

TOPKAYA

Prof.Dr.Bülent TOPKAYA

# KATI ATIK VE ÇEVRE

Sayı 11

Temmuz 1993



KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

# KATI ATIK VE ÇEVRE

Sayı 11, Temmuz 1993

## İÇİNDEKİLER

Okurlarımıza .....	1
Radyoaktif Atık Oluşumu ve Türkiye'de Radyoaktif Atık Yönetimi Sedat Yaşar .....	2
Ümraniye-Hekimbaşı Çöplüğündeki Kazanın Nedenleri Günay Kocasoy .....	11
Atık Plastiklerin Ayırımında Vakumlu Odaların Kullanımı Dr.Meral Taner Kaya .....	16
Çöplüklerin Islahı İçin Basitleştirilmiş Yaklaşım Prof.Dr.Kriton Curi .....	18
Toplantılar .....	26
Yayınlar .....	29
Yazım Kuralları .....	31

## KATI ATIK ARAŞTIRMA ve DENETİMİ

### TÜRK MİLLİ KOMİTESİ Adına Sahibi ve

Mesul Müdürü :	Prof.Dr. Kriton Curi
Editörler :	Prof.Dr. Fahir Borak Doç.Dr. Günay Kocasoy
Yazı Kurulu :	Prof.Dr. Ekrem Ekinci Prof.Dr. İlhan Or Prof.Dr. Gülerman Sürücü Prof.Dr. Olcay Tünay
Kapak Fotoğrafı :	Prof.Dr. Kriton Curi

Üç ayda bir yayınlanır.

Yazışma Adresi:  
Kati Atık Türk Milli Komitesi  
Boğaziçi Üniversitesi  
80815 Bebek-İSTANBUL  
Tel: 263 15 00/1276-1439

BASKI  
Cem Ofset Matbaacılık Sanayii A.Ş.  
Beşyol, Fabrikalar Cad. No: 21  
Sefaköy, İSTANBUL

Çevreyi Korumak İçin Bu Dergi  
Geri Kazanılmış Kağıda Basılmıştır.

Lever-İş'e bu derginin basılmasındaki  
katkılarından dolayı teşekkür ederiz.  
Kati Atık Türk Milli Komitesi

## OKURLARIMIZA

Korktuğumuz başımıza geldi! Herkes Hekimbaşı faciasından bahsetmesine karşın, bunun facia değil "ihmalden kaynaklanan bir cinayet" olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz. Hekimbaşı çöplüğünde bir kaza olabileceğini Kati Atık Türk Milli Komitesi üyeleri sözlü ve birkaç kez de yazılı olarak belirtmiş olmalarına ve hatta bu konularda dünyaca tanınan Kanada'lı uzman Dr. Bob Ferguson yazılı bir rapor vermiş olmasına rağmen hiçbir önlem alınmamış ve sonunda çöplüğün yanında kaçak ev yapmaktan başka suçu olmayan vatandaşlarımız hayatlarını kaybetmiştir. Kati Atık ve Çevre dergisinin bu sayısında bu kaza ile ilgili detaylı bilgiler ve bir değerlendirme içeren bir makale yayınlanmaktadır. Ayrıca bu sayımızda bu tip faciaların olmaması için mevcut çöplüklerde uygulanması gereken rehabilitasyon yöntemlerini içeren diğer bir yazı da yer almaktadır. İkinci yazıyı yazarken ümidimiz yazıyı okuyan yetkililere çöplükleri standartlara uygun bir duruma getirmek için ne karışık teknolojik çözümlere, ne yabancı uzmanlara, ne de fazla bir paraya ihtiyaç olmadığını anlatmaktır. Makaleyi okuyan herkes en küçük beledyemiz dahi gelişigüzel depolama ile uzaklaştırdıkları atıkların oluşturduğu çöplüklerini rehabilite etmenin kendi imkanları ile mümkün olduğunu anlayacaktır.

Türkiye'de genellikle çöp konusunda herhangi bir iyileştirmeden bahsedildiği zaman; örneğin kaynaktan ayıklama, düzenli depolama gibi fikirler ileri sürüldüğünde, "bizim halkımız yapamaz" savı ile hiçbirşeyin yapılmaması tercih edilmektedir. Ancak bu yanlış yaklaşıma hemen son vermek gerekir. Buna ilaveten yetkililerin problemlere çözüm ararken Türk mühendislerine güven duymaları ve biran önce çevresel sorunlarımıza çözüm bulma yoluna gitmeleri lazımdır. Bu çabalarımızı gerçekleştirmek belki bir daha Hekimbaşı cinayetleri yaşanmaz ve gelecek nesillere daha iyi bir çevre bırakırız.

Saygılarımla,

Kriton Curi

# RADYOAKTİF ATIK OLUŞUMU VE TÜRKİYE'DE RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ

**Sedat YAŞAR**

Sağlık Fiziği Bölümü Başkanı  
Çekmece Nükleer Araştırma ve  
Eğitim Merkezi

**ÖZET:** Radyoaktif maddeler devamlı artan miktarlarda başta tıp olmak üzere endüstri ve araştırma ile elektrik enerjisi ve ısı üretiminde kullanılmaktadır. Radyoaktif maddelerin kullanıldığı tüm faaliyetlerde, kaçınılmaz bir şekilde, yan-ürün olarak radyoaktif atıklar meydana gelmektedir. Meydana gelen bu radyoaktif atıklar insan için olduğu kadar hayvan ve bitkiler için de potansiyel olarak zararlıdır. Bu nedenle kendimizi ve gelecek kuşakları bu potansiyel tehlikelerden korumak için bu radyoaktif atıkların işlenerek zararsız hale getirilmesi önemlidir.

Bu makalede önce radyoaktif atık nedir, nerede ve nasıl oluşur ile yönetiminin genel ilkeleri üzerinde durulmakta ve sonra Türkiye'de oluşan radyoaktif atıkların işlenmesi için kurulan Düşük-Düzeyle Radyoaktif Atık İşleme Tesisi'nden bahsedilmektedir.

## RADIOACTIVE WASTE PRODUCTION AND RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT IN TÜRKİYE

**ABSTRACT:** Radioactive materials are being in increasing quantities in industry, research especially in medicine as well as in the production of electrical energy and heat. Radioactive waste materials are occurring inevitably as a by product in all the activities in which radioactive materials are used. These wastes have the potential harm to man as well as to animals and plants; it is therefore important that they have to be carefully managed to prevent ourselves and future generations from the arising hazards.

In this article, it was first stated what a radioactive waste material is, where and how it comes into existence, what the general principle of its management are, and later continued on the Low-Level Radioactive Waste Management Centre which is established for the management of the radioactive wastes produced in Türkiye.

### 1. GİRİŞ

Dünya nükleer enerjiye, ikinci dünya savaşında Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombasının yarattığı dehşeti gördükten sonra, nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla uygulamasında her türlü güvenlik önlemlerinin alınmasını sağlamıştır. Nükleer enerjiden faydalanırken oluşan radyoaktif atıkların zararsız hale getirilmesi de 35 yıldan beri bilim adamları, hükümetler ve halkın en önem verdiği konu olmuştur. Radyoaktif atıklardan çevreyi korumak ve insanlara ulaşmalarını için çok büyük para ve emek harcanmış ve harcanmaya da devam edilmektedir. Radyoaktif atıkların zararsız hale getirilmesi bazen tek bir ülkeyi değil bölge ülkelerini hatta tüm dünyayı da ilgilendirmektedir.

Nükleer teknolojinin ilerlemesine paralel olarak bugün yeni nükleer teknikler bulunmakta ve bu teknikler başta tıp, endüstri ve diğer alanlarda uygulama imkanları bulmaktadır. Bugün Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'na

(UAEA) üye olup ta radyoaktif atık üretmeyen ülke bulunmamaktadır. Üretilen radyoaktif atığın cinsi çok değişik fakat miktarı ülkeden ülkeye çok değişmekte ve yılda bir kaç gramdan yüzlerce tona kadar varabilmektedir. Üretilen radyoaktif atık miktarı o ülkenin nükleer teknolojiye ne derecede geçtiğinin bir göstergesidir.

### 2. RADYOAKTİF ATIK OLUŞUMU KAYNAKLARI

Nükleer enerjiden faydalanırken herhangi bir madde, yönetmeliklerde verilen muaf konsantrasyonların üzerinde bir miktarda radyoizotop ile bulaşmış ise ve bu madde gelecekte kullanılmayacaksa, bu madde radyoaktif atık olarak nitelendirilmektedir.

Radyoaktif atıklar, en basit bir şekilde, fiziksel durumlarına göre sınıflandırabileceğimiz katı, sıvı ve gaz atık olarak aşağıda verilen 3 ana işlem esnasında oluşmaktadır.

## 2.1. Nükleer Yakıt Çevrimi

Nükleer yakıt çevrimi uranyum madenciliği, uranyum cevheri zenginleştirilmesi, nükleer yakıt yapımı, reaktör işletmesi ve kullanılmış yakıtların tekrar işlenmesi (reprosesi) gibi faaliyetleri kapsamaktadır.

### a) Uranyum ve Toryum Madenciliğinden Oluşan Atıklar

16 ülkede uranyum ve toryum madenciliği ile ilgili çalışmalar vardır. Nükleer güç endüstrisinin ham maddesi olan uranyumun madenciliğinde esas radyasyon tehlikesi uranyumun bozulmasında oluşan radyum (Ra-226) ve radondan (Rn-222) meydana gelmektedir. Cevherden uranyum ayrıldığında içinde çözülmeyen radyum sülfat içeren tonlarca katı atık oluşmakta ayrıca yine büyük hacimde sıvı atık da meydana gelmektedir. Cevherdeki radon, işlemler esnasında ortam atmosferine çıkar ve derin uranyum madeninde bu gaz atık en büyük radyasyon tehlikesini oluşturur. Oluşan katı atıkların içerdiği radyoaktifite bazı doğal toprakların içerdiği miktara eşdeğer olduğundan bu atıklar aynı bölgede üzeri toprak örtülerek zararsız hale getirilir.

Toryum henüz nükleer güç santrallerinde kullanılan bir yakıt olmadığından onun madenciliği radyoaktif atık üretimi bakımından önemli değildir.

### b) Uranyum Zenginleştirme ve Yakıt İmalatından Oluşan Atıklar

Uranyum işletmesinde ikinci adım reaktörler için yakıt elemanlarını üretimidir. Doğal uranyum içindeki fisyon meydana getiren izotop U-235 olup bu da U-238'in içinde %0.7 oranında bulunmaktadır. Bazı nükleer güç reaktörleri metal veya alaşım haline getirilen doğal uranyum yakıtları ile çalışmakta diğerleri ise U-235 bakımında %4'e kadar zenginleştirilmiş yakıtlarla çalışmaktadır. Zenginleştirilmiş yakıt genellikle uranyum dioksit formundadır.

1991 yılına göre; 11 ülkede zenginleştirme tesisi, 19 ülkede uranyum dioksit (UD) ve/veya Plutonyum oksit (PUO) üretim tesisi

bulunmaktadır.

Doğal ve zenginleştirilmiş uranyumdan yakıt elemanı fabrikasyonunda uranyum ürünleri ile biraz kontamine katı, sıvı ve gaz şeklinde atık oluşmaktadır.

### c) Nükleer Güç Reaktörlerinde Oluşan Atıklar

Nükleer reaktörlerde U-235'in fisyonu ile fisyon başına ortalama 2.5 nötron meydana gelir. Bu meydana gelen nötronların herbiri ağır su veya grafit yavaşlatıcılarla etkileşmeye girerek enerjilerini kaybederek termal hale geldiklerinde tekrar bir U-235 atomu tarafından yutularak tekrar fisyon meydana getirirler. Bu zincir reaksiyonunu dengede tutmak nötron fazlalığını ortamdaki yavaşlatıcı ile absorber tarafından yutulmasına bağlıdır. Ortamdan kaçıp çevre zırhında veya reaktör ortamında soğutulan nötronlar bunların radyoaktif hale gelmesine (aktivasyon ürünlerine) neden olur. Böylece daha önce radyoaktif olmayıp reaktörde kullanılan veya reaktörden geçen her şey radyoaktif hale gelir. Bunlara ilave olarak fisyonla fisyon ürünü meydana gelir. Bu fisyon ürünleri yakıt elemanı zarfı içinde kalır. Nükleer güç santrallerinde meydana gelen bu fisyon ürünleri en büyük radyoaktif atığı oluşturur. Nükleer güç santrallerinin ömrü yaklaşık otuz yıldır. Bu süre içinde reaktörde meydana gelen arızalar sonucunda değiştirilen parçalar ve reaktörde oluşan kontaminasyonların dekontaminasyonunda radyoaktif atık meydana gelir. Reaktörün ömrü dolduğunda da sökülünde büyük miktarda katı ve sıvı atık oluşur.

Reaktörde oluşan radyoaktif atığın miktarı reaktörün tipine, yapısına, çalışma yöntemine bağlıdır. Radyoaktifite konsantrasyonu  $3.7E-4$  Bq/m<sup>3</sup> ile  $3.7E+5$  Bq/m<sup>3</sup> arasında olan sıvı atıklar bazı reaktörlerde büyük hacimlerde meydana gelir (Reaktör başına en çok 10000 m<sup>3</sup>/yıl). Bu sıvı atıklar Tritiyum, korrozif madde, bazı fisyon ürünleri ve dekontaminasyondan oluşan suları içermektedir.

Meydana gelen gaz radyoaktif atıklar da reaktör tipine çok bağlıdır. Sonuç olarak

değişik derecede kontamine olan katı atıkların oluşumu reaktör başına yılda 10 ile 100 m<sup>3</sup> arasında değişmektedir. 1992 yılı sonu itibariyle dünyada 420 nükleer güç santrali çalışmaktadır. 2000 yılında 64 nükleer güç santrali ve 256 nükleer araştırma reaktörü 30 yaşına ulaşacaktır.

#### **d) Kullanılmış Yakıtların Tekrar İşlenmesinden Oluşan Atıklar**

Dünyada 15 ülke kullanılmış yakıtları tekrar işleme tesisi kurdu veya kurmayı planlamaktadır.

Kullanılmış yakıt elemanları, içindeki uranyum ve plutonyumu tekrar kazanmak için kimyasal işleme tabi tutulurlar. Bu işlemler esnasında kullanılmış yakıt elemanındaki fisyon ürününün %99.9'u ayrılır ve böylece radyoaktivitesi çok yüksek atık oluşur. Yakıt elemanlarının içerdiği fisyon ürünleri yakıtın yanma miktarına (burn-up) bağlıdır. Fisyon ürünlerinin içerdiği H-3, Kr-85, Sr-90 ve Cs-137 izotopları uzun yarıömürlü olması nedeniyle bunların zararsız hale getirilmesi büyük sorun yaratmaktadır.

Kullanılmış yakıt elemanlarından ayrılan plutonyum ve uranyumun içinde de bir miktar fisyon ürünü kalmaktadır. Uranyum ve plutonyumun saflaştırılmasında büyük miktarda sıvı atık oluşmaktadır.

Gaz ve uçucu fisyon ürünlerinden zenon ve iyotun yarı ömrü küçük olduğundan atık olarak önemli bir sorun yaratmadığı halde yarı-ömürü 10.76 yıl olan Kr-85 önemli problem meydana getirmektedir.

Reaktörün tipine ve yakıt elemanının yüzde yanmasına bağlı olarak yakıt elemanı içinde plutonyum ve diğer transuronik elementler {Amerisyum (Am) ve Kuriyum (Cm)} meydana gelir. Bunlardan plutonyum, yakıt elemanının işlenmesinde %98.5 ile %99 arasında geri kazanıldığı halde diğer transuranik elementler fisyon ürünleri içinde atık olarak bırakılır. Bunlar alfa yayınlı ve uzun yarı-ömürlü olmaları dolayısıyla uzun süre tehlike yaratır.

Kullanılmış yakıt elemanlarının kimyasal işlenmesinde sıvı atıklar yanında kontamine

cihazlar, yapısal materyal, kağıt, havlu ve koruyucu giysilerden oluşan katı atıklarda meydana gelir. Görüldüğü gibi nükleer endüstride esas atık kaynağı yakıt işleme tesisleridir. Burada meydana gelen atıkların radyoaktivitesi diğer kanallardan oluşan atıkların toplam aktivitesinin çok üzerindedir.

Yakıt işleme tesisinin kullanım ömrü bittiğinde çok yüksek derecede kontamine atık oluşacak ve bunların yönetimi büyük problemler yaratacaktır.

#### **2.2. Nükleer Araştırma Merkezlerinde Oluşan Atıklar**

Nükleer araştırma merkezlerinde çoğunlukla değişik güçte araştırma reaktörleri bulunmaktadır. Bu araştırma reaktörlerinin çalışması süresince nükleer güç santrallerine benzer atıklar oluşmaktadır. Bu araştırma reaktörlerinde endüstride, tıpta, ziraatte ve araştırmalarda kullanılmak üzere radyoaktif madde üretilmekte ve bunun sonucunda da katı, sıvı ve gaz halinde radyoaktif atık meydana gelmektedir. Bu merkezlerde, nükleer güç reaktörlerinde oluşan problemlerin çözümü ve daha iyi reaktörlerin yapımı ile kullanılmış yakıt elemanlarında yapılan araştırmalar sonucunda da büyük miktarlarda atık oluşmaktadır.

Meydana gelen atıkların hacim ve aktivitesi tesiste yürütülen araştırmalara göre tesisten tesise göre değişmektedir. Meydana gelen sıvı atık miktarı, Avrupa için, araştırıcı başına yılda 10 ile 100 m<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Bu araştırma merkezlerinde düşük aktivite katı atıklar da oluşmaktadır. Bunların miktarı personel başına yıllık 1/4 ile 1/2 m<sup>3</sup> arasında değiştiği tahmin edilmektedir. Bu atıkların yaklaşık %40 ile %60'ı kağıt, ağaç, pamuk, lastik, plastik ve kokabilen biyolojik maddelerden oluşmaktadır. Yanmayan atıkların büyük bir kısmı ise (%30 ile %60) sıkıştırılabilir veya kırılarak hacim küçültmeye elverişlidir.

Normal çalışma şartlarında meydana gelen bu atıklara ilave olarak kullanımdan kaldırılan kontamine cihazlar, tesisin sökümü ve tesiste yapılan değişiklikler

sonucunda büyük miktarda katı atık oluşur.

### **2.3. Açık ve Kapalı Radyoaktif Maddelerin Kullanımı Sonucunda Oluşan Atıklar**

Bilindiği gibi bugün radyoaktif maddeler başta tıp olmak üzere endüstri, tarım ve çeşitli araştırmalarda çok yaygın bir şekilde kullanılmakta ve bu uygulamalar sonucunda radyoaktif atık oluşmaktadır.

#### **a) Açık Radyoaktif Maddelerin Kullanımı**

Radyoizotopların açık kaynak olarak kullanılmasında radyoaktif atık meydana gelmesinden kaçınmak imkansızdır. Açık radyoaktif maddelerin araştırmalardan çok tıpta teşhis ve tedavi amacıyla Nükleer Tıp Merkezlerinde ve Radio Immuno Assay (RIA) Laboratuvarlarında kullanılmaktadır. Buralarda yapılan uygulamalar sonucunda katı ve sıvı radyoaktif atıklar oluşmaktadır.

#### **b) Kapalı Radyoaktif Maddelerin Kullanımı**

Paslanmaz çelik gibi maddelerden yapılmış kapsüller içinde hapsedilerek sızdırmaz hale getirilen radyoaktif maddelere kapalı radyoaktif madde (kaynak) denilmektedir. Bunların yayınladığı ışınlardan faydalanılarak bunlar yine tıpta ve endüstride çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunlar çoğunlukla bir cihazda sabit bir şekilde kullanılır. Burada kullanılan radyoizotopların yarı-ömrü çoğunlukla uzundur. Kullanılmaları esnasında radyoaktif atık meydana getirmezler. Ancak kullanılma ömürleri bitince yani radyoaktiviteleri azalınca kendileri radyoaktif atık haline dönüşür. Buna ilave olarak radyoaktif kaynağın kullanımı esnasında korozyona uğraması veya hatalı imalat veya kaza nedeniyle radyoaktif kaynak sızma gösterirse cihazın dekontaminasyonu sonucunda da atık oluşur.

### **3. RADYOAKTİF ATIKLARIN SINIFLANDIRILMASI**

Yukarıdaki faaliyetlerden çıkan radyoaktif atıklar en basit olarak, fiziksel durumlarına göre katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç ana grup

altında toplanmaktadır. Ayrıca, içerdikleri radyoaktif madde miktarına ve dolayısıyla insanlar için yarattıkları tehlikenin derecesine göre "alçak, orta ve yüksek düzeyli" atıklar olarak da sınıflandırılmaktadır. Radyoaktif atıkların diğer bir sınıflandırma şekli de içerdikleri radyonüklidlerin yarı-ömrlerine göre "uzun veya kısa ömürlü atıklar" şeklinde iki gruba ayrıldıkları gibi meydana geliş şekillerine göre de "tıbbi atıklar", "madencilik atıkları", "reaktör atıkları" v.b. gibi gruplara ayrılmaktadır. Nihayet yayınladıkları radyasyon türüne göre de "alfa, beta, gama ve nötron yayınlayıcı atıklar" olarak da sınıflandırılmaktadır.

### **4. RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ**

Meydana gelen radyoaktif atıklar, yayınladıkları iyonlaştırıcı radyasyonlarla, insanlar ve diğer canlılar ile çevre için çok büyük tehlike oluşturmaktadır. Kendimizi, çevremizi ve gelecek kuşakları radyasyonların meydana getirdiği zararlı etkilerinden korumak için radyoaktif atıklar üzerine bir takım önlemlerin alınması zorunludur. İşte radyoaktif atıklardan gelecek bu zararlı radyasyon etkilerinden korunmak üzere bu atıkların toplanması, işlenmesi, taşınması, depolanması ve gömülmesi gibi işlerin yapılması için gerekli teknik ve idari işlemlerin tümüne "Radyoaktif Atık Yönetimi" adı verilmektedir.

#### **4.1. Alçak Düzeyli Radyoaktif Atıkların Yönetimi**

Bu tür atıklar ihmal edilebilir uzun ömürlü radyoaktif atık içerir. Genellikle büyük bir madde hacmi içinde küçük miktarlarda düşük yarı-ömrü radyoaktif maddeleri içeren atıklar olup nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla endüstride, tıpta, araştırmada ve nükleer reaktörlerde yapılan çalışmalar sonucu meydana gelmektedir. Alçak düzeyli atıklar, esas itibariyle kağıt, plastik, cam, filtre, paspas ve temizlik bezleri, paçavralar, eldivenler ve el aletleri gibi radyoaktif maddelerle kontamine olmuş eşyadan ve yine küçük miktarlarda radyoaktif maddelerle kontamine olmuş sıvılardan oluşmaktadır. Bu tür atıkları zararsız hale getirmede bir kaç etkin, güvenli ve elverişli yöntem bulunmaktadır. Bunlar depolama ve bekletme,

sıkıştırma, yakma, kimyasal çöktürme, buharlaştırma, filtreleme ve iyon değiştirme gibi yöntemlerdir. Bu işlemleri beton, katran (zift) veya polimer gibi materyal içinde sabitleştirilen bu atıklar daha sonra yüzeye yakın oluşumlarda veya sığ toprakta veya beton kanal içinde veya yapı içinde zararsız hale getirilir. Düşük düzeyli atıkların sığ toprakta zararsız hale getirilmelerini 30 yıldan beri bir çok ülke uygulamaktadır. Yüzeye yakın yerlerde zararsız hale getirme ancak 300 yıla kadar geçerli olup bu bölgenin kontrol altında tutulması gerekmektedir.

#### **4.2. Orta Düzeyli Radyoaktif Atıkların Yönetimi**

Yüksek düzeyli radyoaktif atıklara nazaran daha az ısı ve radyoaktivite içerirler. Bunların işlenmesi ve nakliyesi esnasında zırhlama gerekir. Böyle atıklar cihaz parçaları veya metal parçaları olduğu kadar reaktörlerin çalışmasından çıkan reçine veya katılaştıran kimyasal çamur içerebilir. Bu atıkların zararsız hale getirilmesi düşük düzeyli atıklar için uygulananın benzeridir.

#### **4.3. Yüksek Düzeyli Atıkların Yönetimi**

Çoğunlukla nükleer yakıtların tekrar işlenmesi esnasında meydana gelen bu atıklar işi üreten, yüksek aktiviteli ve uzun-ömürlü fisyon ürünleri ile transuranik elementleri içermektedir. Ayrıca kullanılmış fakat işlenmemiş yakıtlar da bu sınıfa dahildir. Bu atıkların zararsız hale getirilmesi gelecek kuşaklara bırakılamaz. Bunun için bu tür atıkları olan ülkeler kendi başlarına veya müşterek projelerle bu soruna çözüm yolları aramışlardır. Bugün bu atıkların zararsız hale getirilmesinde kullanılan yöntemi şöyle özetleyebiliriz.

Bu radyoaktif atıklar oluştukları yerde uygun bozulma süresi bekletildikten sonra cam, seramik veya beton bir matriks içinde hapsedilerek sızdırmaz hale getirilmektedir. Sızma ihtimalini daha da azaltmak için cam veya seramik matriksin etrafı sert ve korrozyona dayanıklı bir veya birkaç tabaka ile sarılarak bir kapsül içine alınmaktadır. Bu şekilde hareketsiz ve sızdırmaz hale getirilen

atıklar yer kabuğundaki uygun jeolojik oluşumlar içine gömülmektedir. Yer kabuğundaki volkanik kayalar, kil ve tuz tabakaları içindeki doğal veya insan yapısı mağara veya galeriler bu atıkların nihai gömülmesi için uygun yerlerdir.

### **5. TÜRKİYE'DE RADYOAKTİF ATIK OLUŞUMU**

Türkiye'de radyoaktif madde kullanımı ilk defa kanser tedavisi amacı ile 1930'lu yıllarda başlamıştır. Bu amaçla tüp, plaka ve iğneler şeklinde kapsüllenmiş Ra-226/Rn-222 kaynakları kullanılmıştır. Daha sonra nükleer reaktörlerin devreye girmesiyle yapay olarak üretilen bir çok radyoaktif madde açık veya kapalı radyoaktif kaynak olarak ülkemizde tıp, endüstri ve araştırma alanlarında çok yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi (ÇNAEM)'deki 1 MW'lık araştırma reaktörünün 1962 yılında işletmeye başlamasıyla birlikte 1963 yılından itibaren Türkiye'nin ihtiyacı olan radyoizotopların üretimine başlanmıştır. 1983 yılında ÇNAEM'de devreye giren 5 MW'lık TR-2 reaktörü ile bugün Türkiye'nin ihtiyacı olan Tc-99m'un %70 ve Ir-192'nin %99'ı üretilmektedir.

#### **5.1. Tıp Alanında Çıkan Radyoaktif Atıklar**

##### **a) Radyoterapi Merkezlerinden Çıkan Radyoaktif Atıklar**

Bugün Türkiye'de 20 radyoterapi merkezi bulunmaktadır. Bu radyoterapi merkezlerinde Teleterapi ve Brakiterapi cihazlarında kullanılmaya ömürlerini bitirmiş radyoaktif kaynakların değiştirilmesi nedeniyle yaklaşık 100 TBq (2.7 kCi)'lık kapalı radyoaktif kaynak atık olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak bu çıkan eski kaynaklar, yeni kaynakları sağlayan yabancı firmalar tarafından alınarak, yurt dışına götürülmektedir. Teknolojisi eskimiş veya arızalı olup kullanım dışı kalan tedavi cihazlarının kaynakları atık olarak ülkemizde kalmaktadır. Bugüne kadar iki teleterapi cihazının Co-60 kaynakları atık olarak ÇNAEM'de bulunmaktadır. Brakiterapide Co-60, Cs-137 ve Ir-192 kapalı

radyoaktif kaynaklarını içeren Sonradan Yükleme Cihazları devreye girmeden önce Ra-226 kaynakları kullanılmaktaydı. Tüp, plaka ve iğne şeklinde olan bu Ra-226 kaynaklarının sızdırması halinde çok tehlikeli olması ayrıca bunların çoğunlukla elle uygulama gerektirmesi radyoterapistler için büyük radyasyon tehlikesi yaratmaktadır. Bundan dolayı tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de bunların brakiterapide uygulanması terk edilmiştir. Ülkemiz hastanelerinde bulunan bu Ra-226 kaynaklarının (yaklaşık 3.2 g) büyük bir kısmı Merkezimize zararsız hale getirilmek üzere radyoaktif atık olarak teslim edilmiştir.

## **b) Nükleer Tıp ve RIA Laboratuvarlarından Çıkan Radyoaktif Atıklar**

Ülkemizde yaklaşık 40 adet nükleer tıp ve 140 adet RIA laboratuvarı bulunmakta olup bu laboratuvarlarda radyoaktif maddeler etiketli bileşikler halinde invivo ve invitro olarak kullanılmaktadır. Nükleer tıpta teşhis amacı ile kullanılan Tc-90m'in %70'i ÇNAEM üretiminden geriye kalan kısmı ithal edilen Mo-99/Tc-99m jeneratörlerinden sağlanmaktadır. Nükleer tıp ve RIA laboratuvarlarında başta Tc-99m, I-125 ve I-131 olmak üzere 25'e yakın izotoplarla etiketli radyofarmasötikler kullanılmaktadır.

Nükleer tıp laboratuvarlarında radyoaktif maddeler genellikle sıvı şeklinde hastalara iştirilmekte veya enjekte edildiğinden en büyük radyoaktif atık kaynağı hasta atıklarından oluşmaktadır. Bunlara ilave olarak Nükleer Tıp ve RIA Laboratuvarlarında Mo-99/Tc-99m jeneratör atıkları, kontamine olmuş şişeler, enjektörler, sayım tüpleri, emici kağıt ve pamuklar katı radyoaktif atık olarak meydana gelmektedir. Bu tür atıkların miktarı laboratuvar başına yılda 0.5 ile 1.5 m<sup>3</sup> arasında değiştiği tahmin edilmektedir. Bu laboratuvarlarda ayrıca laboratuvar başına kullanılan radyoizotoplarla kontamine 100 L ile 800 L arasında değişen miktarlarda sıvı atıklar da oluşmaktadır.

## **5.2. Endüstri Alanında Çıkan Radyoaktif Atıklar**

Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de endüstri alanında çıkan en önemli radyoaktif

atıklar radyografi, seviye, densite, kalınlık ve rutubet ölçen cihazlardan çıkan kullanıma ömrü dolan radyoaktif kaynaklardan oluşmaktadır. Ayrıca radyoaktif madde içeren duman detektörleri, paratoner gibi halkın kullanımına sunulan çeşitli cihazlar da kullanım ömürlerini doldurduktan sonra radyoaktif atık olarak geri dönmektedir.

## **5.3. Araştırma Alanında Oluşan Radyoaktif Atıklar**

Ülkemizde araştırma alanında radyoaktif maddeler, TAEK Nükleer Araştırma Merkezleri dışında üniversitelerde çok sınırlı bir şekilde kullanıldığından radyoaktif atık oluşumu önemsiz düzeydedir. TAEK tesislerinden en büyük atık Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezinde (ÇNAEM) oluşmaktadır. Bu Merkezde 5 MW'lık TR-2 araştırma reaktörü bulunmaktadır. Bu araştırma reaktöründe aktivasyon ürünleri ile kontamine kıvı atıklar ile katı atık oluşmaktadır. Buna ilave olarak nükleer tıpta kullanılan Tc-99m ile endüstride kalite kontrolunda (radyografi) kullanılan Ir-192'nin üretimi esnasında sıvı ve katı atıklar meydana gelmektedir. Ayrıca pek yakında başlayacak I-131 üretimi ile de büyük miktarda atık meydana gelecektir.

Merkezimizde bulunan Nükleer Yakıt Bölümünde yakıt programı ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda uranyumla kontamine katı ve sıvı atıklar oluşmaktadır.

Bütün bunlarla birlikte nükleer kimya, fizik, endüstriye uygulama, radyobiyooloji ve sağlık fiziği konularında yapılan araştırmalar sonucunda da çeşitli radyoaktif maddelerle kontamine sıvı ve katı atıklar oluşmaktadır. Bu Merkezimizde oluşan radyoaktif atık miktarı katı atık olarak yılda 3 m<sup>3</sup> ve sıvı atık olarak da yılda 10 m<sup>3</sup> kadardır. TAEK'e bağlı diğer araştırma merkezleri olan Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi ile Lalahan Araştırma Merkezi ve Ankara Nükleer Tarım Merkezlerinde açık radyoaktif maddelerle yapılan araştırmalar sonucunda yılda yaklaşık 2 m<sup>3</sup> katı ve 0.5 m<sup>3</sup> sıvı atık meydana gelmektedir.



## 6. TÜRKİYE'DE RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ

Ülkemizdeki uygulamalar sonucunda meydana gelen radyoaktif atıklar, düşük düzeyli atıklar grubuna girmektedir. Nükleer güç veya yakıt veya kullanılmış yakıtları işleme (reproses) tesisi kurulmadıkça ülkemizde oluşan atıkların düzeyi genelde düşük düzeyli atıklar düzeyinde olacaktır.

2690 sayılı "Türkiye Atom Enerjisi Kurumu" Kanunu'nun 4. maddesi (f) fıkrasında, ülkemizdeki radyoaktif atıkların güvenli bir şekilde işlenmesi, taşınması, geçici veya sürekli olarak depolanması için gerekli önlemleri almak veya aldırma görevi kurumumuza verilmiştir.

Bu amaçla, Kurumumuz ÇNAEM bünyesinde Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) Teknik Yardım Projesi çerçevesinde "Düşük Düzeyli Radyoaktif Atık İşleme Tesisini" kurarak 1989 yılında faaliyete geçirmiştir.

Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de radyoaktif atıkların yönetimi için uygulanmakta olan iki temel yöntem vardır. Bunlardan birincisi, atık olarak ayrılmış maddelerin yarı-ömürü 60 günden uzun izotoplarla kontamine radyoaktif atıkların, kontrollü şartlar altında bilinen bölge ve yerlerde depo edilerek bekletilmeleri ve daha sonra işlenmelerine geçilmesidir. İkinci yöntem ise düşük düzeyli ve kısa yarı ömürlü (60 günden az) izotoplardan oluşan atıkların yönetmelikte belirlenen şartlar altında kontrollü bir şekilde çevreye salınmasıdır.

Resmi ve özel hastane ve benzeri kuruluşlarda oluşan kısa yarı-ömürlü katı atıklar içerdiği izotopun yarı ömrünün en az 6 katı bekletilse dahi Belediye çöp döküm yerlerine dökülemezler. Çünkü buralarda bu çöpler ayıklanarak ayıklanan cisimler ikinci ürün olarak tüketime dönmektedir. Onun için bu atıklar hastane artığına yapılan işlemlere tabi tutulmaktadır.

### 6.1. Radyoaktif Atıkların Toplanması

Radyoaktif madde uygulamaları yapan

kuruluşların, radyoaktif atıklar belirli kurallara uygun olarak toplanmaktadır. Bu kurallar özet olarak aşağıda verilmektedir.

#### a) Katı Atıklar

Katı atıklar, sıkıştırılabilen ve sıkıştırılmayan katılar olarak ayrı kaplarda biriktirilirler. Bu kaplar kurşunla kaplı olup ayak pedalı ile açılabilen kapağı vardır. Bu kapların dışı sarı boyalı ve üzerinde radyasyon sembolü bulunmaktadır. Bu kapların içine kalın naylon torbalar yerleştirilmiştir. Kaplar dolunca naylon torbanın ağzı sıkıca kapatılarak bu torba ağzına bağlanan bir etikete, torbanın kullanıldığı laboratuvarın adı, torbanın bağlanma tarihi, ihtiva ettiği izotopun cinsi ve aktivitesi yazılarak, tesis içinde, kısa süreli bekletileceği depoya konulmalıdır. Bu atıklar ANAEM ve ÇNAEM'e nakledilirken 200 litrelik variller kullanılmalıdır.

#### b) Sıvı Atıklar

Sıvı atıklar, 25 litrelik plastik bidonlarda toplanmaktadır. Bidonun üstüne kullanıldığı laboratuvarın adı, kullanım tarihi, içerdiği izotopun cinsi ve aktivitesi yazılmaktadır.

### 6.2. ÇNAEM Düşük Düzeyli Radyoaktif Atık İşleme Tesisi

#### a) Atık İşleme Tesisi

TAEK tarafından ÇNAEM bünyesinde kurulmuş olan Düşük Düzeyli Radyoaktif Atık İşleme Tesisi iki ana binadan oluşmakta olup bunlar ofis ve atık işleme binalarıdır. Ayrıca işlenmiş atık varillerinin depolanacağı atık bekletme deposu yapılmıştır. Bu depo 120 m<sup>2</sup> olup 600 varil kapasitedir. Yapılan ön hesaplamalara göre Türkiye'nin 2000 yılına kadar ihtiyacını karşılayacak düzeydedir.

Ofis binası 423 m<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. İçerisinde Kimya ve Sağlık Fiziği Laboratuvarları, arşiv ve büro odaları ile sayım odası, soyunma odaları, dekontaminasyon duşları ve kontaminasyon monitoring odası bulunmaktadır.

İşletme binası, 200 m<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. İçinde bir hidrolik sıkıştırıcı, bir çimentolama ünitesi ile sıvı atıklar için

kimyasal çöktürme sistemi mevcut olup zemin döşemesi asit ve baza dayanıklı mekanik mukavemeti olan dekontaminasyonu kolay kauçuk malzeme ile kaplanmıştır.

## b) Radyoaktif Atıkların İşlenmesi

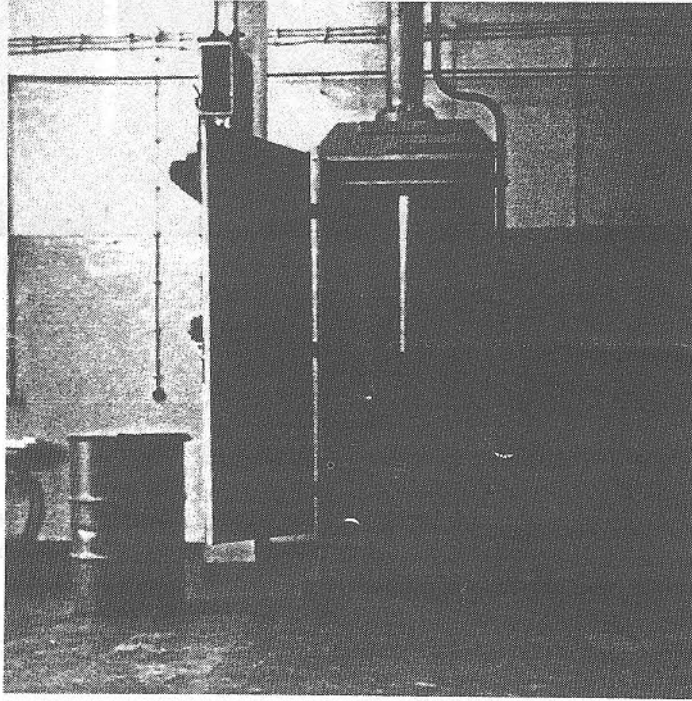
### I) Katı Atıkların İşlenmesi

Atık işleme tesisine getirilen katı atıklar, önce sıkıştırılabilir ve sıkıştırılmaz olarak ikiye ayrıldıktan sonra, sıkıştırılabilir özellikte olanlar, Şekil 1'de görülen ve sıkıştırma kapasitesi 40

ton olan sıkıştırma presiyle 200 litrelik variller içerisinde hacim küçültmesine tabi tutulurlar. Sıkıştırılmaz özellikte olan radyoaktif atıklar, mümkün olduğu ölçüde çimentolama makinasında yine 200 litrelik variller içerisinde çimento ile sabitleştirilerek zararsız hale getirilirler.

### II) Sıvı Atıkların İşlenmesi

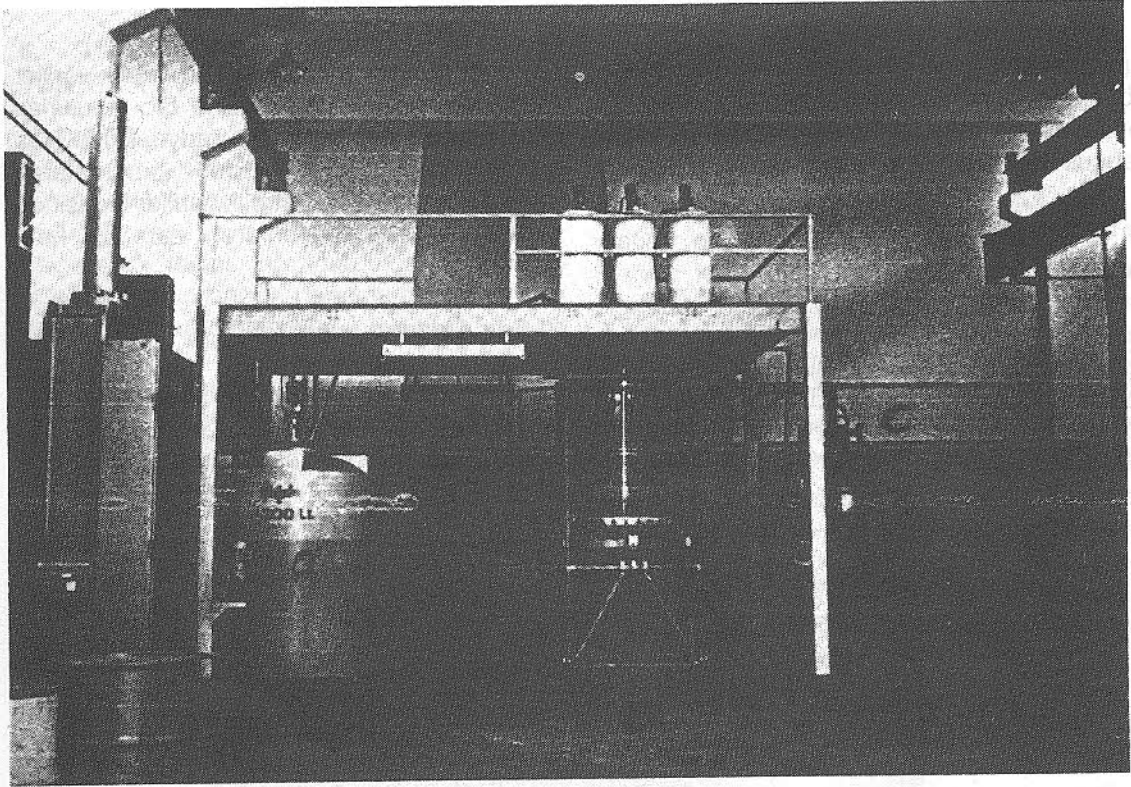
Sıvı radyoaktif atıklar plastik bidonlar veya vidanjör ile (özellikle ÇNAEM içinde oluşan sıvı atıklar) atık işleme tesisine getirilmektedir.



**Şekil 1.** Sıkıştırma presi

Atıklar vidanjörden tesis içindeki atık tankına boşaltılmakta ve oradan da 1 m<sup>3</sup>'lük camdan yapılmış kimyasal çöktürme tankına transfer edilmektedir (Şekil 2). Atık üzerinde yapılan laboratuvar araştırmalarına göre çöktürülecek izotopun cinsine uygun çöktürme yöntemi tesbit edildikten sonra sıvı atığın pH ayarlaması yapılır ve bulunan çöktürme yöntemi uygulanır. Cam çöktürme tankındaki sıvı, çöktürme uygulaması esnasında jet karıştırıcı pompa ile karıştırılmaktadır. Bu tankın özelliği dışarıdan çökmenin ve diğer

kimyasal olayların izlenebilmesidir. Çökelmeyi takiben cam tankın içerisinde sıvı ve çamur fazları oluşmaktadır. Sıvı fazdaki suyun radyoaktivite bakımından gerekli ölçümleri yapıldıktan ve temiz olduğu saptandıktan sonra drenaja verilmektedir. Aktivitenin toplandığı çamur fazı ise pompa ile çimentolama makinasına gönderilerek çimento ile 200 litrelik varillerde sabitleştirilerek zararsız hale getirilmektedir.



**Şekil 2.** Sıvı atık işleme tesisi  
a) Sıvı atık depolama tankı  
b) 1 m<sup>3</sup>'lük kimyasal çöktürme kabı  
c) Çimentolama ünitesi

Böylece büyük hacimli sıvı atıkların içindeki aktivite küçük hacimli katı atık haline dönüştürülerek depolanması sağlanmaktadır.

ÇNAEM'deki radyoaktif atık işleme tesisinde işlenerek 200 litrelik varillerde gömülmeye hazır duruma getirilen radyoaktif atıklar için nihai işlem olan gömülme işinin yapılacağı bir gömme yeri halen bulunmadığından bu işlenmiş atıklar ÇNAEM'de geçici olarak depolanarak böyle bir radyoaktif atık gömme yeri hazır oluncaya kadar bekletilecektir.

#### KAYNAKLAR

Candace Y. Chan "Radioactive Waste Management: an International Perspective" IAEA Bulletin, Vol. 34

No.3,1992 Vienna.

"Radioactive Waste Management Practices in Western Europe" OECD/ENEA, 1971.

S.A. Göksel, S. Yaşar, M. Altunkaya "Dünyada ve Türkiye'de Radyoaktif Atık Yöntemi" Radyoaktif Atıklar, Çevre ve İnsan Sempozyumu Bildirileri, Boğaziçi Üniversitesi, 3-5 Mayıs 1989, İstanbul.

# ÜMRANIYE-HEKİMBAŞI ÇÖPLÜĞÜNDEKİ KAZANIN NEDENLERİ

Günay KOCASOY\*

Boğaziçi Üniversitesi  
Çevre Bilimleri Enstitüsü  
80815 Bebek/İSTANBUL

**ÖZET:** Katı atıkların uzaklaştırılması konusundaki teknolojik gelişmelere, konulan kurallara ve yayınlanan yönetmeliklere rağmen birçok ülkede katı atıklar uygun bir şekilde uzaklaştırılmamaktadır. Bu ülkelerin çoğunda hiçbir önlem alınmadan kullanılan gelişigüzel katı atık alanları önemli kazaların oluşmasına neden olmaktadır. Ümraniye-Hekimbaşı çöplüğünde meydana gelen ve 39 kişinin ölümüne neden olan bu kaza bunun bir örneğidir. Makalede bu kazanın nedenleri incelenecektir.

## THE REASONS OF THE ÜMRANIYE-HEKİMBAŞI OPEN DUMP ACCIDENT

**ABSTRACT:** Technological advancement and stringent solid waste disposal regulations, except in a very limited number of countries, do not manage to improve the solid waste management conditions. Open dumps -operated without taking precautions- are many times sources of major accident. The event which happened at Ümraniye-Hekimbaşı open dump and which caused the death of 39 people is one of them. In this article the causes of this

### 1. GİRİŞ

Katı atıkların depolama alanları özellikle gelişmekte olan ülkelerde standartlara uygun olarak hazırlanmamaktadır. Bu ülkelerde boş arazilerde rastgele atılan katı atıklar sağlıksız ve ilkel bir manzara sergilemektedir. Gelişmiş ülkelerin kullandığı daha emniyetli fakat aynı zamanda daha pahalı yöntemler ekonomik nedenlerden dolayı bu ülkelerde uygulanmamaktadır. Birleşmiş Milletler'e göre gelişmiş ülkeler arasında yer alan ülkemizde de çöplerin %90'ı hiçbir kurala dikkat edilmeden çöplüklere atılmaktadır.

Katı atıkların gelişigüzel bir şekilde boş aralarda biriktirilmesi halk sağlığı ve çevre kirliliği açısından önemli sorunlara neden olmaktadır. Buralarda, koku, sızıntı suyu, yangın gibi hergün karşılanan tehlikelerden başka, çöplükteki kayma ve patlamalar önemli can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. 28 Nisan 1993 saat 10.30'da İstanbul katı atıklarının önemli bir kısmının depolandığı Ümraniye-Hekimbaşı çöplüğünde yaşanan felaket bu tehlikelerin bir örneğidir. 1980 yılından beri vadide yığılan katı atıklar sözkonusu tarihe yaklaşık 500 metre kayarak yörede bulunan 11 evi çöp yığınlarının altında bıraktı ve çoğu kadın ve çocuk olmak üzere 39 kişinin ölümüne neden oldu. Bu olay dünyada

çöplükte yeralan ilk kaza değildir. Sarajevo'da 9 aralık 1977'de olan kaza katı atık alanında çalışanların hala hafızalarında (Gondolla, Grauber ve Leoni, 1979). Ancak Hekimbaşı çöplüğündeki kayma ve patlama sonucu olan çok can kaybı, daha önceki kazaları geri plana itmiştir.

Bu makalede, Hekimbaşında vukubulan kazanın nedenleri irdelenecektir. Hekimbaşı olayının nedenleri anlaşıldığı taktirde Türkiye'nin diğer çöplüklerinde benzer kazaların olması önleneyeğine inanılmaktadır.

### 2. ÜMRANIYE-HEKİMBAŞI KATI ATIK DEPONİ ALANI

Ümraniye-Hekimbaşı çöplüğü İstanbul'un Asya Yakasında şehrin merkezinden 30 Km. mesafede yer almaktadır. bu yöre geçmişte sınırlı olarak rekreasyon amacıyla, avcılık için kullanılan bir alandı. Yöre meskun olmayıp, en yakın ev kilometrelerce uzaktaydı. 1976 yılında Belediye zaman zaman şehrin katı atıklarını bu alana atmağa başladı. 1980 yılında daha önce kullanılan çöplüğün etrafı yerleşim alanına dönüştüğü için Belediye orasını terkedip şehrin Asya yakasının çöplerini Hekimbaşı'nda kurulan yeni çöplüğe dökmeye başladı.

\* Katı Atık Türk Milli Komitesi Uyesi

Hekimbaşı'ndaki vadinin çöplük olarak kullanılmasına karar verildikten sonra yörede biri - sadece yağmurlu günlerde kullanılan - taşlarla örtülmüş bir platform, diğeri ise yörede yapılan kazılardan çıkarılan toprakla örtülen platform üzere iki platform yapıldı. Katı atık taşıyan kamyonlar yüklerini bu platformların üstüne boşaltmaya başladılar. Yörenin zeminin lokal flora ile kaplanmış geçirimsiz bir tabakadan oluşmakta idi. Kamyonlar katı atıkları buraya boşaltır boşaltmaz çöp atma sahasını işletme hakkını Belediyeden bir yıllık süre için satın alan çöp ağasının adamları bu atıklardan kağıt, teneke, plastik, cam şişe gibi geri kazanılabilecek maddeleri ayrıştırıp toplamağa, hayvanlar ise yemek artıklarını yemeğe başlamakta idiler. Geri kalan atıklar ise iki buldozer tarafından dağıtılarak çöp yığınlarının oluşturduğu uçuruma atılmaktaydı. Atıklar özel bir şekilde sıkıştırılmadığı gibi üstleri de toprakla örtülmeyip açıkta bırakılmakta, çöplüğün sadece üstünden çöp kamyonlarının hareket ettiği kısımdaki çöplerin üstü kapatılmakta idi. Bu kısımda zeminin stabilizasyonu için kırık taşlar kullanılmaktaydı. Katı atıkların oluşturduğu dik tepelerin eğitimi ise yaklaşık olarak 1 birim yatay, 3 birim dikey şeklinde oluşmaktaydı. Bu durum 1992 yılının ortalarına kadar, çöplerin uzaklaştırılmasından sorumlu,

konuyla ilgili herhangi bir eğitimi ve deneyimi olmayan bir yetkilinin çöplük alanının yatay kısmının üstünün en az 1.5-2 metre toprakla örtülme direktifini vermesine kadar devam etti. Bu direktif çöplerin üstünün 3-5 metre hafriyat ve toprakla örtülmesi şeklinde uygulandı. Bu işlem yapılırken çöp tepelerinin eğimi düzeltilmediği gibi, yamaçların toprakla örtülmesi için herhangi bir çalışma yapılmadığına da dikkat çekmekte yarar vardır. Dikkat çeken diğer bir husus ise çöplükle oluşan gazların yılın büyük bir kısmında çöplerin için için yanmasına neden olması idi.

### 3. ÜMRANIYE ÇÖPLÜĞÜNE ATILAN KATI ATIK MİKTARI VE KOMPOZİSYONU

Ümraniye çöplüğüne atılan katı atıkların büyük bir kısmı genellikle evsel atıklar olmasına rağmen aynı yere kontrolsüz bir şekilde endüstriyel atıklar da atılmakta idi. Patrick'in (1981) yaptığı çalışmalara göre bu deponi alanına atılan çöp miktarı 1980'lerde 544.7 ton/gün iken 1984'lerde 350/650 ton/gün'e ulaşmıştır (Curi, 1984). Bu değer 1992'de 1000-1500 ton/gün olmuştur. Atılan katı atıkların türleri ve miktarları Tablo 1'de verilmiştir (Curi, 1988).

**Tablo 1.** İstanbul Katı Atıklarının 1980 ve 1985 Yıllarındaki kompozisyonu.

TÜR	%	
	1980	1985
Yemek atıkları	60.80	43.25
Kağıt ve karton	10.15	11.72
Plastik	3.05	7.13
Cam	0.65	1.71
Tekstil	3.22	4.87
Metal	1.43	4.34
Kül	16.16	16.84
Değişik maddeler	6.35	10.14

Tablo 1'de verilen değerler çöp kamyonlarının çöpleri boşaltıp, çöp toplayıcıların hiçbir ayıklama yapmadan önce tespit edilen değerlerdir. Ayıklama işleminden sonra kalan katı atık kompozisyonu ise Tablo 2'de

verilmiştir (Curi, 1984).

Tablo 2'de verilen katı atık kompozisyonu metan gazının oluşumu için ideal bir kompozisyonudur.

**Tablo 2.** Ayıklama İşleminde Sonra Katı Atık Deponi Alanında Kalan Atıkların kompozisyonu

TÜR	%
Yemek atıkları	71
Kağıt ve karton	9
Plastik	3
Cam	1
Tekstil	6
Metal	3
Kül	5
Değişik maddeler	2

#### 4. ÇÖP ATMA SAHALARINDA GAZ OLUŞUMU

Şehir evsel atıkları yağ, karbonhidrat ve protein içeren mineral katı organik maddeler ve su karışımı olarak tanımlanabilir. Su miktarı değişik aylara ve halkın alışkanlıklarına göre değişir. Bu oran gelişmiş ülkelerde % 25-50 civarında olmasına rağmen gelişmekte olan ülkelerde bazı aylarda % 80'e kadar çıkmaktadır. Atıklar standartlara uygun bir şekilde uzaklaştırıldığı zaman serbest oksijen ve ışıktan hemen hemen tamamen arınmış duruma çok kısa zamanda ulaşılmaktadır. Katı atıklar arasında hapsedilmiş oksijen tüketildikten sonra çözünme anaerobik şartlarda oluşmaktadır. İlk dekompozisyon sonucu asit, alkol, aldehit ve karbondioksit çıkmaktadır. Bu safhada oluşan maddeler karbondioksit, hidrojen, karbonmonoksit ve bazı kısa zincirli organik bileşiklerin bulunduğu ortamda metan bakterisi gibi özel mikroorganizmalar tarafından metan gazına dönüştürülürler.

Organik bileşiklerin anaerobik dekompozisyonu bakterilerin kullanılabileceği karbon tamamıyla gaza, mikroorganik maddelere ve metabolik parçalanmayla oluşan ürünlere dönüşüncüye kadar devam eder. Bu dekompozisyon sürecinde gerekli eser elementlerin gerekli miktarda bulunması gerekmektedir. Gaz oluşumu kütlenin otolizi ile azalmaktadır. Otoliz, yavaş olduğu durumlarda ihmal edilebilir.

Metan bakterisi ve asit parçalayan organizmalar gaz oluşumu için gerekli

anaeroblardır. Bunlar oksijenli ortamlarda yaşayamamaktadırlar. Bunlar için ideal pH 7 olup asitlere ve 2 °C'den büyük sıcaklık değişmelerine hassastırlar. Ortamın su muhtevasında bu bakterilerin faaliyeti için önemli olup, nem oranı % 85'in üzerinde olan ortamlar anaeroblar için optimum ortamlardır. Besi maddelerinin kompozisyonu, dekompozisyonunun boyutu ve hızı da anaerobik dekompozisyonda önemli rol oynamaktadır.

#### 5. ÜMRANIYE-HEKİMBAŞI KATI ATIK DEPONİ ALANINDAKİ FACİA

28 Nisan 1993 saat 10.30'da Ümraniye-Hekimbaşı çöplüğünde korkunç bir patlama oldu ve 50 metreden daha yüksek bir çöp tepesi vadiye doğru hareket etti. Çöplüğün önündeki küçük bir tepe kayan çöp yağının yönünü değiştirerek çöplerin yayılma alanını daralttı. Kayan çöpler çok kısa bir sürede vadiyi doldurarak vadinin karşı tarafında bulunan 11 evin çöp yığınının altında kalmasına neden oldu. Kurtarma ekipleri hemen çalışmalara başlamasına rağmen sadece iki kişi sağ olarak kurtarılabildi. Çöpler altından 27 ceset çıkartıldı. Kaybolan 12 kişi ise bütün çalışmalara rağmen bulunamadı.

Vadinin altında bulunan atıksu kolektörü üstüne kayan çöplerin (katı atıkların) yükünden dolayı çökmesi sonucu atıksular katı atıkların oluşturduğu setin arkasında birikmeye başladı. Birkaç gün sonra başlayan yağmur, birikinti suların artarak yükselmesine ve bazı evlerin su altında kalmasına neden oldu. Aynı zamanda atıkların üstündeki yükün artması ise atıkların tekrar kayma tehlikesini ortaya

çıkardı. Bu hareketlenme başka can almaktan başka, Boğaz'ın sularının da kirlenmesine neden olabilirdi. Bu tehlikeyi bertaraf etmek için bir yandan biriken su pompalanırken, bir yandan da vadinin kaymadan etkilenmeyen tarafında kanal açılarak suların buradan boşaltılmasına başlandı.

Bu feci kazanın vukuundan üç aya yakın bir süre geçmiş olmasına rağmen çöp yığınlarından çıkan gazların neden olduğu yangınlar hala devam etmektedir, yeni bir patlamanın olmasında ihtimal dahilindedir.

## 6. ÜMRANIYE-HEKİMBAŞI KAZASININ MUHTEMEL NEDENİ

Yetkililer dahil birçok kimse kazanın çöplüğün içinde oluşan ve sıkışan gazların patlaması sonunda gerçekleştiğini ve bu patlama sonucu katı atıkların kaydığına inanmaktadır. Makalenin takip eden bölümünde kazanın nedenleri incelenecektir.

### Hipotez 1: Biriken gazların patlaması

Deponi alanlarında büyük patlamaların olması için genellikle aşağıdaki şartlar gerekmektedir.

- Fazla miktarda gazların birikebilmesi için çöplükte büyük boşluklar bulunması,
- Biriken gazların patlayabilmesi için yeterli

miktarda oksijen mevcut olması,

c) Bir ateş kaynağının mevcut olması.

Ümraniye-Hekimbaşı çöplüğünde yukarıda anlatılan şartların hepsinin mevcut olduğu söylenemez. Örneğin büyük boşluklar bulunmadığı gibi özellikle yeni dökülen çöpler arasında boşluklar hemen hemen düzenli bir dağılım göstermektedir. Boşluklar zamanla organik maddelerin dekompozisyonu ile artmakta, büyümektedir. Ancak deponi alanında çok büyük boşlukların meydana gelmiş olması beklenmektedir.

Metan-hava karışımı ise sadece yüzeye yakın yerlerde alev alabilecek konsantrasyondadır. Bilindiği gibi metan gazının alev alması için hava ile % 5 ile 15 arasında karışması gereklidir. Hekimbaşı-Ümraniye çöplüğünde böyle bir durumun olabilmesi için atmosferik basıncın aniden oldukça büyük değişimler göstermesi gerekmektedir. Kazanın meydana geldiği alandan yaklaşık 5 kilometre mesafede bulunan Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'nden alınan meteorolojik bilgilere göre olayın olduğu günlerde böyle bir ani basınç değişimi olmamıştır. Atmosferin basıncı 27-28 Nisan'da hemen hemen sabit olup, 29 Nisan'da ise meydana gelen kazaya hiçbir etkisi olmayacak kadar küçük bir basınç değişikliği gözlenmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Atmosfer Basıncı Değişimi

Tarih	Günlük Ortalama Basıncı (mm-Hg)	Basıncı (mm-Hg)			
		9:00	10:00	11:00	12:00
27 Nisan 1993	763.6	764.1	764.1	763.9	763.8
28 Nisan 1993	763.3	764.1	763.8	763.7	763.5
29 Nisan 1993	760.8	761.4	761.2	761.0	760.7

Çöplüklerde ateş (kivılcım) kaynakları her zaman mevcuttur, ancak metan-hava karışımı tehlikeli limitler içinde olmadığı sürece herhangi bir patlamaya neden olamazlar. Bu nedenle çöplükteki olaya bir patlamanın sebep olmuş olma ihtimali çok zayıftır.

### Hipotez 2: Çöplerin Kayması

Katı atık deponi alanlarına atılan çöplerin

kayma tehlikesi oluşturmaması için bu çöplerin meydana getirdiği çöp tepelerinin eğiminin 1:3 oranında olması gerekmektedir. Ümraniye-Hekimbaşı katı atık deponi alanında ise bu durum tamamiyle ters olup, çöpler, yığınların eğimi yatay 1, dikey 3 ve hatta bazen daha fazla olacak şekilde depolanmıştır. Bu eğime sahip çöp uçurumları, özellikle sıkıştırılmamış katı atıklardan meydana gelenlerin hiçbir stabilitesi

olmayıp, heran kayma tehlikesi ile karşı karşıyadırlar.

Ümraniye-Hekimbaşı'nda dengesiz bir şekilde oluşan çöp tepelerinin üstünün büyük miktardaki (3-5 M. kalınlığında) moloz ve toprakla örtülmesi stabilitesi olmayan çöplerin bu yükü taşıyamıyarak kaymalarına neden olmuştur.

## 7. SONUÇ

Yukarıda yapılan analizler Ümraniye-Hekimbaşı katı atık deponi alanındaki kazanın doğru olmayan bir eğimle yükselen çöplerin, üzerine konan toprak ve molozların ağırlığını taşıyamıyarak kaymasıyla başlamıştır. Çöplerin hareketi sırasında alanda birikmiş olan gazlar havayla karışmış vede poni alanında mevcut bir ateş kaynağından veya hareket eden çöplerin birbirine sürtünmesi ile meydana gelen sıcaklık, patlama kompozisyonundaki gaz-hava karışımının patlamasına neden olarak bilinen faciayı meydana getirmiştir.

## 8. TARTIŞMA-DEĞERLENDİRME

Ümraniye-Hekimbaşı katı atık deponi alanındaki kaza dünyada oluşan ne ilk ne de son kaza olacaktır. Özellikle gelişmekte olan ülkeler katı atık deponi alanlarını daha çok uzun süreler kullanmaya devam edecekleri için gerekli önlemleri önceden almadıkları takdirde bu tür kazalar sürekli olacaktır. Bu tehlikeleri ortadan kaldırmak için gelişmekte olan ülkeler ekonomik şartlarına uygun basitleştirilmiş depolama yöntemleri geliştirmelidir.

## KAYNAKLAR

Curi, K., Theory and Practice for the Utilization of the Biogas Potential of the Solid Wastes in a Developing Country, Report Submitted to Stiftung Volkswagenwerk, Istanbul, 1984.

Curi, K., "Katı Atıklar", Çevre ve İnsan, September, 1988.

Candolla, M., Gabner, E., Leoni, R., Stabilitats Problem bei nicht Verdichteten Deponie: am Beispiel Sarajevo (Jugoslawien), ISWA Journal 28/29, March 1975.

Patrick, P.K., "Solid Waste Management" UNDP/TUR/78/023, Istanbul, 1991.



# ATIK PLASTİKLERİN AYIRIMINDA VAKUMLU ODALARIN KULLANIMI

Dr.Meral Taner KAYA  
Etiler/İSTANBUL

**ÖZET:** Katı atıkların en aza indirgenmesi ve geri kazanılması ile ilgili yöntemler ele alınmakta, seçimli çözücüler, temperatürler ve flash devolatization tekniği ile karışım halindeki atık plastiklerden saf, tekrar kullanılabilen polimerler elde edilmesi anlatılmaktadır.

## USE OF VACUUM CHAMBERS FOR SORTING-OUT WASTE PLASTICS

**ABSTRACT:** Methods of reducing the amount of solid waste and recycling processes are discussed. Unsorted or commingled plastics are recycled more efficiently by selective dissolution, temperature choice and flash devolatization into nearly pure reusable polymers.

### 1. GİRİŞ

Bizden sonraki nesillere temiz bir dünya bırakmak veya en azından yaşadığımız dünyayı bu haliyle korumak, hergün artan çevre kirliliği dikkate alınırca, artık zorunlu olmuştur.

Yapılacak işlerden en önemlileri mümkün olduğu kadar daha az atık üretmek, mümkün olan atıkları tekrar geri kullanmak, geri kullanılmıyacak atıkları en zararsız hale getirmek, hacmini azaltmak ve en son çare olarak ta yakmaktır. En son çare olarak yakmak diyoruz zira doğada nasıl bir azot ve oksijen dengesi varsa bir de ham madde dengesi vardır. Eğer bu denge (cycle) bir noktasında engellenirse, biz insanlar çeşitli bakımlardan tehlike ve zorluklarla karşılaşmak durumunda kalırız. Mesela geri kazanılabilir durumdaki bir atık plastiği yakmak bu ham maddeyi ortadan yok etmek demektir. Yakarak kurtulmayı düşündüğümüz atık plastiklerden faydalanmak hem doğayı korumak hem de petrol için harcayacağımız dövizin tasarrufu için gereklidir. Bilindiği gibi birçok plastiğin ham maddesi petrol veya doğal gazdır. Kullandığımız petrolün büyük bir yüzdesini ithal ettiğimize göre, çöpe atılan her plastik madde aynı zamanda çöpe atılan döviz anlamındadır. Ayrıca bazı plastiklerin yanması sonucu hidroklor gazı ve onun suyla tepkimesi neticesi hidroklorik asit oluşarak asit yağışlarına neden olabilir. Plastiklerin yanma verimine bağlı olarak kanserojenik olduğu düşünülen furan ve dioksinler de meydana gelebilir. Yakma fırınlarındaki bu emisyonların

kontrol altına alınabileceği düşünülürse de havaya karışma ihtimalleri fazladır.

Dünyada takriben 250, Türkiye'de de takriben 10-15 plastik çeşidi kullanılmaktadır. Bu kadar çeşitli plastiği, hele atık haldeyken birbirinden ayırmak kolay değildir. Bütün zorluklara rağmen gelişmiş ülkelerde örneğin ABD'de atık plastikler tekrar kullanılabilir hale getirilip geri kazanılmaktadırlar.

### 2. GERİ KAZANMA METOTLARI

Çöplükte bulunan karışım halindeki plastiklerden üç ayrı metotla yararlanabiliriz: 1) El yardımı ile plastikleri cinslerine ayırıp yararlanma ki bu her zaman güvenilir bir yol değildir. Plastikler dış görünüşlerine bakılarak cinslerine göre tam olarak tasnif edilemezler. Ayırmada yanılma payı büyüktür. Ayrıca da çok zahmetli bir yoldur.

2) Karışık haldeki plastiklerin termoset olmayıp termoplastik oldukları takdirde, bir ayırma tabi tutulmadan, bazı katkı maddelerinin ilavesiyle yeniden şekillendirilme metodu. Bir başka yazımda bu konuya değinmiştir.

3) Karışık haldeki plastiklerin seçimli çözücüler ve değişik temperatürler yardımı ile birbirinden ayrılıp tekrar kullanılma metodu.

Bu yazıda da üçüncü metot üzerinde durmak istiyoruz. Plastiklerin büyük bir bölümü inorganik asitlere karşı çok dayanıklı oldukları halde organik çözücülere karşı aynı derecede dayanıklı değildirler. Farklı organik çözücüler

polimerlere (plastiklere) farklı temperatürlerde etki ederler. Bu özelliklerinden dolayı da farklı temperatürler ve çözücüler kullanarak karışım halindeki plastikleri birbirlerinden ayırabiliriz.

Mesele polystyrene oda sıcaklığında aromatik ve klorlu hidrokarbonlarda çözüldüğü halde, aynı çözücülerde polypropylene ancak 80° C üzerinde çözünür. Polyvinylchloride ise çözünmeyip sadece şişer. Bir polyimid sözü geçen çözücülerde hiçbir şekilde çözünmez. Nylon da bu çözücülere dayanıklı olup sadece fenol ve formik asitte çözünür. Düşük yoğunluktaki polietilen (LDPE) ise 60° C üzerinde organik çözücüler ile çözünür. Yüksek yoğunluktaki polietilen ise 80° C üzerinde çözünür. Dolayısıyla farklı temperatürler ve çözücüler kullanarak istediğimiz polimeri saf bir şekilde geri kazanabiliriz.

Organik çözücülerin kaynama noktaları fazla yüksek olmadığından çözeltiyi sıvı halde tutabilmek için basınç altında çalışılır sonrada vakumlu odalar ve "flash devolatilization" tekniği kullanılabilir. Böylelikle düşük temperatürlerde bazı organik çözücülerin buharlaşması önlenir.

Tatbik edilecek metodu şöyle özetleyebiliriz: Karışım halindeki atık plastik belirli bir çözücü içinde belirli bir temperatüre kadar basınç altında ısıtılır, süzülür. Sonra çözelti bir kanal yoluyla aniden bir vakum odasına gönderilir. Burada "flash devolatilization" sağlanır. Yüksek basınçtan aniden alçak basınca geçiş çözücünün ani buharlaşmasını sağlar. Geriye saf polimer kalır. Buharlaşan çözücü kompres edilip soğutularak sıvı hale getirilir ve tekrar kullanılır. Geri kazanılan polimer istenilen şekilde kullanılabilir. Böylece bir polimer karışımından saf bir polimer elde edilmiş olur. Örnek olarak polystyrene, polyimide ve

polypropyleneden meydana gelen bir plastik karışımı düşünelim. Önce oda sıcaklığında aromatik çözücü içinde polystyrene çözülecektir. Çözülmiyen polypropylene ve polyimid olacaktır. Sonra çözelti basınç altında ısıtılır ve vakumlu odaya gönderilerek "flash devolatilization" sağlanır. Çözücü buharlaşır. Geriye saf polystyrene kalır. Çözücü kompres edilip soğutulur. Daha yüksek bir temperatürde polypropylene çözmek üzere kullanılır. Polyimid ise bu çözücüye her temperatürde dayanıklı olduğu için çözülmeden geriye kalır.

### 3. SONUÇ

ABD Rensseler Polytechnic Institute'te bu konu üzerinde çalışan teknik gurup, vakumlu odalar ve seçimli çözücü metodunun hidrokarbonlardan plastik elde etme metodundan, enerji yönünden, daha ekonomik olduğunu vurgulamaktadırlar. Aynı gurup, New York'ta kurulacak 45 kg/saat atık plastik kapasiteli bir pilot fabrikanın masraflarını Niagara Mohawk Power Corp., Syracuse, NY ve The New York State Energy Research and Development Authority'nin deruhte edeceğini bildirmektedirler.

Dileğimiz bu tip fabrikaların en yakın zamanda da Türkiye'de kurulmasıdır.

### KAYNAKLAR

UPDATE, Chemical Engineering Progress, Vol 87, No:11 November 1991, pp22.

Kaya, M.T., "Çöplükteki Plastik Maddeden Suni Tahta Yapılışı", Katı Atık ve Çevre, Vol 1, No:3, Temmuz 1991, pp30-32.

Golding, B., Polymers and Resins, D.Van Nostrand Company, Inc., New York, 1975.

# ÇÖPLÜKLERİN İSHALI İÇİN BASİTLEŞTİRİLMİŞ YAKLAŞIM

Prof. Dr. Kriton Curi\*  
Boğaziçi Üniversitesi  
Çevre Bilimleri Enstitüsü Müdürü  
Bebek/İSTANBUL

**ÖZET:** Türkiye'de katı atıkların gelişigüzel bir şekilde depolandıkları çöplüklerin ıshalı inkar edilemeyecek bir gereksinimdir. Takip eden yazıda söz konusu çöplüklerin ıshalı için kullanılabilecek yöntem izah edilmektedir. Yaklaşım ülkemizdeki belediyelerce kolaylıkla uygulanabilecek basitliktedir.

## A SIMPLIFIED TECHNIQUE FOR THE REHABILITATION OF OPEN DUMPS

**ABSTRACT:** The need for rehabilitation of the open dumps used almost in all developing countries is an undeniable fact. The paper presents a step-by-step simplified technique which can be used by municipalities in developing countries in order to rehabilitate their dumping sites.

### 1. GİRİŞ

14.3.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan "Katı Atıkların Kontrolü" Yönetmeliği, Türkiye'de katı atıkların gelişigüzel bir şekilde uzaklaştırılmasına son verilmesini mecburi bir hale getirmiştir. Söz konusu yönetmeliğe göre katı atıkların yönetmeliğin yayımlandığı tarihten itibaren düzenli depolama yöntemi ile uzaklaştırılacaklardır. Ayrıca şimdiye kadar kullanılan "gelişigüzel depolama sahaları"nın veya halk deyimi ile "çöplük"lerin ıshalı da zorunluluk kazanmıştır. Bu mecburiyetin önemi Ümraniye çöplüğü faciasından sonra daha fazla hissedilir olmuş ve Belediyelerimiz bu sorun için çözüm aramaya başlamışlardır. Ancak yetkililerin sorunun çözümü ile ilgili gereken bilgiye sahip olmamaları, kendilerini yabancı "uzman"lara veya yabancı şirketlerle işbirliği yapanlara yönlendirmiştir. Bu yazının amacı, Belediyelerimizin lüzumsuz şekilde yabancılara astronomik meblağlar ödemelerini önlemek ve yerel imkanlarla sorunun çözümüne yardımcı olmaktır. Aşağıda anlatılan yöntemler, mali imkanları çok sınırlı olan Belediyelerin dahi "çöplük"lerini ıshal etmelerini sağlayacak basitliktedir.

### 2. TÜRKİYE'DE ÇÖPLÜKLERİN OLUŞUMU VE DEĞİŞİMİ

Türkiye'de genel olarak çöpler, "gözden irak, gönülden irak" bir noktada gelişigüzel bir

şekilde atılarak uzaklaştırılmaktadır. (maalesef Katı Atık Kontrol Yönetmeliği'nin yayınlanmasına rağmen aynı uygulama belediyelerin çok büyük bir yüzdesinde devam etmektedir). Bu noktanın seçiminde alanın zemin şartları gibi şartlar genelde gözönüne alınmamakta, alanın meskün bölgeden uzak olması yeterli şart olarak kabul edilmektedir. Atıklar sözkonusu alana atılırken, çöplerin sıkıştırılması, sızıntı sularının toplanıp geri dönüşü gibi hiçbir teknik esas gözönüne alınmamakta, genelde "rampa" veya "çöp iskelesi" olarak bilinen bir noktadan bir "uçurum" meydana getirecek şekilde atılmaktadır. Çöplüklerde hayvanlar ve kuşlar serbestçe beslenmekte, çöplüğü işletme hakkını satın alan "çöp ağası"nın adamları geri kazanma işlemini sürdürmektedirler. Çöplükte oluşan metan sık sık yangınların çıkmasına neden olmakta, sızıntı suları yeraltı ve yerüstü sularını kirletmektedir. Kısa bir süre içinde çöplüğün etrafında bir gecekondu mahallesi oluşmakta ve bir müddet sonra çöplükten şikayet edip, çöplüğün uzaklaştırılmasını talep etmektedirler. Ancak söz konusu çöplüklerin çöp kabul etmemeye başladktan sonra da çevreye olumsuz etkileri devam etmektedir.

### 3. ÇÖPLÜKLERDEN DOĞAN TEHLİKELER

Gelişigüzel depolama alanlarından doğan en önemli tehlikeler şunlardır:

a. Sızıntı suları ile yeraltı, yerüstü ve toprağın

\* Katı Atık Türk Millî Komitesi Başkanı

- kirilenmesi  
b. Oluşan metanın tutuşmasıyla başlayan yangınların neticesinde hava kirilenmesi (emisyonların içinde kanserojen olduğu tesbit edilen dioxin bulunmaktadır)
- c. Çöplerin hareket etmesi veya metanın patlaması neticesinde can kaybıyla sonuçlanabilecek kazaların olması
- d. Çöplükte beslenen canlıların halk sağlığını tehdit eden portör vazifesini görmesi
- e. Rüzgarın etkisi ile çöplerin yayılması veya nafoş koruların meskum bölgelere taşınması
- f. Fare vs. gibi istenilmeyen canlıların üremesi için ideal ortam oluşturması

#### 4. ÇÖPLÜKLERDEN KAYNAKLANAN TEHLİKELERİN BERTARAF YÖNTEMLERİ

Çöplüklerden kaynaklanan tehlikelerin bertarafı için kullanılabilecek yöntemler şöyle özetlenebilir:

a. Çöplüğün üstünün toprakla örtülmesi: Bu

uygulama, sızıntı sularının miktarını azaltacak, hayvanların beslenme ihtimalini, çöplerin uçuşmasını, yangın ve koku problemlerini ortadan kaldıracaktır.

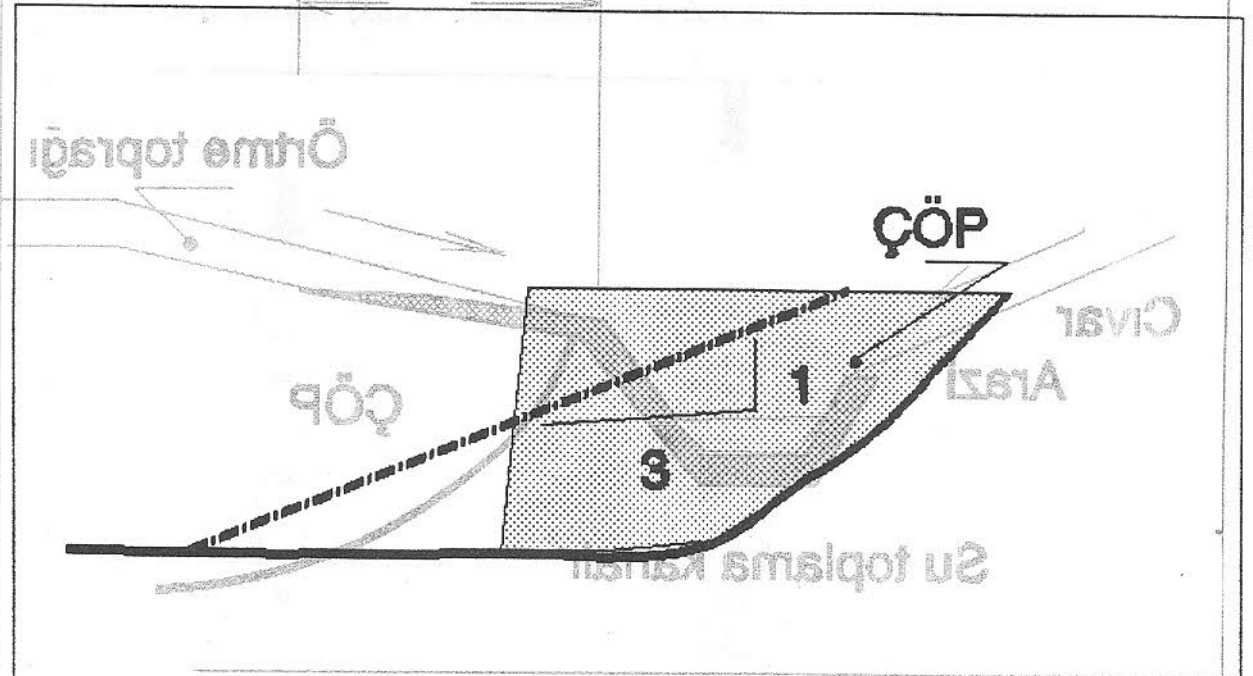
b. Oluşan gazların uzaklaştırılması: Bu uygulama, yangın ve patlama ihtimalini ortadan kaldıracaktır.

c. Sızıntı sularının toplanması ve kontrolsüz bir şekilde hareketine son verilmesi: Bu uygulama, yeraltı, yerüstü suları ile toprak kirilenmesini önleyecektir.

d. Depolanan çöpün içine girebilecek su miktarının azaltılması: Bu yaklaşım sızıntı suyun miktarını önemli derecede azaltacaktır.

#### 5. TÜRKİYE'DE ÇÖPLÜKLERİN ISLAHI İÇİN UYGULANABİLECEK BASİT TEKNOLOJİ

Türkiye'de kullanımına son verilen çöplüklerin islahında kullanılabilecek uygun basit teknoloji aşağıda özetlenmiştir:



Şekil 1. Çöplük yamaçlarının düzenlenmesi başlangıçtaki durum  
düzeltmeden sonraki durum

#### 5.1 ÇÖPLERİN TOPRAKLA ÖRTÜLMESİ

Depolanan çöpler istenilen şekle göre yerleştirilip sıkıştırıldıktan sonra üstü iki tabaka toprakla örtülür. Bunlardan ilki çöplerin üstünde alan-façiren kilden oluşmalıdır. Sıkıştırıldıktan

### 5.1. ISLAH SONRASI KULLANIM

Islah edilecek alanın hangi amaçla kullanılacağına karar verilmeli ve buna göre nihai topografik durumu tesbit edilmelidir. Muhtemel kullanım amaçları arasında katiyetle herhangi bir bina inşa etmek olmamalıdır. Park, yeşil alan, futbol, golf, basketbol sahası veya atletizm için kullanılacak bir alana dönüştürülmesi kuvvetle önerilmektedir.

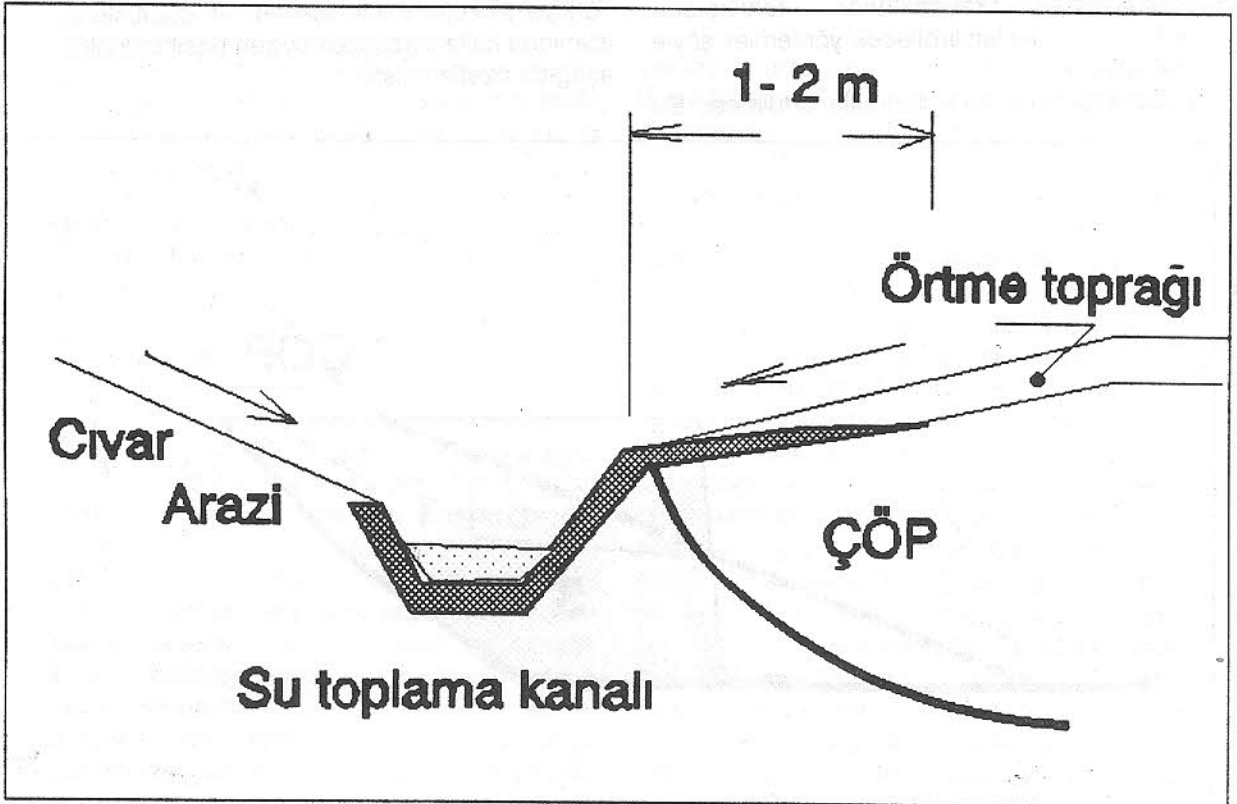
### 5.2. DEPOLANAN ÇÖPLERİN DÜZENLENMESİ VE SIKIŞTIRILMASI

Depolanan çöpler "a" da kararlaştırılan topografyayı oluşturacak şekilde düzenlenmelidir. Bu düzenleme yapılırken

çöplerden oluşan uçurumların ortadan kaldırılmasına dikkat edilmeli yamaçların eğimi 1 dikeye 3 yatay olacak şekilde ayarlanmalıdır (Şekil 1). Değişik iş makineleri ile çöpler mümkün olduğu kadar sıkıştırılmalıdır.

### 5.3. YAĞMUR VE YERÜSTÜ SULARINI UZAKLAŞTIRMAK İÇİN KANALLAR

Katı atıkların depolandığı alana civardan gelen yüzeysel suların (yağmur suları vs.) girmesini önlemek için topografik açıdan gereken yerlerde kanallar yapılmalıdır. Söz konusu kanalların betondan yapılması ve çöplerin üstüne 1-2 m uzanması gerekmektedir (Şekil 2). Toplanan sular emniyetli bir şekilde çöplerin bulunduğu alandan uzaklaştırılmalıdır.



Şekil 2. Su uzaklaştırma kanalı

### 5.4. ÇÖPLERİN TOPRAKLA ÖRTÜLMESİ

Depolanan çöpler istenilen şekle göre yerleştirilip sıkıştırıldıktan sonra üstü iki tabaka toprakla örtülmeli. Bunlardan ilki -çöplerin üstünde olan- tercihen kilden oluşmalıdır. Sıkıştırıldıktan

sonra 30-40 cm. civarında olması gereken bu tabakanın üst yüzeyi suların hızlı uzaklaştırılmasını sağlamak için %3'lük bir meyil meydana getirecek şekilde yerleştirilmelidir. Söz konusu kil tabakası su uzaklaştırma kanallarına yönlendirilip beton tabakaların üstünde bitme-

lidir (Şekil 2). Geçirimsiz tabakanın üstüne yerleştirilecek olan ikinci tabaka, 20-50 cm. kalınlığında verimli topraktan oluşmalıdır. Kompost mevcut olduğu hallerde, bu tabakaların içine karıştırılmalıdır. Kompostun karıştırılması, toprağın su tutma kapasitesini artırır ve dolayısı ile bitkilerin kolaylıkla büyümelerini sağlamaktadır. Ayrıca kil tabakasını ıslak tuttuğu için çatlamasını önler; herhangi bir nedenle kil tabakasının çatlaması halinde, çürümekte olan çöplerden kaynaklanan kokuları absorplayarak etrafa yayılmalarını önler.

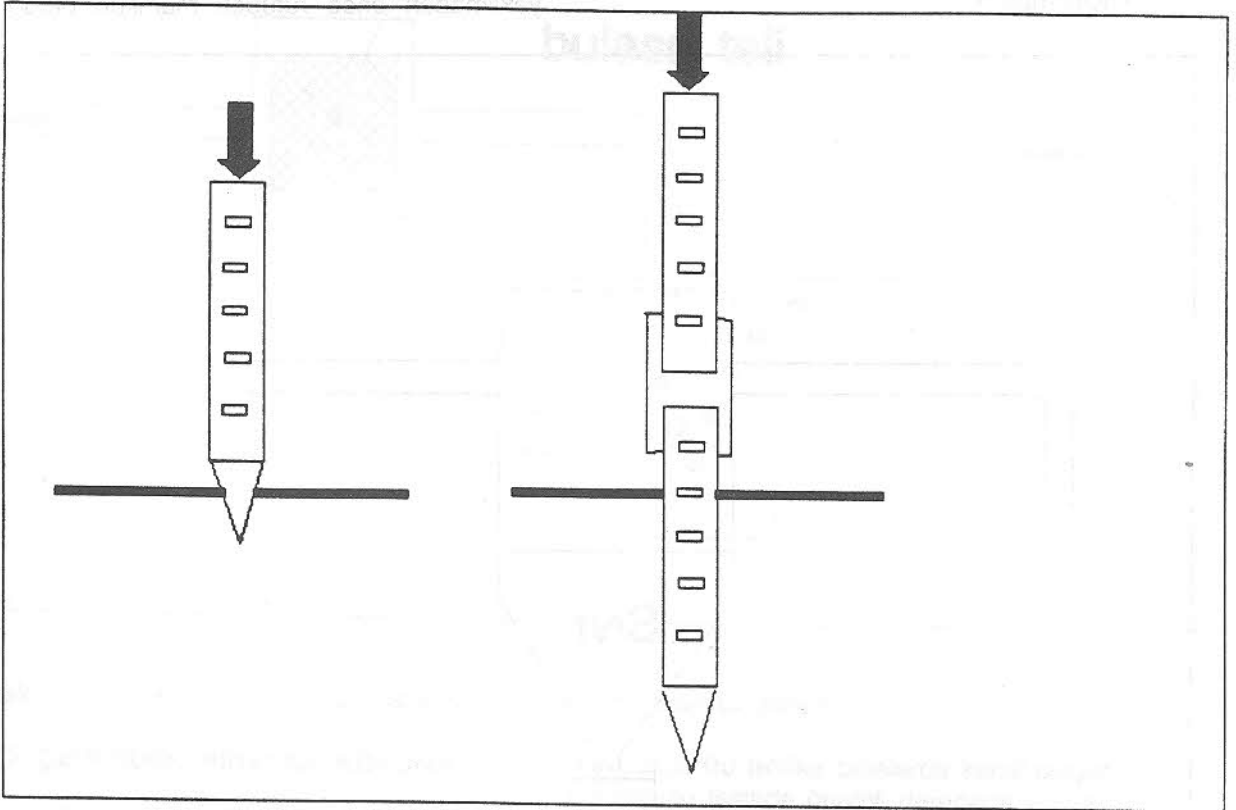
### 5.5. GAZ UZAKLAŞTIRMA BACALARI

Depolanmış çöplerin içinde oluşan gazlar, patlama, parlama ve çöplükte yangın çıkarma gibi tehlikelere neden olabilirler. Söz konusu tehlikelerin önlenmesi için çöplerin içinde oluşan gazların uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu şartın yerine getirilmesi için en kolay yöntem, 50-60 m de bir tercihen çöplerin dibine kadar

giden özel bacaların oluşturulmasıdır. Bacaların teknik veya ekonomik nedenlerden dolayı çöplüğün dibine kadar gitmesi mümkün olmazsa, çöplerin içine toplam derinliğin yarısı kadar girmeleri yeterli olur. Söz konusu bacalar, 75-150 mm çapında delikli borulardan oluşurlar. Boru olarak madeni boru kullanılabilirceği gibi kalın plastik borular da kullanılabilir. Piyasada kolaylıkla bulunan ve kuyu yapımında kullanılan borular bu amaçla kullanılabilir.

Boruların yerleştirilmesi için aşağıdaki yöntemlerden birinin kullanılması önerilir:

- Borunun ucuna sivri bir başlık takılarak çöplerin içine itilir. Bir boru çöplerin içine girdikten sonra ucuna yeni bir boru takılır ve aynı işlem tekrarlanır. İtme işlemi bir buldozerin kepçesi ile kolaylıkla yapılabilir (Şekil 3).
- Uzun kollu bir kepçe ile delik açıldıktan sonra delikli boru yerleştirilir, ve etrafı çakıl ile doldurulur.
- Sondaj ile yerleştirilir.



Şekil 3. Delikli borunun çöplüğe yerleştirilmesi

Her üç yöntemde yüzeye en az bir metre yaklaşıldığında delikli boru kullanımına son verilmeli ve deliksiz boru ile devam edilmelidir.

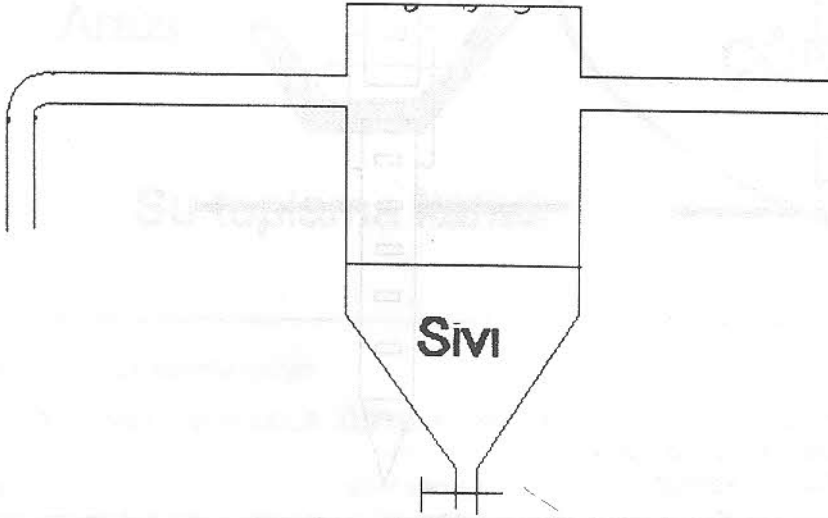
Kullanılmış bir çöplüğe boru yerleştirilirken, çöplerin içinde bulunan metanın patlama veya parlama tehlikesi oluşturmadan tahliye edilmesine dikkat edilmelidir. Bunu sağlamak için borular çöplerin içine yavaş yavaş itilmeli, veya yerleştirmek için kuyu kazıldığı zaman, kazı dikkatli bir şekilde yapılmalı, hızlı bir şekilde ilerlememelidir. Böylece kazılan deliğin havalandırılması için gereken zaman sağlanmalıdır. Mümkünse metan ölçen bir alet ile metan miktarı tesbit edilmeli ve tehlikeli seviyelere geldiğinde (metan-hava karışımı %5-15 arasında olduğunda) çalışmalar durdurulmalıdır. "Çukur kazılarak baca yerleştirilmesi" yöntemi tercih edildiğinde, kazılan çukurun içine boruları yerleştirmek için işçi inmemesine dikkat edilmelidir. Ayrıca çukurun içinde parlamaya neden olabilecek kaynak yapmak gibi işlemlerden kaçınılmalıdır.

## 5.6. TOPLANAN GAZIN İYİLEŞTİRİLİP YAKILMASI

Çöplüklerde oluşan gazın atmosfere hiçbir işleme tabi tutulmadan bırakılması doğru değildir. Söz konusu gazın,

- Elektrik üretimi
  - Isı üretimi (yakında bulunan seralarda veya binalarda kullanılabilir)
  - Şişelenerek kullanıma sunulması
- tercih edilmelidir. bunlardan herhangi biri yapılamıyorsa, gaz yakılarak uzaklaştırılmalıdır.

Yanma, her bacada ayrı ayrı yapılabilir, buna rağmen tüm bacaları bir noktada birleştirip bu noktada yakmanın gerçekleştirilmesi tercih edilmelidir. Tüm bacaların bir noktada birleştiği durumda sistemin 0.1 atm. civarında bir vakum yaratabilecek bir fanla donatılmasında fayda vardır. Bacaları birbirine birleştirmek için kalın hortumlar kullanılabilir. Biogaz çöplükten çıktığı anda çok rutubet içermektedir. Gaz yakılmadan önce rutubeti mümkün olduğu

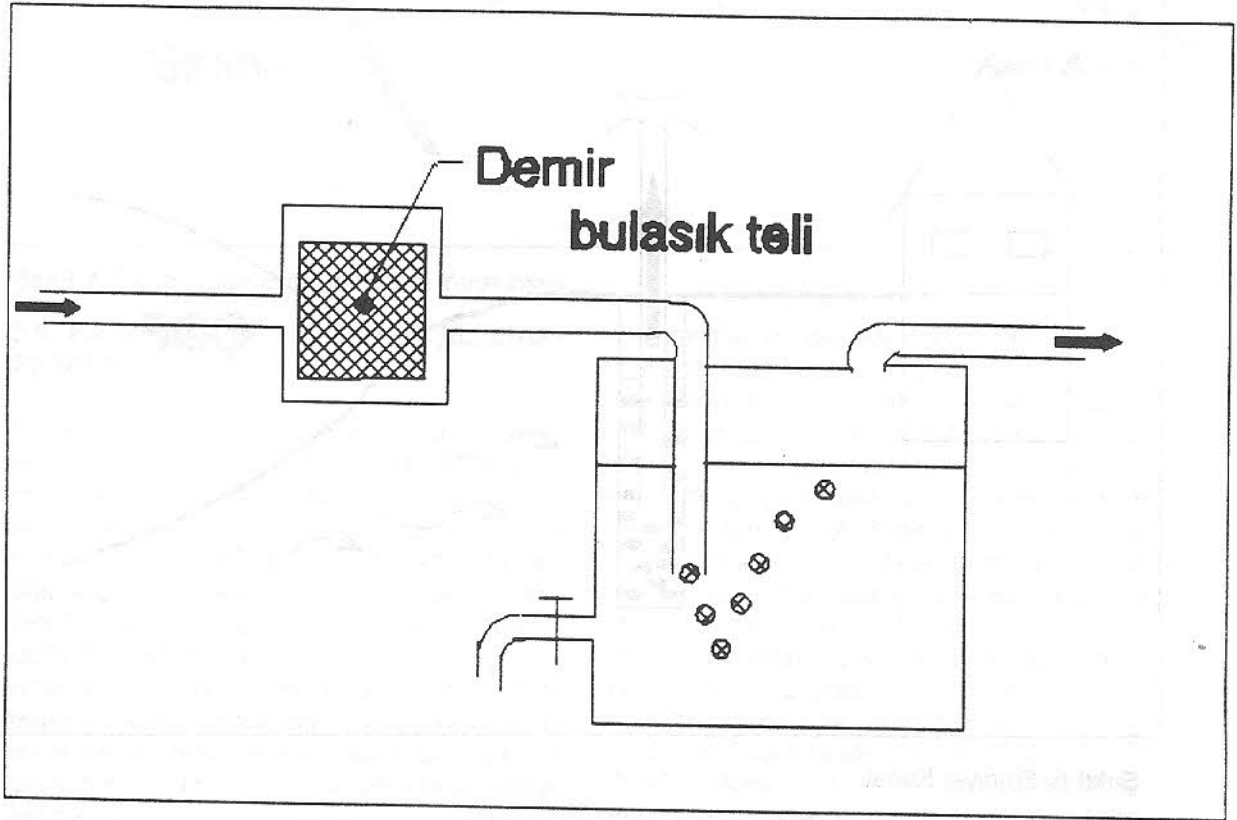


Şekil 4. Biyogazdaki rutubetin uzaklaştırılması

kadar azaltmak gerekmektedir. Bunu yapmanın bir yöntemi, gazı nakleden hortum veya borunun aniden kesitini genişleterek hacmini artırmaktır (Şekil 4). Hacim artmasının neticesinde sıcaklık düşmekte ve buharlar kondansey olup uzaklaşmaktadırlar. Yanmanın gerçekleştiği kısmının yanma sırasında zarar görmemesi için uygun bir metalden yapılması gereklidir. Çöplükte oluşan gazların hemen yakılmayıp başka amaçlarla kullanılması istendiğinde (yakında bulunan seraları ısıtmak, şişelemek vs.), gazdaki kükürt bileşimlerinden kaynaklanan nahoş kokuları bertaraf etmek ve gazın kalitesini iyileştirip, rutubet miktarını azaltmak için Şekil 5'te verilen sistem uygulanabilir. Bu şekilde görüldüğü gibi, gaz önce içine demir bulaşık teli yerleştirilmiş bir hazneden ge-

çirilmektedir. Burada gazın içinde bulunan  $H_2S$  demirle reaksiyona girmekte ve demirsülfata dönüşmektedir. Gazdaki yüksek sıcaklık ve rutubet bu reaksiyonu kolaylaştırmaktadır. Demir bulaşık telleri demirsülfata dönüştükçe yenileri ile değiştirilmelidir. Onun için bu haznede conta ile iyice kapanabilen bir kapak bulunması gerekir.

$H_2S$  uzaklaştırma haznesinden geçen gazlar bir su banyosuna verilmekte ve burada gazın içinde bulunan maddeler tutulmaktadır. Su banyosu kirlendikçe değiştirilmelidir. Yukarıda belirtilen gaz iyileştirme işlemi yalnız gerektiği hallerde yapılmalıdır.



Şekil 5. Çöplükten kaynaklanan gazın iyileştirilmesi için basit bir sistem

### 5.7. ÇEVREDEKİ BİNALARI KORUMA

Çöplüklerin etrafında bina bulunduğu takdirde, gaz uzaklaştırma bacaları ile donanmış olmasına rağmen, gazların binalara sızma tehlikesi

mevcuttur. Bu tehlike binalarda kanalizasyon bulunduğu takdirde önemli derecede artmaktadır. Binanın içine sızan gazlar herhangi bir nedenle patlayarak can ve mal kaybına sebep olmaması için kanal ile binalar arasına bir em-



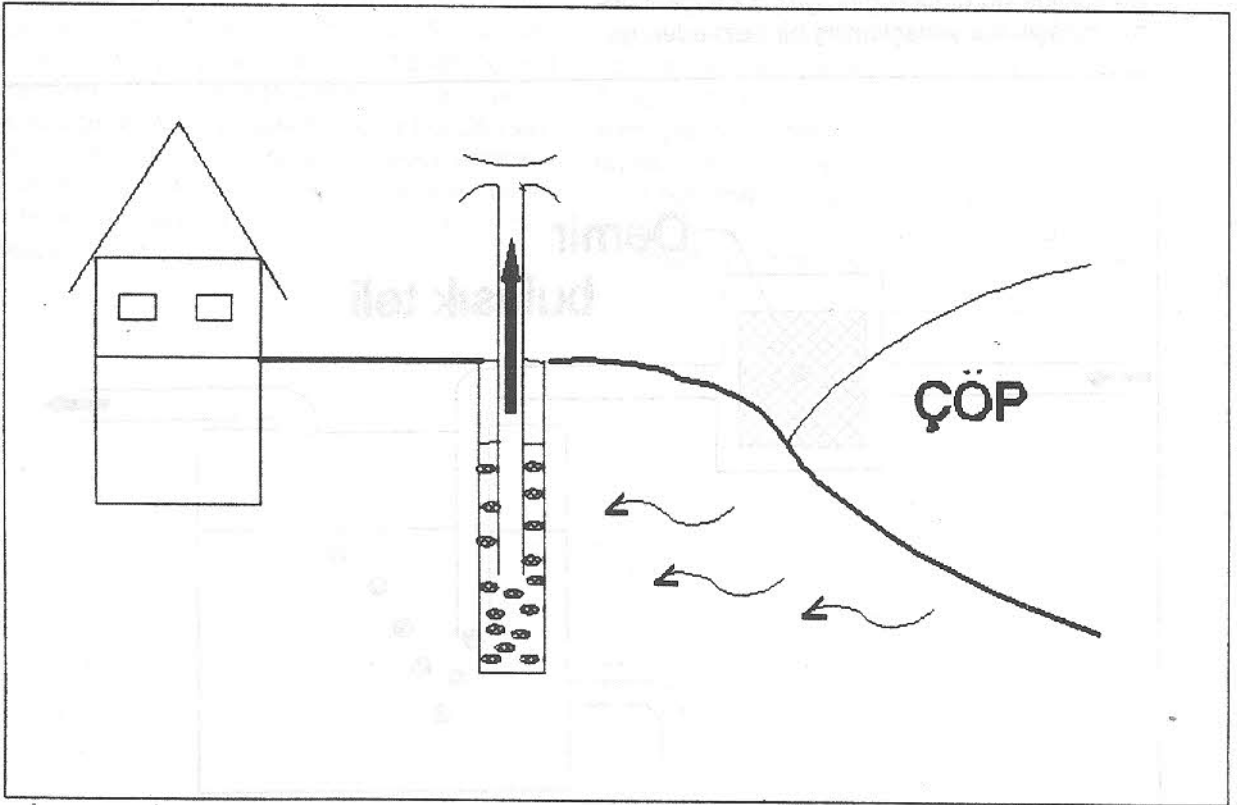
niyet bölgesi yaratılmalıdır. Böyle bir bölge, bina ile çöplük arasında bir emniyet kanalı açmak ile sağlanabileceği gibi, gaz uzaklaştırma bacalarından özel bir emniyet şeridi yaratmakla da sağlanabilir.

#### a. Emniyet Kanalı Kazmak

Söz konusu kanalın, bir kepçe genişliğinde (takriben 50 cm.), derinliğinin ise, çöplerin derinliğinden 50 cm. daha fazla olması yeterlidir. kanal kazıldıktan sonra, içi 10 cm. den büyük çakıl veya kırma taşla doldurulmalıdır. Toprak yüzeyine 50-75 cm. kala çakıl toprakla (veya

tam yüzeyde beton plaklarla) örtülmeli ve üstüne her 50 m.'de bir gaz tahliye bacası konmalıdır. Söz konusu baca, çakıl içine 50 cm. girmeli toprağın üstüne ise 2.5 m. uzanmalıdır. Çakılın içine giren kısım delikli olmalıdır (Şekil 6). Kapatılan çöplüğün yakınında bina bulunmadığı takdirde, kanalı örtme ameliyesinden vazgeçilebilir.

Yukarıda belirtilen önlemlerin alınması ile, çöplükten kaynaklanan gazlar binaya gelemeden atmosfere verilecektir. Arzu edildiği takdirde söz konusu gazlar toplanarak 5.6. da tarif edilen gaz yakma birimine verilebilir.

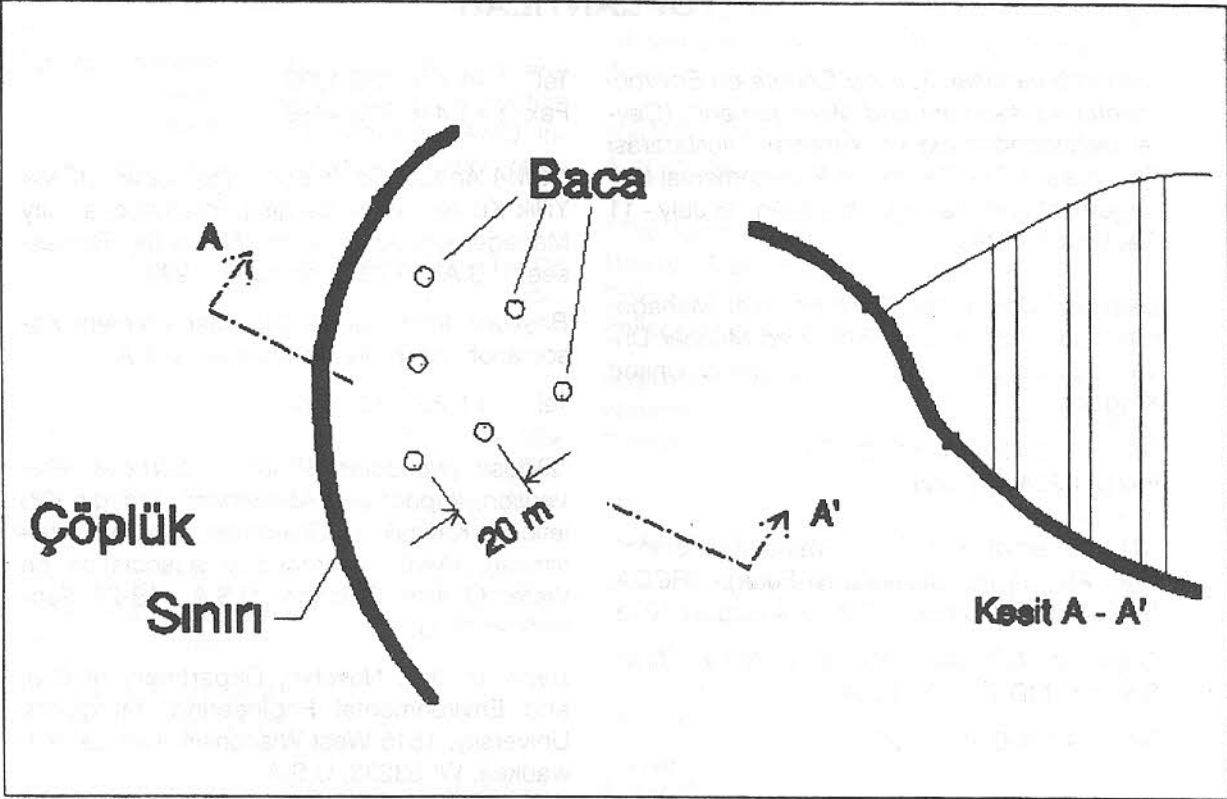


Şekil 6. Emniyet Kanalı

#### b. Bacalarla Emniyet Şeridi Yaratmak

Herhangi bir nedenden dolayı (maliyet, büyük derinlik gerekmesi vs.) kanal kazılmasının istenmemesi veya mümkün olmaması halinde çöplüğün etrafında bacalardan bir emniyet şeridi yaratılabilir. Bunun için kullanılacak olan bacalar 20 m ara ile şaşırtmalı üç sıra halinde

yerleştirilir ve çöplüğün tabanına kadar indirilir (Şekil 7). Söz konusu bacalar diğer bacalardan bağımsız bir boru şebekesi ile bir fan veya kompresöre bağlanır. Çöplüğün içinde oluşan gazlar yaratılan vakumun etkisi ile toprağın içinde ilerlemeyip yanma veya kullanma noktasına getirilebilir.



**Şekil 7.** Bacalardan Emniyet Şeridi Yaratılması

### 5.9. KAPATILAN ÇÖPLÜĞÜN YEŞİLLENDİRİLMESİ

Kapatılan çöplüğün üstü 5.4.'de tarif edildiği şekilde toprakla örtüldükten sonra yeşillendirilmesinde fayda vardır. Bitki örtüsü olarak yörenin doğal bitki örtüsü kullanılabilir gibi kullanım amacına göre de bitki seçilebilir. Ancak bitki seçimi yapılırken, kökleri uzun olmayanlar tercih edilmelidir. Büyük köklü bitkiler çöplerin üstündeki kil tabakasına zarar vereceği -ve dolayısı ile koku vs. gibi problemlerin başlamasına neden olabileceği- gibi biriken gazların etkisi ile bitki de kuruyabilir. Bu nedenle çöplüğün üstüne çim veya sığ köklü bitkiler ekilmelidir.

### 6. SONUÇ

Ülkemizde oldukça yaygın bir şekilde kullanılan çöplüklerin ıslahı Katı Atık Yönetmeliği'ne göre bir mecburiyettir. Ancak mevzuat gereksiniminden başka, halk sağlığı, can emniyeti ve estetik nedenlerden dolayı çöplüklerin ısla-

hı kaçınılmaz bir gereksinimdir. Durum böyle olmasına rağmen gerektiği gibi ıslah edilen çöplüklerin sayısı yok denilecek kadar azdır. ıslah çalışmaları devam edenlerin ise, çok büyük bir kısmı yabancı firmalara veya yabancılarla işbirliği yapanlara çok yüksek bedeller ödenerek gerçekleştirilmektedir. Belediyelerimizin çöplüklerinin ıslahına girişmemelerinin nedeni söz konusu işlemin çok zor ve pahalı olduğuna inanmalarındır. Ancak yukarıda izah edilen basitleştirilmiş yöntem, herkes tarafından kolaylıkla uygulanabilir. Anlatılan yaklaşımla "Düzenleme ve Sıkıştırma" (Bölüm 5.2.), "Yüzeysel Suları Uzaklaştırma" (Bölüm 5.3.), "Örtme" (Bölüm 5.4.) ve "Gaz Uzaklaştırma" (Bölüm 5.5.) işlemlerinin kaçınılmaz, diğerlerinin ise lokal şartlara bağlı olduğu gözönüne alınırsa işlem daha da basitleşmektedir.

Bu makalenin ülkemizdeki çöp depolama alanlarının ıslahını hızlandıracağı ümit edilmektedir. Bu konu hakkında yardıma ihtiyacı olan Belediyelerimizin Katı Atık Türk Milli Komitesi\*'ne müracaat etmeleri tavsiye edilir.

\* Katı Atık Türk Milli Komitesi, Boğaziçi Üniversitesi, 80815, Bebek/İSTANBUL

Tel: (212) 2631500-1439 veya 2039

"8th International Training Course on Environmental Assessment and Management", (Çevre Değerlendirmesi ve Yönetimi Uluslararası 8nci Kursu), The Centre for Environmental Management and Planning, Aberdeen, 18 July - 11 September 1993.

**Başvuru:** Centre for Environmental Management and Planning, AURIS, 23rd Machar Drive, Old Aberdeen, AB 2 1RY, Scotland, United Kingdom.

Tel : 0224 272 483/272 479  
Fax : 0224 487 658

"31st International Solid Waste Exposition", (Katı Atık 31 nci Uluslararası Fuarı), GRCDA, San Jose, California, U.S.A., 2-4 August 1993.

**Başvuru:** GRCDA., P.O.Box 7219, Silver Springs, MD 20910, U.S.A.

Tel : +1 800 456 4723

"ENS: Environment Northern Seas, International Conference and Exhibition", (ENS: Kuzey Denizleri Çevresi Uluslararası Konferans ve Sergisi), ISWA, Stavangen Norway, 24-27 August 1993.

**Başvuru:** ENS Secretariat, P.O.Box 410, 4001 Stavanger, Norway.

Tel : +47 4 55 81 00  
Fax : +47 4 55 10 15

"11th Ozone World Congress" (11.Dünya Ozon Kongresi) San Francisco, A.B.D., 29 Ağustos-3 Eylül 1993.

**Başvuru:** International Ozone Association, 83 Oakwood Avenue, Norwalk, CT 06850, A.B.D.

"6th International Conference on Urban Storm Drainage", (Şehir Yağmur Drenajı 6 nci Uluslararası Konferansı), IAWQ, International Association on Water Quality, Niagara Falls, Canada, 12-17 September 1993.

**Başvuru:** Mr. J.Marsalek, 6th ICUSD, National Water Research Institute, P.O.Box 5050, Burlington, Ontario L7R 4AG, Canada.

Tel : +1 416 336 4899  
Fax : +1 416 336 4989

"ICMA Annual Conference and Show", (ICMA Yıllık Konferans ve Sergisi), International City Management Association, Nashville, Tennessee, U.S.A. 19-23 September, 1993.

**Başvuru:** International City Management Association. nashville, Tennessee, U.S.A.

Tel : +1 202 962 3672

"Diffuse (Nonpoint) Pollution: Sources, Prevention, Impact and Abatement", (Yaygın Kirlenmeler: Kaynakları, Önlenmesi, Etkisi ve Azaltılması), IAWQ, International Association on Water Quality, Chicago, U.S.A., 19-24 September 1993.

**Başvuru:** Dr.V. Novotyn, Department of Civil and Environmental Engineering, Marquette University, 1515 West Wisconsin Avenue, Milwaukee, WI 53233, U.S.A.

Tel : +1 414 288 35 24  
Fax : +1 414 288 7082

"2nd IAWQ International Conference on Upgrading of Wastewater Treatment Plants", (Atıksu Arıtma Tesislerinin iyileştirilmesi 2 nci IAWQ Uluslararası Konferansı), IAWQ, International Association on Water Quality, Berlin, Germany, 21-25 September 1993.

**Başvuru:** Prof.Dr. -Ing W. Hegemann, Technische Universität Berlin, Sekr KF 7, Strasse des 17 June 135, D-1000 Berlin 12, Germany.

Tel : +49 30 3144 3327  
Fax : +49 30 3142 3222

"Global Forum on Environmental and Development Education", (Çevre ve Gelişme Eğitiminde Küreselleşme), Indian Environmental Society, New Delhi, India, 24-28 September 1993.

**Başvuru:** Dr.Desh Bandhu, President Indian Environmental Society, U-112 (3rd Floor), Vindhata House, Vikas Marg, Delhi-110092, India.

Tel : (91-11) 222 3311

Fax : (91-11 331 7301

"Micro-organisms in Activated Sludges and Biofilm Processes", (Aktif Çamur ve Biyofilm Proseslerindeki Mikroorganizmalar), IAWQ, International Association on Water Quality, Paris, France, 27-28 September 1993.

Başvuru: Mr. R. Puyol, c/o AGHTM, Grue de Phalsbourg, 7854 Paris Ce Dex 17, France.

Tel : +33 1 4227 3891

Fax : +33 1 4380 6590

"ISWA's Annual Conference 1993", (ISWA Yıllık Konferansı 1993), The Swedish Waste Management Association (RVF), Jönköping, Sweden, 28-30 September 1993.

Başvuru: ISWA'93, Jeanne Moller, ISWA General Secretary, Bremerholm 1, DK-1069 Copenhagen K, Denmark.

Tel : +45 33 91 44 91

Fax : +45 33 91 91 88

"Biofilm Reactors", (Biyofilm Reaktörleri), IAWQ International Association on Water Quality, Paris, France, 29-30 September 1993.

Başvuru: Mr.F.Rogalla, c/o AGHTM, 9 rue de Phalsbourg, 7854 Paris Cedex 17, France.

Tel : +33 1 4227 3891

Fax : +33 1 4380 6590

"9th International Water Supply Congress and Exhibition", Su Temin 9 ncu Uluslararası Kongre ve Sergisi), IWSA, Budapest, Hungary, 4-8 October 1993.

"3rd International Conference on Waste Management in the Chemical and Petrochemical Industries" (3. Kimya ve Petrokimya Endüstrileri Atık Yönetimi Uluslararası Kongresi) Salvador, Brezilya, 20-23 Ekim 1993

Başvuru: Secretariat Office-IAWQ International Conference, CENTREL SA, Caixa Postal 011, CEP 42.800, Camaçari, Bahia, Brezilya.

"UTEC-ABSORGA 7th International Trade Fair and Conference on Environmental

Technologies" (7.Çevre Teknolojileri Uluslararası Fuar ve Konferansı) Viyana Fuar Alanı, 19-22 Ekim 1993.

Başvuru: UTEC-ABSORGA, Türkenstrasse 25, A-1092 Vienna.

"The Ninth International Conference on Solid Waste Management", (Katı Atık Yönetimi Dokuzuncu Uluslararası Konferansı), Philadelphia, USA, 14-17 November 1993.

Başvuru: Department of Civil Engineering, Widener University, One University Place, Chester, PA 19 013 USA.

1993 Sanayi Kongresi ve Sergisi, TMMOB, Ankara, Aralık, 1993.

Başvuru: TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Sanayi Kongresi Düzenleme Kurulu, Sümer Sokak 36/1-A, 06640 Demirtepe-Ankara.

Tel : 231 31 59 - 231 31 64

Fax : 231 31 65

"Seventh International Symposium on Anaerobic Digestion", (Anaerobik Çürüme Yedinci Uluslararası Sempozyumu). IAWQ, International Association on Water Quality, Cape Town, South Africa, 23-27 January 1994.

Başvuru: Symposium Secretariat, IAWQ: AD-94, P.O.Box 3123, Tygerpark, 7536 South Afrika.

Tel : +27 21 998901

Fax : +27 21 994707

"SWANA'S 5th Annual International Recycling Symposium" (SWANA'nın 5. Uluslararası Yıllık Geri Kazanma Sempozyumu) Baltimore, Maryland, A.B.D., 22-24 Şubat 1994.

Başvuru: SWANA/GRCDA, P.O. Box 7219, Silver Spring, MD 20907-7219.

Tel: 1 301/585-2898

Fax: 1 301/589-7068

"ENTSORGA, 6th International Fair for Waste Disposal and Recycling" (6.Uluslararası Atık Uzaklaştırma ve Geri Kazanma Uluslararası Fuarı) Köln, Almanya, 18-21 may 1994.

Başvuru: Messe -und Ausstellungs- Ges.

m.b.H, Messeplatz 1, D-50679 Köln, Postfach  
21 07 60, D-50532 Köln.

Tel: (0221) 821-0  
Fax: (0221) 821-2574

*"First Middle East Waste Expo 94 International  
Exhibition and Conference"* (Birinci Orta Doğu  
Atık 94 Uluslararası Sergi ve Konferansı)  
Dubai World Trade Center, Birleşik Arap  
emirlikleri, 4-7 Nisan 1994

*Başvuru:* Christina Hassadi, Waste Expo 1994,  
Infocenter International, Dubai World Trade  
Center, 16th Floor, PO Box 9392, Dubai UAE.

Tel: (971-4) 310551  
Fax: (971-4) 310096

*"IWM/ISWA- The International Wastes  
Management Conference and Exhibition"*  
(Atıklar Yönetimi Uluslararası Konferansı ve  
Sergisi) Torbay, İngiltere, 14-17 Haziran 1994.

*Başvuru:* Conference and Exhibition  
Department, The Institute of Wastes  
Management, 9 Saxon Court, St Peters  
Gardens, Northhampton NN1 1 SX İngiltere.

Tel: 44 604 20426  
Fax: 44 604 604467

*"Water Quality International'94", (Su Kalitesi  
Uluslararası Konferansı-94), IAWPRC, Inter-  
national Association on Water Pollution  
Research and Control, Budapest, Hungary,  
24-30 July 1994.*

*Başvuru:* Anthony Milburn, Executive Director,  
IAWRC, 1 Queen Anne's Gate, London SW14  
9BT, England.

Tel : +44(71)222-3848  
Fax : +44(71)233-1197  
Telex: 918518 WATAD G.

*Modelling and Control of Activated Sludge  
Processes,* (Aktive Edilmiş Çamur  
Proseslerinin Modellendirilme ve Kontrolü)  
Kopenhagen, Danimarka 21-23 Ağustos 1994.

*Başvuru:* Mia Clausen, Conference  
Secreteriat, Department of Environmental  
Engineering, Technical University of Denmark,  
DK-2800 Lyngby, Danimarka.

Tel: 45 4593 3908  
Fax: 45 4593 2850

*"Fifth International Conference of Hydrossoft  
94", (Hidrossoft 94 Beşinci Uluslararası  
Konferansı), Wessex Institute of Technology,  
Portocarras, Greece, 21-23 September 1994.*

*Başvuru:* Jane Evans, Wessex Institute of  
Technology, Ashurst Lodge, Ashurst,  
Southampton, SO4 2AA United Kingdom.

Tel : 44 703 293223  
Fax : 44 703 292853  
E.Mail: CMIa.ib.rl.ac.uk.

**PROCEEDINGS OF THE NINTH  
TURKISH - GERMAN - POLISH  
ENVIRONMENTAL ENGINEERING SYMPOSIUM**

.....

**DOKUZUNCU  
TÜRKİYE - ALMANYA - POLONYA  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ SEMPOZYUMU TEBLİĞLERİ**

**Editör : Günay KOCASOY**

Temin Adresi : Boğaziçi Üniversitesi  
Çevre Bilimleri Enstitüsü  
80815 Bebek - İSTANBUL  
Tel : 263 15 00 / 1665

## YAYINLAR

- \* Proceedings of the Ninth Turkish-German-Polish Environmental Engineering Symposium (Dokuzuncu Türkiye-Almanya-Polonya Çevre Mühendisliği Sempozyumu Tebliğleri)

Editör: Günay Kocasoy

ISBN: 975-518-011-7

Basım Tarihi: 1992, 589 sayfa

Temin Adresi: Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, 80815 Bebek, İstanbul

Tel: 257 50 33 veya 263 15 00/1665

Fax: 257 50 33

- \* Computer Modelling of Seas and Coastal Regions (Cilt 1)

Editör: P.W. Partridge

ISBN: 185312-164-9; 1-56252-092-X  
(US, Canada, Mexico)

Basım Tarihi: Nisan 1992

Fiati: U.S.\$ 139, 534 sayfa

Temin Adresi: Computational Mechanics Publications, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, United Kingdom.

- \* Industrial Residue Management

Editörler: F.J.Fontes Lima ve S.A.S. Almeida

ISBN: 04185701

Basım Tarihi: 1992

Fiati: £ 250, 274 sayfa

Temin Adresi: Pergamon Press Ltd. Headington Hill Hall, Oxford OX3 0BW, United Kingdom.

- \* Environmental Modelling

Editörler: P.Malli ve P.Zannetti

ISBN: 1-85312-120-7; 1-56252-053-9  
(U.S., Canada, Mexico)

Basım Tarihi: 1992

Fiati: £ 90, 425 sayfa.

Temin Adresi: Computational Mechanics Publications, Ashurst Lodge, Southampton, SO4 2AA United Kingdom.

- \* Hazardous Materials: Emergency Action Data

Editörler: Charles Foden, Jack Weddell

ISBN: 0-87371-589-5

Basım Tarihi: 1992

Fiati: \$ 234

Temin Adresi: Lewis Publishers Inc. 2000 Corporate Blvd NW Boca Raton Florida. USA. 33431-7385.

- \* Mixed Waste Treatment

Editörler: David E. Harmer, David L. Porter.

ISBN: 0-87371-477-6.

Basım Tarihi: Winter 1992, 200 sayfa.

Fiati: \$ 66

Temin Adresi: Lewis Publishers Inc. 2000 Corporate Blvd NW Boca Raton Florida. USA. 33431-7385.

- \* Standard Handbook of Site Assessments for Solid and Hazardous Waste Facilities.

Editör: Martin N. Sara

ISBN: 0-87371-318-4

Basım Tarihi: Nisan 1992

Fiati: \$ 94

Temin Adresi: Lewis Publishers Inc. 2000 Corporate Blvd NW Boca Raton Florida. USA. 33431-7385.\$

- \* Biotechnology for the Treatment of Hazardous Waste.

Editör: Dahne L. Stoner.

ISBN: 0-87371-613-2

Basım Tarihi: Summer 1992.

Fiati: \$ 72

Termin Adresi: Lewis Publishers Inc. 2000  
Corporate Blvd NW Boca Raton Florida.  
USA. 33431-7385.

\* **In Situ Surfactant-Enhanced Soil Flushing**

Editör: Paul T.Kostecki, Edward J.  
Calabrese, William Kucharski, Sarah L.  
Kimball.

ISBN: 0-87371-625-6

Basım Tarihi: June 1992.

Fiat: \$ 48

Termin Adresi: Lewis Publishers Inc. 2000  
Corporate Blvd NW Boca Raton Florida.  
USA. 33431-7385.

\* **Engineering Aspects of Metal Waste  
Management.**

Editörler: Iskander K. Iskander, H. Magdi  
Selim.

ISBN: 0-87371-472-5.

Basım Tarihi: Summer 1992.

Fiat: \$ 472

Termin Adresi: Lewis Publishers Inc. 2000  
Corporate Blvd NW Boca Raton Florida.  
USA. 33431-7385.

\* **Modelling the Transport of Heavy Metals  
in Soils.**

Editörler: Iskander K. Iskander, H. Magdi  
Selim, Michael Amacher.

ISBN: 0-87371-473-3

Basım Tarihi: Summer 1992.

Fiat: \$ 84

Termin Adresi: Lewis Publishers Inc. 2000  
Corporate Blvd NW Boca Raton Florida.  
USA. 33431-7385.

\* **Composting and Recyeling Municipal Solid  
Waste.**

Editörler: Luis F. Dioz, George M. Savage,  
Linda L. Eggerth, Clarence G. Golueke.

ISBN: 0-87371-563-2

Basım Tarihi: Autumn 1992.

Fiat: \$ 71, 300 sayfa.

Termin Adresi: Lewis Publishers Inc. 2000  
Corporate Blvd NW Boca Raton Florida.  
USA. 33431-7385.

# YAZIM KURALLARI

## GENEL KURALLAR

### 1. Dil

Dergi üç ayda bir Türkçe olarak yayınlanır. Ancak makalenin başında makalelerin Türkçe ve İngilizce özeti verilecektir.

### 2. Yazıların Sunulması

Yazıların aslı ile üç fotokopisi (ve mümkünse WP, WS ve ASCII kodunda yazılan bilgisayar disketi) Derginin Editörlerinin adreslerine gönderilmelidir. Ayrıca yazışmaların yapılabilmesi için ayrı bir sayfaya yazının başlığı, yazı ile birlikte yazarın ad ve soyadı, açık adresi telefon ve faks numaraları yazılarak gönderilmelidir.

### 3. Yazıların Değerlendirilmesi

Yazıların yayın kurulu tarafından ön değerlendirilmesi yapılacak, derginin amaç, kapsam ve yazım kurallarına uygun olmayanlar yazarlarına geri gönderilecek, uygun olanlar yazının konusu ile ilgili uzmanlara değerlendirilmek üzere gönderilecek ve bu değerlendirme sonucu basılacaktır.

### 4. Yazının Başka Yerlerde Yayınlanması

Yazılar Derginin Editörlerinin yazılı izni olmadan başka hiç bir yerde yayınlanamaz, kongre, konferans, sempozyumlarda bildiri olarak sunulamaz.

### 5. Yayın Hakkı

Yazıların, her türlü yayın hakkı Dergiye, patent hakkı ve sorumluluğu yazarlara aittir. Ayrıca Dergide yayınlanan yazılar kısmen veya tamamen yazılar kaynak gösterilmeden hiç bir yerde kullanılamaz.

### 6. Telif Ücreti

Yayınlanan yazılara bir ücret ödenmeyeceği gibi yazının yayınlanması için de herhangi bir ücret talep edilmez. Basılmış yazının beş kopyesi yazının ilk yazına ücretsiz olarak gönderilir. İlave kopyeler için ücret alınır.

### 7. Yazıların Geri Gönderilmesi

Değerlendirme sonucu yayınlanması uygun gö-

rülmeyen yazılar yazarlarına geri gönderilir. Yayınlanan yazıların asılları istenirse yayın tarihinden itibaren en çok bir ay içinde yazarlara geri gönderilebilir.

## YAZI KURALLARI

### 1. Sayfa Düzeni

a) Yazılar A4 normunda yazı sayfasına üstten ve alttan 2,5 cm, soldan ve sağdan 2 cm bırakılarak çift aralıkla daktilo edilmesi şekil ve tablolar ayrıca verileceğinden yazı içinde bunların yerleştirileceği yeterli boşluk bırakılmalıdır.

b) İlk sayfada başlık üstten 5 cm büyük harflerle koyu olarak yazılmalı, yazı başlığı 70 harfi geçmemeli ve gereksiz uzatmalardan kaçınılmalıdır.

c) Yazarların ismi, soyadı ve açık adresleri başlıktan sonra 2 aralık bırakılarak sağ tarafa yazılmalıdır.

## MAKALE DÜZENİ

### 1. Özet

Yazarların isim ve adreslerinin bittiği satırdan sonra 2 aralık bırakılarak sol baştan başlanarak yazılır. Özet yazının konusunu, yapılan çalışmaların amacını, kullanılan yöntemleri elde edilen sonuçları ve değerlendirmeyi içeren 150 kelimelik bir bölümdür.

### 2. Anahtar Kelimeler

Konu sınıflandırılmasının yapılabilmesi için en çok 10 kelimeden olan anahtar kelimeler verilir.

### 3. İngilizce Başlık

Yazının İngilizce başlığı baş harfleri büyük harf olmak üzere yazıda kullanılan puntodan bir punto daha büyük punto ile ve koyu olarak yazılır.

### 4. Abstract

Makalenin İngilizce özeti genelde Türkçe özetin tercümesinden oluşmaktadır.

### 5. Key Words

Türkçe yazılmış anahtar kelimelerin İngilizcesi



verilecektir.

## 6. Giriş

Yazıyı doğrudan ilgilendiren ve uzun tarihçeler ve tekrarlar içermeyen bir giriş bölümü olmalıdır.

## 7. Yazının Türü

Yazılar aşağıdaki üç türden birinde yazılabilir.

- Özgün araştırmalarla ilgili yazılar
- Uygulama örneklerini bilimsel bir yaklaşımla aktaran yazılar
- Derleme şeklindeki yazılar

## 8. Sayfa Sayısı

Derleme şeklindeki yazılar dışındaki türlerde yazılar tüm şekil ve tablolar dahil 5000 kelime (15-17 sayfa) eş değerinde olmalıdır.

## 9. Şekiller

Yazıya konacak fotoğraflar, grafikler ve çizimler ayrı ayrı sayfalar halinde şekil numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir.

## 10. Çizimler

Çizimler özgün olmalıdır. Boyutları ya yazıya tek sütuna doğrudan yerleştirilecek veya % 30 küçültmeye uygun boyutta olmalıdır. Çizimler üzerinde yer alan yazı, sayı ve semboller daktilo, let-raset veya uygun karakterli şablon ile yazılmalıdır.

## 11. Grafikler

Teknik resim kurallarına uygun olarak ve mümkün olduğunca küçük çizilmelidir. Bilgisayar çıktısı verilmemelidir. Çizimlerin uygun bir yerine makalenin başlığı mavi kalemle hafifçe yazılmalıdır.

## 12. Fotoğraflar

Fotoğraflar parlak kağıda basılmış, küçüldüğü zaman resim özelliği bozulmayacak boyut ve kalitede olmalıdır. Fotoğrafların arkasına hafifçe yazının başlığı ve şekil numarası yazılmalıdır.

## 13. Tablolar

Tablolar üstte tablo numarası ve adı, çift aralıktan sonra tablonun kendisi gelecek şekilde daktilo edilmeli, tablonun çizgileri çizilmeli ve yazıya eklenmelidir.

## 14. Dipnot

Yazılarda dipnot kullanılmamalıdır.

## 15. Kaynaklar

Yazı içinde kaynaklar "...Hopkins (1990)..." veya (Hopkins, 1990; Ferguson, 1991) şeklinde cümlelerin sonunda yazar soyadı ve yayın yılı belirtilerek verilmelidir. Yazının sonunda bir "Kaynaklar" bölümü bulunmalı ve yazar soyadına göre alfabetik sıralama yapılmalıdır. Kaynaklar aşağıdaki şekilde yazılmalıdır.

### Kitaplar

Eckenfelder, W.W.Jr., Industrial Water Pollution Control, Mc Graw Hill, New York, 1966.

### Kitaptan Bir Bölüm

Goldscmidt, B.M., Non-nitrogenous Carcinogenic Industrial Chemicals, in Carcinogenes in Industry and the Environment (J.M. Sontag, ed.), Marcel Dekker Inc., New York, p.p.283-290.

### Rapor

UNEP, Environmental Data Report, Blackwell Scientific, Oxford, 1987.

### Tez

Sims, R.C., Land Treatment of Polynuclear Aromatic Compounds, Ph. D. Dissertation, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.

### Makaleler

- Kocasoy G., "A Method for the Prediction of the Extent of Microbial Pollution of Sea Water and the Carrying Capacity of Beaches", Environmental Management, Vol.13, No.4, August 1989. pp.69-73.

KATI ATIK ve ÇEVRE dergisini ilgilenen her kişi ve kuruluşa ulaştırmak, ancak yüksek baskı giderleri nedeniyle sadece ilgilenenlere göndermek arzusundayız. Bu amacı sağlamak üzere, derginin kendilerine yollanmasını isteyen kişi ve kuruluşların bu formu doldurarak bize göndermelerini rica ederiz.

Katı Atık Türk Milli Komitesi

Katı Atık Türk Milli Komitesine,  
KATI ATIK ve ÇEVRE dergisinin tarafıma gönderilmesini arzu etmekteyim.

Tarih: ...../...../.....

İsim, Soyadı : \_\_\_\_\_

Kuruluş : \_\_\_\_\_

Adres : \_\_\_\_\_

Telefon : \_\_\_\_\_

İmza

KATI ATIK ve ÇEVRE dergisini ilgilenen her kişi ve kuruluşa ulaştırmak, ancak yüksek baskı giderleri nedeniyle sadece ilgilenenlere göndermek arzusundayız. Bu amacı sağlamak üzere, derginin kendilerine yollanmasını isteyen kişi ve kuruluşların bu formu doldurarak bize göndermelerini rica ederiz.

Katı Atık Türk Milli Komitesi

Katı Atık Türk Milli Komitesine,  
KATI ATIK ve ÇEVRE dergisinin tarafıma gönderilmesini arzu etmekteyim.

Tarih: ...../...../.....

İsim, Soyadı : \_\_\_\_\_

Kuruluş : \_\_\_\_\_

Adres : \_\_\_\_\_

Telefon : \_\_\_\_\_

İmza

**KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ**  
**BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ**

80815 BEBEK - İSTANBUL

**KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ**  
**BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ**

80815 BEBEK - İSTANBUL