

Çevre Sağlığı
Temel Kaynak Dizisi
No : 43

2001
ÜÇÜNCÜ BİN YILA HAZIRLANIYORUZ

SU KALİTESİ

Prof. Dr. Çağatay GÜLER

Ankara
1997



TÜRKİYE CUMHURİYETİ

SAĞLIK BAKANLIĞI

Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü

T.C.

SAĞLIK BAKANLIĞI

Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü

Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43

SU KALİTESİ

Prof. Dr. Çağatay GÜLER
Zakir ÇOBANOGLU

Birinci Baskı

Ankara
1997

Sevgili Meslektaşlarımız,

Çevresel etkenler giderek halk sağlığında daha büyük önem kazanmaktadır. Bu ağırlık bir yandan yeni çevresel etkenlerin etkili olmaya başlamasına bir yandan da diğer halk sağlığı sorunlarının kontrol edilmeye başlamasına bağlıdır.

Kişinin kendi sağlığının korunması ve geliştirilmesine yönelik uygulamalardan, doğrudan sorumlu olmasının yanısıra çevre ile ilgili olumsuz davranışların başkalarının sağlığını da tehlikeye düşürebilmesi, konunun önemli bir yasal düzenleme ve yaptırım sorunu olarak da karşımıza çıkmasına yol açmaktadır.

İnsanın dışındaki herşey çevrenin ögesidir. Çevre kişi üzerindeki dış etkenlerin bütünüdür. Çevreyi önce doğal ve yapay çevre olarak ikiye ayırabiliriz.

Çevrede sağlığı doğrudan ya da dolaylı etkileyen önemli etkenler bulunmaktadır. Çevre bir yaşamı sürdürme ve sağlama sistemidir. Su, yiyecek ve barınak bu sistemin en önemli Ögelerini oluşturur. Sağlık açısından bakışımızda çevre üç ana grupta incelenir : Fizik, biyoloji ve sosyokültürel çevre.

Hastalık nedenleri ise bünyesel ve çevresel nedenler olmak üzere iki grupta incelenebilir :

Bünyesel nedenler; gen, hormon ve metabolik kaynaklı olabilir. Bazı bünyesel nedenler bazı hastalıklara daha büyük oranda yakalanmaya yol açabilmektedir. Bunlar insan iç ortamı ile ilişkili bir durumdur. İnsan dış çevrenin etkilerine genetik yapısı ile cevap vermektedir.

Çevresel nedenlerin birincisi fiziksel nedenlerdir. Sıcaklık, soğuk, ışın, travma, içme ve kullanma suyu, atıklar, konuk sağlığı, iklim koşulları, hava ve su kirliliği, yiyeceklerimiz, kamuya açık yerler, sağlığa az ya da çok zarar verebilme olasılığı olan kuruluşlar, mezarlıklar başlıca fiziksel çevre ögeleridir. Çevresel nedenlerin ikincisi kimyasal nedenlerdir. Bunlar, zehirler, kanser oluşuna neden olan bazı etkenler örnek olarak verilebilir. Temel madde eksiklikleri üçüncü neden olarak ele alınabilir. Bazı maddeler vardır ki insanın sağlıklı olabilmesi ve yaşamsal olayların yürütülebilmesi için dışarıdan alınmaları gerekir, insan ya da canlı bunu vücudundaki temel yapı taşlarından sentez edemez. Buna temel maddeler denmektedir. (Vitaminler, esansiyel aminoasitler veya yağ asitleri, mineraller gibi.) Çevredeki biyolojik etkenler ise mikroorganizmalar, asalaklar, mantarlar ve diğer etkenlerden oluşmaktadır. Bunlar canlı vücudunda hastalık yapabilirler. Çağdaş yaşamda sık rastlanan stres vb. durumların dahil olduğu psikolojik etmenlerle, sosyokültürel ve ekonomik etmenleri de çevresel etkenler arasında sayabiliriz.

Bu durumda çevre; hastalıklar için zemin hazırlayan, doğrudan hastalık nedeni olabilen, bazı hastalıkların gidişini ve sonucunu etkileyen, bazı hastalıkların da ya-

yılmasını kolaylaştıran bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bütün çevre olumsuzlukları her dört etkiye de neden olabilir. Hava, su, toprak kirlenmesi doğrudan hastalık nedeni olabildiği gibi, bir kısım hastalıkların yayılımını kolaylaştırabilir ya da bir kısım hastalığın gidişini etkileyebilir.

Fizik ve biyolojik çevre yakından ilişkilidir. Sözelimi iklim canlıların yaşaması ve çoğalmasıyla yakından ilişkilidir. Jeolojik ve coğrafik özellikler toplumlar arasındaki bağlantıyı oluşturmaktadır ve hastalık etkenlerinin yayılımıyla da bağlantısı olabilir.

İnsanlarca oluşturulan yapay çevre koşulları insanlar ve insan toplulukları üzerinde giderek çok daha önemli boyutlarda etkili olmaya başlamıştır. Uzay yolculukları veya denizaltı bilimsel araştırma merkezlerinde olduğu gibi kimi zaman da bu yapay çevre koşulları kişinin varlığını sürdürebilmesi için vazgeçilmez durumdadır.

Çevre sağlığı, bir çok meslek grubunun ekip hizmeti sunmasını gerektiren önemli bir sağlık sorunudur. Bir çok sektörün işbirliği olmadan çevre sağlığı sorunlarının çözümü mümkün olmaz. Toplumun ekonomik yapısı, ekonomik kalkınma çabaları ile bağlantılı olup, kentleşme süreci ile de yakından ilişkilidir. Bunun sonucunda başlangıçta alınacak koruyucu Önlemler pahalı gibi görünse de, sonradan bozulan çevrenin düzeltilmesiyle ilgili çabaların maliyeti ve olumsuz sonuçları gözönüne alındığında daha ucuz bir yöntemdir.

Çevre sağlığı, çevre fizyolojisi, uygulamalı fizyoloji gibi bilim dalları ile yakından ilişkilidir. Uygulamalı fizyoloji ve çevre fizyolojisi çevredeki olumsuz etmenlerin insan ve canlı fizyolojisi üzerindeki etkilerini incelemektedir. Çevre sağlığı halk sağlığının da önemli bir koludur. Sağlık elemanları, sağlık ve çevre mühendisleri çevre sağlığı konusunda işbirliği yapmak zorundadır. Sağlık elemanları çevresel Öğelerin sağlık üzerindeki etkilerini belirleyerek çevre mühendislerine yol gösterirler.

Canlıyı olumsuz etkileyen maddeler genel olarak toksik maddeler olarak adlandırılmaktadır. Zehir anlamına gelir. Toksikoloji günümüzde tek başına bir bilim dalı olarak önemli bir çalışma alanı haline gelmiştir. Klinik toksikoloji, adli toksikoloji gibi dalların yanı sıra giderek çevresel toksikoloji dalları da gelişmiştir. Toksikoloji bu açıdan farmokoloji, patoloji, beslenme ve halk sağlığı dallarıyla yakından ilişkilidir. Toksik maddelerin etkilerinin ilaç yan etkileri, oninleri, etkileme süreci gibi özelliklerine dayanarak yapılması mümkündür. Toksik maddeden etkilenmenin değerlendirilmesi, doz cevap ilişkileri giderek büyük önem kazanan alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Uzun yıllar toplum hekimliği görüşünün hijyenden farklılığı vurgulandı. Bu vurgulama çoğu genç hekimde hijyen kavramının yok sayıldığı gibi bir yanlış anlamaya yol açtı. Oysa bu yaklaşımın amacı toplum hekimliği görüşünün hijyen kavramına

göre daha çağdaş bir yaklaşım olduğunu vurgulamaktı. 1800'lü yılların halk sağlığı yaklaşımının temeli olan hijyenin yadsınması veya yok sayılması söz konusu değildi.

Çevre sağlığının konuları gözden geçirildiğinde çoğunun alınacak önlemlerle radikal olarak ortadan kaldırılabılır özellik taşıması hekimlerde gelecekte çevre ile hekimin doğrudan ilişkisinin kalmayacağı şeklinde yanlış bir kanı da uyandırdı. Bu yanlış kanının dayandığı temeller yok değildi. Bir kanalizasyon sisteminin kurulması, buna bağlı arıtım tesislerinin varlığı insan atıkları ile ilgili bir çok sorunun ortadan kalkmasını sağlayabilirdi. Ancak günümüzde ortaya çıkan sorunlar hekimin çevre sağlığı konuları arasında işlenen bazı temel sorunlarla doğrudan ilişkisinin kalmamasına karşın, çevre sorununun önemli bir boyutunun doğrudan ilgisi olmak zorunda kalacağını gösterdi. Günümüz kaynakları bunu kısaca **çevre hekimliği** terimiyle tanımlamaktadır.

Öte yandan radikal önlemlerle ortadan kaldırılabilir olan çevre sağlığı sorunlarında da toplum bireylerine ve topluluklara yer, zaman ve kişi özelliklerine uygun, pratik çözüm önerileri götürülmedikçe teknik danışmanlık hizmeti sağlanamadıkça ilerleme sağlanması çok zordur. Kimi zaman tek bir beldenin bütün köyle-ri için geçerli bir uygulama biçiminin sunulabilmesi bile zor olmaktadır. Oysa hızla gelişen teknolojiye uyum sağlama çabası içerisindeki ülkemizde yapılan her düzenleme doğrudan ve dolaylı olarak sağlık personeline önemli görevler yüklemektedir. Ülkemizde çevre sağlığı ile ilgili mevzuatın sağlık personeline yüklediği görevler sınıldığından çok ağırdır. Çevre hekimliği yaklaşımı esas alındığında hekim ve sağlık personelinin eğitiminde görev alacak personelin eğitiminde tartışılması gereken konular oldukça kapsamlıdır. Mevzuattaki görev ve yetki karmaşaları ortadan kaldıramadığı sürece bu kapsam doğrudan ve dolaylı olarak alanda çalışan personel tarafından dile getirilecektir. Kimi sanayileşmiş illerde içerik istemi daha çok sanayi tesislerinin çevresel etki değerlendirmesi ile bağlantılı olmaktadır.

Bütün bu noktalar esas alındığında kolay yenilebilir, kısa ve birbirine bağımlı olmadan ilgili bölümlerin sık sık gözden geçirebildiği bir kaynak kitapçıklar dizinin yararlı olacağı sonucuna varılmıştır. Yapılacak katkı ve önerilerle daha da gelişeceğine inandığımız bu dizinin yararlı olmasını diliyoruz.

Prof.Dr. Çağatay GÜLER
H.Ü. Tıp Fakültesi
Halk Sağlığı Anabilim Dalı

Zakir ÇOBANOĞLU
T.C. Sağlık Bakanlığı
Temel Sağlık Hizmetleri
Genel Müdürlüğü

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

Su..8

BÖLÜM 2

Sucul Yaşam 17

BÖLÜM 3

Su Kalitesiyle İlgili Genel ve Mikrobiyolojik Özellikler21

BÖLÜM 4

Suların Kalite Özelliklerine Göre Sınıflandırılması.....33

BÖLÜM 5

Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Bakımından Su41

BÖLÜM 6

Sularda Bulunan Bazı Kimyasal Kirleticiler55

KAYNAKLAR 91

BÖLÜM 1

SU

Tüm canlılar suya bağımlıdır. İnsanların bulmak için çağlar boyu savaş verdikleri, toplumların gelişmesinde temel etken olan su geçmişte pek çok uygarlığın çöküp yok olmasına da neden olmuştur.

Su kaynakları giderek azalmakta, su sorunuyla karşılaşan toplumların oranı giderek artmaktadır. Dünyanın yaklaşık dörtte üçünü kapsayan bir madde için kıt sözcüğünün kullanılması yadırgatıcı olabilir. Giderek yeraltı su tablasının seviyesi düşmekte, yüzeysel ve yer altı su kaynaklarının kirlilik oranı artmaktadır.

Dünyadaki suyun % 97, 6 sı okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak bulunmaktadır. Okyanuslar ise $3, 6 \times 10^8$ km² alan kaplamakta ve 13×10^8 km³ su içermektedir. Her yıl okyanuslardan $3, 8 \times 10^{14}$ ton su buharlaşarak atmosfere karışır. Ancak yağmur her zaman buharlaşma olan yere yağmaz.

Kutuplarda ve buzullarda bağlanmış olan su ise dünyadaki suyun % 1, 9'u kadardır. Buna göre, insanın kullanabileceği su dünyadaki toplam suyun yalnızca % 0. 5'ini oluşturur. Yeraltı suyu, topraktaki nem, akarsular ve göller, hepsi bu oranın içindedir. Her yıl göllerde ve akarsularda yaklaşık $0, 63 \times 10^{14}$ ton su buharlaşır. Yağışlarla yeryüzüne yılda yaklaşık $3,5 \times 10^{14}$ ton su ulaşır. Kutuplardaki buzullar kapladıkları $1,5 \times 10^7$ km² lik alanla yeryüzünde en büyük tatlı su deposunu oluştururlar.

Yeryüzünde kullanılacak suyun sınırlı olması ve teknolojinin ilerlemesiyle insanların su ihtiyaçlarının artmasından dolayı buzullardan ve deniz suyundan tatlı su eldesi çalışmaları uzun yıllardan beri devam etmekte , ancak çok pahalı olan bu yöntemlerden sınırlı olarak yararlanılabilmektedir.

Su tüm özelliklerini hiçbir maddeninkine benzemeyen kendine özgü molekül yapısına borçludur.

18. yüzyılda İskoçya lı bilim adamı Joseph Black gözlem ve deneyimlerine dayanarak suyun ısı kapasitesinin ve ısıyı absorbe etme yeteneğinin yüksek olduğunu saptamıştır. Isı kapasitesi, belli bir maddenin sıcaklığını belli bir dereceye yükseltebilmek için istenen ısı olarak tanımlanmaktadır. Suyu ısıtabilmek için yüksek sıcaklığa gereksinim vardır. Çoğu kez ocakta su ısıtan kişi su kabına dokununca ellerini yakarken, kabın, içindeki su-

yun ılık olduğu gör÷lür. Suyun ısıtıldığı metal kap yaklaşık 10 kez daha hızlı ısınır ve belli bir dereceye gelebilmek için daha az sıcaklığa gereksinime vardır.

Diğer bir yön buzun çöz÷lme sıcaklığının olağanüstü yüksek olmasıdır. Buzun çöz÷lerek tamamen suya dönüşmesinde çevre sıcaklığının değışmediği gör÷lür. Çünkü buz oluşurken çevreye verilen ısı buzun çöz÷lmesi anında absorbe edilir. Su molekülleri arasındaki hidrojen bağı kırılınca buz çöz÷lür. Buzun çöz÷lmesi anında her zaman için çevreden 86 kalori ısı alınır. Donma anında ise bu ısı çevreye geri verilir. Örneğin donma derecesinde bulunan bir seraya gecedен büyük bir su dolu kap bırakıldığında sabahleyin kabın içindeki suyun donmuş olmasına karşın sera içi sıcaklığının dışarıdakinden daha yüksek olduğunu gör÷rüz.

Diğer sıvılarla karşılaştırıldığında suyun yüzeyel gerilimi oydukça yüksektir. Bu özellik suyun bir çok özelliğini etkilemektedir. Bu özelliği porlarda suyun birikimininden diğer bir çok etkisine kadar önem taşımaktadır. Bilinen sıvılar içerisinde katı biçimi sıvı biçiminden daha az yoğun olan maddedir. Donduğunda meydana gelen %8 civarındaki genişlemeye bağlı olarak yoğunluğu düşer. Eğer suyun bu özelliği olmasaydı su donduğunda dibe çökecek ve biyosfer bugün olduğundan daha farklı bir yapıda olacaktı. (1) Bu durumda sucul yaşamın olması mümkün değildi. Suyun donma özelliği hücrelerin donmasına bağlı olarak parçalanmalarının nedenidir. Su güneş ışınlarını geçirdiğinden canlıların su içerisinde veya derinliklerinde laşması mümkün olmaktadır.

Su buharlaşırken ve yoğun şekle dönüşürken eşit olarak aldığı ve verdiği tüm maddelere oranla daha fazladır. Bu durum güçlü hidrojen bağı nedeniyle su moleküllerinin birbirinden ayrılmasının güçlüğünden kaynaklanır. Her bir gram suyun buharlaşabilmesi için yaklaşık 540 kaloriye gereksinime vardır. Eğer su molekülleri arasındaki hidrojen bağları belirtildiği şekilde güçlü olmasaydı kuzey kutbunda su daha düşük sıcaklıkta kaynayacak ve bunun sonucu olarakta dünyadaki Önemli su potansiyeli kısa sürede yok olacaktı.

Su canlıların tüm metabolik olayları ile de doğrudan ilgilidir. Gıda maddelerinin ve artıklarının çözelti şekline dönüştür÷lmesi, bunların vücutta kullanılıp atılması suya bağlıdır. Oksijenin dokulara, dokulardan karbondioksidin akciğerlere taşınması kanın olağan akım hızı ile ilgili olup, bu da suyun varlığına bağlıdır. Kanın yaklaşık % 80 i, gelişen bir embriyonun % 90'ı sudur.

Yaşamın devamı, çeşitli yollarla yitirilen suyun geri alınmasına bağlıdır. Bir insan yılda ağırlığının yaklaşık 5 katı kadar su içer.

Su kalitesi hidrolojik dolaşım, uygulanan arıtım ve dağıtım sistemi gibi değişik faktörlere bağlıdır. Belirli bir suyun sahip olacağı kalite, daha bu-
lutta buhar halinden yağmur damlası haline geçerken oluşmuş olur. Yağ-
mur damlası bir toz partikülünün etrafında oluşur ve toprağa düşerken
havada bulunabilecek diğer toz partiküllerini de toplar. Toz partikülleri
üzerinde genellikle bakteri bulunduğundan, atmosferde ne kadar çok toz
bulunursa o kadar çok da bakteri mevcut olacaktır. Bu nedenle genellikle
yağmur içindeki organizmaların sayısı tozlu sıcak aylarda çok fazladır.
Kar, yağmurdan daha az temizdir, bunun nedeni de kar tanelerinin yüzey-
leri daha geniş olduğundan atmosferdeki asılı partikülleri daha fazla tut-
masındandır. Aynı zamanda karın meydana getirdiği düşük ısı da bakteri-
lerin fazla yaşamasını sağlar. Dolu ise, yağmur ve kardan daha fazla bak-
teri içerir. Bunun nedeni, dolunun oluşması sırasında hava akımları daha
şiddetli olduğundan havada bulunan tozların bulutlara kadar çıkarak
dolunun içine karışmalarıdır. Buzun içindeki bakteri sayısı buzun meydana
geldiği suyun yapısına bağlıdır. Yüzey sularının çoğu temiz olmadığından
bu sulardan meydana gelen buz da temiz değildir. Buzun düşük sıcaklık
derecesi doğal olarak bakterilerin daha uzun yaşamasını sağlar. Bu nedenle
dondurma işlemlerinin bakteriyolojik güvence olarak kabul edilebilmesi
mümkün değildir.

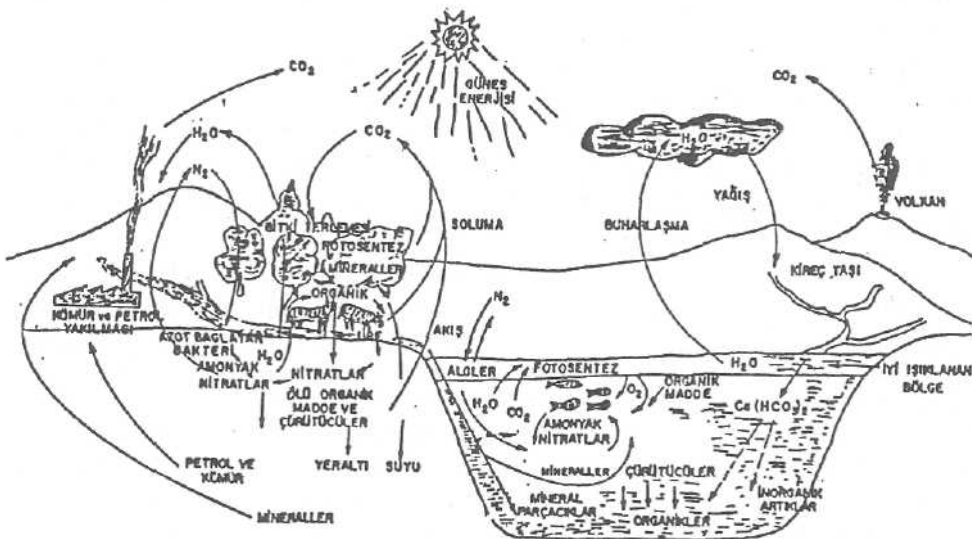
Yağmur damlaları toprağa düşüp yüzeyde akmaya başladıktan sonra
toprak parçacıklarını içine toplar. Bu toprak parçacıkları suya karışırken
beraberlerinde getirdikleri birçok bakteri de suya karışır. Bu bakteriler
sağlık koşullarının uygun olmadığı yerlerde, insan ve hayvanların dışkıları
ile toprağa karışmaktadırlar. Bazı zamanlar suya belirli bitkilerin çıkarmış
oldukları zehirli maddeler de karışmaktadır.

Su, toprağa geçerken filtre olayı nedeniyle içinde bulunan asılı madde-
ler, bakteriler ve diğer mikroorganizmalar da dahil olmak üzere kısmen ve-
ya tamamen temizlenir; fakat bu defa da toprakta bulunan madensel tuzlar
vb. eriyerek suya karışır. Bu nedenle yeraltı sularının içerisinde yüzeyel
sulara göre daha büyük oranda mineral bulunmaktadır. Bu minerallerin
bir bölümünün bulunması istenir bir durumdur. Flor, kalsiyum buna ör-
nek verilebilir. Ancak toksik olan maddelerin hiçbirisinin suyun içerisinde
bulunmaması gerekir. Doğa tarafından meydana gelen bozulmalardan baş-
ka, bir de insanların tarımsal etkinlikleri sonucu kullandıkları gübreleme
veya tarımsal savaş için kullandıkları maddeler nedeni ile de sular bozula-
bilir.

Su kalitesi kriterleri ile su kalitesi standartları arasında ayırım yapmak çok önemlidir. Kriterler suyun güvenli olarak kullanımını sağlayan ve suyun kalitesini bozan değişik maddeler üzerinde getirilen kalitatif ve kantitatif sınırlamalardır.

Standartlar ise, bu kriterlerle beraber belirli kullanım amaçlarını ve kalitesini koruyabilecek şekilde planlanmış gerekli arıtmalar ile denetim yollarıdır. Kriterler bilimsel kararlardır, standartlar su kullanımlarında uyulması gereken kuralları kapsayan uygulanabilir açıklamalardır.

Kriterler ancak yeni bilimsel veriler elde edildikçe değişebilir. Kriterler belirli koşullar altındaki değişimleri ve bazı faktörlerin birbirleri ile olan etkileşimlerini de gözönünde bulundurur. Diğer taraftan, standartlar daha statik olup, çoğunlukla etkenlerin, istatistiksel değişme miktarları için açıklama yapmaksızın normal sonuçlarını veya etkenlerini gösterirler. (2)



Şekil 1.Doğadaki su döngüsü

Tablo 1 de dünyadaki su kaynakları ve özellikleri görülmektedir:

Tablo 1: Dünya'daki su kaynakları ve özellikleri (3)

Yerleşim	Yüzeysel alan (km ²)	Su hacmi (km ³)	Toplam suya göre yüzdesi	Suyun tahmin edilen kalma zamanı
Okyanus	361 000 000	1 230 000 000	97.2	Binlerce yıl
Atmosfer	510 000 000	12 700	0.001	9 gün
Irmak ve akıntılar	-	1 200	0.0001	2 Hafta
Yer altı suyu (yüzeye yakın veya 800 m ye kadar)	130 000 000	4 000 000	0,31	Yüzlerce - binlerce yıl
Göller	855 000	123 000	0,009	Onlarca yıl
Kutuplar ve buzullar	28 200 000	28 600 000	2,15	Onlarcadan binlerce yıla kadar

Tablo 2: Kıtaların su durumu (3)

Kıta (cm/yıl)	Yağış (cm/yıl)	Buharlaşma (cm/yıl}	Akıntı km ³ /yıl	
Afrika	69	43	26	7700
Asya ve Doğu	60	31	29	13000
Avustralya	47	42	5	380
Avrupa	64	39	25	2200
Kuzey amerika	66	32	34	8200
Güney Amerika	163	70	93	16600
Bütün Kıtalar	469	257	212	47980

İçilen suyun kalitesi hemen hemen bütün canlılar için önem taşımaktadır. Bir çok canlı sudaki kirliliğe bağlı olarak varlıklarını sürdüremez hale gelmekte, belirli bir su kütleğinde yokolmaktadırlar. Bazı su yosunu türleri su kirliliği sonucunda seçici olarak üremektedir. Gelişmiş ülkelerde de su kalitesi giderek en çok üzerinde durulan çevre sağlığı sorunlarından birisi olma özelliğini sürdürmektedir. Halen patojenik mikroorganizmalar en önemli kirleticisi öge olma özelliğini sürdürmekle birlikte, artan endüstrileşme, hatalı endüstriyel yerleşim, aşırı gübre ve pestisit kullanımına bağlı olarak su kaynaklarının kimyasal kirlenmesi giderek artmaktadır. Suyun kimyasal izlenmesi giderek patolojik izlenmesine yakın bir izleme sıklığı kazanmaktadır. Endüstri ve tarımda günümüzde 60 .000 in üzerinde kimyasal kullanılmaktadır.

Suyun kalitesi:

1. Yer altı depolama tanklarından sızıntı
2. Tarımsal akıntılar
3. Uygun olmayan endüstriyel uygulamalar
4. Madencilik İşlemleri
5. Atık kimyasalların yer altına enjeksiyonu
6. Korozyon su nedeniyle büyük oranda etkilenebilir. İçme suyunun işlenmesiyle ilgili uygulamaların kendisi de doğrudan su kirliliği nedeni olabilir.

1. İçme suyu
2. Yemek
3. Banyo sırasında deriden emilim
4. Aerosol ve su buharının inhalasyonu bazı kimyasallar su aracılığıyla insan vücuduna girebilmektedir. (4)

Aile üyelerinin maruz kaldıkları su kirleticisi miktarı yaş ve aktivitelerine göre:

1. Solunum
2. Sıvı alımı
3. Kirleticisi konsantrasyonu
4. Buharlaşılabilmek özelliği
6. Emilim değerlerine göre hesaplanabilir. (5)

Ağızdan alınan kimyasallar gibi, uzun süreli yüzme de ağızdan ve deriden kimyasalların alınmasına neden olmaktadır. Bu durum da kimyasalların etkisinde kalma riskini büyük oranda arttırmaktadır. (5)

Endüstriyel su kirliliği kaynakları kağıt hamuru fabrikaları, kimyasal üreten fabrikalar, çelik fabrikaları, tekstil imalatçıları, gıda işlekleridir.

Kentsel su kirlilik kaynakları arasında ise kamuya ait lağım arıtım birimleri en önemlisidir. Özellikle atık çamurun arıtılmadan ve işlenmeden su kaynaklarına yakın biriktirilmesi veya yayılması en önemli kirlilik nedenlerinden birisi olabilir.

Yağmur sularını ve lağımı bir arada taşıyan kombine lağım sistemleri özellikle taşkın durumlarında yüzeyel sızıntılarla su kaynaklarının kirlenmesine neden olabilir.

Tarımsal alanlar, gübrelikler, ekim ve otlatma alanları başlıca tarımsal kirlilik nedenleridir.

Silvikültürel olarak orman yollarının yapılması, yol yapımı, orman işletmesi, orman kesimi vb uygulamaları sayılabilir.

İnşaat sektörü özellikle otoban yapımı, toprak geliştirme çalışmaları vb. nedeniyle kirleticidir.

Madencilik uygulamalarında her türlü maden ocakları, petrol sondajları, cevher biriktirme bölgeleri ve bunlara bağlı sızıntılar kirleticidir.

Sehptik tank sızıntıları; çöp gömme bölgeleri, zararlı atık yoketme bölgeleri önemli kirlilik ögesi olabilir.

Son olarak tüm su müdahaleleri, kanal açma, kuşyu açma, baraj yapma, akıntı banket müdahaleleri suların kirlenmesine yol açabilir.

Su kirliliğinde giderek noktasal kontrol çabaları başarıya ulaşmıştır. Ancak noktasal olmayan kirlenmenin boyutunda giderek artım olmaktadır. Yağmur akıntıları, sızıntılar, kar erimeleri vb. dahil yüzeyel bir çok kirleticiyi taşıyarak yeraltı ve yer üstü su kütlelerine ulaştırmakta bunlar içme suyu kalitesinin ileri derecede bozulmasına neden olmaktadır. Özellikle modern tarım yöntemlerine bağlı noktasal olmayan kirlenme ve kentsel akıntılar çok büyük boyutta yaratmaktadır. Bu tip kirlenmenin kontrolü oldukça güçtür ve su gibi uygun bir taşıyıcı aracılığıyla bir çok kimyasalın insan vücuduna taşınmasında en büyük etkeni oluşturmaktadır. (6-10)

Tablo 3.İçme suyu kirlilik kaynakları

<u>Kaynak</u>	<u>Kirletici</u>	<u>Spesifik kirleticiler</u>
	Koagülasyon maddeleri/korozyon kontrol birimleri	Kireç, kil, alüminyum folifosfatlar, polimerler
Koagülasyon maddeleri ve korozyon kontrol birimlerinde kullanılan maddeler içerisindeki kirletici <i>öğeler</i>	Akriülamid, epiklorhidrin, Metaller.	
Suyun arıtımından sonra dağıtımı	Bağlayıcılar, kaplamalar	Klora lastikten geçen plastizerler, epoksi resinler, katran, polivinil klorür.
	İnorganik maddeler	Kurşun, kadmiyum, bakır, çinko, asbest
	Mikrobiyolojik	Bakteri, virus ve protozoaların yeniden üremesi, sızıntı ve çapraz bağlantılara bağlı kirlenmeler.

BÖLÜM 2

SUCUL YAŞAM

Daha öncede belirtildiği üzere su insan, hayvan ve bitkilerin yaşayabilmesi için vazgeçilmez temel maddelerdendir. Gerek yıkanma gerekse ev işlerinin yapılmasında da büyük miktarda suya gereksinimimiz vardır. Gelişmiş toplumlarda bireyler sürekli sıcak ve soğuk su sağlanmasını zorunlu bir gereksinim olarak kabul etmekte, çok büyük miktarda su ve enerji bu amaçla tüketilmektedir. Aydınlanma için enerji, binalarımızı ısıtma, bitkilerin sulanması, beslenmemiz için gerekli besinlerin yetiştirilmesi amacıyla da bol miktarda suya gereksinim bulunmaktadır. Su aynı zamanda bir çok mikroflora ve mikrofaunaya ortam oluşturur. Suda yaşamakta olan mikroskobik hayvan ve bitkilerin oluşturduğu yaşam sistemi sucul yaşam olarak tanımlanmaktadır. Sucul yaşam biyolojik açıdan ileri derecede önem taşımaktadır. Ancak günümüzde çok az ilgi çekmektedir. Günümüzde insanların etkilemediği habitat kalmamış gibidir. Gözle görünür habitatların yanında mikroflora ve mikrofaunaların yaşadığı habitatlar da yok edilmekte, nitelik değiştirmekte ya da zarar görmektedir.

Toksik kimyasalların yaşanmaz hale getirmediği tüm su birikintileri mikroorganizmaların yaşama bölgesidir. Göller, birikintiler, havuzlar, nehirler. Denizler kendine özgü sayılamayacak kadar çok habitat oluşturmaktadır.

İnsanlar yapay nemli ve sulu ortamlarda oluşturmaktadır. Göletler, kuş banyoları, çayırılık alanlardaki göllenmeler, çimlik alanlar evde saksılarda yetiştirilen çiçekler, hatta hayvan ayak izleri, açılan patika ve yollar ilginç nemli biyotoplar oluşturmaktadır. Bunların kendilerine özgü mikroorganizmaları bulunmaktadır ve doğal mikroorganizma habitatlarından farklılık göstermektedir. Bu habitatların hiç birisi diğerine özdeş değildir ve tek bir grup olarak tanımlanamaz. Buralarda çoğalan mikroorganizmalar:

- 1.Suyun akım hızına
- 2.Tabanda ki suyun bekleme süresine
- 3.Kullanılan toprağın cinsine
- 4.Sıcaklık derecesine
- 5.Oksijen kapsamına
- 6.pH değerine

7. Besin öğelerine (kullanılan toprağın cinsi, kullanılan gübre veya kimyasal) bağlıdır.

Bu yapay ortamlar özellikle kapalı ortamlar açısından dikkatli olarak değerlendirilmelidir. Bunlarla ilgili değerlendirmelerin konutta yaşayanlar açısından önemli etkileri olabilir.

Üretici, tüketici ve bozunmayı sağlayan minicnalılar arasındaki etkileşim suda biyolojik bir denge kurar. Bitkiler ve fitoplanktonlar üreticilerdir. Tüketiciler ise hayvanlar ve zooplanktonlardır. Ölü hayvan ve bitkiler bakterilerin yardımı ile bozunur. Organik olarak kirlenen bütün suların kendi kendini temizleme özelliği vardır. Ancak aşırı artım sucçul yaşamın bütünüyle ölmesine neden olabilir.

Suda serbestçe hareket eden veya geçici olarak bir yere tutunan bütün hayvansal ve bitkisel mikroorganizmalara plankton denmektedir. Planktonlardan bitkisel olanlara fitoplankton hayvansal olanlara ise zooplankton denmektedir. Tatlı su planktonlarına limnoplankton, deniz planktonlarına ise haloplankton denir. Planktonik hayat bütün sucul ekosistem için gereklidir. Bunların büyük çoğunluğu balık ve insekt larvaları için besin oluşturmaktadır.

Fitoplanktonlar

Fitoplanktonlar küçük su yosunları olarak tanımlanabilir. Genellikle tek hücreli bitkilerdir. Başlıca tipleri:

1. Mavi-yeşil su yosunları (Cyanophyta)
2. Öglenalar (Euglenophyta)
3. Altın su yosunları (Chrysophyta)
4. Dinonagellate (Dinophyta)
5. Cryptomonadlar (Cryptophyta)
6. Yeşil su yosunları (Chlorophyta)

Bu fitoplanktonların her birisi suyun niteliği ve besin kalitesi ve mevsimlere bağlı olarak dominant halde bulunabilmektedir. Diatomeler (Bacillariophyta) ilkbahar ve sonbaharda baskın gruba oluşturur. Yeşil algler ilkbaharın son dönemleri ve sonbaharın ilk dönemlerinde baskındır. Mavi yeşil algler özellikle besin öğelerinden zengin sulara yaz aylarında hakim gruba oluştururlar. Eğer besin öğeleri aşırı derecede artacak olursa belirli algler patlama biçiminde ürer ve bu balıkların yaygın biçimde ölmesine neden olabilir.

Zooplanktonlar

Zooplanktonların başlıcaları:

1. Protozoalar
2. Rotiferler (Rotifera)
3. Su pireleri (Cladocera)
4. Crustaceanlar (Crustacea)
5. Phyllopodlar (Phyllopoda)
6. Copepodlar (Copepoda) olarak sıralanabilir.

Zooplanktonların çok iyi yüzme özellikleri vardır ve su miktarındaki azalmalara kolayca uyum sağlarlar. Bazıları sadece bir mevsim yaşarken diğerleri bütün yıl boyunca varlıklarını sürdürebilirler. Bunların yaşamalarına imkan sağlayan başlıca özellikleri biçim değiştirmeleri ve mevsimsel değişimlere bu yolla uyum sağlamalarıdır.

Çok sayıda besin ögesi, kimyasal madde ve toksik madde giderek daha büyük oranda su içerisinde karışmaktadır.

Organik materyalin değişik evrelerinde karakteristik organizmalar üremektedir. Bunlar saprofitik sistemlerin biyoendikatörü olarak kullanılmaktadır. Bunlara saprobe (saprofitik) göstergeler denmektedir. Saprofitik endikatörlerin dört evresi vardır (1) :

1. Polisaprobe : Oksijenden ileri derecede fakir ve çok ağır biçimde kirlenmiş sulardır. (sınıf IV). İşlenmemiş endüstriyel atıkların doğrudan yüzeysel sulara verilmesi bunu yaratan en önemli durumlardandır. Çok beklemiş vazo suyu bunun bir örneği olabilir. Vazodaki kokuşma yüzeysel su kaynaklarındakine benzer. Bu ortamda üremekte olan organizmalar bakteriler ve bunları yiyerek beslenen silialılardır. Mavi yeşil su yosunları, ve amipler buna örnek verilebilir.

2. Alfa-mezosaprob : Yeterli oksijeni bulunan ancak ileri derecede kontamine sulardır. III. sınıfa girer. Bitki ve hayvanlar bulunmaktadır. Başlıca endikatörler mavi-yeşil algler, altın algler, diatomeler, öglmenaidler, kriptomonadlar, yeşil algler, paramesyum (terliksi hayvan), fungal büyümeler, silialılar ve suctorinalar olarak sıralanabilir.

3. Beta-mezosaprob: Sınıf II sulardır. Bol miktarda oksijen içeren hafif kirli sulardır. Bir çok plankton türü bulunmaktadır. Endikatörler mavi yeşil su yosunları, yeşil su yosunları, diatomeler, altın su yosunları, terliksi

hayvan, amipler, heliozonalar, silialılar ve rotiferlerdir. Bu göstergelerin büyük çoğunluğu bozunan materyale ve pH değişimlerine karşı çok duyarlıdır.

4. Oligosaprob:I. Sınıfa giren sulardır. Çok az besin ögesi içeren çok temiz sulardır. Çok az bitki büyümesi söz konusudur. Düşük pH lı asidik bataklık suyu buna örnek verilebilir. Bir çok su canlısı bu ortamda yaşayamaz. Göstergeler arasında mavi-yeşil algler, diatomeler, yeşil algler, paramesyum amip, silialılar, heliozanlar, rotiferler ve filopodlar sayılabilir.

BÖLÜM 3

SU KALİTESİYLE İLGİLİ GENEL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLER

Su kalitesiyle ilgili ölçütlerin temel amacı suyun halk sağlığını tehlikeye düşürebilecek bazı olumsuzluklardan arındırılmasından ibarettir. Sağlığa zararlı bazı maddelerden suyun arındırılması, halk sağlığını tehlikeye düşürebilecek sonuçların engellenebilmesi açısından özellikle önem taşımaktadır. Su niteliği ile ilgili ölçütlerin belirlenmesinde ulusal risk-kazanç analizlerinin esas alınması gereği bir çok uluslararası kaynakta özellikle vurgulanmaktadır (12).

Temel amaçlardan ilki suyun kirlenmekten korunmasıdır. Çünkü ne kadar özenle kirlilikten arındırılırsa arındırılsın suyun kirlenmesine neden olabilecek depolama, taşıma, kullanma kurallarına uyulmadıkça ve bu koşullar sağlanmadıkça kolay kirlenebilir bir maddedir. Eğer kirlilik söz konusu olabilecekse bu kirliliğin erken belirlenmesini sağlayacak izleme ve değerlendirme kurallarının yerine getirilmesi gerekir. Eğer böyledir kirlilik durumu tesbit edilecek olursa gerekli önlemler alınmalı, alınması gereken önlemleri kişi, toplum düzeyinde tüm sağlık personeli bilmelidir.

Diğer amaç suyun insan ve hayvan atıktan ile kirlenmesinin engellenmesidir. Eğer bu sağlanamayacak olursa tüm enfeksiyon hastalıkları özellikle gatroentistinal hastalıklardan toplumun korunması mümkün olmayacaktır. Özellikle bebek, çocuk; yaşlı ve düşkün kişiler su ile kirlilikten en kolay etkilenebilecek grubu oluşturmaktadır. Bu gruplar için enfektif doz genel popülasyondan çok düşüktür.

Sudaki başlıca mikroorganizmalar bitkiler (yosun veya diğer tek hücreliler) ve hayvanlar (protozoaler, kurtlar veya kabuklular) dahildir. Suda patojenik mikroorganizmalar hariç bu canlılardan az miktarda; bulunmasının bir zararı yoktur. Ancak, fazla olursa tad, koku ve filtreleri tıkaması vb. bakımından bazı sorunlar ortaya çıkabilir. Diğer taraftan bu organizmaların çoğu su sistemleri için yararlıdır. Örneğin, protozoaler bakterileri yok ettiklerinden suların kendi kendine temizlenmesine yardım ederler (13).

İçme suyundaki kimyasalların neden olduğu sağlık riski mikrobiyolojik kirleticilerin neden olduğundan az olmakla birlikte giderek miktar ve etkisi artmaktadır. Kimyasalların özellikle sağlığı tehlikeye düşürebilecek boyuta çıkmaları durumunda renk, koku ve tad olarak suyu bozmaları oldukça önemli bir şanstır. Belki de büyük kitlelerin suyun ani kimyasal kir-

liliğine bağı olarak meydana gelebilecek salgınlardan korunabilmelerini sağılayan en önemli durumlardan birisini bu oluşturmaktadır. Ancak akut etkiye neden olmaması sorunun çözümü açısından yeterli değildir. Bir takım kimyasalların biyomagnifikasyon ve diğ er etkileri nedeniyle insan ve canlı dokularında birikebilme özelliğine sahip olmaları, kanserojen bir takım kimyasallar için eşik değ erin bulunmaması, günümüzde kimyasal kirletici riskinin giderek artması sorunun önemini artırmaktadır. Özellikle uzun süre etkilenime bağı olarak önemli sağık etkileri ortaya çıkabilmektedir (2)

Kimyasal dezenfeksiyona bağı olarak ta İstenilmeyen bazı yan ürünler ortaya çıkabilmektedir. Bunların bazıları tehlikeli olabilme eğ ilimindedir. Ancak bunların neden olabileceğı risk suyun dezenfekte edilmemesinin yaratabileceğı riskle karşılaştırıldığında çok düşük oranda kalmaktadır.

Radyolojik sağık riski özellikle doğ al olarak suda bulunabilecek radyonüklidlerin varlığıyla ilişkilidir. Normal koşullarda bu gibi etkenlerle karşılaşabilme riski çok düşüktür.

Sudaki kirlilikle ilgili olarak tüketicinin beş duyusuyla algıladığı özellik değ işimlerine önem vermesi gerekmektedir. Bu nedenle bliinmeyen her suyun önce koklanması, gözle incelenmesi ve çok küçük miktarda tadılmasıyla yapılan değ erlendirme küçümsenmemelidir. İleri derecede bulanık, renk değ işimi olan, kokusu bozuk, tadı bozuk olan bütün sular baştan içilebilir nitelikte olmayan sular olarak kabul edilmeli ve sağık kuruluşlarınca tam bir değ erlendirmeden geçirilmeksizin içilmesinden kaçınılmalıdır.

Suda bulunan ve sağık açısından ileri derecede önem taşıyan bakteriler ş unlardır:

1. *Campylobacter jejuni*, *C. Coli*

Sağık açısından ileri derecede önem taşımaktadır. Ağ ızdan alınmaktadır. Suda orta derecede dayanıklıdır. Klora direnci düşüktür. Önemli hayvan rezervuarı vardır.

2. *Patojenik E. Coli*

Hayvan rezervuarı olan bu bakteri, klora karşı dirençsizdir. Ağ ız yoluyla alındığında yoldan etkili olmaktadır. Suda orta derecede dayanıklı canlılardır.

3. *Salmonella typhi*

Hayvan rezervuarı bulunmamaktadır. Sağlık açısından çok büyük önem taşımaktadır. Ağız yoluyla alındığında etkili olmaktadır. Suda orta derecede dayanabilmektedir ve klora direnci çok düşüktür.

4. *Diğer salmonellalar*

Suda kalıcılıkları yüksektir. Hayvan rezervuarları bulunmamaktadır. Klora dirençleri düşük derecededir. Suda uzun süre dayanabilmektedir. Ağız yoluyla alındığında etkili olmaktadır.

5. *Shigella spp.*

Hayvna rezervuarı bulunmamaktadır. Suda çok kısa süre kalabilmektedir. Klora direnci düşüktür.

6. *Vibrio cholera*

Hayvan rezervuarı bulunmamaktadır. Klora direnci düşüktür ve suda çok kısa süre dayanabilmektedir. Ağız yoluyla alındığında yetkili olmaktadır.

7. *Yersinia enterocolitica*

Ağız yoluyla alındığında gastrointestinal sistemde etkili olmaktadır ve klora direnci düşüktür. Suda uzun süre dayanabilmektedir. Hayvan rezervuarı vardır.

8. *S. Legionella*

Sağlık açısından orta derecede önemli etkenlerden sayılmaktadır. İnhalasyonla alınarak etkili olmaktadır. Suda çoğalabilir. Hayvan rezervuarı bulunmamaktadır. Klordan orta derecede etkilenmektedir.

9. *Pseudomonas aeruginosa*

Hayvan rezervuarı bulunmamakta suda çoğalabilmektedir. Klora direnci orta derecededir. Bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde ağızdan alınması

veya normal kişide deriden temasla bulaşabilmektedir. Klora direnci orta derecededir. Hayvan rezervuarı bulunmamaktadır.

10. *Aeromonas spp.*

Hayvan rezervuarı bulunmamaktadır. Klora direnci düşüktür. Suda çoğalabilmektedir. Sağlık açısından orta derecede önem taşımaktadır. Ağızdan ve deriden etkilidir. Suda çoğalabilmektedir.

11. *Mycobacterium , atypical.*

Sağık açısından orta derecede önemli etmenlerdendir. İnhalasyonla alındığında etkilidir. Deri teması ile etkilidir. Klora direnci yüksektir. Suda çoğalabilmektedir.

Halk sağlığı açısından önemli viruslar şöyle sıralanabilir:

1. *Adenoviruslar*

Ağız yoluyla alındığında, inhalasyon ve deri yoluyla etkilidir. Suda dayanıklılığı tam olarak bilinmemektedir. Klora orta derecede dayanabilmektedir. Hayvan rezervuarı yoktur.

2. *Enteroviruslar*

Hayvan rezervuarı bulunmamaktadır. Klora orta derecede dayanabilmektedir. Ağız yoluyla alındığında etkilidir ve suda kalıcılığı uzundur.

3. *Hepatitis A*

Suda kalıcılığı uzundur ve hayvan rezervuarı bulunmamaktadır. Klora orta derecede dayanmaktadır.

4. *Hepatitis E*

Klordan etkilenme derecesi bilinmemektedir. Suda kalıcılığıyla ilgili bilginiz yoktur. Hayvansal kaynak olasılığı ileri sürülmektedir. Ağız yoluyla alındığında etkili olmaktadır.

5. *Nonvalk virüs*

Klordan etkilenme derecesi bilinmemektedir. Suda kalıcılığıyla ilgili bilgimiz yoktur.

Ağız yoluyla alındığında etkili olmaktadır.

6. *Rotavirüs*

Klordan etkilenme derecesi bilinmemektedir. Suda kalıcılığıyla ilgili bilgimiz yoktur. Ağız yoluyla alındığında etkili olmaktadır. Hayvansal kaynak bulunmadığı belirtilmekte ancak bazı kaynaklar bunu kuşkuyla saymaktadır.

7. *Nonvalk virüsü dışında kalan küçük yuvarlak virüsler*

Ağız yoluyla alındığında etkili olmaktadır. Klordan etkilenme derecesi bilinmemektedir. Suda kalıcılığıyla ilgili bilgimiz yoktur. Hayvansal kaynak bulunmamaktadır.

Halk sağlığı açısından tehlikeli protozoalar ise şöyle sıralanabilir:

1. *Entamoeba histolitika*

Ağız yoluyla alındığında etkili olmaktadır. Klora direnci yüksektir. Hayvansal kaynağı bulunmamaktadır. Suda orta derecede dayanıklıdır.

2. *Giardia intestinalis*

Klora direnci yüksektir. Ağız yoluyla alındığında etkili olmaktadır. Klora direnci yüksektir. Hayvan rezervuarı bulunmaktadır. Suda orta derecede dayanıklıdır.

3. *Cryptosporidium parvum*

Klora karşı direnci yüksektir. Ağız yoluyla alındığında etkilemektedir. Hayvan rezervuarı bulunmaktadır. Suda uzun süre dayanabilmektedir.

4. *Acanthamoeba spp.*

Deriden ve solunum yoluyla alındığında etkili olabilmekte suda çoğala-

bilmektedir. Klora direnci yüksektir ve hayvan rezervuarı yoktur.

5. *Naegleriafowleri*

Deriden etkilidir. Suda çoğalabilmektedir. Klora orta derecede dayanmaktadır. Hayvan rezervuarı bulunmamaktadır.

6. *Balantidium coli*

Ağız yoluyla alındığında etkilidir. Klora orta derecede dayanmaktadır. Suda kalıcılığı tam olarak bilinmemektedir. Hayvan rezervuarı bulunmamaktadır.

Suda bulunan başlıca helmintler şunlardır:

1. *Drancuculus medinensis*

Sağlık açısından önemli risk taşımaktadır. Ağız yoluyla alındığında etkilidir ve hayvansal rezervuarı vardır. Suda orta derecede dayanmaktadır. Klora direnci de orta düzeydedir.

2. *Schistosomia spp.*

Hayvan rezervuarı bulunmaktadır. Klora direnci düşüktür. Suda çok kısa süre kalmaktadır. Sağlık açısından orta derecede önem taşımaktadır. Deriden etkilidir.

Klinik olarak önemli intestinal enfeksiyon gelişmesini etkileyen başlıca faktörler:

1. Sosyoekonomik faktörler(gıda hijyeni, içme suyunun bulunması, atıkların sağlığa uygun olarak uzaklaştırılması ve zararsız hale getirilmesi)
2. Antimikrobiyal savunma sistemleri (gastrik asidite. vb.)
3. Bağışıklık sistemi (antitoksik bağışıklık)
4. Bağırsak sisteminde su emilimiyle ilgili homeostatik mekanizmalar.

Konakçının fizyolojik durumu enfeksiyonun gelişmesi açısından önemli faktörler arasındadır, alınan etkenin enfektif dozu hastalığın meydana gelmesini etkilemektedir. Gastrik asit yapımı ve bağışıklık cevabını etkilemekte olan beslenme dolaylı ve doğrudan en etkili faktörler arasındadır. (14-17)

Tablo: 4-Temiz sulardaki mikroorganizmalar (18)

Gruplar

- Mavi - yeşil alglar (Myxophyceae) :
- Agmenellum quadriduplicatum*
 - Calothrix parietina*
 - Coccochloris stagnina*
 - Entophysalis lemaniae*
 - Microcoleus subtorulosus*
 - Phormidium inundatum* Yeşil alglar
- [Chlorophyceae immobiles) :
- Ankistrodesmus falcatus* var. *acicularis*
 - Bulbochaete mirabilis*
 - Chaetopeltis megalocystis*
 - Cladophora glomerata*
 - Draparnaldia plumosa*
 - Euastrum oblongum*
 - Micrasterias truncata*
 - Rhizoclonium hieroglyphicum*
 - Staurostrum punctulatum*
 - Ulothrix aequalis*
 - Vaucheria geminata*
- Kırmızı alglar (Rhodophyceae) :
- Batrachospermum vagum*
 - Hildenbrandia rivularis*
 - Lemanea annulata*
- Diyatomeler (Bacillariophyceae) :
- Amphora ovalis*
 - Cocconeis placentula*
 - Cyclotella bodanica*
 - Cymbella cesati*
 - Meridion circulare*
 - Navicula exigua* var. *capitata*
 - Navicula gracilis*
 - Nitzschia linearis*
 - Pinnularia nobilis*
 - Pinnularia subcapitata*
 - Surirella splendida*26 (x375)
 - Synedra acus* var. *angustissima*
- Flajeller (Chrysophyceae, Stryptophyceae,
Euglenophyceae, Volvocales des Chlorophyceae)
- Chromulina rosanoffii*
 - Chroomonas nordstetii*
 - Chroomonas setoniensis*
 - Chrysococcus major*
 - Chrysococcus ovalis*
 - Chrysococcus rufescens*
 - Dinobryon stipitatum*
 - Euglena ehrenbergii*
 - Euglena spirogyra*
 - Mallomonas caudata*
 - Phacotus lenticularis*
 - Phacus longicauda*
 - Rhodomonas lacustris*

Tablo :5- Rezervuarların duvar yüzeylerinde görülen mikroorganizmalar (18]

Gruplar

Mavi - yeşil alglar (myxophyceae) :

Calothrix braunii Lyngbya
lagerheimii Lyngbya ocracea
Nostoc pruniforme
Osculatoria tenuis
Phormidium retzii
Phormidium uncinatum
Stigonema minutum
Yolypothrix tenuis

Yeşil alglar (Chlorophyceae immobiles, Charophyceae)

Bulbochaete insignis
Chaetophora attenuata
Chaetophora elegans
Chara globularis
Cladophora crispata
Cladophora glomerata
Drapamaldia glomerata
Gloeocystis gigas
Microspora amoena
Nitella flexillis
Oedogonium boscii
Oedogonium grande
Oedogonium suecicum
Palmella mucosa
Phytoconis botryoides
Pithophora oedogonia
Rhizoclonium hieroglyphicum
Schizomeris leibleinii
Stigeoclonium lubricum
Tetraspora gelatinosa
Ulothrix zonala
Vaucheria geminata
Vaucheria sessilis

Kırmızı alglar (rhodophyceae)

Audouinella violacea
Batrachospermum moniliforme
Compsopogon coeruleus

Diyatomeler (bacillariophyceae) :

Achnanthes microcephala
Cocconeis pediculus
Cymbella prostrata
Epithemia turgida
Gomphonema geminatum
Gomphonema olivaceum
Rhoicosphenia curvata

Tablo 6-Yüzey sularında bulunan mikroorganizmalar (18)

Gruplar

Mavi - yeşil algılar (Myxophyceae) :

Anacystis thermaüs
Cylindrospermum stagnale
Gloeotrichia natans
Gomphosphaeria aponina
Gomphosphaeria wichurae
Lyngbya versicolor
Nodularia spumigena
Nostoc carneum
Oscillatoria agardhii
Phormidiumretzü
Plectonema Tomasiniana
Scytonema tolypothricoides
Spirulina nordsteti

İpliğimsi yeşil algılar [Chlorophyceae,

Chrysophyceae):
Cladophora fracta
Desmidium grevillei
Hyalotheca mucosa
Mougeotiagenuflexa
Mougeotia scalaris
Oedrogoniura tdioandrosporum
Spirogyra nuviatilis
Spirogyra varians
Stigeocolonium stagnatile
Tribonema minus
Ulothrix tenerrima
Vaucheria terrestris
Zygnema pecünatum
Zygnema sterile

İpliğimsi olmiyan hareketsiz
yeşil algılar (Chloropyceae):

Actinastrum
gracillimum
Actinastrum
hantzschii
Ankistrodesmus
falcatus
Botryococcus braunü
Chlorella ellipsoidea

Tablo 7- Kirli Sularda bulunan mikroorganizmalar (18)

Gruplar

- Mavi - yeşil algılar (Myxophyceae) :
- Agmenellum quadriduplicatum
 - Anabaena constricta
 - Anacystis montana
 - Arthrospirajenneri
 - Lyngbya diguetii
 - Oscillatoria chalybea
 - Oscillatoria chlortna
 - Oscillatoria formosa
 - Oscillatoria lauterbomii
 - Oscillatoria limosa
 - Oscillatoria princeps
 - Oscillatoria putrida
 - Oscillatoria tenuis
 - Phormidium autumnale
 - Phormidium uncinatum Yeşil algılar
- (Chlorophyceae immobiles):
- Chlorella pyrenoidosa
 - Chlorella vulgaris
 - Chloroecocum humicola
 - Scenedesmus quadricauda
 - Spirogyra communis
 - Stichococcus bacillaris
 - Stigeoclonium tenue
 - Tetraedron muticum
- Diyatomeler (Bacillariophyceae):
- Gomphonema parvulum
 - Hantzschia amphioxys
 - Melosira varians
 - Navicula cryptocephala
 - Nitzschia acicularis
 - Nitzschia palea
 - Surirella ovata
- Flajeller (Suglenophyceae, Volvocales des Chlorophyceae):
- Carteria multifillis
 - Chlamydomonas reinhardii
 - Chlorogonium euchlorum
 - Cryptoglena pigra
 - Euglena agilis
 - Euglena deses
 - Euglena gracilis
 - Euglena oxyuris
 - Euglena polymorpha
 - Euglena viridis
 - Lepocinclis ovum
 - Lepocinclis texta
 - Pandorina morum
 - Phacus pyrum
 - Pyrobotrys gracillis
 - Pyrobotrys stellata
 - Spondylomorom quatemarium

Tablo 8.-Tat ve koku değişikliklerine neden olan mikroorganizmalar (18)

Gruplar

Mavi - yeşil aiglar (Myxophyceae):

Anabaena circinalis
Anacystis cyanea
Aphanizomenon Uos-aquae
Cylindrospermum musicola
Gomphosperia lacustris
Oscillatoria curviceps
Revularia haematites

Yeşil aiglar (Chlorophyceae immobiles, v.s.):

Chara vulgaris Cladophora insignis
Cosmarium portianum
Dictyosphaerium ehrenbergianum
Gloeocystis planctonica Hydrodictyon
reticulatum Nitella gracilis Pediastrum
tetras Scenedesmus abundans
Spirogyra majuscula Staurastrum
paradoxum

Diyatomeler (Bacillariophyceae):

Asterionella gracillima
Cyclotella compta Diatoma
vulgare Fragilaria
construens Stephanodiscus
niagarae Synedra ulna
Tabellaria fenestrata

Flajeller (Chrysophyceae, Euglenophyceae, v.s.):

Ceratium hirundinella Chlamydomonas
globosa Chrysosphaerella longispina
Cryptomonas erosa Dinobryon divergens
Euglena sanguinea Glenodinium palustre
Mallomonas caudata Pandorina morum
Peridinium cinctum Synura uvella
Uroglenopsis americana Volvox aureus

Tablo:9-Fütrelerin tıkanmasına neden olan mikroorganizmalar {18}

Gruplar

Mavi - yeşil alglar (Myxophyceae) :

Anabaena flos-aquae
Anacysus dimidiata (Chroococcus turgidus)
Gloeotrichia echinulata
Oscillatoria amphibia
Oscillatoria chalybea
Oscillatoria ornata
Oscillatoria princeps
Oscillatoria pseudogeminata
Oscillatoria rubescens
Oscillatoria splendida
Rivularia dura

Yeşil ve sarı - yeşil alglar (Chlorophyceae
immobiles, v.s.):

Chlorella pyrenoidosa
Cladophora aegagropila
Colesterium monilifemm
Dichotomosiphon tuberosus
Dictyosphaerium pulchellum
Hydrodictyon reticulatum
Mougeotia sphaerocarpa
Palmella mucosa
Spirogyra porticalis
Tribonema bombycinum
Ulothrix variabilis
Zygnema insigne

Diyatomeler (Bacillariophyceae):

Asterionella formosa
Cyclotella meneghiniana
Cymbella ventricosa
Diatoma vulgare
Fragilaria crotonensis
Melosira granulata
Melosira varians
Navicula graciloides
Navicula lanceolata
Nitzschia palea
Stephanodiscus binderanus
Stephanodiscus hantzschii
Synedra acus
Synedra acus
Synedra acus var. radians (S. delicatissima)
Synedra pulchella
Tabellaria fenestrata
Tabellaria flocculosa Pigmanlı

flajeller (Chrysophyceae, v.s.):

Dynobryon sertularia
Peridinium wisconsinense
Trachelomonas crebea

BÖLÜM 4

SULARIN KALİTE ÖZELLİKLERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

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

Buna göre sular;

1. Kullanım amaçlarına göre;

1.1. İçme suları

1.2. Rekreasyon suları

1.3. Şifalı özellikleri bulunan sular,

1. 4. Sulama suyu

2. Kaynaklarına göre;

2. 1. Yüzeysel suları (Dere, çay, nehir, göl, baraj vb.) 2.

2. Yeraltı suları şeklinde incelenebilir.

Suları amacımıza uygun olarak yüzeysel sular ve yeraltı suları olarak iki grupta inceleyebiliriz.

Yüzeysel Sular:

Ülkemizde deniz sularından içme suyu kaynağı olarak yararlanılmadığı için. akarsu, göl ve baraj rezervuarlarında biriken sular yüzeysel sular olarak tanımlıyoruz.

Birçok yerde akarsular kanalizasyon atıkları da dahil olmak üzere, organik maddeler tarafından aşırı derecede kirletilmektedirler. Sanayi kentlerinde de yine akarsular organik ve inorganik maddelerle kirlenmektedir. Göl sularında akarsulara göre daha az bakteri bulunmaktadır. Göllerin ortalarından alınan sular, kıyılara yakın yerlerden alınan sulardan daha temizdir.

Kısacası, yüzeysel suların kalitesi çoğunlukla düşüktür, çünkü kirli ve mikroplu olması yanında çok defa akıdaki katı maddeler içermesi nedeniyle bulanıktır. Genellikle suyu bir yerde bekleterek içindeki maddeleri çöktürmek ve güneşin renk giderme özelliğinden yararlanarak da rengini

açmak suretiyle kalitesini düzeltmek mümkündür. Bekletmekle aynı zamanda suyun içindeki bakteriler, doğal ömürlerini tamamlayarak ölürler.

Sular kalitelerine göre(19) yüksek kaliteli, az kirlenmiş, kirli ve çok kirlenmiş su olmak üzere dört sınıfta değerlendirilir.

1. Yüksek kaliteli sular (I. Sınıf)

- a. Yanlız dezenfeksiyon ile içme suyu olarak
- b. Rekreatyonal amaçlar için(yüzme gibi vücut teması gerektirenler)
- c. Alabalık üretimi
- d. Hayvan üretimi ve çiftlik İhtiyacı

2. Az kirlenmiş sular (H. Sınıf)

- a. İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu olarak
- b. Rekreatyonal amaçlar için
- c. Balık üretimi (Alabalık hariç)
- d. Sulama suyu olarak
- e. I. Sınıf sular dışında kalan diğer kullanımlar için

3. Kirlenmiş sular (m. Sınıf)

Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren sanayiler hariç, uygun bir arıtmadan sonra sanayide kullanılabilir.

4. Çok kirlenmiş sular (IV. Sınıf)

Yukarıda açıklanan sular dışında kalan kalite olarak düşük kalitedeki sulardır.

Tablo 10-Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri(Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreler)

Su Kalite Parametreleri	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
Sıcaklık (0°C)	25	25	30	30
pH	6. 5-8. 5	6. 5-8. 5	6. 0-9. 0	6. 0-9. 0 dışında
Çözünmüş Oksijen (mg O ₂ /l)	8	6	3	3
Oksijen Doygunluğu (%)	90	70	40	40
Klorür iyonu(mg Cf/l)	25	200	400	400
Sülfat İyonutm _g SO ₄ ⁼ /l)	200	200	400	400
Nitrit Azotu (mg NO ₂ "-N/l)	0. 002	0. 01	0. 05	0. 05
Nitrat Azotu (mg NO ₃ "-N/l)	5	10	20	20
Toplam fosfor (mg PO ₄ "-P/l)	0. 02	0. 16	0. 65	0. 65
Toplam Çözünmüş Madde(mg/l)	500	1500	5000	5000
Renk(Pt-Co birimi)	5	50	300	300
Sodyum (mg Na ⁺ /l)	125	125	250	250

Kaynak: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

Tablo 11 - Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri
(Organik Parametreler)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
KOl(mg/l)	25	50	70	70
BOl(mg/l)	4	8	20	20
Organik Karbon(mg/l)	5	8	12	12
Toplam Kjeldahl -Azotu(mg/l)	0. 5	1.5	5	5
Metilen Mavisi Aktif Maddeleri (MBAS) (mg/l)	0. 05	02	1	15
Fenolik Maddeler(Uçucu) (mg/l)	0. 002	0. 01	0. 1	0. 1
Mineral Yağlar ve Türevleri (mg/l)	0.02	0. 1	0. 5	0.5
Toplam Pestisit[mg/l]	0. 001	0. 01	0. 1	0. 1
Emülsifiye yağ ve gres(mg/l)	0. 02	0.3	0. 5	0.5

Kaynak: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

Tablo: 12-Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri
(İnorganik Kirlenme Parametreleri)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
Cıvafmikro g/l)	0. 1	0. 5	2	2
Kadmiyum (mikro g Cd/1)	3	5	10	10
Kurşun (mikro g Pb/1)	10	20	50	50
Arsenik (mikro g As/1)	20	50	100	100
Bakır (mikro g Cu/1)	20	50	200	200
Krom(Toplam} (mikro g Cr/1)	20	50	200	200
Kromfmikro g Cr ⁺⁶ /l)	Ölçülemek kadar az	20	50	50
Kobalt(mikro g Co/1)	10	20	200	200
Nikel (mikro g Ni/1)	20	50	200	200
Çinko (mikro g Zn/1)	200	500	2000	2000
Siyanür (toplam) (mikro g CN/1)	10	50	100	100
Florûr (mikro g F" /l)	1000	1500	2000	2000
Serbest Klor (mikro g C12/1)	10	10	50	50
Sülfür (mikro g S ⁼ /l)	2	2	10	10
Demir (mikro g Fe/1)	300	1000	5000	5000
Mangan (mikro g Mn/1)	100	500	3000	3000
Bor (mikro g B/l)	1000	1000	1000	1000
Selenyum (mikro g Se/1)	10	10	20	20
Baryum (mikro g Ba/1)	1000	2000	2000	2000
Alüminyum (mikro g Al/l)	0.3	0.3	1	1
Radyoaktivite (pCi/1)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	10
beta-aktivitesi	10	100	100	100

Kaynak: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

Tablo 13- Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Bakteriyolojik Parametreler)

Su Kalite Parametreleri	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
Fekal Koliform(EMS/100 mi)	10	200	2000	2000
Toplam Koliform(EMS/100 mi)	100	20000	100000	100000

Kaynak: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

Yeraltı Suları:

Yeraltısuyu, kum, çakıl gibi dağınık taş birikintilerinin bulunduğu bir yerde örneğin bir vadi tabanında, alüvyonlu bir ovada yeri kazarak kuyu açarsak, bu açılmış yerin içinde su toplanır. Bu sular açılan deliğin veya oyuğun yanlarından buraya doğru olan sızıntılarla birikmiştir. Buna göre, bu suyun daha derinlere süzülüp akması, alttaki bir geçirimsiz tabaka tarafından engellenmiştir. (3) Yerin içindeki bu suya yeraltısuyu diyoruz.

Başka bir deyişle, yeraltısuyu, yerkabuğundaki geçirimli jeolojik ortamın doygun bölgesinde bulunan ve kıyıları, kaynakları, akarsu, göl ve deniz gibi su kütlelerini besleyen sudur. (4)

Yeraltısularından yararlanma, insanoğlunun yeryüzünde var oluşu ile başlar. İlk insanlar bir yandan hayvanların su aramalarını görerek bir yandan da içgüdülerini kullanıp kendilerine gerekli suyu bulmağa çalışmışlardır.

Eski uygarlıkların yerleşmelerini akarsu ya da su kaynaklarının etrafında kurdukları görülür. Bol sulu bölgelerde tarım ve sanayinin geliştiği, bazan susuzluktan dolayı tarihte büyük göçlerin başladığı da bilinen bir gerçektir.

Eski İranlıların, Mezapotamyalıların, Mısırlıların ve Çinlilerin yeraltısularından yararlanmak için derin kuyular açtıkları, kilometrelerce uzunlukta kehriz (tüneller) kazdıkları bilinmektedir. Yusuf Peygamberin Kahire’de 90. 5 m. derinlikte som kaya içinde açtırmış olduğu kuyu sanat ve işçilik yönünden bugün de insanları hayran bırakmaktadır. Dikdörtgen kesitli bu kuyunun 50 m. lik ilk kısmı 5. 50 X 7. 30 m., 40 metrelik ikinci kısmı ise daha küçük boyutta (4 X 4 m) ayrı bir eksen üzerinde açılmıştır. Suyun 90

m. derinlikten almış ilkel fakat pratik bir sistemle sağlanmıştır. Yakup Peygamberin kuyusunun da 46 m. derinlikte, 2. 30 m. çapında olduğu, zamanla dolduğu ve kullanılmaz hale geldiği bilinmektedir.

Milattan önce 6. asırda Yunanlılar ve 3. asırda Romalılar, şehirlerinde çeşitli su yapıları inşa etmişlerdir. Bunlardan büyük bir kısmı günümüze kadar gelmiş bulunmaktadır.

Kurak ve yarı kurak bir bölge olan ülkemizde de yeraltısularından yararlanma düşüncesi çok eskidir. Bugün çeşitli yerlerde gördüğümüz yeraltı suyu yapıları, kuyular, kehrizler bu düşüncüyü desteklemektedir. Türkler de yerleşik düzene geçtiklerinde, kuyular ve galeriler açmışlar; sarnıçlar, çeşmeler, sebiller ve bendler inşa etmişlerdir. (20)

Cumhuriyetin ilanından sonra şehir ve köylerin su ihtiyacını karşılamak için yeraltı suyu araştırmaları yapılmış, bugünde araştırmalarla birlikte modern sondaj aletleriyle derin kuyular açılarak yeraltı suyundan arazi derecede yararlanma yoluna gidilmiştir.

Yeraltı suları, insan sağlığını doğrudan ilgilendirdiği gibi değişik mühendislik hizmetlerini de çeşitli yönlerden ilgilendirir. Tarımla uğraşanlar, sulama ve hayvancılıkta, taban suyunun düşürülmesi ve verimsiz, çorak arazilerin yararlı hale getirilmesi açısından, inşaatla uğraşanlar, ternellerdeki deformasyonları doğurma, şevlerin, tünel ve yollardaki kazıların stabilitesini bozma ve betona zararlı etki yapma açısından, madenciler, verimi azaltma, ocağı boğma ve kazalara yol açma nedenlerinden dolayı yakından ilgilidir.

Yeraltı suları kalitelerine göre üç sınıfta ele alınmıştır (19)

1. Yüksek kaliteli yeraltı suları (I. Sınıf)

İçme suyu ve gıda sanayi olmak üzere her türlü amaç için kullanılabilen yeraltı sularıdır. Gerekli görüldüğünde uygun bir dezenfeksiyon yapılabilir. Yanlızca havalandırma ile gerekli oksijen sağlanıyorsa bu gibi sularda I. Sınıf yeraltı suyu olarak kabul edilebilir.

2. Orta kaliteli yeraltısuları (II. Sınıf)

Bir arıtma işleminden sonra İçme suyu olarak kullanılabilen sulardır. Bu sular tarımsal su ve hayvan sulama suyu veya sanayide soğutma suyu olarak herhangi bir arıtma işlemine gerek duyulmadan kullanılabilir.

3. Düşük kaliteli yeraltı suları (III. Sınıf)

Bu suların kullanım yeri, ekonomik, teknolojik ve sağlık açısından sağlanabilecek arıtma derecesi ile belirlenir.

İçinde bakteri bulunmayan suların önemli bir kısmı kaynaklardan ve derin kuyulardan gelmektedir. Suyun temizlik derecesi süzöldüğü toprağın cinsine ve kalınlığına ve süzölen suyun kirlenme derecesine bağılıdır. Bununla birlikte yeraltı sularında fazla miktarda erimiş mineral bulunması dezavantajdır.

Bakteri bakımından en güvenli sular, kum ve kumtaşı formasyonundan süzölen sulardır; çünkü bu formasyon çok iyi bir filtre görevi yapar. Kum ne kadar ince olursa filtre de o kadar iyi olacaktır. Çakıl depozitlerinden süzölen sular genellikle filtre olmazlar; kalker formasyonlarında ise yarık ve çatlaklar bulunabileceğinden bu formasyonlar, mikrop organizmalar ca kirlenmiş suların daha hızlı ve daha uzak mesafelere taşınmasına neden olurlar.

BÖLÜM 5

FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN SU

İçme suyu tüketimi ile ilgili veriler yeterli değildir. Kanada, Hollanda ve İngiltere'de yapılan çalışmalar günlük kişi başına içme suyu tüketiminin 2 litreden az olduğunu göstermektedir. Su alımı iklim, fiziksel aktivite, kültür vb. Özelliklere bağlı olarak değişim göstermektedir. 25 °C üzerindeki sıcaklık değerlerinde su tüketiminde hızlı bir artım meydana gelmektedir. Çocuk ve infnatlar yetişkinlere göre daha büyük oranda su tüketmektedirler. Bu nedenle sulardaki kimyasal kirlilik nedeniyle en büyük risk grubunu bu grup oluşturmaktadır. 10 kg ağırlığında bir çocuk günlük olarak 1 litre 5 kg ağırlığındaki bir çocuk ise günlük olarak 0, 75 litre su tüketmektedir.

Sulardaki toksik etkenlerin alımıyla ilgili temel formül, tolere edilebilir günlük alım (tolerable daily intake) olarak:

$$TDI = \frac{NOEL \text{ veya } LOEL}{UF}$$

NOEL: Gözlenebilir istenmeyen etki yok (No -observed adverse effect level)

LOAEL: Gözlenebilir en düşük istenilmeyen etki (Lowest observed adverse effect level)

UF: Belirsizlik faktörü (Uncertainty factor)

Buradan hesaplanan rehber değer (guideline value) GV:

$$GV = \frac{TDI \times bw \times P}{C}$$

bw: Vücut ağırlığı (Adult için 60; çocuk için 10 ve bebek için 5 kg)

P:TDI inin içme suyu olarak alınan bölümü

C: Günlük içme suyu tüketimi (yetişkin için 2 litre, çocuklar için 1 ve bebekler için ise 0, 75 litre)

TDI (tolerable daily intake) içme suyu veya yiyecek içerisinde vücut ağırlığı esaslı olarak alındığında (mg/kg veya mikrogram/kg) önemli bir sağlık riski (apreciable health risk) olmaksızın yaşam boyu alınabilecek miktardır.

Burada belirsizlik faktörü:

1. Hayvanlarla insanlar arasındaki türsel farklılık
2. Aynı türün bireyleri arasındaki farklılık
3. Çalışma veya veri tabanının yeterliliği
4. Etkinin doğası ve şiddeti ile ilişkilidir. (21,22,23)

İçme suları, genel olarak içme, yemek yapma, temizlik vb. amaçlar için kullanılan ve TS 266'daki koşullara uygun, toplumun içme ve kullanma gereksinimleri için kullanıldığı şehir şebekeleri, kuyu, çeşme ve yine aynı amaçlarla kullanılmak üzere teknik usullerle arıtılmış dere, nehir ve göl, baraj suları ile kaynak sularıdır. (24)

İçme suları berrak, tortusuz, renksiz olmalı, çürük, yosun, küf, H₂S, Amonyak, bataklık vb. kokular bulunmamalıdır. Buna suyun organoleptik özellikleri de denilir.

Renksiz ve kokusuz bir madde olan suyun, lezzetini içerisinde eriyik halinde bulunan karbondioksit ve ısıyı vermektedir. Suyun içerisindeki karbondioksitin 300 mg/litreden az olmaması istenir. Suyun fazla bulanık olmasının kirlilik göstergesi olarak alınması gerekmektedir. Toplam katı madde miktarının litrede 500 mg ı aşmaması gerekmektedir. Su normalde renksizdir ve suyun renginin 5 platin kobalt ünitesini aşması durumunda renk özelliğini yitirmesi nedeniyle içilebilir olarak kabul edilmemesi gerekmektedir. Çok bulanık yüzeysel suları arıtım işleminden sonra özel çöktürme İşlemlerine tabi tutularak içerisindeki asılı parçacıklarının ve bulanıklık nedenlerinin giderilmesi sağlanır. Toplam katı maddeler, renk , bulanıklık derecesi, tad, koku, demir, manganez, bakır, çinko, kalsiyum , magnezyum, sülfatlar suyun kirlilik göstergesi olarak alınmaktadır. Ayrıca sülfatlar, klorürler, fenolik gruplarda suyun kalitesini ve içilebilirliğini azaltan önemli kirlilik göstergeleri olarak ele alınmalıdır. Suyun pH değeri de önemli bir değerlendirme faktörüdür. pH ölçümü su değerlendirmesinde basit ve kolay uygulanabilir bir yöntem olarak oldukça yararlıdır.

Suların bakteriyolojik özelliği özellikle sağlık açısından önemlidir. Suların bakteriyolojik standardını korumadan toplum bireylerinin sağlığını güvenceye alabilmemiz mümkün değildir. Dünyanın bir çok ülkesinde bakteriyolojik kirlilik nedenli hastalık salgınları önemli hastalıklara ve can kayıplarına neden olmayı sürdürmektedir. Bebek ölüm nedenleri arasında su ile bulaşan hastalıklar önemli bir yer tutmaktadır. Sulara insan ve hayvan dışkı ve idrarı karışmamalıdır. Ayrıca suların içerisinde insanda hastalık yapıcı hiçbir bakterinin bulunmaması gerekmektedir. (25)

Suyun PH sı

Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonunu 10 tabanına göre negatif logaritması pH değeri olarak tanımlanmaktadır. $pH=7$ olan sular Nötr sular olarak bilinir. Bunlarda H^+ ve OH^- iyonları denge halindedir. Bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur. H^+ iyonu konsantrasyonunun artması ile pH'nın değeri 7'nin altına düşer ve su asit karakter kazanır. OH^- iyonu konsantrasyonunun artması ile pH 7'nin üzerinde değer alır ve su bazik karakter taşır. pH değerleri 0-14 arasında değişir. Genel olarak yeraltı suları pH'sı 7'den küçük olan ve asit özelliği taşıyan sulardır. Yüzeysel sularda genellikle pH 8'den büyük değer taşıyan basik sulardır. İçme sularındaki pH değeri 6.5-8.5 arasında uygun görülmektedir.

Yeraltısularındaki pH değeri, çözünmüş karbondioksit ve diğer karbonat ve bikarbonat bileşikleri arasındaki dengeye bağlı olarak değişmektedir. Bu denge, sıcaklık ve basınç değişimlerine göre kolayca değişim göstermektedir. Örneğin bir kuyuda pompaj sırasında oluşan alçalımla basınç düşeceğinden çözünmüş karbondioksitin bir kısmında serbest hale geçmektedir. Böylelikle akan ya da açık olarak bekletilmiş sudan alınan numunenin pH değeri kaynaktaki suyun pH değerinin aynı değildir.

Suyun Rengi:

Sudaki renk çözünmüş halde bulunan maddelerin (safsızlıkların) meydana getirdiği "hakiki renk" (sudaki bulanıklığı oluşturan askıdaki madde giderildikten sonraki renk) olabileceği gibi, sudaki çökebilen veya kolloidal askı maddelerinden de ileri gelebilen izahiri renk (yalnız suyun kendi rengi olmayıp, orijinal numune filtre veya santrifüj edilmeksizin, doğrudan doğruya ölçülen renk) de olabilir. Kısaca renk, doğal metalik iyonlar (demir ve mangan vb.) humus, turba materyalleri, algler, yabancı otlar ve sanayi atıklarından meydana gelebilir.

Sudaki renk mutlaka tehlikeli ve arzu edilmeyen bir husus değildir. Ancak rengi oluşturan yabancı maddeler üzerinde bazı zararlı mikroorganizmaların yaşamalarının mümkün olabileceği düşünülerek renklilik şüphe ile karşılanmaktadır.

Estetik yönden arzu edilmeyen renkteki suları içenler için su kaynağı güvenli olmayabilir.

İnsanların çoğu 15 TCU (True Colour Ünite) üzerindeki rengin farkına varırlar. Aşın renk klorlamayla, ozonlamayla veya diğer oksidanlarla azalır. İçmesularında renk belirleyen değerin 15 TCU dan az olması gerekir. TS 266 revizyonunda içme sularının rengi, tavsiye edilen değeri Guide Level, GL) olarak 1 mg/1, izin verilebilecek maksimum değer (Maximum Admissible Concentration, MAC) olarak 20 mg/1 olarak verilmektedir. (24)

Genelde hakiki renk görünenden azdır.

- Doğal yüzey sularının rengi pH arttıkça artar.

- Sudaki renk, tat ve kokuyla da yakından ilgilidir. Doğal suların rengi organik maddelerden ileri gelir, yüzey sularındaki bitkilerin çürümesinden kaynaklanır. Demir ve mangan gibi renk bazı yüzey sularında bulunduğu gibi, daha çok yeraltı sularında bulunurlar. İçme suyundaki diğer önemli demir kaynağı ise suyu taşıyan demir boruların çözünmesidir. Demir suya kırmızı kahverengi, mangan ise siyah renk verir.

Karakteristik kırmızı renkteki su, hidroksit şeklinde demirin çökmesinden, kırmızı su demir II nin demir III e oksitlenmesinden ileri gelir. Her iki olay mikrobiyolojik kaynaklıdır. Bazı durumlarda ise su dağıtma sistemleri demir bakterilerinin faaliyetiyle tıkanır. Bu tipteki renk sorunlarına yeraltı sularında yüzey sularından daha fazla rastlanır. Dağıtma sistemlerindeki korozyon musluk sularında renk ve bulanıklığa neden olur.

Renk Giderimi:

Renk giderilmesi için pratikte en etkili yol süzme ve koagülasyona ilave olarak kimyasal oksidasyon işlemidir. İçme sularındaki renk limiti estetik yönden ele alınmaktadır. Görünen renk içme suyundan giderilmeye çalışılırsa suyun kaynağı güvenilir olmayabilir. Sağlıkla ilgili kriterlerde rengin, klorlanan bazı organik bileşik ürünleri ile yakından ilgisi vardır. Bu da su arıtımında karışıklıklara ve klor tüketiminin artmasına neden olur.

Rengin Sağlık Üzerine Olan Etkisi:

Doğal organik madde zehirliliği ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda fulvik asit kullanılmıştır. Belli bir zaman içinde çeşitli dozlarda hazırlanmış fulvik asitli içme suyu erkek farelere verildiğinde vücut ağırlıklarında ve beslenme de bir değişiklik gözlenmemiştir. 14 gün 1000 mg/kg dozda verilen fulvik asit farelerce öldürücü etki yapmamıştır. Sadece ağırlıkta bir artma ve kontrol hayvanlarıyla karşılaştırmada bazı böbrek enzim konsantrasyonunda azda olsa değişme gözlenmiştir. Litrede 2, 5 mg humik asit içeren içme suyu insanlar tarafından kullanılabilir.

Bulanıklık:

Bulanıklık kil, süt, ince parçalanmış organik maddeler, yosunlar, diatometreler, demir bakterileri ve diğer mikroorganizmaların oluşturduğu haldir. Bulanıklık kum gibi askıda olan maddelerden ileri geliyorsa tehlikeli olmayıp çökelme ve filtrasyonla giderilebilir. Kil gibi kolloidal maddelerin giderilmesi ise çok güçtür. Su içindeki madde, kaynağına göre kabaca inorganik veya organik olarak sınıflandırılabilir. Organik bileşikler genel olarak kokuya, renge ve tada neden olurken, bulanıklık meydana getiren maddeler çoğunlukla inorganiktir. Bulanıklığın 3 bakımdan Önemi vardır . Su ne kadar sıhhi olursa olsun istenmez, şüpheyle bakılır. Çünkü askı halindeki maddeler içinde sağlığa zarar veren mikroplarda bulunabilir. İkinci si filtre edilmesinin zorlaşması ve kimyasal maddelerle çökelmeleri gerekir, o da pahalı olur. Son olarakta dezenfeksiyonu zorlaştırır. Canlı organizmalar askı halindeki bulanıklık veren maddeler üzerinde bulunduklarından klorun veya dezenfektanın etkisini zorlaştırır. Daha fazla dezenfektan harcanır.

Elektiriksel iletkenlik:

Genel olarak bütün sular elektrik içerir. İyon konsantrasyonu ile bu iletkenlik artar. Özgül elektriksel iletkenliğin ölçüsü olarak microohm/cm. kullanılır. Bu, +25°C deki 1 cm³ suyun iletkenliğini ifade eder. iletkenlik, bir dereceye kadar sudaki iyon konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Ancak, bu orantı, iletkenliği 50. 000 microohm/cm. den fazla olan sular için geçerli değildir. Özgül elektriksel iletkenlik(EC) de, içme ve sulama suları sınıflandırılmasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. (20)

Elektiriksel iletkenlik suyun elektrik akımını iletme kapasitesi veya çö-zeltinin elektrik akımını geçirmeye karşı gösterdiği dirençdir. Bu özellik su- da iyonize olan maddelerin toplam konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağı- lıdır, iyonların yer değiştirme hızı üzerine sıcaklığın etkisi vardır. Yeni damı- tılmış damıtık suyun iletkenliği 0, 5-2 mikroohm/cm olur. Zamanla hava- nın karbondioksitinin absorpsiyonu ile bu değer 2-4 mikroohms/cm olur. İletkenliği muayyen ampirik formüllerle çarpılarak (0, 55-0, 9) sudaki çö- zünmüş madde miktarı bulunabilir.

Suyun özgül elektriksel iletkenliğine göre de su sınıflandırılması yapıla- bilir.

Tablo. 14- Suların özgül elektriksel iletkenliği esas alınarak yapılan sı- nıflandırılması

EC (25°C de Microoohm/cm)	Sınıf
250 den az	Çok iyi
250-750	İyi
750-2000	Kullanılabilir
2000-3000	Şüpheli
3000 den fazla	Kullanılamaz

Kaynak: (Erguvalı. K., Yüzer. E, Yeraltı Jeolojisi'nden değiştirilerek)

Tat ve koku :

Suların, içinde erimiş halde bulunan maddeler (NaCl₂, MgCl₂, CaSO₄ vb.) ve organizmalar (Diyatome, Klorofise, Siyanoffise, Protozoa, Krustaceler ve Alglar) suda belli bir miktardan fazla bulunursa, sulara özel koku ve tat vermektedir. Bu tad ve kokular çok değişiktir. Sular tuzlu, acı, ekşi tatda; balıksı, küfümsü, baharatsı, otsu vb. kokuda olabilir.

Suların içinde bulunan mikroorganizmaları yok etmek için 0, 3 - 3 mg/ lt dozunda klorlama ile beraber (CuSO₄) uygulanır.

Klor, CuSO_4 in etki edemediği organizmaları öldürmekle kalmaz aynı zamanda CuSO_4 uygularken oluşan kokuları da yok eder. Bu işlemlerde verilecek (Cl) ve (CuSO_4) dozları her organizma için ayrı ayrıdır.

Sulardaki kokuları oluşturan organizmaların ölçülmesi için her santimetreküp için standart bir birim olan (20 mikronun alanı yani 400 mikron) alınır. Bu alan içindeki organizmaların miktarları sayılır. Mikro organizmaların miktarına göre çeşitli kokular oluşur. Standard birimde, 500 - 1000 mikroorganizmanın oluşturduğu kokuyu sadece pek az insan farke-der. 1000-2000 kadar olursa herkes duyar. Organizma 2000 fazla oldu-ğunda koku iğrenç olur.

Koku ve Tad Tayini:

İçme suyunun yalnızca sağlıklı olması, onun iştahla içilebilmesi için ye-terli, değildir. Sağlıklı koşullar yanında suyu cazip hale sokacak fiziksel koşullarında bulunması istenmektedir. İsale edilen suyun renksiz, koku-suz ve tatsız olması onun kullanıma Şansını artırmaktadır.

Uzmanlara göre 4 çeşit esas tat vardır. Tatlı, ekşi, tuzlu ve acı. Düğer bütün tatlar bu dört ana tadın kombinasyonları olarak kabul edilir.

Demir, mangan, çinko, bakır, sodyum, potasyum gibi çözünmüş anor-ganik tuzlar suya tat verirler. Genellikle suya koku veren maddeler organik kaynaklıdır. H_2S gibi bazı anorganik bileşiklerde koku verebilirler.

Genel olarak suya tat ve koku veren maddeleri iki genel grupta toplama-k mümkünür,

1) Doğal olanlar : Çürümeye yüz tutmuş organik maddeler, algler ve di-ğer mikroorganizmalar, demir ve manganez vb. gibi.

2) İnsanların neden oldukları: Sanayi atıkları (ilaçlar, boyalar, şeker, tuz, plastik, fenol vb.) suyun dezenfeksiyonu için kullanılan maddeler, ka-nalizasyon suları gibi.

Tat ve koku bakımından en önemli sayılacak madde fenol ve fenollü bi-leşiklerdir. Fenol, su içinde klorla birleşerek (su klorlanıyorsa) gayet şid-detli kokusu olan bir bileşik yapar. Bunun küçük bir parçası su içinde far-kedilebilir. Suya tat ve koku veren ve içme suyu personelini en fazla uğraş-tıran madde alglerdir.

Biyolojistlere göre, 3000 çeşit alg bulunmaktadır. Ancak içme suyu bakımından önemli olanlar belirlidir. Alglerin birçoğu içerdiği klorofila ek olarak ayrıca renk içerirler. Bu bakımdan tanınmaları kolay olur. Üremeleri çok basittir. Bazılarında hücre ikiye ayrılmak suretiyle çoğalma olur. Bazı cinsleri yumurta ve spermlele çoğalırlar. Her yüzeysel sularda alg mevcuttur denebilir. Bu tek hücreli bitkilerin su içindeki konsantrasyonu yeterli derecede ise koku problemi ortaya çıkar. Güneş enerjisinin bir kısmı algerin içinde bulunan klorofil tarafından fotosentez yoluyla kullanılır. Fotosentez, bitkinin büyümesi ve yeni bitkilerin oluşması şeklinde organik maddedeüretimi sağlar. Gece ve gündüz algerin metabolik etkinlikleri farklıdır. Gündüz, klorofilleri nedeniyle fotosentez yapmaktadırlar. Gece ise normal solunumsal yanma işlevi söz konusudur. Gündüz çevrelerinden CO₂ alırlar ve oksijen verirler. Gece ise metabolik etkinliklerine bağlı olarak oksijen alırlar, karbondioksit verirler.

Tad ve Kokunun Giderilmesi:

İçme suyunun tad ve kokudan uzak olması için 2 metot uygulanır:

1. Koruyucu metot
2. Yok edici metot

Tad ve kokuyu meydana getiren unsurların suda çoğalmaması için alınan önlemlerdir.

İçme suyu kaynakları, sanayi ve kanalizasyondan gelen sular ile nadiren kirlenir. Bataklık alanalar, çürümeye yüz tutmuş organik maddeler, ağaç yaprakları, alger suyun doğal kirlenmesine neden olanlar, suya istenmeyen koku ve renk verirler.

Koruyucu önlemlerin en etkili ve en çok kullanılanı bakır sülfattır. Algere öldürücü etki yapar ve onların üremesine mani olur. Su içine en fazla 12 mg/1 kadar bakır sülfat ilave edilebilir. Bu doz insanlar için olmasa bile suda yaşayan canlılar için tehlikeli dozdur. Bunun için bakır sülfat geneli, ikle 0, 5 mg/1 yi geçmez. Fakat alabalık 0, 14 mg/1 den bile zara görebilir. Bu bakımdan suya kullanılacak bakır sülfatın miktarının suyun hacmine ve su içindeki organizmalarla, canlıların cinsine göre değiştiği unutulmalıdır.

Su rezervuara girerken ilaçlamak, rezervuar kirlenipte canlılarla kaplandıktan sonra ilaçlamaktan daha ekonomiktir. Sucul mikroskobik yaşamın kontroluyla ilgili olarak aşağıdaki esasların gözönünde tutulması gerekir:

a. Alg cinsinden bazı sporlar her çeşit alciside karşı dayanıklıdır. Uygun ortam bulunduğunda çoğalırlar.

b. Arıtma tesislerindeki su belirli bir süre güneş ışınlarına açık tutulursa bazı bitkiler çoğalabilir. Önlemek için düşük dozda kimyasal madde ile işleme tabi tutulmalıdır. Kullanılacak kimyasalların kararlaştırılmasında sağlık üzerindeki riskleri dahil bir çok parametrenin gözönünde tutulması zorunludur.

c. Bazı canlılar ancak gününün belli saatlerinde çoğalırlar.İlaçlama saatinin seçiminde çoğalma durumu, metabolik etkinliği vb. özellikler gözönünde tutulmalıdır.

d. Su dolaşımının artırılması veya sistemdeki su dolaşımının hızlandırılması bazı bitkilerin seçici olarak çoğalmasını kolaylaştırabilir. Tutunması zor olan bitkilerin çoğalmasını azaltabilir.

e. Mikroorganizmaların ölümüne bağlı olarak ortaya çıkan maddelerin süzülerek su kütlesinden alınması gerekebilir. Ölen mikroskobik canlıların suyun organik yüküne katkısı çok fazla olabilir.

f. Canlıların çoğalmasını önlemek üzere kullanılan kimyasalın değiştirilmesi gerekebilir.

g. Sudaki biyolojik dengeyi bozarken dikkatli olmak gerekir. Çünkü bir organizmayı yok etmekle, daha çok arzu edilmeyen başka tür organizmaların üremesine olanak sağlanabilir. Suda tek türün üremesine olanak sağlayan durumlar suyu içilmez hale getirebilir.

Tat ve kokuyu meydana getiren öğelerin çoğalmaması için kullanılan maddeler, yok edilmekle de kullanılırlar. Tat ve kokunun giderilmesi arıtım tesislerinde yapılır. En çok kullanılan usuller;suyun havalandırılması, klorlanması, (veya ozonlanması) yabancı maddelerin çökertilmesi, gözenekleri oldukça fazla olması nedeniyle aktif kömürden geçirilmesi, kille muamele edilmesi ve mikrofiltrelerden süzülmesi gibi usullerdir.

Toplam Çözünmüş Maddeler:

Sudaki çözünmüş maddeler, suda çözünmüş az miktardaki organik madde ve anorganik tuzların varlığından ileri gelir. Çözünmüş üç madde içinde bulunan başlıca iyonlar, karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumdur. Çözünmüş maddeler tat, sertlik, korozyon gibi suyun özelliklerine etki eder ve kabuklanmaya neden olurlar.

Toplam çözünmüş maddeler doğal kaynaklardan, lağım atıklarından, şehir drenaj sularından ve endüstriyel sulardan ileri gelmektedir.

Litrede 1000 mg dan fazla toplam çözünmüş madde bulunan içme suları, içenler için fizyolojik bir etki göstermez. Bazı epidemiyolojik çalışmalar çözünmüş maddelerin faydalı olduğunu göstermektedir.

Çözünmüş maddeler suyun lezzetine etki eder. Çok çözünmüş madde içeren içme suları yavan ve lezzetsizdir. Su dağıtma sistemlerinde klorür, ssülfat, magnezyum, karbonat gibi anyon ve katyonlar korozyona ve borularda kabuklanmaya neden olurlar.

Tablo 15- Çözünmüş toplam katı madde miktarına göre su sınıflandırılması

<u>Katı Madde Miktarı(mgl)</u>	<u>Sınıf</u>
0-1000	Tatlı su
1000-10.000	Acı su
10. 000-100. 000	Tuzlu su
100. 000 den fazla	Deniz suyu

İçilebilir suların fiziksel ve kimyasal özellikleri:

İçme sularında bulunan maddeler TS 266'da zehirli maddeler, sağlığa zararlı maddeler, sağlığa ve/veya içilebilme özelliğine etki eden maddeler ile kirlenmeyi gösteren maddeler olarak gruplandırılmıştır.

Tablolu6- Zehirli maddeler

Madde Adı	Uluslararası İçme Suyu Standardı		TS 266 İçme Suları	
	Tavsiye Edilen Miktar mg/1	Müsaade Edilecek Max. Miktar mg/1	Tavsiye Edilen Miktar mg/1	Müsaade Edilecek Miktar mg/1
Kurşun (Pb)		0. 1		0. 05
Krom IV [C_r^w] -		+		0. 05
Arsenik(As)		0. 05		0.05
Selenyum(Se)		0. 01		0. 01
Siyanür(CN')		0. 05		0. 01
Kadmiyum(Cd) -		0.01		0. 005
Gümüş (Ag)		+		0.05

Kaynak: İçme Suları, TS 266/1984 (Nisan 1986-1996), Uluslararası İçme Suyu Standardları (1971)

Not: Baryum (Ba) 1,0 mg/1 yi geçmemelidir. Kloroform miktarı 0. 2 mg/1 yi geçerse sağlık açısından değil ama kalite bakımından su iyi sayılmaz.

Tablo: 17-Suda Bulunan Sağlığa zararlı maddeler.

Madde Adı	Uluslararası İçme Suyu Standardı		TS266 İçme Sulan	
	Tavsiye Edilen Miktar mg/l	Müsaade Edilecek Max. Miktar mg/l	Tavsiye Edilen Miktar mg/i	Müsaade Edilecek Miktar mg/l
Florür(F)	-	-	0. 8-1. 7	1. 4-2. 4
Nitrat(NO ₃)	-	-	-	45

Kaynak: İçme Suları, TS 266/1984 (Nisan 1986-1996), Uluslararası İçme Suyu Standardları(1971)

Tablo: 18- Sudaki kirlilik göstergeleri

Madde Adı	Uluslararası İçme Suyu Standardı		TS266 İçme Sulan	
	Tavsiye Edilen Miktar mg/l	Müsaade Edilecek Max. Miktar mg/l	Tavsiye Edilen Miktar mg/l	Müsaade Edilecek Miktar mg/l
Karbon-Kloroform Ekstarktı	+	+	0.2	0.5
Nitrit(NO ₂)	+	+	-	-
Amonyak (NH ₃)		+	-	-

Kaynak: İçme Suları, TS 266/1984 (Nisan 1986-1996), Uluslararası İçme Suyu Standardları (1971)

Tablo : 19- Sağlığa ve/veya içilebilme özelliğine etki eden maddeler

Madde Adı	Uluslararası İçme TS266			
	Suyu Standardı		İçme Sulan	
	Tavsiye Edilen Miktar mg/l	Müsaade Edilecek Max. Miktar mg/1	Tavsiye Edilen Miktar mg/1	Müsaade Edilecek Miktar mg/1
Renk	5 birim	50 birim	5 birim	50 birim
Bulanıklık	5 birim	25 birim	5 birim	25 birim
Buharlaşıma kalıntısı	500	1500	500	1500
Klorür(Cl)	200	600	200	600
Serbest Klor(Cl ₂)	+	+	0.1	0.5
Sülfat(SO ₄)	200	400	200	400
Demir (Fe)	0.3	1.0	0.3	1.0
Mangan (Mn)	0.1	0.5	0.1	0.5
Bakır (Cu)	0.05	1.5	1.0	1.5
Çinko (Zn)	5	15	5	15
Kalsiyum (Ca)	75	200	75	200
Magnezyum(Mg)	50	150	50	150
Mg+Na ₂ SO ₄	+	+	100	500
Alkil Benzen Sülfonat (ABS)	+	+	0.5	1.0
Fenolik maddeler (Fenol emsinden)	+	+	-	0.002
pH	7.0-8.5	6.5-9.2	7.0-8.5	6.5-9.2
Sertlik(CaCO ₃ cinsinden)	+	50	500	-

(+) Değerler verilmemiştir.

Kaynak : İçme Suları, TS 266/1984(Nisan 1986-1996), Uluslararası İçme Suyu Standardları(1971)

Tablo : 20-Sularda radyoaktiflik

Madde Adı	Uluslararası İçme Suyu Standardı		TS266 İçme Sulan	
	Tavsiye	Müsaade	Tavsiye	Müsaade
	Edilen Miktar mg/l	Edilecek Max. Miktar mg/l	Edilen Miktar mg/l	Edilecek Miktar mg/l
Alfa aktivitesi	3 pCi/l	+	2. 7 pCi/l	+
Beta aktivitesi	30 pCi/l	+	(0. 1 Bq/l] 27 pCi/l (1 Bq/l)	270 pCi/l 10 Bq/l)

(+) Değerler verilmemiştir.

Kaynak : İçme Suları, TS 266/1984(Nisan 1986-1996), Uluslararası İçme Suyu Standardları (1971)

Yukandaki tablolarda verilen tavsiye değerlerini her türlü şartlarda içmek için kullanılan bütün sulan tanımlamak için WHO (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından geliştirilmiştir.. Bu değerlerin gelişmekte olan ulusal standartlara uygulanması öngörülmüştür.

WHO tarafından belirlenen bu ölçütler asgari sağlık zorunluluklarını oluşturmaktadır. Bazan kısa süreli artımlar görülebilir. Bu durumda ani etkilenimin olup olmadığının izlenmesi gerekir. Kansan kimyasalın miktarı, yüksek kaldığı süre önemlidir. Sudaki kimyasalların sürekli ve zamana bağlı olarak izlenmesi kolay değildir. Bu açıdan kimyasal karışımından kuşkuilanılan her durumda bu analizler tekrarlanmalıdır (13).

BÖLÜM 6

SULARDA BULUNAN BAZI KİMYASAL KİRLETİCİLER

Alüminyum:

Alüminyum yer kabuğunda en çok bulunan elementlerden üçüncüsü olmasına rağmen suyun kapsamında az bulunur. Suda çok az bulunduğu zaman bile renk değişimine neden olabilir. Suda 0, 1-0, 2 mg/litreyi aşması durumunda meydana gelen renk değişikliği tüketicinin yakınmasına neden olur.

Alüminyum bir çok endüstriyel ve evsel kullanım biçimine sahiptir. Antasitler, ter kesiciler, gıda katkı maddeleri, aşı adjuvam olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Su arıtım işlemlerinde flokülan olarak ta yaygın olarak kullanılmaktadır.

Alüminyum doğal sulara toprak ve kayalardan erime nedeniyle bulunmaktadır. Suda çözünmüş tuz, kolloid veya çözünmeyen bileşikler halinde bulunur. Alüminyum amfoterdir. Katyon veya alüminat anyonu halinde bulunur. Doğal suların pH sı genellikle 5- 9 arasındadır. Bu pH da alüminyum veya alüminat iyonları dissosiyasyon olurlar. Normal pH daki sular 10 mg/l ye kadar kolloidal alüminyum kapsayabilirler. Alüminyum iyonu, organik madde, sülfat ve florür ile kuvvetli kompleks iyonlar verir. Bu nedenle bazı suların bileşiminde daha yüksek konsantrasyonda alüminyuma rastlanır.

İnsanların gıdalarla birlikte sularla günde 88 mg alüminyum aldığı tahmin edilmektedir. Bir insanın litresinde 1, 5 mg Al. içeren sudan 2 lt içtiği tahmin edilirse yalnızca sudan 3 mg Alüminyum alıyor demektir ki buda günlük alınan alüminyumun % 4 ünden daha az miktardır. İnsanlar için Al temel besin maddelerinden değildir. Fosfat tuzları halinde kompleks olarak su ve gıdalardan alınır. Gıda ile dışarı atılır. Uzun süre fazla miktarda alüminyum hidroksit alınması vücuttan fosfatların kaybına neden olur.

Alüminyum tuzları suların renginin ve bulanıklığının giderilmesinde sık sık kullanılmaktadır. Koagülan olarak kullanılan Alüminyum tuzlarının büyük miktarı erimeyen Al tuzları olarak filtrasyon veya dibe çöktürme suretiyle giderilebilir.

Amonyak

Eşik konsantrasyonu genellikle litrede 1, 5 mg dır. Tad eşiği amonyum katyonu izin 35 mg/litredir. (29,30) Gübre olarak ve hayvan yemi üretiminde kullanılan bir maddedir. Uf, plastik, patlayıcı, kağıt ve lastik üretiminde kullanılmaktadır. Soğutucu olarak kullanılır. Soğutucu özelliğinden özellikle metal işlemlerinde yararlanır. (31) Amonyak ve amonyum tuzları temizleyici etkenlerde ve gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Amonyum klorür diüretik olarak kullanılmaktadır.(29) Kentsel bölgelerde havada metreküpte 20 mikrogram bulunmaktadır (33). Çiftlik hayvanların beslendiği havada 300 miligram metreküp değerine ulaşabilir. (29,32) Suda doğal düzeyi genellikle litrede 0, 2 mg in altındadır. Yüzeysel sular 12 mg litre bulundurulabilir. (29) Amonyakın yerden kirlilik seviyelerinin üzerinde bulunması fekal kirlilik göstergesidir. Amonyak bir çok yiyecek maddesinin doğal bileşenlerindendir. Asit düzenleyici olarak, stabilizer ve çeşni maddesi olarak az miktarda katılmaktadır. Fermentasyona katkısı nedeniyle de gıdalara katılabilmektedir. Karsinogenik olduğunu gösteren herhangi bir bulgu bulunmamaktadır. Bulunmasının dezenfeksiyon etkinliğinin azlığıyla ilişkili olması nedeniyle önemlidir. Dağıtım sistemlerinde nitrit oluşumuna neden olabilir. Filtrelerin manganezi süzebilme yeteneğini azaltmaktadır.

Arsenik :

Arsenik doğada sülfür ve oksit halinde bulunur. Arsenat (AsO_4) ve arsenit (AsO_2) arseniğin anyonik bileşikleridir. Ağır bir metal olmasına rağmen suda anyonik haldedir. Doğal suda ender olarak bulunan arsenik, minerallerin çözünmeinden, sanayiden ve pestisitlerden kirlilik olarak suya karışabilmektedir.

Arseniğin şekli vücut tarafından emilip emilmemesini etkilemektedir. Element şeklindeki arsenik zor emilmektedir. Bazıtrivalan ve pentavalan inorganik arsenik bileşikleri kolayca absorbe olurlar. Organik arsenikte genellikle iyi absorbe olur. Arsenik vücuda alınınca önce kana karışır, sonra başlıca karaciğer, adale, böbrek, dalak ve deride bulunur. Placenta yoluyla yavruya geçebilir. Arseniğin biyolojik yan ömrü yaklaşık olarak 10 saat ile 1-2 gün arasındadır.

Arsenik bileşiklerinin toksik etkisi, bileşiğin kimyasal ve fiziksel şekline, vücuda giriş yerine, alınan miktara ve alınma süresine, gıda içindeki reaksiyonu etkileyen elementlerin varlığına, yaş ve cinsiyetine bağlıdır.

İnorganik arsenik organik arsenikten; trivalan inorganik arsenikte pentavalan arsenik şeklinden daha toksiktir. Eğer suda 0. 05 mg/1 arsenik bulunursa, arsenik elementlerinin kimyasal yapısı ve valansının saptanması önerilmektedir.

İçmesuyu ve su ürünleri açısından önemli olan arsenik arıtımı için birçok yöntem kullanılmaktadır. Oldukça ekonomik ve basit olan kireçle yumuşatma yöntemi bile % 95 oranında arsenik arıtımı sağlamaktadır. Arsenik arıtımında çökelmede kullanılan kimyasal maddelere göre ortamın pH değeri önem kazanmaktadır. Ayrıca arseniğin suda bulunuş şeklide arıtımı etkilemektedir. (13,34)

Bakır:

Bakır ve bileşikleri çevrede dolayısıyla yüzeysel sularda bulunabilirler. Sudaki bakır, suyun pH sı ve karbonat konsantrasyonu ve diğer anyonlarla ilgilidir. Musluk suyunda bulunan bakır miktarı ham su kaynağında ve arıtılmış suda bulunan bakır miktarından fazla olabilir. Çünkü bakır tuzları dağıtım sistemlerindeki çamur kontrolü ve manganezin yükseltgenmesini katalizlemesi yönünden, depolardaki bakteri büyümelerinin kontrolunda kullanılır. Pirinç, bronz borular ve bağlantılarının kororzyonu sonucunda, suda ölçülebilecek miktarlarda bakır bulunabilir.

Jeolojik konuma, sanayiye ve gübre kullanılışına, yiyeceğe göre topraktan değişik miktarlarda bakır alınır, inorganik esaslı gübrelerde Cu miktarı 0. 01-0. 05 mg/gr dır. Sebzeler, un, süt ve et ürünlerinde normal olarak bakır miktarı 0. 01 mg/gr dan azdır. (12,13,24,35)

Suda bulunan bakır zararlı değildir. Ancak alüminyum, çinko gibi boruların kororzyonunu artırır. Suda litrede 1 mg dana fazla bakır çamaşırlarda leke yapar. Bu değer 5mg/gr olması halinde bakır suya belirgin bir şekilde acı bir lezzet verir.

İnsan metabolizmasında bakır esas elementlerden birisidir. Yetişkinlerin günde 2. 0 mg bakıra ihtiyaç duyduğu tahmin edilmektedir. İnsan kanında ise litrede 0. 8 mg Cu^{++} iyonu vardır. Eritrosit oluşumunda doku demirimin serbest bırakılmasında, kemik, merkezi sisnir sistemi ve bağ doku gelişmesinde önemli rol oynar. Fazla miktarda alınması halinde mukozaya iltihaplanması, damar hastalıkları, karaciğer ve böbrek hastalıkları ve depresyonla seyreden merkezi sisnir sistemi irritasyonları görülebilir.

Baryum:

Baryum doğada barit BaSO_4 ve witherit BaCO_3 mineralleri şeklinde bulunur. Bundan başka az miktarda her taşta da bulunur. Baryum tuzları boya sanayi, dericilik ve patlayıcı madde üretiminde kullanılır.

Baryum insan beslenmesi için gerekli olan esas maddelerden değildir. Baryum sülfat gibi baryumun suda erimeyen şekilleri çok güçlükle absorbe olur. Ve çok az toksisitesi vardır. Suda eriyebilen baryum tuzları kolay emilirler ve bu şekilde % 50 den fazla miktarı vücuda girer. Normal olarak gıdalarda çok az miktarda baryum absorbe olur. Emilem baryumun büyük miktarı kemiklerde toplanmakta isede böbrek, karaciğer ve kalpte de saptanmıştır. (13)

Baryumun vücut içinde izlediği yol aynen kalsiyumda olduğu gibidir. Ancak kalsiyumdan daha süratle atılır. Alman baryumun yaklaşık 1/4 ü 24 saat içinde atılır.

Eğer suda eriyebilen tuzlan fazla miktarda alınırse akut toksik etki yapabilir. Eğer klorid şeklinde yaklaşık 550-600 mg alınırse yaşlılarda öldürücü etki yapabilir. Böyle durumlarda baryumun etkisi bütün adalelere, kalp ve mide barsak yollarına olur.

Baryum tuzları, boya, resim boyalan, bazı patlayıcı madde imalatı ve seri sepilme işlemlerinde kullanılır. Baryum, sülfat konsantrasyonu çok düşük olan normal sularda, sanayi artıkları, belirli bazı tuzlu sularda kantitatif olarak ölçülebilir. Sülfat konsantrasyonu 2 mg/l den fazla olan sularda baryum miktan tayin edilemez.

Baryum insan beslenmesi için gerekli olan esas maddelerden değildir. Baryum sülfat gibi baryumun suda erimeyen şekilleri çok güçlükle absorbe **olur** ve çok az toksitesi vardır. Suda eriyebilen baryum tuzları kolay emilirler ve u şekilde % 50 den fazla miktarı vücuda girer. Normal olarak gıdalarla çok az miktarda baryum abserbe olur. Emilen baryumun büüüyük miktan kemiklerde toplanmakta ise de böbrek, karaciğer ve kalpde de saptanmıştır. Baryumun vücut içinde izlediği yol kalsiyumda olduğu gibidir. Ancak kalsiyumdan daha süratle atılır. Alınan baryumun yaklaşık 1/4 ü 24 saat içinde atılır.

Bor:

Sıcak su kaynaklarında ve volkanik arazilerden çıkan sularda oldukça yüksek konsantrasyonda bor bulunur. Bunun dışında boratların deterjan olarak kullanıldığı yerlerde sülardaki bor konsantrasyonu yüksektir.

Suda bulunan bor'un en büyük etkisi tarım üzerinde görölmekle beraber, içme ve kullanma suyunda, su ürünleri üzerinde ve hayvan sulamasında da çeşitli zararları saptanmıştır. (14)

Bitkilerin gelişmesi için gerekli olan bor, fazla bulunduğı zaman bitkiler için son derece zararlıdır. Borun az olması bitkide çeşitli dokuların oluşumunu ve gelişmesini yavaşlatır, bitkilerin su düzenini bozar. Ancak sulama suyundaki bor derişiminin yüksek olması durumunda, bitki yaprağında sararma, yanma, yarılmalar, olgunlaşmamış yapraklarda dökölme ve büyüme hızının yavaşlaması ile ürünlerde veriminin azaldığı gözlenmektedir.

Bor'un toprakta ve sulama sularında oldukça düşük derişimlerde bulunmasına karşın, toprakta tutulma ve yıkanmasının güçlüğü nedeniyle toprakta hızla birikebilmekte ve tarımsal ürünlerin yetişmesini engellemektedir. Bor ince toprak tabakasında kalma oranla daha fazla birikmektedir. Bor derişimi 0. 5 mg/1 olan su ile sulanan toprakta bor derişimi 4 mg/1 yi aşabilmektedir.

İnsanlar tarafındanda meyve ve sebzelerden olmak üzere yiyecek ve içecekler yoluyla günde 10-20 mg bor vücuda alınabilmektedir. Su ve yiyecekler yoluyla alınan bor kısa sürede ve tamamen vücut tarafından söğürülmakta, ancak vücutta birikmeden idrar yoluyla atılmaktadır. Yetişkinler için öldürücü doz 5-45 gram olduğı değişik kaynaklarda verilmiştir.

Cıva ;

Yüzeysel sularda cıva genellikle cıva hidroksit ve cıva klorür çeşitleri vardır. Bunlarda 0, 001 mg/lt yi geçmez. Kirli sularda ve göllerde bu oran 0, 03 mg/lt olabilir. İçme sularında ki seviyesi çok düşüktür. Örneğın Kanada'da bu oran 0, 0002 mg/lt Almanya'da 0, 00003 mg/lt olarak saptanmıştır. İsviçre'de ise bir seferinde 300 mg/lt içeren yağmur suyu bulunduğı bildirilmiştir. .

Eğer bir cıva kirlenmesi yoksa taze sularda cıva oranı 0, 0002 mg/lt den

daha azdır. Esasen suların arıtım işlemleri sırasında bu oran çok daha düşecektir. Bu nedenle içmesuyu ile günlük olarak alınan miktar normal olarak 0, 1 mikrogramı geçmez. {12,13,35,36}

Gıdalarla alınan inorganik cıva bileşiklerinin % 7-8 i absorbe olmakta methyl cıvanın ise tamamı mide ve barsaktan emilmektedir. İnorganik cıva bileşikleri sularla alınan miktarın %15 i absorbe olurken methyl cıvanın tamamı absorbe olur. İnorganik cıva bileşikleri süratle böbreklerde kümüle olur. Methyl cıva ise süratle kana karışarak %80-90 ı kırmızı kan yuvarlarına bağlanır. Cıva tuzları başlıca idrar ve gaita olmak üzere ter, tükürük ve süt vasıtasıyla dışarı atılır. İnorganik cıvanın kanserojen etkisi yoktur. Alkylmercurialler deney hayvanlarında rahimdeki embriyonların ölümüne neden olmuştur.

Çinko:

Bol miktarda bulunan çinko yeryüzü kabuğunun % 0, 004 ünü oluşturur. En çok bulunan minerali sfalerit (ZnS) dir. Bu bileşik Pb, Cu, Cd ve demir sülfürle beraberdir. Topraktaki çinko miktarı 1-300 mikrogram/gr arasında hesaplanmıştır.

Atmosferdeki çinko miktarı kaynak noktasına bağlı olarak değişir. Çinko sülfür, oksit ve karbonatları yüksek klorürlü suda çözünür, çinko sülfat tuzları çinko hidroksit ve çinko karbonat şeklinde hidrolize olmaya meyillidir. Doğal sularda çinko az bulunur. Adsorbsiyonla çözünmüş çinkonun miktarı düşer. Musluk suyunda çinko miktarı, galvaenizli pirinç borular ve diğer çinkolu yapılardan gelen çinko nedeniyle yüzey sularından daha fazladır. Musluk suyunda çinko miktarı 0, 01-1, 0 mg/l arasında genel olarak değişiklik gösterir.

Çinko gerek insan ve gerekse hayvanlar için gerekli esansiyel elementlerdendir. Et ve süt ürünleri çinko yönünden zengindir. Baklagiller ve balık zengin çinko kaynağıdır. Bazı önemli yiyecek gruplarındaki çinko miktarları; Sığır etinde 20-60 mikro gr/gr, Süt 3-5 mikro gr/gr, balık ve deniz ürünlerinde 15 mikro gr/gr dan fazla baklagil ve buğdayda 15-50 mikro gr/gr, yapraklı sebze ve meyvelerde 2 mikro gr/gr dan az olarak saptanmıştır.

Normal bir insan gıdalarla ortalama günde 12 mg çinko almaktadır. içme suyuyla alınan miktar 400 mikro gramı geçmez. Hava ise insanlar için düşük gıda kaynağıdır.

Biyokimyasal yönden çinkonun önemi bazı enzimlerin aktivasyonu için,

vazgeçilmez bir madde oluşundan kaynaklanmaktadır. Çinko karbonik anhidraz, alkol ve laktat dehidrogenaz enzimlerinin önemli yapı taşlarından birini oluşturur. (12,13,35,36)

En fazla çinko prostat da bulunur. Pankreasda oldukça büyük miktarda bulunur. Pankreastaki çinko insülin ile birleşmiş haldedir. İnsülin pankreasta çinko bileşiği halinde depo edilir. Ayrıca kemik, adale ve karaciğerde de bulunur.

Yaş ve cinsiyete bağlı olarak gerekli olan günlük çinko miktarı 4-15 mg olarak önerilmektedir. Hamileler ve yeni doğum yapmış annelerin günlük gereksinimi 16 mg a kadar çıkar.

Gerek insan ve gerekse hayvanlarda çinkonun absorpsiyonu, protein, vitamin ve metallerin alınması gibi birçok faktörlerden etkilenmektedir. Alman çinkonun fazlası vücuttan atılır, dokularda birikim olmaz.

Serum ve plazmadaki çinko miktarı litrede 1 mg dır. Kandaki miktarı bunun 5 katıdır. Kırmızı kan hücrelerinde ise litrede 10 mg dır.

Çinko zehirli değildir. İnsanlarda çinko zehirlenmesinin belirtisi, kusma, su eksikliği, elektrolit dengesizliği, karın ağrısı, bulantı, uyuşukluk, baş dönmesi, adale kondisyonunda eksiklik şeklinde görülür. Çinko klorürün neden olduğu böbrek yetersizliği görülmüştür.

150 mg günlük çinko dozu bakır ve demir metabolizmasında karışıklık yapar, çünkü bu iki metale metabolizmada ters etki gösterir.

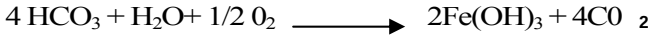
Çinko kadmiyum metabolizmasında ters etki gösterir. Çevreden alınan kadmiyumun zehirli etkilerine karşı yüksek çinko dozu belki bazı önlemler getirebilir.

Çinko suya arzu edilmeyen ilaç tadı verir. Litrede 5 mg dan fazla çinko opelesans görünüşe neden olur. Ve kaynama esnasında yağlı bir film tabakası meydana getirir. Bu değer tavsiye edilen limit değer olup problem çıkarmaması için çinko miktarı bu değerın altında tutulmalıdır.

Demir:

Doğada çok bulunmasına rağmen, doğal suların kapsamında az miktarda bulunur. Bunun nedeni demirin sudan hızla çökerek ayrılmasıdır. Suda demir 2 değerlikte olabilir. Bunlar, iki değerlikli demir (ferro) ve üç değerlikli demir (ferri) halidir.

Ferro demir kararlı bir iyon olmayıp ortamda oksijen varsa



reaksiyonu gereğince demir -3- hidroksit halinde çökerek sudan ayrılır. İndirgeyici koşullar altında yukarıdaki reaksiyon tersine dönerek, suda bol miktarda ferro demir bulunabilir, pH değerinin 6-8 değerlikleri arasında üç değerlikli ferri demirin çözünürlüğü sınırlandırılmış olup, çözünürlük çarpımı 4.10^{10} dan 5.10^6 dolayında olur. Daha düşük pH değerlerinde ferri demirin çözünürlüğü artar, çoğunlukla alkali karakterdeki sulara ferri demir, kolloidal halde görülür. Havanın etkisi veya klor ilavesiyle demir, ferri (+3) haline yükseltgenir ve hidrolize olarak çözünmeyen demir 3 oksit haline döner. Özel koşullar altında havadan sakımsız toplanan laboratuvar numunelerinin çoğunda demir bu şekilde bulunur. Alkali yüzey sularında demir ender olarak 1 mg/lt değerinden daha fazla konsantrasyonlarda bulunur. Diğer taraftan bazı yeraltı suları ve asidik yüzey sularında fazla miktarda Fe bulunabilir. Litrede 0.3 mg dan itibaren demir içeren suların lezzeti hoş değildir. Böyle sular sanayi ve günlük gereksinim bakımından kullanılmaya da uygun değildir. Çünkü bazı küçük canlıların oluşumuna yardım ettikleri gibi bunların çoğalarak (alg oluşumu) çöken hidroksitle beraber boruları tıkama tehlikesi vardır.

Dokuma, boya, yıkama, tutkal, yapay ipek, fotoğraf malzemesi, cam, seramik maddeleri imal eden sanayiler litresinde 0,1 mg dan daha fazla demirli suları kullanamazlar. Bu gibi sular çöküp tıkama olasılığından dolayı kalorifer tesislerinde de kullanılmaz. En uygun litresinde 0, 05 mg dan fazla demiri olmayan suları kullanmak, bulunmadığı takdirde demiri tasviye yoluna gitmektir.

Demir insan organizmasında özellikle alyuvarların yapısında bulunan, hemoglobinin fonksiyonel bir parçası olması yönünden önemlidir. Bunun dışında demir, kasların myoglobininde, sitokrom, peroksidaz ve katalaz sistemlerinde yer alan yaşamsal önemde bir mineraldir. Bütün insan vücudundaki total miktarının ancak 4-5 gram arasında olmasına karşın bunun 700 mg kadarı karaciğerdedir. Demirin biyokimyasal reaksiyonlar yönünden özellikle solunum sistemi yönünden büyük görevleri vardır. Hayvansal organizma büyük kısmıyla alyuvarlarda yer alan demir içeriğini tekrar tekrar kullanma yeteneğindedir. Bu nedenle günlük demir gereksinimi oldukça ufaktır. Bu çocuklar için 10-15 mg arasında değişir, büyüklerin demir gereksinimide kadın, erkek, genç veya yaşlı oluşuna göre farklı-

lık gösterir. Genç kadınlarda ve emziren annelerde 18 mg kadardır. Vücuttan dışkı, idrar ve terle atılan demir miktarı ise sadece 1 mg civarındadır. Fazlası karaciğer, kemik iliği ve dalakda toplanır. Demirin büyük miktarının sindirilmesi sonucu haemochromatosis olarak bilinen (normal düzenleyici mekanizmasının etkisiz işlemi) demir birikiminden dolayı dokuya zararlı durum ortaya çıkar. (13,34,35)

Demir ve Manganezin Giderilmesi

Demir ve manganez, suda birlikte veya ayrı olarak bulunurlar. Çamaşırı ve sıhhi tesisatı lekelemeleri ve suyun görüntüsünü bozmaları nedeniyle rahatsız edicidirler.

Manganez demirden daha çok rahatsız edicidir. Tekstil, boyacılık, meşrubat ve kağıtçılık fabrikalarını besleyen suların demir ya da manganez içeriği 0. 05 ppm den düşük olmalıdır. Su tabakası, şist tabakaları, kum taşı ya da diğer bazı kayalar içinde bulunduğu zaman yeraltı sularında yüksek demir ve manganez konsantrasyonlarına rastlanır.

Demir ve manganezin alınmasının amacı, pompalarla dağıtım şebekesi-ne gönderilen suyun kalitesini demir ve manganez içeriği bakımından uygun hale getirmektir.

Tablo 21- Demir ve Manganezin giderilme yöntemleri (18)

Aritım İşlemi	Bir olts itime Suyun zorunluluğu	özellikleri	Gerekli tesisleri	pH aralığı	Gerekli Miyarlar	Açıklama
1. Havalandırma, ve filtrasyon	Evet	Yalnız demir-konsantrasyon olarak değerdendirilebilecek organik madde yok	Havalandırma ve sedimantasvon havuzu kum filtresi	7 nin üstünde	Hiçbir	İdaresi kolay tasfiye, keza kimyasal kontrolsuz.
2. Havalandırma, temasla oksitleme sedimantasvon, kum üzerinde filtrasyon	Evet	Organik maddelere hafif olarak bağlı demir ve manganez, fakat su fazla karbon-dioksit veya organik muhtevassız	Koktan grevya veya nirolüzit (parçalanmış) ten vanılmış temas havalandırıcısı, sedimantasvon havuzu kum filtresi	Demirin bertaraf edilmesi için 7 nin üzerinde, manganezin bertaraf edilmesi için 7.5-10	Hiç bir	Bir çift nominalama lüzumu
3. Havalandırma, temas vatağı, üzerinde filtrasyon	Evet	Organik maddelere bağlı demir ve manganez, fakat suda fazla organik asit muhtevası yok	Havalandırıcı ve kum süzen vatağı (manganez ile zarflanmış) veya Birm, parçalanmış piro-lüzit veya manganez zeolit	Demirin bertaraf edilmesi için 7 nin üzerinde, manganezin bertaraf edilmesi için 7.5-10	Manganezin bertaraf edilmesi için ki-reç	Çift pompalama, lüzumu (bir kompresör) veya bir hava enjeksiyonu suhabı mütedil bir hava bir hava gelmesi کافی basit mecraya Yalnız bir nominalama.
4. Teroas yatağı, üzerinde filtrasyon	Evet Fakat hava-	Organik maddelere bağlı demir ve	Kum süzen filitre (manganezle	Demirin bertaraf edilmesi için	Klorla tekrar aktif hale ge-	

	landırma ile değil	manganez, fakat karbon dioksit veya organik asit muhtevası fazla değil	zarflanmış), veya Birm, parçalanmış piroüzit veya manganik zeolit	7 nin üzerinde, manganezin bertaraf edilmesi için 8,5	tirilmiş veya oksitlenmiş (periyodik olarak) veya potasyum permanganatla (aralıksız olarak tevzi olunmuş)	'havalandır- zaruri değil- değildir
5.Katalitik tesir, havalandırma, sedimantasyon, kumda filtrasyon	Evet	Organik maddelerle birleşik manganez	Kapalı bir vazoda çalışan piroüzit yatak, havalandırıcı, açıkça çalışan ikinci temas yatağı, kum filtre.	7 nin üstünde	Hiç bir	Hava yokluğunda, katalitik tesirle manganez önce manganez hidroksit çevrilir, sonra oksitlenir.
6.Havalandırma, klorlama, sedimantasyon, kumda filtrasyon	Evet	Organik maddelerle hafif olarak bağlı demir ve manganez	Havalandırıcı ve klor dağıtıcısı, sedimantasyon havuzu, kum filtresi	7-8	Klor veya potasyum permanganat	Önceden yapılan havalandırma ile azaltılmış lüzumlu klor dozu, fakat havalandırmasız klorlama çift pompalamayı öner
7.Havalandırma, Kireçle muamele, sedimantasyon, kumda filtrasyon	Evet	Organik maddelerle birleşmiş demir ve manganez, organik asitler	Tesirli havalandırıcı, kireç dağıtıcısı ile beslenen karıştırma havuzu, kum filtresi	8,5-10	Kireç	pH nin kontrol lüzumu
8.Havalandırma, koagülasyon ve kireçle muamele, sedimantasyon, kumda filtrasyon	Evet	Organik maddelerle birleşik demir ve manganez ihtiva eden bulanık ve renkli sulu suları	Seri kum üzerindeki klasik filtrasyon tesisi	8,5-9,6	Kireç ve demir2 klorür veya demir2 klorosülfat veya kireç ve demir klorosülfat	Laboratuvar da tam bir kontrol lüzumu
9.Bir zeolit ile yumuşama	Hayır	Oksijenden mahrum yeraltı suyu, (ayrılmış 17 ppm sertlik diliminde 0,5 ppm den az demir ve manganez ihtiva edecek)	Derivasyon suyu taşıyıcısı için sodik zeolit filtre (klasik tip) ve manganik zeolit filtre (veya muadili)	6,5 ton fazla	Daimi dağıtım fakat bir tuz mahlulü ile periyodik olarak yatak yenileştirilmiştir	Havalandırma ve çift pompalamaya lüzum kalmadan bazı teatisi ile münhal demir bikarbonat ve manganez bikarbonat bertaraf edilebilirler
10.Kireçle tasfiye, sedimantasyon, kum üzerinde filtrasyon	Hayır	Demir2 Bikarbonat şeklinde demir ihtiva eden oksijenden mahrum derin menşeli yumuşak su	Kireç dağıtıcısı, karıştırma ve sedimantasyon için kapalı cihazlar, basınç altında filtre	8,1-8,5	Kireç	Oksijen yokluğunda, demir2 karbonat şeklinde çöker; işlem antikoziştir; çift pompalama lüzumlu değildir

Gümüş:

Tıp alanında, fotoğrafçılıkta, takı yapımında kullanılmaktadır.

Gümüş, gözler ve derinin gri-mavi renk aldığı argyria hastalığına neden olur. 0. 4-1, 0 mg/lit aralığındaki konsantrasyonlar böbrekler, karaciğer ve dalakta patolojik değişmelere neden olur. Genellikle suda 0-2 mikrogram/lit değerleri arasında bulunur. Az miktardaki gümüşün bakterileri öldürücü etkisi vardır. Bu nedenle yüzme havuzlarında dezenfektan olarak kullanılır.

Dünya Sağlık Örgütü 1984 yılı yayınında ise gümüşü kullanım alanları ve sağlığa etkisi olarak aşağıdaki esaslar belirtilmiştir: (13,33,35)

Gümüş düzeyi doğal sularda çok düşüktür. Basılı yayınlara göre bazı su kaynaklarında litrede 1 mikrogramdan fazla gümüş bildirilmişse, bu değeri litrede 10 mikrogramı aştığı çok nadirdir.

Bilinen su işlem metodlarının çoğunun işlem sonunda sulardaki gümüşü giderdiğini göstermektedir. Sonuç olarak işlem görmüş sulardaki gümüş düzeyi çok düşük olmaktadır. Bununla birlikte dağıtım sistemlerinde kurşun ve çinko gibi bazı metallerin kullanılması nedeniyle sulardaki eser miktarda gümüş izlerine rastlanılabilir. Bazı ülkelerde su kaynaklarının dezenfeksiyonunda gümüş oksit kullanıldığından, buralarda çeşme sularında gümüş düzeyi yüksek olabilir. Özellikle içme suyu elde etmek için gümüş içeren su arıtma cihazları kullanıldığında litrede 50 mikrogramı geçen gümüş düzeyleri bildirilmiştir. Çeşme sularındaki düzeyi çok düşüktür ve muhtemelen litrede 1 mikrogramdan daha azdır. Günde 2 litre su içildiği kabul edilirse içme suyu ile alınan miktar günlük 2 mikrogramı geçmeyecektir. Gümüşün insanlarda metabolizması ve absorpsiyonu hakkında fazla bilgi yoktur. Ancak değişik emilim ve doku düzeyleri belirlenmiştir.

Hayvanlar sindirim yoluyla alınan gümüşün yaklaşık % 10 unu absorbe edebilmektedir, çeşitli organlarda özellikle karaciğer ve dalakta, metal şeklinde gümüş saptanmaktadır. İnsanlarda gümüş alındıktan 16 gün sonra, alınan gümüşün % 50 den fazlası karaciğerde saptanmıştır. Bazı enzim sistemlerinde ve biyolojik önemi olan kimyasal gruplarda sulfhydryl komponent şeklinde bağlanarak, proteinlerin presipitasyonu ve bazı enzimlerin inaktivasyonunda rol oynamaktadır. Bazı hayvan deneylerine göre gümüş, Cu ve Se ile metabolik olarak reaksiyona girmektedir. Absorbe olan gümüşün büyük bölümü gaita vasıtasıyla dışarı atılmakta çok az bir miktarda devamlı olarak dokularda tutularak dokularda birirmektedir. Gümüşün yarı ömrü birkaç gün ile birkaç hafta arasında değişir.

Çok yüksek dozlarda ölümle sonuçlanmış gümüş zehirlenmelerine rastlandığı bildirilmiştir. Gümüşün esas etkisi deri, saç ve tırnaklar üzerinde olup bunların rengi değişmektedir. Bu durum özellikle ilaç olarak gümüş arspenamine'in uygulandığı hallerde görülür. 1 gr gümüş arspenamine enjekte edildiğinde bu etki çok açıktır. Bu etkiler endüstride çalışanlarda da görülebilsede, çok nadirdir. Alman gümüşün kanserojen olduğu hakkında bilgi yoktur.

Litrede 400 mikrogram veya daha fazla gümüş içeren suların içilmesiyle ratların böbrek ve karaciğerlerinde bazı patolojik değişiklikler gözlenmiştir. Bunun insanlarda saptanması çok güçtür. Ancak tırnakların renk değiştirmesi bir ölçü olabilir.

Kadmiyum:

Toksik potansiyele sahip kadmiyum suya bazı galvanize boruların bozunması, plastik sanayiinde stabilizatör maddesi olarak kullanılmasından ve endüstri artıklarınının karıştırılmasından gelebilir.

Kadmiyumun metabolizmasına bakacak olursak, barsak ve akciğer kanalıncı çok az adsorbe olur. Sindirim sistemi ile emilmeye alınan kadmiyumun kimyasal şekli, yine yaş, Ca^{++} , Fe^{++} , Zn^{++} ve protein noksanlığı gibi çeşitli faktörler etki yaparlar. Kurşunda olduğu gibi midenin durumuda emilmeyi etkiler. Dolu midede emilme güç olurken boş bir midede emilme daha hızlı olmaktadır. İnsanlara radyoaktif kadmiyum verildiğinde % 4, 7-7 si mideden adsorbe olmaktadır. Gıda içindeki demir, kalsiyum ve protein noksanlığı gibi faktörler gastrointestinal emilmeyi artırmaktadır. Özellikle noksan demir alan kadınlarda kadmiyumun % 20 den fazlası emilmektedir. Solunum sistemi ile emilme solunum derinliği ve solunum adedine de bağlı olarak Cd içeren toz zerreciklerinin büyüklük ve eriyebilirliğine bağlıdır.

0.1 milimikro büyüklüğünde partiküllerin % 50 si akciğerlerde tutulurken, 2 milimikron büyüklüğündeki partiküllerin % 20 si akciğerlerce tutulmaktadır. Partikül büyüklükleri üzerine yapılan bir çalışmada havadaki kadmiyumun % 20 sinin, sigara dumanı içindekinin % 50 sinin akciğerlerce alındığı bilinmektedir. Emilen kadmiyum önce kana karışır, sonra vücudun bazı bölgelerine yerleşir. Karaciğer ve böbrekler Cd un depolanma yeridir. Biriken kadmiyumun yaklaşık % 50 si bu organlarda bulunur. Kadmiyum büyük oranlarda metallothioneine olarak bilinen nisbeten moleküler kütleyle sahip bir proteine bağlanır. Bu metal bağlayan proteinin

kadmiyumun taşınması ve absorbe olmasında rol aldığına inanılmaktadır. Biyolojik ömrü 13-38 yıl arasında değişmektedir. Plasenta kadmiyumu geçirmediğinden yeni doğanlarda hemen hemen hiç kadmiyum bulunmaz. (1 mikro gr) Halbuki 50 yaşındaki kişilerin vücutlarında. 10-50 mg kadmiyum vardır. Kadmiyumla çalışılan bölgelerdeki işçilerde bu miktar 1000 mgr a kadar çıkar. Sigara içmeyenlerin kanlarında 20Ugr/lit nin altında Cd vardır. Vücuttan atılması yavaş olup, genellikle idrarla atılır. İdrarda kadmiyumun bulunuşu vücutun Cd alıp almadığına iyi bir ölçüdür. (13,24,33,35)

Kadmiyumun sağlığa etkisi ;

Galvanize mutfak kaplarından kadmiyumun gıdalara bulaşması şiddetli mide barsak bozukluklarına neden olduğu bildirilmiştir. Kadmiyumun insanlar için ağız yoluyla akut öldürücü dozu henüz saptanmamıştır. Ancak yüzlerce miligram olduğu tahmin edilmektedir. Fazla miktardaki kadmiyum oksit toz ve dumanına maruz kalan endüstri işçilerinde bronşit, amfizem, kansızlık ve böbrek taşları oluşumu görülmüştür. İnsanlarda kadmiyumun esas biriktiği yer böbreklerin cortex bölgesidir. Bu nedenle Cd zehirlenmelerinde proteinuria, glucosuria ve aminoaciduria daima bulunmaktadır. İçme sularında çok düşük oranda bulunan kadmiyumun herhangi bir yan etkisi bildirilmemiştir. Ancak galvanize (Cd la kaplı) kaplarda hazırlanan bazı içeceklerin çocuklarda akut etkisi görüldüğü bildirilmiştir. (13)

Sanayide fazla miktarda kadmiyuma maruz kalan erkeklerde prostat kanseri riskini artırmakta ise de çevresel kadmiyum etkileniminin insanlarda kanser yapma olasılığı çok zayıftır. Maruz kalınan kadmiyum ve kandaki kadmiyum konsantrasyonu arasındaki ilgi henüz çözülememiştir. Bu nedenle kandaki oran için belirgin bir biyolojik sınır saptanamamıştır. İnsanlara tek doz halinde ağızdan verilen 3 mg kadmiyumun hiçbir etkisi yoktur. FAO ve WHO uzmanlarınca yapılan bir çalışma sonucuna göre kadmiyum için bir haftada azami 400-500 mikrogramdır. Sanayide çalışan yetişkin insanlar için günlük sınır değer 57 mikrogram olarak belirlenmiştir. Etkili eşik dozu 200 mikrogram/gündür. Bu miktar günlük 12 mikrogram/gün emilime karşılık gelir. Günlük 57-71 mikrogramın aşılması önerilmektedir.

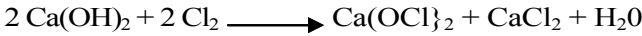
Kalsiyum:

Doğadaki başlıca kalsiyum kaynakları karbonatlar (CaCO_3 yani kireç taşı veya mermer) aragonit, dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) Jips (CaSO_4 yani alçı taşı) anhidrit, apatit mineralleridir. Ayrıca silikat taşlarında % 1-10 Ca iyonunu içeren kalsiyum silikatlar şeklinde bulunur. Kalsiyum silikatlar hava ve yağmurun etkisiyle çözünebilir kalsiyum tuzlarına ve kil minerallerine dönüşür. Genellikle sudaki kalsiyum iyonu kaynağını karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri teşkil eder. Bu nedenle sularda, çok değişik konsantrasyonlarda Ca bulunabilir. Kalsiyum suya sertlik özelliği veren en önemli iyonudur. Kalsiyumlu sularda karbonat ve sülfat da bulunuyorsa CaCO_3 ve SO_4 çökerek kabuk meydana getirir. Borularda az miktarda CaCO_3 in çökerek, iç yüzeyi bir tabaka halinde örtmesi halinde boruların korozyona uğramasını engeller, Kalsiyum sulama sularında toprağın yapısı ve geçirgenliği yönünden yararlıdır.

Kalsiyum metali eritilmiş bulunan halojenürün elektrolizi ile elde edilir. Kalsiyumun teknikte en önemli bileşikleri kalsiyum oksit (CaO) ile kalsiyum hidroksit (Ca(OH)_2) dir. Bu oksit doğada bulunan CaCO_3 ün 10 metre yüksekliğindeki özel fırınlarda $1000-1100^\circ \text{C}$ ye kadar ısıtılmasıyla, yani yakılması ile elde edilir.

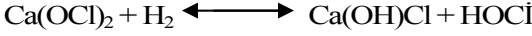
Bu şekilde elde edilen CaO e sönmemiş kireç denilir. Bu cisim suda çözüldüğü takdirde fazla miktarda ısı (18 KCal/mol) açığa çıkarak kalsiyum hidroksit yani sönmüş kireç meydana gelir.

Yukarıda söz edilen sönmüş kirecin süspansiyonundan klor geçirilecek olursa kalsiyum hipoklorit ve kalsiyum hipoklorit + kalsiyum klorür karışımı olur.



(Kalsiyum hipoklorit, kireç kaymağı)

Sulph ve beyaz bir madde olan bu karışıma kireç kaymağıda denir. Bu cisim su ile iki yönlü reaksiyon vererek HOCl verir.



Oluşan HOCl yükseltgen olduğundan kireç kaymağı hem mikroorganizmaları tahrip eder (dezenfektan) hemde boyaları oksidasyon ile bozmak suretiyle mensucat maddelerine ağartıcı olarak etki eder.

Havada % 0,03 kadar mevcut olan CO₂ etkisiyle, nemli bulunan CaCO₃ yüzeylerinde eser

miktarda kalsiyum bikarbonat oluştuğundan kireç taşları ile temasta bulunan bütün sular çözünmüş halde kalsiyum bikarbonat içerirler. Çözünmüş bulunan kalsiyum bikarbonatın büyük bir kısmı suyun buharlaşmasında suda çözünmeyen CaCO₃ haline geçtiğinden bu şartın olduğu yerlerde kireç taşı meydana gelir. Mağaralardaki stalagtit ve stalagmitlerin oluşumu veya nemli taş binaların üzerinde veya kalsiyum bikarbonat içeren sıcak kaynakların aktıkları yerlerde veya buhar kazanlarında kazan taşı denilen CaCO₃ m oluşumu bu esasa dayanır. Bu şekilde meydana gelen kazan taşı ısıyı iyi iletmediğinden kazan cidarları su ile temas edemez ve aşırı ısınmalar meydana gelir nihayet taşın ani olarak çatlaması sonucunda su ani olarak buharlaşır ve kazan patlayabilir.

Kalsiyumun büyük bir biyolojik önemi vardır ve insan organizmasında en yoğun şekilde bulunan katyondur. Vücutta bulunan kalsiyumun çok büyük kısmı, kemik dokusunda "hidroksiapatit" kristalleri halinde fosfatlarla birlikte bulunur. Hidroksiapatit kristallerinin formülü yaklaşık olarak C₁₀(PO₄)₆ (OH)₂ şeklindedir. Kemiğin yapısında başlıca tuzu teşkil eden kalsiyum fosfatın (3 Ca₃(PO₄)₂ kalsiyum karbonat, florid, sitrat, Na, K, Mg da bulunur. CaF₂ de az miktarda dış minesinde bulunur. Kalsiyumun plazmadaki düzeyi % 10 mg civarındadır. Kalsiyum özellikle kanın pıhtılaşmasında önemli bir rol oynar. Kalsiyum kasların fonksiyonu yönünden de önemlidir. Ayrıca hücre zarının permeabilitesinde ve sinirsel aktivite de de kalsiyum rol oynar. Normal bir diyetle beslenen, bir kişi günde 800 mg kadar kalsiyum alır. Bunun 700 mg kadarı gaita ile tekrar vücut dışına atılır. Vücutta net olarak 100 mg kalsiyum sağlanmış olur. Vücutta, kalan ve kemiklerde depo edilen 100 mg kalsiyumun bir bölümü de yine gaita ile dışarı atılır. Böbrek yolu ile çok az kalsiyum dışarı atılır. (13,33,35)

Krom:

Krom suda 3 ve 6 değerklikli hallerde bulunur. Ancak 3 değerklikli kroma çok nadir rastlanır. Krom 6 tuzları kanserojenik özelliktedir. Bu nedenle içme sularının krom kirliliğinden korunması gerekir. pH değeri düşük doğal sularda eser miktarda bulunabilir. Sularda kromat bileşiklerinin bulunuşu ancak suyun kirlenmesi sonucunda olabilir. Krom tuzları endüstriyel proseslerde çok miktarda kullanılır. Krom (25) tuzları özellikle metalik kaplamalarda, boya fabrikalarında, boyalarda, patlayıcı maddeler, seramik kağıt gibi endüstrilerde kullanılır. Krom 3 tuzları da tekstil boyalarında morndan olarak, cam ve seramik endüstrisinde ve fotoğrafçılıkta kullanılır. Soğutma sularının korozyon kontrolunda da suya sık sık krom tuzları ilave edilir.

Biyolojik olarak krom sindirim ve solunum sistemlerinden absorbe olur. Emilme krom şekline ve emildiğı yola bağıdır. İnsanlar için trivalan krom esas elementtir. Hexavalan krom (Cr) ise toksiktir. Trivalan krom nisbeten az emilir. Trivalan krom tuzlarının % 1-2 miktarı emilmektedir. Gıda içindeki kromun en az % 10 unun absorbe edildiğı tahmin edilmektedir. İçme sularına 1 yıl süre ile hexavalan krom ilave edilen ratların dokularındaki krom seviyesi (25 mg/lt olarak, trivalan kromdan 9 kat fazla olarak tesbit edilmiştir. Bu nedenle su içindeki hexavalan kromun emilmesi trivalan kromdan 9 kat (% 10) fazladır, solunum sistemlerinden emilme oranı bilinmemektedir. Bu emilme krom partiküllerinin eriyebilmelerine ve büyüklüklerine bağıdır. Solunan miktarın % 50 sinin emildiğı sanılmaktadır. Emilen kromun büyük bir miktarı deri, adale ve yağ dokusunda toplanır. Hemostatik mekanizma, karaciğer ve intestinal nakil mekanizmalarla birlikte fazla trivalan krom birikimini önler. Krom başta idrarla olmak üzere gaita ile de atılmaktadır.

Krom glikoz ve yağ metabolizması için gerekli bir madde olduğu gibi çeşitli sistemlerde amino asitlerin kullanılması için de gereklidir. Keza insanlarda hafif şeker hastalığı ve arterioscleriosis den korunmak için de gerekli bir elementtir.

İnsanlara zararlı etki yapabilecek krom sulardaki hexavalan (+6) kromdur. Trivalan krom ise nisbeten daha az toksik ve lokal veya yaygın sistemik bir etkisi olmayan ve gerekli olan krom şeklidir, dokularda krom seviyesi yüksek olan şahıslarda arterioscleriosis nisbeten daha azdır. (13)

Kurşun:

Toprağın doğal elementlerinden olan kurşun yaklaşık olarak toprakta kilogramda 16 mg miktarında bulunur. Dünya üzerinde göl ve nehir sularının ortalama kurşun içeriği ise litrede 1-10 mikrogramdır. Ancak sulardaki bu değer nadir olmakla beraber endüstriyel bulaşma sonucu daha yüksekte olabilir. Ancak arıtma işleminden sonra suyun dağıtım şebekesine verilmeden önce bu değer çok düşüktür. Evlere verilen çeşme suyunda ise, eğer dağıtım Pb borularla yapılıyorsa veya kurşunla kaplı depolarda bekletiliyorsa bu miktar daha yüksek olmaktadır. Özellikle bu miktar suyun yumuşak, bol oksijenli, nitrat miktarı fazla ve asidik karakterde olması durumunda korozyonun artmasından dolayı daha fazla olmaktadır. Kurşun borular su dağıtımında artık genelde kullanılmıyorken bazı ülkelerde henüz kullanılmaktadır.

Birçok ülkede çeşme suyunda Pb seviyesi ortalama 10-20 mikrogramdır. Ancak İskoçya gibi bazı ülkelerde suyun son derece yumuşak ve pH sınırının düşük olduğu, keza Pb boru ve Pb kaplı su depoları kullanılan ülkelerde bu, normal miktarlardan çok yüksek değerler bulunur. İskoçyada bu şekilde olan çeşme sularında 300 mg/lt ye kadar çeşitli değerler bulunmaktadır. Bu değerler suyun kurşun borularda bekleme süresine, depoda bekleme süresine bağlı olduğundan evden eve dahi farklı bulgular tesbit edilmiştir.

Günde ortalama 2 litre su içilebileceği dikkate alındığında su ile günde 10-20 mikrogramdan 1 mg a kadar kurşun alınabileceği tahmin edilmektedir.

İçme suyu içindeki kurşunun sindirim sisteminden olduğu gibi emilmesi önemli bir noktadır. Her ne kadar su içindeki çok ince kurşun partiküllerinin emilebilmesi hakkında fazla bilgi yoksada suda erimiş kurşunun kolayca emildiği bilinmektedir. Yaşlılarca alman kurşunun % 10 unun tamamen emilebildiği kabul edilmekte isede bu midenin dolu veya boş olmasına bağlıdır. Örneğin 6 saat bir açlıktan sonra ağızdan alınan kurşunun emilmesi çok daha artacaktır. Bu oran % 50 ye kadar çıkabilir. Bu durum fareler üzerinde yapılan deneyle tesbit edilmiştir. Keza kurşunun sindirim sisteminden emilmesine, kurşun ile birlikte kalsiyum, fosfor, demir, bakır ve çinkonun bulunuşu, yaş ve kişinin fiziksel durumu gibi daha birçok faktörler etki yaparlar. Emilen kurşun kan dolaşımına karışarak yumuşak dokulara ve kemiğe yayılır. Uzun süre kurşun alındığında kan ve yumuşak dokulardaki miktar arasında bir denge sağlanır. Buna karşılık zamanla kemiklerde bir birikim olmaktadır. Bu birikimin yaşlarda ilgisi var-

dır. Alınan kurşunun % 90 ı kemiklerde birikir. Kurşunun kandaki yarı ömrü 2-4 hafta, yumuşak dokularda 4 hafta, kemiklerde ise 27, 5 yıldır. Kurşun plasenta ile kolayca yavruya geçer. Alınan kurşun idrar, gaita ve ter ile atılır. Saç ve tırnak kesilmesiyle de buralardaki kurşun atılır.

Yüksek dozda alınan kurşunun biriken genel bir zehir olduğu asırlardır bilinmektedir. Akut kurşun zehirlenmesinde yorgunluk, halsizlik, karın ağrıları, hassasiyet, kansızlık ve çocuklarda davranış bozuklukları bilinen semptomlardır. Düşük seviyelerde kurşun alınması porphobilinogen sentezine gerekli bir enzimin aktivitesini azaltmaktadır. Bu enzim kan sisteminde aminolevulinic asidin prophobilinogene dönüştürülmesinde gerekli bir enzimdir. Keza kurşunun kükürt içeren amino asitlerede bir afinitesi vardır. Keza kurşun mitokondrilere bağlanarak oksijen nakli ve enerji oluşumuna da etki yapmaktadır. Deney hayvanlarında kurşunun çeşitli vücut sistemlerine etkisi araştırılmışsa da insanlarda henüz geniş çapta epidemiyolojik bir inceleme yapılamamıştır. Daha çok işyeri etkilenimiyle ilgili bilgiler bulunmaktadır. Yaşlı ve çocukların kanlarındaki kurşun oranı ile içtikleri su içindeki kurşun arasında kesin bir ilgi açıklığa kavuşmamıştır. Ancak suda fazla kurşun varsa kandaki seviyede bir miktar artış olduğu saptanmıştır. Örneğin yaşlılarda 100 mikrogram/litre kurşun bulunduran suların içilmesi durumunda desimetreküpte 25 mikrogram bir artıştan sözedilmektedir. Litrede suda 100 mikrogram kurşunlu su alan çocukların kanında 40 mikrogram, hamile kadınların kanında 50 mikrogram artış saptanmıştır. Çevreden toplam alınan kurşuna bağlı kandaki oran 1 litre kanda 200 mikrogram olarak tesbit edilmiştir. (37)

Lityum:

Doğal sulardaki lityum miktarı 10 mg/lt nin altındadır. Tuzlu su ve termal sularındaki lityum miktarı daha fazladır. Bazı ilaçlar, metalurjik prosesler, bazı cam tipleri ve akümülatör yapımında kullanılır ve bunlara ait artık sularda bulunur.

Ticari olarak lityum hipoklorit, klorda olduğu gibi yüzme havuzlarında kullanılabilmektedir.

Düşük dozlarda alındığında Li tuzları zararlı değildir. (13)

Magnezyum:

Magnezyum suyun sertliğini meydana getiren iyonlardan biridir. Sıcak sularda kırılğan bir kabuk meydana getirir. İnsan biyolojisinde gerekli bir mineraldir. Kemik, kas ve sinirsel dokularda bulunur. Magnezyum daha çok bir hücre içi elemandır. Yetişkin bir insanın günlük 35 mg magnezyuma gereksinimi vardır.

Suda bulunan karbondioksit, karbonatlı ve sislikatlı minerallerdeki magnezyumun suya geçmesinde rol oynar. Granit ve silisli kumlarda bulunan suların kapsamında 5 mg kadar magnezyum bulunur. Kireç taşı ve dolomitlerde ($MgCa(CO_3)_2$) bulunan sulardaki magnezyum miktarı 10-15 mg civarındadır. Magnezyumun sülfat ve klorürleri suda kolay çözülür.

Magnezyum suyun sertliğini meydana getiren iyonlardan birisidir. Sıcak sularda kırılğan bir kabuk meydana getirir. (38)

İnsan biyolojisinde magnezyum, sağlık için gerekli minerallerden birisidir. İnsan organizmasında başlıca kemiklerde, kaslarda ve sinirsel dokularda bulunur. Magnezyum daha çok bir hücre içi elemanıdır. Alyuvarlarda da magnezyum vardır. Magnezyumun plazmadaki miktarı % 2, 5 mg kadardır. Hücrelerdeki miktarı daha fazladır. Kas hücrelerinde % 20 kadar magnezyum bulunur. Yetişkin bir insanın günde 50 mg magnezyuma gereksinimi vardır.

Mangan:

Toprakta minerallerden geçmiş mangana rastlanır. Toprak veya tortul kütlelerdeki mangan atmosferik olayların etkisiyle çözünerek suya geçer. Demiri fazla olan sularda, çok defa mangana rastlanır. Fakat miktarı çok az olup; litrede 0, 3 mg ı geçmez. Yeraltı sularında bulunan mangan ortamda oksijenin bulunmayışı nedeniyle iki değerliklidir. Yüzeysel sularda, özellikle göl ve baraj gibi rezervuarların dip çökeltisi çamurları içerisinde bulunur ve indirgeyici ortamda çamurdan suya geçer.

Manganın suda bulunmasının zararı endüstri sularında hemen hemen demirin etkisinin aynısıdır. Bu da suda bazı bakterilerin çoğalmasına yardım ettiği gibi, boruların tıkanmasına demirden fazla neden olur. 0. 5 mg/lit mangan dan fazlası sulara kötü bir lezzet verir. Çay ve kahve hazırlamaya, çamaşır yıkamaya uygun değildir. Endüstride manganlı suların arıtımı gerekmektedir.

Yiyeceklerdeki mangan miktarları önemli derecede değişiklik gösterir. Süt ürünlerinde düşük konsantrasyonlarda etlerde 0-0. 8 mg/kg, balıkta 0-0. 1 mg/kg bulunur. Fındıkta fazladır.

İnsan ve hayvanlarda mangan esas elementtir. Ancak alınan manganın % 3 ü absorbe edilir. Kalp damar hastalıklarında ölüme mani olmak için içme sularında mangan bulunması önerilmektedir.

Mangan en az zehirli elementtir. Birkaç olay dışında sudaki mangandan dolayı bir zehirlilik görülmemiştir. 1941 yılında Japonya'da beyinle ilgili hastalık nedeni 14 mg/lt manganla kirlenmiş kuyu suyuna bağlanmıştır. Bununla birlikte yalnız mangan konsantrasyonunun bu hastalığın nedeni olduğu iddia edilemez. (13,33,35)

Nikel:

Nikel her yerde bulunur, başlıca alaşımları arsenid ve suliit dir. Madenlerin işlemleri sonucu çevreye yayılabilir. Nikel bazı alaşımlarda katalisit olarak metal kaplamalarda kullanılmaktadır. Gıda, konserve ve fabrikalarındaki tesisatta nikel kullanılması gıdalarda kontaminasyon yapabilir.

Nikel tuzlarının pek çoğu suda eriyebilir, bu nedenle bulaşma kolay olur, özellikle nikel içeren bileşiklerin nehirlere atılması bu bulaşmada rol oynar. Yüzey sularında 1 mg/lt gibi yüksek oranlar bildirilmiştir. Normalde bu sulardaki oran 5 -20 mikrogram /İt gibi düşük bir seviyededir.

Belirli su işlem metodlarıyla nikelin bir kısmı giderilmektedir. Bu nedenle işlenmiş sularda, işlenmemiş sulardan daha az bulunur. Genel olarak 2 - 5 mikrogram /İt rastlanan tipik değerlerdir. Özellikle nikel karışımli su iletim boruları kullanıldığında bu miktar artabilir. Nadiren 0, 5 mg/lt miktarlar bildirilmiştir. Günde 2 lt su içildiği dikkate alınırsa normal olarak içme suyu ile alınabilecek miktarı 10-20 mikrogramı geçmez.

Hayvan beslenmesinde nikel esansiyel bir madde olduğuna göre muhtemelen insanlar içinde gerekli olan bir maddedir. Mide barsaklardan emilmesi çok zordur. Vücut dokularında birikim yapmadığı, ratlara sularında 5 mg/lt olarak verildiğinde bile saptanamamıştır. İnsan ve hayvanlarda metabolizması tam olarak bilinmemektedir. Daha çok gaita ve birazda idrarla dışarı atılır.

Nikel toksik olmayan bir elementtir. Gıda ve sularda bulunan nikelin ciddi bir sağlık problemi yaratacağı düşünülemez. Ancak gıdalarıyla 1600 mg/kg olarak deney hayvanlarına verildiğinde örneğin yavru adedinde

azalma gibi bazı toksik etkisi bildirilmiştir. Rat ve farelere hayatları boyunca litrede 5 mg nikel olan su içirilmiştir yine de sağlığa zararlı bir etkisi görülmemiştir.

Potasyum:

Potasyum yerkabuğunda en fazla bulunan elementlerin yedincisidir. Bununla birlikte doğal suların kapsamındaki potasyum miktarı azdır. Bazı jeokimyasal prosesler ve absorpsiyon nedeniyle potasyum toprakta kalır ve suya fazla geçmez. Suların çoğunluğundaki potasyum miktarı 20 mg/lt den daha azdır. Ancak daha yüksek konsantrasyonlarda potasyumun bulunduğu da görülebilir. Bu durum suyun bulunduğu jeolojik formasyonlarla ilgilidir.

70 kg ağırlığında bir şahsın vücudunda toplam 4000 meq potasyum bulunur. Bunun sadece % 2 sinden az bir miktarı ekstrasellüler sıvıda yer alır.

Besinlerle alınan ve absorbe edilemeyen % 5-10 oranında potasyum gaita ile dışarı atılır. Diğer bir kısım potasyumda böbrekler yolu ile dışarı atılır.

Potasyumun insan sağlığı için etkisi kanda az veya çok olması ile ilgilidir.

Selenyum;

Selen bileşiklerine doğada nadir rastlanır. Doğal sularda genellikle bulunmaz veya çok az konsantrasyonda bulunur. Yüksek değerlikli sular endüstriyel atık sulardan gelebilir. İçme sularının çoğunda 0.01 mg/lt den daha az konsantrasyonlarda selenyum bulunur. Selenyum insanlar ve hayvanlarda vücutta birikerek zehir etkisi gösterir. Kimyasal olarak sülfürlere benzer ve dokular içerisine girerek, proteinlerdeki sülfürün yerine geçer. Ayrıca kanserojenik özelliğe sahiptir. WHO değerlendirmelerine göre, selenyumun toprak ve bitkilerde düzeyi coğrafi durumuna göre çok büyük farklılıklar gösterir. Selenyumun kimyasal yapısı ve erime özelliği gerek gıda ve gerekse sulardaki oranına etki eden diğer faktörlerdir. Selenyum sularda genellikle selenite ve selenate şeklinde bulunur. Bu bulunuş suyun pH sı ve demir gibi bazı metal tuzlarının varlığı gibi diğer faktörlerin etkisindedir.

Selenyum bileşiklerine doğada nadir rastlanır. Suda en çok oksitlenme kademesi olan selenat (SeO_4)₂⁼ şeklindedir. Selenyum Demir III hidroksit ve hidrolize sedimentler tarafından absorblanır. Doğal sularda genellikle bulunmaz veya çok düşük konsantrasyonlarda bulunur. Suda yüksek değerli selenyuma rastlanıyorsa endüstriyel kirlenme akla gelmelidir. İçme **sularının** çoğunda 0. 01 mg/l den daha az konsantrasyonlarda bulunur. İnsan ve hayvanlarda vücutta birikerek zehir etkisi gösterir. Kimyasal olarak sülfürlere benzer ve dokular içerisine girerek, proteinlerdeki sülfürün yerine geçer. Ayrıca kanserojenik özelliğe sahiptir. (13,33,35)

Stronsiyum:

Kimyasal özellikleri kalsiyuma benzer. Kemik yapısında birikme eğilimi vardır. Doğal halde stronsiyum radyoaktif değildir. Bu nedenle suda stronsiyum tayini, radyoaktif kirlenmelerden gelebilecek stronsiyumu kapsayacaktır.

Sodyum :

Yerkabuğunda en fazla bulunan elementlerdendir. Deniz suyunda % 2, 6-2, 7 arasında NaCl vardır. Jeolojik zamanlardaki iç denizlerin kuruması ve sonradan üzerlerinin çözünmeyen kil tabakalarıyla örtülmesiyle kaya tuzu maden ocakları oluşmuştur.

Sodyumun toplam kayyonlara oranı tarımda önemlidir. Ayrıca sodyum oranının yüksek olması, toprağın geçirgenliğinde rol oynar. Yüksek basınçlı buhar kazanlarında, beslenme suyundaki sodyumun miktarı 2-3, _mg/lt limit konsantrasyon önemlidir. Gerektiğinde sudaki sodyum, hidrojenle değişme prosesi ve destilasyon ile giderilebilir.

Su ve sodyum dengesinin kontrolü sinirsel ve hormonal sistem dahil çok karışık olaylar sonucu meydana gelir. Denge emilmeden çok sodyum atılması sağlanır. İnsan sağlığına açısından ve tat eşiği yönünden en normal ve önerilen sodyum miktarı 200 mg/lt dir. (39)

Bromür:

Brom klorür iyonu ile birlikte bromür iyonu halinde daha çok tuzlu sularda(deniz sularında yaklaşık olarak % 0. 01 kadar) ve bazı endüstri atıklarının karıştığı sularda bulunur. Doğal sularda ancak izlenebilecek mik-

tarda bulunabilir. Kıyı kesimlerinde açılan kuyu sularında, deniz suyunun kuyu suyuna karışması ile çeşitli miktarda bromüre rastlanır. Normal koşullarda içme sularında bulunan bromür miktarı ender olarak 1 mg/l'te de-
ğerini aşar. (13,33,35)

Flor:

Suya florür veren başlıca mineral volkanik kayaların bileşiminde bulunan kalsiyum florürdür. Bu tuzun çözünürlüğü azdır. Diğer florür mineralleri arasında apatit, mika sayılabilir. Derinden alınan sularda ve özellikle petrol kuyularındaki tuzlu sularda florür görülür. Yüzey sularında flor iyonu konsantrasyonu genellikle 1 ppm geçmez.

Flor, kalsiyum florür olarak kemiklerde ve diş minesinde az miktarda bulunur. Az miktarda florun diş çürümelerine engel olduğu görülmüştür. İçme sularında florür konsantrasyonu (TS 266) 0.9-1.7 arasında uygun 2.4 mg/l'te ise müsaade edilen maksimum dozdur. Değerin maksimum miktardan anlaşılabileceği üzere florürün fazlası zararlıdır. Fazla miktardaki florürün dişlerde özellikle çocuk dişlerinde beneklenmesine neden olduğu bilinmektedir. Fluorosis denilen bu diş hastalığı en fazla 8-9 yaşlarındaki çocuklarda görülür, daha büyük yaştakileri o kadar etkilemez. Bu nedenle florür miktarının 1.5-1.7 mg/l'ten fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Fluorisi meydana gelebilmesi için 1.5 mg/l'te konsantrasyondaki suyun yaklaşık olarak 3 aydan fazla içilmesi gerekmektedir. Fluorosis kalıcı dişlerin minelerinde benekler halinde meydana gelen bir renklenme hastalığıdır. Hastalık ilerlediğinde skeletal fluorosis meydana gelmektedir. Bu, kireçlenme sonucu omurga ve eklemlerde hareket ağırlaşması ve yanma hissi verir.

İçme suyuna katılan florun optimum noktası 1 mg/l'tir. Konsantrasyona karar verirken suyun içindeki doğal florit miktarını da gözönünde tutmak gerekir. Sıcak yerlerde su tüketiminin fazlalığı nedeniyle miktar azaltılır, soğuk yerlerde miktar daha fazladır.

Suya florür veren başlıca minerali, volkanik kayaların bileşiminde bulunan kalsiyum florürdür. Bu tuzun çözünürlüğü azdır. Derinlerden alınan sularda özellikle petrol kuyularındaki tuzlu sularda ve son zamanlarda volkanizma geçirmiş arazilerden gelen sularda florür görülür. Yüzey sularında Flor konsantrasyonu genellikle 1 ppm'i geçmez. Az miktarda florun diş çürümelerine engel olduğu, bununla birlikte florürün artması sonucu dişlerde beneklenmeler olduğu bilinmektedir. (40) İçme sularında doğal ola-

rak bulunabilecek florür konsantrasyonları aşağıdaki Tablo:22'de verilmiştir. (13,24,33,35,40)

Tablo:22- tçme sularında doğal olarak bulunabilecek florür konsantrasyonları

	Florür	Konsantrasyonu	mg/l
Günlük maksimum hava sıcaklıklarının yıllık ortalaması C(*)	En az(**)	Uygun	İzin verilebilecek maksimum değer
10. 0-12. 1	0.9	0. 9-1. 7	2.4
12. 2-14. 6	0. 8	0. 8-1. 5	2.2
14. 7-17. 7	0. 8	0. 8-1. 3	2. 0
17. 8-21. 4	0. 7	0. 7-1. 2	1. 8
21. 5-26. 2	0. 7	0. 7-1.0	1. 6
26. 3-32. 5	0. 6	0. 6-0. 8	1.4

(*) En az 5 yıllık günlük maksimum hava sıcaklıklarının ortalaması.

(**) İçme sularında bu miktarlardan daha az florür bulunduğu takdirde, florür miktarı uygun sınırlar aralığına düşecek şekilde, florür tavsiye edilir.

(***) Bu değerler Uluslararası İçme Suyu Standardlarında bulunan İçme suyundaki florürler için tavsiye edilmiş kontrol limitlerini kabul etmiştir.

Kaynak : İçme Suları, TS 266/Haziran 1984 (Nisan 1986)

WH0, (Çev:A. O. Ürekli), Uluslararası İçme Suyu Standardları, Genova, 1971

Deterjanların fazla kullanılması, sularda problem yaratmıştır. Bu konuda çok çeşitli araştırmalar bulunmakla birlikte sudaki deterjan miktarı miktarı için en fazla 1. 0 mg/l gibi bir konsantrasyon önerilmektedir.

Fosfat:

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

iyot

Deniz suyununda % 0. 0002 kadar iyodür iyonu bulunmaktadır. Başlıca kaynakları deniz yiyecekleridir. İnek sütünde bulunabilmekte ve yemek tuzuna katılabilmektedir. 30-40 mg/kg doz iyot alımı öldürücüdür. 30-250 mi tentürdiyot fataldır. Akut Ağız yoluyla alındığında toksisite gastrointestinal sistem irritasyonu, aşırı sıvı kaybı ve şoka yol açar. Hipersensitizasyon reaksiyonları görülmektedir. Kronik iyot alımına bağlı olarak iyodizm meydana gelebilir. Kronik iyot düzeyi yüksek su alımının tiroid durumunu etkilediğini gösteren çalışmalar vardır. Eksikliği ise hipotiroidi nedeni olmaktadır. (12)

Klorür:

Bütün doğal sularda bulunur. Klorür tuzlarının çözünürlüğü fazla olduğundan normal ve pis sularda en çok bulunan iyonlardan birisidir. Normal sularda 1 mg/lit den birkaç bin mg/lit ye kadar klorür iyonuna raslanılır. Sularda aniden oluşacak bir klorür konsantrasyonu yüksekliği o suyun sanayiden kirlendiği şüphesini doğurur.

Yeraltı suyunda klorür konsantrasyonlarındaki azalma yalnızca yağmura bağlı olabilir. Buda kaynak sularının izlenmesi açısından bir kriter olarak kabul edilebilir. İçme sularında tad eşiği litrede 200-300 mg klorürdür. Bu eşik NaCl için 210 mg, Potasyum klorür için 310 mg ve kalsiyum klorür için 222 mg/lit dir. Eğer sodyum klorür 400 mg/lit ve kalsiyum klo-

rür 530 mg/lt olursa özellikle kahvenin tadı etkilenir. Tad yönünden litre-
de 250 mg klorür bulunması idealdir.

Siyanür:

Sanayi atık sularında veya diğer sularda tayin edilen siyanür (CN) ortamda bulunan siyanür bileşiklerindeki CN grubunun tümünü belirtir. Suyun kapsamında bulunan siyanür, sistemin biyolojik akövitesi üzerindeki etkisini gösterir. İçme sularının nötral ve alkali şartlar altında serbest artık klor meydana getirmek için klorlanması nihai suda siyanür oranım çok aşağı seviyelere düşürür. 50-60 mg/lt lik tek doz insanlar için öldürücüdür. Günde alınan 2, 9-4. 7 mg siyanür insanlar için zararsız kabul edilir. Çünkü siyanür iyonu insan vücudunda rhodanese ve thiosulfate enzim sistemleri vasıtasıyla kolaylıkla daha az zehirli olan thiocyanat iyonlarına dönüşmektedir. (13,33,35)

Silis:

Suda bulunan çözünmüş silisin kaynağı sil, ikatların metamorfik veya atmosferik olaylarla kimyasal parçalanmalarıdır. Doğal sularda 10 mg/lt den az olmamakla birlikte, bazı sularda ve özellikle volkanik sularda 60 mg/lt ve hatta 100 mg/lt kadar silikat bulunmaktadır. Bu durumda pH 9 a çıkar. Buhar türbinlerinde kullanılan sular yüksek basınçta, kanatlar üzerinde sert kabuklar meydana gelmesine neden olduğundan sulardaki silikatin 0. 1 mg/lt yi aşmaması gerekir.

Sülfat:

Sülfatlar doğada bulunan ağır metal sülfürlerinin atmosferik olayların etkisiyle kısmen oksitlenerek suda çözünmesinden oluşmuşlardır. Büyük kısmı sedimentar kayalaradan çözünsede doğada en yaygın olan minerali jibsidir.

Sülfat tuzları(baryum, stronsiyum ve kurşun sülfat hariç Jsuda çözünürler. Çözünmüş sülfatlar sülfüre indirgenebilir veya hidrojen sülfür halinde buharlaşarak havaya verilir. Bir diğeri çözünmeyen bir tuz olarak çökebilir veya canlı organizmalarla birleşebilirler.

Değişik sanayilerden atılan atıklarda sülfat suya verilir. Minerallerin kavrulması işleminden sülfat sulara verilir. Fosil yakıtların yanmasıyla at-

mosferik kükürtdioksit meydana gelir. Kükürt trioksit(SO₃) in katalitik oksitlenmesiyle meydana gelir ve su buharıyla birleşerek H₂SO₄ oluşur. Bu da asit yağmuru veya karı şeklinde yere iner.

Suda sülfat genellikle yüksek konsantrasyonlarda bulunabilir. Çünkü kayalardan çözeltiye geçen katyonlar genellikle sülfatla, çözünebilen bileşikler verirler.

Günde alınan sülfat miktarı hakkında yeterli bilgi mevcut değildir. İnsanlarda sülfat barsaklarda az miktarda absorbe edilir. Hücre zarını çok yavaş geçer ve süratle böbreklerden atılır. 1-2 gr sülfat, insanlarda müshil etkisi göstererek barsakları temizler. Bu miktar çocuklar için 21 mg/kg/gün olarak verilmiştir.

Tat veren en çok kullanılan sülfat tuzlarının tad başlangıç değerleri ;200-500 mg/lt sodyum sülfat için,

250-900 mg/lt kalsiyum sülfat için, 400-600 mg/lt magnezyum sülfat için verilmiştir.

Suda yüksek sülfat konsantrasyonu dağıtma sistemlerindeki, özellikle düşük alkalinite olduğu zaman, metallerin korozyonuna neden olur.

Sülfit;

Sanayi atıklarında ve pıssularda doğal olarak bulunmasına karşın, çözülmüş oksijeni minimuma indirerek korozyonu önlemek amacıyla kazan besleme sularına sıkça iave edilir. Sodyum sülfid kullanılması soğutma işlemlerinde ve soğuk su dağıtma sistemlerinde yararlı olmaktadır.

Azot:

Azot normal şartlarda kimyasal bileşikler veya iki atomlu molekül halinde bulunur. Bu nedenle serbest atomu veya iyonları halinde bulunamaz. Bileşiklerinde azot atomları elektronlarını komşu atomlarla paylaşır, florür, oksijen ve klordan başka elementlerle yaptığı atomlardan alarak negatif yüklenir. Doğal sularda bulunduğu şekiller amonyak, nitrat iyonu, nitrit iyonudur.

Doğada azot gazı, inorganik nitrit, nitrat ve amonyum iyonları ve protein gibi organik bileşikler arasında kimyasal değişimler olur ve azot devri meydana gelir. (39)

Oksidasyon işlemleri, mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen biyokimyasal reaksiyonlar sonucu meydana geldiğinden nitrifikasyon süreci inorganik azot bileşiklerinin biyokimyasal oksidasyonu olarak da tanımlanabilir.

Akarsuların kirlenmesi açısından önemli olan, inorganik azot bileşiklerinin nitrifikasyon sürecindeki bünye değişimleriyle ortamdaki oksijen dengesinin bozulmasıdır.

Yüzey sularında inorganik azot bileşikleri genellikle bir kaç mg /lt yi geçmez. Fakat yeraltı sularında 100 mg/lt ye kadar bulunabilir. Düşük konsantrasyonlarda bile sularda yaşayan bitkilerin gelişmesini kolaylaştırır.

Nitrat ve Nitritler

Nitrat ve nitrit doğal azot döngüsünde yaygın olarak oluşan maddelerdendir. Nitratlar gübre olarak kullanılmaktadır. Patlayıcıların yapımında, oksitleyici etken olarak ve cam imalatında saf potasyum nitratın eldesinde kullanılmaktadır. Sodyum nitrit gıda koruyucusu olarak kullanılmaktadır. Nitratlar aynı zamanda nitrit rezervuarı olarak işlev görmektedir. Havadaki konsantrasyonu 0, 1-04, mg/litre dir. Sudaki konsantrasyonu ise 5 mg/ litre kadardır. Kırsal kesimlerde daha düşük olabilir. Gıdalardaki nitrat ve nitrit kaynağını sebzeler ve et oluşturmaktadır. İçme suyundaki yüksek nitrat seviyesi ile konjenital malformasyon bağlantısını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Kardiyovasküler etkileri ile ilgili çalışmaların sonuçları çelişkilidir. Deneylerin gösterdiği kadarıyla nitratlar ve nitritler hayvanlarda doğrudan karsinogenik değildir. Ancak N-nitroso bileşiklerinin oluşumu aracılığıyla kanser oluşumunu artırabilmektedir. İçme sulunda yüksek oranda bulunması bebeklerde methemoglobinemi ile ilişkilidir. Rehber değer 10 mg/litre olarak kabul edilmektedir. (42,43,44)

Alkalilik :

Alkaliliğin içme suyunu ilgilendiren en önemli özelliği sert suların yumuşatılmasında suya eklenmesi gereken kireç-soda miktarının hesaplanmasında işe yaramasıdır. İçme suyu borularının aşınmasına neden olan korozyonun kontrolünde alkaliliğin önemi büyüktür. Sağlık açısından bilinen kötü bir reaksiyonu yoktur, ama alkaliliği fazla olan sular toplumun kullanımına verildiğinde içimi hoş olmadığından rağbet görmemektedir.

Suyun alkaliliği özellikle kapsamındaki karbonat, bikarbonat ve hidrok-sil iyonları meydana getirir. Sudaki miktarları az olmakla birlikte borat, fosfat ve silikat gibi asit kökieride suyun alkaliliğini etkiler.

Suyun alkalinitesi, asitleri nötrleştirme özelliği olarak bilinir. Çoğu kez bu özellik yanlış anlaşılmakta ve pH' ı 7 den fazla sulara alkali sular denilmektedir. Bazen pH' ı 7 den az olduğu halde, içinde bulundurduğu tuzlarla, asitleri nötrleştiren. dolayısı ile alkali özelliğe sahip yeraltı suları da vardır.

Asidite (Asitlik):

Suyun proton verebilme kapasitesidir. Suyun asitliğini mineral asitler, bileşik halde olmayan çözünmüş gazlar, organik asitler, kuvvetli asit ve zayıf bazların tuzları meydana getirir. Sudaki karbonat ve bikarbonat alkaliliğinin miktarı, standart asit ile titre edilerek bulunabilir. Karbonat, bikarbonat ve karbondioksit arasında bir denge vardır.

Fenol birleşimlerine cresoller ve endüstriyel faaliyetler sonucu meydana gelmiş diğer maddeler dahil bulunmaktadır. Bundan dolayı içinde fenol bulunan endüstriyel artıkların karıştığı sıvılar zararlı olabilirler. Fenolün çok az bir miktarı bile, klorla karıştığı takdirde, kötü bir tad ve koku meydana getirir; şehir kullanma sularının çoğu da klorlandığından sudaki fenol miktarının 0. 001 mg/1 gösterilen limiti aşmaması gerekir.

Yüzey sularındaki bor miktarı genellikle 1 mg/l oranından fazla olmadığından insanlar için zararlı değildir. Suda bulunan Bor'un en büyük etkisi tarım üzerinde görülmekle birlikte, içme ve kullanma suyunda, su ürünleri üzerinde ve hayvan sulamasında da zararı bulunmaktadır.

Özellikle turp, linyit ve maden kömürlerinin bulunduğu alanlardan çıkan yeraltısuları asit karakterdedir. Bazen de pirit ve diğer sülfütlü minerallerin kimyasal değişime uğraması sonucu oluşan sülfürik asit yeraltına karışabilir.

Çözünmüş Oksijen:

Çözünmüş oksijen su kirlenmesi ile ilgili en Önemli parametrelerden birisidir. Doğal sularda oksijen, azot ve karbondioksit gibi gazlar da erimiş halde bulunurlar. Oksijenin suda erime derecesi suyun sıcaklık ve tuzluluk derecesine bağlıdır. Sıcaklık yükseldikçe suda daha az oksijenin eridiği görülmektedir. (Tablo. 23)

Tablo: 23. Sıcaklıkla Oksijenin Sudaki Çözünürlüğü Arasındaki İlişki (1)

Sıcaklık	Çözünebilen Oksijen mg/l	Sıcaklık °C	Çözünebilen Oksijen mg/3	Sıcaklık °C	Çözünebilen Oksijen mg/l
0	14.6	12	10.8	24	8.5
1	14.2	13	10.6	25	8.4
2	13.8	14	10.4	26	8.2
3	13.1	15	10.2	27	8.1
4	13.1	16	10.0	28	7.9
5	12.8	17	9.7	29	7.8
6	12.5	18	9.5	30	7.6
7	12.2	19	9.4	35	7.1
8	11.9	20	9.2	40	6.6
9	11.6	21	9.0	45	6.1
10	11.3	22	8.8	50	5.6
11	11.1	23	8.7		

KAYNAK : Standard Methods For Examination of Water and Wastewater (APHA)

Tablo 20. in incelenmesinde görüleceği üzere 0 Santigrad derecedeki suda çözünebilen oksijen miktarı 14.6 mg/l iken 50 santigrad derecedeki suda çözünebilen oksijen miktarı 5.6 mg/l ye düşmektedir. Bununla beraber, sularda Hidrojen sülfid varlığı istenmeyen bir şeydir. Çünkü suda bu gazın varlığının sağlık açısından bazı yararlar sağlayacağı düşünülürse de kendine has kötü bir kokusu vardır. Bu gazın 70 mg/l lik miktan sindirim sistemini olumsuz yönde etkiler; daha fazla miktarlarda tehlike artar, 700 mg /I lik miktarı yüksek bir zehirleyicidir.

Sudaki çözünmüş oksijen (Dissolved Oxygene=DO) suda yaşayan bakterilerin fotosentez olayı sonucu verdikleri oksijen ve havadaki oksijenden

gelir. Oksijenin sudaki çözünürlülüğü, havadaki oksijenin kimyasal basıncı, suyun sıcaklığı ve suyun kapsamındaki minerallerin derişimlerine bağlıdır. Sudaki aerobik organizma vb. aerobik canlı yaşamı için çözünmüş oksijene gereksinim vardır. Atıksu alıcı ortamda oksijen talebi yaratır, alıcı ortamda yeterli oksijenin olmaması halinde septik şartlar, dolayısıyla koku oluşur.

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı(BOD):

Aerobik şartlarda ayrışabilen organik maddelerin kararlı hale gelmeleri sırasında, ortamdaki bakteriler için- gerekli oksijen miktarıdır. Diğer tanımla, BOD pıssudaki organik maddelerin aerobik koşullar altında oksidasyonu ve mineralizasyonu(stabilizasyonu) için bakteriler tarafından tüketilen oksijen miktarıdır. Organik maddeler bakteriler için besin maddesidir. BOD deneyi, kanalizasyon ve sanayi artıklarının kirlenme derecesini, gerekli oksijen miktarı cinsinden tayinde kullanılır.

Organik maddelerin biyolojik oksidasyonu tamamlaması için 20 günden fazla bir süre gerekmele beraber, BOD miktarının ilk 5 günde kullanıldığı görölmüştür.

BOD reaksiyonları çoğunlukla birinci dereceden reaksiyonlardır. Reaksiyon hızı belli bir anda geriye kalan parçalanmamış organik madde miktarı ile orantılıdır.

Genellikle bütün sularda ölçülecek miktarlarda silis, magnezyum, potasyum, bikarbonat ve sülfat mevcuttur. Sodyum klorür doğal sularda en çok bulunan bir maddedir ve içinde çeşitli miktarlarda bu tuzu içeren organik maddelerin artıkları, bir işleme tabi tutulmadan, sulara karıştıkça sudaki sodyum klorür miktarı daha da artmaktadır. Sodyum klorür miktarı 20 mg/l geçtiği takdirde borularda ve tesisattaki korozyonu hızlandırır. Bununla beraber, bu kadar fazla konsantrasyona normal sularda sık rastlanmaz. Yalnızca jeolojik tuz kaynaklarına rastlayan okyanus ve derin kıyı sularında sodyum klorür miktarı bu kadar yüksektir.

Nitrat da, birçok sularda önemli miktarda bulunan bir maddedir. Nitratlar suyun eritme özelliği dolayısıyla mineraller arasından geçerken veya kirlenme sonucu suya karışır.

Suyun Sertlik Derecesi

Suların en önemli özelliği sertliktir. Suların sertliği, başta kalsiyum ve magnezyum bikarbonat iyonları olmak üzere, kalsiyum ve magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum nitrat ve az miktarda da demir, alüminyum ve stronsiyum iyonlarından ileri gelmektedir.

Sertlik, suda kalsiyum ve magnezyum tuzlarından ileri gelen Özelliğe denir. (3) Suyun genellikle kalsiyum ve magnezyum iyonlarının varlığından ileri gelen ve sabunun köpürmeye karşı direncini gösteren özellik (9) olarak tarif edilebilir. Sularda sertlik Alman, Fransız, Rus ve Amerikan sertlik dereceleriyle ölçülebilir. Ülkemizde Fransız sertlik derecesi benimsenmiştir. Suyun içinde 10 mg CaCO₃ bulunması [10] 1 Fransız Sertlik Derecesi ni ifade eder.

1 litre suda, 10 mg kalsiyum ve magnezyum bikarbonat veya buna asit miktarda diğer sertlik verici iyonların bulunması halinde, o suyun sertliği 1 Fransız Derecesi (1 Fr°) olarak tanımlanır.

1 Fr = 1.42 Alman sertlik derecesi

1 Fr = 1.79 İngiliz sertlik derecesi

1 Fr = 1.72 Amerikan sertlik derecesi

1 Fr =0.25 Rus sertlik derecesi dir.

Suyun sertliği onun eritme özelliğinden meydana gelmektedir. Bazı sular içinde bulunan erimiş maddelere bağlı olarak daha fazla eritme özelliğine sahiptirler. Örneğin, sudaki karbondioksit, kalker ve magnezyumu daha kolay eriterek bu maddelerin bikarbonatlar haline gelmesine neden olur. Bitkilere temas ederek gelen sular böyle olmayanlara oranla daha fazla karbondioksit sahiptir. Yeraltı suları genellikle yüzeysel sulardan daha serttir. Çünkü bu sular yeraltında bulunan madensel maddelerle daha çok temastadırlar. Suyun sertlik derecesi, sağlık koşullarından çok ekonomik ve estetik bakımdan daha fazla önemlidir. Ancak, kalp-damar hastalıklarından ölüm oranı ile içilen suların sertliği arasında ters bir ilişki olduğu yani sert su içilen bölgelerde kalp damar hastalıklarından ölüm oranının yumuşak su tüketilen yerlere göre çok daha düşük olduğu, fakat sudaki kalsiyum miktarının m yoksa magnezyum miktarının mı bu hususta rol oynadığı hakkında ki kanıtlarda henüz yetersizdir. (35)

Dünya Sağlık Örgütü içme suyunda azami kabul edilebilir kalsiyum yoğunluğunu 75 mg/lt ve azami izin verilebilen kalsiyum yoğunluğunu 200 mg/lt olarak vermiştir.

Kalsiyum insan vücudunun en önemli ve en bol mineral içeren elemanıdır. Yeterli kalsiyum alımı normal büyüme ve sağlık için esastır. Sert sular kalsiyum kaynağı olarak ve hele bu maddenin beslenmede yetersiz olduğu durumlarda çok önemlidir. Örneğin, Londra'da sudan alınan kalsiyum alımı 110 mg dır. Bu miktar günlük gereksinimizin % 5 inin oluşturur. (45)

Normal insan günde 2 litre su alır ve toplam sıvı alımının % 60 ını içme suyu oluşturur. İnorganik elemanlar düşük yoğunlukta olsalar da sudan alınan toplam miktar hiçte küçümsenecek gibi değildir. Dahası sudaki mineraller serbest, iyonik ve kolay emilebilir biçimdedir.

Normal içme suyu alımı bir insanın lityum, çinko, kalsiyum, bakır, magnezyum, demir ve flor gereksinmesini % 10 unu karşılar. Bu miktar gıdaların mineralden zengin olduğu yerlerde Önemli olmayabilir. Birçok ülkede görüldüğü gibi gıda rejimindeki marjinal mineral yetmezliği vakalarından görüldüğü gibi küçük bir ilave yaşam boyu sağlıklı olmak ya da olma- mak arasındaki farkı ortaya çıkarır. (46)

Sert suyun yumuşak sudan daha az aşındırıcı olduğu, kurşun, bakır ve kadmiyum gibi zararlı maddelerin sert sularda daha az olduğu düşünülmektedir. Sudaki kalsiyum bu koruyucu etkide en önemli rolü oynar. Biyolojik olarak kalsiyum zehirli iyonların barsaklardan emilerek kana karışmasını da engeller. (46)

Farklı araştırmacılar tarafından yürütülen epidemiyolojik çalışmalarda, Kanada, İngiltere ve A. B. D'de sudaki sertliğin(özellikle kalsiyum içeriğinin) kalp-damar hastalıklarından meydana gelen ölümlerle ve genelde yetişkin ölümleriyle ters ilişkili olduğunu gösteren bulgular elde edilmiştir.

Kalsiyum yokluğunun kalp-damar hastalıklarının meydana gelişinde nasıl rol oynadığını gösteren bir takım hipotezler ortaya atılmıştır. Serum lipid düzeylerinin düşürdüğü ve kas kasılmaları için gerekli olması açısından kalsiyum yokluğunun bazı damar hastalıklarını daha da kötüleştireceği ileri sürülmektedir. (47)

Bu nedenle, suyu pratik ve estetik amaçlarla yumuşatma işlemini tekrar gözden geçirmek gerekir. W. H. O nun araştırmalarına göre suda zaten doğal olarak bulunan mineral içeriğini korumak için suyu yumuşatma işlemine daha ihtiyatlı bir yaklaşım içinde olmak lazımdır. Öneriler suyun yumuşatılmasından kaçınılması ya da yalnızca sanayide ve diğer özel amaçlı kullanımlar dışında suyun yumuş atılmaması yönündedir. (46)

1. Geçici veya Karbonat Sertliği: Genellikle, Kalsiyum bikarbonat (ki-reç) - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, Magnezyum bikarbonat - $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ den meydana gelir. Bu elemanlar karbon dioksit (CO_2) çıkarırlar suyun kaynatılmasıyla giderilebilir ancak su kaynatıldığı zaman biriririnti yaparlar.

2. Kalıcı veya Karbonat Olmayan Sertlik: En fazla, Kalsiyum sülfat (Alçıtaşı)- CaSO_4 , Magnezyum sülfat (İngiliz Tuzu) - MgSO_4 den meydana gelir. Kaynatmayla giderilemeyen ve esas itibariyle kalsiyum ve magnezyumun, sülfat, klorür, nitrat bileşiklerinden kaynaklanan sertliktir. (9) Çünkü sülfatlar kaynatılmakla sudan ayrılmazlar. Bundan dolayı meydana getirdikleri sertliğe kalıcı sertlik denir. Kalıcı sertlik, yalnızca zeolitler veya diğer yumuşatıcılarla ortadan kaldırılabilirler. Sular çok yumuşak, yumuşak, orta derecede sert, oldukça sert, sert ve çok sert sular diye sınıflandırılır.

Tablo :24-Suların sertlik derecesine göre sınıflandırılması

Sertlik derecesi (F)	Suyun cinsi
0-7	Çok yumuşak
7-14	Yumuşak
14-22	Orta derecede sert
22-32	Oldukça sert
32-54	Sert
54 den büyük	Çok sert

Sularda, geçici sertlik ile kalıcı sertliğin toplamına da sertlik bütünü denir. (25)

Suların sertlikleri kimyasal analiz sonuçlarından, özel kimyasal maddelerle yapılan kolorimetrik titrasyonla ve sabun eriyiği kullanmak yolu ile yapılmaktadır. İlk iki yöntem, daha doğru sonuç vermesine ve kısa zamanda doğru sonuç vermesine ve kısa zamanda analiz yapılması nedeniyle daha fazla kullanılmaktadır. Suların sertliklerinin giderilmesi için kaynatma.

doğal(zeolit) ve yapma, sulu sodyum, alüminyum silikatlar içinden geçirme gibi işlemlere başvurulmaktadır. İçinde sodyum silikat bileşikleri bulunan bir kaptan suyun geçirilmesi ile baz değişimi oluşturulur. Bu olay sırasında sertlik veren kalsiyum ve magnezyum iyonları, sertlik vermeyen sodyum iyonu ile yer değiştirir. (20)

KAYNAKLAR:

1. Erb, B., No Life Without Water, International Environmental Technology, 7, 2, 18-19, March April 1997.
2. Güler. Ç, Çobanoğlu. Z. , Su Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 12, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ISBN 975-7572-60-8, Ankara, 1994
3. Botkin , D., Keller. E. Environmental Science, John Wiley Sons New York, 1995.
4. Brass, H.J., Weisner, M.J., Kingsley, B.A., the national Organic Monitoring Survey, :A Sampling Group Analysis Purgeable Organic Compounds. In:Drinking Water Quality Enhancement Through Source Protection, p.393, Pojasek RB.(ed), Ann Arbor Science, Ann Arbor, 1977.
5. Brown, S. H.. Bishop, D.R., Rowan, C.A., The Role of Skin Absorption As a Route of Exposure for Volatile Organic Compounds, in Drinking Water, Am J. Public Health, 74:479, 1984.
6. Council on Environmental Quality, Environmental Quality İ. Annual Report 1984, US Government Printing Office, Washington 1986.
7. Global Environmental Monitoring System, Assessment of Freshwater Quality, United National Environment Programme/WHO, Geneva, 1988.
8. Lippy, E.C., Waltrip, S.C., Waterborne Disease Outbreaks-1946-1980, a Thirty Five Year Perspective, J.Am.Waterworks Assoc, 76:60, 1984.
9. Smith, R.A., Alexander, R.B., Wolman, M.G... Water Quality Trends in the Nation's Rivers. Science 235:1607, 1987.
10. Pontius F.W. (ed)., Water Quality and Treatment, A Handbook of Community Water Supplies, McGraw Hill, New York, 1970.
11. Tarcher, Alyce Bezman, Principles and Practice of Environmental Medicine, Penum Medical Book Company, New York and London, 1991.
12. -, Guidelines for Drinking- Water Quality, Volume 2, Health Criteria and Other Supporting Information, Second ed. WHO, Geneva, 1996.
13. WHO, Guidelines for Drinking-Water Quality Vol 2. (Health Criteria and Other Supporting Information)Geneva, 1984
14. Hornick, R. B. , et al, Typhoid Fever, Pathogenesis and Immunologic

Control. Part I. , New England Journal of Medicine, 283, 686-91, 1970.

15. Feachen, R. G. et al, Sanitaüon of Disease:Health Aspects of Excre-
ta and Wastewater Management, John Wiley & Sons, Chichester, 1983.

16. Esrey, S. A. , Feachem, R. G. , Hughes, J. M. , Interventions for The
Control of Diarhoeal Disease Among Young Children:Improving Water
Supplies and Excreta Disposal Facilities , Bulletin of the World Health Or-
ganization, 63, 755-772, 1985.

17. Blaser, M. J. , Newman, L. S. A Review of Hu man Salmonellosis, I.
Infective Dose, Revievw of Infectious Diseases, 4. 1096-1018, 1982.

18. Cox. Charles R. , Suların Tasfiyesi Teknikleri ve Kontrolü , (Çev:C.
Alagöl), -, 1971

19. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (4 Eylül 1988 gün ve 19919 sayılı
RG)

20. Erguvanlı. K, Yüzer. E., Yeraltısuları Jeolojisi[Hidrojeoloji), İstanbul
Teknik Üniversitesi, Yayın No:23, İstanbul, Nisan 1987

21 .Principles of Toxicoloöical Assesment of Pesticide Residues in Food,
WHO, Environmental Health Criteria, No. 104, Geneva, 1990.

22. Crump, K. , Ailen, B. , Shipp, A. Choice of Dose Measures for Extra-
polating Carcinogenic Risk from Animals to Humans, an Empirical Investi-
gaüon of 23 Chemicals, Health Physics, 57(Suppl. 1), 387-93, 1989.

23. Principles for The Safety Assesment of Food Additives and Contami-
nants in Food, WHO, Environmental Health Criteria 70, WHO, Geneva,
1987.

24. içme Sulan, TS 266/Haziran 1984 (Nisan 1986, Son değişiklik
1996))

25. Çobanoğlu. Z, Genel Çevre Sağlığı Bilgisi, ISBN 975-7572-72-6, Ha-
tiboğlu Yayınları, Ankara, 1995

26. Trapp, G. A. , Cannon, J. B. , Aluminium Pots as A Source of Die-
tary Aluminium, New England Journal of Medicine, 304, 172, 1981.

27. Sorensan J. R. J. et al. , Aluminium in The Environment and Hu-
man Health, Environmental Health Perspectives, 8, 3-95, 1984.

28. Greger, J. L. , Baier, M. J. , Excretion and Retention of Low or Mo-
derate Levels of Aluminium By Human Subjects, Food Chemistry and Toxi-
cology, 21, 473-77, 1983.

29. Ammonia, Environmental Health Criteria, No. 54, WHO, Geneva, 1996.
30. Summerary Review of Health Effects Associated with Ammonia, EPA, 600-8-89/052F, Washington DC, 1989.
31. International Organisation for Standardization, Water Quality- Determination of Ammonium, Geneva, 1986.
32. Ellenberg, H, Excess Nitrogen Deposition Issues for Consideration, Environmental Pollution, 54, 159-184, 1988.
33. ICAIR, Life Systems, Inc, Drinking Water Criteria Document on Nitrate/Nitrite, Final Draft, EPA, Office of Drinking Water, Washington DC, 1987.
34. Dumlu. G. , Kirli Su El Kitabı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1975
35. WHO, Guidelines for Drinking-Water Quality Vol. 1. (Recommendations), Geneva, 1984
36. Taylor. E. W. , The Examination of Waters and Water Supplies (Thresh, Beale and Suckling), Seventh Edition, London, 1958
37. WHO, Lead, Environmental Health Criteria 3, ISBN 92-4-154063X, Geneva, 1977
38. Hardness of Drinking Water and Public Health, Proceedings of the European Scientific Colloquium, Luxembourg, 1975
39. -, Suda Azot Kimyası ve Devri, J. Am. Water Works Association, Vol. 62, 1970
40. Adler. P, et al . , Fluorides and Human Health, WHO, Geneva, 1970
41. Office of Drinking Water, Estimated Natural Occurrence and Exposure to Nitrate and Nitrite in Public Drinking Water Supply, EPA, Washington DC, , 1987.
42. . Prospero, J. M. , Sovaie D. , L. , Effect of Continental Sources on Nitrate Concentration Over The Pacific Ocean, Nature, 339 (6227), 687-89, 1989.
43. ISO, Water Quality-Determination of Nitrate, ISO 7890 1, 2, 3, 1986, 1988.
44. -Health Hazards From Nitrate in Drinking Water, Report on a WHO

Meeting, Copenhagen 5-9 March, 1984, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen , 1985.

45. -, Water Treatment and Examination(Ed:W. S. Holden), London, 1970

46. WHO, How Trace Elements in Water Contribute to Health, WHO Chronicle, 32:382-385(1978)

47. WHO, Health Effects of Removal of Substances Occuring Naturally in Drinking-Water, With Special Reference to Demineraized and Desalina-teo Water, (Report on a Working Group), 20-23 March 1978, Regional Offi-ces for Europe World Health Organization, Copenhagen, 1978

48. Muslu, Y. , Su Temini ve Çevre Sağlığı, Cilt. II, İ. T. Ü. Kütüphanesi, Sayı: 1302, Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul, 1971(95)

49. İzbırak, R., Sular Coğrafyası, Yeraltı Sulan, Kaynaklar, Akarsular, Göller, Öğretmen Kitaplar Dizisi, MEB Yayınları: 159, ISBN 975. 11. 0002. 443, İstanbul, 1990.

50. Termal Kaynaklar - Terimler, TS 8265 / Nisan 1990.

51. Su Kalitesi - TerimlerKısım 2, TS 4516 / Nisan 1985.

52. WHO, (Çev : A. O. Ürekli), Uluslararası İçme Suyu Standartları, Ge-nova, 1971.

53. Falrvweather- Tait S. J., Moore, G. R., Fatemi, SEJ, Low Levels of Aluminium in Tea, Nature, 330, 213, 1987.

54. Miller, R. G. et al, The Occurence of Aluminium in Drinking Water, Journal of American Water Works Association, 76 (1), 84-91, 1984.

55. US Environmental Protection Agency :National Water Pollution In-ventory, : 1988 Report to Congress, EPA 440-4-90-003, US Goverment Printing Office, Washington, 1990.