01	0,05	0,1	> 0,1	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,0021	0,0023
Demir	mg/l	0,3	1	5	> 5	0,0326	0,015	0,02	0,019	0,015	0,036	0,24

2 ve 3 numaralı istasyonlar çok yakın özellikler göstermiş ve nitrit azotu konsantrasyonu ikisinde de III. sınıf sulara uygun çıkmıştır. Toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonunun 3 numaralı istasyonda I. sınıf değere yakın olup II. sınıf su özelliği göstermiştir. Her iki istasyonda da diğer bütün parametreler I. sınıf sulara uygundur. Bu istasyondaki su kalitesi III. sınıf olarak tespit edilmiştir.

4 numaralı istasyonda nitrit azotu konsantrasyonu IV. sınıf, toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonu II. sınıf su özelliğindedir. 4 numaralı istasyondaki su kalite sınıfı IV. sınıftır.

5 numaralı istasyonda nitrit azotu III. sınıf su özelliğinde, toplam çözünmüş katı madde ve bakır değerleri ise II. sınıf su özelliğindedir. Diğer parametreler ise I. sınıf su kalitesine uygundur. Bu istasyondaki su kalitesi sınıfı ise III. sınıf olarak tespit edilmiştir.

6 numaralı istasyonda pH ve nitrit azotu konsantrasyonu III. sınıf sulara, toplam çözülmüş katı madde konsantrasyonu II. sınıf sulara, diğerleri ise I. sınıf sulara uygun çıkmıştır. Bu istasyondaki kalite sınıfı da III. sınıf olarak tespit edilmiştir.

7 numaralı istasyonda nitrit ve amonyum azotu konsantrasyonları IV. sınıf, toplam çözülmüş katı madde ve bakır konsantrasyonları II. sınıf, diğerleri de I. Sınıf su özelliğindedir. Bu istasyondaki kalite sınıfı da IV. sınıftır.

Mart döneminde su kalitesi genelde Ekim ayından daha iyidir. Ancak 1, 4 ve 7 numaralı istasyonlarda yüksek çıkan nitrit azotu konsantrasyonu su kalitesini düşürmektedir. Nitrit konsantrasyonunun iyileşmesi halinde su kalitesi I. Sınıf sulara çoğunlukla yaklaşmaktadır. İstasyonlara göre su kalitesi dağılımı Mart ayı için şekil 5.2'de verilen haritada gösterilmiştir.

5.3 Haziran 2002 Döneminde Su Kalitesi

Haziran ayında yapılan analiz sonuçlarının su kalitesi standartları ile karşılaştırılması çizelge 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.3 Haziran 2002 dönemindeki analizlerin su kalitesi kriterleri ile karşılaştırılması

Parametre	Birim	Su Kalite Sınıfları				Numune İstasyonları						
		I	II	III	IV	1	2	3	4	5	6	7
Sıcaklık	°C	25	25	30	> 30	14	13,7	16,2	16,6	18,5	20,9	17,5
PH		6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0	6,83	8,39	7,84	8,05	8,11	8,13	8,09
T.Ç.M.	mg/lt	500	1500	5000	5000	177	219	471	465	457	453	460
Ç. O.	mg/lt	8	6	3	< 3	10,3	7,91	5,09	8,61	8,67	8,17	7,9
NO ₃ -N	mg/lt	5	10	20	> 20	0,43	4,12	1,54	1,44	1,36	1,34	1,29
NO ₂ -N	mg/lt	0,002	0,01	0,05	>0,05	0,023	0,023	0,033	0,037	0,04	0,036	0,049
NH ₄ -N	mg/lt	0,2	1	2	> 2	0,14	0,127	0,036	0,05	0,19	0,188	0,34
KOI	mg/lt	25	50	70	> 70	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
BOI	mg/lt	4	8	20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Bakır	mg/lt	0,2	0,05	0,2	> 0,2	0,018	0,019	0,019	0,016	0,02	0,022	0,021
Çinko	mg/lt	0,2	0,5	2	> 2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Siyanür	mg/lt	0,01	0,05	0,1	> 0,1	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demir	mg/lt	0,3	1	5	> 5	0,022	0,024	0,15	0,36	0,24	0,148	0,254

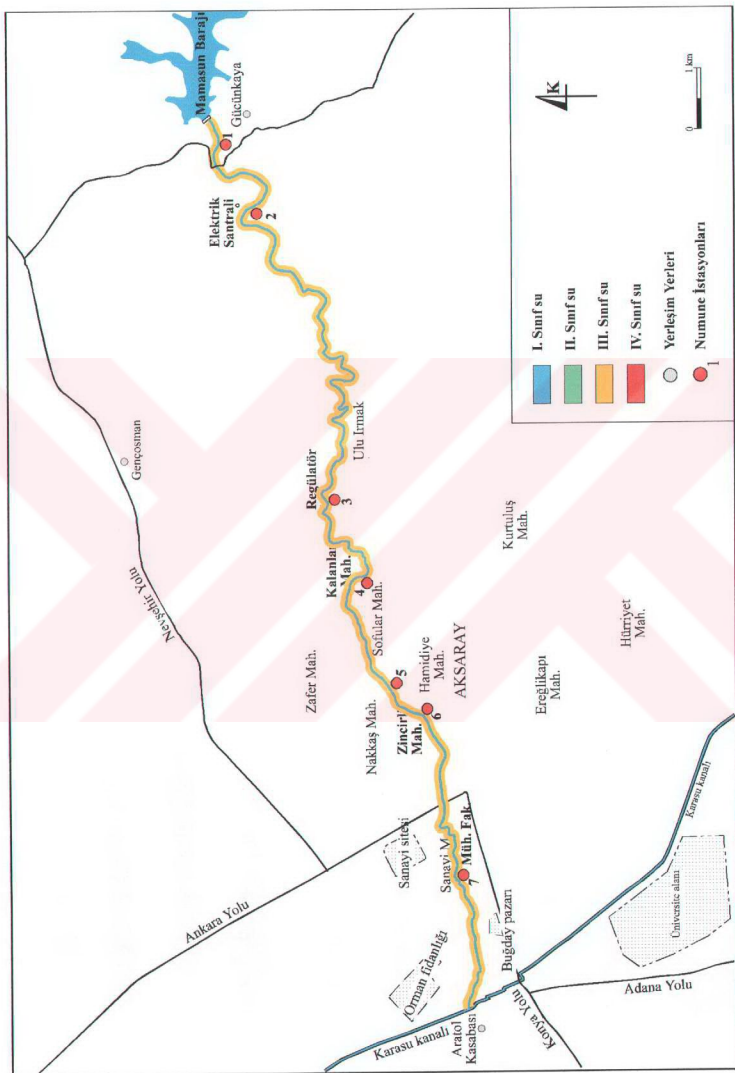
Haziran ayı su kalitesinin en yüksek olduğu dönemdir. Sadece nitrit azotu konsantrasyonu su kalitesi sınıfının bütün istasyonlarda III. sınıf olarak çıkmasına sebep olmuştur. Bakır ve demir değerleri II. sınıf su kalitesinde çıkmasına rağmen sınır değerleri çok az miktarda geçmiştir. Ayrıca bu değerler içme suyu standartlarının da altındadır. Dolayısı ile nitrit probleminin düzeltilmesi halinde su kalitesi 1, 2, 4, 5 ve 6 numaralı istasyonlar için I. Sınıf

su olarak kabul edilebilir. Nitrit-N konsantrasyonunun kaynağı ile ilgili değerlendirmeler bölüm 4.1.2.1’de ayrıntısı ile anlatılmıştır.

Haziran ayında su kalitesinin istasyonlara göre dağılımı Şekil 5.3’de verilen haritada gösterilmiştir.

Sonuç olarak Haziran ayında su kalitesi III. sınıf, Mart ayında III. ve IV. sınıf, Ekim ayında ise III. ve IV. sınıf çıkmıştır. Mart ayında çoğu III. sınıf, Ekimde ise çoğu IV. sınıf çıkmıştır.

Suyun en kaliteli olduğu dönem Haziran ayı, en düşük kalitenin tesbit edildiği dönem ise Ekim ayıdır.



Sekil 5.3 Haziran 2002 döneminde akarsuyun kalite bölgeleri haritası

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Yapılan çalışmada Ulurmak sularından bahar, yaz ve sonbahar mevsimlerini temsil eden periyotlarda numuneler alınmış yapılan analizler neticesinde su kalitesi tesbit edilmiştir. Su kalite sınıflarının akarsu boyunca değişimi harita olarak sunulmuştur.

Bu çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Ulurmak'taki su kalitesi mevsimlere göre büyük değişimler göstermiş olup, en yüksek su kalitesi Haziran ayında, en düşük kalite de Ekim ayında tesbit edilmiştir. En iyi kalite sınıfı III. sınıf (kirli su) ve en kötü su kalite sınıfı IV. sınıftır (çok kirlenmiş su).
- Su kalitesinin kirlenmiş su (III. sınıf) ve aşağısında çıkmasının en temel etkeni nitrit azotunun yüksek konsantrasyonda olmasıdır. Nitrit konsantrasyonun iyileşmesi su kalitesini de iyileştirecektir. Hatta I. Sınıf su kalite sınıfına ulaşılması mümkündür.
- Çalışma alanında kirlenme kaynakları en fazla yaygın kaynaklar olarak tanımlanan kaynaklardır. Noktasal kaynak özelliğinde bir kirletici kaynak türü tesbit edilmemiştir. Ancak akarsuyun menba kısmında balık lokantaları ve piknik alanları mevcuttur. Balık lokantalarından Atıksu özelliğinde deşarj olmamasına karşın, küçük hacimli balık havuzlarının yenilenen suları akarsuya deşarj edilmektedir. Buradaki en önemli problem katı atıkların çevreye ve akarsuya atılmasıdır. Bu katı atıklar içerisinde; ambalaj atıkları (çoğunluğu pet şişe ve poşetler), yiyecek atıkları ağırlıktadır. Bunlarda suda bir miktar kirlenme yükü oluşturmaktadır.
- Mamasun Barajı'ndaki su kalitesi Ulurmak'ın menba kısmında su kalitesini etkilemektedir. (Güllü, 2003) yaptığı çalışmada Mamasun Baraj gölünde yüksek azot bileşikleri konsantrasyonunun olduğunu belirtmiştir. Ayrıca barajı besleyen Karasu ve Melendiz Çay'larında da yüksek azot konsantrasyonu tesbit etmiştir. Yine (Alaş ve diğ., 2002) yaptıkları çalışmada Melendiz Çay'ında yüksek nitrit konsantrasyonu olduğunu belirtmişlerdir. Ulurmak'taki kalite probleminin önemli

kaynağını nitrit-N oluşturmaktadır. Sudaki nitrit ve azot bileşiklerinin önemli kaynaklarından bir tanesinin de Mamasun Barajı suları olduğu kanaatine varılmıştır.

- Akarsu 2 numaralı istasyondan 4 numaralı istasyona kadar sınırlı tarımsal faaliyetlerin yapıldığı tarım alanları içerisinde akmaktadır. Bu bölgede özellikle 2 numaralı istasyon civarında arazi eğimi oldukça yüksektir. Yüksek eğim sebebi ile yağışlı dönemlerdeki saha drenajı bu bölgede artmaktadır. Artan drenajdan dolayı tarım alanlarından önemli miktarda azot içeriği fazla olan kirleticiler akarsuya karışmaktadır.
- Akarsu Kalanlar Mahallesi ve Aksaray şehir merkezi ile Aratol Kasabası yerleşim alanları içerisinde geçmektedir. Yerleşim alanlarından da yağışlı dönemlerdeki drenaj suları suya karışmakta olup, bir miktar kirlenmeye sebep olmaktadır. Ayrıca özellikle Aksaray şehir merkezinde su yatağına küçümsenmeyecek miktarda katı atık boşaltımı gözlenmiştir. Bu katı atıklar çok çeşitli kompozisyona sahip olup; hafriyat atıkları, ambalaj atıkları, park-bahçe süprüntüleri ve endüstri ürünlerinden (araç lastiği gibi) oluşmaktadır. Bunlarda suyun hem kalitesini hem de estetik görünümünü olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca taban çamurunun temel kaynağı bu atıklardır.
- Akarsu kanalı bazı bölgelerinde sulama suyu kanalı gibi kullanılmaktadır. Bu olay akarsudaki akım rejiminde ciddi problemler meydana getirmektedir. Sulama mevsiminde kanaldaki su debisi çok yüksek, sulamanın olmadığı dönemlerde ise debi aşırı düşmektedir. Özellikle sonbahar başlangıcında kanaldaki suyun hiç akmadığı günler gözlenmiştir. Bu durumlarda akarsu yatağı tamamen kurumakta ve bazı bölgelerde bataklık görünümünde su birikintileri oluşmaktadır. Sonuçta hem suda taban çamuru oluşmasına hemde koku, sivrisinek gibi estetik problemlere sebep olmaktadır.
- Çalışma dönemi içerisinde akarsuda toksik etki yapabilecek (ağır metal gibi) kirleticilere rastlanmamıştır. Akarsu havzasında sanayi kuruluşlarının bulunmamasından dolayı endüstriyel kirlenme tesbit edilmemiştir. Ayrıca fiziksel kalite parametreleri açısından su kalitesi I. Sınıf kaliteli sulara çok yakın değerlerde çıkmıştır. Akarsuda fiziksel bir kirlenme mevcut değildir.

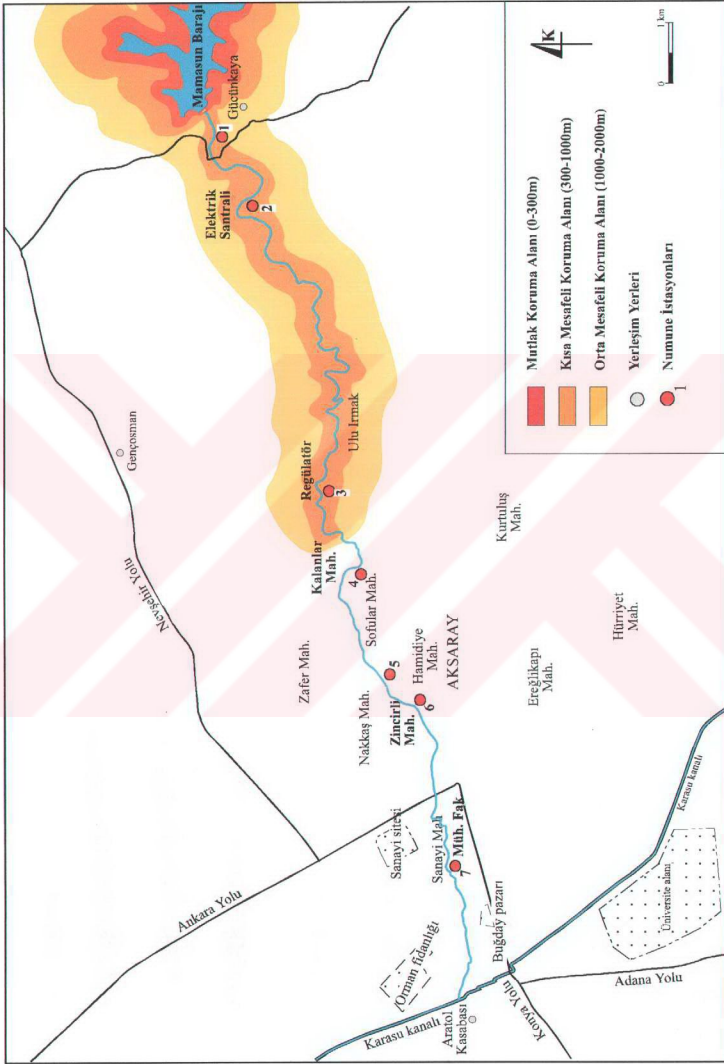
6.2 Öneriler

Ulurmak'ta mevcut ve gelecekte oluşacak kirlenmenin önlenmesi için bir çok tedbir alınması gerekmektedir. Su kalitesinin iyileştirilmesi ve kullanım amaçlarının geliştirilmesi amacıyla aşağıdaki öneriler teklif edilmiştir.

- Ulurmak'ta su kalitesinin korunması için kaynağı oluşturan Mamasun Barajı'nın koruma alanı ilan edilmesi gerekir. Barajın korunması sadece Ulurmak sularını iyileştirmekle kalmaz, Aksaray merkez ilçenin içme ve kullanma su kaynağı da korunmuş olacaktır. Barajın içme suyu kaynağı olarak da kullanılması sebebi ile buradaki koruma çalışması;
 - Mutlak koruma alanı (0-300 m)
 - Kısa mesafeli koruma alanı (300-1000 m)
 - Orta mesafeli koruma alanı (1000-2000 m)

şeklindeki koruma alanlarını mutlaka içermelidir. Bu koruma alanları içerisinde mütasade edilebilecek faaliyetlerle ilgili bilgiler bölüm 2.5.2'de ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

- Baraj alanının korumasından sonra Ulurmak'ın menba tarafı 1 numaralı istasyondan 4 numaralı istasyonun bulunduğu Kalanlar mevkiine kadar en az kısa ve orta mesafeli koruma alanları içerecek şekilde koruma alanı ilan edilmelidir. Mutlak koruma alanı ilan edilen araziler öncelikle kamulaştırılır (S.K.K.Y, 1988). Bu bölgede bulunan arazilerin kamulaştırılması yüksek maliyet çıkartır düşüncesi ile mutlak koruma alanı önerilmemiştir. Mamasun Barajı ve Ulurmak için önerilen koruma alanları haritası Şekil 6.1'de verilmiştir.
- Akımın fazla olduğu dönemde ve yağışlı mevsimlerde akarsu yatağının çok genişlemesi de su kalitesini bozmaktadır. Bu durumun engellenmesi için en az 3 numaralı numune istasyonunun bulunduğu Regülatör mevkiine kadar şehir merkezindeki kanal settinin uzatılması gerekir.
- Suyun çok az aktığı dönemlerde akım hızı çok fazla düştüğünden kanal tabanı bataklık özellikleri göstermektedir. Bunun engellenmesi için de minimum akım durumlarında suyun akabileceği ve birikintilerin oluşmayacağı dar kesitli bir kanal akarsu yatağı içerisine inşa edilmelidir.



Şekil 6.1 Uluirmak ve Mamasun Barajı için önerilen koruma alanları haritası

- Eğim durumuna göre kanal içerisinde belirli mesafelerle havalandırma sağlayacak Őeiale veya savaklar inşa edilmelidir. Bu yapılar suyun çözünmüş oksijen konsantrasyonunun sürekli yüksek değerde olmasını sağlayacaktır. Böylece suyun kendi kendini yenileme kabiliyeti artacaktır.
- Su rejiminin düzensizliği de önceki bölümde anlatıldığı gibi su kalitesinin düşürmektedir. Dolayısıyla sulamanın olmadığı dönemlerde ırmakta mutlaka su bulunmalıdır. Bu suyun miktarı inşa edilecek i kanala, baraj kapasitesine, yağış durumuna ve sulama ihtiyacına göre yapılacak bir çalışma ile tespit edilebilir.
- Yerleşim alanı içerisindeki akarsu bölgelerinde katı atıklarla akarsuyun kirlenmesini önlemek amacıyla akarsuyun bu bölümleri peyzaj özelliği olan çitler ve yeşil kuŐakla çevrilebilir. Böylece hem su kalitesi iyileŐtirilir hem de uygun bir peyzaj çalışması yapılmış olur.
- Piknik alanları ve balık lokantalarının bulunduğu akarsu menba kısmında gerekli düzenlemeler (p bidonları, koruyucu it ve engeller gibi) yapılmalıdır. Bu düzenlemelerden sonra kirlenme yasaklarının kontrol ve denetiminin yetkili kurumlarca titizlikle yapılması koruma alanı uygulamasını baŐarılı kılacaktır. Yine bu çalıŐmalarda görev alacak personelin eğitimi de baŐarı sağlanması destek olacaktır.
- Bu alıŐmalar yapıldığı takdirde su kalitesi çok kısa sürede düzelecektir. Su kalitesinin iyileŐmesinden sonra Aksaray Şehir merkezinin peyzaj çalışmaları içinde Ulurmak sularından faydalanılabilir. Peyzaj çalışmalarında suyun önemi kuŐkusuz tartıŐılmaz. Aksaray merkezinde bulunan tek akarsuyun Ulurmak olması bu çalışmanın önemini bir kat daha arttırmaktadır.

KAYNAKLAR

- Alaş, A., Çil, O., Ş., 2002, Aksaray İline İçme Suyu Sağlayan Bazı Kaynaklarda Su Kalite Parametrelerinin İncelenmesi, Ekoloji Çevre Dergisi. Cilt 11. Sayı:42. S: 40-44.
- Albek E., 1997, Su Kirlenmesinde Yaygın Kaynakların İncelenmesi İçin Bilgisayar Modellerinin Kullanımı, Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, Gebze
- Baltacı F., 1998, Su Kalite Standartları, DSİ Genel Müdürlüğü Seminer Notları, Ankara
- Barlas M., 1995, Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri, Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu. 465-479 s., Erzurum.
- Baykal B. B., Tanık A., Gönenç İ. E., Meriç M., İnce O., 1997, Su Kaynaklarının Sınıflandırılmasında Yeni Bir Yaklaşım, Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, Gebze
- Bayram A., Orhan Y., Özkoç H. B., Büyükgüngör H., 1997, Kızılırmak Deltası Yüzey Suyu Kirlilik Araştırması, Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, Gebze
- Cirik S., Cirik, Ş., 1995, Limnoloji (Ders kitabı), Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayınları, Yayın No:21, 166s, İzmir.
- Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE), 2000, DİE Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2002, DMİ Yıllık Raporları, Ankara.
- DSİ Aksaray, 1979, Ulurmak Projesi Planlama Revizyon Raporu, DSİ Genel Müd., DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müd. Matbaası. 95 s., Ankara
- Elhatip H., 2000, Aksaray’daki Su Kaynakları ve Çevre Sorunları, Tuzgölü Uygulamalı Çalışması-(Workshop), 9-11 Ekim 2000, Aksaray Mühendislik Fakültesi - Jeoloji Mühendisliği Bölümü ve TPOA Sedimentoloji Çalışma Grubu, Aksaray.

- Elhatip H., Gülbahar N., ve Y. Kurmaç., 2001, Türkiye’de Çevre, İnsan ve Su Kaynakları, “Türkiye Su Kongresi”, 8-10 Ocak, 2001, İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Göçmez G., 1997, Aksaray Sıcak ve Mineralli Su Kaynaklarının Hidrojeolojik İncelemesi, Aksaray Valiliği, Özel İdaresi ve İl Turizm Müd., Yeni Aksaray Ofset Tesisleri Basım Evi, 190 s., Aksaray.
- Karpuzcu M., 1991, Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Boğaziçi Üniv. Çevre Bilimleri Enstitüsü, 317s., İstanbul
- Kocataş A., 1994, Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, E.Ü. Fen Fakültesi, Ders Kitapları Serisi, No. 142, İzmir.
- Polat M., 1998, Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler, DSİ Genel Müd. Seminer Notları, Ankara
- Sümer B., İleri R., Şamandır A., Şengörür B., 2001, Büyük Melen ve Kollarındaki Su Kalitesi., Ekoloji Çevre Dergisi. Cilt 10. Sayı:39. S: 13-18.
- Şengül F., Küçükgül E. Y., Çevre Mühendisliğinde Fiziksel-Kimyasal Temel İşlemler ve Süreçler., D.E.Ü. Yayını, 200s, İzmir
- Şimşek Ş., 1997, İhlara (Kapadokya) Özel Çevre Koruma Bölgesinin Jeolojisi ve Bölgede Yeralan Termal Kaynakların Hidrojeolojik ve Hidrokimyasal Araştırması ve Korumaya İlişkin Öneriler, Aksaray Valiliği, Özel İdaresi ve İl Turizm Müd., Yeni Aksaray Ofset Tesisleri Basım Evi, 190 s., Aksaray.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 4.9.1988 Tarih ve 19919 Sayılı Resmî Gazetede Yayınlanmıştır, 93-98 s., Ankara
- Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Aksaray İl Müdürlüğü, 1997, Aksaray’da Tarım, 28-38 s. Aksaray.
- Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Dergisi, 1984, I. Ulusal Balneoloji Semp., Özel Sayı Cilt 2. 2-3 s. İstanbul.
- Tünay O., 1996, Endüstriyel Kirlenme Kontrolü, İstanbul Üniv. Yayınları, Yayın No: 1578, 64-72 s., İstanbul
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE), 1984 TS.266, Ankara

- Topbaş M., Brohi, A., Karaman, M., 1998, Çevre Kirliliği, Çevre Bakanlığı Yayınları, 35-61, 105-111,141-152 s., Ankara
- Uslu O., Türkman, A., 1987, Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müd. Yayınları, Eğitim Dizisi 1, 360 s., Ankara
- Uslu O., 1998, Türkiye'nin Çevre Sorunları, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Ankara.
- WHO, 1984, Guidelines For Drinking –Water Quality, Volume II-III, Geneva,
- Yükselen M. A., Soylu M., Soylu E., Karpuzcu M., Saatçi A., Tünay O., 1997, Terkos Gölü'nün Karakterizasyonu, Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, Gebze