

Katı Atık Depo Yeri Seçiminde Hidrojeolojik Kriterlerin Önemi

Hülya KESKİN ÇİTİROĞLU

ZKÜ Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 67100 Zonguldak, Türkiye

Yayın Kodu (Article Code): 10-07D

Özet: Sanayileşme ve hızlı nüfus artışı çevre kirliliği problemlerini de beraberinde getirmekte, bu durum insan ve çevre sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Katı atıkların depolanması çevreye verecekleri zararlı etkileri oldukça azaltmaktadır. Katı atık depo alanlarında jeolojik, coğrafik, hidrolojik, hidrojeolojik, iklim ve ulaşım kriterleri araştırılmalıdır. Hidrojeolojik çalışmalar katı atıkların yüzey ve yeraltı sularını kirletmesini önlemek açısından önem sunmaktadır. Uygun katı atık depo yerinin seçiminde toplam 100% etkinliğe sahip 7 kriter içinde 33% ile en yüksek etkinlik oranına sahip kriter hidrojeolojik özellikleri içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Katı atık, Depolama, Hidrojeoloji.

Importance Of Hydrogeological Criteria For Selection Of Solid Waste Storage Site

Abstract: Industrialization and high population growth bring about problems of environmental pollution, and this case occurs hazardous effects on the health of people and environmental aspects. The hazardous effects of solid waste on environment decrease in this manner solid waste storage. Criteria of geological, geographical, hydrological, hydrogeological, climatic and transporting must been investigated on area of solid waste repository. The hydrogeological studies are very important for to prevent pollution of surface and underground water with caused of solid waste. Hydrogeological characteristics with 33% are the most effective criteria in which of seven criteria with a total of 100% effectiveness for selection of proper disposal site.

Key Words: Solid waste, Storage, Hydrogeology.

E-mail: keskinhc@gmail.com

Giriş

Doğanın; su, hava ve toprakta oluşan kirliliği azaltma özelliğine rağmen günümüzde kirlilik ve ekolojik dengesizlik doğanın bu gücünü aşmaktadır. Vahşi depolama olarak ifade edilen, koşulları yetersiz depolar ve açık alanlara boşaltılan çöplerden sızan çöp suları, hem yüzey hem de zemin sularını kirletmektedir. Son yıllarda dondurulmuş yiyeceklerin üretim ve kullanım miktarındaki artış, evlerden çıkan yemek atık miktarını azaltmakta fakat bununla birlikte işlenen tarımsal ürünün atık miktarını arttırmaktadır. Sahibinin

istemmediği veya toplumun menfaati gereği toplanıp uzaklaştırılması ve bertaraf edilmesi gereken katı maddelere katı atık denmektedir (Resmi Gazete 1991). Açığa çıkan katı ve yarı katı atıklar, evsel, endüstriyel, ticari, yapı yıkıntıları ile fabrika, belediye ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (Tchobanoglous et al. 1993) (Çizelge 1). Bir şehirdeki katı atıkların genel dağılımları dikkate alındığında, evsel ticari ve kişisel atıkların oldukça yaygın olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Şehir katı atık kaynakları (Tchobanoglous et al. 1993).

Kaynak	Katı Atık Türleri
Evsel	Yiyecek, kağıt, plastik, tekstil, deri, ağaç, cam, kül, elektronik ve beyaz eşyalar, yağ, bahçe vb. atıklar
Ticari (Mağaza, lokanta, otel vb.)	Kağıt, ağaç, yiyecek, plastik, cam, metal, mukavva vb. atıklar
Belediye (Temizlik işleri, parklar vb.)	Sokak ve park süprüntüleri, çöp, moloz vb. atıklar
Yapı ve Yıkıntılar	Ağaç, toprak, beton, çelik vb. atıklar
Endüstriyel (Fabrika, santral vb.)	Yiyecek, metal, çöp, kül, kimyasal ve tortulaşmış atıklar
Tarımsal	Bozulmuş yiyecek, bitki, gübre vb. atıklar

Çizelge 2. Şehir katı atıklarının yaklaşık dağılımları (Tchobanoglous et al. 1993).

Katı Atık Kaynağı	% Dağılım
Evsel, ticari ve kişisel atıklar	67
Fabrika atıkları	6
Yeşil alan, park, yeni yerleşim alanları	5
Belediye hizmetleri, çevre temizliği	3.8
Okul atıkları	3.4
Yapı ve yıkıntı atıkları	1.4
Bitki atıkları	0.7
Zararlı atıklar	0.1
Diğerleri	12.6

Materyal ve Metod

1. Katı Atıkların Depolanması

Katı atıkların çevreye olan zararları, sızıntı sularının yeraltı ve yüzey sularına geçmesi, depo gazlarının atmosfere ve yeraltına yayılması, tozun rüzgarlarla atmosfere karışması, zararlı maddelerin bitki ve gıda maddelerine geçmesi ve doğrudan temasta bulunma şeklinde özetlenebilir. Katı atıkların çevreye ve insan sağlığına zararını engellemek ve gerekirse daha sonra yeniden işlemek amacıyla kullanılabilmesi için gerekli ayırma ve sınıflandırma işlemlerinin yapılarak biriktirilmesi çalışmaları özellikle II. Dünya Savaşı sonrası çevre jeotekniği açısından önem kazanmıştır. Açık alanlar, terkedilmiş maden ocakları, dere yatakları, deniz ve su ortamları ile kalabalık bölgelerden uzaktaki düşük eğimli alanlar atıkları uzaklaştırmak

için çoğunlukla tercih edilen bölgeler olmakla birlikte 20. yüzyılın sonlarına doğru daha hijyenik şartlarda atık depolama uygulamalarına hız verilmiştir. Günümüzde maksimum kalınlığı 500 cm olan ve atık depolandıktan sonra üstleri günlük olarak kaplanan ve 'Deponi' olarak adlandırılan atık alanlarının kullanımı oldukça yaygındır. Çoğunlukla kaplama şilteleri, köpük veya doğal zeminin kullanıldığı günlük kaplamaların maksimum kalınlığı 30 cm'dir (Daniel 1993).

Günümüzde, atık depo alanlarının belirlenmesinde ayrıntılı jeolojik ve hidrojeolojik araştırmalarla birlikte hava fotoğraflarının yorumlanması ve jeofizik yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır.

2. Depo Yerlerinin Belirlenmesinde Etkili Faktörler

Katı atık depo alanlarının zemin özellikleri, jeolojik ve tektonik yapısı, yeraltı suyu, artezyen ve akifer durumu, malzeme temin imkanları, yerleşim yerlerine ve doğal alanlara olan mesafesi, topoğrafik eğim ve yükselti, arazi kullanımı, hidrolojik şartlar, atıkların yeniden işleme niteliği, kazıdan çıkan malzemenin değerlendirilmesi, atığın özellikleri (yoğunluğu, hacmi, içeriği), yörenin iklimi (yağış, sıcaklık, buharlaşma, hakim fırtınalar), depo alanına güvenli ve ekonomik ulaşım imkanları, mülkiyet durumu gibi faktörler depo alanlarının belirlenmesinde etkili başlıca faktörlerdir (Daniel 1993).

Hava alanları, bataklıklar, fay hatları, deprem ve heyelan bölgeleri, taşkın yatakları ABD Çevre Koruma Birliği (USEPA) tarafından atık depo yerlerinin belirlenmesinde bölgesel sınırlamalar içinde yer almaktadır (USEPA 1973). Oturma, çökme davranışları gösteren, yüksek geçirgenliğe sahip, geçirimsizlik katsayısı 10×10^{-6} cm/s'den büyük olan ve geçirimsiz tabakaları bulunmayan zeminler ile doğal su toplama havzaları, yeraltı sularını ve akiferleri kirletmedeki yüksek riskleri yüzünden bir depolama sahası için uygun olmayan alternatiflerdir (Diaz et al. 1996).

Bulgular

1. Hidrojeolojik Kriterler

Katı atıkların düzensiz depolanması toprak, su ve hava kirliliğine yol açmaktadır. Katı atık ve sızan çöp suyu, yüzey ve yeraltı sularını kirletmekte, bunun sonucunda da insan ve çevre sağlığını tehlikeli boyutlara taşımaktadır. Uygun depo yerlerinin tespitinde ayrıntılı jeolojik çalışmalar ve zemin özelliklerinin

belirlenmesiyle birlikte bölgenin hidrojeolojik özelliklerinin incelenmesi bu açıdan önem taşımaktadır.

Depo alanının içinde bulunduğu beslenme havzası sınırları ve özellikleri, yağış alanı, yeraltına sızma ile yüzeysel akış incelenmeli, gereken drenaj önlemleri alınmalıdır (Tchobanoglous et al. 1993). Mevcut ve potansiyel akiferler ile litolojik birimlerin hidrojeolojik ve geçirimsizlik özellikleri ayrıntılı tanımlanmalıdır. Zemin suyunun akışını etkileyen yapısal ve yüzey özellikleri ile depo alanının tabanındaki malzemenin bozulmaya karşı direnç özellikleri belirlenmelidir (Freeze and Cherry 1979). Yeraltı su seviyesi ölçülmeli, suyun kimyasal analizi yapılmalı, su rezervi ve hidrolik eğim hesaplanmalıdır (Jewell et al. 1993). Olası bir kirlenmenin yayılmasını sağlayıcı ve hızlandırıcı etkisinden dolayı yüksek permeabilite değerlerine sahip zeminlerden ve boşluklarında kirlenmenin yayılabileceği çatlaklı ve eriyebilen karbonatlı litolojik birimlerden kaçınılmalıdır (USEPA 1973).

Seçilen depo yeri, içme ve termal su kaynaklarının koruma bölgesi dışında olmalı, yeraltı su seviyesi en az 3 metre veya daha derinde olmalı, sel ve deprem bölgesinde olmamalıdır. Yeraltı ve yüzey sularının, toprak ve besin maddelerinin kirlenmesini önlemek için geçirimsizliğin hem zemin hem de yüzey için sağlanması gerekmektedir (Erdin 1995). Deponi alanının göl ve derelerin maksimum taşkın alanlarının dışarısında belirlenmesi gerekmektedir. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre derelerin her iki tarafında 100 m'lik alan mutlak koruma altındadır. Depo tesisleri, en yakın yerleşim bölgesine uzaklığı 1000 m'den az olan yerlerde inşa edilemez. Taşkın riskinin yüksek olduğu yerlerde, heyelan, çığ ve erozyon bölgelerinde, içme, sulama ve kullanma suyu temin edilen yeraltı suları

koruma bölgelerine katı atık depo tesislerinin yapılmasına müsaade edilemez (Resmi Gazete 1991).

Düzenli deponi yeri seçiminde etkili olan kriterler ve yüzde olarak etkinlikleri aşağıda görülmektedir (Erdin 1995).

1. Deponi hacminin kaplanacak alana oranı, 7%
2. Deponi alanının yapılaşma alanına uzaklığı, 20%
3. Deponi alanının etkin rüzgar yönü, 7%
4. Deponi dış görünüşü, 7%
5. Deponi alanına katı atık taşıyan taşıtların trafiğe etkisi, 13%
6. Bitmiş deponinin sağlayacağı yararlar, 13%
7. Deponi alanının yüzey ve yeraltı sularına etkisi, 33%

Uygun katı atık depo yerinin seçiminde toplam 100% etkinliğe sahip 7 kriter içinde 33% ile en yüksek etkinlik oranına sahip kriterin hidrojeolojik özellikleri içerdiği görülmektedir.

2. Sızıntı Suyu

Düzenli depolama yönteminde uygun alanlar bulunduğu sürece, çevreye olan olumsuz etkiler en aza indirilirken atıkların kontrol altında ayrışarak kararlı maddelere dönüşümü sağlanır (Yıldız vd. 1999). Sızıntı suyu katı atıkların içinden süzülürken bazı kimyasal, fiziksel ve biyolojik olayların etkisiyle kirlenir ve katı atıkların içeriğinden kaynaklanan element ve bileşikler içerir. Sızıntı suyunun kaynağı, depolanan katı atıktaki su içeriği ve dışarıdan depoya giren sudur. Dışarıdan depoya giren su, yağmur sularının depo üzerinden sızması ve yüzey ile yeraltı sularının depoya girmesiyle oluşmaktadır. Katı atık depo alanlarında çöp sızıntı suyu

oluşumuna etki eden faktörler yağış, yüzeysel akış, yeraltı suyu girdisi, sulama, atığın bozulması, evapotranspirasyon (sıcaklık, rüzgar, rutubet, atmosferik basınç, örtü nemi, bitki örtüsü, güneş radyasyonu), infiltrasyon, atığın nem tutma kapasitesi ve geçirgenliktir (Yıldız ve Goncaloğlu 2001). Katı atık depolama alanlarında çöp sızıntı suyu oluşumu; alana giren yağış, yüzeysel akış ve yeraltı suyu miktarıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. Sızıntı suyu oluşumunun en aza indirilmesi ve sızıntı suyunun çevresel zararlarının engellenmesi için depo alanına hidrolojik ve hidrojeolojik kökenli su girişlerinin engellemesi gerekmektedir. Bunun için katı atık depo yerleri düşük yağış alan bölgelerden seçilmeli, üst örtü yapılmalı ve çimlendirilmeli, yüzeysel drenaj yapılmalı ve katı atık yeterli sıkıştırılmaya tabi tutulmalıdır (Christensen et al. 1998).

Sonuçlar

Çevre sorunlarını oluşturan temel öğeler; kentleşme, hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve teknolojik gelişmelerdir. İnsanların aktiviteleri sonucu ortaya çıkan katı atık miktarı ve türü, nüfusun ve ihtiyaçların artması ile her geçen gün daha da artmaktadır.

Düzenli depolama yönteminde en önemli unsur atık depolanacak yerin belirlenmesidir. Depolama alanında olması gereken tüm özellikler çevrenin zarar görmemesini amaçlanmaktadır. 14.03.1991 tarihli Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile düzenli depo alanlarının yer seçimi, inşaatı ve işletmesi ile ambalaj atıkların geri kazanılması konularına ilişkin teknik ve idari esaslar belirlenmiştir. Ayrıca çevre koruma birliği (EPA) tarafından kabul edilen kriterler de bulunmaktadır.

Mevcut doğal drenaj ve akış özelliklerinin saptanmasında hidrojeoloji çok önemlidir. Katı atık depolama alanında

geçirimsizliğin sağlanmasında kullanılacak kilin, drenaj ve örtü tabakalarında kullanılacak malzemelerin standartlara uygunluğu ve kullanılabilirliği konusunda gerekli laboratuvar deneyleri ile testlerinin yapılması gerekmektedir.

Uygun katı atık depo yerinin seçiminde toplam 100% etkinliğe sahip 7 kriter içinde 33% ile en yüksek etkinlik oranına sahip kriter hidrojeolojik özellikleri içermektedir. Bu özellikler; depo alanının beslenme havzası, yağış alanı, yeraltına sızma, yüzeysel akış, drenaj özellikleri, litolojik birimlerin geçirimsizlikleri, depo alanındaki malzemenin bozulmaya karşı direnç özellikleri, yer altı su seviyesi, suyun kimyasal özellikleri, su rezervi, hidrolik eğim, permeabilite ve sızıntı suyu gibi parametreleri kapsamaktadır.

Kaynaklar

Christensen TH, Cossu R and Stegmann R 1998. Problems and strategies in leachate management. *International Training Seminar Management of MSW Landfill Leachate*, Venice, Italy.

Daniel DE 1993. Landfills and surface impoundments. *Geotechnical Practice for Waste Disposal*, United Kingdom, pp. 90-101.

Diaz LF, Savage G, Eggerth G and Golueke C 1996. Solid waste management for economically developing countries. *ISWA*, pp. 417.

Erdin E 1995. Katı atıklar ve ÇED. *Çevresel Etki Değerlendirmesi Eğitim Kursu Tebliği*, DEÜ ve TMMOB Çevre Müh. Odası, İzmir, s. 151-187.

Freeze RA and Cherry JA 1979. *Groundwater*, United Kingdom.

Jewell CM, Hensley PJ and Barry DA 1993. Site investigation and monitoring techniques for contaminated sites and potential waste disposal sites, *Geotechnical Management of Waste and Contamination*. Rotterdam, pp. 9-23.

Resmi Gazete 1991. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (KAKY). 14.03.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete. Çevre ve Orman Bakanlığı, www.cevreorman.gov.tr

Tchobanoglous G, Theisen H, and Vigil S 1993. Integrated solid waste management engineering principles and management issues. McGraw-Hill, Inc, New York, p. 949.

USEPA 1973. United States Environmental Protection Agency. An Environmental Assessment of Potential Gas and Leachate Problems at Land Disposal Sites, Report 110, pp. 1-33.

Yıldız Ş, Tüylüoğlu BS ve İskenderoğlu A 1999. İstanbul'da katı atık yönetimi ve bertarafı uygulamaları. *Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İSTAÇ A.Ş., Cilt 3.

Yıldız Ş ve Goncaloğlu Bİ 2001. Katı atık düzenli depolama sahalarında sızıntı suyu yönetimi. *Yer altı Suları ve Çevre Sempozyumu*, İzmir, s. 437-443.