

KATI ATIK VE ÇEVRE

Sayı: 8 Ekim 1992

Değerlerimiz

Ekim 1992

OKURLARINIZA

bu sayıya değin...



Başkan

Osman Çiftçi, Milli Komite Başkanı

Yürütme Kurulu Başkanı

Yürütme Kurulu Üyesi

Yürütme Kurulu Üyesi



KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

görevlendirilmiştir. Şişli'de...

Sayın Okuyucu,

Kırmızı Çiçek

KATI ATIK VE ÇEVRE

Sayı 8, Ekim 1992

İÇİNDEKİLER

Okurlarımıza	1
Basından Katı Atıklarla ve Çevre İle İlgili Haberler	2
İstanbul'da Zararlı Atık Boşaltım Tesisinin Yer Seçimi İçin Bir Optimizasyon Yaklaşımı İlhan Or	6
Zararlı Maddelerin Orman Topraklarına Etkileri M. Doğan Kantarcı	14
Katı Atık Yakma Tesisi Uçucu Küllerinin Solidifikasyonu Seval Sözen - Ayşe Filibeli	28
İzmir Kenti Eysel Katı Artıklarında Bulunan Toksik Maddelerin Araştırılması Kadir Kestioğlu	36
Toplantılar	45
Yayınlar	51
Yazım Kuralları	52

KATI ATIK ARAŞTIRMA ve DENETİMİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ Adına Sahibi ve

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

Üç ayda bir yayınlanır.

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

Dizgi - Baskı Hazırlık
Ece Dizgi
252 79 06 - 516 65 16

BASKI
Cem Ofset Matbaacılık Sanayii A.Ş.
Beşyol, Fabrikalar Cad. No: 21
Sefaköy, İSTANBUL Tel: 579 43 13

Çevreyi Korumak İçin Bu Dergi Geri Kazanılmış Kağıda Basılmıştır.

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

OKURLARIMIZA

Katı Atık ve Çevre Dergisi bu sayısı ile yayın hayatının ikinci yılını tamamlıyor. Bir derginin sekiz sayısını herbirini beşbin nüsha olarak bastırmak ve ücretsiz olarak dağıtmak hiç kolay değildir. Ancak katı atık konusunda ülkemizde önemli ilerlemelerin yapılması gerektiği inancında olan Katı Atık Türk Milli Komitesi bu görevi tüm zorluklarına rağmen yerine getirmek için hiç bir fedakarlıktan kaçınmamaktadır.

Dergimiz daha iyi olabilir. Bunun için yalnız bizim çabalarımızdan başka, siz, kıymetli okuyucularımızın da desteğine ihtiyaç vardır. Mesela ister üyemiz olsun veya olmasın, tüm Belediyelerimiz katı atık konusunda neler yaptıklarını veya neler yapmayı planladıklarını bize duyurlarsa bu bilgileri bizim de okuyucularımıza duyurmamız mümkün olacaktır.

Katı Atık ve Çevre dergisinin ikinci sayısından bu yana basım masraflarını hiç bir karşılık beklemeden tamamiyle "çevre dostu" bir zihniyetle Lever-İş A.Ş. yüklenmiştir. Her sayıda ilk sahifenin en altında, çok küçük harflerle yazılan ve çok az kişi tarafından okunan teşekkür yazımız tamamı ile Milli Komitemizin insiyatifi ile yazılmıştır. Ancak bu sayıda, ikinci yılımızı tamamlarken, kendilerini alenen de teşekkür etmeyi doğru bulduk.

Dergimizin bu sayısında katı atık yönetimi ile ilgili olduğu kadar, genel çevre konusuna da giren çok ilginç dört makale bulacaksınız. Aslında makalelerin içeriği ve yazarlarının disiplinlerine dikkat edilirse, Katı Atık ve Çevre Dergisi'nin konuları hakikaten disiplinlerarası bir yaklaşımla ele aldığı açık bir şekilde anlaşılmaktadır. İleriki sayılarımızda da aynı yaklaşımı sürdüreceğimizi ve katı atık ve çevre konularında önemli hamleler gerçekleştirmesi için her türlü çabayı göstereceğimizi bir daha bildiririz.

Katı Atık Türk Milli Komitemizin çok önemli bir girişimi de önümüzdeki Haziran ayında Uluslararası Katı Atık Birliği ile birlikte Düzenli Depolama Alanlarının Projelendirilmesi ve Tehlikeli Atıkların Yönetimi konularında iki yoğun kurs, Gelişmekte Olan Ülkelerde Tehlikeli Atık Yönetimi konusunda uluslararası bir sempozyum tertiplemesidir. Şimdiye kadar olan müraعاتlar Sempozyumun çok başarılı olacağını göstermektedir. Sayılı dinleyici kabul edilecek olan kurslarda ise dünyanın en iyi uzmanları eğitici olarak katılacaktır. Okurlarımızın muhakkak katılmalarında fayda olacağına inandığımız bu faaliyetler için daha fazla bilgi Dergimiz önümüzdeki sayılarında verilecektir.

Saygılarımla,

Kriton Curi

BASINDAN KATI ATIKLARLA VE ÇEVRE İLE İLGİLİ HABERLER

- * İstanbul, Ankara, Adana ve Trabzon belediyelerinde çalışan 44 bin işçi dün greve başladı... Belediye işçilerinin grevi nedeniyle çöpler toplanamadı.

Sabah, 31 Temmuz 1992.

- * Kemalpaşa ve Sabuncubeli'nde çıkan yangınlarda 300 dönüm çam yandı.

Hürriyet-Ege, 2 Ağustos 1992.

- * İzmir Barosu Foçalı 3 vatandaş tarafından Başbakanlık Özel Çevre Koruma Kurulu'nun onayladığı İmar Planını iptal için açtığı davayı desteklediğini bildirdi... Onaylanan İmar Planı'nın uygulanması ile Bakanlar Kurulu tarafından Özel Çevre Bölgesi ilan edilen Foça'nın telafi edilemeyecek bir tahribata uğrayacağı belirtildi.

Hürriyet-Ege, 4 Ağustos 1992.

- * Kuşadası Belediyesi tarafından Dünya Çevre Günü'nde başlatılan ve belediye denetimli yerlerde uygulamaya konulan "Naylon torba ve pet şişeye hayır" kampanyasına ünlü mankenler destek verdi.

Yeni Asır, 6 Ağustos 1992.

- * Atom Enerjisi yerine kamış. Alman TV Programcısı Franz Alt "petrol, kömür, benzin ve nükleer enerji" yerine kamış kullanılabileceği iddiasında... Ve nükleer santraller de geçmiş zaman anıtları olarak kalacaklar.

Hürriyet, 8 Ağustos 1992.

- * Zehirli atık taşıyan Estonya bandıralı Heltermaa II gemisi, Türkiye'nin boşaltma

izni vereceği düşüncesiyle aylarca Karadeniz'de bekledikten sonra ümitler kesilince dün sabah Boğaz'lardan geçerek, karasularımızdan ayrıldı... Alman demir-çelik fabrikalarının baca filtrelerinde biriken sağlığa zararlı atığı taşıyan Hertermaa II gemisi 4 Nisan'da Hamburg limanından yola çıkmıştı.

Hürriyet, 9 Ağustos 1992.

- * Side'de 300 hektar orman kül oldu. Antalya Orman Bölge Müdürü Şaban Kılıç, yangınların çıktığı bölgelerin arasında yaklaşık 2-3 kilometre mesafe bulunduğunu belirterek, "yangında kesinlikle kasıt var" dedi.

Hürriyet, 9 Ağustos 1992.

- * Çorlu'daki Konyalılar Mensucat Fabrikası'ndaki faciaya artezyenden kaynaklanan metangazı patlamasının neden olduğu kesinlik kazanıyor. Başta bölgedekiler olmak üzere aynı koşullarda deposu ve kuyusu olan fabrikalarda endişe başladı. Bu tür işyerleri sıkı denetlenecek.

Milliyet, 10 Ağustos 1992.

- * Üniversite ve çevre dernekleri termik santralin kurulduğu bölgede canlı yaşamın yanı sıra tarım ve turizm potansiyelinin yokolacağını belirterek yapımından vazgeçilmesini istiyorlar.

Ülkenin karanlıkta kalmaması için termik santrallara ihtiyaç olduğunu bildiren hükümet temsilcileri ise, alınacak önlemlerle çevreye zarar vermeyeceği görüşünü savunuyor.

Milliyet, 10 Ağustos 1992.

- * Temizlik işçilerinin grevi nedeniyle cadde ve sokaklarda oluşan çöp dağları halkın sağlığını tehdit ediyor. Özellikle hastahanelerin bulunduğu bölgelerdeki atıklar tehlike saçıyor.

..... Ümraniye'deki çöplük, hayvanların beslenme yeri haline geldi.

Milliyet, 10 Ağustos 1992.

- * Ekolojik denge bozulurken iklim değişiyor. "..... Haziran'ın 15'i ile Ağustos'un 15'i arasında bu kadar yağış olmazdı. Son yıllarda sürekli yağmur var. Çernobil patladıktan sonra artık topraklarımız da eskisi kadar verimli değil. Ürünümüzün tadı bile kalmadı". Meteorolojik veriler de Karadeniz'lilerin iklim değişikliği konusundaki yargılarını doğruluyor.

Milliyet, 11 Ağustos 1992.

- * İstanbul'da Sağlık Müdürlüğü'nün Uzmanlar komisyonu, çöplerin halk sağlığını tehdit eder boyuta ulaştığını açıkladı. İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Haliç Kıyısı'ndaki Su Doldurma Kuyusu çöplerle kaplanmış durumda.

Hürriyet, 12 Ağustos 1992.

- * Maddi sıkıntı çeken Çevre Koruma Vakfı'na finansman sağlamak amacıyla Vali Kutlu Aktaş'ın direktifi doğrultusunda büyük sanayi kuruluşlarına yapılan bağış çağrısı destek gördü. Yapılan çağrıdan sonra yaklaşık 20 gün içerisinde sanayi kuruluşlarından Vakfa 39 milyon lira bağış yapıldığı açıklandı.

Hürriyet-Ege, 12 Ağustos 1992.

- * Devlet İstatistik Enstitüsü ve Sağlık Bakanlığı tarafından yapılan kükürtdioksit ve duman ölçümlerini baz alarak 1990 ve 1991 yıllarına ilişkin "Kirlilik Haritası"nı hazırladı. Buna göre Çanakkale ve Sivas, havası en kirli illerimiz oldu. İstanbul ise kirlilik oranı sınırlarını 107 gün aşarak rekor kırdı.

Hürriyet, 12 Ağustos 1992.

- * Temizlik işlerini özelleştiren ve çöp grevi sırasında herkes kan ağlarken, Belediye sınırları içindeki halka sıkıntı çekirtmeyen Adalar Belediye Başkanı Recep Koç ile Kartal Belediye Başkanı Mehmet Ali Büklü, özelleştirmenin keyfini yaşadı... Adalar'daki yollar Avrupa'daki gibi temizlik sonrası deterjanlı sularla yıkanarak adeta dezenfekte ediliyor.

Hürriyet, 14 Ağustos 1992.

- * Bir gecekonduya altyapı götürmek düzenli yapılaşmış bir bölgeye altyapı götürmekten çok pahalıdır. Düzenli yapılaşmış bir konuta elektrik, su, havagazı, telefon, yol, kanalizasyon, televizyon anteni gibi altyapı hizmetleri götürmenin maliyeti 10 milyon ise, bunları gecekonduya götürmenin maliyeti 50 ile 80 milyon arasında değişmektedir.

Milliyet, 18 Ağustos 1992.

- * Konak Belediyesi'nde grevin ertelenmesinin üzerinden dört gün geçmesine rağmen ara sokaklardaki çöpler olduğu gibi duruyor. Ana caddeler ve iş merkezleri ile Alsancak gibi semtlerin dışında daha 5 bin ton çöpün kaldırılmayı beklediği öğrenildi.

Hürriyet, 18 Ağustos 1992.

- * Sanayileşeceğiz diyen Türkiye sürekli doğa sermayesinden yiyor.

Milliyet, 19 Ağustos 1992.

- * Başta Trakya olmak üzere Türkiye'nin çeşitli yerlerinde buğday hasadından sonra sapsız yakılması, toprak ve canlılar açısından tam bir katliamı andırıyor. Bu yangınlarla topraktaki organik maddeler yok olurken, kaçamayan canlılar yok oluyor... Anız yangınlarından çıkan dumanlar, sürücülerin görüş mesafesini sifira indirip kazalara neden oluyor.

Hürriyet, 20 Ağustos 1992.

- * Samsun - Çarşamba arasında düşenecek yüksek gerilim hattına engel olduğu

gereğesiyle 35 kilometrelik yolda 10 bin ağacın kesilmesi, çevreci kuruluşları ayağa kaldırdı.

Hürriyet, 20 Ağustos 1992.

- * Çorlu'daki 32 ölümlü metangazı patlaması, gözleri İstanbul'daki kuyu ve çöplüklere çevirdi. Her geçen gün genişleyen İstanbul'da bir zamanlar çöp dökme yerleri olarak kullanılan bölgelerde yükselen binaların metangazı bombaları üzerinde olduğu açıklandı.

Milliyet, 20 Ağustos 1992.

- * Bayındırlık ve İskan Bakanı Onur Kumbaracıbaşı, öncelikle sahil beldelerinde arıtma tesisi kurulması için uluslararası finans kurumlarından kredi sağlanmaya çalışıldığını açıkladı. "Atıkların arıtma tesislerinde arıtılmadan denize bırakılmasına izin verilmeyeceğini" kaydetti.

Hürriyet-Ege, 22 Ağustos 1992.

- * Kirliliğin yanı sıra bilinçsiz ve kaçak avlanma, her geçen gün balık neslini tüketirken, Göcek koylarında da tam bir katliam sergileniyor. Işıklı avlanma nedeniyle projektörlerden kaçan binlerce küçük balık sahillere vuruyor.

Hürriyet, 22 Ağustos 1992.

- * ABD gemileri denizlerimizi kirletmeyecek. Antalya'da bulunan ANTMARIN Şirketi ile Amerikan Savunma Bakanlığı arasında deniz ve çevre kirliliğini önlemek amacıyla 3,5 milyon dolarlık sözleşme imzalandı. Şirket yetkilileri ABD gemilerinin, tatbikat ya da ziyaret için Türk karasularına ve limanlarına gelişinde kirliliği önlemek amacıyla hizmet vereceklerini söylediler.

Hürriyet, 22 Ağustos 1992.

- * Pamukkale'de incelemelerde bulunan Kültür Bakanı Fikri Sağlar Afrodiasis Kentindeki tarih talanıyla ilgili soruşturma başlatıldığını, sonucuna göre gerekenin yapılacağını açıkladı.

Hürriyet-Ege, 22 Ağustos 1992.

- * İzmir Körfezi'ni kurtaracak "Büyük Kanal Projesi'nin en önemli bölümünü oluşturan arıtma tesisleri inşaatının ilk adımı atıldı. Çamur pompa istasyonu ve trafo inşaatlarının gerçekleştirilebilmesi için yapılan zemin düzenleme çalışmaları, 11 milyar 400 milyon lira harcamayla 6 ayda bitirilecek.

Hürriyet-Ege, 25 Ağustos 1992.

- * Uluslararası Çevreci Greenpeace gemisi The Sirius, ziyaret amacıyla dün İstanbul'a geldi. Limanda Karaköy rıhtımına yanaşan geminin yanında duran paslı variller ve hemen yanında bulunan çöpler de sanki The Sirius gemisine inat duruyor. Çevreci gemi, belki de ilk kez çöplerle karşılandı.

Milliyet, 3 Eylül 1992.

- * Üç aydır hazırlığı sürdürülen Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği, 25 faaliyet alanına rapor hazırlama zorunluluğu getiriyor. Boğaz'daki yapılaşma için de ÇED raporu istenecek.

Milliyet, 6 Eylül 1992.

- * Bergama'da, Ovacık yakınlarındaki madende altın üretimine başlayacak olan çokuluslu Eurogold şirketi, maliyeti düşük tutmak için siyanür kullanarak yapacağı çalışmalarda arıtma tesisi kurmaya gerek duymadı. Arıtma tesisi kurmaktan kaçınan şirketin alacağı izin, Türkiye'de yine siyanür kullanarak altın üretimine başlayacak olan bir dizi çokuluslu dünyaca tanınan şirketler için de "emsal" oluşturacak.

Milliyet, 14 Eylül 1992.

- * "..... Almanya'nın bazı hastahane artıklarını Fransa'ya gönderdiğinin anlaşılmasıyla patlak veren "zehirli çöp" skandalı Eylül başında Avustralya çıkışlı sanayi atıklarının bir Fransız fabrikasında işlenerek zararsız hale getirildiğinin anlaşılmasıyla ulusal bir polemik boyutu kazanmış bulunuyor."

Milliyet, 14 Eylül 1992.

- * Giderek gökdelenler kenti haline gelen İstanbul'un Büyükdere Caddesi'nde ta-

mamlanan veya yapımı süren 16 gökdelen bulunuyor. Kentte gökdelen tanımına giren yapıların toplamı ise 38'e ulaştı... Uzmanlardan bir kısmı gökdelenleri kentin bağrına saplanmış hançerler olarak niteliyor.

Milliyet, 25 Eylül 1992.

- * Trabzon Sağlık Müdürlüğü Halk Sağlığı Şubesi tarafından hazırlanan bir raporda, insan sağlığını olumsuz olarak etkileyen faktörlerin başında gürültünün geldiği belirtildi... İnsan sağlığını psikolojik ve fizyolojik yönden olumsuz etkileyen gürültü kaynaklı stres, kulak çınlaması, sağırılık, tansiyon yükselmesi, sindirim bozukluğu, dikkat dağınılığı, uykusuzluk ve yorgunluk nedeni.

Milliyet, 30 Eylül 1992.

- * Çevre Bakanı Doğançan Akyürek, hazırlanan "Türkiye Kirlilik Haritası"yla ilgili çalışmaların son aşamaya geldiğini açıkladı. ...Çevreyi kirleten kuruluşların yüzde 80-85'i kamu kuruluşları. ... Şeker fabrikalarının tümü, kağıt fabrikalarının yine hemen hemen tümü çevre kirliliğine yol açıyor. Türkiye'deki 14 termik santralden 13'ü çevresini kirletiyor. İstanbul'da Marmara Denizi'ne akan 154 dere var. Bu derelere çevrelerindeki fabrikaların, sanayi sitelerinin atıkları dökülüyor. Sonuçta bu dereler Marmara'yı kirletiyor.

Milliyet, 30 Eylül 1992.

- * Türkiye, su israfında dünyada ilk sırada! Günde 2 milyon metreküp su, banyo ve tuvaletlerde kullanılırken bu oran Batı'da sadece 1 milyon metreküp. Yapılan araştırmada günde 6 litre su kullanan Avrupa'lılara karşı Türkler'in 9 litre su tükettikleri belirlendi.

Yeni Asır, 30 Eylül 1992.

GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE TEHLİKELİ ATIK YÖNETİMİ ULUSLARARASI SEMPOZYUMU

(24-26 Haziran 1993)

Başvuru: Katı Atık Türk Milli Komitesi

Prof.Dr. Kriton Curi

Boğaziçi Üniversitesi

80815 Bebek-İstanbul

Telefon: 257 50 33; 263 15 00

İSTANBUL'DA ZARARLI ATIK BOŞALTIM TESİSİNİN YER SEÇİMİ İÇİN BİR OPTİMİZASYON YAKLAŞIMI

İlhan OR*, Mustafa AKGÜL
Boğaziçi Üniversitesi
Bebek, İstanbul

ÖZET:Bu makalede İstanbul ili sınırları içinde bir zararlı atık uzaklaştırma tesisi yeri belirlenmesi problemi bir "istenmeyen tesis" yer seçimi problemi olarak ele alınmıştır. Kurulan eniyileme modelinde amaç seçilen yerin önceden belirlenmiş bir grup hassas birimden en yakınına olan ağırlıklı mesafenin ençoklanması olarak tanımlanmıştır. Coğrafi sınırlar ve böyle bir tesisin yapılmasına izin verilemeyecek bölgeler bir dizi doğrusal ve dairesel eşsizlik denklemleri ile ifade edilmiştir. Ortaya çıkan doğrusal olmayan ve konveks olmayan kısıtlı eniyileme problemi için kullanılan geometrik esaslı, etkin bir çözüm yöntemi makalede anlatılmakta ve İstanbul vakası için, model parametrelerinin muhtelif değerleri altında elde edilen çözümler sunulmaktadır.

AN OPTIMIZATION APPROACH FOR LOCATING A HAZARDOUS WASTE DISPOSAL FACILITY IN ISTANBUL PROVINCE

ABSTRACT:In the present paper, the problem of locating a hazardous waste disposal facility in İstanbul province is taken up as an undesirable facility location problem. An optimization model is set up, in which the objective is to maximize the minimum distance of the location to be selected, to a set of predetermined, environmentally sensitive entities. Topographical conditions and restricted areas are defined using a series of linear and circular inequality constraints. The solution procedure implemented to the resulting constrained nonlinear optimization problem is briefly discussed and various solutions obtained under different parameter settings are presented.

GİRİŞ

Hızlı sanayileşmenin ve enüfus artışının sonucu olarak katı atık (evsel, sanayi veya zararlı atıklar) uzaklaştırması problemi bütün dünyada önem kazanmaktadır. Günümüzde, bilhassa büyük metropollerde bu problem ciddi boyutlara ulaşmıştır.

Bu problemin önemli bir parçası katı atık uzaklaştırma (veya imha) tesislerinin yerlerinin ve sayılarının belirlenmesidir. Bu tesisler için muhtelif teknolojiler sözkonusudur, ancak hangi teknoloji kullanılırsa kullanılsın ve planlama, kuruluş, işletme ile bakım ne kadar titizlik ve ciddiyetle yapılsa da bu tesisler çevre ve insan sağlığı için ciddi riskler oluştururlar. Dolayısı ile katı atık uzaklaştırma tesisleri birçok yerleşim birimi ve kuruluş tarafından "istenmeyen" tesis kabul edilir. Yani ilgili kişiler ve kuruluşlar bu tesislerin kendi yakın çevrelerinde bulunmasını istemezler. Öte yandan bütün büyük metropollerin yakın çevresinde yeterli kapasitede bu gibi tesislerin bulunması kaçınılmazdır. Katı atık uzaklaştırma tesislerinin bir yandan istenmeyen tesis, diğer yandan ise kaçınılmaz olması bu tesisler için yer seçimi problemini politik boyutları da bulunan hassas bir sorun haline getirmiştir. Seçilen alternatifin teknik ve ekonomik

gereksinimleri kadar muhtelif baskı guruplarını da tatmin etmesi gerekir.

Bu çalışmada yeni bir katı atık uzaklaştırma tesisi için uygun yer seçimine yardımcı olacak bir eniyileme yaklaşımı tanıtılmaktadır. İncelenen problem tek bir tesis yer seçimini içermekte, taranan coğrafi bölgenin sınırlarının önceden belirlendiği ve bu bölge içindeki olumsuz etkilenecek birimlerin açıkça tanımlanmış olduğu öngörülmektedir. Kurulan eniyileme modeli bir kısıtlı, doğrusal olmayan programlama modelidir. Kullanılan çözüm yöntemi ise, literatürde son zamanlarda önerilen bir prosedüre dayanarak (Melachrinoudis ve Cullinane, 1982), eniyi çözüm için gerekli şartları taşıyan aday noktaların hızla belirlenmesini ve bazı basit geometrik analizlerle sınanmasını içermektedir. Bu yaklaşım İstanbul civarında hastane atıklarının işleneceği bir zararlı atık uzaklaştırma tesisinin yer seçimine uygulanmıştır.

PROBLEM TANIMI VE MODEL KURULMASI

Önceki bölümde de belirtildiği gibi, yeni katı atık uzaklaştırma tesisleri için, çevredeki yerleşim birimleri ve diğer hassas birimler

* Katı Atık Türk Milli Komitesi Üyesi

üzerindeki olumsuz etkileri enazlayacak bir şekilde yer seçimi yapılması çok önemli ve kritik bir problemdir. Bu çalışmada inceleme alanının sınırlarının bilindiği ve bu alan içerisinde kurulacak tek bir tesisten olumsuz olarak etkilenecek n adet hassas birim (yerleşim birimleri, barajlar, akarsular, göller, ormanlar) bulunduğu kabul edilmektedir.

"Olumsuz etkinin" kantitatif ölçütü olarak kurulacak tesis ile hassas birim arasındaki Euclid uzaklığı alınmıştır. Dolayısı ile, eniyilemenin amacı olarak kurulacak tesis ile bir hassas birim arasındaki en küçük uzaklığın ençoklanması kabul edilmiştir. Bu yapı hassas birim üzerindeki olumsuz etkinin uzaklığın doğrusal bir fonksiyonu olarak azaldığını kabul eder ve "en kötü" olumsuz etkiyi minimuma indirmeyi hedefler. Bu yaklaşım literatürde birçok araştırmacı tarafından benzer yerseçimi problemlerinde kullanılmıştır (Dasarathy ve White, 1980; Drezner ve Wesolowsky, 1983; Drezner ve Wesolowsky, 1985; Erkut ve Neuman, 1989; Melachrinoudis ve Cullinane, 1985; Melachrinoudis ve Cullinane, 1986; Mehrez ve Stulman, 1986).

Katı atık uzaklaştırma tesisinin her hassas birim üzerindeki olumsuz etkisinin göreceli derecesi modele bir katsayı ile yansıtılmıştır. Dolayısı ile, eniyilemenin esas amacı kurulacak tesis ile bir hassas birim arasındaki en küçük ağırlıklı uzaklığın ençoklanmasıdır. Bu şekilde, birimlerin kurulacak tesisin yakınlığına olan olumsuz hassasiyetleri arttıkça ilgili katsayı azalacak ve dolayısı ile tesisin o birime daha uzak bir yere kurulmasının önemi artacaktır. Gene bu yaklaşım literatürde muhtelif araştırmacıların çalışmalarının paralelindedir (Mehrez ve Stulman, 1986; Erkut ve Neuman, 1989; Melachrinoudis ve Cullinane, 1982).

Kurulan modelin bir başka özelliği de her hassas birim etrafına bir "yasak bölge" tanımlanabilmesi ve kurulacak tesisin bu bölge içinde olmasına izin verilmemesidir. Bu tip kısıtlara gerçek hayatta sık rastlanır ve dolayısı ile mevcudiyetleri modeli daha gerçekçi bir konuma getirir. Ancak, bunlar genelde modelleme ve çözüm sırasında sorun yaratabilirler (Drezner ve Wesolowsky, 1980; Drezner ve Wesolowsky, 1983; Erkut ve Neuman, 1989; Brady ve Rosenthal, 1980). Çalışmada, yasak bölgelerin, ilgili hassas birim ortada olmak üzere, yuvarlak oldukları kabul edilmiştir. Yasak bölge yarıçapı ise ilgili hassas birimin özelliklerine dayanan önemli bir

model parametresidir.

Yukarıda tanımlanan problem matematiksel olarak aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

İki boyutlu, sınırlı bir S bölgesi içinde, merkezleri önceden belirlenmiş $P_i(a_i, b_i)$ noktalarında bulunan r_i yarıçaplı $i=1, \dots, n$ yasak bölgeler dışında kalmak üzere bir (x, y) noktasının bulunması. Amaç belirlenen (x, y) noktasından $P_i(a_i, b_i)$, $i=1, \dots, n$, noktalarına olan en küçük ağırlıklı uzaklığın, $w_k d_k(x, y)$, ençoklanmasıdır. Yani

$$\max_{x, y} \left\{ \min_{i=1, \dots, n} w_i d_i(x, y) \right\} \quad [1]$$

kısıtlar

$$(x, y) \in S \cap C \quad [2]$$

burada w_i kurulacak tesisin i. hassas birime olan olumsuz etkisinin göreceli derecesi

$$d_i(x, y) = [(x-a_i)^2 + (y-b_i)^2]^{0.5} \quad i=1, \dots, n \quad [3]$$

$$C_i = \{(x, y) : d_i(x, y) \geq r_i\} \quad i=1, \dots, n \quad [4]$$

$$C = \bigcap_{i=1}^n C_i \quad [5]$$

S iki boyutlu, sınırlı bir alandır

P_0 olarak tanımlanan yukarıdaki problemi daha rahat çalışılabilecek bir şekilde formüle edebilmek için amaç fonksiyon içindeki "en küçük ağırlıklı uzaklık" terimini yansıtacak yeni bir değişken, z, tanımlanır ve bununla ilgili olarak aşağıdaki ek kısıtlar belirlenir.

$$z \leq w_i d_i(x, y) \quad i=1, \dots, n \quad [6]$$

Bu durumda [1] ve [2] aşağıdaki şekli alır:

$$\max z \quad [7]$$

kısıtlar

$$z^2 - w_i^2 [(x-a_i)^2 + (y-b_i)^2] \leq 0 \quad i=1, \dots, n \quad [8]$$

$$(x, y) \in S \cap C \quad [9]$$

Öte yandan, yasak bölgelerin tanımından yararlanarak

$$"x \in C"$$

terimi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$r_i^2 - (x-a_i)^2 - (y-b_i)^2 \leq 0 \quad i=1, \dots, n \quad [10]$$

S alanı konveks olmayabilir, hatta sınırları doğrusal olmayabilir. Ancak, bu sınırlar yeterli sayıda doğrusal çizgi ile yaklaşık olarak ifade edilebilir. Dolayısı ile S, k adet konveks poligonun bileşimi olan, bir konveks olmayan poligon gibi düşünülebilir. Her j konveks poligonun tüm s_j kenarları köşe noktalarının, $p_{ij}(a_{ij}, b_{ij})$, $i=1, \dots, s_j$, sıralanması ile tanımlanabilir. Bu durumda, " $x \in S$ " kısıtı aşağıdaki denklem kümelerinin bileşimi olarak tanımlanabilir. Söz konusu l_{ij} , v_{ij} parametreleri köşelerin koordinatları, (a_{ij}, b_{ij}) , $i=1, \dots, s_j$; $j=1, \dots, k$, verildiğinde kolayca hesaplanabilir.

$$u_{ij}x + v_{ij}y - l_{ij} \leq 0 \quad i=1, \dots, s_j \quad [11]$$

Bu açıklamalar çerçevesinde eniyileme problemi, P_1 , aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\max z \quad [7]$$

kısıtlar

$$z_i^2 - w_i^2[(x-a_i)^2 + (y-b_i)^2] \leq 0 \quad i=1, \dots, n \quad [8]$$

$$r_i^2 - (x-a_i)^2 - (y-b_i)^2 \leq 0 \quad i=1, \dots, n \quad [10]$$

$$u_{ij}x + v_{ij}y - l_{ij} \leq 0 \quad i=1, \dots, s_j \quad [11]$$

S alanı konveks olmadığı için doğrusal denklemlerin basit bir kesişimi olarak ifade edilemeyeceği vurgulanmalıdır. Ancak, S alanı herbiri [11] de açıklanan tipte bir denklemler kümesi ile ifade edilebilen, konveks poligonların bileşimi olarak görülmelidir.

P_1 problemi bir doğrusal olmayan programlama problemidir. Ancak, çok etkin bir çözüm yöntemine yol açan bazı ilginç özellikleri vardır. Bu özellikler bir sonraki bölümde tartışılmaktadır.

ENİYİLİK GEREKLİ KRİTERLERİ VE BİR ÇÖZÜM YÖNTEMİ

İlk aşamada P_1 probleminde [10] kısıt kümesini gözardı edelim ve kalan probleme P_2 problemi diyelim. P_2 probleminin eniyi çözümünün olurlu alanın bir uç noktasında olduğu gösterilebilir ve bu problemin bütün uç noktaları [8] ve [11] kümeleri içindeki denklemlerin tüm üçlü kombinasyonlarını alıp eşitlik olarak çözerek bulunabilir. Ancak, bu şekilde türetilen her uç noktasının Kuhn-Tucker eniyilik gerekli şartlarını (Bazaara ve Shetty, 1979) sağlayıp sağlamadığının ve lokal eniyi nokta olup olmadığının incelenmesi gerekir. Melachrinoudis ve Cullinane (1982) bu incelemenin onurluluk kontrollerine ve uç nokta türetiminde kullanılan üç denkleme bağlı olarak belirlenen

bazı basit geometrik şartlara dönüşebildiğini göstermiştir. İlgili testler guruplar halinde aşağıda özetlenmektedir.

[8] kümesinden üç denklem kullanılarak belirlenen uç noktalar için:

Aşağıdaki şartlar sağlanıyorsa türetilen uç nokta, (x, y, z) , bir lokal eniyi noktadır.

- Noktanın olurlu olması (yani [8] ve [11] kümeleri içindeki tüm kısıtları karşılaması),
- (x, y) noktasının türetimde kullanılan üç denklemle ilgili merkez noktalarının, $P_i(a_i, b_i)$, $P_j(a_j, b_j)$, $P_k(a_k, b_k)$, belirlediği üçgen içinde kalması.

[8] kümesinden iki, [11] kümesinden bir denklem kullanılarak belirlenen uç noktalar için:

Aşağıdaki şartlar sağlanıyorsa türetilen uç nokta, (x, y, z) , bir lokal eniyi noktadır.

- Noktanın olurlu olması (yani [8] ve [11] kümeleri içindeki tüm kısıtları karşılaması)
- (x, y) noktasının türetimde kullanılan iki [8] kümesi denklemini merkez noktalarının, $P_i(a_i, b_i)$, $P_j(a_j, b_j)$, [11] kümesi denkleminin karşı geldiği sınır çizgisine projeksiyonların belirlediği çizgi parçası üzerinde kalması.

[8] kümesinden bir, [11] kümesinden iki denklem kullanılarak belirlenen uç noktalar için:

Aşağıdaki şartlar sağlanıyorsa türetilen uç nokta, (x, y, z) , bir lokal eniyi noktadır.

- Noktanın olurlu olması (yani [8] ve [11] kümeleri içindeki tüm kısıtları karşılaması)
- (x, y) noktasının türetimde kullanılan iki [11] kümesi denkleminin belirlediği külahın köşe açısının π 'dan az olması ve [8] kümesi denklemini merkez noktasının, $P_i(a_i, b_i)$, bu külahın içinde kalması.

Yukarıda açıklanan şartları sağlayan tüm uç noktalar P_2 problemi için lokal eniyi noktalar. Bu noktalar [10] kümesi içindeki kısıtları da sağladıkları takdirde P_1 problemi için de lokal eniyi noktalar. P_1 problemi ele alındığında, yukarıda belirlenen uç noktalardan [10] kümesi içindeki herhangi bir kısıtı sağlayamayanlar elimine edilmelidir. Öte yandan, P_1 problemin ilave uç noktaları (ve dolayısı ile ilave lokal eniyi noktaları) bulunabilir. Bunların türetimi ve lokal eniyilik için sınanmaları

aşağıdaki gibi yapılabilir.

[8] kümesinden iki, [10] kümesinden bir denklem kullanılarak belirlenen uç noktalar için:

Aşağıdaki şartlar sağlanıyorsa türetilen uç nokta, (x,y,z) , bir lokal eniyi noktadır.

- i) Noktanın olurlu olması (yani [8], [10] ve [11] kümeleri içindeki tüm kısıtları karşılaması),
- ii) (x,y) noktasının türetimde kullanılan üç denklemle ilgili merkez noktalarının, $P_i(a_i,b_i)$, $P_j(a_j,b_j)$, $P_k(a_k,b_k)$, belirlediği üçgen içinde kalması.

[8] kümesinden bir, [10] kümesinden iki denklem kullanılarak belirlenen uç noktalar için:

Aşağıdaki şartlar sağlanıyorsa türetilen uç nokta, (x,y,z) , bir lokal eniyi noktadır.

- i) Noktanın olurlu olması (yani [8], [10] ve [11] kümeleri içindeki tüm kısıtları karşılaması),
- ii) (x,y) noktasının türetimde kullanılan üç denklemle ilgili merkez noktalarının, $P_i(a_i,b_i)$, $P_j(a_j,b_j)$, $P_k(a_k,b_k)$, belirlediği üçgen içinde kalması,
- iii) (x,y) noktasının türetimde kullanılan iki [10] kümesi denklemi ile ilgili yasak bölgelerin kesişiminin içinin boş olmaması.

[8] kümesinden bir, [10] kümesinden bir ve [11] kümesinden bir denklem kullanılarak belirlenen uç noktalar için:

Aşağıdaki şartlar sağlanıyorsa türetilen uç nokta, (x,y,z) , bir lokal eniyi noktadır.

- i) Noktanın olurlu olması (yani [8],[10] ve [11] kümeleri içindeki tüm kısıtları karşılaması),
- ii) (x,y) noktasının türetimde kullanılan [10] ve [11] kümesi denklemlerinin gradyanlarının belirlediği külahın köşe açısının π 'dan az olması ve [8] kümesi denklemi merkez noktasının, $P_i(a_i,b_i)$, bu külahın içinde kalması

P_i probleminin tüm lokal eniyi noktaları belirlendikten sonra, global eniyi nokta bunların arasından z değeri en büyük olanının seçimi ile belirlenir. Diğer lokal eniyi noktalar z değer-

lerine göre sıralanır ve alternatif çözümler olarak saklanır.

İSTANBUL ÇEVRESİNDE ZARARLI ATIK BOŞALTIM TESİSİ YER SEÇİMİ

Kabuller ve Veri Derlemesi

Bir önceki bölümde açıklanan yöntem İstanbul'daki hastanelerin zararlı atıklarının toplanabileceği merkezi bir tesis için uygun bir yer belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu amaçla, öncelikle, 1/50,000 ölçekli haritalar üzerinde bir inceleme yapılarak tarama ve inceleme alanının dış sınırları yaklaşık olarak belirlenmiştir. Daha sonra, bu katı atık uzaklaştırma tesisinden olumsuz olarak etkilenebilecek tüm hassas birimler tanımlanmış ve harita üzerinde, koordinatları ilgili hassas birimin ağırlık merkezine gelen, bir nokta ile gösterilmiştir.

Her noktanın etrafında, ilgili hassas birim etrafındaki yasak bölgeye, yani tesisin yapısına kesinlikle müsaade edilemeyecek bölgeye, karşılık gelecek bir daire tanımlanmıştır. Yer seçiminin Haliç ve İstanbul Boğazı yakınlarında olmaması için de bu su yollarını ve yakın çevresini kaplayacak şekilde ilave bir dizi nokta ve daire tanımlanmıştır. Örneğin İstanbul Boğazı civarındaki yasak bölge bileşimi ilgili alanı tamamen kaplayan 11 daire ile tanımlanmıştır.

Daha sonra, her nokta için, kurulacak zararlı atık uzaklaştırma tesisinin ilgili hassas birim üzerindeki olumsuz etkisinin göreceli derecesini ifade eden bir katsayı belirlenmiştir (birimlerin kurulacak tesisin yakınlığına olan olumsuz hassasiyetleri arttıkça ilgili katsayı azalmakta ve dolayısı ile tesisin o birime daha uzak bir yere kurulmasının önemi artmaktadır). Bu katsayıların değerleri için literatürdeki benzer çalışmalar (Melachrinoudis ve Cullinane, 1985) ve ilgili hassas birimlerin fiziki ve çevre özellikleri incelenmiş, Katı Atık Türk Milli Komitesi ile temaslar yapılmıştır. Bu çerçevede, yerleşim birimleri için nüfuslar, barajlar için hacim ve kullanım miktarları, ormanlar için ekolojik hassasiyetler esas alınan temel özellikler olmuştur. Her hassas bölge sınıfı için kullanılan katsayı değerleri ve yasak bölge yarıçapları Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Hassas Birim Sınıfları.

Sınıf	Katsayı Değerleri	Yasak Bölge Yarıçapı
Yerleşim Birimleri	1-4	5
Baraj ve Rezervuarlar	3-5	3
Akarsu ve Göller	4-9	2
Ormanlık Alanlar	4-10	2

Bu incelemeye, hassas birim olarak, nüfusu 25,000'in üzerinde olan 15 yerleşim birimi, 4 ormanlık alan, üç baraj ve bir rezervuar dahil edilmiştir. Bu hassas birimlerin tanımları, nüfusları, ağırlık merkezi koordinatları, önem katsayıları ve yasak bölge yarıçapları Tablo 2'de sunulmaktadır. Bazı durumlarda birden fazla hassas birimin tek nokta ile gösterildiği olmuştur. Bu, ilgili hassas birimlerin birbirlerine çok yakın olmaları ve yasak bölgelerinin

bileşiminin tek bir daire ile yaklaşık olarak ifade edilmesinin mümkün olduğu hallerde yapılmıştır.

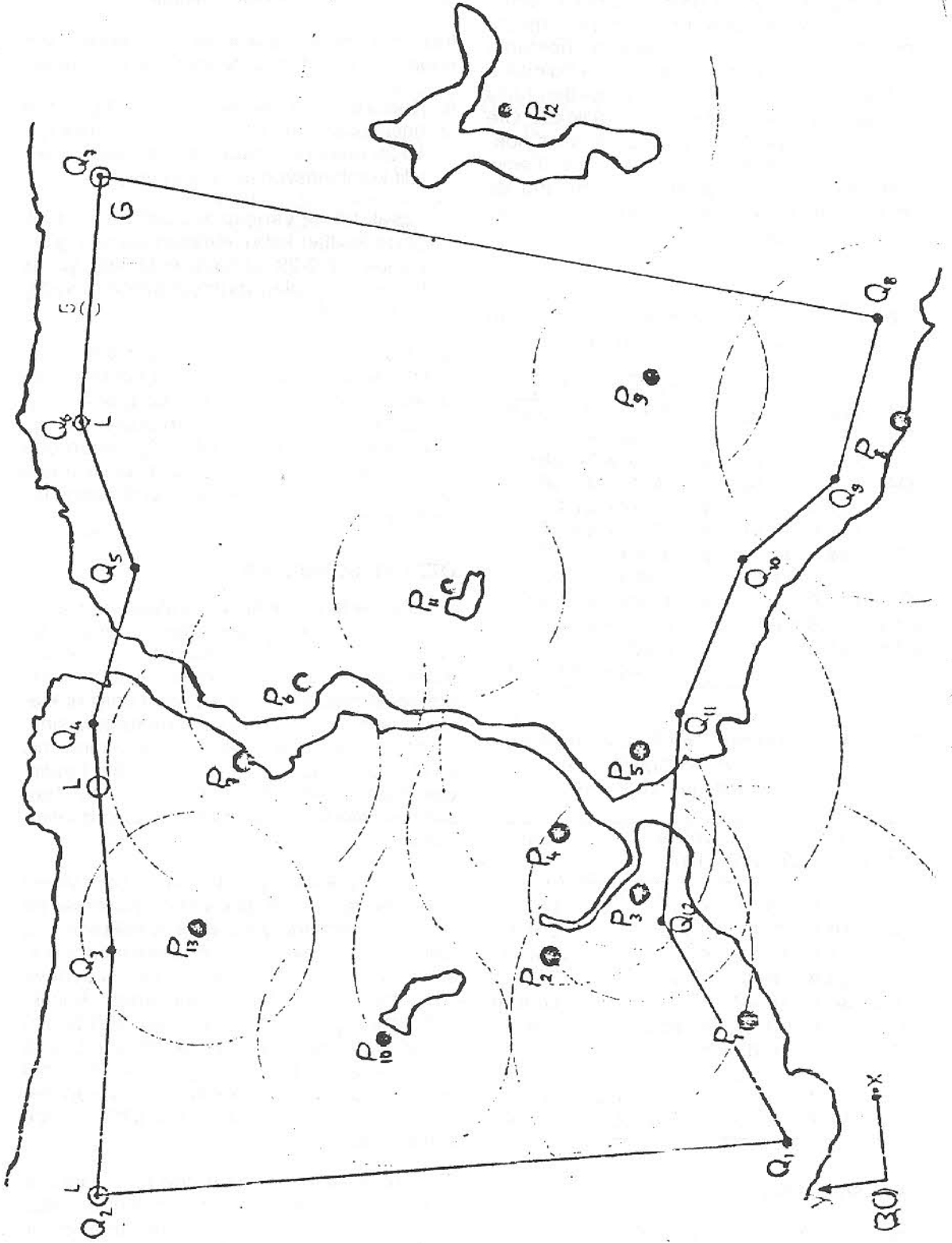
İstanbul vilayeti ilk aşamada 32 köşeli bir konveks olmayan poligon ile ifade edilmiştir. Ancak, idari ve çevresel değerlendirmeler sonucu denizler ve diğer vilayetlerin sınırları boyunca yaklaşık 2 km genişliğinde bir şerit inceleme dışı bırakılmış ve tarama alanı 12 köşeli bir konveks olmayan poligona indirgenmiştir. Köşe noktaların koordinatları ve ilgili sınır denklemleri Tablo 3'te sunulmaktadır. Tarama alanı, hassas noktalar ve yasak bölgeler Şekil 1'de gösterilmektedir.

Uygulama ve Sonuçlar

Bir önceki bölümde açıklanan yöntem Turbo Pascal lisanında kodlanmış ve yukarıdaki verilerle Intel 80386 mikroişlemcili bir bilgisayarda çalıştırılmıştır. Bilgisayar programı

Tablo 2. İncelenen Birimlerin Nüfusları, Koordinatları, Katsayıları ve Yasak Bölge Yarıçapları.

No	İsim/Tanım	Nüfus	a_i	b_i	w_i	r_i
1	B.Köy+Z.Burnu	1,384,000	7.7	10.3	1.00	10.15
2	Eyüp+G.Osmanpaşa	649,000	11.5	19.0	2.74	8.50
3	Fatih+Eminönü	590,000	13.8	14.8	2.88	4.70
4	Beşiktaş+Beyoğlu+Şişli	977,000	17.0	1.96	6.69	
5	Kadıköy+Üsküdar	1,045,000	20.0	14.0	1.80	8.75
6	Beykoz	118,000	25.5	28.5	4.00	5.45
7	Sarıyer	138,000	22.0	31.5	3.95	5.97
8	Kartal	557,000	33.0	1.0	2.96	8.13
9	Samandra+Orman	10,000	37.5	11.5	5.00	5.00
10	Alibeyköy Barajı+Orman	-	9.0	27.0	5.00	5.50
11	Elmalı Barajı+Orman	-	28.5	21.5	6.00	5.00
12	Ömerli Barajı+Orman	-	49.0	16.0	4.00	9.00
13	Bahçeköy Rezervuarı	-	15.0	34.0	3.00	5.00
14	İstanbul Boğazı	-	28.0	36.5	3.00	2.75
15	İstanbul Boğazı	-	26.2	34.4	3.00	2.75
16	İstanbul Boğazı	-	24.4	32.4	3.00	2.75
17	İstanbul Boğazı	-	22.6	30.2	3.00	2.75
18	İstanbul Boğazı	-	24.0	28.0	3.00	2.75
19	İstanbul Boğazı	-	24.4	25.4	3.00	2.75
20	İstanbul Boğazı	-	23.2	23.0	3.00	2.75
21	İstanbul Boğazı	-	22.2	20.4	3.00	2.75
22	İstanbul Boğazı	-	21.0	17.8	3.00	2.75
23	İstanbul Boğazı	-	18.6	16.4	3.00	2.75
24	İstanbul Boğazı	-	17.8	13.8	3.00	2.75
25	Haliç	-	13.6	19.8	3.00	1.40
26	Haliç	-	13.0	18.5	3.00	1.40
27	Haliç	-	13.6	17.3	3.00	1.40
28	Haliç	-	14.5	16.3	3.00	1.40
29	Haliç	-	15.4	15.2	3.00	1.40



Şekil 1: Tüm hassas birimler ve yasak bölgeleri ile birlikte inceleme alanı.

kullanıcıya kolaylıkla hassas birim ekleme, çıkartma veya parametre değiştirme imkanı vermektedir. Program global eniyi noktanın yanısıra tüm lokal eniyi noktaları da bulmakta ve bu özelliği ile karar vericiye birden fazla alternatif sunarak fleksibilite sağlamaktadır. Öte yandan, tarama alanının, bütün hassas noktalar, yasak bölgeler ve global ve lokal eniyi noktaları ile birlikte grafik görüntüsünü de almak mümkündür. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 3: Olurlu Alan Köşe Koordinatları ve Sınır Çizgisi Tanımları.

No	Koordinat	Sınır Çizgisi Tanımı
Q1	(2.4, 10.0)	$y - 18.75x + 35.00 \leq 0$
Q2	(4.0, 40.0)	$y + 0.22x - 40.86 \leq 0$
Q3	(14.2, 37.8)	$y + 0.02x - 38.08 \leq 0$
Q4	(24.2, 37.6)	$y + 0.41x - 47.56 \leq 0$
Q5	(31.0, 34.8)	$y - 0.24x - 27.28 \leq 0$
Q6	(37.6, 36.4)	$y + 0.23x - 44.91 \leq 0$
Q7	(48.2, 34.0)	$y + 3.06x - 113.33 \leq 0$
Q8	(37.6, 1.6)	$y - 0.36x + 15.27 \leq 0$
Q9	(31.0, 1.0)	$y - 1.44x + 48.56 \leq 0$
Q10	(27.8, 8.6)	$y - 0.55x + 23.76 \leq 0$
Q11	(21.2, 12.2)	$y - 0.23x + 17.02 \leq 0$
Q12	(12.4, 14.2)	$y + 0.42x + 8.99 \leq 0$

Tablo 4: İstanbul Şehri İncelemesinde Elde Edilen Tüm Lokal ve Global Eniyi Noktalar.

x	y	z	Nokta	Çözüm
koor.	koor.	değeri	Tipi	Tipi
2.4	10.0	5.31	Köşe	Lokal
4.0	40.0	29.93	Köşe	Lokal
24.2	37.6	11.32	Köşe	Lokal
37.6	36.4	28.80	Köşe	Lokal
48.2	34.0	46.92	Köşe	Global
37.6	1.6	13.73	Köşe	Lokal
31.0	4.0	10.67	Köşe	Lokal
20.5	37.7	19.75	Sın.Çzg.Üst.	Lokal
25.0	37.3	9.44	Sın.Çzg.Üst.	Lokal
20.6	37.7	19.58	Sın.Çzg.Üst.	Lokal

Hassasiyet Analizi

Hassasiyet analizi yaparak girdilerdeki muhtemel değişimlerin sonuçlar üzerindeki etkisini araştırmak mümkündür. Bu şekilde, girdi değişimleri bazında, sonuçların stabilitesi ve güvenilirlik derecesi değerlendirilebilir.

nirlilik derecesi değerlendirilebilir.

İncelenen vakada aşağıdaki parametreler üzerinde bazı ön hassasiyet analizleri yapılmıştır.

- Nokta önem katsayıları: Nüfusun göreceli önemini azaltmanın etkisini görebilmek için 10-29 numaralı noktaların katsayıları muhtelif kombinasyonlarda azaltılmıştır.
- Yasak bölge yarıçapları: Daha yumuşak çevre kısıtları kabul etmenin etkisini görebilmek için 9-29 numaralı noktaların yasak bölge yarıçapları muhtelif kombinasyonlarda azaltılmıştır.

Bu çerçevede toplam 10 senaryo incelenmiştir. Orijinal senaryonun global eniyi noktası (yani Q₇ köşesi) altı senaryoda gene global eniyi nokta olarak, diğer üç senaryoda ise ikinci eniyi nokta olarak çıkmıştır. Üç senaryoda köşe olmayan bir nokta global eniyi nokta çıkmış, bir iç noktanın global eniyi olmasına ise rastlanmamıştır.

ÖZET VE SONUÇLAR

Bu makalede yeni katı atık uzaklaştırma tesisleri yer seçimi çalışmalarına destek verecek bir eniyileme yaklaşımı tanıtılmıştır. Kullanılan model doğrusal ve konveks olmayan bir kısıtlı eniyileme modelidir. Ancak, lokal eniyi noktaların aranması uç noktaların taranmasına sınırlandırılmış, aday uç noktalar hızla türetilmiş ve Melachrinoudis ile Cullinane (1982) tarafından önerildiği şekilde lokal eniyi olmaları bazı basit geometrik şartları sağlamalarına bağlanmıştır.

Açıklanan yaklaşım yeni katı atık uzaklaştırma tesisi yer seçimi için açık ve kolay anlaşılır bir kantitatif inceleme yöntemi içermektedir. Bu çalışmada birçok teknik ve ekonomik gereksinim, ayrıca kantitatif düzeydeki sosyal ve politik faktörler göz önüne alınmamıştır. Ancak, elde edilen çözümler, en azından, sözkonusu faktörleri de gözönüne alacak daha kapsamlı bir çalışma için bir başlangıç noktası kabul edilebilir. Öte yandan, karar verici üzerindeki politik ve diğer baskıları bu analitik sürece kanalize edebilir.

Bu yöntem İstanbul çevresinde bir zararlı atık uzaklaştırma tesisinin yer seçiminde kullanılmıştır. Böyle bir yaklaşım kullanmanın bir önemli avantajı parametrelerde (özellikle yasak bölge yarıçapları ve olumsuz etki katsayılarında) bir değişiklik olduğunda, prob-

lemin hızla yeniden çözülebilmesi ve yeni çözümler bulunabilmesidir. Bu çerçevede sağlıklı ve kapsamlı bir veri demetinin derlenmesinin önemi vurgulanmalıdır. Tüm hassas birimlerin titizlikle tanımlanmasına ve bunların üzerindeki olumsuz etkilerin sağlıklı ölçülmesine yönelik yeni çalışmalar teşvik edilmelidir.

Bu çalışma matematiksel modellemenin karar vericilere katı atık toplanması ve uzaklaştırılması politikalarının belirlenmesi ve değerlendirilmesinde önemli bir destek verebileceğini bir kere daha göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada B.Ü. Araştırma Fonu'nun kıymetli desteği ile, 91A0315 kodlu proje çerçevesinde oluşturulan bilgisayar altyapısından yararlanmışır. B.Ü. Araştırma Fonu'na teşekkür eder, şükranlarımızı arz ederiz.

KAYNAKLAR

Akgül, M., "An Optimization Approach to the Transportation of Hazardous Solid Waste and the Location of Disposal Facilities", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Boğaziçi Üniversitesi, 1991.

Bazaara, M.S., Sheety, C.M., *Nonlinear Programming Theory and Algorithms*, John Wiley and Sons, New York, 1979.

Brady, S.D., Rosenthal, R.E., "Interactive Computer Graphical Solutions of Constrained Minimax Location Problems", *AIIE Transactions*, 12:241, 1980.

Dasarathy, W., White L.J., "A Maximin Location Problem", *Operations Research*, 28: 1385, 1980.

Drezner, Z., "Constrained Location Problems in the Plane and on a Sphere", *AIIE Transactions*, 15:300, 1983.

Drezner, Z., Wesolowsky, G.O., "A Maximin Location Problem with Maximum Distance Constraints", *AIIE Transactions*, 12:249, 1980.

Drezner Z., Wesolowsky, G.O., "Location of Multiple Obnoxious Facilities", *Transportation Science*, 19:193, 1985.

Drezner, Z., Wesolowsky, G.O., "The Minimax and the Maximin Facility Location Problems on a Sphere", *Naval Research Logistics Quarterly*, 30:305, 1983.

Erkut, E., Neuman, S., "A Survey of Analytical Models For Locating Undesirable Facilities", Research Paper No: 88-5, Faculty of Business, University of Alberta, 1989.

Mehrez, A., Z. Sinuany-Stern, A. Stulman, "A Single Facility Location Problem With a Weighted Maximum-Minimax Rectilinear Distance", *Computers and Operations Research*, 12:51, 1985.

Mehrez, A., Sinuany-Stern, Z., Stulman, A., "An Enhancement of the Drezner-Wesolowsky Algorithm for Single Facility Location with Maximin of Rectilinear Distance", *Journal of Operational Research Society*, 37:971, 1986.

Melachrinoudis, E., Cullinane, T.P., "A Maximin Approach to the Location of a Undesirable Facility in a Nonconvex Region", *Modeling and Simulation*, 13:533, 1982.

Melachrinoudis, E., Cullinane, T.P., "Locating an Undesirable Facility within a Geographical Region Using the Maximin Criterion", *Journal of Regional Science*, 25:115, 1985.

Melachrinoudis, E., Cullinane, T.P., "Locating an Undesirable Facility with a Minimax Criterion", *European Journal of Operations Research*, 24:239, 1986.

ZARARLI MADDELERİN ORMAN TOPRAKLARINA ETKİLERİ

M.Doğan Kantarcı

İ.Ü. Orman Fakültesi

Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı
Bahçeköy-İstanbul

ÖZET: Fosil yakıtların arıtılmadan ve kontrolsüz yakılması sonucunda ortaya çıkan hava kirliliğinden orman toprakları da etkilenmektedir. Ormanlar kirli havayı süzmekte, açık alana oranla çok daha fazla maddeyi tutmaktadırlar. Orman tarafından tutulan zararlı maddelerin bir kısmı (S, NO_x, Cl, F) ormanın ölü örtüsünde (humus) ve orman toprağında asitleştirici etki yaparak Al, Mn ve ağır metallerin özellikle organomineral formlarda çözünmesine sebep olmaktadır. Havada taşınan ve orman tarafından tutulan ağır metaller ise orman topraklarını doğrudan kirletmektedirler. Fosil yakıtların kullanımında acil arıtma tedbirleri alınmadığı takdirde, orman ölümleri yanında, orman topraklarımızın kirlenmesi ve bu topraklardan sızan kaynak sularımızın kalitesinin de bozulması sözkonusudur.

EFFECTS OF HAZARDOUS WASTES ON FOREST SOIL

ABSTRACT: The air pollution resulting from burned fossile fuels effects the forest soil. The air filtering ability of the forest results in an accumulation of more toxic materials in the forest areas than the open land. Some of these compounds (S, N_x, Cl, F) lead to acidification of Al, Mn and the heavy metals especially forming organominerals, in the soil below the trees. If no emergent control is undertaken on the fossile fuel burning the result will be more than just forest deaths; the soils and hence the underground waters originating from these forest areas will get polluted.

GİRİŞ

Doğaya zarar veren atıkların doğal ekosistemlere olan etkileri uzun süreden beri araştırılmaktadır. Bu yönde yapılan yayınların çokluğu, bu tür araştırmaların derlenmesini ve özetlenmesini çok güçleştirmiştir. Çevre kirliliği araştırmaları giderek bilimsel bir konu branşlaşmasına oturtulmuştur. Yapılan araştırmalar genellikle hava ve su kirliliğine ve etkilerine yönelik olup toprak kirlenmesi konusunda daha az sayıda araştırma bulunmaktadır. Burada zararlı atıkların ormana ve dolayısı ile orman topraklarına etkileri üzerinde durulmuştur. Bu konuda elimizdeki araştırma azlığından dolayı birçok örnek için dış ülkelerde elde edilen sonuçlar kullanılmıştır.

ZARARLI ATIKLAR VE TOPRAK

Zararlı atıklar genel olarak; canlılara doğrudan zarar veren veya zamanla ortamın dengesini bozarak canlıları dolayısı ile etkileyen maddelerdir. Hava ve su ortamları yeknesak yapıda oldukları için daha kolay kirlenebilmektedir. Hava ve sudaki kirlenme olayları genellikle canlıları doğrudan etkilemektedir.

Toprak çok karmaşık bir yapıya sahip olduğu için güç ve geç etkilenmektedir. Toprağın kirlenmesi üzerinde hava ile su kirliliğinin ve katı atıkların etkilerinin yanında kimyasal gübreler ile böcek, mantar ve bitki öldürücü kimyasal mücadele maddelerinin de önemli etkileri vardır.

Türkiye'de hava ve su kirliliğine ait bazı sınır değerler yönetmeliklerle belirlenmiştir (Tablo 1 ve 2). Toprak kirlenmesini konu alan bazı özel çalışmalara rağmen, bu yönde bir yönetmeliğin hazırlanması oldukça zor görünmektedir.

Toprak; içerdiği kil miktarı, kilerin türü ve buna bağlı olarak katyon değişim kapasiteleri, topraktaki diğer çözülmüş (toprak suyunda) ve çözünebilir katyon ve anyonlar ile minerallerde bağlı güç çözümler iyonlar ve nihayet toprağın organik madde miktarı ile mikro-organizmaların faaliyetleri vb. birçok fiziksel, kimyasal, biyolojik olaylarla başlı başına bir ekolojik sistemdir.

Ekolojik bir sistem olarak toprağın iç dinamiğindeki dengeleri bozan en önemli

Tablo 1. Hava Kirliliğinde Sınır Değerler (Resmi Gazete 1986).

Kirlenmeler	Kış mevsimi			Kirlenmeler	Kış mevsimi		
	Birim	UVS	KVS		Birim	UVS	KVS
1. SO ₂ (SO ₃ Dahil) Genel değerler Endüstri bölgeleri	µg/m ³	150	400(900)	9. HC (Hydro- karbonlar)	µg/m ³	-	140(280)
2. CO	µg/m ³	10000	30000	10. H ₂ S	µg/m ³	-	40(100)
3. NO ₂	µg/m ³	100	300	11. Uçan tozlar (0 ≤ 10 mikron)	µg/m ³	150	300
4. NO	µg/m ³	200	600	Genel	µg/m ³	200	400
5. Cl	µg/m ³	100	300	Endüstri böl.	µg/m ³	200	400
6. HCl ve Cl ⁻ (Gaz halindeki klorürler)	µg/m ³	100	300	Uçan tozdaki	µg/m ³	2	-
7. HF ve F ⁻ (Gaz halindeki anorganik florürler)	µg/m ³	-	10(30)	Pb	µg/m ³	0.04	-
8. O ₃ ve Fotokimyasal oksidleyiciler				Cd	µg/m ³	0.04	-
				12. Çökelen tozlar (0 ≥ 10 mikron)	µg/m ³	350	650
				Genel	µg/m ³ /gün	450	800
				Endüstri böl.	µg/m ³ /gün	500	-
				Çökelen tozdaki	µg/m ³ /gün	7.5	-
				Pb	µg/m ³ /gün	10	-
				Cd	µg/m ³ /gün	-	-
				Tl (Talyum)	µg/m ³ /gün	-	-

NOT:

Bir insanın günde 15m havaya ihtiyacı vardır.

(*Pb 1 L benzinde 200-600 mg arasında katılır)

(*1 L benzin 3.5 kg O₂ ile yanar. 1km.de 350 gr O₂ kullanır)

Bir taş 1 km.lik yolda havaya 15.9 - 34.9gr CO

Şu maddeleri verir bu 7.5 - 2.3gr HC

araç 10' çalışırsa 15m 'lük 2.3 - 3.3gr NO

havayı solunulmaz duruma 0.01gr Pb

getirir. 0.03gr SO₂

NOT: () içindeki değerler saatlik en yüksek miktarlardır.

Tablo 2. Su Kalitesi ve Kirlenmesinde Bazı Sınır Değerler.

	Su kalite sınıfları				
	I	II	III		
1. pH	6.5-8.8	6.5-8.5	6.0-9.0		
2. Elk. iletkenlik (EC) üst sınır	1000-2000				
3. Çözünmüş katı madde üst sınır	2000 mg/L.				
4. Askıdaki katı madde üst sınır	20-30mg/L.				
5. NO ₂ ⁻	mg/L	Hiç olmamalı		0.2-2 mg/L arasında ise su kirlenmiştir.	
6. NO ₃ ⁻	mg/L	≤ 0.3		50-150 mg/L arasında ise kirlenme belirtisi	
7. NH ₄ ⁺	mg/L	≤ 1		içme suyunda üst sınır 0.050 mg/L	
8. PO ₄	mg/L	0.03	0.20	0.50	
9. SO ₄	mg/L	100	200	400	
10. Cl	mg/L	200	600	600	
11. Na	mg/L	≤ 85			
12. K	mg/L	≤ 50			
13. Ca	mg/L	≤ 800			
14. Mg	mg/L	≤ 14			
15. Fe	mg/L	0.3	1.0	5.0	
16. Cu	mg/L	≤ 0.02 - 0.05			
17. Pb	mg/L	≤ 1			
18. Hg	mg/L	≤ 0.001- 0.004			
19. B		≤ 1 - 3 ppm			
20. As		≤ 0.10 - 10.00			
21. Suda çözünmüş O ₂		8	5	3	(Oksijen doygunluğu en az 6 mg/L olmalı)
22. Deterjanlar		≥ mg/L			Su kirlenmiş sayılır.
		ABS 1-3 mg/L			(1.5 mg/L ise su çok kirlenmiştir)
		LAS 0.6 - 1.15 mg/L			Suda balıklara zehir etkisi

faktör toprak reaksiyonunun asitleşmesidir. Toprak reaksiyonu asitleştiğinde, topraktaki alkali ve toprak alkali kanyonlar (K, Ca, Mg) yıkanmaktadır. Bunların yerine toprağın katyon değişim kapasitesindeki (özellikle kil mineralleri) negatif yükler, H⁺ kasyonu ile dengelenmektedir. Toprağın asitleşmesi minerallerin hızla ayrışmasına ve Mn ile Al'un fazla miktarda açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Gerek Mn, gerekse Al bitkiler için zehirleyici etkiler yapmaktadır. Toprakta çözünmüş Ca/Al oranının 1'den küçük olması halinde kılcak kökleri zarar görmektedir. Öte yandan Ca/Al oranının 1'in altına düşmesi halinde ağır metallerin çözünürlükleri de hızlanmaktadır. Ağır metallerden çinko, kadmiyum kurşun ve cıva bitkilere zehirleyici etkiler yapmaktadır (Tablo 3). Cıvanın zehirleyici etkisi çinkoya göre 100 defa daha fazladır. Ağır metallerin iyon olarak etkileri yanında organometal bileşikler halinde zehirleyici etkilerinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (Forschungsbeirat 2, Bericht 1986). Organometal bileşiklerin ağır metallerin çözünmesi üzerine olan etkileri toprak organik maddesine (özellikle orman topraklarında) asit humus sorununu önümüze getirmektedir.

Topraklar, ortamın asitleşmesi sonucunda; gerek asitleşen ölü örtü (humus) ve ayrışan organik madde, gerekse ayrışan mineral maddelerden dolayı iç dinamiklerinde bir denge bozulması olayı ile karşı karşıyadır. Asitleşme olaylarına hava kirliliğinin yarattığı asit yağmuru, kar, sis vb. yağış türleri sebep olmaktadır. Bu nedenle toprak kirlenmesinde etkili olan hava kirliliği konusuna dikkatimizi yöneltmiştir. Hava kirliliğinde en önemli gazlar SO₂, NO_x, Cl⁻ ve F⁻'dir. Bu gazların orman bitkileri üzerindeki zararlı etkileri (Tablo 4) yanında asit yağış suları ile toprağın asitleşmesine etkileri de önemlidir (Tablo 5). Ancak asit yağış suları asitleştirici etki yanında önemli ölçüde ağır metal kirliliğine de sebep olmaktadır (Tablo 6). Türkiye'de de yağmur ve kar reaksiyonlarının şiddetli asit değerlere ulaştığı yapılan ölçümlerden anlaşılmaktadır (Tablo 7). Asit yağışlar kuzeyden Karadeniz üzerinden gelen kirliliği ile oluştuğu kadar, son zamanlarda artan kömür ve petrol kullanımından da kaynaklanmaktadır (Tablo 8,9,10,11 ve 12). Türkiye'de de taşkömürü ve linyit kömürünün temizlenmeden, aşırı ve filtreli kullanımı asit etkisi yanında önemli ağır metal kirliliklerine sebep olmaktadır.

Toprak için kirliletiçi olan zararlı atıklar içinde tarımda sulama suyunun kalitesi ve kimyasal

gübre kullanımı üzerinde de önemle durulmalıdır. Kalitesi düşük sulama suları ile veya endüstriyel atık sularla tarım alanlarının sulanması toprak kalitesinin ve dolayısı ile toprak suyunun bozulmasına sebep olmaktadır. Su kalitesine ait sınır değerler Tablo 2'de, toprak kalitesine ait ağır metal sınır değerleri de Tablo 3'te verilmiştir.

Çöplüklerden kaynaklanan toprak ve toprak suyu kirliliği de üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Tablo 3'te ağır metal sınır değerleri özellikle endüstriyel atıkların yoğunlaştığı çöplüklerin altındaki topraklarımızın karşılaştığı sorunlara dikkat çekmektedir.

ZARARLI ATIKLARIN ORMAN VE ORMAN TOPRAKLARINDAKİ TUTULUŞU SORUNU

Ormanlar kirli havayı süzmekte ve havadaki tozlarla diğer maddeleri önemli ölçüde tutmaktadır. Burada orman ağaçlarının kirli havadan etkilenmesi sorunları üzerinde durulmamıştır. Amaç ormanın havayı süzerek tuttuğu madde miktarına ve bu maddelerin toprağa ulaşması olayına dikkatleri çekmektedir. Tablo 13'te Almanya ve Avusturya'da yapılmış araştırmalardaki bilançolar verilmiştir. Tablo 13-A, B, C'nin incelenmesinden; ormanın açık alana göre önemli ölçüde madde tuttuğu, kışın yaprağını dökmeyen ibrelili ormanların tuttuğu maddelerin miktarının kışın yaprak döken geniş yapraklı ormanlardan daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Ormanın tutup toprağa ulaştırdığı ağır metallerin bir kısmının sızıntı suyuna geçtiği ve su kaynaklarına ulaştığı (toprağın asitleşmesi de etkili), önemli bir bölümünün de toprakta biriktiği Tablo 14'te verilen değerlerden anlaşılmaktadır.

Toprakta sızan sızıntı suyu miktarı toprağın geçirimsiz horizonundaki sızma hızına bağlıdır. Su, kumlu topraklarda daha hızlı, killi topraklarda daha yavaş sızmaktadır. Diğer bir deyimle kumlu topraklar daha az su tutmakta ve suyu daha hızlı sızdırmaktadırlar. Buna karşılık killi topraklar daha fazla su tutmakta ve suyu daha yavaş sızdırmaktadırlar (Tablo 15). Bu durumda kumlu topraklara ulaşan kirliletiçi maddeler kaynak sularına daha hızlı geçtiği halde, killi topraklarda kil bölümü su ile birlikte ağır metalleri de tuttuğu için giderek kirlenmektedir.

Tablo 3. Toprak Kirliliği Sınır Değerleri

		Toprakta toprak türüne göre	Sulama suyunda sınır değerler	Aritılmış sulama suyundaki değerler
1.	Arsenik (As)	20 mg/kg*	İri taneli top. ≤ 0.10 mg/L İnce taneli top. ≤ 10.0 mg/L	
2.	Bakır (Cu)	Zehir etkisi 0.1-1.0 mg/L 50 mg/kg*	İri taneli top. ≤ 0.20 mg/L	1. Aritmada < 0.10 mg/L 2. Aritmada < 0.04 mg/L
3.	Cıva (Hg)	2 mg/kg*	İnce taneli top. ≤ 5 mg/L	1. Aritmada < 0.0009 mg/L 2. Aritmada < 0.0005 mg/L
4.	Çinko (Zn)	300 mg/kg*	İri taneli top. ≤ 2.0 mg/L İnce taneli top. ≤ 10.0 mg/L	1. Aritmada < 0.12 mg/L 2. Aritmada < 0.04 mg/L
5.	Kadmiyum (Cd)	Zehir etkisi 0.1-1.0 mg/L 3 mg/kg* ≥ 50 mg/kg bitkid birikir ve insanda hastalık etkisi	İri taneli top. ≤ 0.01 mg/L İnce taneli top. ≤ 0.05 mg/L	
6.	Krom (Cr)	Zehir etkisi 0.5-5.0 mg/L 100 mg/kg*	İri taneli top. ≤ 0.01 mg/L İnce taneli top. ≤ 0.05 mg/L Sulama suyundaki üst sınır 1 mg/L Kısa süreli sulamada	
7.	Kurşun (Pb)	100 mg/kg*	İri taneli top. ≤ 5.0 mg/L İnce taneli top. ≤ 20.0 mg/L	1. Aritmada < 0.02 mg/L 2. Aritmada < 0.008 mg/L
8.	Molibden (Mo)	Bitkiye geçen mik. ≥ 15 ppm ise zehiri etkisi (hayvan yeminde) 5 mg/kg*	İri taneli top. ≤ 0.01 mg/L İnce taneli top. ≤ 0.5 mg/L	1. Aritmada < 0.007 mg/L 2. Aritmada < 0.007 mg/L
9.	Nikel (Ni)	Asitliğe bağlı olarak zehir etkisi 0.05-1.0 mg/L 50 mg/kg*	İri taneli top. ≤ 0.2 mg/L İnce taneli top. ≤ 2.0 mg/L	1. Aritmada < 0.10 mg/L 2. Aritmada < 0.004 mg/L
10.	Selen (Se)	Zehir etkisi ≥ 0.025 mg/L 3 mg/kg*	İri taneli top. ≤ 0.02 mg/L İnce taneli top. ≤ 0.5 mg/L	1. Aritmada < 0.005 mg/L 2. Aritmada < 0.005 mg/L
11.	Titan (Ti)	500 mg/kg*		
12.	Vanadyum (Va)	50 mg/kg*		
13.	Kobalt (Co)	50 mg/kg*		
14.	Uranyum (U)	5 mg/kg*		
15.	Brom (Br)	10 mg/kg*		
16.	Bor (B)		Toprak türüne ve bitki hashasiyetine göre $\leq 1 - 3$ ppm	

(*) Toprakta kabul edilebilir sınır değerler (1 kg toprak içinde total madde) (Fabig, W. 1987).

Tablo 4. Bitkiler, Özellikle Orman Ağaçları İçin Tehlikeli Atık Sınırları.

Tablo 4/A. SO₂ Gazına Karşı Dayanıklılık İle İlgili Ölçme Sonuçları. (Çeşitli kaynaklardan derlenmiştir).

Bitki Türü	SO ₂	Etki	
	yoğunluğu mg/m ³	Süresi	Etki
1. Batı ladini (Picea excelsa)	25-40 150	1 yıl 30'	Büyümeden duraklama (Materna 1973) Büyüme devresinde dayanıklılık sınırı
Uygun yet.ort.	100	24 saat	Büyüme devresinde dayanıklılık sınırı
Zayıf ve fakir	50	1 yıl	Büyüme devresinde dayanıklılık sınırı IUFRO
hassas yetiştirme	75	30'	Büyüme devresinde dayanıklılık sınırı Çalışma
ortamlarında	50	24 saat	Büyüme devresinde dayanıklılık sınırı Grubu
	25	1 yıl	Büyüme devresinde dayanıklılık sınırı 1979
2. Sarıçam (Pinus sylvestris)	170 190	≥ 1 yıl ≥ 1 yıl	Büyümenin duraklaması (Farra ve ark.1977) İbreliler için yaşama şansı çok azdır.
3. Veymut çamı (Pinus strobus)	45 70	7 ay 6 saat	Büyümenin duraklaması (Linzon 1971) Hassas orijinlerde ibrelerde nokralanma.
4. Tüm ibreli türler için	80 100	≥ 1 yıl ≥ 1 yıl	Belirgin ibre zararları-ölümler Özellikle göknar, ladin, sarıçam melez ölümleri (Tingey ve Reinert 1975).
5. Tütün (BEL W-3) (Nicotinatabacum)	131	4 hafta (Haftada 40 saat)	Büyümede duraklama Kuru ağırlıkta % 22 azalma.
6. Turp (Raphanus sativus)	130	5 hafta (Haftada 40 saat)	Yaprak ve kök ağırlığında azalma, kök kısaldığı (Tingey ve ark. 1971)
7. Arpa	160-210	27 gün	Yapraklarda nokra oluşumu (Mandel ve ark.
8. Mısır	160-210	27 gün	Yapraklarda nokra oluşumu 1975)
9. Adi yonca (Medicago sativa)	131	4 hafta (Haftada 40 saat)	Kuru yaprak ağırlığında % 26, (Tingey ve Kök ağırlığında % 49 azalma Reinert 1975)
0. İngiliz çimi (Lolium perenne)	43 43 69 106 122 191	96 gün (kışın) 126 gün (kışın) 12 hafta 194 gün 44 gün 26 gün	Kuru yaprak ağırlığında % 21 (Bell ve ark, Kuru yaprak ağırlığında % 51 azalma. 1979) Kuru yaprak ağırlığı. azalma (Crittenden ve Read 1978) Kuru yaprak ağırlığında %24 azalma(Bell ve Kuru yaprak ağırlığında % 25 azalma ark.1979) Kuru yaprak ağırlığında azalma (Bell ve Clough 1973)
1. SO ₂ için Genel dayanıklılık sınırları			
Çok hassas bitkiler		50 µg/m ³ /y ıı	(Prinz ve
Hassas bitkiler		80 µg/m ³ /y ıı	Brandt 1980)
Az hassas bitkiler		120 µg/m ³ /y ıı	

2) Erozyon alanları (sığ ve taşlı topraklar), fakir yetiştirme ortamları (Kuvarsit, kumtaşı toprakları), yüksek dağlık alanlar (UW ve O₃ etkisi fazla).

Tablo 4/B. HF, Gazına Karşı Dayanıklılıkla İlgili Ölçme Sonuçları (Çeşitli kaynaklardan derlenmiştir).

Bitki Türü	yoğunluğu kg/m ²	Etki Süresi	HF yoğunluğu	
			Etki süresi	µg/m ³
1. Batı ladini (Picea excelsa)	150	30	0.2	30 gün
2. Batı ladini (Picea excelsa)	100	30	0.4	30 gün
3. Batı ladini (Picea excelsa)	75	30	0.9	30 gün
4. Batı ladini (Picea excelsa)	50	30	0.8	30 gün
5. Batı ladini (Picea excelsa)	25	30	0.8	30 gün
6. Batı ladini (Picea excelsa)	170	30	0.8	30 gün
7. Batı ladini (Picea excelsa)	90	30	0.8	30 gün
8. Batı ladini (Picea excelsa)	15	30	0.8	30 gün
9. Batı ladini (Picea excelsa)	70	30	0.8	30 gün
10. Batı ladini (Picea excelsa)	80	30	0.8	30 gün
11. Batı ladini (Picea excelsa)	100	30	0.8	30 gün
12. Batı ladini (Picea excelsa)	131	30	0.8	30 gün
13. Batı ladini (Picea excelsa)	130	30	0.8	30 gün
14. Batı ladini (Picea excelsa)	160-210	30	0.8	30 gün
15. Batı ladini (Picea excelsa)	131	30	0.8	30 gün
16. Batı ladini (Picea excelsa)	43	30	0.8	30 gün
17. Batı ladini (Picea excelsa)	43	30	0.8	30 gün
18. Batı ladini (Picea excelsa)	68	30	0.8	30 gün
19. Batı ladini (Picea excelsa)	108	30	0.8	30 gün
20. Batı ladini (Picea excelsa)	122	30	0.8	30 gün
21. Batı ladini (Picea excelsa)	141	30	0.8	30 gün

Tablo 5. Yağmur ve Kar Suyundaki Maddeler (Schmidt, S. 1982'de verilen çeşitli yükseltelerde ve mevkilerdeki ölçmelerden derlenmiştir).

	pH	SO ₄ ⁻² ppm	Cl ⁻ ppm	NO ₃ ⁻ ppm
Yağmur suyu \bar{X}	4.3-5.4	5.4-11.4	0.7-1.9	1.0-3.2
Min.-max.	(3.7-7.0)	0.9-32.6	(0.0-5.7)	(< 1.0-6.8)
Kar suyu \bar{X}	4.1-5.1	0.8-9.1	0.9-6.9	1.5-3.6
Min.-max.	(3.3-6.2)	0.0-45.7	(0.0-35.6)	(1.0-11.2)

Tablo 6. Kayın Ormanında Yağmur, Kar ve Sis Suyundaki Ağır Metal Oranları (%).

1.	Yağmur	Pb	Cd	Ni	Cu	Fe	Mn
1.1	Yez mevsiminde	22.2	11.0	38.4	41.2	28.2	47.7
1.2	Kış mevsiminde	26.7	25.4	20.7	26.3	25.9	20.0
2.	Kar	26.7	21.0	17.5	17.9	25.2	3.7
3.	Sis	24.4	42.6	23.4	14.6	20.8	28.6
Toplam		100	100	100	100	100	100

Kaynak: Glatzel, G. - M.Kazda - L.Lindebner 1986

Tablo 7. Türkiye'de Yağmur ve Kar Reaksiyonlarına Ait Bazı Ölçmeler

Tablo 7/A. *İstanbul'da Yağmur Suyu Reaksiyonları (Ocak-Şubat-Mart 1986)

Rüzgar yönü	Rumeli	Bahçeköy	Çobançeşme
	Feneri		
Kuzey	4.2-5.3	4.2-4.7	6.2-6.5
Güney	6.0-6.8	6.0-6.8	4.2-4.6

Tablo 7/B. Kar Reaksiyonları (Kar çukurlarında çeşitli derinliklerden alınmış örneklerde ölçülmüş değerler) (Kantarci, D., yayınlanmamış değerler).

Ölçme yeri	Tarih	Yükseltici				Aladağ-doruk	Sarı alan boğazı	Kartal-kaya Kuz. yamacı	Kartal-kaya 200m
		Aladağ 900m	Kuzey yamacı 1000m	1300m	500m				
Bolu	Mart'91	-	4.3-5.0	-	4.3-5.8	4.4-5.3	4.3-5.0	4.5-4.9	4.7-5.4
Aladağ									
Dal yosunları (Sis etkisi)			3.8		3.7	3.7	3.6	3.7	-
	Mart'92	3.4-6.5	4.3-6.8	3.9-4.7	-	3.8-4.6	4.0-5.3	3.4-5.2	3.6-4.9
Samanlı dağ	Mart'91	5.6-5.8	4.8-6.0						
Keltepe kuzeyi									
Dal yosunları		3.9	3.6-3.9						
Uludağ		Kirazlı yayla		Televizyon kulesi					
Kuzey yamacı		1630m	1640m	1750m	1800m				
	Şubat'91	5.0-5.6	4.8-6.1	4.3-5.8	4.5-5.7				
Dal yosunları			3.7		3.8				
Beydağları		Elmalı Kartal sivrisi							
Kuzey yamacı		2600m							
	Nisan'91	6.3-7.3	(Çıplak kayadan gelen toz etkisi ile 7.3)						
Dal yosunları (1700m'de)		4.1							

(*) Kuzey rüzgarları ile Karadeniz üzerinden gelen yağışlar asit karakterdedir. Bu hava kütleleri İstanbul'un üzerinde toz ve Haliç'in çıkardığı NH₃ ile nötrleşmekte olduklarından Çobançeşme (Güney-İstanbul) istasyonundaki yağışlar nötr değerlerde bulunmuş olabilir. Buna karşılık güney rüzgarları ile Marmara Denizi üzerinden gelen yağışlar Çobançeşme'de asit değerler verdikleri halde, İstanbul üzerinden geçip kuzeye ulaştıklarında nötr değerler göstermişlerdir (Şehrin tozu ve NH₃ etkisi).

Tablo 8. Türkiye Kömürlerinde Madde Miktarları. (S % ve Minör Elementler ppm).

	S	Ag	Co	Cu	Cr	Mn	Ni	Pb	Zn	U
Taşkömür	8	240	270	355	870	380	245	620	-	-
	(5-10)	(150-330)	(150-1800)	(110-2940)	(230-1900)	(225-2125)	(150-375)	(190-2500)	-	-
Linyit	%0.6-5.5	3-5	25-35	74-118	-	146-202	53-89	113-152	10-33	-
	(1-11)	(2-63)	(14-3360)	-	-	(52-1300)	(2-269)	(26-322)	(1-178)	-

Kaynak : Kural, 1988, Kömür Kimyası ve Teknolojisi (Sh.40, Tablo 7).

Tablo 9. Almanya Kömürlerindeki Minör Elementler (ppm) ve Termik Santral Bacalarından Çıkan Uçucu Tozlardaki (<0 10 mikron) Maddelerin Miktarı (mg/kg).

	Ag	As	Be	Co	Cu	Cr	Ca	Ge	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Zn	U
Ruhr böl- gesi	3-8	9-20	3-8	10-40	20-50	10-30	3-10	3-10	10-300	1-6	20-80	100-40	40-100	50-120	0.6-0.7
Kömür- leri (1)	-	599	-	130	240	132	-	-	-	37	334	-	1219	1400	7.0
Uçucu küideki madde (2)	-	(2-1200)	-	(2-265)	(45-616)	(43-259)	-	-	-	(7-81)	(2-670)	-	(3-2440)	(14-2815)	(1-19)
" "	Cd	Hg	Se	Ti	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" "	8.2	0.2	8.2	5629	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" "	(0.1-16.5)	(0.02-0.7)	(1-17)	(2758-8310)	(0.3-21)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1) Kaynak: Kural, 1988.

2) Kaynak: Fabig, 1987.

Tablo 10. Petrol Cinsi Yakıtlardan Kaynaklanan Maddeler.

Tablo 10/A. Kömür (Linyit) ve Petrol Cinsi Yakıtların Havayı Kirlenme Payları.

Yakıt cinsi	CO ₂ (%)	NO _x (%)	SO ₂ (%)	Duman (%)
Linyit kömürü	8.0	5.0	21.0	87.0
Benzin	90.0	9.0	0.2	1.1
Motorin	1.7	49.0	0.8	7.4
Fuel-Oil	0.3	37.0	78.0	4.5
	100.0	100.0	100.0	100.0

Kaynak: Çevre Sorunları Vakfı, 1989 (Sh. 41, Tablo 8).

Tablo 10/B. Bir Taşıtın 1 km'lik Yolda Havaya Verdiği Maddeler O Kullanımı.
(100 km.de 10-12 L benzin yakan taşıtlar için)

O ₂ Kullanımı	CO (gr)	HC (gr)	NO _x (gr)	SO ₂ (gr)	Pb (gr)
350 gr	15.9-34.9	1.5-2.3	2.3-3.3	0.03	0.01

Not :1 lt benzine 200-600 mg arasında Pb katılır

1 lt benzin 3.5 kg O₂ ile yanar

1 insan günde 15 m³ hava solur

1 motorlu taşıt 10' çalışırsa 15 m³ 'lük havayı solunulamaz kılar.

Tablo 11. İstanbul'da ve Bolu'da 1991 Yılında Yakılan Linyit Kömürlerinden Çıkan (Havaya Verilen) CO₂ İle SO₂ ve Oluşan H₂SO₄ Miktarı.

Yakılan linyit kömürü	S %	C %	1 Ton kömürden		5 Milyon ton kömürden				
			SO ₂ kg	H ₂ SO ₄ kg	CO ₂ kg	SO ₂ Ton	H ₂ SO ₄ Ton	CO ₂ Ton	
İstanbul ≈ 5 Mil-yon Ton/Kış	3	86	62	96	3154	310000	480000	15770000.	
							50 000 Ton kömürden		
							SO ₂ Ton	H ₂ SO ₄ Ton	CO ₂ Ton
Bolu 50 000 Ton/Kış (Tahsis edilmiş linyit kömürü)	3	86	62	96	3154	310	480	157700	

Tablo 12. Bolu'da Trafiğin Yarattığı Hava Kirliliği.

Bolu'dan geçen karayolu ≈ 20 km	1 Günde geçen taşıt			1 Günde geçen taşıtın havaya verdiği			2500 taşıtın havaya verdiği		
	NO _x (gr/km)	SO ₂ (gr/km)	Pb (gr/km)	NO _x (kg/20km)	SO ₂ (kg/20km)	Pb (kg/20km)	NO _x (kg/20km/yıl)	SO ₂ (kg/20km/yıl)	Pb (kg/20km/yıl)
	2.3-3.3	0.03	0.01	115-165	1.5	0.5			
									(42-60 Ton)

Not: Bu değerlere göre; Bolu'da 50000 ton/yıl linyit kömüründen çıkan 480 ton H₂SO₄'e ek olarak şehir içinden geçen taşıtlardan da 45-65 ton HNO₃ havaya verilmektedir. Toplam ≈ 550 ton asit kuzey rüzgarının etkisi altında Aladağ'ın ve Kartalkaya'nın kuzey bakılı yamaçlarına asit yağmur, asit sis ve asit kar olarak ulaşmaktadır. Bu yağış göknar ormanına zarar verdiği kadar toprakları da asitleştirmekte ve taşıdığı ağır metallerle kirlenmektedir (Tablo 7-B ile ilişki kurunuz).

Tablo 13. Açık Alanda ve Orman Altına Yağın İle Gelen Madde Miktarı.

TABLO 13/A-1. Solling Projesindeki (Almanya) Sonuçlar (Makro Elementler kg/ha/yıl).

Ölçme yeri	Yağış											
	mm	Nt	S	Cl	Na	K	Ca	Mg	Al	Mn	Fe	H
Açık alan	1017	24.3	23.4	16.8	7.9	3.7	10.0	1.8	1.1	0.4	0.8	0.79
Kayın orman.	864	32.4	50.3	32.7	14.2	6.7	17.5	3.0	2.0	0.7	1.2	1.50
Ladin orman.	747	39.8	85.3	39.4	17.4	8.1	21.1	4.2	2.5	0.9	2.1	1.80

Tablo 13/A-2. Solling Projesindeki (Almanya) Sonuçlar (Makro Elementler gr/ha/yıl).

Ölçme yeri	Yağış							
	mm	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Açık alan	1017	14.3	13.8	27	236	1377	15.9	285
Kayın orman.	864	149	16	123	470	1632	16	437
Ladin orman.	747	165	19.6	140	659	1732	20	733

Kaynak: Ellenberg, Mayer - Schauer mann 1986

Tablo 13/B-1. Wienerwald-Exelberg (Avusturya) Sonuçları (Mikroelementler g/ha/yıl).

Ölçme yeri	Yağış									
	mm	Nt	NO ₃	NH ₄	S	SO ₄	Cl	Na	Ca	Mg
	850	32	65	22	32	96	25	4.9	32	5.4

Tablo 13/B-2. Wienerwald-Exelberg (Avusturya) Sonuçları (Makroelementler g/ha/yıl).

Ölçme yeri	Yağış						
	mm	Ni	Cu	Cd	Pb	Mn	Fe
Açık alan	850	33	78	36	155	0.150	1,018
Kayın ormanı	850	53	90	70	200	0.959	1,454

Kaynak: Glatzel, G.-M.Kazda - L.Lindebner 1986

Tablo 13/C. Taban Arazide Yapraklı Ormanlar İle Açık Alan Karşılaştırılmasında Alınan Sonuçlar (Mikroelementler gr/ha/yıl) (Asche, 1985).

Ölçme yeri	Cu	Zn	Cd	Pb
Açık alan	39.1-31.7	244.7-237.6	2.50-1.84	156.4-119.8
Kızılağaç orm.	117.1-117.6	954.8-1070.4	4.19-2.84	193.5-179.7
Meşe-gürgen orman	103.9-96.9	767.6-624.5	5.62-4.31	205.8-202.3

Not: İlk değerler Mayıs 1982-Nisan 1983, ikinci değerler Mayıs 1983-Nisan 1984

olmak üzere 1 yıllık toplam değerlerdir.

Tablo 14. Yağışlarla Toprağa Gelen, Sızıntı Suyu İle Toprakta Süzülen ve Toprakta Tutulan Ağır Metal Miktarları

			Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Kayın ormanında	Toplam giriş	g/ha/yıl	149	16	123	470	1632	16	437
	Sızıntı suyu il çıkış	g/ha/yıl	7.1	64	21	106	1125	16.5	24
	Toprakta birikim	g/ha/0.5	350	70.4	65.3	130	315	0.458	150
Ladin ormanında	Toplam giriş	g/ha/yıl	165	19.6	140	659	1732	20	733
	Sızıntı suyu il çıkış	g/ha/yıl	5.5	415	66	110	2364	26.2	13
	Toprakta birikim	g/ha/0.5	30	104.4	111.5	174	262	0.390	220

Kaynak: Ellenberg, - Mayer - Schauer mann 1986.

Tablo 15. Garklı Özellikteki Topraklardan Suyun Sızma Hızı İle Sızabilen Su Miktarı.

Anakaya	Toprak Derinliği cm	nce toprak miktarı kg/m ² .cm	Suyun sızma hızı cm/saat	Suyun verilmiş derinliği sızma hızı	
				Saat	Dakika
Kuvarsit	0-10	71	116.1	-	5
	10-30	220	15.1	1	19
	30-100	763	4.3	16	16
	kg/m ² .m	1054			
Granit	0-20	161	55.8	-	22
	20-60	438	6.5	9	12
	60-100	484	2.0	30	-
	kg/m ² .m	1083			
Kilşisti	0-15	137	6.4	2	21
	15-40	282	1.8	13	54
	40-100	742	0.4	150	-
	kg/m ² .m	1161			
Kristalen şistler	0-15	150	6.0	2	30
	15-40	305	0.7	35	42
	40-100	748	0.2	300	-
	kg/m ² .m	1203			

Kaynak: Kantarcı, 1991

SONUÇ

Toprak kirlenmesi ve toprağın kalitesinin bozulması bir yandan dış, öte yandan iç faktörlere bağlıdır. Asit yağışlar bir süre sonra toprağın tamponlama etkisini yok ederek toprağı asitleştirmekte ve asitleşen ortamda mineraller daha hızlı ayrışarak alüminyum, manganez ve ağır metaller iyon haline geçmektedirler. Öte yandan fosil yakıtlar ve özellikle temizlenmeden ham olarak yakılan kömürlerden kaynaklanan hava kirliliği de yağışlarla orman alanlarına ve orman topraklarına ulaşmakta ve toprakların kirlenmesine sebep olmaktadır. Orta Avrupa ülkeleri tablolarında verilmiş sonuçları görmüş ve tedbirlerini almışlardır. Ülkemizde de hava kirlenmesi-asit yağış olaylarını, ana kaynağımız olan toprak kirlenmesi açısından görmek ve ele almak gerekmektedir. Kirlenmiş topraklar ve topraktan sızıp gelen içme suları gelecekte çok önemli bir çevre sorunu olarak karşımıza çıkacaktır.

KAYNAKLAR

- ASCHE, N., Schewermetalleintrage am Beispiel emissionsnah gelogener Waldökosysteme, 1985.
- Mitteilungen d. Deutschen Bodenkundl, Gesellschaft. 43/1 (331-336) ISSN-0343-107 x Schriftleitung: P.Hugenroth, Göttingen-Almanya.
- ÇEVRE SORUNLARI VAKFI, *Türkiye'nin Çevre Sorunları*. Önder Matbaası-Ankara (89.Ob.Y.0011.27), 1989.
- ELLENBERG, H., MAYER, R., SCHAUERMAN, J., Ökosystemforschung-Ergebnisse des Solling-Projekts. Verlag Eugen Ulmer ISBN 3-8001-3434-4-Stuttgart-Almanya, 1986.
- FABİG, W. Schadstoffbelastung von Böden-Auswirkungen auf Boden-und Wasserqualität. Allg. Forstzeitschr. 7. Februar 1987 (128-131). BLV Verlagsgesellschaft GmbH-Münih-Almanya, 1987.
- FORSCHUNGSBEIRAT 2. BERICHT, Forschungsbeirat Waldschaden/Luftverunreinigungen der Bundesregierung und der Lander-Karl/Elser Druck GmbH, 7130 Mühlacker-Almanya, 1986.
- GLATZEL, G., KAZDA, M., LINDEBNER, L., Die Belastung von Buchenwaldökosystemen durch Schadstoffdeposition im Nahbereich Stadtischer Ballungsgebiete: Untersuchungen im Wienerwald. Düsseldorf Geobotanische Kollog. Marz 1986 (15-32)-Almanya, 1986.
- KANTARCI, M.D., İstanbul-Feneryolu Ağaçlandıma Alanında Asit Yağışlarının Etkisi ve Bu Yağışların Kaynağı Üzerine İncelemeler, *ÇEVRE-86 Sempozyumu*, (Editör: Orhan USLU)-İzmir, 1986.
- KANTARCI, M.D. Çatalca ve Koçaeli Yarımadaalarında Anakaya-Toprak Özellikleri İle Çöp ve Atık Su Sorunları Üzerine Bir İnceleme, *Uluslararası Çevre Sorunları Sempozyumu* (Türkçe Tebliğler) İstanbul Marmara Rotary Kulübü (Editör: Kriton Curi), İstanbul, 1991.
- KURAL, O. (Editör) *Kömür Kimyası ve Teknolojisi* - Güney Grafik - İstanbul, 1988.
- RESMİ GAZETE, Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel. Müdürlüğü 2.11.1986 Sayı 19269, 1986.
- SCHMIDT, S., Untersuchungen über das Auftreten von Sauren Niederschlägen in Österreichischen Waldgebieten, Informationsdienst Forstliche Bundesversuchsanstalt-216. Folge Desember 1982-Viyana-Avusturya, 1982.

KATI ATIK YAKMA TESİSİ UÇUCU KÜLLERİNİN SOLIDİFİKASYONU

Seval SÖZEN
İstanbul Teknik Üniversitesi,
İnşaat Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü
Ayazağa-İstanbul

Ayşe FİLİBELİ
Dokuz Eylül Üniversitesi,
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü
Bornova-İzmir

ÖZET: Solidifikasyon, atıkları çeşitli bağlayıcı maddeler ile karıştırarak, yeni yapıda sert bir ürün elde etme işlemidir. Bu işlemde amaç, atıkların fiziksel özelliklerini iyileştirme, kirlenici alışverişinin yapıldığı yüzey alanını ve çözünürlüğü azaltma ve basınca dayanıklılığı artırma yolu ile çevreye verilecek zararların azaltılmasıdır. Atıklara daha çok çimento, sodyum silikat, puzolan, kalsiyum hidroksit, kalsiyum oksit, gips gibi katkı maddeleri ilave edilerek sert malzemelerin oluşması sağlanır. Elde edilen bu malzemelerde basınca dayanıklılık ve sızma deneyleri uygulanır. Pratikteki uygulamalarda bu malzemelerin yapı elemanı olarak kullanılması mümkündür. Bu çalışmada bir katı atık yakma tesisinin uçucu küllerine uygulanan solidifikasyon işlemi ele alınmış ve yapılan deneylerin sonuçları irdelenmiştir.

SOLIDIFICATION OF FLY ASH FROM SOLID WASTE INCINERATORS

ABSTRACT: Solidification is a process, which wastes are mixed with various binding materials to obtain a new potent product. It is aimed to improve physical properties of the wastes, and to reduce solubility and surface area of waste material which cause an increase in pollution concentrations; and to improve comprehensive strength. Hard materials are provided by the addition of some additives like cement, puzzolan, calcium hydroxide, calcium oxide, gypsum, thermoplast, organic polymers. Comprehensive strength and elutriation tests are applied to these final products. In practice, it is possible to use these products as building materials. In this study, some solidification applications which were carried out with fly ash samples taken from a solid waste incineration plant are summarized and results obtained from the analyses are discussed.

GİRİŞ

Özellikle endüstriyel tesislerde oluşan toksik, asidik, kostik nitelikli ve ağır metal konsantrasyonları yüksek olan çamur veya sıvı formda tehlikeli ve zararlı maddeler doğrudan alıcı ortamlara deşarjları uygun olmayan atıklardır. Bu tür atıklar için,

- düzenli depolama,
- fiziksel, kimyasal veya biyolojik arıtma,
- yakma,
- derin deniz deşarjı,

gibi giderme ya da uzaklaştırma alternatifleri önerilebilmektedir. Bu alternatiflerin tehlikeli ve zararlı atıklara uygulanma yüzdeleri;

- % 78.7 düzenli depolama
- % 7.5 kimyasal arıtma
- % 7.0 derin deniz deşarjı
- % 3.6 katılaştırma (solidifikasyon)
- % 1.6 yakma
- % 1.6 eski maden yataklarında depolama

olarak verilmektedir (Clements ve Griffiths, 1985).

Dağılımdan da görüldüğü gibi düzenli depolama diğer yöntemlere oranla daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Tehlikeli ve zararlı atıkların bu yöntem ile uzaklaştırılmasında iki farklı prensip uygulanmaktadır:

- Kentsel atıklarla birlikte depolama; böylece doğal mekanizma içinde atıkların parçalanmasının ve dispersiyonunun sağlanması;
- Kontrollü bir kazı içinde veya lagünde tek bir atık türünün biriktirilmesi (mono depolama).

Çevre problemlerinin çözümündeki duyarlı yaklaşımlar atığın depolanmadan önce tipine göre bir ön arıtma işleminden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Özellikle tehlikeli ve zararlı atıkların ön arıtımı için uygulanan ve en çok tavsiye edilen işlemlerden birisi

stabilizasyon-solidifikasyon yöntemidir. Yöntem bir taraftan düzenli depolama öncesinde atıklara belirli bir dayanım kazandırmayı, diğer taraftan sızıntı sularına karışacak kirletici yükünü azaltmayı ve yeraltı suyunu büyük ölçüde korumayı hedeflemektedir. Bu özelliği nedeniyle sadece tehlikeli ve zararlı atıklar için değil, evsel atıklar için de yaygın kullanım alanı bulunmaktadır. Bu çalışmada solidifikasyon yönteminin bir uygulaması özetlenmektedir.

Kentsel katı atık yakma tesislerinden kaynaklanan uçucu küllerin çevresel etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla yapılan bu çalışma, Stuttgart Üniversitesi Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte-, und Abfallwirtschaft Katı Atık Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Numuneler İsviçre'nin Trimmis kentinde bulunan kentsel katı atık yakma tesisi elektrofiltresinden alınmıştır. Uçucu küller yüksek konsantrasyonda çözünebilir tuz ve ağır metal içermektedir. Bu atıkların hiçbir işlem görmeden doğrudan depolanması büyük hacimler gerektirmekte, içerdiği zararlı maddeler nedeniyle de yeraltısuları için büyük tehlike oluşturmaktadır. Çevresel risklerin kontrolü amacıyla bu küllerin kaynağında yıkanması yoluna gidilmektedir. Yıkama suyunu arıtma işlemi de dahil olmak üzere toplam yıkama maliyeti 1 ton katı atık için 6-8 DM civarında olmaktadır. Çalışmada uçucu küllerin yıkanmasına alternatif olarak solidifikasyon işleminin önerilip önerilemeyeceği ve bu uygulamanın optimum çözümleri araştırılmaktadır. Çalışmanın yapıldığı sıralarda Alman Katı Atık Yönetmeliği'nin "Düzenli Depolama Taslağı"nın depolanacak atıklara 50 kN/m² basınç dayanım şartı getirmesi araştırmanın esas amacını oluşturmaktadır.

Uçucu kül numuneleri çimento, kalsiyum oksit, gips, kalsiyum hidroksit ve sodyum silikat (su camı) gibi farklı kimyasal bağlayıcı maddeler ile çeşitli oranlarda karıştırılarak katılaştırılmakta ve katılaştırılan numunelerin 28 günlük dayanımları belirlenmektedir. Elde edilen sonuçlar ile en yüksek dayanımı veren optimum karışım oranı ve optimum kimyasal madde oranı araştırılmaktadır.

STABİLİZASYON-SOLIDİFİKASYON İŞLEMİNİN TEORİSİ

Stabilizasyon-Solidifikasyon İşleminin Tanımlanması ve Uygulanması

Stabilizasyon işlemi, herhangi bir atığı kimya-

sal olarak kararlı bir forma dönüştürmek için uygulanmakta, kararlı bir kristal yapı veya bağlayıcı bir polimer içinde toksik element veya bileşenlerin tutularak çözünemeyen bileşikler haline dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Yöntemin arıtma çamurlarının kimyasal stabilizasyonu işleminden farklı olduğu dikkate alınmalıdır.

Solidifikasyon işlemi ise sıvı atıktan homojen (monolitik) bir katı kütlesi oluşturmak üzere, atığın yapısını ve fiziksel özelliklerini geliştiren çeşitli maddelerin ilavesini kapsamaktadır. Böylece sonuçta elde edilen madde kolayca işlenebilir ve taşınabilir niteliğe ulaşmaktadır. Solidifikasyon işlemi kimyasal değişimlerin yer aldığı stabilizasyon işlemi de içermekte, aynı zamanda katı madde kütlesi içinde atık partiküllerinin veya moleküllerinin fiziksel olarak bağlanması da gerçekleşmektedir (Sollars, 1989; Wiles, 1988; Huismans, 1981).

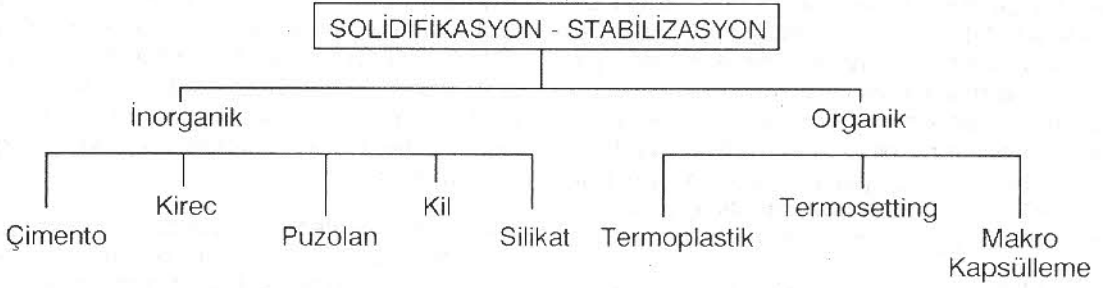
Solidifikasyon işlemi ile;

- Katı bir ürün elde edilmesi,
- Atığın işleme özelliklerinin ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi,
- Kirletici taşınımının oluşacağı yüzey alanının azaltılması,
- Akışkanlar ile temas ettiği zaman kirletici çözünlülüğünün azaltılması

hedeflenmektedir (Stief, 1982; Wiedeman, 1982).

Stabilizasyon-solidifikasyon işlemi inorganik sabitleme (inorganic fixation) ve organik kapsülleme (organic encapsulation) olarak iki kategoride incelenmektedir (Şekil 1). Organik kapsülleme yöntemi maliyet faktörünün düşünülmediği durumlarda (radyoaktif atık bertarafı gibi) uygulanmaktadır. Büyük miktarlarda endüstriyel atıklar için uygulanması düşünüldüğünde oldukça pahalı bir işlemdir. İnorganik stabilizasyon-solidifikasyon teknikleri özellikle metal katyonları içeren inorganik atıklar için kullanılmaktadır (Hurley, 1989).

Uygulamada daha çok çeşitli çimentolar, kireç, puzolan, gips ve silikatların çeşitli kombinasyonları kullanılmaktadır. Prensipte olarak bu malzemeler atık bileşenleri ile silikat ve alümsilikatlar oluşturmaktadır. Bazı durumlarda toksik materyal sadece katı bünyesinde hapsedilmemekte (solidifikasyon), aynı zamanda silikat/alümsilikat ile kimyasal olarak da bağlanmaktadır (stabilizasyon) (Dent, 1987).



Şekil 1: Stabilizasyon-solidifikasyon işlemlerinin sınıflandırılması.

Çimento ile solidifikasyon işleminin temel prensibi; uygun bir katı ürün elde etmek üzere çimento-atık karışımı içinde çimentonun hidrasyon etkisidir. Yani çimentonun su ile priz yapıp sertleşmesi olayıdır. Kireç, çimento, alçı gibi malzemeler, su eklenmesi ile plastik bir hamur haline gelen ve zamanla plastikliğini kaybedip sertleşen; bağlayıcı özelliği olan malzemelerdir. Başlangıçta bu hamura istenen şekil verilebilmektedir. Belirli bir süre sonra hamur katılaşmaya başlamakta, plastik şekil değişimi yapma yeteneğini kaybetmektedir. Bu olay priz olarak adlandırılmaktadır. Çimento ile katılaştırma işleminde katı formu oluşturan kalsiyum silikat hidratları ve kalsiyum alüminat hidratları hidrasyon prosesleri ile kütle içinde bağ yapı oluşturmaktadır. Atık bileşenleri adsorbsiyon ve hapsetme mekanizmaları ile hamur bünyesinde katılaşmakta, katılaşma sona erdiğinde de belirli bir dayanım kazanmaktadır (Clements ve Griffiths, 1985).

Puzolanlar ise içinde fazla miktarda aktif özellikte silis içeren maddelerdir. Puzolanlar tek başına bağlayıcı özelliğe sahip olmamakta, ancak başka bağlayıcılar ile karıştırıldığında (kireç, çimento) bağlayıcılık özelliği kazanmaktadır. Günümüzde puzolanlar daha çok çimento ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Puzolanlar doğal ve yapay olmak üzere iki büyük gruba ayrılmaktadır. Yapay puzolanların önemlileri pişmiş kil, uçucu kül ve yüksek fırın artıklarıdır (curuf). Termik santrallerde toz halinde kömürün yanmasından sonra baca filtrelerinde kalan malzemeye uçucu kül adı verilmektedir. Çimento inceliğindeki bu malzemenin puzolanlık özelliği vardır ve çimentoya karıştırılarak kullanılmaktadır (Baradan, 1984).

Katılaştırılmış Materyalin Kalitesinin Değerlendirilmesi

Aritma tesisindeki atığa tanımlanması ve uzaklaştırılması arasında genellikle beş temel işlem uygulanmaktadır (Clements ve Griffiths, 1985):

- Analiz ve değerlendirme
- Ön arıtma
- Bağlayıcı ve katılaştırıcı madde ilavesi
- Son ürünün kalite kontrolü
- Son ürünün kullanımı ve nihai bertarafı

Herhangi bir atık katılaştırma işlemine tabi tutulmadan önce atığın özelliklerini belirlemek için bazı analizlerin yapılması gerekmektedir. Çimento ile yapılan katılaştırma işlemlerinden önce atıkta görünüş, özgül ağırlık, yanma noktası, toplam katı madde (sıvılarda), toplam inorganik katı madde (katılarda), kül, pH, asidite, alkalinite, siyanür, sülfür ve kadmiyum, krom, bakır, demir, nikel, kurşun, çinko gibi ağır metal analizleri yapılmalıdır. Endüstriyel açıdan zaman ve maliyet önemli faktörler olduğundan her numune için, bu analizlerin hepsinin yapılması pratik olmamaktadır. Operatörün bilgisi ve atık üzerindeki deneyimi ile bütün analizler yerine minimum düzeyde bazı rutin analizler ile yetinilebilmektedir.

Kentsel Katı Atık Yakma Tesisi Uçucu Küllerinin Karakterizasyonu

Bu çalışmada kullanılan uçucu küller İsviçre'nin Trimmis kentinde bulunan GEVAG kentsel katı atık yakma tesisinden alınmıştır. Yakma tesisi yıllık kapasitesi yaklaşık 30 000 ton'dur. 1986 yılında modernize edilen tesiste yakma fırınından çıkan baca gazları elektrofiltreden sonra iki kademeli yıkama işlemlerinden geçirilmektedir. Yıkama işlemlerinden

sonra pres filtreden geçirilen uçucu küller düzenli depolama sahasına gönderilmektedir. Baca gazı yıkama suları ise nötralizasyon işlemleri ile birlikte kimyasal artımadan sonra kum filtresinden geçirilmekte ve Rhein nehrine deşarj edilmektedir (Gevag, 1988).

Uçucu küllerin karakterini ortaya koyabilmek amacı ile yıkanmış ve yıkanmamış numunelerde eluat testleri yapılmıştır. Uçucu kül/su oranı 1/10 olacak şekilde hazırlanan karışımlar 24 saat süre ile karıştırılmış, filtre edilmiş ve süzültüde Alman Normları DEV S4 ve DIN 38414'e göre pH, iletkenlik, klorür, krom, bakır, nikel, çinko, kurşun, kadmiyum, civa ve organik karbon analizleri yapılmıştır. Numunelerin dayanımı düzenli depolama açısından incelendiğinden, yapı malzemesi olarak kullanım hedeflenmemiş, örneklerin puzolanik özellik taşıyıp taşımadığı konusunda herhangi bir analiz yapılmamıştır. Tablo 1 analiz sonuçlarını göstermektedir (Sözen ve Filibeli, 1989).

Kullanılan Katkı Malzemeleri ve Karışım Oranları

Kentsel katı atık yakma tesisi (KKAYT) uçucu küllerinin solidifikasyonu sırasında kullanılan çeşitli katkı malzemeleri aşağıda özetlenmektedir:

- Portlant Çimentosu (35F)
- Portlant Çimentosu (45F)
- Gips
- Kalsiyum Oksit (CaO)
- Kalsiyum Hidroksit (Ca(OH)₂)
- Lafarge Çimentosu (Fondu Lafarge)
- Secar Çimentosu (Secar 51 ve Secar 71)
- Taş kömürü tesisi uçucu külleri (TKT)
- Sodyum silikat (% 35.5 sulu)
- Kuvars kumu

Uçucu küller belirtilen çeşitli bağlayıcı maddeler ile değişik kombinasyonlarda ve oranlarda karıştırılmış, elde edilen hamur kıvamındaki karışım sert PVC kalıplar içine doldurulmuş, tokmaklanarak iyice sıkıştırılmıştır. Yaklaşık iki gün sonra kalıplardan çıkarılan numuneler 28 gün süre ile oda ısısında kendi halinde kurumaya bırakılmıştır. Yüksekliği 8-10 cm, yüzey alanı 19.6 cm² olan bu silindirik örneklerde DIN 18136 göre tek eksenli basınç testleri uygulanmıştır. Bu testler Stuttgart Üniversitesi Toprak ve Zemin Mekaniği Laboratuvarlarında (Institut für Grundbau und Bodenmechanik) yapılmış olup, sonuçları Tablo 2'de özetlenmektedir.

Tablo 1. Trimmiş Kentsel Katı Atık Yakma Tesisi Uçucu Küllerinde Yapılan Analiz Sonuçları.

Parametre	Yıkanmamış Uçucu Kül		Yıkanmış Uçucu Kül	
	Ölçülen Değer	Spesifik Değer	Ölçülen Değer	Spesifik Değer
pH	9.76	-	11.24	-
Elekt.iletk.	26.80 ms/cm	-	1.6ms/cm	-
Klorür	9700 mg/L	97000 mg/kg	200 mg/L	2000 mg/kg
Cr	0.01 mg/L	0.1 mg/kg	0.08 mg/L	0.8 mg/kg
Cu	0.01 mg/L	0.1 mg/kg	0.01 mg/L	0.1 mg/kg
Ni	0.02 mg/L	0.2 mg/kg	0.02 mg/L	0.2 mg/kg
Zn	0.5 mg/L	5 mg/kg	0.04 mg/L	0.4 mg/kg
Pb	0.22 mg/L	2.2 mg/kg	0.1 mg/L	1 mg/kg
Cd	0.01 mg/L	0.1 mg/kg	0.01 mg/L	0.1 mg/kg
Hg	0.01 lg/L	0.1 lg/L	ölçülemedi	-
DOC	3.1 mg/L	31 mg/L	3.3 mg/L	33 mg/kg

Tablo 2. Kentsel Katı Atık Yakma Tesisi (KKAYT) Uçucu Küllerinin Solidifikasyonu Sonucunda Elde Edilen Basınç Dayanım Testi Sonuçları.

Numu. No	Karışım Kombinasyonu	Karışım Yüzdesi	Bas. Ger. kN/m ²	Numu. No	Karışım Kombinasyonu	Karışım Yüzdesi	Bas. Ger. kN/m ²
R1	KKAYT uçucu kül PÇ 35F Su	52 3 45	150	R13	KKAYT uçucu kül Kalsiyum hidrok. Su	61 3 36	71
R2	KKAYT uçucu kül PÇ 35F Su	52 9 39	2022	R14	KKAYT uçucu kül Kalsiyum hidrok. Su	44 19 37	689
R3	KKAYT uçucu kül PÇ 35F Su	46 20 34	418	R15	KKAYT uçucu kül Kalsiyum hidrok. Su	31 31 38	528
R4	KKAYT uçucu kül PÇ 35F Su	33 33 34	1561	R16	KKAYT uçucu kül Kalsiyum hidrok. Sodyum silikat Su	27 2 47 24	406
R5	KKAYT uçucu kül Gips Su	59 3 38	450	R17	KKAYT uçucu kül Kalsiyum hidrok. Sodyum silikat Su	24 10 44 22	309
R6	KKAYT uçucu kül Gips Su	55 10 35	528	R18	KKAYT uçucu kül PÇ 35F Sodyum silikat Su	19 19 41 21	371
R7	KKAYT uçucu kül Gips Su	43 18 39	532	R19	KKAYT uçucu kül PÇ 35F Sodyum silikat Su	26.5 26.5 26.5 20.5	680
R8	KKAYT uçucu kül Gips Su	35 35 30	975	R20	KKAYT uçucu kül PÇ 35F Sodyum silikat Su	38 19 19 24	1646
R9	KKAYT uçucu kül Kalsiyum oksit Su	62 3 35	664	R21	KKAYT uçucu kül PÇ 35F Sodyum silikat Su	31 31 15.5 25.5	1693
R10	KKAYT uçucu kül Kalsiyum oksit Su	57 10 33	2046	R22	KKAYT uçucu kül Gips Sodyum silikat Su	20 40 20 20	2001
R11	KKAYT uçucu kül Kalsiyum oksit Su	48 20 32	2210				
R12	KKAYT uçucu kül Kalsiyum oksit Su	35 35 30	*				

* Karışımın hazırlanmasından kısa bir süre sonra şiddetli exotermik reaksiyona bağlı olarak kalıp parçalanmış, basınç testi uygulanamamıştır

Tablo 2. (Devam)

Numu No	Karışım Kombinasyonu	Karışım Yüzdesi	Bas Ger. kN/m ²
R23	KKAYT uçucu kül Gips Sodyum silikat Su	34 2 42 22	213
R24	KKAYT uçucu kül Gips 6 Sodyum silikat Su	32 6 41 21	213**
R25	KKAYT uçucu kül Gips Sodyum silikat Su	28 12 40 20	696
R26	KKAYT uçucu kül Kuars kumu PÇ 35F Su	30 20 30 20	213**
R27	KKAYT uçucu kül Kuars kumu PÇ 35F Su	30 30 15 25	192
R28	KKAYT uçucu kül Kuars kumu PÇ 35F Su	15 60 15 10	1237
R29	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Secar Su	17 51 51 15	2111
R30	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Secar Su	24 24 51 40	972
R31	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Secar Su	25 25 71 42	743

** Numuneler daha kalıptan çıkarılırken ufalanmış basınç testi uygulanamamıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

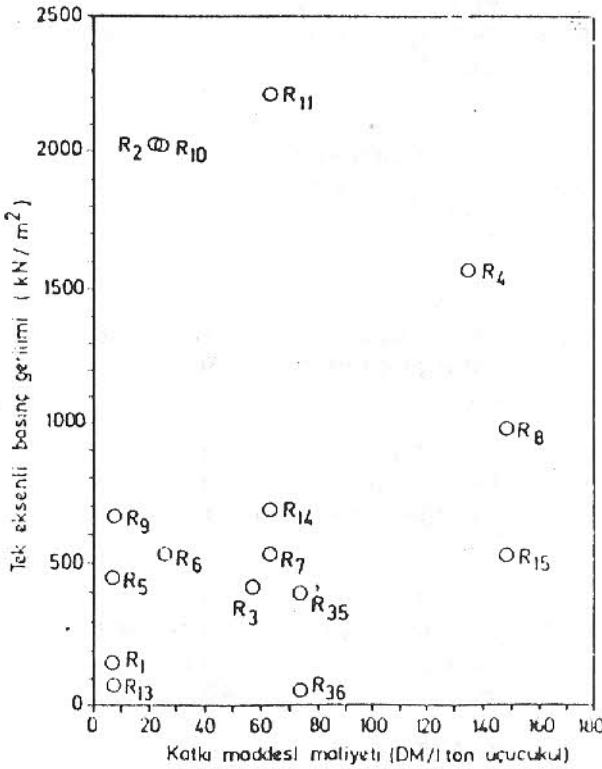
Numu No	Karışım Kombinasyonu	Karışım Yüzdesi	Bas Ger. kN/m ²
R32	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Secar Su	25 25 71 37.5	1173
R33	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Secar Su	20 30 71 40	878
R34	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Gips Su	16 32 8 44	489
R35	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Gips Su	23 23 11.5 42.5	399
R36	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Lafarge çimentosu Su	18 27 9 46	56
R37	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Lafarge çimentosu Su	23 23 11.5 42.5	277
R38	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Lafarge çimentosu Su	19 28.5 9.5 43	266
R39	KKAYT uçucu kül TKT uçucu kül Lafarge çimentosu Su	16 32 8 44	50

Şekil 2 basınç dayanımı sonuçları ile spesifik bağlayıcı madde maliyeti arasındaki ilişkiyi göstermek üzere hazırlanmıştır. Spesifik maliyeti 200 DM'dan fazla olan karışım kombinasyonları ekonomik nedenlerle dikkate alınmamıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çeşitli maddelerinin oluşturduğu dayanım ile bu maddelerin arasındaki ilişki gözönüne alındığında aşağıdaki noktalar dikkati çekmektedir:

- Numunelerin çoğu 500 kN/m² civarında dayanıma sahip olup, 1 ton uçucu kül için katkı maddesi maliyeti 60-75 DM civarındadır.
- Katkı maddesi maliyetleri dayanım sonuçlarından bağımsız olarak geniş bir aralıkta salınım göstermektedir. Bu nedenle optimum çözüm ya da çözümler ancak deneysel yöntemlerle belirlenebilmektedir.



Şekil 2. Basınç dayanımı ile spesifik katkı malzemesi arasındaki ilişki.

- Uçucu küllerin solidifikasyonu ile oldukça yüksek dayanım değerlerine ulaşıldığı gözlenmektedir. Özellikle Portlant Çimentosu 35F ile kalsiyum oksitin düşük oranlarda (%15-30) kullanıldığı kombinasyonlarda 2000 kN/m²'nin üzerinde dayanımlar ölçülmüştür.
- Bazı katkı maddeleri dışında genellikle katkı maddesi oranı arttıkça dayanım artmaktadır.

- Kalsiyum oksitin % 30'un üzerinde kullanıldığı kombinasyonlarda numuneler kuvvetli ekzotermik reaksiyonlar nedeniyle bozulmakta, basınç deneyleri uygulanamamaktadır. Bu durum kirecin sönme reaksiyonları ile açıklanabilmektedir.

Basınç deneyleri ile maliyet analizleri birarada incelendiğinde sadece iki kombinasyonun düşük maliyet ile yüksek dayanım verdiği görülmektedir. Bunlardan bir tanesi portlant çimentosunun % 15, diğeri ise kalsiyum oksitin % 15 oranında kullanıldığı örneklerdir. 1 ton katı atıktan 25-30 kg uçucu kül oluştuğu dikkate alındığında hem yıkamaya alternatif olacak, hem de düzenli depolama şartlarını sağlayabilecek bir dizi kombinasyonun olduğu görülmektedir. Bu çözümlerden hangisinin uygulanması gerektiği tamamen işletmeciyeye bağlıdır.

Genel olarak, solidifikasyon yakma, fiziko-kimyasal arıtma gibi uzaklaştırma olanaklarının olmadığı veya kısıtlı olduğu hallerde özellikle zararlı atıklar için son derece etkili bir uzaklaştırma yöntemi olarak önerilmektedir. Özellikle endüstriyel atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan arıtma çamurlarına uygulanacak bu ön işlem ile olası sızıntılarla yeraltı suyunun kirlenmesi büyük ölçüde önlenmektedir.

Diğer taraftan, katılaştırılmış materyal, belirli bir dayanıma sahip olduğundan dolgu malzemesi olarak yol inşaatlarında veya briket yapımında yapı malzemesi olarak kullanılabilir. Böylece atığın çevreye zararlı olmaktan öte, yararlı olabilecek yönde kullanımı da gerçekleştirilmiş olacaktır. Ancak bu durumda numunelerin gerçekten puzolanik özellik taşıyıp taşımadığı sorusuna cevap aramak üzere CaO, SiO₂, Al₂O₃ ve X-Işını analizleri yürütülmelidir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta atığın özelliklerine uygun bağlayıcı maddelerin seçilmesi gerekliliğidir. Atığın bünyesindeki tehlikeli maddelerin ön işlemlerle yeterince stabilize edilmesi ve seçilen yöntemle göre katılaştırma işleminin yapılması izlenmesi gereken yol olmalıdır.

KAYNAKLAR

- Baradan, B., "Yapı Malzemesi", DEÜ Yayınları, İzmir, 1984.
- Clements, J.A., Griffiths, C.M., "Solidification Processes", *Hazardous Waste Management Handbook*; Butterworths, London, 1985.

- Dent,C.G., Rushbrook,P.E., Baldwin,G., "A Method for Predicting Quality in Solidified Hazardous Wastes", Waste Research Unit Harwel Laboratory, Oxfordshire, OX11 0RA, United Kingdom, 1987.
- Gevag, Trimmis, "Anlagen zur hende Rauchgasreinigung und zur Behandlung der Flugasche", Presseorientierung, 1988.
- Hurley,B.S., "Hazardous Waste: Future Consideration", *J.IWEM*: 3, April, 1989.
- Huismans,J.W., Suess,M.J., "Hazardous Waste Management", Interim Dokument 7, World Health Organization, 1981.
- Stief,K., "Verfestigung von Sonderabfaellen", Fortschrittender Deponietechnik, Tag-ung Nr. T.7.507.092.2. Haus der Technik e.V., Essen, 1982.
- Sollars,C.J., Perry,R., "Cement Based Stabilization of Wastes: Practical and Theoretical Consideration", *J.IWEM*: 3, April, 1989.
- Sözen,S., Filibeli,A., "Untersuchungen zur Verfestigung von Flugasche aus einer Hausmüllverbrennungsanlage", Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfalltechnik der Universitaet Stuttgart, Stuttgart, 1989.
- Wiedeman,H., "Verfahrunge zur Verfestigung von Sonderabfaellen und Stabilisierung von verunreinigten Böden: Stand der Erkenntnisse und Anwendungsmöglichkeiten", Umweltbundesamt Berichte 1/82, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1982.
- Wiles,C.C., Howard,H.K., "U.S. EPA Research in Solidification / Stabilization of Waste Material", U.S: Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, 1988.

İZMİR KENTİ EVSEL KATI ARTIKLARINDA BULUNAN TOKSİK MADDELERİN ARAŞTIRILMASI

Dr. Müh. Kadir KESTİOĞLU
Çevre Müh. Görkem ŞİRİN
Dokuz Eylül Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü
35100 Bornova/İzmir

ÖZET: Bu çalışmada, İzmir Büyükşehir Belediyesi yöresinde oluşan evsel atıkların su içerikleri, uçucu organik madde miktarları, üst ısı değerleri ve toksik madde miktarları analizlenmiştir. Ayrıca toksik maddelerin çevresel etkileri araştırılarak bir yılda çöplerle birlikte atılan toksik madde miktarları ile, yine bir yılda araziye verilmesine müsaade edilen ağır metal seviyeleri karşılaştırılmıştır. İzmir yöresinde, toksik maddelerin yaklaşık olarak 0.03 ton/yıl civa, 120 ton/yıl kurşun, 300 ton/yıl krom, 2 ton/yıl kadmiyum, 40 ton/yıl bakır, 190 ton/yıl nikel ve 80 ton/yıl çinko gibi miktarlarda evsel atıkların içinde araziye verildiği bu çalışma kapsamında ortaya konmuştur.

A RESEARCH ON TOXIC SUBSTANCES IN İZMİR CITY MUNICIPAL SOLID WASTE

ABSTRACT: In this study, the composition of solid wastes of İzmir Greater City Municipality has been analysed with respect to parameters like volatile organic matter, heat content and toxic substances. Besides that environmental impacts of toxic substances have been investigated, and the amounts of toxic substances and heavy metals on a yearly basis have been determined. It has been estimated that 0.03 ton/year mercury, 120 ton/year lead, 30 ton/year chromium, 2 ton/year cadmium, 40 ton/year copper, 190 ton/year nickel and 80 ton/year zinc have been discharged along with municipal waste in İzmir area.

GİRİŞ

Ülke gelişimine paralel olarak kişilerin tüketim miktarları da artmaktadır. Hayat şartlarının gelişimi endüstrinin gelişimiyle birlikte olmaktadır. Günlük olarak kullanılan ve atılan maddeler zaman geçtikçe artmakta aynı zamanda da ekonomik bir boyutu bulunmaktadır. Türkiye'de evsel boyutlarda atılan çöp miktarları yerleşim bölgelerine göre değişme göstererek kırsal alanlarda bu miktarın oldukça düşük olduğu tahmin edilmektedir.

İnsanlar, toplumsal yaşam ilişkileri içinde, doğal kaynaklar kullanarak ve gelişen teknolojilerden yararlanarak, ekonomik faaliyetlerde bulunurken, bu faaliyetlerin gelişimi ile de çevreden farklı bir yapay çevre oluşturmaktadırlar. İnsan toplumunun yeryüzünde yaşamaya başlamasından bu yana, oluşturdukları yapay çevre, atılan katı atıklarla doğal denge aleyhine bozulmaktadır.

EVSEL KATI ATIKLARIN SINIFLANDIRILMASI

Evlerden atılan çöplerde; yemek artıkları,

meyve kabukları, sebze artıkları, kağıt artıkları tabak ve cam kırıkları, odun-kömür külleri, eski elbise ve ayakkabılar, plastik torbalar, değişik cinsten metaller ve piller bulunmaktadır. Bu çöplerin içinde bulunan kağıt artıkları, cam kırıkları ve metal atıkları düzgün bir şekilde sınıflandırılırsa çöplerin sınıflandırılması ve geri kazanılmasına önem verilmemekte olup oldukça iptidai bir şekilde yapıldığı görülmektedir. Bu nedenle evsel atıklar, metropol şehirlerin dışında bulunan yerleşim yerlerinde değerlendirilmemekte ve toprak kirlenmesine neden olmaktadır.

Bilhassa yoğun yerleşim olan metropol bölgelerde, uygun depolama yeri bulunmasındaki güçlükler dikkate alındığında, değerlendirilebilir hurda maddelerin geri kazanılması (recycling) ile hem ekonomiye hammadde yönünden girdi sağlamak, hem bu sayede depolama hacminden önemli bir tasarruf söz konusu olmaktadır. Bu amaçla depolama yerlerinin yanında veya uygun bir yerde hurda geri kazanma tesislerinin yapılmasında büyük yarar vardır. Bu yolla sağlıklı çalışma koşulları

da iyileştirilerek, ayıklama/geri kazanma tesisleri sağlıklı ve geri kazanma verimi yüksek hale getirilmelidir.

Evsel katı atıklarda ise, değerli maddelerin (cam, kağıt, pil, metal v.b.) ayrı biriktirilip toplanması ve yanabilir olanların yakılması Avrupa ülkelerinde başarıyla uygulanmış başlanmıştır. Ancak buna rağmen geriye bir miktar depolanması gereken artık kısımlar kalmakta ve bunlar için de uygun depolama yerlerinin tesis edilmesi gerekli olmaktadır.

Günümüzün en önemli mühendislik problemlerinden ve bunun çözümü için gerek duyulan görevlerden biri de, depolanması zorunlu olan katı artıklar için emniyetli depolama teknolojilerinin geliştirilmesi olmaktadır. Diğer taraftan günümüzün acil çözüm bekleyen sorunu ise eski kirleticiler (Altasten-alm.) veya kirletilmiş zeminler (cotaminated soil) dediğimiz, günümüze kadar gelişmiş güzel veya tekniğine uygun olmayan depolanmış, araziye besaltılmış binlerce çöp veya moloz döküm yerleri ile sıvı atıkların sızdırıldığı fosseptikler ve buralardan kaynaklanan kirli sızıntı sularıdır. Bu potansiyel çevre kirleticiler için uygun önlemlerin alınması, kirlenmeye neden olan

maddelerin sınırlandırılması gerekmektedir,

Araştırmanın amacı, İzmir yöresinde bulunan potansiyel çöp miktarının ve çöp içeriğinin belirlenmesi, bulunan toksik madde içeriğinin araştırılması ve hataların değerlendirilmesidir. İzmir'de 2500000 kişi yaşadığı ve her kişinin günde 1 kg çöp oluşturduğu varsayılarak, günde üretilen çöp miktarının 2500 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Mekanik olarak ayrılabilen çöp içerik oranları Tablo 1'de ve çöpler öğütüldükten sonra elde edilen organik ve inorganik çöp içeriği ise Tablo 2'de verilmektedir. Çöp karışımını oluşturan maddeleri bulmak için analiz yapılan bölgelerden temsili numuneler alınmış ve her bölgenin eş ağırlıklı örneklerinden birer karışım oluşturulmuştur. Her bir karışım iki kez ikişer parçaya bölünerek 4 yığın oluşturulmuş, ardından yığınlar arasında çarpazlama bir birleştirme uygulanarak oluşan nihai yığınlardan biri Tablo 1'de yer alan madde grubu analizinde, diğeri ise bıçaklı değirmenden geçirilerek Tablo 2'de yer alan laboratuvar analizlerinde kullanılmıştır. (Erdin, 1982). Çöpler tasnif edildikten sonra toksik madde miktarları analiz edilirse Tablo 3 ve 4'deki değerler elde edilir.

(a) Vücut ağırlığının her kilogramına karşılık 500 mg'dan az bir dozda ağır metal sızdırıldığına (LD 50).

(b) Vücut ağırlığının her kilogramına karşılık 100 mg'dan az bir dozda ağır metal sızdırıldığına (LD 50).

Tablo 1. İzmir'in Değişik Bölgelerindeki Evsel Atık (çöp) İçeriğinin Belirlenmesi (% ağırlık) (Erdin, 1982).

Madde grubu	Yeşil- Güzel- Karşı- Eşref- Bal- Bor- Çam- Narlı	Güzel- bahçe- yaka	Yeşil- yurt	Güzel- bahçe	Karşı- yaka	Eşref- paşa	Bal- Buca	Bor- nova	Çam- dibi	Narlı dere
Bitkisel ve hayvansal atıklar	50.5	53.7	57.2	35.7	55.3	52.3	45.6	40.5	49.8	
Kağıt karbon	9.0	6.7	6.7	9.3	5.3	7.1	7.4	9.1	9.0	
Plastik	4.2	5.7	5.7	3.4	1.9	5.5	4.4	4.9	3.4	
Cam, taş, seramik	7.2	5.2	2.1	2.4	4.0	5.2	8.5	6.4	2.1	
Metal	1.4	3.4	2.1	0.8	5.9	5.1	3.3	0.8	4.3	
Odun, kemik, deri	4.0	8.3	3.8	1.5	6.0	6.7	2.4	2.3	2.3	
Tekstil	2.0	1.6	2.5	-	2.0	1.4	1.5	3.8	3.8	
Demir > 10 mm	3.0	2.6	3.0	43.8	6.2	6.7	3.5	6.9	6.9	
Demir < 10 mm	18.0	12.8	3.3	3.1	13.6	10.0	23.4	15.4	15.4	
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

TOKSİK MADDELERİN ÇEVRESSEL ETKİLERİ

14 Mart 1991 tarih ve 50814 sayılı "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında evlerde oluşan katı atıkların toplu ve zararlı katı atık taşımasına önlenmesi amacıyla, evlerde oluşan toksik maddelerin belirlenmesinin

Madde grubu	Yeşil- Güzel- Karşı- Eşref- Bal- Bor- Çam- Narlı	Güzel- bahçe- yaka	Yeşil- yurt	Güzel- bahçe	Karşı- yaka	Eşref- paşa	Bal- Buca	Bor- nova	Çam- dibi	Narlı dere
Bitkisel ve hayvansal atıklar	50.5	53.7	57.2	35.7	55.3	52.3	45.6	40.5	49.8	
Kağıt karbon	9.0	6.7	6.7	9.3	5.3	7.1	7.4	9.1	9.0	
Plastik	4.2	5.7	5.7	3.4	1.9	5.5	4.4	4.9	3.4	
Cam, taş, seramik	7.2	5.2	2.1	2.4	4.0	5.2	8.5	6.4	2.1	
Metal	1.4	3.4	2.1	0.8	5.9	5.1	3.3	0.8	4.3	
Odun, kemik, deri	4.0	8.3	3.8	1.5	6.0	6.7	2.4	2.3	2.3	
Tekstil	2.0	1.6	2.5	-	2.0	1.4	1.5	3.8	3.8	
Demir > 10 mm	3.0	2.6	3.0	43.8	6.2	6.7	3.5	6.9	6.9	
Demir < 10 mm	18.0	12.8	3.3	3.1	13.6	10.0	23.4	15.4	15.4	
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Tablo 2. 5.3.1990 Tarihinde İzmir Yöresinde Toplanan Çöplerin Analiz Değerleri.

Parametre	Ölçülen Konsanrasyonlar		
	Orta boyutta öğütülmüş çöp numunesi	İnce boyutta öğütülmüş çöp numunesi	Kompozit çöp numunesi
Uçucu Org.mad.mik.(%)	60	47	60
Toplam azot (%)	0.90	1.30	1.50
Üst ısııl değ, (KCal/kg)	3210	1800	3300
Toksik madde miktarları			
Civa (Hg) (mg/kg)	0.05	0.13	0.08
Krom (Cr) (mg/kg)	1019	892	638
Kadmiy. (Cd) (mg/kg)	5.7	5.6	5.8
Nikel (Ni) (mg/kg)	649	535	420
Bakır (Cu) (mg/kg)	180	81	146
Çinko (Zn) (mg/kg)	302	148	230
Kurşun (Pb) (mg/kg)	188	299	590

Not: Analizler kuru madde üzerinden yapılmıştır.

Çöpler ham gübre haline getirildikten sonra fiziksel ve kimyasal özelliklerinin mevsimsel değişimini görebilmek için yapılan analizler Tablo 5'te verilmektedir.

TOKSİK MADDELERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

14 Mart 1991 tarih ve 20814 sayılı "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında, evlerde oluşan katı atıkların tehlikeli ve zararlı katı atık tanımına alınmamasına rağmen, evlerde oluşan toksik maddelerin belirlenmesinin

yararlı olacağı varsayılarak bu araştırma yapılmıştır.

Toksik madde aşağıda belirtildiği gibi tanımlanabilir:

- Vücut ağırlığının her kilogramına karşılık 500 mg'dan az bir dozda ağız yoluyla alındığında (LD 50),
- Vücut ağırlığının her kilogramına karşılık 1000 mg'dan daha az bir dozda deri üzerine sürüldüğünde (LD 50),

Tablo 3. Evsel Katı Artık Bileşenlerinin Ağır Metal İçerikleri (Enhörning, 1981).

Parametre	Cd	Cr	Hg	Pb	Zn
Madde Grubu	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Organik madde	0.3	4.7	0.08	12.7	174.0
Kağıt,karton	0.23	7.0	0.09	26.7	185.0
Plastik	0.76	21.0	0.06	103.0	65.9
Hafif fraksiyon	1.2	13.0	0.07	138.0	58.8
Cam	-	342.0	-	-	-
Tekstil	0.4	3.6	0.3	6.3	152.0
Kauçuk ve deri	11.0	1175.0	0.29	391.0	4645.0
Metal	14.0	178.0	0.9	3233.0	3401.0
Demir türü metal	0.2	165.5	0.5	3778.0	222.0
Diğer metaller	83.0	238.0	2.9	630.0	19300.0
Tüm çöp içinde	1.67	62.4	1.53	317.0	505.0

Tablo 4. Evsel Katı Artıkta ve Organik Bileşeninde Ayırma Yöntemlerine Bağlı Ağır Metal İçerikleri (Enhörning, 1981).

Metod \ Parametre	Pb mg/kg	Hg mg/kg	Cd mg/kg	Zn mg/kg	Cr mg/kg
Ayrı biriktirme ve toplama organik madde	0.72 3.0	0.10 -	0.16 0.24	29.0 25.8	- 4.8
Karışık biriktirme ve toplama, elle ayırma organik madde	11.7 520.0	0.1 -	0.45 2.0	119.0 290.0	- 38.0
Karışık toplama, vibrasyonlu eleklerle ayırma	- 96.0	0.12	1.4	416.0	-

Tablo 5. Ham Çöp Gübresinin Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Mevsimsel Değişimi (Kovancı, 1985).

Çöp Gübresinin İçerikleri	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Aralık
	Mart,Nisan Mayıs Ayları Ortala.	Haziran, Temmuz, Ağustos Ayları Ortala.	Eylül, Ekim, Kasım Ayları Ortala.	
Taş (%)	4.370	2.030	2.970	4.440
Cam (%)	2.597	2.505	2.460	1.913
Metal (%)	0.442	0.256	0.409	0.263
Toplam (%)	7.409	4.791	5.839	6.616
Yanma kaybı* (%)	38.76	40.51	33.28	39.37
Yanma kaybı** (%)	42.47	42.90	36.03	42.67
2 mm < kısımlarda kül (%)	52.39	47.75	62.51	60.51
2 mm > kısımlarda kül (%)	62.68	66.44	65.42	54.14
pH su ile	7.40	7.58	7.63	7.23
pH 0.01 M CaCl ₂ ile	7.11	7.27	7.28	6.68
KDK	27.55	34.05	25.83	21.47
C (%)	20.40	21.70	19.36	19.80
N (%)	0.798	0.899	0.793	0.826
C/N	25.30	24.28	24.45	24.10
P (%)	0.128	0.132	0.127	0.135
K (%)	0.564	0.550	0.623	0.597
Ca (%)	5.507	4.507	3.482	2.333
Mg (%)	0.634	0.548	0.681	0.720
Na (%)	0.326	0.238	0.344	0.237
Fe (%)	1.917	1.620	1.712	1.613
Zn (ppm)	314	454	355	375
Mn (ppm)	294	369	291	218
Cu (ppm)	59	103	140	47
Pb (ppm)	74	75	86	91
B (ppm)	108	44	118	198

* Ham çöp gübresinde

** Taş, cam ve metalden arındırılmış ham çöp gübresinde

c) Her bir m³'de 2000 mg'dan daha az bir dozda solunum sistemiyle alındığında ölüme sebebiyet veren maddelere toksik maddeler denir.

Toksik inorganik maddeler olarak; As, Ba, B, Ni, Cd, Cr, Cu, Pb, Se, Ag, Va, Hg ve Zn; yu toksik organik maddeler olarak; klorlanmış hidrokarbonlar ve "chlorophenoxys" leri sıralayabiliriz.

Evsel atıklar olarak yukarıda bahsedilen maddelerden bir çoğu atılmamaktadır. Ancak çok az bir miktarı atılmaktadır. Bununla birlikte metropolitan şehirlerde yaşayan nüfus oldukça fazla (1000000'ün üstünde) olduğundan küçümsenmeyecek bir oranda toksik madde atılarak toprak kirlenmesine neden olmaktadır.

İzmir-Büyük-Şehir-Belediyesi sınırları içinde günde 2500 ton çöp atıldığı tahmin edilmektedir. Bu miktar çöpün bir kısmı (500 ton/gün'ü) Uzundere çöp fabrikasında işlenmekte olup değeri ise İzmir'in çeşitli yerlerinde araziye verilmektedir. Bu çöpler hiç tasnif edilip sınıflandırılmadan düzensizce ve bilimsizce doğaya verilmektedir. Düzenli deponi alanlarında istiflenmediğinden yağışlar nedeniyle çözünür toksik maddeler tabii olarak yer altı suyuna veya yüzeysel sulara geçerek çevreyi kirliteceklerdir. Deponi alanlarında oluşan suların numune alınıp analizlendiğinde oldukça ilginç sonuçlar elde edildiği Tablo 6'da görülmektedir.

Toksik maddelerin çevresel etkileri aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1. Çöplerden çözünerek yeraltı suyuna geçerek yeraltı suyunu kirlitebilirler.
2. Atılan toprak üzerinde birikim yaparak müşade edilen miktarın (Tablo 7) üstüne çıkarak toprak kirlenmesine sebep olurlar.
3. Toprak üzerinde yaşayan canlılarca alınarak ölümlerine sebep olabilirler.
4. Rüzgarla çevreye dağılarak çevrenin kirlenmesine neden olabilirler.

Bu araştırmada ki amaç evsel atıklarda bulunan toksik madde miktarını belirlemek, boyutunu çıkarmak ve çöpler atılmadan tasnif edilerek toksik madde içeren maddeleri ortamdaki uzaklaştırması gerektiğini belirtmek olduğundan daha detaylı bir çalışma yapılmamıştır.

Toksik madde kaynaklarının çevresel etkileri kısaca şöyle açıklanabilir.

Baryum: Böbrek ve dolaşım bozukluklarına,

Kadmiyum: Yüksek kan basıncına ve böbrek bozukluklarına,

Krom: Deri rahatsızlıklarına ve karaciğer bozukluklarına,

Kurşun: Böbrek ve beyin bozukluklarına,

Civa: Beyin ve karaciğer bozukluklarına,

Nikel ve kobalt: Doku bozukluklarına ve kanser hastalıklarına,

Arsenik ve selenyum: Sinir ve doku bozukluklarına sebep olmaktadır.

Bu nedenle çevreye toksik dozun altındaki derişimle verilmektedirler.

İZMİR ÇÖPLERİNDEKİ TOKSİK MADDE MİKTARLARININ BELİRLENMESİ

Evsel katı atıklar içinden toksik madde bulunması gerektiği halde, Tablo 2'deki değerler belli oranlarda toksik maddelerin bulunduğunu göstermektedir. Tablo 2'deki değerler baz alınıp günde ve yılda atılan toksik maddeler, 1000 ton/gün (Kovancı, 1985) çöp miktarına göre hesaplanırsa aşağıdaki değerler elde edilir.

Hg	=	0.03	ton/yıl
Pb	=	120	ton/yıl
Cr	=	300	ton/yıl
Cd	=	2	ton/yıl
Cu	=	40	ton/yıl
Ni	=	190	ton/yıl
Zn	=	80	ton/yıl

Ancak meskun bölgelerden atılan değişik içerikli çöplerde bu miktarlar değişmektedir (Tablo 3). Tablo 3'deki ortalama krom değerlerinde hesaplandığında bile 144 ton/yıl krom atıldığı görülmektedir. Bu miktarların parasal değerinin de korkunç boyutlarda olacağını tahmin etmek zor olmasa gerekir.

Meskun bölgelerden atılan çöpler kontrol altına alınmadığı takdirde bir yılda araziye verilmesine müsaade edilen limitleri (Tablo 7) kolayca aşabileceği açıklıkla görülebilmektedir.

Tablo 6. Halkapınar ve Çiğli Tesisi Sızıntı Sularının Özellikleri (Şengül ve Kestioğlu, 1990).

Parametre	Halkapınar Tesisi Sızıntı Suyu (mg/L)	Çiğli Tesisi Sızıntı Suyu (mg/L)
pH	4.9	5.6
KOI	20554	61822
Aski.katı mad.	5941	7129
Yağ ve gres	47.4	26.2
Sülfat (SO ₄)	1500	4887
Sülfür (S ⁻)	2.2	0.2
Top. krom (Cr)	2.7	3.2
Top.siyanür (CN ⁻)	0.015	0.042
Kurşun (Pb)	1.5	4.0
Kadmiyum (Cd)	0.1	0.20
Bakır (Cu)	1.0	0.2
Çinko (Zn)	9.5	71.4

Çöpler kompost tesislerinde tarımda kullanılabilir duruma getirildiğinde dahi toksik madde içeriği değişmeyeceğinden tarımda kullanımı için de uygun olmayacaktır.

Çöp içinde bulunan maddeler değişik etmenlerle çözülerek sızıntı suyu halinde yeraltına sızacaklar ve beraberlerinde toksik maddeleri de sürüklemiş olacaklar. İzmir ve Almanya'da sızıntı sularla yapılan çalışmalar Tablo 8, 9, 10 ve 11'de verilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İzmir ilinin nüfusu 4000000'na yaklaşmaktadır. Her gün binlerce çöp atılmakta ve belediye olanaklarıyla taşınmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi çöpler hiç tasnife tabi tutulmadan karma karışık bir şekilde çöp bidonlarına atılmaktadır. Eğer çöpler sınıflarına göre tasnif edilirse 27720 ton/yıl kağıt-karton, 10800 ton/yıl değişik türde metal, 14400 ton/yıl ton yanabilen ve ısıl değeri olan madde geri kazanılmış olacak ve hem belediye bütçesine, hem de ev bütçesine büyük oranda katkıda bulunmuş olacaktır.

Toksik madde yönünde araştırma değerlendirildiğinde çok daha değişik boyutlardaki olaylarla karşılaşılmaktadır. Toksik maddeler zamanla çözünerek toprak ve su zeminine geçerek toprak ve su kirlenmesine neden olmaktadırlar. 14 Mart 1991 tarih ve 20814 sayılı "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında

Tablo 7. Bir Yılda Araziye Verilmesine Müsaade Edilecek Ağır Metal Yükü (yılda hektar başına gram olarak) (Resmi Gazete, 1991).

Ağır Metal	Sınır Yük Değeri (gram/hektar yıl)
Kurşun	2000
Kadmiyum	33
Krom	2000
Bakır	2000
Nikel	330
Cıva	42
Çinko	5000

Çöpler Tehlikeli ve Zararlı Atıklar sınıfına girmemesine karşılık, yıllık olarak düşünüldüğünde oldukça fazla miktarda toksik maddenin çöplerle birlikte atıldıkları ortaya çıkmaktadır.

Evlerden atılan çöplerle çevrenin kirlenmemesi için çöplerin tasnif edilerek sınıflandırılması gerekmektedir. Bu husus yerel yönetimler tarafından teşvik edilmeli ve özendirici tedbirler alınmalıdır. Ayrıca iletişim kaynaklarından faydalanarak belde insanları eğitilmeli ve gerekli bilgiler zamanında verilmelidir. Belli mahallerde kağıt, metal ve cam atıkları toplayacak konteynirler bulundurulmalı ve yöre halkına bu husus tüm detayları ile anlatılmalıdır.

Çöp islahı çalışmalarıyla hem çevre kirlenmesi önlenir hem de çöplerden oluşturulan gübrelerle tarım alanları gübrelenerek toprak veriminin artması sağlanır. Yörede yaşayan tüm kişilerin bu hususta görev almaları sağlanarak çevrenin tüm insanların ortak bulunduğu bir kaynak olduğu ısrarla belirtilmelidir.

Tablo 8. Gallenbach Tesisinde 1977-1980 Döneminde Tayin Edilen Sızıntı Suyu Ortalama Bileşimleri (Defregger, 1982; Şengül ve Kestiöglu, 1990).

Parametre	1977	1978	1979	1980
pH	2.0	2.4	2.2	2.4
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI ₅ , mg/l)	2720	3000	4000	4650
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ, mg/l)	3000	3500	9000	12000
Toplam organik karbon (TOC, mg/l)	1600	1900	4000	3400
Krom (Cr, mg/l)	0.4	0.7	0.5	0.2
Bakır (Cu, mg/l)	0.3	0.3	0.4	0.3
Siyanür (CN ⁻ , mg/l)	-	-	0.1	0.1
Nikel (Ni, mg/l)	4.1	5.2	3.6	4.4
Çinko (Zn, mg/l)	2.3	0.5	0.6	0.4
Kadmiyum (Cd, mg/l)	0.2	0.1	0.2	0.2
Demir (Fe, mg/l)	12	4	4	2.1
Kalay (Sn, mg/l)	2.3	8	44	34
Kurşun (Pb, mg/l)	0.6	1.0	1.2	1.1
Fenol (mg/l)	2.1	2.3	1.0	10
Klorür (Cl ⁻ , mg/l)	15000	26000	37000	40000
Sülfat (SO ₄ , mg/l)	2100	3400	6300	3300

Tablo 9. Federal Almanya'da Kentsel katı Artık Depolama Tesislerinde Oluşan Sızıntı Sularının Özellikleri (Pöppinghaus, 1987).

Parametre	Analiz değeri (minimum ve maksimum olarak)	
Görünüş	Koyu kahve, siyaha yakın	
Koku	Keskin, rahatsız edici	
pH	7-9	
İletkenlik	2000	-20000 mS/cm
Rodoks Potansiyeli	100	- (+200) mV
Buharlaştırma Kalıntısı	300	-50000 mg/L
Kül	800	-20000 mg/L
KOİ	200	-19000 mg/L
BOI ₅	250	-10000 mg/L
TOC	1000	-10000 mg/L
Fenol	0.0001-	1.0 mg/L
Amonyum	6	- 2000 mg/L
Nitrat	0	- 50 mg/L
Klorür	100	- 5000 mg/L
Sülfat	50	- 2500 mg/L
Kalsiyum (Ca)	20	- 2500 mg/L
Magnezyum (Mg)	15	- 1200 mg/L
Sodyum (Na)	50	- 4000 mg/L
Mangan (Mn)	1	- 20 mg/L
Demir (Fe)	1	- 1000 mg/L
Çinko (Zn)	10	- 10000 g/L
Toplam Krom (Cr)	20	- 1500 g/L
Bakır (Cu)	10	- 1000 g/L
Kurşun (Pb)	20	- 1000 g/L
Arsenik (As)	0.1	- 1000 g/L
Nikel (Ni)	20	- 2000 g/L
Kadmiyum (Cd)	1	- 100 g/L
Civa (Hg)	0.2	- 50 g/L

Tablo 10. 9.5.1990 Tarihinde Halkapınar Kompost Tesisi Sızıntı Sularından Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları (Kestioğlu ve Şengül, 1990).

Parametre	Taze kompostun sızıntı suyu	Dinlenmiş (15 günlük) kompostun sızıntı suyu	(İZSU kanalizasyona deşarj standartları
pH	6.10	6.60	6.5-9
Renk	Koyu kahve-siyah	Sarı-kahverengi	
BOI ₅	85 000 mg/L	35 000 mg/L	Standart yok
KOI	147 200 mg/L	63 200 mg/L	4000 mg/L
AKM	8266 mg/L	760 mg/L	500 mg/L
Yağ ve gres	400 mg/L	200 mg/L	250 mg/L
Sülfat (SO ₄)	1368 mg/L	750 mg/L	1000 mg/L
Sülfür (S ⁻)	14 mg/L	12 mg/L	2 mg/L
Toplam azot	1914 mg/L	676 mg/L	Standart yok
Toplam fosfor	55.8 mg/L	35.5 mg/L	Standart yok
Klorür (Cl ⁻)	10 296 mg/L	4 898 mg/L	Standart yok
Toplam krom (Cr)	1.23 mg/L	1.53 mg/L	5 mg/L
Toplam siyanür (CN ⁻)	4.10 mg/L	8.3 mg/L	10 mg/L
Kurşun (Pb)	0.75 mg/L	1.30 mg/L	3 mg/L
Kadmiyum (Cd)	0.076 mg/L	0.161 mg/L	2 mg/L
Çinko (Zn)	5.43 mg/L	6.46 mg/L	10 mg/L
Nikel (Ni)	2.31 mg/L	3.70 mg/L	5 mg/L
Mangan (Mn)	10.31 mg/L	12.30 mg/L	Standart yok

Tablo 11. 23.5.1990 Tarihinde Uzundere Kompost Tesisi Sızıntı Sularından Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları (Şengül ve Kestioğlu, 1990).

Parametre	Kompost sızıntı suyu (7 tonluk yeraltı deposu)	Kompost sızıntı + çöp sızıntı suyu karışımı	İZSU deşarj standartları
pH	2.40	2.60	6.5-9
KOI	59 200 mg/L	20 000 mg/L	4000 mg/L
BOI ₅	32 000 mg/L	12 000 mg/L	
AKM			500 mg/L
Yağ ve gres	410 mg/L	382 mg/L	250 mg/L
Sülfür (S ⁻)	144 mg/L	56 mg/L	2 mg/L
Toplam azot	2227 mg/L	1181 mg/L	Standart yok
Toplam fosfor	34.5 mg/L	32.8 mg/L	Standart yok
Klorür (Cl)	5298 mg/L	3049 mg/L	Standart yok
Toplam krom (Cr)	1.98 mg/L	2.36 mg/L	5 mg/L
Toplam siyanür (CN ⁻)	3.60 mg/L	2.8 mg/L	10 mg/L
Kurşun (Pb)	1.38 mg/L	1.90 mg/L	3 mg/L
Kadmiyum (Cd)	0.17 mg/L	0.09 mg/L	2 mg/L
Çinko (Zn)	4.82 mg/L	5.30 mg/L	10 mg/L
Nikel (Ni)	1.75 mg/L	2.37 mg/L	
Mangan (Mn)	11.53 mg/L	8.24 mg/L	
Demir (Fe)	38.90 mg/L	49.90 mg/L	

KAYNAKLAR

- Defregger, F., "Collection, Analysis and Treatment of Surface Water and Leachate on the Gallenbach Land Fill Site for Hazardous Waste in Bovavia" *Recycling International*, Recovery of Energy and Material from Residues and Waste, Edited by Karl J. Thome - Kozmiensky, E. Freitag - Verlag für Umwelttechnik, Berlin, 1982.
- Enhörning, B., "The Costs and Value of Refuse Derived Fuel", MER 3 Antwerpen, Belgium, 1981.
- Erdin, E., "İzmir Katı Artıklarının Madde Grubu Analizi" *Çevre 82 Sempozyumu*, E.Ü. Atatürk Kültür Merkezi, 1982.
- Gürel, O. ve Erdin, E., "Land Treatment of Solid Wastes and Their Toxic Properties", *Environmental Management for Developing Countries* Preprints of the Tird Symposium., 1986.
- Kasirga, E. ve Erdin, E., "Management and Disposal of Hazardous Wastes" *Environmental Management for Developing Contries*, Preprints of. The Third Symposium, Envitek A.Ş. İstanbul, 1986.
- Kovancı, İ., Hakeslerler, H. ve Oktay, M., "İzmir Halkapınar Çöp Fabrikasında Üretilen Ham Çöp Kompostlarının Olgunlaştırma Yöntemi ve Bunların İçerdiği Besin Maddeleri Üzerinde Araştırmalar", *Doğa Bilim Dergisi*, Cilt 9, Sayı 1, 1985.
- Poppinghaus, K., Strauch, P., "Anforderung An Die Sicker Wasserbeh Andlung Aus Der Sicht Des Gewasserschutztes Unter Berücksichtigung. Sonstiger Einleitungen", *Materialien /87*, Umwelt Bundes Amt, Erich Schmiat Verlag, Berlin, 1987.
- Resmi Gazete, "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği", Sayı 20814, Ankara, 1991.
- Şengül, F. ve Kestioğlu, K., "Katı Atık Depolama Alanlarında Oluşan Sızıntı Sularının Özellikleri ve Çevresel Etkileri". İzmir İ. Çevre Şenliği, İzmir, 1990.

TOPLANTILAR

"14th Canadian Waste Management Conference, Waste Minimization : Practical Solutions to Real Problems", (14'ncü Kanada Atık Yönetimi ve Atık Minimizasyonu Konferansı: Gerçek Problemlere Pratik Çözümler), Environment Canada, Regina, Saskatchewan, 6-9 October 1992.

Başvuru: Susan Clarke, Technology Development Branch, Environment Canada

Tel : 819-953-5227; 819-953-9029

"Ecology'92", (Ekoloji'92), ISWA, Gothenberg, Sweden, 6-9 October, 1992.

Başvuru: Svenska Massan, P.D.Box 5222, S-402 24 Gothenburg, Sweden.

Tel : +46 31109100

Fax : +46 31160330

"1992 International Symposium on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe: A Forum For Technology Transfer", (Orta ve Doğu Avrupa'da Çevre Kirliliği Uluslararası Sempozyumu -- 1992. Teknoloji Transfer Forumu). ISWA, Budapest, Hungary, 12-16 October, 1992.

Başvuru: Dr. Peter I.Richter c/o Budapest Convention Centre, Congress Team, 1444 Budapest, P.O.Box 233, Hungary.

Fax : +361 185 2127

"An International Fair, An International Symposium on Environment", (Çevre Konusunda Uluslararası Bir Fuar, Uluslararası Bir Sempozyum). ÇEVKO, İstanbul, Turkey. 15-16 October 1992.

Başvuru: Dr. Erol Metin, ÇEVKO Nispetiye Cad. 33-14 80630 Akatlar - Etiler, İstanbul, Turkey.

Tel : (1) 257 76 15; (1) 257 76 16

Fax : (1) 257 76 17

"3rd International RILEM Symposium on Demo-

lition and Reuse of Concrete and Masonry", (Betonarme ve İnşaat Atıklarının Bertaraf Edilmesi ve Geri Kazanılması 3 ncü Sempozyumu), RILEM and UNESCO, Odense, Denmark, 25-27 October 1992.

Başvuru: Danish Building, Research Institute; Dr. Neergaards Vej 15, P.O.Box 119, DU-2970 Hrsholm, Denmark

Tel : (+45) 4286 55 33

Fax : (+45) 4286 75 35

"CADMO'92 - Computer Aided Design, Manufacture and Operation in the Marine and Off-shore Industries", (CADMO'92 - Deniz ve Sahil Endüstrilerinde Dizayn, İmalat ve İşletmede Bilgisayar Yardımı), Wessex Institute of Technology, Madrid, Spain, 27-29 October 1992.

Başvuru: Pamela Spalding, Wessex Institute of Technology, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton SO4 2AA, United Kingdom.

Tel : 44 703 293223

Fax : 44 703 292853

"7th IRC International Waste Management Congress and Exhibition", (7 nci IRC Uluslararası Atık Yönetimi ve Fuarı), IRC, Berlin, Germany, 28-30 October 1992.

Başvuru: Mrs. Cornelia Avenarius, Im Schwarzen Grund 20, D - 1000 Berlin 33, Germany.

Tel : 0 30-832 6869

Fax : 0 30-831 5658

"The Second International Symposium on Combustion and Energy Recovery", (Yakma ve Enerji Geri Kazanma İkinci Uluslararası Sempozyumu), Palermo, Italy, 29-31 October 1992.

Başvuru: Prof. Giuseppe Tringali, c/o CARBONE CONGRESSI Via Q. Sella 68 90139 - PALERMO-ITALY

Tel : 0039-91-321273

Fax : 0039-91-321782

"28th AWRA Conference Managing Water Resources During Global Change", (28 nci AWRA Konferansı-Global Değişiklikler Esnasında Su Kaynaklarının Yönetimi), AWRA, Reno, Nevada, U.S.A., 1-5 November 1992.

Başvuru: Mr.R. Hermann, American Water Resources Association, 5410 Grosvenor Lane, Suite 220, Bethesda, Maryland 20814/2192, U.S.A.

"Pollutec'92 - An International Exhibition", (Pollutec'92, Uluslararası Sergi), Under the Patronage of the French Ministry of Environment, Lyon - Eurexpo, 3-6 November 1992.

Başvuru: Technoexpo, 8rue de la Michodiera 75002 Paris, France.

"3rd International Seminar on Battery Waste Management" (Pil Atıkları Yönetimi Uluslararası 3.ncü Semineri) ISWA, 4-5 November 1992.

Başvuru: ISWA'S General Secretariat, Vester Farimagsgade 29, 1780 Copenhagen V, Denmark.

Tel : +45 3315 6565
Fax : +45 3393 7171

"Waste Minimization and Clean Technologies", (Atık Minimizasyonu ve Temiz Teknolojiler), ISWA Tehlikeli Atıklar Çalışma Grubu, London, United Kingdom, 10-12 November 1992.

Başvuru: ISWA Working Group on Hazardous Wastes, 8750 Georgia Avenue, Suite 144, P.O.Box 7010, Silver Springs, MD 20910, U.S.A.

Tel : +1 202 659 4613
Fax : +1 301 585 0297

"Course on Environmental Biotechnology", (Çevre Biyoteknoloji Kursu), EERO Training Centre, Luzern Switzerland, 10-13 November 1992.

Başvuru: EERO Training Centre, P.O.Box 182, 6700 AD Wegeningen, The Netherlands.

"1992 Congress of Cities and Exhibition", (1992 Şehir Kongresi ve Sergisi), ISWA, New Or-

leans, Louisiana, U.S.A., 28 November - 2 December 1992.

Başvuru: National League of Cities, New Orleans, Louisiana, U.S.A.

Tel : +1 202 626 3100

"International Conference On Women and Environment", (Uluslararası Kadın ve Çevre Konferansı), Alexandria University, Alexandria, Egypt, 1-3 December 1992.

Başvuru: Prof. Dr. Samia Galal Saad, High Institute of Public Health, Alexandria University, 165 El Horria Avenue, Alexandria, Egypt.

Tel : 002 03 421 557/6
Fax : 002 422 8379; 002 03 421 8436

"Household Hazardous Waste Conference", (Evsel Tehlikeli Atıklar Konferansı), ISWA, Seattle, Washington, U.S.A.

Başvuru: Steve Levy, U.S. EPA, 05-301 Room 2417, Washington, DC 20460, U.S.A., 4-6 December 1992.

Tel : +1 508 470 3044

"Course on Environmental Chemistry of Organic Pollutants", (Organik Kirleticilerin Çevre Kimyası Kursu), EERO Training Centre, Siena, Italy, 6-9 December 1992.

Başvuru: EERO Training Centre, P.O.Box 182, 6700 AD Wegeningen, The Netherlands.

"Conference on Risk, Risk Analysis Procedures and Epidemiological Confirmation", (Riziko, Riziko Analiz Yöntemleri ve Epidemik Olarak Kanıtlanması Konferansı), University of Southern California and Loyola Marymount University, California, U.S.A., 5-9 January 1983.

Başvuru: Loyola Marymount University, Department of Civil Engineering and Environmental Science, 7101 West 80th Street, Los Angeles, CA 90045, U.S.A.

Tel : 310 338 2823

"Re'93 - International Recycling Trade Fair and Congress", (Re'93 - Geri Kazanma Uluslararası

Fuar ve Kongresi), Orgexpo, Geneva, Switzerland, 19-23 January 1993.

Başvuru: Mr. Hroar R.Skov, Mikkel Bryggers Gade 10, DK-1460 Copenhagen K, Denmark.

Tel : +45 33 11 41 42

Fax : +45 33 13 38 59

"Plastics Recycling Conference" (Plastiklerin Geri Kazanılması Konferansı), ISWA, Geneva, Switzerland, 19-23 January 1993.

Başvuru: ISWA'S General Secretariat, Vester Farimagsgade 29, 1780 Copenhagen V, Denmark.

Tel : +45 33 15 65 65

Fax : +45 33 93 71 71

"1st International Trade Exhibition and Congress on Recycling" , (Geri Kazanma Ticareti Uluslararası 1 nci Fuar ve Kongresi), ISWA, Geneva, Switzerland, 20-35 January 1993.

Başvuru: Mr. Huber Klun

Tel : + 022 798 1111

"TREND Recycling Exhibition and Congress", (TREND Geri Kazanma Fuar ve Kongresi), Trend Associates, Miami, Florida, U.S.A., 27-31 January 1993.

Başvuru: Trend Associates, P.O.Box 80, 1225 Veyrier, Geneva, Switzerland.

"International Conference on Environmental Management" , (Çevre Yönetimi Uluslararası Sempozyumu), University of Wollongong, Wollongong, Australia, 15-18 February 1993.

Başvuru: Dr. M. Sivakumar, Department of Civil and Mining Engineering, University of Wollongong, NSW 2500, Australia.

"Air Pollution'93" , (Hava Kirliliği'93), Wessex Institute of Technology, Monterrey, Mexico, 16-18 February 1993.

Başvuru: Pamela Spalding, Wessex Institute of Technology, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton SO4 2AA, United Kingdom

Tel : 44 703 293223

Fax : 44 703 292853

"Recycle'93" , (Geri Kazanma'93), Maack Business Services, Davos, Switzerland, 23-26 March 1993.

Başvuru: Maack Business Services Davos, Switzerland

Tel : +41 1781 3040

"Managing the Marine Environment: The Shetland Standard" , (Deniz Çevre Yönetimi: Shetland Standardı), CEMP, Lerwick, Shetland, 30 March - 1 April 1993.

Başvuru: CEMP, AURIS Environmental Division, 23 st. Machar Drive, Old Aberdeen, AB2 1RY, Scotland, United Kingdom.

Tel : 0224 272483/272479

Fax : 0224 487658

Telex : 73458 UNIABN G.

"HELECO'93 - The First International Exhibition and Conference on Environmental Technology for the Mediterranean Region" , (HELECO'93 Akdeniz Yöresi İçin Çevre Teknolojileri Uluslararası Sergi ve Konferansı), Horizon Ltd, Athens, Greece, 1-4 April 1993.

Başvuru: Horizon Ltd 14 Nikis Street, 105 57 Athens, Greece.

"Surface Treatment 93 Computer Methods and Experimental Measurements in Treatment Effects", (Aritmada Bilgisayar Metodları ve Deneysel Ölçümler), Wassex Institute of Technology, Southampton, United Kingdom, 20-22 April 1993.

Başvuru: Pamela Spalding Wessex Institute of Technology, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton SO4 2AA, United Kingdom

Tel : 44 703 293223

Fax : 44 703 292853

"IFAT'93 - 10th International Trade Fair for Waste Disposal" , (IFAT'93 - Atık Uzaklaştırma 10 ncu Uluslararası Ticaret Fuarı), Muenchener Messund Ausstellungsgesellschaft mbH, Munich, Germany, 11-15 May 1993.

Başvuru: Muenchener Mess-und Ausstellungsgesellschaft mbH, Messelgelaende, Postfach 12 10 09, 8000 Munich 12, Germany

Tel : +49 89 51 070
Fax : +49 89 51 07 506

"4th IAWPRC Symposium on Forest Industry Wastewaters", (Orman Ürünleri Endüstrisi Atıksuları 4 ncü IAWPRC Sempozyumu), IAWPRC and Tampere University of Technology, Water Association, Tampere, Finland, 8-11 June 1993.

Başvuru: Ms. Sirpa Sandelin, Tampere University of Technology, P.O.Box 692, SF-33101 Tampere, Finland.

"Contaminated Sediments - Historical Records, Environmental Impact and Remediation", (Kirlenmiş Sedimanlar-Geçmişte Gözlenenler, Çevresel Etkileri ve İyileştirilmesi), University of Wisconsin, Milwaukee, U.S.A., 14-16 June 1993.

Başvuru: Prof. E.R. Christensen, Department of Civil Engineering and Mechanics, University of Wisconsin, Milwaukee, P.O.Box 784, Milwaukee, WI 53201, U.S.A.

Tel : +1 414 229 5422
Fax : +1 414 229 6958

"Waste Expo'93", (Atık Fuarı'93), NSWMA, Chicago, Illinois, U.S.A., 14-18 June 1993.

Başvuru: NSWMA, 8750 George Avenue, Ste 144, P.O.Box 7010, Silver Springs, MD 20910, U.S.A.

Tel : +1 202 659 4613
Fax : +1 301 585 0297

"Second International Conference on Water Pollution", (Su Kirlenmesi İkinci Uluslararası Konferansı), Wessex Institute of Technology, Milan, Italy, 21-23 June 1993.

Başvuru: Audrey Lampard, Wessex Institute of Technology, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO4 2AA, United Kingdom.

Tel : 44 703 293223
Fax : 44 703 292853

"Intensive Course on Sanitary Landfilling Technology", (Düzenli Depolama Teknolojisi Yoğun Kursu), The Turkish National Committee on Solid Wastes, Istanbul, Turkey, 21-23 June 1993.

Başvuru: Prof.Dr. Kriton Curi, The Turkish National Committee on Solid Wastes, Boğaziçi University, 80815 Bebek, Istanbul, Turkey.

Tel : 90-1-263 15 00/1439;
90-1-263 15 40/1439

Fax : 90-1-265 84 88; 90-1-257 35 68
Electronic Mail: CURI @TR BOUN Bitnet

"International Symposium on Hazardous Waste Management in Economically Developing Countries", (Gelişmekte Olan Ülkelerde Tehlikeli Atık Yönetimi Uluslararası Sempozyumu), The Turkish National Committee on Solid Wastes, Istanbul, Turkey, 24-26 June 1993.

Başvuru: Prof.Dr. Kriton Curi, The Turkish National Committee on Solid Wastes, Boğaziçi University, 80815 Bebek, Istanbul, Turkey.

Tel : 90-1-263 15 00/1439
90-1-263 15 40/1439

Fax : 90-1-265 84 88; 90-1-257 35 68
Electronic Mail CURI @TR BOUN bitnet

"Intensive Course On Appropriate Technology for Hazardous Waste Management in Economically Developing Countries", (Gelişmekte Olan Ülkelerde Tehlikeli Atık Yönetimi İçin Uygun Teknoloji Yoğun Kursu), The Turkish National Committee on Solid Wastes, Istanbul, Turkey, 28-30 June 1993.

Başvuru: Prof.Dr. Kriton Curi, The Turkish National Committee on Solid Wastes, Boğaziçi University, 80815 Bebek, Istanbul, Turkey.

Tel : 90-1-263 15 00/1439
90-1-263 15 40/1439

Fax : 90-1-265 84 88; 90-1-257 35 68
Electronic Mail CURI @TR BOUN bitnet

"Second International Conference on Moving Boundaries 93", Wessex Institute of Technology, Milan, Italy, 23-25 June 1993.

Başvuru: Mrs. Audrey Lampart, Wessex Institute of Technology, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO4 2AA, United Kingdom.

Tel : 44 703 293223
Fax : 44 703 292853

E.Mail : CMLa ib.rl.ac.uk.

"Design and Operation of Small Wastewater Treatment Plants", (Atıksu Küçük Arıtma Tesisi

Dizayn ve İşletmesi), IAWQ; International Association on Water Quality, Trondheim, Norway, 28-30 June 1993.

Başvuru: Conference Secretariat, Foundation for Continuing Education at the Norwegian Institute of Technology, N-7034 Trondheim, Norway.

Tel : 47 7 595254
Fax : 57 7 517226

"14th International Seminar on Environmental Assessment and Management", (Çevresel Değerlendirme ve Yönetimi 14 ncü Uluslararası Semineri), University of Aberdeen, Scotland United Kingdom, 18 July - 11 September 1993.

Başvuru: University of Aberdeen, Centre for Environmental Management and Planning, AURIS Environmental Division, 23 St. Machar Drive, Old Aberdeen, AB2 1RY Scotland, United Kingdom.

Tel : 0224 272483/272479
Fax : 0224 487658
Telex : 73458 UNIABN G.

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

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

Tel : +1 800 456 4723

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

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

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

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

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

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

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

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

Tel : +1 202 962 3672

"Diffuse (Nonpoint) Pollution: Sources, Prevention, Impact and Abatement", (Yaygın Kirlenmeler: Kaynakları, Önlenmesi, Etkisi ve Azaltılması), IAWQ, International Association on Water Quality, Chicago, U.S.A., 20-24 September 1993.

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

Tel : +1 414 288 3524
Fax : +1 414 288 7082

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

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

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

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

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

Tel : +33 1 4227 3891
Fax : +33 1 4380 6590

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

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

Tel : +45 33 91 44 91
Fax : +45 33 91 91 88

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

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

Tel : +33 1 4227 3891
Fax : +33 1 4380 6590

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

"Seventh International Symposium on Anaerobic Digestion", (Yedinci Anaerobik Çürüme Uluslararası Sempozyumu). IAWQ, International Association on Water Quality, Cape Town, South Africa, 23-27 January 1993.

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

Tel : +27-21-998901
Fax : +27-21-994707

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

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

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

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

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

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

YAYINLAR

- * Environmental Impact of Hazardous Wastes.
Editör: Prof. Edward S.Kempa.
Fiatı: U.S. \$ 30
Temin Adresi: ISWA General Secretariat, Vester Farimagsgade 29, DK-1780 Copenhagen V, DENMARK.
- * Recycling of Construction and Demolition Waste.
ISWA Recycling Working Group, Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft, Verband Kommunale Abfallensorgung ve Stadtreinigungs tarafından tertiplenen Konferansın Bildiriler Kitabı.
Fiatı: U.S. \$ 30
Temin Adresi: ISWA General Secretariat, Vester Farimagsgade 29, DK-1780 Copenhagen V, DENMARK
- * European Conference On Hospital Waste Management.
ISWA, WHO, Danish National Member of ISWA ve Danish Hospital Administrations tarafından tertiplenen Konferansın Bildiriler Kitabı.
Fiatı: U.S. \$ 50
Temin Adresi: ISWA General Secretariat, Vester Farimagsgade 29, DK-1780 Copenhagen V, DENMARK
- * Economic Models and Applications of Solid Waste Management.
Yazar: Hans - Werner Gottinger
Temin Adresi: Gordon and Breach Science Publishers, 1991, 119 pp. Reviewed by Dr. A.V. Shekdar, NEERI, Nagpur 440 020, INDIA.
- * Oil Spill Response in the Marine Environment
Editor: J.W. Doerrffer
Fiatı: L 65 / U.S. \$ 130
Temin Adresi: Pergamon Press Ltd, Headington Hill Hall, Oxford OX 3 OBW, United Kingdom.
- * Numerical Methods in Engineering and Applied Sciences
Editörler: H.Alder, J.C.Heinrich, S.Lavanchy, E.Onate, B.Suarez.
Fiatı: U.S. \$ 150
(iki cilt, 1350 sayfa)
Temin Adresi: International Center for Numerical Methods in Engineering, Edificio C-1, Campus Norte, UPC, C/Gran Capitan, s/n, 08034 Barcelona, Spain.
- * Air Pollution
Editör: P. Zannetti
Fiatı:U.S. \$ 400
(800 sayfa)
Temin Adresi: Computational Mechanics Publications, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO4 2AA, United Kingdom.
- * Environmental Modelling
Editör: P. Zannetti
Fiatı:U.S. \$ 178
(500 sayfa)
Temin Adresi: Computational Mechanics Publications, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO4 2AA, United Kingdom.

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 Yerlerde Yayınlanması

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

5. Yayın Hakkı

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

6. Telif Ücreti

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

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

4. Abstract

Makalenin İngilizce özeti genelde Türkçe özeti 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 Sayısı

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

9. Şekiller

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

10. Çizimler

Çizimler özgün olmalıdır. Boyutları ya yazıya tek sütuna doğrudan yerleştirilecek veya % 30 küçültmeye uygun boyutta olmalıdır. Çizimler üzerinde yer alan yazı, sayı ve semboller daktilo, 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 ha-

fifçe yazının başlığı ve şekil numarası yazılmalıdır.

13. Tablolar

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

14. Dipnot

Yazılarda dipnot kullanılmamalıdır.

15. Kaynaklar

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

Kitaplar

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

Kitaptan Bir Bölüm

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

Rapor

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

Tez

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

Makaleler

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

GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE TEHLİKELİ ATIK YÖNETİMİ ULUSLARARASI SEMPOZYUMU

(24-26 Haziran 1993)

ve

1. Düzenli Depolama Teknolojisi

(21-23 Haziran 1993)

2. Gelişmekte Olan Ülkelerde Tehlikeli Atık

Yönetimi İçin Uygun Teknoloji

(28-30 Haziran 1993)

Yoğun Kursları

İSTANBUL

21-30 Haziran 1993

Organizasyon:

Katı Atık Türk Milli Komitesi

ve

Uluslararası Katı Atık Birliği (ISWA)

Başvuru: Katı Atık Türk Milli Komitesi

Prof.Dr. Kriton Curi dikkatine

Boğaziçi Üniversitesi

80815 Bebek-İstanbul

Telefon: 257 50 33, 263 15 00 Fax: 265 84 88

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

Katı Atık Türk Milli Komitesi

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

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

İsim, Soyadı :

Kuruluş :

Adres :

Telefon :

İmza

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

Katı Atık Türk Milli Komitesi

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

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

İsim, Soyadı :

Kuruluş :

Adres :

Telefon :

İmza

KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ
BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ

80815 BEBEK - İSTANBUL

KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ
BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ

80815 BEBEK - İSTANBUL