

ÜÇÜNCÜ BİN YILA HAZIRLANIYORUZ

Çevre Sağlığı  
Temel Kaynak Dizisi  
No : 50

# KİMYASALLAR VE ÇEVRE

Prof. Dr. Çağatay Güler  
Zakir Çobanoğlu



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
SAĞLIK BAKANLIĞI

Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü

T.C.

SAĞLIK BAKANLIĞI

Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü

Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 50

# KİMYASALLAR VE ÇEVRE

Prof. Dr. Çağatay Güler  
Zakir Çobanoğlu

Ankara  
1997

1. Basım: 3500 Adet- 1997

ISBN 975 - 8088 - 1 2 - 6

Bu kitap T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü İşbirliği içerisinde yürütülen Çevre Sağlığı Programı çerçevesinde kullanılmak üzere yazılmış ve çoğaltılmıştır. Birinci Basımın telif hakları Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü<sup>1</sup> ne aittir.

**Basıldığı Yer : İLKÖZ Matbaası**

**Tel: 0.312. 362 80 61 - 319 56 66**

**Fax : 0.312. 319 56 66**

## ÖNSÖZ

Ülkemizde gerek Sağlık Bakanlığı gerekse ilgili diğer kurumların üzerinde büyük bir hassasiyetle durdukları ve son zamanlarda oldukça yoğun bir kamuoyunun oluştuğu çevre sağlığı sorunları, birinci basamakta görev yapan sağlık görevlilerinin öncelikli çalışma alanlarından birini oluşturmaktadır. Diğer sağlık sorunlarına göre daha çok işbirliği, daha fazla mevzuat bilgisi ve bilgilerdeki gelişmeleri daha yakın izlemeyi gerektiren çevre sağlığı çalışmalarında sağlık personelinin gözönünde tutması gereken en önemli noktalar; sorunlara duyarlı olmak, bilgisini sürekli tazelemek ve ilgili sektörlerle yakın işbirliği ortamları yaratmaya çalışmaktır.

Bakanlığımız, birinci basamak düzeyinde verilen koruyucu sağlık hizmetlerinde; sağlık personelinin, sürekli eğitimi kapsamında bilgi ve beceri yönünden dünyadaki gelişmeleri yakından izlemesi üzerinde hassasiyetle durmaktadır. Bunun için uygulamaya konulan hizmetiçi eğitim programları kapsamında çevre sağlığı konusundaki eğitimlerin başarıya ulaşmasının, ancak yazılı kaynakların da personele sunulması ile gerçekleşebileceği bilinmektedir.

Eğitilmelere ve uygulamalara temel oluşturması ve gereğinde bir başucu kitabı olarak kullanılması amacıyla hazırlanan bu dizi bir yayının, ülkemiz çevre sağlığı sorunları ile mücadele eden sağlık personelimiz için gerçekten yararlı olacağına inancımız sonsuzdur.

Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü ile işbirliği içerisinde Birinci ve İkinci Sağlık Projeleri kapsamında yürütülmekte olan "Çevre Sağlığı Programı" hizmetiçi eğitimleri için hazırlanmış olan bu yayınların yakın bir gelecekte tüm sağlık çalışanları için vazgeçilmez birer kaynak olacağı ve pek çok yarar sağlayacağı ümidini taşımaktayız.

Yoğun bir mesafeye ek olarak yürüttükleri sonu gelmez umut ve çalışma isteği ile bu değerli ürünleri ortaya çıkaran yazarlarına tüm sağlık çalışanları adına teşekkür ederim.

Dr. S. Haluk OZSARI  
Sağlık Projesi Genel Koordinatörü  
Müsteşar Yardımcısı

## 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 karışımıza çıkmasına yol açmaktadır.

İnsanın dışındaki herşey çevrenin ögesidir. Çevre kişi üzerindeki dış etkilerin bütünüdür. Çevrede sağlığı doğrudan doğruya ya da dolaylı etkileyen önemli etkenler bulunmaktadır. Çevre bir yaşamı sürdürme ve sağlama sistemidir. Su, yiyecek ve barınak bu sistemin en önemli öğeleri oluşturur. Sağlık açısından baktığımızda çevre üç ana grupta incelenir. Fizik, biyolojik ve sosyo kültürel 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, konut sağlığı, iklim koşulları, hava ve su kirliliği, giyeceklerimiz, kamuya açık yerler, **sağlığa** az ya da çok zarar verebilme olasılığı olan kuruluşlar, mezarlıklar başlıca fiziksel çevre öğeleridir. 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. İnsan 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, sosyo kültürel ve ekonomik etmenleri de çevresel etkenler arasında sayabiliriz.

Bu durumda çevre; hastalıklar için zemin hazırlayan, doğrudan hastalık nedeni olabilen, bazı hastalıkların gidişini ve sonucu etkileyen, bazı hastalıkların da yayılmasını kolaylaştıran bir faktör olarak karışımıza 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 değişimini etkileyebilir.

Çevre sağlığı, bir çok meslek grubunun ekip hizmeti sunmasını gerektiren önemli bir sağlık sorunudur. Bir çok sektörün işbirliği olmadan çevre sağlığı sorunlarının çözümü mümkün olamaz. Başlangıçta alınacak koruyucu önlemler pahalı gibi görünürse 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.

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 değildir.

Çevre sağlığının konuları gözden geçirildiğinde çoğunun alınacak önlemlerle radikal olarak ortadan kaldırılabilecek 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 konularını İŞlenen 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 kaldırılacak 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 köyleri 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 sanıldığından 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 kaldırılamadığı sürece bu kapsam doğrudan ve dolaylı olarak alanda çalışan personel tarafından dile getirilecektir. Kimi sanayileşmiş İllerde içerik istemi daha çok sanayi tesislerinin çevresel etki değerlendirmesi ile bağlantılı olmaktadır.

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

Uygulamalarımız sırasında bu kitapta karşılığını bulamadığımız sorular "PK 751 Yenışehir/Ankara" adresine bildirilmesini diliyoruz. Gerekli araştırmalar yapıldıktan sonra sizlere ayrıntılı cevap verecektir.

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

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

# İÇİNDEKİLER

## BOLUM 1

Kimyasallar ve Çevre.....9

## BÖLÜM 2

Kimyasalların İnsan Vücuduna Girişi..... 13

## BÖLÜM 3

Çevre Kirliliği ve İnsan Vücudu ..... 15

## BÖLÜM 4

Kimyasalların Yayılımı ve Dağılımı.....25

Kaynaklar.....57

## BOLÜM 1

### KİMYASALLAR VE ÇEVRE

Çevrenin büyük oranda kimyasal maddelerden oluştuğunu biliyorsunuz. Bunların bir bölümü varlığımızı sürdürmemiz için gerekli bir bölümü ise yaşamımız için tehlikelidir. Bir çok kimyasal çevrede doğal olarak bulunur. Ancak çevrede doğal olarak bulunmayan bir çok\* kimyasal bileşik vardır. Bu kimyasal bileşiklerin oluşumunda insanların katkısı çok büyüktür. İnsanların değişik amaçlarla oluşturduğu kimyasalların doğal ortama verilmesi giderek onların sağlığını ve varlığını tehlikeye düşürebilecek boyutlara ulaşabilmektedir. Bu nedenle zaman zaman söz konusu kimyasallardan sadece "kirletici" olarak söz edilmektedir.

Canlılar da kimyasallardan yapılmıştır. Soluduğumuz hava, yediğimiz yiyecekler ve yaşadığımız dünya kimyasallardan oluşmaktadır. 1983 lü yılların başında Amerika Kimyacılar Derneği 6 000 000 kimyasalı kaydetmiştir. (2, 56). Bunlara her sene bin yeni kimyasal eklenmektedir. (57)

Kimyasal maddeler ortama verildiği noktada kalmazlar. Aktif ve pasif hareketlerle hava, su, canlılar ve toprakta dağılırlar. Canlılarda ki dağılım söz konusu canlının biyolojik hayatı ve canlı olarak ulaştığı organizasyon aşamasıyla yakından ilişkilidir. Özellikle birbirine bağımlı canlılar birbirinin kimyasal etkilenimi bakımından da önem taşırlar.

Bu ortamlara verilen kimyasal biyokimyasal veya kimyasal reaksiyonlarla dönüşüme, dilusyona, diffüzyona uğrayabilir ya da fiziksel veya biyolojik süreçlerin yardımı ile daha yoğun hale gelebilirler.

Bazı kimyasallar ya yukarı doğru yayılarak Güneşin morötesi (ultraviyole) ışınları aracılığıyla parçalanırlar ya da aşağı doğru yayılarak asılı



parçacıkların yüzeyinde adsorbe edilirler. Kimi maddeler yağmur damlacıklarınca çözünerek onlarla birlikte toprağa dönerler. İklim koşulları havadaki bu kirleticilerin toprağa ve dolayısı ile su kaynaklarına ulaşmasında en önemli etkenlerden birisidir. Canlıların tükettikleri su kaynaklarına yakın yerlere ulaşan kirleticiler kolaylıkla bu canlıların vücuduna girerler ve biyokimyasal süreçler içerisinde yer alabilir veya değişmeksizin canlı dokularında birikebilirler. Su kaynaklarına ulaşmaları durumunda önemli bir sağlık tehlikesi yaratabilirler.

Sadece sentetik kimyasalların bize zararlı olduğu düşünülmemelidir. Doğal yiyeceklerde bulunan bir çok kimyasal madde de insan sağlığı açısından büyük tehlikeler oluşturmaktadır. Bu kimyasalların bir bölümü mikroorganizma üremesiyle ilişkilidir. Bunlar arasında:

1. Tahıllar ve yabani havuçta bulunan psoralenler
2. Mantarlarda bulunan hidralazinler
3. Reyhan veya fesleğende bulunan estragole
4. Yerfıstığına bulunan aflatoksin
5. Kara biberdeki piperin

6. Hardalda bulunan algliso tiyo siyanatlar sayılabilir. Marul, paprika biberi, revent çalı fasulyesi mutajenik olarak tanımlanmaktadır. (58) Tahıllar başta ergo mantarlan olmak üzere bir çok toksinin kaynağı olabilir.

Başlıca tehlikeli kimyasalların endüstri ile ilişkisi Tablo 1 de görülmektedir:

**Tablo 1. Başlıca tehlikeli kimyasallar ve kaynaklandığı endüstri tesisleri (56)**

	<i>Gübre Endüs.</i>	<i>Pesüisit Endüs.</i>	<i>Petrol Rafinerisi</i>	<i>Petrokimya Endüs.</i>	<i>Kimya Endüs.</i>	<i>Sellüloz Kağıt Endüs.</i>	<i>Metal-metal kaplama</i>	<i>Tekstil Endüs.</i>	<i>Demir Çelik End.</i>
<i>Klorlu Organik Bileşikler</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Mineral ve Yağlar</i>	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Fenoller</i>		+	+	+	+	+		+	
<i>Nitrojen</i>	+		+	+	+	+		+	+
<i>Fosfor</i>	+	+			+	+	+		
<i>Cıva</i>	+	+		+	+		+		+
<i>Kurşun</i>	+			+	+		+		+
<i>Kadmiyum</i>	f				+		+		+

Toprak kirliliği su kaynaklarının ve tüm canlı hayatının kirlenmesi açısından çok büyük önem taşımaktadır. Topraktaki kimyasalların bitkiye geçmesini sağlayan dört ana yol bulunmaktadır (59) :

1. Kk tarafından alınması
  2. evre havadan buharların alınması
  3. Bitki ve yapraklara konan tozların ktiklden penetre olması
  4. Havuç gibi bazı bitkilerin yağlı hücreleri aracılığı ile alınması
- Kimyasalın niteliği topraktaki dağılımını, bozunumu dolayısıyla evre üzerindeki etkisini belirlemektedir.

## BÖLÜM 2

### KİMYASALLARIN İNSAN VÜCUDUNA GİRİŞİ

Kimyasallar açısından bir iç çevre bir de dış çevreden söz edebiliriz. Dış ortamdaki kimyasallar iç ortama geçtikten sonra ya kanser öncüsü ya da daha sonraki aktivasyona bağlı olarak doğrudan kanser yapıcı etkiye yol açabilirler. Hücresel DNA'nın parçalanmasına neden olarak hücrelerin ön kanser gelişim aşamasına ulaşmasına daha sonra kanser gelişimine neden olabilirler. Bir kısmı ise vücutta değişik mekanizmalarla zararsız hale getirilerek (detoksifiye olarak) vücuttan atılırlar.

#### **Kimyasallar insan vücut sistemlerine nasıl ulaşır?**

Kimyasallar insan vücuduna solunan hava, içilen su ve yenilen yiyecekler, deriden emilim ya da bu yolların bir veya bir kaçından birlikte ulaşabilir.

Bizler sürekli, aralıklı veya arasıra söz konusu kimyasal maddelerin etkisinde kalabiliriz. Çok büyük boyutta kimyasalın etkisi altında kalabileceğimiz gibi bazan mikrodüzeyde bir etkilenim de söz konusu olabilir. Bazen mikro düzeydeki kimyasal bir etkilenim çok büyük miktardaki kimyasal etkilenimden çok daha tehlikeli olabilir. Bazen gıdalara veya kozmetik maddelere katılan maddelerin bir bölümü vücudumuza kirletici kimyasallar olarak girebilirler, ilaçlarda aslında amaçlı olarak alınan kimyasal maddeler olarak değerlendirilmelidir.

#### **Üç temel koruyucu engel:**

Kimyasalların insan vücuduna girmesini engelleyen üç temel koruyucu engel vardır. Bu engeller deri, akciğer ve solunum sistemidir. Kimyasalların vücudumuza girebileceği üç yolu da-bu organ ve sistemlerimiz oluşturmaktadır.

#### **Deri**

Deri doğrudan dış ortamla vücudun arasında yer alan en önemli koruyucu bariyerlerden birisidir. Derideki her tabakanın söz konusu savunma mekanizmasında önemli rol oynadığı bilinmektedir. Deri epidermis ve dermiş birlikte önemli ve karmaşık bir savunma hattı oluşturmaktadır. Her deri katmanında önemli boyutta değişik işlevlere sahip savunma hücreleri ve organcıkları bulunmaktadır. Derinin en üst tabakasını oluşturan boynuzsu tabaka belki de vücudumuzun çevresel kirleticilere karşı ilk savunma ve direnme engelini oluşturmaktadır. Derinin çevreden gelen kimyasallara karşı metabolik

özelliğinin bulunduğu anlaşılması önemini bir kez daha arttırmıştır. Derideki yaralanmalar ve zedelenmelerin bu savunma mekanizmasını önemli ölçüde azalttığı bilinmektedir.

#### **Akciğerler :**

Akciğerlerde gaz ve parçacık etkilenimine maruz kalan organlar olarak önemli koruyucu mekanizmalara sahiptir. Varolan savunma mekanizmalarını önemli boyutta etkilemekte olan davranışlardan birisinin sigara içilmesi olduğu anlaşılmaktadır. Sigara kendisi doğrudan bir kirletici olarak etkili olurken, diğer kirletici etmenlere karşı vücut savunma sisteminin de azalmasına ve etkisiz kalmasına yol açmaktadır. Bu durum pasif sigara içicilerinin savunma mekanizmaları açısından çok daha büyük önem kazanmaktadır. Kirletici etmenlerin bulunduğu ortamda başkasının içtiği sigara dumanının kirleticiliğiyle etkilenim boyutu daha da büyümektedir. Eğer solunum yollarındaki titreşim tüylerinin hareketini kısıtlayan doğmak bir hastalık varsa( kongenital dismotil silya sendromu) akciğerlerin savunma mekanizmasıyla ilgili önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadır.

#### **Gastrointestinal sistem :**

Sindirim sistemi çevredeki olumsuz etkilerden vücudu korumakta olan çok önemli bir savunma sistemi oluşturmaktadır. Gastrointestinal sistemin sağladığı savunma olanakları arasında salgılar, enzimler, mukus, mikroflara, epitel ve bağışıklık sistemi sayılabilir. Muzoka metabolizması, mukozadan salgılanma ve mukoza dökülmesi bu savunma sisteminde önemli rol oynayan bir diğer mekanizmadır. Sindirim kanalının yapısal özelliklerini etkileyen bir çok değişken söz gelimi yaş, cins, beslenme, besin maddeleri içerisindeki yabancı kimyasallar bağırsak savunma mekanizmasının etkinliğini önemli boyutta değiştirir.

## BOLUM 3

### ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE İNSAN VÜCUDU

#### **Deri ve çevre kirliliği**

Deri vücudun çevre ile temel karşılaşım yüzeyini oluşturmaktadır. Çevredeki potansiyel toksik etmenlerin çevreden vücuda girmesini engeleyecek koruyucu bir engel oluşturmaktadır. Yine vücudun temel öğelerinin de iç ortadan dışarıya sızmasına da engel olmaktadır. Çevredeki fiziksel kuvvetlerin yırtıcı ve gerici etkilerine dayanabilecek esnekliğe de sahip olması gerekir.

Deri iki bölümden oluşmaktadır. Üstte epidermis ve altta bulunan dermis bölümü. Epideriste stratifiye skuamaz epitel hücreleri bulunmaktadır ve bazal tabakası ise spinoz hücrelerle çoğalma özelliğine sahip hücrelerden oluşmaktadır.

Ayrıca çoğalma Özelliğine sahip olmayan keratinositler bulunur. Bunlar daha sonra yüzeydeki stratum korneumun yapısına girerler. Boynuzsu tabaka veya stratum korneum keratinden zengindir. Keratin 40 - 70 kilodaltonluk heliks özelliğinde proteinlerdir.

İnsan epidermis keratinin yanısıra lipid bakımından da zengindir. Lipidlerin de önemli epidermal bariyer işlevi vardır. Lipidlerin temel kaynağı sebace bezlerdir. Ancak epidremal hücrelerin kendilerinin de değişik lipidlerin oluşumunda rol oynamaktadırlar.

Stratum komeumda hücre adhezyonunua katkıda bulunmaktadırlar. Deri ayrıca vücudun bağışıklık cevaplarında büyük rol oynamaktadır. Deri; deri ile ilişkili lenfoid hücreler (SALT), retiküler hücreler ve oldukça organize lenfoid organlardan oluşmuş bir yapıya sahiptir. İmmünolojik sistemin temel görevi Langerhans hücreleri olarak bilinen dendritik hücreler tarafından lenfostilere antijenin sunulmasıdır. Deriye yakın olan lenfoid düğümler işlenen antijenlerin verdiği antijenik uyanlara yanıt vermektir. Keratonositler timosit aktive edici madde salgılayarak derideki kanserlerin ve bazı enfeksiyonların gelişimini önlemektedir. Derinin antijene verdiği yanıtta güneş ışığının etkisi de önemlidir. Güneş ışığının kanser yapıcı etkisinde de bunun rolü vardır. Melanositlerce yapılan melanin ultraviyole ve görünür spekturumun absorpsiyonunda etkilidir. Böylece epidermiste güneş etkilenimine bağlı olarak ortaya çıkan serbest radikallerin etkin biçimde engellenmesini sağlamaktadır.

### **Ter bezleri :**

Deride iki büyük ter bezi grubu bulunmaktadır. Bunlar ektrin ve apokrin bezlerdir. Ektrin bezler bütün vücutta yaygın olarak bulunurken apokrin bezler koltuk altı ve perine bölgelerinde yer alır. Bunlar kıl folliküllerine yakın bulunmaktadır ve sebace bezlerle yakın ilişkidir. Bunların kanalları kıl folliküllerinin kanalına açılmaktadır. Sebace bezler dermişte yeralan holokrin bezlerdir. El ayası, ayak tabanı ve ayakların sırt bölgesi hariç olmak üzere yaygın olarak bulunmaktadır. Sebum salgılanması androjenik etkiyle artmakta östrojenik etkiye bağlı olarak ise azalır. Salgısı olan sebumun hafif antibakteriyel ve antifungal etkisi vardır.

### **Derimizin İşlevleri nelerdir?**

İnsan dermişinin başlıca fonksiyonel rolü çevre ve vücut arasında Önemli bir yüzeysel bariyer oluşturmasıdır. Stratum korneumun çıkartılması transepidermal su kaybını büyük oranda arttırmaktadır. Epidermis kimyasallara karşı önemli bir engel oluşturmaktadır. Bu deneysel olarak ta gösterilmiştir.

### **Deri yoluyla emilimin aşamaları nelerdir?**

1. Kimyasal moleküllerinin stratum korneumdan emilmesi
2. Moleküllerin stratum korneumda diffüzyonu
3. Canlı epidermise ulaşmaları
4. Canlı epidremis aracılığı ile damar sistemine ulaşabilecekleri üst epidermis içerisine girmeleri
5. Bunların dolaşıma taşınmaları.

Bu nedenle stratum korneumdan diffüzon aslında hız belirleyici evreyi oluşturmaktadır.

Stratum korneumun göreceli geçirgensizliğinin en önemli sonuçlarından birisi rezervuar etkisidir. Stratum korneumdan yavaş olarak salman bazı ilaçlar uzun süre önemli bir farmakolojik etki yapmaktadır. Perkutaneal emilim, taşıyıcı maddenin çözünebilirliği ile de değişim gösterir. Bu durumda kimyasalın eridiği sıvı ortamın özellikleri de emilimle yakından ilişkilidir.

Genel olarak çevresel kirletme özelliği olan kimyasalların deriden önemli boyutta emilimi zordur. Ancak heksaklorofen gibi topikal kullanımlı bazı maddeler Önemli olabilir. Bir çok sabun ve diğer temizleyici ajanın içerisinde bulunan heksaklorofen önceleri hemen hemen hiç zararsız sayılırken, Fransada bunu bulunduran talk kullanılan bebeklerin ani ölümleri ortaya çıktı. Bunda epidermal bariyerin yeterli olmadığı prematürelde kullanılmış olmasının, ıslak ve nemli olan diyaper bölgeye tatbik edilmiş olmasının emilimi kolaylaştırması en Önemli faktör olarak belirtilmiştir. Yine gama benzen hidroklorür yanıl lindan nontoksik bir madde olmasına karşın prematüre bebeklerde topikal uygulamada beklenenin 17 katı bir düzeye ulaşmıştır. Bütün

bunlar derinin bariyer etkisinin önemini ortaya koyan önemli bulgulardır. Driyle ilgili her fonksiyon yetersizliğinde emilim olasılığı akla gelmek zorundadır.

Deri insan vücudunun en geniş organlarından birisidir. Derinin endojen ve eksojen bir takım maddeleri metaboliize edebilme özelliği vardır. İlaçlar, steroid hormonlar ve kimyasallar deri de metabolize olarak özelliklerinde önemli değişiklikler oluşabilir. Belirli polisiklik hidrokarbonların kutaneal karsinogenik etkilerini gösterebilmeleri için etkin olarak metaboliize edilmeleri gerekmektedir. Memeli epidemisinde benzo (a) piren gibi polisiklik aromatik hidrokarbonların reaktif onkojenik metabolitlere çevrilmesini sağlayan P - 450 - bağımlı mikrozomal enzim aktivitesi bulunmaktadır. Bu özellikler kimyasalların derideki toksik etkilerinin temel nedenlerinden birisini oluşturmaktadır.

Deri değişik kimyasalların dış ortamdan ve işyerinden ev kapalı ortamına taşınmasında da önemli bir rol oynayabilir. Deri kendisine bulaşan kimyasalların bir bölümünü uzun süre bünyesinde tutabilmektedir. Kimi zaman **deri** salgılan deride metabolize olabilen bazı kimyasalların yeniden deri yüzeyine çıkmasına neden olabilir. Deri dış yüzünde de bir çok kimyasalın uzun süre varlığını sürdürmesini sağlamaktadır. Bu olumlu bazı savunma mekanizmalarının tutma etkisi sonucu zehirleyici ve zararlı bir mekanizma olarak etkilemesine yol açabilir.

### **Akciğerler ve çevre kirliliği**

Solunum sistemi sağlığın sürdürülmesi ve hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Gaz değişimi sırasında solunum sistemi çevresel kirleticilere karşı ilk koruyucu engeli oluşturur. Akciğerler her gün önemli boyutta zararlı gaz ve parçacık içeren onbin litreyi aşkın gazla karşılaşmaktadır.

Akciğerlerde iki temel bölge bulunmaktadır. Bunlardan birisi iletilen havayolları, diğeri ise gaz değişiminin gerçekleştiği alveolar bölgedir. Savunma mekanizması bakımından bu iki bölgenin Önemli farklılıklar gösterdiği bilinmektedir. Suda çözünen gazlar kükürt dioksit ve amonyak iletim kanallarının proksimalinde emilmektedir. Göreceli olarak çözünmeyen özellikteki ozon ve nitrojen gazları ise mukoza ile kaplı olmayan alveolar bölge üzerinde etkili olmaktadır.

Çevresel kirlenmeye karşı akciğerlerin önemli engelleyici mekanizmalarını kısaca özetlemek istersek ilk mekanizma nonspesifik savunma mekanizmalarıdır. Bunlar :

1. Filtrasyon ve sıkıştırma
2. Mukosilyer sistem
3. Hapşırma ve Öksürme
4. Epitelial engeller
5. Fagositoz



Hava yolları burundan başlayarak alveollere kadar bazı parçacıkları selektif olarak süzer. 50 mikrometre çapındaki büyük parçacıklar genellikle burun ve farekenste sıkıştırılarak tutulmaktadır. 10 mikrometreden küçük parçacıklar alveoler odağa ulaşabilmektedir. 17 - 20 mikrometre çapındaki mantar sporları genellikle üst solunum **kanallarında** etkili olabilmektedir. Solunum yollarında fagositoz alveoler makrofajlar ve polimorfonükleer lökositlerce gerçekleştirilir. Parçacıkların yutulması, mikrobiyal organizmaların öldürülmesi, antijenlerin **lenfositlere** sunulması temel etkileri arasındadır. Bütün bunların açıkça gösterdiği gibi parçacıkların büyüklüğü ve suda çözünürlük etkilenim derecesinin belirlenmesi açısından özellikle önem taşımaktadır.

Solunum yollarının sağladığı ikinci koruyucu mekanizma özgül immün savunma mekanizmasıdır. Bu hücresel immünite tarafından sağlanır. B lenfositleri tarafından gerçekleştirilir ve IgA, E ve G gibi özgül antikorlar aracılığıyla yerine getirilir. Hücresel immünite T lenfositlerce yerine getirilen bir immün mekanizmadır. Gecikmiş hipersensitivite ve T hücreli otokseniteyi kapsamaktadır.

Üçüncü savunma mekanizması ksenobiyotiklerin akciğerlerde metabolize edilmesidir. Trakeal bronkiyal epitel, silyalı hücreler ve akciğer makrofajlarında tip II mikst fonksiyonlu oksidazlar vardır. Bunlar ksenobiyotiklerin metabolize edilmesini sağlamaktadır.

Dördüncü mekanizma antioksidan mekanizmadır. Akciğerde antioksidan enzim sistemi ve suda çözünen antioksidanlar bulunmaktadır. Antioksidan enzim sistemi katalaz, süperoksit dismutaz, glutasyon redoks siklusunun enzimlerini kapsamaktadır.

Yağda çözünen antioksidanlardan E vitamini, beta karoten, bilirubin de bulunmaktadır. Suda çözünen antioksidanlar ise C vitamini, ürik asit, sistein vb. gibi antioksidanlardır. Bütün bunlar akciğerlerin önemli bir savunma mekanizması oluşturmasında en önemli etmenlerdir.

Beşinci koruma mekanizması ise koruyucu proteinlerle sağlanan biyokimyasal savunma mekanizmasıdır. Alfa - 1 antitripsin, alfa 2 makroglobulin gibi etmenlerdir.

### **1. Eylemsizlik etkisi :**

Eylemsizlik etkisi hava akım değişikliklerine rağmen parçacıkların düz

bir çizgi üzerinde hareketlerini sürdürme eğilimini açıklamaktadır. 2 mikrometreden büyük parçacıkların birikiminde bu etki çok önemlidir. Nazofarenkste veya trakeobronkiyal ağaçta hava akım doğrultusundaki ani değişiklikler sonucu büyük parçacıkların çoğu üst solunum yollarında ve büyük hava yollarında yığılmaktadır.

## 2. Sedimentasyon

Havadaki parçacıkların yerçekimi etkisiyle çökme eğilimidir. Her parçacık çevreleyen gazın viskozitesi, parçacık dansitesi ve çapının karesiyle belirlenen sabit bir hızla düşmektedir. Sabit hıza terminal hız denmektedir. Genellikle h. 1 mikrometre ile 5. 0 mikrometre büyüklükteki parçacıklarca etkilenen bir düşme söz konusudur.

## 3. Diffüzyon

Hava ile parçacık ve moleküllerin karışmasında Brownian hareket adı verilen random hareketler etkilidir. Bu yollar parçacıklar bir hacimden diğerine geçer. Sonuçta hareket alanı dar olduğundan 2 mikrometreden küçük olan parçacıklar terminal bronkiyoiler ve alveollerde birikmektedir.

Ayrıca hava akımı, solunum özellikleri ve değişiklikleri de parçacıkların akciğerde birikmesinde etkili olmaktadır.

### **Kirletici gazların akciğerlere girmesini etkileyen etmenler :**

Bir takım kirletici gazların akciğerlere girmesini engellemek kolay değildir. Kirletici gazlar hava içerisinde basit karışımlar olarak yer alır. Özel koşullarda havada tepkimelere girebilmektedirler. Bunların akciğerlere ulaşmasında çözünürlük, akım hızı ve etkilenim süresi önemlidir.

### **1. Çözünürlük**

Çözünürlük bir çözünen maddenin çözücü ortamda erimesini tanımlar. Burada çözücü epitelyal örtünün sıvısıdır. Bunun sonucunda en çözünür nitelikteki gaz solunum yolunun proksimal bölümlerinden daha kolay ve büyük oranda emilecektir.

Bu durumda solunum yolunu döşemekte olan sıvının niteliği hakkında tam bilgimiz bulunmamaktadır.

Bu nedenle söz konusu döşeyici sıvının özelliklerini her tarafta değişmez sayma durumundayız. Konuyla ilgili ayrıntılı bilgi olmadığı için ge-

**nellikle** çözünürlük söz konusu olduğunda sadece kirletici gazın çözünme özelliği esas alınmaktadır.

## **2. Akım hızı**

Yapılan önemli bilimsel çalışmalar sonucu akım hızının gazın bulunduğu emilimini arttırdığını göstermektedir.

## **3. Etkilenim süresi**

Etkilenim süresi uzadığında sıvı döşeyici tabaka ile temas süresinin uzayacağı açıktır. Ancak bunda ikinci bir mekanizma daha etkilidir. Etki süresi uzadıkça gaz döşeyici sıvı tabakanın kimyasal ve biyolojik bileşimini değiştirmekte; sonuçta emilim özelliğini arttırabilmektedir. Akciğerler önemli bir giriş kapısı olarak zararlı gazların etkisine açık organları oluşturmaktadır. Sigara içimi gibi zararlı bazı etkiler, **kirli** hava etmenlerinin azaltılması en kolay müdahale edilebilir etkilenim bölgelerinden birisi olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yapılabilmesi için etkinin, etkenin iyi bilinmesi, söz konusu etmenlerin havada izlenmesi gerekmektedir.

## **Değişik çevresel kimyasallarla akciğerlerin etkileşimi:**

### **Oksijenin yerini alan gazlar:**

Sık rastlanan gazların bir bölümü akciğerlerde oksijenin yerini almakta ve ölüme neden olmaktadır. Bunlar arasında karbondioksit, karbonmonoksit, hidrojen siyanür, hidrojen sülfür, metan ve florokarbonlar sayılabilir. Oksijenin yerini alan gazlar %10 un altındaki konsantrasyonlarda solunumu stümüle etmektedir, ancak bunun üzerindeki oranlarda solunumu deprese eder ve anestetik özelliğe sahiptir.

### **Oksitleyici gazlar:**

Bir kısım oksitleyici gazlarsa oksidan gazlar ya da oksitleyici gazlar olarak bilinir. Arklar, ultraviyole lambası, şimşekli havalarda oluşan ozon bunlar içerisinde en önemlilerinden birisidir. Diğerleri nitrojen oksitlerdir. Yüksek tabakalarda ozon güneş radyasyonundan koruyucu etki yapmaktadır. Kutuplar üzerinden uçan uçaklarda eğer koruyucu ve emici mekanizma yoksa ozon oranı yükselir. Gerek kaynak yapımında gerekse elektrik jeneratörleri ve kimya endüstrisinde yüksek ozon derişimiyle karşılaşılabilmesi mümkündür. Bu gazların mukoz membranlar ve gözlerdeki iritan etkilerinin yanısıra asıl etkileri akciğerin uzak bölgelerindedir. Alveoler kanallar ve solunum bronkiyolları üze-

rinde etkilidirler. Bu gazlar alveoler hücrelere girmekte, şişmeye neden olmakta, sonuçta sekonder olarak kapiller endotel hücrelerini etkilemektedir. Yüksek konsantrasyonda etkilenim durumunda pulmoner ödeme yol açmaktadır.

### **İrritan gazlar :**

Üçüncü gaz grubunu irritan gazlar oluşturur. Bunlar halojenler, flor, brom, klor, hidroklorik asit, hidrojen florür, fosgen, kükürt dioksit, amonyak ve dimetil sülfat, vanadyum peroksit, osmium, ve platindir. Son üçü gaz gibi hareket eden buharları nedeniyle bu etkiye sahiptir. Bunlar büyük oranda alveoler öşeyici hücreleri ve kapiller endotel hücrelerini harabetmekte bunun sonucunda alveolotoksik pulmoner ödem yapmaktadırlar.

### **Kükürt dioksit:**

Havadaki en önemli kirleticilerden olan kükürt dioksit soluble Özelliğindedir ve bu nedenle nazofarenks ve hava yollarını önemli boyutta etkilemektedir. Kükürt parçacıkları akciğerlerin daha derin katmanlarında etkilidir. Akut kükürt dioksit etkisi trakeada silyer hareketleri ve mukus transportunu engellemektedir. Kronik etkilenim sonucu goblet hücreleri hiperplaziye uğramaktadır. Sürekli etkilenimin trakea ve bronşlarda muozal permeabiliteyi arttırdığını göstermektedir. Bu permeabilite anını etkilenenim sonlanmasından sonraki üç ayda da devam etmektedir.

### **Nitrojen dioksit:**

Nitrojen dioksit nitrik asitin buharlaşmasıyla, alfalfa içeren silolarda, besin üretim ortamlarında, gübre üretim yerlerinde ve patlamalar sırasında bol miktarda ortaya çıkabilmektedir.

Bu gazın emilimi zayıf olduğundan distal bronşlara ve alveollere ulaşabilmektedir. Bir oksidan etkisiyle toksik etkiye yol açtığı düşünülmektedir. Oksidan etkisinin olduğunun düşünülmesinde eşleşmemiş elektronunun olması en önemli nedendir.

Yapılan çalışmaların çoğu nitrojen dioksitin etkisiyle akciğerlerin diğer polutanların etkisine açık hale geldiğini belirtmektedir. Alveoler makrofajların sayısı azalmakta, fagositik etkinliklerinde azalmaya neden olmaktadır. Viral enfeksiyonlara cevap olarak makrofajların salgıladığı interferonun yapımını da engellediği ileri sürülmektedir.

Sigara içme :

Sigara mukosilyer transportu engellemektedir. Akciğerdeki savunma hücrelerinde de Önemli boyutta olumsuz etki yapmaktadır. Sigarada bulunan akrolein gazının oksidan özelliği nedeniyle makrofajlarda protein sentezinde de yavaşlama söz konusu olmaktadır. Sigara içmenin net etkisi akciğeri erdeki inflamatuvar cevabın yarattığı yapısal ve işlevsel değişiklikler olarak tanımlanmaktadır. Sigara İçimi akciğerlerde spesifik ve nonspesifik savunma mekanizmalarını olumsuz etkilemektedir.

### **Gastrointestinal sistem ve çevre kirliliği :**

Sindirim sistemi çevresel kirleticilerin önemli giriş kapılarından birisidir. Emilim alanı çok geniştir. Vücut yüzeyinin 200 katından fazla olduğu hesaplanmaktadır. Üstelik gastrointestinal sistem emilim işlevinde bir sistemdir. Emilimin kolay ve etkin olmasını sağlayan bir çok yönlendirici mekanizma vardır. Çevrede olağan besin öğelerine yapısal olarak benzeyen bir çok maddenin kolayca emilebilmesi mümkündür. Gastrointestinal sistem solunum yoluyla iren kimi parçacıkları da daha sonra öksürme ve yutma mekanizmasıyla alabilmektedir.

### **Gastrointestinal sistemi etkilemekte olan çevresel etmenler üç temel gruba ayrılabilir :**

1. Mikroorganizmalar
2. Bitkisel ve gıda kaynaklı maddeler
3. Yiyecekler, su ve çevrede genel olarak bulunan toksik maddeler.

Dış ortamda vücuda yabancı kimyasal maddelere ksenobiyotikler denmektedir. Günümüzde 70000 e yakın kimyasalın günlük kullanımda bulunduğu hesaplanmaktadır.

Gastrointestinal sistemdeki konakçı savunma mekanizmaları bağırsak lümenine ait faktörler, bağırsak mukozasına ait faktörler ve bağışıklık sistemiyle ilgili faktörler olarak gruplandırılmaktadır.

Bağırsak içerisindeki başlıca etmenler salgılar, enzimler, mukus, mikroflora ve motilite özelliklerinden oluşmaktadır. Lümen içerisine giren yabancı kimyasallar Önce mukozal yüzeyi geçmek, daha sonra mukus, asit mikroflora aşamalarını aşmak zorundadır. Protondan zengin tabaka zayıf asit ve bazların

geçebilme özelliklerini etkilemektedir. Ayrıca bağırsaktaki bir çok flora üyeleri de alınan yabancı kimyasalların ortadan kaldırılmasında önemli katkıda bulunmaktadır.

Mukozal faktörler arasında hücre dökülmesi, metabolizma özellikleri, hücre duvarı ve sitoplazma özellikleri, dışa salgılama özellikleri sayılabilir.

Humoral antikor ve hücresel cevap başlıca bağışıklık etmenlerini oluşturmaktadır. Bağırsaklarda salgılanan IgA'nın yanısıra diğer bağışıklık maddeleri de bağırsakların kimyasallardan korunmasını ve vücuda emilimlerini önlemektedir.

Bir çok koşul bağırsak sisteminin savunma mekanizmalarını olumsuz etkileyebilmekte ve bozmaktadır:

1. Yenilen yiyeceklerle alınan çevresel kirlilik etkeninin miktarı
2. Gastrointestinal sisteme giren kirletici etkenin derişimi
3. Bağırsak lümeninde bulunan yiyecek miktarı
4. Gastrointestinal sistemdeki sindirim enzimleri ve safra tuzlarının miktarı.
5. Konakçının beslenme durumu
6. Bireyin sensitivitesi
7. Epitelyal hücrelerin durumu
8. Konakçının amaçlı olarak kullandığı kimyasalların bulunup bulunmadığı
9. Eş zamanlı alımlarda kimyasallar arası etkileşim olanağı yaratılıp yaratılmadığı .

Bağırsak mukozası çevreden alınan kimyasalların ve ilaçların metabolizmasında oldukça etkili olmaktadır. Etanol, tetrahidrokannabinol, benz (a) piren, pentobarbital, morfin oksitlenmektedir. Flurazepam dealkilasyona uğramaktadır. Fenasetin O- deetilasyona uğrarken, izoprotorenolde o-metilasyon görülmektedir. 1 - naftol, morfin, stilbesterol glukuranidasyona uğramaktadır.

Bağırsak sisteminin olumsuz etkilenmesine yol açan her etmen söz konusu engelleyici mekanizmaların yetersiz kalmasına, bir çok bariyerin ortadan kalkmasına neden olabilir. Bağırsak florasının gastrointestinal yolla olacak çev-

resel etkilenimin azaltılmasında önemli katkıları olacağı görülmektedir. Söz gelimi laktobasillus artımının bağırsakta kanserojenik etki yapabilen bazı kimyasallara karşı önemli bir koruyucu etki sağladığı yolunda görüşler de bulunmaktadır.

## BÖLÜM 4

### KİMYASALLARIN YAYILIMI VE DAĞILIMI

#### **Kimyasalların yayılımı ve dağılımı**

Görülüyor ki çevresel kimyasallar insan vücuduna değişik yollarla girebilmekte ve bir çok olumsuz etkiye neden olabilmektedir. Solunum, sindirim ve deri sistemlerinin koruyucu özel mekanizmaları bir çok faktörün etkisiyle ortadan kalkabilir, insan sağlığı sadece kirleticinin atıldığı bölgelerde değil o noktadan çok uzaktaki bölgelerde bile tehlikeye girebilir. Kutup buzlarında belirli derin tabakalardan başlayarak yüzeye doğru gittikçe artan miktarda kurşun bulunduğu belirlenmiştir.

Biyokonsantrasyon, biyomagnifikasyon, rekonsantrasyon vb. isimler verilen biyolojik birikim çok büyük önem taşımaktadır. Bazı canlılar bazı kimyasalları dış ortamın çok üzerindeki derişimlerde biriktirmektedir. Söz konusu canlılarla beslenen diğer canlılar çok yüksek konsantrasyonlarda kimyasalı bu yolla sindirim sistemlerine almaktadır.

Su ve havadaki parçacıklarda kimyasalları absorbe ederek solunum sistemi veya sindirim sistemine girmesine neden olabilirler.

#### **Havada dağılım:**

##### **Konveksiyon**

Değişken sıcaklık değerlerinde sıvıda oluşan dolaşimsal harekete konveksiyon denmektedir. Dansite ve yerçekimi etkisine bağlı olarak değişim gösterir.

##### **Türbülans**

Atmosferdeki türbülans ise çok karmaşık bir harekettir. **Rüzgar** hızı, rüzgarın yönü, yükseklik, havanın sürtünmesi, havanın sıcaklığı; su kütleleri, coğrafik engebeler veya geniş düzlüklerin bulunup bulunmamasından büyük oranda etkilenmektedir. Yüksek bacalardan çok yükseklere verilen bir çok kirletici türbülans yoluyla çok uzaklara ulaşabilmektedir.

##### **Difüzyon**

Kirleticiler atmosferde konsantrasyon farkına bağlı olarak pasif biçimde de yer değiştirebilirler. Buna difüzyon denmektedir.



### **Suda dağılım:**

Hidrosferde dağılım atmosferdekinden çok daha karmaşık mekanizmalarla olmaktadır. Su kütlesi, özellikleri, bileşimleri dağılımda etken olabilir. Su içerisindeki kirlilik öğeleri toprak, yer altı suyu ve havadaki değişimleri de etkilemektedir.

### **Toprakta dağılım**

Toprakta dağılım kirleticinin özelliğine, toprağın dokusu ve yapısına; nem, pH, sıcaklık vb. diğer faktörlere bağlıdır. Topraktaki hava ceplerine gazlar kolayca difüze olur. Topraktaki su kimyasalların değişik toprak katmanlarına ulaşmasında en önemli araçlardan birisini oluşturmaktadır. Su aracılığıyla topraktaki kimyasallar aşağı tabakalara veya buharlaşabilecekleri yukarı katmanalara ulaşabilirler.

Su yüzeyel kimyasalların toprak yüzeyinin eğimine bağlı olarak akmasını veya sürüklenmesini de sağlamaktadır. Su toprağa ne kadar hızla sızarsa kimyasallar da o kadar hızlı biçimde toprağın derin tabakalarına ilerleyebilirler.

### **Kirleticilerin değişimleri**

#### **Havadaki kimyasallar**

Kirleticiler atmosferde değişik yollarla alınabilir. Dispersiyon sırasında bazı değişikliklere uğrayabilirler. Yerçekimi, cisimlerin etkisi, yağmur, kar vb. nedenlerle atmosferden fiziksel yollarla alınabilir. Partiküller gazlar, buharlar, virüs veya bakterileri çekebilir. Gaz ve buharlar suda eriyebilir veya atmosferdeki kimyasal tepkimelere bağlı olarak kimyasal olarak diğer bileşiklere dönüşebilirler. Fiziksel ve kimyasal hava kirleticilerinin değişiminde en önemli katalizör fotokimyasal etkileşimdir. Güneşin morötesi ışınları hava kirleticileri ile etkileştiğinde oksidasyona ve kimyasal yapılarında değişime neden olabilir. (1,2)

#### **Sudaki kimyasallar**

Suda bulunan kimyasallar balık ve bitkilerde yoğunlaşabilirler. Yüzeyle birikebilir veya diğer maddelere dönüşebilirler. Dönüşüm genellikle kimyasal veya biyokimyasal oksidasyon yoluyla olmaktadır. Sudaki asılı parçacıklara bağlanmaya bağlı olarak fiziksel yolla kendi kendini temizleme sözkonusu olabilir.

#### **Topraktaki kimyasallar**

Toprakta ki kimyasalların varlığı bir çok fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörle ilişkilidir. Kimyasal kirleticilerin topraktan alınmasında en önemli etken biyotik mikrobiyal etki, abiyotik kimyasal parçalanma, buharlaşma, yüzeyden gaz haline geçme, bitki ve canlılarca alınma başlıca yolları oluşturmaktadır.

## **Bazı önemli kimyasal kirleticilerin değişimi:**

### **Chrysene**

Chrysene, PAH lardan birisidir. Volkanlar, orman yangınları, karsbonlu maddelerin yetersiz yanması ve diğer insan kaynaklı yüksek sıcaklık piroliz işlemlerine bağlı olarak meydana gelmektedir. Konut ısıtması ve açıkta yakma işlemleri en önemli kaynağını oluşturmaktadır. Büyük oranda havaya, çok az oranda su ve toprağa verilmektedir. Atmosferden fotokimyasal oksidasyon, toprak ve suya çökeltme yolları ile uzaklaşmaktadır. Toprak veya sedimentlerde çok dayanıklıdır. Topraktaki yarı ömrü 1000 gündür.

Yetersiz yakma işlemleri kontrol edilemeyen chrysene emisyonlarına neden olabilir. Havadaki chrysenenin işlemlerle yakını ilişkisi olduğuna inanılmaktadır. Akutik sistemlerde asılı parçacıklara veya sedimentlere bağlı olarak bulunmaktadır. Toprak yüzeyince de kuvvetle soğurulmaktadır.

### **Dioksin**

Dioksin (2, 3, 7, 8-tetraklorodibenzodioxin) bazı herbisit ve germisitlerin imalatı sırasında çok küçük miktarda ortaya çıkması engeli enemeyen bir maddedir. Kentsel veya endüstriyel atıkların yakılması sırasında da ortaya çıkmaktadır. Çevrede bozunumu ve değişimi tam olarak bilinmemektedir. Ancak ileri derecede toksik bir maddedir.

### **Kloroform**

Florokarbon-22 eldesinde kullanılan renksiz veya su beyazı renkte bir maddedir. Pestisit olarak, ayrıca pestisit ve boya yapımında solvent olarak kullanılmaktadır. Kloroform kağıt hamuru eldesi sırasında, ilaç fabrikalarında, kimyasal imalatlarda, atık su klorlanması sırasında ortaya çıkmaktadır. Fotokimyasal olarak ortaya çıkan hidroksil radikalleri ile rekasiyona girip parçalanmasından önce çok uzak mesafelere kadar yayılabilmektedir. Havadaki kloroformun büyük bir miktarı presipitasyonla uzaklaşmakla birlikte volatilizasyona bağlı olarak yeniden havaya dönebilmektedir. Toprakta volatilize olur veya yeraltı su tabakasına girerek uzun süre kalabilir. Atmosferdeki yarı ömrü 70 gündür. Fotokimyasal smog içerisindeki yarı ömrü ise 260 gündür. Sudan kloroformun uzaklaşmasını sağlayan en önemli mekanizma volatilizasyondur. Sudaki yarı ömrü 36 saatle 10 gün arasında değişmektedir.

### **Kurşun**

Yerkabuğunda ve biyosferin hemen her yerinde doğal olarak bulunan bir elementtir. Atmosfere kurşunlu benzin aracılığıyla verilmektedir. Kurşunun toprakta veya yüzeyel sularda birikimi genellikle atmosfer aracılığıyla olmaktadır. Kurşun su, toprak ve hava arasında doğal kimyasal veya fiziksel yollarla çevrilmektedir. Tozda veya akarsularda birikerek yayılabilmektedir. 600 millik mesafelere kadar ulaşabilmektedir. Atmosferde başlıca parçacık

halinde bulunmaktadır. Suda çok değişik biçimlerde olabilir. Çözelti halinde kalan kurşun miktar suyun pH sına ve çözünen tuz miktarına bağlı olabilir. Büyük oranda toprakta tutulmaktadır ve yüzeyel akarsulara ya da yeraltı sularına çok az katılmaktadır. (1,2)

Toprağın doğal elementlerinden olan kurşun yaklaşık olarak toprakta kilogramda 16 mg miktarında bulunur. (42)Gri-mavimtrak renkli bir metaldir. Gerek metal gerekse tuz (<PbO, PbO<sub>2</sub>, Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PbCO<sub>3</sub>, PbSO<sub>4</sub>) ve organik bileşikler (Pb(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)<sub>4</sub>) şeklinde toksik etkilidir. Toksikite genel olarak erime gücü ile paralel görülür. (26)

Ağır metallerden biri olan kurşun çoğunlukla gümüş, bakır, çinko, antimon ve demir metalleriyle birleşmiş halde bulunur. Her çeşit doğal çevrede ve canlı organizmalarda iz halinde kurşuna rastlanır. Canlı organizmada bulunan kurşun varlığı fizyolojik yaşam için gerekli olduğu için değil doğal çevrede, yiyecek ve içeceklerde bulunan kurşunun kaçınılmaz bir yansımasıdır (43).

Günümüzde kurşun yataklarının işletilmesi ve bu metallerin endüstri dallarında yaygın bir şekilde kullanılmasından kaynaklanan çevre ve besin kirlenmeleri insan ve çevre sağlığı açısından oldukça tehlikeli boyutlara ulaşmıştır. (16)

Kurşunla ilgili endüstriyel zehirlenmelerde solunum yolu önem arzeder. Kurşun duman ve tozlan, akciğerlerden kolayca absorbe olur ve doğrudan dolayışma girerler. (54)Suda çözünen kurşun tuzlarının letal dozları 20 g. daha az çözünenlerinin ise 30 g. dolayındadır. 2 g. kurşun absorbsiyonu kronik zehirlenmeye neden olur. 1 -2 damla TEK( tetra etil kurşun) ile ise ciddi sempoimler ortaya çıkar. (55)

Kurşun ocaklarının işletilmesi, kurşun bileşiklerinin üretildiği sanayi dalları ve etkinliklerinde kurşun kullanılan akümülatör fabrikaları, yenileme atölyeleri, matbaalar, lehimleme ve kalay atölyelerinde çalışan insanlar gerek çalışma ortamı kurşun buhar ve tozlarıyla kirlenmesi ve gerekse doğrudan temas etmeleri sonucu sürekli halde küçük dozlarda kurşun almak zorunda kalırlar. Bu alanlarda çalışan insanlarda sık sık kurşun zehirlenmeleriyle karşılaşılır (15). Yukarıda bahsedilen endüstri dallarında üretim etkinliği sonucu ortaya çıkan artık ve atıklar genellikle endüstri kuruluşunun bitişıği ve yakın çevresindeki bitkisel varlığın ve açık su kaynaklarının kirlenmesine neden olur(34, 43). Bu şekilde endüstriyel etkinliklere bağlı olarak insan ve hayvanların yaşam çevresine giren kurşun artıkları öncelikle hava kirliliği halinde kendini gösterir. Bu durumdaki kirlenmiş yem ve sularla beslenme durumunda olan hayvanların zehirlenmelerine neden olur (44).

Kurşun madeni işletmeleri ve akümülatör fabrikaları çevresinde yetişen bitkilerin 3200 ppm'e kadar kurşun tutabildikleri saptanmıştır. Otoyolların ke-

narındaki şeritler boyunca yetişen bitki çeşitlerinde 500 ppm dolayında kurşun varlığına rastlanmıştır (15).

Solunum yolu ile giren kurşun daha çok kurşun içeren tozlar şeklinde ve tamamı vücuda geçerek çeşitli doku ve organlarda birikirler. Bu tozlar, kurşunlu malzeme işleyen endüstri çevreler ile benzine katılan kurşun tetra etildir. Ekzost gazlarında önemli bir kurşun kirliliği oluşturarak çevre kirliliğine neden olur. Benzinin yanması sonucunda parçalanmış organik kurşun bileşikleri kurşun oksit, klorür, sülfat ve fosfat şekillerine dönüşmüş halde %70-80 kadarı kurşunlu tozlar halinde eksoz gazları çevreye yayılarak tüm **canlıların** maruz kalmasına neden olur (15).

Ağızdan alındıktan sonra sindirim kanalından genellikle çok az emilen kurşun, başta kemikler olmak üzere vücutta böbrek ve dalak gibi çeşitli organ ve dokularda (45).

Vücuda genellikle solunum, su ve besinler yolu ile geçerek çeşitli yollarla vücuttan atılmayacak boyutlara ulaştığında böbrek, karaciğer, kas ve gibi doku ve organlarda birikirler (28). Kurşun çok amaçlı ve yaygın kullanımı nedeniyle çevrede (toprak su ve hava gibi) ve canlılarda (insan, hayvan ve bitki vb.) değişik düzeylerde 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 kullanılmıyorsa 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/l'te 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 emil-

diği bilinmektedir. Yaşlılarca alman kurşunun % 10 unun tamamen emilebildiği kabul edilmekte ise de bu midenin dolu veya boş olmasına **bağlıdır**. Örneğin 6 saat bir açlıktan sonra ağızdan alman kurşunun emilmesi çok daha artacaktır. Bu oran % 50 ye kadar çıkabilir. Bu durum fareler "zerinde 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 karşılıklı zamanla kemiklerde bir birikim olmaktadır. Bu birikimin yaşlada ilgisi vardır. Alman kurşunun % 90 ı kemiklerde birikir. Kurşunun kandaki yan ömrü 2-4 hafta, yumuşak dokularda 4 hafta, kemiklerde ise 27, 5 yıldır. Kurşun plasenta ile kolayca yavruya geçer. Alman kurşun idrar, gaita ve ter ile atılır. Sağer ve tırnak kesilmesiyle de buralardaki kurşun atılır.

Yüksek dozda alman 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 asitlerde 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 desimetretküpte 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 alman kurşuna bağlı kandaki oran 1 litre kanda 200 mikrogram olarak tesbit edilmiştir. (46)

Kurşunun mutajenik ve kanserojenik etkisi de sözkonusudur. Kurşun asetat ve kloridin mutajenik etkileri bakteriler üzerinde çalışılmıştır. Bununla birlikte memeli sistemlerinin test edilmesi sonucunda bazı kromozomal hataların pozitif sonuç verdiği görülmüştür. Kurşun asetat ve fosfatın fare ve ratlarda kanserojen etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Bu bileşikler ağız yada parenteral yolla alındıklarında böbreklerde malignan tümörlerine neden olduğu açıklanmıştır. Kurşunun organometalik bileşiklerinin kanserojenik ve mutajenik etkilerine dair verilerin yetersiz olduğu bildirilmiştir (35).

## **Siyanürler**

Siyanürler birçok yiyecek ve bitkide, bazı bakteri, fungus ve su yosunlarında doğal olarak ortaya çıkmakta ise de başlıca kaynağını endüstriyel uygulamalar oluşturmaktadır. Hidrojen siyanür organik kimyasalların eldesinde kullanılan bir maddedir. Siyanür tuzları elektrolizde, elektrokaplama ve metal arıtımında kullanılmaktadır. Metal işleme süreçlerinin sonunda suya karışmaktadır. Havaya başlıca ekzos gazları ile atılmaktadır. Topraktaki kaynakları yollara serpilmiş siyanürlü tuzlar veya siyanürlü atıkların toprağa gömülmesidir. Hidroksil radikalleri ile fotokimyasal reaksiyona girmeden önce çok uzak mesafelere kadar taşınabilmektedir. Yarı ömrü 334 gündür. Siyanür kolayca volatilize olur ve alkali tuz halinde ise kolayca anyon ve katyonlarına iyonize olur. Oluşan siyanür iyonu hidrojen siyanür veya metal siyanürleri oluşturmak üzere tepkimeye girebilir. Çözünmeyen metal siyanürler genellikle çökebilir veya akuatik organizmalarda biyoakümülyasyona uğrayabilir.

Toprakta hidrojen siyanür, alkali metal tuzları veya hareketsiz metallosiyanür kompleksleri halindedir. pH 9, 2 nin altında olan toprak yüzeylerinde volatilize olabilir. Toprak yüzeyinin altında düşük konsantrasyonlarda bulunabilir ve büyük bir olasılıkla biyolojik parçalanmaya uğrayabilir. pH 9, 2 nin altındaki topraklarda ileri derecede mobildir mikroorganizmalara toksik seviyelere çıktıkları yerde yer altı su kaynaklarına ulaşabilir. (2)

Sanayi atık sularında veya diğer sularda tayin edilen siyanür(CN) ortamında bulunan siyanür bileşiklerindeki CN grubunun tümünü belirtir. Suyun kapsamında bulunan siyanür, sistemin biyolojik aktivitesi üzerindeki etkisini gösterir. İçme sularının nötral ve alkali şartlar altında serbest klor meydana getirmek için klorlanması nihaî suda siyanür oranını çok aşağı seviyelere düşürür. 50-60 mg/litlik tek doz insanlar için öldürücüdür. Günde alınan 2, 9-4. 7 mg siyanür insanlara için zararsız kabul edilir. Çünkü siyanür iyonu insan vücudunda rhodanese ve thiosulfate enzim sistemleri vasıtasıyla kolaylıkla daha az zehirli olan tiocyanat iyonlarına dönüşmektedir. (12, 13, 19)

### **Tetrakloretilen**

Kuru temizleme işlemleri, metallerin yağın alınmasında kullanılmaktadır. Diğer kimyasalların eldesinde başlangıç kimyasalı olarak kullanılabilir. Temel kaynak kuru temizleme endüstri sidir. Suya ulaştığında hızla volatilize olarak havaya döner. Yağmur suyunda eriyerek toprağa dönebilir. Atmosferde fotokimyasal olarak oluşan hidroksil radikalleri ile tepkimeye girer. Sonuçta ileri derecede solunum sistemi irritanı bir gaz olan fosgen ve kloroasetil klorürler meydana gelir.

### **Trikloretilen**

Trikloretilen metal bölümlerden yağın alınmasını sağlamakta çözücü olarak kullanılmaktadır. Atmosfere buharlaşarak karışmaktadır. Atık gömme

bölgelerinden çevreye yayılabilir ve yer altı suyuna **kadınşabilir**. Genellikle fotokimyasal yolla oluşan hidroksil radikalleri ile parçalanmaktadır. Parçalanma ürünleri fosgen, diklorasetil klorür ve formil klorürdür.

### **Alüminyum**

Doğada çok miktarda bulunan alüminyum canlılara çeşitli yollardan, genel olarak ta gıda, su ve hava ile geçer. Günlük yaşamda fazlaca kullanılması nedeni ile başta insanlar olmak üzere toksik etkilerine de sıkça rastlanır. (3)

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 adjuvanı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Su arıtım işlemlerinde flokülant olarak ta yaygın olarak kullanılmaktadır.

Alüminyum doğal sulara toprak ve kayalardan erime nedeniyle bulunmaktadır. (4-6). 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 dissosiyel olurlar. Normal pH daki sular 10 mg/1 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 İt içtiği tahmin edilirse yalnızca sudan 3 mg Alüminyum alıyor demektir ki bu da günlük alınana 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 hidroksitinin alınması vücuttan fosfatların kaybına neden olur.

Alüminyum tuzları suların renginin ve bulanıklığının giderilmesinde sık sık kullanılmaktadır.

Alüminyum fosfat şeklinde kullanılan bileşiklerin sindirim sistemi tarafından emildiği bilinmektedir. (3).

Dokularda bulunan kalsiyum ve potasyum gibi mineraller ile alüminyum arasında bir korelasyonun bulunduğu ve beyin dokusunda alüminyumun artması ile bu minerallerin azaldığı görülmüştür (6). Farklı nörolojik dokularda bulunan kalsiyumun dağılımı ile alüminyum/manganez arasında da bir korelasyonun bulunduğu bu korelasyonun bozulması ile sinir sisteminin etkilenerek parkinson hastalığına yol açtığı belirlenmiştir ( 3).

## **Amonyak**

Eşik konsantrasyonu genellikle litrede 1, 5 mg dır. Tad eşiği amonyum katyonu izin 35 mg/litredir. (8, 9) Gübre olarak ve hayvan yemi, lif, plastik, patlayıcı, kağıt ve lastik üretiminde kullanılmaktadır. Soğutucu olarak kullanılır. Soğutucu özelliğinden özellikle metal işlemlerinde yararlanır. (10) Amonyak ve amonyum tuzları temizleyici etkenlerde ve gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. (8, 11) Amonyum klorür diüretik olarak kullanılmaktadır. (8) Kentsel bölgelerde havada metreküpte 20 mikrogram bulunmaktadır. (12) Çiftlik hayvanların beslendiği havada 300 miligram metreküp değerine ulaşabilir. Sudaki doğal düzeyi genellikle litrede 0, 2 mg m altındadır. Yüzeysel sular 12 mg litre bulundurulabilir. (8) Amonyakın yerde kirlilik seviyelerinin üzerinde bulunması fekal kirlilik göstergesidir. Amonyak bir çok yiyecek maddesinin doğal bileşenlerindedir. Asit düzenleyici olarak, stabilizer ve çeşni maddesi olarak az miktarda katılmaktadır. Fermentasyona katkısı nedeniyle de gıdalara katılabilmektedir. Karsinojenik olduğunu gösteren herhangi bir bulgu bulunmamaktadır. Bulunmasının dezenfeksiyon etkinliğinin azılığıyla ilişkili olması nedeniyle önemlidir. Dağıtım sistemlerinde nitrit oluşumuna neden olabilir. Filtrelerin manganezi süzebilme yeteneğini azaltmaktadır.

## **Antimon**

Kimyasal Özellikleri, farmakolojik ve toksikolojik etkileri arsenik metaline benzer. Fizyolojik yaşam için gerekli bir element olmadığından normal koşullarda organizmada bulunmaz. (15)

## **Arsenik**

Arsenik doğada sülfür ve oksit halinde bulunur. Arsenat ( $A_5O_{-4}$ ) ve arsenit ( $A_5O_{-2}$ ) arseniğin anyonik bileşikleridir. Ağır bir metal olmasına rağmen suda anyonik haldedir. Doğal suda ender olarak bulunan arsenik, minerallerin çözünmesinden, sanayiden ve pestisitlerden kirlilik olarak suya karışabilmektedir. (13, 14)

Arseniğin zehirli olduğu çok eskiden beri bilinmekle beraber, bu element günümüzde çeşitli endüstriyel alanlarında kullanılmaktadır. Bunlardan başlıcaları, deri, boya ve cam endüstrisi ile karınca ve fare zehiri, insektisit ve zararlı ot öldürücü imalidir. (26-55) Ayrıca doğa] olarakta toprakta bulunmaktadır. Ekilebilir topraklarda ortalama 0. 5-100 ppm, kültür bitkilerinde 0. 1-10 ppm arasında değişen miktarlarda bulunur. Besinlerle alınan arsenik sindirim kanalından emildikten sonra vücutta karaciğer, kemik, deri, saç ve tırnak gibi çeşitli organ ve dokularda birikmektedir. (15).

Arseniğin şekli vücut tarafından emilip emilmemesini etkilemektedir. Element şeklindeki arsenik zor emilmektedir. Bazı trivalan ve pentavalan inorganik arsenik bileşikleri kolayca absorbe olurlar. Organik arsenikte genellikle iyi absorbe olur. Arsenik vücuda alınınca önce kana karışır, sonra başlıca ka-



raciğer, adale, böbrek, dalak ve deride bulunur. (13, 14)Arsenik bileşikleri enzimatik sülfidril (-SH) gruplarını bloke ederek sellüler metabolizmayı bozarlar (26). Plasenta yoluyla yavruya geçebilir. Arseniğin biyolojik yarı 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 saptanması önerilmektedir. (13, 14)

Arsenik özellikle tarımda yabancı otlarla mücadelede ve orman ürünlerinin korunmasında kullanılmaktadır. Tüm bu uygulamalardan dolayı da bitki örtüsünün metallerle kirlenme riskini artırmakta ve besin zinciri yolu ile de insanlarda dahil, hayvanlarında metallerle karşı kronik şekilde maruz kalmaları kaçınılmaz olmaktadır (15).

Yapılan çalışmalarda arseniğin glutasyon ve sisteini inhibe ettiği ve ayrıca selenyum etkinliğini azaltarak, bu eser elememin kofaktör olarak iş yaptığı glutasyon peroksidazın baskılanmasına neden olduğu açıklanmıştır. İnsanlarda başlıca deri ve akciğer kanserine neden olan arseniğe uzun süreli ve yüksek yoğunlukta maruz kalınmasına bağlı olarak kanser sıklığında artış yaptığı bildirilmiştir (16).

İçme suyu 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, 14)

### **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 tuzlan dağıtım sistemlerindeki çamur kontrolü ve manganezin yükseltgenmesini katalizlemesi yönünden, depolardaki bakteri büyümelerinin kontrolünde kullanılır. Pirinç, bronz borular ve bağlantılarının korozyonu sonucunda, suda ölçülebilecek miktarlarda bakır bulunabilir. (13, 37, 18, 19)

Doğada yaygın bir şekilde bulunan endüstriyel ve tarımsal alanda, insan ve hayvan hastalıklarının tedavisinde ve günlük yaşamda fazla kullanılan bir metal olması nedeni ile başta insanlar olmak üzere çeşitli hayvanlarda sık sık zehirlenmelere yol açar. Ancak bakır, çeşitli canlı türlerinin dokularında iz ele-

ment olarak bulunması bakımından büyük bir öneme sahiptir (15, 20).

Jeolojik konuma, sanayiye ve gübre kullanımına, yiyeceğe göre topraktan değişik miktarlarda bakır alınır. İnorganik 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. (13, 17, IS, 19)

Suda bulunan bakır zararlı değildir. Ancak alüminyum, çinko gibi bolların korozyonunu artırır. Suda litrede 1 mg dana fazla bakır çamaşırlarda leke yapar. Bu değerin 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  $Cu^{++}$  İyonu vardır. Eritrosit oluşumunda doku demirimin serbest bırakılmasında, kemik, merkezi sinir sistemi ve bağ doku gelişmesinde önemli rol oynar. Fazla miktarda alınması halinde mukoza iltihaplanması, damar hastalıkları, karaciğer ve böbrek hastalıkları ve depresyonla seyreden merkezi sinir sistemi irritasyonları görülebilir.

Bakır tuzları şeklinde tarımsal mücadele de ve veteriner hekimlikte ve su arıtımında alglerin yok edilmesi amacıyla geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. Bu amaçla en fazla bakır sülfat şeklinde kullanılır. Bakır, içme suyu, besin maddeleri toprak ve hava gibi kaynaklar vasıtasıyla sürekli insan ve hayvanlara yansımaktadır. Karaciğer, böbrek ve dalak gibi dokularda birikirler (21)., Bakır metabolizmasında karaciğerin anahtar rolü oynadığı ancak, bakır fazlalığının da önemli bir risk oluşturacağı bildirilmiştir (22). Doku ve organlarda yüksek oranlarda bakır birikmesi akut ve subakut zehirlenmelere yol açarak karaciğer, böbrek ve dalakta şiddetli konjesyon ile gastroenterite, subakut zehirlenmelerde ise karaciğer hasarı, karın ve akciğerlerde sıvı toplanması ile sindirim sisteminde hemoraji gibi olumsuz etkilere neden olabileceği bildirilmiştir (15).

Bakır, biriktikleri dokuların hücre çekirdeklerine bağlanır (22). Çekirdek ihtiva ettiği nükleik asit ve temel proteinler dolayısıyla ile bakırın depolanmasında seçkin bir yer oluşturur (22). Hücre protoplazmasındaki bakırın çoğu metallothionein gibi proteinler tarafından toplanır. Bu nedenle teratojenik etkileri yanında mutajenik ve karsinojenik etkilerinin de olabileceği sanılmaktadır (22). Diğer yandan karaciğer, böbrek ve kas gibi dokulardaki kalıntıları histopatolojik değişikliklere neden olur. (15)

Bakırın, diğer ağır metallerle birlikte maruziyeti durumunda karşılıklı etkileşimlerin de sözkonusu olduğu ve her bir metalin birbirlerini zıt yönde etkiledikleri literatür bilgilerinde kaydedilmiştir. Bakır, çinko, demir ve molibden gibi metallerin kombinasyon şeklinde maruziyeti durumunda, bu metallerin karşılıklı etkileşimlerinin bir sonucu olarak böbrek dokusunda

demir düzeyinin olumsuz yönde etkilendiği ve aynı zamanda karaciğer dokusundaki bakır ile de bir ilişkisinin olduğu görülmüştür (23, 24). Yüksek oranlarda bakır birikmesi halinde, karaciğer dokusunda molibden oranının düştüğü açıklanmıştır(22). Bakır ile molibdenin birlikte kullanılmasıyla yumurtalıklardan steroid salınımı ile lüteinize edici hormonların serbest kalma oranında azalma olacağı bildirilmiştir. Aynı çalışmada bakır-çinko metallerine birlikte maruz kalınması halinde molibden düzeyinin daha da düşmesine neden olabileceği bildirilmiştir (23).

Bakırın, demir ile de etkileşiminin bulunduğu ve bu konuda birçok araştırmanın yapıldığına dair çeşitli literatür bilgileri kaydedilmiştir (23). Vücuda alınan demirin genellikle ferritin şeklinde depolandığı ve az miktarda bakır alınması durumunda dahi, karaciğer dokusunda demir düzeyinin arttığı görülmüştür. Yapılan başka bir çalışmada demir ile bakırın kombinasyon şeklinde kullanılması durumunda bakır emiliminin engellendiği görülmüştür (25). Bu durumda bakır ile demir arasında ters bir ilişkinin bulunduğunu göstermektedir. Aynı çalışmada koyunlara çinko destekli diet verilmesi durumunda karaciğer dokusunda artan demir düzeyinin azaldığı tesbit edilmiştir. Sonuç olarak dokularda bakır oranının azalması demirin artmasına, çinkonun artması ise demirin azalmasına neden olur (22).

Diğer taraftan bakırın bitki gibi canlıları da olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle phytoplanktonlar üzerinde yapılan çalışmalarda, büyüyen bu bitkisel canlıların bakır tarafından güçlü bir şekilde baskılandığı görülmüştür ki özellikle su havuzlarında veya kaynaklarında alg oluşumunu engellemek amacıyla kullanılmasının bir nedeni de budur.

### **Baryum:**

Baryum doğada baritin  $BaSO_4$  ve wıtherit  $BaCO_3$  mineralleri şeklinde bulunur. Bundan başka az miktarda her taşta da bulunur. Baryum tuzları boya sanayi, dericilik ve patlayıcı madde üretiminde kullanılır. (13) Ayrıca, bileşikleri mürekkep, radyoopak madde, fare zehiri, cila, kibrit ve kağıt yapımında da kullanılmaktadır. (55)

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. Emilen 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 tuzları fazla miktarda alınırsa akut toksik etki ya-

pabilir. Eğer klorid şeklinde yaklaşık 550-600 mg alınırsa yaşlılarda öldürücü etki yapabilir. Böyle durumlarda baryumun etkisi bütün adalelere, kalp ve mide barsak yollarına olur.

Baryum tuzlan, boya, resim boyalan, bazı patlayıcı madde imalatı ve seri sepilene işlemlerinde kullanılır. Baryum, sülfat konsantrasyonu çok düşük olan normal sularda, sanayi artıkları, belirli bazı tuzlu sularda kantitatif olarak ölçülebilir. Sülfat konsantrasyonu 2 mg/1 den fazla olan sularda baryum miktarı tayin edilemez.

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

Eğer suda eriyebilen tuzlan fazla miktarda alınırsa akut toksik etki yapar.

#### **Bor:**

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

Suda bulunan borun en büyük etkisi tarım üzerinde görülmekle beraber, içme ve kullanma suyunda, su ürünleri üzerinde ve hayvan sulamasında da çeşitli zararları saptanmıştır. (27)

Bitkilerin gelişmesi için gerekli olan bor, fazla bulunduğu 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 dökülme 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 tarafında 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 soğurulmakta,

ancak vücutta birikmeden idrar yoluyla atılmaktadır. Yetişkinler için öldürücü doz 5-45 gram olduğu değişik kaynaklarda verilmiştir. Cıva:

Cıva oda sıcaklığında sıvı olan bir metaldir. İnorganik ve organometalik formları bulunmaktadır. Bütün bileşikleri zehirli olup, canlılar için tehlikelidir. Cıva bileşiklerinin pek çoğu doğal kaynaklıdır. Cıva bileşiklerinin tamamı zehirli olmakla beraber, özellikle metil cıva ve alkil bileşikleri daha çok zehirlidir. Metalik cıva ve cıva buharlarının solunumuyla meydana gelen zehirlenmeler daha seyrek olmakla beraber, çoğu kez ölümle sonuçlanan ciddi olaylara yol açması bakımından önem taşır. Bu bileşikler vücutta daha uzun süre kalarak karaciğer ve böbrekte birikerek özellikle böbrekler düzeyinde tubuler nekrozislere neden olduğu bildirilmiştir (27, 28). Cıvanın bu organlardan başka beyinde de biriktiği ve sinir sistemini Özellikle motor fonksiyon sistemlerini etkilediği ve sinirsel sendromların meydana geldiğinde bilinmemektedir. (29). Dünya Sağlık Örgütü tarafından şehir alanlarında 0. 1-5 ng/m<sup>3</sup>, endüstriyel alanlarda 0. 5-20 ng/m<sup>3</sup> ve kent alanı dışında 0. 001-6 ng/m<sup>3</sup> olması gerektiği belirtilmektedir. (31).

Cıvalı fungusidlerin yaygın bir şekilde daha çok kullanılması veya endüstriyel atıkların atmosfere verilmesi ile cıva yoğunluğunu artırmaktadır.

İşletilen cıva yataklarının yakın çevresinde beslenen veya cıva filizlerinin yüklendiği ve taşındığı çevrelerde tutulan ya da cıvalı termometre laboratuar malzemeleri ve cıvalı bileşiklerin üretildiği fabrika içerisinde ve çevresinde yaşayan insan ve evcil hayvanlarda sık sık zehirlenme vakalarına rastlanılabilir. Suların dip tortularında yaşayan mikro ve makro organizmalar metalik cıvayı daha az tehlikeli olan organik cıva bileşikleri planktonlar, midye, istiridye, balıklar ve diğer canlılar tarafından alınırlar. Sindirim yolu ile alındığında fazla zehirli olmayan metalik cıva bileşikleri, daha zehirli olan cıva bileşikleri haline dönüşürler. Bu nedenle 1953-1964 yılları arasında Japonya'nın Minimata koyuna cıva artığı bulaştıran bir fabrika nedeni ile bu koyda yetişen balıkların yiyen insanlar arasında kitlesel ölümler olduğu bilinmektedir. (15).

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

Eğer bir cıva kirlenmesi yoksa taze sularda cıva oranı 0, 0002 mg/l'ten 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. (13, 17, 19, 32)

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 akümüle 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. Alky-**Immercurialler** deney hayvanlarında rahimdeki embriyonların ölümüne neden olmuştur.

### **Çinko:**

Bol miktarda bulunan çinko yeryüzü kabuğunun % 0, 004 ünü oluşturur. Çevrede, havada su sistemlerinde ve bütün canlılarda çinko varlığına rastlanır (29). 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. Gerek doğal ve gerekse bulaşmış ortamlarda olsun çinkonun daima kadmiyumla birlikte bulunması ilginç bir durum yaratır. Böyle bir ortamda kontrol altında beslenen buzağuların karaciğer gibi dokularında çinko birliği tesbit edilmiştir (29).

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 çözülmüş çinkonun miktarı düşer. Musluk suyunda çinko miktarı, galvanizli pirinç borular ve diğer çinkolu yapımlardan 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. Çinkonun vücutta çok çeşitli fonksiyonları vardır. Bazı enzim çeşitleri ve enzimatik etkinliklerle, protein sentezi ve karbonhidrat metabolizması için canlı yapıda bulunması gerekli olan bir elementtir. Çevrede, havada su sistemlerinde ve bütün canlılarda çinko varlığına rastlanır (29). Et ve süt ürünleri çinko yönünden zengindir. Baklagiller ve balık zengin çinko kaynağıdır. Bazı önemli yiyecek gruplarındaki çinko miktarları ;Sığır etinde 20-60 ugr/gr, Süt 3-5 (igr/gr, balık ve deniz ürünlerinde 15 P-gr/gr dan fazla baklagil ve buğdayda 15-50 (igr/gr, yapraklı sebze ve meyvelerde 2 fJ.gr/gr dan az olarak saptanmıştır.

Normal bir insan gıdalarla ortalama günde 12 mg çinko almaktadır. İçme 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 olduğundan kaynaklanmaktadır. Çinko karbonik an-

hidraz, alkol ve laktat dehidrogenaz enzimlerinin önemli yapı taşlarından birini oluşturur. (13, 17, 19,32)

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.

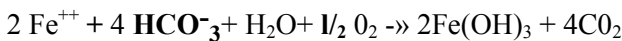
Çinko suya arzu edilmeyen İlaç tadı verir. Litrede 5 mg dan fazla çinko opelesans görünüşe neden olur. Ve kaynama esnasında yağlı bir film tabakası meydana getirir. Bu değer tavsiye edilen limit değer olup problem çıkmaması için çinko miktarı bu değer in altında tutulmalıdır.

Çinkonun böbrek, karaciğer ve kemik gibi dokularda biriktikleri bildirilmektedir (22, 33, 21, 32).

### **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 bulunan bir, pH değerinin 6-8 değerlikleri arasında üç değerlikli

ferri demirin çözünürlüğü sınırlandırılmış olup. çözünürlük çarpımı 4. dan 5.10 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 **sakınmaksızın** 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 farklılık 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 dalak ta toplanır. Demirin büyük miktarının sindirilmesi sonucu haemochromatosis olarak bilinen (normal düzenleyici mekanizmasının etkisiz işlemi) demir birikiminden dolayı dokuya zararlı durum ortaya çıkar. (14, 17, 19)

### **Gümüş:**

**Tıp alanında,** fotoğrafçılıkta, takı yapımında kullanılmaktadır.

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



Dünya Sağlık Örgütü 1984 yılı yayınında ise gümüş kullanım alanları ve sağlığa etkisi olarak aşağıdaki esasları belirtmiştir: (12, 13, 19)

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.

Bilmen su işlem metodların 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 rastlanabilir. Bazı ülkelerde su kaynakların dezenfeksiyonunda gümüş oksit kullanıldığından, buralarda çeşme sularında gümüş düzeyi yüksek olabilir. Özellikle içme suyu elde etmek için gümüş içeren su arıtma cihazlar 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 birikmektedir. 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 görülebilse, çok nadirdir. Alman gümüşün kanserojen olduğu hakkında bilgi yoktur.

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

Kadmiyum:

Kadmiyum bilinen zehirli elementlerden biridir. Kadmiyum tuzlarının çözünürlük dereceleri önemli ölçüde farklılıklar gösterir. Halojen, sülfat ve nitrat tuzları nispeten suda çözünürlerken; oksit, hidroksit ve karbonat bileşikleri aynı ortamda çözünmezler. Bu metal aynı zamanda yüksek buhar basıncına sahip olması bakımından özellikle oksit bileşiği işletilen maden yataklarında ve fabrika kapalı ortamında kolayca buharlaşarak solunum yolu havası yönünden tehlikeli olduğu belirtilmiştir. Kadmiyum oksidin 1 (g/m<sup>3</sup> veya daha fazla yoğunluklarda buhar şeklinde alınması ile solunum yollarında tahrişe neden olabilir. Özellikle endüstriyel kirliliklerin yoğun olduğu alanlarda daha sık görülür (35).

Mesleki açıdan uzun süreli olarak kadmiyum kirliliğine maruz kaldığında akciğer ve böbrekler üzerine şiddetli etkilerinin olduğu bildirilmiştir (36). Böbrek üzerine yaptığı bu etkiler bu alanlarda çalışan insanlarda kronik etki şeklinde kendini gösterir (37).

Kadmiyumun midye ve diğer deniz hayvanlarını karaciğer ve böbreklerinde birikim yaptığına dair bilgiler de mevcuttur (34). \* Biyolojik yarılanma zamanı başta karaciğer olmak üzere çoğu dokuda uzun olması nedeni ile çok düşük maruziyetlerde dahi vücutta birikir (35). Doğal ve antropojenik kaynaklardan çevreye yayılarak hava ve suya karışan kadmiyuma kısa ve uzun süreli maruziyetlerde, insan ve diğer canlıların (vertebra, balık, kuş ve suda yaşayan mikroorganizmalar gibi) vücudunda giderek artan yoğunluklarda birikerek biyolojik fonksiyonları üzerine toksik etkili olduğu belirtilmektedir. (37, 13, 38).

Yerleşim alanlarındaki atmosferin ortalama 0. 001 g/m<sup>3</sup> düzeyinde kadmiyum ile kirlendiği hesaplanmıştır. Bunun zorunlu bir sonucu olarak insanların solunum yolu ile günlük olarak 0. 02-1 mg kadmiyum aldıkları saptanmıştır. Kadmiyum oksidin duman şeklinde yüksek oranda solunması akut pnömönitis, akciğer ödemi ve sonuç olarak öldürücü etkiler yaptığı açıklanmıştır (38).

Kadmiyuma uzun süre maruz kaldığı zaman akciğer kanseri başta olmak üzere prostat kanserine de neden olduğu anlaşılmıştır (39). Kadmiyum metali veya bileşikleri deri içi veya deri altından enjekte edildiği zaman sarkomaya neden olduğu görülmüştür (29).

Kadmiyumun olumsuz etkileri arasında kalsiyum metabolizması üzerine etkileri de yer alır ve hiperkalsemiye neden olur. Kadmiyumun kemik ve kalsiyum metabolizması üzerinde etkileri deneysel olarak çalışılmış ve böbreklerin kortikal hücrelerinde Na-glukoz taşıma sistemini İnhibe ettiği bildirilmiştir (2, 39).

Kadmiyumun teratojenik etkisini çinko ile civanın azalttığı bildirilmiştir

(40). Kurbağalar üzerinde yapılan çalışmalarda da kadmiyum ile çinkonun birlikte kullanılmasıyla, çinkonun kadmiyumun toksik etkilerini önlediği belirlenmiştir (15).

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

Kadmiyumun metabolizmasına bakacak olursak, barsak ve akciğer kalmca çok az adsorbe olur. Sindirim sistemi ile emilmeye alman 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 adedinde 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 metalthioneine olarak bilinen nisbeten moleküler kütleyle sahip bir proteine bağlanır. Bu metal bağlayan proteinin kadmiyumun taşınması ve adsorbe olmasında rol aldığına inanılmaktadır. Biyolojik ömrü 13-38 yıl arasında değişmektedir. Plasenta kadmiyumu geçirmediğinden yeni doğanlarda hemen hernen hiç kadmiyum bulunmaz. ( 1 (Xgr) Halbuki 50 yaşındaki kişilerin vücutlarında. 10-50 mg kadmiyum vardır. Kadmiyumla çalışılan bölgelerdeki işçilerde bu miktar 1000 mgr a kadar çıkar. Sigara içmeyenlerin kanlarında 20 jigr/lit nin altında Cd vardır. Vücuttan atılması yavaş olup, genellikle idrarla atılır. İdrarda kadmiyumun bulunuşu vücudun Cd alıp almadığına iyi bir ölçüdür. (12, 13, 18, 19)

Galvanize mutfak kaplarından kadmiyumun gıdalara bulaşması şiddetli mide barsak bozukluklarına neden olduğu bildirilmiştir. (13)Antimon, kadmiyum, çinko içeren emaye kaplarda muhafaza edilen meyva suları ve turşu gibi asitli gıdaların içilmesi ya da kötü kaliteli emaye kaplarda pişirilen gıdaların yenilmesi, bir saat içinde beliren gastroentestinal irritasyon nedeni olabilir. Bulantı, kusma ve ishalin belli başlı semptomlar olarak görüldüğü bu

durum genel olarak 2 gün sürer(25) Kadmiyumun İnsanlar 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 kalman 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 mikrogram aşılması önerilmektedir.

### **Kalsiyum:**

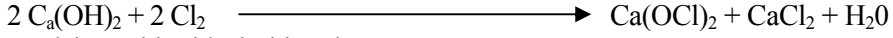
Doğadaki başlıca kalsiyum kaynakları karbonatlar ( $\text{CaCO}_3$  yani kireç taşı veya mermer) aragonit, dolomit ( $\text{CaCO}_3$ -,  $\text{MgCO}_3$ ) Jips ( $\text{CaSO}_4$  yani alçı taşı) anhidrit, **apatit** mineralleridir. Ayrıca silikat taşlarında % 1-10 Ca iyonunu içeren kalsiyum silikatlar şeklinde de bulunur. Kalsiyum silikatlar hava ve yağmurun etkisiyle çözünebilen kalsiyum **tuzlarına** ve kil minerallerine dönüşür. Genellikle sudaki kalsiyum iyonu kaynağını karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri teşkil eder. Bu nedenle sularında, çok değişik konsantrasyonlarda Ca bulunabilir. Kalsiyum suya sertlik özelliği veren en önemli iyondur. Kalsiyumlu sularında karbonat ve sülfat da bulunuyorsa  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{SO}_4$  çökerek kabuk meydana getirir. Borularda az miktarda  $\text{CaCO}_3$  m 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 ( $\text{CaO}$ ) ile kalsiyum hidroksit ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) dir. Bu oksit doğada bulunan  $\text{CaCO}_3$  ün 10 metre yüksekliğindeki özel fırınlarda 1000-1100 C ye kadar ısıtılmasıyla, yani yakılması ile elde edilir.

Bu şekilde elde edilen  $\text{CaO}$  e sönmemiş kireç denilir. Bu cisim suda çö-

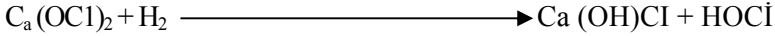
zündüğü taktirde fazla miktarda ısı (18 KCal/mol) açığa çıkarak kalsiyum hid-roksit yani sönmüş kireç meydana gelir.

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 kaymağı da denir. Bu cisim su ile İki yönlü reaksiyon vererek HOCl verir.



Oluşan HOCl yükseltgen olduğundan kireç kaymağı hem mikroorganizmaları tahrip eder (dezenfektan) hemde boyalan oksidasyon ile boz-mak suretiyle mensucat maddelerine ağartıcı olarak etki eder.

Havada % 0, 03 kadar mevcut olan CO<sub>2</sub> etkisiyle, nemli bulunan CaCO<sub>3</sub> 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 çö-zünmeyen CaCO<sub>3</sub> haline geçtiğinden bu şartın oluştuğu yerlerde kireç taşı meydana gelir. Mağaralardaki stalagtit ve stalagmitlerin oluşumu veya nemli taş binaların üzerinde veya kalsiyum bikarbonat içeren sıcak kaynakların ak-ıkları yerlerde veya buhar kazanlarında kazan taşı denilen CaCO<sub>3</sub> in oluşumu bu esasa dayanır. Bu şekilde meydana gelen kazan taşı ısıyı iyi iletmedi-ğinden kazan cidarları su ile temas edemez ve aşırı ısınmalar meydana gelir ni-hayet 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 C<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub> (OH)<sub>2</sub> şeklindedir. Kemiğin yapısında başlıca tuzu teşkil eden kalsiyum fosfatın

(3 Ca<sub>3</sub> (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> kalsiyum karbonat, florid, sitrat, Na, K, Mg da bulunur. CaF<sub>2</sub> de az miktarda diş minesinde bulunur. Kalsiyumun plazmadaki düzeyi % 10 mg civarındadır. Kalsiyum özellikle kanın pıhtılaşmasında önemli bir rol oynar. Kalsiyum kasların fonksiyonu yönünden de önemlidir. Ayrıca hücre zar-ının permeabilitesinde ve sinirsel aktivite de de kalsiyum rol oynar. Normal bir diyetle beslenen, bir kişi günde 800 mg kadar kalsiyum alır. Bunun 700 mg ka-darı 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. (12, 13, 19)

### **Krom:**

Krom suda 3 ve 6 değerlikli hallerde bulunur. Ancak 3 değerlikli kroma çok nadir rastlanır. Krom 6 tuzlan kanserojenik Özelliğindedir. 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 tuzlan endüstriyel proseslerde çok miktarda kullanılır. Krom (42) tuzlan özellikle metalik kaplamalarda, boya fabrikalarında, boyalarda, patlayıcı maddeler, seramik kağıt gibi endüstrilerde kullanılır. Krom 3 tuzlan da tekstil boyalarında mordan 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 emildiği yola bağlıdır. İnsanlar için trivalan krom esas elementtir. Hexavalan krom ( $Cr^{+6}$ ) ise toksiktir. Trivalan krom nisbeten az emilir. Trivalan krom tuzlarının % 1-2 miktarı emilmektedir. Gıda içindeki kromun en az % 10 unun absorbe edildiği 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 bağlıdır. Solunan miktarın % 50 sinin emildiği 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 arteri sclerosis 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 sistemim bir etkisi olmayan ve gerekli olan krom şeklidir, Dokularda krom seviyesi yüksek olan şahıslarda arteriosderosis nisbeten daha azdır. (13)

### **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 kullanılabilir. (13)

Düşük dozlarda alındığında Li tuzları zararlı değildir. (13)

### **Magnezyum:**

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

Suda bulunan karbondioksit, karbonatlı ve silikatlı minerallerdeki magnezyumun suya geçmesinde rol oynar. Granit ve silisli kuralarda 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 sulara kırılabilir bir kabuk meydana getirir. (47)

İnsan biyolojisinde magnezyum, sağlık için gerekli minerallerden birisidir. İnsan organizmasında başlıca kemiklerde, kaslarda ve sinirsel dokularda bulunur. Magnezyum daha çok bir hücre içi elementtir. 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 sulara, çok defa mangana rastlanır. Fakat miktarı çok az olup; litrede 0, 3 mg ı geçmez. Yeraltı sularında bulunan mangan ortamda oksijenin bulunmaması nedeniyle iki değerlidir. Yüzeysel sulara, 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 mangan 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 alman 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/lit manganla kirlenmiş kuyu suyuna bağlanmıştır. Bununla birlikte yalnız mangan konsantrasyonunun bu hastalığın nedeni olduğu iddia edilemez. (12, 13, 19)

### **Molibden**

Doğada yaygın bir biçimde dağılmış olarak bulunan molibden canlı yaşamı için gerekli olan esansiyel elementlerden biridir.

Molibden üreten yada faaliyetlerinde molibden kullanılan bazı endüstri kuruluşlarının yakın çevresinde bulunan otlaklar ve benzeri alanlar molibdenli atıklarla sakıncalı düzeylerde kirlenir. Özellikle ferro-molibdenli çelik alaşımları, molibden cevherlerinin açık potalarla kalskasyonu, alüminyum alaşımı üretimi ile ilgili endüstri dalışları en fazla kirlenmeye yol açan kaynakların başında bulunur. Böyle kuruluşların çevresinde uzun süre otlama durumunda olan evcil hayvanlarda sık sık molibdenozis olguları şekillenebilir (15).

Molibdenin toksik etkisi özellikle bakır düzeyi ile ilgidir. Bakır düzeyi normalin (36, 48) altına indiğinde ve sülfat düzeyi artığında 1-2 ppm molibden bile zehirlenmeye sebep olur. Genel bir kural olarak Bakır/molibden 2/1'in altına indiğinde molibden zehirlenmesi görülür. Molibden başlıca böbrek, karaciğer, vücut yağı ve kanda birikir (41).

### **Nikel:**

Nikel her yerde bulunur, başlıca alaşımları arsenid ve sülfid 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/lit gibi yüksek oranlar bildirilmiştir. Normalde bu sulardaki oran 5-20 mikrogram /lit 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 /lit rastlanan tipik değerlerdir. Özellikle nikel karışımı su iletim boruları kullanıldığında bu miktar artabilir. Nadiren 0, 5 mg/lit miktarlar bildirilmiştir. Günde 2 lit su içildiği dikkate alınır normal olarak içme suyu ile alınabilecek miktar 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 içirilmiş yine de sağlığa zararlı bir etkisi görülmemiştir.

### **Potasyum:**

Potasyum yer kabuğunda 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 ekstra sellüler sıvıda yer alır.

Besinlerle alman 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. (13)Doğada başlıca yan metal yatakları halinde yada kükürt, demir ve kadmiyumla birleşmiş halde bulunur. Kurşun, çinko, fosfat ve uranyum yataklarının işletilmesi cevherlerin ekstraksiyonu ile cam seramik ve boya endüstri dallarıyla etkinlikler sırasında ve akaryakıtların yanması sonucunda önemli ölçülerde selenyum açığa çıkarak çevreye yayılır (14). Su hava ve yiyeceklerle vücuda geçen selenyum sindirim kanalından çok az emilmesine karşın, çeşitli bileşikleri hızla emilerek bütün vücuda dağılır. Solunum yolu ile toz ve duman halindeki selenyumda akciğerlerden tama yakın oranda emilir. Dolaşıma geçen selenat bileşikleri proteinlere aşırı ilgi gösteren selanit bileşiklerine ve inorganik bileşiklerin bir kısmı da organik bileşiklere çevrilerek proteinlere bağlanmış halde en fazla karaciğer, dalak ve böbreklerde, daha düşük yoğunluklarda da beyin, kaslar ve eritrositlerde birikir (15, 48).

Selenyum, normal bitkisel ve hayvansal yaşam için gerekli olan iz elementlerden biridir. Az miktardaki selenyum bitkiler ve hayvanlar için mikro besleyicidir. Yiyecek maddelerinde 5 ppm ve süt ve içme sulannda 0. 5 ppm

yoğunluğunda bulunan selenyum insanlar için tehlikeli olabilmektedir. Normal ırmak sularında selenyum içeriği 0.02 ppm dolayında olmakla beraber, bunun çevresel ve jeolojik şartlara bağlı olarak bir bölgeden diğerine önemli derecede değişebilmektedir. Doğal suların ortalama selenyum içeriği 10 (g/L düzeyinde olmakla beraber, selenyumlu topraklardan kaynaklanan suların selenyumunu birkaç yüz (g/L'ye ulaşabilir. Yoğun yerleşim yörelerini çevreleyen atmosferde de önemli boyutlarda selenyum bulunduğu ve insanın solunum yoluyla günlük olarak ortalama 0.02 mg selenyum alabildiği belirlenmiştir (15). Doğal sularda genellikle bulunmaz veya çok az konsantrasyonda bulunur. Yüksek değerlikli sular endüstriyel atık sulardan gelebilir. İçme sularının çoğunda 0.01 mg/l'ten 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 ( $S_6O_4^{2-}$  şeklindedir. Selenyum Demirin 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. (12, 13, 19)

Yiyecek maddelerinde 5 ppm ve süt ve içme sularında 0.5 ppm yoğunluğunda bulunan selenyum insanlar için tehlikeli olabilmektedir. Özellikle karides olmak üzere, bütün deniz ürünleri et, süt ürünleri ve tahıllar insan besinleri arasında önemli birer selenyum kaynağı oluştururlar. Baltik denizi kıyılarında yaşayan foklarda yüksek oranda selenyum biriktiği bildirilmiştir (29).

Uzun süreli selenyum alımlarından sonra eritrositlerde biriken selenyum yoğunluğu artar. Kıllar ve tırnaklarda da yüksek yoğunluklarda selenyum toplanır. Selenyum plasenta yolu ile fetusa da geçebilir

### **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 katyonlara oranı tarımda önemlidir. Ayrıca sodyum oranının yüksek olması, toprağın geçirgenliğinde rol oynar. Yüksek basınçlı buhar kazanlarında, beslenme suyundaki sodyumun miktarı 2-3 mg/lit limit konsantrasyon önemlidir. Gerekteğinde 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 sağlığı açısından ve tat eşiği yönünden en normal ve önerilen sodyum miktarı 200 mg/lit dir. (49)

### **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 miktarda 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/lit değerini aşar. (12, 13, 19)

### **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. Yüzeysel sularda flor iyonu konsantrasyonu genellikle 1 ppm i 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/lit ise müsaade edilen maksimum dozdur. Değerin maksimum miktarlarından anlaşılacağı üzere florürün fazlasıda Zaralıdır. Fazla miktardaki florürün dişlerde özellikle çocuk dişlerinde beneklenmesine neden olduğu bilinmektedir. Fluorisi 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/İt den fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Fluorosis meydana gelebilmesi için 1. 5 mg/lit konsantrasyondaki suyun yaklaşık olarak 3 aydan fazla içilmesi gerekmektedir. Fluorosis kalıcı dişlerin minelerinde benekler halinde meydana gelen bir renklenme hastalığıdır. Hastalık ilerlediğinde skeletal fluorosis mey-

dana gelmektedir. Bu, kireçlenme sonucu omurga ve eklemlerde hareket ağırlaşması ve yanma hissi verir.

İçme suyuna katılan florun optimum noktası  $\hat{i}$  mg/lt dir. 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 florüürdür. 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 dış çürümelerine engel olduğu, bununla birlikte florürün artması sonucu dişlerde beneklenmeler olduğu bilinmektedir. (50)İçme sularında doğal olarak bulunabilecek florür konsantrasyonları aşağıdaki Tablo: 2 de verilmiştir. (12, 13, 18, 19, 50,)

Tablo:2- İçme 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	0.9-1.7
12.2-14.6	0.8	0.8-1.5	0.8-1.5
14.7-17.7	0.8	0.8-1.3	0.8-1.3
17.8-21.4	0.7	0.7-1.2	0.7-1.2
21.5-26.2	0.7	0.7-1.0	0.7-1.0
26.3-32.5	0.6	0.6-0.8	0.6-0.8

(\*) 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 Standardı arında bulunan İçme suyundaki florürler için tavsiye edilmiş kontrol limitlerini kabul etmiştir.

Kaynak: İçme Suları, TS 266/Haziran 1984 (Nisan 1986)  
WHO, Uluslararası İçme Suyu Standardları, Geneva, 1971

Deterjanların fazla kullanılması, sularda problem yaratmıştır. Bu konuda çok çeşitli araştırmalar bulunmakla birlikte sudaki deterjan miktarı için en fazlalık 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. Suya kaya ve topraklardan geçebildiği gibi, yapay gübrelerden ve endüstriyel atıklardan da geçebilir. Fosfatın varlığı su depolarındaki alglerin çoğalmasında kolaylaştırır. Bu da içme sularında koku ve tad problemi yaratır. Yüzeysel sulardaki fazlalığı da Azota bağlı olarak yine alglerin çoğalmasında ve o yüzeysel sudaki canlı hayatı etkilemesine neden olur.

**iyot**

Deniz suyunda % 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 ten-türdiyot fataldir. Akut Ağız yoluyla alındığında toksisite gastrointestinal sistem İrritasyonu, 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. (14)

**Klorür:**

Bütün doğal sularda bulunur. Klorür tuzlarının çözünürlüğü fazla olduğundan normal ve pis sularda en çok bulunan iyonlardan birisidir. Normal sularda 1 mg/l'ten birkaç bin mg/l'te kadar klorür iyonuna **rastlanılır**. 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 eşığı litrede 200-300 mg klorürdür. Bu eşik NaCl için 210 mg, Potasyum klorür için 310 mg ve kalsiyum klorür için 222 mg/l'tir. Eğer sodyum klorür 400 mg/l'te ve kalsiyum klorür 530 mg/l'te olursa özeli, kafeinin tadı etkilenir. Tad yönünden litrede 250 mg klorür bulunması idealdir.

**Silis:**

Suda bulunan çözünmüş silisin kaynağı silikatların metamorfik veya atmosferik olaylarla kimyasal parçalanmalarıdır. Doğal sularda 10 mg/l'ten az

olmamakla birlikte, bazı sularda ve özellikle volkanik sularda 60 mg/lit ve hatta 100 mg/lit kadar silikat bulunmaktadır. Bu durumda pH 9 a çıkar. Buhar türbinlerinde kullanılan sular yüksek basınçta, kanatlar üzerinde sert kabuklar meydana gelmesine neden olduğundan sulardaki silikatın 0. 1 mg/lit yi aşmaması gerekir.

#### **Sülfat:**

Sülfatlar doğada bulunan ağır metal süflürlerinin atmosferik olayların etkisiyle kısmen oksitlenerek suda çözünmesinden oluşmuşlardır. Büyük kısmı sedimentar kayalaradan çözünse de doğada en yaygın olan minerali jibstir.

Sülfat tuzları(baryum, stronsiyum ve kurşun sülfat hariç )suda çözünürler. Çözünmüş sülfatlar süflüre indirgenebilir veya hidrojen süflür 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 atmosferik kükürt dioksit meydana gelir. Kükürt trioksit(SO<sub>3</sub>) in katalitik oksislenmesiyle meydana gelir ve su buharıyla birleşerek H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oluşur. Bu da asit yağmuru veya karı şeklinde yere iner.

Suda sülfat genellikle yüksek konsantrasyonlarda bulunabilir. Çünkü kayalardan çözülmeye geçen katyonlar genellikle sülfatla, **çözünbildi** 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 müşil 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/lit sodyum sülfat için,

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

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

#### **Sülfit:**

Sanayi atıklarında ve pissularda doğal olarak bulunmasına karşın, çözünmüş oksijeni minimuma indirerek korozyonu önlemek amacıyla kazan besleme sularına sıkça ilave edilir. Sodyum sülfat 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, flüorür, oksijen ve klordan başka elementlerle yaptığı atomlardan alarak negatif yüklenir.

Doğal sularında 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. (49)

Doğada çevrimin azot deposunu atmosfer oluşturmaktadır. Canlı yaşamda önemli yeri olduğunu bildiğimiz azot, doğadaki çeşitli evrelerden geçtikten sonra insana kadar ulaşmakta ve insan artıklarıyla çevreye dönerek devrini tamamlamaktadır. Doğada azot dolaşımı çok karmaşık bir biçimde süregeldiğinden, azot çevriminin su kaynaklarına uygulanarak gözönünde tutulması, bunların kontrolü açısından hangi süreçlerin önemli olduğu hakkında daha iyi bir fikir vermektedir.

Değişik şekilde su kaynaklarına verilen azot bileşikleri nedeni ile amonyağa dönüşme, nitrifikasyon, asimilasyon ve denitrifikasyon olayları meydana gelmektedir. Amonyaya dönüşme sürecinde organik azotun amonyağa dönüşümü mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Bakteriler, ortamdaki amonyağı önce nitrite oksitler. Bu olaya nitrifikasyon süreci denilir.

Oksidasyon İşlemleri, 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 /İt yi geçmez. Fakat yeraltı sularında 100 mg/lit ye kadar bulunabilir Düşük konsantrasyonlarda bile sularında yaşayan bitkilerin gelişmesini kolaylaştırır.

### **Nitrat ve Nitritler**

Nitrat ve nitrit doğal azot döngüsünde yaygın olarak oluşan maddelerdir. 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. (12, 51)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 karsinojenik değildir. Ancak N-nitroso bileşiklerinin oluşumu aracılığıyla kanser oluşumunu artırabilmektedir. İçme sulunda yüksek oranda bulunması bebeklerde met-hemoglobini ile ilişkilidir. Rehber değer 10 mg/litre olarak kabul edilmektedir. (52, 53, 54)

## KAYNAKLAR:

1. 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
2. Koren, H. ; Bisesi, M. Handbook of Environmental Health and Safety, (19-26), Lewis Publishers, Florida, 1996.
3. WHO Food Additives Series: 24, Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Cambridge., -
4. Trapp, G. A, Cannon, J. B., Aluminium Pots as A Source of Dietary Aluminium, New England Journal of Medicine, 304, 172, 1981.
5. Sorensan J. R. J. et al., Aluminium in The Environment and Human Health, Environmental Health Perspectives, 8, 3-95, 1984.
6. Greger, J. L. Baier, M. L, Excretion and Retention of Low or Moderate Levels of Aluminium By Human Subjects, Food Chemistry and Toxicology, 21, 473-77, 1983.
7. Anthony, I, Fadl, S., Mason, C., Davison, A., and Berry. J.. Absorption, Deposition and Distribution of Dietary Aluminium in Immature Rats: Effects of Dietary Vitamin D3 and Foodborne Chelating Agent. J. Environ. Sci. Health. B21:191-205, 1986
8. WHO, Ammonia, Environmental Health Criteria, No. 54, Geneva, 1996.
9. EPA, Summery Review of Health Effects Associated with Ammonia, 600-8-89/052F, Washington DC, 1989.
10. International Organisation for Standardization, Water Quality- Determination of Ammonium, Geneva, 1986.
11. Ellenberg, H, Excess Nitrogen Deposition Issues for Consideration, Environmental Pollution, 54, 159-184, 1988.
12. ICAIR, Life Systems, Inc, Drinking Water Criteria Document on Nitrate/Nitrite, Final Draft, EPA, Office of Drinking Water, Washington DC, 1987.
13. Dumiu. G., Kirli Su El Kitabı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1975
14. Şanlı, Y, Kaya. S., Veteriner Klinik Toksikoloji, 2. Baskı. Medisan Yayınevi, Ankara., 1995
15. Blumenthoî, S., et al.. İnhibition of Na-f-Glucose Cotransport in Kidney Cortical Cells By Cadmium and Copper: Protection By Zinc. Tox. and App. Pharm. 129: 177-187, 1994
16. WHO, Guidelines for Drinking- Water Quality, Volume 2, Health Criteria and Other Supporting Information, Second ed., Geneva, 1996.
17. İçme Sulan, TS 266/Haziran 1984 (Nisan 1986, Son değişiklik 1996))
18. WHO. Guidelines for Drinking-Water Quality Vol. 1. (Recommendations), Geneva, 1984
19. Parada, R. Industrial Pollution with Copper and Other Heavy Metals in a Beef Cattle Ranch. Vet. and Hum. Toxicol. 29: 309-324, 1987
20. Langlands, J. P, et al., Analysis of Data Collected in a Residue Survey: Copper and Zinc Concentrations in Liver, Kidney and Muscle in Australian Sheep and Cattle. Aust. J. Exp. Agric. 27: 485-491, 1987



21. Jenkins, K. S. Effect of Copper Leading of Prenuminant Calves on Intracellular Distribution of Hepatic Copper, Zinc, iron and Molybdenum. *J. Dairy Sci.* 72: 2346-2350, 1989
22. Grace, N. D., Lee, J. Effect of Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Sc and Zn Supplementation on The Elemental Content of Soft Tissues and Bone in Sheep Grazing Ryegrass/White Clover Pasture. *New Zealand J. Agr. Res.* 33: 635-647, 1990
23. Pistj, J. Mikula. I. Krupicer, E. Snirc, J., The Influence of Heavy Metal Emissions and Fasciola Hepatica Infestation on The Immunogenicity of a Listeria Vaccine. *Vet. and Hum. Toxicol.* 37: 110-112, 1995
24. Niederman, N. C. et al. Effect of Copper and Iron on Neutrophil Function and Humoral Immunity of Gestating Beef Cattle., 1994
25. Pamir, F.. *Klinik Toksikoloji Zehirler ve Zehirlenmeler*, Ankara, 1969
26. Hornick, R. B., et al. Typhoid Fever, Pathogenesis and Immunologic Control, Part I.. *New England Journal of Medicine*, 283, 686-91, 1970.
27. Niemi, A. et al, The Lead, Cadmium and Mercury Concentrations in Muscle, Liver and Kidney from Finnish Pigs and Cattle During 1987-1988. *Lebensm. Unters Forsch.* 192: 427-429, 1991
28. Skaare, J. V, et al, Levels of Polychlorinated Biphenyls, Organochlorine Pesticides, Mercury, Cadmium, Copper, Selenium, Arsenic, and Zinc in the Harbour **Seal**, *Phoca Vitulina* in Norwegian Waters, *Environ. Pollution* 66: 309-324, 1990
29. W. H. O., Principles and Methods for Assessing Direct Immunotoxicity Associated with Exposure to Chemicals Criteria No. 180, 1995
30. Yoshida, K, et al., Effect of Cadmium on T4 Outer Ring Monodeiodination By Rat Liver., *Environ. Res.* 42: 400-405, 1987
31. Taylor. E. W., *The Examination of Waters and Water Supplies*(Thresh, Beale and Suckling), Seventh Edition, London, 1958
32. Koizumi, N, et al., Relationship of Cadmium Accumulation to Zinc or Copper Concentration in Herse Liver and Kidney. *Environ. Res.* 49: 104-114, 1989
33. Milhaud, G. E., Mehennooi, S. Indicators of Lead, Zinc and Cadmium Exposure in Cattle: I. Results in a Polluted Area. *Vet. and Hum. Toxicol.* 30: 513-517, 1988
34. W. H. O, *Air Quality Guidelines*, Regional Office for Europe, Review Draft. Volume II, Geneva, -
35. Dirican, R., *Toplum Hekimligi Dersler*, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 1990
36. Alary, J, et al., Cadmium Induced Alterations of Chlorprophom Metabolism in Isolated Rat Hepatocytes. *Toxicology.* 59: 379-387, 1989
37. W. H. O, *Cadmium-Environmental Aspects*, Environmental Health Criteria No. 135 Geneva, 1992
38. W. H. O, *Cadmium*, Environmental Health Criteria No. 134. Geneva., 1992
39. Ferm, V. H., Hanlon, D. P. Inhibition of Cadmium Teratogenesis by a Mectaptoacrylic Acid (MFA). *Experientia.* 43: 208-210, 1987
40. Gilani, S. H., Blibhai, Y. Teratogenicity of Metals to Chick Embryos. *J. Tox. and Environ. Health.* 30: 23-31, 1990
41. Çobanoğlu. Z, *Genel Çevre Sağlığı Bilgisi*, ISBN975-7572-72-6, Hatiboğlu Yayınlan, Ankara, 1995
42. Kramer, H. L, et al., Trace Element Concentrations in The Liver, Kidney and Muscule of Queenslan Cattle. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 30: 588-594, 1983

43. Leita, L., et al., Heavy Metal Bioaccumulation in Lamp and Sheep Breed in Smelting and Mining Areas of S. W. Sardinia (Italy). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 46: 887-893, 1991
44. Dave, G., Xiu. R. Toxicity of Mercury, Copper, Nickel, Lead and Cobalt to Embryos and Larvae of Zebrafish, *Brachydanicrerio*. *Arch. Environ. Contam. Tox.* 21:126-134, 1991
45. WHO, Lead. *Environmental Health Criteria 3*, ISBN 92-4-154063X, Geneva, 1977
46. Hardness of Drinking Water and Public Health, *Proceedings of the European Scientific Colloquium*, LuKemboarg, 1975
47. Shanr A. S., Davis, R. H. Effect of Dietary Phytate on Growth and Selenium Status of Chicks Fed Selenite or Selenomethionine. *British Poultry Sci.* 35: 725-741, 1994
48. -, Suda Azot Kimyası ve Devri, *J. Am. Water Works Association*, Vol. 62, 1970
49. WHO, Adler. P., et al., *Fluorides and Human Health*, Geneva, 1970
50. Office of Drinking Water, *Estimated Natural Occurrence and Exposure to Nitrate and Nitrite in Public Drinking Water Supply*, EPA, Washington DC., 1987.
51. Prospero, J. M., Sivoie D., L., Effect of Continental Sources on Nitrate Concentration Over The Pacific Ocean, *Nature*, 339 (6227), 687-89, 1989.
52. ISO, *Water Quality-Determination of Nitrate*, ISO 7890 1, 2, 3, 1986, 1988.
53. -Health Hazards From Nitrate in Drinking Water. Report on a WHO Meeting, Copenhagen 5-9 March, 1984, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 1985.
- 54-Güley. M. Vural. N., *Toksikoloji*, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları:38, Ankara, 1976
55. Morgan, D. B. (Ed),. *Pesticides, Chemicals and Health*, The BMA Guide, British Medical Association, Edward Arnold, A Division of Hodder & Soughton, London, 1992.
56. Ryan, j. A. et al. Plant Uptake of Non-ionic Organic Chemicals from Soils, *Chemosphere*, 17,2299-2323, 1988.
57. Van Der Hoeven. A Mutagenicity of Extracts of Some Commonly Consumed Vegetables in Netherlands, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 31, 1020-6, 1983.
58. US Department of Health, Education and Welfare: National Institute of Occupational Safety and Health, *Occupational Exposure During the Manufacture and Formulation of Pesticides*, Washington DC, NIOSH, 1978.