



TOKSİKODİNAMİ

Prof. Dr. Ayhan FİLAZİ

Zehirli maddeler vücuttaki etkilerini

- Bazıları (*yakıcı asit ve alkaliler, etilenoksit, ağır metaller, karbonmonoksit, nikotin, gibi*) **doğrudan,**
- Bazıları (*hekzan, karbontetraklörür, aflatoksinler, metilalkol, etilenglikol, siyanogenetik glikozitler gibi*) da **metabolitleri aracılığında** oluştururlar.

Geniş anlamda etkileri 2 şekilde olur

□ 1. Fiziksel etki

Yağda özünürlük gibi fiziksel özellikleri nedeniyle bazı maddeler, hücrelerin görevini bozacakları yaşamsal öneme sahip kısımlarında birikerek enzim sistemlerine özel olmayan bir etkiye neden olurlar.

Hidrokarbonlar, klorlu bileşikler, alkoller, eterler, ketonlar gibi hipnotik ve anestezikler dahil bir çok bileşik inhibitör etkilerini bu yolla gösterir.

2. Kimyasal Etki

Zehirlerin çoğu etkilerini hücrenin ögeleriyle kimyasal yönde etkileşmeye girerek yapar.

Burada en çok duyarlı olarak kabul edilen *hücre oksidasyonu ve oksidatif fosforilasyonla* ilgili enzimlerin etkilendiği görülmektedir.

Enzimler etkin kısımlara sahiptir ve zehirler bu etkin kısımları işgal ederek enzimlerin normal substratla birleşmelerini engeller.

Sonuç

- Hücre ölümü veya kritik bir organın tahribi
- Normal fizyolojik proseslerdeki biyokimyasal dengenin bozulması
- Bu etkiler akut toksisite veya kronik toksisite şeklinde ortaya çıkar.

Canlı için önem taşıyan yapılar

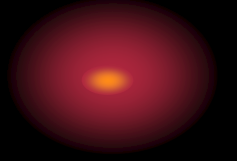
- Bir **enzim** veya **enzimin** bir parçası,
- Enzimlerin aracılık ettiği tepkimelere katılan **metabolitler**,
- **Reseptörler**
- Çeşitli maddelerin geçişine aracılık eden **taşıyıcı proteinleri**,
- **İyon kanalları**,
- **DNA, nükleik asitler veya proteinler**

Etki Şekli	Aracılık eden mekanizmalar
Zehir-reseptör etkileşmesi	NM madde reseptörleri: Atropin, striknin, kürar, karbakol gibi
	Hormon reseptörleri: Zearalenon, östrojenik maddeler gibi
	Enzimler: Floroasetat, OF bileşikler, siyanür gibi
	Taşıt proteinler: Nitrit, karbonmonoksit, klorat gibi
Antimetabolitler	Kumarin türevleri, floroasetat
Hücre zarı görevinin bozulması	İyon akımı: Tetrodotoksin, saksitoksin, yerel anestezikler, organik klorlu ve piretroit insektisitler gibi
	Zar akışkanlığı: Organik çözücüler, uçucu genel anestezikler gibi

Enerji metabolizması	Oksidatif fosforilasyon kenetinin kırılması: Nitrofenoller, klorofenoller, mikotoksinler gibi
	Oksijen taşınmasının bozulması: Karbonmonoksit, hidrojen sülfür, nitritler gibi
	Sitrik asit döngüsü: Floroasetat gibi
	Glikojen metabolizmasının bozulması: Mikotoksinler gibi
Hücrede önemli moleküllere bağlanma	Enzim görevlerinin bozulması
	Lipit peroksidasyon: OF bileşikler, Okratoksin, parakuat gibi
	GSH tükenmesi
	Nükleik asitlerin görevinin bozulması

Kelasyon	Çeşitli metallerin hücrelerde önemli proteinleri bağlaması gibi
Protein sentezi	Başta mikotoksinler olmak üzere, çeşitli maddelerle amaçlı ve doku protein sentezinin bozulması gibi
Özel hücrelere etki	Tiroid bezinin etkilenmesi, bazı reseptörlerin tahribi gibi
Doğrudan doku hasarı	Yakıcı asit ve alkaliler gibi
Genetik hasar	Kanser oluşumu, mutajenik ve teratojenik etki gibi

ZEHİRLENMELERİN SEBEPLERİ, TANISI ve SAĞALTIMI



Zehirlenmelerin Sebepleri

- Doğal olarak bulunan veya
- İnsan ya da endüstriyel faaliyetler ile ortaya çıkan zehirli maddelere

kasıtlı veya istenmeyen bir şekilde maruz kalmak.



Doğal olarak karşılaşılan zehirli maddelerin başlıcaları;

- * Yapısında zehirli madde bulunduran bitkiler,
- * Metaller,
- * Zehirli hayvanlar, böcekler

İnsan faaliyetleriyle (andropojenik) şekillenen zehirlenmeler;

- * Tarım zararlılarına karşı hazırlanan haşere mücadele ürünlerinin (insektisitler, fungusitler, yabancı ot ilaçları gibi) aşırı, hatalı ve kontrolsüz kullanılmaları,
- * Endüstriyel kirlenme,
- * Bozuk veya bulaşık yemlerin yedirilmesi,
- * İlaç vb maddeler

Tanı

- Olayın soruşturulması (Anamnez),
- Klinik belirtiler,
- Otopsi bulguları,
- Histopatolojik inceleme,
- Laboratuvar analizlerinden (kimyasal ve biyolojik) yararlanır.



Olayla ilgili soruşturma (Anamnez)

- ▶ Hayvanın barınağı (ahır, ağıl, kümes gibi),
- ▶ Gezindiği yer,
- ▶ Verilen yem veya su,
- ▶ Uygulanan ilaç,
- ▶ Çevrenin incelenmesi,
- ▶ Hayvan sahibi ya da bakıcısının bilgisine baş vurularak, tanıya yardımcı olacak bilgiler elde edilmeye çalışılır.

Sorular

- ▶ Hasta en son ne zaman normaldi?
- ▶ Başta görülüp şimdi görülmeyen belirti varmı?
- ▶ Hastalık birden mi ortaya çıktı yoksa yavaş yavaş mı gelişti?
- ▶ Çevrede (varsa) başka etkilenen hayvan varmı?
- ▶ Hastalık gelişmeden önce hayvan nerede duruyordu?

Sorular

- ▶ Hayvan daha çok içerde mi yoksa dışarıda mı duruyor?
- ▶ Hayvan nerelere gidebiliyor?
- ▶ Yem değişikliği yapıldı mı?
- ▶ Herhangi bir ilaçla temas etti mi?
- ▶ Rodentisit kullanıldı mı?
- ▶ çevrede zehirli mantar var mı?
- ▶ çevrede zirai mücadele ürünü kullanıldı mı?

Klinik belirtiler

Hekimin doğrudan muayenesine ve hayvanın ölmesi durumunda hayvan sahibinden alınacak bilgilere dayanır (*Hayvan sahibinden alınan bilgi her zaman şüphelidir*)

- İnfeksiyon belirtileriyle karışabilir,
- Aynı maddeyle oluşan zehirlenmede her belirti her zaman görülmeyebilir,
- Her hayvanın zehire yanıtı değişken olabilir.

Bu nedenle klinik belirtilerin kıymeti zehirlenmelerde azdır
(Bazı tipik zehirlenme olayları dışında)

Klinik belirtiler

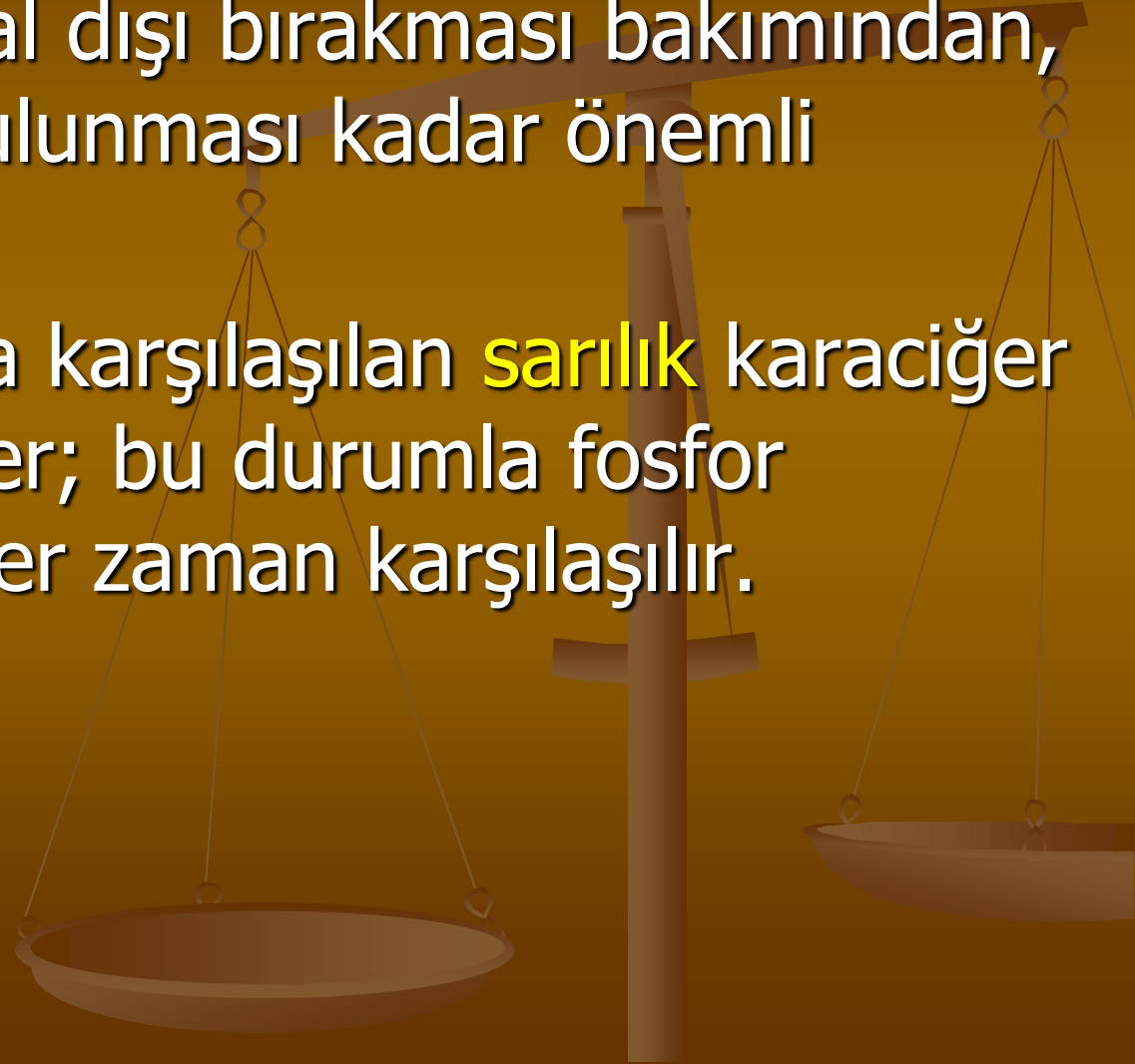
- **Anemi:** Bakır, kurşun, kadmiyum, molibden, talyum, aflatoksinler gibi.
- **Kan işeme:** Bakır, kurşun, klorat, tanen, kumarin gibi.

Klinik belirtiler

- **Kanın kahve renk alması:** Asetaminofen, asetanilit, benzokain, anilin türevleri, çinko, hidrojen sülfür, kloratlar, lidokain, metilen mavisi, nitrat-nitrit, sülfidler gibi.
- **Kanın kırmızı-pembe renk alması:** Siyanür, karbonmonoksit gibi.
- Ataksi ve konvulziyonlar ise pek çok durumda görülebilir.

Patolojik bulgular

- Otopside hiç bir lezyonun bulunmaması bile, birçok zehiri ihtimal dıŐı bırakması bakımından, bazen lezyonun bulunması kadar önemli olabilir.
- Küçük hayvanlarda karŐılaŐılan **sarılık** karaciğer hasarına iŐaret eder; bu durumla fosfor zehirlenmesinde her zaman karŐılaŐılır.



Patolojik bulgular

- ◆ Siyanür ve karbonmonoksitle zehirlenmelerde mukozalar pembe-kırmızı, klorat ve nitrat-nitritle zehirlenmelerde kahve rengindedir.

Laboratuvar analizleri

- Klinik belirtiler, soruşturma ve ölüm ya da mecburi kesim sonucu yapılan otopsi muayenesiyle tanıya gidilemediği durumlarda veya konunun **hukuki bir yönünün (adli boyut)** olduğu hallerde laboratuvar analizlerine başvurulur.

Sağaltım

Zehirin;

- Emilmesinin veya daha fazla emilmesinin önlenmesi,
- Emilip dolaşıma geçen (varsa) özel etkili-sistemik antidotlarla etkisizleştirilmesi,
- Emilenin vücuttan atılmasının hızlandırılması ve
- Destekleyici sağaltıma başvurulabilir.



Sağaltım

Amaç; hiç zaman kaybedilmeksizin fizyolojik görevlerin yeterli bir şekilde sağlanmasıdır.

- Kolay soluk alıp vermenin sağlanması,
- Yapay solunum,
- Kalbe masaj yapılabilecek uygulamaların başlıcalarıdır.

Emilmenin veya tahrişin önlenmesi

- Yem veya suyla oluşmuşsa; hayvana verilen yem veya suyun kesilmesi,
- Hava yoluyla oluşmuşsa; hayvanın bulunduğu ortamdan uzaklaştırılması,

Bazen temiz havaya çıkarılma bile yeterli olabilmektedir.

Deriye bulaşma ile zehirlenme söz konusu ise;

- Zehirli maddeyle temas eden yerler bol suyla 15 dk süreyle yıkanır;
- Emilmeyi artırabilmesi sebebiyle, genellikle sabunlu veya deterjanlı suların kullanılmasından kaçınılmalıdır.

Ama, OF bileşikler ve asitlerle olan zehirlenmelerde veya yanıklarda sabunlu su iyi bir antidottur.

Herhangi bir maddenin göze bulaşması veya kaçması durumunda;

- Göz hemen ılık su veya fizyolojik tuzlu suyla 15-20 dk süreyle yıkanır; yıkama için alkali veya asit çözeltiler kullanılmaz. (Hayvanın kaşınmasının önüne geçilmelidir.)



Ağızdan alınarak oluşan zehirlenmelerde,

- Zamanında yetişilmesi kaydıyla (2-3 saat), kusabilen hayvanlar kusturulur (kedi, köpek ve gelincik). Ama çikolata ve çiğnenebilir maddelerle zehirlenmeler midede bezoar (*sindirim kanalında liflerin birleşmesiyle oluşan sert kitle, taş*) oluşturacağından 3 saatten sonra da kusturulabilir.
- Alkali, asit, petrol ürünleri ve korrosiflerle zehirlenmelerde kusturulmaz.
- Kemirgenler (rodentler) kusamaz.
- Tavşanların mide duvarı incedir. Yırtilabilir.
- Kanatlı, at ve sığırlarda kusturma güvenli değildir.

Ağızdan alınarak oluşan zehirlenmelerde,

Kusamayan hayvanlarda veya zehirin alınmasının üzerinden 3 saatten fazla geçmişse;

- Mide yıkanmasına,
- Yüzeyde tutucu-sarıcı-koruyucu (Sindirim kanalında etkili kimyasal antidotlar (çöktürücüler gibi),
- Sürgüt maddelerin verilmesine başvurulur.

Yüzeyde tutucu maddeler

- Zehirli maddenin alınması üzerinden, özellikle 3 saat olmak üzere, 6 saatin geçmediği durumlarda, sonda yardımıyla mide yıkamasının yapılması ve midenin boşaltılması zehirlenen hayvanın geleceği yönünden çok önemlidir.
- Bu amaçla en çok su kullanılır; ayrıca, suya sindirim kanalındaki emilmemiş zehiri yüzeyinde tutarak veya kimyasal bileşik yaparak emilmesini engelleyen ya da sınırlandıran aktif kömür gibi maddeler de kullanılabilir.

Çöktürücü maddeler

- Alkaloitleri çöktürmek için %0.01-0.1'lik potasyum permanganat veya %2.5-6'luk tannik asit çözeltileri, demli çay veya iyot çözeltisi (lugol çözeltisi veya iyot tentürü) kullanılabilir.
- Siyanürü çöktürmek için sodyum tiyosülfat ve potasyum permanganat karışımı.
- Okzalik asit için kalsiyum tuzları.
- İyot için nişasta.
- Beyaz veya sarı fosfor için bakır sülfat.
- Arsenik için demir-3-hidroksit ve magnezi sütü (magnezyum hidroksit) karışımı.
- Asitler için kireç suyu, magnezyum oksit veya magnezi sütü ve üniversal antidot;
- Alkaliler için meyve öz suları, asetik asit, sirke ve $\leq\%3$ mineral asitler.

Yumuşatıcı-sarıcı-koruyucu maddeler

- Yumurta akı
- Süt-yoğurt
- Jelatin
- Kaolin
- Pektin
- Arabistan zamkı
- Bitkisel yağlar (zeytin yağı, pamuk tohumu yağı gibi)
- Selüloz türevleri (karboksimetilselüloz, metilselüloz)
- Şekerler (pekmez, bal, glikoz, laktoz, nişasta, malt, un, keten tohumu müsilağı).

Sürgütler

- Sodyum sülfat, Magnezyum sülfat gibi tuzlu sürgütler.
- Hint yağı, zeytin yağı, sıvı parafin gibi yağlı sürgütler.
- Organik fosforlu, klorlu ve karbamatlar gibi yağda kolay çözünen pestisitlerden ileri gelen zehirlenmelerde sadece tuzlu sürgütler; tanen gibi maddelerle olan zehirlenmelerde de yağlı sürgütler kullanılmalıdır.
- Sürgüt maddelerin verilmesinden önce veya sürgütlerle beraber yüzeyde tutucu maddelerin de verilmesi yapılan sağaltımın başarısını artırır.



Tablo: Dekontaminasyon için yaygın olarak kullanılan maddeler

İlaç	Kullanım amacı	Dozaj
%7 İpeka şurubu	Kusturma	Köpek: 1-2 ml/kg, Kedi: 3.3 ml/kg, Oral; 30 dk içinde kusma olmazsa tekrarlanır ama toplam doz 15 ml'yi geçmemelidir
%3 Hidrojen peroksit	Kusturma	Köpek : Ağızdan 1-5 ml/kg, 10 dk içinde kusma olmazsa tekrarlanır (toplam 50 ml'yi geçmemelidir). Geçerse gastrit oluşur. (Kedilerde önerilmez)
Apomorfın	Kusturma	Köpek: 0.03 mg/kg IV veya 0.04 mg/kg IM. 6 dk içinde kusma olmazsa tekrarlanır. Yine olmazsa hidrojen peroksit uygulanır. Kedilerde kullanılmaz.
Ksilazin	Kusturma	Kedi: 0.44 mg/kg Kİ (5 dk içinde kusma oluşur). Köpeklerde kalp bloku ve hipotansiyon nedeniyle önerilmez.
Aktif kömür	Adsorpsiyon	Bütün hayvanlarda: Suyla karıştırılarak (1 g aktif kömür 5 ml su) ağızdan 1-4 g/kg, gerekirse 4-6 saatte bir tekrarlanabilir.
Sodyum veya magnezyum sülfat	Sürgüt	Köpek: Aktif kömür bulamacıyla 5-25 g miktarında karıştırılıp verilir Kedi: Aktif kömür bulamacıyla 2-5 g miktarında karıştırılıp yalnız bir kez verilir.
Sorbitol	Sürgüt	Aktif kömür formülasyonlarında bulunur. Eğer tek başına verilecekse %70'lik sorbitol ağızdan 1-2 ml/kg miktarında verilir. (memeli, kanatlı ve reptillerde)
Polietilen glikol	Bağırsak lavajı	Hayvanlardaki dozu bilinmiyor. Ancak çocuklarda saatte 20-40 ml/kg miktarında rektal akıntı temizlenene kadar verilir. (En iyisi su veya sabunlu su kullanmak) (Kanatlılarda bağırsak lavajı önerilmez)
Sodyum bikarbonat	İdrar alkalileştirici	Her 3-4 saatte bir 1-2 mEq/kg verilir; amaç idrar pH'sını 7 veya daha yukarıya çekmektir.
Amonyum klorür	İdrar asitleştirici	Köpek: Ağızdan 100 mg/kg günde 2 kez. Kedi: Ağızdan 20 mg/kg günde 2 kez.

Özel antidotlar (Sistemik antidotlar)

Sistemik etkili antidotlar etkilerini:

- ◆ Zehirli maddeyle birleşip etkisiz hale getirerek (arsenikle zehirlenme için dimerkaprol, kurşunla zehirlenme için Ca,Na₂-EDTA kullanılması gibi),
- ◆ Zehirli maddenin zehirsiz metabolite çevrilmesini hızlandırarak (siyanürün tiyosiyanata çevrilmesi gibi),
- ◆ Hayati öneme sahip yerler veya reseptörler için zehirle yarışmaya girerek (pıhtılaşmayı engelleyen maddelerle zehirlenmelerde vitamin K₁ kullanılması gibi),
- ◆ Zehirin etkisine aracılık edecek reseptörleri kapatarak (Ake'in etkinliğini engelleyen maddelere karşı atropin kullanılması gibi) vb etki şekilleriyle gösterirler.

Zehirli madde	Antidot
Amitraz	<i>Atipamezol (Köpek dozu: 50 µg/kg Kİ) Yohimbin (Köpek dozu: 0.1 mg/kg Dİ)</i>
Organik fosforlu	<u>Atropin</u> (mg/kg dozu: Kedi, köpek 0.2-2; sığır 0.5; <i>at 0.22- toplamı 65 mg'ı geçmemeli; ¼'ü Dİ geri kalanı DA veya Kİ</i>) + <u>Pralidoksim klorür</u> (Kedi, köpek 20 mg/kg, günde 2-3 kez, ilk doz Kİ veya yavaş Dİ, sonrakiler Kİ veya DA; Sığır %20'lik çözeltisi 25–50 mg/kg, yavaş Dİ ve günde max. 100 mg/kg; At 20-35 mg/kg yavaş Dİ ve 4-6 saat sonra tekrarlanabilir)
Karbamat insektisit	Sadece atropin verilir. Pralidoksim verilmez
Serotonin artışına neden olan ilaçlar [venlafaxine (Effexor®), paroxetine HCl (Paxil®) ve fluoxetine HCl (Prozac®), ile gıda takviyesi için satılan 5-hidroksitriptofan gibi]	Siproheptadin Köpek: 1.1 mg/kg iyileşene kadar her 8 saatte bir (oral)
Kalp glikozitleri	Digoksin Fab fragmenti (Digibind) Her 4 ml flakon, 0.5 mg digoksin tutar. Doz (flakon sayısı)= Serum digoksin kons (ng/mL) × Vücut ağır(kg)/100

Zehirli madde	Antidot
Siyanür	Sodyum nitrit
Kolekalsiferol (vitamin D3)	Kalsitonin , Pamidronat
Etilen glikol	Etanol (%20) veya Fomepizole
Antikoagulan rodentisitler	Vitamin K1 (Fitonadion)
Nitritler, kloratlar	Metilen mavisi
Opioitler	Nalokson
Asetaminofen	<i>N</i> -Asetilsistein

Zehirli madde	Antidot
Demir	Desferoksamin mesilat
Benzodiazepinler	Flumazenil
Yerel anestezikler, verapamil, propranolol, moksidektin (lipofilik ilaçlar)	Damar içi lipid emulsion (%20)
Permethrin (kedi), metaldehit, striknin ve tremorjenik mikotoksinler	Metokarbamol

Vücuttan atılmayı hızlandırmak

- ◆ İdrarın pH'sı değiştirilerek veya zorunlu işetme ile zehirli maddelerin vücuttan atılması hızlandırılabilir; bunun için de önemli olan zehir veya metabolitinin böbreklerden atılıyor olmasıdır.
 - Zorunlu işetme Dİ yolla sıvı uygulanması veya güçlü işeticilerin (furosemid, bumetanid gibi) verilmesiyle başarılabilir.
 - İdrar pH'sının değiştirilmesi de genellikle zorunlu işetme ile birlikte uygulanır.
- ◆ Zayıf bazik ve asidik maddelerin atılması idrarın pH'sına bağımlılık gösterdiğinden, bu durumdan fazlaca etkilenirler.

Vücuttan atılmayı hızlandırmak

- **İdrarın alkalileştirilmesi** ile atılmaları hızlanan zayıf asidik maddeler: Salisilatlar, barbitüratlar, sülfonamidler, tetrasiklinler, fenilbutazon, okratoksinler ve kumarin türevi pıhtılaşmayı engelleyici maddelerdir.
- **İdrarın asitleştirilmesi** ile atılmaları hızlanan zayıf bazik maddeler: Amfetaminler, nöroleptikler, efedrin, opioitler, teofilin, kinidin gibi.

İdrarın; Asitleştirilmesi için kullanılan maddeler.

- * **Amonyum klorür** (ağızdan, bölünerek 150-200 mg/kg).
- * **Fizyolojik Tuzlu su** (%0.85 çözelti şeklinde 10 ml/kg).
 - * **Askorbik asit.**
 - * **Metiyonin.**

Alkalileştirilmesi için kullanılan maddeler.

- * **Sodyum bikarbonat** (2-4 mEq/kg dozda 15 dk arayla).
- * **Sodyum laktat** (1/6 molar laktat çözeltisi halinde 15-30 ml/kg; laktatlı ringer çözeltisi halinde 100-120 ml/kg).
- * **Asetazolamid** kullanılır.

İdrar söktürücü olarak
Furosemid (ağızdan ve parenteral olarak 0.5-5
mg/kg),
Mannitol (Dİ yolla 1-2.2 g/kg/saat),
Etakrinik asit,
Klorotiazid kullanılabilir.

Belirtilere yönelik destekleyici sağaltım

- ▶ MSS'ni uyaran maddelere karşı yatıştırıcı veya çırpınma önleyicilerin,
- ▶ Özellikle solunum merkezi olmak üzere, MSS'nin baskı altına alınması hallerinde solunum, kalp ve MSS uyarıcılarının,
- ▶ çok vb durumlarda, şokun tipine göre, sağaltım uygulamalarının,
- ▶ Anemi vb durumlarda, kemik iliğini uyaranlar da dahil, ilgili maddelerin kullanılması bu türden uygulamaların başlıcalarıdır.