

KATI ATIK DEPOLAMA ALANLARININ HİDROJEOLOJİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ*

Şaziye ABACI

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bir katı atık depolama alanından kaynaklanan en önemli olası tehlikelerden birisi sızıntı suyunun su kaynaklarını kirletmesidir. Tüm katı atık depolama sistemlerinde farklı miktar ve kalitede sızıntı suyu oluşmaktadır. Bu kirletilmiş atık suyunun oluşumu ve hareketi bölgenin hidrojeolojik özellikleri tarafından kontrol edilmektedir. Özellikle alttaki zemin veya kaya biriminin cinsi, permeabilitesi, yapısı ve litolojisi bir alanın deponi için uygunluğunun saptanmasında kullanılan faktörlerdir. Bu makalede sunulan çalışmanın amacı doygun olmayan zonda bulunan deponiden kaynaklanan sızıntı suyunun kalitesini incelemek ve deponi sızıntı suyu tarafından kirletilmiş yeraltı suyunun olası yayılımını değerlendirmektir. Adana açık katı atık depolama alanlarından alınan sızıntı suyu ve yeraltı suyu örnekleri üzerinde sızıntı su bileşenleri ve olası yeraltı su kirliliği kantitatif olarak incelenecektir.

1. GİRİŞ

Çağın gerektirdiği modern teknolojiye bağlı olarak her geçen gün atık maddelerin miktarı artış göstermektedir. Bu artış toplumların ekonomik, sosyal ve kültürel etkinliklerine paralel olarak değişim sunar. Diğer taraftan kullanılabilir kara hacmi, özellikle büyük ve hızlı kentleşmenin olduğu bölgelerde azalmaktadır. Türkiye'de, örnek olarak seçilen Adana Bölgesinde de olduğu gibi, yaygın olarak kullanılan katı atık depolama yöntemi arazi üstü açık deponiler (düzensiz depolama) şeklindedir.

Arazi üstü açık katı atık depolama tekniklerinin kullanılması büyük oranda çevre sağlığını tehdit etmektedir. Atmosfere açık deponiler su, hava ve toprak kirliliği yaratan en büyük tehlikelerden birisidir. Bu düzensiz depolama tekniğinin olumsuz etkilerini yok eden, böylece insan ve çevre sağlığını tehdit eden tehlikeleri ortadan kaldıran veya en aza indiren yöntemlerin seçilmesi gerekliliği ortaya çıkmış ve alternatif olarak yer içinde düzenli depolama tekniğinin kullanılması yaygınlaşmıştır. Ayrıca üretilen katı atıkların çok bileşenli oluşları ve kaynağında ayırım bilincinin henüz gelişmemiş olması bu atıkların fiziksel, kimyasal veya biyolojik işlemlerle zararsız hale getirme yöntemlerinin de yetersiz kalması veya pahalı olması düzenli depolama yönteminin kullanılmasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu yöntemi kullanarak çevre problemlerini çözmek ancak iyi bir deponi yeri seçimi ve iyi bir işletme planının yapılmasına bağlıdır.

Gerek düzenli gerekse düzensiz depolama sistemleri kullanılmış olsun her ikisinde de depolanan atıkların kendi bünyelerinden kaynaklanan veya yağışlardan atık içerisine giren suların yavaş yavaş aşağıya doğru sızması sonucunda organik maddece zengin, kirliliği yüksek bir atık su (sızıntı suyu) oluşur. Kontrol edilmeyen bu sızıntı suyunun çevreye olan zararlı etkileri deponilerden kaynaklanan tehlikelerin en büyüğü ve en tehlikeli olanıdır.

2. SIZINTI SULARININ OLUŞUMU ve BİLEŞİMİ

Potansiyel kirlilik kaynağı konumunda olan sızıntı suyunun kalitesi, atık bölgesinde bulunan atıkların bileşimi, miktarı, çeşidi ve sıkışma derecesi ile ortamdaki su miktarı, su içeriği ve sıcaklık gibi faktörlerle belirlenmektedir. Sızıntı suyunun bileşimini belirleyen katı atıklar biyolojik parçalanmaya uygun organik madde, çözünür inorganik maddeler ve bazı metallere sahiptir. Çizelge 1'de tipik evsel atıklar ve yüzde miktarları verilmektedir. Deponi içerisinde toplanan atık miktarı arttıkça sızıntı suyunun kirlilik derecesi de o oranda artabilecektir. Aynı şekilde atık maddelerin çeşitliliği sızıntı suyunun kalitesi üzerinde önemli rol oynamaktadır. Ortamdaki duraylı ve duraysız maddelerin varlığı da önem taşımaktadır.

Depolanan katı atıkların sıkıştırılmış olması veya gelişigüzel olarak biriktirilmesi suyun atıklar içine sızmasında ve atık içinde hareketliliğinde etkili olmaktadır. Aşırı sıkıştırılmış atıklar içine yüzey sularının sızması ve hareketi zorlaşacak, böylece sızıntı suyunun oluşumu gecikecektir. Sıkıştırma aynı zamanda atık içinde oksijen difüzyonuna da etki edecektir.

| Çizelge 1: Atık içerikleri ve yüzdeleri (Crawford ve Smith, 1985'in verileri kullanılmıştır). | | | | |
|---|---------|------------------|---------------|--------------------|
| İçerik | Adana % | Büyük Britanya % | Asya Ülkesi % | Orta Doğu Ülkesi % |
| Besin atıkları | 46 | 28 | 75 | 50 |
| Cam | 9.65 | 9 | 0.2 | 2 |
| Kağıt | 20 | 37 | 2 | 16 |
| Plastik | 9.65 | 2 | 1 | 1 |
| Metal | 3 | 9 | 0.1 | 5 |
| Tekstil | 3 | 3 | 1 | 3 |
| Sınıflanamayanlar | 10 | | 12.7 | 23 |

Atıkların su içeriği de atığın ayrışma derecesi konusunda çok önemli faktördür. Su içeriği %40-80 oranında olduğu zaman mikrobiyolojik ayrışma en üst seviyede gerçekleşmektedir. Atık bünyesindeki su miktarı ise atık maddelerin ilksel nem içeriğine, bozunma reaksiyonları sonucunda oluşan suya, kimi yerde yeraltı su seviyesine, yüzeysel akışa ve yağışın sızmasına bağlıdır.

Sıcaklık; atık içindeki bakteriyolojik aktivitenin hızını kontrol ederek sızıntı suyu oluşumunda önemlidir. Mikroorganizmalar 5-55°C sıcaklıkta atık içinde gelişebilirler (Dobson, 1964; Apgar ve Langmuir, 1972). Sıcaklıktaki 5°C'lik bir düşüşle bakteriyolojik olarak kontrol edilen oksidasyonda %10-20'lik bir azalma oluşacaktır. Böylece ortamdaki BOD değeri kış ve bahar mevsimlerinde yaz ve sonbahara göre daha düşük olacaktır.

Sızıntı suyu içindeki en önemli kirlilikler BOD, COD, klorit ve nitrattır. Bakteriyolojik kirleticiler ise çoğu zemin içinde birkaç metrelik göç sırasında sızıntı suyundan ayrılmaktadır. Buna rağmen asılı maddeler daha uzak mesafelere ulaşabilirler ve yeraltı suyu-yüzeysel suyu gibi su kaynaklarını kirlitebilirler. Sızıntı suyunun kimyasal özellikleri Çizelge 2'de özetlenmiştir. Ancak karakterlerde oldukça farklı değerler gözlenebilir çünkü bu değerler zamana ve atık depolama bölgesinin litolojik özelliklerine bağlıdır.

Katı atık depolama alanında sızıntı suyu oluşumu ve hareketinin şematik olarak gösterimi Şekil 1 'de verilmiştir.

| Çizelge 2: Sızıntı suyunun kimyasal özellikleri (Ehrig 1989; Andreottola ve diğ. 1990) | | | |
|--|-------------|------------------------|-----------|
| Parametre | Oran | Parametre | Oran |
| pH | 5.3-5.8 | Mg (mg/l) | 10-1 150 |
| Serilik (mgCaCO ₃ /l) | 500-8000 | Na (mg/l) | 50-4 000 |
| Alkallilik (mgCaCO ₃ /l) | 300-11 500 | K (mg/l) | 10-2 500 |
| COD (mg/l) | 150-100 000 | Cl (mg/l) | 30-4 000 |
| BOD ₅ (mg/l) | 100-90 000 | Fe (Toplam) | 0.4-2 200 |
| NH ₄ (mg/l) | 1-1 500 | SO ₄ (mg/l) | 10-1 200 |
| Ca (mg/l) | 10-2 500 | PO ₄ (mg/l) | 0.3-25 |

3. YER SEÇİMİNİN ÖNEMİ

Jeolojik ve hidrojeoloji bir katı atık depolama (düzenli depolama olsun ya da olmasın) alanının seçilmesinde oldukça önemlidir. Özellikle bölgede oluşacak sızıntı suyunun miktarı ve seyreltme derecesinin saptanmasında anahtar rol oynamaktadırlar. Katı atıkların depolandığı bölgelerin jeolojik, hidrojeolojik ve topografik özelliklerinin farklı olması bölgedeki yeraltı suyunun kirlilik derecelerinin de farklı olmasını sağlayacaktır.

Sızıntı suyu bir deponinin tabanından kaçtığı (yani göç ettiği) zaman doğal olarak çevre kayaç birimleri ve doğal yeraltı suları ile karşılaşacak ve ortama karışacaktır. Yapılabilecek işlemlerden birisi sızıntı suyu bileşimini fiziksel (seyreltme, dağıtma, süzme, gaz değişimi), biyokimyasal (organik bozunma, havalandırma) ve kimyasal işlemler (asit baz reaksiyonları, oksidasyon-redüksiyon, yağış, iyon değişimi, adsorpsiyon) ile değiştirmek olmalıdır.

Katı atık depolama alanı seçilirken özellikle zararlı atıkların depolanacağı bölgelerde yapılacak deponilerde çevrenin ve halk sağlığının korunması için bu doğal işlemleri veya bölgenin kendi doğal karakterini kullanmak gerekecektir. Mather (1976) jeolojik faktörlere bağlı olarak deponi bölgelerini üç kısımda incelemiştir.

1. Tutma bölgesine sahip olanlar.
2. Yavaş göçe ve önemli oranda seyreltmeye izin verenler,
3. Hızlı göçe ve önemsiz saflaşmaya izin verenler.

Birinci seçenек doğa saflaştırma işleminin çok az olduğu fakat doğa jeolojik şartlar ve atıklar ile sızıntı sularını içine alan bir geçirimsizlik perdesine dayanır, bir tutma bölgesinin esas avantajı doğa yollardan saflaştırılmayan atıkların depolanması için kullanılmasıdır. Bu tip deponilerde sızıntı suyu göçü önlenemekte fakat oluşumu engellenememektedir. Sızıntı sular şeklinde bölgedeki fazla suların toplanması, bölgeden alınması, işlenmesi veya fazla miktarda suyun oluşmasını önleyecek bir yok etme rejiminin tasarlanması gerekmektedir.

Bir katı atık depolama açısından bakılırsa çok az sızıntı suyu göçüne izin veren ve önemli miktarlarda saflaştırma yapan sınıfta bulunan jeolojik formasyonlar ki bunlar, akifer olarak tanımlanabilir, en önemli tercih sebebi olabilirler. Ancak bu kabul edilebilecek bir durum değildir. Akiferler de saflaştırma işlemi dağıtma, adsorpsiyon yoluyla gerçekleştirilmektedir. Akifer malzemesinin ve yeraltı suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri kirliliğin azaltılmasında etkin rol oynamaktadır.

Deponi bölgelerinde bir doymama; zonun varlığı, sızıntı suyunun seyreltilme kapasitesine katkıda bulunması açısından oldukça öneme sahiptir. Kum kumlası, kumlu kil gibi birimlerin iki metre veya daha fazla kalınlığa sahip bir doymama; zon oluşturması olumlu yönde etki yapacaktır. İnce taneli zeminler organik ve inorganik kirlenmelerin tutulmasında etkili olmaktadır. Deponiden yeraltı suyuna doğru sızıntı suyunun göçü bu zonun efektif permeabilite özelliğinden dolayı önlenmektedir. Çünkü ortamda hem gaz hem de sıvı fazlar bulunmaktadır. Bununla beraber bu zon içerisinden oluşabilecek sızma hızı deponi öncesi hızla olabildiğince yakın olmaya çalışacak çünkü doygunluk artarken efektif permeabilite de artacaktır, böylece deponi fazla miktarda sıvı atık alacak olursa bir önleme mekanizması olarak görev yapan doymama; zonun etkinliği de azalacaktır. Ayrıca doygun olmayan zon sızıntı suyunun seyreltilmesi için, özellikle kimyasal yönden, bir ortam sağlayacak ve bunun bir kısmı asla doygun zona ulaşmayacaktır. Ancak doygun olmayan zonun adsorpsiyon kapasitesi aşılması durumunda kirlilikler yeraltı suyuna karışabilecektir.

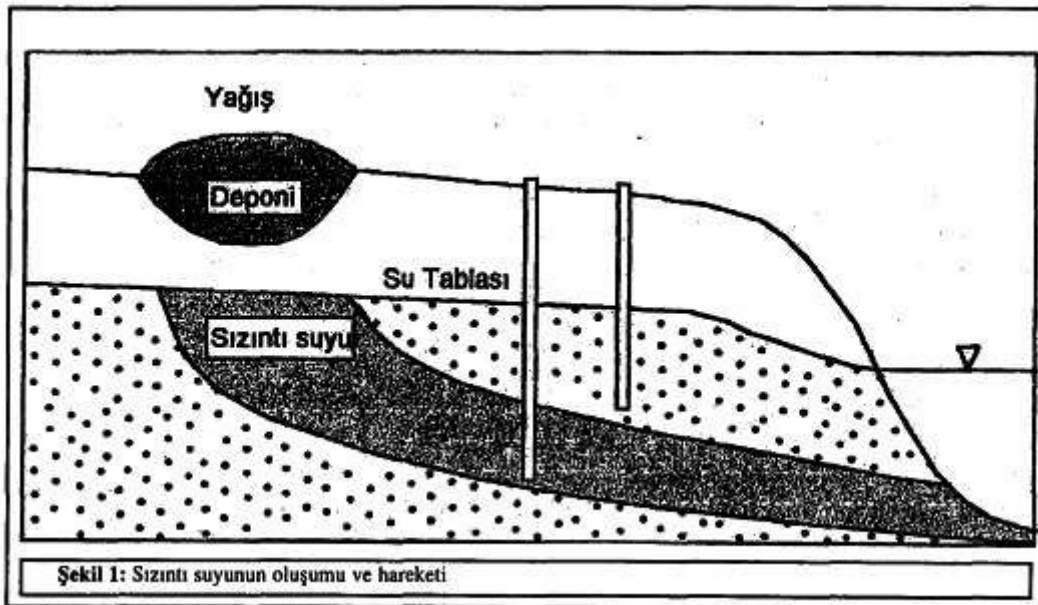
- Yeraltı suyu hareketinin hareketine bağlı olarak sızıntı suyu da doymama; zondan doymu; zona doğru göç edecektir. Doymu; zonda akifer malzemesinin ayırma özelliğinden dolayı dağılma yoluyla seyreltme işlemi gerçekleştirilebilir.

Genel olarak, sızıntı suyunun yava; göçü ve önemli derecede seyreltilmesi için en fazla tercih edilen şartlar depolama bölgesinin altında bir kil minerali fraksiyonuna sahip çimentolanmamış kumdan oluşmuş kalın bir doygun olmayan zonun bulunmasıdır.

Hızlı göçe izin veren çatlaklı formasyonlar ve çakıllar üzerindeki deponiler çoğu atıkların depolanması için uygun olarak kabul edilemeyen yerlerdir. Çakıllı akiferler çoğunlukla ince olup bu gibi malzeme içerisinde geniş, uzun kirlilik plümlerinin varlığı kaydedilebilecektir. Kireçtaşı gibi çatlaklı formasyonlar çok yüksek oranda ayırıcı özelliğe sahiptir fakat onların çatlak sistemlerini tahmin etmek oldukça zordur ve detaylı hidrojeolojik araştırmaya gereksinim vardır. Karbonatlı kayalardan oluşmuş akiferlerde var olan çatlakların erimeyle daha da büyüyebileceği ve kirlenmiş yeraltı suyunun daha hızlı ve uzak mesafelere taşınabileceği unutulmamalıdır.

4. ADANA KATI ATIK DEPOLAMA BÖLGELERİ

Akdeniz Bölgesi'nin metropolitan merkez olma eğiliminde olan ve nüfus yönünden Türkiye'nin dördüncü büyük kenti olan Adana nüfusunun 2 milyona yaklaştığı tahmin edilmektedir. Nüfus yoğunluğuna bağlı olarak üretilen katı atık miktarı da artmaktadır. Adana'da üretilen katı atık miktarı yaklaşık olarak 1800 ton/gün'dür. Katı atıkların çeşitliliği mevsimlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Çizelge 1).



Adana'da katı atıklar uzun yıllar Seyhan nehrine dökülmüş, atık miktarının artmasıyla birlikte depolama alanları olarak eski malzeme ocakları kullanılmaya başlanmıştır. 1989 yılına kadar Adana kenti güneyinde yine Seyhan nehrine yakın bir bölgede alüvyon içinde eski kum ocaklarının oluşturduğu çukurlar kullanılmış ve alan kapasitesinin yetersiz kalması ile atık bölgesinin üzeri beton ile kaplanarak geçirimsizlik sağlanılmaya çalışılmıştır. Depolama alanı yeraltı suyunun Seyhan nehrine doğru olan akım yönünde bulunmaktadır. Bölgede bulunan sanayi kuruluşları ve halk sularını sondaj kuyuları ile yeraltı suyundan sağlamaktadır.

Bu alanın kapatılmasından sonra Adana kentinin kuzeydoğusunda bir bölge seçilerek kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu alanda yine geçirimli malzemedan oluşmuş ve yeraltı suyu beslenme alanında bulunmaktadır. Halen kullanılmakta olan bu deponiden kaynaklanan sızıntı suyunun yüzeyde biriktiği ve yakınında bulunan kuru ve mevsimlik derelere boşaldığı gözlenmiştir. Her iki deponi alanı içerisinde kalan yeraltı ve yüzey sularının kalitesi üzerine araştırmalar devam etmektedir.

5. SONUÇ

Katı atık depolama alanlarından kaynaklanan ve çevre sağlığını tehdit eden birçok olumsuz faktör vardır. Bunlardan birisi de sızıntı suyunun kullanılabilir su kaynaklarını kirletme riski taşımasıdır. Temiz ve sağlıklı bir çevre için katı atık depolama alanları seçilirken kesinlikle bölgede jeolojik ve hidrojeolojik araştırmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Andreottola, G., Cannas, P. ve Cossu, R. 1990. Overview on landfill leachate quality. CISA, Environmental Sanitary Engineering Centre, Technical Note, No:3

Apgar, M.A. ve Langmuir, D. 1972. Ground water pollution potential of a landfill above the water table. Ground water, Vol.9, N.6:76-96

Cravvford, J.F. ve Smith, P.G. 1985. Landfill Technology. Buttenvorth, England, 159s.

Mather, J.D., 1976. Hydrogeological guidelines for the selection of landfill sites. Appendix I in the licencing of waste disposal sites. No:4, 39-47

* Bu makale Su ve Çevre Sempozyumu. İst. Haziran 1997 Bildiriler Kitabı'ndan alınmıştır.