

TOKSİKOLOJİ (II)

KİMYADA ZEHİRLİ METALLER VE METAL BİLEŞİKLERİ

Tevfik Rıza KÖK

E.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi, KAYSERİ

ÖZET

Bu makalede zehirli metaller ile bunların bileşikleri tanıtılmakta olup, zehirlilik nedenleri ve insan vücudundaki etkileri açıklanmaktadır. Ayrıca bunların hangi konsantrasyondan itibaren tehlikeli oldukları belirtilmektedir.

Akut zehirlenmelerde kullanılacak ilaçlar da dozları ile verilmektedir.

DIE GIFTIGEN METALLE UND METALLVERBINDUNGEN IN DER CHEMIE

ZUSAMMENFASSUNG:

In diesem Artikel werden die giftigen Metalle und ihre Verbindungen vorgestellt. Es wird beschrieben, warum sie giftig sind und welche Wirkung sie auf den menschlichen Körper ausüben. Ausserdem wird es angegeben, ab welcher Konzentration sie gefaehrlich sind.

Die Dosis, die bei den akuten Vergiftungen zu nehmen sind, werden angegeben.

1- GİRİŞ

Canlıların yapılarında metaller her ne kadar önemli bir yer tutuyorlarsa da, fazla miktarları da o derecede zararlıdır. Gelişen endüstri ile bu zehirli metallerin birçok çeşidi ile hergün karşı karşıyayız. Bakkaldan aldığınız süt, yoğurt pazardan aldığınız sebze, meyve içerisinde zehirli metallere bulunabileceğini hesaba katmalısınız.

Herhangi bir maddenin zehirli olabilmesi için, vücuda girmesi gerekir. Bu ise üç şekilde olur.

a- Solunum yolu ile : Gaz veya buhar basıncı yüksek olan sıvı ve katı maddeleri bu şekilde vücuda alırız.

b- Ağız yolu ile : Bazı maddeler, yiyecek ve içecekler ağız yolu ile alınır.

Bu bilerek veya bilmeyerek olur. Çünkü, toplum içerisinde yaşamak istiyorsak birçok şeylere uymak zorundayız. Şu yiyecekte şu var, bu var diye onları kendimize yasak edecek olursak, toplumda kalmamız zorlaşır.

c- Deri yolu ile : Lipofil bileşikler ise vücuda deri yolu ile girer. Şimdi işleyeceğimiz metallerin çoğu, bu metallere çalışılan yerlerden insanlara geçtiği için, birçok zehirli madde için o iş yerindeki dayanılabilir en fazla miktarlar tayin edilmiştir. Buna toksikolojide "Maksimum İşyeri Konsantrasyonu (MİK)" diyoruz [1]. Yazımızın bundan sonraki kısmında bu kısaltmayı kullanacağız. Şimdi bu metalleri alfabetik sıralamaya göre teker teker inceleyelim.

2- ZEHİRLİ AĞIR METALLER VE BİLEŞİKLERİ

2.1- ANTIMON (Sb)

Birçok antimon bileşiği zehirlidir. Örnek: $[\text{CH}_2(\text{OH})\text{COO}]_2\text{SbOK}$ bileşiği, 100 mg dan itibaren akut zehirlenme etkisi gösterebilir [1]. Bu metal her tarafta kullanılmaz, sadece laboratuvarlarda ve metaruluji sanayiinde bununla çalışanlar dikkatli olmalıdır.

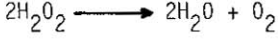
2.2- ARSENİK (As)

Arsenik ve bileşiklerinin karsinojen olduğu tesbit edilmiştir, fakat arsenik kanseri kronik arsenik zehirlenmeleri ile ortaya çıkmaktadır [1]. Metalik arseniğin fazla zehirli olmadığı tahmin edilmekte, fakat vücuda geçen arseniğin çok zehirli olan As_2O_3 'e dönüştüğü tesbit edilmiştir. Arsenitrioksitin dışındaki arsenik bileşikleri de vücutta bu bileşiğe dönüştüklerinden zehirli olmaktadır. Arsenik bileşiklerinin zehirlilik derecesi çözünlükleri ile doğru orantılıdır.

Arsenik karaciğerde, böbreklerde, deride, tırnaklarda ve saçlarda birikir. Hücre solunumunu yapan enzimlerin vazifelerini yapmalarına engel olur. Ayrıca kılcal kan damarlarını da tahrip eder. Birçok arsenik bileşikleri deri yolu ile vücuda geçer.

AsH_3 - Arsin: Arsenik içeren bileşiklerden asitlerle açığa çıkar, sarmısağa benzer bir kokusu vardır. Adli tıpta arsenik zehirlenmelerinin isbatı, bu

bileşik vasıtası ile olur [2] . AsH_3 veya vücutta bundan oluşan H-As=As-H ,



reaksiyonunu katalize eden enzimleri, vazifelerini yapamaz hale getirir. Böylece, vücutta hidrojenperoksit birikimi meydana gelir. Bu ise kan hücrelerini tahrip eder. SbH_3 'in etkisi de AsH_3 'e benzer şekildedir. Arsenik organik bileşikleri de aynen anorganikleri gibi, zehirlidir.

TEDAVİ: Aynen metalik civadaki gibidir.

2.3- BAKIR (Cu)

Az miktarda bakır insanlar için zehirli değildir, fakat mikro organizmalar için zehirlidir. Bu nedenle çiçeklerin bakır saksılarda daha iyi büyüdüğü tesbit edilmiştir. Bakır bileşiklerinden bakırsülfatın (CuSO_4) 10 gramı insanlar için öldürücüdür. Az miktardaki CuSO_4 çözeltisi ise, bazı zehirlenmelerde kusturucu olarak kullanılır. Mutfaklarda kullanılan bakır eşyalar zamanı gelince kalaylanmazlarsa, çok tehlikeli zehirlenmelere sebep olur. Burada oluşan yeşil madde, bazik Cu^{+2} tuzlarıdır; örnek: $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Bu bileşiğin oluşması, kimyasal olarak şöyle açıklanabilir. Kalaysız bölümde kolayca havanın oksijeni ile CuO oluşur, bu ise yine ortamdaki veya havadaki CO_2 ile bakırkarbonata dönüşür. Bakır-(II)-asetatın CuAc_2 oluşmasında yine buna benzer şekildedir [2] .

CuSO_4 , CuAc_2 ve CuCO_3 mantarlar için de öldürücüdür, bu nedenle özellikle birinci bileşik, ziraatte çok kullanılır. Halkımız arasında "Göz Taşı" olarak bilinir [2] .

TEDAVİ: Bakır sülfat zehirlenmelerinde 0,6 g potasyum heksaziyanoferratin sulu çözeltisi, ağızdan verilir. Ayrıca, sodyum-kalsiyum E.D.T.A. iğnesi yapılır (20 mg) veya Dimerkaprol verilir (Tablo:2) [3] .

2.4- BARYUM (Ba)

Çözünebilen bütün baryum bileşikleri zehirlidir. Baryumsülfat BaSO_4 ise çok zor çözünen bir bileşik olduğundan, şimdiye kadar zehirli bir etkisi tesbit edilmiş değildir. Hatta tıpta iç organların filmi çekilirken kontras maddesi

olarak hastalara $BaSO_4$ verilir. Vücutta birikme yapmaz, tabii yoldan dışarı atılır. Metalik baryum da zehirlidir, tehlikeli doz 0.2 g'dan başlar.

MİK: Çözünmüş Ba^{+2} için 0.3 mg/m^3

TEDAVİ: Baryum tuzları ile zehirlenmelerde, yıkama çözeltilisine sodyum sülfat (Na_2SO_4) veya sodyum fosfat (Na_3PO_4) ilavesiyle mide yıkanır ve hastanın bol oksijen alması sağlanır [1,3] .

2.5- BERİLYUM (Be)

Berilyum metalinin tozu ve çözünür nitelikteki berilyum bileşikleri, zehirlidir. Zehirlenme etkisi olarak vücutta $Be(OH)^+$ katyonunun oluşması tahmin edilmektedir. Berilyum vücuttaki fosfataz enzimlerinin çalışmasını engellemektedir. Şöyle ki, fosfatazlar bazik özelliğe sahip olup, berilyum onları nötrleştirmektedir. Ayrıca berilyum tozları, salgı bezlerinin yumurta akı maddelerine yapışmakta ve vücuttan atılması yılları bulmaktadır. Berilyum metalinin hem akut, hem de kronik zehirlenme etkisi vardır [1,3] .

MİK: $0,002 \text{ mg/m}^3$ [1] .

2.6- CİVA (Hg)

Ağızdan alınan civa çok zehirli değildir, fakat solunum yolu ile vücuda geçen civa buharı, daha tehlikelidir. Çünkü civanın 20°C 'de buhar basıncı $1,2 \cdot 10^{-3}$ T. dir. Eğer bir yerdeki civa konsantrasyonu 15 mg/m^3 olursa, hava civa ile doymuş demektir, yani tehlikeli sınıra ulaşılmıştır. Civa buharı direkt olarak beyne gitmekte ve oraya yerleşmektedir. Orada sinir sistemini tahrip eder ve saç dökülmesine neden olur. Civa ayrıca böbreklerde birikir [1,4] .

MİK: Metalik civa için = $0,1 \text{ mg/m}^3$ [1].

Hg-(I) tuzları çok zor çözündüklerinden toksik etkileri o kadar büyük değildir. Örnek: Hg_2Cl_2 eskiden müşil olarak kullanılıyordu, fakat şimdi başka ilaçlar kullanılmaktadır. Çünkü, Hg-(I) bileşiklerinin barsaklarda bulunan mikro organizmalar tarafından Hg-(II) bileşiklerine dönüştürülebileceği tahmin ediliyor, o haliyle de civanın kana geçmesi kolaylaşıyor. Hg-(II)-klorür çok zehirli bir maddedir [2] .

2.6.1- CİVA ORGANİK BİLEŞİKLERİ

Civa organik bileşikleri anorganik bileşiklerden daha da zehirlidir. Anorganik

bileşikler, bu artıkların buldukları yerlerde (çöplükler, nehir, göl, deniz) mikroorganizmalar tarafından metilli civa organik bileşiklerine dönüştürülürler. Ayrıca, civa bileşikleri deniz hayvanlarında ve sebze-meyvelerde birikerek insanlara geçer. Bu şekilde bir civa zehirlenmesine ilk olarak Japonya'da raslanmış ve bu hastalığın görüldüğü kasabanın ismi, civa zehirlenmesi hastalığı olarak "MİNAMATA" şeklinde tıp literatürüne geçmiştir [1].

Dimetil-civa bileşiği çok kuvvetli bir sinir zehiridir. 0.2 mg/1 (Kan) miktarından itibaren belirtileri açığa çıkar. Yarı ömrü 70-80 gün olduğundan vücutta birikme meydana gelir. Anorganik bileşiklerden on kat daha fazla zehirli olduğundan (MİK) değeri de ona göre tesbit edilmiştir. Hg-organik bileşikleri lipofil özelliktedir.

MİK: 0,01 mg/m³

Kronik civa zehirlenmelerinde şunlar görülür: El titremeleri, huysuzluk, çabuk sinirlenme, korkma hissi, konuşma bozuklukları, unutkanlık ve muhakeme zayıflığı.

TEDAVİ: Akut civa zehirlenmelerinde mide yıkanması tavsiye edilir. Ayrıca Dimerkaprol ile Penisilamin verilir. Kusma sağlanır ve hastaya süt içirilir. Müshil vermek de faydalıdır [3].

2.7- ÇİNKO (Zn)

Çinko aslında kanda bulunması gereken bir metaldir, fakat herşey de olduğu gibi fazlası da zararlıdır [5]. Çinko ile çalışılan fabrikalarda işçilere süt ve yoğurt verilir. Kandaki normal çinko konsantrasyonu 0,08-0,14 mg/100 ml olarak tesbit edilmiştir.

MİK: 5 mg/m³ (ZnO için) [1].

2.8- KADMIYUM (Cd)

Zehirli metaller içerisinde kadmiyumun özel bir yeri vardır. Kadmiyum bileşikleri, kan ve doku proteinlerine kuvvetli olarak yapışırlar ve kronik zehirlenmeye sebep olurlar. Ağız yolu ile alınan kadmiyum asetatın 70-95 mg'dan fazla miktarı öldürücü olabilir veya 0,3-0,4 mili mol Cd⁺² içeren başka birkadmiyum bileşiği aynı etkiye gösterir. Kadmiyum erirken açığa çıkan ve

kadmiyum dumanı diye adlandırılan CdO'de fosgen gibi çok zehirlidir, çünkü akciğer ödemeine sebep olur.

Kronik kadmiyum zehirlenmelerine Japonya'da rastlanmıştır. Endüstri artıklarından sulama kanallarına karışan kadmiyum bileşikleri, o sularla sulanan tarlaların pirincinden bilmeyerek yiyen insanlarda yıllar sonra kadmiyumun zehirleyici etkisi görülmüştür. Ayrıca o pirinçlerde de kadmiyum bulunmuştur.

Kadmiyum karaciğer ve böbreklerde birikir. Hem metali, hem de bileşikleri zehirlidir. Boya sanayiinde kadmiyumsülfür (CdS) ve kadmiyumselenür (CdSe) kullanılmaktadır, fakat bunlar çok zor çözünen bileşikler olduklarından bir zehirlenme etkisi göstermemektedirler. Laboratuvarlarda hayvanlarda yapılan deneylerde de bir zehirlenme belirtisi görülmemiştir.

MIK: 0,1 mg/m³ (CdO için) [1] .

2.9- KALAY (Sn)

Metalik kalay zehirsizdir, bu nedenle bakır mutfak eşyaları bakır zehirlenmelerine karşı kalayla kaplanır. Fakat, SnH₄'in zehirliliği arsenikine (AsH₃) benzer. Organik kalay bileşiklerinden Sn(CH₃)₄ ve Sn(CH₃CH₂)₂, kuvvetli birer sinir zehiridirler. Tetrafenilkalay (SnPh₄) tarımda haşere öldürücü olarak kullanılmaktadır. Bunlarla çalışırken dikkatli olmak gerekir [6] .

2.10- KOBALT (Co)

Kobalt tuzları hayvanlarda yapılan deneylerde karsinojen özellik göstermiştir. Çünkü bunlar salgı bezlerinde tahrişlere neden olmaktadır. Kobaltsülfat (CoSO₄) kalb kaslarına etki eder ve 100 ppm/litre CoSO₄ konsantrasyonu, zehirlenmelere neden olur. Diğer taraftan kobalt Vitamin-B₁₂'de merkez atomu olarak önemli vazife görür, fakat burada miktarı çok azdır [5] .

2.11- KROM (Cr)

Özellikle Cr⁺⁶ bileşikleri zehirlidir. Bunlar, normal bir deri üzerinde zararlı bir etik göstermezler, fakat bir yara içerisinden vücuda geçerlerse tümör yapılabirler. Yani karsinojen özelliktedir. Kronik krom metali zehirlenmeleri sonunda akciğer kanseri meydana gelebilir [4] .

TEDAVİ: Akut krom zehirlenmelerinde süt ilavesiyle mide yıkanır ve kalsiyum-

sodyum E.D.T.A. verilir [3].

2.12- KURŞUN (Pb)

Kurşun zehirlenmeleri çok küçük tanecikli kurşun bileşiklerinin solunum yolu ile vücuda geçmesinden olur. Çok tehlikelidir, özellikle kronik kurşun zehirlenmesinin tedavisi yoktur. Kurşunun zehirlenme etkisi şöyle olmaktadır. Kurşun, birçok metal içeren enzimlerde o faydalı metalin yerine (örnek, Ca^{+2} iyonları) geçer. Böylece birçok enzim kompleksi, aktivitesini kaybetmiş oluyor. Kanda bulunan kurşunun % 95'i eritrositlere yapışmış olarak durur. Fakat vücuda geçen kurşunun büyük bir kısmı, kemiklerde zor çözünen kurşunfosfat şekline dönüşmektedir ve tedavisi mümkün olmayan kemik hastalıklarına neden olmaktadır. Kurşun, ayrıca kan için çok gerekli olan "Hemoglobin" maddesinin üremesini bloke eder.

Kurşunun en karakteristik özelliği, çok az miktarda alınan miktarın dahi uzun süre sonra kronik etki göstermesidir. 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ -kan konsantrasyonundan itibaren hastalık belirtileri görülür. Eğer bir insan 8 saatten fazla 0,5 $\mu\text{g}/\text{litre}$ -hava kurşun konsantrasyonu olan yerde kalırsa, bu önceki değere ulaşır. Kurşun önce böbreklerde ve karaciğerde toplanır, daha sonra kemik ve dişlere yayılır. Kronik kurşun zehirlenmeleri, matbaa işçilerinde, akü sanayiinde çalışanlarda, trafik polislerinde ve diğer kurşunla üretim yapan fabrika işçilerinde görülür.

MİK: 0,2 mg/m^3 (Metalik kurşun için) [1] .

2.12.1- KURŞUNTETRAETİL ($\text{Pb}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$)

Bu madde lipofil karakterde olup, deri vasıtası ile vücuda geçer ve merkezi sinir sistemine etki eder [4,7]. Kronik zehirlenmelerden sonra felçler meydana gelebilir. Kurşuntetraetil karaciğerde parçalanarak aktif bir parçacık olan $\text{Pb}(\text{Et})_3^+$ 'e dönüşür.

$\text{Pb}(\text{Et})_4$ maddesi motorlu taşıtlarda kullanılan benzine ilave edilir ve bu yolla çevremize her sene tonlarca kurşun yayılır. Bunun tehlikesi tesbit edildikten sonra, birçok Avrupa ülkesinde benzine katılması yasaklanmıştır. memleketimizde de bunun yasaklanması için kamu oyunu bu mesele hakkında uyarmak; kimya, farmakoloji ve tıp uzmanlarının görevidir.

MİK: 0,075 mg/m³ [1].

TEDAVİ: Sodyum-kalsiyum-E.D.T.A., penisilamin veya Sodyumsitrat verilmelidir. Bunların üçü de kurşun ile kompleks yaparak, vücuttan atılmasını sağlarlar [3].

2.13- MANGAN (Mn)

Mangan katalitik etki gösteren bazı enzimlerin yapılarında vardır. Bir insanın günlük mangan ihtiyacı 3 mg'dır. Fakat bir insan uzun süre yukarıdaki konsantrasyondan daha fazla bir miktarda manganın etkisi altında kalırsa, "Manganismus" diye adlandırılan nörolojik rahatsızlık meydana gelir. Bu rahatsızlık, zoraki gülme veya ağlamalara neden olur [4].

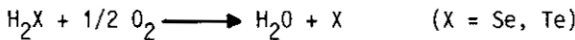
MİK: 5 mg/m³, Manganın kendisi için [1].

2.14- NİKEL (Ni)

Nikel metali ile uzun süre deri teması, beyaz tenli insanlarda iltihaplara sebep olur. Nikelmetalinin tozu veya bazı suda zor çözünen nikel bileşiklerinin karsinojen olduğu tesbit edilmiştir. Sıvı haldeki Nikeltetrakarbonil-Ni(CO)₄ bileşiği çok zehirlidir, solunum yolu ile vücuda geçtiğinden az miktarı dahi akciğeri tahrip eder; fazla miktarı ise merkezi sinir sisteminde rahatsızlıklara neden olur. Çok uçucu bir bileşiktir [2,8].

2.15- SELENYUM (Se), TELLUR (Te)

Se ve Te'un zehirlenme etkileri birbirinin aynıdır. Vücuttaki enzimlerin çalışmasını durdurarak zehirlilik gösterirler. SeO₃⁻² ve SeO₄⁻² tuzları çok kolay geçerler, çok kuvvetli zehirlenme etkisi gösterirler [9]. Çünkü, aminoasitlerde bulunan kükürdün selenyumla yer değiştirmesine sebep olurlar. Böylece önemli proteinlerdeki (S-S) bağlanması durur. Çünkü SeH-grubunun redoks potansiyeli SH'ninkinden değişiktir. Ayrıca selenyumun vücutta daha zehirli bir madde olan Se(CH₃)₂-Dimetilselenyum'a dönüştüğü tesbit edilmiştir [8]. H₂Se ve H₂Te bileşikleri gaz maddeler olup, çok kararsızdırlar ve solunum yolu ile vücuda geçince, akciğerde şu reaksiyona göre:

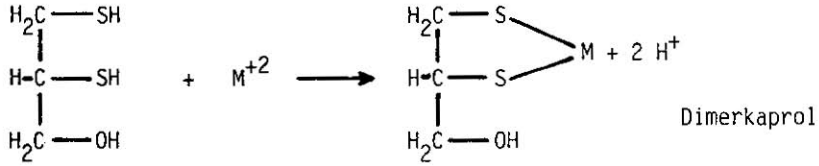


bozunmaya uğrayarak, orada su ve selenyum (tellur) birikmesine sebep olurlar.

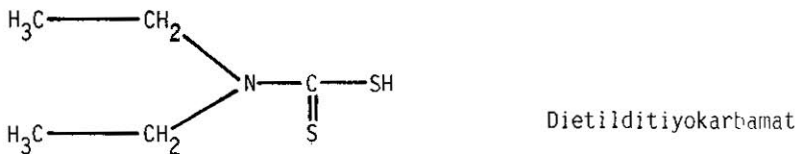
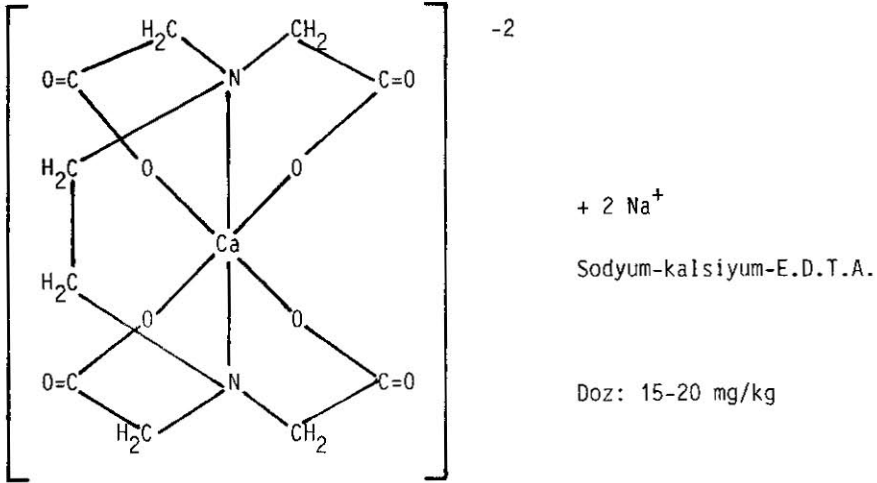
Bu ise akciğer ödemeine götürür ve ölümlü neticelenir [10,11]. Onun için, bu iki maddeyle çalışırken çok dikkatli olmak ve çok iyi çeken ocaklarda çalışmak gerekir. Az miktarda teneffüs edilen hidrojen selenür (H_2Se) ise, "Selenyum Nezle"sine neden olur [12,13].

MİK: $0,2 \text{ mg/m}^3$ (H_2Se için), $0,1 \text{ mg/m}^3$ (Tellurun kendisi için [1]).

3- AĞIR METAL ZEHİRLENMELERİNDE KULLANILAN PREPARATLARIN YAPILARI VE KULLANILACAK DOZLAR



DOZ: 3 mg/kg vücut ağırlığı

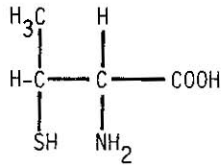


METAL	ZEHİRLİ METAL BİLEŞİĞİ	MİK
Antimon (Sb)	Birçok Sb-bileşikleri, özellikle tekste geçen organometallic K-tuzu	0,5 mg
Arsenik (As)	Bütün As-bileşikleri, özellikle As_2O_3 ve AsH_3 (0,2 mg)	0,2 mg
Bakır (Cu)	Özellikle bazik $CuSO_4$, $CuCO_3$ ve $CuAc_2$	1 mg
Baryum (Ba)	Çözünür bütün Ba-bileşikleri.	0,3 mg
Berilyum (Be)	Berilyum tozu ve bütün çözünür bileşikleri	0,002 mg
Cıva (Hg)	Hg-II ve organik Hg-bileşikleri (0,01 mg)	0,1 mg
Çinko (Zn)	ZnO (5 mg)	
Kadmiyum (Cd)	Bütün Cd-bileşikleri özellikle CdO ve kadmiyumasetat $CdAc_2$	0,1 mg
Kalay (Sn)	SnH_4 , $SnMe_4$, $SnEt_4$, $SnPh_4$ (0,1 mg)	2 mg
Kobalt (Co)	Bütün Co-tuzları, özellikle $CoSO_4$	0,5 mg
Krom (Cr)	Özellikle Cr^{+6} bileşikleri CrO_4^{-2} (0,1 mg)	
Kurşun (Pb)	Bütün Pb-bileşikleri, özellikle $PbEt_4$ (0,075 mg)	0,2 mg
Mangan (Mn)		5 mg
Nikel (Ni)	Bazı bileşikleri, özellikle $Ni(CO)_4$ (0,7 mg)	0,5 mg
Selenyum (Se)	SeO_3^{-2} , SeO_4^{-2} , H_2Se (0,2 mg)	0,1 mg
Talyum (Tl)	Bütün bileşikleri, özellikle $TlSO_4$	0,1 mg
Tellur (Te)	Oksitleri ve H_2Te	0,1 mg
MİK: Maksimum İşyeri Konsantrasyonu (m^3 havada) Metaller için MİK değerleri tablonun sağında, bileşikler için ise o bileşiminin sağında verilmiştir.		

Tablo:1- Zehirli metal bileşikleri ve bu metaller için MİK değerleri [1,3].

Ağırmetal	Na-Ca- E.D.T.A.	Ca-Na ₃ - penteat	Deferox- amin	Ditiyo- carb	Dimercap- rol	Penisil- amin
Antimon					+	
Arsenik					+++	
Kurşun	+++	+++				++
Kadmiyum	+	+				
Kobalt						+
Demir	+		+++			
Altun	+	+			+	++
Bakır					+	+++
Mangan	+	+				
Nikel				++	+	
Bizmut					+++	
Civa					++	++
Talyum						
Krom					+++	
Çinko		+				++
+++ = Çok kuvvetli etkin ++ = Orta derecede + = Zayıf etkin						

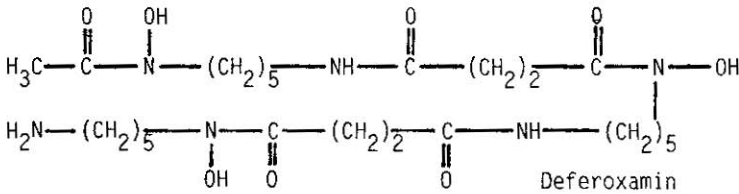
Tablo:2- Şelatkompleksi yapan ve ağırmetal zehirlenmelerinde kullanılan preparatların listesi [3].



D- Penisilamin

Doz: 2-4 /günlük

Maksimum = günlük 40 mg/kg vücut ağırlığı



Doz: 15 mg/kg vücut ağırlığı ve saat başı.

Bunların hepsi de şelat ligandı olup, ağırmetallerle suda çözünür kompleksler yaparak, bunların tabii yolla (idrarla) vücuttan dışarı atılmasını sağlarlar. Böylece, ağır metallerle enzimlerin reaksiyon yapmasını önlerler. Bu preparatların kullanılması için iki şartı şöyle özetleyebiliriz:

- a) Verilen preparatlar zehirleyen ağır metallerle kararlı, vücutta bulunan metal iyonları ile zayıf, kararsız kompleks yapmalı.
- b) Oluşan komplekslerin hidrofilyk karakterde, yani suda çözünür olması lazımdır [3].

4- SONUÇ

Akut bir zehirlenmede derhal bir tedbir alırız. Fakat kronik zehirlenme etkisi gösteren maddeleri tanımadığımızdan veya onların ileride ne gibi zararlar göstereceğini bilmediğimizden onları ihmal ederiz. Halbuki kronik zehirlenme daha tehlikelidir [14]. Çünkü bunun sonunda tedavisi mümkün olmayan hastalıklar meydana gelir. Bu nedenle yukarıda tanıtmaya çalıştığımız metal ve bileşiklerine karşı tedbirli olmalıyız. Bunlarla çalışıyorsak, çalıştığımız yerin iyi havalandırılmasına dikkat etmeliyiz. Gerektiğinde maske kullanmalıyız.

Bu maddelerin bazıları fabrika ile ev bacalarından ve araba eksozlarından çevreye yayılmaktadır. O halde yapılacak şey nedir? Önce bu tehlikeye kamu oyunun dikkatini çekmeli ve probleme ilgilileri inandırmalıyız. Daha sonra ise alınacak tedbirler üzerinde durulur. Ayrıca üniversitedeki öğretim elemanları da öğrencilerini bu hususta yeri geldikçe uyarmalıdır. Bonn Üniversitesinde beş seneden beri "Çevre Temizliği Kimyası" adı altında ders okutulmaktadır. Buna benzer bir uygulama Türkiye'de de yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1- Toxikologie, Skriptensammlung, Bonn-Üniversitesi (1980).
- 2- Kök, T.R., Anorganik Kimya I-II, E.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi (1986).
- 3- Mutschler, E., Arzneimittelwirkungen, Wissenschaftsverlag, B. Almanya (1981).
- 4- Wieser, H., Der neue grosse Hausarzt, A.A. Verlagsbuchhandel, Salzburg/Avusturya.
- 5- Harper, H.A., Fizyolojik Kimyaya Bakış, Ege Üniversitesi, İzmir (1973).

- 6- Dup, M., Organometallic Compound I-II Springer-Verlag, New York, (1973).
- 7- Latscha, H.P., Klein, H.A., Chemie für Mediziner, Springer-Verlag Berlin/B. Almanya (1977).
- 8- Hollemann A.F., Wieberg, E., Lehrbuch der anorganischen Chemie, W. de Gruyter, Berlin/B. Almanya (1985).
- 9- Kepez, M., Bazı Organik Bileşiklerin SeO_2 ile Oksidasyonları, E.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 1, 219-233 (1985).
- 10- Forth, W., Henschler, D., Rumel, W., Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, Wissenschaftsverlag, Mannheim/B. Almanya (1957).
- 11- Karzel, K., Liedtke, L., Allgemeine Pharmakologie, G.F. Verlag Stuttgart/B. Almanya (1977).
- 12- Schwab, W., Doktora Tezi, Fen Fakültesi, Bonn Üniversitesi, B. Almanya (1980).
- 13- Kök, T.R., Doktora Tezi, Fen Fakültesi, Bonn Üniversitesi, B. Almanya (1984).
- 14- Kök, T.R., Toksikoloji (I), E.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 1, 228 - 232 (1985).