

# **TOKSİKOLOJİNİN TEMEL İLKELERİ**

# Toksikoloji

## **Genel amaç**

Katılımcıların, iş sağlığı ve güvenliği alanında ve hekim açısından toksikolojinin önemi ve temel kavramları hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamaktır.

# Toksikoloji

## Öğrenme Hedefleri

Bu dersin sonunda katılımcılar;

- Toksikolojiyi tanımlar.
- Mesleki maruziyet göstergelerini bulur.
- Ekotoksisite kavramını tanımlar.
- Sanayide yaygın kullanılan çeşitli maddelerin sağlık etkilerini bulur.
- Kimyasal etmenlere bağlı meslek hastalıklarında erken tanı yöntemlerini sıralar.
- Kimyasal etmenlere maruz kalan çalışanların sağlık gözetiminde dikkat edilecek konular ve işyeri hekiminin sorumluluğunu ifade eder.

# Toksikoloji

## **Alt başlıklar**

- Toksikolojiye giriş ve tanımlar,
- Mesleki maruziyet göstergeleri (MAC, TLV, TWA, NOAEL, PEL, OEL, STEL, vb),
- Ekotoksisite kavramı,
- Sanayide yaygın kullanılan çeşitli maddelerin sağlık etkileri,
  - Ağır metal zehirlenmeleri,
  - Hekzan zehirlenmesi,
  - Benzen zehirlenmesi,
- Kimyasal etmenlere bağlı meslek hastalıklarında erken tanı,
- Kimyasal etmenlere maruz kalan çalışanların sağlık gözetiminde dikkat edilecek konular ve işyeri hekiminin sorumluluğu.

# Toksikoloji nedir?

- ❖ Kimyasal maddelerin canlı organizmalardaki sistemler üzerinde **istenmeyen, zararlı ve olumsuz sonuçlar** oluşturan etkileşmelerini inceleyen bir bilimdir.
- ❖ **Toksik madde:** yeterli miktarda alındığında kimyasal ve fizyolojik düzeni etkileyerek işlevsel bozukluklara ve ölüme yol açabilen madde.

# Toksikolojinin amaçları

- ❖ Kimyasal maddelerin canlı sistemler üzerindeki **olumsuz etkilerinin doğasını incelemek,**
- ❖ Bu etkilerin meydana gelme ve ortaya çıkma **olasılıklarını öngörmek,**
- ❖ Yarar/zarar oranını ortaya koymak ve **risk değerlendirmesini** yapmak.

# Risk Değerlendirmesi

- ❖ **Risk değerlendirmesi** kimyasal maddenin bulunduğu ortamdaki (hava, su, toprak, besin) konsantrasyonu ve bu ortamdan insana ulaşabilen dozu esas alınarak yapılır.
- ❖ İşyeri ortamında günde 8 saat ve haftada 5 çalışma günü göz önüne alınarak saptanan değerler.

# Risk Değerlendirmesi

- ❖ **ESD (Eşik Sınır Değer) (mg/m<sup>3</sup>):** Günde 8 saat veya haftada 40 saat çalışma süresi için defalarca maruz kalındığında o kimyasal maddenin advers etki göstermeyen konsantrasyon.

Bu değerin çalışma süresi içinde bazı zamanlarda aşılması akut tehlike oluşturmaz. Ortalama değerin ESD'i aşmaması gerekir.

- ❖ **MAK (Müsaade edilen Azami Konsantrasyon);** İşyerinde hiçbir zaman ulaşılmaması veya aşılmaması gereken düzey.

Bu düzeyin aşılması durumunda akut olarak toksik belirtilerin ortaya çıkacağı öngörölür.

# Risk Değerlendirmesi

- ❖ **ESD-ZAO (TLW-TWA)** (Eşik sınır değeri-zaman ağırlıklı ortalama): Günde 8, haftada 40 saat çalışma süresince uzun süreli ve tekrar edilebilen maruziyetlerde çalışanların sağlığını bozmayacak zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyondur.
- ❖ **ESD-STEL (TLV- STEL)** (Kısa vadeli maruz kalma sınırı): Bir alışma gününün herhangi bir anında aşılmaması gereken 15 dakikalık zaman ağırlıklı ortalama maruziyet sınırıdır.

Maruziyetler 15 dakikadan uzun olmamalı ve bir günde 4 defadan fazla tekrarlanmamalıdır. Ardı ardına gelen maruziyetler arası süre 60 dakikadan az olmamalıdır.

# Risk Değerlendirmesi

- ❖ PEL (İzin verilen maruz kalma sınırı): Bir kimyasalın aşılmaması gereken sekiz saat ağırlıklı ortalamasının düzeyi.
  - PEL o şekilde saptanır ki maruziyet PEL'den fazla değilse “aşağı yukarı her işçi” emniyettedir.
  - PEL, çoğunlukla akut zararları önleyecek biçimde saptanır, kronik etkiler uygun biçimde göz önüne alınmaz.

# Risk Değerlendirmesi

- ❖ **NOEC** (No Observed Effect Concentration); Gözlenmemiş etki konsantrasyonu. Test organizmalarına herhangi bir önemli etkinin olmadığı en yüksek konsantrasyonu (saptanamayan etki konsantrasyonu) ifade eder.
- ❖ **NOEL** (No Observed Effect Level); Gözlenmemiş etki düzeyi. Test organizmalarında herhangi bir etkinin gözlenmediği düzeyi ifade eder.
- ❖ Bu miktarların **%1'i "günlük alınabilecek doz"** (acceptable daily intake: ADI) olarak kabul edilmektedir.

# Risk Değerlendirmesi

- ❖ **NOAEC** (No Observed Adverse Effect Concentration); Gözlenmemiş advers etki konsantrasyonu. Etkilenim altında kalan canlı kümeleri üzerinde yan etkilerin sıklığında ya da şiddetinde önemli bir artışın olmadığı bir ortamda test edilmiş en yüksek düzeydeki konsantrasyondur.
- ❖ **NOAEL** (No Observed Adverse Effect Level); Gözlenmemiş advers etki düzeyi. Etkilenim altında kalan canlı kümeleri üzerinde yan etkilerin sıklığında ya da şiddetinde önemli bir artışın olmadığı bir ortamda test edilmiş en yüksek düzeydeki dozdur.
- ❖ Bu düzeylerde birtakım etkiler görülebilir, ancak bunlar yan etki ya da bunun öncülü olarak düşünülmez.

# Ekotoksosite

- ❖ Her türlü atığın bir veya daha fazla alanda oluşturduğu **akut veya gecikmiş tehlikeyi** ifade eder.
- ❖ Toksik atıkların **belirli test organizmalarında** veya atık sızıntılarının **laboratuvar değerlendirmesiyle** tayin edilir.
- ❖ Çözünebilir atık bileşiklerinin bulunduğu sulu ortamda, biyolojik varlıklar üzerindeki etkileri ortaya konulmaya çalışılır.

# Ekotoksisite

## ❖ Orta (veya ortalama) letal konsantrasyon (LC/EC/IC50):

Organizmada %50 ölüm, felç veya inhibisyon artışına neden olan konsantrasyon.

- LC/EC/IC50 < 1 mg/l; çok yüksek düzeyde toksik
- LC/EC/IC50 1-10 mg/l; yüksek düzeyde toksik
- LC/EC/IC50 10-100 mg/l; orta düzeyde toksik
- LC/EC/IC50 >100 mg/l; düşük düzeyde toksik

## ❖ Akut toksisite, bahsi geçen maddenin birkaç gün gibi kısa bir sürede **organizma içerisinde belirgin olumsuz etkileri** tetikleyip tetiklemediğini ortaya koyar.

# Ekotoksosite

## Ekotoksikolojik Testlerin Uygulama Alanları:

- ❖ Endüstriyel atıklar ve çamur risk değerlendirmesi,
- ❖ Çevreye zararlı kimyasal maddeler ve ürünlerin akut toksisite tayini,
- ❖ İçme suyu, yeraltı, yüzeysel ve atıksuların kirillik toksisite risk tayini,
- ❖ Zehirli maddelerin kazayla su kaynaklarına karışması durumunda ilk bilgilerin edinilmesi,
- ❖ Arıtma süreçlerinin veriminin değerlendirilmesi sırasında atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkışlarında toksikite seviyesi belirlenmesi.

# Solventler (özcler)

- ❖ Endüstride çok geniş bir kullanım alanına sahiptir; metal eşya üretiminde boyama öncesi, kaynak işlemi öncesi yağ gidermede, makine bakımında parça yıkamada, plastik eşya üretiminde hemen her aşamada, yapıştırıcı kullanılan hemen tüm işlerde, böcek öldürücü imalatında, boya ve kimyasal madde imalatında hatta kozmetik üretiminde kullanılır.

# Solventler

- ❖ **Solunum yoluyla:** Çoğu solvent oda sıcaklığında hızla buharlaşabilir. Solvent buharı, zerrecikleri ve solventle kirlenmiş tozlar akciğerler aracılığıyla kolayca kana karışabilir. En önemli etkilenme yoludur.
- ❖ **Yutma yoluyla:** Solvent bulaşmış ellerle yenilen yemek ya da doğrudan solvent bulaşmış yiyeceklerin tüketilmesi, sindirim yoluyla maruziyete neden olur.
- ❖ **Deri yoluyla:** Yağ çözen özellikleriyle derinin koruyucu etkisini azaltırlar. Deriden rahatlıkla emilir ve kana geçerler.

# Solventler

## ❖ Kısa süreli etkilenme

- Deri sorunları (kuruma, çatlama, kızarma ve sıvı dolu kabarcıklar, oluşması)
- Baş ağrısı, boğazda ağrı, öksürük, uyuklama, dikkat dağınıklığı, mide bulantısı vb.

## ❖ Tekrarlayan, kronik solvent etkilenmesi

- Beyin ve sinir sistemi,
- Deri,
- Karaciğer,
- Hematopoetik sistem,
- Böbrekler,
- Erkek ve kadın üreme sistemi,
- Gebelerde fetüs etkilenmesi

# Solventler

## BENZEN

- ❖ Düşük miktarlarda sıvı benzen deri tarafından absorbe edilebilmesine rağmen, endüstriyel benzen zehirlenmesi tamamen buharının solunmasıyla meydana gelir.
- ❖ 7500 ppm'den yüksek konsantrasyonlarda 30 dakikayı aşan maruz kalma durumları tehlikelidir.
- ❖ Benzen buharının düşük konsantrasyonda uzun müddet solunması hematopoetik sistem üzerindeki etkisiyle karakterizedir ve ciddi anemilere neden olur.

# Solventler

## TOLUEN

- ❖ Yüksek konsantrasyonlarda benzenden daha tehlikeli, düşük konsantrasyonlarda devamlı maruziyette nispeten daha az tehlikeli.
- ❖ **Günlük 200 ppm** toluene maruz kalındığı taktirde yorgunluk, zayıflık ve zihinsel karışıklık; **600 ppm** için bulantı, baş dönmesi ve baş ağrısı görülebilir. **100 ppm'e** maruz kalındığında, hiçbir etki yapmaz.
- ❖ Deri üzerindeki etkisinin benzene oranla daha ciddi olduğu kabul edilir. Uzun süreli temas sonunda dermatit meydana gelebilir.
- ❖ Diğer alkil benzenler gibi hematopoetik sistemi etkilemez.

# Solventler

## KSİLEN

- ❖ Ksilen'in değişik izomerleri, benzen veya toluenden daha fazla toksik etki gösterir.
- ❖ Pekçok özellik bakımından ksilenin etkileri toluene benzer. Narkotik olmayan konsantrasyona devamlı maruz kalmanın baş dönmesi ve kusmalara sebep olduğu görülür.
- ❖ Ksilen nedeniyle meydana gelen deri tahrişleri, benzen veya toluenden meydana gelenlerden daha ciddidir.
- ❖ **200 ppm** ksilen konsantrasyonu gözle görünür yaralara sebep olur.

# Solventler

## STYREN

- ❖ **10000 ppm'den yüksek** konsantrasyonları 30 dakikayı geçen maruz kalma durumlarında tehlikelidir.
- ❖ **2000 ppm'e** maruz kalındığında ani ve ciddi göz tahrişleri meydana gelir.
- ❖ **200-400 ppm** arasında styren buharlarının, gözler ve burun üzerinde geçici tahriş etkisi vardır.
- ❖ Diğer aromatik hidrokarbonlarda olduğu gibi dermatit uzun süreli deri temaslarında meydana gelebilir.
- ❖ Styren buharına devamlı maruz kalma baş ağrısı, uykusuzluk ve sarhoşluğa benzer durumlara sebep olur.

# Solventler

## KLOROFORM (TRİKLOR METAN):

- ❖ Kloroformun yüksek konsantrasyonlarına ağır bir şekilde maruz kalmanın en belirgin özelliği merkezi sinir sisteminin zayıflamasıdır.
- ❖ 77 ppm triklor metan konsantrasyonuna tekrarlanan maruz kalmalarda kusma meydana gelir.
- ❖ 1000 ppm'e 7 dakika maruz kalma neticesinde baygınlık meydana gelir.  
Kronik etkileme karaciğer hasarına sebep olabilir.
- ❖ Kloroforma alışkanlık çok sık görülen bir durumdur.

# Solventler

## KARBON TETRAKLORÜR (TETRAKLOR METAN)

- ❖ Bu maddeye maruz kalmak sağlık için önemli bir tehlike teşkil eder.
- ❖ Öldürücü narkotik zehirlenme nadir olmasına rağmen 1000 ppm konsantrasyona tek bir maruz kalış neticesinde ciddi zehirlenme semptomları görülebilir.
- ❖ Karaciğer üzerindeki etkisi daha kesin olmasına rağmen karbon tetraklorürün tesirleri kloroformunkine benzer.
- ❖ 50 ppm'e devamlı maruz kalma neticesinde; kilo kaybı, sarılık, siroz, böbrek ve karaciğer bozukluğu, nefrit ve anuri meydana gelebilir.

# Solventler

## HEKZAN

### Kullanıldığı işler;

- ❖ Endüstriyel temizlik ve yağ giderme
- ❖ Boya, mürekkep, tutkal ve vernik çözücü
- ❖ Plastik sektöründe hammadde olarak.

### ❖ Akut etkiler

**Narkotik sendrom:** Yüksek konsantrasyonlarına akut maruziyetle narkoz, öfori, halüsinasyon, baş ağrısı ve baş dönmesi, bulantı, uyuşukluk, güçsüzlük, konfüzyon, bilinç kaybı, bazen koma görülür.

Ciddi intoksikasyonda solunum depresyonu, konvülziyon, koma, hatta ölüm görülebilir.

# Solventler

## HEKZAN

### Kronik etkiler

- ❖ **Periferik nöropati:** İlk klinik bulgular ve en sık başvuru yakınması, sinsi başlangıçlı, el ve ayak parmaklarında uyuşma ve karıncalanma
- ❖ Distal duyuşal nöropati çoğu zaman tek bulgudur. Simetriktir ve sadece elleri ve ayakları, nadiren dizleri tutar. Dokunma, ağrı, titreşim ve termal duyu etkilenebilir.
- ❖ Bunu özellikle bacaklarda ilerleyici güçsüzlük ve refleks kaybı izler.
- ❖ Aşil tendon refleksleri kaybolabilir.
- ❖ Daha ciddi olgularda halsizlik ve kilo kaybı, iştahsızlık, karın ağrısı görülür.

# Solvent Riskini Önleme ve Koruma

- ❖ İş ortamında solvent ölçümlerinin yapılması gereklidir.
- ❖ Ölçümler statik toplayıcı pompalar ya da işçinin solunum bölgesinden sürekli alınan örneklerde yapılır.
- ❖ İşyerlerinde çoğunlukla bir tek solvent bulunmadığı gibi, çok çeşitli solvent dışı kimyasal maddeler de bir arada işçiyi etkileyebilir.
- ❖ Bu kimyasallardan bazıları birbirlerinin sağlık etkilerini karşılıklı olarak artırır.
- ❖ Bazıları da reaksiyona girerek her birinden çok daha zararlı kimyasallar oluşturabilirler.

# Solvent Riskini Önleme ve Koruma

- ❖ Kişisel koruyucular diğer önlemleri desteklemek amacıyla kullanılmalıdır.
- ❖ Kişisel koruyucuların riske uygun seçilmesi, işçiye uyumlu olması, kullanımı ve bakımı konularında işçinin eğitilmesi gereklidir.
- ❖ Kullanılan solvent içeriğine göre solvent ya da yıkım ürünleri kan veya idrarda araştırılmalıdır.
- ❖ Solunum sistemi akciğer grafisi ve SFT değerlendirilmelidir.
- ❖ Karaciğer fonksiyonları değerlendirilmelidir.
- ❖ Basit periferik sinir sistemi muayenesi yapılmalıdır.
- ❖ Kan hücreleri sayımı yapılmalıdır.

# Ağır Metal Zehirlenmesi

**Ağır metal:** Metalik 6zellikler g6steren elementlerden oluşan, açık ve tam bir tanımlaması yapılmamış olan grupta bulunan elementler.

- Bazıları yoğunluk, bazıları atomik sayı ya da atomik ağırlık, bazıları da kimyasal 6zellikler ya da toksisite 6zerine dayanan birçok tanımlama 6nerilmiştir.
- Bu grubun içinde geçiş metalleri, bazı yarı metaller, lantanitler ve aktinitler bulunur.
- Zehirlenmesi en çok saf metal elde edilme işleminden oluşur.
- Elektrokaplama krom ve kadmiyum zehirlenmesinin ana kaynağıdır.
- Bileşiklerinin yağmur yoluyla ya da iyon değişimi ile toprağa ve k6rfez çamurlarına karışmasıyla ağır metaller doğada birikebilir.
- Organik atıkların aksine ağır metaller bozunmadıkları için tehlikelidir.

# Metaller

## ARSENİK

- ❖ Metalloid özellik gösteren ve yer kabuğunda en bol bulunan elementlerden biridir.
- ❖ Volkanik aktivitesi olan ve jeotermal bölgelerde bulunur.
- ❖ Çeşitli arsenik bileşikleri seramik, cam, pestisit, boya, cila, emaye, vernik ve lastik endüstrisinde kullanılırlar.

# Metaller

## ARSENİK

- ❖ İnsektisit olarak arsenik triklorüre maruziyet temas yerinde yanma ile ve olası bir bronkopnömoni gelişimi ile karakterizedir.
- ❖ **Akut maruziyette;** ateş, kusma, ekstremitelerde kramplar, anoreksi, melanozis oluşabilir. Kardiyak aritmiler, konvülsiyonlar ve paraliz gibi semptomlar ve ölüm oluşabilir.
- ❖ Zehirlenen kişi hayatta kalırsa maruziyetten 1-2 hafta sonra periferal nöropati ve kan tablosu değişimi de gelişebilir, reversibldir.

# Metaller

## ARSENİK

### Kronik maruziyet

- ❖ Öncelikli hedef organları sinir sistemi ve deridir.
- ❖ Yıllar içinde motor ve duyu nöronlarında periferal nöropatiler (Demiyelinizasyon) gelişebilir.
- ❖ Derideki etkiler avuç içleri ve ayak tabanında dermatit, hiperpigmentasyon ve keratoz gelişimi ile karakterizedir.
- ❖ Karaciğer hasarı, arseniğin kronik maruziyetinin bir diğer belirtisi olabilir. Sarılıkla başlar ve siroz şeklinde gelişir.
- ❖ Periferal vasküler hastalıklar da gelişebilir (Taiwan ve Şili'de içme suyu ile arseniğe maruz kalan kişilerde görülen kangren şeklinde vasküler etkiler).

# Metaller

## ARSENİK

### Karsinojenik potansiyeli

- ❖ Kronik arsenik maruziyeti ile çeşitli deri kanserleri (Bazal hücre karsinoması, skuamoz hücre karsinoması) oluşabilir.
- ❖ Ayrıca mesleki olarak inhalasyonla arseniğe maruziyet akciğer kanserine neden olabilir.
- ❖ **IARC** tarafından **insan karsinojeni** olarak tanımlanmıştır.

### Zehirlenmenin tanımlanması ve biyolojik indikatörleri:

- ❖ Arseniğe maruziyetin biyolojik indikatörleri idrar, kan ve saçta arsenik konsantrasyonlarıdır.

# Metaller

## KURŞUN

- ❖ Endüstriyel Maruziyet (Akümülatör, seramik, porselen, kauçuk endüstrilerinde),
- ❖ Kurşunlu boyalar (Kurşun bazlı duvar boya ları, oto boya ları),
- ❖ İçme suları (Kurşunlu borular, kurşun içeren endüstriyel emisyonlarla suların kirlenmesi),
- ❖ Kurşun içeren besinler (Kurşun içeren toprakta yetişen bitkiler, seramik kaplar, teneke kutular),

# Metaller

## KURŞUN

- Kurşunun başlıca absorpsiyon yolu gastrointestinal ve solunum sistemidir.
- Gastrointestinal absorpsiyon; Çocuklarda %40, Yetişkinlerde %10,
- Organizmaya absorbe olduktan sonra dozun %99'u hemoglobine bağlanır.  
Önce yumuşak dokulara dağılır.
- Atılım hızı çok yavaştır. Maruziyetin devamı halinde kemiklerde depolanmaya başlar.
- İleri yaşlarda (50-60 yaş) vücut kurşununun %90'ı kemiklerde toplanır.

# Metaller

## KURŞUN

- ❖ Akut kurşun zehirlenmesi; nadir görülür, ya kurşun bileşiklerinin oral yolla alınması ya da kurşun buharlarının inhalasyonu ile meydana gelir.
- ❖ Ağızda metalik tat, mide bulantısı, karın ağrısı ve kusma meydana gelir.
- ❖ SSS'deki akut etkiler parestezi, ağrı ve kaslarda güçsüzlük olarak ortaya çıkar.
- ❖ Böbrek harabiyeti ve oligouri meydana gelir.

# Metaller

## KURŞUN

- ❖ **Kronik kurşun zehirlenmesi (Plumbizm)** belirtileri; gastrointestinal, nöromusküler, nörolojik, hematolojik ve renal etkiler olarak ortaya çıkar.
- ❖ **Gastrointestinal etkiler:**
  - Anoreksi
  - Kurşun koliği
- ❖ **Nörolojik etkiler:**
  - Çocuklarda IQ skorlarında azalma
  - Kurşun ensefalopatisi (Beyinde sıvı toplanması, beyin damarlarında hasar, nöronlarda miyelin kaybı)
  - Periferik nöropati (Nöronlarda demiyelinizasyon ve aksonal dejenerasyon).

# Metaller

## KURŞUN

### Hematolojik etkiler:

- Kurşun anemisi; Hemoglobin sentezinin inhibisyonu, eritrositlerin yarı ömrünün azalması

### Renal etkiler:

- Proksimal Tubullerde hasar
- İnterstisiyel nefropati
- Gut (Ürik asit kristallerinin eklemlerde birikmesi)

### Yüksek kan basıncı:

- Kalsiyum metabolizmasının etkilenmesiyle damar düz kaslarının kontraksiyonu sonucu,
- Renal toksisite sonucu,

### Gingivada mavi-siyah çizgi

# Metaller

## KURŞUN

### Kurşunun karsinojenik etkileri:

- ❖ IARC tarafından 2B grubuna alınmıştır. Deney hayvanlarında kesin karsinojen olduğu halde insanlar için yeterli delil yoktur.

### Kurşuna maruziyetin biyolojik izlenmesi:

- Kanda kurşun düzeyi
- İdrar kurşun düzeyi
- Dokularda kurşun düzeyi (Diş, saç gibi)
- Kanda ALA-D aktivitesi
- İdrarda ALA-D aktivitesi, koproporfirin miktarı
- Eritrositte protoporfirin miktarı
- Hematolojik araştırmalar

# Metaller

## CIVA

- ❖ Cıva normal sıcaklıkta sıvı olan tek metaldir. Oda ısısında kolayca buharlaşabilir.
- ❖ Yer kabuğunda bulunan temel elementlerden biridir.
- ❖ Doğal dağılımla sürekli serbest hale geçtiği için insan dahil tüm canlılarda iz halinde bulunur.
- ❖ Maden yataklarından, volkanik aktivitelerden, fosil kaynaklı katı ve sıvı yakıtların yakılmasıyla yılda 20 000 ton cıvanın çevreye yayıldığı tahmin edilmektedir.
- ❖ Metalik cıva, anorganik ve organik cıva bileşikleri en az 80 endüstri kolunda 300'den fazla değişik şekilde kullanılmaktadır (Kağıt endüstrisi, Elektrik cihazları, Boyalar, Fungusit, Amalgam yapımı, Tıpta antiseptik, diüretik ve antisifilitik vb.)

# Metaller

## CIVA

- ❖ Cıvanın toksik etkisi kimyasal bileşimine göre değişir.
- ❖ Genel olarak cıva başlıca sinir sistemini ve böbrekleri etkiler.
- ❖ Metalik cıva buharlarına akut maruziyet fatal olabilen korrozif bronşit ve pnömoniye neden olabilir.
- ❖ İyileşmeden sonra uzun süreli etkiler gelişebilir.
- ❖ Santral sinir sistemi etkilenererek tremor, aşırı sinirlilik ve duyarlık hali, unutkanlık gibi davranış bozuklukları gözlenen klinik belirtilerdir.

# Metaller

## CIVA

- ❖ **Kronik maruziyet** sıklıkla **merkürializm** olarak tanımlanır.
- ❖ Tremor, tiroid büyümesi, taşikardi, düzensiz nabız, gingivitis gelişir.
- ❖ Motor hareketlerin koordinasyon bozukluğu, davranış bozukluğu, sinirlilik hali, hafıza kaybı, depresyon ve delirium merkezi sinir sisteminin etkilenmesi ile gelişen nöropsikiatrik etkilerdir.
- ❖ Cıva tuzları 1 gr gibi küçük dozlarda dahi fatal olabilen toksik ve korrozif maddelerdir.

# Metaller

## CIVA

- ❖ Bu tuzların ağız yoluyla alımı, abdominal kramplara, kanlı diyare, gastrointestinal kanalda ülserasyon ve nekroza neden olur.
- ❖ Şok, dolaşım kollapsı ve ölümlle sonuçlanabilir.
- ❖ Eğer iyileşme olmuşsa proksimal tubullerde hasar nedeniyle renal hasar oluşabilir.
- ❖ Cıva tuzlarına kronik maruziyet otoimmün hastalıklara da (Glomerüler nefrit) neden olabilir.

# Metaller

## CIVA

- ❖ **Organik cıva (Metil cıva)** cıvanın en toksik formudur.
- ❖ Özellikle serebral korteksi ve serebellumunu etkiler.
- ❖ Ağız, dudak ve ekstremitelerde uyuşukluk, ataksiler, yorgunluk hali, konsantrasyon bozukluğu, işitme ve görme kayıpları, tremorlar gelişir.

# Metaller

## CIVA

- ❖ Çevrede cıvanın metilasyonu ve biyokonsantrasyonu:
- ❖ Anorganik cıva bileşikleri genellikle besin zincirinde birikmez. Cıvanın metilasyonu akarsu ve denizlerde bakteriyel sentezle oluşur (**Biyometilasyon**).
- ❖ Mikroorganizmalardan çevreye verilen metil cıva hızla diffüzlenererek besin zincirine girer (**Biyokonsantrasyon**).
- ❖ Metil cıva → akuatik bitkiler → algler → ilkel hayvanlar → balıklar ve kabuklu deniz hayvanları → insan (**Minamata vakası**)
- ❖ Metil cıvanın balık dokusundaki biyokonsantrasyon faktörü, suya göre 10 000-100 000 arasında değişir.

# Metaller

## KADMIYUM

- ❖ Kadmiyum için modern toksik metal denilir.
- ❖ Kadmiyum doğada başta çinko olmak üzere çeşitli mineral filizlerinde bulunan ve endüstride yoğun kullanımı olan bir metaldir.
- ❖ Endüstride;
  - Elektrolizle kaplama ve galvanizleme proseslerinde (Antikorrozif)
  - Boya pigmenti ve plastiklerde
  - Nikel-kadmiyum pillerinde
  - Seramik ve cam yapımında vb.

# Metaller

## KADMIYUM

- ❖ Maruziyet başlıca oral ve inhalasyon yolu ile olur.
- ❖ Çeşitli tip et, balık ve meyvalar 1-50  $\mu\text{g}/\text{kg}$  Cd içerebilir.
- ❖ Tahıllarda 150  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 'a çıkabilir.
- ❖ Midye, istiridye gibi kabuklu deniz hayvanlarında 100-1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 'a kadar birikebilir.
- ❖ İnhalasyonla alınan kadmiyumun da %30'u absorbe olabilir.
- ❖ Sigara önemli bir Cd kaynağıdır. Bir adet sigara 1-2  $\mu\text{g}$  Cd içerir.

# Metaller

## KADMIYUM

- ❖ İnhalasyonla akut maruziyet pnömoni ve pulmoner ödeme neden olur.
- ❖ İnhalasyonla kronik maruziyet kronik bronşit, fibrozis ve amfizem gelişimine neden olur.
- ❖ Gerek akut gerekse kronik maruziyetlerde kadmiyum böbrek tübüllerinde birikir.
- ❖ Kadmiyum, kalsiyum fosfat ve Vitamin D metabolizmasını bozarak kemikler üzerine de etkili olabilmektedir.
- ❖ İtai-İtai hastalığı

# Metaller

## KROM

- ❖ Endüstride; Kromla kaplama, boya endüstrisinde, deri ve tekstil endüstrisi vb.
- ❖ Kromun Cr<sup>3</sup> ve Cr<sup>6</sup> formları biyolojik olarak önemlidirler.
- ❖ En toksik olanı hekzavalan (Kromat) formudur.
- ❖ Hekzavalan formu akciğerler gibi çeşitli doku tiplerinin hücre membranlarından kolayca geçebilir ve hücre içinde Cr<sup>3</sup>'e indirgenir.

# Metaller

## KROM

- ❖ Maruziyet başlıca deri ile temas sonucu ve krom içeren toz ve buharların inhalasyonu ile olmaktadır.
- ❖ Endüstride kroma dermal maruziyet kontakt dermatite neden olur.
- ❖ Hekzavalan krom deri ve burun mukoz membranlarına şiddetli korroziftir (Krom ülserleri ve burun delinmesi).
- ❖ Krom tozları farenjit ve bronşite de neden olur.
- ❖ Hekzavalan kromun akciğer kanserleri ile ilişkisi olduğu gösterilmiştir.
- ❖ IARC'ın insan karsinojenleri (Grup 1) grubundadır.

# Metaller

## NIKEL

- ❖ Sertliği ve korozyona dayanıklılığı nedeniyle birçok metal alaşımının yapısında bulunur.
- ❖ Çelik üretimi, elektrolizle kaplama, alkali pil, boya ve elektronik üretimi vb. pek çok alanda kullanılır.
- ❖ Nikelin ağız yoluyla alınması, kontamine olmuş besinler aracılığı ile olur.
- ❖ Bir adet sigara 1-3 µg Ni içerir.
- ❖ Nikelin başlıca maruziyet, toz ve buharlarının solunması ile olur.
- ❖ Nikele maruziyetin oluşturabileceği başlıca sağlık riski solunum sistemi kanserleridir. Burun ve akciğer kanserleri en sık rastlanılanlardır.

# KORUMA İLKELERİ

## I. TEKNİK KORUMA ÖNLEMLERİ

- a. Etkenin kaynağına yönelik önlemler
- b. İş yerindeki çalışma ortamına ait önlemler
- c. Alıcıda korunma önlemleri

## II. TIBBİ KORUMA ÖNLEMLERİ

- a. İşe giriş muayeneleri
- b. Aralıklı tıbbi kontrol muayeneleri
- c. Eğitim ve uyarma

# KORUMA İLKELERİ

## a. Etkenin kaynağına yönelik önlemler:

1. Kullanılan zararlı maddelerin değiştirilmesi (ikame): Boyada kurşun yerine çinko, Kibrit üretiminde beyaz fosfor yerine kırmızı fosfor
2. Kullanılan zararlı yöntemin değiştirilmesi
3. İşlemin yer ve süre olarak sınırlandırılması
4. Nemli, ıslak çalışma yöntemi
5. Lokal havalandırma
6. Yeterli bakım program

# KORUMA İLKELERİ

## b. İş yerindeki çalışma ortamına ait önlemler:

1. İşyeri düzeni
2. Genel havalandırma
3. Seyreltme (temiz hava sağlanması)
4. Kaynak ve alıcı arasındaki mesafenin artırılması (otomatik veya uzaktan kontrol)
5. Sürekli (sabit) detektör kontrolü
6. Yeterli bakım programı

# KORUMA İLKELERİ

## c. Alıcıda korunma önlemleri:

1. Eğitim ve öğretim
2. İşçilerin rotasyonu (maruziyet dozunu azaltmak)
3. İşçinin havalandırılan kabine alınması
4. Kişisel dozimetri-monitörler
5. Yeterli bakım programı
6. Kişisel Koruyucu Ekipmanların Kullanımı: Solunum sisteminin maskelerle korunması, Derinin eldiven, önlük, bot, çizme, krem korunması.

*Teşekkürler...*