

SİLİVRİ SİNEKLİ KUM OCAĞININ KATI ATIK DEPOSU OLARAK KULLANILMASI HALİNDE ÇEVRE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

HYDRODYNAMIC DISPERSION MODEL OF A LEAKAGE FROM AN HYPOTHETICAL SOLID WASTE STORAGE IN SINEKLI, SILIVRI, İSTANBUL

Huriye Anıl⁻¹, Abdullah Karaman⁻¹

Posta Adresi: ¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul

E-mail: karaman@itu.edu.tr

Anahtar Kelimeler: Yeraltısu kirliliği, çöp alanı, katı atık, yeraltısuyu modellemesi, difüzyon denklemi

ÖZ Bu çalışmada Silivri'ye bağlı Sinekli ve Büyükkılıçlı köyleri arasındaki kum ocaklarının Katı Atık Eğitim ve Aktarma Merkezi olarak kullanılması durumunda olası bir sızıntının nasıl yayılacağı modellenmiştir. Saha çalışmalarına dayanarak oluşturulan modelde üstte kum, çakıl, kumtaşı, çakıltaşı gibi geçirimli birimlerle yer yer silttaşı ve kiltaşı içeren birimler ardalanmalı olarak dahil edilmiştir. Saha gözlemlerinden elde edemediğimiz jeolojik ayrıntılar için en iyi yada en kötü olası senaryo üretmek varsayımlar yapılmıştır. Modelleme neticesinde, sahanın katı atık deposu olarak kullanılması durumunda neden olabileceği yeraltısu kirliliği ve bu kirliliğin olası boyutları tartışılmış ve yapılabilecek öneriler ortaya konmuştur.

ABSTRACT *This study presents alternative pollution scenarios in case of a leakage from an hypothetical solid waste disposal site to be designed between the Sinekli and Büyükkılıçlı villages near the town Silivri, İstanbul, Turkey. Simulations were carried out based on a geological model containing a highly permeable sandy and gravely units underlain by silt stone and clay stone units. To produce the worst and the most plausible pollution cases we made a number of assumptions in the details of the geologic model that were not normally be produced from the site investigations. We discuss the possible impact of the hypothetical solid-waste storage site on the groundwater resources based on the model results.*

GİRİŞ

İstanbul'un yanı sıra Marmara bölgesinin katı atıklarının depolanabilmesi için İstanbul Büyükşehir Belediyesi bir tesis kurmayı planlamaktadır. Tesisin inşası için Silivri ilçesinin Sinekli ve Büyükçavuşlu köyleri arasında bulunan kum ocakları düşünülmektedir. Bu bölgeye inşa edilecek Katı Atık Eğitim ve Aktarma Merkezinin kurulması ile İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul'un ve Marmara bölgesinin en ciddi problemi olan çöp depolama sorununu en azından 30 yıllığına ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. Potansiyel olarak seçilen kum ocaklarında halen açık işletme yöntemi ile üretim yapılmaktadır.

Yeraltı su kaynaklarının dikkatli kullanılması ve kirlenmeye karşı korunmaları stratejik bir önem taşımaktadır. Atıklar çevreye zarar vermeyecek şekilde ve riskleri en aza indirilmiş

olarak güvenli atık depolarında saklanmaları gerekmektedir. Bu amaçla, terkedilmiş yeraltı maden ocakları ve açık işletmelerin üretim sonucu oluşan hazır boşlukları bazan atık sahası olarak değerlendirilebilmektedir. Ancak, depo olarak kullanılacak alanların içinde bulunduğu jeolojik birimin geçirimsiz olması olası sızıntının geniş alanlara yayılmasını engellemesi açısından oldukça önemlidir. Kirlilik yayılımının tanımsal modellenmesi difüzyon tipli kısmi diferansiyel denkleminin sayısal çözümüyle yapılmaktadır.

Bu çalışmada İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin potansiyel saha olarak belirlediği Sinekli kum ocakları kirlenici kaynak olarak ele alınmış olası senaryolar tanımsal yaklaşım kullanılarak 1- ve 2-boyutlu olarak ele alınarak modellenmiştir.

BİR BOYUTLU DİFÜZYON DENKLEMİ

Gözenekli ortamda akış ve/veya kütle yayılımı (mass transport) ve ısı yayılımı yerbilimlerinde difüzyon tipli problemleri oluşturmaktadır. Difüzyon tipli kısmi diferansiyel denklemlerin çözümü nümerik olarak sonlu farklar yöntemi ile yapılır. Yeraltı suyu akışı ve kirlilik ve ısı yayılımı modeli difüzyon denklemi olarak bilinen

$$U_{xx} + vU_x = \alpha U_t \quad (1)$$

Kısmi diferansiyel denklemlerle ifade edilir. Denklem (1)'de x ve xx uzaklığa göre birinci ve ikinci, t ise zamana göre birinci türevi temsil etmektedir. Denklemde ifadesini bulan fiziksel büyüklükler değiştirilerek yerbilimlerinde bir çok problem modellenebilir.

Kirlenici maddenin yüksek konsantrasyonlu bir bölgeden düşük konsantrasyonlu bir bölgeye taşınması moleküler difüzyon ($\alpha \neq 0$) yardımı ile gerçekleşir. Difüzyon yayılımı bölgeler arasında konsantrasyon farkı sıfır oluncaya kadar devam eder. Difüzyonla yayılım mekanizmasında kirlenici maddenin içinde bulunduğu yeraltı suyu hareket etmese de kirlenici maddeyi oluşturan moleküllerin hareketi difüzyonla yayılımını gerçekleştirir (Fetter, 1992).

Denklem 1'de gözenekli ortamda kirlenicilerin yeraltı suyu ile birlikte taşınmasına adveksiyon denir ($v \neq 0$). Suyun akış hızı, gözenekli ortamdaki kirlenicilerin ortalama doğrusal hızıdır. Yeraltı suyunun ortalama akış hızı

$$v = \frac{K}{n} \frac{\partial h}{\partial l} \quad (2)$$

olarak verilir. Denklem 2'de ortalama akış hızının belirlenebilmesi için ortamın efektif porozitesi (n), ortamın hidrolik iletimi (K) ve akış yönündeki hidrolik eğiminin ($\partial h/\partial l$) bilinmesi gerekir.

BİR BOYUTLU MODELLEME

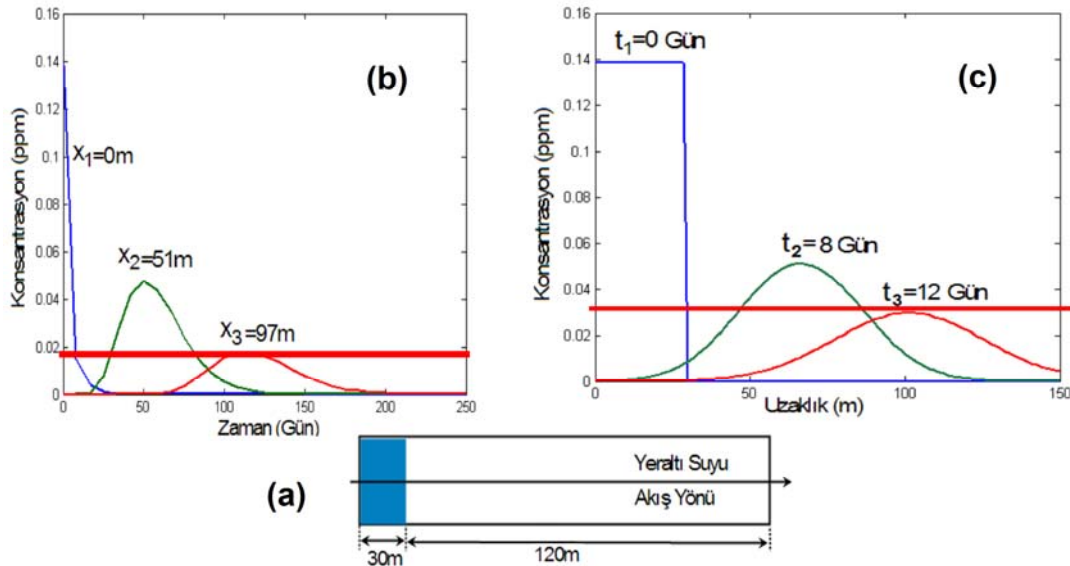
Şekil 1'de Çöp alanı inşası için düşünülen Sinekli köyü Kurtalanı Mevkide bulunan kum ocağının bir boyutlu model amaçlı üretilmiş kesiti görülmektedir. Bir boyutlu modelde atıkların depolanacağı kirlenmiş derinlik ilk 30 m ve kirliliğin yayılacağı derinlik ise 120 metre olarak alınmıştır. Sınır koşulları itibarıyla alt kısmı açık olan (akışa müsaade edilen), yan kısımlardan ise sızdırmayan bir blok görünümü model oluşturulmuştur.

İKİ BOYUTLU MODELLEME

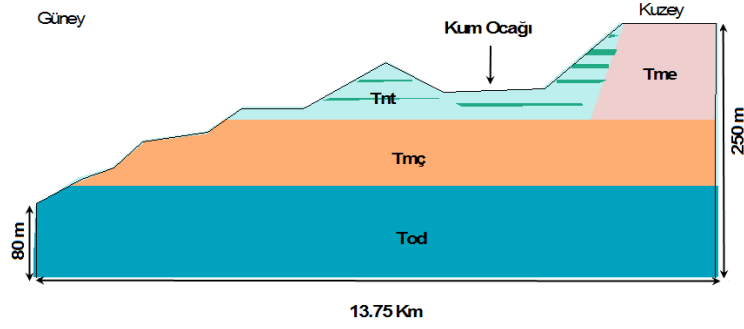
Bu bölümde üretilen modeller VS2DI (<http://water.usgs.gov>) programı kullanılarak üretilmiştir. Oluşturulan yer modeli Şekil 2'de gösterildiği gibidir. Modelde kum ocağı olarak işaretlenen yer sızıntının gerçekleşeceği yer olarak düşünülmektedir. Modelde yükseklik ve kalınlıklar topografya haritalarından ve saha ölçümlerinden yararlanarak gerçek boyutlarda üretilmişlerdir.

SIZINTI MODELLERİ

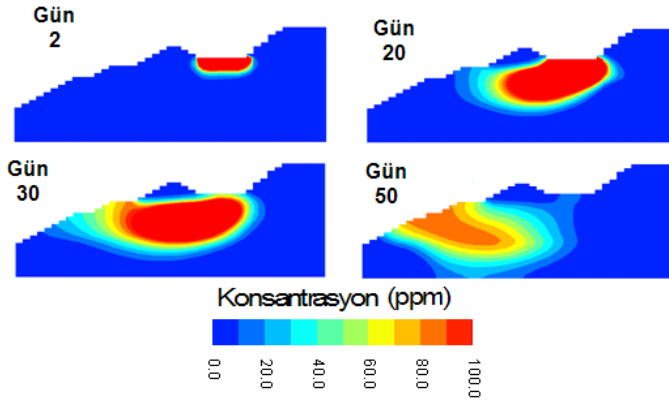
Şekil 2'deki yer modelinde birimlerin fiziksel özelliklerin değiştirilerek üç adet model üretilmiştir. Şekil 3'te gösterilen akış modelinde enine ve boyuna dispersiyon bütün birimlerde aynı olarak alınmıştır. Birimlerin geçirimsizlik, gözenek vs gibi değerleri literatürden derlenerek kullanılmıştır. Şekil 4, Pınarhisar formasyonunun geçirimsizliğinin Şekil 3'te verilen değerden daha düşük olarak alınması durumunu yansıtmaktadır. Şekil 5'te ise Pınarhisar Formasyonunun geçirimsiz özelliği korunarak, Pınarhisar Formasyonuna ait birimlerin enine ve boyuna dispersiyon katsayıları %30 azaltılmış buna karşılık Pınarhisar Formasyonu özelliğini taşıyan birimlerin enine hidrolik iletimi %30 arttırılmıştır.



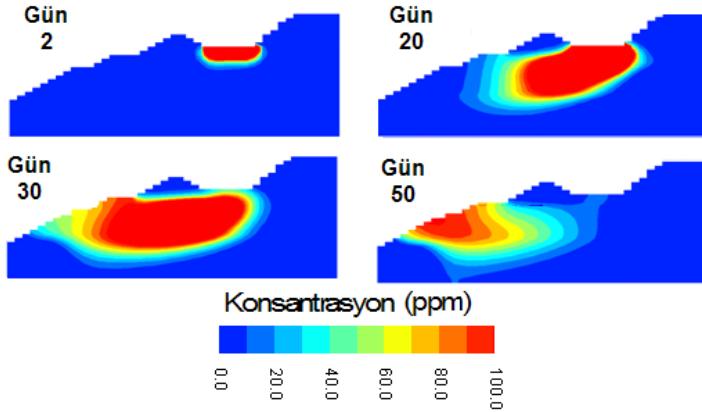
Şekil-1. 1-Boyutlu yer modeli (a) ve konsantrasyonun zamana (b) ve uzaklığa (c) göre değişimi. Ulaşılabilecek kritik konsantrasyon değerleri (kalın yatay çizgi) gözönüne alınarak tehlikeli seviyeye ulaşıp ulaşılamayacağı incelenebilir.



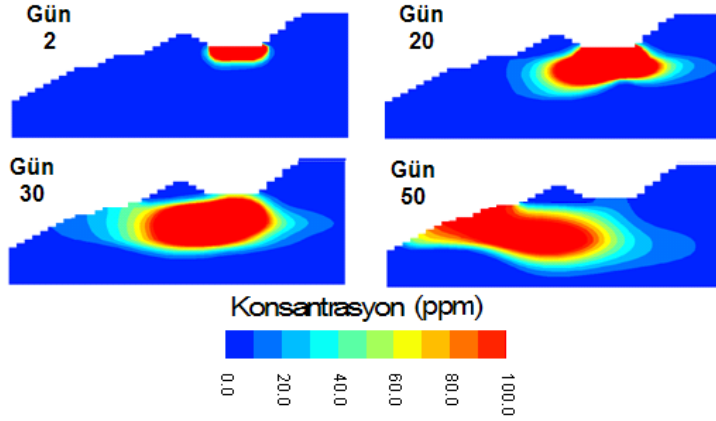
Şekil-2. Sahanın model amacıyla oluşturulan kesiti. Yer kesitinde Ergene Formasyonu *Tme*, Kum ve yer yer kil bantları içeren Trakya Formasyonu *Tnt*, Kumtaşıdan oluşan Çanta Formasyonu *Tmç* ve Pınarhisar Formasyonu *Tod* olarak gösterilmiştir.



Şekil-3. Enine ve boyuna dispersiyon değerlerinin bütün birimlerde aynı olması durumunda kirletici kütle (plume) ilerlemesi.



Şekil-4. Pınarhisar Formasyonunun (en alttaki birim) kısmen geçirimsiz olması durumunda elde edilen yayılım modeli.



Şekil-5. Pınarhisar Formasyonu oldukça geçirimsiz, enine ve boyuna dispersiyonlar farklı ve hidrolik iletim yön bağımlı olarak alınması durumunda ortaya çıkan yayılım modeli.

SONUÇLAR

Bu çalışmada sunulan bir ve iki boyutlu modeller aslında son derece karmaşık bir fiziksel problemin en kaba çözümünü temsil etmektedir. Ancak modeli oluştururken yapmış olduğumuz saha gözlemleri ve jeolojik birimlerin fiziksel karakterleri gözönüne alındığında

olası bir sızıntının bundan çok farklı olmayacağı düşünülebilir. Bu tür modeller oluşturulurken jeolojik birimlerin geleneksel jeofizik yöntemler kullanılarak kalınlıkların ve eğimlerin hassas bir şekilde belirlenmesi gerekir. Tabaka geometrilerinin hassas bir şekilde bilinmesi durumunda modeller daha gerçekçi sonuçların üretir.

Bu çalışmada incelediğimiz problemde atık sahası olarak kullanılacak olan birimin çok geçirimli olduğu ve böyle bir yapıya uygun olmadığının aşikar olduğu düşünülebilir. Modelleme sonuçları benzer şekilde kirliliğin 60 gün gibi kısa bir süre sonrasında ne kadar geniş bir alana yayılabileceğini kanıtlaması açısından önemlidir.

REFERANS

Fetter, C.W., 2000. Prentice Hall, Contaminant Hydrogeology, s. 458.