

## Konu 25. KİMYASAL ve BİYOLOJİK SİLAHLAR

### Etki şekilleri

- Bu maddelerin etkileri son derece çeşitlidir.
  - Kimisi sinir zehiri,
  - Kimisi metabolizma zehiri olarak etkir.
  - Kimisi irkilticidir.
  - Kimisi canlının hareket ve ruhsal durumun etkiler ve bozar.

### Sınıflandırılmaları

Kimyasal savaş maddeleri genellikle etki gruplarına göre sınıflandırılırlar; kullanılan maddelerin etki gruplarına göre sınıflandırılması, örnekleri ve eşdeğer isimleri Tablo 25.1.1'de verilmiştir.

Tablo 25.1.1. Kimyasal silahlar ve sınıflandırılması.

Etki şekli	Örnekleri: Eşdeğer ismi/isimleri
Sinir zehirleri	Tabun: GA, mLe-100
	Sarin: GB, Zarin
	Soman: GD, Zoman
	Sikloheksilsarin (GF), GE
	VX, VE, VG, VM
Kan zehirleri	Hidrojen siyanür (HCN): AC
	Hidrojen sülfür: H <sub>2</sub> S
	Siyanojen klörür: CK
	Siyanojen bromür: CNBr
Solunum yollarını	Fosgen: CG, karbonil klörür, Yeşil haç

irkiltenler (Boğulma yapanlar)	Difosgen: DP, Yeşil haç
	Klor: CL
	Kloropikrin: PS
Hasar yapanlar (Kabarcık yapanlar)	Kükürtlü hardal: HD, HS, Mustard gazı, Yperit, Lost, Sarı haç
	Azotlu hardal: HN-1, Etil 5, NH-Lost
	Azotlu hardal: HNZ, Dikloren, N-metil Lost, Mustin, S
	<i>Bis</i> -(2-kloroetilsülfid)monoksit: T
	Mustard-T karışımı: HT; Ağırlık esasına göre %60 HD+%40 T karışımı
	Mustard-Lewisit karışımı: HL; Ağırlık esasına göre %60 L+%37 HD karışımı
	Arsin: SA
	Lewisit: L
	Metildikloroarsin: MD
	Fenildikloroarsin: PD
	Etildikloroarsin: ED
	Fosgen oksim: CX, Halojenli oksim
Kapasite bozucular (Toplum hareketlerinin kontrolü)	Liserjik asit dietilamid: LSD
	Atropin-benzeri maddeler: BZ, Oksilidin
	Narkotikler: Fentanil sitrat gibi
Göz yaşartıcılar	1-Kloroasetofenon: CN
	O-Klorobenzilidenmalononitril: CS
	Dibenzoksapin: CR
	10-Kloro-5,10-dihidrofenasazin: DM
	Bromobenzil siyanür: CA (BBC)
	Bromoaseton: BA
	CNB: CN+benzin+CCl <sub>4</sub> karışımı

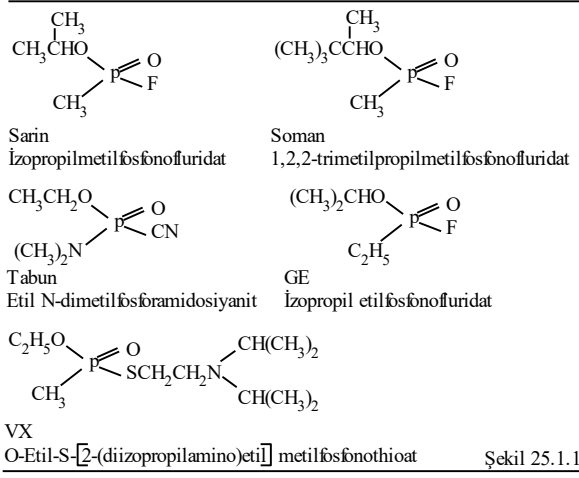
	CNC: CN+kloroform karışımı
	CNS: CN+kloropikrin+kloroform karışımı
	Benzil iyodid, benzil bromür, akrolein, kloroaseton, iodoaseton, kapsiukum oleoreçinesi
Kusturucular	Klorodihidrofenasin: Adamsit, DM
	Difenilsiyanoarsin: DC
	Difenilkloroarsin: DA

### Sinir zehirleri

Kimyasal silahlar denilince akla öncelikle bazı OF maddeler gelir; kullanılan maddelerin başlıcalarını **sarin** (GB), **soman** (GD), **tabun** (GA) ile diğer pek çok OF (GE, GF ve VX bileşikler) bileşik oluşturur.

Bu maddelerden GA 1936'da, bundan 2 yıl sonra da GB Alman bilim adamlarınca bulunmuştur; bunları 12.000 ton/ay kapasiteli fabrikalarda üretmişlerdir. İkinci Dünya Savaşı sırasında Almanlar bunlardan kimyasal silah hazırlamışlar ama kullanmamışlardır. Diğer yandan, GD 1944'de Almanlar, VX 1950'li yıllarda İngilizler, Goman ve VR-55 Ruslar tarafından sentezlenmiştir.

OF bileşiklerden bazılarının yapısı Şekil 25.1.1'de verilmiştir. OF bileşiklerden G-serisi maddeler flor veya siyanür-içeren (GA, GB, GD gibi); V-serisi maddeler de kükürt-içeren bileşikleri (VX, VR-55, Goman gibi) ifade eder.



Şekil 25.1.1

## Özellikleri

OF bileşikler saf halde renksiz sıvıdır; harp silahı olarak kullanılan yoğunluklarda kokusuzdur- lar. Donma noktaları çok düşüktür (<-40°C) ve giysileri kolayca geçerler. G-serisi bileşikler berrak, renksiz, tatsız, su ve çoğu organik çözücü ile karışabilir, çevre sıcaklığında kolayca buharlaşırlar; buhar basınçları hızla ölüme yol açacak ölçüde yüksektir. Etkileri çok çabuk or- taya çıkar. Rüzgar-altı tehlike mesafesi 10-50 km arasındadır.

V-serisi maddeler kalıcıdır; VX'nin uçuculuğu azdır; kolay buharlaşmazlar ve sıvı ile temas şek- linde daha tehlikelidirler. Dayanıklılırlar; bu sebeple, toprak ve suda günlerce, soğuk hava- larda haftalarca kalırlar. pH 7-10 arasında uçuculuğu olmayan ürünlere hidroliz olurlar; bu sebeple, ortamdaki uzaklaştırılmaları zordur. Rüzgar-altı tehlike mesafeleri 10 km dolayında- dır.

G-serisi maddeler deri gibi yüzeylerde kolay, V-serisindekiler daha yavaş hızda yayılırlar; ama, deriye nüfuz etmeleri daha kolaydır. Bu maddelerden bazıları ile kimi özellikleri Tablo 25.1.2'de verilmiştir.

Tablo 25.1.2. OF sinir zehirlerinden bazılarının özellikleri.

**Madde:** Sarin (GB, Zarin)

**Molekül ağırlığı:** 140.1

**Ergime noktası:** -57°C

**Kaynama noktası:** 147°C

**Donma noktası:** -56°C

**Parlama noktası:** Yanıcı değil

**Buhar basıncı:** 2.9 mmHg (25°C)

**Özgül ağırlığı:** 1.092 (25°C'de)

**TLV:** 0.0001 mg/m<sup>3</sup> (askeri)

**Özellikleri ve zehirliliği:** Berrak, renksiz, tatsız ve kokusuz sıvıdır. Uçucu olması sebebiyle, sıvı veya aerosol şeklinde deri yoluyla daha az tehlikelidir. Solunum yoluyla VX'in yarısı kadar zehirlidir. Pupilleri daraltıcı etkisi GA ve VX'den daha zayıftır.

**Çözünürlüğü ve dayanıklılığı:** Suyla karışabilir ve hidrolize olarak, zehirsiz bir asit oluşturur. Seyreltik sodyum hidroksit ve sodyum karbonat ile kolayca hidrolize olur ve etkisiz maddeler oluşturur. Alkali şartlarda hızla parçalanır; 25°C'de pH 11'de yarı-ömrü 0.5 dk'dır.

**Madde:** Sikloheksilsarin (GF)

**Molekül ağırlığı:** 180.158

**Ergime noktası:** 0°C

**Kaynama noktası:** 92°C (10°C'de)

**TLV:** 0.0001 mg/m<sup>3</sup> (askeri)

**Özellikleri ve dayanıklılığı:** Asit, alkali ve nötral şartlarda hidrolize olur; hepsi de flor ve asidik şartlarda HF oluşturur.

**Madde:** Tabun (GA)

**Molekül ağırlığı:** 162.3

**Ergime noktası:** -50°C

**Kaynama noktası:** 220-246°C

**Parlama noktası:** 78°C

**Donma noktası:** -50°C

**Buhar basıncı:** 0.057 mmHg (25°C)

**Özellikleri ve zehirliliği:** Berrak, renksiz, tatsız sıvıdır; buharları hafif meyve kokuludur. GB'den daha az uçucu ve daha uzun süreli kalıcıdır. Buharları GB'den daha az zehirlidir; ama, sıvı halde deri yoluyla eşit derecede zehirlidir. Pupilleri daraltıcı etkisi GB'den daha güçlüdür ve kapasite bozucu dozlarda GB'den 2-3 kez daha etkilidir.

**Çözünürlüğü ve dayanıklılığı:** Suyla karışabilir; ama, hızla hidrolize olur. Klorlu kireç tabunu hızla hidrolize eder; ama, siyanojen klörür oluşturur; son madde kan zehiri olarak etkir. Alkali çözeltilerde 25°C'de pH 11'de yarı-ömrü 1.5 dk'dır.

**Madde:** Soman (GD)

**Molekül ağırlığı:** 182.2

**Ergime noktası:** -82'den -42°C'ye kadar

**Kaynama noktası:** 190-198°C

**Buhar basıncı:** 0.4 mmHg (25°C)

**Parlama noktası:** 121°C

**Özellikleri ve dayanıklılığı:** Berrak, renksiz, tatsız, beklemekle kararan sıvıdır. Bazik çözeltilerde hızla parçalanır; 25°C'de pH 11'de yarı-ömrü 1 dk dolayındadır.

**Madde:** VX (Metilfosfonothioik asit)

**Molekül ağırlığı:** 267.4

**Kaynama noktası:** 298°C

**Donma noktası:** -51°C

**Buhar basıncı:** 0.0007 mmHg (25°C)

**Parlama noktası:** 159°C

**Özellikleri ve zehirliliği:** Sarı renkte, tatsız, kokusuz sıvıdır. Uçuculuğu G-bileşiklerden daha azdır; uçuculuğu sarinden 2000 kez daha azdır. Deri yoluyla daha etkindir; insanda deri yoluyla emilme yönünden GB'den birçok kez daha etkindir. Kalıcı etkilidir. Vücudun özellikle baş ve boyun bölgeleri daha duyarlıdır. Maddeyle bulaşık bitki topluluğunun yenilmesi sindirim kanalıyla zehirlenmeye sebep olur. Pupilleri daraltıcı etkisi GB'nin yaklaşık 25 katıdır.

**Çözünürlüğü ve dayanıklılığı:** Suyla karışabilir ve oranik çözücülerde çözünebilir. Son derece yavaş bir şekilde hidrolize olur; bazı hidroliz ürünleri de etkindir ve ana maddeden 1000 kez daha yavaş parçalanırlar.

### **Etki şekilleri**

Bunlar *asetilkolin esterazın (Ake)* etkinliğini engelleyerek etkirler. Enzimi esteratik noktadaki serinin hidroksil grubu aracılığında dönüşümsüz şekilde fosforile ederler.

### **Zehirlilikleri**

Bu maddeler son derece zehirlidirler; Örg ÖD<sub>50</sub> farelerde Pİ yolla sarin için 0.42 mg/kg, soman için 0.06 mg/kg, tabun için 0.6 mg/kg'dır; soman için bu değer farelerde deri yoluyla 0.78 mg/kg'dır. İnsanlarda sarin, soman ve tabunun öldürücü miktarı 0.01 mg/kg dolayındadır. Sarin ağızdan 0.5-22 µg/kg dozlarda plazma ve alyuvarlardaki *Ake* etkinliğinde ortalama %70 azaltır.

Havadaki 2.73 mg/m<sup>3</sup> sarinin 2 dk süreyle koklatılması alyuvarlarda *Ake*'in etkinliğinde >%20 azalma yapar. Solunum yoluyla zamana göre ÖY<sub>50</sub> VX için 10 mg/dk/m<sup>3</sup>, GA için 400 mg/dk/m<sup>3</sup> dolayındadır. İnsanlarda deri yoluyla bir damla VX (10 mg), 1-10 ml GA, GB, GA ölüme sebep olur.

**Maruziyet durumu ve etki süresi**

Bu maddelere deri, solunum, gözle ve seyrek olarak da sindirim yoluyla maruz kalınır; bu yollardan kolayca emilirler ve sistemik zehirlenmeye sebep olurlar. Fazla veya öldürücü olacak miktarlarda madde sıvı veya gaz halinde uygulanırlar. G-serisi maddelerin etkisi çabuk gelişir. Maruz kalınması takiben, genellikle 1-15 dk içinde klinik belirtiler ortaya çıkar ve ölüm oluşur. Ölümün şekillenmediği hallerde, *AkE* seviyesinin normale çıkması yaklaşık 3 ay alır (plazmada *AkE* için 1 ay); pupillerdeki daralma 1-1.5 ayda ancak düzelir.

Deri yoluyla maruziyet durumunda klinik belirtiler 1 dk içinde başlar ve 1-2 dk içinde ölüm oluşabilir. Ölümün oluşmadığı hallerde, ortaya çıkan klinik belirtiler hafif maruziyet durumunda 2-3 gün, şiddetli maruziyet durumunda da 4-5 gün sürer.

Solunum yoluyla maruz kalınması halinde klinik belirtiler 1-5 dk içinde başlar, 15 dk içinde de ölüm oluşabilir. Ölümün oluşmadığı hallerde, görülen klinik belirtiler hafif maruziyet durumunda birkaç saat-birkaç gün, şiddetli veya sistemik maruziyet durumunda 1-5 gün sürer.

Göze maruziyet halinde klinik belirtiler 2-3 dk içinde başlar. Ortaya çıkan belirtiler hafif maruziyet durumunda 24 saat, şiddetli maruziyet durumunda da 2-4 gün devam eder.

Ağızdan maruz kalındığında klinik belirtiler genellikle 15 dk-2 saat içinde başlar; hafif dereceli etkilenme halinde ortaya çıkan etkiler genellikle birkaç saat ile 24 saat, şiddetli derecede etkilenme halinde de 2-5 gün sürer.

**Klinik belirtiler**

OF-sinir zehirleri tipik muskarinik ve nikotinik etkilere yol açar; etkilerin şiddeti maruziyet yoluna ve şiddetine, böylece sistemik bir zehirlenme olup-olmadığına göre az-çok değişebilir.



Hafif derecede zehirlenme veya az miktardaki maddeye maruziyet durumunda terleme, kas seyirmeleri, pupillerde genişleme, burun akıntısı, solunum yollarında hafif daralma, salgı artışı ve hafif solunum güçlüğü dikkat çeker.

Orta dereceli maruziyet halinde pupillerde genişleme, burun akıntısı, solunum yollarında daralma ve salgı artışı ile orta-şiddetli derecede solunum güçlüğü, terleme, kas seyirmeleri, bulantı, kusma, sürgün, genel güçsüzlük görülür.

Şiddetli derecede etkilenme durumunda, yukarıdakilere ilaveten, şuurun kaybolması, çarpınmalar, genele yayılmış kas seyirmeleri, yumuşak felç, istemsiz şekilde idrar ve dışkılama, solunum yetmezliği ve solunum durması sonucu ölüm oluşur.

### **Tanı**

Bu maddelerle zehirlenme durumu, özellikle alyuvarlarda olmak üzere, *AkE* miktarının belirlenmesi, otopsi veya marazi maddelerde OF bileşiğinin ortaya konulması ile yapılır.

### **Sağaltım**

Kimyasal savaş aracı olarak bu maddelerin kullanıldığı hallerde etkilenenlerde sağaltım uygulaması belli bir protokol çerçevesinde yapılır. Sağaltımda atropin ve oksim bileşiklerinden (pralidoksim klörür, 2-PAM-Cl; pralidoksim mesilat, P2S gibi) yararlanır.

Atropin ve 2-PAM-Cl askeri kullanım için kit halinde (Amerika'da Mark 1 kiti) bulunur; 1 kitte 2 mg (0.7 ml) atropin sitrat çözeltisi (kullanıma hazır enjektörde), 2-PAM-Cl (600 mg) çözeltisi (kullanıma hazır enjektörde) bulunur. Her Amerikan askerinde 2-3 kit bulunmaktadır. Ayrıca, her Amerikan askeri, atropinin 3üncü dozuyla verilmek üzere, 10 mg diazepam içeren otomatik enjektör taşır. Atropin-oksim karışımıyla birlikte diazepamın verilmesi OF sinir zehirlerinin yol açtığı çarpınmaların hafifletilmesi ve önlenmesinde son derece faydalı olmaktadır.

Atropin büyüklere Dİ veya Kİ yolla 2 mg miktarda verilir; şiddetli etkilenme durumunda dozu 6 mg'a çıkarılabilir. Çocuklarda atropinin dozu 0.002-0.08 mg/kg olarak ayarlanır. Atropin uygulaması salgılar azalana, deri kuruyana ve solunum yeterli olana kadar 5-10 dk arayla tekrarlanır. İlk birkaç saatte verilen toplam doz genellikle 20 mg'dan azdır. Etkilenenlerden bazıları ilk 3-5 dk'da 15-20 mg atropine gerek duyabilirler. Şiddetli derecede etkilenenlerde 24 saatte 50 mg atropin gerekebilir.

2-PAM-Cl, tercihen Dİ olmak üzere, Kİ yolla 30 mg/kg dozda 4-6 saat arayla uygulanır; bu dozda oksim bileşiği plazmada 3-6 saat süreyle  $\geq 4$   $\mu\text{g/ml}$  ilaç yoğunluğu sağlar; plazmadaki yoğunluğu  $< 4$   $\mu\text{g/ml}$  olduğunda ilaç pek etkili olmamaktadır. 2-PAM-Cl, 30 mg/kg dozda verildikten 4 saat sonra, 550 mg/saat (veya 8 mg/kg/saat) hızda sürekli Dİ infüzyonla da verilebilir.

### **Enzim eskimesi**

Sarin, tabun, VX gibi sinir zehirleri 2-PAM-Cl gibi oksim bileşiklerinin uygulanmasına (sarin için 5-6 saat, VX için 48 saat) iyi cevap verirler. Soman-enzim birleşmesi ise birkaç dk içinde oksimlere direnç gösterir; diğer bir ifadeyle, soman-enzim birleşmesi hızla eskimeye uğrar. Enzimde eskime şekillendikten sonra, oksim bileşikleri etkisiz kalır. Bu maddelerden bazıının enzim eskimesi yarı-ömrü şöyledir: Soman: 40 sn-10 dk; sarin: 5-12 saat; tabun 46 saat; VX: >12 gün.

### **Yıkımlama**

Çevre ve eşyalar ile etkilenenler ve sağlık personelinin maruziyeti halinde gerekli tedbirler alınır. Etkilenenlerin giysileri hemen çıkarılır; bulaşık yerler bol sabunlu suyla yıkanır; eşya ve çevredeki kimyasal madde kirliliği alkali dezenfektanlarla (hipoklorit, kireç kaymağı, kireç suyu gibi) yıkanarak giderilir.

### **Kontrol sınırları**

Bazı sinir zehirlerinin havada bulunan zehirsiz-zararsız miktarları Tablo 25.1.3'de verilmiştir.

Tablo 25.1.3. Bazı sinir zehirlerinin kontrol sınırları.

Madde	Genel toplum, 72 saat mg/m <sup>3</sup>	İşçiler, 8 saat mg/m <sup>3</sup>
GA, GB	$3 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-5}$
VX	$3 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6}$