



# TARIM İLAÇLARININ MESLEKİ İNTOKSİKASYONLARI

Dr. Nazif YEŞİLLETEN

İç Hastalıkları Uzmanı

TTB İşçi Sağlığı ve İşyeri Hekimliği Bilim Eğitim Kurulu Üyesi  
İstanbul Meslek Hastalıkları Hastanesi Emekli Başhekim

## Özet

Tarım ilaçları yaygın olarak kullanılmaktadır. İlaçların üretildiği fabrikalarda çalışan ve bu ilaçları tarım alanlarında kullanan tarım işçilerinde çok sık olarak intoksikasyonlar görülmekte ve hatta ölümler olmaktadır. İlaçlama kurallarına uyulmaması, ilaçlamadan kısa süre sonra ilaçlanan alana girilmesi ve bu alanda çalışılması halinde bu kişilerinde etkilendikleri bilinmektedir.

Makalede tarım ilaçları konusunda tehlikelere dikkat çekildi. Gerekli uygun koruyucuların alınması halinde kişilerin tarım ilaçları intoksikasyonlarından korunabileceği vurgulandı.

## Abstract

Pesticides are commonly used. Intoxications are very often seen and sometimes even deaths occur among workers in pesticide production factories and farm workers that commonly use these products. When rules necessary for the application of these pesticides have not been followed and pesticide applied areas are entered or worked in short time after application, it has been known that workers get affected.

In this paper these dangers have been brought into attention. It has also been expressed that in the case when the necessary precautions have been applied, such workers can be protected from the intoxications of pesticides.

## Tarım İlaçları (Pestisitler)

Mesken ve tarım alanlarında, insan sağlığı ve besinlere zarar veren böcek, kemirici ve diğer haşereleri öldürmek veya zararsız hale getirmek, tarım alanlarının gereksiz ve zararlı bitkilerden temizlenmesi gayesiyle kullanılan toksik kimyasal maddeler pestisit adı altında toplanırlar.

## Pestisitler kullanımına göre

İnsektisid (zararlı böcekler için)

Herbisid (zararlı otlar için)

Rödentisid (kemiriciler için)

Fungisid (mantarlar için)

Akarasid (uyuz böcek ve parazitler için)

Mollusid (küflenmeyi önlemek için)

Toprak additifleri (katkı maddesi olarak)

Ağaç ve kereste koruyucuları gibi... isimler alırlar (1,2).

Pestisitleri fazla ayrıntıya girmeden, kimyasal yapıları ve etki tarzlarını göz önüne alarak ortak bir sınıflandırma yapmak mümkündür (1-4).

1) Klorlu hidrokarbonlar

2) Organik fosfor bileşikleri (kolinesteraz inhibitörleri)

3) Karbamatlar ve karbamat bileşikleri

4) İnorganik pestisitler

5) Pyrethrin ve pyrethroidler.

Yerinde ve uygun dozlarda, bilinerek kullanıldığında insan sağlığı ve tarım için çok yararlı olan pestisitlerin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanılışları çevre kirliliğine, doğanın dengesinin bozulmasına, kitle zehirlenmelerine neden olmaktadır. Pestisit zehirlenmeleri ülkemizde de son yıllarda önemli bir sorun haline gelmiştir. Tarım ilaçlarının sadece tarım alanlarında değil, evlerde kullanılışı, çamaşır, çarşaf, baş ve vücuda sürülmeleri, ne yazık ki ölümlere neden olmaktadır (4,5,6,9).

İnsan sağlığına bu kadar zararlı insektisidlerin yurdumuzda kullanılışı maalesef bir başıboşluk içindedir. Her türlü formülasyonun temini mümkündür. Bilgisiz ellerde denetimsiz, küçük bir korunma tedbiri dahi alınmadan halk tarafından rastgele kullanıldıkları ortadadır (4).

Tarım mücadelesinde önemli bir yeri olan bu ilaçlara her gün bir yenisi eklenmekte veya



formúlasyonların da yapılan değişikliklerle sayıları súratile artmaktadır. Bugün değişik formúlasyonla úretilen 35.000 civarında pestisit olduğu ifade edilmektedir (16). Gerek kullanılmaları, gerek fabrikadaki formúlasyonları esnasında husule gelen zehirlenmeler işyeri hekimliği ve meslek hastalığı yönünden büyük önem taşır.

Pestisitler organizmaya ağız, deri ve solunum yolu ile girerler.

İyi bir pestisit:

- 1) Haşere için yüksek, insan ve memeli hayvanlar için az toksik olmalı,
- 2) Tesirini uzun süre devam ettirmeli,
- 3) Erime kabiliyeti fazla olmalı,
- 4) Ucuz olmalı,
- 5) Fena kokulu olmamalı,
- 6) Leke bırakmamalı,
- 7) Eşyayı bozmamalıdır (1,2,6).

Ne yazık ki tüm bu özellikleri içeren bir pestisit bugün için mevcut değildir.

Senelerce başarı ile kullanılan klorlu hidrokarbonların yukarıda sıralanan iyi özellikleri yanında, kötü özellikleri de vardır: Vücutta birikim yaptıkları, farelerde tümör oluşturdıkları, ayrıca son yıllarda rezistans vakalarda súratile artışlar olduğu görülmüştür. Bu nedenle Batı úlkelerinde olduğu gibi úlkemizde de üretimleri ve kullanışları durdurulmuş ve yasaklanmıştır. Bugün kullanışları terk edilen bu ilaçların yerini organik fosforlu ve karbamatlı ilaçlar almıştır.

### Klorlu Hidrokarbonlar

Úretim ve kullanışları terk edilmiş (yasaklanmış) olmakla beraber, senelerce başarı ile kullanılan klorlu hidrokarbonlu ilaçlar hakkında kısa bilgi vermeyi uygun görüyorum.

Bu grubun en önemli ilaçları DDT, Dieldrin, BHC'dir. 1940'lı yıllardan itibaren pestisit olarak kullanılmaları söz konusu olmuştur.

**DDT** (Diklorodifeniltrikloroetan): **Terkibi:** C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>5</sub>. Kirli beyaz renkte, klor kokusu veren, şekilsiz bir tozdur. Saf DDT beyaz kristaller halindedir. Suda erimez, alkolde az erir. Petrol, mazot, ksilen, asetonu iyi erir (1,2). Toz, solüsyon, emülsiyon, süspansiyon şekillerinde kullanılır.

**Dieldrin** (hexachlor-erpoxy-oktahydro-endo-exodi metylen-naphtalin): Dieldrin beyaz veya kirli beyaz renkte bir tozdur. Suda erimez. Aseton

veya ksilende iyi erir. Kalıcı tesiri DDT'ye eşittir. Haşerata tesiri DDT'den 3-4 kat daha fazladır. Emülsiyon hazırlanmasında kullanılan ana mahsulü piyasada Dieldrax 15 adı ile satılmaktadır. İnsanlar ve sıcakkanlı hayvanlar için DDT'ye nazaran daha fazla toksiktir.

**BHC** (Hexachlorocyclohexan): 1954 yılında sentez edilen BHC beyaz kristaller halinde ağır küf kokulu bir maddedir. Saf BHC'ye Lindane denir ve beyaz, kokusuz, kristalize vaziyettedir. BHC suda erimez. Petrol, benzin, aseton, ksilen içinde erir. Uçucu bir insektisiddir. Memeli hayvanlara karşı DDT'den daha az toksiktir.

### Klorlu hidrokarbonların etkileri

Klorlu hidrokarbonlar doğrudan hücre üzerine etki yaparlar, hücre harabiyeti söz konusudur. Hangi grup hücre etkilenmişse, onlara ait semptomlar ve klinik bulgular görülür.

1) Etki çoğunlukla santral sinir sistemi hücreleri üzerinedir (2-4).

2) Bazıları hemopoetik sisteme de etki yapabilir. Nitekim BHC'nin neden olduğu anemi vakaları bildirilmiştir.

3) Hücrelerde histopatolojik değişiklikler olur. Beyin hücrelerinde vakuolizasyon, kalp, karaciğer, böbrek ve çizgili kaslarda yağlı dejeneresans görülür (1).

4) Şiddetli konvülsiyonlar sonunda beyinde peteşiel kanamalar olur (2-4).

5) Akciğer ödemi oluşur.

6) Hayvanlarda oksijen gereksinimini arttırdığı, amino asit metabolizmalarını bozdukları, farelerde tümör oluşturdıkları saptanmıştır (2).

Vücutta yağdan zengin dokularda birikirler. Yavaş yavaş mobilize olarak, süt, idrar, feçesle dışarı atılırlar.

DDT'nin 10 mgr/kg'dan fazla alınışı insanlarda zehirlenmelere neden olur. 5 gr üzerinde alınan miktarlar akut zehirlenme tablosu meydana getirir. Bu vakalarda bulantı, kusma, salya artması, ishal gibi sindirim sistemine ait bulgularla beraber, extremitelerde uyuşma, dil, dudak ve yüzde parestezi veya aşırı duyarlılık, eksitasyon, irritasyon, koordinasyon bozukluğu, tonik ve klonik konvülsiyonlar ve tremor görülür (1).

Solunum önce hızlanır, sonra yavaşlar. Nabız düzenli ve súratlidir. Arkasından depresyon, nistagmus, midriyazis, kollaps, siyanoz gelişir. Solunum yetmezliği ve koma ile hasta ölür.



Kronik zehirlenmelerde halsizlik, iştahsızlık, zayıflama, ekstremitelerde uyuşma, tremor yanında unutkanlık, uykusuzluk, psikozlar dikkati çeker (1).

Laboratuvar bulgusu olarak anemi, agranülositoz, trombositopeni, purpura, karaciğer ve böbrek fonksiyonların da bozukluk tespiti mümkündür. BHC zehirlenmeleri Güneydoğu illerimizde ilaçlı buğday unlarının yenmesi ile yaygın bir şekilde ortaya çıkmıştır ve “kara yara” olarak adlandırılmıştır (4).

### **İnorganik Pestisitler**

İnorganik maddelerin pestisit olarak kullanılışları sınırlıdır. Bununla beraber bazıları zaman zaman çok kullanılmış ve kullanılmaktadır. Değişik belirtiler gösterse bile, her inorganik pestisit ait olduğu elementin zehirleyici özelliğini taşır. Kurşun bileşiklerinden üretilmişse kurşun zehirlenmeleri, Civa bileşiklerinden üretilmişse civa zehirlenmeleri tabloya hakim olur. Asıl önemlisi de çevre kirliliğine doğanın dengesinin bozulmasına neden olmalarıdır. Yağmur suları ile toprağa karıştıkları gibi akarsu ve göllerde ağır metallerin artışına neden olarak canlılar için ayrıca tehlike arz ederler. Bu nedenle çok önemli olan inorganik pestisitlerin tek tek incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekir.

### **Organik Fosforlu Pestisitler İle Karbamatlar ve Karbamat Bileşikleri**

Uzun süre başarı ile kullanılan klorlu hidrokarbonların iyi vasıflarının oluşu yanında istenmeyen özellikleri de mevcuttur. Son yıllarda rezistans vakalarının artışı nedeniyle bu ilaçlar yerlerini organik fosforlu ve karbamatlı ilaçlara bırakmışlardır. Yaygın olarak kullanılmalari nedeniyle tarım ilaçları denilince akla organik fosforlu pestisitler gelir. Zaten bu iki grup ilacı ayrı ayrı değerlendirmeye de gerek yoktur. Tesirleri aynıdır. Semptom ve klinik bulgular aynıdır, teşhis ve tedavileri aynıdır. Her iki grup ilaç kolinesteraz enzimini inhibe ederek vücutta asetilkolin birikimine neden olurlar. Asetilkolin etkileri görülür (2,4,5,6).

Organik fosforlu ilaçlar haşerata karşı yüksek derecede toksiktirler. Bazıları sistematik tesire sahip olup, nebatın kök, dal ve yapraklarından absorbe olurlar. Nebattan usare hemen haşerata öldürürler.

Bu grup ilaçların bazıları insanlar için de yüksek derecede toksiktir. Organik fosforlu pestisitlerden Yaygın şekilde kullanılan Malathion, Diazinon, Dibroni 8 ve Baytex'in insanlar için daha az toksik oldukları ifade edilir (1,2).

Karbamatlı ilaçlara örnek olarak çok kullanılan Blattanex (Baygon), Sevin, Dimetan, İsolan, Mesurol gösterilebilir.

Organik fosforlu ilaçların insektisid etkileri ilk kez 2. Dünya Savaşında Almanya'da saptanmıştır. İlk kullanılan ilaç Biadan'dır. Etkisinin içinde bulunan TEPP'ten ileri geldiği anlaşılmıştır. Daha sonraları Paration, Methyl Paration bulunmuştur (1).

#### **Malathion**

Sarı kahve renkli, özel kokusu olan bir mayidir. Organik fosforlu insektisidler içinde haşerata toksisitesi en az olanıdır. Aynı zamanda insan ve memeli hayvanlar için toksisitesi, klorlu hidrokarbonlardan daha azdır.

#### **Diazinon**

Ticari şekilde koyu kahve renkli, hafif kokulu bir mayidir. Suda erimez. Petrolde kolayca erir. Kuvvetli asit ve alkalilerle temasla tesirini kaybeder. İnsan ve memeli hayvanlar için fazlaca toksiktir.

#### **Baytex**

Hafif sarımsak kokusu veren, esmer bir mayidir. Suda çok az erir. Kalıcı tesiri uzundur. Yüksek hararet ve alkali tesiri ile decompose olmaz.

Organik fosforlu ve karbamatlı ilaçlar organizmada kolinesteraz enzimi inhibe ederek vücutta asetilkolin birikmesine neden olurlar. Bu nedenle iki grup ilaç kolinesteraz inhibitörleri olarak adlandırılırlar. Bu ilaçlar enzimin aktif merkezinde bulunan amino asit serin'in OH grubu ile birleşerek etkilerini gösterirler.

Hücrelerde bariz histopatolojik değişiklikler olmaz. Hadise daha çok biyoşimik reaksiyon şeklindedir. Vücutta asetilkolin birikir ve asetilkolin zahirlenmesi bulguları görülür. Bu bulguları 4 grup halinde belirtmek mümkündür (1-7).

1) Mustarinik tesir: Postganglionik bileşik, parasempatik, aktiviterlerin kuvvetlenmesi: Pupil-lalar küçülür, barsak kasları sitimüle olur, tükürük ve ter bezleri salgısı artar, bronş ve mesane kasları kasılır, kalp ritmi yavaşlar, bloklar olur (4,7,9).

2) Nikotinik tesir: Nöromüsküler blok ve paraliziler gelişir.



3) Santral serebral tesiri: Santral sinir sistemi (SSS) depresyonu ve santral kaynaklı konvülsiyonlar olur.

4) Değişik ganglion uyarılışı ve bloklar sonucu, kan basıncı değişiklikleri, pupilla daralmaları hususla gelir.

Kolinesteraz enzim (ChE) aktivitesinin %25-30 kaybı semptomların meydana çıkmasına yeterlidir (16). Tek doz ilaç alanlarda ChE aktivite seviyesi ne kadar düşükse, zehirlenme o kadar şiddetlidir. Kronik vakalarda ise düşük ChE seviyesine rağmen fazla semptom ve bulgu olmayabilir. Kronik maruziyeti olan işçilerde vücutta devamlı bir asetilkolin birikimi vardır. İlave bir doz, akut bir intoksikasyon tablosu gibi karşımıza çıkar. İşçi sağlığı ve meslek hastalıkları yönünden bu durum akıldan çıkarılmamalıdır. Zehirlenme belirtileri vakaların hafif, ağır ve orta derecede olmasına göre değişiklikler gösterir (1,2,3,5,6,10).

### İntoksikasyonlarda Belirtiler

Hafif vakalarda: İştahsızlık, baş ağrısı, uyku hali, halsizlik, endişe, dil ve göz kapaklarında titreme, bulanık görme ve miyozis oluşur.

Orta derecede zehirlenmelerde: Baş ağrısı, bulantı-kusma, baş dönmesi, bulanık görme, göğüste sıkışma hissi, solunum güçlüğü, tükürük ve gözyaşı artması, karın ağrısı, kas titreşimleri tabloya eklenir.

Ağır vakalarda: İshal, çok daralmış pupilla, solunum güçlüğü, akciğer ödemi, siyanoz, koordinasyon bozukluğu, konvülsiyon, koma, sifinkter bozuklukları, kalp bloku olur. Organik fosforlu tarım ilaçları ile olan zehirlenmelerde ölüm sebepleri genellikle merkezi ve periferik faktörlere bağlı solunum felcidir.

1980-1983 yılları arasında İstanbul Meslek Hastalıkları Hastanemizde yatırılarak tetkik ve tedavi edilen 188 organik fosfor intoksikasyonunda subjektif şikâyetleri şu oranlarda tespit ettik: Bulantı-kusma %59, halsizlik %50, baş ağrısı %37,5, zayıflama %37,2, baş dönmesi %34,5, iştahsızlık %34, karında ağrı %28,1, nefes darlığı %25, göz kararması %21,8, ekstremitelerde ağrı %17,5, uykusuzluk %17, uykuya meyil %15,5, tükürük artması %15,4, aşırı terleme %11,1, titreme %7,9. Fizik muayenelerde rastlanan bulguların başında ise bronşial ral, epigastriumda ağrı, bradikardi, miyozis,

tremor, aşırı terleme ve hipertansiyon geliyordu (10).

Organik fosfor intoksikasyonlarında rutin laboratuvar tetkiklerinin tanıda önemi yoktur. Hücrelerde bariz histopatolojik değişiklik olmaz. Paration zehirlenmelerinde idrarda Pnitrofenol tayini, biyolojik materyallerde organik fosforlu maddelerin tespiti önemli bulgulardır.

### İntoksikasyonlarda Teşhis

#### Klorlu hidrokarbonlu ilaçlarla olan intoksikasyonlarda

Teşhis çoğunlukla klinik bulguların değerlendirilmesiyle olur. Çoğunlukla sinir sistemine ait klinik bulgular ön plandadır. Hücre harabiyeti olduğu için rutin laboratuvar tetkiklerinde ve karaciğer, böbrek fonksiyon testlerinde, hemopoetik sisteme ait laboratuvar testlerinde patolojik bulguların tespiti, klorlu hidrokarbon intoksikasyonların lehine olarak kabul edilir.

#### Organik fosforlu ve karbamatlı ilaçlarla olan intoksikasyonlarda

Mevcut klinik bulguların tespiti ile teşhis kolaydır. Asıl teşhis hücre ve plazmada ChE aktivitesi tayini ile olur (1,2,11,12).

#### ChE aktivitesi yüzdesi

%100 normal, %100-75 kabul edilebilir maruziyet, %75-50 fazlaca maruziyet, %50-25 tehlikeli maruziyet, %25-0 aşırı tehlikeli maruziyet olarak nitelendirilir (3,5,17).

Plazma ChE aktivitesinin, hücre ChE aktivitesinden daha düşük oluşu vakaların akut, aksi oluşu vakaların daha kronik olduklarını gösterir (11,13,17).

Tarım ilaçları intoksikasyonlarında erken tanı ve erken tedavi çok önemlidir. Hayat kurtarıcıdır. Öncelikle şahsın bu ilaçlarla temasının önlenmesi gerekir. Mutlaka hastaya "Ne iş yaptığı" sorulmalıdır. Temas ettiği ana maddeler, ara maddeler, mamul maddeler sorulup öğrenilmelidir. Fabrikadaki formülasyonlardan başlayıp, depolanması, taşınması, tarım alanlarında hazırlanıp kullanılması, kullanılan aletlerin temizlenmesi ve saklanması, artıkların ortamdaki kaldırılması ve yok edilmeleri sırasında intoksikasyonların oluşabileceği unutulmamalıdır.

**Tablo-1: Klorlu hidrokarbonlar ile organik fosforlu ilaçlar arasındaki farkları**

Bulgular	Klorlu Hidrokarbonlar	Organik Fosforlu İlaçlar
Etki şekli	Bilinmiyor	Kolinesteraz blokajı
Görüldüğü yerde kalma süresi	Orta derecede	Kısa süreli
Bulantı, kusma, huzursuzluk	Vardır	Olabilir
Diyare	Yoktur	Vardır
Terleme, hipertansiyon, göz yaşarması	Yoktur	Vardır
Nabız	Taşikardi	Başlangıçta taşikardi, bradikardi
Solunum	Takipne	Bronko spazm, dispne
Pupillalar	Midriazis	Myozis
Sonuç	Aritmi, koma, solunum felci, ölüm	Atrioventriküler blok, siyanoz, akciğer ödemi, sifinkter bozuklukları, ölüm

Zehirlenmelerin hangi grup ilaçla olduğunun tesbiti önemlidir. Tedavinin tayini ancak bu şekilde mümkün olur. Her vakada kullanılan ilacın cinsi bilinmeyebilir. Ancak iyi bir fizik muayene bu konudaki tereddütleri giderebilir.

Klorlu ilaçların son yıllarda kullanılmaları çok azalmış, hatta terk edilmiştir (4). Bununla beraber formülasyonların tam olarak bilinemediği durumlarda intoksikasyonların bu ilaçlarla olabileceği de akla gelmelidir. Klorlu hidro-karbonlarla olan intoksikasyonlar da SSS bulguları ön plandadır.

Bir bilgi vermesi bakımından klorlu hidrokarbonlarla, organik fosforlu ilaçlar arasındaki farklardan bazıları Tablo-1'de gösterilmiştir (1,2,3,13).

## Tedavi

### Tedavide ilk önlemler

- 1-Hasta ortamdaki hızla uzaklaştırılır
- 2- Elbiseleri çıkarılır, vücut sabunlu bol su ile veya alkali bir solüsyonla yıkanır
- 3- Yapay solunum ve oksijen inhalasyonu tatbik edilmelidir. Solunum yolları açık tutulur.
- 4- Ağızdan alınmışsa mide yıkanır (karbon medisineli kullanılır). Tuzlu müşhiller verilir. Şahıs kusturulur.

Yağ, yağlı müşhil, süt emilimi kolaylaştırıldığından verilmemelidir.

Süratle semptomatik tedavi uygulanmalıdır (2,4,9,10,11,12).

### Klorlu hidrokarbonlarla olan intoksikasyonlarda

- Kas çekilmeleri ve konvülsiyonlar için barbitüratlar verilir. Konvülsiyonda Nembutal Ampul

kullanılır. Tetanik kasılmalarda Kalsium yapılır.

- Efedrin, Aramin, Epinefrin ve Adrenalin kesinlikle verilmez.
- Organ komplikasyonlarında bunlara ait tedavi ve koruyucu tedbirler eklenir.
- Hipokloremi halinde izotonik tuzlu su verilir.
- Aritmilerde Pronestil'den yararlanır.

### Organik fosforlu ve karbamatlı ilaçlarla olan intoksikasyonlarda

Zehirlenme ağız, solunum ve cilt yolu ile olur. Cilt yolu ile absorbe olmaları toksisitesini daha da arttırmaktadır (14). Kolay buharlaşmadıklarından solunum yolu ile zehirlenme tehlikelerinin az olmasından bahsedilmekteyse de, özellikle tarım ilaçları üreten fabrikalarda solunum ve cilt yolu ile olan zehirlenmeler dikkat çekmektedir (11,12,13). İlacın ağızdan alınışında semptom ve belirtiler 1 saatten kısa zamanda ortaya çıkar. Deri yolu ile olan zehirlenmelerde bu süre 12-24 saate kadar uzayabilir (1,4). Kronik maruziyeti olan işçilerde vücutta devamlı bir asetilkolin birikimi mevcuttur, küçük doz ilacın solunum veya cilt yolu ile organizmaya girişi, akut bir intoksikasyon tablosunu hatırlatır. Bu nedenle tedavinin süratle, enerjik bir şekilde yapılması gerekir

Aşırı bronş salgısı için postürel drenaj ve aspirasyon uygulanmalıdır. Morfin, aminofilin, barbitüratlar, fenotiazin ve öteki solunum depresanları kullanılmamalıdır. Konvülsiyonlar denetim altında tutulmalıdır. Süratle spesifik tedavi başlatılmalıdır (8,11,12,13).

### Spesifik tedavi

**Atropin tedavisi:** Vücutta birikmiş asetilkolin etkisine antagonist olarak kullanılır. İlk doz 2-4 mg



Atropin damar yolu veya kas içine hemen yapılır. Durumun ciddiyetine göre 3-8 dakika veya çoğunlukla 15-20 dakikada bir 2 mg atropin tatbik edilir. İlk iki saatte 12 mg, ilk gün 50 mg atropin, hatta daha fazla atropin yapılması gerekebilir. Atropin etkisinin görülmesinden sonra, atropin tedavisi kesilmez. Doz azaltılır. Günde 4 defa ½ veya 1 mlgr gibi küçük dozlarla devam ettirilir. Her hafta başı ChE aktivite testi yapılır. Kabul edilebilir seviyeye veya normal seviyeye yükselince atropin tedavisi kesilir (2,11,12,13).

**Oximlerle tedavi:** Oximler kolinesteraz reaktivatördür. Bloke edilmiş kolinesteraz enzimini 20-30 dakika da reaktive ederler. Oximler atropin tedavisi ile beraber kullanılmalıdır.

**Pralidoksin (PAM):** 500 mg/20ml'lik ampulleri mevcuttur. Bir defada 1 gr yavaş olarak (5 dakika) damar yoluyla verilir. 20 dakika aralarla iki ampulün daha yapılmasını yeterli görenler olduğu gibi, 4 grama kadar çıkılması gerektiğini ifade edenler de mevcuttur. Çocukta doz 15-20 mg/kg başnadır.

**Obidioksin (Toxogonin):** 250 mg/1 ml'lik ampulleri vardır. Büyüklere 250-500 mg damar yolu veya kas içine uygulanır 20 dakika aralıklarla iki ampul daha yapılabilir. Çocuklarda doz 4-8 mg/kg başnadır (1,2,6).

### Pyrethrin ve Pyrethroid Cinsi Pestisitler

Son yıllarda belediyelerin şehir içinde yaptıkları ilaçlamalarda bilinenlerin dışında bazı ilaçlar kullanılmaya başlandı. Bunlar pyrethrin ve pyrethroid cinsi pestisitlerdir. Pyrethrin bir bitkinin çiçeğinden alınan tabii bir maddedir, Pyrethroid ise aynı maddenin sentetik olarak elde edilmiş şeklidir (15).

Pyrethroid pestisidler kimyasal yapı ve etkilerine göre 2 gruba ayrılır.

**Tip I:** Kimyasal yapıların da alfa-siyano-3 fenoksibenzil bulunmayanlar. Pyrethroidleri merkezi sinir sistemi nöronlarında membran kanallarından Na geçişini engeller ve geciktirirler.

**Tip II:** Kimyasal yapılarında alfa-siyano-3 fenoksi benzil bulunanlar. Pyrethroidler ise bazı reseptörleri inhibe ederek Na ve K metabolizmasını bozarlar.

Ayrıca asetilkolin esteraz ve monoamin oksidaz aktivitesini de azaltırlar (15). İntoksikasyonlar da

sinir sistemi ve kas sistemine ait semptomlar ve klinik bulguların yanında, hafif etkilmiş organik fosfor intoksikasyonu vakalarındaki semptom ve bulgular ortaya çıkar. Bazen organik fosforlu ilaçlarla beraber kullanılmakta oldukları da bildirilmektedir (15).

Pyrethrin ve pyrethroid cinsi ilaçları tesir tarzları nedeniyle ayrı gruplar olarak değerlendirmeyi isteyenlerin yanında, ortaya çıkan intoksikasyon bulgularının, organik fosforlu ilaç intoksikasyonunu hatırlatması ve onun hafif bir şekli gibi değerlendirilmesi nedeniyle, organik fosforlu ilaçlarla aynı grupta değerlendirmenin, bir sakıncasının olmayacağını ifade edenler de bulunmaktadır. Pyrethrin ve pyrethroid cinsi pestisitler, organik fosforlu ve karbamatlı ilaçlara göre, memeliler için daha az toksiktir. Sebebi de bu ilaçlar asidik ortamda inaktif hale gelirler. Memelilerin sindirim sisteminin asidik bir ortam oluşunun rolü söz konusudur (15,16).

### Üretimin Yapıldığı Fabrikalarda İntoksikasyonlardan Korunma

#### Tıbbi koruyucu tedbirlerin alınması

**İşe giriş muayeneleri:** Tarım ilaçlarının üretildiği fabrikalarda çalışanların işe giriş muayeneleri ciddi olarak yapılmalı işe uygun olmayan kişiler, solunum sistemi rahatsızlığı, nörolojik rahatsızlığı, cilt hastalığı, allerjisi olan kişiler bu işyerlerine alınmamalıdır (17). Bu işyerleri ve tarım alanlarında ilaçların kullanılması "ağır ve tehlikeli" işyerleri kapsamına girer ve buralarda kadınlar ve çocuklar çalıştırılmaz.

Periyodik muayenelerin zamanında ve ciddi olarak yapılması gerekir. Periyodik muayenelerde eritrosit, plazma ve tüm kanda mutlaka ChE aktivitesi tayinleri yapılmalıdır (18). Periyodik muayeneler 6 ayda bir yapılır (19). Haşerelere karşı ilaçlama hazırlayan ve ilaçlama yapan kişilerde periyodik muayeneler 3 ayda bir yapılmalıdır (20).

Eğitim ve uyarılara önem verilmesi gereklidir. Genç ve tecrübesiz işçilerin yeterli eğitime tabi tutulmadan üretimin yapıldığı bölümlerde çalıştırılmaması gerekir.

Üretimde çalışan ve tarım alanlarında ilaçları kullanacak kişilere bu ilaçların insan sağlığına zararlı oldukları mutlaka söylenmeli ve nasıl korunacakları mutlaka öğretilmelidir.



### **İşyerine ait koruyucu tedbirlerin alınması:**

*Tarım ilaçlarının üretildiği ortamlarda mesai bitiminde iş elbiseleri değiştirilmeli ve ilaçlamadan sonra kişisel temizlik ve banyo yapma imkânları sağlanmalı ve buna mecbur edilmeliler.*

*İşyerinde acil durumda tedavi yapma imkânları hazır olmalıdır.*

*Kişisel koruyucular mutlaka temin edilmeli ve kullanılmalıdır.*

*Yasal düzenlemelere uyulmalıdır.*

*İşyerine ait diğer tüm koruyucu tedbirler alınmalıdır.*

### **Tarım Alanlarında Çalışan İşçilerin Korunması**

#### **Koruyucu tedbirlerin alınması**

*İşe giriş ve periyodik muayenelerin yapılması ve eğitim çok önemlidir*

*Kişisel koruyucular verilmelidir.*

*Tarım ilaçlarının kullanıldığı ortamlarda işçilere iş elbisesi, eldiven vb gibi kişisel koruyucular verilmeli, kullanımı sağlanmalı ve bu malzemeler sık sık yıkanarak temizlenmelidir.*

*İşçilerin başını, yüzünü ve omuzlarını örtecek şekilde, görmesini engellemeyen plastik bir başlık verilmeli ve bu başlık sık sık yıkanmalıdır. Vücudunda yara, sıyrık olan kişiler bu durum iyileşene kadar çalıştırılmamalıdır.*

*Sigara içmelerine müsaade edilmemeli ve ellerini ağızlarını yıkamadan bir şey yemelerine izin verilmemelidir.*

#### **Püskürtme cihazlarının bakımlı olması**

*İlacın formülasyonunun hazırlanmasında gerekli titizlik gösterilmelidir. Hazırlanan ilacın püskürtme cihazına aktarılırken ellere bulaşması, elbiseye dökülmesi önlenmelidir. Püskürtme cihazı bakımlı olmalı, hortumları delik, yırtık olmamalıdır.*

#### **Genel tedbirlerin alınması**

*İnsektisid ihtiva eden kapların üzerinde ilacın ismi yazılı olmalı, zehirli oldukları açıkça belirtilmelidir.*

*İnsektisidlerin kullanılmasından sonra boşalan kaplar imha edilmeli, rastgele atılmamalı, parçalanarak gömülmelidir. Bunların içine gıda maddeleri konulmasına müsaade edilmemelidir.*



Resim 1. Tarım ilaçlarında kişisel koruyucular ve ilaçlama

• İnsektisid maddeler halkın temas edeceği yerlere, açık olarak bırakılmamalı, daima kilit altında muhafaza edilmelidir.

• İşçilerin sürekli çalışmaları önlenmeli, yasal olarak günde sürekli 3, toplam 6 saatten fazla çalışmaları yasaklanmıştır (20).

• Periyodik muayeneleri ve gerekli laboratuvar tetkiklerini 6 ayda bir yaptıran işyerlerinde çalışmalar günde 7,5 saat olabilir (21).

• Zehirlenme halinde ilk tedbirlerin alınması ve ilk ve acil yardım için gerekli personel yetiştirilmelidir. İlk müdahalede kullanılacak ilaçlar hazır bulundurulmalıdır (1,2,16,17,19).

• Tarım alanlarına, ilaçlama yapıldığını belirten levha asılmalıdır. Burada ilacın ismi, formülü, ilaçlama tarihi yazılmalı ve antagonist ilaç belirtilmelidir.

• İlaçlama yapılan alanlara genelde bir hafta hiçbir canlı girmemeli, üç hafta da sebze ve meyve toplanmamalıdır.



## Sonuç

Tarım ilaçları úlkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ilaçlar üretim ve tarım alanlarında kullanılırken gerekli uygun koruyucular alınmamaktadır. Ústelik tarım alanlarında ilaçlamayı yapanlar profesyonel kişilerden çok, köylülerin kendileridir. Bu nedenle intoksikasyonlara sık rastlanır.

Erken teşhis ve tedaviye erken başlanması hayat kurtarıcı rol oynar. Bu nedenle gerekli ve uygun koruyucuların alınması ve uygulanması halinde kişilerin intoksikasyonlardan korunması mümkündür.

En önemlisi de tarım alanlarında ilaçları kullanacak kişilerin ve çevrelerinin eğitilmesi ve öğretilmesidir.

## Kaynaklar

- 1- Occupational Health and Safety, ILO vol: II, Geneva, 1991.
- 2- Özalp M.N., Ögüş A., Meslek Hastalıklarında Pestisitler ve Meslek hastalıkları ile ilgili Ek Bilgiler, SSK Genel Müdürlüğü Yayını, No: 333, 1979.
- 3- Telsere (Gökçe) P, Davran S., Organik Fosforlu İnektisidler, Sigorta Sağlık Dergisi, Yıl: 17, No: 2, 1975.
- 4- İnektisid Zehirlenmeleri (Genelge), Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı, Sağlık İşleri Genel Müdürlüğü, 25.5.1976, No: 5277.
- 5- Tanyeli K., Yaluntaş T., Doğu Anadolu'da Organik Fosfor Zehirlenmeleri, Atatürk Üniversitesi, I. Tıp Kongresi, 1978, Erzurum.
- 6- Erel D., İnektisidler, Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı, Hıfzıssıhha Okulu Yayını, No:26, Ankara, 1966.
- 7- Sırer H., Karbonatlı ve Organik Fosforlu İnektisidler Üreten Bir Fabrikada Araştırma, SSK Tıp Kongresi Tebliği, 1975, SSK Genel Müdürlüğü Yayını, No: 258.
- 8- Berk M., Değişik Tedavi Uygulanan İki Organik Fosfor İntoksikasyonu Vakası, SSK Tıp Dergisi Yıl: 4, No: 3, 1972.
- 9- Velicangil S., Koruyucu Sosyal Tıp, 1975, İstanbul.
- 10- Pamir I., Klinik Toksikoloji Zehirler ve Zehirlenmeler, 1969, Ankara.
- 11- Yeşilleyen N., Baykal Y., Çelen C., Cinlioğlu K., Tarım İlacı Üreten Fabrikalarda Mesleki Organik Fosfor İntoksikasyonları Olguları, Sigorta Tıp Bülteni, Aralık, 1983.
- 12- Yeşilleyen N., Baykal Y., Çelen C., Yasav G., Tarım İlaçları Üreten Bir Fabrikada Yapılan Tarama Muayeneleri ve Organik İntoksikasyon Olguları, SSK Okmeydanı Hastanesi Tıp Bülteni, 1984.
- 13- Yeşilleyen N., Baykal Y., Çelen C., Cinlioğlu K., Tarım İlaçları Üreten Fabrikada Mesleki Organik Fosfor İntoksikasyonu Olguları ve Son Dört Yılda Tespit Edilen 188 Vakanın Değerlendirilmesi.
- 14- Gürel N., Ateş K., Yeşilleyen A., Enteresan Bir İnektisid Zehirlenmesi Vakası, SSK 13. Tıp Kongresi, 1988.
- 15- Yüksel N., Bilgin Y., Sabuncu H., İnektisidlerle Çalışan Belediye İşçilerinde Sentetik Predroid Türülerinin Kronik Etkileri, Ulusal İşçi Sağlığı ve İşyeri Hekimliği Günleri.
- 16- Karadağ O.K., Kolinesteraz İnhibitörü Pestisitlere Maruz Kalınan İşyerlerinde İşçi Sağlığı Uygulamaları, TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, Sayı: 3, Temmuz 2002.
- 17- Tonguç E., Meslek Hastalıkları Kılavuzu, TTB Yayını, Kasım 1992, Ankara.
- 18- Yeşilleyen N., Metin E., Bilgin Y., Şahin N., Tarım İlaçları Üreten Bir Fabrika İşçilerinde Yapılan Periyodik Muayeneler, III. Ulusal İşçi Sağlığı Kongresi kitabı, 1998, Ankara.
- 19- İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü, Resmi Gazete; 11.1.1974, Sayısı; 14765, Madde 65.
- 20- Halk Sağlığı Alanında Haşerelere Karşı İlaçlama Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi; 27.01.2005 Sayısı; 25709.
- 21- Sağlık Kuralları Bakımından Günde Ancak Yedibuçuk Saat veya Daha Az Çalışması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik, Madde 4/z, Resmi Gazete: Tarihi 15.04.2004, Sayısı; 25434. ●



Resim 2. Tarım ilaçlarının üretim ve tarım alanlarında kullanılması sırasında kişisel koruyucular



**UNUTULMAMASI GEREKEN BİR ÇEVRE FELAKETİ:**

Dr. A. Önder Porsuk  
Doktora Öğrencisi, Trakya Ün. Tıp Fak. Halk Sağlığı AD.  
Dr. Faruk Yorulmaz  
Prof. Trakya Ün. Tıp Fak. Halk Sağlığı AD.

**BHOPAL KİMYASAL KAZASI:  
TARIMDA DAHA ÇOK VERİM İÇİN...(Mİ?)**

Günümüzde pek çok alanda olduğu gibi, tarım sektöründe de birinci öncelik kârlılık olarak gözükmektedir. Oysa insanın fizyolojik ihtiyaçlarından biri ve sağlıklı yaşamının vazgeçilmez şartı olan beslenmenin en önemli unsurlarından biri tarımdır. Ancak bazı “tarımsal uygulamalar” artık insanların sağlıklı yaşamasına hizmet etmek bir yana, daha fazla kazanç uğruna insanların sağlığını olumsuz etkilemeye başlamıştır. “Tarımda daha çok verim” gibi herkesin hoşuna gidebilecek bir kavramın arkasına saklanarak, sürekli artan kimyasal madde kullanımı her platformda tartışılmakta ve genellikle tartışmalar bu maddelerin hemen görülmeyen kronik etkileri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Oysa bundan 27 yıl önce yaşanan bir felaket, bu kimyasal maddelerin akut olarak da nelere yol açabileceğinin en unutulmaması gereken örneklerinden biridir.

**Olay Neydi?**

1984 yılında 2 Aralık'ı 3 Aralık'a bağlayan gece, Hindistan'ın Madya Pradeş Eyaleti'nde bulunan Bhopal şehrinde kurulu, tarım ilaçları üreten bir fabrikada kimyasal gaz kaçağı meydana gelmişti. Bu kadar basit bir cümleyle özetlediğimiz bu olayın, daha sonra insanlık tarihinin en kötü kimyasal kazası olduğu anlaşıldı. Yönetimi Amerikan kökenli bir şirket tarafından yürütülen ve pestisid (tarımsal zararlı öldürücüler) yapımında kullanılan MIC (metil izo siyanat) gazı üreten fabrikada meydana gelen sızıntı, binlerce insanın hayatını olumsuz yönde etkiledi ve iddialara göre halâ da etkilemeye devam ediyor.

**Fabrikanın Tarihçesi**

1969 yılında Union Carbide Corporation (UCC) isimli Amerikan firması, Hindistan yerel otoriteleriyle ortak bir tarım ilaçları üretim fabrikası kurdular. Ortaklık payları %51'e, %49 UCC

ağırlıklıydı. Yapılan anlaşmaya göre fabrikanın kullanacağı teknoloji UCC tarafından sağlandı ve işletme sorumluluğunu da yine bu firma üstlendi. Fabrikanın kuruluş amacı ticari adı 'Sevin' olan, karbaril etken maddeli pestisid ilaç üretimidir. Karbaril üretiminde kullanılan ara maddelerden biri de MIC olarak belirlenmişti. MIC, üretim sürecinde kullanılacak daha az tehlikeli diğer maddelere göre daha ucuzdu. 1979 yılında üretim tesisine MIC üreten bir fabrika eklendi.

**Olay Öncesi İşaretler**

1976 yılında iki sendika fabrikanın yarattığı çevre kirliliği nedeniyle harekete geçti. Yine aynı tarihlerde yerel gazetelerde fabrikanın oluşturduğu tehlikeyi anlatan yazılar yayınlandı. Resmi kayıtlara göre ölümlü ilk iş kazası 1981 yılında meydana geldi. 1984 yılına gelinceye kadar onlarca iş kazası meydana geldi. Bu süreçte, başta fabrikayı 1982 yılında inceleyen Amerikalı uzmanlar olmak üzere, çeşitli kuruluşlar ve yerel yetkililer fabrika yönetimini uyardı, ancak hiçbir dikkate alınmadı.

**Olayın Gelişimi**

2 Aralık 1984 akşamı, saat 21:00 civarında suyla çalışan temizleme sistemi devreye girdi. Yaklaşık bir saat sonra, bu sistemden gelen suyun 610 numaralı, içinde 42 ton MIC bulunan tanka sızmasıyla reaksiyon başladı. Saat 22:30'da gaz, VGS (Vent gas scrubber = Kaçak gaz temizleyicisi) adı verilen kuleden sızmaya başladı. Ancak bu kulenin daha sonra açıklayacağımız güvenlik sistemi devre dışıydı. Saat 00:30 civarında büyük bir siren sesi duyuldu ve derhal kesildi. Bundan 20 dakika sonra sadece fabrika içinde duyulan bir siren çalmaya başladı ve işçiler kaçtı. Aynı saatlerde fabrika yakınlarında yaşamakta olan insanlarda öksürük, solunum güçlüğü, gözlerde yanma, kusma gibi



belirtiler görúlmeye başlandı. Saatlerin 01:00'i gösterdiği sıralarda polis alarma geçti ve evleri boşaltmaya başladı. Ancak görúřüne başvurulan fabrika müdürü bir gaz kaçağı olabileceğini reddetti. Saat 02:00'de şehir merkezinde bulunan (Hamidia Hospital) Hamidiye Hastanesi'ne ilk hastalar gelmeye başladı. şikâyetler görme bozuklukları ve körlük, solunum güçlüğu, ağızda köpürme ve kusmaydı. Bunun üzerine saat 02:10'da fabrika dışından da duyulabilecek bir alarm devreye girdi. Ancak 04:00 sıralarında kaçak kontrol altına alınabildi. Sabah 06:00'da polis sözcüsü her şeyin yolunda(!) olduğunu açıkladı. Bundan sonra soru işaretleriyle dolu bir süreç başladı. Ölenlerin sayısı resmi kaynaklarca önce 2.000 civarında, daha sonra da (1991 yılında) 3.928 olarak açıklandı. Ancak bağımsız kaynaklar, ilk gün ölenlerin yaklaşık 8.000 kiři olduğu ve bu rakamın ilerleyen günlerde 20.000'e yükseldiğini iddia ediyorlar. Yine bu kaynaklara göre yaklaşık 200.000 kişide ciddi ve kalıcı sakatlıklar meydana geldi. Ancak, şehirde bulunan iki büyük hastane ve oluşturulan geçici bakım merkezlerinin kayıtlarından anlaşıldığına göre, olaydan etkilenenlerin sayısı 520.000.



Bunların yaklaşık 200.000'i 15 yaş altındaki nüfus ve 3.000'i de hamile kadını.

### Olayın Hazırlayıcıları

Fabrikanın kurulduğu ilk günlerde tartişmalar da başlamıştı. Sivil toplum örgütleri UCC firmasının tehlikeli (ama ucuz) bir üretim metodunu benimsediğini ve bu teknolojiyle Amerika'da böyle bir fabrikanın kurulmasına kesinlikle izin verilmeyeceği için Hindistan'ı tercih ettiklerini iddia etmişlerdi. Hemen belirtmeliyiz ki, günümüzde de süren bu iddia firma tarafından hep reddedildi.

Aslında, yapım aşamasında pek çok güvenlik önlemi düşünölmüştü, ama o gün inanılmaz zafiyetler vardı. Madde madde özetlersek;

- şirket yönetimi, ekonomik kaygılar nedeniyle Amerikan güvenlik standartları yerine, daha düşük seviyedeki Hint standartlarını benimsemişti.

- Yine aynı nedenle güvenlik denetimlerine ara verilmişti. (En son 1982'de fabrikayı denetleyen Amerikalı uzmanlar, güvenlik açıklarını rapor etmişlerdi.)

- UCC'nin kendi iç talimatnamesine göre tanklar, genleşmeye neden olabilecek bir olay karşısında ekstra hacim gerektiği için maksimum %60 doldurulmalıydı. Ancak o gece sızıntı meydana gelen tank %75 doluydu.

- Acil bir durum için hazırlanmış ve daima boş olması gereken yedek tank, başka kimyasallarla doluydu.

- Temizlik amacıyla basınçlı buhar yerine, daha ucuz ve kolay elde edildiği için su kullanılıyordu.

- Temizlik amacıyla kullanılan suyun tanklara



sızmasını engelleyecek olan valfler temizleyen işçi tarafından sıkıca kapatılmış, ama güvenlik diskleri yerine takılmamıştı. Daha sonra alınan ifadesinden, işçinin bunun kendi görevi olmadığını düşündüğü anlaşıldı.

- Suyun tahliyesini sağlayacak dört vanadan iki tanesi tıkalıydı. Bu da basıncın yükselerek suyun tankın içine sızmasına neden oldu.

- MIC suyla karşılaştırıldığında egzotermik reaksiyon meydana gelmesi ve bu ısınmanın da genişlemeye yol açması ihtimaline karşı kurulmuş olan soğutma sistemi, finansal tasarruf amacıyla 5 ay önce devre dışı bırakılmıştı.

- Bu sistem aynı zamanda MIC gazının normal zamanlarda da soğuk saklanması sağlamaya yönelikti, ama işletim maliyeti yüksekti.

- Kaçak gaz temizleme kulesi, gazın tutularak, dışarı sızmasını engellemek üzere kostik soda (sodyum hidroksit) ile dolu olmalıydı, ama seviye yeterli değildi.

- Zaten bu sistemle tankların bağlantısı da ke-sikti. Çünkü o sırada fabrikada üretim durmuştu ve çalışanlar üretim olmadığı zaman bu sistemin devrede olmasını gerekli görmemişlerdi!

- Tanka su girmesiyle reaksiyon başlayınca çalışanlar basınç yükselmesini fark ettiler. Ama uygulamaları gereken acil durum prosedürlerini bulamadılar.

- İstihdam kaygılarıyla Hintli yetkililer, Amerikalı uzmanların dahi fabrikada sürekli çalışmasına izin vermiyorlardı. Bu nedenle olay anında fabrikada ucuz işgücü olarak görülen, yeterli eğitim almamış personel görev başındaydı.

- Güvenlik talimatnamelerinin çoğu İngilizce olmasına karşın, fabrikada çalışanların (özellikle gece vardiyasında) çoğu İngilizce bilmiyordu.

- Güvenlik sisteminin ikinci kademesi, birinci sistemden kaçan gazları etkisiz hale getirmek üzere tasarlanan yangın kulesiydi. Ama sistemi kuleye bağlayan boru bakım amacıyla sökülmüştü ve yedeği de yoktu.

- Buna rağmen bir üçüncü kademe güvenlik önlemi daha vardı. Gazın sızdığı yerlerde su perdesi oluşturularak, çıkan gazın yere indirilmesi ve havaya karışması engellenerek, zararının azaltılması düşünülmüştü. Su perdesinin basıncı ancak 30 m. yükseğe çıkmasına yeterliydi, ama gaz 36 m. yüksekten fırlıyordu.

- Fabrikanın dizaynını yapan mühendis T. D'Silva, fabrikanın yerel malzemeler kullanabilmek için "Hintleştirildiği"ni iddia etti. İddiaya göre Hindistan'da bazı elektronik parçaların bulunması zor olduğu için, Hintli mühendisler fabrikada çok ciddi yapısal değişiklikler yapmışlar ve bu da olaya zemin hazırlamıştı.

- Amerika'da benzeri fabrikalarda bulunması şart olan otomatik dörtlü alarm sistemi, bu



fabrikada yoktu. Sadece elle çalıştırılan bir sistem vardı ve o çalıştırıldığında da iş işten geçmişti.

- Fabrikanın kuruluş yeri kente çok yakındı. Kimi fabrika çalışanlarının yaşadığı, kimi de fabrikada iş bulma umuduyla gelenlerin yaptığı çok sayıda gecekondu hemen yakındaydı.

- Yerel otoriteler, böyle bir kazanın olabileceğini hiç düşünmedikleri gibi, bu konuda yazılar yazan Rajukman Keswani gibi pek çok yazarı da dikkate almamışlardı.

- Bir kaza anında uygulanabilecek bir kriz planı yoktu.

- Kentte iki büyük hastane olmasına rağmen, sağlık çalışanları böyle bir olaya nasıl müdahale etmeleri gerektiğini bilmiyorlardı.

### Felaketin Etkeni

MIC (metil izo siyanat) molekül formülü C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>NO olan, karbamat grubu pestisidlerin yapımında ara madde olarak kullanılan bir kimyasaldır. Bunun dışında lastik ve yapıştırıcı sanayinde de kullanılır. Renksiz, berrak, keskin kokulu bir sıvıdır. Kaynama noktası 39,1°C olan, yanıcı bir gazdır. Suda çözünebildiği gibi, ortam sıcaklığına bağlı olarak suyla reaksiyona da girebilmektedir.

Sağlık ağısından çok tehlikeli bir madde olan MIC, gaz halindeyken ACGIH (American Conference on Government Industrial Hygienist) tarafından havada bulunmasına izin verilen eřik değereri 0,02 ppm'dir. 0,4 ppm değererinin úzerine çıktığı zaman öksürük, göğüs ağrısı, solunum zorluğu, gözlerde, burunda ve boğazda yanma gibi belirtileri görölür. 21 ppm değererinin úzerine ıktığındaysa amfizem, akciğer ödemi, solunum yollarında kanamalar ve ölüme yol ađar. Aynı zamanda gözlerde yol ağtığı iritasyon kalıcı körlükle sonuçlanır.



Ayrıca, suyla olduğu gibi, pek çok maddeyle de reaksiyona girebilmesi ve bu reaksiyonlar sonucu çıkan gazların neredeyse tamamının yüksek derecede toksik etkileri olması nedeniyle, çok dikkatli úretilmesi, taşınması ve depolanması gereken tehlikeli bir maddedir. Yine bu nedenle güvenli depolama için yalnızca cam ve paslanmaz elik kaplar önerilmektedir.

### Olayın Kısa Dönemdeki Sonuğları

Gaz bulutlarının yerleşim yerlerine ulaşmasıyla birlikte panik de başladı. Binlerce insan çığlıklarla fabrikadan uzaklaşmaya çalıştı. Her zaman olduğu gibi çocuklar, kadınlar (özellikle hamile olanlar), yaşlılar şanssız grubu oluşturdular. Öncelikle çocuklar, hem boyları kısa olduğu için, havadan ağır olması nedeniyle yere yakın konsantrasyonu artan gaza daha çok maruz kaldılar, hem de ayaklar altında ezildiler.

Sabah olduğunda 170.000 insan hastanelerde ve oluşturulan geçici sağlık merkezlerinde tedavi görmeye çalışıyordu. Gerçek rakam halen bilinmemekle birlikte, güvenilir tahminlere göre ilk birkaç günde ölü sayısı 8.000'i buldu. İlerleyen günlerde bu sayının değişen kaynaklara göre 10.000 ile



İsmi tespit edilemeyen bu çocuğun cansız bedeni facianın simgesi oldu

20.000 arasında (hatta bazı kaynaklara göre 33.000) olduğu iddia edildi. Hindistan Hükümeti 1991 yılında bu rakamı 3.928 olarak tescil etti. Ayrıca yine tahminlere göre 100–200 bin arası insan kalıcı sakatlıklara yenik düştü.

Olayın evre úzerindeki ilk etkileri hayvanlar úzerinde görüldü. Yaklaşık 2.000 büyük ve küçükbaş hayvan leři toplanarak imha edildi. Birkaç gün sonra da civardaki ağaçlar sarararak, kurumaya başladılar. Sulardaki kirlilik nedeniyle balık tutmak yasaklandı.

### Olayın Uzun Dönemdeki Sonuğları

Hintli yetkililerin bilimsel çalışmalarına sıcak bakmamaları ve hatta çevrede çalışma yapmak üzere örnek toplayanları hapse atmaları kesin bilgilere ulaşılmasını engelledi. Ancak, ölü doğumların %300, neonatal ölümlerin ise %200 arttığı kanıtlandı. UCC firmasının kendi laboratuvarlarının yaptığı 1989 ve 1994 yılındaki ölçümler bile su ve toprak kirliliğinin yüksek olduğunu gösterdi. Greenpeace örgütünün yaptığı çalışmalara göre ise inanılmaz sonuçlar ıktı. Fabrikanın yarattığı evre kirliliği bu kazayla sınırlı olmayıp, çok daha ciddi boyutlardaydı. Örneđin artezyen kuyularından sağlanan sularda cıva miktarı limit değerlerin 20 bin ile 6 milyon kat úzerindeydi. 2002 yılında yapılan bir çalışmada emziren annelerin sütlerinde cıva, kurşun, triklorobenzen, kloroform gibi çok sayıda kimyasala rastlandı.



### UCC Olay Hakkında Ne Diyor?

UCC şirketi yetkilileri olayın kaza olmadığını, işten çıkarılan bir işçi tarafından yapılan bir sabotaj olduğunu iddia ettiler. Ama bu iddialarını hiçbir zaman kanıtlayamadılar. Şirketin bir diğer iddiası da güvenlik standartlarının Amerika'daki fabrikalarıyla birebir aynı olduğu idi. Şirketin resmi internet sitesinde, bu iddiaların yanında, olayın meydana geldiği fabrikanın kendilerinin de ortak olduğu UCIL (Union Carbide India Limited) isimli bir firmaya ait olduğunu, bu firmanın daha sonra satılmasıyla (birkaç el değiştikten sonra en son 2001'de Dow Company) yeni sahiplerinin olayla ilgisinin kalmadığı gibi pek çok sav ileri sürülmektedir. Ayrıca şirket yetkilileri olaya derhal müdahale ettiklerini, ilk aşamada tıbbi yardımlara, daha sonra da dekontaminasyon faaliyetlerine hem maddi, hem de insan gücü katkısında bulduklarını öne sürmektedirler. Son olarak da 1989 yılında ödedikleri 470 milyon dolarlık tazminatla sorumluluklarını tam olarak yerine getirdiklerini belirtmektedirler.

### Engellemek Mümkündü!

Aradan yıllar geçtikten sonra bir kez daha görüyoruz ki, bu felaket bir aymazlıklar zincirinin sonucu meydana gelmiştir. Şöyle ki;

- Tarım sektöründe kimyasal madde kullanımının kontrol altına alınması, her yıl binlerce ton üretim yapan şirketlerin hoşuna gitmese de bu tip faciaların engellenmesinde birincil önlem olabileceği aşikârdır.

- MIC gibi çok tehlikeli bir maddenin üretimde kullanılması teknik bir zorunluluk değil, daha fazla kâr amaçlıydı. O gün, orada bu madde olmasaydı, bu olay hiç olmayacaktı.

- Mademki böyle bir madde ile çalışmaya karar verildi, fabrika yerleşim yerlerinden çok daha uzağa kurulabilir, oluşturulacak koruma bandı ile fabrika yakınında yerleşim engellenebilirdi.

- Güvenlik mekanizmalarının bir kısmı duyarsızlık, bir kısmı da tasarruf amacıyla devre dışı bırakılmasaydı, kaçak olsa bile gaz çevreye yayılmazdı.

- MIC daha küçük miktarlara bölünerek depolansaydı, sızıntı miktarı da az olacaktı.

- Sağlıklı bir kriz yönetim planı olsa ve sızıntı başladığı anda alarm verilse, derhal tahliye işlemi başlatılarak binlerce hayat kurtarılabilirdi.

- Sağlık görevlileri ve yetkililer, olası tehlikeler hakkında bilgilendirilse, olaya nasıl müdahale edeceklerini bilebilirdilerdi. (Hastanelere ilk gelenlere öksürük şurupları ve göz damlalarıyla yardımcı olmaya çalışılmıştı!)

- Toprak ve suların kirli olduğu bilinmesine rağmen, insanların bölgede yaşamalarına göz yumulmasa, binlerce konjenital anomali engellenebilirdi.

### Son Olarak

Tarihin en büyük kimyasal felaketini, üzerinden yıllar geçtikten sonra tüm detaylarıyla hatırlatmaya çalıştık. Amacımız, bu olaydan ders çıkarması gereken, başta kamu yetkilileri olmak üzere sağlık, mühendislik gibi pek çok sektörün dikkatini çekmektir. Çünkü olay, tek başına sağlık sektörünü aşmakta, multidisipliner bir yaklaşım gerektirmektedir. Artan kimyasal madde kullanımı eğilimi hem çevreyi, hem de insanların yaşamlarını her geçen gün artarak tehdit etmektedir. Özellikle tehlikeli kimyasallarla çalışan tesisler başta olmak üzere, tüm sanayi kuruluşları düzenli ve nitelikli olarak denetlenmeli, mühendislik sektörleri daha az tehlikeli üretim prosesleri geliştirmeli, sağlık sektörü de olayı bir halk sağlığı sorunu olarak algılayarak yaklaşımlar geliştirmelidir. Aksi takdirde binlerce insanın sanayi tesisleriyle iç içe yaşadığı ülkemizde de benzeri bir facianın yaşanmaması şansa kalmış olacaktır. Unutulmamalıdır ki, bu andan itibaren hiçbir çaba, Bhopal'de meydana gelen büyük ekonomik kaybı, çevrede oluşan geri dönüşümsüz tahribatı ve en önemlisi de yok olan hayatları geri getirmeyecektir.

### Kaynaklar

1. www.bhopal.com (Erişim tarihi: 22.06.2011)
2. www.bhopal.net (Erişim tarihi: 22.06.2011)
3. www.greenpeace.org (Erişim tarihi: 22.06.2011)
4. Çernobil Nükleer Kazası Sonrası Türkiye'de Kanser, Türk Tabipleri Birliği Yayını, Nisan 2006.
5. www.unioncarbide.com (Erişim tarihi: 22.06.2011)
6. Afetler, Güler Ç., Çobanoğlu Z., Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Birinci Baskı.
7. Mühendislik Etiği - Kimyasal Hiroşima'nın 21. Yılı, Talınlı İ., İTÜ Kimya Mühendisliği, 2005.●