

# KATI ATIK VE ÇEVRE

Sayı 62 Nisan 2006



**KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ**



# KATI ATIK ve ÇEVRE

Sayı 62, Nisan 2006

## İÇİNDEKİLER

Okurlarımıza.....	2
Endüstriyel Katı Atık Yönetimi Gönül DEMİR, Semra ÇORUH, Osman Nuri ERGUN.....	3
Düzensiz Çöp Depolama Sahalarının Rehabilitasyonu: Kuşadası Örneği Hasan Sarptaş, Orhan Gündüz, Deniz Dölgen, Necdet Alpaslan.....	13
Düzenli Depolama Alanlarında Kullanılan Örtü Sistemleri Ümmükcülüm ÖZEL, N. Gamze TURAN, Osman Nuri ERGUN.....	20
Toplantılar.....	30
Yayınlar.....	32
Yazım Kuralları.....	33

### KATI ATIK KİRLENMESİ ARAŞTIRMA ve DENETİMİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

Kurucusu	Prof. Dr. Kriton CURI
Sahibi	Prof. Dr. Günay KOCASOY
Editörler	Prof. Dr. Günay KOCASOY Prof. Dr. Bülent TOPKAYA
Yazı Kurulu	Prof. Dr. Necdet ALPARSLAN Prof. Dr. Günay KOCASOY Prof. Dr. Bülent TOPKAYA Doç. Dr. Selmin BURAK Yrd. Doç. Dr. Müfide BANAR
Hazırlayan	Arş. İpek YILMAZ
Kapak Tasarımı	Arş. Gör. Özgür Bülent YALÇIN

Üç ayda bir yayınlanır (Yerel süreli yayın)

#### Yazışma Adresi

Katı Atık Türk Milli Komitesi

Boğaziçi Üniversitesi, 34342 Bebek-İstanbul

kocasoy@boun.edu.tr, 0212-2652187

**Çevreyi korumak için bu dergi geri kazanılmış  
kağıda basılmıştır.**

## OKURLARIMIZA

Avrupa Birliği'ne katılım süreci kapsamındaki tarama çalışmaları kapsamında Atık Çerçeve Direktifi, Depolama Direktifi, Tehlikeli Atıklar Direktifi v.d. ile ilgili görüşmeler 3-11 Nisan 2006 tarihinde yapılmıştır. Katı atık yönetimi kapsamında endüstriyel atık yönetiminin yanı sıra büyük çoğunluğu düzensiz özellikte olan katı atık depolama sahalarının rehabilitasyonu da büyük önem taşımaktadır. Bu sayıda endüstriyel atık yönetimi, düzensiz atık depolama sahalarının rehabilitasyonunda Kuşadası örneği ve düzenli depolama alanlarında kullanılan örtü sistemleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmaktadır.

Saygılarımızla,

Yazı Kurulu

# ENDÜSTRİYEL KATI ATIK YÖNETİMİ

Gönül DEMİR, Semra ÇORUH, Osman Nuri ERGUN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Kurupelit-55139, SAMSUN  
e-posta

**ÖZET:** Endüstriyel katı atıklar çevre kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Endüstriyel katı atıkların geçici depolanması ve deşarjı esnasında arazilerin kirliliği ile birlikte yüzey ve yer altı sularının kirlenmesi de meydana gelmektedir. Bu çalışmada endüstriyel tesislerde katı atık yönetimi incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstriyel atık, katı atık, atık yönetim hiyerarşisi

## INDUSTRIAL SOLID WASTE MANAGEMENT

**ABSTRACT:** Industrial solid wastes are an important factor affecting environmental quality. Discharging and storing industrial solid waste not only occupies a great deal of land, but also may pollute surface and ground water sources. In this study, solid waste management in industrial plants was investigated.

**Key Words:** Industrial waste, solid waste, waste management hierarchy

### 1.GİRİŞ

Endüstri ve teknoloji alanında meydana gelen hızlı gelişmeler, bir yandan insanın doğa üzerindeki egemenliğini arttırıp yaşam düzeyinin yükselmesini sağlarken; diğer yandan artan nüfus ve hızlı kentleşme ile birlikte doğal dengelerin giderek bozulması sonucunda tüm canlıları tehdit edecek boyutlara varan hava, su ve toprak kirlenmesine neden olmaktadır. Son yıllarda endüstrilerden kaynaklanan atıkların artış göstermesi ve yeni endüstriyel sektörlerin ortaya çıkmasıyla, endüstriyel atıkların kentsel atıklardan bağımsız olarak yönetilmesini gerekli kılmıştır. İçerdikleri atıkların çeşitliliği dikkate alındığında endüstriyel atık için literatürde kabul edilen tek bir sınıflama veya tanım yoktur. Endüstriyel atıklar genel olarak üretim türü, teknoloji ve hammadde gibi faktörlere bağlı olarak

çok çeşitlilik gösterebilmektedir. Genellikle belediyeler, özel temizlik şirketleri veya endüstriyel kuruluşun kendisi tarafından toplanarak taşınan işlem atıkları, tesis ve atölyelerden, elektrik santrallerinden, rafinerilerden atılan katı parçalar, tane veya levha şeklinde plastikler, ambalaj atıkları, tekstil parçaları, metal veya tahta talaşı gibi katı atıklar endüstriyel katı atıklar olarak tanımlanmaktadır. Çoğu endüstrilerin katı atıkları diğer endüstrilerde hammadde olarak kullanılabilir. Bunlara örnek; gıda, meşrubat, mezbaha ve kümes hayvanları çiftlikleri, alkol distilasyon endüstrisi atıkları, gübre ve hayvan yemi üretiminde hammadde olarak kullanılabilir (Ergun, 2004; Bridgwater et al., 1983).

Katı atıklar yerel yönetimler ve sanayiciler için başta gelen çevre sorunlarından biridir. 1985-1990 sürecinde Türkiye'de hızla endüstriyel ekonomiye geçiş dönemi başlamıştır. Bu süreçte, önceliğin üretime verilmesi nedeniyle, hızlı bir şekilde artan üretim miktar ve çeşitliliğine paralel olarak endüstriyel atıklarda da büyük ölçüde artış görülmüştür. Toplum tarafından kabul edilebilir düzeyde ve sadece rahatsızlık verici sorunlar olarak görülen çevre kirliliği, toplumun artan çevre duyarlılığı ve görünür doğal yaşam gereksinimlerini etkilemesinden dolayı, 1990'lı yılların başlarında göz ardı edilemeyecek düzeylere ulaşmıştır (Meriç, 2004; Kayranlı 2001).

Katı atık sorununun çözülmesinde yasal düzenlemelerin yapılması zorunludur. Katı atık konusunda uygulanan yasal düzenlemelerin özünde; olabildiğince az atık üretmek ve bunun üretimden başlanarak, tüketimin son halkasına kadar tasarlanması; katı atıkların, hammadde ve/veya başka amaçlara yönelik olarak yeniden kullanılması, toprak, su, hava ortamına ve bu ortamdaki canlılara zarar vermeyecek şekilde nihai bertarafının gerçekleştirilmesi esasları vardır. Bu esasların uygulanması amacıyla geliştirilen sisteme de "Katı Atık Yönetimi" denir. Katı atık yönetimi; toplama, taşıma, transfer istasyonları ve katı atık uzaklaştırma sistemlerinin bir bütünüdür (Techonanolous, 1993; Kayranlı 2001).

Sürdürülebilir kalkınma programı çerçevesinde, endüstriyel katı atıklardan faydalanabilmenin temelinde uygun "Katı Atık Yönetimi" oluşturmak vardır. Her türlü atıkta olduğu gibi endüstriyel katı atıklarda da atık oluşturmamak veya az atık oluşturmak esastır. Sanayi bölgelerinde katı atıkların ortaya çıkışından toplanması, taşınması ve giderilmesine kadar her aşamada uygun

yönetimi gerçekleştirmek oldukça önemlidir.

## 2. ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE KATI ATIKLARIN YÖNETİMİ

Endüstriyel katı atık üretim sırasında ürünler dışında ortaya çıkan, üretimde veya başka bir şekilde değerlendirilen, satılan veya nihai olarak bertaraf edilen katı atıklardır. Her türlü hafif veya ağır endüstri tesisleri ile çeşitli imalathanelerden açığa çıkan istenmeyen nitelikteki katı madde ve çamurlar endüstriyel katı atık kapsamına girmektedir. Endüstriyel katı atıklar oluşum faktörlerine göre endüstriyel birim işlemler ve süreçlerden kaynaklanan katı atıklar, endüstriyel atık su arıtma tesisleri çamurları ve hava kirliliği kontrol ekipmanlarından kaynaklanan katı atıklar olmak üzere üçe ayrılırlar (Curi, 1993; Kayranlı 200).

Endüstriyel Katı Atık Yönetiminde Etkili Faktörler;

- Katı atık bileşimi ve karakterizasyonu
- Katı atık miktarı
- Katı atığın şekli

Bu faktörler; biriktirme yönteminin seçiminde, taşıma toplama ve transfer sisteminin tasarımında, geri dönüşüm sisteminin oluşturulmasında, katı atık işleme tesislerinin özelliklerinin belirlenmesinde, arazide depolama tesisinin tasarımında ve tüm faaliyetlerde ihtiyaç olunan ekipmanların seçiminde önemli olmaktadır (Alpaslan, 2004). Çeşitli endüstriler de oluşacak katı atık kaynakları ve türleri Tablo 1'de verilmiştir.

### 2.1. Endüstriyel Tesislerde Katı Atık Yönetim Aşamaları

Endüstriyel KAY projesi için, öncelikle endüstride katı atık yönetiminden sorumlu

bir bölüm teşkil edilmeli ve burada gerekli ve yeterli uzmanın istihdamı sağlanmalıdır.

- Karar alma: Atık azaltmaya yönelik çalışmaların yapılması kararının alınması yönetim kademesinin en üst seviyesinden başlamalı,
- Atık özelliklerinin ve miktarlarının belirlenmesi, bunların dökümanite edilmesi,
- Hedeflerin belirlenmesi,
- Geri Kazanım uygulamasının (projesinin) başlatılması,
- Personelin uygulamaya dahil edil-mesi, eğitilmesi, motivasyonu,
- Müşterilerin uygulama hakkında bilgilendirilmesi,
- Uygulamanın izlenerek sonuçların değerlendirilmesi.

#### 2.1.1. Karar alma

Karar alma için daha önce de belirtildiği gibi yasal, ekonomik, sosyal, teknik, vb. zorunluluklar, yaptırımlar, teşvikler, ihtiyaçlar olmalıdır. Örneğin ISO 14000 gibi standartlar, ulusal veya uluslararası yasalar, standartlar, hedefler karar alma sürecini tetiklemede ve motive etmektedir (Alpaslan 2004).

#### 2.1.2. Katı atık özelliklerinin ve miktarlarının belirlenmesi

Endüstrilerin atıklardan kaynaklanan çevresel etkileri büyük ölçekte atılan atığın miktarına ve kompozisyonuna bağlıdır (Anonymous, 2002). Ayrıca üretim miktarı, üretim prosesinin farklılığı, proseste yapılan değişiklikler ve üretim ölçeği ile bölgesel farklılıklar ve ekonomik yapısı da atık miktarı ve çevresel etkisi üzerinde etkilidir (Williams, 1998). Endüstriyel

tesislerde başarılı bir KAY için atığın nereden, nasıl, ne kadar ve ne özellikte çıktığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu konuda deneyimli personel varlığı çok önemlidir

#### 2.1.3. Kayıt tutulması - dokümantasyon

Endüstriyel KAY için yapılması gereken işlerden biri de atık'larla ilgili kayıt tutulmasıdır. Bu kayıta,

- atık çıkma tarihi,
- nereden çıktığı,
- miktarı,
- türü,
- ne yapıldığı

şeklindeki bilgiler bulunmalıdır.

Ülkemizde endüstriyel katı atıklar konusunda geniş bir yasal yaptırım yoktur. Oysa sıvı atık hususunda, SKKY çerçevesinde AAT olan endüstriler için kayıt tutma zorunlu hale getirilmiştir (Alpaslan, 2004).

#### 2.1.4. Hedeflerin belirlenmesi

Burada amaç çıkan katı atık miktarının zaman içinde ne şekilde azaltılacağı, geri kazanımın ne şekilde arttırılacağı ve "sıfır atık" nihai hedefine hangi zaman süreci içinde gidilmesinin önceden belirlenmesi, planlaması ve bir anlamda taahüt edilmesidir. Hedeflerin belirlenmesinin tamamlayıcı bileşeni, endüstriyel katı atık yönetimi adımlarının son maddesi olan "uygulamanın izlenerek sonuçların değerlendirilmesi (verim, hedeflerle uyum)" adımdır (Alpaslan 2004).

**Tablo 1.** Endüstriyel katı atık türleri ve kaynakları (George, 1993)

ENDÜSTRİLER	OLUŞUM PROSELERİ	ATIK TÜRLERİ
Gıda ve benzeri üretim yapan endüstriler	İşleme, paketlenme ve nakliye	Etler, yağ, kemik, sakatat, sebze, meyve, kabuklu yemiş,
Tekstil	Dokuma, işleme, boyama ve taşıma	Bez ve elyaf parçaları,
Hazır giysi ve konfeksiyon	Kesim, dikiş, haşıl ve basma	Kumaş, iplik, metal ve plastik kauçuk
Kereste ve ağaç ürünleri	Hızır, ağaç taşıyıcılar, çeşitli ağaç ürünleri üretim birimleri	Kırıntı ağaçlar, talaş, hızır tozları, plastik, metal, boya ve çözücüler
Ağaç mobilyalar	Ofis ve ev mobilyaları üretimi,	Kırıntı ağaçlar, talaş, hızır tozları, plastik, metal, boya ve çözücüler, kumaş ve dolgu malzemeleri atıkları
Metal mobilya	Ofis ve ev mobilyaları, anahtarlar, karyola, çatı iskeletleri	Metal, plastik, reçineler, cam ağaç, plastik, kağıt ve kumaş
Kağıt ve bağlı birim ürünleri	Kağıt üretimi, karton kutular	Kağıt ve elyaf atıkları, kimyasallar, kağıt kapları, astarlar, mürekkep ve raptiyeler.
Matbaa ve yazım	Gazete ve kitap basım birimleri, yazma, taş basma, ciltleme ve klişe resim	Kağıt, karton, metal, kimyasallar, kumaş ve yapıştırıcılar
Kimyasal ve ilgili endüstriler	Vernik, patlayıcılar, ilaçlar gibi inorganik maddelerin üretim birimleri	Organik ve inorganik kimyasallar, metal, plastik kauçuk, cam, yağlar, boyalar, çözücüler ve pigmentler.
Petrol rafinerileri	Asfalt ve çatı malzemeleri üretim birimi	Asfalt ve katran, keçe, asbest, kağıt, kumaş ve ipler
Kauçuk ve çeşitli plastik endüstrileri	Plastik ve kauçuk üretim birimleri	Parça lastik ve kauçuklar, iyileştirme bileşikleri ve boyalar.
Deri ve deri ürünleri	Deri işleme deri ürünleri birimi	Parça deriler, tel iplikler, boyalar, yağlar, proses ve iyileştirme bileşikleri
Taş, çakıl ocakları ve cam endüstrileri	Camların üretimi, beton şekillendirme ve beton kaplama, asbest ve çeşitli mineral olmayan ürünlerin üretim birimleri	Cam, çimento, kil, seramik, asbest, taş, kağıt
Birincil metal endüstriler	Eritme, döküm, demir ve püskürtme birimleri	Demirli ve demirsiz metal parçaları, cüruf, kum
Metal ürünleri endüstrileri	Metal kap üretimi, el araçları, genel boru tesisatları, soba	Metaller, seramik, kum, cüruf, tortu, çözücüler, yağlar
Makine endüstrisi (elektrikler hariç)	Makine üretim birimleri, elevatör, taşıma ekipmanları, endüstriyel kamyonlar,	Curuf, zımpara tozları, metal parçaları, ağaçlar, plastik, reçine, kauçuk, kumaş, boya, çözücüler
Elektrikli araçlar	Elektrik araçları, aletler, haberleşme takımlarının üretimi	Metal parçaları, cam, kauçuk, plastik, reçine, kumaş ve iplik parçaları
Taşıma ekipmanları	Motorlu araçlar, kamyon, minibüs parçaları, hava yastıkları ve parçaları, gemi ve vapur inşaatı ve tamiri	Metal parçaları, cam, ipler, tahta, plastik, kauçuk, boya, kumaş ve petrol ürünleri
Profesyonel ve bilim kontrol aletleri endüstrisi	Mühendislik gereçleri, laboratuvar ve araştırma aletleri üretim birimleri	Metal, plastik, reçine, cam, ağaç ve elyaf parçaları

### 3. ENDÜSTRİYEL KATI ATIK YÖNETİM HİYERARŞİSİ (AYH)



Şekil1. Endüstriyel katı atık yönetimi hiyerarşisi

Düzenli bertaraf tesislerinin olmaması nedeniyle, belediye çöplüklerine de gönderilemeyen atıklar sanayi kuruluşları tarafından tesislerdeki özel depolarda ve konteynerlerde geçici olarak depolanmaktadır.

Depolamanın yanı sıra, sanayi atıklarının nakliyesi de Türkiye'de henüz yeterince önem verilmeyen bir konudur.

#### 3.1. AYH Birinci Basamağı: Atık Oluşturmamak

- Entegre atık yönetimi hiyerarşisinde en üst seçenek katı atık üretmemektir, (katı atık üretimi, katı atık yöneticileri ve karar verme organları tarafından en az kontrol edilebilen en zor aşamadır.
- Hiyerarşinin daha sonraki basamağı atık azaltımı, birkaç şekilde gerçekleştirilebilir:
  - \*Üretim ekipmanlarını (makinelerin) yenilenmesi,
  - \*Üretim proseslerinin düzenlenmesi,
- Üretim süresince atık azaltma kavramının sürekli gündemde tutulması ve bu konuda devamlı hassasiyet gösterilmesi,
- Tüketicilerin satın alma ve kullanım alışkanlıklarında değişimler (aşın ambalaj malzemesi kullanan veya çok fazla miktarda enerji ve hammadde kullanılarak üretilen gereksiz ya da lüks sayılabilecek

ürünleri satın almamaları, vb.) (Alpaslan, 2004).

#### 3.2. Atık Yönetimi Hiyerarşisinin Diğer Basamakları

- 3G: Geri Kullanım - Geri Dönüşüm - Geri Kazanım
- Arıtma - işleme (yakma, kompost, vb. süreçler)
- Düzenli depolama (arazide kontrollü bertaraf)
- Düzensiz depolama (atma)

**Geri Kullanım:** Atıkların herhangi bir fiziksel, kimyasal işlemden geçirilmeksizin, genelde yıkama ve temizleme işlemi ile, gereken sağlık ve hijyen koşullarının teminini takiben tekrar kullanılmasıdır, (örn. çok kullanımlı meşrubat şişesi, süt şişesi, vb.).

**Geri Dönüşüm:** Atıkların fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirilerek tekrar hammadde olarak kullanılıp yeni ürüne çevrilmesidir, (örn.. tek kullanımlı meşrubat şişesi, süt şişesinin kırılması, eritilmesi ve tekrar cam üretilmesi). Geri dönüşüm, atık maddenin kimyasal yapısını bozmadıysa direk olarak hammadde gibi kullanılabilir. Atık madde farklı bir endüstri alanında kullanılmak üzere farklı bir maddenin üretiminde işlenebilir. Bazı atık ürünler ise diğer atıkların tehlikelerini gidermede veya kirlilikle mücadelede kullanılabilir.

Geri Kazanım: Atıkların çeşitli süreçlerden geçirilerek (fiziksel, kimyasal, biyolojik, vb.) bunlardan farklı özellikte ürünlere dönüştürülmesi veya enerji elde edilmesi (Alpaslan, 2004; TMMOB, 2004).

### 3.2.1. Geri kazanma

Sanayi atıklarının tekrar değerlendirilmesinde iç veya dış değerlendirme gerçekleştirilebilir. Yani işletme ya kendi atıklarının değerlendirilmesi, işletme içinde recycling yapar veya işletme ikinci durumda atıkların atıkların başka işletmelere veya başka imha tesislerine vermektedir. Bu işlemler veya bu tesisler bu atıkları tekrar kullanır ve bu maddelerle sekonder hammaddeleri üretirler (Kayranlı, 2001). Sekonder atık önlenmesinde artık kullanılmayan ürünler ortaya çıktığından bunlar çok farklı biçimde işlenebilir ve onların tekrar hammadde olarak kullanılması sağlanabilir (Busch, 1999).

Toplama işlemi; tüm geri kazanılabilir atıkları birlikte toplamak, geri kazanılabilir atıkları cinslerine göre ayrı ayrı toplamak ve karışmış çöp içinden malzemenin geri kazanılması şeklinde olmak üzere 3 farklı şekilde olabilmektedir. OECD 'ye göre endüstriyel kuruluş kendi ürettiği endüstriyel katı atığı kendisi toplamalı ve gidermelidir. OECD'nin bu görüşleri karşısında Curi(1993)'nin düşüncesi ise her endüstrinin kendi atıklarını boşaltmaktan sorumlu tutulmasının yanlış olduğu, yürürlükteki uygulamanın bu şekilde olmasına rağmen bir sonuç alınmadığı, bu işi ücret karşılığında yerel yönetimlerin yapması gerektiği şeklindedir. Evsel nitelikli olmayan katı atıkların toplanmasında veya tesis içinde biriktirilmesinde, çevre ve insan salıgını, çevrenin görünüşünü bozmamak, çevreyi koku, toz gibi yönlerden rahatsız etmemek kaydıyla istenilen hacim ve şekilde kap veya tank kullanılabilir. Toplanan evsel ve evsel nitelikli endüstriyel katı atıkların görünüş, koku, toz, sızdırma ve benzeri faktörler yönünden çevreyi

kirlenmeyecek şekilde kapalı özel araçlarda taşınması zorunludur.

Karışık olarak toplanan katı atık içerisinde geri kazanılabilecek malzemenin veya geri kazanım amacıyla toplanan malzemenin gerektiği şekil ve titizlikte ayrılması şarttır. Böylelikle toplanan malzemenin içine karışmış durumda olan istenmeyen maddelerin de bu aşamada elimine edilmesi sağlanır. Ayırma tesislerinde veya transfer istasyonlarında atıkların el ile veya mekanik olarak ayrılması sağlanır. Bu amaçla elle ayırma, manyetik ayırma, hava ile ayırma ve elekten geçirerek ayırma işlemleri uygulanmaktadır (Dölgen, 2005).

### 3.2.2. Geri kazanımın sağladığı faydalar

Geri kazanım, geri dönüşüm amacıyla atık içindeki materyallerin bir kısmı ayrılarak geri dönüşüm tesislerine gönderildiği için toplama, taşıma ve bertaraf yüklerinin/maliyetlerinin azalmasını, üretim için geri dönüştürülmüş materyallerin tekrar kullanımını, yeni kaynak tüketimini engellediği için doğal kaynakların korunmasını ve geri dönüşüm ile bertaraf edilecek ve dolayısıyla depolama tesisine gidecek katı atık miktarı azaldığından depolama tesisi kapasitesinin korunmasını sağlar.

## 4. ATIK GERİ DÖNÜŞÜM BORSASI

Atık geri dönüşüm borsası işletmelerden üretim sonucu ortaya çıkan atıkların geri kazanılmasını ve daha fazla ikincil hammadde olarak değerlendirilmesini, nihai bertaraf edilecek atıkların miktarını azaltarak daha pahalı bertaraf giderlerinden tasarruf edilmesini sağlayan bir aracılık işlemidir (Kayranlı, 2001).

Üretim atığı olarak ortaya çıkan atıkların üretim sürecine kazandırılarak tekrar kullanılması için ilk düşünülmesi gereken



işletme içinde değerlendirmektir. İşletme içinde değerlendirilmesi mümkün olmayan atıklar ise "Atık Geri Dönüşüm Borsası (AGDB)" aracılığıyla diğer işletmelerde ikincil hammadde olarak kullanım imkanı bulunmaktadır. Atık Geri Dönüşüm Borsası Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), DHV Consultants BV-R&R arasında 22.7.1999 tarihinde imzalanarak yürürlüğe giren protokol ile kurulmuştur. AGDB'nin kuruluş amacı; İşletme içinde değerlendirilemeyen ve atık olarak nitelendirilen maddeleri satmak isteyen ve bu maddeleri almak isteyenleri biraraya getirerek, atık maddeleri ekonomiye kazandırmaktır. TOBB'nin koordinatörlüğünde kurulan AGDB'nin işleyişinde Ticaret ve Sanayi Odası'nın fonksiyonu, sadece arz ve talep sahiplerini buluşturmadır. Nakliye ve maliyet gibi diğer konular, alıcı ve satıcı arasında görüşülecektir. AGDB, atıkların bertarafı konusunda bir kontrol sistemi değil atıkların tekrar kullanılmasına aracılık eden bir sistemdir. İlk olarak (pilot uygulama) Kocaeli, İstanbul ve Bursa Ticaret ve Sanayi Odaları tarafından uygulanmıştır (Alpaslan, 2004).

#### **4.1. Atık Geri Dönüşüm Borsanın Yararları**

- Atık oluşumu önlenir
- Atık bertaraf maliyetlerinden tasarruf edilir
- Depolama sahalarının ömrü uzar
- Doğal kaynakların verimli kullanılması sağlanır
- Hammadde üretimi için daha az enerji tüketilir
- gelecekte hammadde ve doğal kaynakların azalmasına bağlı olarak oluşabilecek ekonomik problemler önlenir (Dölgen, 2005).

#### **5. SONUÇ**

Hızlı sanayileşmenin, ekosistemi olumsuz yönde etkileyebilecek bir çok çevre

sorunlarını da beraberinde getirdiği bilinmektedir. Üretim ve tüketim olduğu sürece atıkların oluşması kaçınılmazdır.

Çevre sorunlarını kaynağında çözmek en akılcı yaklaşımdır. Bunun için üretim sürecinin başında, ham maddenin ve enerjinin verimli bir şekilde kullanılması ve az atık üretilmesi, atıkların geri kazanılması, yeniden kullanılması gibi sistemlere yönelmek gereklidir. Katı oluşumunu azaltarak katı atık kaynaklarının dikkatli bir biçimde yönetimini sağlamak etkin bir katı atık yönetiminin amacı olmalıdır. Her ne kadar katı atık miktarının azaltılması sağlıklı bir katı atık yönetim sisteminin önemli aşamalarından biri olsa da, temel hedef bu katı atıkların çevre ve ekonomik yüklerinin minimize edildiği bir sistem içerisinde yönetimi olmalıdır.

#### **6. KAYNAKLAR**

Akdağ, O., 1998, "Denizli Organize Sanayi Bölgesinde Katı Atık Yönetimi "Yüksek Lisans Tezi Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Alpaslan N., 2004, "Endüstriyel Çevre Yönetimi Eğitim Semineri", TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, İzmir.

Bridgwater, A., and Mumford, C., 1980, Waste Recycling and Pollution Control Handbook, Van Nostrand Reinhol Company, USA.

Bush, G., 1999, "Üretim Sürecinde Oluşan Atıkların Minimizasyonu ve Yeniden Değerlendirilmesi", Sanayide Atık Yönetimi Sempozyumu İSO 1999.

Curi. K., 1993, Katı Atıklar, Çevre ve İnsan Dergisi.

Dölgen D., 2005, "Katı Atıkların Geri Kazanımı", III. Ulusal Katı Atık Kongresi, UKAK' 2005, İzmir.

Ergun O.N., 2004, "Katı Atıklar ve Yönetimi Ders Notları", Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Samsun.

Kayranlı B., 2001, "Endüstriyel Katı Atıklar-Katı Atık Yönetimi ve Emet Borik Asit Üretim Tesisi Katı Atıklarının Bertarafı", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Techobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S., 1993. "Integrated Solid Wastes Management", McGraw-Hill., Singapore.

TMMOB, 2004, Tehlikeli Atık Yönetimi Eğitim Semineri, Çevre Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 1-2 Temmuz, İzmir.

Williams, P.T., 1998, "Waste Treatment and Disposal", John Willey&Sons Ltd, England.

# DÜZENSİZ ÇÖP DEPOLAMA SAHALARININ REHABİLİTASYONU: KUŞADASI ÖRNEĞİ

**Hasan Sarptaş, Orhan Gündüz, Deniz Dölgen, Necdet Alpaslan**

Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Kaynaklar Kampüsü, Buca, İzmir 35160  
e-posta: [hasan.sarptas@deu.edu.tr](mailto:hasan.sarptas@deu.edu.tr)

**ÖZET:** Ülkemizin Avrupa Birliği ile entegrasyon sürecinde karşılaşılabileceği potansiyel sorunlardan bir tanesi halen işletilmekte olan çok sayıda düzensiz çöp depolama sahaları ve bu tesislerin çevreye olan olumsuz etkileridir. Düzensiz katı atık depolama sahalarının ıslahına yönelik tedbirlerin bu süreç başlamadan ortaya konulması ve ekonomik şartları göz önüne alarak gerekli yasal düzenlemelere gidilmesi önemlidir. Bu noktadan hareketle sunulan bildiri, düzensiz (vahşi) depolama tarzında halen işletilen ve/veya herhangi bir önlem alınmadan terk edilen çöp depolama sahalarının rehabilitasyonu amacıyla alınması gereken önlemler ve yasal düzenlemeler incelenmiş, Kuşadası Belediyesi düzensiz çöp sahası özelinde yapılan ön etüd çalışması kapsamında değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Düzensiz çöp depolama sahası, Rehabilitasyon, Üst örtü, Gaz ve su drenajı, Kuşadası Belediyesi deponi sahası, Deponi ıslahı

## **ABSTRACT:**

## **1. GİRİŞ**

Düzensiz çöp depolama yapılan döküm sahaları, çevre ve insan sağlığı açısından büyük tehlike oluştururlar. Bu nedenle çöp dökümüne kapatılarak ıslah (rehabilitasyon) edilmeleri gerekmektedir. Ülkemizde 14.03.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren 'Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği' ile katı atıkların gelişigüzel uzaklaştırılmasına yasal olarak son verilirken, şimdiye dek kullanılan düzensiz depolama sahalarının (çöplük)

rehabilitasyonu da zorunluluk kazanmıştır (KAKY, 1991). Avrupa Birliği 'Atık Çerçeve Direktifi'nde de, üye ve aday ülkelerde kontrolsüz atık depolanmasının kesinlikle yasaklandığı açıkça belirtilmektedir (EU, 1999). Direktif, ülkelerin atık yönetimiyle ilgili olarak ulusal stratejilerini belirlemelerini, yasa ve yönetmelikler konusundaki eksikliklerini tamamlayarak gereken uygulamaları hayata geçirmelerini ve ayrıca mevcut depolama alanlarının iyileştirmesi veya

kapatılması için stratejiler geliştirmelerini gerekli kılmaktadır.

Avrupa Birliği'nin atık yönetimi konusunda ortaya koymuş olduğu yaptırımlar, gerek üye gerekse de aday ülkeleri, depolama alanlarının uluslararası standartlara çıkartılması, eksikliklerinin giderilmesi yönünde ciddi faaliyetler içerisine sokmuştur. Örneğin, Portekiz'de 1990'lı yılların ortalarında başlayan çevre ile dost atık yönetim programı sonucunda 2000 yılının sonuna dek 328 kontrolsüz depolama sahasından 272 tanesi kapatılmış; 2001 yılının sonuna kadar kapatma işleminin tamamlanması hedeflenmiştir. Bosna-Hersek, uluslararası standartları karşılamayan Ramichi Depolama Sahası'nın rehabilitasyon çalışmalarını başlatmış, bu çalışmalar için Dünya Bankası'ndan maddi destek sağlamıştır (www.unece.org). Buna karşın yapılan araştırmalar, kontrolsüz depolama konusunda özellikle Bulgaristan, Litvanya, Romanya, Türkiye gibi aday ülkelerin ciddi problemler yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Bu nedenle aday ülkelerden, öncelikle ulusal programlarını oluşturmaları, gereken tedbirleri kısa ve uzun vadede ortaya koyarak gerçekleştirmeleri istenmektedir. Bu anlayışla, Bulgaristan 2002 itibari ile ulusal atık yönetimi çalışmalarına başlamış, mevcut depolama alanlarının iyileştirilmesi projesini öncelikli hedefleri arasında göstermiştir (www.unece.org). Benzer olarak Slovakya'da 1995 yılına kadar yaklaşık 1500 yasal olmayan depolama alanı kapatılmış ve kısmen iyileştirilmiştir (www.unece.org). Ülkemiz açısından da özellikle üyelik müzakerelerinin yapıldığı bu dönemde konunun önemi açıktır. Bu nedenle, kontrolsüz depolama alanlarının rehabilitasyonu amacıyla gerekli yasal düzenlemelerin tamamlanması ve ıslah çalışmalarına biran önce başlanması gerekir.

Ülkemizde, 'Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği' (KAKY, 1991), 'Katı Atık Deponi Alanları Yönetimi ile İlgili Yönerge' (KADAYY, 1993) ve Çevre Bakanlığı tarafından hazırlanmış 'Küçük Ölçekli Belediyelerde Atık Depo Alanlarının İnşaat ve İşletme Kılavuzu' gibi bazı yasal düzenlemeler bulunmakla birlikte, bunların uluslararası standartlar ile uyumluluğunun gözden geçirilmesine ve uygulamaya yönelik önlemlerin alınmasına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Bu noktadan hareketle, sunulan bildiriye Kuşadası Belediyesi depo sahası özelinde düzensiz çöp depolama alanlarının rehabilitasyonu ile ilgili teknik ve yasal prensipler ve yapılması gerekli işlemler tanıtılmaktadır. Bildiri kapsamında yakın zamanda başlaması beklenen Avrupa Birliği ile müzakereler sürecinde ülkemizin sıkıntı yaşamaması olasılığı bulunan bir konuyu gündeme getirilerek, proaktif bir yaklaşımla, ilgili kurumlara ve karar vericilere yol göstermek hedeflenmiştir.

## **2. REHABİLİTASYON KONSEPTİ ve BAŞLANGIÇ VERİLERİNİN TEMİNİ**

Geniş açıdan bakıldığında, çöp depolama alanlarının rehabilitasyonunu 'kirlenmiş bölgelerin temizlenmesi – remediasyonu' ile özdeşleştirmek mümkündür. Konu bu perspektifte ele alındığında, rehabilitasyonun niteliği büyük oranda yeraltı suyu durumuyla ilgili olmaktadır. Şayet bölgede yeraltı suyu yüzeye yakınsa ve zeminin sızdırma kapasitesi yüksekse, sahadaki mevcut çöpün çıkartılması, geri kazanılabilir kısmının geri kazanılması, kalan bölümünün ise bazı proseslerden geçirilerek, çevre ve insan sağlığı açısından zarar verici özelliğinin ortadan kaldırılmasıyla, mevcut sahada yapılacak bir sızdırmazlık tabakasının üzerinde veya yeni yapılacak düzenli çöp depolama alanında bertarafı önerilmektedir. Şayet yeraltı suyu açısından bir sorun yoksa, o zaman çöp

depolama alanının gerekli önlemler alınarak üzerinin örtülmesi yeterli olabilmektedir. Birinci koşulda öne sürülen işler, çok gelişmiş ülkelerde bile, ancak belli sayıda ve aşırı kirlenmiş bölgelere uygulanmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler de ise, böyle bir projenin çok önemli stratejik özelliği olmadan gerçekleşmesi biraz uzak görünmektedir. Bu değerlendirmeleri takiben, Türkiye açısından rehabilitasyon kavramına bakıldığında, bu işlem genelde şev stabilitesinin dikkate alınarak sahaya şekil verilmesi, üst yüzey geçirimsizliğinin sağlanması, gaz toplama sistemlerinin teşkil edilerek depolama gazının değerlendirilmesi, sahada oluşan yüzey sularının ve sızıntı sularının drenajı, sızıntı suyunu biriktirmek için gerekli havuz, lagün vb. sistemlerinin planlanması, değişik üst kullanımlar için örtü malzemesinin teşkili gibi çalışmalar ile sınırlanabilir, (Alpaslan vd., 2005).

Rehabilitasyon ile ilgili bir başka husus, rehabilitasyonu takiben depolama alanının kullanımına devam edilip edilmeyeceğidir. Çünkü rehabilitasyon çok defa kapatılmış veya kapatılacak düzensiz çöp depolama alanlarına uygulan bir işlem şeklinde algılanabilmektedir. Bu bir yere kadar doğrudur, ancak mevcut araştırmalar en az üç yıl daha çöp depolama kapasitesine sahip alanlarda da, rehabilitasyonu takiben kullanımın devam edebileceğini belirtilmektedir. Bir başka deyişle, rehabilitasyon için sahanın kapatılması gibi bir zorunluluk yoktur, ancak rehabilitasyon sonrası sahanın kullanılacak ekonomik ömrü yeterli bir süreyi kapsamalıdır. Dolayısıyla ülkemizde kullanımı devam eden ve yeterli kapasitesi olan düzensiz alanların da kapatılmaksızın rehabilitasyonunun yapılması mümkündür.

Rehabilitasyon projesi kapsamında ilk olarak, bölgeyle ilgili verilerin toplanacağı bir mevcut durum analizi yapılmalıdır. Bu

kapsamda saha ve çevresinin topografik jeolojik, hidrolojik ve hidrojeolojik haritalarının temin edilmesi; sahaya atılmış olan çöpün niteliği (endüstri çöpü, evsel çöp, tıbbi atık, vb.) ve miktarı hakkında bilgi toplanması (gerektiği durumlarda sondaj yaparak karot numuneleri almak suretiyle); sahanın mevcut durumunun fotoğraflanması, depo bölgesinin derinliğinin belirlenmesi ve morfolojisinin tanımlanması gerekmektedir. Genel anlamda bakıldığında veri toplama çalışmaları bir yönüyle, bölgenin ve civarının hava, su, toprak kalitesinin tespiti amacını da taşımaktadır, dolayısıyla bu konuda gerektiğinde örnekleme çalışmaları yapılmalıdır. Bu kapsamda özellikle yüzeysel ve yeraltı kaynaklarının durumunun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla saha civarında yeraltı suyunun kalite ölçümüne yönelik gözlem kuyuları (yoksa) açılmalıdır. Ayrıca sahanın kapanmasını takiben gözlem ve kontrolü gibi hususlarda sorumluluk taşıyacak kişi ve kuruluşların saptanması; sahadaki mevcut ekipman (makine parkı, vb.) ve iş yapabilme kapasitesinin belirlenmesinde yarar vardır. Öte yandan rehabilitasyon kapsamında, sahada örtü amaçlı kullanılacak üst toprak malzemenin mevcudiyetinin, miktarının ve özelliklerinin (örneğin hidrolik geçirgenliği, içsel sürtünme açısı) tespiti de yapılabilir.

### **3. KUŞADASI ÇÖP DEPOLAMA SAHASI MEVCUT DURUMU**

Kuşadası mevcut çöp depolama alanı Aydın ili Kuşadası ilçesi sınırları içerisinde ilçe merkezine yaklaşık 7 km mesafede yer almaktadır. Alan, herhangi bir teknik altyapı olmaksızın çöplerin düzensiz olarak depolandığı bir sahadır. On bir yıldır işletilen ve yakında faaliyete kapanması planlanan saha, yaklaşık olarak 40.000 m<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamakta ve Hazineye ait yamaç bir arazi üzerinde

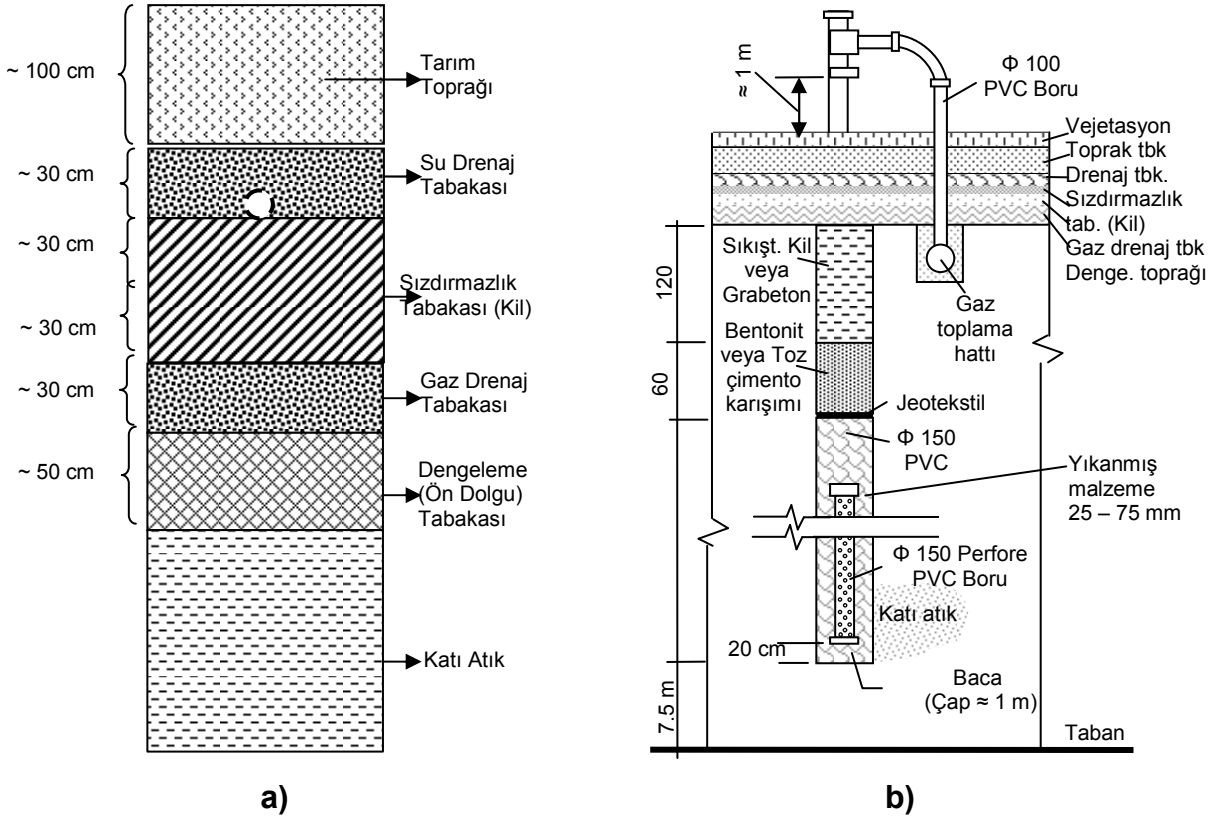
bulunmaktadır. Sahada depolama yapılan 11 yıllık süreç içerisinde yaklaşık olarak toplam 800.000 ton çöp depolandığı tahmin edilmektedir. Bu miktarın yaklaşık 1,5 milyon m<sup>3</sup>lük hacme karşılık geldiği ve ortalama olarak 30 m çöp yüksekliği oluşturduğu öngörülmektedir. Belediye sınırları dahilinde toplanan evsel, endüstriyel ve tıbbi atıklar sahaya asfalt bir yoldan ulaştırılmakta olup yol üzerinde yoğun bir trafik bulunmamaktadır. Saha denize 7 km, en yakın yüzeysel akarsuya 5 km, yeraltısuyu temin eden en yakın kuyuya ortalama 1 km mesafededir. Mevcut sahada orman toprağı hakim olup saha çevresinin baskın vejetasyonu da Akdeniz ikliminde yaygın olarak gözlenen makidir. Saha birinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Kuşadası meteoroloji istasyonu verilerine göre sahanın bulunduğu bölgede yıllık ortalama sıcaklık 17,6 °C olmakla birlikte, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama olarak 25 °C'nin üzerinde seyretmektedir. İstasyonda ölçülen değerlere göre sahanın bulunduğu bölgenin yıllık nisai nem ortalaması %70, uzun yıllar ortalaması yıllık toplam yağış ise 700mm civarındadır (Alpaslan vd., 2005).

#### **4. ÜST ÖRTÜ TABAKASININ OLUŞTURULMASI**

Rehabilitasyon çalışmalarının ilk aşaması depo gövdesine yeniden şekil verilmesidir. Bunun için şev stabilitesi, yüzeysel su drenajı ve gelecekteki oturmalar göz önüne alınarak deponun üst tabakasının maksimum ve minimum eğimleri saptanır. Bu aşamada en önemli hedefler, stabil bir depo gövdesinin oluşturulması, depolama sahasına düşen yağışın mümkün mertebe alt tabakalara (çöp içine) geçmesinin engellenmesi

amacıyla üst yüzey geçirimsizliğinin teşkili ve sahanın rekreasyon amaçlı kullanımına uygun bir şekilde düzenlenmesidir. Bu amaçla, Şekil 1a'da gösterildiği gibi farklı katmanlardan oluşan bir üst yüzey geçirimsizlik tabakasının hazırlanması gerekmektedir. Şekilden de görüleceği üzere sözü edilen sistem, bir dengeleme (ön dolgu) tabakasının üzerine yerleştirilen gaz drenaj tabakası, mineral geçirimsizlik tabakası, sentetik örtü, su drenaj tabakası ve tarım toprağı tabakasından oluşmaktadır.

İşleme öncelikle çöp üst yüzeyinin tesviyesi ile başlanmalıdır. Bunu takiben yaklaşık 50 cm kalınlığında bir dengeleme (ön dolgu) tabakasının sahaya serilmesi gerekmektedir (bkz. Şekil 1a). Bu tabaka karşılayıcı tabaka olarak da bilinmekte olup diğer tabakalara yataklık eden bir örtüdür. Bunun üzerine serilen yaklaşık 30 cm kalınlığında gaz drenaj tabakası ise, mineral geçirimsizlik tabakasını gaz basıncından koruyarak basıncı dağıtım görevi yapan ve permeabilitesi  $1 \times 10^{-3}$  m/sn civarında mıcır kullanılarak hazırlanan bir tabakadır. Mineral geçirimsizlik tabakası genellikle 30'ar cm'lik sıkıştırılmış iki kil tabakasından meydana gelmektedir. Bu tabakanın permeabilitesi  $1 \times 10^{-8}$  m/sn den daha küçük olmalıdır. Kil tabakası yerine 2-2,5 mm kalınlığında yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) malzeme veya her iki malzemenin de çeşitli kombinasyonlarda bir arada kullanılması da mümkündür. Burada ekonomik analiz yapılarak kil veya jeomembran seçeneğinden biri tercih edilebilir. Civarda uygun kil yataklarının tespiti ve temini konusunda bir sorun yaşanmaması halinde, öz kaynaklı olması nedeniyle, Kuşadası çöplüğü için geçirimsizliğin tamamen kilden yapılması önerilmektedir.



**Şekil 1.** Kuşadası çöp depolama sahası için önerilen (a) üst yüzey geçirimsizlik sistemi ve (b) gaz toplama bacası kesiti

Sızdırmaz bölgenin üzerinde bulunan su drenaj tabakası ise yüzey suları ve sızan yağmur sularının drenajı için teşkil edilen bir tabakadır. Bu tabaka kireç oranı düşük çakıl-mıcırdan yaklaşık 30 cm kalınlığında teşkil edilir ve ortamın permeabilitesinin  $1 \times 10^{-3}$  m/sn den büyük olması istenir. Bu tabaka ile yağış ve sulama sularının çöplüğün gövdesine ulaşmadan toplanarak tahliyesi sağlanır. Son olarak en üstte yer alan tarım toprağı tabakası sahanın bitkilendirilmesi için gereklidir. Bu tabaka ekilecek bitkilerin kök derinliğine göre minimum 1 metre kalınlığında tarım

toprağı serilerek oluşturulur ve üzeri bölgenin iklim şartlarına uyum sağlayan bitki ve ağaçlar ekilerek/dikilerek yeşillendirilir. Bitki seçiminde drenaj tabakası ve geçirimsiz tabakanın zarar görmesini önlemek için, kökleri derine inen bitkiler tercih edilmemelidir. Kuşadası çöp depolama alanının yaklaşık  $40,000 \text{ m}^2$  olduğu kabulü ile gerekli üst örtü malzemesinin miktarı Şekil 1a'da gösterilen üst örtü tabaka kalınlıkları esas alınarak hesaplanmış ve Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Kuşadası Çöp Depolama Sahası üst örtü tabakası hacimleri

Tabaka	Kalınlığı (m)	Hacmi ( $\text{m}^3$ )
Tarım toprağı tabakası	1,0	40.000
Su drenaj tabakası	0,3	12.000
Sızdırmazlık tabakası	0,6*	24.000
Gaz drenaj tabakası	0,3	12.000
Dengeleme tabakası	0,5	20.000
TOPLAM	2,7	108.000

0.3 m kalınlığında iki tabaka halinde serilmesi düşünölen kil tabakasının toplam kalınlığıdır.

## 5. DEPO GAZI BERTARAFI

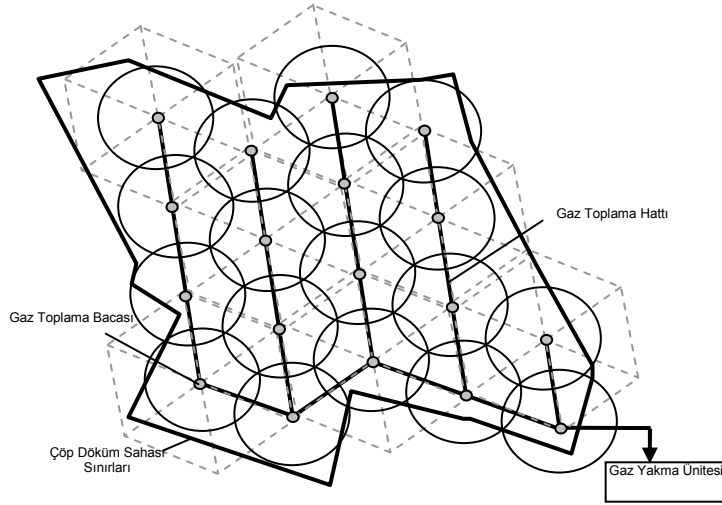
Çöp kütlesi içindeki mikrobiyolojik ayrışmalar sonucu ortaya çıkan çöplük gazı (depo gazı), içinde bulunan metan bileşeni nedeniyle yanabilen ve patlayabilen bir özelliktedir. Bu nedenle kontrollü olarak toplanması ve uzaklaştırılması gereken bir bileşendir. Katı atık depo sahasında oluşan gaz, pasif veya aktif toplama sistemi ile toplanabilir. Pasif sistemler, depo sahası içinde mevcut basınç ve gaz konsantrasyon farklılıklarından yararlanılması suretiyle depo gazını atmosfere ulaştırılması prensibine dayanırlar. Aktif gaz toplama sistemlerinde ise, gazın vakum esaslı bir toplama sistemi ve bertaraf ünitesi yoluyla uzaklaştırılması söz konusudur. Düzensiz depolamalarda önceden teşkil edilmiş bir gaz toplama ve uzaklaştırma sistemi olmadığından, gaz toplama amacıyla genellikle pasif sistemler tercih edilir. Pasif toplama sistemleri atık kütlesi içindeki gazın düşey yönlü bacaya doğru hareketine olanak sağlayacak bir yol oluşturmak amacıyla, yatay gaz toplama bacaları da içerebilirler. Ancak kapatılan düzensiz depolama alanlarının rehabilitasyonu için böyle bir uygulama çok zordur. Pasif sistemler aktif gaz toplama sistemlerine oranla daha ekonomik ve daha az bakım gerektiren sistemler olmalarına karşın bu sistemlerin yetersiz basınç gradyanı nedeniyle istenen düzeyde gaz çıkışı sağlayamamaları, katı atık kütlesine hava girişine neden olmaları ve toplanan gazın doğrudan atmosfere verilmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle aktif ve pasif toplama sistemlerinin bir harmanı olan 'hibrid' sistemlerin kullanılması en uygun yöntemdir. Bu sistemlerde yatay toplama boruları

olmaksızın aktif toplama yapılmakta ve toplanan gaz sistemin ucunda bir meşale ile yakılmaktadır.

Bu sebeplerle Kuşadası örneğinde, oluşacak depo gazını toplamak için düşey bacalardan oluşan, yukarıda yatay bağlantılarla gazın aktif olarak toplandığı hibrid bir sistem kurulması önerilmektedir (Alpaslan vd., 2005). Yerleşim planı Şekil 2'de verilen Kuşadası çöplüğü gaz toplama sisteminde bacalar arası mesafe 50 m olacak şekilde planlanmıştır. Bu yaklaşımla gaz toplama bacalarının etki yarıçaplarının yaklaşık 30 m olması sağlanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre, yaklaşık 40.000 m<sup>2</sup>'lik çöp döküm sahasında toplam 18 adet gaz toplama bacası açılması uygun görülmüştür. Şekil 2'de gösterildiği üzere bu sistemde her bir baca yaklaşık 2200 m<sup>2</sup>'lik bir alanda oluşacak gazı toplayacaktır. Toplanan gaz, saha üzerine kurulan bir yatay toplama şebekesiyle tek noktaya getirilecek ve burada yakılacaktır. Kesitleri Şekil 1b'de verilen gaz toplama bacalarının, önce üst örtü tabakası üzerine çıkıp daha sonra tekrar toprağa girerek ana gaz toplama hattına bağlanacak şekilde tasarımı ve inşası uygun görülmüştür. Gaz toplama boruları tipik olarak perfore veya delikli plastik borulardan imal edilecek ve depolama sahasında atık kalınlığının %50'si ile %90'ı derinliklere dek düşey olarak uygulanacaklardır. Bu çalışma sırasında, sahadaki yeraltı suyu seviyesi ile ilgili bilgi mevcut olmadığı için, ilk yaklaşım olarak gaz toplama bacalarının döküm sahası tabanına 7,5 m mesafeye kadar indirilmesi kabul edilmiştir. Bacalar gaz çıkış ağızı ile depo üst örtü tabakasının altından itibaren yaklaşık 5 m derinliğe kadar PVC boru, bu derinlikten sonra ise kısmi perfore plastik boru kullanılarak yapılacaktır. Bacanın perfore boru döşenen kısmında, boru ile baca dış kısmı arasına çakıl doldurulmak suretiyle bir gaz toplama bölgesi oluşturulacaktır. Gaz toplama bacaları bir ana gaz toplama



hattı ile birleşerek depo gazı toplama sistemini meydana getireceklerdir. Gaz toplama bacaları ile ilgili detay kesit Şekil 1b'de verilmiştir



**Şekil 2.** Kuşadası eski çöp depolama sahası için gaz toplama sistemi planı

## 6. SAHA SUYU TAHLİYESİ

Mevcut çöp depolama sahalarında, çöp sızıntı suyu ve yağışa bağlı yüzeysel su olmak üzere iki farklı tür suyun saha dışına bertarafı gerekmektedir. Depolama sahasına gelen yağmur sularının çöp içinden geçişi sırasında; ayrıca çöp kütlelerinde gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda oluşan sızıntı suları düzenli depolama sahalarında teknik bir drenaj sisteminin sahanın tabanına yerleştirilmesi ile toplanır. Ancak, Kuşadası ve benzeri düzensiz (vahşi) depolama yapılan sahalarda böyle bir alt yapı mevcut olmadığından sızıntı suyu çöp kütlelerini tabanına sızdırır ve daha sonra alttaki toprağın özelliklerine göre yoluna devam eder. Alt tarafta doğal olarak geçirimsiz bir tabakanın var olduğu yerlerde, sızıntı suyu depolama alanının mevcut eğimlerine göre hareket eder, çıkabileceği noktalardan çöp alanı dışına çıkıp yüzeyde akmaya devam eder. Depolama alanının tabanındaki zeminin geçirimsiz olması halinde ise, sızıntı suyu zemin içine süzülerek yeraltı suyuna kadar iner ve yeraltı suyuna karışarak suyun kalitesini ciddi mertebede bozar. Bunu önlemek için çöpün kaldırılarak

sahanın tabanına bir drenaj sisteminin kurulması ekonomik ve teknik olarak mümkün olmayacağı için, bu tür sahalarda sızıntı suyunun drenajına ilişkin ciddi bir önlem alınmaz. Kuşadası çöp depolama alanında sızıntı suyunun drenajına ilişkin bir önlem alınması söz konusu değildir. Ancak yapılacak yeraltı suyu örneklemelerinde kirlilik tespiti durumunda yeraltı suyunun kullanımına sınırlama getirilmelidir. Oluşacak sızıntı suyu, bulunduğu en uygun yoldan drene olarak sahanın en alt kotuna ulaşacak ve depolama tabanında doğal olarak geçirimsiz bir tabakanın var olduğu yerlerde, depolama alanının mevcut eğimlerine göre hareket ederek, çıkabileceği noktalardan dışarı çıkacaktır. Sözü edilen noktaların belirlenerek buralarda teşkil edilecek hendek sistemleri ile drenajının sağlanması gereklidir.

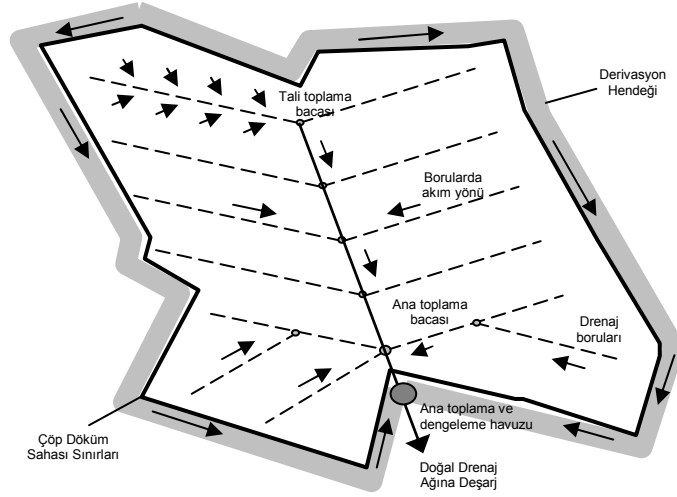
Sızıntı suyuna ek olarak, depolama sahasında yağışlar sonucu oluşan yüzeysel suların da bir drenaj sistemi ile toplanarak alınması ve saha dışına verilmesi sağlanmalıdır. Bu amaçla, rehabilite edilen çöplüklerde iki alt sistemin kurulması zorunludur. İlk sistem

doğrudan çöp depolama sahasının üzerine düşecek yağışın toplanması ve bertarafına yönelik kurulur. Sahanın üzerine düşecek yağış ya yüzeyden akışa geçer ya da üst bitki toprağı içerisinde sızar. Yüzeyden akışa geçen suyun kontrollü olarak toplanması ve üst örtüye zarar vermeyecek şekilde çöp depolama alanı dışına aktarılması için depo alanının üstü örtülürken uygun şevler verilerek suretiyle arazi tesviye edilir ve şevlerin doğal olarak drene olacakları toprak kanalları açılır. Üst bitki toprağının içine sızan suyun ise, kil tabakası üzerine yerleştirilecek bir çakıl tabakasının içerisinde konulacak drenaj boruları vasıtasıyla toplanması ve saha dışına aktarılması gerekir. İkinci sistem ise sahanın yukarısındaki su toplama havzasından gelecek olan akışın sahaya girmeden bertarafına yöneliktir.

Yaklaşık yüzey alanı 40.000 m<sup>2</sup> olan Kuşadası Belediyesi mevcut çöp depolama sahasının rehabilitasyonu kapsamında planlanan üst örtü tabakasının içerisinde, bu alan üzerine gelecek olan yağışın (üst vejetasyon tarafından kullanılmayan kısmının) drene edilmesi için 30 cm yüksekliğinde su drenaj tabakası yerleştirilmesi düşünülmüştür (bkz. Şekil 1a). Kaba çakıl malzemenin serilmesiyle oluşturulacak tabakanın içerisinde yüzeyden sızarak gelen suyun toplanması amacıyla bir drenaj ağı yerleştirilecektir. Muhtelif çaplarda delikli PVC borular kullanılarak hazırlanacak olan drenaj ağı ile sızan suyun kil tabakasına ulaşmadan toplanması ve bertarafı hedeflenmiştir. Şekil 3'de verildiği üzere, yanal drenler ve bunların bağlanacağı tali bacalarla toplanacak su, arazi eğimi dikkate alınarak yerleştirilecek bir ana hat vasıtasıyla saha kotunun en düşük olduğu noktaya ulaştırılacaktır. Burada inşa edilecek bir ana toplama bacasını takiben de doğal drenaj ağına verilecektir. Buna ek olarak, planlanan saha örtüsünün en üstünde yer alacak tarım

toprağının eğimi ise, tüm saha tek noktadan drene olacak şekilde tasarlanacaktır. Bu amaçla saha, Şekil 3'de gösterilen ana toplama kanalının üstüne tekabül eden hat boyunca, V-şeklinde eğimlendirilecektir. Yağış esnasında tarım toprağının üzerinde oluşacak yüzey üstü akışının, bu eğimi takip ederek doğal drenaj ağına ulaşması sağlanacaktır.

Kuşadası çöp depolama sahasının üzerine düşecek yağışa ek olarak, üst havzadan gelebilecek akışın da sahaya girmeden derine edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla sahanın etrafına su derivasyon (kafa) hendeklerinin açılması gerekmektedir. En az %1 eğim ile ve sahanın tamamını çevreleyecek şekilde kurulması önerilen bu kanal, sahanın en düşük kotunda bir toplama haznesine girecek ve su buradan doğal drenaj ağına verilecektir. Sözü edilen hendek trapez betonarme bir kanal olarak inşa edilecektir. Özellikle üst havzadan gelecek olan akışın toplanacağı kafa hendeklerinin nihai tasarımı, Kuşadası meteoroloji istasyonundan alınacak verilerle geliştirilecek yağış şiddet-tekerrür eğrileri kullanılarak yapılmalıdır.



**Şekil 3.** Kuşadası Eski Çöp Depolama Sahası için su drenaj sistemi

## 7. SONUÇ

Türkiye'nin AB Çevre Müktesebatı ile uyum sürecinde, katı atıkların bertarafı için kullanılan düzensiz (vahşi) çöp depolama alanlarının rehabilitasyonu kaçınılmaz olacaktır. Bu kapsamda yapılacak işler genel anlamda sahadaki mevcut durum tespiti, örtü tabakasının ve üst kullanımın planlanması, gaz toplama sisteminin, yağış ve sızıntı suyu drenajının projelendirilmesi olarak sıralanabilir. Sunulan çalışmada rehabilitasyonla ilgili genel hatlarıyla tanımlanan işler Kuşadası Belediyesi mevcut düzensiz çöp depolama alanı özelinde detaylandırılmış, böylelikle AB uyum süreci uygulamaları kapsamında benzerlerine bir örnek teşkil ederek karar vericilere yol göstermesi hedeflenmiştir.

## 8. KAYNAKLAR

Alpaslan, M.N., Dölgen, D., Gündüz, O. ve Sarptaş, H. (2005). Kuşadası Belediyesi Mevcut Çöp Depolama Alanı Rehabilitasyon Projesi Ön Etüd Raporu. Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Araştırma ve Uygulama Merkezi, 30s.

EU (1999). Council Directive 99/31/EC on the Landfill of Waste. Official Journal L 182.

KAKY (1991). Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. 14.3.1991 tarih ve 20814 Sayılı Resmi Gazete.

KADAYY, (1993). Katı Atık Deponi Alanları Yönetimi ile İlgili Yönerge. T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları.

Küçük Ölçekli Belediyelerde Atık Depo Alanlarının İnşaat ve İşletme Kılavuzu. T.C. Çevre Bakanlığı, Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müd., No.1

# DÜZENLİ DEPOLAMA ALANLARINDA KULLANILAN ÖRTÜ SİSTEMLERİ

Ümmükülsüm ÖZEL, N. Gamze TURAN, Osman Nuri ERGUN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 55139,  
Kurupelit / Samsun

e-posta

**ÖZET:** Düzenli depolama, katı atıkların bertarafında önemli bir yer tutmakta ve entegre katı atık yönetimine bağlı olarak yeni stratejilerin oluşturulmasında etkin rol oynamaktadır. Düzenli depolama ile ilgili olarak karşılaşılan en büyük problem sızıntı suyu problemidir. Depolama alanlarından kaynaklanan sızıntı sularının kontrolsüzce çevreye verilmesini önlemek amacıyla, depolama alanlarında örtü sistemleri kullanılmakta ve oluşan sızıntı suları toplanarak arıtılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, düzenli depolama alanlarında oluşan sızıntı sularının kontrolünde kullanılan örtü sistemlerini ve uygulanabilirliklerini araştırmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Düzenli depolama, sızıntı suyu, örtü sistemleri

## SANITARY LANDFILL LINING SYSTEMS

**ABSTRACT:** The sanitary landfill plays the most important role in the framework of solid waste disposal and will remain an integral part of the new strategies based on integrated solid waste management. The major environmental concern associated with landfills is related to discharge of leachate into the environment. In order to avoid uncontrolled release into the environment, landfills are lined and leachate is collected and treated. The aim of the study is to investigate lining systems used in sanitary landfilling and their feasibilities.

**Key Words:** Sanitary landfilling, leachate, lining systems

### 1. GİRİŞ

Düzenli depolama, evsel, ticari ve bazı endüstriyel katı atıkların uygun bir arazide kontrollü, düzenli ve sağlık şartlarına uygun bir şekilde depolanması aktivitesidir (Sorgun, 1988).

Düzenli depolama, atığın bileşimine, tane büyüklüğüne, nem miktarına ve diğer özelliklerine bakılmaksızın uygulanabilir tek yöntemdir. Diğer bertaraf yöntemleri ile karşılaştırıldığında oldukça ekonomiktir. İkincil bir bertaraf gerektirmediği gibi, bertaraf öncesi herhangi bir hazırlık da

gerektirmemektedir. Düzenli depolama ile kullanılamaz durumdaki arazinin geri kazanımı, düşük verimli arazinin verimli hale getirilmesi ve kullanılmayan arazilerin rekreasyon ve diğer amaçlarla kullanımı mümkün olabilmektedir. Dünyada oluşan katı atıkların yaklaşık %80'i düzenli depolama sahalarında depolanarak bertaraf edilmektedir.

Katı atıkların düzenli depolama ile bertarafında en büyük problem; kalabalık yörelerde ekonomik taşıma mesafesi içinde uygun yerin temini, tamamlanmış düzenli depolama alanlarında göçük ve yerel çökme

riski, gaz ve sızıntı suyu problemleridir (Sürücü, 1990).

Sızıntı suyu, depo alanına gelen yağmur sularının katı atık kütlelerinin arasından geçerken, buradaki kirlilikleri bünyesine alarak oluşan sudur. Bu kirliliğe, ayrıca depolanan atığın içinde meydana gelen çeşitli reaksiyonlardan açığa çıkan sıvılar da katkıda bulunmaktadır (TMMOB, 2005). Son yıllarda, sızıntı suyunun kanserojen bileşikler içerdiğinin tespiti ile deponilerde sızıntı suyunun çok iyi bir şekilde kontrol altına alınması gerekliliği önem kazanmıştır.

Sızıntı suyu miktarı bölgedeki yağışla yakın ilişkili olmakla birlikte, atıkların karakteris-tiğine, atık toplama yöntemine (sıkıştırılmalı/sıkıştırılmıyız), alanın topoğrafyasına, depo-lama yöntemine, örtü tabakasının özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Bu faktörler arasında örtü tabakasının oldukça büyük önemi bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, katı atık depolama alanlarındaki örtü sistemlerinin fonksiyon-larını, bileşenlerini, özelliklerini ve detaylarını araştırmaktır.

## **2. DEPOLAMA ALANLARINDA ÖRTÜ SİSTEMLERİNİN FONKSİYONLARI**

USEPA (1990, 1992)' ye göre örtü sistemleri için tasarım kriterleri,

- Atığın içerisine yağışın sızmasını minimize etmek,
- Yüzey drenajını desteklemek,
- Erozyona karşı dayanıklı olmak,
- Hayvan, böcek ve kemiriciler gibi taşıyıcı organizmalardan atığı ayırmak,

- Estetik görüntüyü geliştirmek,
- Depolarda gaz hareketini sınırlamak veya geri kazanımını arttırmak,
- Uzun vadede bakımını minimize etmek,
- İnsan sağlığı ve çevreyi korumak

gibi amaçları karşılamak üzere seçilmektedir.

## **3. DEPOLAMA ALANLARINDA ÖRTÜ SİSTEMLERİNİN BİLEŞENLERİ**

Düzenli depolama örtü sistemlerinin beş temel bileşeni bulunmaktadır. Örtü tasarımını büyük ölçüde etkileyen mekanizmalar, atığın oturması ve çökmesi, infiltrasyon/çökme ve eğim stabilitesidir. Şekil 1'de örtü sistemlerinin bileşenleri gösterilmektedir.

Düzenli depolama alanlarında kullanılan örtü sistemlerini alt örtü sistemleri ve üst örtü sistemleri olmak üzere 2 gruba ayırmak mümkündür.

Üst örtü sistemleri sızıntı suyundan çok yağış için bariyer oluşturduklarından alt örtü sistemlerinden farklıdır. Üst örtü sistemi için gerekli olan kimyasal direnç, alt örtü sistemleri için duyulan dirençten daha düşüktür. Bununla birlikte, üst örtü sistemleri erozyon, donma-erime koşulları, yuva yaparak çukur kazan hayvanlar ve kök içine işleme gibi durumlara maruz kalma ve sağlamlık açısından daha dayanıksızdır. Kentsel katı atıkların yüksek sıkışabilirlik özelliklerinden dolayı, üst örtülerin potansiyel oturmalara karşı koymak için yeterince esnek olması

gerekmektedir. aynı derecede önemli olmayabilmektedir.

Depo içerisinde sızıntı suyunun birikmesini önlemek için, üst örtü tabakasının permeabilitesinin, alt örtü tabakasının permeabilitesine eşit veya daha düşük olması gerekmektedir. Depo içerisine sızıntı suyunun birikmesi, sızıntı suyunun depolama alanının dışarısına sızmasına ve potansiyel olarak yüzeysel su kaynaklarının kirlenmesine neden olabilmektedir.

Üst örtü tabakasının kurumasını ve bozulmasını önlemek ve infiltrasyonu minimize etmek için, üst tabakanın üzerine bitkilendirilmiş toprak tabakası yerleş-tirilmektedir. Bitkilendirilmiş toprak tabakası, yüzey suyu akışına destek olmakta ve erozyonu önlemektedir. Bitkilendirme, toprak erozyonunu minimize etmek için yeterince yoğun, kuraklığa karşı dayanıklı, kendi kendini detekleyici olmalı ve düşük permeabiliteli tabakaya nüfuz etmeyecek köklere sahip bitkilerle yapılmalıdır. Bitkilendirmenin korunamadığı iklimlerde bu tabakanın yerine kaya veya kaba

çakıl türü materyaller de kullanılabilir.

Üst örtü tabakasının içerisine sızan suları minimize etmek için, bitkilendirilmiş toprak tabakası ile üst tabakasının arasına drenaj tabakası yerleştirilmektedir. Bunun için, tipik olarak 1-foot kalınlığında granüler drenaj materyali veya geonet kullanılmaktadır. Drenaj tabakasından suyu toplamak için genellikle deponun çevresinde drenler oluşturulmaktadır. Sızıntı suyunu toplarken verimi arttırmak için, drenaj tabakasının içerisine borular da yerleştirilebilmektedir. Bununla birlikte, boruların alt tabakalara zarar vermemesi ve potansiyel oturmalara karşı koymak için yeterince esnek olması gerekmektedir. Drenaj tabakası genellikle toprak infiltrasyonu ve köklerin nüfuz etmesinden dolayı oluşacak tıkanmaları minimize etmek için geotekstil veya toprak filtre arasına sıkıştırılmış bir şekilde yerleştirilmektedir.

<u>Profil</u>	<u>Tabaka</u>	<u>Temel Fonksiyonları</u>	<u>Materyaller</u>	<u>Açıklama</u>
	1. Yüzey Tabakası	Bitki gelişimini desteklemek; evapotranspirasyonu sağlamak; erozyonu önlemek	Üst toprak; kaba çakıl; Geosentetik erozyon kontrol sistemleri	Su ve/veya rüzgar erozyonunun kontrolü için genellikle yüzey tabakasına ihtiyaç duyulur
	2. Koruma Tabakası	Suyu depolamak; bitki, hayvan ve insanların alt tabakalara girişini engellemek; bariyer tabakasını kuruma ve donma/erime durumlarından korumak; stabiliteyi korumak	Karışık toprak; kaba çakıl	Koruma tabakasının bazı formlarına daima ihtiyaç duyulur ve koruma tabakası "örtü toprağı" tabakası içerisine birleştirilebilir
	3. Drenaj Tabakası	İnfiltrate olan suyun bariyer tabakası ile temasını engellemek için drene etmek; sızmanın şiddetini azaltmak	Kum; çakıl; geotekstil, geonet, geokompozit	Drenaj tabakası isteğe bağlıdır; sadece koruma tabakasına su geçişinin ve sızıntı şiddetinin fazla olduğu durumlarda gereklidir
	4. Bariyer Tabakası	Atığın içine suyun infiltrasyonunu minimize etmek; gaz çıkışını sağlamak	Sıkıştırılmış kil; geomembran, geosentetik kil	Bariyer tabakasına genellikle ihtiyaç duyulur; son derece kurak alanlarda ihtiyaç duyulmaz
	5. Gaz Toplama Tabakası	Gazı uzaklaştırmak ve/veya kullanmak üzere toplama için toplama noktalarına iletmek	Kum, geotekstil, geonet	Atıktan büyük miktarlarda gaz üretimi söz konusu olduğunda ihtiyaç duyulur

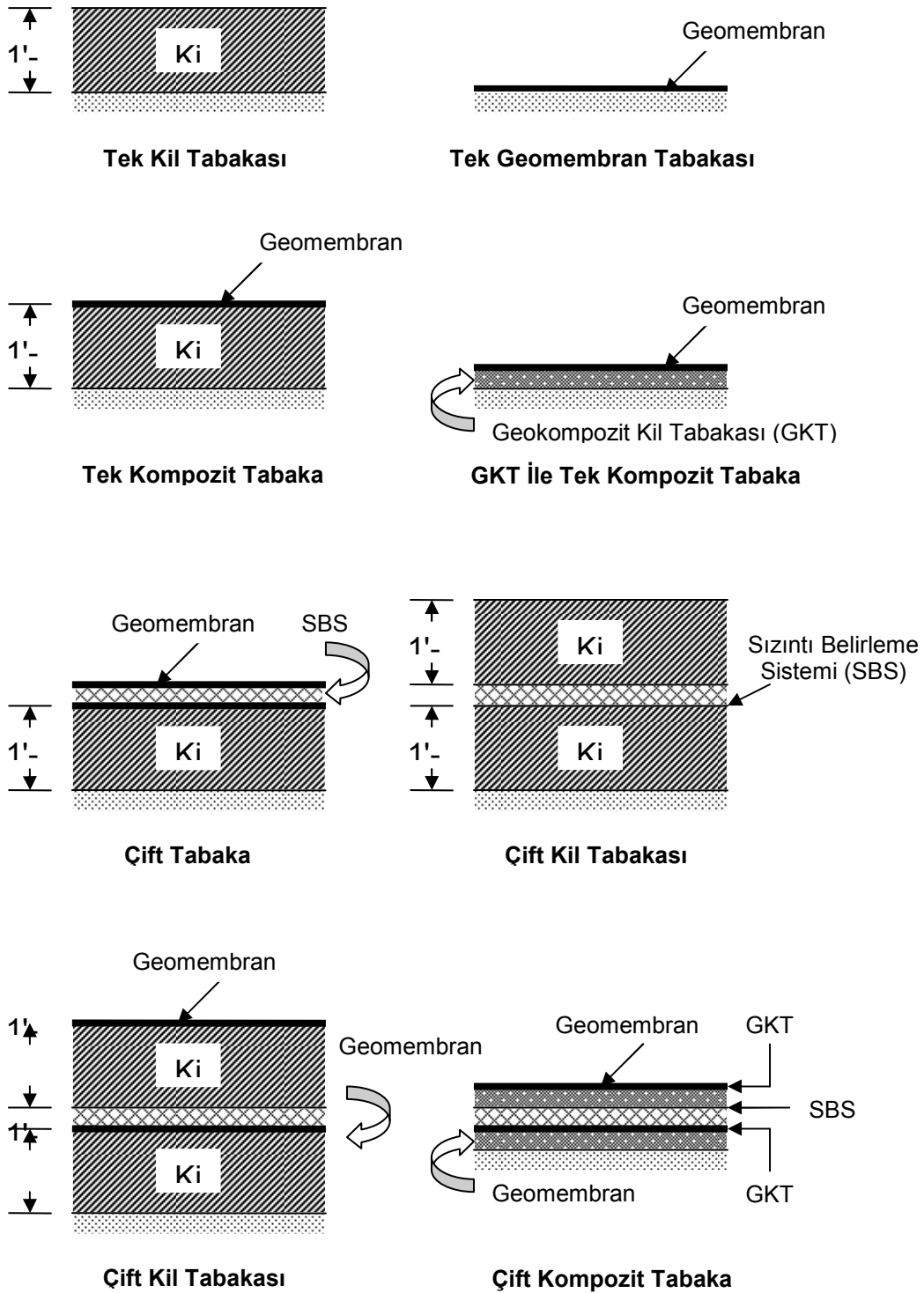
**Şekil 1.** Örtü Sistemlerinin Temel Bileşenleri (Koerner and Daniel, 1992)

#### 4. DEPOLAMA ALANLARINDA KULLANILAN ÖRTÜ MATERYALLERİ

Örtü sistemleri, genellikle düşük permeabiliteye ( $\leq 1 \times 10^{-7}$  cm/s) sahip materyallerden oluşmaktadır. Düşük permeabiliteye sahip doğal materyal

olarak killer, düzenli depolama alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kil mineralleri oldukça küçük (genellikle  $< 2 \mu\text{m}$ ) kristalin materyallerdir. Killer düşük permeabiliteye sahip olmasına rağmen, atığın altında oluşan oturmalarla gerçekleşebilen

potansiyel çatlaklara karşı oldukça hassastırlar.



**Şekil 2.** Taban Örtü Sistemlerinin Uygulama Şekilleri (Sharma and Lewis, 1994)

Doğal toprak materyallerinin yerine veya fonksiyonlarını arttırmak için sentetik materyaller olarak

tanımlanabilen geo-sentetikler de kullanılmaktadır. Düzenli depolama alanlarında kullanılan gesentetik



materyaller, geomembranlar, geotekstiller, geonetler, gogridler ve geosentetik kil örtülerdir.

Geomembranlar, genellikle esnek, oldukça düşük permeabiliteye ve polimerik yapıya sahip olan sentetik materyallerdir. Düzenli depolama alanlarında alt ve üst örtü sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. En çok kullanılan geomembran türü polietilen (PE) membranlardır. Polietilen membranlar, kimyasal olarak daha dirençli ve dayanıklıdır.

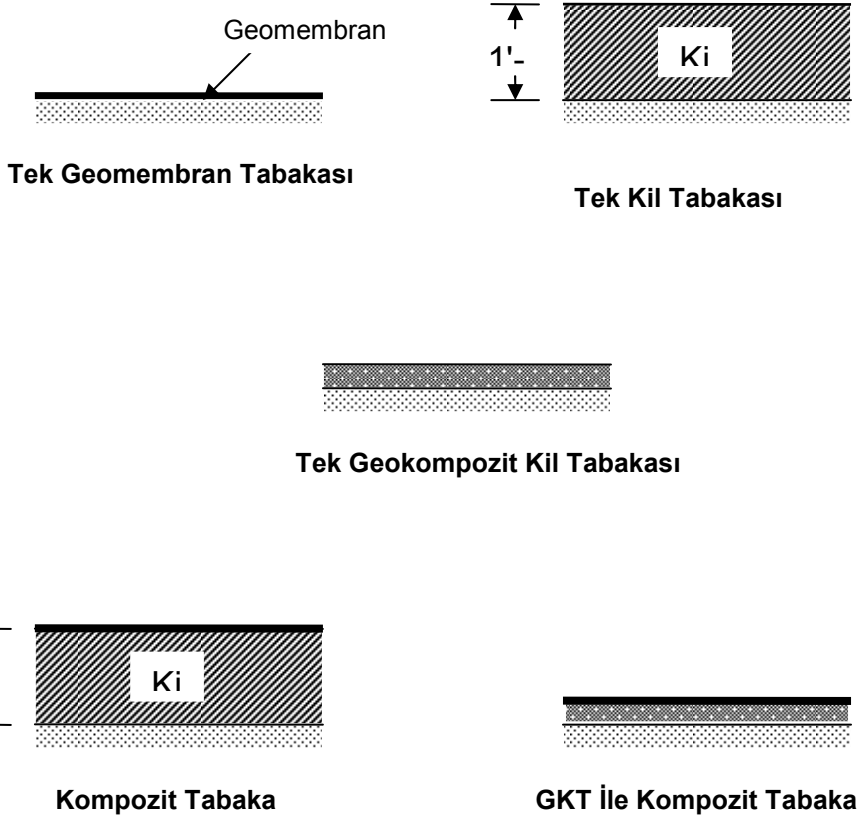
Geotekstiller, çoğunlukla polipropilen veya polyesterden ibaret olan sentetik materyallerdir. Düzenli depolama alanlarında, filtrasyon, seperasyon, destek, tampon ve drenaj amacıyla kullanılmaktadırlar. Son yıllarda yapılan uygulamalarda, geotekstil-lerin katı atıkların üzerine günlük örtü olarak kullanımı da dikkat çekmektedir.

Geonetler, düzenli depolama alanlarında çoğunlukla drenaj materyali olarak kullanılmaktadır. Yapılarının büyük bir bölümü

polietilenden oluşmakla birlikte, propilen, polistren vb. gibi materyallerden oluşan geonetler de bulunmaktadır. Genellikle birbirini sabit açı ile kesen açık ağ şeklinde paralel yapılardan oluşmaktadır.

Geogridler, polipropilen, polietilen, polyester veya PVC kaplı polyesterden oluşmuş yüksek dayanıklılığa sahip sentetik materyallerdir. Düzenli depolama alanlarında genellikle eğimi stabilize etmek veya dikleştirmek için toprak duvar oluşturmak veya toprak setleri altındaki dayanıksız tabakanın taşıma kapasitesini arttırmak amacıyla kullanılmaktadırlar.

Geosentetik killer, düşük permeabiliteye sahip, hidrate olmamış, kimyasal veya mekanik olarak bir geotekstil veya geomembrana bağlı granüler ya da toz bentonitten ibaret olan örtülerdir. Geosentetik killer, genellikle 15 feet genişliğinde ve 100 feet uzunluğunda panellerde oluşturulurlar ve esnek oldukları için sıkıştırılmış killere alternatif olarak kullanılabilirler.



**Şekil 3.** Üst Örtü Sistemlerinin Uygulama Şekilleri (Sharma and Lewis, 1994)

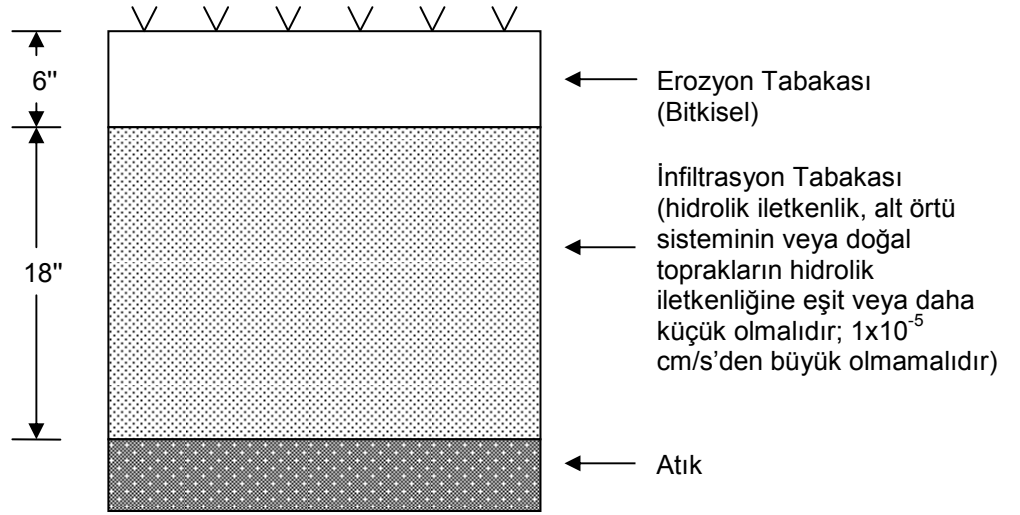
EPA tarafından, tehlikeli katı atık depolama alanlarında üst örtü sistemleri olarak aşağıdan yukarıya doğru;

- Minimum 24-inç düşük permeabiliteli ve maksimum hidrolik iletkenliği  $1 \times 10^{-7}$  cm/s olan toprak tabakası,
- Minimum 20-mil geomembran tabakası,
- Minimum hidrolik iletkenliği  $1 \times 10^{-2}$  cm/s olan 1 foot granüler drenaj materyali veya benzer özelliklere sahip geosentetik drenaj materyali,

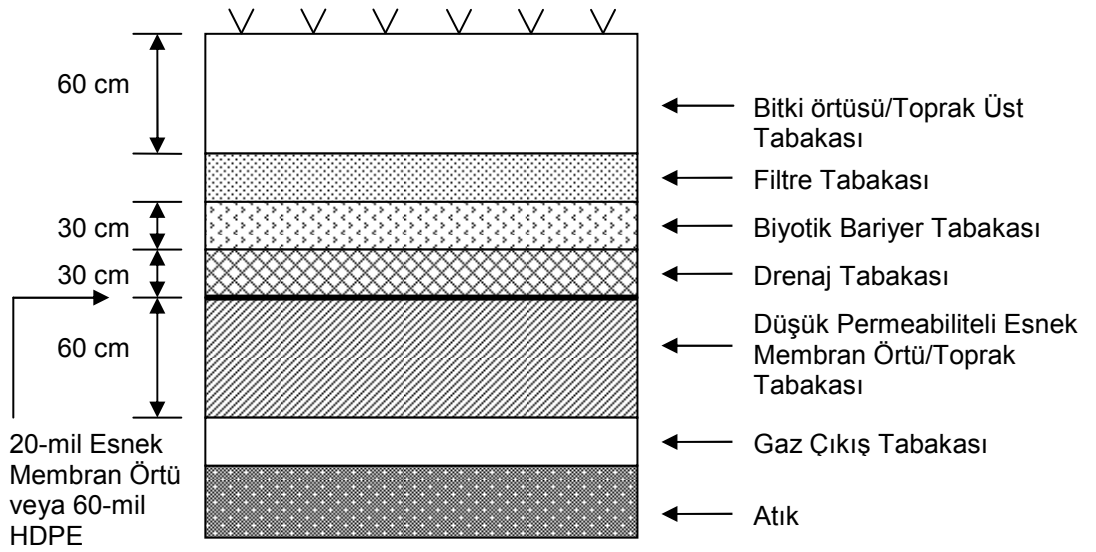
- Drenaj tabakasının kök veya toprak ile tıkanmasını önlemek için toprak veya geosentetik filtre tabakası,
- Minimum 2-foot kalınlığında, %3-5 oranlarında eğim verilmiş ve bitkilendirilmiş toprak tabakası

önerilmektedir.

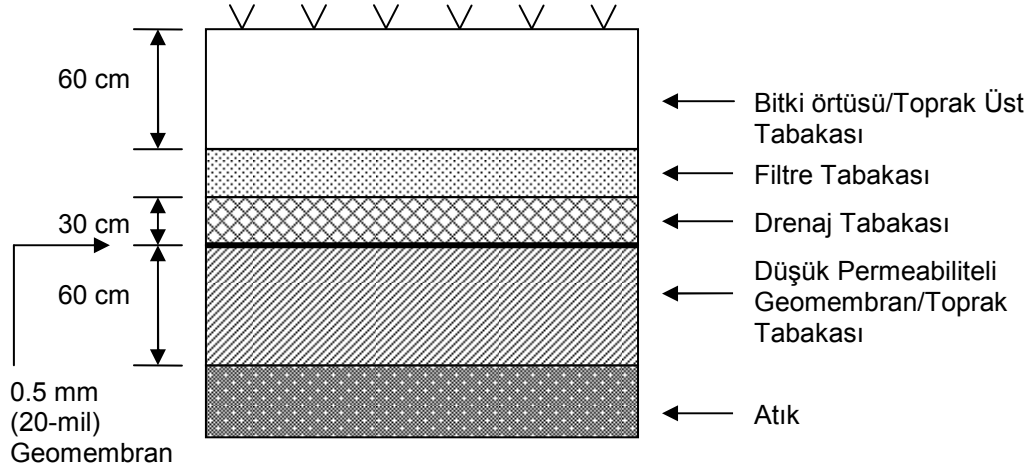
Şekil 4, 5 ve 6'da tehlikeli ve tehlikeli olmayan atık depolama sistemlerinde USEPA tarafından önerilen üst örtü sistemlerinin şematik görünüşleri verilmiştir.



**Şekil 4.** Tehlikeli Olmayan Katı Atıklar İçin USEPA Tarafından Minimum Önerilen Üst Örtü Sistemleri



**Şekil 5.** Tehlikeli Olmayan Katı Atıklar İçin USEPA Tarafından Önerilen Alternatif Üst Örtü Sistemi



**Şekil 6.** Tehlikeli Atıklar İçin USEPA Tarafından Önerilen Üst Örtü Sistemi

## 5. SONUÇ

Katı atıkların bertaraf yöntemleri arasında düzenli depolama önemli bir yer tutmaktadır. Düzenli depolamanın, diğer bertaraf yöntemlerine göre birçok avantajları olmasına rağmen sızıntı suyu ve gaz problemi kontrol altına alınamadığında ciddi çevre problemlerine neden olmaktadır.

Katı atık depolama alanlarında oluşan sızıntı suları, depo sahası tabanında oluşturulan, geçirimsiz tabaka ve drenaj sistemi ile depo tabanından uzaklaştırılmaktadır. Bu geçirimsizliği sağlamak amacıyla doğal olarak killi, sentetik olarak da geomembran, geogrid, geotekstil, geonet, sentetik killi ve geokompozitler kullanılmaktadır.

## 6.KAYNAKLAR

Bagchi, A., 1994. "Design, Construction, and Monitoring of Landfills", John Wiley & Sonss, Inc., Second Edition, Canada.

Barber, C. and Maris, P.J., 1994. "Leachate Recirculation: Full-Scale

Experience", Principles of Landfill Barrier Systems, Landfill of Waste: Barriers, Chapman & Hall Inc., 381-401.

Farquhar, G.J., 1995. "Experiences with liners using natural materials", Integrated Approach to Sanitary Landfilling, Med-Campus Solid Waste Management and Research Network, Training Course, Boğaziçi University, İstanbul, Turkey.

Koerner, R.M. and Daniel, D.E., 1992. "Preservation of the environment via Geosynthetic Containment", Geotextiles, Geomembranes, and Related Products, G. Den Hoedt, Ed., A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands.

McBean, E.A., Rovers, F.A. and Farquhar, G.J., 1995. Solid Waste Landfill Engineering and Design, Prentice-Hall, Inc., United States of America.

Sharma, H.D. and Lewis, S.P., 1994. Waste Containment Systems, Waste Stabilization, and Landfills: Design and Evaluation, John Wiley & Sons, Inc., USA, 588 p.

Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S.A., 1993. Integrated Solid Waste

Management, Engineering Principles and management Issues, McGraw-Hill, Inc., Singapore.

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), 1990. Seminars: Design and Construction of RCRA/CERCLA Final Covers, Seminar Notes, CERL 90-50, USEPA, Washington, D.C.

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), 1992. Draft Technical Manual for Solid Waste Disposal Facility Criteria, 40 CFR, Part 258, USEPA, Washington, D.C.

## TOPLANTILAR

*IWA - Small Water and Wastewater Treatment Plants Conference*  
26 – 1 March 2006  
Merida, Mexico  
Email: gonmar@servidor.unam.mx  
<http://pumas.iingen.unam.mx/small2006>

*IWA - Managing Rural Diffuse Pollution Conference*  
5 – 6 April 2006  
Edinburgh, UK  
Email: lynda.gairns@sepa.org.uk  
<http://www.sac.ac.uk/sacsepaconf>

*IWA - Slow Sand/Biofiltration Conference*  
3 – 5 May 2006  
Mulheim, Germany  
Email: n.graham@imperial.ac.uk  
<http://www.biofiltration-con2006-iww.de>

*IWA - Oxidation Technologies for Water and Wastewater*  
15 – 17 May 2006  
Goslar, Germany  
Email: aop4@cutec.de  
[www.cutec.de/aop4](http://www.cutec.de/aop4)

*IWA - Sustainable Sludge Management (Ecwatech)*  
30 – 1 June 2006  
Moscow, Russia  
Email: info@sibico.com  
[www.ecwatech.com](http://www.ecwatech.com)

*IWA - Symposium on Water Distribution System Analysis*  
27 – 30 August 2006  
Ohio, USA  
Email: steven.buchberger@uc.edu

<http://www.eng.uc.edu/wdsa2006/>

*ISWA and DAKOFA Annual Congress - Waste Site Stories*  
1-5 October 2006  
Copenhagen  
<http://www.iswa2006.org>

*Southeast Recycling Conference & Trade Show*  
March 6-9  
Pensacola Beach, Florida;  
[www.southeastrecycling.com](http://www.southeastrecycling.com)

*IARC 2006: 6th International Automobile Recycling Congress*  
March 15-17  
Amsterdam, Netherlands  
[www.icm.ch](http://www.icm.ch)

*Northeast Recycling Council Spring Conference*  
March 21-22  
Northampton, Massachusetts  
[www.nerc.org](http://www.nerc.org)

*Carolina Recycling Association 16th Annual Conference & Trade Show*  
March 21-24  
Raleigh  
[www.cra-recycle.org](http://www.cra-recycle.org)

*Waste Expo*  
April 25-27  
Las Vegas  
[www.wasteexpo.com](http://www.wasteexpo.com)

*12th Annual Maine Recycling & Solid Waste Conference,*  
May 2-3  
Bar Harbor  
[www.mrra.net](http://www.mrra.net)

*New York Federation of Solid Waste Association Solid Waste/Recycling Conference*  
May 7-10  
Lake George, New York;  
[www.nyfederation.org](http://www.nyfederation.org).

*16th Annual Conference of the Professional Recyclers of Pennsylvania*  
June 26-28  
Pittsburgh  
[www.proprecycles.org](http://www.proprecycles.org).

*Washington State Recycling Association's 26th Annual Conference*  
May 21-24  
Spokane, Washington  
[www.wsra.net](http://www.wsra.net)

*Recycle Florida Today*  
June 4-7  
St. Pete Beach, Florida  
[www.recyclefloridatoday.org](http://www.recyclefloridatoday.org)

*Missouri Recycling Association Annual Conference*  
June 5-7  
St. Charles, Missouri  
[www.mora.org](http://www.mora.org)

*Illinois Recycling Association's 26th Annual Conference,*  
June 12-14  
Aslip, Illinois  
[www.illinoisrecycles.org](http://www.illinoisrecycles.org)

*Arkansas Recycling Coalition 2006 Annual Conference*  
June 19-21, Tunica, Mississippi  
[www.recycleark.org](http://www.recycleark.org)

*Association of Oregon Recyclers Annual Conference,* June 22-24, Eugene, Oregon;  
[www.aorr.org](http://www.aorr.org).

*Paper Recycling Conference*  
June 25-27  
Chicago  
[www.paperrecyclingconference.com](http://www.paperrecyclingconference.com).

## YAYINLAR

*Managing Livestock Wastes to Preserve Environmental Quality*

Ronald Miner, et al (January 15, 2000)  
Fiyatı: \$69.99

*Solid Waste Landfill Engineering and Design*

Edward A. McBean, et al (October 31, 1994)  
Fiyatı: \$89.00

*Managing Livestock Wastes to Preserve Environmental Quality*

J. Ronald Miner, et al (January 15, 2000)  
Fiyatı: \$69.99

*Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes*

Pradyot, Phd Patnaik (January 24, 1997)  
Fiyatı: \$85.00

*The Practical Handbook of Compost Engineering*

Roger T. Haug (July 23, 1993)  
Fiyatı: \$150.33

*Solid Waste Engineering*

P. Aarne Vesilind, et al (November 5, 2001)  
Fiyatı: \$117.95

*The Waste Crisis: Landfills, Incinerators, and the Search for a Sustainable Future*

H. Y. Tammemagi (December 1, 1999)  
Fiyatı: \$27.50

*Geotechnical Practice for Waste Disposal*

David E. Daniel (January 1, 1993)  
Fiyatı: \$140.00

*Recycling and Incineration: Evaluating the Choices*

Richard A. Denison, John Ruston (June 1, 1990)  
Fiyatı: \$50.00

*Final Covers for Solid Waste Landfills and Abandoned Dumps*

Robert M. Koerner, David E. Daniel (May 1, 1997)  
Fiyatı: \$54.00

*Handbook of Solid Waste Management*

Frank Kreith, George Tchobanoglous (June 22, 2002)  
Fiyatı: \$100.89

*Methane from Community Wastes (Elsevier Applied Biotechnology Series)*

Ron Isaacson (December 31, 1990)  
Fiyatı: \$280.00



# YAZIM KURALLARI

## GENEL KURALLAR

### 1. Dil

Dergi üç ayda bir Türkçe olarak yayınlanır. Makalenin başında makalenin Türkçe-İngilizce özeti ve anahtar kelimeleri verilecektir.

### 2. Yazıların Sunulması

Yazıların aslı ile üç fotokopisi (ve mümkünse WP, WS ve ACSII kodunda yazılan bilgisayar disketi veya CD'si) Dergi'nin Editörlerinin adresine gönderilmelidir. Ayrıca yazışmaların yapılabilmesi için ayrı bir sayfaya yazının başlığı, yazı ile birlikte yazarın/yazarların ad ve soyadı, açık adresi, telefon-faks numaraları ve elektronik posta adresi yazılarak gönderilmelidir.

### 3. Yazıların Değerlendirilmesi

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

### 4. Yazının Başka Yerlerde Yayınlanması

Yazılar Derginin Editörlerinin yazılı izni olmadan başka 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 edilemez. Basılmış yazının beş kopyası yazının ilk yazarına ücretsiz olarak gönderilir. İlave kopyalar için ücret alınır.

### 7. Yazıların Geri Gönderilmesi

Değerlendirme sonucu yayınlanması uygun görülmeyen yazılar yazarlarına geri gönderilir. Yayınlanan yazıların asılları istenirse yayın tarihinden itibaren en çok bir ay içinde yazarlara geri gönderilebilir.

## SAYFA DÜZENİ

1. Yazılar, A4 normunda yazı sayfasına üstten ve alttan 2,5 cm, soldan ve sağdan 2 cm bırakılarak çift aralıkla daktilo edilmeli, şekil ve tablolar ayrıca verileceğinden yazı içinde bunların yerleştirileceği yeterli boşluk bırakılmalıdır.
2. İlk sayfada başlık üstten 5 cm, büyük harflerle koyu olarak yazılmalı, yazı başlığı 70 harfi geçmemeli, 14 punto büyüklüğünde olmalı ve gereksiz uzatmalardan kaçınılmalıdır.
3. Yazarların ismi, soyadı (koyu olarak) ve açık adresleri başlıktan sonra 2 aralık bırakılarak ortalanarak yazılmalıdır. Eğer yazarlar farklı kurum/kuruluşlarda görev yapıyorlarsa sayılarla her yazarın görev aldığı adres, telefon-faks numaraları ve elektronik posta edresleri (italik olarak) belirtilmelidir.

## MAKALE DÜZENİ

Makalede tüm yazılar "Arial" yazı karakteriyle yazılmalıdır.

1. **ÖZET** (italik, 10 punto, metin hemen özet başlığının yanından başlamalı)

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** (italik, 10 punto)

Konu sınıflandırmasının yapılabilmesi için en çok 10 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler verilir. Anahtar kelimelerde ilk harf büyük, diğerleri ise küçük harfle başlamalıdır.

3. **İngilizce Başlık** (italik, koyu, büyük harf, 12 punto ortalanacak, öncesinde iki sonrasında bir boşluk bırakılacak)

4. **ABSTRACT** (italik, 10 punto, metin hemen abstract başlığının yanından başlamalı)

Makalenin İngilizce özeti genelde Türkçe özetin tercümesinden oluşmaktadır.

5. **Key Words** (italik, 10 punto)

Türkçe yazılmış anahtar kelimelerin İngilizcesi verilecektir. Anahtar kelimelerde olduğu gibi keywordslerde de ilk harf büyük, diğerleri ise küçük harfle başlamalıdır.

6. **GİRİŞ** (büyük harf, 12 punto)

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

7. **Yazının Türü**

Yazılar aşağıdaki üç türden birinde yazılabilir

- a) Özgün araştırmalar ile ilgili yazılar
- b) Uygulama örneklerini bilimsel bir yaklaşımla aktaran yazılar
- c) 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. Bölüm Başlıklarının Düzenlenmesi

Makale içindeki ana başlıklar numaralandırılmalı ve büyük harflerle yazılmalıdır. Birinci alt başlıklar da ana başlığı takip edecek şekilde numaralandırılmalı ve ilk harfleri büyük harf olacak şekilde yazılmalıdır.

---

**Örnek:**        **3. METODOLOJİ** (koyu, 12 punto, büyük harf)  
                  **3.1. Deney Düzeni** (koyu, 12 punto, kelimelerin ilk harfleri büyük)  
                  **3.1.1. Kullanılan malzemeler** (koyu, 12 punto, sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük)  
                  **3.1.1.1. Organik atıklar** (koyu, italik, 12 punto, sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük)

---

Ana başlıklardan önce 2 sonra ise bir boşluk bırakılmalıdır. Ara başlıklardan önce ve sonra birer boşluk bırakılmalıdır.

## 10. Şekiller

Yazıya konacak şekiller, fotoğraflar, grafikler, çizimler, fotoğraflar ve tablolar metin içinde verilmeli ayrıca ayrı ayrı sayfalar halinde şekil, fotoğraf, grafik, çizim, fotoğraf ve tablo numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir. Şekil numaraları koyu yazılmalıdır. Şekil isimleri ise ilk harfi büyük geri kalanı küçük harf olmalı ve normal yazılmalıdır (koyu değil). Şekil ile şekil başlığı arasında 1 boşluk bırakılmalı ve şekil başlığı soldan hizalanmalıdır. Şekillerin içinde yazı ile açıklama yapılacaksa uygun büyüklükte font seçilmelidir. Şekil içlerinde en küçük yazı karakteri olarak 8 punto seçilmesi tercih edilmektedir.

## 11. 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. Yazıya konacak çizimler metin içinde verilmeli ayrıca ayrı ayrı sayfalar halinde çizim numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir.

## 12. Grafikler

Teknik resim kurallarına uygun olarak ve mümkün olduğunca küçük çizilmelidir. Yazıya konacak grafikler metin içinde verilmeli ayrıca ayrı ayrı sayfalar halinde grafik numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir.

### 13. Fotoğraflar

Fotoğraflar parlak kağıda basılmış, küçüldüğü zaman resim özelliği bozulmayacak boyut ve kalitede olmalıdır. Fotoğrafların arkasına hafifçe yazının başlığı ve şekil numarası yazılmalıdır. Yazıya konacak fotoğraflar metin içinde verilmeli ayrıca ayrı ayrı sayfalar halinde fotoğraf numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir.

### 14. Tablolar

Tablolar üstte tablo numarası ve adı, bir aralıktan sonra tablonun kendisi gelecek şekilde yazılmalı, tablonun yatay ve dikey çizgileri çizilmeli ve yazıya eklenmelidir. Tablo başlıklarında ilk harf büyük olmalı, diğer kelimeler küçük harfle yazılmalıdır. Tablo başlıkları sola dayalı olacak şekilde yazılmalı, iki satır olması durumunda bir üstteki ilk kelimenin altından hizalanmalıdır. Tabloların tüm hücreleri çerçevelenmeli ve format kaymalarına dikkat edilmelidir. Yazıya tablolar metin içinde verilmeli ayrıca ayrı ayrı sayfalar halinde tablo numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir. Tabloların ilk satır ve sütunları koyu olmalıdır (parametrelerin verildiği bölümler).

### 15. Dipnot

Yazılarda dipnot kullanılmamalıdır.

### 16. 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 *Carcinogens in Industry and the Environment* (J.M. Sontag, ed.), Marcel Dekker Inc., New York, p.p. 283-290, 1990.

#### **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, 1998.

#### **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, pp.69-73, 1989.

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 kuruluşlara 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 : .....

Fax : .....

E-mail : .....

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 kuruluşlara 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 : .....

Fax : .....

E-mail : .....

İmza

**KATI ATIK KİRLENMESİ ARAŞTIRMA VE DENETİMİ**  
**TÜRK MİLLİ KOMİTESİ**  
**BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ**

80815 BEBEK - İSTANBUL

**KATI ATIK KİRLENMESİ ARAŞTIRMA VE DENETİMİ**  
**TÜRK MİLLİ KOMİTESİ**  
**BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ**

80815 BEBEK - İSTANBUL