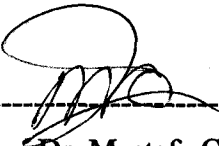
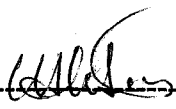
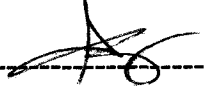


T.C
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ISPARTA İLİ İÇME SUYU KAYNAKLARINDA NİTRAT,
FOSFAT VE FLORÜR DAĞILIMININ
ARAŞTIRILMASI

ESENGÜL KIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI


Doç. Dr. Mustafa CENGİZ (Danışman)

Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKTÜRK

Yrd. Doç. Dr. Ahmet GÜLCE

ÖZET

Bu çalışmada Isparta il sınırları içindeki göl, akarsu, nehir ve kaynaklardaki nitrit, nitrat, florür, fosfat ve iyodür miktarlarının belirlenmesi ve bu miktarların Türk Standartları ve Dünya Sağlık Örgütü değerlerine uyup uymadığının tayini, ayrıca bu tayin edilen parametrelerin insan sağlığına ve çevreye olan etkilerinin incelenmesi de amaçlanmıştır. Bu tayinleri yapmak için Isparta ili sınırları içinde belli başlı istasyonlar seçilmiştir. Bu istasyonlar sırasıyla; Mehmet Töngge ve Çünür mahalleleri Su Deposu, Karbuz Çeşmesi, Gölcük Gölü, Milas Çeşme Suyu, Isparta Deresi, Andık Deresi, Ayazma Çeşmesi, Anadolu Mahallesi Ev İçme Suyu'dur. Bu istasyonlardan alınan suların kimyasal analizlerinin hepsi UV spektrofotometresi ile yapılmıştır. Yapılan bu analizler sonucunda bulunan değerlerin Türk Standartları ve Dünya Sağlık Örgütünün değerlerine uygun olduğu görülmüştür. Buna rağmen gelecekte oluşabilecek çevre kirliliği ve insan sağlığına etkileri açısından yine de bazı tedbirlerin alınması gerekmektedir.

ABSTRACT

In this study, it has been aimed to determine the amounts of nitrite, nitrate, fluoride, phosphate, iodide in the lakes, rivers, streams and sources in the vicinity of Isparta and to determine whether these amounts are suitable to the degrees of TSE and WHO. Also, it has been aimed to consider the effects of these determined parameters to human health and environment. To perform these determinations, the chief stations in Isparta have been chosen. These stations are, respectively, the Mehmet Töngel and Çünür Water-Tank, the Karbuz Fountain, Lake Gölcük, Fountain Water of Milas, the Isparta Stream, the Andık Stream, the Ayazma Fountain and the water flowing at houses in the quarter of Anadolu. All of the chemical analysis of the waters taken from these stations have been performed by UV spectrophotometer. As the result of these analyses, it has been found that the degrees obtained are suitable to the degrees of TSE and WHO. Despite this, some precautions must be taken in respect of environmental pollution to appear in the future and its effects to human health.

ÖNSÖZ

Günümüzde artan nüfus, çarpık şehirleşme ve endüstrileşme, çevre kirliliği olarak da bilinen ve insan sağlığını tehdit eden bir sorunlar yumağını oluşturmaktadır. Çevre kirliliği sonucunda yaşadığımız çevre, hava, su ve toprak giderek kirlenmektedir. Bu kirlenmeler, içme sularını ve yeraltı sularını tehdit etmektedir. Nitrit, nitrat ve fosfat endüstriyel atıklarla sulara karışan ve ötrofikasyon olarak bilinen çevre sorunlarına yolaçan önemli iyonlardır. Fluorür ise belli bir değeri aştığında özellikle Isparta yöresinde de görülen diş hastalıkları ve kemik bozukluklarına yol açmaktadır. İyodür iyonu ise insan sağlığı, özellikle de guatr hastalığını önlemede önemli bir iyonudur.

Bu nedenle Isparta ili içme suyu kaynaklarında böyle bir çalışmaya gerek duyulmuştur.

Bu konuyla ilgili araştırma yapmamı öneren ve araştırmanın her safhasında yapıcı eleştiri ve önerilerini esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Mustafa CENGİZ'e, literatürleri ve kaynak kitapları temin etmeme yardımcı olan sayın Doç. Dr. Bekir BATI'ya, laboratuvar çalışmaları için imkan sağlayan Egirdir Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı'na ve kimyager Ramazan ATAY'a, arazi çalışmaları için araç temin eden Araş. Gör. Halil Altay GÖDE'ye, şekillerin ve grafiklerin çiziminde yardımcı olan Araş. Gör. Hasan KALYONCU'ya, yazım safhasında büyük katkıları olan, manevi katkı, emek ve anlayış gösteren eşim Araş. Gör. İsmail KIR'a, ayrıca Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölüm elemanlarına en içten teşekkürlerimi arz ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	
ABSTRACT	
ÖNSÖZ	
ŞEKİLLER LİSTESİ	
ÇİZELGELER LİSTESİ	
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ	3
2.1. Su Kalitesi Parametreleri	3
2.1.1. Nitrit ve Nitrat	3
2.1.2. Fosfat	9
2.1.3. Florür	10
2.1.4. İyodür	11
3. MATERYAL VE METOT	16
3.1. MATERYAL	16
3.1.1. Isparta İli ve Örnekleme İstasyonları	16
3.2. METOT	20
3.2.1. Araştırma Süresi:	20
3.2.2. Su Örneklerinin Alınması:	20
3.2.3. Su Örneklerinde Kullanılan Analiz Metotları:	20
3.2.3.1. Florür Tayini:	20
3.2.3.1.1. Numunede Florür Tayini	21
3.2.3.2. İyodür Tayini:	21
3.2.3.2.1. Numunede İyodür Tayini:	21
3.2.3.3 Nitrit Tayini:	22
3.2.3.3.1. Numunede Nitrit Tayini:	22
3.2.3.4. Nitrat Tayini:	22
3.2.3.4.1. Numunede Nitrat Tayini:	22
3.2.3.5. Fosfat Tayini:	22
3.2.3.5.1. Numunede Fosfat Tayini:	23
4. BULGULAR	24
4.1. Araştırmanın Yapıldığı Aylardaki Analiz Sonuçları	24
4.2. İstasyonlara Göre Analiz Sonuçları	32
4.2.1. Sıcaklık	32
4.2.2. Florür	32
4.2.3. Fosfat	32
4.2.4. Nitrat	32
4.2.5. Nitrit	39
4.2.6. İyodür	39
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	42
KAYNAKLAR	49

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Azot Devri.....	3
Şekil 3.1. Araştırma Alanı ve Araştırma Amacıyla Örneklerin Alındığı İstasyonlar.....	17
Şekil 4.1. I. ve II. İstasyonlarda Su Sıcaklığı Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	33
Şekil 4.2. III. ve IV. İstasyonlarda Su Sıcaklığı Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	33
Şekil 4.3. V. ve VI. İstasyonlarda Su Sıcaklığı Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	34
Şekil 4.4. VII. ve VIII. İstasyonlarda Su Sıcaklığı Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	34
Şekil 4.5. I. ve II. İstasyonlarda Florür Miktarının Aylara Göre Değişimi.....	35
Şekil 4.6. III. ve IV. İstasyonlarda Florür Miktarının Aylara Göre Değişimi.....	35
Şekil 4.7. V. ve VI. İstasyonlarda Florür Miktarının Aylara Göre Değişimi.....	36
Şekil 4.8. VII. ve VIII. İstasyonlarda Florür Miktarının Aylara Göre Değişimi..	36
Şekil 4.9. I. ve II. İstasyonlarda Fosfat Miktarının Aylara Göre Değişimi.....	37
Şekil 4.10. III. ve IV. İstasyonlarda Fosfat Miktarının Aylara Göre Değişimi.....	37
Şekil 4.11. V. ve VI. İstasyonlarda Fosfat Miktarının Aylara Göre Değişimi.....	38
Şekil 4.12. VII. ve VIII. İstasyonlarda Fosfat Miktarının Aylara Göre Değişimi..	38
Şekil 4.13. I. ve II. İstasyonlarda Nitrat Miktarının Aylara Göre Değişimi.....	40
Şekil 4.14. III. ve IV. İstasyonlarda Nitrat Miktarının Aylara Göre Değişimi.....	40
Şekil 4.15. V. ve VI. İstasyonlarda Nitrat Miktarının Aylara Göre Değişimi.....	41
Şekil 4.16. VII. ve VIII. İstasyonlarda Nitrat Miktarının Aylara Göre Değişimi...	41

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. 1990 yılı Isparta ili içme suyunda nitrat ve nitrit değerleri.....	7
Çizelge 2.2. 1991 yılı Isparta ili içme suyunda nitrat ve nitrit değerleri.....	7
Çizelge 2.3. Yaş, boy ve ağırlığa göre normal insanların günlük iyodür ihtiyacı.	13
Çizelge 2.4. Türk İçme Suyu Standartları.....	14
Çizelge 2.5. Dünya Sağlık Örgütü, Uluslararası ve Avrupa İçme Suyu Standartları.....	15
Çizelge 4.1. Mart, 1995 Analiz Sonuçları.....	24
Çizelge 4.2. Nisan, 1995 Analiz Sonuçları.....	24
Çizelge 4.3. Mayıs, 1995 Analiz Sonuçları.....	25
Çizelge 4.4. Haziran, 1995 Analiz Sonuçları.....	25
Çizelge 4.5. Temmuz, 1995 Analiz Sonuçları.....	25
Çizelge 4.6. Ağustos, 1995 Analiz Sonuçları.....	26
Çizelge 4.7. Eylül, 1995 Analiz Sonuçları	26
Çizelge 4.8. Ekim, 1995 Analiz Sonuçları.....	26
Çizelge 4.9. Kasım, 1995 Analiz Sonuçları.....	27
Çizelge 4.10. Aralık, 1995 Analiz Sonuçları.....	27
Çizelge 4.11. Ocak, 1996 Analiz Sonuçları.....	27
Çizelge 4.12. Şubat, 1996 Analiz Sonuçları.....	28
Çizelge 4.13. Su Sıcaklığının Değişim Değerleri.....	28
Çizelge 4.14. Florür Değişim Değerleri.....	28
Çizelge 4.15. Fosfat Değişim Değerleri.....	29
Çizelge 4.16. Nitrat Değişim Değerleri.....	29
Çizelge 4.17. Araştırmanın Yapıldığı İstasyonlarda Su Sıcaklığının Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri.....	30
Çizelge 4.18. Araştırmanın Yapıldığı İstasyonlarda Florür Konsantrasyonunun Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri...	30
Çizelge 4.19. Araştırmanın Yapıldığı İstasyonlarda Fosfat Konsantrasyonunun Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri...	31
Çizelge 4.20. Araştırmanın Yapıldığı İstasyonlarda Nitrat Konsantrasyonunun Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri...	31

1.GİRİŞ

Su, dünyada hayatın devam edebilmesi için gerekli en önemli maddelerden biridir. Bütün canlılar, yaşamını sürdürebilmesi için suya ihtiyaç duyarlar. İnsan vücudunun yaklaşık 2/3'ü sudan oluşmuştur(1).

Yaşam için büyük bir öneme sahip, toplumsal bir gereksinim olan, tarımda, sanayide ve yaşamın her anında gerekli olan su ayrıca önemli bir hammadde kaynağımızdır.

Dünyamızın üçte ikisi sularla çevrilmiştir. Hidrosferde bulunan suyun %97'si okyanus ve denizlerde, %2'si göl, akarsu ve yeraltı sularında, %1'i ise buzul ve kar şeklinde olduğu bilinmektedir(1).

Yeryüzündeki sular güneşin sağladığı enerji ile sürekli bir çevrim içinde bulunur. Bu çevrime "hidrolojik çevrim" de denir. İnsanlar çeşitli sosyal ve ekonomik faaliyetleri sırasında suyu bu çevrimden alır ve kullandıktan sonra tekrar ortama iade eder. Bu işlemler sırasında suya karışan maddeler, suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek "su kirliliği" adı verilen kirlilik ortaya çıkar.

Su ortamının kalite özelliklerinin değişmesi, sularda yaşayan canlı organizmaları da etkilemektedir. Şüphesiz su kirlenmesi sonucunda su ekosistemleri de etkilenmektedir. Dolayısıyla doğadaki tüm suların sahip oldukları doğal temizlenme yani kendi kendini temizleme kapasitesi de azalmaktadır(2).

Su kirlenmesinin başlıca nedenleri; hızla artan nüfus nedeni ile evsel atıkların fazlalaşması, endüstride çeşitli kullanımlar sonucu ortaya çıkan atıkların yarattığı kirlilik, tarımda kullanılan gübreler ve ilaçlar, biyolojik çevrim ve doğal taşınmalardır.

Su kaynaklarının bu şekilde kirlenmesi, insanın ve diğer canlıların yaşamasını, kaynakların amaçlarına uygun olarak kullanımlarını engellemekte ve çoğu zaman kaynakları bütünüyle kullanılamaz hale getirmektedir.

Bir su kaynağında bulunması gereken nitelikler, o kaynağın kullanım amacına göre değişmektedir. Su kaynağı, kullanım amacına uygun niteliğini kaybederse kirlenmiş sayılmaktadır. Bir kullanım amacına göre uygun olan su, başka bir kullanım amacına göre kullanılamaz derecede kirlenmiş olabilir. Su kirliliğine sebep olan çok sayıda organik ve inorganik maddeler vardır. Bu maddelerden bazılarının suda hiç bulunmaması istenir, bazılarında belli bir sınır değerine kadar bulunmasına müsaade edilir. Ancak, bu maddeler sınır değerini aşarsa su kirlenmiş demektir(3).

Müsaade edilen sınır değerini aşması halinde, sağlığa zararlı inorganik unsurlar içinde bu çalışmada değinilecek olan parametreler nitrit, nitrat, fosfat, florür ve iyodür'dür.

Nitrit konsantrasyonu sularda belli bir sınır değerini aştığı zaman o su dış ortam tarafından kirletilmiştir. Nitritin özellikle hiç olmaması istenir. Çünkü nitrit insanlar için oldukça zararlıdır.

Nitrat konsantrasyonu ise sularda standart değerleri aştığı zaman o suyun uzun bir süre önce kirlendiği ve sağlık açısından nitrite nazaran daha az tehlike oluşturduğu bilinmektedir. Çevre açısından da nitrat konsantrasyonu standartların üzerine çıktığında su ortamında ötrofikasyona yol açmaktadır.

Suların çeşitli etkenler sonucu kirlenmesi fosfor miktarını da arttırmaktadır. Fosfat konsantrasyonu da içme sularında belli bir standart değerde olmalıdır.

Florür ise insan sağlığı için son derece önemli ve gerekli bir elementtir. İçme sularında belli bir değerde bulunması istenmektedir.

İyodür de aynı florür gibi önemli bir elementtir. İyodür azlığında bir çok sağlık problemleri ortaya çıkmaktadır.

Genel olarak bir içme suyunda aşağıdaki şartların bulunması gerekir;

- a- Hastalık mikrobu taşımamalıdır.
- b- Zehirli maddeleri içermemelidir.
- c- Putrefikasyona, organik bozunmaya uğramamış olmalıdır.
- d- Kötü bir tada sahip olmamalıdır(1).

Bu çalışmada, insan sağlığı ve çevreye etkileri açısından önemli olan ve yukarıda bahsedilen parametreler seçilmiştir.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

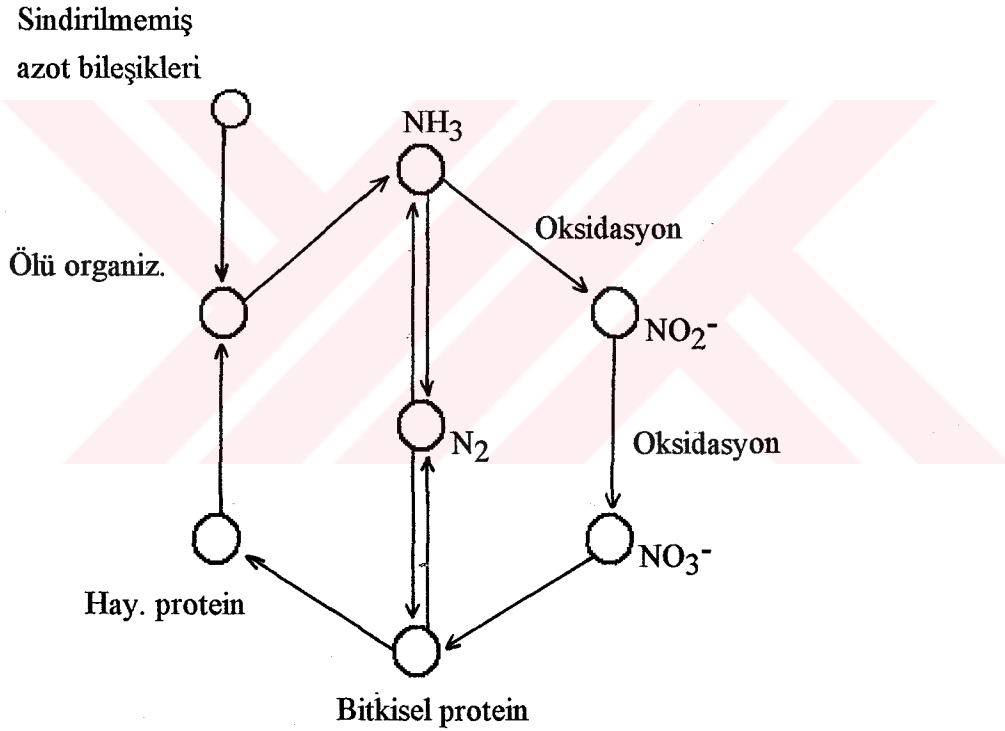
2.1. Su Kalitesi Parametreleri

2.1.1. Nitrit ve Nitrat

Çevre ve ekolojik açıdan azot ve azot bileşikleri, atmosferde ve bütün bitki ve hayvanların yaşam prosesinde görev aldığı için önemlidir.

Sudaki azot bileşiklerinin kaynağı doğrudan doğruya yada dolaylı olarak atmosferdir. Ayrıca göle gelen atık su ve sulama suyu atıklarından da bir miktar azot kazanılır.

Doğada azot, çeşitli kimyasal ve biyokimyasal proseslerle çeşitli azot bileşikleri üzerinden devretmektedir. Bu durum şematik olarak aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Azot Devri

Şekilde görüldüğü gibi hava azotu, azotun temel kaynağıdır. Azot sürekli olarak elektriksel deşarjlar, azot tutucu bakteriler ve algler tarafından alınır. Fırtınalı, elektrikli havalarda azot, N₂O₅'e oksitlenir ve suyla HNO₃ oluşturarak yağmurla toprağa taşınır(1).

Artan çevre kirliliği dolayısıyla ve özellikle de endüstriyel kirlenme sonucu meydana gelen asit yağmurları ile yüzey sularında nitrat ve sülfat konsantrasyonlarının arttığı bildirilmektedir(4).

Bilindiği gibi sulardaki nitrat iyonları, hayvansal ve bitkisel atıkların içerdiği proteinin ayrışması sonucu ortaya çıkan amonyağın oksitlenmesinden, tarımsal alanlarda kullanılan nitratlı gübrelerden, atmosferdeki elektriksel deşarjlar sonucunda azotun doğrudan azot oksitlerine yükseltgenmesi ve bu oksitlerin suyla reaksiyonlarından kaynaklanmaktadır(3).

Çeşitli içme ve kullanma sularıyla yüzeysel suların ve kirlenmiş su kütlelerinin içerdiği çeşitli organik ve inorganik azotlu bileşiklerin ölçümü bir çok bakımdan önem taşır. Kirlenmiş sular insan sağlığı için de bir tehlikedir.

Kirlenmenin ilk başlangıcında azotun büyük kısmı, organik azot ve amonyak halindedir. Zaman ilerledikçe organik azot yavaş yavaş amonyak azotuna dönüştürülür ve sonra şayet aerobik şartlar mevcutsa amonyağın nitrit ve nitrata oksidasyonu başlar. Bu bilgilere dayanarak su kalitesi açısından bazı yorumlar yapılabilir. Mesela, büyük oranda organik ve amonyak azotu içeren sular kirlenmenin yeni olduğunu ve dolayısıyla potansiyel bir tehlike oluşturduğunu göstermektedir. Azotun çoğu nitrat formunda olan sular ise uzun bir süre önce kirlendiği ve sağlık açısından çok az tehlike oluşturduğunu gösterir. Önemli miktarda nitrit içeren sular büyük sorun yaratır(1).

Ülkemizde Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanmış bulunan TS-266 numaralı "Türk İçmesuyu Standardı"na göre içilebilir sularda müsaade edilebilecek maksimum NO_3^- miktarı 45 mg/L, Kaynak sularında ise müsaade edilen maksimum NO_3^- miktarı 25 mg/L'dir. Sularda 5-10 mg/L'nin üzerinde nitrat bulunması bu suyun dışarıdan kirletildiğini gösterir(5).

Sulardaki nitratın bu standartların üzerine çıkması halinde, sulu ortamdaki bitkilerde ötrofikasyon problemine, yetişkin insanlarda barsak, sindirim ve idrar sistemlerinde iltihaplanmalara yol açmaktadır(3).

Nitrat ve nitritin bebeklerde (6 aydan küçük) Methemoglobinemia adı verilen kalp, damar ve dolaşım bozukluğuna neden olduğu öne sürülmektedir. Methemoglobinemia hastalığına halk dilinde mavi bebek hastalığı da denilmektedir. Bu hastalıkta mide asitleri oluşmamaktadır. Bu ortamda nitratlar nitrite indirgenmekte ve sindirim sisteminde oluşan nitrit kandaki hemoglobinin ile reaksiyona girerek methemoglobin oluşturmaktadır. Bu arada hemoglobinin içerdiği demir (II), demir (III)'e yükseltgenmekte ve böylece kan oksijen taşıma görevini kaybetmekte, bunun sonucunda da bebekler boğularak ölmektedir. İlerleyen yaşlarda bu etki midedeki asiditenin artması sonucu ortadan kalkmaktadır(3). Bu nedenle nitrat azotunun 10 mg/L'den fazla olmaması istenir.

Nitritlerin dengede bulunduğu asit ortamında sekonder ve tersiyer aminlerle reaksiyona girmeleri sonucunda nitrozaminleri oluşturması ve bu nitrozaminlerin kuvvetli kanserojen etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir(3).

Sri Lanka'da yapılan bir çalışmada özellikle Sri Lanka'nın kuzey ve batı eyaletlerinde yüksek oranda kanser vakalarına rastlanmıştır. En çok görülen kanser çeşitleri; karaciğer, yemek borusu, ince bağırsak ve mide kanseridir. Bu kanser vakalarına, özellikle halkın yoğun biçimde yaşadığı bölgelerde insan ve hayvan atıkları ve azotlu gübrelerin kullanımı ile yeraltı sularında nitratın fazla bulunduğu yerlerde rastlanmıştır. Bu kanser vakalarının çok olmasını da nitrat miktarının artmasına bağlamışlardır. Fakat kanserin oluşma mekanizması şu an bile tam olarak çözülememiştir(6).

Nitrit, aminler gibi diğer maddelerle N-nitrozaminleri mide ve akciğerde oluşturarak reaksiyona girebilir(6).

İçme sularıyla bünyeye giren nitratlar, bağırsak kanalında 4-12 saat içinde absorbe olur ve böbrekler aracılığıyla vücuttan atılır. Bu mekanizmanın yanısıra vücuda giren nitratlar, tükürük bezlerinde konsantre olabilirler ve ağızda anaerobik ortamlarda nitrite indirgenirler(3).

1950 yılında Minnesota'da bildirilen 144 vakadan 30 aylık bir periyot içinde bebeklerde ortaya çıkan methemoglobinemia hastalığından 14 bebek ölmüştür(7,8).

Orta Amerika'da 1991 yılı yaz sonunda ve bahar aylarında 303 kuyudan yeraltısuyu örnekleri toplanmıştır. Örneklerin %29'unda nitrit, nitrat ve azot gazı 3 mg/L civarında bulunmuştur (Nitrat oranı biraz daha fazla). Numunelerin sadece %6'sı 10 mg/L'yi aşmıştır(9).

Kumlu ve bereketli topraklar üzerinde yetiştirilen, sürülen ve işlenen topraklardaki ve işlenmeyen topraklardaki nitrat değerleri ölçülmüştür. 2 yıl boyunca ayda bir yeraltı suyundan örnek alınmıştır. Nitrat konsantrasyonları o tarihlerde alınan örneklerin çoğunda 10 mg/L' den daha fazla bulunmuştur. Kış aylarında alınan numunelerde nitrat konsantrasyonları düşük bulunmuştur(10).

İçme amacıyla kullanılan suların içine lağım suyu karıştığı zaman NO_3^- , Ca^{+2} ve SiO_2 konsantrasyonları artmaktadır. Çünkü NO_3^- konsantrasyonları lağım suyunda son derece yüksek orandadır. Nitrite lağım suyunda bile rastlanmamıştır. Lağım suyundaki nitrat konsantrasyonları sırasıyla; 51.5, 42.5, 32.1 mg/L bulunmuştur. Sulama suyunda; 0.7, 1.7, 1.3 mg/L NO_3^- bulunmuştur. Ayrıca sulama suyunda 10.74, 6.20, 2.57 mg/L PO_4^{3-} bulunmuştur. Lağım suyundaki PO_4^{3-} miktarı ise 0.04 mg/L civarındadır(11).

1985-1988 yılları arasında Atlantik Kanada da belediyeye ait içme suyu kaynaklarının toksik etkilerinin olup olmadığı kimyasal olarak incelenmiştir. Coğrafik bilgilere göre çevredeki toprak kullanımı ile belediyeye ait su kaynakları sınıflandırılmış ve nitrat konsantrasyonları bulunmuştur. Bütün örneklerde nitrat konsantrasyonu 1 mg/L veya daha altında tespit edilmiş fakat yüksek seviyede tarımsal ürünlerin kullanıldığı

bölgelerde yeraltısuyu örneklerinde daha fazla nitrat konsantrasyonlarına rastlanmıştır(12).

Yapılan bir çok farklı araştırmaların sonucunda İllinois'deki halkın kullandığı sulara az miktarda da olsa Pestisidlere rastlanmış, buda nitratin varlığını göstermektedir. İllinois'in kırsal kesimlerinde küçük çapta açılmış kuyulara nazaran geniş çaptaki kuyularda daha yüksek konsantrasyonlar mevcuttur(13).

İskoçya'nın kuzeydoğusunda 7 nehrin herbirinden aralıklı olarak yaz ve kış aylarında nehir suyundan örnekler alınmış ve bu örneklerin nitrat konsantrasyonları tayin edilmiştir. Toprak katmanları içinde tutulan nitratin genellikle kış aylarında düştüğü yaz aylarında ise açık bir şekilde yükseldiği görülmektedir(14).

Minnesota'nın merkezindeki ovada bulunan su kaynaklarında doğal içme suyu standardı olan 10 mg/L NO_3^- konsantrasyonundan daha fazla nitrat bulunmuştur. 51 kuyudan yeraltısuyu numunesi alınarak nitrat konsantrasyonu ölçülmüştür. Kullanılan topraklardaki ortalama nitrat konsantrasyonu değerleri sırasıyla şöyledir; çiftlik hayvanlarının besin artıklarının olduğu bölgedeki 12.7 mg/L, işlenmiş ve sulanmış alanlarda 13 mg/L, evlerin olduğu alanlarda 8.3 mg/L, işlenmiş ve sulanmamış alanlarda 15.5 mg/L ve doğal gelişmemiş alanlarda 3.8 mg/L'dir. Bu bölgelerde ticari ve inorganik gübrelere kullanımı, hayvan yiyeceği atıkları, hayvansal atıklar ve evlerin olduğu bölgelerden gelen mikroplu kanalizasyon atıkları yeraltısuyundaki azot konsantrasyonunu artırmaktadır(15).

Kuzey Carolina'nın kırsal kesiminde 9000'in üzerinde su numunesi alınarak bu suların (bir çok sayıda) nitrat, klorür, elektriksel iletkenlik ve pH analizi yapılmıştır. Potansiyel kirliliğin kaynağı ve kuyuların karakteristik özellikleri hakkında bilgiler toplanmıştır. Kuyulardaki kirlenmede ilk faktör yüksek seviyedeki nitrat konsantrasyonlarıdır (16).

Sulama vasıtasıyla yüksek derecede geçirimli topraklardan yeraltı suyuna doğru süzülen nitratların konsantrasyonu artmaktadır. Fakat kış aylarında bu konsantrasyon düşmektedir (17).

Dünya Sağlık Örgütü, bir insanın her kg vücut ağırlığı için alabileceği günlük nitrat miktarını 0-5 mg/kg, nitritin miktarını ise 0-0.4 mg/kg arası değerlerini zararsız miktar olarak kabul etmiştir.

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Isparta İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğünün yapmış olduğu "Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi" projesi kapsamında "Gıdalarda Nitrat ve Nitrit Miktarlarının Tespiti" konulu alt proje çalışması yapılmıştır. Bu çalışma için Isparta il merkezi ve ilçelerinde 1990-91 yıllarında çeşitli yerlerden su numuneleri alınmış ve bu suların nitrat ve nitrit miktarları tespit edilmiştir.

1990-91 yıllarında bahar, yaz ve sonbahar aylarında nitrat ve nitrit miktarlarının minimum, maksimum ve ortalama değerleri Çizelge 2.1. ve Çizelge 2.2.'de gösterilmiştir. Bu değerler farklı sayılar ve yerlerdeki numunelerden hesaplanmıştır. Numune alınan yerler içinde çeşmeler, içme suyu için kullanılan göller ve dereler vardır (18).

Çizelge 2.1. 1990 yılı Isparta ili içme suyunda Nitrat ve Nitrit değerleri

1990 Yılı	Nitrat (mg/L)			Nitrit (mg/L)			Numune sayısı
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	
Bahar	0	43.2	8.29	0	0	0	43
Yaz	0	26.1	6.24	0	0	0	41
Sonbahar	0.2	23.5	6.89	0	0	0	32
	Toplam ort: 7.14						

Çizelge 2.2. 1991 yılı Isparta ili içme suyunda Nitrat ve Nitrit değerleri

1991 Yılı	Nitrat (mg/L)			Nitrit (mg/L)			Numune sayısı
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	
Bahar	1.5	15.3	5.7	0	0	0	20
Yaz	0.7	19.2	4.91	0	0	0	21
Sonbahar	0.9	9.0	3.73	0	0	0	17
Kış	1.6	11.9	3.77	0	0	0	19
	Toplam ort: 4.57						

1990-91 yılı Nitrat ortalaması 5.85 mg/L'dir.

1990 yılı eylül ayında nitrat miktarları; Gölcük gölü'nde eser, Milas suyunda 3.063 mg/L, Ayazma çeşmesinde 3.553 mg/L, Andık deresinde 1.958 mg/L olarak, aralık ayında ise; Gölcük gölü'nde 0.184 mg/L, Milas suyunda 3.072 mg/L, Andık deresinde 1.2 mg/L ölçülmüştür. 1991 yılı nisan ayında; Ayazma çeşmesi 6.4 mg/L, ekim ayında ise 4.9 mg/L olarak bulunmuştur(18).

Isparta şehir merkezi içme suyunun büyük bir bölümü Eğirdir Gölü'nden sağlanmaktadır. Bu göl ile ilgili olarak bugüne kadar yapılan araştırmalardan bazılarının sonuçlarını şöyle özetleyebiliriz.

1986 yılında Eğirdir Gölü'nde yapılan bir çalışmada nitratın 0.84 mg/L ve nitritin de eser miktarda olduğu bulunmuştur(19).

1988 yılında Eğirdir Gölü'nde yapılan bir çalışmada da nitrat 0.1 mg/L'den az, nitrit 0.01 mg/L ve fosfat da 0.005 mg/L olarak tespit edilmiştir(20).

1988-1990 yıllarında Eğirdir Gölü'nde yapılan analizlerde nitrat için 0.56 mg/L, fosfat için ise 0.06 mg/L değerleri bulunmuştur(21).

1992 yılı aralık ayında Isparta ili sınırları içinde bulunan ve içme suyu ya da sulama amacıyla kullanılan çeşitli sondaj kuyularından su örnekleri alınarak kimyasal analizleri yapılmış, elde edilen veriler Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları ile karşılaştırılmıştır. Çalışma alanının büyük kesimindeki sularda nitrat, nitrit ve amonyak konsantrasyonları yeraltı sularının dış kökenli kirleticilerden etkilendiğini göstermektedir. Isparta'nın genelinde hemen her bölgedeki kuyularda nitrat bulunduğu tespit edilmiştir. Örneğin Isparta ili sınırları içindeki Yazısöğüt köyünde bulunan 2 kuyuda ve Büyük Hacılar'ın batısındaki bir kuyuda nitratın Dünya Sağlık Örgütü ve Türk İçme suyu standartlarına göre sınır değer olan 45 mg/L değerini aştığı görülmektedir. Bu yüksek orandaki nitrat konsantrasyonu Isparta ili kanalizasyonu ve belediye çöplüğünden kaynaklanmaktadır. Yine Eğirdir yolu üzerindeki bir kuyuda da nitrat konsantrasyonu'nun yüksek (38 mg/L) olduğu belirlenmiştir. Bu yüksek nitrat konsantrasyonu da Eğirdir yolu üzerinde bulunan sanayi kuruluşlarının sıvı atıklarından kaynaklanmaktadır(22).

Tespit edilen kirliliklere karşı çalışma alanında değişik kuyulardan içme suyu temin edilmektedir. Bunlardan 40. Piyade alayına içme suyu temin edilen kuyunun nitrat konsantrasyonu 15.66 mg/L olarak ölçülmüştür. Ayrıca sulama suyu kuyularından üretilen sular tarım sektöründe çalışanlar tarafından içilmektedir. Bu yüksek orandaki nitrat konsantrasyonunun en önemli nedeninin Isparta yeraltı suyunun bulunduğu alanın hemen hemen tamamında tarımsal üretimin yapılması ve gübre kullanılması olduğu sanılmaktadır(22).

1984 yılında yapılan bir çalışmada da Eğirdir ilçe merkezi atık sularının göl suyu kalitesine etkisi araştırılmıştır. Eğirdir ilçe merkezi atık suları çeşitli noktalardan göle deşarj edilmektedir. Bu nedenle de su ve çevre kirlenmesi sorunu ortaya çıkmaktadır. Göl suyu, Isparta ili içme suyunun büyük bir bölümünü karşıladığından bu sorun daha da önem kazanmaktadır.

Araştırma için 7 tane numune alma noktası seçilmiş ve bu noktalardan mart-ağustos 1984 tarihleri arasında 6 ay süre ile su numuneleri alınarak çeşitli parametrelerin tayini yapılmıştır. Analiz sonuçları içme suyu standartlarıyla da mukayese edilmiştir.

Yapılan 6 aylık çalışma neticesinde göl ortasında su kalitesinin Türk Standartları 266'da belirtilen içme suyu standartlarına uygun olduğu görülmüştür. Göl ortasında bulunan nitrat azotu konsantrasyonu 0.33 mg/L'dir. Nitrit konsantrasyonu da eserdir. 7

istasyonun ortalama nitrat azotu konsantrasyonu da 0.14 mg/L olarak bildirilmektedir(23).

2.1.2. Fosfat

Fosfor, canlıların yapısını oluşturan önemli elementlerden biridir. Herhangi bir suyun içerdiği fosfor miktarı çeşitli faktörlere bağlıdır; su kaynağının bulunduğu bölgenin jeolojik yapısı, çevredeki kayaçların kimyasal bileşimi [apatit- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ vb. kayaçlar] etkili bir faktördür. Suyu karışan akarsu ve yüzey akış sularının fosfor içeriğide önemlidir. Çevrede yoğun bir tarım yapılırsa, bu arazilerde uygulanan fosforlu gübrelerin bir kısmı drenaj yada yüzey akış sularıyla sürüklenerek su ortamlarına ulaşabilir. Ayrıca kanalizasyon suları ve endüstriyel atıklardan da fosfat suya geçer. Fosfat atıklarının göllerde ve akıntının yavaş olduğu yerlerde, aşırı beslenmeye ve dolayısıyla aşırı alg üremesine (ötrofikasyon) neden olmaktadır. Fosfat, su depolarında da alglerin üremesini kolaylaştırır. Bu nedenle de içme sularında koku ve tat problemi yaratır. Su kaynaklarının kirlenmesi, sularda bulunan fosfor miktarını artırır. Özellikle çeşitli endüstriyel ve evsel atıklarda bulunan deterjan kalıntıları fosfor konsantrasyonunu artırıcı faktörlerdir. Sentetik deterjanların yaygın kullanımından önce inorganik fosfor 2-3 mg/L, organik fosfor ise 0.5-1 mg/L civarında evsel atık sularında bulunmaktaydı. İnorganik fosforun büyük bir kısmı proteinlerin parçalanması sonucu %12-15 oranında bulunmakta ve bulunan fosforun %50'den fazlasını polifosfatlar oluşturmaktadır. Bu durum deterjan tüketiminin artışı ile yüzey sularına ulaşan fosfor miktarında artacağı gösterir. İnsan vücudundan da atıklarla kişi başına günde 1.5 grama kadar fosfor dışarı atılır(2, 24).

Yeraltı sularının fosfor konsantrasyonu oldukça düşüktür, genellikle 0.1 mg/L'den azdır. Bununla beraber kirlenme ve çeşitli çevresel faktörler fosfor miktarını artırabilir.

Göl sularında bulunan fosforun büyük bir kısmı inorganik fosfor olarak canlıların hücre yapısında ve ölü organik maddeler içerisinde bulunur. Burada fosforun sadece inorganik fosfor olarak ortofosfat (PO_4^{3-}) formu önemlidir.

Suların fosfor kaynakları, ölü organizmalar ve organik maddenin mineralizasyonu ile açığa çıkan fosfor ve fosfat ihtiva eden minerallerin parçalanıp ayrışmasıyla ortaya çıkan fosfor bileşikleridir.

1988 yılında Eğirdir gölü'nde yapılan bir çalışmada fosfat konsantrasyonu 0.005 mg/L olarak bulunmuştur(20).

1988-1990 yıllarında yine Eğirdir gölü'nde yapılan çalışmada fosfat konsantrasyonu 0.06 mg/L olarak tespit edilmiştir(21).

Samsun 19 Mayıs Üniversitesi içme suyu göletinden su numuneleri alınarak bazı parametrelerin tayini yapılmıştır. Bu parametreler içinde fosfat da bulunmaktadır. Araştırma sonuçları gölette fosfat miktarının çok yüksek olduğunu göstermektedir. Gölet

suyunda ortalama fosfat değeri 3.91 mg/L'dir ve bu Avrupa standart değerlerinin üzerindedir. Ayrıca ekim ayında (maks: 8.53, ortalama; 4.33 mg/L), aralık (maks: 8.10, ortalama; 4.93 mg/L), mart (maks: 7.13 mg/L, ortalama; 4.37 mg/L), nisan (maks: 6.14 mg/L, ortalama; 4.45 mg/L) ve mayıs ayında (maks: 8.21 mg/L, ortalama; 6.68 mg/L) fosfat değerlerinde artma vardır. Avrupa konseyinin kabul ettiği içme suyu standartlarında fosfat değeri 0.7 mg/L P₂O₅'dir. Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suları için tavsiye ettiği fosfat konsantrasyonu ise 0.3 mg/L'dir(25).

2.1.3. Florür

Florür insan sağlığı için son derece önemli ve gerekli bir elementtir. İçme sularında olması gerekenden daha az miktarda bulunduğu zaman (0.0-0.5 mg/L) diş çürümmesine neden olur. Florür konsantrasyonu 0.5-1.5 mg/L arasında olduğu zaman diş çürümelere önlenir. Fakat 1.5-4 mg/L arasında olduğu zaman "Diş fluorosisi" meydana gelir. 4.0-10 mg/L arasında olduğu zaman ise bu sefer iskelet sisteminde fluorosis hastalığı oluşur, 10 mg/L'den fazla olduğunda ise sakatlığa yol açan fluorosis oluşur(26,27).

Florür en aktif element olarak bilinir. Doğada basit florür bileşikleri ve birçok kompleks iyonlarda bulunur. Başlıca florür bileşikleri NaF, CaF₂; H₂F₂, Na₂SiF₆, H₂SiF₆, (NH₄)₂.SiF₆ vb. Genellikle florosilikat iyonlarının hidroliziyle florür oluşur(1).



Tabii suların kapsamında çoğunlukla az miktarda florür bulunur. Birçok minerallerin bileşiminde bulunan florürün en önemli kaynağı apatit (CaF₂)'tir. Derinden alınan sular ve özellikle petrol kuyularındaki tuzlu sular ve son zamanlarda volkanizma geçirmiş arazilerden gelen sular florür görülür(28).

Vulkanik gazlar ve küllerde de florür bulunmaktadır(29).

Tabiatta florürlü sular genellikle volkanik bölgelerde bulunur. Isparta ve çevresi ise böyle bir volkanik arazi üzerine kurulmuştur. 1982-83 yılları arasında yapılan bir çalışmada Isparta şehir merkezi içme sularından çeşitli örnekler alınarak florür miktarı ölçülmüş ve genelde Dünya Sağlık Örgütü'nün üst sınır olarak vermiş olduğu florür konsantrasyonuna eşit veya üstünde değerler bulunmuştur. Dünya Sağlık Örgütü standartlarına göre içme suları 0.5 ile 1 mg/L arasında florür içermelidir. Isparta yöresindeki değişik su örneklerinde yapılan ölçümlerde ise florür konsantrasyonu 1 mg/L'ye yakın veya daha fazla bulunmuştur. Isparta için yıllık ortalama sıcaklık dikkate alındığında Dünya Sağlık Örgütü'nce müsaade edilen maksimum içme suyu florür konsantrasyonu 1.2 mg/L'dir. Isparta ilinde yıllık sıcaklık ortalaması 12.2 °C'dir(30).

Ocak 1982, mart 1982, şubat 1983 ve mart 1983 tarihlerinde yapılan ölçümlerde Andık Deresi'nde florür konsantrasyonunun 3.10-3.6 mg/L aralarında, Gölcük Gölü'nün florür konsantrasyonunun 0.90-1.65 mg/L aralarında değiştiği, diğer kaynak sularının florür miktarının ise önemli derecede değişmediği görülmüştür(31).

Isparta bölgesini temsil eden kayalara, çeşitli ülkelerdeki az çok benzer örneklerinden, araştırmacılarca yapılan analizlere göre bir yaklaşım yapılacak olursa marn ve volkansal göl sedimentlerinin yüksek florür içerebilecekleri görülür(32).

Florür taşıyıcı olarak volkanik kayalar öncelikle piroksen, hornblend, biotit, sfen, F-apatit, florit ve cam içermektedir. Bu yüzden volkanik kayalar 30 ile 3200 ppm arasında florür eşik değeri ile tortul kayalardan kolayca ayrılmaktadır(33).

Florür kaynağı olarak düşünülen volkansal göl çökelleri bölgede 20 km nin üzerinde bir örtü meydana getirmişler ve 60 m kalınlığa kadar çıkarlar(32).

Gölcük konisi ve çevresindeki tüflerin florürce en zengin kesim olması doğaldır, dolayısıyla bu kesim sularının da florürce zenginliği bu olguya bağlı görülmektedir(32).

Gölcük yöresi volkanik kayalarından çıkan su kaynakları 0.7 ile 5.6 mg/L arsında değişen florür değerleri vermekte olup 2.5 mg/L fluorür eşik değeri ile temsil edilmektedir. Gölcük Gölü'nde ölçülen florür konsantrasyonu 1.78 mg/L'dir. Bu değer de Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarını aşmaktadır. Fakat sedimentlerden çıkan kaynakların suları genelde 0.7 mg/L altında fluorür değerleri vermektedir. Böylece Gölcük yöresi yeraltı suları;

- a) Volkanik kayalar içinde bulunan florürce zengin,
- b) Sedimanter kayalar içinde yer alan florürce fakir alan olmak üzere iki bölgeye ayrılabilir(33).

Gölcük gölü'ndeki florür konsantrasyonu genellikle bahar aylarında daha yüksek olarak ölçülmüştür(34).

Sri Lanka'da yapılan bir çalışmada yüksek orandaki florür konsantrasyonu genellikle kurak iklim kuşağındaki yeraltı sularında bulunmuştur (bazen 5 mg/L'den daha fazla). Kuzeydeki merkez eyaletlerde genel olarak yağışlı iklim kuşağına nazaran kurak iklim kuşağında dış fluorosis'i daha yaygındır. Suyun florür muhteviyatı çok düşük olan bölgelerde de dış çürümelere ortaya çıkmaktadır(26).

2.1.4. İyodür

İyodür, kayalarda ve suda bromdan daha az yaygındır. Bu nedenle tabii suların kapsamında ancak izlenebilecek kadar iyodür vardır. Endüstriyel kirlilikler ve bazı tabii tuzlu sularda daha fazla miktarlarda bulunur.

Deniz suyunda 1ppm'den daha azdır. Java adasında 150 ppm iyotlu maden suyuna rastlanmıştır. Yağmur suyunda 0.001-0.003 ppm iyodür vardır. Sudaki iyodür

konsantrasyonu 0.02-2.0 ppm'e kadar normal metodlarla tayin edilebilir. Doğal sularda genellikle 2 ppm'in üstünde iyodür bulunmaz. Maden sularında veya bazı endüstri atıklarında daha fazla bulunabilir. Akarsuların ve göllerin deniz suyu ile bağlantılarını izlemede iyodür kullanılabilir. İnsanlarda fizyolojik olarak önemli bir iyondur. Fizyolojik olarak önemli olduğundan bugün bazı yerlerde sulara iyodür tuzları katılmaktadır. Ancak suya ilave etmektense, yemek tuzu içerisinde iyodür ilavesi ile iyodür ihtiyacı karşılanabilir(28,29).

Sivas, Tokat, Çankırı ve Amasya illerinden alınan su, toprak ve süt örneklerinde florür ve iyodür analizleri Türk Standartları yöntemiyle yapılmıştır. Florür iyonu derişimleri ortalaması Dünya Sağlık Örgütü normal değerlerinin onda birinden daha düşük düzeyde bulunmuştur. İyodür iyonu derişimi ise normal bir insanın günlük gereksinimi olan 100-150 mikrogram olduğu halde, bunun yüzde bir kaçımm dahi karşılanamadığı ve araştırmaya konu olan yörelerdeki nüfus'un %96'sının guatr riskinden ötede bariz guatr hastası olduğu saptanmıştır. Tekel idaresinin bu yörelere tahsis ettiği tuzun (12 mikrogram iyodür/gram tuz) iyodür bakımından yetersiz olduğu saptanmıştır.

İçme sularında bazı illerde elde edilen iyodür sonuçları şöyledir.

Sivas merkez	12.10^{-3} ppm	(12 numunede)
Yıldızeli	$6.6.10^{-3}$ ppm	(9 numunede)
Hafik	3.10^{-3} ppm	(12 numunede)
Koyul hisar	$12.7.10^{-3}$ ppm	(7 numunede)
Tokat	$17.8.10^{-3}$ ppm	(5 numunede)
Amasya	$6.9.10^{-3}$ ppm	(11 numunede)
Çankırı	$16.9.10^{-3}$ ppm	(3 numunede)

Bu sonuçlar bölgenin tümünün bir göstergesi olmamakla birlikte iyodür bakımından yoksun olduğu söylenebilir.

İyodür eksikliği neticesinde zeka ve gelişme geriliği, hipotiroidi ve guatr gibi pek çok patolojik sorunlar ortaya çıkabilir(35).

Guatr hastası olmayan normal insanların günlük iyodür gereksinimi ayrıntılı bir şekilde Çizelge 2.3.'de verilmiştir(35).

Çizelge 2.3. Yaş, boy ve ağırlığa göre normal insanların günlük iyodür ihtiyacı

	Yaş (yıl)	Boy (cm.)	Ağırlık (kg.)	İyodür (mikro gr.)
Bebekler	0.0 - 0.5	60	6	40
	0.5 - 1.0	71	9	50
Çocuklar	1 - 3	90	13	70
	4 - 6	112	20	90
	7 - 10	132	28	120
Erkekler	11 - 18	157 - 178	45 - 50	150
	18 - 70	157 - 180	45 - 80	150
Kadınlar	11 - 70	157 - 170	46 - 55	150
Emzikli	11 - 70	157 - 170	46 - 55	200
Gebe	11 - 70	157 - 170	46 - 55	175

Bu çizelgedeki değerler yalnızca normal ve hipotiroid veya guatrden şikayeti olmayan şahıslar için verilmiştir. Eksiklik, iyotlu tuzla karşılanabilir(35).

Çizelge 2.4. Türk İçme Suyu Standartları

Madde ismi	Müsaade edilebilen değerler	Maksimum değerler
1. Zehirli maddeler		
1.1. Kurşun (Pb)	---	0.05 mg/L
1.2. Selenyum (Se)	---	0.01 mg/L
1.3. Arsenik (As)	---	0.05 mg/L
1.4. Krom (Cr ⁺⁶)	---	0.02 mg/L
1.5. Siyanür (CN ⁻)	---	0.01 mg/L
2. Sağlığa etki yapan mad.		
2.1. Florür (F ⁻)	1.0 mg/L	1.5 mg/L
2.2. Nitrat (NO ₃ ⁻)	---	45.0 mg/L
3. İçilebilme özelliğine etki yapan maddeler		
3.1. Renk	5 birim	50 birim
3.2. Bulanıklık	5 birim	50 birim
3.3. Koku ve tad	kokusuz normal	kokusuz normal
3.4. Buharlaştırma kal.	500 mg/L	1500 mg/L
3.5. Demir (Fe)	0.3 mg/L	1 mg/L
3.6. Mangan (Mn)	0.1 mg/L	1.5 mg/L
3.7. Bakır (Cu)	1.0 mg/L	1.5 mg/L
3.8. Çinko (Zn)	5.0 mg/L	15.0 mg/L
3.9. Kalsiyum (Ca)	75.0 mg/L	200.0 mg/L
3.10. Mağnezyum (Mg)	50.0 mg/L	150.0 mg/L
3.11. Sülfat (SO ₄ ²⁻)	200.0 mg/L	400.0 mg/L
3.12. Klorür (Cl ⁻)	200.0 mg/L	600.0 mg/L
3.13. pH	7.0 - 8.5	6.5 - 9.2
3.14. Bakiye Klor	0.1 mg/L	0.5 mg/L
3.15. Fenolik maddeler	---	0.002 mg/L
3.16. Alkil ben. sülfonat	0.5 mg/L	1 mg/L
3.17. Mg + Na ₂ SO ₄	500 mg/L	1000 mg/L
4. Kirlenmeyi belirten mad.		
4.1. Toplam organik mad.	3.5 mg/L	---
4.2. Nitrit	---	---
4.3. Amonyak	---	---

Çizelge 2.5. Dünya Sağlık Örgütü, Uluslararası ve Avrupa İçme Suyu Standartları

	Dün. Sağ. Örg. - Avrupa (1961)		Dün. Sağ. Ö.- Uluslararası (1972)	
	Tavsiye edilen	İzin verilen	Tavsiye edilen	İzin verilen
Renk	0.001	0.05	5	50
Bulanıklık	---	---	5	25
Sıcaklık (°C)	32	25	---	---
Klorür (mg/L)	350	---	200	600
Serbest klor (mg/L)	---	---	0.1	0.5
pH	---	---	7 - 8.5	6.5 - 9.2
Fenol (mg/L)	0.001	---	0.001	0.002
Deterjan (ABS) (mg/L)	0.5	---	0.2	1
Toplam sertlik (Fr)	---	---	10	50
Kalsiyum (mg/L)	---	---	75	200
Magnezyum (mg/L)	125	---	50	150
Sülfat (mg/L)	250	---	200	400
Amonyak (mg/L)	0.5	---	0.0	0.0
Nitrat (mg/L)	50	---	---	45
Çöz. oksijen (mg/L)	5	---	---	---
Top. fosfat (mg/L)	0.3	---	---	---
Florür (mg/L)	---	1.5	0.8	1.3
Bor (mg/L)	1	---	0.3	1
Çöz. demir (mg/L)	0.1	---	0.1	0.5
Mangan (mg/L)	0.1	---	5	15
Çinko (mg/L)	3	---	0.05	1.5
Bakır (mg/L)	---	0.1	---	0.05

3. MATERYAL VE METOT

3.1. MATERYAL

3.1.1. Isparta İli ve Örnekleme İstasyonları

Isparta ili, Akdeniz Bölgesi'nin batı bölümünde "Göller Bölgesi" denilen iç kesiminde yer alır. Yüzölçümü 8933 km² olan Isparta ili; doğusunda Konya'nın Beyşehir, Doğanhisar ve Akşehir ilçeleri, kuzey ve kuzeybatısında Afyon'un Çay, Şuhut, Dinar ve Dazkırı ilçeleri, batı ve güneybatısında Burdur'un merkez, Ağlasun ve Bucak ilçeleri, Güneyinde ise Antalya'nın Serik ve Manavgat ilçeleri ile çevrilmiştir(30).

Isparta ili içme suyu büyük ölçüde Eğirdir Gölü'nden ve kaynak sularından sağlanmaktadır. Devlet Su İşletmesi ve belediyece açtırılan toplam 7 adet kuyu, Eğirdir Gölü'nden su temin edilmesi ile devreden çıkarılmış ancak rezerv sistem olarak korunmuştur. Isparta ili sınırları içinde örnekleme istasyonu olarak 8 nokta seçilmiştir. Bu noktalar şekil 3.1.'de gösterilmiştir.

1. İstasyon (Çünür ve Mehmet Töngge Mahalleleri Su Deposu):

Bu depo, Isparta ili sınırları içinde ve Çünür Mahallesi civarında, bağların olduğu yerdedir. 1995 yılı'nın sonuna kadar bu depodan Çünür ve Mehmet Töngge Mahallesi'ne su verilmekteydi ancak 1996 yılından beri bu mahallelere Eğirdir gölü'nden su verilmeye başlanmıştır.

2. İstasyon (Karbuz Çeşmesi):

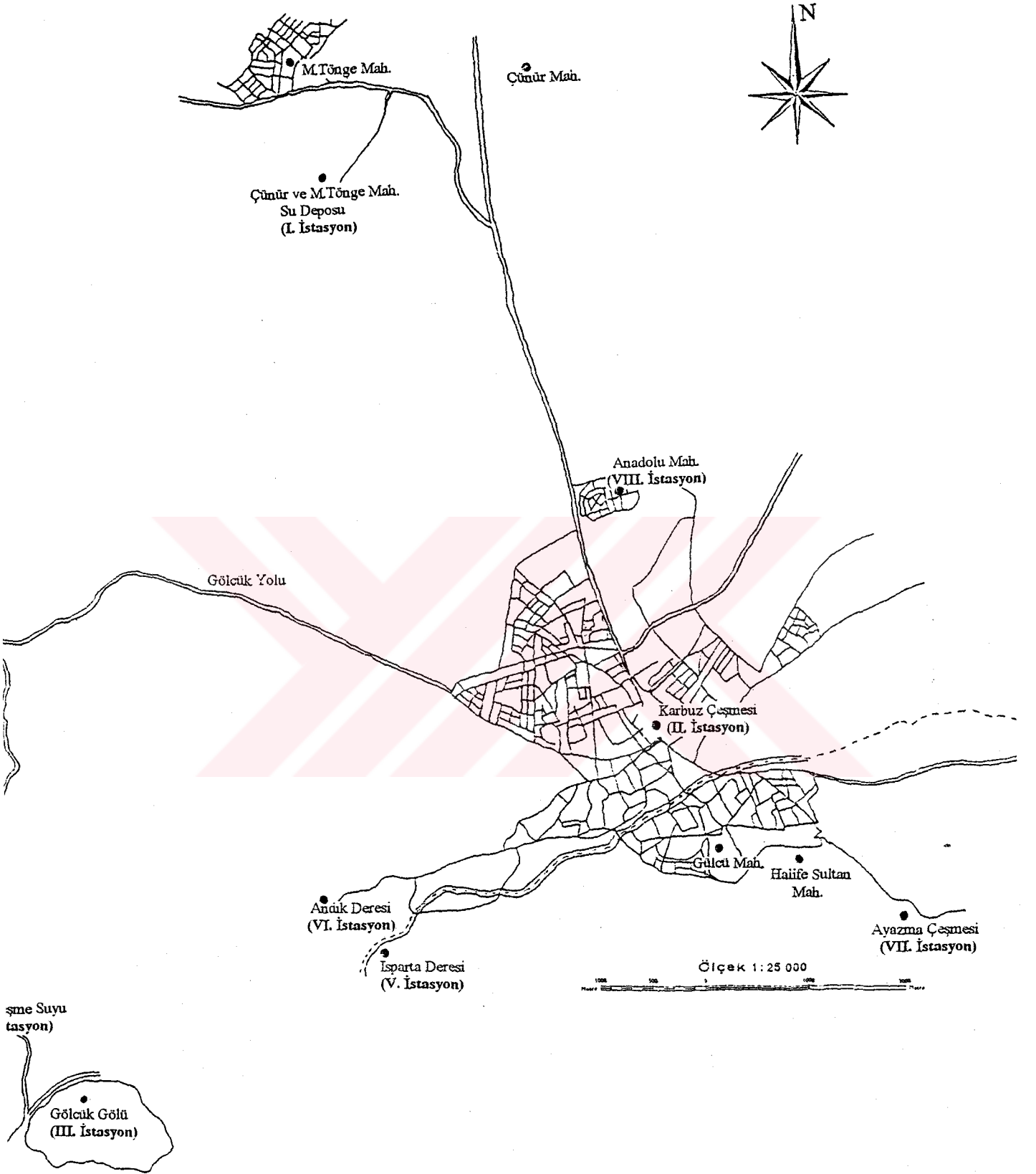
Karbuz Çeşmesi, Isparta şehir merkezi içinde bulunan ve halkın sürekli olarak kullandığı bir çeşmedir. Bu çeşmeye su, Isparta deresini oluşturan birçok kaynağın toplandığı Yenice deposundan gelmektedir. Yenice deposundan su verilen yerleşim birimleri; Bağlar, Çelebiler, Emre, Gazi Kemal, Gülcü, Gülistan, Hisar, İskender, Keçeci, Kurtuluş, Kutlubey, Piri Mehmet, Sidre, Sülübey, Turan ve Yayla mahalleleridir(36).

3. İstasyon (Gölcük Gölü):

Isparta'nın 5 km güney batısında ve deniz yüzeyinden 1300 m. yükseklikte bulunan bir krater çukurluğunun su ile dolması sonucu oluşmuş bir krater gölüdür.

Göl, 150-300 m. kadar yükselen ve üzeri volkanik küllerle kaplı tepelerle sınırlıdır. Göl, daire biçiminde olup, çapı yaklaşık 1.5 km. civarındadır. Gölün derinliği ise yer yer 32 metreyi bulmaktadır.

Göl, yağmur ve dipten kaynayan kaynak suları ile beslenmektedir. Gölcük gölü'nün suları, çevresindeki kumlu tepelerden sızarak Yakaören üstündeki Milas kaynaklarını ve



Şekil 3.1. Araştırma alanı ve araştırma amacıyla örneklerin alındığı istasyonlar. (1/25000 ölçekli topoğrafya haritasından düzenlenmiştir).

doğuda Dere mahallesi üstündeki Andık deresi kaynaklarını oluşturur. (80'li yıllarda Isparta'nın içmesuyu Andık deresi kaynakları, Gölcük gölü ve çeşitli kuyulardan sağlanmaktaydı).

Gölcük gölü'nün maksimum su kotu 1384 m., bu kottaki göl alanı 1 km², hacmi ise 24.10⁶ m³'dür. Havzası tamamen tüfojen bir yapıya sahip bu krater gölünün maruz kaldığı yağmur ve rüzgar erezyonunu önlemek amacı ile Devlet su işleri tarafından 1957-1965 yılları arasında yukarı havza çalışmaları yürütülmüş ve tamamlanmıştır.

Gölcük krater gölü halen Binbir evler mahallesi ve Dere mahallesi'ni beslemekte ancak gerek göl seviyesinin oldukça düşmesi gerekse çevredeki potansiyel kirleticiler nedeniyle terkedilmek istenmektedir. Bu iki mahalleye su Uluyokuş deposundan verilmektedir.

4. İstasyon (Milas Çeşme Suyu):

Milas Isparta'nın güney batısında yer alır. Gölcük gölü'nün alt kısmındadır. Milas, şehir halkının rağbet ettiği bir piknik yeridir. Milas çeşmesi de bu ören yeri içinde halkın içme ve sulama amacıyla kullandığı bir çeşmedir.

Gölcük Gölü'ne pompa ile basılarak Isparta içme suyu temininde ve Yakaören köyü içme ve sulama suyunda kullanılan Milas kaynakları, Isparta Akdağ volkanı sedimentlerinden (tuf ve pomza) çıkmaktadır. Zaman zaman 70 L/s'ye kadar ulaşan debisi ortalamada 20 L/s'ye düşmekte hatta kurumaktadır(36).

5. İstasyon (Isparta Deresi):

Isparta deresi (çayı) yaklaşık 200 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Isparta deresini birçok kaynak beslemektedir. Isparta çayının kollarını oluşturan şehiriçi dereleri 5 ayrı kaynak ile Isparta içme suyu ihtiyacının büyük bölümünü karşılamaktadır. Yaklaşık 24.4 km² drenaj alanına sahip havzanın jeolojik yapısı tüfojendir. Bu şehiriçi dereleri Isparta içme suyunun 180 L/s'lik bölümünü temiz ve güvenilir olarak sağlamaktadır. Bu istasyondan örnek, Kanlıdere Maslağı adı verilen depodan alınmıştır. Isparta çayının suları en son olarak Dere, Yenice ve Hızırbey depolarına depolanmaktadır. Buradan da borular vasıtasıyla şehrin hemen hemen yarısına verilmektedir. Bu mahallelerden bazıları Fatih, Yedişehitler, Zafer, Emre, Turan, Gülistan, Bağlar, Kutlubey, Piri Mehmet, Doğanca, Hızırbey ve Yenice gibi mahallelerdir.

6. İstasyon (Andık Deresi):

Andık deresi, Dere mahallesi sınırları içinde bulunmaktadır. Isparta ilinin batı kesimindedir. Kaynağın bulunduğu yer tüfojendir ve volkanik kayalar bulunmaktadır.

Andık deresi'nden de içme suyu için su alınmaktadır. Fakat bu dereden alınan su Isparta deresinin suyu ile karıştırılarak şehire verilmektedir. Zaten debisi de 20 L/s.'dir.

7. İstasyon (Ayazma Çeşmesi):

Ayazma mahallesi, Isparta'nın güney doğusunda ve şehire 2 km'lik bir mesafededir. Ayazma çeşmesi de bu mahalle sınırları içinde yer almaktadır. Bu suyu halk içme suyu olarak kullanmaktadır.

8. İstasyon (Anadolu Mahallesi Ev İçme Suyu):

8. İstasyon olarak Anadolu mahallesi Orma gül evlerindeki bir daireden örnek alınmıştır. Bu mahalleye su %100 Eğirdir gölü'nden gelmektedir.

Eğirdir Gölü; Göller bölgesinde, Isparta il sınırları içerisinde yer almaktadır. Kuzey ve güney doğrultusunda bir çukura yerleşmiş olan gölün etrafı dağlarla çevrilidir ve neojen devrine ait tektonik (çöküntü) bir göldür(37).

Antalya-Aksu Çayı'nın yukarı havzasını teşkil eden Eğirdir Gölü, depolama açısından Türkiye'nin ikinci büyük tatlısu gölüdür. 3309 km² drenaj alanına sahip göl, maksimum su kotunda 470 km² yüzölçümüne ve 4361.10⁶ m³ depolama kapasitesine sahiptir. Eğirdir gölü'nün debisi 200 L/s.'dir. Eğirdir gölü'nün suyu başlıca Turan-Hastahane deposu, Çünür deposu ve su arıtma tesisi deposunda toplanmakta ve bu depolardan şehire verilmektedir. Eğirdir gölü'nün suyunu kullanan başlıca mahalleler sırasıyla; Anadolu, Davraz, Gül evler, Halikent, Halife Sultan, İstiklal, Karaağaç, Kepeci, Modern evler, Sanayi, Sermet, Çünür, Mehmet Tönge, Ayazmana ve Vatan mahalleleridir.

3.2. METOT

3.2.1. Araştırma Süresi:

Isparta ilini temsil edecek şekilde il sınırları içerisinde 8 istasyondan örnek alınmıştır. Araştırma ile ilgili saha çalışmalarına mart 1995'de başlanmış ve bu çalışmalar şubat 1996'da tamamlanmıştır. Bu süre içerisinde araştırma alanındaki istasyonlara ayda bir defa gidilerek gerekli su örnekleri alınmış ve bu su örneklerinin kimyasal analizi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Kimya laboratuvarında yapılmıştır.

3.2.2. Su Örneklerinin Alınması:

Laboratuvarda yapılan analizlerin değerlendirilmesinde kesin ve doğru sonuçların alınabilmesi için su örneklerinin şartlara en uygun biçimde alınması önemli bir durumdur. Bunun içinde su örnekleri her istasyondan homojen bir karışım olacak şekilde alınmıştır. Mesela çeşmelerden su alınırken önce su bolca akıtılmış ve numune kabı üç kere çalkalandıktan sonra doldurulmuştur. Dere ve göllerden su örneği alınırken de suyun derinliğine, akışma ve genişliğine göre suyun bütün özelliklerini ve bileşimini en iyi ve tam gösterecek şekilde olmasına dikkat edilmiştir. Örnek kapları kaliteli camdan renksiz ve plastik kapaklı olup 1 litrelik cam ve plastik kavanozlardır. Yalnız florür tayini için alınan su örnekleri plastik kaplara konulmuştur. Tüm örnek kapları da önceden kimyasal yollarla temizlenmiştir. Örnek şişelerinin üzerine örneği alanın adı, tarih, saat, alındığı yer, su sıcaklığı, hava şartları ve su düzeyini gösteren etiketler yapıştırılmıştır. Ayrıca bu bilgiler not edilmiştir.

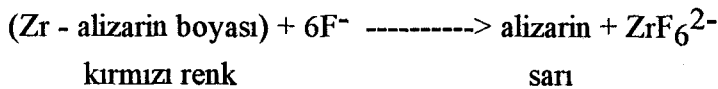
Analiz sonuçlarının güvenilir olması için örnek alma ve analize başlama arasında geçecek süre çok kısa tutulmuştur. Örneklerde organizmaların etkisiyle olabilecek değişimleri önlemek amacıyla örnekler karanlıkta ve düşük sıcaklıkta buzdolabında yaklaşık 12-15 saat tutulmuştur. Bu süre sonunda analize alınmıştır. Laboratuvar raporuna örnek alma ve analize başlama arasında geçen süre de yazılmıştır.

3.2.3. Su Örneklerinde Kullanılan Analiz Metotları:

3.2.3.1. Florür Tayini:

Alizarin Red S metodu: Bu metot sulardaki mevcut florür miktarını tayin için kullanılır. Red S ile oluşan renk alizarin fotometrik metot uygulanarak ölçülür.

Florür iyonu zirkonyum iyonu ile kararlı bir ZrF_6^{2-} kompleksi oluşturmak üzere birleşir ve renk şiddeti florür miktarına göre azalır.



3.2.3.1.1. Numunede Florür Tayini

Çeşme suyundan alınan su numunelerinde serbest klor olduğundan 2-3 damla arsenit çözeltisi ilave edilerek iyice karıştırıldı. 100 ml.'lik numuneye pipetle 5ml. alizarin ve 5ml. zirkonil asit çözeltilerinden konarak iyice karıştırıldı ve bir saat sonra spektrofotometrede okuma yapıldı. Bulunan değerler standart eğriye uygulanarak mL florür değerleri bulundu. Bazı numunelerde seyreltme işlemi yapılarak bulunan değerler seyreltme faktörü ile çarpıldı.

Hesaplama:

$$\text{mg/L florür} = \frac{\text{mg florür} \times 1000}{\text{mL numune hacmi}}$$

Bu metotta hata sınırı $\pm \%5$ 'dir(29).

3.2.3.2. İyodür Tayini:

Metotun Esası: Seryum (Ce) iyonlarının arsenik asitle indirgenmesini, iyodür iyonları katalizler. Bu katalizleme iyodür miktarına bağlıdır.

Numuneye sodyum klorür ilave edilerek gümüş ve civanın yavaşlatıcı etkisi azaltılabilmektedir. Ayrıca numuneye sodyum klorürün fazlası ilave edilerek reaksiyonun hassas olduğu kararlı maksimum klorür konsantrasyonuna erişilir ve suda normal olarak bulunan klorürün engelleyici etkisi giderilir.

3.2.3.2.1. Numunede İyodür Tayini:

10 mL numune, 2 x 5 cm'lik deney tüpüne konuldu. Numune deney tüpüne konulmadan önce kullanılan cam malzemeler ve aletler deterjanla temizlendi. Numuneye 1 mL sodyum klorür, 0.5 mL arsenik asit çözeltileri ve 0.5 mL derişik sülfürik asit konuldu. Bu karışım ve seryum amonyum sülfat çözeltisi 30 °C'deki su banyosuna konuldu. Numunelerin ve çözeltinin 30 °C'lik sıcaklığa gelmesi beklendi. Daha sonra numuneye 1 mL seryum amonyum sülfat çözeltisi konarak deney tüpü alt üst edilerek karıştırıldı ve kronometreye basılarak 15 dakika beklendi. Daha sonra su banyosundan alınıp hemen 1 mL demir amonyum sülfat çözeltisi ilave edilerek karıştırıldı. Seryum iyonunun verdiği sarı renk kaybolunca tekrar karıştırıldı. Çözeltiye 1 mL potasyum rodanür çözeltisi ilave edilerek tekrar su banyosunda 1 saat bekletildi. Meydana gelen kırmızı renk % transmittans olarak okundu. Okumada numune sıcaklığı 30 °C'de sabit tutuldu(29).

Hesaplama:

$$\text{mg/L iyodür} = \frac{\text{mikrogram iyodür}}{\text{mL numune hacmi}}$$

3.2.3.3 Nitrit Tayini:

3.2.3.3.1. Numunede Nitrit Tayini:

Numunede nitrit bulunup bulunmadığı önce kalitatif olarak tayin edilmiştir. Eğer nitrite rastlanmıyorsa kantitatif tayini yapılmıştır.

Nitritin Kalitatif Tayini:

50 mL numune mezüre konuldu. 1 mL fosforik asit ve 1mL nişasta iyodür çözeltisi ilave edildikten sonra 10 dakika beklendi. Numunede mavi rengin oluşması nitritin varlığını göstermektedir. Fakat numunelerde mavi renk oluşmadığı için kantitatif analize geçilmemiştir.

3.2.3.4. Nitrat Tayini:

Sudaki nitrat iyonunun kimyasal tayininde en fazla kullanılan metot Brucine metodu'dur.

Brucine Metodu:

Bu çalışmada nitrat tayini için Brucine metodu kullanılmıştır. Brucine ile nitrat arasındaki reaksiyonda meydana gelen sarı renk, nitratın kolorimetrik tayini için kullanılabilir. Reaksiyonda sıcaklık çok önemlidir, çünkü sıcaklığa bağlı olarak rengin şiddeti artar. Ayrıca asit konsantrasyonu ve reaksiyon süresi de uygun olmalıdır. Metot özellikle NO₃-N'unun 0.1-2.0 mg aralığında önerilmektedir. Bütün yükseltgen ve indirgen maddeler, artık klor, demir II, demir III, mangan IV, reaksiyonunu bozarlar(29).

3.2.3.4.1. Numunede Nitrat Tayini:

Çeşme sularında serbest klor mevcut olduğundan önce klor uzaklaştırıldı. Bunun için yaklaşık 3-4 damla sodyum arsenit çözeltisi katılarak iyice karıştırıldı.

50 mL'lik bir behere 2 mL su numunesi alındı. Standartlardaki işlemler yapıldıktan sonra spektrofotometrede okuma yapıldı. Okunan değer standart eğriye uygulanarak mg nitrat azotu hesaplandı(29).

Hesaplama:

$$\text{mg/L nitrat azotu} = \frac{\text{mg nitrat azotu}}{\text{mL numune hacmi}}$$

$$\text{mg/L nitrat} = \text{mg/L nitrat azotu} \times 4.43$$

3.2.3.5. Fosfat Tayini:

Metodun Esası:

Meydana getirilen heteropolimolibden fosfat asidi, antimon yanında askorbik asit ile fosfomolibden mavisine indirgenir. Bu mavi renk şiddeti fosfat miktarı ile orantılıdır. Oluşan renkli bileşik ayrılmaz ve tam formülü bilinmemektedir(38).



Analizin hassaslığını artırmak ve bozucu iyonların etkisini azaltmak için kalay klorür ile ekstraksiyon metodu kullanılabilir. Bu durumda kalay klorür ilavesinden önce fosfomolibdat örnekten bir benzen - izobutanol çözeltisi ile ekstrakte edilir. Numunedeki fosfat 750 nm dalga boyunda spektrofotometrede tayin edildi.

3.2.3.5.1. Numunede Fosfat Tayini:

Hazırlanan su numunesinden 50 mL'lik balon jöjeye 30 mL alındı. Sonra 10 mL reaktifler karışımından katılıp hacim 50 mL'ye tamamlandı. İyi karıştırıldı. Renk gelişimi için 15 dk beklenerek "0" ayarı yapılmış spektrofotometreden absorbanlar okundu.

Hesaplama, aşağıdaki formüle göre yapılır.

$$\text{PO}_4^{3-} \text{ (mg/L)} = \frac{m}{v} \times \frac{95}{31}$$

m = Grafik yardımıyla deney örneğinde tayin edilen P miktarı

v = Numune hacmi(mL). (38).

4. BULGULAR

Isparta ili sınırları içinde bulunan ve içme suyu olarak kullanılan göl, akarsu, nehir ve kaynaklardaki nitrit, nitrat, florür, fosfat ve iyodür miktarlarını tayin etmek için 1 yıl boyunca her ay örnek alınmış ve örneklerin kimyasal analizi yapılmıştır.

Alınan örneklerde nitrit olup olmadığını anlamak için önce kalitatif analiz yapılmış, örneklerde nitrite raslanmadığı için kantitatif analize geçilmemiştir.

Nitrat miktarı, brucine metodu ile tayin edilmiştir.

Florür analizi, alizarin red S metodu kullanılarak, fosfat analizi, antimon yanında askorbik asit ile fosfomolibden mavisine indirgenerek, iyodür analizi ise fotometrik metot ile tayin edilmişlerdir.

4.1. Araştırmanın Yapıldığı Aylardaki Analiz Sonuçları

Çizelge 4.1. Mart, 1995 Analiz Sonuçları

Analizi Yapılan Parametreler	Birimi	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon	7. İstasyon	8. İstasyon
Sıcaklık (Yer. Ölç.)	°C	7	10	8	10.5	9.5	8.5	12	14
Florür (F ⁻)	mg/L	0.05	0.43	0.80	0.62	0.32	2.65	0.06	0.35
Fosfat (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.00612	0.00612	0.128	0.0674	0.085	0.0245	0.110	0.0245
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.88	1.55	Eser	1.329	1.993	Eser	6.202	3.344
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
İyodür (I ⁻)	mg/L	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser

Çizelge 4.2. Nisan, 1995 Analiz Sonuçları

Analizi Yapılan Parametreler	Birimi	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon	7. İstasyon	8. İstasyon
Sıcaklık (Yer. Ölç.)	°C	12	13	12	11	10	10.5	12.5	15
Florür (F ⁻)	mg/L	0.195	0.45	0.92	0.72	0.36	2.90	0.05	0.26
Fosfat (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.027	0.023	0.0245	0.0612	0.030	0.0674	0.116	0.027
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	3.322	4.43	0.177	6.202	3.765	1.993	7.309	2.170
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
İyodür (I ⁻)	mg/L	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser	0.034	0.025

Çizelge 4.9. Kasım, 1995 Analiz Sonuçları

Analizi Yapılan Parametreler	Birimi	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon	7. İstasyon	8. İstasyon
Sıcaklık (Yer. Ölç.)	°C	6.5	9	9.5	10	9	8.5	11.5	13
Florür (F ⁻)	mg/L	0.03	0.13	1.0	0.64	0.27	2.8	0.026	0.175
Fosfat (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.110	0.107	0.085	0.073	0.030	0.122	0.042	-
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	2.215	5.094	-	4.651	6.866	1.107	11.518	1.550
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
İyodür (I ⁻)	mg/L	Eser	Eser	Eser	Eser	0.02	Eser	0.024	Eser

Çizelge 4.10. Aralık, 1995 Analiz Sonuçları

Analizi Yapılan Parametreler	Birimi	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon	7. İstasyon	8. İstasyon
Sıcaklık (Yer. Ölç.)	°C	6	9.5	8.5	10	10	7	12	12
Florür (F ⁻)	mg/L	0.025	0.14	0.86	0.46	0.13	2.7	0.025	0.15
Fosfat (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.00612	0.0183	-	0.023	0.00612	0.042	0.030	0.00612
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	2.170	3.987	10.853	7.309	4.43	2.082	9.524	1.993
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
İyodür (I ⁻)	mg/L	0.009	0.025	0.01	0.02	0.034	0.009	0.05	-

Çizelge 4.11. Ocak, 1996 Analiz Sonuçları

Analizi Yapılan Parametreler	Birimi	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon	7. İstasyon	8. İstasyon
Sıcaklık (Yer. Ölç.)	°C	10	7.5	6	10	9	7	9	12
Florür (F ⁻)	mg/L	0.05	0.32	0.85	0.38	0.17	2.72	0.035	0.16
Fosfat (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.0122	0.0183	-	0.0183	0.042	0.030	0.027	0.058
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	1.772	1.550	0.664	4.208	3.987	2.037	5.980	1.772
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
İyodür (I ⁻)	mg/L	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser	0.009	Eser

Çizelge 4.12. Şubat, 1996 Analiz Sonuçları

Analizi Yapılan Parametreler	Birimi	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon	7. İstasyon	8. İstasyon
Sıcaklık (Yer. Ölç.)	°C	6.5	9	8.5	10	9	9.5	12	14
Florür (F ⁻)	mg/L	0.085	0.33	0.79	0.52	0.33	2.75	0.07	0.215
Fosfat (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.0183	0.020	0.042	0.076	0.045	0.073	0.098	0.0245
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	-	-	-	4.873	0.886	3.544	3.101	-
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
İyodür (I ⁻)	mg/L	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser	Eser

Çizelge 4.13. Su sıcaklığının Değişim Değerleri (°C)

İst.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aralık	Ocak	Şubat
1	7	12	17	18	16.6	15	14	16	6.5	6	10	6.5
2	10	13	13	14	15	15	14.5	13	9	9.5	7.5	9
3	8	12	18.5	23	23.5	24	22.5	16.5	9.5	8.5	6	8.5
4	10.5	11	12	12	12	13.5	11.5	12	10	10	10	10
5	9	10	11	10	11	14.5	11.5	11	9	10	9	9
6	8.5	10	17	15	15.5	16.5	16	13.5	8.5	7	7	9.5
7	12	12	12	12.5	13.5	13.5	13.5	12.5	11.5	12	9	12
8	14	15	16	16	21	16	15	15	13	12	12	14

Çizelge 4.14. Florür Değişim Değerleri (mg/L)

İst.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aralık	Ocak	Şubat
1	0.05	0.195	0.075	0.025	0.035	0.04	0.01	0.02	0.03	0.025	0.05	0.085
2	0.43	0.45	0.35	0.43	0.49	0.46	0.46	0.38	0.13	0.14	0.32	0.33
3	0.80	0.92	1.1	1.25	1.4	1.55	1.54	1.40	1.0	0.86	0.85	0.79
4	0.62	0.72	0.86	1.08	1.1	1.2	0.90	0.81	0.64	0.46	0.38	0.52
5	0.32	0.36	0.33	0.47	0.48	0.50	1.1	0.38	0.27	0.13	0.17	0.33
6	2.65	2.90	3.0	3.22	3.30	3.35	3.4	3.1	2.7	2.62	2.55	2.75
7	0.06	0.05	0.1	0.18	0.08	0.055	0.04	0.1	0.026	0.025	0.035	0.07
8	0.35	0.26	0.19	0.32	0.34	0.15	0.145	0.19	0.175	0.15	0.16	0.215

Çizelge 4.15. Fosfat Değişim Değerleri (mg/L)

İst.	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aralık	Ocak	Şubat
1	0.00612	0.027	0.0245	-	0.042	0.00612	0.00612	-	0.110	0.00612	0.0122	0.0183
2	0.00612	0.023	0.00919	-	0.058	0.027	0.00919	-	0.107	0.0183	0.0183	0.020
3	0.128	0.0245	0.0245	0.00612	0.00612	0.00612	-	-	0.085	-	-	0.042
4	0.0674	0.0612	0.0122	-	0.045	0.0245	0.0183	-	0.073	0.023	0.0183	0.076
5	0.085	0.030	-	-	0.33	0.122	0.0183	-	0.030	0.00612	0.042	0.045
6	0.0245	0.0674	0.00612	0.00612	0.049	0.023	0.00612	-	0.122	0.042	0.030	0.073
7	0.110	0.116	0.045	0.042	0.091	0.045	0.0122	-	0.042	0.030	0.027	0.098
8	0.0245	0.027	0.049	-	0.045	0.00919	-	-	-	0.00612	0.058	0.0245

Çizelge 4.16. Nitrat Değişim Değerleri (mg/L)

İst.	Mart	Nisan	May.	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat
1	0.88	3.322	0.088	8.417	10.632	6.423	2.215	-	2.215	2.170	1.772	-
2	1.55	4.43	3.455	3.544	5.316	5.980	7.088	2.392	5.094	3.987	1.550	-
3	Eser	0.177	1.240	-	-	2.215	5.537	-	-	10.853	0.664	-
4	1.329	6.202	3.544	2.879	2.126	4.43	6.202	4.873	4.651	7.309	4.208	4.873
5	1.993	3.765	2.436	-	3.101	3.322	4.230	1.329	6.866	4.43	3.987	0.886
6	Eser	1.993	0.664	-	-	1.993	4.208	0.664	1.107	2.082	2.037	3.544
7	6.202	7.309	8.86	1.993	5.316	8.239	11.518	5.537	11.518	9.524	5.980	3.101
8	3.344	2.170	1.993	-	-	0.221	0.443	-	1.550	1.993	1.772	-

Çizelge 4.17. Araştırmanın Yapıldığı İstasyonlarda Su Sıcaklığının Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri (°C)

İstasyon No	Minimum	Maksimum	Ortalama
1	6	18	12
2	7.5	15	11.83
3	6	24	14.9
4	10	13.5	11.5
5	9	14.5	10.34
6	7	17	11.9
7	9	13.5	11.9
8	12	21	14.9

Çizelge 4.18. Araştırmanın Yapıldığı İstasyonlarda Florür Konsantrasyonunun Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri (mg/L)

İstasyon No	Minimum	Maksimum	Ortalama
1	0.01	0.195	0.053
2	0.13	0.49	0.36
3	0.79	1.55	1.12
4	0.38	1.2	0.77
5	0.13	1.1	0.40
6	2.65	3.4	2.99
7	0.025	0.18	0.068
8	0.145	0.35	0.220

Çizelge 4.19. Araştırmanın Yapıldığı İstasyonlarda Fosfat Konsantrasyonunun Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri (mg/L)

İstasyon No	Minimum	Maksimum	Ortalama
1	0.00612	0.110	0.025
2	0.00612	0.107	0.029
3	0.00612	0.128	0.040
4	0.0122	0.076	0.041
5	0.00612	0.33	0.078
6	0.00612	0.122	0.040
7	0.0122	0.116	0.059
8	0.00612	0.058	0.030

Çizelge 4.20. Araştırmanın Yapıldığı İstasyonlarda Nitrat Konsantrasyonunun Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri (mg/L)

İstasyon No	Minimum	Maksimum	Ortalama
1	0.088	10.632	3.81
2	1.55	7.088	4.035
3	0.177	10.853	3.44
4	1.329	7.309	4.38
5	0.886	6.866	3.30
6	0.664	4.208	2.032
7	1.993	11.518	7.09
8	0.221	3.344	1.686

4.2. İstasyonlara Göre Analiz Sonuçları

4.2.1. Sıcaklık

Araştırma süresince ölçülen sıcaklık değerleri en düşük aralık ayında I. istasyonda, ocak ayında III. istasyonda 6 °C olarak, en yüksek ağustos ayında 24 °C olarak III. istasyonda tespit edilmiştir.

Araştırma istasyonlarında tespit edilen minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.17'de, aylara göre değişimleri ise Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'de 2'şer istasyon esas alınarak verilmiştir.

4.2.2. Florür

Araştırma süresince ölçülen florür değeri en düşük eylül ayında I. istasyonda 0.01 mg/L olarak, en yüksek eylül ayında VI. istasyonda 3.4 mg/L olarak tespit edilmiştir. Florür değerleri bütün istasyonlarda kasım, aralık, ocak, şubat ve mart aylarında yani kış aylarında düşük, bahar ve yaz aylarında ise yüksek olarak bulunmuştur.

İstasyonlar içinde florür değeri en yüksek VI. istasyondur. Bu istasyonun florür değeri kış aylarında düşmesine rağmen diğer istasyonlardan yine de yüksek bir florür konsantrasyonuna sahiptir.

Araştırma istasyonlarında tespit edilen minimum, maksimum ve ortalama florür değerleri Çizelge 4.18'de, aylara göre değişimleri ise Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8'de 2'şer istasyon esas alınarak verilmiştir.

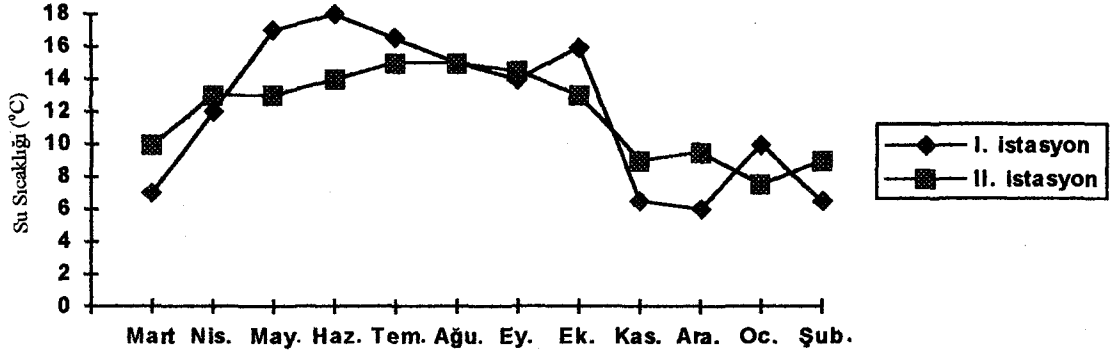
4.2.3. Fosfat

Araştırma süresince ölçülen fosfat değeri en düşük mart, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve aralık aylarında, VIII. istasyon hariç bütün istasyonlarda 0.00612 mg/L olarak bulunmuştur. En yüksek fosfat değeri ise temmuz ayında V. istasyonda 0.33 mg/L olarak tespit edilmiştir.

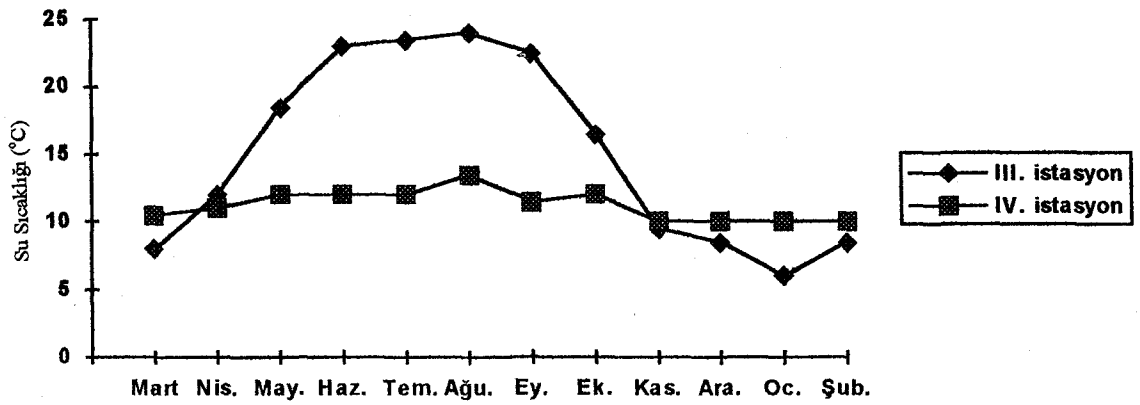
Araştırma istasyonlarında tespit edilen minimum, maksimum ve ortalama fosfat miktarı Çizelge 4.19'da, aylara göre değişimleri ise Şekil 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12'de 2'şer istasyon esas alınarak verilmiştir.

4.2.4. Nitrat

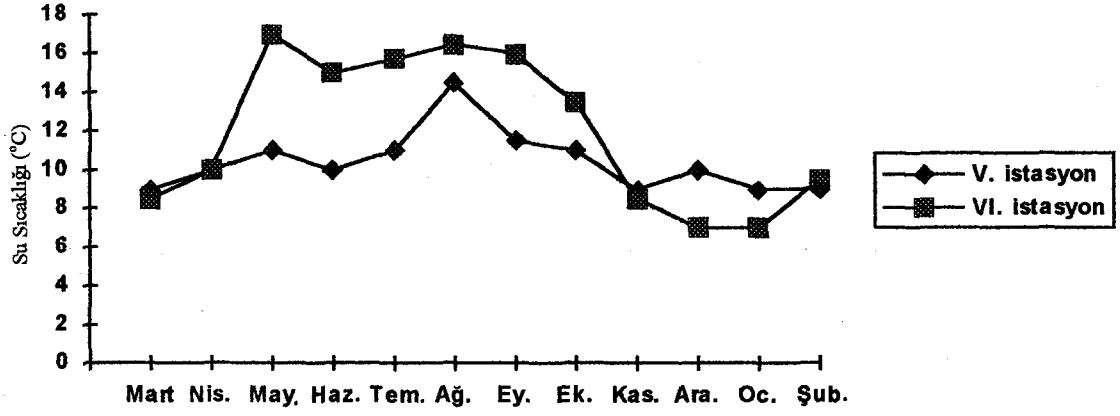
Araştırma süresince ölçülen nitrat değeri en düşük mayıs ayında I. istasyonda 0.088 mg/L olarak, en yüksek ise kasım ayında VII. istasyonda 11.518 mg/L olarak tespit edilmiştir. Genel olarak VII. istasyonda nitrat miktarı, diğer istasyonlara göre daha yüksek oranlarda bulunmuştur.



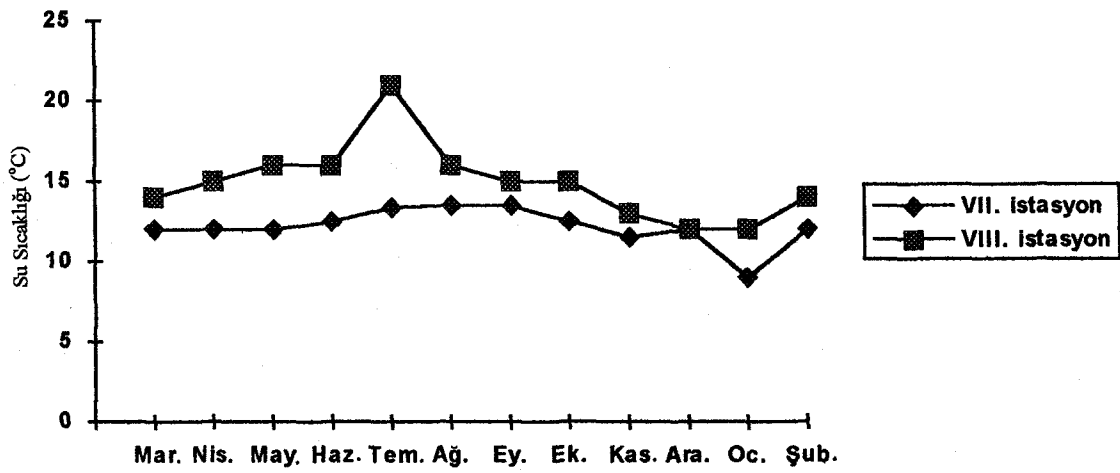
Şekil 4.1. I. ve II. istasyonlarda su sıcaklığı değerlerinin aylara göre değişimi



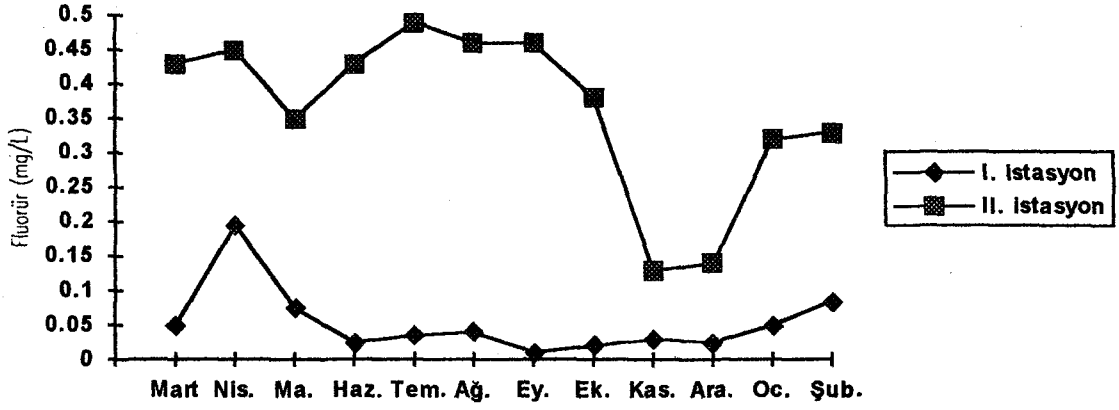
Şekil 4.2. III. ve IV. istasyonlarda su sıcaklığı değerlerinin aylara göre değişimi



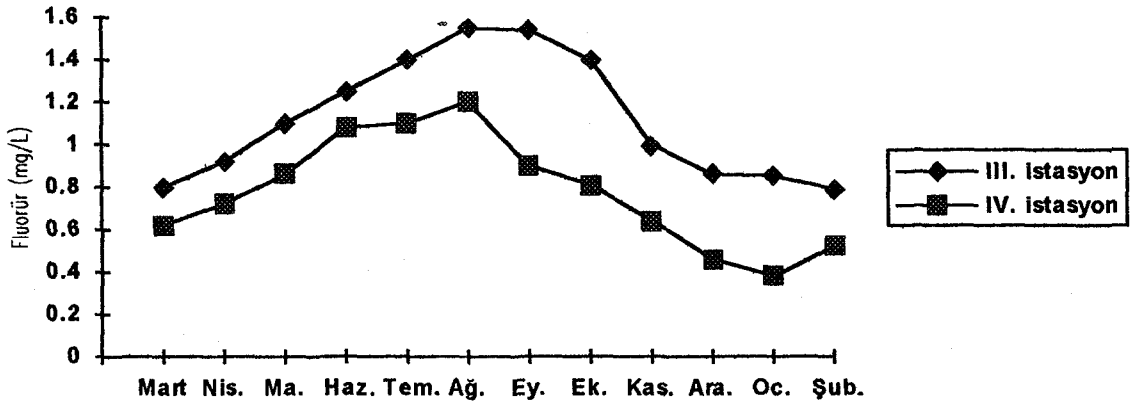
Şekil 4.3. V. ve VI. istasyonlarda su sıcaklığı değerlerinin aylara göre değişimi



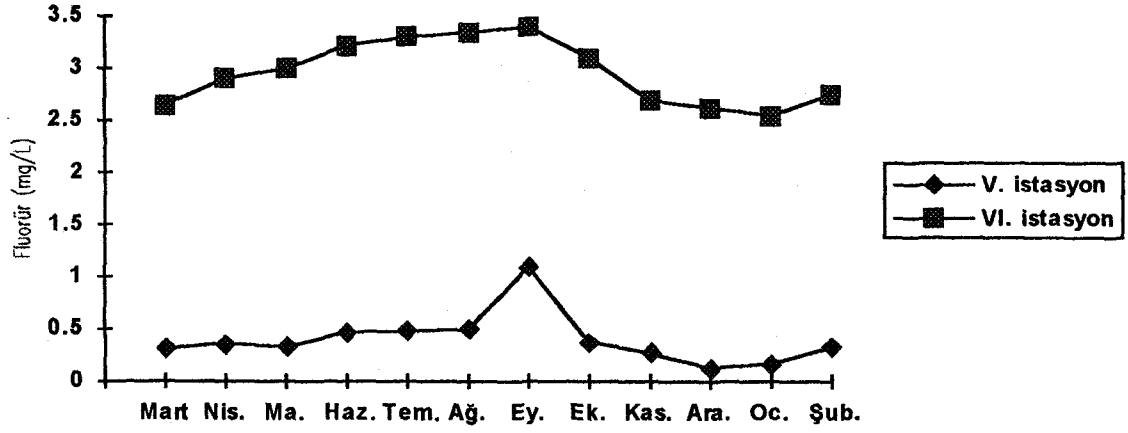
Şekil 4.4. VII. ve VIII. istasyonlarda su sıcaklığı değerlerinin aylara göre değişimi



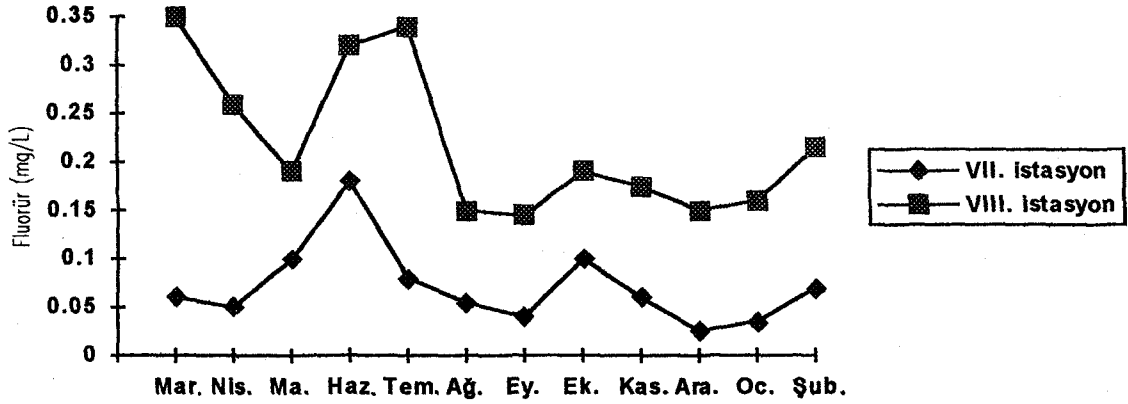
Şekil 4.5. I. ve II. istasyonlarda florür miktarının aylara göre değişimi



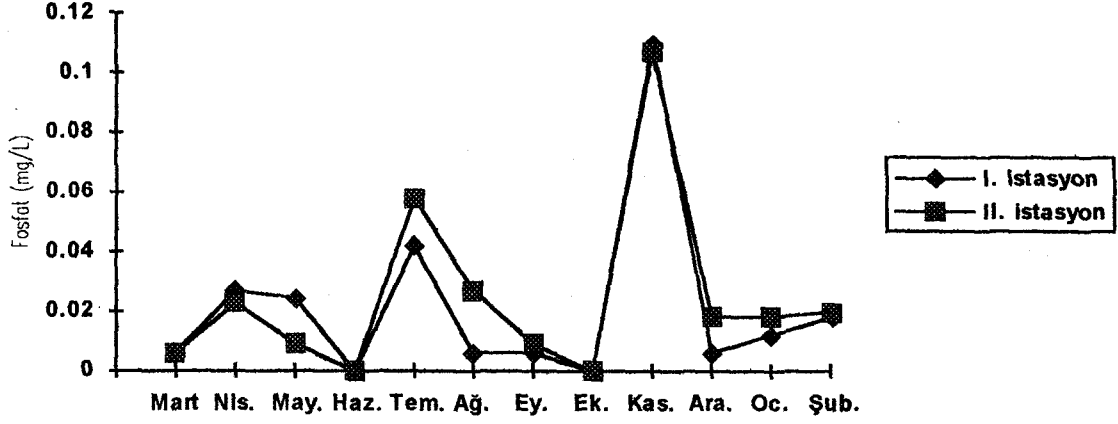
Şekil 4.6. III. ve IV. istasyonlarda florür miktarının aylara göre değişimi



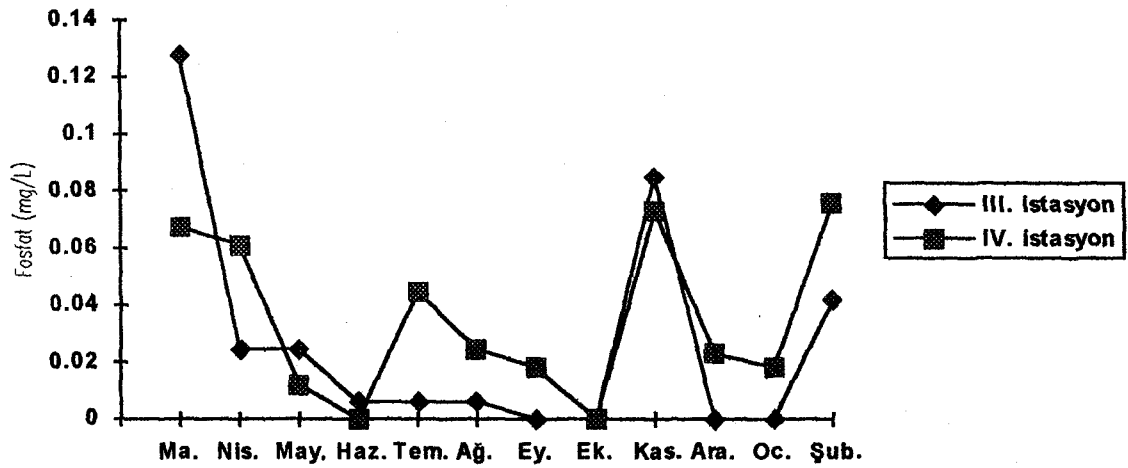
Şekil 4.7. V. ve VI. İstasyonlarda florür miktarının aylara göre değişimi



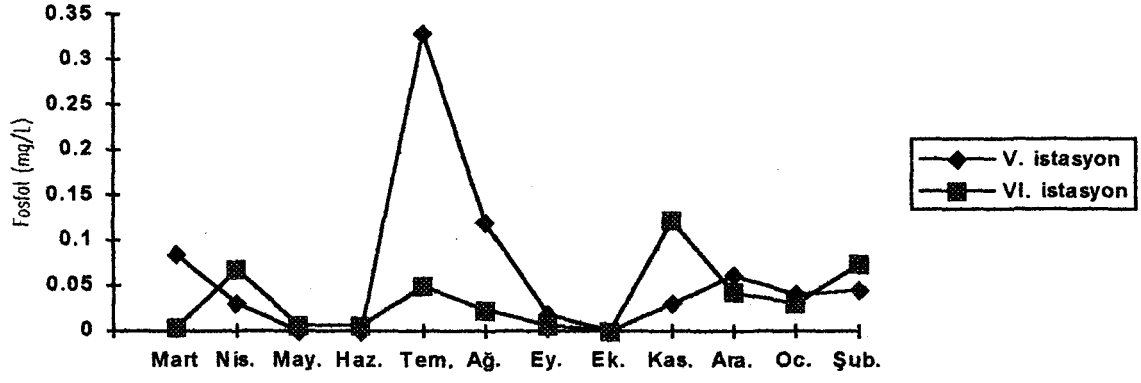
Şekil 4.8. VII. ve VIII. İstasyonlarda florür miktarının aylara göre değişimi



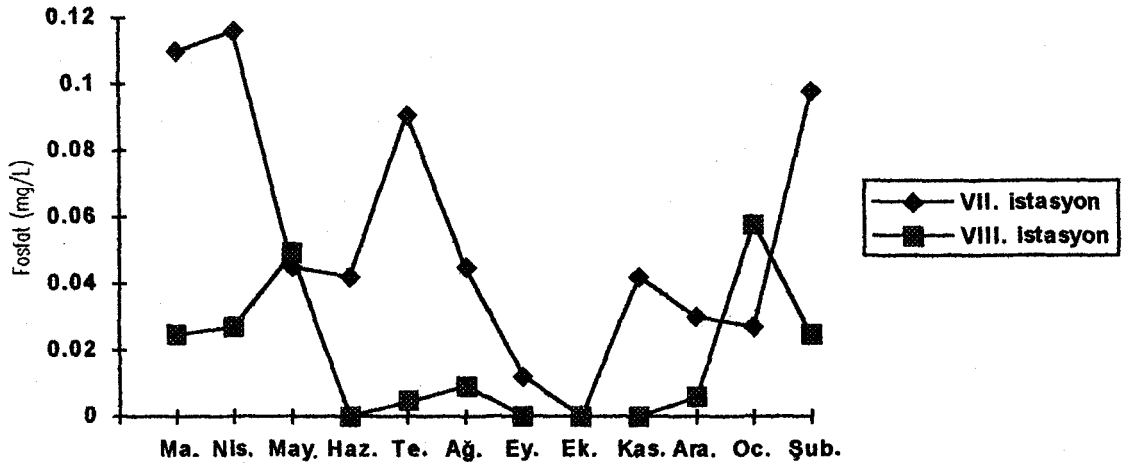
Şekil 4.9. I. ve II. istasyonlarda fosfat miktarının aylara göre değişimi



Şekil 4.10. III. ve IV. istasyonlarda fosfat miktarının aylara göre değişimi



Şekil 4.11. V. ve VI. istasyonlarda fosfat miktarının aylara göre değişimi



Şekil 4.12. VII. ve VIII. istasyonlarda fosfat miktarının aylara göre değişimi

Araştırma istasyonlarında tespit edilen minimum, maksimum ve ortalama nitrat miktarları Çizelge 4.20'de, aylara göre değişimleri ise Şekil 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16'da 2'şer istasyon esas alınarak verilmiştir.

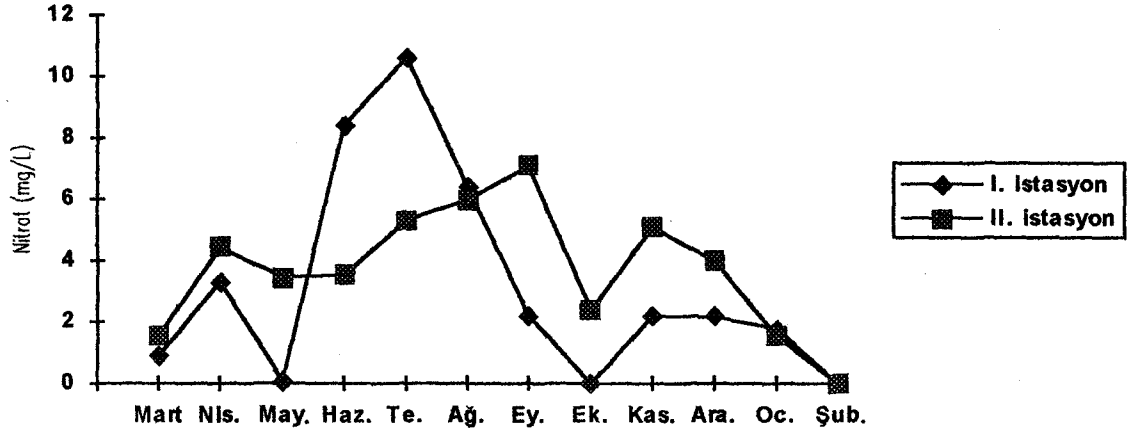
4.2.5. Nitrit

Araştırma süresince, bütün istasyonlardaki nitrit analizi önce kalitatif olarak tayin edilmiş, fakat hiçbir istasyonda nitrit'e raslanmadığı için kantitatif analize geçilmemiştir.

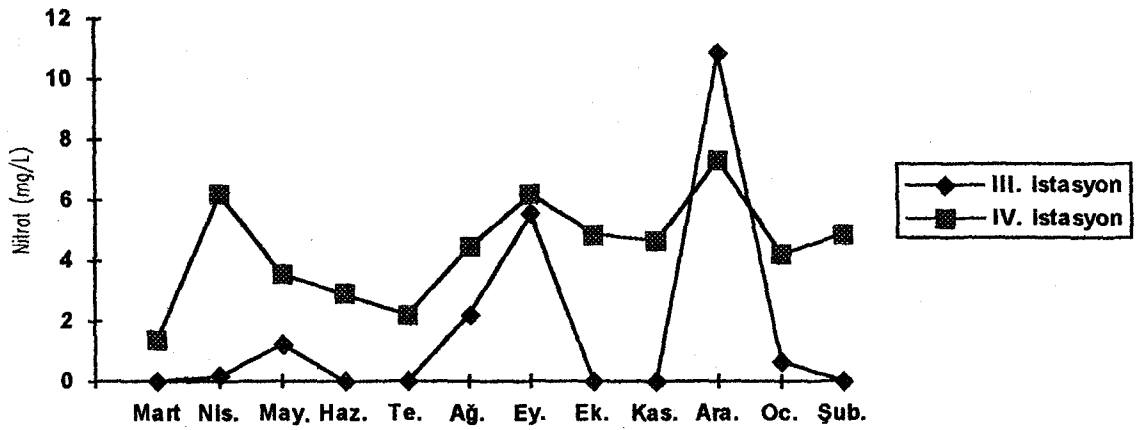
4.2.6. İyodür

Araştırma süresince ölçülen iyot değeri en düşük aralık ayında I. ve VI. istasyonlarda 0.009 mg/L olarak, en yüksek ise aralık ayında 0.05 mg/L olarak bulunmuştur.

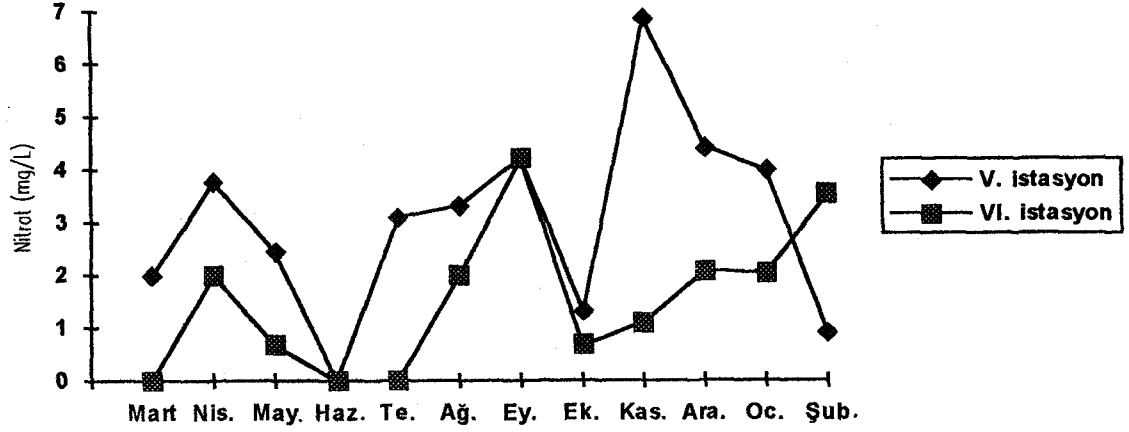
İyodür konsantrasyonuna sadece kasım, aralık ve ocak aylarında rastlanmış diğer aylarda ise eser miktarlarda rastlanmıştır.



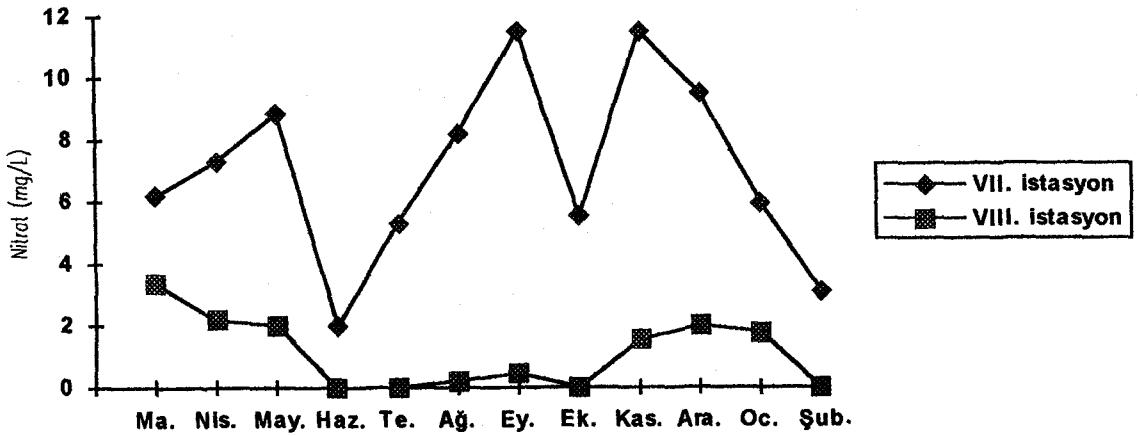
Şekil 4.13. I. ve II. İstasyonlarda nitrat miktarının aylara göre değişimi



Şekil 4.14. III. ve IV. İstasyonlarda nitrat miktarının aylara göre değişimi



Şekil 4.15. V. ve VI. istasyonlarda nitrat miktarının aylara göre değişimi



Şekil 4.16. VII. ve VIII. istasyonlarda nitrat miktarının aylara göre değişimi

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Isparta ili sınırları içinde bulunan ve içme suyu temin edilen istasyonlardaki sıcaklık değerleri mevsimlere bağlı olarak paralel bir şekilde değişmiştir. İstasyonlardan alınan örneklerin sıcaklığı yaz aylarında artmış, kış aylarında ise azalmıştır (Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4). IV nolu istasyon için sıcaklık 10-13 °C arasında, VII nolu istasyon için ise sıcaklık 9-13 °C arasında sabit kalmıştır. Bahsedilen istasyonlar kaynak suları olduğu için sıcaklıkları belli aralıklarda seyretmektedir. Zaten bu durum kaynak sularının karakteristik bir özelliğidir(39).

Bütün istasyonların ortalama sıcaklık değeri ise; 12.35 °C'dir.

İstasyonlardan alınan örneklerdeki florür konsantrasyonu aylar arasında farklılık göstermiştir (Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8). Genel olarak bütün istasyonlardaki florür konsantrasyonu sıcaklığın artması ile birlikte bahar ve yaz aylarında yükselmiş, sıcaklığın düşmesiyle birlikte sonbahar ve kış aylarında ise azalmıştır.

Sri Lanka'da yapılan bir çalışmada da yüksek seviyedeki florür konsantrasyonu kurak iklim kuşağında tespit edilmiştir. Sri Lanka'nın kuzeyindeki yağışlı iklim kuşağında ise daha düşük florür konsantrasyonu tespit edilmiştir(26). Sri Lanka'daki çalışmanın sonuçlarıyla bu yapılan çalışmanın sonuçları paralellik göstermektedir.

Araştırmanın yapıldığı I nolu istasyonda florür konsantrasyonu en yüksek mayıs ve şubat aylarında tespit edilmiştir. Genel olarak bu istasyondaki florür konsantrasyonu düşük olarak bulunmuştur.

II nolu istasyon Karbuz çeşmesidir. Bu istasyonda da en yüksek florür konsantrasyonu temmuz ayında tespit edilmiştir. Sonbahar ve kış aylarında ise florür konsantrasyonu düşmektedir. Bunun sebebi de sonbaharda yağın yağmurlar ve kışın karların yağıp sonra da erimesiyle oluşan kar sularının toprağa sızıp oradan da yeraltı suyuna geçmesiyle florür konsantrasyonu seyrelmesidir. Çünkü Karbuz çeşmesinin suyu, şehir içi derelerinin toplandığı Kanlıdere Maslak adı verilen depodan gelmektedir. Bu istasyon florür konsantrasyonu yönünden Türk İçme Suyu Standartlarına uymaktadır.

III nolu istasyon bir krater gölü olan Gölcük Gölü'dür. Bu göldeki en yüksek florür konsantrasyonu ağustos ayında 1.55 mg/L olarak, en düşük florür konsantrasyonu da şubat ayında 0.79 mg/L olarak tespit edilmiştir. Kısaca Gölcük Gölü'nün florür konsantrasyonu 0.79-1.55 mg/L arasında değişmektedir.

Gölcük Gölü'nün suyu sadece Binbirevler ve Dere mahallesine verilmektedir(36).

Gölcük Gölü'nün florür konsantrasyonu yaz aylarında arttığı kış aylarında ise düştüğü 1982-83 yılları arasında yapılan bir çalışmadan da görülmektedir. Bu çalışmada florür konsantrasyonu Gölcük Gölü'nde 0.90-1.65 mg/L arasında değişmektedir(31).

Gölcük Gölü'nde yapılan başka bir çalışmada da göl suyunun yüksek florür konsantrasyonuna sahip olduğu belirtilmiş(33) ve bu yüksek florür konsantrasyonuna genellikle bahar ve yaz aylarında rastlanmıştır(34).

Türk İçmesuyu Standartlarına göre içme suları 1-1.5 mg/L arasında florür içermelidir. Dünya Sağlık Örgütü standardı da 1.5 mg/L'dir. Dolayısıyla III nolu istasyon olan Gölcük Gölü yaz aylarında standart değeri biraz aşmaktadır.

IV nolu istasyon Milas çeşme suyudur. Milas çeşme suyu bir kaynak suyudur. Bu istasyonda tespit edilen en yüksek florür konsantrasyonu 1.2 mg/L olarak ağustos ayında, en düşük florür konsantrasyonu ise ocak ayında 0.38 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Milas kaynak suyu Isparta-Akdağ volkanı sedimentlerinden (tuf ve pomza) çıkmaktadır. Dolayısıyla bu kaynak suyunda da florür konsantrasyonu biraz yüksektir. Fakat Türk İçmesuyu Standartlarındaki florür değerine uygundur.

V nolu istasyon Isparta deresinin sularının toplandığı bir depodur. Şehrin bazı mahallelerine bu depodan su verilmektedir. Bu istasyonda en yüksek florür konsantrasyonu eylül ayında 1.1 mg/L olarak, en düşük florür konsantrasyonu ise aralık ayında 0.13 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Isparta deresinin il sınırları içinden geçen birçok kolu vardır. Yüzeysel suları da bu dereye karışmaktadır.

V nolu istasyon florür konsantrasyonu yönünden Türk İçmesuyu Standartlarına uygundur.

VI nolu istasyon Andık deresidir. Bu dere, Dere mahallesi sınırları içinde bulunan bir kaynak suyudur. Andık deresinin suları Isparta deresinin suları ile karıştırılarak Kanlıdere Maslak adı verilen bir depoda toplanarak bu depodan şehrin bazı mahallelerine verilmektedir. İstasyonlar içinde florür konsantrasyonu en yüksek olan istasyon Andık deresidir. Bu istasyonda en yüksek florür konsantrasyonu eylül ayında 3.4 mg/L olarak, en düşük florür konsantrasyonu ise ocak ayında 2.55 mg/L olarak tespit edilmiştir.

1982-83 yılları arasında yapılan bir çalışmada da Andık deresinin florür konsantrasyonu yüksek olarak tespit edilmiştir. Bu derenin florür konsantrasyonu 3.1-3.6 mg/L arasında değişmektedir(31). Bu çalışmada da florür konsantrasyonunun yaz aylarında arttığı, kış aylarında ise azaldığı tespit edilmiştir.

1980 - 1990 yılları arasında Isparta ili içme suyu , Ali Köyü, Bozanönü, Çünür ve Davraz Kuyularından, Gölcük gölünden, Andık Deresinden ve çeşitli şehiriçi derelerinden (Yarıkkaya, Aktaş, Kocapınar Suları) sağlanmaktaydı. Bu şehiriçi derelerine genel olarak Isparta Deresi denilmektedir. Özellikle Andık Deresinin suları şehrin bazı mahallelerine direkt olarak verilmekteydi. Andık Deresinin florür konsantrasyonu yüksek olduğu içinde dişlerde Fluorosis (diş minesinin beneklenmesi) meydana gelmektedir(27). Isparta halkının büyük bir çoğunluğunda da bu hastalık bulunmaktadır.

Fakat 1990 yılından beri Andık Deresinin suyu Isparta Deresi ve Gölcük Gölü'nün suyu ile karıştırılarak şehir içindeki bazı mahallelere verilmektedir. Dolayısıyla Florür konsantrasyonu seyrelmekte ve dış sağlığı için tehdit edici bir durum oluşturmamaktadır

VI. İstasyon olan Andık Deresinin suyu Türk İçme Suyu Standartları ve Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suyu standartlarındaki florür konsantrasyonuna göre oldukça yüksektir. Fakat diğer sularla karıştırılarak şehire verildiği için florür konsantrasyonu seyrelmektedir.

1929-1992 yıllarında yapılan meteorolojik ölçümlere göre Isparta ilinin yıllık sıcaklık ortalaması 12.2 °C'dir(30). Isparta için yıllık ortalama sıcaklık dikkate alındığında Dünya Sağlık Örgütü'nce müsaade edilen maksimum içme suyu fluorür konsantrasyonu 1.2 mg/L' dir(31).

VII. İstasyon Ayazma Çeşmesi'dir. Bu çeşme kaynak suyudur. Bu istasyonda tespit edilen en yüksek florür konsantrasyonu 0.18 mg/ L olarak haziran ayında, en düşük fluorür konsantrasyonu ise aralık ayında 0.025 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu istasyonun fluorür konsantrasyonu Türk İçme Suyu Standartları ve Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standartlarına uymaktadır.

VIII. İstasyon ev içme suyu'dur. Bu su Anadolu Mahallesi'ndeki bir evden alınmaktadır. Bu mahallenin suyu Eğirdir gölü'nden gelmektedir. Bu istasyonda tespit edilen en yüksek florür konsantrasyonu mart ayında 0.35 mg/L olarak, en düşük florür konsantrasyonu ise aralık ayında 0.15 mg/L olarak verilmiştir. Bu istasyonun da florür konsantrasyonu Türk İçme Suyu Standartları ve Dünya Sağlık Örgütü İçme suyu standartlarına uymaktadır.

İstasyonlar arasında florür konsantrasyonu yönünden genel bir değerlendirme yapacak olursak; bazı istasyonların florür değerleri içme suyu standartlarına uymakta bazıları ise uymamaktadır. Bütün istasyonların florür konsantrasyonu bahar ve yaz aylarında artmakta, sonbahar ve kış aylarında ise azalmaktadır. İstasyonlar arasında bu değişik değerlerin görülmesi, yağmurlu ve karlı havalarda, yağmur ve kar sularının yüzey sularına karışması ve oradan da içme suyu için kullanılan sulara karışmasından dolayıdır.

İstasyonlardan alınan örneklerdeki fosfat konsantrasyonu aylar arasında farklılık göstermiştir (Şekil 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12).

Araştırmanın yapıldığı I nolu istasyon olan Çünür ve Mehmet Töngü Mahalleleri su deposunda fosfat konsantrasyonu en yüksek olarak kasım ayında 0.110 mg/L olarak, en düşük mart, ağustos, eylül ve aralık ayında 0.00612 mg/L olarak tespit edilmiştir. Fosfat konsantrasyonu'nun kasım ayında yüksek bulunmasının sebebi yağın yağmurların toprağa sızması ve topraktaki fosfatın sulara karışmasıdır. I nolu istasyonun bulunduğu yerde yoğun bir tarım yapılmakta ve bu arazilerde uygulanan fosforlu gübrelerin, drenaj ya da yüzey akış sularıyla sürüklenerek su ortamlarına ulaşmasıyla sulara fosfat

konsantrasyonu artmaktadır. Ayrıca kanalizasyon suları ve evsel atıklardan da deterjan gibi fosfat da sulara karışmaktadır(1). I nolu istasyonun fosfat değeri Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standartlarına uymaktadır.

II nolu istasyon olan Karbuz Çeşmesinde fosfat konsantrasyonu en yüksek olarak kasım ayında 0.107 mg/L olarak, en düşük mart ayında 0.00612 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu istasyonunda fosfat değeri Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standartlarına uymaktadır.

III nolu İstasyon olan Gölcük gölü'nde fosfat konsantrasyonu en yüksek mart ayında 0.128 mg/L olarak, en düşük ise haziran, temmuz ve ağustos aylarında 0.00612 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu istasyonun da fosfat değeri Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standartlarına uymaktadır.

IV nolu istasyon olan Milas Çeşme Suyunda fosfat konsantrasyonu en yüksek 0.076 mg/L olarak şubat ayında, en düşük 0.0122 mg/L olarak mayıs ayında tespit edilmiştir. Bu istasyonun da fosfat değeri Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standartlarına uymaktadır.

V nolu istasyon olan Isparta deresinde fosfat konsantrasyonu en yüksek temmuz ayında 0.33 mg/L olarak, en düşük aralık ayında 0.00612mg/L olarak tespit edilmiştir.

Temmuz ayında bulunan bu yüksek fosfat değeri Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suları için vermiş olduğu maksimum fosfat konsantrasyonu 0.3 mg/L'den biraz yüksek'dir.

Fosfat konsantrasyonunun bu derece yüksek bulunmasının sebebi halı yıkama tesislerinin atık suları, tabakhanenin atık suları, kanalizasyon suyu ve çevredeki iplik boyama ve mermer fabrikalarının atık sularının Isparta deresine karışmasından ileri gelmektedir.

VI nolu istasyon olan Andık deresinde fosfat konsantrasyonu en yüksek kasım ayında 0.122 mg/L olarak, en düşük mayıs, haziran ve eylül aylarında 0.00612 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu istasyonda fosfat konsantrasyonu yönünden Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standartlarına uymaktadır.

VII nolu istasyon olan Ayazma çeşmesinde fosfat konsantrasyonu en yüksek nisan ayında 0.116 mg/L olarak, en düşük eylül ayında 0.0122 mg/L olarak tespit edilmiştir. Diğer istasyonlara nazaran VII nolu istasyonun fosfat konsantrasyonu daha yüksektir. Fakat Dünya Sağlık Örgütü İçme suyu standartlarına uymaktadır. Bu istasyonda fosfat konsantrasyonunun yüksek çıkması bu suyun dışarıdan bazı kirleticiler tarafından kirletildiğini göstermektedir.

VIII nolu istasyonun suyu Eğirdir Gölü'nden gelmektedir. Bu istasyonda fosfat konsantrasyonu en yüksek ocak ayında 0.058 mg/L olarak, en düşük aralık ayında 0.00612 mg/L olarak tespit edilmiştir.

1988 yılında Eğirdir Gölü'nde yapılan bir araştırmada fosfat konsantrasyonu 0.005 mg/L olarak bulunmuştur(20). Bu değer bulunan değerlerle uyum içindedir.

1988-90 yılları arasında yine Eğirdir Gölü ile ilgili yapılan bir araştırmada da fosfat konsantrasyonu 0.06 mg/L olarak bulunmuştur. Bu değerler genelde sonbahar ve kış aylarında ölçülmüştür(21). Bu bulgularla birlikte VIII nolu istasyon Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarına uymaktadır.

Genel olarak istasyonların hepsindeki fosfat konsantrasyonu düşüktür. Fosfat konsantrasyonunun düşük olması da istenen bir durumdur. Şayet yüksek olursa, sular tad ve koku bakımından içilemez duruma gelir ve sonuçta çeşitli hastalıklar ortaya çıkabilir.

İstasyonlardaki nitrat konsantrasyonu genelde bahar ve yaz aylarında artmış kış aylarında ise azalmıştır (4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16). Fakat bu durum bütün istasyonlar için geçerli değildir. I nolu istasyon Çünür ve Mehmet Töngre mahallelerine su verilen istasyondur. Bu istasyon 1996 yılı başında devreden çıkarılmıştır. Sonbahar ve kış aylarında nitrat konsantrasyonu azalmış bahar ve yaz aylarında ise artmıştır. Bu artışın sebebi deponun tarım arazilerinin yoğun olduğu bir bölgede bulunmasından dolayıdır. Tarım arazilerinde azotlu ve fosforlu gübrelerin kullanımı ve yağışlarla birlikte yeraltı sularına karışması ile sulara nitrat konsantrasyonu artmaktadır. 14, 16, 17, 18 nolu makalelerde yapılan çalışmalar da bu sonuçları desteklemektedir.

II nolu istasyon Karbuz çeşmesidir. Bu çeşmeye şehiriçi deposundan su verilmektedir. Bu deponun suyunda Isparta şehiriçi derelerinin suyu ve Andık deresi suyunun karışımı mevcuttur. Bu istasyonda da bahar ve yaz aylarında nitrat konsantrasyonu artmakta kış aylarında ise düşmektedir.

III nolu istasyon Gölcük Gölüdür. Bu istasyonda sadece aralık ayında nitrat konsantrasyonu yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi de kar sularının erimesiyle birlikte toprak katmanları içinde bulunan nitratın göle sızması olabilir.

IV nolu istasyon Milas kaynak suyudur. Bu istasyonda da nitrat konsantrasyonu mevsimler arasında farklılık göstermiştir. Bu istasyonda da aralık ayında en yüksek nitrat konsantrasyonu tespit edilmiştir.

V nolu istasyon Isparta deresinin sularının bulunduğu Kanlıdere Maslak adı verilen bir depodur. Isparta şehiriçi dereleri, tarım arazilerinin, yerleşim birimlerinin ve sanayi atıklarının bulunduğu yerlerden geçmektedir. Dolayısıyla nitrat konsantrasyonunda bazı dönemlerde artma göstermiştir.

VI nolu istasyon Andık deresidir. Bu dereadaki nitrat konsantrasyonu çok yüksek değildir. En yüksek nitrat eylül ayında tespit edilmiştir.

VII nolu istasyon bir kaynak suyu olan Ayazma çeşmesidir. Bu istasyondaki nitrat konsantrasyonu diğer istasyonlara nazaran oldukça yüksek tespit edilmiştir. Eylül ve kasım aylarında nitrat konsantrasyonu 11.518 mg/L olarak bulunmuş, bu değer de içme

suyu için biraz yüksektir. Sularda 5-10 mg/L'nin üzerinde nitrat bulunması bu suyun dışarıdan kirletildiğini göstermektedir. İçme sularında nitrat 25 mg/L'yi aşmamalıdır(1).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Isparta İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğünün yapmış olduğu "gıdalarda nitrat ve nitrit miktarlarının tespiti" konulu çalışmada Isparta ili içme suyundaki nitrat ve nitrit konsantrasyonları tespit edilmiştir. Buradan da görüleceği gibi 1990 yılı eylül ayında Ayazma çeşmesi için 3.553 mg/L NO₃⁻, 1991 yılı nisan ayı için 6.4 mg/L nitrat ve ekim ayı için ise 4.9 mg/L nitrat tespit edilmiştir. Bu da nitrat konsantrasyonunun bu istasyonda yüksek olduğunu göstermektedir(18).

VIII nolu istasyon ise ev içme suyudur. Bu eve su %100 Eğirdir Gölü'nden gelmektedir. Nitrat konsantrasyonu sadece bahar aylarında biraz yüksek, diğer aylarda ise düşük olarak tespit edilmiştir.

1986, 1988 ve 1990 yıllarında Eğirdir Gölü'nde yapılan çalışmalarda da nitrat konsantrasyonu düşük olarak tespit edilmiştir(19, 20, 21).

İstasyonlar için genel bir değerlendirme yapacak olursak; nitrat konsantrasyonu Türk Standartları ve Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suyu için vermiş olduğu standartlara uygundur. Çevreyi ve insan sağlığını tehdit edici herhangi bir unsura sahip değildir.

İstasyonlardan alınan örneklerdeki iyodür konsantrasyonunu sadece kasım, aralık ve ocak aylarında rastlanmış, diğer aylarda ise eser düzeydedir. En yüksek iyodür konsantrasyonu ise aralık ayında VII. istasyonda 0.05 mg/L olarak tespit edilmiştir.

İstasyonlar içinde iyodür konsantrasyonu en fazla olan istasyon, VII. istasyon olarak verilen Ayazma çeşmesi olmasına rağmen bu istasyonun bile iyodür konsantrasyonu oldukça düşüktür.

1980-88 yılları arasında Türkiye genelinde yapılan bir araştırmada illerin % 30'unun içme sularında iyodür eksikliği tespit edilmiştir. İçme sularında iyodür eksikliği önemli düzeyde bulunan iller; Bursa, Rize, Çanakkale, Gümüşhane, Konya, İzmir, Samsun, Eskişehir, Bolu, Bingöl, Denizli, Mardin, Zonguldak, Antalya, Isparta ve Kars illeridir. Sonuç olarak içme sularındaki bu iyodür eksikliğinden dolayı guatr hastalığı oluşmaktadır(40).

Bu çalışma sonucu Türkiye'nin genel olarak endemik bir guatr ülkesi olduğunu ve guatr sorununun %2 sıklık altında bulunan hiç bir bölgesi olmadığını belirtmektedir. Yapılan bu araştırmaya göre endemik guatr bakımından Karadeniz Bölgesi başta gelmektedir. Bu bölgeyi takiben Doğu Anadolu, Ege, Marmara, İç Anadolu, Akdeniz ve en sonuncu olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi gelmektedir(40).

Sivas, Tokat, Çankırı, ve Amasya illerini kapsayan bir araştırmada da sularda iyodür analizi yapılmış ve oldukça düşük konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan dolayı da yöredeki halkın % 96'sı guatr hastasıdır(35).

Görüldüğü gibi iyodür miktarı genelde içme sularında eserdir.

Yukarıda yapılan bu çalışmaların sonuçları Isparta ili içme sularında bulunan iyodür miktarı sonuçları ile paralellik içindedir. Bu sonuç yöre halkı için bir dezavantajdır. Yapılan istatistiklere göre Isparta halkının büyük bir çoğunluğu guatr hastasıdır(41). Tabii ki buda sulardaki iyodür eksikliğinden kaynaklanmaktadır.

Guatr hastalığı, tiroid hormonlarının etkili bir şekilde sentez edilememesinden kaynaklanmaktadır. Normalde etkili bir şekilde tiroid hormonlarının sentez edilebilmesi için bir insanın günde 100-200 mikrogram kadar iyodür alması gereklidir(42).

İstasyonlardan alınan bütün örneklerde Nitrit hiç bulunamamıştır. Nitrit'in olmaması da istenen bir durumdur. Türk İçme Suyu Standartları ve Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standartlarında nitrit konsantrasyonu 0'dır. Nitrit'in içme sularında bulunmaması normal bir durumdur. Çünkü nitrit hemen hava oksijeniyle birleşerek nitrat'a dönüşür. Yani sularda nitrat şeklinde bulunur. Çok kirli sularda bile (lağım suyu gibi) nitrit çok azdır.

Bulunan sonuçlar hakkında genel bir değerlendirme yapacak olursak, nitrit, nitrat, fluorür, fosfat ve iyodür konsantrasyonları genelde Türk İçme Suyu Standartları ve Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standartlarına uymaktadır. Bazı aylarda tespit edilen değerler ise standartlara uymamaktadır. Fakat bu sonuçlar insan sağlığını ciddi bir şekilde tehdit edici nitelikte değildir. Çevreyi kirletici herhangi bir unsur da mevcut değildir.

Bugün için içme sularında insan sağlığını tehdit edici konsantrasyonların bulunmaması gelecek içinde bir garanti değildir. Bu nedenle gelecekte yapılacak olan yapılanma ve planlamalarda çevre kirliliğine yol açmayacak, insan sağlığını koruyacak tedbirlerin alınması ve uygulanmasına dikkat edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. CENGİZ, M., 1991, "Su Kalitesi", Yüksek Lisans Ders Notları. Akdeniz Üniv. Eğirdir Su Ürünleri Yüksek Okulu, 148 s., Eğirdir.
2. CENGİZ, M., 1990, "Su Kirliliği ve Kontrolü", Yüksek Lisans Ders Notları. Akdeniz Üniv. Eğirdir Su Ürünleri Yüksek Okulu, 146 s., Eğirdir.
3. KÜTÜK, H., 1989, "Nitrath Sularm Elektrik Akımı ile Denitrifikasyonu". 19 Mayıs Üniv. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, 345 s. Samsun.
4. SETO, S., OOHARA, M., IWASE, K., 1992, "Some Statistical Characteristics of Concentration and Wet Deposition in Relation to Rainfall Amount for Sulfate and Nitrate in Rain Water", Atmospheric Environment vol. 26 A, No. 16, pp.3029-3038, Printed in Great Britain.
5. Türk İçme suyu Standartları, TS-266.
6. DISSANAYAKE, C.B., WEERASOORIYA, V.R., 1987, "Medical Geochemistry of Nitrates and Human Cancer in Sri Lanka", International Journal of Environmental Studies, vol. 30, pp. 145-156.
7. JOHNSON, C.J., KROSS, B.C., 1990, "Continuing Importance of Nitrate Contamination of Groundwater and Wells in Rural Areas". American Journal of Industrial Medicine. 18: 4, 449-456, USA.
8. MURPHY, A.P., 1991, "Chemical Removal of Nitrate from Water". Nature vol. 350: 6315, pp. 223-225. London.
9. BURKART, M.R., KOLPIN, D.W., 1993, "Hydrologic and Land-Use Factors Associated With Herbicides and Nitrate in Near-Surface Aquifers". Journal of Environmental Quality. vol. 22, n. 4, pp. 646-656, USA.
10. RITTER, W.F., SCARBOROUGH, R.W., CHIRNSIDE, A.E.M., 1993, "Nitrate Leaching under Irrigated Corn". Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.119, n.3, pp.544-553, USA.
11. ITOYAMA, T., YOKOSE, H., 1993, "Some Changes in Nitrate, Calcium and other Ions in Water as They Penetrate Soil Layers". Journal of Environmental Science and Health, Part A: Environmental Science and Engineering v.28, n.1, pp. 235-255, Japan.
12. O'NIEL, H.J., POLLOCK, T.L., BRUN, G.L., DOULL, J.A., LEGER, D.A., BAILEY, H.S., 1992, "Toxic Chemical Survey of Municipal Drinking Water Sources in Atlantic Canada 1985-1988". Water Pollution Research Journal of Canada, v.27, n.4, pp. 715-732, Canada.
13. SCHOCK, S., RAY, C., MEHNERT, E., 1993, "Agricultural Chemicals: Estimating Their Occurrence in Illinois Groundwater". Water Science and Technology, v.28, n.3-5, pp.349-358, USA.

14. BLECK, K.E., LOWE, J.A.H., BILLET, M.F., CRESSER, M.S., 1993, "Observations on the Changes in Nitrate Concentrations Along Streams in Seven Upland Moorland Catchments in Northeast Scotland". *Water Research*, v.27, n.7, pp.1195-1199.
15. KOMOR, S.C., ANDERSON, H.W.J., 1993, "Nitrojen Isotopes as Indicators of Nitrate Sources in Minnesota Sandplain Aquifers". *Ground Water*, v.31, n.2, pp.260-270, USA.
16. SNEED, R.E., JENNINGS, G.D., HUFFMAN, R.L., SMOLEN, M.D., SAFLEY, L.M.J., HUMENIK, F.J., 1991, "Nitrate in Rural Water Supplies in North Carolina". *Symposium on Ground Water Proc. Int. Symp. Ground Water Pract. Publ. by ASCE, New York, NY., USA.* pp.299-304.
17. MULLER, R.E., WIELAND, H., WOLFF, J., 1987, "The Influence on the Quality and Quantity of Groundwater by Sprinkler Irrigation of Waste and Fresh Water". *Verslagenen Mededelingen Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, no.38, pp.635-646, German Federal Republic.*
18. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Isparta İl Kontrol Laboratuvar Müd., Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi Projesi Kapsamında "Gıdalarda nitrat-nitrit Miktarlarının Tesbiti" Konulu Alt Proje. (Baskıda) 1990-91.
19. MERTER, Ü., GENÇ, Ş., TUNALI, Ş., GÖKSU, Z.L., 1986, Isparta ve Yöresindeki Göllerde Su Kalitesi; Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Parametreler. *Tübitak Çağ/45-6, Ankara, 56 s.*
20. TİMUR, M., TİMUR, G., ÖZKAN, G., 1988, Eğirdir Gölü'nün Verimliliğinde Biyolojik ve Kimyasal Faktörlerin Etkinlik Derecelerinin İncelenerek Gölün Doğal Verim Düzeyinin Araştırılmasında Alınması Gereken Önlemlerin Araştırılması. *Akdeniz Üniv. Eğirdir Su Ürünleri Yüksekokulu, Su Ürünleri Müh. Derg. v.1, sayı 1, 1-10.*
21. MENENGİÇ, M., 1991, Eğirdir Gölü Su Kalitesi ve Kirlenme Düzeyinin Tespiti. *Çevre Sorunları Sempozyumu Sözlü Tebliğ, Isparta.*
22. IRLAYICI, A., 1993, "Isparta Ovası Hidrojeoloji ve Yeraltı Suları ile İlgili Çevre Sorunları". *Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniv. Fen Bil. Enst. s.70-71, Isparta.*
23. ÜRÜN, H., BEYRİBEY, M., 1986, "Eğirdir İlçe Merkezi Atık Sularının Göl Suyu Kalitesine Etkisinin Etüdü, Çevre '86 Sempozyumu, E.Ü. Atatürk Kültür Merkezi, s. 6, İzmir.

24. USLU, O., TÜRKMAN, A., 1987, "Su Kirliliği ve Kontrolü", T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müd. Yayınları, Eğitim Dizisi, no.1, 364s., Ankara.
25. KORKMAZ, H., TINKILIÇ, N., ÖZCİMDER, M., 1991, "Akarsu ve Göl Kirliliği ve Kirlilik Kontrol Parametreleri". Göller Bölgesi Tatlısu Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Bildiriler, s.221-231, Isparta.
26. DISSANAYAKE, C.B., 1991, The Fluoride Problem in the Groundwater of Sri Lanka - Environmental Management and Health. International Journal of Environmental Studies, v.38, n.2-3, pp.137-156, Sri Lanka.
27. SAMSAR, E., 1984, "FLuoroz" Akdeniz Üniv. Isparta Mühendislik Fak. Yay., No.15, I. Mühendislik Haftası Tebliğleri, s.45-48, Isparta.
28. GİRİTLİOĞLU, T., 1975, "İçme Suyu Kimyasal Analiz Metotları". İller Bankası, 342 s.
29. GAMSIZ, E., AĞACIK, G., 1981, "Su ve Analiz Metotları". Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müd., 158 s. Ankara.
30. Isparta Yılığ, 1923-1983, 398 s.
31. ORUÇ, N., SANSARCI, H., 1984, "Isparta Şehir Merkezi İçme Sularında Fluorür Miktarının Azaltılması". Akdeniz Üniv. Isparta Müh. Fak. Yay., No.15, I. Mühendislik Haftası Tebliğleri, s.35-44, Isparta.
32. ERDAĞ, A., 1984, "Sulardaki Fluorün Muhtemel Kökeni". Akdeniz Üniv. Isparta Müh. Fak. Yay., No.15, I. Mühendislik Haftası Tebliğleri, s.49-64, Isparta.
33. ÖZGÜR, N., PEKDEĞER, A., BİLGİN, A., 1991, "Batı Toroslar Gölcük / Isparta Yöresi Yeraltı Sularında Bulunan Yüksek Fluorürün Kökeni". Göller Bölgesi Tatlısu Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu. s.233-249, Isparta.
34. ÖZGÜR, N., PEKDEĞER, A., SCHNEIDER, H.J., BİLGİN, A., 1991, Pliocene Volcanism in the Gölcük Area, Isparta / W-Taurides, Proc. Int. Earth. Sc. Congress on Aegean Regions, s.160-170.
35. CENGİZ, S., ATALAY, A., 1986, "Orta Anadolu'da İçme Suları, Toprak ve Sütte F⁻ ve I⁻ Eksikliğine Dayalı Sorunlar ve Önlemleri". Çevre' 86 Sempozyumu, E.Ü. Atatürk Kültür Merkezi, İzmir.
36. Isparta Entegre çevre Projesi Atıksu Fizibilite Çalışması, (Baskıda).
37. SAVAŞ, S., 1992, "Köprüçay Irmağının Eğirdir Gölü'ne Dökülen Kolunda Su Kalitesi Değişimi Üzerine Bir Araştırma". Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniv. Fen Bil. Enst., 95 s., Isparta.

38. KESKİN, H., 1981, "Besin Kimyası", İst. Üniv. Yayınları, Kimya Fak., No: 47
4. Baskı, Cilt 1, 685 s., İstanbul.
39. GELDİAY, R., BALIK, S., 1988, Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniv. Fen
Fak. Kitaplar Serisi No.97, 519s., İzmir.
40. URGANCIOĞLU, İ., HATEMİ, H., 1988," Türkiye'de Endemik Guatr",
Cerrahpaşa Tıp Fakültesi , Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Yayın no.14,
İstanbul, 48 s.
41. 1994-95, "Isparta Devlet Hastanesi İstatistikleri", Isparta.
42. GREENSPAN, F, S., 1995, "Basic and Clinical Endocrinology" Third Edition,
USA, 786s.



ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Bafra'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 1986 yılında 19 Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümüne girerek 1991 yılında mezun oldu. 1993 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. 1994 şubat döneminde yüksek lisans programına kaydoldu.

Evli ve bir çocuk annesidir.

