T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AKSARAY İLİ İÇME SUYU KAYNAKLARININ ARITMA ÖNCESİ ORGANİK MADDE MİKTARI BAKIMINDAN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

MELEK HINIS

KİMYA ANABİLİM DALI

KONYA, 2007

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKSARAY İLİ İÇME SUYU KAYNAKLARININ ARITMA ÖNCESİ ORGANİK MADDE MİKTARI BAKIMINDAN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

MELEK HINIS

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA ANABİLİM DALI

Bu tez, 27.03.2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr.İbrahim KARATAŞ

(Danışman)

Prof. Dr. Hatim ELHATİP

(Üye)

Doç. Dr. Yunus ÇENGELOĞLU

(Üye)

ÖZET

AKSARAY İLİ İÇME SUYU KAYNAKLARININ ARITMA ÖNCESİ ORGANİK MADDE MİKTARI BAKIMINDAN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Melek HINIS

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim KARATAŞ

2007, 96 Sayfa

Jüri :

Prof. Dr. İbrahim KARATAŞ

Prof. Dr. Hatim ELHATİP Doç. Dr. Yunus ÇENGELOĞLU

Bu çalışma, Aksaray İli içme suyu kaynaklarını (Bağlıköy ve Hevadere yeraltı suyu, Helvadere göleti, Mamasun Barajı ve bu barajı besleyen Melendiz ve Karasu Çaylarını) organik madde miktarı bakımından analiz edip, kirletici parametreler açısından su kalitesini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla bölgeden 2006 yılında iki ayrı dönemde 11 ayrı noktadan numuneler alınmıştır. Belirlenen noktalardan Nisan-Mayıs döneminde ve Temmuz-Ağustos döneminde örnekler alınarak analizleri yapılmıştır. Analizler neticesinde bu kaynakların su kalitesi; fiziksel, kimyasal, organik madde ve pestisit miktarı bakımından belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma sonucunda belirlenen numune noktalarında özellikle yağışların en yoğun olduğu dönem olan Nisan-Mayıs döneminde tarımsal faaliyetlerin yoğun olmasından ve yerleşim yerlerinin bu kaynaklara yakın olmasından dolayı organik kirlilik görülmüştür. Ayrıca yapılan pestisit analizleri sonucu ham içme suyunda, bazıları belirlenen maksimum limitlere yakın olan pestisit miktarları bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Aksaray içme suyu kaynakları, suyun fiziksel-kimyasal özellikleri, organik madde miktarı, pestisit miktarı

ABSTRACT

INVESTIGATION AND EVOLUATION OF ORGANIC MATTER IN RAW DRINKING WATER RESOURCES OF AKSARAY PROVINCE

Melek HINIS

Selcuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Chemistry

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim KARATAŞ

2007, 96 Page

Jury:

Prof. Dr. İbrahim KARATAŞ

Prof. Dr. Hatim ELHATİP Doç. Dr. Yunus ÇENGELOĞLU

In this study, raw drinking water resources of Aksaray city was investigated to quantify the organic matter and to determine the water quality for pollution parameters. 11 sampling points were designated and samples were taken from these points in two periods in 2006 and analyzed. First period was April-May period which has a high runoff due to rain and snow melting, and second period was July-August period which is in a dry climate due to drought. Several analysis were carried out to determine the water qualities of raw water resources of Aksaray city such as the physical, chemical, organic matter and pestisides analyses.

Results of analysis show that there is an organic pollution in the study area especially during the April-May period and it was related a dense urban settlement and high agricultural activity in this area. Morover, pestiside analysis indicated that there are pesticides present in the samples taken although amount of some pesticedes were close to the maximum limit set by regulations and has no thread for human consumption yet, presents of pestisides bring up for consideration of the water quality as questionable.

Key words: Aksaray drinking water resources, physical and chemical characteristics of water, quantitiy of organic matter, pesticides,

TEŞEKKÜR

Bu çalışmam sırasında her türlü desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam ve danışmanım Prof. Dr. İbrahim KARATAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışma sırasında yardımlarını esirgemeyen değerleri hocalarım Prof.Dr. Hatim ELHATİP ve Doç.Dr. Yunus ÇENGELOĞLU'na teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Gerek bu tezin gelişmesinde, gerekse ölçüm aletlerinin temin edilmesinden numune noktalarından ölçüm için izin alınmasına kadar ihtiyaç olduğunda her zaman yardım ve tecrübelerini esirgemeyen sayın hocam Prof.Dr. Hatim ELHATİP'e binlerce teşekkür ederim. Bu tezde yapılan deneylerde yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Doç.Dr. Yunus ÇENGELOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu tezde yapılan deneyler S.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Müh. Böl. imkanları ile gerçekleştirilmiştir. Bu imkanların sunulmasından dolayı müteşekkirim.

Bu çalışmada yapılan BOD ve COD deneylerinin yapımı için imkan sağlayan Yrd.Doç.Dr. Bilgehan NAS'a, pestisit analizlerinin yapımında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof.Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK'e, anyon analizlerinin yapılması esnasında ve analitik cihazların kullanımında daima yardımcı olan arkadaşım Ahmet ÇELİKTAŞ'a da teşekkür ederim.

Hayatım boyunca ve bu çalışmam esnasında beni her yönden destekleyen sevgili aileme, bu çalışmanın oluşmasında büyük katkıları olan eşim Mehmet Ali HINIS'a ve biricik kızım Elif Berru HINIS'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT iv
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
ÇİZELGELER DİZİNİ x
SİMGE VE KISALTMALAR xi
1-GİRİŞ 1
1.1 Çalışma Alanının Tanımı 3
1.1.1 Bölgenin Coğrafi Durumu 4
1.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü 4
1.1.3 Sosyo-ekonomik durum 6
1.2 Su Kaynakları Ve Su Kalite Parametreleri 6
1.2.1 Su ve Yapısı 6
1.2.2 Doğada Suyun Dönüşümü 8
1.2.3 Su Kaynaklarının Sınıflandırılması 9
1.2.4 Su Kirliliği ve Kirlenme Sebepleri 10
1.2.4.1 Evsel Kirlenme 11
1.2.4.2 Endüstriyel Kirlenme 12
1.2.4.3 Tarımsal Kirlenme 12
1.2.5 Başlıca Su Kirleticileri 13
1.2.5.1 Mikroorganizmalar 14
1.2.5.2 Besi Maddeleri 14
1.2.5.3 Yüzey Aktif Maddeler 15
1.2.5.4 Yağlar ve Petrol Türevleri 15
1.2.5.5 Pestisitler 16
1.2.5.6 İnorganik Bileşikler 17
1.2.5.7 Sediment Kökenli Kirleticiler 17
1.2.5.8 Radyoaktif Kirleticiler 18
1.2.5.9 Organik Kirleticiler 18
1.2.6 Su Kalite Parametreleri 19
1.2.7 Suların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 21
1.2.7.1 Suların Fiziksel Özellikleri 21
1.2.7.2 Suların Kimyasal Özellikleri 24
1.2.8 İçme Suyu Standartları 33
1.3. Aksaray'daki İçme Suyunu Besleyen Su Kaynakları ve İçme Suyu Potansiyeli 36
1.3.1 Akarsular 36
1.3.2 Helvadere Göleti 37
1.3.3 Helvadere Yeraltı Su Kaynağı 38
1.3.4 Bağlıköy Yeraltı Su Kaynağı 38
1.3.5 Mamasun Barajı 39

2-KAYNAK ARAŞTIRMASI....40
3- MATERYAL-METOD....44
3.1 Numune Alma....44
3.2 Analizler....46
3.2.1 Arazide yapılan analizler....46
3.2.2 Laboratuvarda yapılan analizler....46
3.2.2.1 Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD) ve Kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) analizleri....46
3.2.2.2 Anyon-Katyon analizleri....47
3.2.2.3 Ağır metal analizleri....48
3.2.2.4 Pestisit analizleri....48
4- ANALİZ SONUÇLARI VE TARTIŞMA....50
4.1 Nisan-Mayıs, 2006 dönemi analiz sonuçları ve grafiksel değerlendirilmesi....50
4.2 Temmuz-Ağustos, 2006 dönemi analiz sonuçları ve grafiksel değerlendirilmesi....62
4.3 Analiz Sonuçlarının Mevsimsel Değerlendirilmesi....73
4.3.1 Helvadere ve Bağlıköy yeraltı sularının ve helvadere göletinin su kalite değerlerinin mevsimsel olarak incelenmesi....73
4.3.2 Melendiz, Karasu çayı ve Mamasun barajı su kalite değerlerinin mevsimsel olarak değelendirilmesi....75
4.4 Aksaray İçme Sularının Kalite Yönetimi....76
5- SONUÇLAR VE ÖNERİLER....79
5.1 Sonuçlar....79
5.2 Öneriler....81
KAYNAKLAR....83
EK:A....86
EK B....91
EK C....94

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanı yer haritası 3
Şekil 1.2 Aksaray ili son 10, 20 ve 30 yıla ait ve aylara göre yıllık yağış ortalamaları 5
Şekil 1.3 Tabiattaki hidrolojik çevrim 9
Şekil 1.4 Aksaray ilindeki yüzey su kaynakları ve numune noktaları dağılımları 36
Şekil 3.1 Mamasun barajı numune noktaları 46
Şekil 4.1 Sıcaklığa bağlı olarak değişen hidrokimyasal özellikler (Nisan-Mayıs 2006) 53
Şekil 4.2 Fiziksel ve Kimyasal Parametreler Değişimi (Nisan-Mayıs 2006) 55
Şekil 4.3 Sıcaklığa bağlı olarak organik madde değişimi (Nisan-Mayıs 2006).... 58
Şekil 4.4 Sıcaklığa bağlı olarak ağır metal değişimi (Nisan-Mayıs 2006) 59
Şekil 4.5 Nisan-Mayıs dönemi pestisit analizi sonuçları 61
Şekil 4.6 Sıcaklığa bağlı olarak değişen hidrokimyasal özellikler (Temmuz-Ağustos 2006) 62
Şekil 4.7 Fiziksel ve Kimyasal Parametreler Değişimi (Temmuz-Ağustos 2006) 66
Şekil 4.8 Sıcaklığa bağlı olarak organik madde değişimi (Temmuz-Ağustos 2006) 68
Şekil 4.9 Sıcaklığa bağlı olarak ağır metal değişimi (Temmuz-Ağustos 2006) ... 70
Şekil 4.10 Temmuz-Ağustos dönemi pestisit analizi sonuçları 72
Şekil 4.11 1 numaralı numune noktasının ölçümlerinin mevsimsel değişimi 74
Şekil A1 2 nolu numune noktası (Helvadere) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği 86
Şekil A2 3 nolu numune noktası (Helvadere gölet içi) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği 87
Şekil A3 4 nolu numune noktası (Melendiz) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği 87

Şekil A4 5 nolu numune noktası (Karasu) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği 88
Şekil A5 7 nolu numune noktası (Kıvrımsaray) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği 88
Şekil A6 8 nolu numune noktası (Gökçe) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği 89
Şekil A7 9 nolu numune noktası (Üzümlükaya) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği 89
Şekil A8 10 nolu numune noktası (Delikönü) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği 90
Şekil A9 11 nolu numune noktası (Baraj Sedde Önü) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği 90
Şekil C1. Nisan-Mayıs dönemi 6 nolu numune noktası..... 94
Şekil C2 Temmuz-Ağustos dönemi 6 nolu numune noktası..... 95
Şekil C3 Çekilen su miktarının baraj gölü içerisindeki etkileri ve tarımsal faaliyetlerin görüntüsü (Ağustos 2006)..... 95
Şekil C4. 11 nolu numune noktası (Mamasun Barajı sedde önü) (Nisan 2006)... 96
Şekil C5. 11 nolu numune noktası (Mamasun Barajı sedde önü) (Ağustos 2006) 96

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge1.1 Suların sertlik derecesi ve $CaCO_3$ (mg/L) ilişkisi..... 26
Çizelge1.2 TS 266, WHO, AB ve EPA tarafından belirlenen içme suyu kalite standartları ve su içindeki çeşitli parametrelerin fizyolojik etkileri..... 35
Çizelge1.3 Helvadere göletinin fiziksel özellikleri..... 38
Çizelge1.4 Mamasun barajının fiziksel özellikleri..... 39
Çizelge3.1 Çalışma alanı olan Aksaray içme suyu kaynaklarının numune noktaları 45
Çizelge4.1 İncelenen numunelerin Nisan-Mayıs dönemi fiziksel-kimyasal analiz sonuçları..... 51
Çizelge 4.2 Nisan-Mayıs dönemi pestisit analiz sonuçları 52
Çizelge4.3 İncelenen numunelerin Temmuz-Ağustos dönemi fiziksel-kimyasal analiz sonuçları..... 63
Çizelge 4.4 Temmuz-Ağustos dönemi pestisit analiz sonuçları 64
Çizelge4.5 Analiz sonuçlarının ortalama değerleri..... 77
Çizelge 4.6 Analiz sonuçlarının kalite kriterlerine göre değerlendirilmesi 78
Çizelge B1 Nisan- Mayıs dönemi pestisit analiz sonuçları minimum ve maksimum değerleri..... 91
Çizelge B2 Temmuz-Ağustos dönemi pestisit analiz sonuçları minimum ve ..... maksimum değerleri..... 92
Çizelge B3 Dünya sağlık Örgütü WHO'ya göre pestisit miktarlarının maximum sınır değerleri(MRL)..... 93

SİMGE VE KISALTMALAR

TCU	Doğru Renk Birimi (Tru Colour Unit)
EC	Elektriksel İletkenlik
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
EPA	ABD Çevre Koruma Kurumu
DSİ	Devlet Su İşleri Müdürlüğü
GPS	Küresel Yer Bulduru (Global Positioning System)
BOD	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
COD	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
TDS	Toplam Çözünmüş Madde Miktarı
DO	Çözünmüş Oksijen
GC	Gaz Kromotografisi

1-GİRİŞ

Su canlıların varlığını sürdürebilmesi için gerekli olan maddelerin başında gelir. Bir insanın sadece biyolojik ihtiyaçları için günde 2 litre suya ihtiyacı vardır. Temizlik, yemek, ısınma gibi günlük ihtiyaçlar ve giyinme barınma gibi endüstriyel ihtiyaçlarda düşünülürse günlük ihtiyacımız olan su miktarı daha da artar. Canlıların yaşamlarını sürdürmeleri için vazgeçilemez unsur olan su, sınırlı bir kaynaktır. Dünya su kaynakları bakımından incelenirse, toplam su kaynaklarının yaklaşık % 97,2 si tuzlu su olarak okyanuslarda bulunur. Karalar toplam suyun % 2,8 ini, buzullar ise % 2,1 ini bukundurmaktadır. 4000 metre derinliğe kadarki yer altı suları % 0,61 idir. Zemin nemi % 0,0005; göllerdeki tatlı su % 0,009; nehirler % 0,0001 ve tuzlu göller ise % 0,008 dir. Toprak alanların suyunun % 75 inden fazlası tuzlu sudur veya buzullarda saklıdır. Tatlı su olarak insanların kullanabileceği sular dünyanın su kapasitesinin sadece küçük bir yüzdesidir. Kullanılabilir tatlı suyun %98 den fazlası yer altı suyudur ki yüzey sularının hacminden çok daha fazladır (Fetter, 1994).

Doğada bulunan su kaynakları dört gurupta toplanabilir:

1- Yağmur Suları
2- Yüzey Suları (göl suları, nehir suları)
3- Yeraltı Suları (kaynak suları, kuyu suları)
4- Deniz Suları

Bu kaynakların tümü içme suyu, sulama suyu ve endüstriyel amaçlarla kullanılır. Yeryüzünde içme suyu kaynakları oldukça sınırlı miktardadır. Mevcut olan içme suyu kaynakları da artan nüfus, hızla gelişen endüstri ve yok olan ormanlar nedeni ile günden güne ihtiyacı karşılamaktan uzak kalmaktadır. İçme suları yeraltı ve yerüstü kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır. Yeraltı suları genellikle alınıp doğrudan içilebilen sulardır. Yer üstü suları ise nehir, dere, çay, göl ve baraj sularıdır. Bunlar genellikle kirlidir. Kirlilik

dereceleri daha çok geçtikleri ve üzerinde bulundukları topraklara, yakınlarında bulunan fabrikalara ve yerleşim birimlerine bağlıdır. Özellikle büyük yerleşim birimlerine yakın olanları önemli ölçüde kirlidir. Bunlar alınıp doğrudan doğruya içilemezler içilmeleri için bir takım arıtma işlemlerinden geçmeleri gerekir (Gündüz, 1994).

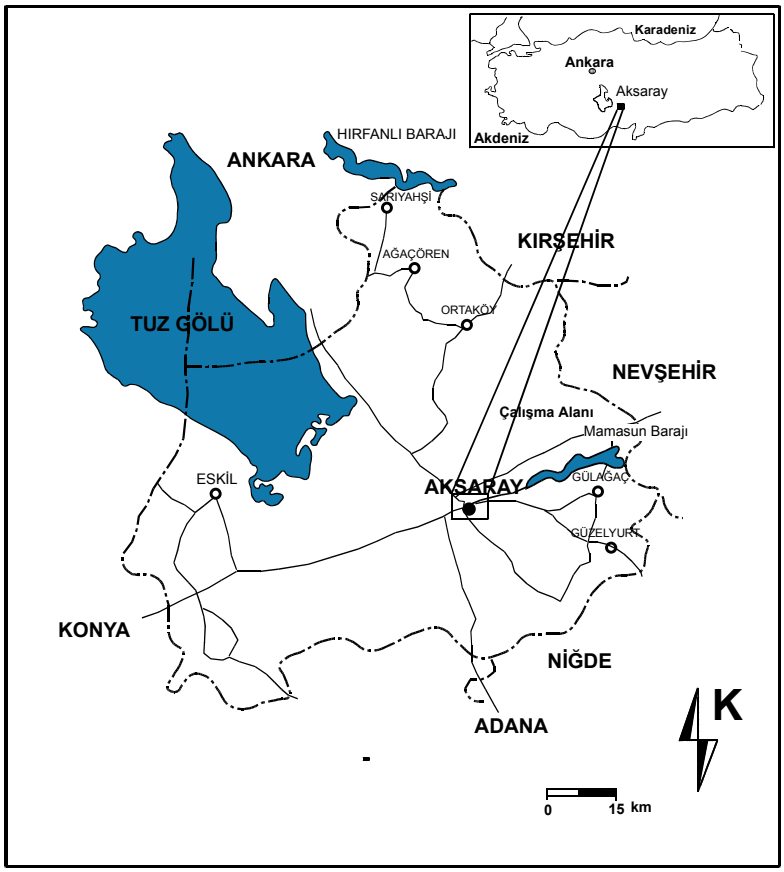
Ülkemizde su kirliliğine etki eden unsurlar; sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı, zirai mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler olarak sınıflandırılabilir. Sanayi kuruluşlarının sıvı atıklarının sulara karışması ile su kirliliğine dolaylı olarak da yine su kirliliğine bağlı toprak ve bitki örtüsü üzerinde aşırı kirlenmelere ve doğa tahribine neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca sanayileşmeye bağlı olarak kentlere göç olayı başlamış ve bu durum yine hızlı ve düzensiz yapılaşmaya sebep olmaktadır. Zirai mücadele için kullanılan ilaçlamalarda havadaki ilaç zerrelerinin rüzgarla sulara taşınması veya pestisit üretimi yapan fabrika atıklarının durgun veya akarsulara boşaltılmasıyla su kaynaklarımız pestisitlerle kirlenmektedir. Yine kimyasal gübrelerin bilinçsiz ve aşırı kullanımı da toprağı çoraklaştırmakta ve doğal çevrim ile suları kirletmektedir (Taşkaya, 2004).

Yukarıda da söylenildiği gibi yeryüzünde su çoktur ama içme suyu azdır. Mevcut içme suyu kaynakları da artan nüfus, hızla gelişen endüstri ve azalan ormanlar nedeniyle gün geçtikçe ihtiyacı karşılayamamaktadır (Gündüz, 1994). İçme suyu kaynaklarının kirlenmesine sebep olan ve insan sağlığı açısından risk taşıyan en önemli unsurlardan birisi de toksik organik maddelerdir.

Bu çalışma, Aksaray İlinin içme suyunu sağlayan kaynakların organik kirletici parametrelerinin tesbit edilmesi ve elde edilen parametreler sonucunda bu kaynakların su kalite kriterlerine uygunluğunu araştırmaktadır.

1.1 Çalışma Alanının Tanımı

Aksaray, Orta Anadolu'nun kuzey-güney, doğu-batı doğrultusunda bulunan ve karayollarının en önemli bölgesindedir. Aksaray, 30-35^0 doğu merideyeni ile 38-39^0 kuzey paraleli arasında yer almakta olup yüz ölçümü 7626 km^2'dir.(Şekil 1.1). Aksarayın kuzeyinde Kırşehir ve Ankara, doğusunda Nevşehir, güneydoğusunda Niğde, güneybatısında Konya ve kuzeybatısında Tuz Gölü yer almaktadır.



Şekil 1.1 Çalışma alanı yer haritası

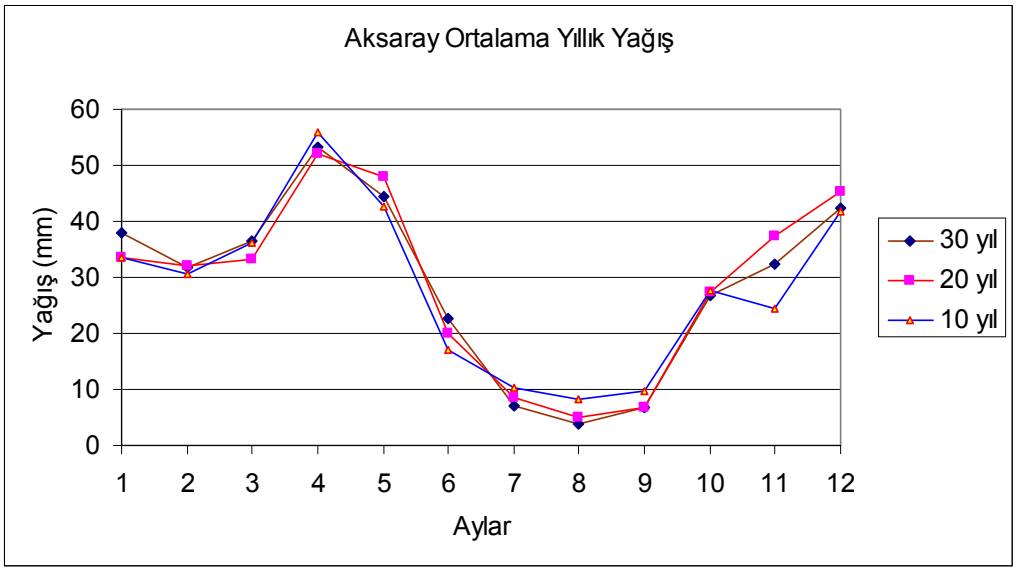
1.1.1 Bölgenin Coğrafi Durumu

Aksaray, yüzey şekilleri itibari ile genellikle düzlüktür ve ovanın rakımı 900 ile 1100 metre arasında değişmektedir. Ovayı, doğudan Hasandağı, kuzeydoğudan Tavşan ve Ekecik dağları ile kuzeyden Tuz Gölü ve Gez Gölü, batıdan Bozdağı 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 mevcut olup merkezi kısmı düzlüklerden oluşmaktadır. Hasan Dağı'nın kuzeyinde arazi ovaya nazaran 500-1000 m daha yüksek olup yer yer düzlükler veya dar vadiler halindedir.

Güneyde Obruk Platosu'nun uzantısı ve Aksaray Ovası bulunur. Aksaray'ın denizden yüksekliği 965 m, yüzölçümü de 7626 km^2'dir. Bu alanın 5713 km^2' si tarım arazisi, çayır, otlak ve meradır.

1.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü

Bölge karasal ve kurak bir iklime sahiptir. Aksaray meteoroloji istasyonundan alınan değerlere göre ortalama sıcaklık 12,0 ^0C, ortalama yağış ise 28,5 mm'dir (Devlet Meteoroloji İşleri, 2005). Son 10, 20 ve 30 yıllara ait ve aylara göre yıllık yağış ortalamaları şekil 1.2 de verilmiştir. Bölgede yazlar sıcak ve kurak kışlar ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları en sıcak ve buharlaşmanın en fazla olduğu en kurak aylardır. Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Ekim, Kasım ve Aralık ayları ise yağışlı geçiş aylarıdır. Sıcaklık ve buharlaşmanın düştüğü ve yağış değerlerinin artığı aylarda su kaynakları sürekli beslenmektedir.



Şekil 1.2 Aksaray ili son10, 20 ve 30 yıla ait ve aylara göre yıllık yağış ortalamaları (Devlet Meteoroloji İşleri, 2005)

Aksaray ili doğal bitki örtüsü açısından oldukça fakirdir. Genellikle step görünümündedir. Karasal iklimden dolayı havanın kuru olması ve kurutucu etkisi, az olan yağış etkisini daha da azaltır. Bölgenin ovalık kısmında papatya, gelincik, çayırlar, ayrık otları, gökbaş, keven gazalboynuzu, üçgül, çeşitli yabani buğdaygiller ve yandak gibi bitkilerle bezenmiştir. Yazları kurak olduğu için ilkbaharda yeşeren otlar, sonbaharda kurur ve arazi bozkır halini alır.

Yağışın diğer bölgelere göre daha fazla olduğu Hasandağı eteklerinde ve dik yamaçlarda meşe ve ortada ise bir kuşak halinde dağ kavağı bulunmaktadır. Bölgenin en önemli akarsuyu olan Melendiz çayı ve Karasu ırmağı boyunca kavaklık, söğütlükler, meyve bahçeleri ve bağlar oldukça yaygındır.

1.1.3 Sosyo-ekonomik durum

2000 yılı nüfus sayım sonuçlarına göre köyler de dahil olmak üzere Aksaray ili nüfusu 269.312 kişidir. Köylerdeki nüfusun çoğunluğu yurt dışında çalışmaktadır. İl genelindeki geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. 1989 yılında il statüsüne kavuşmasından sonra bölgede sanayileşme yönünde bir çaba başlamıştır. Tarım sektörünün hakim olduğu Aksaray'da sanayi, ticaret ve turizm de ekonomi de önemli yer kaplamaktadır.

1.2 Su Kaynakları Ve Su Kalite Parametreleri

1.2.1 Su ve Yapısı

Su, tüm canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli olan vazgeçilmez bir maddedir. İnsanların bulmak için çağlar boyu savaş verdikleri, toplumların gelişmesinde temel etken olan su geçmişte pek çok uygarlığın çöküp yok olmasına sebep olmuştur (Güler, 1997).

İlk insanlar yerleşmek için suyu kolayca temin edebilecekleri ve kendilerini kolay koruyacakları alanları seçmişlerdir. Tarih boyunca medeniyetler su kaynaklarının bulunduğu bölgelerde daha çok gelişmiştir. İnsanlar yerleşmek için suyun en kolay elde edildiği kaynakların civarını ve akarsu boylarını tercih etmişlerdir. Bu sulardan giderek

daha iyi ve daha çok yararlanmak amacı ile de kaynakların kaptajlarını yapmışlar ve akarsu yataklarına bentler ve barajlar inşa etmişlerdir (Aslan, 2005).

Yeryüzünde kullanılacak suyun sınırlı olması ve teknolojinin ilerlemesiyle insanların su ihtiyaçlarının artmasından dolayı buzullardan ve deniz suyundan tatlı su elde edilmesi çalışmaları uzun yıllardan beri devam etmekte, ancak çok pahalı olan bu yöntemlerden sınırlı olarak yararlanabilinmektedir (Güler, 1997).

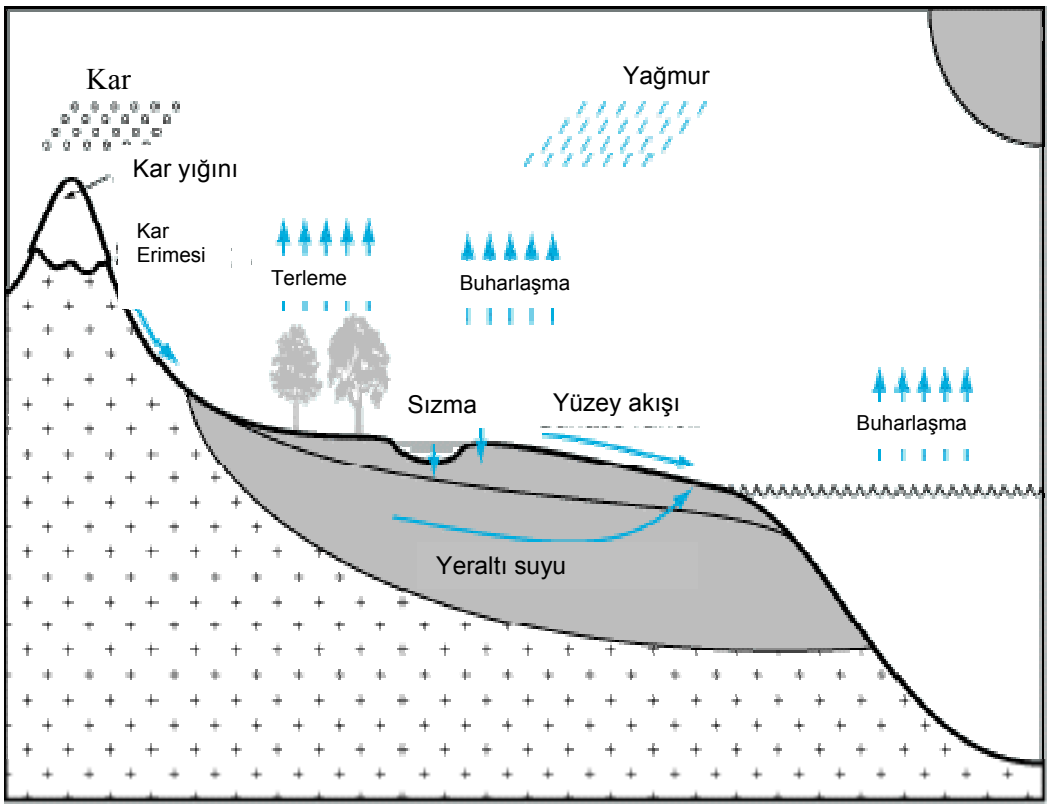
Su, tüm özelliklerini hiç bir maddeninkine benzemeyen kendine özgü molekül yapısına borçludur. Saf su, bilindiği gibi iki hidrojen bir oksijen atomundan meydana gelen, kimyasal formülü H_2O olan bir bileşiktir. Su molekülü düz bir H-O-H bağı biçiminde olmayıp, hidrojen atomları $104,5^o$ lik bir açı yapar. Her iki hidrojen tarafı, oksijen tarafına nazaran kısmen pozitif olduğundan molekül polar bir özellik gösterir.

Bir su molekülü diğer üç su molekülü ile düzgün dörtyüzlü bir yapı oluşturur. Yani bir su molekülünün hidrojen atomuyla başka bir su molekülünün oksijen atomu birbirlerini çektiğinden, su molekülleri serbest halde olmayıp birbirine yakın ve bağlı halde bulunurlar. Bu etkileşim suyun bütün fiziksel ve kimyasal özelliklerinde kendini gösterir. Suyun başta oluşum entalpisi, buharlaşma entalpisi ve kaynama noktası olmak üzere bir çok özelliği aynı gruptaki diğer bileşiklerden (H_2S, H_2Se, vb.) oldukça farklıdır. Örneğin diğer bileşikler normal şartlarda gaz halinde iken su sıvı haldedir.

Sıkıştırılamayan, akışkan bir madde olan suyun rengi ve kokusu yoktur. Sıvı, katı ve gaz halinde bulunabilir. Deniz seviyesinde ve + 4°C'lik ortam ısısında özgül ağırlığı $1gr/cm^3$ dür. 100°C de kaynar, 0°C de donar.

1.2.2 Doğada Suyun Dönüşümü

Su yeryüzünde sürekli hareket halindedir. Su kullanılır, fakat toplam su miktarı azalmaz. Kullanılmış olan su genellikle aynı miktarda, kirlenmiş olarak yeniden çevreye verilir. Denizlerden ve diğer kaynaklardan buharlaşarak atmosfere karışan su yağışlarla yeryüzüne taşınır. Yeryüzüne düşen yağışın bir kısmı yer altına süzülerek yeraltı akışı, bir kısmı da yerüstünde tutularak yüzey akışı halinde yerçekimi etkisiyle yeniden denizlere döner. Yer kabuğu tarafından tutulan su da, buharlaşma ve bitkilerden terleme yoluyla atmosfere geri döner (Beyazıt, 1991). "Hidrolojik çevrim" adı verilen suyun, bu döngü hareketi Şekil 1.3'de gösterilmiştir. Bu çevrim için gerekli enerji güneşten ve yer çekiminden sağlanır. Hidrolojik çevrim gibi tabiatta bulunan geri devir mekanizmaları doğal kaynakların tükenmemesini sağlamaktadır. Daha önce kısmen veya tamamen kullanılmış suların, temizledikten sonra tekrar kullanılma imkanları aranabilir.



Şekil 1.3 Tabiattaki hidrolojik çevrim

1.2.3 Su Kaynaklarının Sınıflandırılması

Doğada bulunan su kaynakları genel olarak dört grupta toplanabilir.

1. Yağmur suları
2. Yüzey suları (göl suları, nehir suları)
3. Yeraltı suları (kaynak suları, kuyu suları)
4. Deniz suları

Bu kaynakların tümü, içme suyu, sulama suyu veya endüstriyel amaçlarla kullanılır. Suların karakteristik özellikleri büyük ölçüde içinde bulundukları jeolojik yapıya ve mineralojik bileşime bağlıdır. Buna rağmen kalın bir zemin tabakasından süzülerek geçen yeraltı sularının, yüzeysel sulara göre daha temiz, buna karşılık çözünmüş tuz içeriklerinin de daha fazla olması beklenir. Amaca uygun arıtma işlemi uygulanarak sanayide kullanılan doğal su kaynakları daha çok yüzey ve yeraltı sularıdır. Deniz suyu genel olarak sadece soğutma suyu olarak kullanılmaktadır.

İçme suyu için en elverişli sular kaynak sularıdır, ancak bunlar miktar bakımından yeterli değildir. Kuyu suları da genellikle iyidir fakat bunlar da yetersizdir. Her iki kaynaktan alınan sular genellikle hiç bir işleme tabi tutulmadan içilebilir, ancak bunlar büyük şehirlerin su ihtiyacını karşılamaya yetmez. Bu yüzden, büyük şehirlerin su ihtiyacını karşılamak için nehir, göl ve dere sularından faydalanılır. Böyle sular miktar bakımından yeterli olmakla birlikte, kalite bakımından yeterli değildir. Bunların kullanılıp içilebilmesi için işlenmeleri gerekir.

1.2.4 Su Kirliliği ve Kirlenme Sebepleri

Su kirliliği, 'Intergovernmental Oceanographic Comission (IOC)'a göre "su ortamlarına insanoğlu tarafından doğrudan veya dolaylı olarak verilen madde sonucunda sudaki canlılar için zararlı olan, insan sağlığını tehdit eden, suyun içme suyu olarak kullanımında kaliteyi bozan faktörlerin tümüdür".

Suya karışan maddeler, suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek "su kirliliği"ni meydana getirirler. Söz konusu değişimler, aynı zamanda sularda yaşayan canlı varlıkları da etkiler. Böylece su kirlenmesi sudaki canlıların etkilenmesine, dengelerin bozulmasına ve giderek doğadaki tüm suların sahip oldukları kendi kendini temizleme kapasitesinin azalmasına veya yok olmasına yol açabilir. Su

kirliliğini kısaca, antropojen etkiler sonucunda ortaya çıkan, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri, olarak tanımlamak mümkündür (Göksu, 2003).

Yerleşim yerlerinden, endüstriden ve zirai faaliyetlerden kaynaklanan her türlü atıklar bir nehir veya gölün normal hayatını etkiler. Eğer bu atıkların etkileri, suları kabul edilemez bir hale sokuyorsa, su kirlenmiştir denir (Muslu, 2001). Suları kullanılamaz hale getiren bu etkilerin kaynakları aşağıda incelenmiştir.

1.2.4.1 Evsel Kirlenme

Evsel kirlenme nedenlerinin başında kanalizasyon ve çöpler gelir. Günümüzde geliştirilen bazı araçlar çöplerin öğütülerek kanalizasyon sularına verilmesini sağlamaktadır. Kanalizasyon sistemine verilen pis suların boşaltılması genellikle akarsulara, göllere veya denizlere yapıldığından büyük oranda organik atığın su kaynaklarımıza girmesi bakteri miktarının artımına neden olur. Kanalizasyon suları ile kirlenen sularda bakteri ve virüs oranı artar. Tifo, dizanteri, hepatit, kolera ve diğer bulaşıcı hastalıkların bu yolla yayılmasına sebep olur.

Deterjanlar, diğer bir evsel kirlenme nedenidir. Deterjanların içerisinde bol miktarda fosfat ve nitratlar bulunabilir. Fosfat ve nitratların artması sularda alglerin artmasına neden olur. Alglerin aşırı derecede artması ise suların içerisindeki biyolojik dengenin bozulmasına yol açar. Sonuçta ortamdaki besin miktarı azalır. Bu azalım sonunda üreyen alglerin bile ölmesine neden olabilir.

Ayrıca evsel atık sular, su kaynaklarının sıcaklık, bulanıklık, renk, tad, koku, ve katı madde içeriği gibi fiziksel özelliklerinin değişimine ve su ortamındaki yaşam üzerinde olumsuz etkileri vardır.

1.2.4.2 Endüstriyel Kirlenme

Bir takım endüstri kuruluşlarının atıkları arıtılmadan akarsulara verilecek olursa, bu akarsularda canlıların üremesini olumsuz etkiler. Kimi zaman bu atıkların toprağa gömülmeleri de yağmur suları ve sızıntılarla yer altı sularının kirlenmesine yol açabilir. Çünkü bu atıkların bir kısmı toksik bileşikler, çözücüler ve tuzları içerebilir.

Bazı endüstriyel atıklar biyolojik olarak yok edilebilir özelliktedir. Ancak bazılarının biyolojik olarak yok edilebilmeleri de mümkün olmayabilir. Kimyasal atıklar bitki ve hayvanların yok olmasına neden olabilir. Enerji santralleri, çelik fabrikaları, kağıt fabrikaları, rafineri ve otomobil fabrikaları çevreye toksik madde katılımına yol açabilecek endüstriyel kuruluşların başında gelmektedir. Fosil yakıtlar ve elektrikli araçlar üretim endüstrisi doğadaki cıva miktarının artmasına neden olmaktadır. Diğer bir endüstriyel kirletici etken petrol ve yağ atıklarıdır. Büyük su yollarına ve denizlere çeşitli nedenlerle akan petrolün yarattığı kirlilik deniz canlıları ve kuşlar için çok tehlikelidir.

1.2.4.3 Tarımsal Kirlenme

Tarımda üretimi artırmak amacıyla kullanılan kimyasal gübreler, böceklerle mücadelede kullanılan bir takım kimyasal zehirler, yağmur suları ile toprak altına

geçerek, yer altı sularının kirlenmesine neden olabilir. Akıntılarla akarsulara ulaşan bu kimyasal maddeler akarsulardaki canlı hayatının sona ermesine neden olabilir.

Organik ve inorganik ilaçların doğrudan veya dolaylı etkileri vardır. Bunların bazıları kolayca ayrışsa da, bazıları dirençlidir. Suda yüksek derişimde bulunduklarında, çözünürlükleri düşük olsa bile, askıdaki kolloidal taneler tarafından adsorbe edildiği için hepsi sorun yaratır. Petrolden türetilen bileşikler, zararlılara karşı doğrudan kullanılmalarının yanı sıra, diğer ilaçların hazırlanmasında ve sentezinde de kullanılır. Bunların çoğu, kolayca parçalanabildikleri için önemli kirlenme sorunları yaratmaz. Tehlikeli olan maddeler son 30 yılda geliştirilen halojenli hidrokarbonlar, organo-fosfatlar, fenoksil gibi sentetik bileşiklerdir.

1.2.5 Başlıca Su Kirleticileri

Çeşitli etkilere sahip su kirleticileri 9 ayrı kategoride toplanabilir. Bunlar:

- Mikroorganizmalar
- Besi maddeleri (nutrientler)
- Yüzey aktif maddeler
- Yağlar ve petrol türevleri
- Pestisitler
- İnorganik bileşikler
- Sediment kökenli kirleticiler
- Radyoaktif kirleticiler
- Organik kirleticiler

Bu kirleticiler hakkında aşağıda kısa bilgi verilmiştir.

1.2.5.1 Mikroorganizmalar

Sulara, özellikle insan ve hayvan dışkılarıyla karışan patojen bakteriler ve virüsler önemli bir sağlık riski oluşturur. Su patojenik (hastalık yapan) mikro organizmalar için iyi bir taşıyıcıdır. Tifo, paratifo, kolera, dizanteri, çocuk felci ve sarılık (hepatit) gibi salgın hastalıkların mikropları su ile taşınır ve yayılırlar. Bundan dolayı kullanılan suların kalitesini bakteriyolejik yönden sık sık kontrol edilmesi gerekir. Herhangi bir yerden şehir suyuna karışan kanalizasyon suları kısa zamanda dağılır ve salgın hastalıkların meydana gelmesine neden olur. Mikrobik hastalıklar özellikle alt yapı tesislerinin gelişmediği düşük kültür ve ekonomik seviyelerdeki toplumlarda, her yıl binlerce insanın ölümüne sebep olmaktadır.

Ayrıca süt ürünleri, meyve işleme ve konserve, tekstil, deri, kereste endüstrileri ve çamaşırhaneler, atık sularında hastalık yapıcı organizmaların bulunduğu endüstrilerdir.

1.2.5.2 Besi Maddeleri

Bütün canlı organizmaların metabolizma faaliyetlerini sürdürebilmeleri ve organizmalarını yenilemeleri için ihtiyaç duydukları maddelere besi maddesi (Nutrient) adı verilir. Bu maddeler yeşil bitkiler ve algler tarafından çevreden temin edilir ve besin zincirinden geçerek tekrar ortama bırakılır. Su bitkileri de dahil, bitkilerin gelişmeleri için gerekli olan bu elementlerin sayısı 15-20 kadardır. Bunlar C, N, P, K, S ve bazı eser elementlerdir. Bu elementler yüzey sularına, evsel atıklar, bazı kimya endüstri tesisleri veya tarımda kullanılan gübrelerin sulamadan dönen drenaj ve yağmur suları ile taşınması gibi yollarla ulaşır. Bu elementlerce zengin sularda su bitkileri çok iyi yetişir.

Buna ötrofikasyon yani bitkilerin anormal çoğalması ve gelişmesi denir. Ancak bu gelişme bir yerden sonra zararlı olmaya başlar. Çünkü sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu azalır. Bu da hayvanların ölmesine sebep olur. Bununla da kalmaz çevreye istenmeyen kokular da yayılır. Ötrofikasyon normal olarak kirlenmiş doğal sularda görülen bir olaydır.

1.2.5.3 Yüzey Aktif Maddeler

Yüzey aktif maddeler, düşük konsantrasyonlar da bile suyun yüzey gerilimini düşürücü etki gösterirler. Başlıca yüzey aktif maddeler, sabunlar, deterjanlar ve emülsiyon yapıcı maddelerdir.

Sabun ve deterjan atık sularının evsel atık sulara deşarjı sonucunda evsel atık suyun organik yükü daha da artmaktadır. Deterjanlar kanalizasyonlarla akarsulara, göllere, denizlere, fosseptik sızıntılarla yer altı sularına kadar karışırlar. Evsel atık sularda deterjan bileşiklerinin kirleticilik etkisinin giderilmesi için çöktürme, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemleri yapılmaktadır.

1.2.5.4 Yağlar ve Petrol Türevleri

Yağlar ve petrol türevleri, sulara karıştıkları zaman önemli boyutta su kirliliğine, özellikle içme sularının kirlenmesine neden olmaktadırlar. Çünkü içme sularında insan duyarlılığı, benzin için 5.10^{-5} mg/lt, dizel yağı için 5.10^{-3} mg/lt ve daha inert yağlar için 0,2-1,0 mg/lt' dir. İçme sularında meydana gelen kirliliğin yanı sıra, petrol ve türevleri yüzeysel sulara karıştığı zaman, akarsu ve göller ile kıyı ve denizlerde de önemli

boyutlarda kirliliğe yol açmaktadır. Özellikle, yüzeysel sularda görünüm bozukluklarına neden olduğu ve sulara atmosferden oksijen girişinin engellendiği bilinen başlıca sorunlardır.

Alıcı su ortamına evsel ve endüstriyel atık sularla karışan yağlardan başka, özellikle liman trafiği, tanker kazaları, gemi atıklarının boşaltımı denizlerde mineral yağlarla kirlenmeyi hızlandırmaktadır.

1.2.5.5 Pestisitler

Pestisitler, besin maddelerinin üretimi, tüketimi ve depolanmaları sırasında, besin değerini bozan ve bitkilere zarar veren böcekleri, mikroorganizmaları ve diğer zararlıları yok etmek için kullanılan kimyasal maddelerdir. Pestisitler zehirli oldukları, zor parçalandıkları ve çevrede biriktikleri için önemlidirler.

Tarımsal faaliyetlerde, böcekler, mantar ve yabani bitkilerle mücadelede kullanılan pestisitler su kaynaklarına karıştıklarında önemli derecede kirlenmeye neden olurlar. Pestisitler kimyasal yapıları gereği mikroorganizmalarla parçalanamayan ve zehirli etkisi olabilen maddeler olup, besin zinciriyle insanları etkilemektedirler.

Pestisitlerin su eko sistemine ulaşmaları değişik yollarla olmaktadır. Pestisit kullanılmış alanlardaki ilaçların, yağmur ve sulama suları ile yer altı sularına veya ırmaklara karışması yoluyla çeşitli pestisitler akuatik bitki ve böceklere ulaşmaktadır.

Ayrıca havadaki ilaç zerrelerinin rüzgarla sulara taşınması veya pestisit üreten fabrika atıklarının durgun veya akarsulara boşaltılmasıyla denizler pestisitlerle kirlenmektedir.

1.2.5.6 İnorganik Bileşikler

İnorganik maddeler, sulara evlerden, endüstriden, suni gübre fabrikalarından ve arazilerden karışarak su sistemlerini önemli ölçüde kirletirler. Bunlar tuzlar, metaller, mineral asitler ve minerallerdir. Bunlar suda asitliğin, tuzluluğun ve toksitliğin artmasına sebep olurlar.

İnorganik maddeler, özellikle metal iyonları su ortamındaki canlı yaşam üzerinde, konsantrasyonları ile orantılı olarak değişen bir toksik etki gösterir. Çok düşük miktarları bile tehlikeli olabilen inorganik bileşikler arasında en tehlikeli grup ağır metaller veya eser elementler olarak da adlandırılan Hg, Sb, Ag, As, Cd, Cr, Pb, Mn, Cu, Ni, Be, Se, Zn gibi elementler oluşturur (Gündüz, 1994).

Kurşun, civa, kadmiyum ve krom gibi ağır metaller, doğal besin zinciriyle girdikleri canlı organizmalardan fizyolojik yolarla atılamadıklarından birikime uğrar ve organizmada belirli sınır konsantrasyonlarının aşılması halinde toksik etki yaparlar. Bu birikim sonunda sularda yaşayan canlılar ve diğer balıklar ölebilir. Hatta bu tür su ürünleriyle beslenen insanların yaşamı da tehlikeye girer.

1.2.5.7 Sediment Kökenli Kirleticiler

Yeryüzü sularını en çok kirleten olaylardan birisi de sedimantasyondur. Sedimantasyon yoluyla yeryüzü sularına ulaşan katı kirleticilerin (süspansiyonların) kütlesi atık sularla ulaşanlardan en az 700 kat daha fazladır. Katı kirleticiler veya süspansiyonlar genellikle yağmur, kar, sel ve rüzgar gibi doğal olaylarla meydana gelirler. Ancak antropojenik kaynaklardan da örneğin tarımsal faaliyetlerden ve açık madencilikten büyük miktarlarda süspansiyon oluşur.

1.2.5.8 Radyoaktif Kirleticiler

Sularda bulunabilecek radyoaktivite, doğal ve yapay kökenli olabilmektedir. Doğal kökenli radyoaktivite, genel olarak uzaydan gelen kozmik ışınlardan, volkanik faaliyetlerden ve radyoaktif kayaçlardan; Yapay kökenli radyoaktivite ise, nükleer reaktörlerden, nükleer silah denemelerinden, araştırma çalışmalarından, laboratuvarlardan, hastanelerden ve bazı endüstrilerden kaynaklanmaktadır.

1.2.5.9 Organik Kirleticiler

Su ortamındaki kirleticilerin büyük bir kısmını organik kirleticiler oluştururlar. Bazı endüstriyel ve kentsel atıkların çoğu zehirli organik bileşikler içerirler.

Organik kirleticiler sularda çözünmüş olan oksijeni tüketerek kirlenmeye sebep olan maddelerdir. Böyle maddeler daha çok antropojenik faaliyetler (ev atıkları, hayvan atıklar, gıda fabrikaları atıkları, kağıt fabrikaları atıkları, mezbaha atıkları, et paketleme atıkları, dericilik atıkları gibi) sonucu sulara karışırlar ve karıştıkları sular durgunsa bunlar suyun dibinde toplanırlar. Buna sedimantasyon denir.

Organik ve inorganik maddelerin karışımı olan sedimentler, bakteriler ve öteki mikroorganizmalar için iyi bir ortamdır. Böyle bir ortamda mikroorganizmalar suda çözünmüş oksijeni de kullanarak sedimantasyondaki organik maddeleri parçalarlar ve onlardan su, karbondioksit, nitrat, sülfat ve fosfat meydana getirirler. Bu şekilde sedimentte bulunan organik maddelerin parçalanmasına aerobik parçalanma denir.

Aerobik parçalanma çözünmüş halde bulunan oksijenin kullanılmasıyla olduğundan, sudaki çözünmüş oksijenin konsantrasyonu azalır. Bu azalma, su tarafından

havadan oksijen absorplanarak telafi edilmeye çalışılır. Ancak sudaki sedimentte organik madde çok ise, birim hacimde üreyen bakteri sayısı da 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 anaeorobik (oksijensiz yaşayan) bakteriler alır. Bunlar da sedimentteki organik maddeleri parçalamaya devam ederler. Bunların sedimentteki organik maddeleri parçalamaları aerobik bakterilerin reaksiyonlarının tersine indirgenme reaksiyonları üzerinden yürür ve her iki şekilde parçalanan organik maddelerin parçalanma ürünleri birbirinden farklı olur. Anaerobik parçalanmanın olduğu yerlerden çürük yumurta kokusunu andırır pis kokular gelir. Bunun kaynağı başlıca aminler, kükürtlü bileşikler ve fosfinlerdir.

Bazı endüstriyel atıklar ve kentsel atıkların çoğu bozunabilir, kararsız organik maddelerdir. Ticari atıkların bir çoğu (kömür gazı, fabrika atıkları, organik kimyasal maddeler ve zirai mücadele maddeleri) zehirli organik bileşikleri (fenol, siyanür, DDT, katran gibi) ihtiva ederler. Bu bileşikler bakterileri öldürmekle kalmaz, aynı zamanda nehirleri de sterilize eder ve doğal arıtmanın devamına neden olur. Az miktardaki konsantrasyonları bile balıkları ve su hayatını yok eder.

1.2.6 Su Kalite Parametreleri

Sular kullanım amaçlarına ve kriterlerine göre sınıflandırılabilir. Ancak, kalite kriterleri kullanım amaçlarını da belirlediğinden suların sınıflandırılmasında kalite kriterlerinin ve kalite standartlarının esas alınması gerekir.

Su kalite kriterleri, sularda bulunacak çeşitli kirletici unsurların 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 edilmesi gerekmektedir. Standartlar ise; kanun, yönetmelik ve tüzüklerle belirlenir. Standartların değişimleri de aynı yolla olur (El-Hatip 2002).

Sular, Su kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde kalitelerine göre yüksek kaliteli, az kirlenmiş, kirlenmiş ve çok kirlenmiş su olmak üzere dört sınıfta değerlendirilir.

1. Sınıf "Yüksek Kaliteli Su"

Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, Rekreasyonel amaçlar için (yüzme gibi vücut teması gerektirenler), Alabalık üretimi, Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı.

2. Sınıf "Az Kirlenmiş Su"

İleri ve uygun arıtma ile içme suyu temini, Rekreasyonel amaçlar, Alabalık dışında balık üretimi, sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak, sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar;

3. Sınıf "Kirlenmiş Su"

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

4. Sınıf "Çok Kirlenmiş Su"

Yukarda açıklanan sular dışında kalan daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder.

1.2.7 Suların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çeşitli kullanım amaçları için yüzey sularının sağlaması gereken şartlar, standartlarla tesbit edilmiştir. Bu şartların en başında sıcaklık, renk koku gibi fiziksel özellikler ile çözünmüş oksijen, pH, sertlik, toksik maddeler gibi kimyasal özelliklerle ilgili standartlar mevcuttur. Su içerisindeki yabancı maddelerin en fazla kabul edilebilecekleri miktarları suyun kullanım amacına bağlıdır.

1.2.7.1 Suların Fiziksel Özellikleri

a- Sıcaklık

Su kaynaklarının sıcaklığı mevsimlere, hava sirkülasyonuna, su kaynağının bulunduğu yere, akışına ve derinliğine göre değişir. Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik, fiziksel ve kimyasal işlemleri etkileyerek pekçok değişkenin konsantrasyonunu değiştirir. Suyun sıcaklığı arttığında kimyasal reaksiyonların hızı ve sudaki maddelerin buharlaşması da artar. Ayrıca O_2, CO_2, N_2, CH_4 gibi gazların sudaki çözünürlüğü azalır. Sucul organizmaların metabolik hızı sıcaklığa bağlıdır. Sıcak sularda organizmaların solunum hızının artması oksijen tüketimini arttırır ve organik maddelerin bozulmasına sebep olur (El-Hatip, 2002).

b- Bulanıklık

Bulanılık kil, süt, ince parçalanmış organik maddeler, yosunlar, demir bakterileri, mikroorganizmalar, çökebilir haldeki kalsiyum karbonat, alüminyum hidroksit, demir hidroksit veya benzer maddelerden ileri gelir. Bulanıklık kum gibi askıda olan maddelerden ileri geliyorsa tehlikeli olmayıp çökelme ve filtrasyonla giderilebilir. Kil gibi kolloidal maddelerin giderilmesi ise çok güçtür. Su içindeki

madde, kaynağına göre kabaca inorganik veya organik olarak sınıflandırılabilir. Organik bileşikler genel olarak kokuya, renge ve tada neden olurken, inorganik maddeler genellikle bulanıklık meydana getirir. Bulanıklığın 3 bakımdan önemi vardır. Su ne kadar sıhhi olursa olsun bulanıklık istenmez, şüpheyle bakılır. Çünkü askı halindeki maddeler içinde sağlığa zarar veren mikroplar da bulunabilir. İkincisi filtre edilmesinin zorlaşması ve kimyasal maddelerle çökelmeleri gerekir, o da pahalı olur. Son olarakta dezenfeksiyonu zorlaştırır. Canlı organizmalar askı halindeki bulanıklık veren maddeler üzerinde bulunduklarından klorun veya dezenfektanın etkisini zorlaştırır. Daha fazla dezenfektan harcanır (Güler, 1997).

c- Renk

Yüzeysel suların çoğu, renk giderme işlemi yapılmadan evsel veya endüstriyel kullanımlar için uygun değildir. Çünkü çoğunlukla belli ölçülerde renklidirler. İçinde bulunan çözünmüş veya asılı maddelerin çeşidine bağlı olarak sular az veya çok renkli olabilirler. Renk, doğal metalik iyonlar (Demir ve mangan gibi), humus, algler yabani otlar ve sanayi atıklarından meydana gelebilir.

Sudaki renk, tat ve kokuyla da yakından ilgilidir. Doğal suların rengi organik maddelerden ileri gelir, yüzey sularındaki bitkilerin çürümesinden kaynaklanır. Demir ve mangan gibi renk bazı yüzey sularında bulunduğu gibi, daha çok yeraltı sularında bulunurlar (Güler, 1997).

Halk sağlığı açısından elde edilen suyun hijyenik olarak güvenli olması gerekir. İçme sularının estetik olarak uygunluğu söz konusu oladuğundan renk istenmez. İnsanların çoğu 15 TCU (True Colour Unite) üzerindeki rengin farkına varırlar. Aşırı renk klorlamayla, ozonlamayla veya diğer oksidanlarla azalır. İçme sularında insan kullanımı için rengin 15 TCU geçmesine izin verilmez (Samsunlu, 2005).

d- Tad ve Koku

Suların, içinde erimiş halde bulunan maddeler (NaCl, $MgCl_2$, $CaSO_4$ vb.) ve organizmalar, suda belli bir miktardan fazla bulunursa, sulara özel koku ve tat vermektedir. Bu tad ve kokular çok değişiktir. Sular tuzlu, acı, ekşi tatda; balıksı, küfümsü, baharatsı, otsu vb. kokuda olabilir.

Demir, mangan, çinko, bakır, sodyum, potasyum gibi çözünmüş anorganik tuzlar suya tat verirler. Genellikle suya koku veren maddeler organik kaynaklıdır. H_2S gibi bazı anorganik bileşiklerde koku verebilirler. Genel olarak suya tat ve koku veren maddeleri iki genel grupta toplamak mümkündür,

1) Doğal olanlar: Çürümeye yüz tutmuş organik maddeler, algler ve diğer mikroorganizmalar, demir, manganez vb.
2) İnsanların neden oldukları: Sanayi artıkları (ilaçlar, boyalar, şeker, tuz, plastik, fenol vb.) suyun dezenfeksiyonu için kullanılan maddeler, kanalizasyon suları gibi.

Tat ve kokunun giderilmesi için en çok kullanılan yöntemler suyun havalandırılması, klorlanması veya ozonlanması, yabancı maddelerin çökeltilmesi, aktif kömürden geçirilmesi, kille muamele edilmesi ve mikrofiltrelerden süzülmesi gibi usullerdir.

e- Elektriksel İletkenlik

İletkenlik (EC) suyun elektrik akımını iletebilmesinin bir ölçüsüdür. Genel olarak bütün sular elektrik içerir. İyon konsantrasyonu ile bu özellik artar. Elektriksel iletkenliğin ölçüsü olarak microohm/cm. kullanılır. Bu, +25°C deki 1 cm^3 suyun iletkenliğini ifade eder.

Tatlı sularda iletkenlik 10 ile 1.000 µmhos/cm arasındadır. İletkenlik değeri kirli sularda ve topraktan çok miktarda mineralin çözündüğü sularda 1.000 µmhos/cm değerini aşar. Elektriksel iletkenlik(EC), içme ve sulama suları sınıflandırılmasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır.

1.2.7.2 Suların Kimyasal Özellikleri

a- pH

Suların pH değeri asitlik ve alkalik derecesinin bir ölçüsüdür. Doğal suların pH değerleri içerdikleri maddelere göre değişir.

Bilindiği gibi suyun pH değeri 7'den az ise asidik, 7'den yüksek ise alkali özellik gösterir. Özellikle sertlik, suların pH değerinin değişmesine sebep olur. Doğal suların pH değerleri 4-9 arasında değişir. Genel olarak yeraltı suları pH'sı 7 den küçük olan ve asit özelliği taşıyan sulardır. Yüzeysel sularda genellikle pH 8 den büyük değer taşıyan basik sulardır. İçme sularındaki pH değeri 6.5-8.5 arasında uygun görülmektedir.

b- Çözünmüş Oksijen

Çözünmüş oksijen, su içinde çözünmüş halde bulunan oksijen konsantrasyonu anlamındadır ve genellikle mg/L olarak ifade edilir. Su kalitesi için en önemli ölçülerden birisi suda çözünmüş olan oksijen konsantrasyonudur. Çünkü oksijen su kaynaklarındaki kimyasal ve biyolojik işlemleri etkiler. Ölçülen çözünmüş oksijen değeri suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendi kendini ne derece temizleyebileceğini ifade eder.

c- Sertlik

Suda bulunan kalsiyum ve magnezyum tuzları sularda sertlik yapar. Belirli bir miktar sertlik insan sağlığı için yararlıdır. Kireç özellikle çocuklar ve yaşlılar için gereklidir ancak sertliğin belirli değerleri aşması halinde suyun tadı bozulur, sabun ve temizlik maddelerindeki sarfiyat artar. Bu sebepten sert sular içme ve kullanılma maksatları için elverişli değildir. Demir, mangan ve stronsiyum gibi iki değerlikli metal iyonları sertlik açısından doğal sularda bulundukları konsantrasyonda önem kazanmazlar.

Sertlik geçici ve kalıcı sertlik olmak üzere ikiye ayrılır. Geçici sertlik kalsiyum ve magnezyumun bikarbonat tuzlarından meydana gelir. Bunlara karbonat sertliği adı da verilir. Su kaynatıldığı zaman bu tuzlar karbonatları teşkil ederek sudan ayrıldığından, bunlara geçici sertlik denilmiştir. Geçici sertlik (karbonat sertlik) kimyasal reaksiyonları aşağıda gösterilmiştir.

$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{ISI} CaCO_3 + H_2O + CO_2$$

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{ISI} Mg(OH)_2 + 2CO_2$$

Kalsiyum ve magnezyumun bikarbonat dışındaki sülfat, klorür gibi tuzlarından oluşan sertliğe ise kalıcı sertlik denir. Bunlara da karbonat olmayan sertlik adı verilmiştir. Bunlar ısıtılmayla ayrışmazlar. Geçici sertlik ile kalıcı sertlik toplamı ise toplam sertliği verir.

Hidrosferde suların sertliği yerel olarak değişim gösterir. Kural olarak yüzeysel sular, yeraltı sularından daha yumuşaktır. Genellikle, suyun sertlik derecesi, yağmur suyundan başlayarak izlediği yol boyunca temasta bulunduğu jeolojik yapıyla yakından ilgilidir (Samsunlu, 2005).

Sular genel olarak sertlik derecelerine göre Çizelge 1.2'de görüldüğü gibi sınıflandırılırlar.

Çizelge 1.1 Suların sertlik derecesi ve $CaCO_3$ (mg/L) ilişkisi

$CaCO_3$ mg/L	Sertlik Derecesi
0-75	Yumuşak
75-150	Orta Sertlikte
150-300	Sert
300 ve üzeri	Çok Sert

Suların sertlik derecelerinin ifade edilmesinde farklı ülkelerde Fransız, Alman ve İngiliz sertlik dereceleri kullanılır. Ülkemizde sık kullanılan sertlik derecelerinin mg $CaCO_3$/L cinsinden değerleri ise şöyledir:

1. Fransız sertlik derecesi = 10 mg/L
2. Alman sertlik derecesi = 17.8 mg/L
3. İngiliz (Clark) sertlik derecesi = 14.3 mg/L

d- Tuzluluk

Yüzey ve yeraltısuyu akımları sırasında, zeminde bulunan pek çok inorganik tuzlar çözülerek, akım yolu boyunca taşınmaktadır. Sularda doğal olarak en çok 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 Türkman, 1987).

Evsel ve endüstriyel atıksuların yüzey sularına deşarj edildiğinde, bu sulardaki klorür, sülfat, nitrat ve fosfat derişimleri yükselir. Sözkonusu atıksular, alıcı ortamlara

toksik elementler de taşımaktadır. Dolayısıyla suların tuzlar tarafından kirletilmesi, tuz içeriği fazla olan suların sulamada kullanılmasıyla yol açacağı problemler açısından birinci aşamayı oluşturmaktadır (El-Hatip, 2002).

e- Klorür

Klorür, tüm doğal sularda çeşitli konsantrasyonlarda bulunurlar. Klorür içeriği normal olarak mineral içeriğinin artması ile artar ve doğal sulara çeşitli yollarla karışır. Suyun çözücü gücü toprağın üst tabakalardaki ve daha dip toprak oluşumlarındaki klorürleri çözer ve bünyesine alır.

Belli konsantrasyonlardaki klorürler insan sağlığı için zararlı değildir. 250 mg/L' den yüksek konsantrasyonlar suya tuzlu bir tad verir. Bu nedenle evsel kullanım için su temin edilen yerlerde klorürler 250 mg/L konsantrasyonu ile sınırlandırılmıştır. Su temin edilen kaynakların kısıtlı olduğu yerlerde yani özel duruklarda 2000 mg/L klorür içeren sular, evsel kullanım için hiç bir zararlı etki yapmaksızın kullanılmışlardır (Samsunlu, 2005).

f- Çözünmüş Karbondioksit

Havadaki karbondioksitin büyük bir kısmı yüzey sularında çözünür. Karbondioksit su içinde çözündüğünde hemen su ile reaksiyona girerek karbonik asit oluşturur. Zayıf bir asit olan karbonik asit de iyonlarına ayrışır.

$$CO_2 + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3 \leftrightarrows H^+ + HCO_3^-$$

Karbondiksidin bir kısmı da toprakta bulunan karbonatları çözerek bikarbonat haline dönüşür.

$$CO_2 + H_2O + CaCO_3 \leftrightarrows Ca(HCO_3)_2 \leftrightarrows Ca^{+2} + 2HCO_3^-$$

Böylece karbondioksitin büyük bir kısmı bikarbonat halinde bağlanır. Su içinde bikarbonat iyonları ile dengede olan çözünmüş haldeki karbondioksit "serbest karbondioksit" adını alır.

Suda bağlı karbondioksit ile serbest karbondioksit arasında bir denge mevcuttur. Dolayısıyla denge halinde bulunan suda kalsiyum, bikarbonatlar halinde suda erimiş halde bulunur. Eğer serbest karbondioksit, bu dengedeki karbondioksitten daha az olursa bikarbonatlar karbonatlar halinde sudan çökerek ayrılırlar. Tersine, sudaki serbest karbondioksit, bağlı karbondioksitten daha yüksek konsantrasyona sahip ise, böyle sular daha fazla kireci erimiş halde tutabilirler. O halde bu sular agresif özelliktedir.

Agresif karbondioksit ihtiva eden sular, genel olarak sağlık bakımından zararlı değildir. Fakat teknik bakımdan temas halinde bulunduğu metal yüzeylerine tahrip edici etkide bulunur. Bu bakımdan arzu edilmez.

g- Demir- Mangan

Demir, doğada çok bulunmasına rağmen, doğal suların kapsamında az miktarda bulunur. Demir ve mangan tabiatta çözünmeyen (Fe^{+3} ve Mn^{+4}) ve çözünen (Fe^{+2} ve Mn^{+2}) hallerinin her iki şeklinde de bulunmaktadır. İki değerlikli demir ve mangan, genellikle yeraltı sularında bulunur. Bunlar oksijene maruz bırakıldıklarında okside olarak iki değerlikli demir, üç değerlikli demire, iki değerlikli mangan ise dört değerlikli mangana dönüşür.

Demir ve mangan, suda birlikte veya ayrı olarak bulunurlar. İçme sularında demir ve mangan fazla oluşu insan bünyesinde zararlı etkiler yapmaz. Çamaşır, kumaş, porselen eşya ve sıhhi tesisatı lekelemeleri ve suyun görüntüsünü bozmaları nedeniyle rahatsız edicidirler. Ayrıca su dağıtım borularında demir bakterilerin çoğalmasına neden

olur. demir suya karakteristik bir tad verir. Bu sakıncalarından dolayı içme suyunda demir 0.3 mg/L' den, mangan ise 0.05 mg/L' den fazla olmamalıdır (Samsunlu, 2005).

1.2.7.3 Organik Kirlenme Parametreleri

Azot Bileşikleri

Azot canlı tabiat için çok önemli bir elementtir. Çünkü, canlı yapısında bulunan bütün amino asitler ve aminler azotlu organik bileşiklerdir. Ayrıca biyolojik metobolizma esnasında da bir ara ürün olarak amonyak açığa çıkar. Bundan dolayı bir suda organik azot ve amonyak bulunması, o suyun kısa bir süre önce atık sularla kirlenmiş olduğu anlamına gelir. Bir suda bulunan organik azot aerobik bakteriler vasıtasıyla önce nitrite (NO_2^-), daha sonra da nitrata (NO_3^-) yükseltgenir. Kirlenme uzunca bir zaman önce olmuşsa, organik azot bütünüyle nitrata yükseltgenmiştir. Buna göre bir su numunesinde yüksek oranda nitrat ve düşük oranda amonyak bulunması kirlenmenin çok önceden olduğuna işaret sayılır (Gündüz, 1994).

Yüzeysel sulara karışan azotlu maddeler, karbon fosfor gibi genelde aynı kaynaklı sayılabilecek diğer besleyici maddelerle birlikte , su ortamında aşırı beslenme olarak tanımlanan "ötrifikasyon" olayına neden olurlar (Samsunlu, 2005). Bu şekilde kirlenmiş olan su kaynakları etrafa kötü koku yaymakta olup içme suyu için elverişli değildir. Ötrifikasyona uğramış su kaynaklarında bataklaşma tehlikesi olmaktadır. Su kaynaklarından en etkin şekilde yararlanılabilmesi için besleyici maddelerin su kanaklarına akışının önlenmesi gerekmektedir (Polat, 1998).

Amonyak (NH_3)

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 (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 adsorplanır. 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' den daha azdır. Yüzey 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 (El-Hatip, 2002).

Yüzeysel sularda amonyum derişiminin yüksek olması halinde bir çok güçlükle karşılaşılabilir.

- Suların dezenfeksiyonu sırasında klor tüketimi olağanüstü derecede artmakta ve kansorejen 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 sularda amonyum konsantrasyonunun 0.2-1.5 g/m^3 arasında olması istenmektedir (Uslu-Türkman, 1987).

Nitrat(NO_3^-) ve Nitrit (NO_2^-)

Nitrat genellikle anaerobik koşullar altında denitrifikasyon işlemi ile nitrite indirgenir. Nitrit iyonu da çok hızlı bir şekilde oksitlenerek nitrata dönüşür. Yüzey sularına gelen nitratın doğal kaynakları volkanik kayalar, toprak, bitkiler ve ölü hayvanlardır. Kirlenmemiş sularda nitrat konsantrasyonu nadiren 0.1 mg/L' ye ulaşır.

Ancak kanalizasyon ve endüstriyel atık sular, atık toplama 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 konsantrasyonu 5 mg/L'yi geçer. 5 mg/L'den daha fazla nitrat olması suyun insan ve hayvan atıkları ile ve tarımsal gübre atıkları ile kirlendiğini gösterir. Aşırı kirlenme durumunda nitrat konsantrasyonu 200 mg/L'ye kadar ulaşır.

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre içme sularında nitrat konsantrasyonu en fazla 10 mg/L olmalıdır. Nitrat miktarı yüksek sular sağlığı tehdit eder. Nitratın göllerde 0.2 mg/L'den fazla nitratın olması alglerin büyümesine neden olur ki, bu göllerde ötrifikasyona sebep olur. Ayrıca aşırı nitrat içeren sularda sulama yapılmasında, sulama yapılan toprakların toprak geçirgenliğinin azalmasına neden olmaktadır (Polat, 1998).

İçme sularında nitrit değerinin 0.5 mg/L' yi aşması halinde yetişkinlerde bağırsak sindirim ve idrar sistemlerinde iltihaplanmalar görülebilmektedir. Yüksek miktardaki nitrat bebeklerde metahemoglobinaemi hastalığına neden olmaktadır. Yeni doğan bebeklerin sindirim sisteminde yaşayan bakteriler nitratı nitrite dönüştürür. Nitrit kandaki hemoglobin ile reaksiyona girerek metahemoglobini oluşturur. Metahemoglobin yapısı oksijen taşımaz. Metahemoglobin şeklinde ağız ve göz çevresinde mavi pullanmalar görülür. Bu duruma mavi bebek sendromu denir(Altıntaş, 2004).

Tatlı sularda nitrit konsantrasyonu genellikle düşük olup 0.001 mg/L nitrit düzeyindedir. Ancak bazı durumlarda 1 mg/L nitritten daha yüksektir (T.E.H.D., 1984). Yüksek nitrit konsantrasyonu genellikle endüstriyel atıkların göstergesi 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 (Polat, 1998).

Fosfat

Biyolojik olarak fosfor metabolizması kalsiyum metabolizması ile birlikte gözden geçirirlir. Fosfor canlı organizma için vazgeçilemez bir elementtir. Organizmada kalsiyumla beraber başlıca kemiklerde bulunur. Doğal sularda organik ve inorganik şekillerde bulunur. Bitki ve hayvan gelişiminde gerekli bir elementtir. Bir çok mineralin yapısında bulunmasına rağmen, alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle sudaki miktarı sınırlandırılmıştır. Suya kaya ve topraklardan geçebildiği gibi, yapay gübrelerden ve endüstriyel atıklardanda geçebilir. Fosfatın varlığı su depolarındaki alglerin çoğalmasını kolaylaştırır. Bu da içme sularında koku ve tad problemi yaratır. Yüzeysel sulardaki fazlalığında azota bağlı olarak yine alglerin çoğalmasına ve o yüzeysel sudaki canlı hayatı etkilemesine neden olur (Güler,1997).

Sülfat

Sülfatlar doğada bulunan ağır metal sülfürlerinin atmosferik olayların etkisiyle kısmen oksitlenerek suda çözünmesinden oluşmuşlardır. Doğada en yaygın olan minerali jibsdir. Sülfat tuzları (baryum, stronsiyum ve kurşun sülfat hariç) genellikle suda çözünürler. Çözünmüş sülfatlar sülfüre indirgenebilir veya hidrojen sülfür halinde

buharlaşarak havaya geçer. Bir diğeri çözünmeyen bir tuz olarak çökebilir veya canlı organizmalarla birleşebilirler.

Sanayinin çeşitli kollarından atılan atıklarda sülfat suya verilir. Yine minerallerin kavrulması işleminden sülfat sulara verilir. Fosil yakıtların yanmasıyla atmosferik kükürtdioksit meydana gelir. Sülfat, kükürt trioksit(SO_3)' in katalitik oksitlenmesiyle meydana gelir ve su buharıyla birleşerek H_2SO_4 oluşur. Bu da asit yağmuru veya karı şeklinde yere iner. Suda sülfat genellikle yüksek konsantrasyonlarda bulunabililir. Çünkü kayalardan çözeltiye geçen katyonlar genellikle sülfatla çözünebilen bileşikler verirler (Güler, 1997).

Evsel su kaynaklarındaki sülfat miktarı, yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunda insanlar üstündeki müshil etkisinden dolayı çok önemlidir. Bu yüzden insan kullanımı göz önünde tutularak sularda üst limit değer olarak 250 mg/L tavsiye edilmektedir. Suda yüksek sülfat konsantrasyonu dağıtma sistemlerindeki, özellikle düşük alkalinite olduğu zaman, metalerin korozyonuna neden olur (Samsunlu, 2005)

1.2.8 İçme Suyu Standartları

Tabii sular, çözünmüş ve askıda bulunan yabancı maddeleri bünyelerinde bulundururlar. Yüzey suları, hızlı nüfus artışları, hızlı kentleşme ve sanayileşme sonucu atıkların arıtılmadan su kaynaklarına verilmesi, kişi başına tüketilen suyun artması, tarımda kullanılan gübre ve ilaç kalıntılarını içeren sulamadan dönen suların su kaynaklarına karışması sonucunda kirlenmektedir (Baltacı,1998). Genellikle suyu kullanılabilir hale getirmek için bu maddeler ya tamamen sudan ayrılır veya miktarları istenen bir değerin altına düşürülür. Su içerisindeki yabancı maddelerin toleransla kabul edilebilecek miktarları suyun kullanım amacına bağlıdır. İçme sularındaki mineral

maddelerin tamamen sudan ayrılması gerekmez. Mutlak derecede saf olan sular örneğin destile su içmek için uygun değildir.

İçme suları genel olarak içme, yemek yapma, temizlik gibi amaçlar için kullanılan sulardır. İçme sularının renksiz, berrak olması, hastalık yapıcı organizmaları, zararlı kimyasal maddeleri ihtiva etmemesi ve agresif olmaması gerekir. İçme sularının özellikleri milletler arası ve her ülkenin kendisinin koyduğu standartlar ile tespit edilmektedir. Ülkemizde TS266 numaralı standart içme suları ile ilgilidir. Bir fikir vermek için Türk Standartlar Enstitüsü (TSE), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Avrupa Birliği (AB) ve Çevre Koruma Kurumu (EPA)' nın içme suyu ile ilgili yönetmeliklerdeki son değişiklik tarihleri ve standartları ile su içindeki çeşitli parametrelerin fizyolojik etkileri Çizelge1.2'de verilmiştir. Herhangi bir kaynağın suları bir yerleşim merkezine iletilmek üzere derlenmeden önce, su kalitesinin bu standartlara uygun olup olmadığı araştırılmalıdır.

Çizelge1.2 Türk Standartlar Enstitüsü (TS 266), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Avrupa Birliği (AB) ve ABD Çevre Koruma Kurumu (EPA) tarafından belirlenen içme suyu kalite standartları ve su içindeki çeşitli parametrelerin fizyolojik etkileri

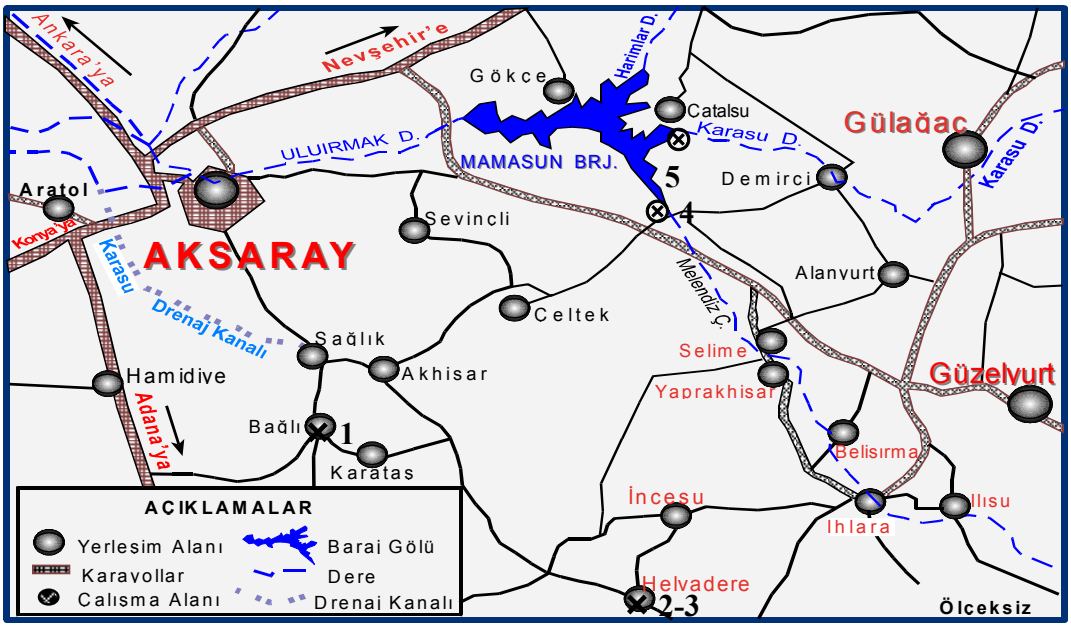
Parametre	**Birim**	**TSE 1997**	**WHO 1996**	**AB 1998**	**EPA 2001**	**Fizyolojik etkisi**
pH		6,5-8,5	-	6,5-8,5		Yüksek pH'da tad problemi, düşük pH'da pas etkisi ve metal çözünmesi kirliliği
Renk		1	15	-	-	Estetik problem.
Bulanıklık	NTU	5-25	5	1	5	Potansiyel tehlike ve estetik problem.
Klor (Cl)	g/l	25-600	250	250	250	Böbrek problemi, tat bozukluğu.
Serbest klor	mg/l	0,1-0,5	-	-	-	Tat, koku problemi, trihalometan olışturma riski.
Sülfat	mg/l	25-250	250	250	250	İshal ve suda acılık hissi
Kalsiyum	mg/l	100-200	-	-	-	Tat problemi, suda köpüklenme.
Magnezyum	mg/l	30-50	-	-	-	Gözlerde tahribat, böbrek problemi ve ishal yapma.
Sodyum	mg/l	20-175	200	200	-	Tat problemi, tuzluluk hissi.
Potasyum	mg/l	10-12	-	-	-	Tat problemi, tuzluluk hissi
Nitrat	mg/l	25-50	-	50	10 (N)	6 aydan küçük bebeklerde mavi bebek sendromu
Nitrit	mg/l	0,1	-	0.5	1 (N)	6 aydan küçük bebeklerde mavi bebek sendromu
Amonyum	mg/l	0,05-0,5	1,5	0,5	-	Organik kirlenmeyi gösteren parametre
Demir	mg/l	0,05-0,2	0,3	0,2	0,3	Tat ve koku problemi
Mangan	mg/l	0,02-0,05	0,1	0,05	0,05	Tat problemi; leke yapma
Bakır	mg/l	0,1-3,0	2,0	2,0	1,0	Kısa temas halinde kusma, uzun temas halinde ciğer ve böbrek problemi
Flor	mg/l	1,5	1,5	1,5	4,0	Kemik bozulması, diş problemi
Bor	mg/l	0,1-2	0,5	1,0		---
Siyanür	mg/l	0,01	0,7	0,5	0,2	Sinir sistemi ve troid tahribi
Krom	mg/l	-	0,05	0,05	0,1	Deri alerjisi
Pestisitler ve Poliklorabenzen	mg/l	0,0001	-	-	-	Kansorejen etki; karaciğer, böbrek ve dolaşım bozuklukları
Kurşun	mg/l	0,05	0,01	0,01	0,015	Çocuklarda öğrenme bozukluğu, böbrek problemi ve kan basıncı yükselmesi
Selenyum	mg/l	0,01	-	0,01	0,05	Saç ve tırnak kaybı, dolaşım bozukluğu.

1.3. Aksaray'daki İçme Suyunu Besleyen Su Kaynakları ve İçme Suyu Potansiyeli

Aksaray ili içme suyunu sağlayan kaynaklar, Mamasun barajı ile bu barajı besleyen Melendiz ve Karasu çayı yüzey su kaynaklarıdır. Ayrıca Helvadere göleti ile Helvadere yeraltı suyu ve Bağlıköy yeraltı suyu da içme suyunu sağlayan kaynaklardır.

1.3.1 Akarsular

Aksaray ilinin yüzey su kaynakları olan akarsular, göletler ve mamasun barajı numune noktaları ile birlikte Şekil 1.4'te verilmiştir.



Şekil 1.4 Aksaray ilindeki yüzey su kaynakları ve numune noktaları dağılımları

Aksaray ili merkezinde yer alan en önemli akarsu kaynağı Uluırmaktır. Mamasun barajından başlayıp tuz gölüne kadar uzanan bu ırmak, genellikle sulama suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. Uluırmak dışında, Mamasun barajını besleyen Melendiz ve Karasu çayının su potansiyeli de Aksaray ili için önemli kaynaklardır. Melendiz çayının membası, Ihlara-Ilısu-Belisırma-Selime güzergahından

çıkıp Doğantarla mevkiinde Mamasun Barajına dökülmektedir. Karasu çayı ise Gülağaç güzergahından başlayarak Çatatsu mevkiinden baraja dökülmektedir. Bunların dışında Ekecik ve Peceneközü dereleri güneydoğuda, Helvadere Kaynakları güneyde, Eşmekaya pınarı batıda, Öteyüz ve İnatlı dereleri ise doğuda bulunur (Elhatip, 2000)

Aksaray ve dolayının toplam yüzey ve yeraltı suyu potansiyeli zengin olduğu halde, çevre sorunlarından dolayı içme ve sulama suyu ihtiyaçları karşılamak amacıyla kullanılabilir fiili potansiyeli çok daha düşüktür.

Akarsu kaynaklarının fiili potansiyellerinden yararlanmak amcıyla, bölgede Helvadere, Balcı, Çiftevi, Sarıbük ve Güzelyurt gibi suni göletler kullanılmaktadır. Aksaray dolaylarındaki içme ve kullanma (sulama) su ihtiyaçları bu göletlerden karşılanmaktadır. Aksaray ilinin ihtiyacı olan yaklaşık 550/600 L/sn'lik içme suyu miktarı ise, Helvadere ve bağlı köyü yeraltı suyu sondajları ve Mamasun Barajından karşılanmaktadır (Elhatip, 2000)

1.3.2 Helvadere Göleti

Helvadere göleti Aksaray ilinin 28 km Güneydoğusunda yer almaktadır. Sulamada kullanılan bu gölet ile ilgili detaylı bilgiler çizelge 1.3'te verilmiştir.

Çizelge 1.3 Helvadere göletinin fiziksel özellikleri (DSİ-Aksaray, 2001)

Yağış Alanı	29,9 km^2
Yıllık Ortalama Su Hacmi	13,1 hm^3/yıl
Toplam Depolama Hacmi	0,9 hm^3/yıl
Toplam Gövde Hacmi	0,064 hm^3/yıl
Aktif Hacim	0,8 hm^3/yıl
Dolusavak Proje Debisi	38 m^3/sn
Gölet Sulaması	300 ha (brüt), 253 ha (net)

1.3.3 Helvadere Yeraltı Su Kaynağı

Helvadere yeraltı su kaynağı, Aksaray ilinin güneybatısında ve Aksaray iline 37 km uzaktaki helvadere kasabasında yer almaktadır. Aksaray il merkezinin ilk içme ve kullanma su kaynağı olan Helvadere yeraltı su kaynağı, 1953 yılında şehrin büyük bir kesmine hizmet vermeye başlamış ve hala günümüzde şehrin içme ve kullanma suyunun %10'unu karşılamaktadır.

Kaynağında 80 L/sn olarak alınan su, Helvadere kasabası ile Aksaray ili arasında bulunan Gine, Karataş, Karaveren ve Akhisar köyleri mevcut isale hattından toplam 30 L/sn'sini kullanmakta ve geri kalan 50 L/sn Aksaray iline ulaşmaktadır.

Helvadere yeraltı su kaynağından gelen suyun bir kısmı tatlı su çeşmelerine, kalan kısmı ise şehir depolarına verilmektedir. Helvadere suyu, tatlı su çeşmelerine verilmeden önce şehrin girişinde TSE'ye göre içme ve kullanma sularında kullanılan sodyum hipoklorit ile dezenfekte edilmektedir (Aslan, 2005)

1.3.4 Bağlıköy Yeraltı Su Kaynağı

Bağlıköy yeraltı su kaynağı, Aksray ili içme ve kullanma suyunun ortalama olarak %30'unu karşılamaktadır. Aksaray'ın güneyinde ve Aksaray'a 15 km uzaklıkta bulunan Bağlıköy'ün hemen girişinde bulunmaktadır. 1986 yılında hizmete giren Bağlıköy yeraltı su kaynağından yaklaşık olarak en fazla 21600 m^3/gün'e kadar su alınabilmektedir. Bağlıköy yeraltı su kaynağından çıkan su, hiçbir arıtıma tabii tutulmadan, gerek duyulduğunda TSE'ye göre içme ve kullanma sularında kullanılan sodyum hipoklorit ile dezenfekte edilip şehir depolarına verilmektedir (Aslan, 2005).

1.3.5 Mamasun Barajı

Mamasun barajı, Melendiz ve Karasu çaylarından beslenmekte olup Aksaray ilinin 17 km doğusunda bulunmaktadır. Aksaray ilinde bulunan Mamasun Barajı 1961 yılında tamamlanmış olup, 38 m'lik toprak dolgusu yüksekliğine sahiptir (DSİ, 1979). Bu baraj, aksaray ilinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak maksadıyla kullanılmaktadır. Halen Aksaray ovasının sulanmasında hizmet vermesinin yanında Aksaray ilinin içme suyu ihtiyacının da % 60'ını karşılamaktadır. Mamasun barajının fiziksel özellikleri Çizelge 1.4'de verilmiştir.

Çizelge 1.4 Mamasun barajının fiziksel özellikleri

Minumum Su Kotu	186.62 m
Statik Su Kotu	1107.19 m
Aktif Hacim	155.80×10^6 m^3
Toplam Hacim	165.80×10^6 m^3
Maksimum Hacim	203.15×10^6 m^3
Yıllık Ortalama Akım	153.97×10^6 m^3
Sulamaya Verilen Su	% 90
Tam Sulama	138.56×10^6 m^3
Kısıtlı Sulama	137.66×10^6 m^3

2-KAYNAK ARAŞTIRMASI

Su, tüm canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli olan vazgeçilmez bir maddedir. İnsanların bulmak için çağlar boyu savaş verdikleri, toplumların gelişmesinde temel etken olan su geçmişte pek çok uygarlığın çöküp yok olmasına sebep olmuştur (Güler, 1997).

Su, su temini ve kirlenmesi hususunda Gündüz (1994), Çevre Sorunları isimli kitabında genişçe yer vermiş ve içme suyu kaynaklarının kirlenmesine sebep olan ve insan sağlığı açısından risk taşıyan en önemli unsurlardan birisi de toksik organik maddelerden bahsetmiştir. Suyun kalitesini belirlemek için yapılması gereken başlıca tayinler, çözünmüş oksijen miktarı, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam organik karbon, katı madde, azot, fosfat, bulanıklık, renk, koku, pH ve bakteriyolojik tayinlerdir. Organik kirleticiler sularda önemli kirliliklere sebep olduğundan suların ömrünü azaltmaktadır. Tarımsal faaliyetlerle sulara karışan sentetik organik kirleticiler ise insan ve canlı sağlığı açısından risk taşıdığı husuna da yer verilmiştir.

Meskenlerden, endüstriden ve zirai faaliyetlerden kaynaklanan her türlü atıklar bir nehir veya gölün normal hayatını etkiler. Eğer bu etkiler, en iyi bir şekilde kullanma için, suları kabul edilemez bir hale sokuyorsa, su kirlenmiştir denir. Tabiatta bulunan suların özelliklerinden, su kalitesi ve kirlenmesinden; deniz , akarsu, ve göllerin kirlenmesi ve ötrofikasyondan Muslu (2001) genişçe bahsetmiştir

Karpuzcu (1985), suya karışan maddelerin suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek “su kirliliği” olarak adlandırılan olguyu ortaya çıkartarak söz konusu özellik değişimleri, aynı zamanda sularda yaşayan canlı varlıkları da etkilemesinden bahsetmiştir. Böylece su kirlenmesi sucul ekosistemlerin etkilenmesine,

dengelerin bozulmasına ve giderek doğadaki tüm suların sahip oldukları kendi kendini temizleme kapasitesinin azalmasına veya yok olmasına yol açabilice hususlarına genişçe yer vermiştir.

Bellos D., Sawidis T., (2005), yayınlanan makalede Pinios nehri ve yan kolları kimyasal ve fizikokimyasal parametrelerin değişiminde insan aktiviteleri ve çevresel aktivitelerin etkisi çalışılmıştır. Teselya ovasının meteorolojik ve coğrafik özelliklerine bağlı olarak yapılan fiziksel ve kimyasal analizler değişim göstermiştir. Nehirden içme suyu sağlanmakta, zirai ve ticari faaliyetler yapılmakta ve nehir üzerinde dinlenme tesisleri bulunması açısından önemlidir. Sonuçlar sıcaklığa, sertliğe, çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı ve iletkenlik değerlerine bakılarak değerlendirilmiştir ve bu değerlerin sebepleri tartışılmıştır.

Espadaler I., et al. (1997) İspanyadaki Ter nehrinin organik kimyasallarını tesbit etmişlerdir. Üzerinde ticari faaliyetlerin, zirai ve insan aktivitelerinin bulunduğu Barselona'ya içme suyu sağlayan arıtılmamış su haznesinde yapılan araştırmada organik kimyasallar tesbit etmişlerdir.

Paune F., et al. (1998) Yaklaşık 3,2 milyon kişinin yaşadığı Barselona şehrinin içme suyunu sağlayan Lıobregat Nehrinin kirliliğini çalışmışlardır. Bu nehir üzerindeki arıtma tesisinden örnekler alınıp organik kimyasalların daha iyi arıtılması için çalışılmıştır. Nehirde büyük oranda organik kimyasallar bulunmuştur. Hidrokarbonlar, pestisitler, yüzey aktif maddeler ve trihalometan bulunmuştur. Pek çok arıtma yöntemi bulunmasına rağmen tatmin edici arıtma yapılamamıştır.

Kuruawal K., Sacher F., Werner a., Müller J., Knepper T., (2005), tarafından yayınladıkları makalede Tayland'da içme suyu üretiminde kaynak olarak kullanılan yüzey suları ve yeraltı suları ile çeşme sularından, şişelenmiş içme sularından ve ticari buz küplerinden numuneler alarak analizler yapmışlardır. Yapılan analizler sonucunda toplam organik karbon, inorganik bileşikler, ağır metaller, uçucu organik bileşikler,

pestisitler, organik klorlu bileşikler, yüzey aktif maddeler, ilaçlar ve yan ürünlerinden kaynaklanan kirlilikleri tesbit etmişlerdir. Yan ürün kirleticileri yüzey sularında tesbit edildiği gibi içme ve çeşme sularında da tesbit edilmişlerdir. Bu da Tayland'da yapılan arıtma işleminin yetersiz olduğunu göstermiştir. Bu çalışma Tayland'ın yeni su kalitesi kriterlerini geliştirmede yardımcı olmuştur.

Dünyada ve Türkiyede içme ve kullanma suyu kalitesini belirlemek ve kirlenmesini tesbit ve önlemek ve bilhassa insan sağlığı ve çevre şartlarını belirli bir seviyede korumak için çeşitli önlemler alınmış bu amaçla içme suyu standartları için Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından içme suyu standartları belirlemiştir. Su kalitesi kritelerinin belirlenmesi için Amerikada EPA, Avrupada AB ve Türkiyede TSE 266 standartları kabul edilmiştir.

Bu çalışmaya konu olan Aksaray ilinin su kaynakları yakın zamanlarda başlayarak çeşitli araştırmacılar tarafından inceleme konusu olmuştur. Göçmez (1997) Aksaray'ın sıcak ve mineralli sıcak su kaynaklarını hidrojeolojik açıdan incelemiştir. Aksaray ilinin içme suyu kaynaklarının organik madde miktarı bakımından incelenmesi amacıyla bir araştırma Elhatip (2000) tarafından yapılmış ve su kaynaklarının sorunları tesbit edilmiştir.

Ihlara Vadisinden Mamasun Barajı giriş noktasına kadar uzanan ve bölgedeki en yüksek debiye sahip olan Melendiz Çayı sularında Şimşek (1997) tarafından hidrokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla labaratuvar analizleri yapılmıştır.

Aksaray İlinin içme suyunu sağlayan Mamasun Barajını besleyen Melendiz ve Karasu çaylarının su kalitesinin mevsimsel değişimleri Alaş ve diğ., (2002) tarafından değerlendirilmiştir ve bu kaynakların I. Sınıf su kalitesinde olduğu ve arıtma işleminden sonra içme suyu kriterlerine uygun olduğu belirlenmiştir.

Aksaray İlinin mevcut su kaynaklarının potansiyeli, kirlilik düzeyleri ve kirletici kaynakları Elhatip (2002) tarafından belirlenmiş olup, ileride çıkabilecek önemli çevresel problemlerin tesbiti ve çözümlerine ait detaylı bir araştırılması yapılmıştır. Su kaynaklarının hidrokimyasal özellikleri analiz edilmiştir ve Melendiz Çayı, Uluırmak, Karasu ve Mamasun Baraj sularının kalitesi belirlenmiştir.

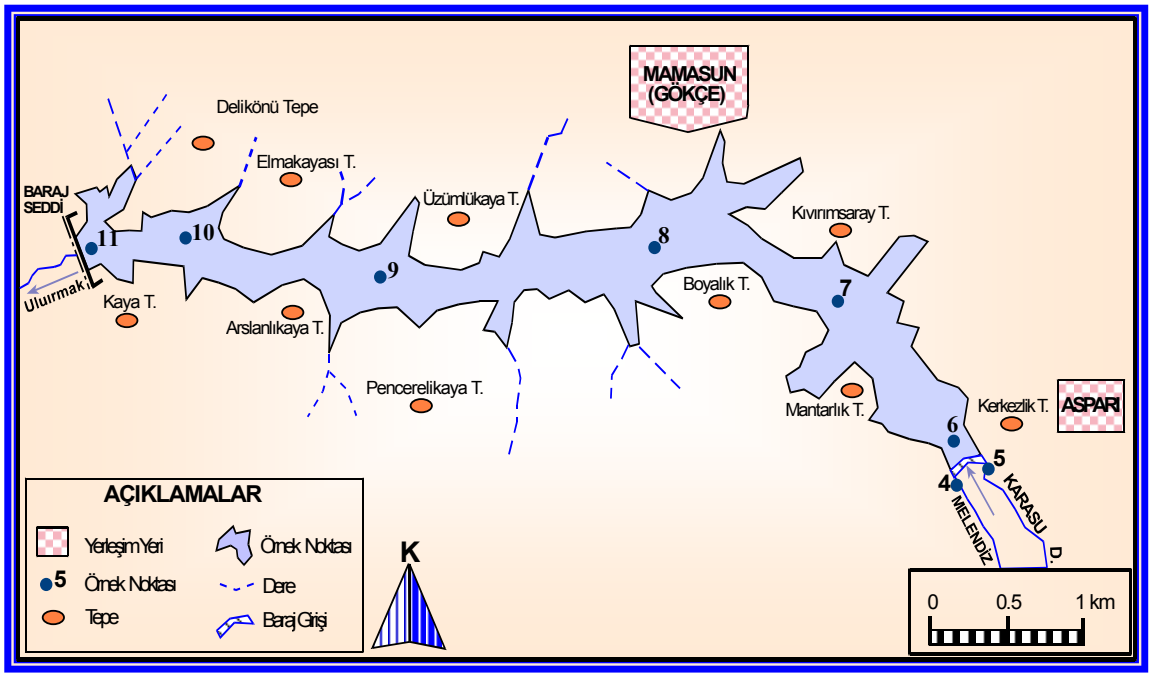
Aksaray İli İçme sularının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri Aslan (2005) tarafından incelenmiş ve TSE 266 standardı ile İnsani Tüketim Amaçlı Sular hakkındaki yönetmelikte belirtilen standartlara uygunluğu araştırılmıştır. Aksaray İli içme suyu kalitesini belirlemeye yönelik hem arazide hem de arıtma tesisi kimya labaratuvarında analizler yapılmıştır. Ölçümler sonucunda Aksaray İlinin arıtılmış içme sularının öngörülen standartlara uygun olduğu bulunmuştur.

Aksaray-Mamasun baraj gölü ve baraj gölünü besleyen yüzeysel akarsuların kirletici parametrelerinin Baraj gölü su kalitesine olan etkisi Güllü (2003) tarafından incelenmiştir. Baraj gölünden belirlenen noktalardan numuneler alınarak, yerinde ve labaratuvarda analizler yapılarak bölgedeki önemli su kaynaklarının kalitesi üzerinde etkileri incelenmiştir. Baraj gölünde yapılan çalışmalarda azot miktarı fazla bulunmuş olup sebebi olarak fekal bulaşması gösterilmiştir. Ayrıca fosfor miktarı ötrofikasyon sınır değerlerinin üzerinde bulunmuştur.

3- MATERYAL-METOD

3.1 Numune Alma

Çalışma alanı, Aksaray ilinin içme suyunu karşılayan Mamasun barajı boyunca yerleşim yerleri ve tarımsal tesislerin olduğu yerleri, Mamasun barajını besleyen Melendiz ve Karasu çaylarının baraja giriş noktaları ile Bağlıköy yer altı su kaynağı ve Helvadere yeraltı suyu kaynağını ve Helvadere göleti içini kapsamaktadır. Baraj gölünde analizi yapılacak olan suların alınacağı numune noktaları, baraj gölünün boyuna bir profilini oluşturacak şekilde seçilmiştir. Aksaray ilinin içme suyunu meydana getiren kaynakların fiziksel ve kimyasal parametreleri hem arazide hem de laboratuvarda ölçülmüştür. Çalışma alanında 11 noktada 2 ayrı dönemde numune alma işlemi gerçekleşmiştir. Numune noktaları Şekil 1.4'te topluca gösterilmiştir. Baraj içerisindeki numune noktaları ise ayrıntılı olarak Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Mamasun barajı numune noktaları

Çalışma alanında belirlenen 11 adet numune noktaları ve koordinatları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Koordinatlar GPS (Global Position System) aleti kullanılarak bulunmuştur.

Çizelge 3.1 Çalışma alanı olan Aksaray ili içme suyu kaynaklarının numune noktaları

Numune No: Adı	Koordinat
1. Numune: Bağlıköy yeraltı suyu kaynağı	UTM 36 50592875 E, 42 36625 N/ 973 m
2. Numune: Helvadere yeraltı suyu kaynağı	UTM 36 50606064 E, 42 28725 N/1311 m
3. Numune: Helvadere gölet içi	UTM 36 50605963 E, 42 28939 N/1313 m
4. Numune: Melendiz Çayı Baraj Girişi	UTM 36 50606423 E, 42 47491 N/1096 m
5. Numune: Karasu Çayı Baraj Girişi	UTM 36 50605708 E, 42 49457 N/1082 m
6. Numune: Mamasun Barajı (Baraj Girişi)	UTM 36 50605497 E, 42 49761 N/1105 m
7. Numune: Mamasun Barajı (Kıvrımsaray)	UTM 36 50603324 E, 42 51160 N/1660 m
8.Numune: Mamasun Barajı (Gökçe Köyü)	UTM 36 50602883 E, 42 52289 N/1097 m
9.Numune: Mamasun Barajı (Üzümlükaya)	UTM 36 50602264 E, 42 51629 N/1099 m
10. Numune: Mamasun Barajı (Delikönü)	UTM 36 50599954 E, 42 52185 N/1103m
11.Numune: Mamasun Barajı (Baraj Sedde Önü)	UTM 36 50598904 E, 42 51450 N/1103 m

Tesbit edilen noktalardan alınan su numuneleri, standart numune kapları ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen hususlara göre toplanmıştır. Alınan numunelerin laboratuvara ulaşmadan önce taşıdığı özellikleri kaybetmemesi için ve taşınma sırasında kirletilmemesi için 250-500 ml hacimli şişelerde muhafaza edilmiştir.

Kalite parametreleri değişimlerinin yakından izlenebilmesi için numuneler Aksaray ilinde yağışların en yoğun olduğu Nisan-Mayıs ayları ile yağışların en az olduğu Temmuz- Ağustos döneminde alınmıştır. Numune alma işlemleri belirtilen aylar içerisinde 8:30 ile 18:00 saatleri arasında gerçekleşmiştir. 11 ayrı numune noktasından

alınan numuneler üzerinde 27 adet kimyasal parametre tayini ve pestisit analizi yapılmıştır. Bu analizlerin bir kısmı arazide, çoğunluğu ise laboratuvarda yapılmıştır.

3.2 Analizler

3.2.1 Arazide yapılan analizler

Arazide; tuzluluk, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, pH, sıcaklık ve çözünmüş oksijen tayinleri yapılmıştır. Yapılan bu analizlerde WTW- LF 330 marka portatif Conductivity Meter (SCT), WTW-pH 330 marka portatif pH Meter, WTW Oxi 315 İ oxygen Meter kullanılarak ölçümler yapılmıştır.

3.2.2 Laboratuvarda yapılan analizler

Labaratuvarda yapılan analizler; Toplam organik madde miktarı tayini Potasyum Permanganat titrasyon yöntemi ile yapılmıştır. Toplam Sertlik, Ca ve Mg Sertliği tayinleri ise EDTA titrasyon yöntemi ile yapılmıştır. HCO_3^-, $CO_3^=$ için alkalite tayini yapılmıştır.

3.2.2.1 Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD) ve Kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) analizleri

BOD ve COD tayini Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünde yapılmıştır. BOD tayini oxitop 12 marka cihazla yapılmıştır. Doğrudan ölçüm metoduyla her bir numuneden 432 ml alınarak sabit sıcaklıkta 5

günlük inkübasyona bırakılır. 5 gün sonunda inkübe edilen numunelerin BOD değerleri Oksitop cihazından okunarak kaydedilir.

COD tayini ise Potasyum Bikromat yöntemi ile yapılmıştır. Numunelerin kimyasal oksijen ihtiyacı %50 sülfürik asitli ve $AgNO_3$ katalizli kaynayan bir ortamda, numunelerdeki organik maddenin 2 saat içinde indirgenen potasyum bikromat miktarı ile tesbit edilmiştir. Deneyde kullanılan potasyum bikromatın fazlası $Fe(NH_4)_2(SO4)_2$ ve ferroin indikatörü ile geri titrasyon yapılarak organik maddenin yükseltgenmesi için harcanan bikromat kantitatif olarak tayin edilir.

3.2.2.2 Anyon-Katyon analizleri

Flor, klorür, nitrit, nitrat, sülfat, fosfat analizleri Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde Dionex ICS-1000 marka İyon Kromotografisi ile tayin edilmiştir. Başlangıçta 1000 ppm'lik standart çözeltiden 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 ppm'lik standartlar cihazda okutularak bu standartlara göre kalibrasyon yapılmıştır. Daha sonra numunelerimiz okutularak miktarları elde edilen kalibrasyon grafiğine göre tesbit edilmiştir. Bu işlemler yapılırken ICS-1000 cheromelon software programı kullanılmıştır.

Sodyum ve potasyum analizleri ise alev fotometresi ile yapılmıştır. Bu analizler için de sodyum ve potasyumun 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 ppm'lik standart çözeltileri hazırlanarak standart ekleme yöntemi ile değerler tesbit edilmiştir. Bu değerler grafiğe geçirilerek standartsız numunedeki sodyum ve potasyum miktarları tesbit edilmiştir.

Diğer taraftan nitrit, nitrat ve amoyak tayinleri Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Merck marka hazır kitler kullanılarak Cecil CE 4003 Aquamate marka spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan

spektrofotometrenin ölçüm aralığı 190-1100 nm arasında olup, 2 nm genişliğinde monokramatör ve quartz kaplı optiklere sahip ve fotometrik oranı 0.3'ten 3.0 A^0 'a kadardır.

3.2.2.3 Ağır metal analizleri

Bakır, mangan, demir ve bor tayini için Analitikjera Contr AA 300 Continium Source Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi kullanılmıştır. 1000 ppm'lik Merck marka standartlardan 0, 2.5, 5, 10 ve 20 ppb'lik standartlar % 1'lik HNO_3 ve % 0.1'lik KCl ile hazırlanmıştır. Bakır, demir ve mangan için asetilen hava, bor için de asetilen N_2O yakıt sistemi kullanılarak deneyler yapılmıştır. Cihazda okunan standart değerler ile kalibrasyon yapıldıktan sonra numuneler okutularak miktarları tesbit edilmiştir. Bu cihazın kullanımında ve değerlerin tesbitinde Aspect CS Software programı kullanılmıştır.

3.2.2.4 Pestisit analizleri

Pestisit analizleri Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde HP Agilent 6890 Gaz Kromotografisi (GC) ile tayin edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan pestisit standartları ppm'lik hazır çözeltiler halinde Dr. Ehrenstorfer firmasından temin edilmiştir. Pestisit standartları 1 ppm olarak delüe edildikten sonra GC'ye verilmiştir.

Analitik örneklerde Luke ve arkadaşlarının (1975) pestisit türevlerini ve metabolitlerinin en verimli çözüüsü olarak saptadıkları aseton ekstraksiyon solventi kullanıldı. Luke ve arkadaşlarının çalışmalarından (1975) faydalanarak bir metod oluşturuldu.

Bu çalışmada; ekstraksiyon için önce 500 ml su numunesi alındı. Numune ayırma hunisine konuldu. Üzerine 50 ml petrol eteri ve 50 ml dietil eter ilave edilerek iyice karıştırıldı ve fazların ayrılması beklendi. Su fazı (alt faz) ikinci bir ayırma hunisine alındı. Alt faz üzerine 25 ml petrol eteri ve 25 ml dietil eter ilave edilerek karıştırıldı ve fazların ayrılması beklendi. Üst faz bir rotary balonuna alınarak 2 ml kalıncaya kadar uçuruldu. Daha sonra clean up (temizleme) aşamasına geçildi.

Ekstraksiyondaki pestisit kalıntılarının saflaştırılması için önce can kromotografi kolonunun altına cam pamumuğu yerleştirildi. Cam pamuğu üzerine 7 gr florosil ve onun üzerine de susuz sodyum sülfat eklendi. 10 ml hexan ile kolonun ön yıkaması yapıldı.

Hexan kolondan iyice süzüldükten sonra rotary evoporatörde uçurulan eluat kolona verilerek bir deney tüpüne toplandı ve bu 1. faz olarak işaretlendi. Daha sonra karışımdan 10 ml kolona verilerek deney tüpüne toplandı ve bu faz 2. faz olarak işaretlendi. Son karışım 1 ml etil asetat-19 ml benzen-180 ml hexan karışımı olarak hazırlanmıştır. Deney tüpünde toplanan numune azotla tamamenuçuruldu. 2. fazın bulunduğu deney tüpünün kenarından 0.25 ml hexan sızdırılarak ilave edildi ve tüpte iyice karıştırılarak mili viale aktarıldı ve GC'ye verildi. Analizler son eluat çözeltisinin 1 µl'si ile üç tekrar olarak yapıldı. Sonuç olarak üç analizin ortalaması alındı.

4- ANALİZ SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Aksaray ili içme suyu kaynaklarının fiziksel, kimyasal ve organik madde miktarı analiz sonuçları su kalitesi açısından incelenmiştir. Çalışma alanı içerisinde tesbit edilen 11 ayrı noktadan alınan numuneler için arazide ve laboratuvarda yapılan analizler sonucu her dönem için ayrı olarak bulunmuş ve bunların sonuçları ayrı şekillerde grafikleri çizilerek değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır.

4.1 Nisan-Mayıs, 2006 dönemi analiz sonuçları ve grafiksel değerlendirilmesi

Nisan-Mayıs 2006 döneminde toplam 11 noktadan alınan örneklerden elde edilen fiziksel-kimyasal sonuçlar Çizelge 4.1'de, pestisit analizleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu sonuçlar Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil4.5'de değerlendirilmeye alınmış ve grafikleri çizilmiştir.

Şekil 4.1'de Nisan-Mayıs dönemine ait 11 ayrı numunenin sıcaklık-pH-elektriksel iletkenlik-toplam çözünmüş madde-çözünmüş oksijen-tuzluluk ve klorür ilişkisi verilmiştir.

Bu dönemde yapılan analizlerde sıcaklık değerleri 13-19.05 ^{0}C arasında ölçülmüştür. En düşük sıcaklık Helvadere yeraltı suyunda, en yüksek sıcaklıkta Melendiz-Karasu Baraj giriş noktasında ölçülmüştür. Sıcaklık değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen kıta içi su kaynaklarının kalite sınıflamalarına aykırı bir değer değildir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004).

Çizelge 4.1 İncelenen numunelerin Nisan-Mayıs dönemi fiziksel-kimyasal analiz sonuçları

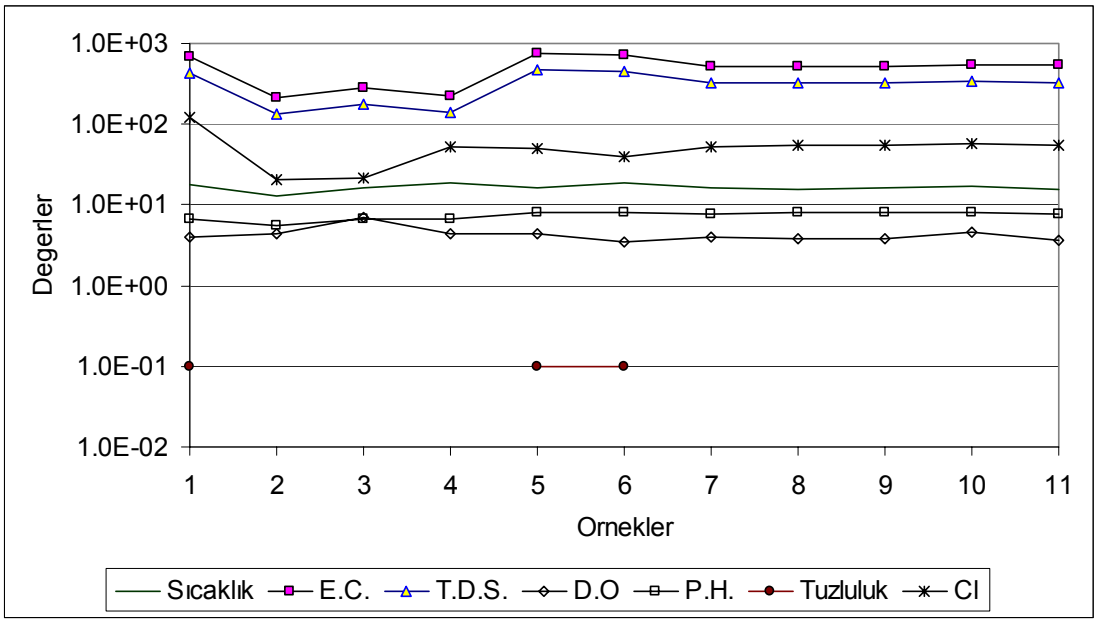
Parametre	Birim	Numune Noktaları										
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Sıcaklık	^{0}C	18.2(0.1)*	13(0.1)*	16(0.2)*	18.7(0.2)*	16.6(0.1)*	19.05(0.1)*	15.9(0.1)*	15.8(0.1)*	16(0.1)*	17.2(0.2)*	15.2(0.3)*
E.C.	S/cm	696(4)*	216(5)*	279(7)*	220(2)*	742(4)*	731(4)*	526(4)*	531(4)*	529(7)*	543(2)*	533(4)*
T.D.S.	mg/L	434(2)*	134(4)*	174(2)*	137(3)*	462(4)*	456(5)*	328(4)*	330(3)*	330(2)*	338(3)*	332(4)*
D.O	mg/L	3.95 (0.03)*	4.31 (0.03)**	7.03 (0.03)*	4.39 (0.06)*	4.35 (0.03)*	3.48 (0.04)*	3.92 (0.06)*	3.76 (0.03)*	3.83 (0.03)*	4.52 (0.03)*	3.66 (0.04)*
P.H.		6.7	5.45	6.55	6.81	8.01	8.18	7.81	7.92	7.91	7.91	7.84
Tuzluluk	‰	0.1	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0
NH4	mg/L	0.2514	0.775	0.011	0.6224	1.1063	0.7407	0.2779	0.1199	0.5023	0.4296	0.4276
NO_3	mg/L	5.25 (0.9078)**		0.052 (0.9078)**	3.3 (0.9078)**	6.916 (0.9078)**	1.421 (0.9078)**	1.558 (0.9078)**	1.234 (0.9078)**	1.435 (0.9078)**	0.253 (0.9078)**	0.051 (0.9078)**
NO_2	mg/L	0.01	0.007	0.013	0.05	0.076	0.069	0.07	0.079	0.079	0.089	0.12
PO_4	mg/L	0.9317 (0.996)**	0.5456 (0.996)**		0.74 (0.996)**	0.2221 (0.996)**	0.361 (0.996)**				2.374 (0.996)**	4.613 (0.996)**
SO_4	mg/L	30.68 (0.9678)**	15.529 (0.9678)**	16.482 (0.9678)**	22.31 (0.9678)**	30.893 (0.9678)**	19.344 (0.9678)**	25.972 (0.9678)**	25.836 (0.9678)**	27.264 (0.9678)**	30.418 (0.9678)**	29.313 (0.9678)**
O. Madde	mg/L	4.28(0.33)*	3.95(0.33)*	7.91(0.33)*	5.6 (0.33)*	6.26(0.33)*	4.94(0.33)*	5.93(0.33)*	3.95(0.33)*	6.92(0.33)*	6.59(0.33)*	7.25(0.33)*
T. Sertlik	^{0}F	24.8 (0.4)*	12.8(0.4)*	7.5(0.4)*	8(0.4)*	26.4(0.4)*	18(0.4)*	11.9(0.4)*	11.2(0.4)*	10.2(0.4)*	11.3(0.4)*	11.2(0.4)*
CO_3	mg/L					24 (4)*	36 (4)*					
HCO_3	mg/L	260 (2)*	80 (2)*	120 (2)*	80 (2)*	256 (2)*	238 (2)*	220 (2)*	200 (2)*	210 (2)*	210 (2)*	200 (2)*
Ca	mg/L	64 (3)*	17.6 (3)*	18.72 (3)*	17.6 (3)*	25.6 (3)*	57.6 (3)*	31.2 (3)*	21.8 (3)*	21.84 (3)*	23.08 (3)*	21.21 (3)*
Mg	mg/L	21.41(0.9)*	20.41(0.9)*	6.83(0.9)*	8.755(0.9)*	48.586(0.9)*	8.784(0.9)*	9.87(0.9)*	14.02(0.9)*	13.27(0.9)*	13.67(0.9)*	14.42(0.9)*
Cl	mg/L	119.11 (09936)**	20.113 (09936)**	21.573 (09936)**	52.05 (09936)**	50.686 (09936)**	39.301 (09936)**	53.294 (09936)**	53.736 (09936)**	55.616 (09936)**	57.322 (09936)**	55.842 (09936)**
F	mg/L	0.549 (0.9945)**	0.193 (0.9945)**	0.196 (0.9945)**	0.295 (0.9945)**	0.315 (0.9945)**	0.134 (0.9945)**	0.274 (0.9945)**	0.168 (0.9945)**	0.169 (0.9945)**	0.175 (0.9945)**	0.193 (0.9945)**
COD	mg/L	13.62	17.024	35.088	14.448	12.384	26.83	14.448	55.328	21.28	19.152	66.048
BOD5	mg/L	10	7	17	4			4	4	7	10	11
Na	mg/L	117.745 (0.905)**	26.081 (0.9903)**	29.406 (0.9937)**	54.807 (0.9934)**	72.105 (0.9963)**	48.6 (0.987)**	63.7 (0.992)**	69.52 (0.9966)**	69.52 (0.994)**	77.13 (0.9924)**	76.73 (0.9975)**
K	mg/L	19.96 (0.9918)**	10.043 (0.9951)**	11.47 (0.9946)**	16.046 (0.9812)**	20.683 (0.9837)**	16.42 (0.9942)**	19.76 (0.9911)**	19.72 (0.9952)**	16.2 (0.9964)**	16.44 (0.9943)**	17.203 (0.9982)**
Cu	mg/L	0.0096 (0.9936)**	0.012 (0.9936)**	0.009 (0.9936)**	0.0052 (0.9936)**	0.0066 (0.9936)**	0.0123 (0.9936)**	0.0084 (0.9936)**	0.0061 (0.9936)**	0.0047 (0.9936)**	0.0068 (0.9936)**	0.006 (0.9936)**
Mn	mg/L	0.0013 (0.9986)**	0.0022 (0.9986)**	0.012 (0.9986)**	0.048 (0.9986)**	0.014 (0.9986)**	0.024 (0.9986)**	0.018 (0.9986)**	0.02 (0.9986)**	0.018 (0.9986)**	0.025 (0.9986)**	0.018 (0.9986)**
Fe	mg/L	0.019 (0.9843)**	0.0088 (0.9843)**	0.156 (0.9843)**	0.187 (0.9843)**	0.089 (0.9843)**	0.196 (0.9843)**	0.07 (0.9843)**	0.079 (0.9843)**	0.057 (0.9843)**	0.096 (0.9843)**	0.057 (0.9843)**
B	mg/L	0.71 (0.98)**	0.49 (0.98)**	0.53 (0.98)**	1.07 (0.98)**	1.51 (0.98)**	1.16 (0.98)**	0.93 (0.98)**	1.15 (0.98)**	1.02 (0.98)**	0.94 (0.98)**	0.86 (0.98)**

()*:standart sapma değerleri ()**: R^2 (Belirleme Katsayısı)

Çizelge 4.2 Nisan-Mayıs dönemi pestisit analiz sonuçları

Pestisit (ng/L)	Bağlıköy	Helvadere	Melendiz	Karasu	Baraj Girişi	Baraj Seddi Önü
Aldrin	0.0058	0.0008	0.0468	0.0019	0.0648	0.0261
cis-Clordane	0.0111	0.0023	0.265	0.0076	0.0712	0.0535
trans-Clordane	0.2695	0.0025	0.0883	0.0015	0.0389	0.0794
Oxy-Clordane	0.2401	0.0473	0.6014	0.0525	0.07088	0.4157
2,4' –DDD	0.0056	0.0004	0.075	0.0037	0.0895	0.0553
4,4' –DDD	0.0132	0.0021	0.0651	0.0042	0.1256	0.0682
2,4' -DDE	0.0091	0.0012	0.163	0.0025	0.2723	0.1122
4,4' -DDE	0.005	0.0003	0.0913	0.0008	0.1704	0.0486
2,4' -DDT	0.0011	0.0001	0.029	0.0005	0.0087	0.0066
4,4' -DDT	0.0011	0.0004	0.0324	0.0003	0.0067	0.0136
Dieldrin	0.001	0.0002	0.0118	0.0001	0.012	0.002
Alpha-endosulfan	0	0.0002	0.0087	0.0008	0.0155	0.0043
Beta-Endosulfan	0	0.0003	0.0044	0.0004	0.0059	0.0017
Endrin	0	0.0002	0.0075	0.0006	0.0078	0.0027
Alpha-HCH	0	0.0003	0.0298	0.0004	0.0118	0.0019
Beta-HCH	0.0129	0.0002	0.0082	0.0004	0.0036	0.0138
Gamma-HCH	0.035	0.0001	0.0529	0.0657	0.0145	0.0925
Delta-HCH	0.0103	0.0002	0.0063	0.0001	0.0041	0.082
Epsilon-HCH	0	0.0003	0.0089	0	0.0053	0.0001
Heptachlor	0	0.0001	0.009	0	0.0084	0
cis-Heptachlorepoxide	0	0.0001	0.0084	0	0.0092	0
trans-Hptaclorepoxide	0	0.0009	0.021	0	0.0178	0
Hexachlorobenzene	0.0273	0.0003	0.0106	0	0.0046	0
Methoxychlor	0.0064	0.0015	0.0417	0.0009	0.0133	0.0048

Bu dönemde suların pH değerleri 5.45-7.92 arasında ölçülmüştür. Su kalite sınıflandırmasına göre pH değerleri 6.5-8.5 arasında ise, I. sınıf su kalite sınıfına girmektedir. Bu dönemde yapılan ölçümlerde pH değerleri 2 numaralı numune noktası dışında bu değerlerin üzerinde değildir. 2 numaralı numune noktasında pH değeri 6.0-9.0 üzerinde bir değer olduğundan IV. sınıf su kalitesindedir.



Şekil 4.1 Sıcaklığa bağlı olarak değişen hidrokimyasal özellikler (Nisan-Mayıs 2006)

Elektriksel iletkenlik (EC) değeri ise 216-742 µS/cm arasında değişim göstermektedir. En düşük elektriksel iletkenlik 2 numaralı numune noktasında, en yüksek değer ise 5 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik parametresi toplam çözünmüş madde (TDS) parametresi ile bir paralellik gösterdiğinden en düşük TDS değeri 134 mg/L olarak 2 numaralı numune noktasında, en yüksek TDS ise 462 mg/L olarak 5 numaralı numune noktasında ölçülmüştür. Toplam çözünmüş madde değeri I. sınıf kaliteli sularda 500 mg/L olarak verilmiştir. Analizi yapılan numunelerde ise maksimum değer 462 mg/L' dir.

Nisan- Mayıs döneminde tuzluluk değeri 0 ile ‰ 0.1 arasında ölçülmüştür. En düşük değerler 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11 numaralı istasyonlarda, en yüksek değerler ise 1, 5 ve 6 numaralı istasyonlarda görülmüştür. Tuzluluk değerleri de TDS değerleri ve elektriksel iletkenlik değerleri ile paralellik göstermektedir.

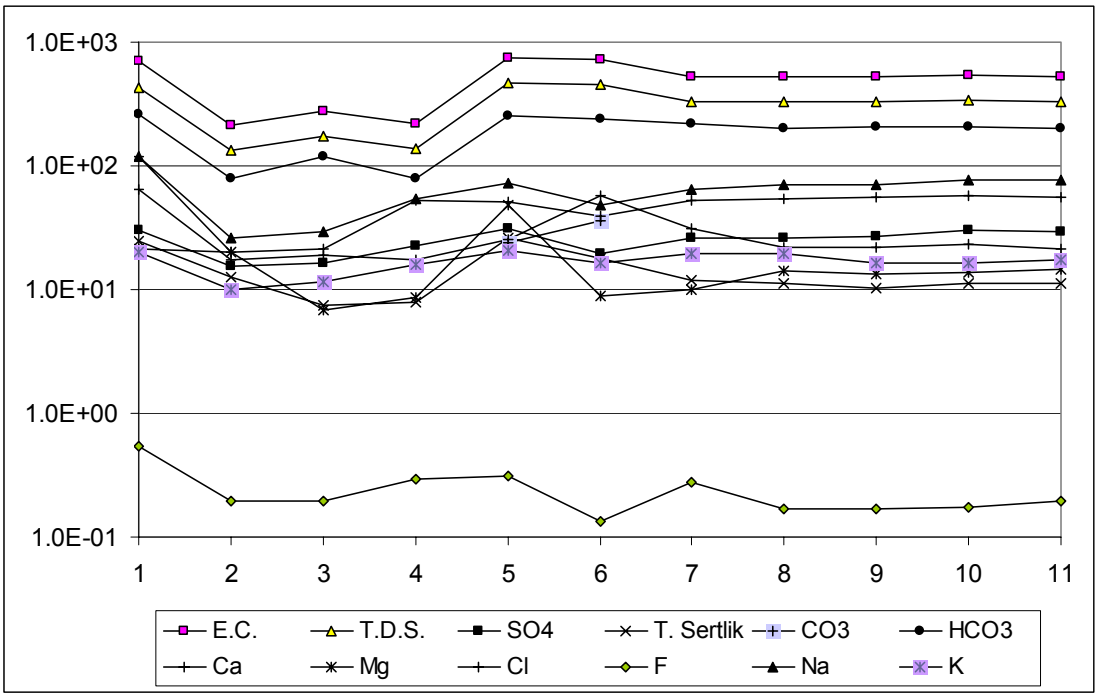
Klorür değerleri en düşük 20.11 mg/L ve 21.57 mg/L olarak 2 ve 3 numaralı numune noktalarında, en yüksek ise 119.11 mg/L olarak 1 numaralı numune noktasında ölçülmüştür. Diğer numune noktalarında ise 39.3 mg/L-57.3 arasında değişim göstermiştir. Müsaade edilen klorür iyonu konsantrasyonu I.sınıf kaliteli sularda 25 mg/L, II. sınıf kaliteli sularda ise 200 mg/L olarak verilmiştir. Buna göre 2 ve 3 numaralı numune noktalarındaki klorür iyonu konsantrasyonu I. sınıf su kalite sınıfına girerken diğer numune noktalarındaki klorür iyonu konsantrasyonu II. sınıf su kalite sınıfına girmektedir.

Bu dönemdeki çözünmüş oksijen parametresi (DO) incelenecek olursa, 3.48-7.03 mg/L arasında değişmektedir. En düşük değer 6 numaralı numune noktasında görülürken en yüksek değerde 3 numaralı istasyonda görülmektedir. Kıta içi su kalite kriterlerine göre I. sınıf kaliteli sularda D.O. miktarı max. 8 mg/L, II. sınıf kaliteli sularda max. 6 mg/L iken III. sınıf kaliteli sularda max.3 mg/L'dir. Buna göre 3 numaralı numune noktası I. sınıf su kalite sınıfına girerken diğer numune noktaları II. sınıf su kalite sınıfına girmektedir.

Şekil 4.2'de bu döneme ait EC – TD – sülfat - toplam sertlik – karbonat - bi karbonat – kalsiyum – magnezyum – klorur – florur - sodyum ve potasyum değerlerinin ilişkisi verilmiştir.

Toplam sertlik değerleri 7.5- 26.4 ^{0}F arasında değişmiştir. En düşük değerler 3 ve 4 numaralı numune noktasında ölçülmüşken en yüksek değerler 1 ve 5 numaralı numune noktasında ölçülmüştür.

Bu dönemde sadece 5 ve 6 numaralı numune noktasında bikarbonat ve karbonat ölçülmüştür. Diğer numune noktalarında ise sadece bikarbonat alkalitesi ölçülmüştür. Bikarbonat değerleri en düşük 2-4 numaralı numune noktalarında, en yüksek değerleri ise 1-5 numaralı numune noktalarında ölçülmüştür. Bi karbonat değerlerinin elektriksel iletkenlik ve Toplam çözünmüş madde miktarı ile de doğu orantılı olarak değiştiği şekil 4.2'de gözlenmektedir.



Şekil 4.2 Fiziksel ve kimyasal parametreler değişimi (Nisan-Mayıs 2006)

Bu dönemde kalsiyum değerleri 17.6-64 mg/L arasında ölçülmüştür. En düşük değerler 2,3 ve 4 numaralı numune notalarında, en yüksek değerler ise 1 ve 6 numaralı numune noktalarında ölçülmüştür. Magnezyum değerleri ise 6.83-48.58 mg/L arasında ölçülmüştür. En düşük değer 3 numaralı numune noktasında, en yüsek değer de 5 numaralı numune noktasında ölçülmüştür.

Sülfat değerleri Nisan-Mayıs döneminde 15.529- 30.893 mg/L arasında değişim göstermektedir. En düşük değer 2 ve 3 numaralı numune noktalarında ölçülürken en yüksek değerler de 1 ve 5 numaralı numune noktalarında ölçülmüştür.

Sodyum değerleri ise Şekil 4.2'de verilen grafiğe göre 26.08- 117.745 mg/l arasında değişim göstermektedir. En düşük değer 2 ve 3 numaralı numune noktasında, en yüksek değer ise 1 numaralı numune noktasında ölçülmüştür. Grafiğe göre sodyum ve klorür miktarları arasında dorusal bir orantı görülmektedir. Bu da mevcut bölgelerde NaCl miktarı hususunda bize bilgi vermektedir. Sodyum ve klorür miktarının 1 numaralı numune noktasında (Bağlıköy yeraltı suyunda) oldukça yüksek olması o bölgenin zemin yapısının NaCl'ce zengin olduğunun bir göstergesidir.

Potasyum miktarı da grafiğe göre sodyum ve klorürle doğrusal olarak değişmektedir. Potasyum miktarı en düşük 10.043 mg/L olarak 2 numaralı numune noktasında, en yüksek ise 20.68 mg/L olarak ölçülmüştür.

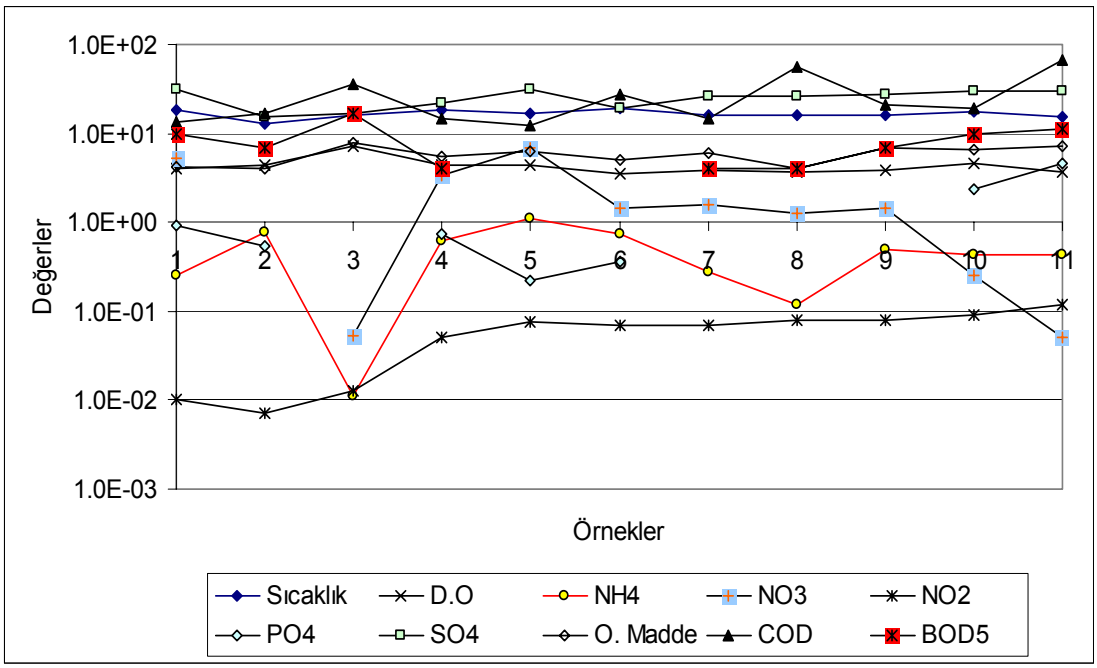
Florür konsantrasyonu 0.134-0.549 mg/L arasında değişmektedir. En düşük değer 6 numaralı numune noktasında, en yüksek değer ise 1 numaralı numune noktasında ölçülmüştür. Kıta içi su kalite kriterlerine göre I. sınıf kaliteli sularda maksimum florür değeri 1 mg/L' dir. Buna göre florür değerleri maksimum sınırlar içerisindedir. Diş ve kemik sağlığı açısından da içme sularında istenilen florür miktarı 1-1.5 mg/L arasındadır (TSE, 1997). Florür insan sağlığı açısından önemli bir maddedir. İskelet ve diş sağlığı problemlerini önlemek için günde 1mg/L florür almak önerilmektedir, fakat alınan florür bu miktarın üzerinde olursa pek çok kemik ve diş problemlerine yol açabilir (Çengeloğlu, 2002).

Şekil 4.3'de Nisan-Mayıs dönemine ait sıcaklığa bağlı çözünmüş oksijen (D.O), NH_4^+, NO_3^-, NO_2^-, PO_4^{-3}, SO_4^{-2}, organik madde, kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD_5) değerleri verilmiştir.

NH_4^+ parametresi incelendiğinde en düşük 3 numaralı numune noktasında, en yüksek ise 2 numaralı numune noktasında görülmüştür. I. sınıf kaliteli sularda müsade edilen max. NH_4^+-N miktarı 0.1 mg/L'dir. Buna göre 1, 3, ve 8 numaralı numune noktaları dışında diğer noktalar değerin üzerindedir. Baraj içerisinde NH_4^+ miktarının yüksek olması baraja etrafında bulunan yerleşim yerlerinden boşalan evsel atıksu veya fekal kirlilik olabilmektedir.

NO_2^- miktarı bu dönemde incelendiğinde en düşük 2 numaralı numune noktasında en yüksek ise 11 numaralı numune noktasında görülmüştür. Grafikte görüldüğü üzere baraj seddi önüne doğru NO_2^- miktarında bir artış görülmektedir. Bu ise bu dönemde yağış miktarındaki artışa paralel olarak topraktaki çözünmeler fazla olabilmektedir. NO_2^--N miktarı I. sınıf kaliteli sularda max. 0.002 mg/L olarak verilmektedir. Buna göre 2 numaralı numune noktası dışındaki değer noktalar bu limitin üzerindedir.

NO_3^- miktarı ise 2 numaralı numune noktasında tesbit edilememiştir. NO_2^- parametrelerinin aksine baraj seddine doğru NO_3^- miktarında bir azalma görülmektedir. En yüksek değer 1 ve 4 numaralı numune noktalarında görülmektedir. Bunun sebebi NO_3^-'ün tarım alanlarında gübre olarak kullanılması ve bunların da bu dönemdeki yağışlarla birlikte yüzey ve yeraltı sularına karışmasıdır.



Şekil 4.3 Sıcaklığa bağlı olarak organik madde değişimi (Nisan-Mayıs 2006)

PO_4^{-3} değeri bu dönemde 2, 7, 8 ve 9 numaralı numune noktalarında tesbit edilememiştir. En yüksek değer 11 numaralı numune noktasında ölçülmüştür. Ölçülen PO_4^{-3} değerleri kıta içi su kalite kriterlerinin üzerindedir. Bunun sebebi ise evsel atıksu boşalımı olabilir.

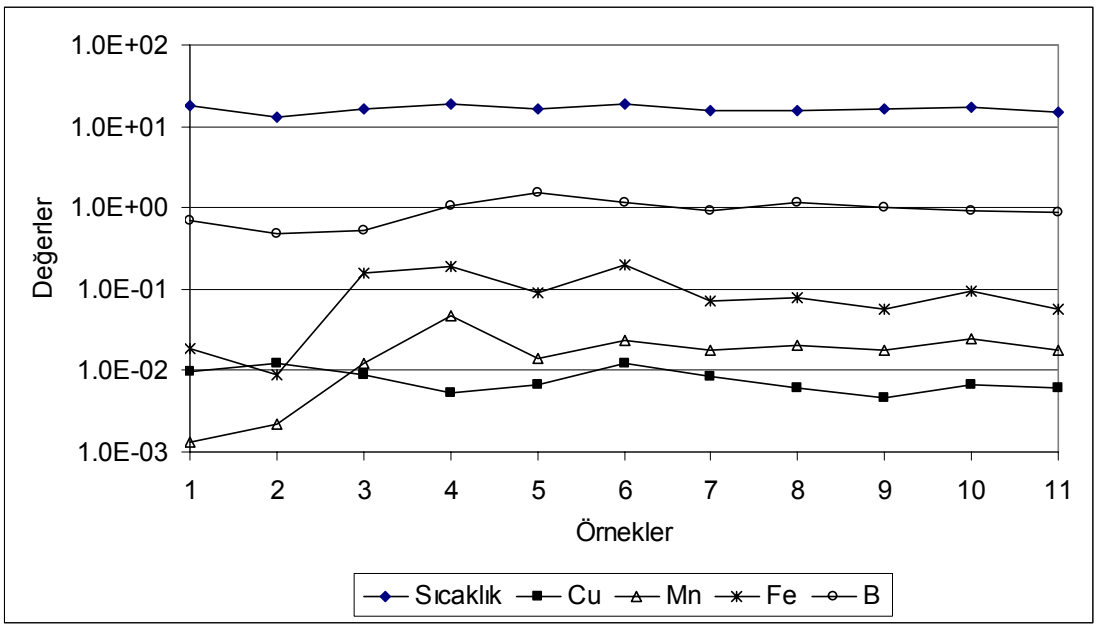
Organik madde miktarı ise en düşük 2 ve 8 numaralı numune noktasında en yüksek de 6 ve 11 numaralı numune noktasında ölçülmüştür. Bu da baraj seddi sonuna doğru Şekil 4.3'de de görüldüğü gibi organik kirliliğin artmış olduğunun bir göstergesidir.

Kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) miktarı Nisan-Mayıs döneminde en düşük miktarı 1 ve 5 numaralı numune noktalarında, en yüksek ise 8 ve 11 numaralı numune noktalarında tesbit edilmiştir. Kıta içi su kalite kriterlerine göre COD değeri I. sınıf kaliteli sularda max. 25 mg/L, II. sınıf sularda max. 50 mg/L III. Sınıf sularda da max. 70 mg/L olarak verilmiştir. Buna göre 3 ve 6 numaralı numune noktalarındaki değerler

25 mg/L'nin üzerinde olduğu için II. sınıf su kalitesine girmektedir. 8 ve 11 numaralı numune noktalarındaki değerler ise 50 mg/L'nin üzerinde değerler olduğu için III. sınıf su kalitesine girmektedir.

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı BOD_5 değerleri 5 ve 6 numaralı numune noktalarında tesbit edilememiştir. En yüksek değerler 11 ve 3 numaralı nume noktalarında tesbit edilmiştir. Bu dönemde elde edilen BOD_5 değerleri kıta içi su kalite kriterlerine göre 1, 3, 10 ve 11 numaralı numune noktalarında max. 8 mg/L'nin üzerinde olduğundan III. sınıf kalite sınıfına girmektedir. 2 ve 9 numaralı numne değerleri ise max. 4 mg/L'nin üzerinde olduğu için II. sınıf kalite sınıfına girmektedir. Bu bölgelerde BOD_5 değerlerinin yüksek miktarlarda olması evsel ve tarımsal kirliliğin yoğun olduğunun göstergesidir.

Şekil 4.4'de Nisan-Mayıs döneminde alınan 11 numunenin sıcaklığa bağlı olarak ağır metal içeriği ilişkisi verilmiştir.



Şekil 4.4 Sıcaklığa bağlı olarak ağır metal değişimi (Nisan-Mayıs 2006)

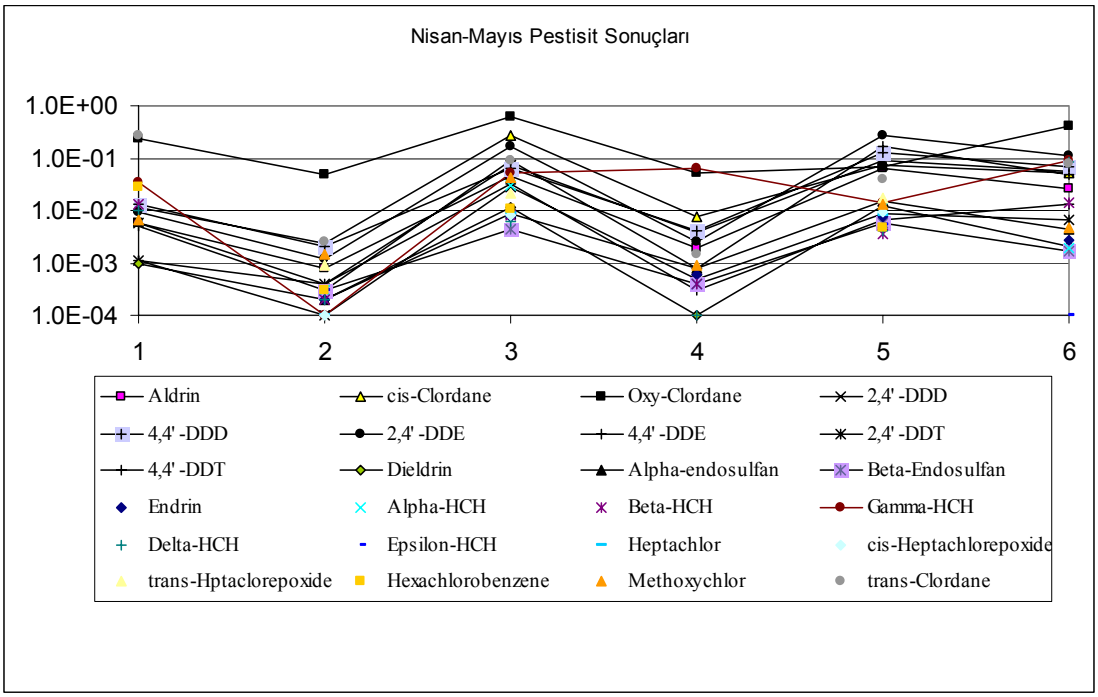
Mn parametresi 1 ve 2 numaralı numune noktalarında Cu değerinden daha daha düşük iken diğer noktalarda Cu değerinden daha yüksektir.

Fe değeri de Mn gibi 1 ve 2 numaralı numune noktalarında düşük bir değerde olmasına rağmen diğer noktalarda değerlerde artış görülmektedir. 3, 4, ve 6 numaralı numune noktalarında her iki değerde de artış görülmesine rağmen, sınır değerleri aşmadığı için herhangibir tehlike oluşturmamaktadır. Ayrıca alınan 11 ayrı numunede yapılan analizde Zn değeri tesbit edilememiştir.

B değerleri ise yine diğer parametrelere benzer olarak 1, 2 ve 3 numaralı numune noktalarında düşük, 4 ve 5 numaralı numune noktalarında ani bir yükselme olduktan sonra diğer numune noktalarında yaklaşık sabit bir değerle devam etmiştir.

Bölgede endüstriyel faaliyet olmadığından dolayı ağır metal değerleri düşük olmasına rağmen, B değerleri Aksaray bölgesinin volkanik bir alanda olmasından dolayı diğer değerlere göre daha yüksektir. Kıta içi su kalite kriterlerine göre B değeri max. 1000 μg/L olması gereklidir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004). Bizim elde ettiğimiz değerlerde 4, 5, 6, 8 ve 9 numaralı numune noktalarında bu sınır aşılmıştır.

Şekil 4.5'de Nisan-Mayıs dönemine ait pestisit sonuçlarının grafiksel değerlendirilmesi verilmiştir. Pestisit analizleri için 6 ayrı numune noktasından örnekler alınmıştır. Bunlar; 1.Bağlıköy, 2.Helvadere, 3.Melendiz, 4.Karasu, 5.Baraj Girişi, 6.Baraj Seddi Önü'nden alınan örneklerin sonuçlarıdır.



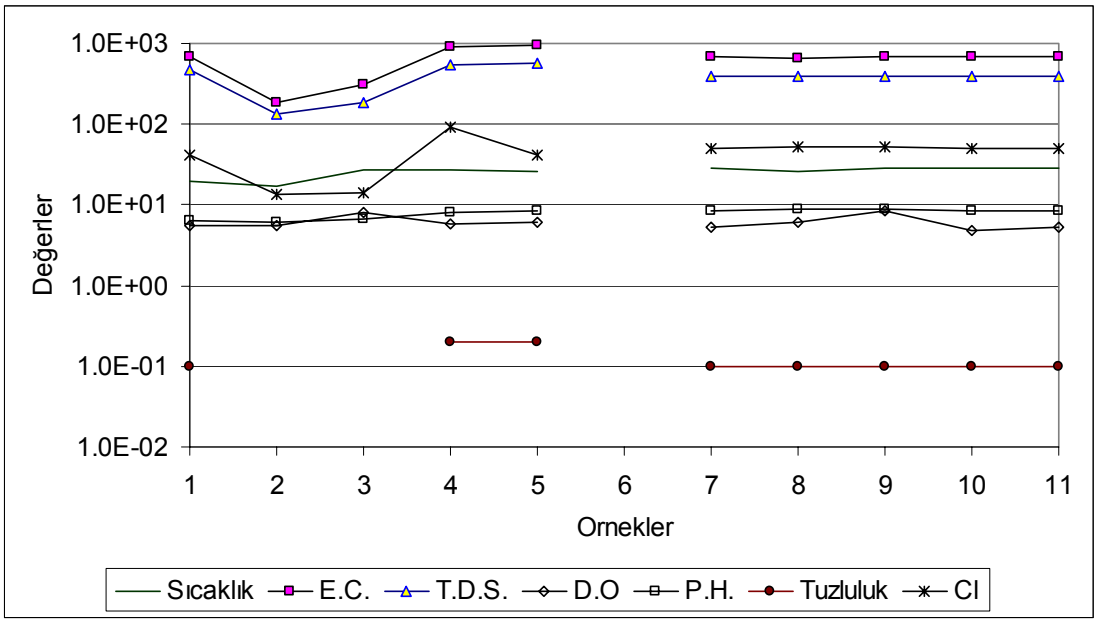
Şekil4.5 Nisan-Mayıs dönemi pestisit analizi sonuçları

Bu dönemde yapılan pestisit analizlerinden elde edilen sonuçlar şekil 4.5'deki grafikte de görüldüğü üzere en düşük değerler Helvadere yeraltı suyu ile Karasu çayında ölçülmüştür. En yüksek değerler ise tarımsal faaliyetlerin en fazla olduğu melendiz çayı, Baraj girişi ve baraj seddi önünde ölçülmüştür. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün belirlemiş olduğu kriterlere göre Helvadere yeraltı suyu ve Karasu Çayı miktarları normal değerler olarak ölçülmüşken Bağlıköy yeraltı suyunda trans-chlordane, Oxy-Chlordane ve Hexachlorobenzene değerleri maximum kirletici limitlerin sınırındadır. Yine Melendiz çayında Aldrin, cis-chlordane, Oxy-Chlordane ve Hexachlorobenzene değerleri maksimum kirletici limitlerindedir. Baraj girişinde aldrin ve baraj seddi önünde de Oxychlordane miktarları maximum kirletici seviyesindedir. Bu bölgelerde pestisit kirliliğinin mevcut olup limit değerlere yakın olma sebebi, Melendiz çayı etrafında tarımsal faaliyetlerin yoğun olması ve bu maddelerin yağmur ve kar suları ile karışarak baraj girişinde ve baraj seddi önünde birikmesi olarak göze çarpmaktadır.

4.2 Temmuz-Ağustos, 2006 dönemi analiz sonuçları ve grafiksel değerlendirilmesi

Temmuz-Ağustos 2006 döneminde toplam 11 numune noktasından alınan örneklerden elde edilen fiziksel-kimyasal sonuçlar Çizelge 4.3'de, pestisit analizleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Bu sonuçlar Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil4.10'da değerlendirilmeye alınmış ve grafikleri çizilmiştir. 6 numaralı numune noktasında (Melendiz-Karasu baraj girişi) bu dönemde su olmadığı için örnek alınamamıştır. Bu bölgede yoğun tarımsal faaliyet gözlemlenmiştir.

Şekil 4.5'de Temmuz-Ağustos dönemine ait 11 ayrı numunenin sıcaklık-pH-elektriksel iletkenlik-toplam çözünmüş madde-çözünmüş oksijen-tuzluluk ve klorür ilişkisi verilmiştir.



Şekil 4.6 Sıcaklığa bağlı olarak değişen hidrokimyasal özellikler (Temmuz-Ağustos 2006)

Çizelge 4.3 İncelenen numunelerin Temmuz-Ağustos dönemi fiziksel-kimyasal analiz sonuçları

Parametre	Birim	Numune Noktaları										
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Sıcaklık	^{0}C	19.6 (0.2)*	16.8 (0.3)*	27.6 (0.1)*	27.5 (0.2)*	26.4 (0.1)*	-	28.4 (0.1)*	26.5 (0)*	28.4 (0.1)*	29 (0.3)*	28.9 (0.2)*
E.C.	µS/cm	672 (4)*	183 (3)*	315 (3)*	910 (3)*	946 (2)*	-	689 (5)*	668 (6)*	675 (2)*	700 (4)*	698 (4)*
T.D.S.	mg/L	469 (5)*	131 (4)*	183 (4)*	532 (5)*	566 (5)*	-	391 (4)*	398 (4)*	391 (4)*	394 (5)*	392 (4)*
D.O	mg/L	5.65 (0.05)*	5.6 (0.03)*	7.88 (0.03)*	5.86(0.02)*	6.04(0.04)*	-	5.34(0.02)*	6.07(0.02)*	8.34(0.03)*	4.85(0.02)*	5.34(0.03)*
P.H.	-	6.47	6.01	6.7	8.17	8.27	-	8.51	8.69	8.68	8.55	8.52
Tuzluluk	‰	0.1	0	0	0.2	0.2	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
NH4	mg/L	0.007	0.006	0.015	0.36	0.012	-	0.118	0.153	0.07	0.1	0.05
NO_3	mg/L	13.415 (0.9078)**	6.941 (0.9078)**	2.649 (0.9078)**	7.351 (0.9078)**	8.272 (0.9078)**	-	3.32 (0.9078)**	3.998 (0.9078)**	2.935 (0.9078)**	2.531 (0.9078)**	2.586 (0.9078)**
NO_2	mg/L	0.021	0.015	0.027	0.62	0.04	-		0.0045	0.007	0.005	0.012
PO_4	mg/L	---	---	---	---	---	-	---	---	---		
SO_4	mg/L	32.223 (0.9678)**	19.804 (0.9678)**	22.234 (0.9678)**	31.699 (0.9678)**	64.187 (0.9678)**	-	40.611 (0.9678)**	41.129 (0.9678)**	38.618 (0.9678)**	40.776 (0.9678)**	41.363 (0.9678)**
O. Madde	mg/L	2.40 (0.33)*	1.44 (0.33)*	6.04 (0.33)*	2.72(0.33)*	3.04 (0.33)*	-	2.72(0.33)*	2.88(0.33)*	3.04(0.33)*	3.20(0.33)*	3.20(0.33)*
T. Sertlik	^{0}F	23.0 (0.4)*	5.9 (0.4)*	8.7 (0.4)*	17.9 (0.4)*	26.9 (0.4)*	-	15.2 (0.4)*	15.6 (0.4)*	15.6 (0.4)*	15.9 (0.4)*	16.3 (0.4)*
CO_3	mg/L				90 (4)*	90 (4)*	-		90 (4)*	90 (4)*	90 (4)*	
HCO_3	mg/L	364 (2)*	136.5 (2)*	182 (2)*	137.5 (2)*	274 (2)*	-	273 (2)*	137 (2)*	137 (2)*	137 (2)*	273 (2)*
Ca	mg/L	53.54 (3)*	14.66 (3)*	17.16 (3)*	61.77 (3)*	62.4 (3)*	-	39.62 (3)*	38.68 (3)*	38.37 (3)*	39.31 (3)*	40.87 (3)*
Mg	mg/L	23.41 (0.9)*	5.5 (0.9)*	10.62 (0.9)*	6.11 (0.9)*	27.51(0.9)*	-	12.91(0.9)*	14.42(0.9)*	14.61(0.9)*	14.99(0.9)*	14.99(0.9)*
Cl	mg/L	41.339 (0.9935)**	13.711 (0.9935)**	14.432 (0.9935)**	91.108 (0.9935)**	41.913 (0.9935)**	-	50.665 (0.9935)**	51.265 (0.9935)**	52.097 (0.9935)**	49.893 (0.9935)**	50.516 (0.9935)**
F	mg/L	0.498 (0.9944)**	0.233 (0.9944)**	0.678 (0.9944)**	1.143 (0.9944)**	0.629 (0.9944)**	-	0.933 (0.9944)**	0.28 (0.9944)**	0.311 (0.9944)**	0.314 (0.9944)**	0.329 (0.9944)**
COD	mg/L	13	10	25	19	10	-	16	10	7	10	13
BOD5	mg/L		10		11	7	-	7	7		6	9
Na	mg/L	73.878 (0.9941)**	18 (0.999)**	24.72 (0.9963)**	78.506 (0.984)**	84.21 (0.9903)**	-	70.93 (0.9963)**	64.75 (0.9971)**	62.751 (0.9909)**	62.2 (0.991)**	65.93 (0.9935)**
K	mg/L	7.257 (0.9975)**	3.21 (0.9981)**	4.165 (0.9935)**	19.838 (0.9965)**	17.721 (0.9969)**	-	14.713 (0.9962)**	14.669 (0.9968)**	13.42 (0.9971)**	13.304 (0.997)**	13.392 (0.9962)**
Cu	mg/L	0.0022 (0.9936)**	0.0063 (0.9936)**	0.0075 (0.9936)**	0.0192 (0.9936)**	0.006 (0.9936)**	-	0.009 (0.9936)**	0.0055 (0.9936)**	0.02 (0.9936)**	0.014 (0.9936)**	0.013 (0.9936)**
Mn	mg/L	0.0002 (0.9986)**	0.0065 (0.9986)**	0.02 (0.9986)**	0.378 (0.9986)**	0.086 (0.9986)**	-	0.062 (0.9986)**	0.08 (0.9986)**	0.061 (0.9986)**	0.059 (0.9986)**	0.05 (0.9986)**
Fe	mg/L	0.0067 (0.9843)**	0.0078 (0.9843)**	0.24 (0.9843)**	0.444 (0.9843)**	0.539 (0.9843)**	-	0.158 (0.9843)**	0.35 (0.9843)**	0.237 (0.9843)**	0.139 (0.9843)**	0.143 (0.9843)**
B	mg/L	0.563 (0.98)**	0.352 (0.98)**	0.39 (0.98)**	1.81 (0.98)**	1.6 (0.98)**	-	1.25 (0.98)**	1.23 (0.98)**	1.25 (0.98)**	1.081 (0.98)**	1.032 (0.98)**

()*:standart sapma değerleri ()**:R^2 (Belirleme Katsayısı)

Çizelge 4.4 Temmuz-Ağustos dönemi pestisit analiz sonuçları

Pestisit (ng/L)	Bağlıköy	Helvadere	Melendiz	Karasu	Baraj Seddi Önü
Aldrin	0.014	0.0011	0.0239	0.0467	0.0013
cis-Clordane	0.0241	0.004	0.07	0.651	0
trans-Clordane	0.0247	0.0023	0.0436	0.0843	0
Oxy-Clordane	0.02908	0.0481	0.6265	1.3827	0.0409
2,4' -DDD	0.028	0.0012	0.452	0.0872	0.0009
4,4' -DDD	0.024	0.0023	0.022	0.0229	0.0007
2,4' –DDE	0.0629	0.0019	0.0729	0.1992	0.0028
4,4' –DDE	0.047	0.0006	0.0521	0.1739	0.004
2,4' –DDT	0.0046	0.0003	0.0081	0.0046	0.0007
4,4' –DDT	0.0061	0.0003	0.0105	0.0209	0.0008
Dieldrin	0.0037	0.0005	0.0049	0.0043	0
Alpha-endosulfan	0.0032	0.0003	0.0068	0.011	0
Beta-Endosulfan	0.002	0.0005	0.0042	0.0027	0
Endrin	0.2018	0.0007	0.0047	0.088	0
Alpha-HCH	0.0015	0.0004	0.0034	0.0054	0
Beta-HCH	0.0053	0.0011	0.0067	0.0162	0
Gamma-HCH	0.0001	0.0005	0.0181	0.0025	0
Delta-HCH	0	0.001	0.0706	0.003	0
Epsilon-HCH	0	0.0012	0.0003	0.0038	0
Heptachlor	0	0.0011	0	0.008	0
Cis-Heptachlorepoxide	0	0.0009	0	0.0108	0
trans-Hptaclorepoxide	0	0.002	0.0016	0.0281	0
Hexachlorobenzene	0	0.0017	0	0.0052	0
Methoxychlor	0.0071	0.0018	0.0159	0.0095	0.0012

Bu dönemde yapılan analizlerde sıcaklık değerleri 16.8-29 ^{0}C arasında ölçülmüştür. En düşük sıcaklık 2 numaralı numune noktasında, en yüksek sıcaklıkta 10 numaralı numune noktasında ölçülmüştür. Sıcaklık değerleri 1 ve 2 numaralı numune noktası dışında diğer numune noktalarında Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde verilen kıta içi su kaynaklarının kalite sınıflamalarına göre III. sınıf su kalite sınıfına girmektedir.

pH değerleri bu dönemde 6.01-8.69 arasında ölçülmüştür. Su kalite sınıflamamsına göre pH değerleri 6.0-9.0 arasında ise III. sınıf su kalitesindedir. Bu dönemde ölçülen pH değerleri bu değerler arasındadır.

Elektriksel iletkenlik değeri ise 183-946 μS/cm arasında değişim göstermektedir. En düşük elektriksel iletkenlik 2 numaralı numune noktasında, en yüksek değer ise 5 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik parametresi toplam çözünmüş madde (TDS) parametresi ile bir paralelik gösterdiğinden en düşük TDS değeri 131 mg/L olarak 2 numaralı numune noktasında, en yüksek TDS ise 566 mg/L olarak 5 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Toplam çözünmüş madde değeri I. sınıf kaliteli sularda max. 500 mg/L olarak verilmiştir. 4 ve 5 numaralı numune noktalarında TDS miktarı bu değerin üzerinde olduğu için kıta içi su kalite kritelerine göre II. sınıf su kalite sınıfına girmektedir.

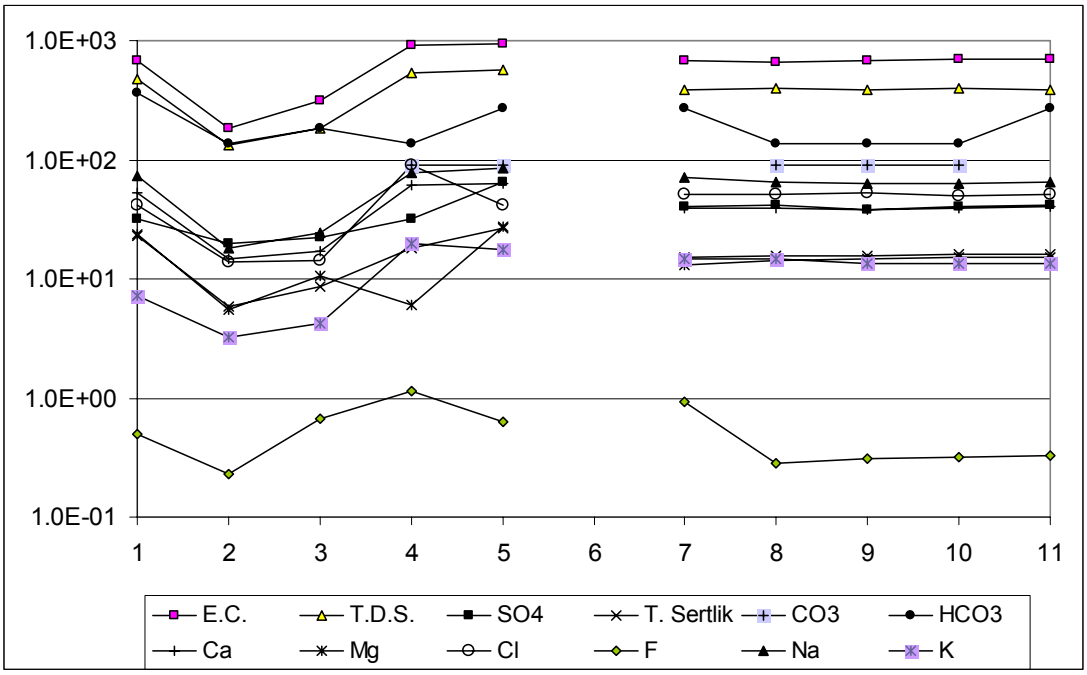
Temmuz-Ağustos döneminde tuzluluk değeri 0 ile ‰ 0.2 arasında ölçülmüştür. En düşük değerler 2 ve 3 numaralı istasyonlarda, en yüksek değerler ise 4 ve 5 numaralı istasyonlarda görülmüştür. Tuzluluk değerleri de TDS değerleri ve elektriksel iletkenlik değeri ile paralellik göstermektedir.

Klorür değerleri en düşük 13.71 mg/L ve 14.43 mg/L olarak 2 ve 3 numaralı numune noktalarında, en yüksek ise 91.108 mg/L olarak 4 numaralı numune noktasında ölçülmüştür. Müsaade edilen klorür iyonu konsantrasyonu I.sınıf kaliteli sularda 25 mg/L, II. sınıf kaliteli sularda ise 200 mg/L olarak verilmiştir. Buna göre 2 ve 3 numaralı numune noktalarındaki klorür iyonu konsantrasyonu I. sınıf su kalite sınıfına girerken diğer numune noktalarındaki klorür iyonu konsantrasyonu II. sınıf su kalite sınıfına girmektedir.

Bu dönemdeki çözünmüş oksijen parametresi (DO) incelenecek olursa, 4,85-8,34 mg/L arasında değişmektedir. En düşük değer 10 numaralı numune noktasında görülürken en yüksek değerde 9 numaralı istasyonda görülmektedir. Kıta içi su kalite

kriterlerine göre I. sınıf kaliteli sularda D.O. miktarı max. 8 mg/L, II. sınıf kaliteli sularda max. 6 mg/L iken III. sınıf kaliteli sularda max.3 mg/L'dir. Buna göre 10 numaralı numune noktası I. sınıf su kalite sınıfına girerken diğer numune noktaları II. ve III. sınıf su kalite sınıfına girmektedir. Bu bölgelerde D.O değerinin düşük olmasıorganik kirliliğin o bölgelerde daha fazla olduğunu gösterir.

Şekil 4.7'de Temmuz-Ağustos dönemine ait elektriksel iletkenlik-toplam çözünmüş madde- sülfat- toplam sertlik- karbonat- bi karbonat- kalsiyum- magnezyum- klorur- florur- sodyum ve potasyum değerlerinin ilişkisi verilmiştir.



Şekil 4.7 Fiziksel ve kimyasal parametreler değişimi (Temmuz-Ağustos 2006)

Toplam sertlik değerleri bu dönemde 5.9- 26.9 ^{0}F arasında değişmiştir. En düşük değer 2 numaralı numune noktasında ölçülmüşken en yüksek değerler yine Nisan-Mayıs döneminde olduğu gibi 1 ve 5 numaralı numune noktasında ölçülmüştür.

Bu dönemde sadece 5, 6, 8, 9 ve 10 numaralı numune noktasında bikarbonat ve karbonat ölçülmüştür. Diğer numune noktalarında ise sadece bikarbonat alkalitesi ölçülmüştür. Bikarbonat değeri en düşük 2 numaralı numune noktasında, en yüksek değerleri ise 1 numaralı numune noktalarında ölçülmüştür.

Temmuz-Ağustos döneminde kalsiyum değerleri 14.66-62.4 mg/L arasında ölçülmüştür. En düşük değerler 2 ve 3 numaralı numune notalarında, en yüksek değerler ise 4 ve 5 numaralı numune noktalarında ölçülmüştür. Magnezyum değerleri ise 5.5-27.51 mg/L arasında ölçülmüştür. En düşük değer 2 numaralı numune noktasında, en yüsek değer de 5 numaralı numune noktasında ölçülmüştür.

Sülfat değerleri bu dönemde 19.84- 64.187 mg/L arasında değişim göstermektedir. En düşük değer 2 ve 3 numaralı numune noktalarında ölçülürken en yüksek değerler de 5 numaralı numune noktalarında ölçülmüştür.

Sodyum değerleri ise 18- 84.21 mg/l arasında değişim göstermektedir. En düşük değer 2 ve 3 numaralı numune noktasında, en yüksek değer ise 5 numaralı numune noktasında ölçülmüştür.

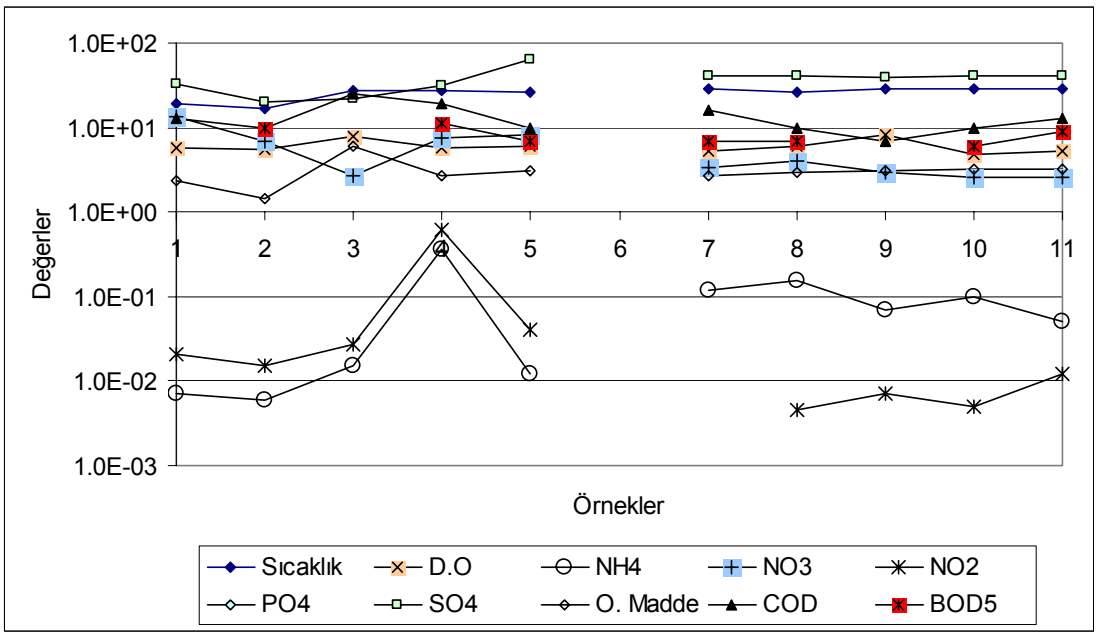
Potasyum miktarı en düşük 3.21 mg/L olarak 2 numaralı numune noktasında, en yüksek ise 19,83 mg/L olarak 4 numaralı numune noktasında ölçülmüştür.

Florür konsantrasyonu 0.23-1.143 mg/L arasında değişmektedir. En düşük değer 2 numaralı numune noktasında, en yüksek değer ise 4 numaralı numune noktasında ölçülmüştür. Kıta içi su kalite kriterlerine göre I. sınıf kaliteli sularda max. florur değeri 1 mg/L' dir. Buna göre florür değerleri 4 numaralı numune noktasında II.sınıf kalite kriteri içerisindedir. Diş ve kemik sağlığı açısından da içme sularında istenilen florür miktarı 1-1.5 mg/L arasındadır.

Grafiğe göre sodyum, klorür, potasyum, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, EC ve TDS miktarları arasında dorusal bir orantı görülmektedir. Genellikle en düşük değerler 2 numaralı numune noktasında tesbit edilirken en yüksek değerler de 4 ve 5 numaralı numune noktalarında ölçülmüştür. Baraj içerisinde alınan numunelerden elde edilen değerler ise sabit bir doğru şeklinde görülmektedir. Bu noktalarda bu değerlerde çok fazla bir değişim olmamıştır.

Sodyum ve klorür miktarı bu dönemde Nisan-Mayıs dönemine göre daha az miktarda ölçülmüştür. Bunun sebebi olarak ta bu dönemde yağışların en az olduğu dönem olması sebebi ile yağmur sularının topraktaki mineralleri çözerek yeraltı ve yüzey sularına bu minerallerin karışmasında bir azalma olmuştur.

Şekil 4.8'de Temmuz-Ağustos dönemine ait sıcaklığa bağlı çözünmüş oksijen (D.O), NH_4^+, NO_3^-, NO_2^-, PO_4^{-3}, SO_4^{-2}, organik madde, kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD_5) değerleri verilmiştir.



Şekil 4.8 Sıcaklığa bağlı olarak organik madde değişimi (Temmuz-Ağustos 2006)

NH_4^+ parametresi incelendiğinde en düşük 1 ve 2 numaralı numune noktalarında, en yüksek ise 4 numaralı numune noktasında görülmüştür. I. sınıf kaliteli sularda müsade edilen max. NH_4^+-N miktarı 0.1 mg/L'dir. Buna göre 4, 7, ve 8 numaralı numune noktalarında ölçülen NH_4^+ değerleri, bu değerin üzerindedir. Baraj içerisinde NH_4^+ miktarının yüksek olması baraja etrafında bulunan yerleşim yerlerinden boşalan evsel atıksu veya fekal kirlilik olabilmektedir.

NO_2^- miktarı bu dönemde incelendiğinde en düşük 8 numaralı numune noktasında en yüksek ise 4 numaralı numune noktasında görülmüştür. NO_2^--N miktarı I. sınıf kaliteli sularda max. 0.002 mg/L olarak verilmektedir. Buna göre 7, 8 ve 9 numaralı numune noktası dışındaki değer noktalar bu limitin üzerindedir. Grafikte görüldüğü üzere baraj üzerinde alınan numune noktalarında NO_2^- miktarında azalma, NH_4^+ miktarında da bir artış olduğu görilmektedir. Bu ise bu dönemde yağışların en az olduğu dönem olmasından dolayı topraktan meydana gelen çözünmeler fazla olmamasından NO_2^- miktarında azalma sön konusudur. NH_4^+ miktarındaki artışın sebebise o bölgedeki yerleşim yerlerinden gelen atık suların fazla olması ve yaz aylarında kuraklığında etkisi ile ortaya çıkmıştır.

NO_3^- miktarı ise 3, 10 ve 11 numaralı numune noktasında en düşük, en yüksek ise 1 numaralı numune noktasında görülmüştür. NO_3^- değerleri NO_2^- değerlerine göre yüksek olmasına rağmen elde edilen değerler kıta içi su kalite kriterlerine göre max. değerlerin altındadır. NO_3^- değerinin özellikle 1 numaralı numune noktasında her iki dönemde de en yüksek değere sahip olması bu bölgede tarımsal faaliyetlerin yoğunluğundan kaynaklanmaktadır.

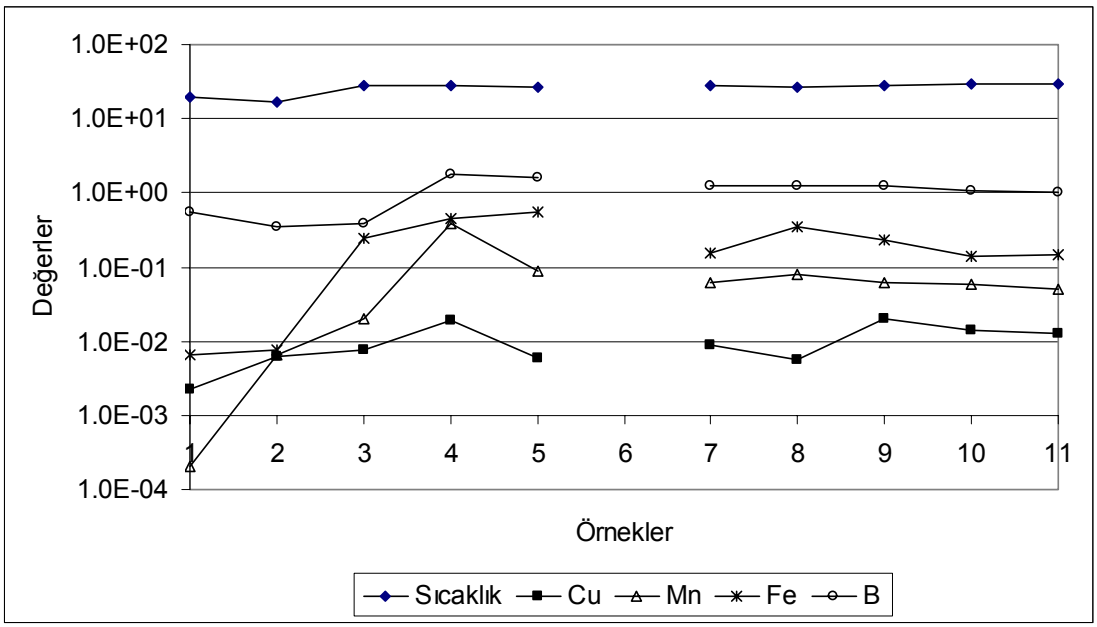
PO_4^{-3} değeri bu dönemde yapılan ölçümler sonucunda tesbit edilememiştir.

Organik madde miktarı ise en düşük 2 numaralı numune noktasında en yüksek de 3 numaralı numune noktasında ölçülmüştür.

Kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) miktarı Temmuz-Ağustos döneminde en düşük miktarı 9 numaralı numune noktasında, en yüksek ise 3 numaralı numune noktasında tesbit edilmiştir. Kıta içi su kalite kriterlerine göre COD değeri I. sınıf kaliteli sularda max. 25 mg/L'dir. Buna göre bu dönemde alınan numunelerdeki COD değerleri 25 mg/L'nin üzerinde değildir.

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı BOD_5 değerleri 1, 3 ve 9 numaralı numune noktalarında tesbit edilememiştir. En yüksek değer 4 numaralı numune noktasında tesbit edilmiştir. Bu dönemde elde edilen BOD_5 değerleri kıta içi su kalite kriterlerine göre 2, 4 ve 11 numaralı numune noktalarında max. 8 mg/L'nin üzerinde olduğundan III. sınıf kalite sınıfına girmektedir. diğer numune noktalarında ise max. 4 mg/L'nin üzerinde olduğu için II. sınıf kalite sınıfına girmektedir. Bu bölgelerde BOD_5 değerlerinin yüksek miktarlarda olması evsel ve tarımsal kirliliğin yoğun olduğunun göstergesidir.

Şekil 4.9'da Nisan-Mayıs döneminde alınan numunelerin sıcaklığa bağlı olarak ağır metal içeriği ilişkisi verilmiştir.



Şekil 4.9 Sıcaklığa bağlı olarak ağır metal değişimi (Temmuz-Ağustos 2006)

Cu değeri en düşük 1 numaralı numune noktasında ölçülmüşken, en yüksek de 4 ve 9 numaralı numune noktalarında ölçülmüştür.

Mn değeri de 1 numaralı numune noktasında Cu değerinden daha düşük iken diğer numune noktalarında Cu'dan daha yüksek değerlere çıkmıştır. Yine 4 numaralı numune noktasında Mn değeri en yüksek değer olarak ölçülmüştür. Bu noktada ölçülen Mn değeri I. sınıf su kalite kriterlerinin üzerinde ölçülmüştür.

Fe değeri de Mn gibi 1 ve 2 numaralı numune noktalarında düşük bir değerde olmasına rağmen diğer noktalarda değerlerde artış görülmektedir. 3, 4, ve 5 numaralı numune noktalarında her iki değerde de artış görülmektedir. Bu noktalarda Fe değerleri kıta içi kalite kriterlerine göre max 0.3 mg/L olan I.sınıf su kalite kriteri üzerinde ölçülmüştür.

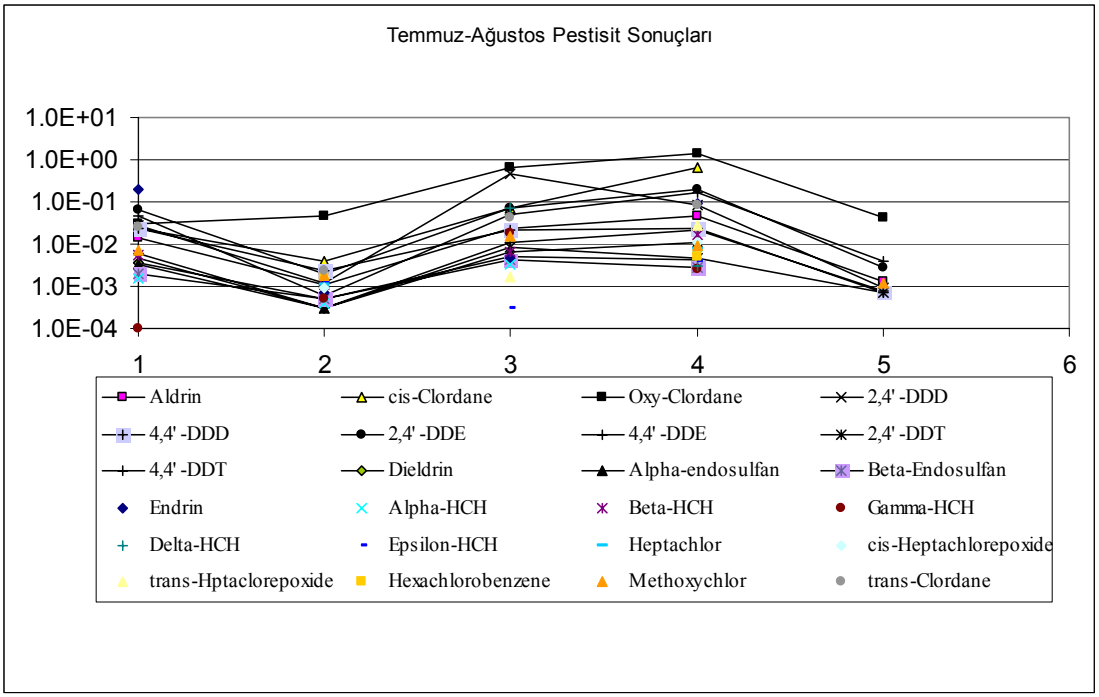
Bu dönemde ağır metal parametrelerinde görülen artışın nedeni çevrede herhangibir endüstriyel faaliyet olmamasına rağmen evsel atıklardan kaynaklanan deterjanlardan ve suyun topraktan çözdüğü minerallerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu dönemde alınan numunelerde yapılan analizde Zn değeri tesbit edilememiştir.

B değerleri ise yine diğer parametrelere benzer olarak 1, 2 ve 3 numaralı numune noktalarında düşük, 4 ve 5 numaralı numune noktalarında ani bir yükselme olduktan sonra diğer numune noktalarında yaklaşık sabit bir değerle devam etmiştir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre B değeri max. 1000 μg/L olması gereklidir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004). 1, 2 ve 3 numaralı numune noktaları haricinde diğer bölgelerde B değeri maksimum değerin üzerindedir. Bölgede endüstriyel faaliyet olmadığından B miktarındaki artışın sebebi bölgenin volkanik olmasından kaynaklanmaktadır.

Şekil 4.10'da Temmuz-Ağustos dönemine ait pestisit sonuçlarının grafiksel değerlendirilmesi verilmiştir. Pestisit analizleri için 5 ayrı numune noktasından örnekler

alınmıştır. Bunlar ; 1.Bağlıköy, 2.Helvadere, 3.Melendiz, 4.Karasu, 5.Baraj Seddi Önü'nden alınan örneklerin sonuçlarıdır. 6 numaralı numune noktasında bu dönemde su bulunmadığı için örnek alınamamış ve analizi yapılamamıştır.

Bu dönemde yapılan pestisit analizlerinden elde edilen sonuçlar şekil 4.10'da verilen grafikte de görüldüğü üzere en düşük değer Helvadere yeraltı suyunda ölçülmüştür. En yüksek değerler ise tarımsal faaliyetlerin en fazla olduğu melendiz çayı ve Karasu çayında ölçülmüştür. Her ne kadar bu noktalarda pestisit değerleri yüksek olsada Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün belirlemiş olduğu kriterlerin üzerinde olmadığı için her hangi bir risk söz konusu değildir.



Şekil 4.10 Temmuz-Ağustos dönemi pestisit analizi sonuçları

4.3 Analiz Sonuçlarının Mevsimsel Değerlendirilmesi

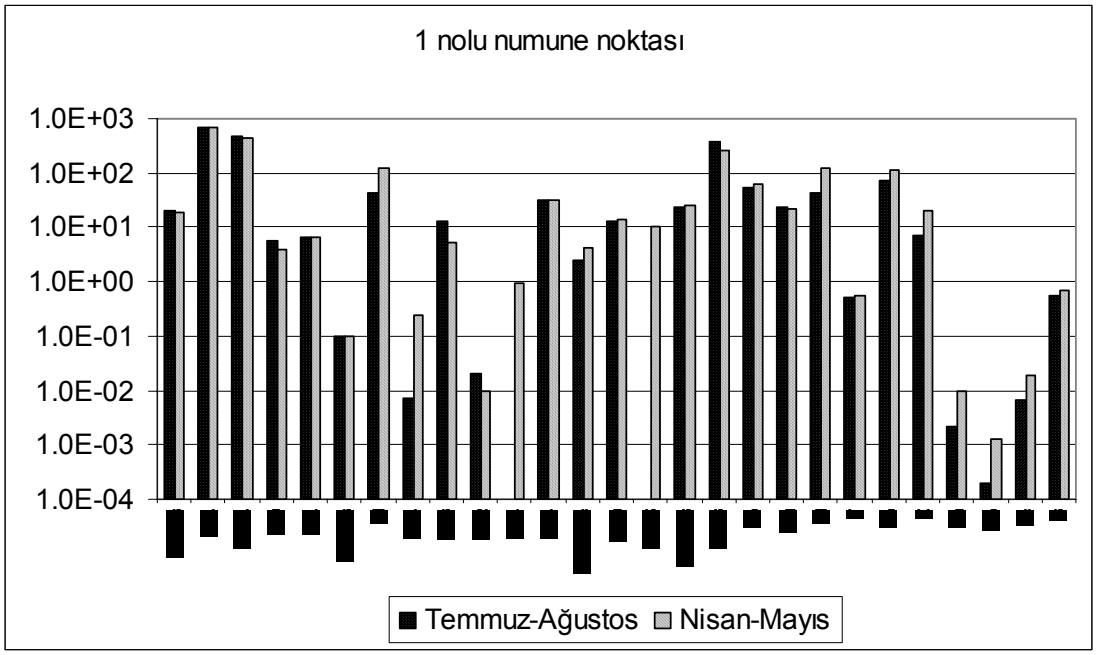
Bu bölümde, Aksaray ilinin içme suyunu sağlayan Bağlıköy-Helvadere yeraltı suyu kaynağı ve Mamasun barajı ile mamasun barajını besleyen Melendiz ve Karasu çaylarının su kalite parametrelerinin mevsimsel olarak değişimi değerlendirilmiştir. Aksaray ilinin içme suyunu sağlayan kaynaklardan alınan numunelerden elde edilen sonuçların yağışların en yoğun olduğu Nisan-Mayıs dönemi ile mevsimin en kurak olduğu Temmuz- Ağustos döneminin karşılaştırılması daha uygun olacaktır.

4.3.1 Helvadere ve Bağlıköy yeraltı sularının ve helvadere göletinin su kalite değerlerinin mevsimsel olarak incelenmesi

Bu bölümde 2 dönem halinde Nisan-Mayıs ve Temmuz-Ağustos aylarında yapılan analizlerin yapılan analizlerin değerlendirilmesi verilmiştir. Şekil 4.11'de 1 numaralı numune noktasının (Bağliköy yeraltı suyunun) mevsimsel değerlendirilmesi grafik halinde verilmiştir. Diğer numune noktalarının grafikleri ise Ek:1'de verilmiştir.

Sıcaklık, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, pH, tuzluluk değerlerinin Bağlıköy ve Helvadere yeraltı suyunda mevsimlere bağlı olarak değişim göstermemiştir. NH_4 değeri Nisan-Mayıs döneminde Bağlıköy yeraltı suyunda yüksek olmasına rağmen NO_2 ve NO_3 değerleri Temmuz-Ağustos döneminde artmıştır. İçme sularında NH_4 değerinin fazla olması muhtemelen taze bir fekal kirlenme ve sakıncalı bir durumun olduğunu NO_3'ün fazla olması ise eskimiş bir kirlenmeye ve daha az sakıncalı bir durumun olduğunu gösteririr (Samsunlu, 2005). Nisan-Mayıs döneminde yağmur suları ve kar erimeleri ile fekal kirliliğin yer altısuyuna karışmış olduğunun göstergesidir.

Toplam sertlik, kalsiyum ve magnezyum değerleri mevsimsel olarak çok fazla değişim göstermezken, sodyum, potasyum, klorür, florür değerlerinde de Nisan-Mayıs döneminde artış görülmektedir. Ağır metal değerleri de bu aylarda oldukça yükselmiştir. Bunun sebebi de yine yağmur ve kar sularının yer altısuyuna bulundukları bölgedeki kayaçlardaki mineralleri eriterek karışmalarından ileri gelmektedir.



Şekil 4.11 1 Numaralı numune noktasının ölçümlerinin mevsimsel değişimi

Toplam sertlik değerleri Nisan-Mayıs ve Temmuz-Ağustos dönemlerinde en düşük Helvadere yeraltı suyunda ve Helvadere göletinde ölçülmüştür. Helvadere'de kalsiyum, magnezyum, florür, klorür, sodyum ve potasyum değerleri de Bağlıköy yeraltı suyuna ve diğer numune noktalarına göre oldukça düşüktür. Bunun sebebi de bulundukları bölgenin toprak ve kayaç yapısından kaynaklanmaktadır. Bu değerlerin miktarları Helvadere'de Nisan-Mayıs döneminde Temmuz-Ağustos dönemine göre bir miktar artmıştır.

NH_4 miktarı ise Helvadere yeraltı suyunda nisan-mayıs döneminde Temmuz-ağustos dönemine göre belirgin bir artış göstermiştir. Nitrit ve nitrat miktarı ise Temmuz-Ağustos döneminde daha yüksektir. Yapılan ölçümler sonucunda organik madde, BOD ve COD miktarları da Nisan-Mayıs döneminde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu da yağışların yoğun olduğu dönemde organik kirliliğin artmış olduğunu göstermektedir.

Ağır metal miktarı ise Helvadere yeraltı suyunda diğer numune noktalarına göre en düşük miktarda olmasına rağmen Helvadere gölet içinde demir ve mangan değerlerinde özellikle temmuz ağustos döneminde artış görülmesine rağmen bu değerler max. değerlerin üzerinde değildir.

4.3.2 Melendiz, Karasu çayı ve Mamasun barajı su kalite değerlerinin mevsimsel olarak değelendirilmesi

Ek:1 de verilen grafikler incelendiğinde yapılan analizlerin sıcaklığa bağlı olarak fiziksel-kimyasal ve organik parametrelerin değiştiği görülmektedir. Melendiz ve Karasu çaylarımamasun barajını beslediği için bu çayları su kalite değerleri direkt olarak Aksarayın içme suyunu sağlayan Mamasun barajanın su kalitesini etkilemektedir.

Grafikler incelendiğinde sıcaklığa bağlı olarak Temmuz-Ağustos döneminde yapılan analizlerde EC, TDS, pH, tuzluluk, Toplam sertlik, kalsiyum ve magnezyum değerlerinde Nisan-Mayıs dönemine göre tüm numune noktalarında artış görülmektedir.

Amonyum miktarı genellikle yağışların bol olduğu Nisan-Mayıs döneminde Temmuz-Ağustos dönemine göre daha yüksektir. Nitrat miktarı ise mevsimin en kurak olduğu Temmuz- Ağustos döneminde daha fazladır. Bu bölgede yapılan analizlerde

nitrit miktarı da yağışların bol olduğu Nisan-Mayıs döneminde Temmuz- Ağustos dönemine göre daha fazladır. Nitritin suda varlığı nitrat ve amonyak konsantrasyonlarına bağlıdır. Nitrit indirgenerek amonyak veya amonyum oluşurken, yükseltgenerek de nitrat oluşmaktadır (Samsunlu, 2005). Melendiz, Karasu çayları ve Baraj suyunda yağışların artması ile gözlenen nitrit miktarındaki artış organik kirliliğin varlığını göstermektedir. Bu kirliliğin sebebi ise, bu bölgedeki tarımsal faaliyetlerin yoğun olması ve yerleşim yerlerinin özellikle melendiz çayı etrafında çoğalmasından dolayı atık suların bu sulara karışması olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ağır metal miktarlarının da Temmuz-Ağustos döneminde Nisan-Mayıs dönemine göre artış gösterdiği görülmektedir. Özellikle demir ve mangan iyonlarında görülen bu artış, bu bileşiklerin sudaki çözünürlükleri çok az olan Mn^{+4} ve Fe^{+3} bileşiklerinin anaerobik şartlar altında Mn^{+2} ve Fe^{+2} iyonları haline gelebileceği görülür. İyi kaliteli sular veren ve düşük konsantrasyonda Fe ve Mn içeren suların etrafında organik atıklar yığıldığında, toprakta oluşan aneorbik koşullardan dolayı birden bire kötü kalitede sular oluştuğu gözlenmiştir (Samsunlu, 2005).

4.4 Aksaray İçme Sularının Kalite Yönetimi

Aksaray'ın içme suyunu sağlayan kaynakların su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerin ortalama sonuçları çizelge 4.5'de verilmiştir. Aksaray İlinin İçme suyunu sağlayan su kaynaklarının 2006 yılı içerisinde yapılan analizleri İnsani Tüketim amaçlı Sular Hakkındaki yönetmeliğe göre Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri Çizelge 4.6'da verilmiştir

Çizelge 4.5 Analiz sonuçlarının ortalama değerleri

		NUMUNE NOKTALARI										
Parametre	**Birim**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Sıcaklık	^{0}C	18,90	14,90	21,80	23,10	21,50	9,53	22,15	21,15	22,20	23,10	22,05
E.C.	mS/cm	684,00	199,50	297,00	565,0	844,00	365,5	607,50	599,50	602,00	621,50	615,50
T.D.S.	mg/L	451,50	132,50	178,50	334,5	514,00	228,0	359,50	364,00	360,50	366,00	362,00
D.O	mg/L	4,80	4,96	7,46	5,13	5,20	1,74	4,63	4,92	6,09	4,69	4,50
P.H.		6,59	5,73	6,63	7,49	8,14	4,09	8,16	8,31	8,30	8,23	8,18
Tuzluluk	‰	0,10	0,00	0,00	0,10	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
NH4	mg/L	0,13	0,39	0,01	0,49	0,56	0,37	0,20	0,14	0,29	0,26	0,24
NO_3	mg/L	9,33	3,47	1,35	5,33	7,59	0,71	2,44	2,62	2,19	1,39	1,32
NO_2	mg/L	0,02	0,01	0,02	0,34	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,07
PO_4	mg/L	0,47	0,27	0,00	0,37	0,11	0,18	0,00	0,00	0,00	1,19	2,31
SO_4	mg/L	31,45	17,67	19,36	27,00	47,54	9,67	33,29	33,48	32,94	35,60	35,34
O. Madde	mg/L	3,34	2,70	6,98	4,16	4,65	2,47	4,33	3,42	4,98	4,90	5,23
T. Sertlik	^{0}F	23,90	9,35	8,10	12,95	26,65	9,00	13,55	13,40	12,90	13,60	13,75
CO_3	mg/L	0,00	0,00	0,00	45,00	57,00	18,00	0,00	45,00	45,00	45,00	0,00
HCO_3	mg/L	312,00	108,25	151,00	108,7	265,00	119,0	246,50	168,50	173,50	173,50	236,50
Ca	mg/L	58,77	16,13	17,94	39,69	44,00	28,80	35,41	30,24	30,11	31,20	31,04
Mg	mg/L	22,41	12,96	8,73	7,43	38,05	4,39	11,39	14,22	13,94	14,33	14,71
Cl	mg/L	80,22	16,91	18,00	71,58	46,30	19,65	51,98	52,50	53,86	53,61	53,18
F	µg/L	0,52	0,21	0,44	0,72	0,47	0,07	0,60	0,22	0,24	0,24	0,26
COD	mg/L	13,31	13,51	30,04	16,72	11,19	13,42	15,22	32,66	14,14	14,58	39,52
BOD5	mg/L	5,00	8,50	8,50	7,50	3,50	0,00	5,50	5,50	3,50	8,00	10,00
Na	mg/L	95,81	22,04	27,06	66,66	78,16	24,30	67,32	67,14	66,14	69,67	71,33
K	mg/L	13,61	6,63	7,82	17,94	19,20	8,21	17,24	17,19	14,81	14,87	15,30
Cu	µg/L	5,90	9,15	8,25	12,20	6,30	6,15	8,70	5,80	12,35	10,40	9,50
Mn	µg/L	0,75	4,35	16,00	213,0	50,00	12,00	40,00	50,00	39,50	42,00	34,00
Fe	µg/L	12,85	8,30	198,00	315,5	314,00	98,00	114,00	214,50	147,00	117,50	100,00
B	µg/L	636,50	421,00	460,00	1440	1555,00	580,0	1090,00	1190,00	1135,00	1010,50	946,00

Çizelge 4.6 Analiz sonuçlarının kalite kriterlerine göre değerlendirilmesi

SU KALİTE SINIFLARI **Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği**					**NUMUNE NOKTALARI**										
Parametre	**I**	**II**	**III**	**IV**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Sıcaklık	25	25	30	> 30	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf
P.H.	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında	I Sınıf	IV Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf
T.D.S.	500	1500	5000	> 5000	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	II.Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf
D.O	8	6	3	< 3	III Sınıf	III Sınıf	II Sınıf	III Sınıf	III Sınıf	III Sınıf	III Sınıf	III Sınıf	II Sınıf	III.Sınıf	III.Sınıf
NH4-N	0,2	1	2	> 2	I Sınıf	II Sınıf	I Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	I Sınıf
NO2-N	0,002	0,01	0,05	> 0.05	II Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	IV Sınıf	III Sınıf	III Sınıf	II Sınıf	III Sınıf	III Sınıf	III Sınıf	III Sınıf
NO3-N	5	10	20	> 20	I.Sınıf	I Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
PO4-P	0,02	0,16	0,65	> 0.65	II Sınıf	II Sınıf	I.Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	III Sınıf	IV Sınıf
SO4	200	200	400	> 400	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf
Na	125	125	250	> 250	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf
Cl	25	200	400	> 400	II Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	II Sınıf
COD	25	50	70	> 70	I Sınıf	I Sınıf	II Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	II Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	II Sınıf
BOD5	4	8	20	> 20	II Sınıf	III Sınıf	III Sınıf	II Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	I Sınıf	II Sınıf	III Sınıf
Cu	20	50	200	> 200	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf
Zn	200	500	2000	> 2000	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf
F	1000	1500	2000	> 2000	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf
Fe	300	1000	5000	> 5000	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	II Sınıf	II Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf
Mn	100	500	3000	> 3000	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	II Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf
B	1000	1000	1000	> 1000	I Sınıf	I Sınıf	I Sınıf	IV Sınıf	IV Sınıf	I Sınıf	IV Sınıf	IV Sınıf	IV Sınıf	IV Sınıf	I Sınıf

5- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada Aksaray ili içme sularını besleyen kaynaklarda 2006 yılında 2 dönemde 11 ayrı numune noktasından alınan örneklerden yapılan analizler sonunda su kalitesi tesbit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve yapılması gereken işlemlerle ilgili öneriler aşağıda sunulmuştur.

5.1 Sonuçlar

- Yapılan analizler sonucunda numune noktalarında nitrit değerlerinin yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Elde edilen değerler su kirliliği ve kontrolü yönetmeliğinde verilen değerlerin üzerindedir.

- Nitrit değerlerinin Bağlıköy ve Helvadere yeraltı suyunda fazla olması bölgedeki tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübreler ve tarımsal ilaçlardan kaynaklanmaktadır. Özellikle yağışlarla birlikte nitrit yeraltı suyuna karışmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre amonyum miktarı Helvadere yeraltı suyunda fazladır.

- Melendiz, Karasu çayları ile bu kaynaklardan beslenen Mamasun barajında da nitrit ve amonyum değerleri oldukça yüksek bulunmuştur. Bu bölgelerdeki azot miktarının fazlalığı yine tarımsal faaliyetlerden ve yerleşim yerlerinden gelen evsel atıklardan kaynaklanmaktadır.

- Çalışma alanında yapılan analiz sonuçlarına göre fosfat değerleri de öngörülen limit değerlerin üzerindedir. Nitrit, fosfat ve amonyum değerlerinin yüksek olması içme suyunu sağlayan kaynaklarda organik kirliliğin yüksek olduğunu göstermektedir.

- Organik kirliliğin varlığını DO ve BOD değerleri de desteklemektedir. Bu değerler de su kirliliği kontrol yönetmeliğinde verilen değerlerin üzerindedir.

- Organik kirliliğin yüksek olması içme suyu temininde kullanılan bu sularda arıtma ihtiyacını doğurmaktadır. Özellikle şehir içme suyunu sağlayan Bağlıköy ve Helvadere yeraltı suyu kaynakları hiç bir arıtma işlemine tabii tutulmamaktadır ve bu suların dezenfeksiyonu sadece tesislerin çıkış sularının klorlanmasıyla olmaktadır.

- Aksaray'ın içme suyunun %60'ını sağlayan Mamasun barajında organik kirliliğin fazla olması arıtma ihtiyacını doğurmakta ve arıtma maliyetini artırmaktadır. Bu nedenle arıtma tesisi giriş suyu olan Mamasun barajı su kalitesinin iyileştirilmesi için çalışmalar yapılmalıdır.

- Yapılan analizler sonucunda klorür değerlerinin de tavsiye edilen değerlerin üzerinde olduğu tesbit edilmiştir. Klor değerlerinin yüksek olması bölgenin kayaç yapısından kaynaklanmakta olup aynı zamanda bölgede sıcak su kaynaklarının olması buradaki kayaçlardaki mineralleri çözerek yeraltı ve yüzey sularında bu minerallerin konsantrasyonunu artırmaktadır.

- Bölgede endüstriyel bir faaliyet olmadığı için herhangibir endüstriyel kirliliğe rastlanmamıştır. Ağır metallerin miktarı oldukça düşük olmasına rağmen bor değerlerinin yüksek olması bölgenin jeolojik yapısından kaynaklanmaktadır. Volkanik kayaçların sıcak su kaynakları ile mineralleri eriyerek sulara karıştığını göstermektedir.

- Yapılan analizlerde elde edilen sonuçlara göre pestisit değerleri limit değerlerin oldukça aşağısında olmasına rağmen içme suyu amacıyla kullanılan bu sularda pestisitlerin var olması bile tehdit edici bir unsurdur. Zamanla canlı vücudunda birikim yapan pestisitlerin henüz herhangibir arıtma yöntemi bulunmamıştır.

5.2 Öneriler

Aksaray ilinde içme suyunun temini son yıllarda artan nüfus ve su kaynaklarının zamanla azalması nedeni ile büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle Aksaray ilinin su kaynaklarının iyilştirilmesine ve potansiyelinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Tarımsal sulama maksadıyla inşa edilen Mamasun barajı günümüzde şehrin içme suyu ihtiyacının yaklaşık %60'ını karşılamaktadır. Mamasun barajının yanısıra Helvadere ve Bağlıköy yeraltı suları da şehrin su ihtiyacını karşılamaktadır. Artan nüfusa göre su ihtiyacı düşünüldüğünde gelecek yıllarda Mamasun barajına duyulan ihtiyaç giderek artacaktır. Bu nedenle Mamasun barajının su kalitesinin iyileştirilmesi yönünde çalışmalar yapılmalıdır. Bunun içinde öncelikle Mamasun barajını besleyen Melendiz ve Karasu çaylarını iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır.

Melendiz çayı boyunca kurulmuş olan yerleşim yerlerinin ve turistik tesislerin atıksuları doğrudan çaya deşarj edilmesi nedeni ile evsel kirlenme söz konusudur. Yine bu çay etrafındaki tarımsal faaliyetler nedeni ile tarımsal bir kirlenmeye de maruz kalmıştır. Buradaki kirlenmenin önlenebilmesi için, bölgeye atık su sistemi kurularak atıksuların bir merkezde toplandıktan sonra arıtılması ve arıtılldıktan sonra alıcı ortama verilmesi gerekmektedir. Böylelikle Mamasun barajına gelen suların kalitesi artacaktır.

Karasu çayı, çevresindeki yerleşim yerlerinin sulama suyu ihtiyacını karşılaması bakımından büyük öneme sahiptir. Karasu çayında, tarım arazilerinde sürekli kullanılan tarımsal ilaçlar ve gübrelerden kaynaklanan bir tarımsal kirlenme söz konusudur. Bu bölgedeki tarımsal kirliliğin önlenmesi açısından tarımsal ilaçların ve gübrelerin bilinçli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Ayrıca Karasu çayı yakınındaki eğimli arazilerdeki tarımsal faaliyetlerde kullanılan tarımsal ilaçlar ve gübreler yağışlarla ve rüzgarla Karasu çayına karışmaktadır. Bu yüzden bu arazilerde tarımsal faaaliyet

yapılmasına izin verilmemelidir. Böylece Karasu çayının kirlenmesinin önüne geçilmelidir.

Mamasun barajını besleyen kaynaklarda önlemler alındıktan sonra Mamasun baraj gölü çevresinde koruma alanları oluşturulmalıdır. Baraj gölü çevresinde her hangi bir tarımsal faaliyete izin verilmemelidir. Ayrıca numune alınan Temmuz-Ağustos döneminde Mamasun barajının giriş noktasında suların çekildiği ve bu arazilerin yöre halkı tarafından bilinçsiz bir şekilde tarım alanı olarak kullanıldığı görülmüştür. Bu alanda tarımsal faaliyette bulunulması yasak olmasına rağmen her hangibir denetleme ve kontrol yapılmamaktadır. Mamasun barajının tarımda kullanılan zirai ilaçlar ve gübrelerle kirlenmesine yol açan bu faaliyetlerin yetkililer tarafından önelenip gerekli cezai işlemlerin uygulanmalıdır. Çünkü tarımda kullanılan ve insan sağlığı açasından kansorejen etkisi olan pestisitler baraj gölü içerisinde birikim yaparak içme suyuna karışmaktadır. Ayrıca bu arazilerde kullanılan gübrelerden kaynaklana azot kirliliği de artmakta ve bu da arıtma maaliyetini artırmaktadır.

Bağlıköy yer altı suyuna da yine bölgedeki yerleşim yerlerinden ve tarımda kullanılan arazilerden kaynaklanan kirlilik karışmaktadır. Ayrıca yer altı suyunun sıcak su kaynakları ile karışması sonucunda kalsiyum, magnezyum, sodyum ve klorür miktarlarında artış olmaktadır. Buraya kurulacak olan arıtma tesisi ve yumuşatma sistemi ile Bağlıköy yeraltı suyunun kalitesi iyileştirilebilir.

Helvadere yeraltı suyu içme suyu bakımından yumuşak su sınıfına girmekte olmasına rağmen nitrit değeri arzu edilen seviyede değildir. Bu yüzden bu kaynak suyu da şehir şebekesine verilmeden önce mutlaka arıtma tesisi kurularak gerekli arıtmada işlemi yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Alaş, A., Çil O.Ş. 2002. "Aksaray İline İçme Suyu Sağlayan Bazı Kaynaklarda Su kalite Parametrelerinin İncelenmesi", Ekolji dergisi, Cilt:11, (42), 40-44

Aslan, Y. 2005. "Aksaray İli İçme Sularının Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Olarak İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, N.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Müh. Anabilim Dalı, Niğde

Altıntaş, Ö. 2004. "Sulardan Nitrat iyonunun Uzaklaştırılması", Yüsek Lisans Semineri, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Konya

Baltacı, F. 1998. "Su Kalite Standarları", Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Seminer Notları, Ankara

Bayazıt, M. 1991. "Hidroloji", İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul

Bellos, D., Sawidis T. 2005. "Chemical Pollution Monitoring of the River Pinios (Thessalia-Greece)", J.Env. Management, 76, 282-292

Çengeloğlu, Y., Kır, E., Ersöz, M., 2002. "Removal of Florude From Aqueous Solution by Using Red Mud". Seperation and Purification Technology, 28, 81-86

Devlet Meteoroloji İşleri, 2005. "Ortalama Yıllık Yağış Miktarları", Aksaray

DSİ Aksaray, 1979. "Uluırmak Projesi Planlama Revizyon Raporu", DSİ Genel Müdürlüğü, DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, syf.:95, Ankara

DSİ Aksaray, 2001. "2001 Yılı Program Bütçe Toplantısı Taktim Raporu", syf.: 251-255, DSİ 4. Bölge Müdürlüğü

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 Sedimantoloji Çalışma Grubu, Aksaray

Elhatip, H. 2002. "Aksaray İlindeki Su Kaynakları ve Çevre Sorunları", Aksaray Valiliği Çevre Koruma Vakfı, Aksaray Ofset Tesisleri Basım Evi, Aksaray

Espadaler I., et al. 1997. “Identification of Organic Pollutants in Ter River and Its Seems of Reservoirs Supplying Water to Barcelona (Catalonia-Spain)”. A study by GC/MS and FAB/MS, Wat. Res. Vol. 31, 1996-2004

Fetter, C.W. 1994. “Applied Hydrogeology”, 3th. ed., Prentice-Hall,Inc., New Jersey.

Göçmez, G. 1997. “Aksaray Sıcak ve Mineralli Su Kaynaklarının Hidrojeoloji İncelenmesi”, Aksaray Valiliği, İl Özel İdaresi ve İl Turizim Müdürlüğü, Yeni Aksaray Ofset Tesisleri, Aksaray

Göksu, Z.L. 2003. “Su Kirliliği Ders Kitabı” Nobel Kitabevi,Adana

Güler, Ç. 1997. “Su Kirliliği”, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:43, T. C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık projesi Genel Koordinatörlüğü, T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara

Güllü, Ö. 2003. “Mamasun Barajı (Aksaray) Ve Civarındaki Akarsuların Kirletici Parametrelerinin Baraj Gölü Su Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, N.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Niğde

Gündüz, T. 1994. “Çevre Sorunları”, Bilge Yayıncılık, Ankara

Karpuzcu, M. 1985. “Su Temini Ve Çevre Sağlığı”, Boğaziçi Üniversitesi Matbaası, İstanbul

Kuruawel, K., et al. 2005. “Chemical Water Quality İn Thailand And Its Impacts On The Drinking Water Production in Thailand”, Science Of The Total Environment, 340, 57-70.

Luke, M.A. 1975. J. Assoc. off Analytic Chemistry, 58, p. 1020-1026

Muslu, Y. 2001. “Su Ve Atıksu Mühendisliği Çevre Kirlenmesi Ve Kontrolü”, Cilt:2, Su Vakfı Yayınları, İstanbul

Paune, F., et.al. 1997. “Assessment On The Removel Of Organic Chemicals From Row And Drinking Water At A Liobregat River Water Works Plant Using GAC”. Wat. Res. Vol. 32, 3313-3324

Polat, M. 1998. “Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel Ve Kimyasal Parametreler”, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Seminer Notları, Ankara

Samsunlu, A. 2005. “Çevre Mühendisliği Kimyası”, Birsen Yayınevi, İstanbul

Shyre, M., Hanschmann, G., Heber, R. 1998. "Cleanup Procedure for Monitoring Chlorinated Compounds in Feed And Crops", J. of AOAC 81(3), 513-51

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31 Aralık 2004 Tarihli Ve 25687 Sayılı Çevre Kanunu İle Çıkarılmış Olan Yönetmelik

Şimşek, Ş. 1997. "Ihlara (Kapadokya) Özel Çevre Koruma Bölgesinin Jeolojisi Ve Bölgede Yer Alan Termal Kaynakların Hidrojeolojik Ve Hidrokimyasal Araştırma Ve Korumaya İlişkin Öneriler", Aksaray Valiliği, Özel İdaresi ve İl Turizim Müdürlüğü, Yeni Aksaray Ofset Tesisleri Basımevi, Aksaray

Taşkaya, B. 2004. "Tarım ve Çevre", Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Sayı 5, Nüsha 1, Ankara

Tıbbi Ekoloji Ve Hidroklimatoloji Dergisi, 1984. I. Ulusal Balneoloji Sempozyumu, Özel Sayı Cilt 2, Syf.: 2-3, İstanbul

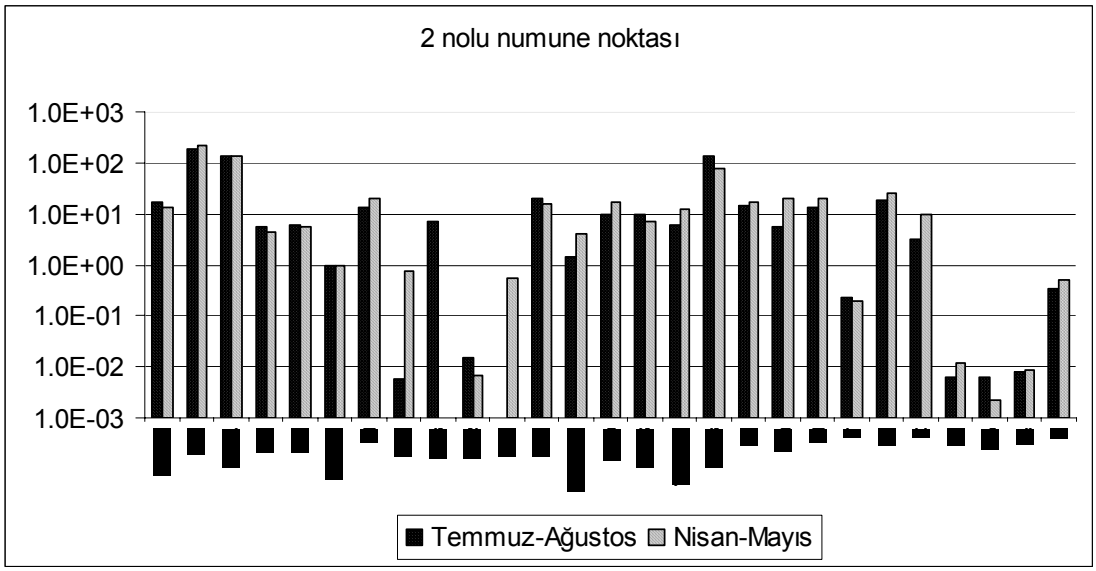
Türk Standartları Enstitüsü (TSE), 1997, TS 266 İçme Suları Standartları, Ankara

Uslu, O., Türkman A. 1987. "Su Kirliliği Ve Kontrolü", T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Eğitim Dizisi 1, Syf.:360, Ankara

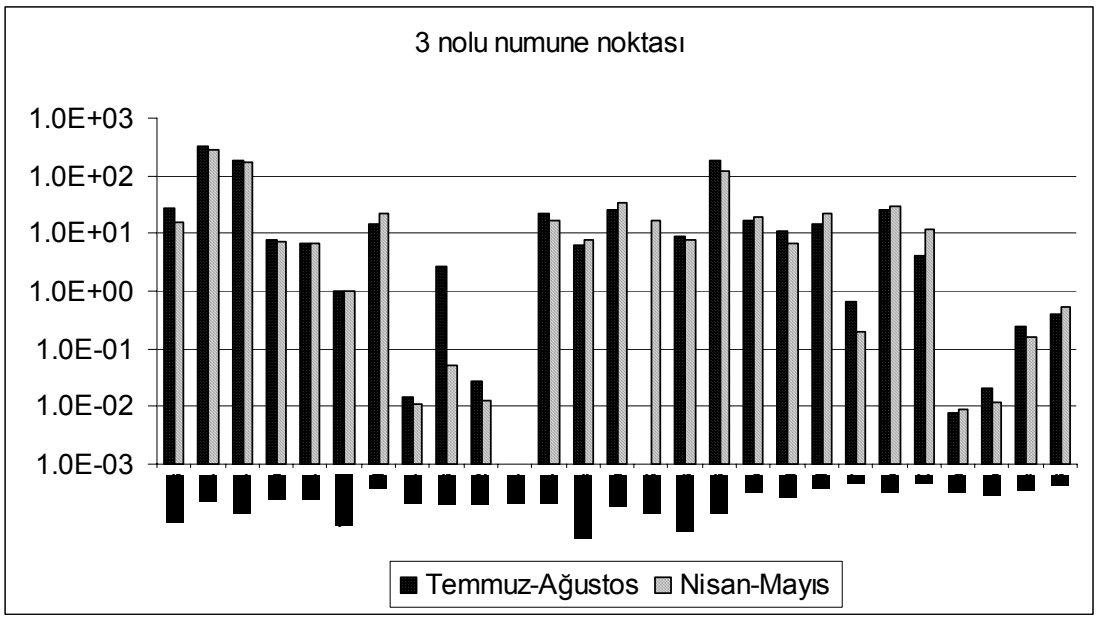
WHO 2003. Background Document For Preparation Of WHO Guidelines For Driking-Water Quality. Genova, World Healt Organization

EK:A

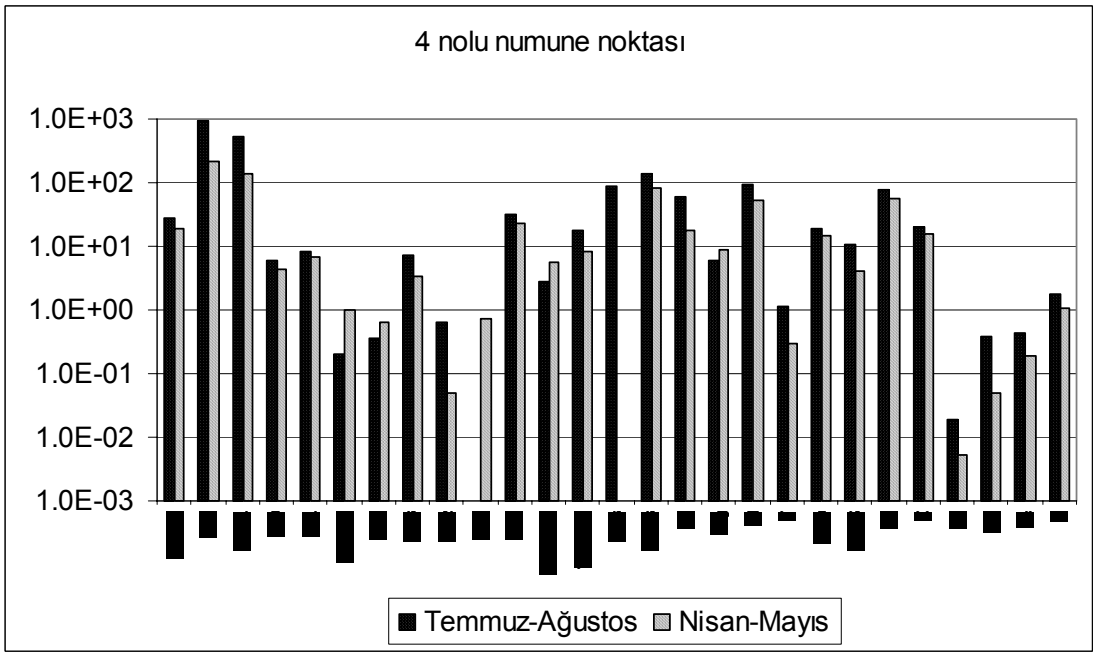
Analiz sonuçlarının her bir numune noktası için mevsimsel olarak değişim grafikleri aşağıda verilmiştir.



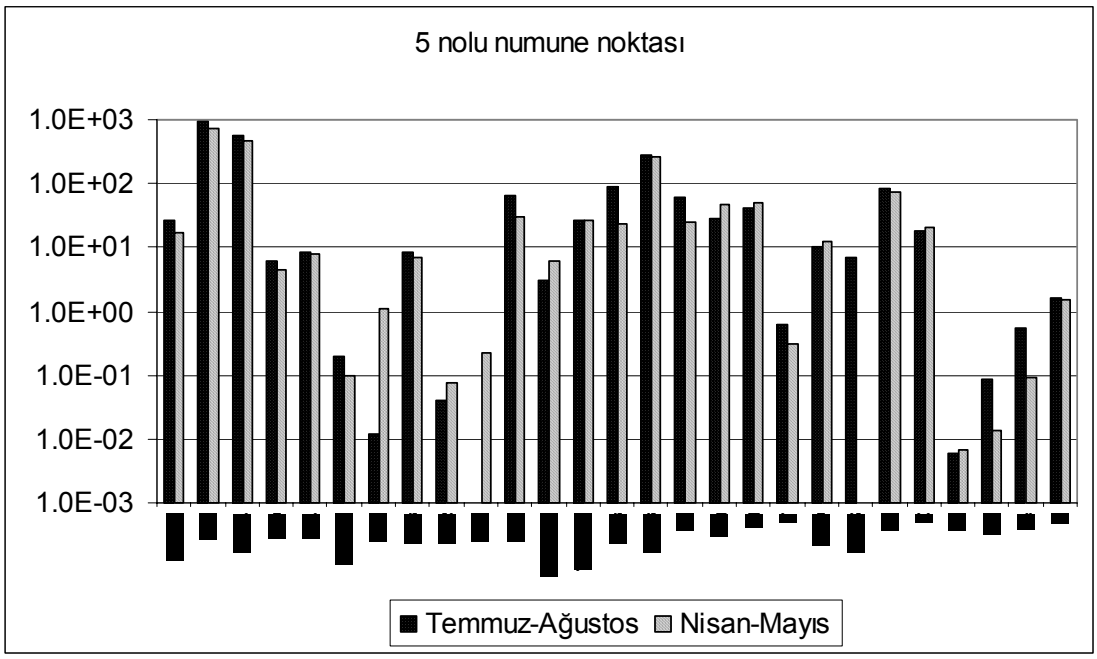
Şekil A1 2 nolu numune noktası (Helvadere) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği



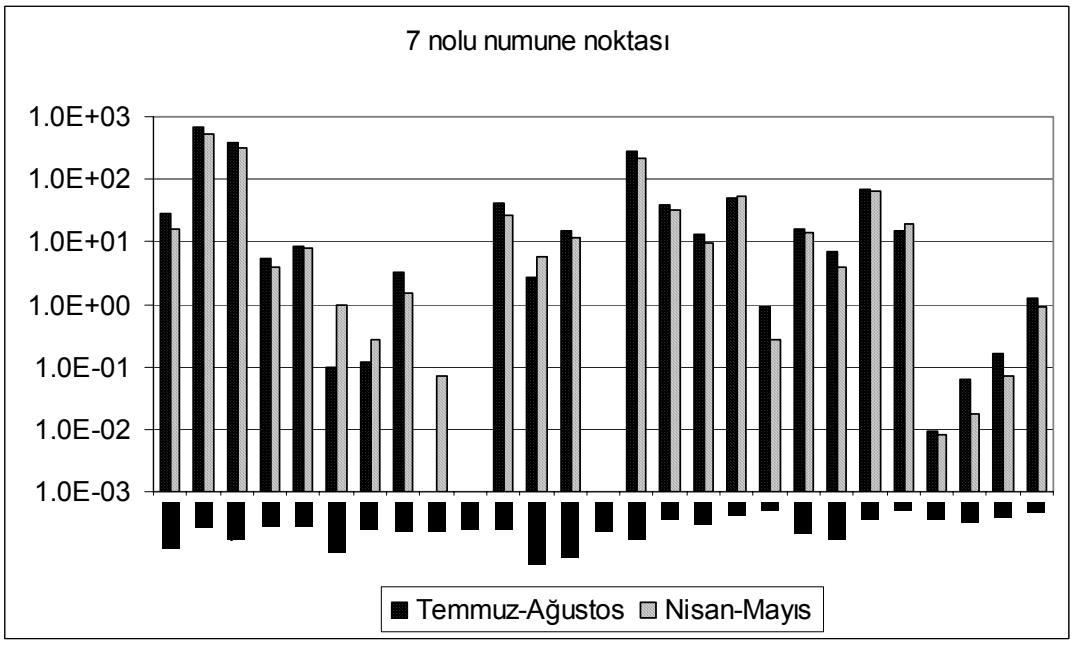
Şekil A2 3 nolu numune noktası (Helvadere gölet içi) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği



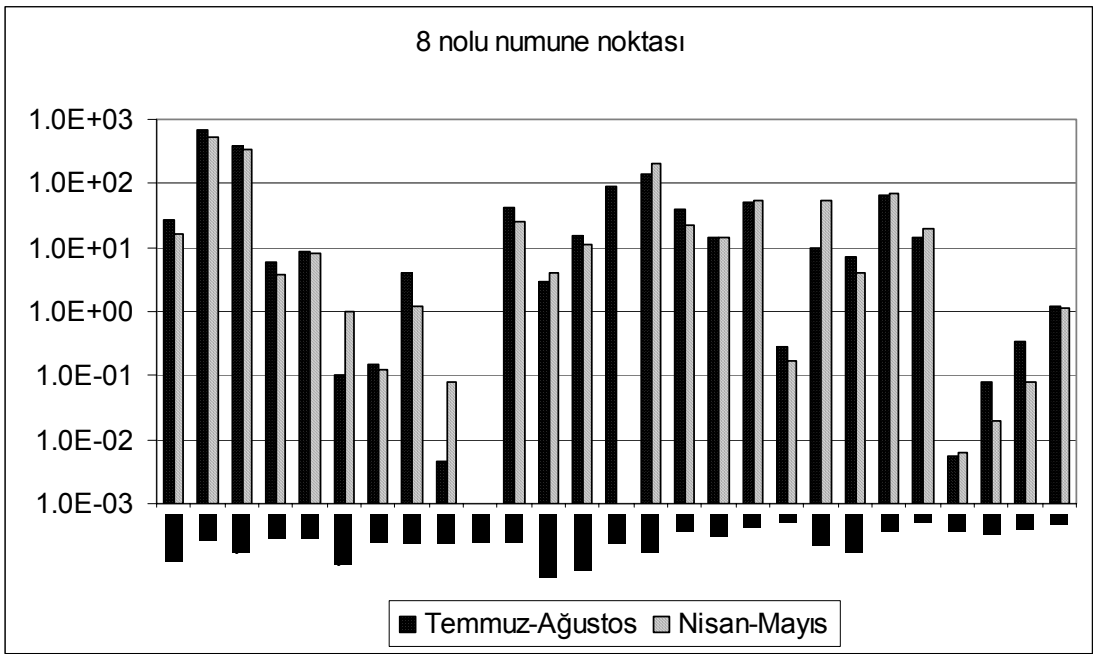
Şekil A3 4 nolu numune noktası (Melendiz) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği



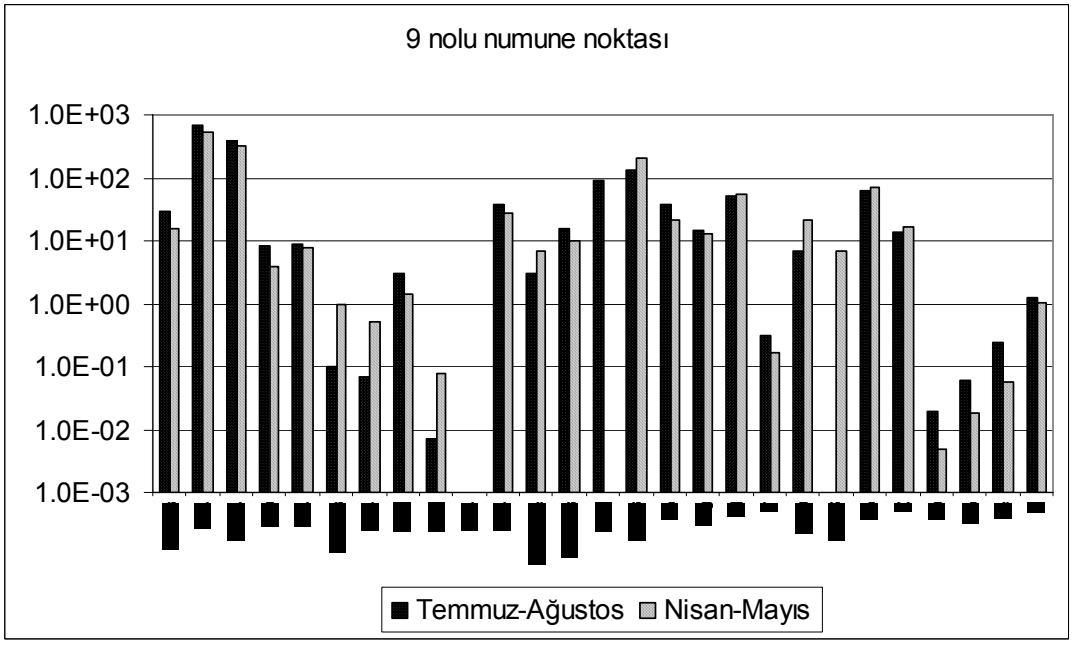
Şekil A4 5 nolu numune noktası (Karasu) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği



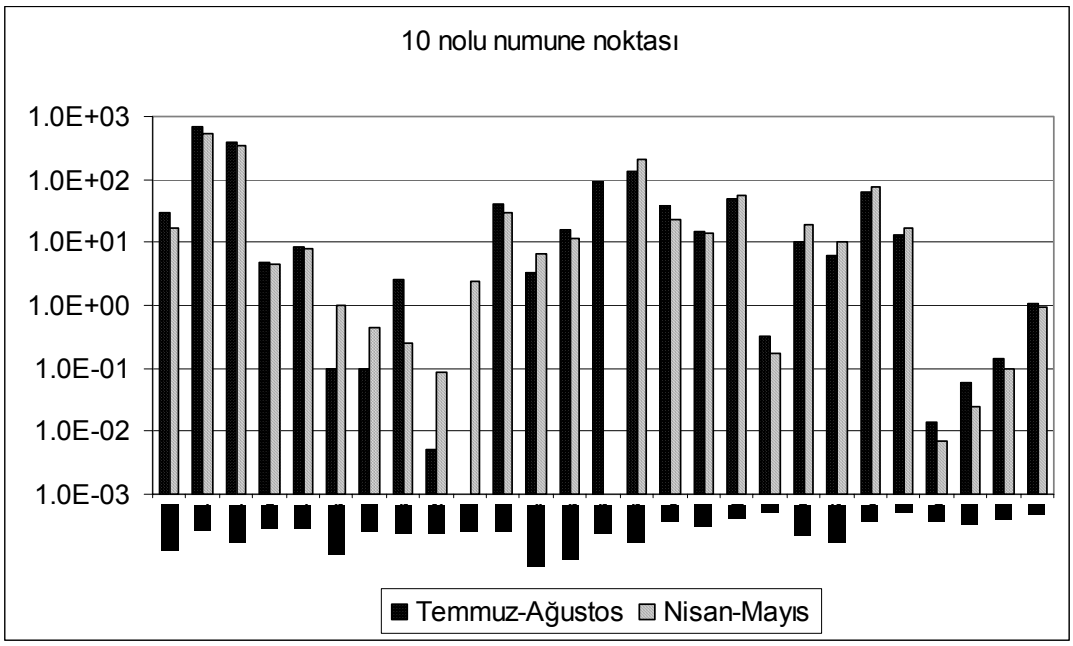
Şekil A5 7 nolu numune noktası (Kıvrımsaray) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği



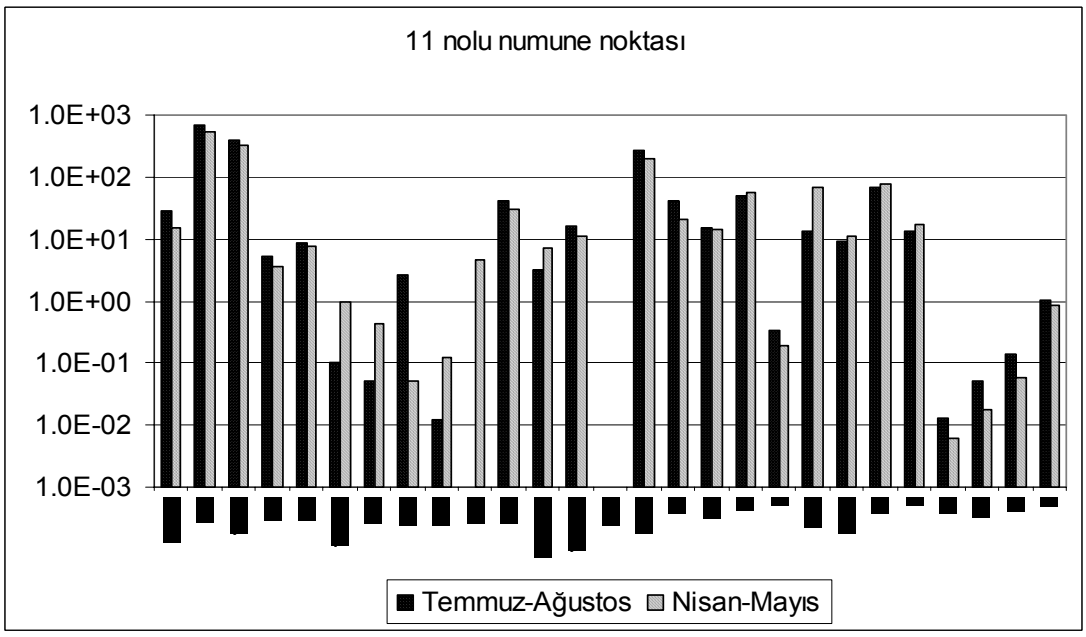
Şekil A6 8 nolu numune noktası (Gökçe) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği



Şekil A7 9 nolu numune noktası (Üzümlükaya) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği



Şekil A8 10 nolu numune noktası (Delikönü) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği



Şekil A9 11 nolu numune noktası (Baraj Sedde önü) kimyasal analiz sonuçlarının mevsimsel değişim grafiği

EK B.

Çizelge B1 Nisan- Mayıs dönemi pestisit analiz sonuçları minimum ve maksimum değerleri

Numune Noktası	Bağlıköy	Helvadere	Melendiz	Karasu	Baraj Girişi	Baraj Sedde Önü
Pestisit (ng/L)	**Min-Mak.**	**Min-Mak.**	**Min-Mak.**	**Min-Mak.**	**Min-Mak.**	**Min-Mak.**
Aldrin	0.0048-0.0073	0.0007-0.0008	0.0455-0.0480	0.0019-0.0020	0.0637-0.0663	0.0237-0.0384
cis-Clordane	0.0026-0.0157	0.0020-0.0025	0.2564-0.2737	0.0045-0.0137	0.0573-0.0851	0.0528-0.0541
trans-Clordane	0.0012-0.8072	0.0015-0.0045	0.0498-0.1268	0.000-0.0045	0.0383-0.0395	0.0775-0.0814
Oxy-Clordane	0.0392-0.6233	0.0372-0.0539	0.4900-0.7128	0.0249-0.0779	0.6962-0.7214	0.4012-0.4303
2,4' -DDD	0.0015-0.0126	0.0004-0.0005	0.0723-0.0777	0.0019-0.0046	0.0878-0.0912	0.0521-0.0586
4,4' -DDD	0.0007-0.0252	0.0007-0.0048	0.0625-0.0676	0.0020-0.0063	0.1238-0.1274	0.0638-0.0726
2,4' –DDE	0.0035-0.0182	0.0010-0.0015	0.1532-0.1728	0.0018-0.0030	0.2698-0.2748	0.1037-0.1208
4,4' –DDE	0.0021-0.0096	0.00030-0.00033	0.0863-0.0963	0.0006-0.0009	0.1684-0.1723	0.0076-0.0897
2,4' –DDT	0.0000-0.0032	0.00005-0.00008	0.0028-0.0030	0.0004-0.0007	0.0080-0.0095	0.0059-0.0072
4,4' –DDT	0.000-0.0033	0.0002-0.0005	0.0315-0.0334	0.0001-0.0004	0.0068-0.0070	0.0033-0.0239
Dieldrin	0.00-0.0029	0.0001-0.0002	0.0114-0.0122	0.000-0.0002	0.0115-0.0124	0.0004-0.0037
Alpha-endosulfan	0	0.0001-0.0003	0.0084-0.0090	0.0004-0.0011	0.0149-0.0162	0.0013-0.0072
Beta-Endosulfan	0	0.00025-0.00028	0.0041-0.0046	0.0002-0.0006	0.0032-0.0086	0.0009-0.0025
Endrin	0	0.00015-0.00017	0.0072-0.0078	0.00001-0.0009	0.0072-0.0082	0.0011-0.0043
Alpha-HCH	0	0.0002-0.0004	0.0287-0.0310	0.0001-0.0005	0.0113-0.0123	0.0008-0.0029
Beta-HCH	0.000-0.0388	0.0001-0.0002	0.0077-0.0086	0.0003-0.0006	0.0034-0.0038	0.0115-0.0162
Gamma-HCH	0.000-0.0105	0.00006-0.0001	0.0518-0.0539	0.0292-0.1055	0.0140-0.0150	0.0691-0.1159
Delta-HCH	0.000-0.0308	0.0001-.00002	0.0060-0.0067	0.000-0.0004	0.0036-0.0047	0.0002-0.1638
Epsilon-HCH	0	0.0001-0.0003	0.0084-0.0094	0	0.0049-0.0058	0.000-0.0002
Heptachlor	0	0.00005-0.00013	0.0084-0.0095	0	0.0076-0.0092	0
cis-Heptachlorepoxide	0	0.00005-0.0001	0.0081-0.0088	0	0.0070-0.0113	0
trans-Hptaclorepoxide	0	0.0008-0.0011	0.0208-0.0235	0	0.0109-0.0246	0
Hexachlorobenzene	0.000-0.0820	0.0002-0.0004	0.0102-0.0111	0	0.0023-0.0069	0
Methoxychlor	0.0035-0.0118	0.0006-0.0021	0.0229-0.0606	0.0001-0.0027	0.0128-0.0138	0.0045-0.0050

Çizelge B2 Temmuz-Ağustos dönemi pestisit analiz sonuçları minimum ve maksimum değerleri

Numune Noktası	Bağlıköy	Helvadere	Melendiz	Karasu	Baraj Sedde Önü
Pestisit (ng/L)	Min-Mak.	Min-Mak.	Min-Mak.	Min-Mak.	Min-Mak.
Aldrin	0.0137-0.0142	0.0010-0.0012	0.0156-0.0323	0.0460-0.0473	0.0010-0.0015
cis-Clordane	0.0234-0.0247	0.0037-0.0043	0.0501-0.0899	0.0641-0.0660	0
trans-Clordane	0.0242-0.0253	0.0021-0.0026	0.0422-0.0450	0.0823-0.0863	0
Oxy-Clordane	0.02903-0.02913	0.0423-0.0520	0.6258-0.6272	1.3507-1.4146	0.0401-0.0421
2,4' –DDD	0.0271-0.0290	0.0010-0.0013	0.0447-0.0457	0.0864-0.0881	0.0004-0.0013
4,4' –DDD	0.0165-0.0315	0.0020-0.0025	0.0152-0.0288	0.0228-0.0229	0.0004-0.0009
2,4' -DDE	0.0595-0.0663	0.0016-0.0021	0.0719-0.0739	0.1986-0.1998	0.0015-0.0039
4,4' -DDE	0.0437-0.0502	0.0005-0.0007	0.0514-0.0529	0.1733-0.1744	0.0032-0.0047
2,4' -DDT	0.0039-0.0053	0.0002-0.0004	0.0050-0.0111	0.0045-0.0047	0.0003-0.0009
4,4' -DDT	0.0023-0.01	0.0003-0.0004	0.0084-0.0126	0.0207-0.0210	0.0011-0.0013
Dieldrin	0.0018-0.0055	0.0002-0.0006	0.00492-0.00493	0.0043-0.0044	0.0000-0.0001
Alpha-endosulfan	0.0026-0.0039	0.0002-0.0003	0.0063-0.0074	0.0109-0.0111	0
Beta-Endosulfan	0.0019-0.0021	0.0003-0.0006	0.0022-0.0062	0.0027-0.0028	0
Endrin	0.1945-0.2091	0.0004-0.0010	0.0046-0.0047	0.0086-0.0090	0
Alpha-HCH	0.0013-0.0016	0.0003-0.0005	0.00340-0.00344	0.0053-0.0056	0
Beta-HCH	0.0051-0.0055	0.0008-0.0013	0.00667-0.0067	0.0160-0.0164	0
Gamma-HCH	0.00007-0.00009	0.0004-0.0007	0.0178-0.0185	0.0024-0.0025	0
Delta-HCH	0	0.0005-0.0012	0.0698-0.0714	0.0029-0.0030	0
Epsilon-HCH	0	0.0007-0.0018	0.00025-0.00028	0.0038-0.0039	0
Heptachlor	0	0.0002-0.0016	0	0.0062-0.0099	0
cis-Heptachlorepoxide	0	0.0001-0.0013	0	0.0107-0.0109	0
trans-Hptaclorepoxide	0	0.0006-0.0029	0.0014-0.0018	0.0275-0.0288	0
Hexachlorobenzene	0	0.0001-0.0021	0	0.005-0.0054	0
Methoxychlor	0.0065-0.0078	0.0017-0.0021	0.0157-0.0160	0.0095-0.0096	0.0008-0.0015

Çizelge B3 Dünya sağlık Örgütü WHO'ya göre pestisit miktarlarının maximum sınır değerleri(MRL)

Pestisit (mg/L)	**MRL(mg/L)**
Aldrin	0.00003
cis-Clordane	0.0002
trans-Clordane	0.0002
Oxy-Clordane	0.0002
2,4' -DDD	0.001
4,4' -DDD	0.001
2,4' -DDE	0.001
4,4' -DDE	0.001
2,4' -DDT	0.001
4,4' -DDT	0.001
Dieldrin	0.00003
Alpha-endosulfan	0.001
Beta-Endosulfan	0.001
Endrin	0.0006
Alpha-HCH	0.002
Beta-HCH	0.002
Gamma-HCH	0.002
Delta-HCH	0.002
Epsilon-HCH	0.002
Heptachlor	0.00003
cis-Heptachlorepoxide	0.00003
trans-Hptaclorepoxide	0.00003
Hexachlorobenzene	0.00001
Methoxychlor	0.02

EK C.



Şekil C1. Nisan-Mayıs dönemi 6 nolu numune noktası (Melendiz-Karasu Baraj girişi) Tarımsal faaliyet için yapılmış hazırlık.(Nisan 2006)



Şekil C2 Temmuz-Ağustos dönemi 6 nolu numune noktası (Melendiz-Karasu Baraj girişi) Baraj gölü içerisinde suların çekilmesi neticesi yapılan yoğun tarımsal faaliyet.(Ağustos 2006)



Şekil C3 Çekilen su miktarının baraj gölü içerisindeki etkileri ve tarımsal faaliyetlerin görüntüsü (Ağustos 2006)



Şekil C4 11 nolu numune noktası (Mamasun Barajı sedde önü) (Nisan 2006)



Şekil C5 11 nolu numune noktası (Mamasun Barajı sedde önü) (Ağustos 2006)