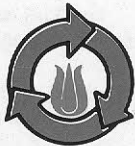


# KATI ATIK VE ÇEVRE

Sayı 20

Ekim 1995



**KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ**

# KATI ATIK ve ÇEVRE

Sayı 20, Ekim 1995

## İÇİNDEKİLER

Okurlarımıza .....	1
Hava Kirleticilerden Hidrojen Florürün Bitkiler Üzerine Etkileri Osman Nuri ERGUN Yılmaz KILIM .....	2
Termik Santral Uçucu Küllerinin Özellikleri ve Değerlendirilmesi Semra ÇAKIR N. Gamze GÖKBULUT .....	8
Tıbbi Atıkların Yakılması ve Ortaya Çıkan Sorunlar: Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atıklar Yakma Fırını Bülent TOPKAYA Bahar KALKANOĞLU .....	13
Toplantılar .....	21
Yayınlar .....	22
Yazım Kuralları .....	23

## KATI ATIK ARAŞTIRMA VE DENETİMİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

Kurucusu	: Prof.Dr.Kriton Curi
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
Hazırlayanlar	: Gamze Gökbulut : Semra Çoruh
Kapak Fotoğrafı	: Prof.Dr.Kriton Curi

Üç ayda bir yayınlanır.

Yazışma Adresi:  
Katı Atık Türk Milli Komitesi  
Boğaziçi Üniversitesi  
80815 Bebek-İstanbul  
Tel: 263 15 40/1276-1439

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

Çevreyi Korumak İçin Bu Dergi  
Geri Kazanılmış Kağıda Basılmıştır.

Unilever Holding A.Ş.'ye bu derginin basılmasındaki  
Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.  
Katı Atık Türk Milli Komitesi

## OKURLARIMIZA

Ülkemizde katı atıkların yönetimi ile ilgili yasal düzenlemeler Zirai Mücadele ve Karantina Kanunu, Umumi Hıfzısıhha Kanunu, Belediye ve Büyükşehir Belediyeleri Kanunu, Köy Kanunu ve İmar Kanunu gibi kanunlar ve çok sayıda talimatname, genelge ve yönetmelikler altında bahsedilmiştir. Ancak bu konudaki genel düzenlemeler, 1983 yılında yürürlüğe giren 2872 sayılı "Çevre Kanunu" kapsamında verilmiştir. Bu kanun ile her türlü atık ve artığın çevreye zarar verecek şekilde, ilgili yönetmeliklerde verilen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan ve dolaylı biçimde alıcı ortama verilmesi, depolanması, taşınması, uzaklaştırılması ve benzeri faaliyetlerde bulunulması yasaklanmıştır.

Katı atıkların yönetimi ile ilgili son yasal düzenlemeler 14 Mart 1991 tarihinde 20814 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" çerçevesinde ele alınmıştır. Yönetmelikte bulunan bazı boşluklar ve hatalar daha sonra kısmen giderilmiş olsa da, ülkemizde katı atıkların yönetimi konusundaki sorunlar hala tam olarak çözülememiştir.

Bu sayıdaki ilk yazı, "Hava Kirleticilerden Hidrojen Florürün Bitkiler Üzerine Etkileri" dir. İkinci yazıda termik santral uçucu küllerinin özellikleri, yarattığı çevre sorunları ve kullanım alanları incelenmiştir. Üçüncü yazıda ise son yılların en önemli katı atık problemlerinden birisi olan tıbbi atıkların yakılması ve ortaya çıkan sorunlar araştırılmış ve bu amaçla Akdeniz Üniversitesi tıbbi atıklar yakma fırınındaki sorunlar irdelenmiştir.

Saygılarımızla,

Prof. Dr. Kriton CURI  
Katı Atık Türk Milli Komitesi  
Başkanı

# HAVA KİRLETİCİLERDEN HİDROJEN FLORÜRÜN BİTKİLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Yılmaz KİLİM  
Osman Nuri ERGUN  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Çevre Mühendisliği Bölümü  
55139-SAMSUN

**ÖZET:** Bu çalışmada gaz halindeki hidrojen florürün çeşitli bitkilerin yapraklarındaki birikimi ve görünür etkileri laboratuvar ortamında incelenmiştir. Araştırma tütün, fasulye, domates, hıyar ve marul bitkileri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bitkiler özel olarak tasarlanmış bitki yetiştirme kabini steril şartlarda yetiştirilmiştir. Değişik konsantrasyonlarda HF gazı 24 saatlik sürelerle ortama verilmiş ve takiben örnekleme yapılmıştır. Bitki yapraklarından alınan örneklerdeki florür birikimi potansiyometrik yöntemle, görünür zararlar ise SZH Stereo mikroskopla incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hava Kirliliği, HF ve Florürler.

## EFFECTS OF HYDROGEN FLUORIDE AS AIR POLLUTANT ON PLANTS

**ABSTRACT:** The aim of this research is to investigate the effects of airborne HF on leaves of tobacco, bean, tomato, cucumber and lettuce plants in laboratory conditions. A special sterilized chamber was designed for plant growth and plants were exposed to airborne HF in different concentrations as air pollutant for 24 hours. Leaf samples were collected after each exposure. Visible injuries on the leaves of investigated plants were determined under the SZH Stereomicroscope. Potentiometric method were used for analysis of fluoride that accumulated on leaves.

**Key Words:** Air Pollution, HF and Fluorides.

### 1. GİRİŞ

Gaz halindeki florürler bitkiler için önemli hava kirleticilerden biridir. Atmosferde bulunan florlu bileşiklerin ve özellikle HF'in bitkilere olan olumsuz etkileri 1900'lü yılların başlarından beri bilinmesine rağmen önemli 1940'larda başlayan endüstriyel büyüme ile ortaya çıkmıştır (Thomas, 1961; Guthrie, 1980; Heck & Anderson, 1980).

Gaz halindeki florlü bileşiklerin bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri çoğu hava kirleticilerde olduğu gibi görünür ve görünmez etkiler olmak üzere iki türüdür (Thomas, 1961; Faith & Atkinson, 1972; Rossano, 1974; Guthrie, 1980). Görünür etkiler yaprak dokularında nekrotik lekeler olarak kendini gösterir. Nekrotik lekeler florlu bileşiklerin hücrelerini plazmolize uğratmaları ve sonuçta doku çökmesi

nedeniyle oluşur. Florlu bileşiklerin yapraklarda oluşturduğu nekrotik lekeler karakteristik olarak yaprak uçları ve kenarlarında bulunur. Bu özellik florlü bileşiklerin nekrotik etkilerini diğer hava kirleticilerin oluşturduğu görünür etkilerden ayırmaktadır. Atmosferdeki hidrojen florür (HF) ve silisyum tetra florürün (SiF<sub>4</sub>) 0.1 ppb gibi düşük konsantrasyonlarının bile bazı hassas bitkiler için görünür etkiler neden olabildiği belirlenmiştir (Thomas, 1961; RWPMMAPST, 1964; Rossano, 1974; Heck & Anderson, 1980; Müezzinoğlu, 1987).

Atmosferde bulunan florlu bileşiklerin bitkilere yaptığı ikinci ve belkide en önemli etki birikimden kaynaklanan görünmez etkilerdir. Çünkü atmosferik florür diğer hava kirleticilerinden farklı olarak yaprak dokularında bitki türüne göre değişen



konsantrasyonlarda birikebilen bir kirleticidir. Bitki yapraklarındaki 30-50 ppm dolaylarındaki florür birikimi görünür bir etki yapmamakla birlikte, bu bitkiler hayvan yemi olarak tüketildiğinde fluorosis hastalığına neden olabilmektedir (Thomas, 1961; Oruç ve Kırımhan, 1984; Guthrie, 1980). Son yıllarda yapılan araştırmalar florun bitki, hayvan ve insan hücrelerinde genetik zararlara ve hatta kansere sebep olabileceğini göstermiştir (Bundock, Burk, Graham & Morin, 1985).

Pek çok toprak ve kayaç çeşidinin bir bileşeni olarak florür doğada oldukça yaygın bir elementtir (Kale ve Turgay, 1979). Fakat özellikle toprağın pH'sının yüksek olduğu durumlarda bitki köklerinin florür alınışını engellemek için etkin bir mekanizmaya sahip olması ve çözünmezliği nedeniyle bitkiler topraktaki florürü fazla biriktirmezler. Hava kirleticisi olarak florürlerin bulunmadığı bölgelerde bitki yapraklarındaki florür konsantrasyonu genellikle 10 ppm'i aşmaz. Başlıca atmosferik florür kaynakları fosfat indirgeme ve fosfat gübreleri endüstrileri, alüminyum endüstrileri, kok fırınları, demir ve demirsiz maden filizlerinin eritilmesi, killerin pişirilmesi, cam ve çelik üretimi, florspar ve kriyolit madenlerinin çıkarıldığı ocaklar, soğutucu olarak kullanılan organik flor bileşikler, flor içeren pestisit ve gübrelere (Heck & Anderson, 1980; Kabata-Pendias & Pendias, 1985; Döğeroğlu ve Kara, 1988).

Hava kirleticiler tarafından bitkilerde meydana getirilen zarar şekli genellikle zehirli etkenin oldukça iyi bir karakteristiği olmasına rağmen bu zarar şekli o etkene özel değildir. Benzer zararlar hastalık, böceklenme, beslenme ve diğer faktörler tarafından da meydana getirilebilmektedir. Bir başka ifade ile bitki yapraklarındaki nekrotik etkiler sadece florürlü hava kirleticilere özgü değildir. PAN, Ozon ve SO<sub>2</sub> gibi diğer hava kirleticiler de benzer nekrotik etkilere neden olabilmektedir (Faith, 1972; Rossano, 1974; Müezzinoğlu, 1987;). Bu bakımdan florürün bitkiler üzerindeki görünür etkileri konusunda yapılacak araştırmalarda bu faktörler dikkate alınmalıdır.

Bu çalışmanın amacı bitkiler için önemli hava kirleticilerden biri olan hidrojen florürün (HF) hastalık, böceklenme, tarım ilaçları, beslenme, toprak şartları ve diğer atmosferik kirleticiler gibi bitki yetişmesini etkileyebilecek faktörlerden uzak, laboratu-

varda özel olarak tasarlanmış bir kabinde yetiştirilen bitkilerin yapraklarındaki görünür etkilerini ve birikimini incelemektir.

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Kabinin Tasarımı

Bu çalışmada 150x80x135 cm ebatlarında ahşap konstrüksiyonlu 0.08 mm'lik temiz PVC film kaplı bir kabin kullanılmıştır. Kabinin üzerinden 25 cm yukarıya 6 adet fluoressans lamba yerleştirilmiştir. 2 adet akkor ışık veren Philips tld 36 W/84 ve 4 adet General Electric, Daylight T.M. Preheat, 40 W 2100 lm. ışık şiddetini artırmak için alüminyum plaka ile lambaların çevresi kabin yüksekliğinin yarısına kadar kapatılmıştır. Böylece kabin dışındaki çeşitli kaynaklardan gelecek olan ışık önlenmeye çalışılmıştır. Isı izolasyonunu sağlamak ve kabin içindeki sıcaklık farklarını önlemek için taban ile yan yüzeylerin bir kısmına 2 cm kalınlığındaki plastik köpük panolar yerleştirilmiştir. 0-40±1 °C'lik bir termostat (Caem) dikey konumda tabana yerleştirilmiş olan fanlı bir ısıtıcı ve hava sirkülasyonunu yatay yönde gerçekleştiren vantilatöre bağlanmıştır. Sıcaklık 25 °C'in altına düştüğünde termostat vasıtasıyla ısıtıcı ve ısınan havayı dağıtan vantilatör otomatik olarak devreye girmiştir.

### 2.2. Bitkilerin Yetiştirilmesi

Çalışma toplam 87 gün sürdürülmüştür (9 Aralık 1993-8 Mart 1994). Deneyler için ülkemizde ve Karadeniz Bölgesinde ekonomik öneme sahip hıyar, fasulye, domates, marul ve tütün bitkileri seçilmiştir. Bitkiler, tohumların çimlenmesinden itibaren kabin içinde 25±1 °C ve %65-75 nisbi nem şartları altında yetiştirilmiştir. Bitkilerin yetiştirilmesi için kullanılan plastik saksılar kimyasal olarak pasif ve boşluklu yapısıyla suyu bünyesinde tutarak kök gelişimi için uygun bir ortam oluşturan perlit ile doldurulmuştur. Kullanılan Etiper ürünü Normal tip geliştirilmiş perlitin özellikleri aşağıda Tablo 1'de verilmiştir. Bu malzeme kendi bünyesinde bitkiler için herhangi bir besin ihtiva etmediğinden, bitkilerin besin ve su ihtiyacı kabin dışına yerleştirilen 20 lt'lik bir tanktan gerçekleştirilmiştir. Bitki besleyici çözelti Hogland reçetesine göre hazırlanmıştır (Tablo2). CO<sub>2</sub> eldesi için de kabin dışına



500 ml'lik bir reaktör yerleştirilmiştir. Kesikli olarak çalıştırılan reaktöre yerleştirilen  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 'a ilave edilen derişik  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ile çıkan  $\text{CO}_2$  bir pompa vasıtasıyla kabin içinden alınan hava kullanılarak tekrar kabine taşınmıştır.  $\text{CO}_2$  seviyesi Orsat

cihazı ile kontrol edilerek sabah, öğle ve akşam saatlerinde olmak üzere hacimce % 1 'lik konsantrasyonu aşmamak şartıyla kabin içindeki dispersiyonu yatay ve dikey yönde olmak üzere gazın giriş noktasına yerleştirilen iki vantilatör ile yapılmıştır.

**Tablo 1.** Kullanılan Perlitin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Normal Tip Etiper Ürünü Perlitin			
Fiziksel Özellikleri		Kimyasal Özellikleri	
Renk	: Beyaz	$\text{SiO}_2$	= %71-75
Ergime Noktası:	1300 °C	$\text{FeO}_3$	= %0.5-1.45
Isıl İletkenliği:	0.034-0.045 $\text{Kcal/Mh}^\circ\text{C}$	$\text{AlO}_3$	= %12-16
Yoğunluk	:60-80 $\text{Kg/m}^3$	$\text{MgO}$	= %0.03-0.5
Ebadı	: 0.0-2.5 mm	$\text{Na}_2\text{O}$	= %2.9-4.0
		$\text{TiO}_2$	= %0.03-0.2
		$\text{K}_2\text{O}$	= %4-5
		pH	= 6.6-8.0
		$\text{CaO}$	= %0.2-0.5

### 2.3. Fumigasyon Çalışmaları

Fumigasyon çalışmalarında yaklaşık olarak 1.4  $\text{m}^3$ 'lük bir kabin hacmine göre hesaplanan konsantrasyonlarda HF gazı kullanılmıştır. HF gazı kabin içindeki bir plastik reaktörde  $\text{CaF}_2$  ile 70-80 °C'deki konsantre sülfürik asitin muamelesi ile elde edilmiştir. Planlanan konsantrasyonlar için gerekli miktarlardaki  $\text{CaF}_2$ 'nin tamamının  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ile reaksiyona girdiği kabul edilmiştir. 24 saatlik periyodlar için çeşitli konsantrasyonlardaki HF yatay ve dikey yöndeki vantilatörler ile kabin içinde karıştırılarak sırasıyla ortama verilmiştir. Kabin içindeki gazın tamamının 24 saat içinde bitkiler tarafından absorblandığı kabul edilmiş ancak absorblanmayan miktarların ise konsantrasyonu en fazla % 10 artırma-

bileceği göz ardı edilmemiştir. Bunun için uygulanan konsantrasyonlar arasındaki fark büyük tutulmuştur. 24 saatlik maruz kalmadan sonra yapraklar toplanarak plastik kaplarda saklanmış ve analizler için başka bir laboratuvara götürülmüştür. Toplanan yaprak örneklerinin ne çok genç ne de çok yaşlı olmamasına dikkat edilmiştir. Yapraklardaki florürün analizleri AOAC Official Methods of Analysis'e göre potansiyometrik yöntemle yapılmıştır. Kurutulup toz haline getirilen yapraklardan  $\text{HNO}_3$  ile ekstre edilen florür sulu çözeltideki KOH ile absorblanıp, karışım pH 5.5'e ayarlanmıştır. Kompleks ajan ilave edilerek iyon seçici elektrod ile potansiyel ölçülmüştür. Bu yöntem 10-200  $\mu\text{gF/g}$  (kuru yaprak dokusu) aralığı için uygulanabilir (Willians, 1984).

**Tablo 2.** Laboratuvarda Hazırlanan Hogland Çözeltisinin Bileşimi

Kimyasal Madde	Derişimi	Kimyasal Madde	Derişimi
$\text{KNO}_3$	: 0.8974 g/l	$\text{CuSO}_4.5\text{H}_2\text{O}$	: 0.08 mg/l
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	: 0.53 g/l	$\text{ZnSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	: 0.22 mg/l
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	: 0.2474 g/l	$\text{H}_2\text{MoO}_4.\text{H}_2\text{O}$	: 0.09 mg/l
$\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	: 0.0524 g/l	$\text{FeSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	: 0.17 mg/l
$\text{H}_3\text{BO}_3$	: 2.86 mg/l	Tartarik asit	: 0.14 mg/l
$\text{MnCl}_2.4\text{H}_2\text{O}$	: 1.81 mg/l	EDTA	: 1.0 mg/l

### 3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Böceklenme , hastalık ve tarım ilaçları gibi etkilere uzak laboratuvarda geliştirilen

kabin içinde yetiştirilen bitkilere çeşitli konsantrasyonlarda ve 24 saatlik periyodlarla verilen HF'in bitki yapraklarındaki birikimi Şekil 1'de verilmiştir. 10 ppm HF konsantrasyonu ile 24 saatte en fazla birikim hiyar bitkisi yapraklarında 17 ppm olarak

görülmüştür. 20 ppm HF konsantrasyonunda ise en çok birikim fasulye yaprağında izlenmiş, 100 ppm HF konsantrasyonunda fasulye, hıyar ve marul yaprakları sırasıyla 98, 100 ve 107 ppm ile yakın bir birikim seviyesi gösterirken en çok birikimi 212 ve 216 ppm ile tütün ve domates yaprakları göstermiştir. 200 ppm HF konsantrasyonunda da tütün ve domates yaprakları yine yakın bir birikim seviyesinde 513 ve 528 ppm ile en çok birikimi göstermiş, fasulye ve hıyar yaprakları da yakın bir birikim seviyesi izleyerek 237 ve 240 ppm florür birikimi meydana getirmiştir.

Domates ve tütün yaprakları 200 ppm HF fumigasyonu ile en çok birikim meydana getirmesine rağmen bunlardan sadece domates yaprağının uç kısmında mikroskopik incelemeler sonucu nekrotik etkiler farkedilmiştir. Aynı seviyede bir birikim hızı takip etmesine rağmen tütün yapraklarında görünür bir zarar farkedilmemesinin sebebini araştırmak amacıyla tütün yapraklarının kenarlarından itibaren kesilen 1 cm'lik şerit şeklindeki yaprak parçaları ve geriye kalan kısmın analizleri ayrı ayrı yapılmıştır. Yapılan analizlerde yaprak uçlarında biriken florür konsantrasyonu 434 ppm, orta kısımlarda biriken florür konsantrasyonu ise 663 ppm olarak bulunmuştur.

Yapraklardaki florür birikiminin yaprağın gelişmesiyle ilgisi olduğu belirlenmiştir. İncelenen bitkilerin genç yapraklarındaki florür birikimi gelişmesini tamamlamış yapraklara oranla daha fazladır. Örneğin hıyar bitkisinin uçlarına yakın genç yapraklarında 489 ppm florür birikimi izlenirken, olgunlaşmayı tamamlamış alt yapraklarda izlenen florür birikimi 240 ppm olmuştur. Aynı şekilde tütün bitkisinde de benzer değerler izlenmiştir. Genç tütün yapraklarında 200 ppm'lik HF fumigasyonu sonucu 1122 ppm'lik bir birikim görülürken, gelişimini tamamlamış alt yapraklarda 513 ppm'lik birikim gözlenmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere genç yapraklardaki florür birikimi gelişmesini büyük ölçüde tamamlamış yapraklara oranla iki kat daha fazla olarak gelişmiştir. Genç yapraklardaki fazla florür birikiminin nedeni bu yaprakların hızlı fizyolojik aktiviteleri, dolayısıyla gelişmiş yapraklara oranla daha fazla hava kullanmaları ile açıklanabilir.

Yapılan florür analizleri sonuçları karşılaştırıldığında, atmosferik florürlerin bitkilere olan görünür ve görünmez etkilerinin bitki türüne göre büyük değişiklikler gösterdiği

söylenbilir. Bu çalışma sırasında elde edilen veriler incelenen bitkiler için literatürde verilen hassasiyet spektrumlarına uyum sağlamaktadır (Thomas, 1961).

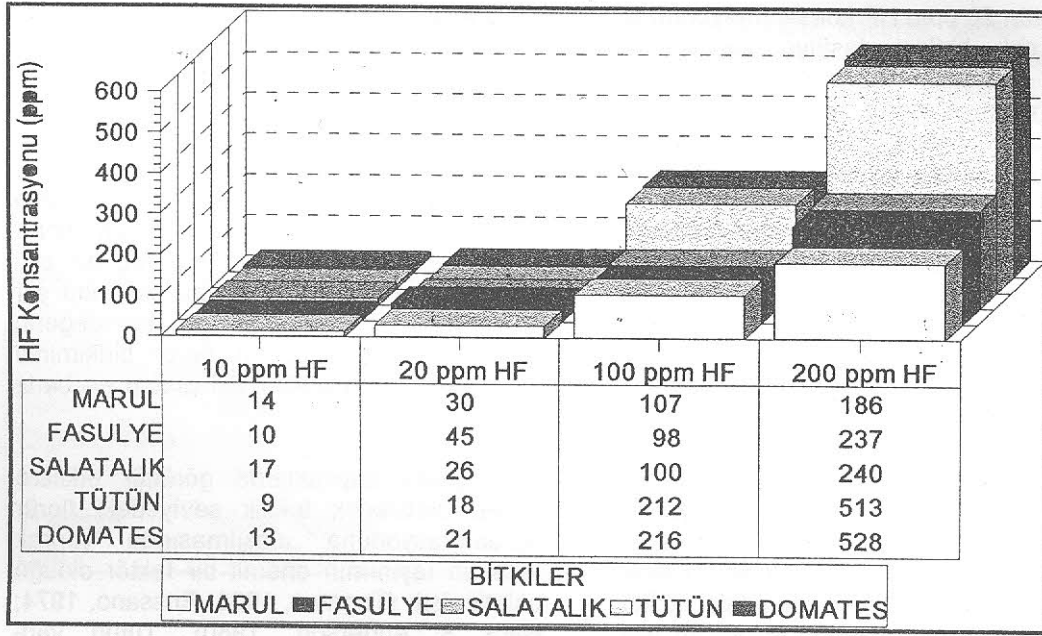
Thomas'a (1961) göre hava kirletici florüre karşı dayanıklı bitkiler sınıfında yer alan tütünün, uç yapraklarında 1122 ppm florür biriktirmesine rağmen görünür hiç bir etki gözlenmezken, hassas bitkiler sınıfında yer alan domates yapraklarında bu değer yarısı kadar (528 ppm) florür birikiminin nekrosise neden olabilmesi bunun en bariz örneğidir.

Yine çeşitli kaynaklarda görünür etkilere sebep olabilecek toksik seviyedeki florür konsantrasyonuna ulaşılmasında yaprak uçlarına taşınımın önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (Thomas, 1961; Rossano, 1974; Heck & Anderson, 1980). Tütün yapraklarında bu yönde yapılan araştırma aynı fikri desteklemektedir. Aynı kirletici konsantrasyonu ve maruz kalma süresine rağmen bitkiler veya varyeteleri arasındaki florür birikim seviyesi farklılıkları olabileceği bilinmektedir. Bu çalışmada aynı bitkinin yaprakları arasında yaprak yaşı ile ters orantılı olarak değişen florür biriktirebilme özelliği belirlenmiştir.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada bitkiler için önemli hava kirleticilerden biri olan hidrojen florürün hastalık, böceklenme, tarım ilaçları, beslenme, toprak şartları ve diğer atmosferik kirleticilerden vs. uzak laboratuvarında özel olarak tasarlanmış bir kabinde yetiştirilen bitkiler üzerindeki etkileri incelenmiştir.

İnceleme marul, fasulye, hıyar, tütün ve domates yapraklarında gerçekleştirilmiştir. Özel olarak tasarlanan kabin içinde perlit materyalinde gelişmesini tamamlayan bitkiler sırasıyla 10, 20, 100, 200 ppm konsantrasyonlarda HF kirleticisine 24 saat maruz bırakılmıştır. 200 ppm HF konsantrasyonuna kadar incelenen tüm bitkilerde herhangi bir görünür etkiye rastlanmamış, ancak florürün yapraklarda değişen miktarlarda biriktiği gözlenmiştir. 200 ppm HF konsantrasyonu ve 24 saat maruz kalmanın ardından sadece domates bitkisinin yapraklarının uç kısımlarında yerel nekrosis izlerine rastlanmıştır.



**Şekil 1. 24 Saat Çeşitli Konsantrasyonlardaki HF'e Maruz Bırakılan Bitki Yapraklarındaki Florür Birikimi**

İncelenen bitkilerde atmosferde hava kirlenici olarak bulunan florürün bitkilerin genç yapraklarında gelişmiş yapraklara oranla yaklaşık iki kat fazla biriktiği belirlenmiştir. Bu bulguların havaya kirlenici olarak HF veren endüstriyel faaliyetlerin yakınında yer alan tarımsal alanlardaki bitkiler için yapılacak florür birikimi incelemelerinde kirlenme zamanı konusuna ışık tutabileceğine inanılmaktadır.

#### KAYNAKLAR

Bundock, J.B., Burk, D., Graham J.R., Morin, P.J., "Fluorides, Water Fluoridation, Cancer and Genetic Diseases", Science and Public Policy, Vol. 12, No. 1, February 1985, p.p. 36-46.

Döğeroğlu, T., Kara, S., "Bazı Hava Kirlenicilerin Canlı Yaşamına ve Cansız Varlıklara Etkileri", Çevre'88: Dördüncü Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, 5-9 Haziran 1988, İzmir.

Faith, W.L., Atkinson, A.A., Air Pollution, Second Edition, Wiley Interscience, New York, 1972.

Guthrie, F.E., Nonagricultural Polutants, in Introduction to Environmental Toxicology (F.E. Guthrie & J.J. Perry ed.), North

Caroline State University, Elsevier, New York, p.p. 2-10, 1980.

Heck, W.W., Anderson, C.E., Effects of Air Pollutants on Plants, in Introduction to Environmental Toxicology (F.E. Guthrie & J.J. Perry ed.), North Caroline State University, Elsevier, New York, p.p. 135-157, 1980.

Kabata-Pendias, A., Pendias, H., Trace Elements in Soils and Plants, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1985.

Kale, H., Turgay, Ö., Türkiye Florit Envanteri, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Yayınları, Ankara, 1979.

Müezzinoğlu, A., Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir, 1987.

Oruç, N., Kırımhan, S., "A Preliminary Study on the Distribution of Soil Fluorides Near an Airborne Fluoride Source", Çevre'84: V. Türk-Alman Çevre Mühendisliği Sempozyumu, 11-16 Haziran 1984, İzmir.

Report of the Working Party on Methods of Measuring Air Pollution and Survey Techniques (RWPMAPST), Methods of Measuring Air Pollution, Organisation for Economic Co-Operation and survey Techniques, Paris, 1964.



Rossano JR, A.T., Air pollution Control-Guidebook for Management, McGraw-Hill Book Company, New York, 1974.

Saxena, A., Kulshrestha, U.C., Kumar, N., Kumari, K.M., Srivastava, S.S., "Distribution of Air-Borne Fluoride: Vapour Phase, Particulate, Precipitation and Dry Deposition", Environmental Technology, Vol. 15, 1994, p.p. 51-59.

Thomas,M.D., Effects of air pollution on plants, in Air Pollution, World Health Organization, Monograph Series No. 46, Geneva, 1961, p.p. 233-278.

Willians, S. (ed.), AOAC Official Methods of Analysis, Fourteenth Edition, Assosiation of Official Analytical chemists, Inc., Virginia, 1984.

# TERMİK SANTRAL UÇUCU KÜLLERİNİN ÖZELLİKLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Semra Çoruh  
N. Gamze Gökbulut  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümü  
55139 Kurupelit / SAMSUN

**ÖZET:** Uçucu kül, kömür yakan termik santrallerde büyük hacimlerde ortaya çıkmaktadır. Bu atığın en iyi şekilde karakterize edilmesi ve değerlendirilmesi ekonomik ve çevre kirliliğinin önlenmesi bakımından önem taşımaktadır. Uçuc külden su arıtımı, toprak ıslahı ve inşaat malzemesi yapımında yararlanılmaktadır. su arıtımında özellikle ağır metal gideriminde uçucu külün kullanılması, diğer arıtım yöntemlerine (adsorbsiyon, iyon değiştirme vb.) göre oldukça ekonomik olduğundan tercih edilmektedir.

## UTILIZATION AND CHARACTERISTIC OF FLY ASH POWER PLANT

**ABSTRACT:** Fly ash is produced from coal-fired power plants in a great amount. The characterization and evaluation of this by-product is very important from point of view of prevent of economy and environmental pollution. Fly ash is used in the treatment of waste waters, rectification of soil and make of construction material. Fly ash is used to remove of heavy materials prevalently because of the fact that it is a cheap material according to adsorption and ion exchange.

### 1. GİRİŞ

Son yıllarda artan elektrik enerjisi ihtiyacı, bu amaçla çeşitli kaynakların kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Hidroelektrik, nükleer, jeotermal, güneş enerjileri yanında özellikle düşük kalorili kömür yakan termik santraller de büyük önem kazanmıştır (Boybay, M., Arslan, M., 1988). Artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için düşük kalorili ve kül oranı yüksek kömürlerden önemli ölçüde yararlanılmaktadır. Bu amaçla Dünya' da ve Türkiye' de kömür yakan bir çok termik santral kurulmuştur.

Pulverize kömürün 1100-1600 °C' de yanmasıyla oluşan atıklar %80-90 oranında baca gazları ile sürüklenir ve uçucu kül olarak bilinir. Diğer kısmı da curuf veya dip külü olarak kalır (Arslan, M., Boyba, M., Kaya, M., Cici, M., Alkan, C., 1990).

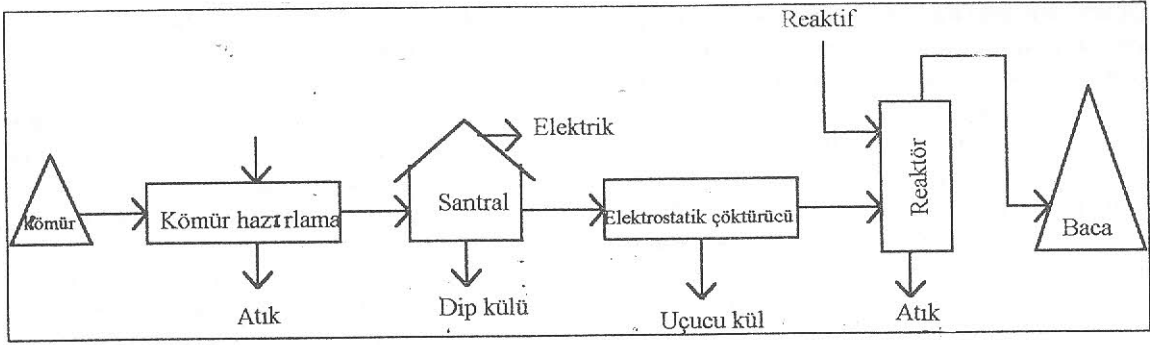
Yurdumuzda 1987 yılında işletme halinde bulunan önemli Termik Santrallerden Afşin-Elbistan, Tunçbilek, Seyitömer, Soma, Çatalağzı, Yatağan Kangal, Beypazarı ve

diğerleriyle yılda 10 milyon tonun üzerinde uçucu kül üretilmektedir (Ölmez, H., 1988).

### 2. UÇUCU KÜL ÜRETİMİ

Kömür ile çalışan bir termik santralin akım şeması şekil 1' de gösterilmiştir.

Toz emisyonunu kontrol etmek için mekanik veya elektrostatik toz tutucular kullanılmaktadır. Gazdaki kükürt dioksit gibi asidik kirleticileri tutmak için kireç veya kireç taşı gibi reaktiflerden yararlanır. 1000MW gücündeki bir santralde yılda 2,6 milyon ton kömür yakıldığı kabul edilerek yapılan bir hesaplamada yaklaşık 338.000 ton/yıl kuru külün ortaya çıkacağı bulunmuştur. Bu santralin kireç/kireç taşı desülfürizasyon sistemi içerdiği düşünülürse yılda yaklaşık 383.400 ton kireç taşı atığı ve 311.200 ton kireç atığı kuru madde olarak oluşur. Toplam sulu atık 1.807.200 ton/yıl olur ki yaklaşık olarak %57' si kuru maddedir (Arslan, M., Boyba, M., Kaya, M., Cici, M., Alkan, C., 1990).



**Şekil 1: Kömür Yakan Modern Bir Termik Santralin Ana Ünitesi**

### 3. UÇUCU KÜLÜN ÖZELLİKLERİ

**3.1. Kimyasal Özellikleri:** Uçucu kül, çoğunlukla amorf yapıda kürecikler ile mineral parçacıklar ve yanmamış taneciklerden ibarettir

Yanma biçimine bağlı olarak temel bileşeni alümina ve silikadır. Demir oksit, kalsiyum oksit, magnezyum oksit ve alkaliler de yan bileşen olarak bulunur. ASTM C618' e göre farklı iki sınıf uçucu kül bileşimi Tablo 1' de gösterilmiştir (Conner, J. R., 1990). Sınıf C uçucu külü linyit veya ikinci kalite taş

kömürünün yanmasıyla üretilirken, sınıf F uçucu külü antrasit veya taş kömürünün yanmasıyla üretilir. Bu nedenle sınıf C uçucu külü, sınıf F' de aynı oranlarda mevcut olabilen veya olamayan kalsiyum minerallerinin önemli bir kısmını içerir (Lin, S. H., Lin, C. M., 1994). Taş kömüründen elde edilen kaliteli uçucu küller (ASTM C618 sınıflandırılmasında F tipi) siliko-alüminoz yapıdadırlar. Linyitlerden elde edilen nispeten düşük kaliteli uçucu küller ise (ASTM C618 sınıflandırılmasında C tipi) siliko-kalsik türdedirler.

**Tablo 1: Uçucu Küllerin Kimyasal Özellikleri**

Bileşim	Sınıf F	Sınıf C
SiO <sub>2</sub>	35	35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20	20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6	6
SO <sub>3</sub>	5 max	5 max
CaO	5	15
MgO	5 max	5 max
Na <sub>2</sub> O	1,5	1,5
Nem içeriği	3	3
Yanma kaybı	12	6

Zengin linyit rezervlerine sahip olan ülkemizde uçucu küllerimiz büyük oranda C tipi küllerdir. Hatta bir kısım küllerimizde SO<sub>3</sub> miktarı da oldukça yüksektir. Bu tür küller pek çok ülkede başarı ile beton teknolojisinde uygulama alanı bulabilmektedir. Ancak ülkemizde bu malzemenin değerlendirilmesi açısından aktif bir girişim ne yazık ki yoktur (Akman, M. S., Öztekin, E., Erdinç, M., 1994).

**3. 2. Fiziksel Özellikleri:** Uçucu kül koyu renkte, çeşitli büyüklükte taneciklerden ibaret, akıcı, elle dokunulduğunda yumuşak bir malzemedir (Ölmez, H., 1988). Uçucu külün partikül boyutu 1-50 µm arasında değişir. Özgül yüzeyi 2800-3800 cm<sup>2</sup>/g, yoğunluğu 1,9-2,4 g/cm<sup>3</sup> civarındadır (Conner, J. R., 1990).



Uçucu kül partiküllerinin içinin kısmen boş ve yüzeyinin aktif olması adsorbsiyon özelliği göstermesini sağlar. Elektron mikroskobu ile yapılan incelemelerde külün çeşitli çaplardaki yuvarlak tanelerden meydana geldiği ve bunlardan büyük olanların kalın cidarlı ve içi boş olduğu görülmüştür. Küçük partiküllerin ise daha ziyade büyük olanların boşluklarında ve yapışık bir şekilde oldukları gözlenmiştir. Böyle bir yapının oluşmasının daha çok gaz kabarcıkları ve sıcaklık farklarından kaynaklandığı ifade edilmektedir. Taneciklerin büyüklüğü, şekli ve boşlukları, adsorbsiyon, çözünürlük ve elementlerin derişimi gibi bir çok özelliği etkilemektedir. Alumino-silikatlar ve alkaliler daha çok ince partiküllerde yoğunlaşırken magnetit ve hematit iri olanlarda daha çok bulunmaktadır (Arslan, M., Boybay, M., Kaya, M., Cici, M., Alkan, C., 1990).

**3. 3. Suda Çözünürlük:** Uçucu kül saf su ile karıştırıldığında  $SO_3$ ' ün yaklaşık tamamı, kısmen toprak alkali metal bileşikleri ile  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $Fe_2O_3$  çözünür. Uçucu küldeki amorf silikanın çözünürlüğü sıcaklık yükseldikçe artar. pH' ın yükselişi de (optimum 11) amorf silikanın çözünürlüğünü artırır (Ölmez, H., 1988).

**3. 4. Uçucu Külün Puzolanik Özelliği:** Puzolanlar, tek başına bağlayıcı özelliği bulunmayan veya çok az bulunan, ancak öğütüldüklerinde oda sıcaklığında ve sulu ortamda kalsiyum hidroksit ile reaksiyona girerek bağlayıcı özelliği bulunan bileşikler verebilen maddelerdir. Puzolanlar tabii ve sentetik olmak üzere ikiye ayrılırlar. Volkanik camı kütleler, tüfler, tras doğal puzolanlardır (Ölmez, H., 1988).

Uçucu kül, çimento ürünlerine girebilmek için kireç ve su ile reaksiyon oluşturabilen sentetik bir puzolanıdır. Su ile uçucu külün hidratasyon reaksiyonu çimento ile karşılaştırıldığında nispeten yavaştır (Lin, S. H., Lin, C. M., 1994).

#### 4. UÇUCU KÜLLERİN YARATTIĞI ÇEVRE SORUNLARI

Uçucu küllerin su, toprak ve havayı kirletebileceği bilinmektedir. Külün atıldığı veya kullanıldığı ortamlarda bu olumsuz etki dikkate alınmalıdır (Arslan, M., Boyba, M., Kaya, M., Cici, M., Alkan, C., 1990). Bu sorunun boyutları önemli ölçüde atık ve ortamın karakteristikleri ile kontrol edilir (Boybay, M., Arslan, M., 1988). Kül partikülleri atmosferde toz kirliliğine, buldukları ortama toksik elementlerin geçmesine ve pH değişimlerine neden olmaktadır. Genellikle yakıttaki toksik ve eser elementler yüksek sıcaklıkta kısmen buharlaşır ve soğutma sırasında kül tanecikleri üzerinde yoğunlaşır. Uçucu olmayan elementler ise daha çok kül yapısında kalır. Bu konuda geniş çalışmalar yapılmaktadır. AT ülkelerinde 1990 yılı için uçucu külden kaynaklanıp çevreye intikal edebilecek Zn, Mn, V, Ni, Cr, As, Co, Mo, Ca, Se ve G elementlerinin miktarlarının  $1.10^3$ -  $2.10^4$  ton olabileceği hesaplanmıştır (Arslan, M., Boyba, M., Kaya, M., Cici, M., Alkan, C., 1990).

Uçucu küllerin depolanması için gerekli olan alan ihtiyacı her yıl artmaktadır. Uçucu küller gelişigüzel bir yere bırakıldığında rüzgarlarla etrafa yayılarak bitkilere zarar verirler.

Ülkemizde, Tunçbilek ve Soma Termik Santrallerinde üretilen uçucu küller, kül parklarına ve kül öhavuzlarına atılır ve suni dağcıklar oluşurken, Çatalağzı Termik Santralinde ise denize boşaltılmaktadır.

#### 5. UÇUCU KÜLLERİN KULLANIM ALANLARI

Uçucu külün tamamını eritecek düzeyde olmamakla beraber bazı kullanım alanları bulunmaktadır. Su arıtımı ve toprak ıslahı gibi bazı alanlarda yararlanılabilirse de halen en çok inşaat malzemesi yapımında tüketilmektedir (Arslan, M., Boyba, M., Kaya, M., Cici, M., Alkan, C., 1990). Bu kullanım alanları uçucu külün santralden uzaklaştırılması, depolanması ve oluşturduğu çevre problemlerinin önemli bir kısmının önlenmesine yardımcı olmaktadır. Tablo 2' de 1978 yılında İngiltere' de üretilen uçucu külün kullanım alanları ve miktarları gösterilmiştir (Ölmez, H., 1988).

Hazır beton üretiminde de son yıllarda uçucu külün kullanılması için girişimler başlamıştır. Uçucu kül bağlayıcı değildir. Ancak betonda katkı maddesi olarak kullanıldığında ileri yaşlarda serbest kireçle silikatlar oluşturur, kimyasal etkilere karşı daha dayanıklı olur, hidratasyon ısısı düşer,

işlenebilirlik su geçirimsizliği ve mukavemet artar. Bu uygulama betonun 90 gün ve daha sonraki basınç dayanımını arttırmakla birlikte maliyetini düşürmektedir (Kılıç, R., Şimşek, O., 1991).

**Tablo 2. Uçucu Külün Kullanım Alanları**

Kullanım Yeri	Miktar (bin ton)
Hafif Agregası	304
Havalı Beton Blok	597
Diğer Beton Bloklar	1038
Beton	126
Çimento Üretimi	489
Enjeksiyon	144
Yol ve Sedde Dolgusu	1860
İnşaat Sahası Dolgusu	412
Diğer Dolgu Alanları	100
Saha Islahı	7266
TOPLAM	12336

Ekonomik açıdan bakıldığında çimento dozajının azaltılması maliyetin indirilmesinde etkin faktör olmuştur ve sağlanan ekonomi %20' lere ulaşmıştır (Akman, M. S., Öztekin, E., Erdinç, M., 1994).

Külden metal kazanılması ile ilgili geliştirilen prosesler genellikle ekonomik açıdan randımanlı görünmemektedir. Ancak uçucu külün büyük oranda eritilebilmesi bakımından ümit vericidir (Boybay, M., Arslan, M., 1988).

Uçucu kül son yıllarda atıksu arıtımında da etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle ağır metal gideriminde bir çok araştırmalar yapılmıştır. Uçucu kül endüstriyel atıksulardan ağır metal gideriminde aktif karbon ve iyon değiştiricilere göre ucuz olmasından dolayı tercih edilmektedir.

Yapılan bir araştırmada uçucu külün atıksudan nikelin hidroksit çöktürmesi ile giderimine çalışılmıştır. Uçucu kül atıksuyun pH'sını 10-11'e çıkarmış ve bu pH aralığında %99 oranında nikel giderimi sağlanmıştır (Mavros, P., Zouboulis, A. I., Lazaridis, N. K., 1993).

## 6. SONUÇ

Uçucu külün, çevreyi kirlenme potansiyeline sahip olması, büyük hacimlerde ortaya çıkması, atılacak yer bulma güçlüğü ve değerlendirilmesindeki ekonomik yarar dikkate alındığında üzerinde önemle durulması gereken bir konu olduğu anlaşılır. Bu atık maddesine uygun kullanım alanının bulunması için çok iyi karakterize edilmesi gerekir. Çeşitli özellikleri esas alınarak hangi külün hangi amaçlarla kullanılabileceği belirlenmelidir (Boybay, M., Arslan, M., 1988).

Termik santrallerden çıkan uçucu küller ya fabrikalarına yakın arazilere taşınmak suretiyle ya da denize dökülmektedir. Uçucu külün, uçucu küllü çimento imalatında ve atıksu arıtımında kullanılması ile termik santraller hem uçucu kül taşıma, arazi bulma masraflarından kurtulacak, hem de doğayı korumada faydalı olacaktır (Kaptanoğlu, İ., 1987).

Çevre kirlenmesinin kontrolü amacı ile uçucu külden yararlanılması da mümkündür. Özellikle külün sorbsiyon özellikleri ve sulu ortamda oluşturduğu yüksek pH bu konuda önem taşımaktadır.

Zararlı metallerin bir çoğu adsorpsiyon ve kimyasal çöktürme ile etkili bir şekilde uzaklaştırılabilmektedir. Metal iyonları içeren suların kontrollü bir şekilde uçucu kül ile temas ettirilmesiyle bu iyonların hidroksitleri şeklinde çökmesi ve partikül yüzeylerinde tutulmaları sağlanabilir (Pandy, K., 1985).

## KAYNAKLAR

Arslan M., Boyba M., Kaya M., Cici M., Alkan C., "Türkiye Termik Santralleri Uçucu Küllerini Bazı Özellikleri", İTÜ. 2. Endüstriyel Kirlenme Sempozyumu, 37-53, İstanbul, 1990.

Akman, M. S., Öztekin, E., Erdinç, M., Düşük Çimento Dozajlı ve Uçucu Kül Katkılı Hazır Betonlarda Dayanım ve Dayanıklılık, 3. Ulusal Beton Kongresi, 297-299, İstanbul, 1994.

Boybay, M., Arslan, M., Uçucu Külün Özellikleri ve Değerlendirilmesi, Fırat Havzası Birinci Çevre Sempozyumu, 55-61, Elazığ, 1988.

Conner, J. R., Chemical Fixation and Solidification of Hazardous Wastes, 417-424, 1990.

Kaptanoğlu, İ., 1987, Kömür Yakan Termik Santrallerin Artık Maddesi Uçucu Küllerin Değerlendirilmesi ve Bu Değerlendirmenin Çevre Korunmasına Katkısı, Çevre Koruma, 2, 26-28.

Kılıç, R., Şimşek, O., Maden Şehiri (Karman) Doğusundaki Ponza Taşı ile Üretilen Hafif Beton Dayanımına Uçucu Kül Oranının Etkisinin İncelenmesi, DOĞA, 15 (3), 283-295, 1991.

Lin, S. H., Lin, C. M., Use of Fly Ash From A Cogeneration Plant in Concrete, Environmental Technology, 477-483, 1994.

Mavros, P., Zouboulis, A.I., Lazaridis, N. K., 1993, Removal of Metal Ions From Watewaters. The Case of Nickel, Environmental Technology, Vol. 14, 83-91.

ÖLMEZ, H., 1988, Endüstriyel ve Tarımsal Atıkların Çimento Üretiminde Değerlendirilmesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Samsun.

PANDY, K. K., 1985, Cu(II) Removal From Aqueous Solutions By Fly Ash, Water Resources, 19 (7), 869-873.



# TIBBİ ATIKLARIN YAKILMASI VE ORTAYA ÇIKAN SORUNLAR AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIBBİ ATIKLAR YAKMA FIRINI

Bülent TOPKAYA  
Bahar KALKANOĞLU  
Akdeniz Üniversitesi  
Müh. Fakültesi  
Çevre Müh. Bölümü  
ANTALYA

**ÖZET:** Tıbbi atıkların yakılması ülkemiz için oldukça yeni bir uygulamadır. Yaygın olan uygulama, bu atıkların evsel atıklar ile birlikte herhangi özel bir işleme tabi tutulmadan çöp depolama yerlerine atılması şeklindedir. Antalya'da Akdeniz Üniversitesi bünyesinde yöreye de hizmet vermek üzere inşa edildiği tarih itibarıyla, ülkemizin ilk insineratörü 1993 yılından itibaren, faaliyette bulunmaktadır. Bu çalışmada tesisin çalışma prensibi ve uygulamada karşılan sorunlar üzerinde durulacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Tıbbi atıkların bertarafı, yakma fırınları, Akdeniz Üniversitesi.

## THE INCINERATION OF MEDICAL WASTES AND OCCURRING PROBLEMS CASE STUDY: MEDICAL WASTE INCINERATOR OF AKDENİZ UNIVERSITY

**ABSTRACT:** The incineration of medical wastes is not a usual way of disposal in our country. The common choosed way of application is the collection of these wastes together with the municipal solid wastes, without any precautions, and to deposit them in the open-dumping places. The first medical waste incinerator of Türkiye has been in operation since 1993 in the campus of the Akdeniz University in Antalya. In this work the operational guide lines of the incinerator and the occuring problems during operation are discussed.

**Key Words:** Medical wastes, incinerator, Akdeniz University.

## GİRİŞ

Toplumun tüm kesimlerinde olduğu gibi hastanelerde de her geçen gün artan atılabilen türde (disposable) ürünlerin kullanımı sonucu üretilen katı atık miktarı sürekli artmaktadır. Bir kısmı tıbbi atık niteliğinde olan bu atıkların evsel nitelikteki katı atıklar ile birlikte aynı depolama yerine dökülmesi halen ülkemizde yapılan uygulamadır. Bazı hastanelerde basit yakma tesisleri bulunmakla birlikte bunlar kalorifer kazanları şeklindedir ve tıbbi atık yakma işleminde kullanılmaları uygun değildir.

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği gereği "ünitelerden kaynaklanan patolojik ve patolojik olmayan, enfekte, kimyasal ve farmasotik atıklar ile kesici - delici malzemeler ve sıkıştırılmış kapları" şeklinde tariflenen atıkların yine yönetmelik gereği yakılarak

bertaraf edilmelerinin kural haline getirilmesi zorunludur (Resmi Gazete, 1993). Bu ise ülkemiz açısından halen istisna olan bir uygulamadır.

Tıbbi katı atıkların bertarafı konusunda Antalya İli'nin Türkiye genelinde özel bir yeri vardır. Antalya İli nüfus açısından ülkemizin en hızlı gelişen ilidir. 1980 yılında 750 000 olan toplam nüfus 1990 yılında 1 milyon olmuştur. 2000 yılında ise 1,5 milyon olması ve bu nüfusun yakl. % 65'inin şehir merkezlerinde yaşaması beklenmektedir. Antalya için diğer önemli bir konu da Nisan-Eylül ayları arasında çok yoğun şekilde ortaya çıkan turistik faaliyetlerdir. Doğuda Gazipaşa, batıda Kaş olmak üzere yaklaşık 640

km'lik bir şeritten oluşan Antalya ili'nde turistik yapılaşma yoğun olarak Antalya-Kemer, Antalya-Side ile Alanya'nın doğu ve batı kıyılarında bulunmaktadır. Yaz aylarında Antalya ili'nin nüfusu 3 kat artmaktadır. Bu nüfus artışı hava, su ve toprak kaynakları üzerindeki baskıyı da aşırı artırmaktadır. Antalya il sınırları dahilinde hiç bir düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. Bu olgunun da sonucu olarak tüm sağlık kuruluşlarından normal çöp toplama konteynerlerine atılan tıbbi atıklar aynı çöp depolama yerine dökülmektedir. Bu depolama yerleri tamamen kural dışı olup, sık sık yangın çıkmakta ve etrafa sürekli koku yaymaktadır. Bu yerlerin her yıl belirli bir kira karşılığı işletilmeye verildiği bilinmektedir. Bunların en büyüğü olan Antalya çöp depolama yerinde işçiler devamlı ve her türlü korunmadan yoksun olarak tıbbi atıkların da karıştığı çöpleri ayırmaktadır.

Tıbbi atıklar konusunda Antalya'ya özellik kazandıran bir diğer olgu, Akdeniz Üniversitesi Kampüsü'nde tüm ilin ihtiyacına cevap verebilecek kapasitede bir tıbbi atık yoketme fırını (insineratör) bulunmasıdır. Bu çalışmada, tıbbi atıkların yok edilmesi ile ilgili mevzuat ve mevcut teknolojiye değinildikten sonra Antalya örneği incelenecek, Türkiye'de ilk olarak inşa edilmiş olan Akdeniz Üniversitesi tıbbi atık insineratörünün çalışma şekli ve ortaya çıkan problemlere değinilecektir.

## 2. TIBBİ ATIK YAKILMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Tıbbi atıkların yakılarak bertarafı, sanayileşmiş ülkelerde, uzun zamandan beri başvurulan bir yöntemdir. Ancak son yıllarda çok değişik maddelerden oluşan bu atıkların yakılması sonucu önemli çevre kirliliğine neden olunabileceği (örneğin dioksin emisyonu) ortaya çıktığından seçilen yöntemin etkinliği daha titiz bir şekilde incelenmeye başlanmıştır.

Hastane atıkları kağıt ve karton, plastik, sıvı maddeler, anatomik parçalar, cam şişeler, tekstil maddeleri gibi çok çeşitli maddeler içerirler. Bu maddelerin yakılarak bertarafında kullanılabilecek üç yöntem bulunmaktadır: Excess air (fazla hava), starved air (az hava) ve piroliz yöntemleri.

Proses esnasında, atıkların cins ve bileşimine göre, stokiyometrik olarak hesap

edilen, ideal, oksijen (hava) miktarı ile çalışılması durumunda bu atıkların teorik olarak tamamen bertarafı söz konusudur. Ancak hiçbir cihaz % 100 verimle çalışmadığından, atığın tamamen yakılabilmesi için stokiyometrik hesap edilenden (% 100) daha fazla oksijene (havaya) gereksinim duyulacağı açıktır. Bu yöntem fazla hava "excess air" yöntemi olarak tariflenir ve yanma odasına ideal olarak hesaplanandan daha fazla oksijen verilir. Bu yöntemde göre çalışan bir insineratörde yakma odasında hesaplanandan % 75 - % 200 daha fazla hava verilir. Bu sistemlerin havalandırma fanları stokiyometrik hava ihtiyacının % 175 - % 300 fazlasını temin edebilecek şekilde boyutlandırılırlar (Tickel, Watson 1992).

Piroliz yöntemi organik maddenin oksijen yokluğunda ısıtılarak basit bileşenlerine parçalanması olayıdır. Doğru uygulanan piroliz yönteminde sisteme ya hiç oksijen verilmez ya da ancak prosesin yürütmesi için gerekli ısının temininde zorunlu olan oksijen miktarı verilir. Isının etkisi ile bertaraf edilmek istenilen atıklar, yanıcı atık gaz ile bir miktar katı atığa dönüşür. Piroliz yönteminin en önemli avantajı düşük oksijen ihtiyacıdır. Bu şekilde insineratör daha küçük boyutlandırılabilirken aynı zamanda işletme esnasında daha az yakıt ihtiyacı duyulur. Buna karşılık bu yöntemin gereklerinin sağlanması çok güçtür. Örneğin çok pahalı ve kompleks önlemler kullanmadan insineratöre kontrolsüz hava girişinin önlenmesi mümkün değildir (Brunner, 1988).

"Starved air" yöntemi, hakiki piroliz yöntemine alternatif olarak geliştirilmiştir. Stokiyometrik olarak hesaplanan hava miktarının % 60 - % 90'ı birinci yanma odasına enjekte edilir. Atık gazdaki organik maddelerin yanması ise ikinci yanma odasında "excess air" yöntemi ile gerçekleşir. Birinci yanma odasına tam yanma için gerekli olandan daha az hava verilmesi ile bu odadan taşınan partikül madde miktarı da düşük tutulmuş olur. Starved air yönteminin bu önemli özelliği ile özel emisyon kontrolüne gerek duyulmaması sağlanmıştır. Bu yöntemin diğer bir özelliği de yanma odasının sıcaklığının kontrol edilebilir olmasıdır. Atıklar, stokiyometrik hava ihtiyacı ile yakıldığında maksimum sıcaklık elde edilir. Atık stokiyometrikten daha fazla hava ile yakıldığında fazla hava gaz akımının soğumasına neden olur. Stokiyometrik hesaplanandan daha az hava kullanıldığında ise, mevcut hava miktarı atıkta bulunan tüm organik maddelerin yakılmasına yetmeyecektir. "Starved air" sisteminde ise verilen

hava miktarı arttıkça daha fazla ısı ortaya çıkacak ve sıcaklık artacaktır.

"Piroliz" veya "starved air" yöntemlerinden herhangi birisinin gerçekleştirilmesi için en önemli şart, atığın organik karakterli olması gerekliliğidir. Diğer bir şart da, hedef sıcaklığına ulaşıldıktan sonra ek yakıtı ihtiyaç duyulmadan yanmanın sürdürülebilmesidir (otojenik yanma). Bu olgunun sağlanamaması durumunda stokiyometrik hava miktarının altında yakma uygulanması konseptinin bir anlamı bulunmamaktadır ve bu iki yöntemin en zayıf taraflarını oluşturmaktadır (Brunner,1988).

Hastane atıkları gibi nem oranları % 60'ın üzerinde bulunan atıkların ilk yanma odasında ulaşılan yakl. 800 °C'de otojenik yanması mümkün değildir. Starved air insineratörleri genellikle kağıt atık yakmada kullanılırlar ve her iki yanma odası da relatif az miktarda yakıt ihtiyacına göre boyutlandırılır. Patolojik atık içeren bir torbanın birinci yanma odasına atılması durumunda ise bu atık otojenik olarak yanmaz ve ek yakıtı ihtiyaç duyulur. Bu atıkların yakılmasında yüksek miktarda ısı gerekli olup hava akımının da koordineli olarak artırılması zorunludur. Bir insineratörde sadece kağıt atık yakılması söz konusu olmayacağından, insineratörlerin fazla hava "excess air" yöntemi ile çalışılabilecek şekilde dizayn edilmesi zorunlu olmaktadır.

### 2.1. İnsinerasyon Teknolojisi

Tıbbi atık yakılmasında kullanılan insineratörlerin iki ana tipi bulunmaktadır. "Döner Fırın" ve "Modüler İnsinerasyon Ünitesi". Bunlardan modüler birimler, starved air ve excess air yöntemleri ile çalışabilirken, ikinci yanma odasına sahip olması gereken döner fırınlar excess air yöntemi ile çalışır.

Döner fırınlar içi refrakter tuğla ile kaplanan yatay eksenli etrafında dönebilen silindirik şeklindeki fırınlardır. Atıklar doğrudan döner fırının içerisine atılır ve excess air yöntemine göre çalışırlar. İkinci bir yanma odasında atık gazın içerdiği uçucu maddeler yakılır. Fırının dönme hızı 1-3 devir/dakika olup bu dönme hareketi atıkların oksijen ile daha iyi karışmasını sağlar, ancak bu türbülans ise atık gazın partiküller madde yükünü artırır. Döner fırın sistemlerinde diğer sistemden daha az gelişmiş baca gazı emisyonu önlemlerine ihtiyaç duyulur.

Modüler birimlerin, hava enjekte edilen her iki yanma odasında da brülörler bulunur.

Atıklar birinci yanma odasında yakılırlar. İkinci yanma odasında ise birinci yanma odasından taşınan yanmamış organik maddelerin yanabilmesi için gerekli bekleme süresi sağlanır. Prizma şeklindeki bu insineratörlerin içerisinde bulunan engeller yanma gazının yatay ve dikey doğrultuda 90° dönmesini sağlarlar. Bu işlem ile her yön değiştirmede gaz akımından atık kül ayrılır. Besleme kesikli olabileceği gibi sürekli de olabilir.

Modüler insineratörlerin en önemli avantajları, düşük maliyetleri, baca gazı emisyonlarına karşı ilave önlem gerektirmemeleri ve döner fırınlara oranla inşa edilmelerinin daha kolay olmasıdır (Brunner, 1988).

### 3. YASAL DÜZENLEME VE MEVCUT STANDARTLAR

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği 1993 yılında yayınlanmıştır (Resmi Gazete, 1993). Bu yönetmelikte tıbbi atıklar başlığı altında patolojik, patojen, enfekte, kimyasal ve farmasotik atıklar ile kesici-delici malzemeler ile sıkıştırılmış kaplar incelenmektedir. Bu atıkların kırmızı renkli üzerinde uluslararası tıbbi atık amblemi bulunan 150 mikron kalınlığındaki torbalarda kaynağında ayrılarak toplanması öngörülmüşken, evsel nitelikteki atıkların ayrı olarak ve mavi renkli plastik torbalarda toplanması gerekmektedir. Bunların yanısıra geri kazanılabilen maddeler arasında bulunan serum ve ilaç şişeleri gibi cam malzemelerin dezenfekte edilerek siyah plastik torbalarda toplanması tekrar kullanılmalarnın önlenmesi için kırılarak hurda cam olarak değerlendirilmesi de öngörülmektedir.

Anılan yönetmeliğe göre tıbbi atıkların yakılarak bertaraf edilmesi esastır. Bu yakma tesislerinin özel şartlara haiz olmaları gerekli olup, evsel nitelikteki atıkların yakılması için kullanılması söz konusu değildir.

Tıbbi atık yakma fırınlarının yakma kısımları iki bölmeden oluşmaktadır. Yönetmeliğe göre birinci bölmedeki sıcaklığın 900 °C olması ve ikinci ve son yakma bölgesindeki gazların 1200 °C'de en az 1,5 saniye tutulabilmesi gerekmektedir. Yönetmelik gereği günlük kapasitesi 1 ton/saat'den az olan tesislerin baca gazı emisyonlarında sağlanması gereken sınır değerler Tablo 1'de görülmektedir (Resmi Gazete,1993).



Tablo 1. Yakma Fırını Baca Gazı Emisyon Standartları ve Analiz Sonuçları

Madde	Emisyon Standartları ( mg/m <sup>3</sup> )	A.Ü. Yakma Fırını Sonuçları ( mg/m <sup>3</sup> )
Toplam Partikül	100	50
Ağır metal ve bileşikleri (Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, As)	5	2
Hg, Cd	5	0.064
HCl	100	
HF	1	
CO	100	5.5
SO <sub>2</sub>	300	95
NO <sub>2</sub>	100	

#### 4. ANTALYA ÖRNEĞİ VE AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIBBİ ATIK YAKMA FIRINININ

1993 yılında Antalya Akdeniz Üniversitesi Kampüsü'nde, Türkiye'de ilk olarak, tıbbi atıkların yakılması amacıyla modüler bir insineratör hizmete alınmıştır (Şekil 1). Bu tesisin ekonomik çalıştırılabilmesi amacıyla Antalya İl Merkezinde Antalya Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğü ve hastaneler arasında 1994 yılında bir protokol imzalanarak tıbbi atıkların düzenli bir şekilde toplanması ve bertarafı planlanmıştır. Halen uygulanmakta olan sistem dahilinde tıbbi atıklar, hastanelere dağıtılan kırmızı renkli ve "Dikkat, enfekte atık, sıkımayın sıkıştırma-

yın..." yazan torbalarda toplanmaktadır. Haftanın belirli günlerinde bu atıklar Büyükşehir Belediyesi tarafından tahsis edilmiş olan hastane atıkları toplama aracı tarafından toplanarak insineratöre getirilmektedir. Tesise gelen bu atıklar önce 2 ton kapasiteli soğuk hava deposuna alınarak +4 °C'de bekletilmektedir. Toplanabilen atık miktarı fazla olmadığından atık miktarı ancak belli bir miktara (700-800 kg) ulaştıktan sonra fırın devreye alınmaktadır. Halen fırın yaklaşık iki haftada bir defa yaklaşık 6-8 saat süre ile yakılmaktadır. Antalya'daki hastanelerin yatak kapasitesi ve 1 yıl içerisinde yakılmak üzere gönderilen tıbbi atık miktarları Tablo 2'de toplu halde verilmiştir.

Tablo 2. 1.11.1994 - 31.10.1995 Tarihleri Arasında Yakılan Tıbbi Atık Miktarı ve Hastanelere Göre Dağılımı

Hastane Adı	Yatak Sayısı	Yakılan Çöp Miktarı (kg)
A.Ü. Uyg. Arş. Hastanesi	450	17 893
A.Ü. Tıp. Fak. Dekanlığı	-	469
Akdeniz Sağlık Vakfı Hast.	35	2 657
Özel Antalya Hast.	20	134
Antalya Devlet Hast.	550	2 545
Sigorta Hast.	300	-
<b>Toplam</b>		<b>23 698</b>

Tam otomatik olarak kontrol edilen insineratör devreye alınmadan önce mazot ile iki saat kadar ısıtılmakta ve fırın yakl. 800 °C'ye ulaştıktan sonra atık beslenmesi başlatılmaktadır. Birinci yakma odasında ulaşılan sıcaklık maksimum 850°C, iki adet brülörün çalıştığı ikinci yakma odasında ise maksimum 1100 °C'dir (Şekil 2).

Atıkların yaklaşık 10-15 kg'lık paketler halinde yükleyiciye konulmasıyla çalışmaya başlayan sistemde atıkların otomatik olarak yakma odasına dökülmesinden sonra oluşan dumanın yoğunluğuna göre kademeli olarak üç adet spray devreye girmekte ve bacadan duman çıkışı önlenmektedir. İlk yanma ve ayrışma fazla hava sistemi ile yapılmakta, gerekli hava yanlarda bulunan hava konilerinden sağlanmaktadır. 1100°C sıcak-

liğa ulaşılan ikinci yanma odasında gazların en az iki saniye kalması ile yanma tamamlanmaktadır.

Yanma odalarından geçen gazlar içerdikleri partikül maddelerin ayrılacağı su sıyırma ünitesine gelmektedir. Burada asit-gaz ve partikül sıyırıcısı "wet scrubber" devreye girmekte ve gazların üzerine püskürtülen su ile HCl ve SO<sub>2</sub> gibi asit-gazlar içerisindeki katıların suda çökmesi sağlanmaktadır. Bu sisteme "venturi scrubber" de denir. pH değerinin otomatik olarak ayarlandığı bir su tankından sirküle edilen su ile, Şekil 2'den de görüldüğü gibi birinci yanma odasındaki püskürtücüler ile ikinci yanma odasının arkasındaki su püskürtücülerini beslemektedir. Bu su her yanma işlemi öncesinde değiştirilmekte ve kullanıldıktan sonra üniversitenin, tesisin yanında bulunan, atıksu arıtma tesisine verilmektedir.

Birinci ve ikinci yanma odalarından "scrubber"e varıncaya kadar olan mesafe içerisinde dört adet düşey engel bulunmaktadır. Bu engeller ile gaz akımının yönü 90° döndürülmekte ve partikül miktarı azaltılmaktadır. Gazlar 22 m yüksekliğindeki paslanmaz çelikten yapılmış olan baca ile atmosfere verilmektedir.

İnsineratörün işletilmesi esnasında gaz, sıvı ve katı olmak üzere üç çeşit atık oluşmaktadır. Tesis hizmete alınırken İl Çevre Müdürlüğü tarafından yapılan gaz analizlerinin uygun çıkması üzerine tesise ruhsat verilmiştir. Şu anda tesisin düzgün yapılan bakım sonucu başlangıçtaki yakma kalitesinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Dolayısıyla emisyon değerlerinin Tablo 1'de verildiği gibi olması beklenmektedir.

Sıvı atık olarak sıyırma suyu ortaya çıkmaktadır. Bu su halen herhangi bir işleme tabi tutulmadan doğrudan biyolojik atıksu tasfiye tesisine verilmektedir. Sıyırma suyunun ağır metal kontaminasyonunun değerlendirilmesi amacı ile yapılan analizlerde Tablo 3'de toplu halde görülen sonuçlar elde edilmiştir. Yaklaşık 6 ay süre ile her hafta kompozit örnekler alınmış ve standart metodlar (APHA, AWWA, EPA 1985) kullanılarak ağır metal analizleri yapılmıştır. Bu değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre (Resmi Gazete,1988) atıksuların atıksu altyapı tesislerine deşarjında öngörülen atıksu standartlarının yanısıra, katı atık değerlendirme ve bertaraf tesislerinin uyması gereken standartlar gözönüne alındığında, kurşun, kadmiyum ve bakır açısından sorunlarla karşılaşılabilceğini göstermektedir.

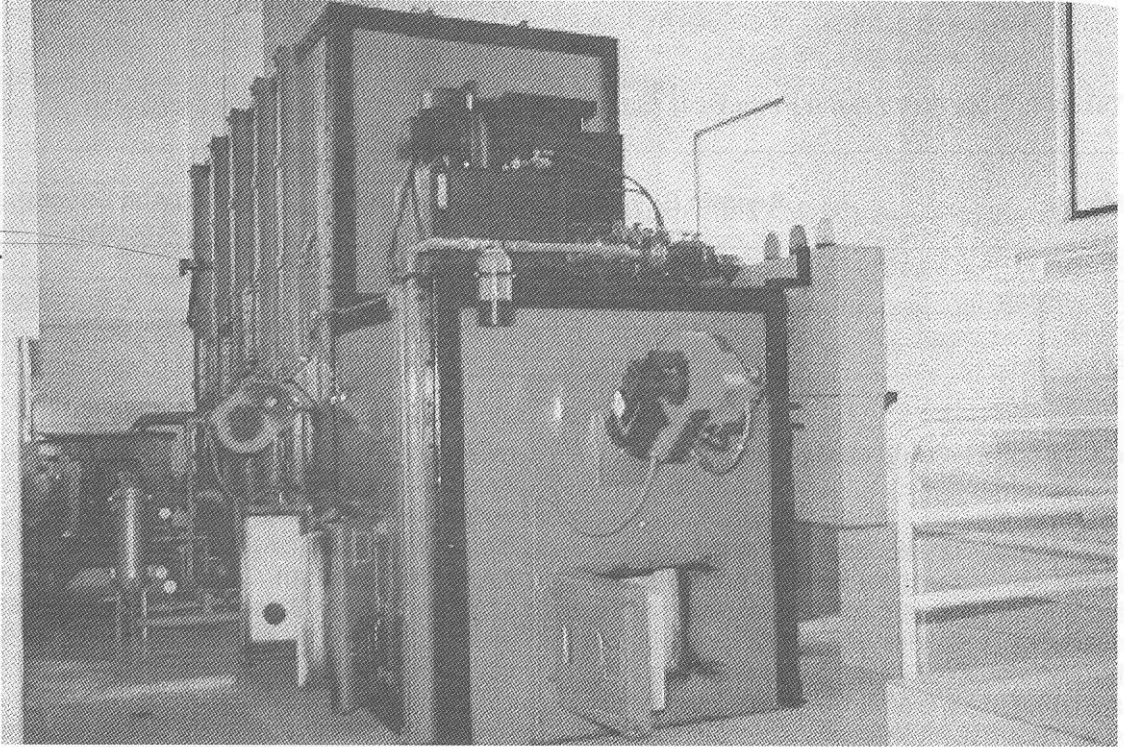
Tablo 3. Tıbbi Atık Yakma Fırını Baca Gazı Yıkama Suyu Analiz Sonuçları (mg/l)

Madde	Sıyırma Suyu	Sınır Değerler	
		Altyapı Deşarjı	Katı Atık Bertaraf Tesisleri
Kurşun	1,88	3	1
Kadmiyum	0,09	2	0.1
Bakır	2,45	2	3
Mangan	1,15	-	-

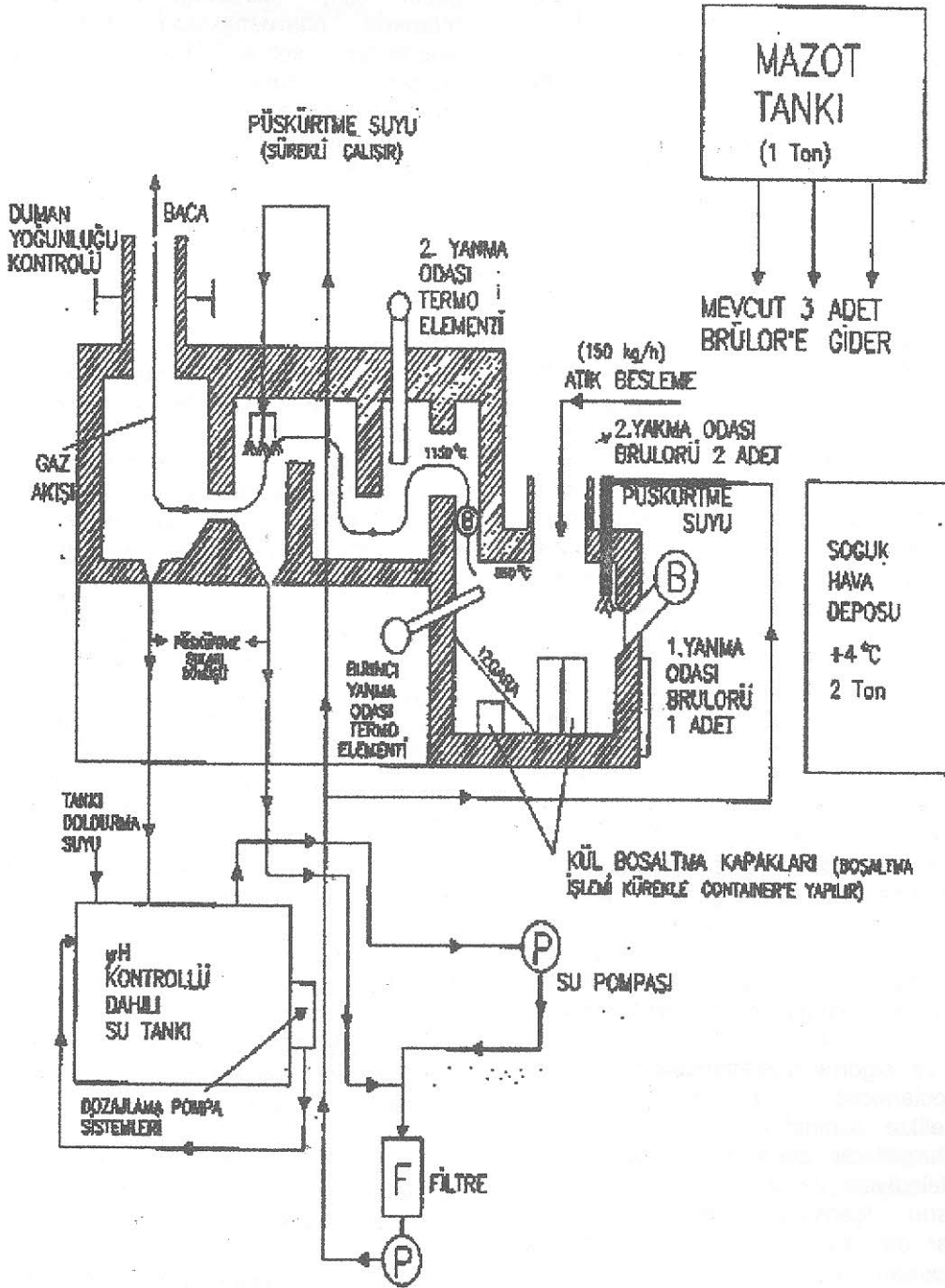
#### 4.1. İşletme İle İlgili Ortaya Çıkan Sorunlar

Söz konusu tesisin saatlik kapasitesi 150 kg'dır. Mevcut uygulamada en önemli sorun temin edilebilen atık miktarının çok yetersiz düzeyde kalmasıdır. Son bir yıl içerisinde bu fırında toplam 23 ton atık yakılmıştır. Bu atıklar ağırlıklı olarak Akdeniz Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi'nden kaynaklanmaktadır. Daha büyük hastaneler olan Devlet ve Sosyal Sigortalar Hastaneleri atık göndermemektedir. Bunun nedeni, bu hastanelerin bünyesinde atık bertarafı için 2500 TL/kg tahsis edilmiş olmasıdır. Ocak 1996 tarihi itibari ile 1 kg tıbbi atığın yakılma

maliyeti ise yaklaşık 1,15 \$/kg civarındadır. Aradaki fiyat farkının kapatılamaması nedeniyle söz konusu iki hastanenin atıkları hiç bir önlem alınmadan doğrudan doğruya Kepez'de bulunan gayri nizami şehir çöplüğüne dökülmektedir. Bu şekilde yaklaşık 50 ton civarında tıbbi atık, şehir çöplüğüne gönderilmektedir. Kontrol altına alınamayan tıbbi laboratuvarlar ile sayısız doktor muayanehaneleri ile sağlık ocakları bu hesaba katılamamaktadır.



**Şekil 1.** Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Fırını



Şekil 2. Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Fırını Kesiti



Yapılan girişimler ile devlet hastanesi ile sigorta hastanesinin atıklarının da insineratöre getirilmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Böylelikle yılda yakılacak atık miktarı yaklaşık 80 ton civarında olacaktır. Ancak bu miktar da insineratörün ekonomik çalışması için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle Antalya içindeki hastanelerin atıklarının gönderilmesi temin edildikten sonra komşu illerdeki atıkların da getirilmesine çalışılacaktır. Yakma prosesinin ekonomik olabilmesi için günde 8 saat = 800 kg atık yakılması gereklidir. Bu ise yılda 200 ton atık gelmesini öngörmektedir.

Atıklar kaynakta iyi ayrılmamakta evsel nitelikli atıklar da çöp içerisine atılmaktadır. Hastanelerde tıbbi atıklar ile evsel nitelikli diğer atıkların toplandığı kaplar yanyana durmaktadır. Görevli personelin yanısıra hasta refakatçileri tarafından da çoğu kez, tıbbi atıklar ile ilgili olmayan her türlü atık (kağıt, çiçek, yemek artıkları vs.) bu kaplara atılmaktadır. Çoğu kez torbaların içerisinde cam serum şişeleri bulunmakta, cam eriyince kütleler halinde diğer atıkların üzerinde örtü rolü oynayabilmektedir. Bunların yanısıra, yakma sonunda kalan külün incelenmesinden atıkların içerisinde her türlü boyutta ilaç şişesi ve alüminyum kutu atıldığı anlaşılmaktadır. Çoğu kez enjektör iğneleri kırılmadan atılmakta, çöp torbaları delinmekte ve personeli yaralayabilmektedir. Çöp torbaları yönetmelikte öngörülen 150 mikron kalınlıkta değildir. Halen Antalya'da kullanılmakta olan torbalar 70 mikron kalınlığındadır. Çöp torbalarının iç içe konulması gerekirken çoğu kez ağızları bile bağlanmamaktadır. Bunun sonucu olarak yakma işlemi esnasında torbalarda bulunan sıvı atıklar etrafa dökülmekte ve sağlığa aykırı durumlar ortaya çıkmaktadır.

Devlet ve sigorta hastanelerinde atıkların ara depolanacağı ve yapısal özelliklerinin yönetmelikte bildirildiği depolama odaları bulunmamaktadır. Bu konuda yetki Büyükşehir Belediyesi ve Valilikte olduğu halde kurumların içerisinde bulunduğu mali durumlar da gözönüne tutularak yaptırım uygulanmamaktadır.

Her ne kadar yasak ise de atıkların içerisine radyoaktif madde karışmadığından emin olmak mümkün değildir. Bu çalışma süresince Geiger-Mueller sayıcısı ile kül üzerinde tarama yapılmıştır. Sonuç negatiftir. Ancak bu cihazdan temin edilerek taramaların rutin hale getirilmesi zorunludur.

Tesisin günlük, haftalık ve aylık bakımlarının düzenli yapılması ile tesisin çevreye zarar vermeden çalışması sağlanmaktadır. Ancak ikinci yanma odasında yönetmeliğin öngördüğü 1200°C'ye yükseltilmesi mümkün olamamıştır. Bacadan dioksin gibi zehirli bir gazın çıkıp çıkmadığının tespiti yine mümkün olamamaktadır. Her yakma işleminden sonra insineratörün, depo odasının ve bina içinin temizlenmesinde kullanılan dezenfektanları içeren temizlik sularının herhangi bir işlem görmeden ve bekletilmeden yukarıda belirtilen atıksu tasfiye tesisine verilmesi, biyolojik arıtma kademesinde problemlere yol açmaktadır.

## 5. SONUÇ

Akdeniz Üniversitesi tıbbi atık yakma ünitesinin yakma performansı tatmin edici düzeydedir. Baca gazında bulunan maddeler, yakma işlemi sonunda kalan kül ve sıyırma suyunda yapılan ağır metal analizleri sonuçlarına göre tüm emisyon sınırı değerlerine uyulmakta mevcut standartların çok altında bulunulmaktadır. Ancak projelendirildiği anda şimdi yürürlükte olan yönetmelikler bulunmadığından ikinci yanma bölümünde sıcaklık öngörülen 1200 °C'ye çıkmamaktadır. Bu konuda da çalışmalar sürmektedir. Yakma işleminin doğru ve daha ekonomik olarak gerçekleştirebilmesi için atıkların oluştukları, hastanelerde çok daha ciddi bir şekilde ayrılarak toplanması zorunludur. Bunun için de görevli personelin eğitimden geçirilmesi ve denetim mekanizmasının oluşturulması gereklidir.

## KAYNAKLAR

APHA, AWWA, EPA, (1985). Standart Methods of Examination of Water and Wastewater. 16 Ed.

Brunner, C.R., Brown, C.H., (1988). Hospital waste disposal by incineration. JAPCA, 48, (10), 1297-1304

Resmi Gazete, 1988 .Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Ankara.

Resmi Gazete, 1993. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. Ankara.

Tickel, O., Watson, A., (1992). Hospital Waste: A case for treatment. New Scientist, March 28. 34-38.

## TOPLANTILAR

"SARDINIA'95 : Fifth International Landfill Symposium", (Sardinia'95 : 5. Uluslararası Düzenli Depolama Sempozyumu), S. Margherita di Pula (cagliari).

Sardinia, İtalya  
2-6 Ekim 1995

Başvuru: CISA, Via Marengo 34, I-09123 Cagliari, Italy.  
Tel : +39-70-271 65 2  
Faks : +39-70-271 371

"Symposium FürWasser - und Abwasser-Wirtschaft", (Su ve Atık Sular Ekonomisi Sempozyumu), Hilton Hotel, Ankara.  
4-6 Ekim 1995

Başvuru: ADS-Turizm Ticaret A.Ş., Sema Bakacak, Halıcı Sok. No: 8/3, 06700 Gaziosmanpaşa, Ankara  
Tel : 0-312-467 65 05  
Fax : 0-312-467 01 04

"World Congress on Waste Management", (Atık Yönetimi Üstüne Dünya Kongresi), Viyana, Avusturya  
15-20 Ekim 1995

Başvuru: UTEC Vienna GmbH, Türkenstraße 25, A-1092 Vienna.  
Tel : +43-1-310 20 07  
Faks: +43-1-310 20 09

"Second International Symposium on Wastewater Reclamation and Reuse", (İkinci Uluslararası Atıksu Kullanımı Sempozyumu)

Iraklio, Crete, Yunanistan  
17-20 Ekim 1995

Başvuru: Ms. T. Fumaraki, Municipal Enterprise for Water Supply and Sewerage of Iraklio, 1 Vinonos Str. 71202 Iraklio, Greece.

Tel : +30-81-229913  
Fax : +30-81-229991

"1. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi", Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon,  
25 Ekim 1995

"Düzenli Depolama Teknikleri-Katı Atık Yönetimi Eğitim Semineri", İstanbul  
23-27 Ekim 1995

Başvuru: Prof. Dr. Kriton Curi, Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, 80815 Bebek, İstanbul.  
Tel : 0-212-263 15 00 (1665-1685)  
Fax : 0-212-257 50 33

"The Second International Conference on the Mediterranean Coastal Environment", (İkinci Uluslararası Akdeniz Kıyıs Çevresi Konferansı), Autoritat Portuaria de Tarragona, İspanya  
24-27 Ekim 1995

Başvuru: M. Ruiz, Centre International d'investigacio dels Recursos Contaners (CIIRC), Gran Capita s/n, Campus Nord-UPC, Module Dr1, 08034 Barcelona, Spain  
Tel : +34-3-401 6468  
Fax : +34-3-401 7357  
e-mail: Sruiz @ eteccpb. Upc. es

"IAWQ Specialized Conference: Sensors in Waste Water Technology", (Atıksu Teknolojisinde Analiz Aletleri), Danimarka  
25-27 Ekim 1995

Başvuru: Sensors, clo DIS CONGRESS SERVICE COPENHAGEN AIS, Herlev Ringvej 2z, DK-2730 Herlev, Denmark.  
Fax : +45-4492 5050

"Composting'95", (Kompost' 95), Chateau Cartier Sherator, Aylmen Quebec,  
1-3 Kasım 1995

Başvuru: Lise Gendron, Technology Outreach Section, Environment Canada, 425 St. Joseph Blvd, 3<sup>rd</sup> Floor, Village Place Cartier, Hull, Quebec, K1A OH3.  
Tel : 819-953-9368  
Fax : 819-953-7253

## YAYINLAR

- \* Hydraulic Engineering Software  
Yazar: W.R. Blain  
ISBN: 185312270X ; 1562521942  
Basım Tarihi: Eylül 94  
Fiyatı: \$285, 760 sayfa  
Temin Adresi: Computational Mechanics Publications, Ashurst Lodge, Ashurst, Souththampton, SO40 7AA, UK  
Tel : + 44 -1703-293223  
Fax: + 44-1703-292853  
e-mail: CMI @ ib.rl.ac.vk  
Tel : + 44 -171-391-6464  
Fax: + 44 -171-391-6599  
e-mail: orders @ custerv. tmip.
- \* Water Supply Systems  
Yazar: E. Cabrera  
ISBN: 185312253X; 1562521772  
Basım Tarihi: Mayıs 1993  
Fiyatı: \$143  
Temin Adresi: Computational Mechanics Publications, Ashurst Lodge, Ashurst, Souththampton, SO40 7AA, UK  
Tel : + 44 -1703-293223  
Fax: + 44-1703-292853  
e-mail: CMI @ ib.rl.ac.vk
- \* Basic Hazardous Waste Management  
Yazar: William C. Blackman, Jr.  
ISBN: 1-56670-168-6  
Basım Tarihi: 1995  
Fiyatı: £ 49, 416 sayfa  
Temin Adresi: Times Mimor International Publishers Ltd., Customer Services Centre, Unit 1, Sheldon Way, Lark Field, Aylesford, Kent, ME20 6SF, U.K.  
Tel : + 44 -171-391-6464  
Fax: + 44-171-391-6599  
e-mail: orders @ custerv. tmip. Com
- \* Practical Handbook of Compost Engineering  
Yazar: Roger T. Haug  
ISBN: 0-87371-373-7  
Basım Tarihi: 1993  
Fiyatı: £ 69, 752 sayfa  
Temin Adresi: Times Mimor International Publishers Ltd., Customer Services Centre, Unit 1, Sheldon Way, Lark Field, Aylesford, Kent, ME20 6SF, U.K.
- \* Composting and Recyeling Municipal Solid Waste  
Yazar: Luis F. Diaz, George M. Savage, Linda L. Eggerth & Clarence G. Golueke  
ISBN: 0-87371-563-2  
Basım Tarihi: 1993  
Fiyatı: £ 55, 320 sayfa  
Temin Adresi: Times Mimor International Publishers Ltd., Customer Services Centre, Unit 1, Sheldon Way, Lark Field, Aylesford, Kent, ME20 6SF, U.K.  
Tel : + 44 -171-391-6464  
Fax: + 44-171-391-6599  
e-mail: orders @ custerv. tmip. Com.
- \* Standart Handbook for Solid and Hazardous Waste Facility Assessments  
Yazar: Martin N. Sara  
ISBN: 0-87731-318-4  
Basım Tarihi: 1993  
Fiyatı: £ 85, 976 sayfa  
Temin Adresi: Times Mimor International Publishers Ltd., Customer Services Centre, Unit 1, Sheldon Way, Lark Field, Aylesford, Kent, ME20 6SF, U.K.  
Tel : + 44 -171-391-6464  
Fax: + 44-171-391-6599  
e-mail: orders @ custerv. tmip. Com
- \* Elements of Environmental Engineering  
Yazar: Kalliat T. Valsaraj  
ISBN: 1-56670-089-2  
Basım Tarihi: 1995  
Fiyatı: £ 50, 672 sayfa  
Temin Adresi: Times Mimor International Publishers Ltd., Customer Services Centre, Unit 1, Sheldon Way, Lark Field, Aylesford, Kent, ME20 6SF, U.K.  
Tel : + 44 -171-391-6464  
Fax: + 44-171-391-6599  
e-mail: orders @ custerv. tmip. Com

# 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) Dergi'nin 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 Yerde Yayınlanması

Yazılar Derginin Editörlerinin yazılı izni olmadan başka hiç bir yerde yayınlanamaz, kongre, konferans, sempozyumlarda bildiriler 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 edilemez. Basılmış yazının beş kopyesi yazının ilk yazarına ücretsiz olarak gönderilir. İlave kopyeler için ücret alınır.

### 7. Yazıların Geri Gönderilmesi

Değerlendirme sonucu yayınlanması uygun görülmeyen yazılar yazarlarına geri gön-

derilir. Yayınlanan yazıların asılları istenirse yayın tarihinden itibaren en çok bir ay içinde yazarlara geri gönderilebilir.

## YAZI KURALLARI

### 1. Sayfa Düzeni

- Yazılar A4 normunda yazı sayfasına üstten ve alttan 2.5 cm, soldan ve sağdan 2 cm bırakılarak çift aralıkla daktilo edilmeli, veya bilgisayarda winword ile yazılıp basılmalıdır. Bilgisayar ile yazılanların disketi de beraberinde verilmelidir. Şekil ve tablolar ayrıca verileceğinden yazı içinde bunların yerleştirileceği yeterli boşluk bırakılmalıdır.
- İlk sayfada başlık üstten 5 cm büyük harflerle koyu olarak yazılmalı, yazı başlığı 70 harfi geçmemeli ve gereksiz uzatmalardan kaçınılmalıdır.
- 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 kelimededen olan anahtar kelimeler verilir.

### 3. İngilizce Başlık

Yazının 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. Yazıların Türü

Yazılar aşağıdaki üç türden birinde yazılabilir:

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

## 8. Sayfa Yapısı

Derleme şeklindeki yazılar dışındaki türlerde yazılar tüm şekli 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, letraset veya uygun karakterli şablon ile yazılmalıdır.

## 11. Grafikler

Teknik resim kurallarına uygun olarak ve mümkün olduğunca küçük çizilmelidir. Bilgisayar çıkışı 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 cümlenin 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, 1996.

### 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 Carolino 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 ilgilenenler 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 : .....

Faks : .....

E-mail : .....

İmza

KATI ATIK ve ÇEVRE dergisini ilgilenen her kişi ve kuruluşa ulaştırmak, ancak yüksek baskı giderleri nedeniyle sadece ilgilenenler 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 : .....

Faks : .....

e-mail : .....

İmza

**KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ**

**BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ**

**80815 BEBEK - İSTANBUL**

**KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ**

**BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ**

**80815 BEBEK - İSTANBUL**