

**KİMYASAL SAVAŞ AJANLARI VE  
SİLAHLARININ BERTARAF  
YÖNTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ**



**Msc. Caner DERELİ**

(AFAD Sivil Savunma Dairesi Başkanlığı)

**Prof. Dr. Hüseyin TOPAL**

(Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)

**2019**

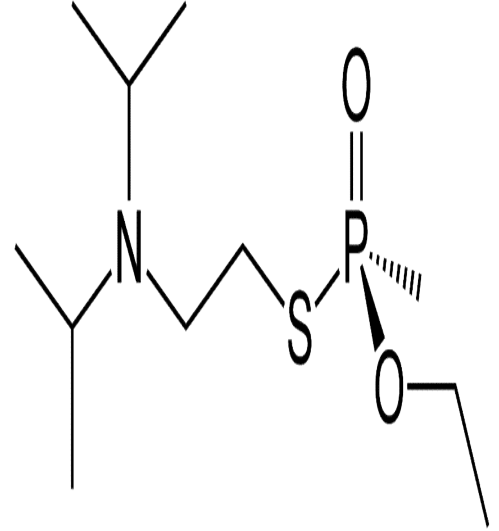
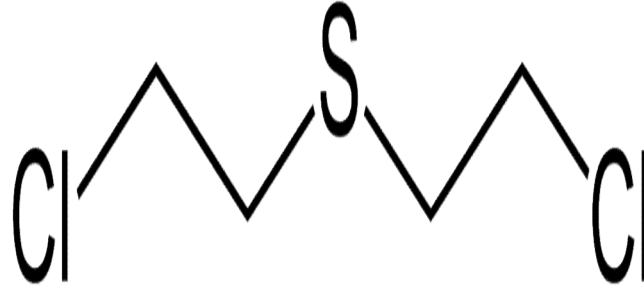
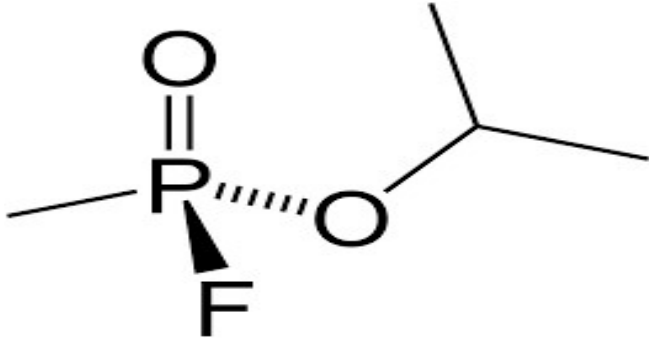
## Ülkemizde 1997 yılından beri taraf olduğu Kimyasal Silahlar Sözleşmesine göre Kimyasal silahlar

- “(a) Bu Sözleşmeyle yasaklanmayan amaçlarla kullanıldıkları ve cins ve miktarların bu amaçlarla tutarlı olduğu durumlar hariç olmak üzere, zehirli kimyasal maddeler ve bunların hammaddeleri;
- (b) (a) fıkrasında belirlenen zehirli kimyasal maddelerin, bu fıkrada tanımlanan savaş gereçleri ve aygıtların kullanımı sonucunda ortaya çıkacak olan zehirleyici nitelikleri yoluyla ölüme veya bir başka hasara yol açmak amacıyla özel olarak tasarımı yapılmış savaş gereçleri ve cihazları,
- (c) (b) fıkrasında sözü edilen savaş gereçleri ve aygıtların kullanımıyla doğrudan doğruya ilişkili bir biçimde kullanılmak üzere özel olarak tasarımı yapılmış olan herhangi bir cihaz.” olarak tanımlanmaktadır.



# Kimyasal Ajanlar

- İnsanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerine doğrudan toksik etkileri nedeniyle kullanılan, öldürmek, yaralamak, insanları etkisiz hale getirmek, bitkisel ve hayvansal besin kaynaklarını, besin stoklarını kirletmek ve yok etmek, ekonomik önemi olan hedefleri işlemez hale getirmek, kaosa ve paniğe neden olmak amacıyla kullanılan her türlü katı, sıvı ve gaz halindeki zehirli kimyasal maddelerdir.



## Dünyada;

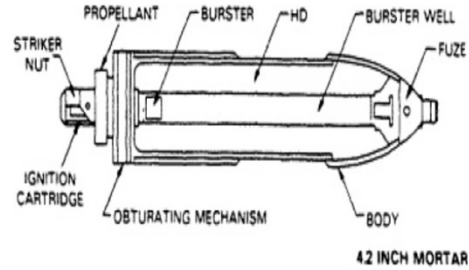
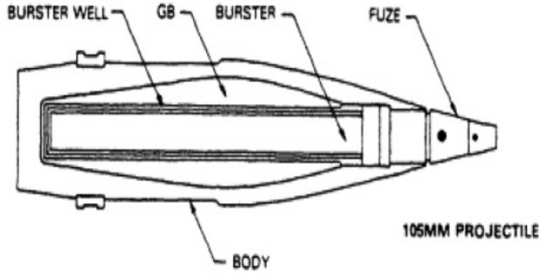
Bu saldırıların en dikkat çekenleri 7.04.2018 tarihinde Han Şeyhun, 7.07.2017 ve 4.08.2017 tarihlerindeki Kharbit Masasnah, 9.08.2018 tarihinde Qalib Al-Thawr ve Al-Salamiyah, 22.10.2017 tarihinde Yarmouk, 8.11.2017 tarihinde Al-Balil, Souran, 24.11.2018 tarihinde Haleptir., Bu saldırılar dışında İngiltere’de yaşanan Salisbury ve Amesbury olayları ve Malezya’da yaşanan olaylar da yakın tarihimizin en göze çarpan olaylarıdır.





## Kimyasal Silah Bertaraf Yöntemleri;

Kimyasal savaş mühimmatı bertaraf edilmeden önce bulunduğu ya da depolandığı alandan taşınarak bertaraf tesisine getirilmeli ve bertaraf için hazırlanmalıdır. Bertaraf edilecek olan mühimmat depolandığı konteyner, palet vb. gibi ambalajlarından ayrılarak metal kısımlarının sökümü işlemi yapılmalıdır. Ambalaj ve metal aksamlar ayrıca bertaraf edilecek olup kimyasal savaş ajanları bir sonraki sayfada sıralanan yöntemler ile bertaraf edilmektedir.



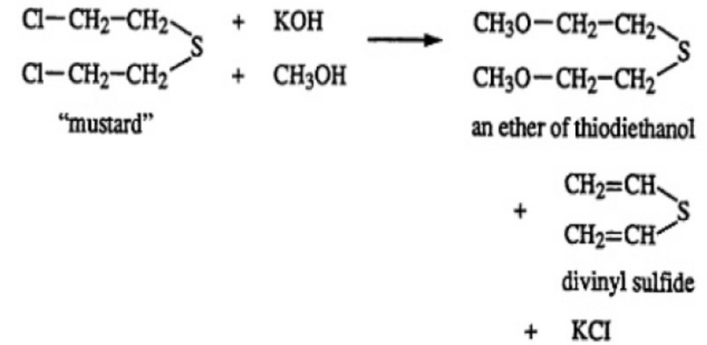
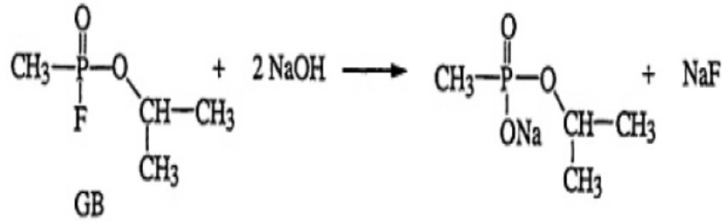
# Kimyasal Silah Bertaraf Yöntemleri

Nötralizasyon ve Hidroliz,  
Yakma,  
Süper Kritik Su Oksidasyonu,  
Plazma Pirolizi,  
Erimiş Metal Teknolojisi,



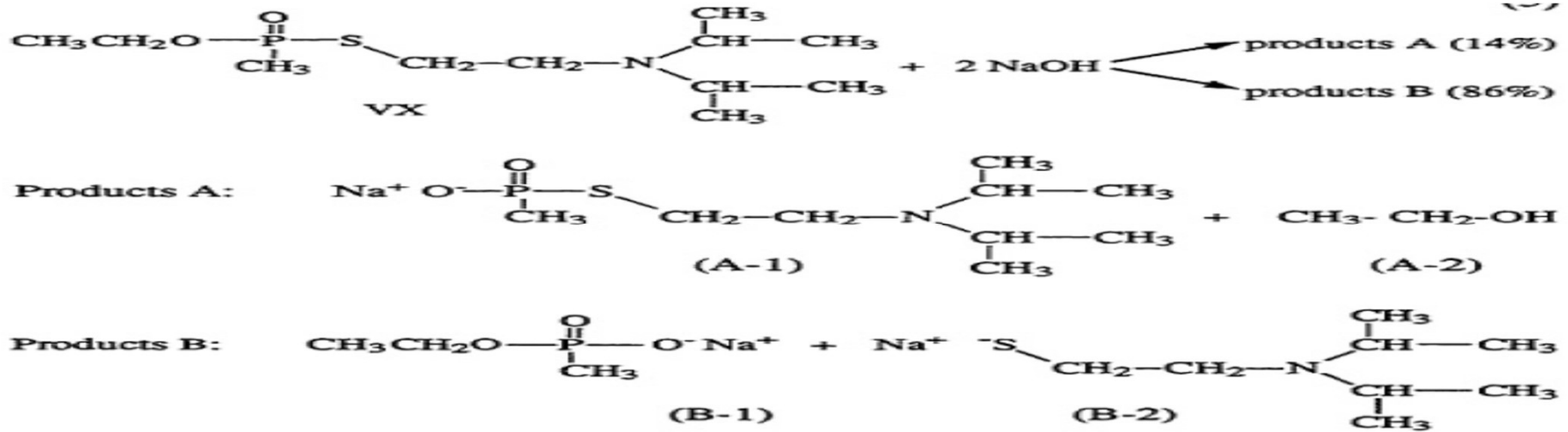
## Nötralizasyon ve Hidroliz;

Sinir ajanları (GB,VX) ve hardalın (H,HD,HT) büyük oranda toksisitesini azaltmak için yapılan nötralizasyonu nispeten ılımlı koşullar altında sulu sodyum hidroksit (NaOH) gibi alkali reaktifler kullanılarak gerçekleştirilebilir.



## Nötralizasyon ve Hidroliz;

Hidroliz sonunda açığa çıkan reaksiyon ürünleri asitler olduğundan nötralizasyon için genellikle baz olarak kireç veya sodyum hidroksit kullanılmaktadır. Kullanılan baz aynı zamanda hidrolizi de hızlandırarak verimi arttırır. Nötralizasyon, tüm fosfat bazlı sinir ajanları ailesi, blister ajanları ve sinir ajanlarının ikili öncüleri için potansiyel olarak uygulanabilir. HD, GB, ve VX ajanları için nötralize maddesi olarak sulu monoetanolamin (MEA) de kullanılmaktadır.





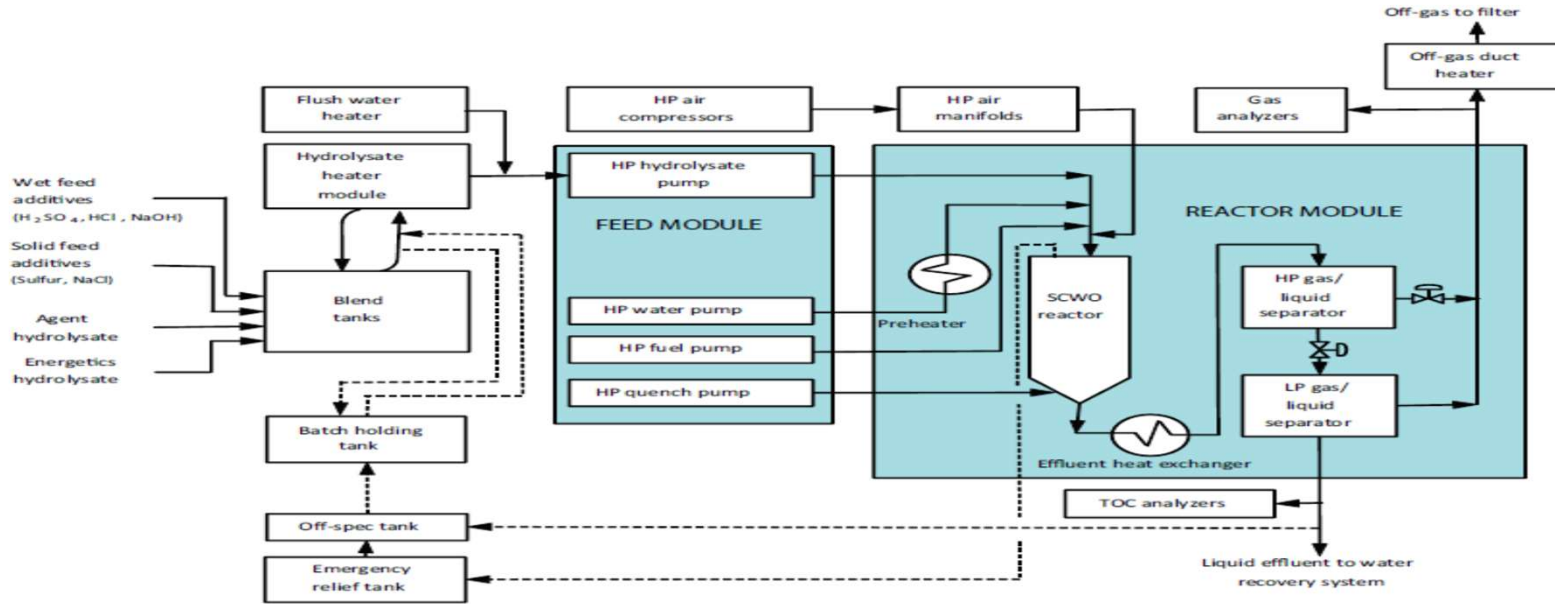
## Yakma;

Sökmeden sonra, metal mühimmat gövdeleri ve kimyasal ajanlar, yakma tesislerinde termal olarak işlenir. Bertaraf, ajanın herhangi bir sızıntısını engelleyecek şekilde tasarlanmış iki katlı bir yapı içerisinde gerçekleşir. Ajan ve patlayıcı kısım, bu yapı içindeki metal parçalardan ayrılır. Patlayıcı kısım saha dışına izin verilen bir işlem merkezine gönderilebilir veya yerinde, patlamaya karşı takviye edilmiş bir döner fırında bertaraf edilebilir. Sıvı kimyasal ajan, yakım için sıvı enjeksiyonlu bir yakma fırınına transfer edilir. Artık kimyasal ajan içerebilen metal parçalar metal parça yakma fırınında işlem görür.



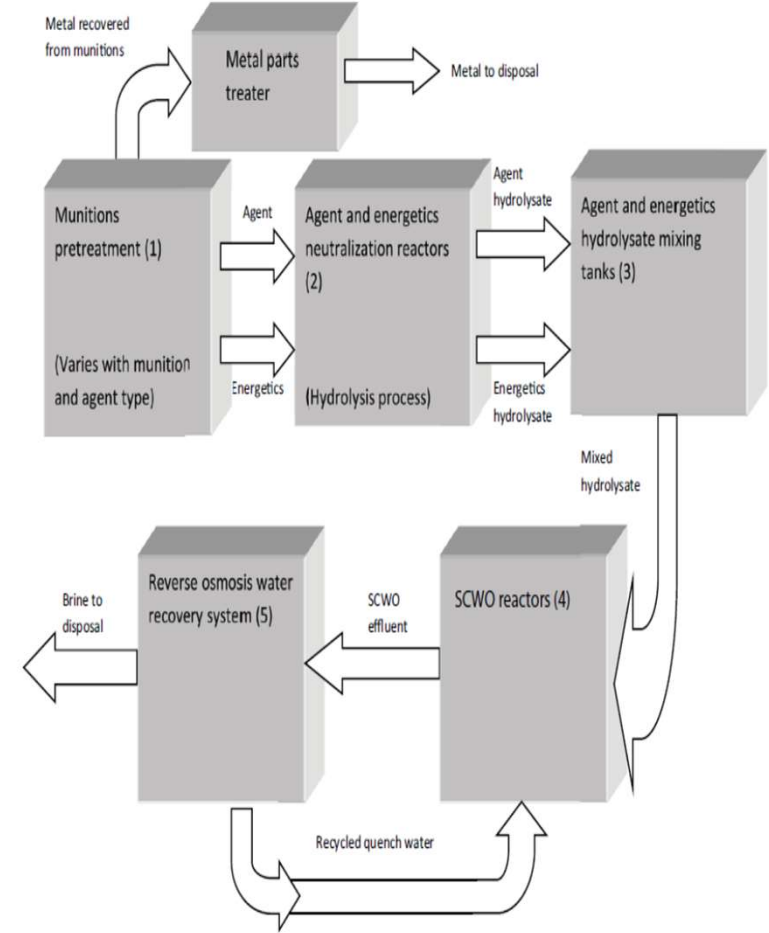
# Süper Kritik Oksidasyon,

Tek bileşenli bir akışkanın sıcaklık ve basınç değerleri kritik noktayı aştığında süperkritik olarak tanımlanır. Süperkritik su oksidasyonu (SCWO); suyun 374 °C ve 22 MPa (218 atmosfer) kritik nokta değerlerinin üzerindeki sıcaklık ve basınç altında, organiklerin hava veya oksijenle oksidasyonu olarak ifade edilmektedir.



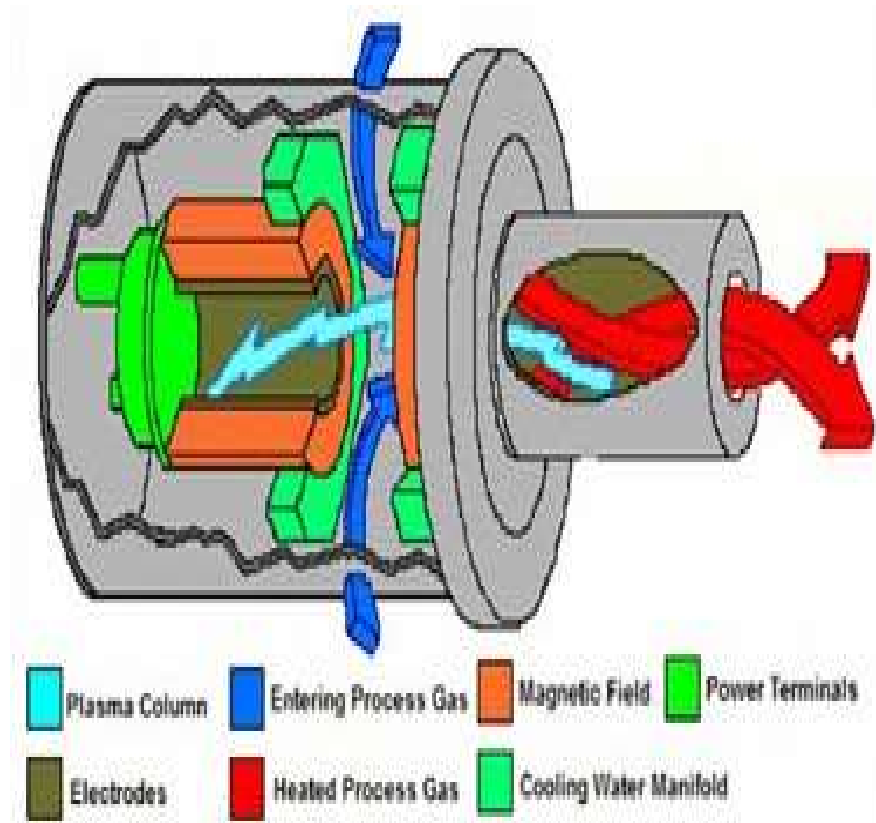
## Süper Kritik Su Oksidasyonu,

SCWO'da, klor gibi heteroatom madde içeren organik malzemeler, saf suyun kritik noktasında, sulu bir ortamda O<sub>2</sub> ile etkili bir şekilde oksitlenebilir. Kısa reaktör kalma süreleriyle yüksek dönüşümler mümkündür. Hidrokarbonlar tamamen CO<sub>2</sub> ve suya dönüştürülebilirler. Süperkritik su, hem organik bileşikler hem de oksijen için yüksek çözünürlük sunması sebebiyle oksidasyon reaksiyonları için uygun bir ortamdır.



## Plazma Pirolizi,

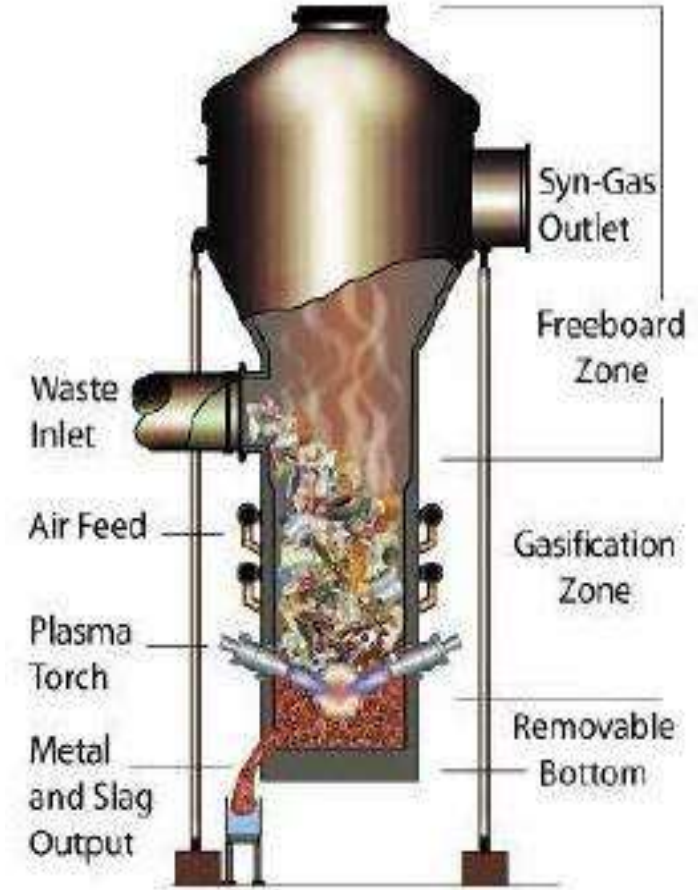
Plazma; elektronlar, iyonlar ve nötr partiküllerden oluşan, maddenin 4. hali olarak tanımlanmaktadır. Plazma teknolojisi, elektriksel bozunma olarak kabul edilen bir işlem olan, bir proseste elektrik akımını bir gaz içerisinde geçirerek aralıksız bir elektrik arkı oluşturmayı hedefler.





## Plazma Pirolizi,

Plazma pirolizinde, kimyasal mükemmat bileşenleri sökme işleminden sonra, özel bir fırın muhafazasında 15,000 ° C'ye yaklaşan sıcaklıklarda elektrik arkının oluşturduğu bir plazma ortamına sokulur. Kimyasal ajanlar anında ayrışır ve metal parçalar eritilir. Plazma piroliz reaktörleri, kimyasal mükemmatın tüm bileşenlerini (kimyasal madde, tapalar, patlayıcı ve itici maddeler, metal mahfazalar ve paketleme malzemeleri vb.) bertaraf etmek için kullanılabilir.



## Erimiş Metal Teknolojisi,

Bu işlem, organik bileşiklerin termal olarak ayrışması ve bir cüruf oluşturmak için inorganik malzemelerin çözülmesi için bakır, demir veya kobalt gibi metaller 1650 ° C'de (3000 ° F) kullanılması işlemidir. İşlem için kullanılan fırın, Molten Metal Technology (MMT) ve Elkem Technology tarafından geliştirilen bir çelik dönüştürücüdür. Metal banyo, banyodaki elektrotlar arasında bir akım geçirilerek ısıtılır. Yok edilecek malzeme (gaz, sıvı, çamur veya katı) erimiş metali içeren kabın tabanına pompalanır. Atık malzeme küçük moleküller veya atomlar halinde ayrışır ve banyoya dağıtılır. Oluşan gazlar oksidasyonun tamamlandığı ve katıların giderildiği hava kirliliği kontrol sistemi tarafından toplanır. Sıvı metalde çözünmeyen erimiş bir inorganik cüruf tepeye çıkar ve süzülür. Nihai gaz halindeki ürünler yakma ile aynıdır.



## Sonuç ve Tartışma;

---

Ülkemizde kimyasal silah, ajan üretim ve depolama tesisi olmadığından doğal olarak kimyasal bertaraf tesisi de bulunmamaktadır. Yine ülkemizde bu ajanların bertarafına yönelik bilimsel çalışma az olduğu için yukarıda bahsedilen yöntemler özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Rusya ve Almanya'da uygulanan yöntemlerdir. Bu yöntemlerin yanı sıra; metanoliziz, fotokataliz, elektrokimyasal oksidasyon, biyobozunma gibi yöntemler de bertaraf yöntemi olarak kullanılmakla beraber bu çalışmada dünyada en çok kullanılan yöntemlerden bahsedilmiştir.

# AFAD<sup>®</sup>

Arz ederim.

Msc. Caner DERELİ

[Caner.dereli@afad.gov.tr](mailto:Caner.dereli@afad.gov.tr)

Prof. Dr. Hüseyin TOPAL

[htopal@gazi.edu.tr](mailto:htopal@gazi.edu.tr)