



ÇEVRE

Dr. Ali AKTAŞ

ŞÜPHELİ ALANLARIN TEHLİKE TAHMİNİ AÇISINDAN İNCELENMESİNDE JEOLOJİ VE KİMYA BİLİMLERİNİN ROLÜ

A) GENEL BAKIŞ

Havanın, toprağın ve suyun yeraltı ve yeryüzü sularının kirlenmesi halinde bu kirlenmenin bunlarla doğrudan veya vasıtalı, devamlı ilişki durumunda bulunan canlı varlıkların sağlığına olumsuz etkisi bilinir. Yukarıda bahis konusu çevre unsurlarının kirlenmesi deyince akla sadece şu anda meydana gelen aktüel çevre kirliliği (örneğin sokakların çöpler altında kalması vs.) gelmemelidir.

Toprağın, yeraltı ve yeryüzü sularının kirlenmesinde asıl ve en önemli nedenler olarak seneler önce depolanan atık yığınlarında (ev atıkları, yapı atıkları, fabrika atıkları, maden atıkları vs.) zamanla oluşan zehirli kimyasal maddeler dışında, terk edilmiş eski sanayi bölgelerinde üretimde dikkatsizce kullanılan zehirli kimyasal maddelerin yere dökülmesiyle olduğu düşünülmelidir,

Eğer bu gibi alanlar (depo ve eski sanayi sahaları) örtülmemiş ise yağmur sularının toprağa sızması önlenememişse ve tabanlar jeolojik geçirimsiz bir tabakaya sahip değil ise, yukarıda söz konusu olan zehirli kimyasal maddeler yağmur suyu vasıtası ile önce toprağa onu kirlettikten sonra yeraltı ve yeryüzü sularına geçerek bunların kirlenmesine neden olurlar.

Aşağıda verilen şekil 1 zehirli maddelerin bir depo gövdesinden çevreye geçme yollarını şematik olarak gösteriyor.

Şekilden de anlaşılacağına göre zararlı maddelerin dağıldığı yerler öncelikle su, toprak ve havadır. Tehlike tahmini çalışmaları özellikle bunlar üzerine konsantre edilmelidir.

Tehlike tahmini çalışmaları sonucu elde edilen bilgilerin daha sonra tehlikeli maddelerin etkinlik derecesine göre çevreye İntikal yollarını da gözönüne alarak değerlendirilmesi gereklidir,

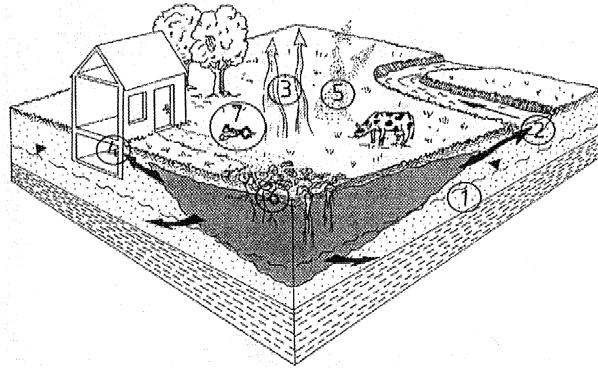
Örnek olarak sadece insanın sağlığını ele aldığımızda bu değerlendirmenin büyük derecede ihtiyaç ve kullanmaya yönelik olduğu görülür. Düşünülmesi ve önem verilmesi gereken şunlardır.

- 1- İçme suları,
- 2- Toz ve zararlı gazlar
- 3- İltkî ve hayvani gıda maddeleri,
- 4- Zararlı maddelerin topraktan direkt alınması (örneğin oynayan çocuklar)
- 5- Gidin zehirlenmiş nesne ile doğrudan teması.

Bir tehlike tahmininin veya bu işi yapan bilirkişinin ödevi her şeyden önce konuya uygun bir tek olay üzerine biçilmiş bir taslağı hazırlamaktır. Bu başlangıçta yapılması gereken en önemli çalışmadır. Eğer bu taslak soruna uygun bir şekilde hazırlanırsa, sonunda ekonomik yönden de en iyi çözümler sağlanır. Çevre tehlike tahmini yapma çalışmaları sırasında elde edilen yeni deneyimleri de anında değerlendirmek gereklidir. Bu demektir ki:

1) Bir araştırmayı kademeli olarak yapmalı, bu arada bir sonraki adıma yapılacak işler, bir önceki adımın verdiği sonuca bağlı olarak yürütülmelidir.

2) Tehlike tahmini planlanmasından ve bunun uygulanmasından en son raporun



Şekil 1 : Geçme (sızıntı) yolları; 1. Depo sızıntı sularının yeraltı sularına geçmesi, 2. Depo sızıntı sularının yeryüzü sularına geçmesi, 3. Depo gazlarının atmosfere geçmesi, 4. Depo gazlarının yandan yeraltına geçmesi, 5. Tozun rüzgarla atmosfere karışması, 6. Zararlı maddelerin bitki ve gıda maddelerine göçmesi, 7. Doğrudan temasta bulunma



hazırlanmasına kadar yapılacak işlerin mümkün olduğu kadar tek veya bir grup bilirkişi tarafından işlenmesi gerekir, Ancak bu şekilde karar vermedeki sorunlar ve gereği olmayan fazla işlerin (buna bağlı olarak fazla masrafların) Önüne geçilebilir.

Aşağıda bir depo gövdesinde zamanla oluşan biyolojik ve kimyasal oluşumlara bunların çevreye etkilerine yer vermek istiyorum.

B) DEPO GÖVDESİNDE BİYOLOJİK VE KİMYASAL OLUŞUMLAR

Tehlike tahmini yapımında bir depo gövdesinde zamanla oluşan biyolojik ve kimyasal oluşumların (ki bunlar karakteristik safhalarda oluşurlar) ve bu oluşumların da ayrı dağılıma potansiyellerinin bilinmesi gerekli araştırmaların yapılmasında kolaylık sağlar.

Anorganik ve organik-kimyasal maddelerin (örneğin ev atıklarının) doldurduğu bir depo gövdesinin içerisinde yoğun dönüşümlerin olacağı beklenmelidir. Hava ile ilişkisi kesilmiş (anaerob) bir depoda sayısız mikrobiyolojik azaltma ve değişme süreçleri meydana gelir. Bunlara çok ayrı organizmalar özel biyokimyasal tepkime yolları ile katılırlar.

En önemli değişme yolları sırasına göre şunlardır (EHRIG 1980, 1985a, 1986; STEGMANN 1980)

1- Hidrolize : Proteinlerin, karbon hidratların ve yağların aminoasitlere, şekere gliserine, ve yağ asitlerine hidrolizesi (suyla birleşme sonucu çözülme);

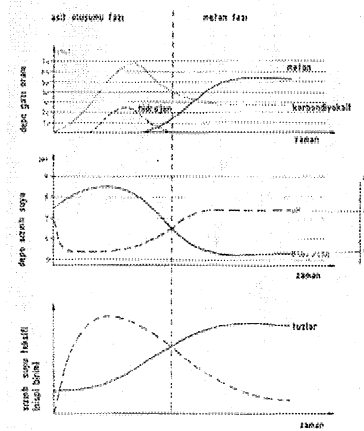
2- Asit oluşumu; yukarıda anılan ürünlerin sirke asidine, propion asidine ve yağ asidine dönüşümü Bu arada karbondiyoksit ve hidrojen açığa çıkar;

3- Sirte asidinin oluşumu : 2. ci numarada meydana gelen ürünlerin sirke asidi oluşturan bakteriler yardımı ile sirke asidinin oluşması, Bu arada karbondiyoksit ve hidrojen açığa çıkar;

4- Metan oluşumu: Yavaş yavaş çoğalan metan bakterileri yardımı ile sirke asidinden karbondiyoksit ve asil depo gazı olan metan gazının oluşması (Şekil 2)

Bu değişme süreçlerinden asit oluşumu ve metan oluşumu fazları en önemlilerindedir,

Asit oluşumu fazında organik



Şekil 2 : Depo vücudundaki (ev atıkları) değişme süreçlerinin önemli fazları ve bunların depo gazı ve sızıntı su teşekkülüne etkisi (şematik) (Golwer ve başkaları 1976)

maddeler büyük ölçüde depo sızıntı suyuna karışarak akarlar. Asit oluşumu nedeniyle pH-değer=düşümü (pH,değer= asitlik derecesi) sonucu organik maddeler dışında bir çok anorganik maddeler de (örneğin ağır metaller) çözüme uğrayarak depo sızıntı suyuna karışırlar. Bu sırada üretilen gazlar içerisinde metan pek az bulunur.

Metan fazında sızıntı suyunun organik yükü azalarak nispi stabil bir değer alır, Fakat sadece organik maddelerin içeriğinin azalması ile kalınmayıp, buna paralel olarak kolay ve güç indirgenebilen maddelerin oranı da değişir. Böylelikle depo gövdesinde metana ve karbondiyoksite dönüşmeyen organik maddelerin miktarının fazlaştığı görülür Metanın konsantrasyonu gaz halinde yaklaşık % 50 ile 60 civarındadır

Aşağıda çevreyi büyük derecede kirlenme ve tehlikeye sokma açısından en önemli geçiş yolları olan depo sızıntı suyu ve depo gazları üzerinde daha geniş bilgiler verilmeye çalışılacaktır,

1) "DEPO SIZINTI SUYU

Depo sızıntı suyu yeryüzü, yeraltı ve yağmur sularının depo vücuduna sızmaları ile meydana gelip, sonunda yukarıda sözü edilen çözüme uğramış organik ve inorganik kimyasal maddeleri alarak tabanda toplanan ve kenarlardan

çıkan sudur. Bu sızıntı suyunun miktarı tabii olarak yağmur, buharlaşma ve yeryüzü suyu akım derecesine bağlıdır. Bir yandan depo gövdesine sızan suyun bir kısmı depo yığıntıları tarafından tutulurken öte yandan da biyolojik değişme sürecinde su oluşur. Suyun buharlaşmasına bağlı olarak depo sızma su miktarının kış ve ilkbahar aylarında çoğalması beklenmelidir Depodaki yığıntıların sıklık derecesine göre sızıntı suyunun yaklaşık olarak yağın yağmurun % 15 ile % 50 arasında olabileceği beklenebilir. Bir sene ortalaması olarak hektar ve gün başına yaklaşık 5 ile 10 m3 kabul edilir (STEGMANN 1979)

a) DEPO SIZINTI SULARININ ÇEVRE İTKİLİRİ

YERYÜZÜ SULARI

Depo sızıntı suları ile yeryüzü sularına taşınan organik maddelerin mikrobiyolojik değişimleri sonucu oluşan oksijen kaybı o kadar fazla olabilir ki, yaşam ortamı (örneğin balıklar için) ortadan kalkabilir, Bunun dışında çok miktarda bulunan amonyumun (NH₄) bir kısmı amonyak (NH₃) haline dönüşüp, belli bir orani aştıktan sonra balıkların ve küçük canlıların ölmelerine sebep olabilir. Depo sızıntı sularıyla gelen ağır metallerin, klorlu hidrokarbonların, phonellorin, aromaların, pestisiflerin çoğalmasıyla uzun süreli öko-zehir etkisi tahmin edilmeyecek dereceye ulaşır

YERALTI SULARI

Depo sızıntı suyunun etkisi altında kalan yeraltı sularında büyük bir embriyon sayısı yükselimi olup-değişme süreçlerinin neticesi oksijen bitimine yol açıldığı görülür (reduksiyon-zonu). Depo vücudundan uzaklaştıkça oksijen miktarı çoğalır ve yeraltı sularında genel olarak bulunan miktara ulaşır. (Şekil 3), Depodan uzak yerlerde normal duruma gelen oksijen miktarı, depo sızıntı su etkisinin kalmadığı anlamına gelmez. Biyolojik çok zor veya hiç ok edilemeyen maddeler yer altı sularında uzaklaştırılmaz sadece seyrekleştirilir. Bu durum , yakında bulunan içme su kuyularını olumsuz etkileyebilir,

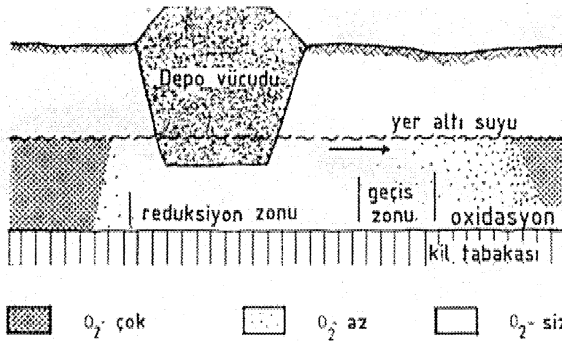


ÇEVRE

TOPRAK

Depo sızıntı suyunun toprağa geçişi sırasında depo içi biyolojik ve kimyasal maddeler toprakta toplanma (adsorpsiyon) sonucu tutulur. Bu durum öncelikle (örneğin: ağır metallerin) kil minerallerinin yüzlerine tutunmalarında görülür.

Buna karşın toprakta yanyana veya birbirlerine rekabet sekinde iyon alıp verme süreçleri, biyolojik



yok edilme, sorpsiyon, çökeltme ve birlikte çökeltme, filtreleme, seyrekleştirme, dispersiyon ve eriyik gibi olaylar cereyan eder ki, bunlar kesin tahmin yapmayı zorlaştırır. Buna ilaveten toprağın temizleme gücünün ortadan kalkması sonucu tam tersi süreçler meydana gelir, ki bunlar toprağa bağlanmış zararlı maddeleri topraktan tekrar çözüp etrafta bulunan sulara iletirler. Bu durum yer altında buluna fiziksel ve kimyasal şartların değiştirilmesi halinde de meydana gelebilir,

C3) DEPO SIZMA SUYUNUN İÇERDİĞİ MADDELER

Bir depo sızma suyunun bileşimi sadece o depoya yığılan atıkların çeşidine bağlı değildir. Depoda oluşan yaşlanma süreçleri o deponun kimyasal şartlarını zamanla değiştirir. Bundan dolayı bir deponun çürüme araştırmalarının yapılmasıyla önemli bilgiler elde edilebilir. Bunun için bu arada bilirkişilerin bir deponun biyo-kimyasal yaşını elde etmelerine yardımcı olabilecek önemli deneyimler edinilmiştir. Örneğin: KAA_{no}4-sarıyatı (oksidlenebilir), CSB (kimyasal oksijen ihtiyacı), BSB5 (biyolojik oksijen ihtiyacı), pH-değeri (asitlik derecesi) ve nakletme gücü, Biyolojik oksijen ihtiyacı (B5B5)

biyolojik olarak kolay tüketilen organik maddeler için bir ölçüdür. Buna karşılık kimyasal oksijen ihtiyacı (CSB) bütün organik-kimyasal maddelerin toplamını karakterize eder (zor tüketilen maddeleri de ihtiva eder.) Bu yüzden BSB5'in değeri CSB 'den düşüktür, (BSB5/CSB <1). KAA_{no}4-sarıyatı ise bu karşılaştırmada orta bir yer alır. Çünkü bunda esas itibarıyla zor

tüketilen maddeler bulunur, fakat yumurta akı maddelerini az bir miktarda, tenidleri (yıkama malzemesinde etkenli bir madde) ve adi yağ asitlerini hiç ihtiva etmez, Yukarıda söz konusu değerlerin

oranlarını saptamakla deponun bu andaki çürüme durumu hakkında oldukça tam bilgiler elde edilir. (ELLING1985):

1- Depo gövdesindeki çürümenin göstergesi olarak CSB-değerleri başlangıçta bir kaç mg/1 dan asit oluşma safhasında 100,000 mg/1 değerine kadar çıktıktan sonra metan fazında 1,000 ile 3,000 mg/1 değerine ulaşırlar. Bu arada pH-değeri düşer. (Şekil 2)

2- Kolay ve zor tüketilen maddelerin nispi miktarı karakteristik olarak değiştiğinden BSB5/CSB oranında mayalanma fazı üzerine yeni çıkarsamalar yapılabilir,

3- İletkenlik (Çözülmüş tuzlar için bir ölçü) zamana bağlı başka bir gelişme gösterir. Çürüme (olgunlaşma) esnasında açığa çıkan iyon miktarları başlangıçta büyük ölçüde yükselir ve on yıllık devirler boyu dahi değer değişimi göstermezler.

Depolar çeşitli madde yığınları içerdiğinde içlerinde bulunan çeşitli biyo-kimyasal zararlı maddelerin de bu oranda yüksek olduğu kabul edilir. Daha tanınmamış bu maddelerin sayısının yaklaşık 9 milyonu bulunduğu iddia edilir. (LÜHR 1984).

Sonuç olarak şu söylenebilir: Bir deponun çürüme durumunu ve o

depo içerisinde bulunan seçilmiş zararlı maddeleri belirtmekle önemli çıkarsamalar yapılabilir, fakat bir depo sızma suyunun zehirlilik potansiyeli hiç bir zaman tam olarak belirlenemez. Depodan sızıntı suyunun çıkması böylece her zaman için ciddi bir endişe kaynağı olmalıdır,

D) DEPO GAZI?

Ev atıklarında mikrobiyolojik değişimler sonucu meydana gelen depo gazı tipik olarak %50 den fazla metan gazından oluşur. Gaz oluşumu ve bu gazın depodan çıkması genel olarak depo kapandıktan sonra 20 yıl gibi bir zamanı doldurmadan başlar. Gaz oluşumu ne kadar sürer, bu konuda tahmin yapmak zordur. Bir ton atık başına 120 ile 300 m3 gaz potansiyeli hesap edilmektedir,

(WILMER1986).

Yanma özelliği gösteren metan gazı (CH4) dışında yanma özelliğine sahip olmayan karbondiyoksit (CO2) ve nitrojen (azot, N2) diğer asıl depo gazlarını teşkil ederler. Bu gaz bileşimi hava ile karışımında patlama olabilir, Bu bileşimde metan gazının oranı <%5 olduğunda patlama görülmez, bu sayıdan yüksek orandaki gaz bileşimlerinde (%5 ile 15 arası) her zaman için patlama olabilir. Bu yüzden örneğin Hamburg senatosu atıklar yığıldıktan sonra 20 yıl geçmeden depo üzerine veya eski depoların yanına kesin olarak yapı izininin verilmemesini kararlaştırmıştır, Oyle ki, yapı yasağı, metan gazının ispat edilmediğinde dahi geçerlidir, Çünkü bu zaman içerisinde depoda değişme süreçlerinin meydana gelebileceği göz önünde bulundurulmalıdır, (SENAT HAMBURG 1986),

Depo gazının tipik tatlı-moderik bir kokusu vardır. Bu tipik depo kokusunu asıl depo gazları (metan, karbondiyoksit nitrojen) değil de bu asıl depo gazları dışında depoda çok miktarda zericikler halinde bulunan gazlardır. Bunlardan en çok koku veren kükürt, azot ve oksijen bileşikleridir. Kokusu yüzünden az, fakat zehirliliği bakımından büyük önemi olan zericikler halinde bulunan başka depo gazları hidrokarbonlar, aromatik hidrokarbonlar ve diğer kolay uçan halojenli hidrokarbonlardır.



Toplam olarak bir depodan çıkan depo gazının aşağıda gösterilen zarar etkilen göz önünde bulundurulmalıdır,

- 1, Genellikle kükürt ve nitrojen içeren bileşiklerin meydana getirdiği koku problemleri ve çevre sakinlerinin rahatsız oluşu,
 - 2, Depo üzerindeki yapılarla ve yakında bulunan yapıların bodrumlarında metan gazının neden olduğu patlama tehlikesi
 - 3, Bitki, hayvan ve insanlar üzerine fizyolojik zarar etkileri.
- Son derece tehlikeli durum, kapatılmış depo üzerine çadır veya yapılar kurulduğunda görülür, Bu arada depo gazının yeraltı tabakalarına da sızabileceği düşünülmelidir,

İ TEHLİKE TAHMİNİ METOTLARI

E.1) JEOFİZİK ÖLÇMELERİ

Son zamanlar kirliliğin yer çalışmalarında kullanılan jeofiziksel metotlar arasında radar sondajları, magnetik alan ölçmeleri, sismik yöntemler ve jeoelektrik bulunur. Bu metotlardaki ortak teori jeofiziksel sinyallerin (radar dalgaları, elektrik-magnetik sahalar, sismik dalgalar vs.) yığılmış maddelere, bunların çevresinde bulunan tabii yer altı maddelerine göre daha başka türlü tepki (kırılma, yansıma vs.) göstermeleridir.

Jeofizik arama yöntemlerinin iyi tarafı, bunların hasarsız çalışmalarıdır. Yani yer çalışmaları sondajlar gibi masraflı ve maliyeti yüksek olabilecek çalışmalara gerek kalmaz, Fakat, burada şunu da vurgulamak gerekir ki, bu jeofizik metotları ancak belli şartlar altında manalı bir şekilde uygulanabilir, Bu metotların kötü tarafı ise bunlar yardımı ile bir deponun maddi bileşimleri hakkında, kirlenmiş yer altı suları vs, üzerine gerekli bilgilerin kazanılmasıdır.

İ J) YERALTI SU HAREKETLERİNİN BELİRLENMESİNDE JEOLÖJİK VE HİDROJEOLÖJİK ARAŞTIRMALAR

Zararlı maddelerin yer altındaki hareket yolları hakkında ifade ve beyanda bulunabilmek için söz konusu yeraltının yapısı hakkında bilgilere ihtiyaç vardır. Bu bilgiler jeolojik ve hidrojeolojik araştırmalarla elde edilir.

Jeolojik kirlenmiş bir yerin ve çevresinin yapısını ve tabakaların katmanlaşma şekillerini tanımlar Aşağıdaki önemli bilgiler jeolojik çalışmalarla elde edilir,

- Bir yığının (deponun) tabanının ve duvarlarının oluşumu böylece bunların çevreye karşı "sıklığı" (geçirimli veya geçirimsiz oluşu)
- gerekli hidrojeolojik araştırmaların şekil ve kapsamının planlanması,
- gazlar için düşünebilir çevreye dağılma yolları olan yeraltı tabakalarındaki çatırlar ve yarıklar, (Gazlar bunların dışında bilhassa payplayn, drenaj ve kanalizasyon sistemleri gibi suni migrasyon yolları ile dağılırlar)

- bir yığıntıdan (depodan) dikey olarak gazın havaya çıkmasına engel olup ve böylece yatay gaz migrasyonunu kolaylaştıran olası doğal veya yapay sıkı bir yüz örtüsünün olup olmaması.

Hidrojeoloji söz konusu arazideki yeraltı suyu durumunu araştırmakla uğraşır. Yeraltı suyunun hareket yönlerinin belirlenmesi olası zararlı madde dağılımı açısından çıkarsamalar yapılmasında yardımcı olur. Bu bilgi çalışma planının yapılmasında (örneğin amaçlı taban suyu ölçme kuyularının seçilmesi) ve hidrokimyasal bilgilerin yorumlanmasında önemli bir alettir.

Kirlenmiş yerler ve taban suları için tesbit edilmesi gereken en önemli hidrojeolojik unsurlar şunlardır.

- geçirimsizlik
- yeraltı suyu akımının yönü ve
- » yeraltı suyu akımının hızı

İlk olarak yeraltı suyu akma yönünün ve yeraltı tabakasındaki geçirimsizlik derecesinin saptanması üzerinde çalışmalar yapılır. Yeraltı tabakaları çok değişik bir yapıya sahip olabileceğinden, bu çalışmalarda çeşitli hidrojeolojik metotlar uygulanır. Sınıflandırmada taban suyu için önemli olan boşlukların dağılımı ve nevi (gözenekler, tabakalarda çatlak ve kırılmayenler) göz önüne alınır, Genel olarak şu sınıflandırma yapılır:

- geçirimsiz gevşek tortul (kum, çakıl)
 - kırılmış sık taş (az geçirimsiz taş.
- Örneğin, kireç taşı, şist)
- az geçirimsiz taş (kil, moren vs.)

YERALTI SUYUNUN GEVŞEK TORTULLARDAKİ TUTUMU

Geçirimli kum ve çakılın hidrojeolojisi genellikle şu özellikleri gösterir.

- nispi olarak iyi bir geçirimsizlik,
- çok az bir yeraltı suyu yüzey eğimi
- kıyasla yavaş bir yeraltı suyu akımı hızı,
- çok defa yeraltı suyunun büyük derecede beslenmesi (verimli)

Geçmişte eski kum ve çakıl ocakları değişik türdeki atıklarla doldurulmuştur, Atık ve yeraltı sularının arasında tabii geçirimsiz bir takaba olmadığından, bu atıklarda bulunan zararlı maddeler yeraltı suları için büyük bir tehlike teşkil ederler. İçme ve kullanma su tesisatları (ev kuyuları ve genel amaçlı su tesisatları) genellikle yeraltı suyu bol olan gevşek tortul bölgelerine kurulduğundan, bu tehlikenin insan ve diğer canlı varlıklar için ne kadar önemli olduğu bilinmelidir. Bu tehlikenin ortada olup olmadığı çoğunlukla söz konusu arazinin ilk gezisinden anlaşılır. Böyle bir tehlike durumunda yeraltı sularının incelenmesine özellikle öncelik tanınması salık verilir,

YERALTI SUYUNUN KIRILMIŞ SIK (AZ GEÇİRİMLİ) TAŞLARDAKİ TUTUMU

Kum ve çakıl ocaklarında olduğu gibi taş ocakları da sonunda veya taş çıkarımı esnasında dahi çoğu zaman atıklarla doldurulmuşlardır. Bu durum bu gün bile böyledir. Kırılmış taşlardaki hidrojeolojik durumlar gevşek tortullarından daha karışıktır. Burada hidrolik faaliyet yollarını tanecikler arasında bulunan gözenekler değil de, taş tabakalarında bulunan yarıklar ve çatlaklar teşkil ederler. Buna ilaveten kırılmış taşlar kırılma sistemlerine göre genel olarak ayrı yönlerde doğru değişik geçirimsizlik gösterirler. Sadece geçirimsizlik derecesinin belirlenmesi çalışmalarında fazla bir fayda sağlamaz.

Kırılmış taşlardaki yeraltı suyunun akım hızı genellikle kum ve çakıllardan önemli derecede fazladır. Bu hız kırılmış kum taşlarında saatte 850 m, olarak ölçülmüştür, (BENDER



ÇEVRE

1984) Bu durum bir atık deposuna aktarıldığında, şu sonuç ortaya çıkar. Olasılıkla akan depo sızıntı suyu çok miktarda ve çok çabuk uzak mesafelere taşınabilirler. Zararlı maddelerin tabii olarak yok edilmesi veya adsorpsiyon sonucu tutulması ve buna bağlı olarak yer altı suyunun temizlenmesi geniş ölçüde söz konusu olamaz.

Bu durum büyük ölçüde karstik arazilerde görülür, Bu gibi alanlarda yeraltı suları aşındırılmış boşluklarda büyük bir hızla (yeryüzü sularının akım hızları ile karşılaştırabilir) hareket edebilirler,

YERALTI SUYUNUN AZ GEÇİRİMLİ TAŞLARDAKİ TUTUMU

Kil ve marnşisi kil, balçık ve başka azami ince tanecikli az geçirimli sediment ocaklarında yığılmış eski atıklar defalarca tartışmalı ve hoş olmayan sürprizlere neden olmuşlardır, "Kil kildir, ve kil sık, geçirimsizdir" vecizesine bağlı kalarak farklı karakterde olan atıklar güvenlik önlemleri alınmadan eski kil ocaklarına yığıldılar. Halbuki "az geçirim!!" sözü "sık, geçirimsiz" sözcükleri anlamına gelmez ve esas itibarıyla şu sonuca varmak gerekir. Tabii ki tamamıyla ve daima geçirimsiz bir taş yoktur.

Az geçirimli tabakalarda yeraltı suyu bu tabakalar birliği arasında bulunan biraz iri taneli ve böylece geçirimli durumda olan tabakalarda ya gözenek yeraltı suyu sıfatında, yada çatlak yeraltı suyu (örneğin; kil şistlerde) olarak hareket ederler. Yarıma (fay) zonlarında veya kuvvetli kırılmış taşlarda bu taşlar "homojenik az iletici" olarak tarif edilebilirler. Gözenek ve çatlak yeraltı suların katmaları da düşünülebilir. Az geçirimli tabakaların başka özellikleri de şunlardır,

» çoğu kere yüksek bir yeraltı suyu yüzey eğilimi

- genellikle az yeraltı su miktarı (bu yüzden bu tabakalar genellikle Özel su üretimi açısından fazla değer taşımazlar, ama özel ihtiyaç olarak ev kuyuları için önemli olabilirler).

Aşağıdaki tablo bazı gevşek tortulların geçirimsizlik derecelerini gösteriyor (Holding 1984)

Temiz Çakıl	$10^{-1} - 10^{-2}$ m/s
iri taneli kum	10^{-3} m/s
orta taneli kum	$10^{-3} - 10^{-4}$ m/s
ince taneli kum	$10^{-4} - 10^{-5}$ m/s
balçıklı kum	$10^{-5} - 10^{-7}$ m/s
killi balçık	$10^{-6} - 10^{-9}$ m/s
kil	$< 10^{-9}$ m/s

E A I) YERALTI SUYU ÖLÇME KUYULARININ TERTİP VE DONATIMI VE YERALTI SUYU AKIM YÖNÜNÜN SAPTANMASI

Yeraltı suyu morfolojisini tanımlamadaki şart çalışılan bölge üzerinde yeterli sayıda yeraltı suyu ölçme kuyularının bulunmasıdır. Akış yönü hakkında ilk çıkarsamalar birçok durumlarda (öncelikle gevşek taş tortullu bölgelerde) jeoloji haritalarının ve arazi morfolojisinin incelenmesiyle, ayrıca yeryüzü sularının akma yönlerini değerlendirmekle yapılabilir.

Yeraltı suyu ölçme kuyularının yapımında yapılan yanlışlıklar bütün araştırma programını kullanışsız hale getirebilir, en azından çıkarsama değerini düşürebilir. Bunun için dikkat edilmesi gereken konular:

1. Birinci çalışma döneminde sayı olarak üç adet yeraltı suyu ölçme kuyularının bir üçgen şeklinde çalışma arazisi üzerine yerleştirilmesi Önerilir: birisi deponun yukarı tarafına (yeraltı suyunun gelen tarafına) ve iki tanesi de deponun aşağı tarafına (yeraltı suyunun akım yönüne)

2. Bir ölçme kuyusunun çapı en azından numunelik alabilmek ve su yüzeyini ölçebilmek için yeterli derecede büyük olmalıdır, (Q:10 ile 12,5 cm arası (4-5"))

3. Boru malzemesi olarak aşınabilecek metaller kullanılmamalıdır. Normal olarak sert PVC kullanılır,

4. Boruların manşon bağlantı yerlerinin sıklığına dikkat edilmesi gerekir.

5. Bir deponun içeriği hakkında

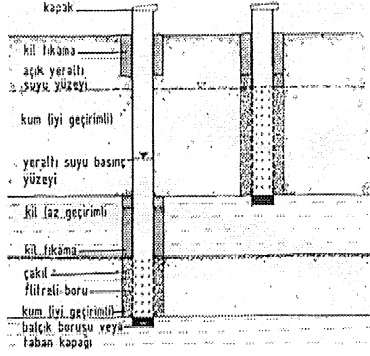
bilgi alabilmek için bir çok durumlarda depo vücudunda ölçme noktaları kurmak zorunluluğu vardır, Böyle durumlarda depoda bulunan malzemenin çeşitli oluşu nedeniyle geçirimsizlik ve sızıntı depo suyu akım yönü saptanmasına kalkışmak bir yarar sağlamaz. Geçirimsizlik üzerine bazı çıkarsamalar depo içi ve depo dışı su seviyelerini karşılaştırmakla yapılabilir, Çok kereler az geçirimli taşlarda "küvet" etkisi görülür. Depo suyunun seviyesi depo dışı suyunun seviyesinden daha yüksektir. Bu fenomen depo tabanının azalmış bir geçirimsizliğe sahip ve böylece yeraltı suyu ile depo suyu arasında az bir hidrolik temasın olduğunu gösterir. Bu durum bazı şartlar altında "küvetin" "taşmasına" neden olabilir.

Depo ortasına inşa edilmiş Ölçme kuyuları ilk planda hidrokimyasal tahliller için gereken numuneliklerin alınması ve bazı şartlar altında hidrolik emniyet tedbirlerinin hazırlanmasında (kirliliğin yukarı çekilip temizlenmesi vs.) kullanılır. Bu yüzden (eğer önceden biliniyorsa) ölçme kuyuları deponun en derin yerlerine inşa edilmeli ve kesin olarak depo tabanı delinmemelidir, Bütün depo boyu filtreli borular kullanılmalıdır. Eğer depoda yüksek derecede saldırgan sızma suyu bekleniyorsa, daha sert malzeme kullanılmalıdır,

6. Her yeraltı suyu tabakası için ayrı bir yeraltı suyu ölçme kuyusu seçilmelidir. Eğer araştırma yapılan arazide birden fazla su tabakası varsa, her su tabakası ayrı ayrı tahlil edilmelidir. Bu sebepten bu gibi yerlerde iki veya daha fazla su ölçme aleti yapılmalıdır, (şekil 4)

7. Eğer sondaj çalışmalarında oldukça geçirimsiz bir tabaka delinecekse, bu iki katlı su tabakası arasında arasında hidrolik bir kontakın bulunmamasına dikkat edilmelidir. Bu da tekniksel olarak her yeraltı suyu ölçme aleti başına bir su taşıyan tabakanın filtrelenmesi ile ulaşılır ve buna ilaveten geçirimsiz tabaka boyu kabarmış bir kili boru ile çevresi arasına doldurarak iki tabaka sularının birbirlerine karışmasını önlemek mümkündür.

8. Zararlı maddelerin ancak su numunesi ile yukarı çekildiğinde



Şekil 4
İki blokluk yeraltı suyunu ölçme sistemi

analiz edilip belirlenebileceğinden, ölçme yeri yapısı da buna uygun olarak inşa edilmelidir. Bir çok organik maddeler su içerisinde az çözümlü durumda bulunurlar, (Örneğin: yağ). Yağın özgül ağırlığı sudan daha az olduğu için yağ su üzerinde yüzer. Klorlü hidrokarbonlar ise sudan daha ağır olduklarından suyun tabanına, yani su geçirmeyen alt tabakaya kadar batarlar. Tehlike tahmini çalışmaları sırasında inşa edilen yeraltı suyu Ölçme kuyuları bu sebeplerden dolayı su taşıyan tabakanın tabanına kadar indirilmeli ve yeraltı suyunun bulunduğu yerler tamamıyla filtrelenmelidir. Eğer su taşıyan tabaka çok kalın ise, bu kuralın dışına çıkılabilir,

9. Yeryüzü sularının yeraltı suyu Ölçme yerinin yapımında açılan delikten içeri akmasını önlemek için boru etrafındaki bu delik sıkıca örtülmelidir.

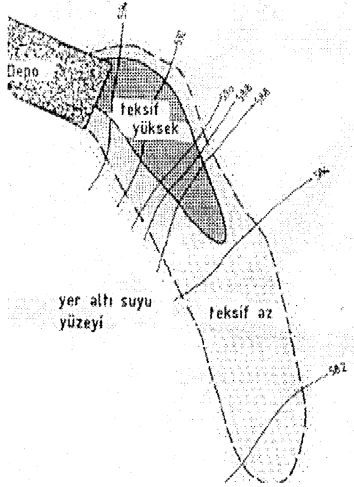
Şekil 4, iki blokluk yeraltı suyu kurulan bir yeraltı suyu ölçme sistemini gösteriyor (iki su seviyesini gösteren aletin inşası). Su seviyelerini ölçmedeki amaç yeraltı suyu morfolojisinin belirlenmesidir. Bunu etüt etmekle sadece yeraltı suyunun depo sızıntı suyu ile kontakta bulunup bulunmadığını tesbit etmekle kalmayıp, yeraltı suyunun akım yönü de belirlenir.

Bir depodan çıkan zararlı maddeler yeraltı suyu aracılığı ile uzak mesafelere taşınırlar. Bu zararlı

maddelerin belli uzaklıklardaki ispat derecesi bu maddelerin türünü ve miktarına ayrıca söz konusu su tabakasının jeolojik yapısına bağlıdır.

Zararlı maddeler kirli dalga olarak yeraltı suyu akım yönüne yani bir deponun aşağı istikametine doğru dağılırlar, Depo vücudundan uzaklaştıkça adsorpsiyon, kimyasal oluşumlar ve çökelmeler, biyolojik yok edilme ve seyrekleşme sonucu yeraltı suyundaki bu zararlı maddelerin miktarlarında bir azalma görülür. Ölçmelerin değerlendirilmesi ve kirli dalgaların çizilmesiyle, ki bu her zararlı madde için ayrı ayrı olmalıdır, bir konsantrasyon haritası yapılabilir (Şekil 5.)

Hidrojeolojik araştırma planlamada (Ölçme kuyu yerlerinin belirlenmesi) ve yeraltı suyu tehlike tahmininin uygulanmasında (alınacak önlemlere kadar) çok önemli bir araçtır. Bu, hidrokimyasal bilgilerin değerlendirilmesinde kaçınılmaz bir çalışmadır, İu yüzden hidrojeofoglar ve kimyacılar yapılması gereken Eşleni efektif bir şekilde yürütülebilmesi için el ele çalışmalıdır.



Şekil 5 : Bir eski deponun yeraltı suyu akış yönünde meydana gelen kirli yöreler (yeraltı suyunun akış istikameti aynı değer taşıyan çizgilere dik) / BARKOWSKI ve başkalarına göre).

YARARLANILAN KAYNAKLAR

BARKOWSKI, D. GÜNTHER, P. HINZ, E. and RÖCHERTR. (1990)

Altlasten. Handbuch zur Ermittlung und Abwehr von Gefahren durch kontaminierte Standorte-Verlag CRAAüller GmbH, Karlsruhe.

BENDER, F. (1984): Angewandte Geowissenschaften, Bd III, Stuttgart. AAÜldeponien, Veröffentlichung des Instituts für Stadtbauwesen, Heft 26,

EHRIG, H.J. (1980): Beitrag zum quantitativen Wasserhaushalt Von AAÜldeponien, Veröffentlichung des Instituts für Stadtbauwesen, Heft 26.

EHRIG, H.J. (1985a): Auswirkungen des Deponiebetriebes auf Sickerwasserbelastungen. Vortragsmanuskript Fachtagung "Sickerwasser aus AAÜldeponien-Einflüsse und Behandlung 21.-22.3.1985, TU Braunschweig.

EHRIG, H.J. (1986): Untersuchungen zur Gasproduktion aus Hausmüll. Müll und Abfall, 18 (5), 5.173-183

ELLING, W. (1985): Problem der Vorabschätzung von Sickerwasseremissionen, Vortragsmanuskript der Fachtagung "Sickerwasser aus AAÜldeponien-Einflüsse und Behandlung", 21.-22.3.1985, TU Braunschweig,

HÖLTING, B. (1984): Hydrogeologie-Einführung in die allgemeine und angewandte Hydrogeologie, Stuttgart.

GOLWER, A., KNOLL, K.H., AATTHESS, B., SCHNEIDER, W. and WALLHÄUSEFL. H. (1976): Belastung und Verunreinigung des Grundwassers durch feste Abfallstoffe. Abh. hess. LA für Bodenforschung, 73, Weisbaden

LÜHR, H.-P. (1984): Anforderungen an die Sanierung kontaminierter Standorte. Vortrag auf dem Symposium "Kontaminierte Standorte und Gewässerschutz", 1.10.84 in Aachen.

SENAT HAMBURG (1986): Antwort auf die schriftliche kleine Anfrage der SPD, Dis. 11/4985

STEGAÄÄNN, R (1979): Sickerwasser aus geordneten Deponien ISWA-Journal 28/29, 12.28.

STEGMANN, R and EHRIG, H.-J. (1980): Entstehung von Gas und Sickerwasser in geordneten Deponien. Müll und Abfall 12 (2), S.41.

WILLMER, K. (1986): Einschätzung der Roh- bzw. Abgasemissionen an Deponien, in: Stuttgarter Berichte zu Abfallwirtschaft, Bd. 22, Berlin.