

KULLANILMIŞ SULAR YENİDEN KULLANILABİLİR Mİ?

Doç.Dr. Aysen TÜRKMAN*

Kullanılmış suların yeniden kullanılabilir duruma gelebilmesi için tabiatta, milyonlarca yıldır süregelen arıtma tekniklerinin uygulanması; yani suyun güneş enerjisi yardımıyla buharlaştırılması, kirleticilerinden ayrılması ve daha sonra da bize yağış olarak iadesi gerekmektedir. Buna rağmen, suyun yetersiz kaldığı kurak dönemlerde ya da belli bir miktar suyun çok fazla kişi tarafından paylaşılmasının zorunlu olduğu büyük kentlerde hızla boşalan yeraltısuyu kaynaklarının insan eliyle yeniden doldurulması mümkün olamaz mı? Bu sorunun cevabı "evet"tir.

Kullanılmış sular ileri derecede artıldıktan sonra, aşırı çekim nedeniyle düşmüş olan yeraltısuyu seviyesinin yükseltilmesi mümkündür. Yapay besleme adı verilen bu yöntemde kullanılan su, ileri derecede arıtılmış su olabileceği gibi, nehir, göl ya da kaynak suyu olabilmektedir.

Yerel hidrojeolojik şartlara bağlı olarak besleme, sızdırma havuzları, sızdırma hendekleri ya da enjeksiyon kuyuları ile yapılabilir.

SIZDIRMA HAVUZLARINDA SU KALİTESİNİN DEĞİŞİMİ

Yapay beslemenin amaçlarından biri de akarsuyun ya da kullanılmış suyun kalitesini artırmaktır. Kalitenin yükselmesi, havuzda bekleme sırasında kendi kendine temizlenme ile, yeraltında akış sırasında ise toprağın arıtma kapasitesinin kullanılması ile sağlanır. Besleme, enjeksiyon kuyuları ile yapıldığında, topraktan yeraltısuyuna kadar olan süzülmenin olumlu etkisinden yararlanmak mümkün olmaz.

Ön arıtma, akarsuya deşarj, yapay besleme, çekim ve arıtma sırası izlendiğinde, arıtma işlemi bir prosesten diğerine, başka bir deyişle içme suyu arıtımından zemin altında arıtmaya kaymaktadır. Geçmişte ön arıtma yalnızca suyun toprakta süzülmesini kolaylaştırma amacını gütmekte idi. Suyun temizlenmesi, yeraltısuyu akımı ile gerçekleştirilmekte ve son arıtma gerektiği zaman uygulanmaktaydı. Bu şekilde elde edilen su ucuz mal edildiğinden, harcamaların kısıtlı olduğu dönemlerin uygun bir yöntem niteliğindedir. Ancak bu yöntemin dezavantajı, akar-



suda bulunan birçok kirleticinin yeraltısuyuna karışmasıdır.

Akarsuda bulunan kirleticilerin tamamı ayrışmadığından, toprak tanecikleri yüzeyinde sürekli bir birikim ve sonuçta da tıkanma söz konusudur. Ayrıca, son yıllarda ayrışmaz özellikteki bileşenlerin atık sulara daha çok verilmesi ve sonuçta da yeraltısuyunda belirmesi gibi nedenlerle, yapay besleme yapılacak suyun daha çok arıtılması gerekli olmuştur. Ham sudaki safsızlıkların büyük ölçüde giderilmesi ile ücretsiz olarak yürütülen yeraltısuyu arıtımının yükü hafifletmekte, kalitesi daha yüksek ve daha güvenli su temini mümkün olabilmekte, hatta bazı durumlarda son arıtmadan tamamıyla vazgeçilebilmektedir.

Özellikle endüstriyel atık suların deşarj edildiği akarsuların yapay beslemede kullanılması durumunda, besleme öncesi arıtma büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle endüstri atık sularının arıtılmasında koagülasyon, çökteltim, hızlı kum filtrasyonu, ozonla oksidasyon, adsorpsiyon gibi ileri arıtma tekniklerinin uygulanması gereklidir.

Göller gibi durgun ve nispeten daha temiz suların yapay beslemede doğrudan kullanılması mümkündür. Yapay besleme havuzundaki bekleme süresinde suda oluşan kalite değişimleri, aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

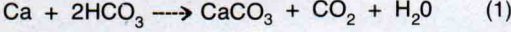
a) Yapay beslemenin yapıldığı bölgede su, bir süre için besleme havuzunda (ya da hendeğinde) kalmakta ve bu süre içinde atmosfer ve güneş ışığı ile temas etmektedir. Bu sırada uçucu organik bileşikler sudan uzaklaşırken, suyun oksijen içeriği artmaktadır. Atmosferden kazanılan oksijenin bir kısmı, organik maddenin ayrıştırılması ve amonyumun nitrata dönüştürülmesi için kullanılır.

b) Besleme havuzunda bulunduğu sürede konsantrasyonu değişen bir diğer parametre, askıda katı maddedir. Suyun askıda katı madde içeriği, çökelleme ile büyük ölçüde uzaklaşır.

c) Besleme havuzunda alg büyümesi, su kalite-

* Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl.

tesini en fazla etkileyen olaydır. Fotosentez sonucunda, suyun karbondioksit, nitrat ve fosfat içeriği azalırken, çözünmüş oksijen konsantrasyonunda artış olur. Alg büyümesi belli sınırlar içinde tutulabilirse, fotosentez büyük yararlar sağlayan bir olay niteliğindedir. Siğ havuzlarda toprak yüzeyinde alg büyümesi sonucu oluşan tabaka, askıdaki katların tutulmasını sağlar. Oksijen kabarcıklarının kaldırma kuvveti nedeniyle bu tabaka, zaman zaman kırılarak yüze çıkar. Böylece toprak tabakasında suyun süzülmesine karşı oluşan rezistans azalır. Fotosentezin dezavantajları olarak suyun oksijen içeriğinin salınması ve CO₂ tüketimine bağlı olarak kalsiyum karbonat çökmesi sayılabilir:



Ilıman iklimlerde kış aylarında alg için yaşam imkânsız hale gelir. Sonbaharda dibe çöken çok sayıda alg, yavaş yavaş ayrışmaya başlar. Su sıcaklığının kışın daha da düşmesi ile oksijen konsantrasyonu sıfıra inerek anaerobik şartların oluşması kaçınılmaz olur. Böyle bir durumda su, yeraltındaki yolculuğuna oksijensiz başlayacağı için, kendi kendini temizleme kapasitesi büyük ölçüde kısıtlanır.

d) Su, havuzda beklemesi ve yeraltına süzülmesi sırasında değişik yaşlarda ve bileşimde diğer sularla karşılaşacağı için, suyun kalite parametrelerinin salınımı büyük ölçüde sönümlenir.

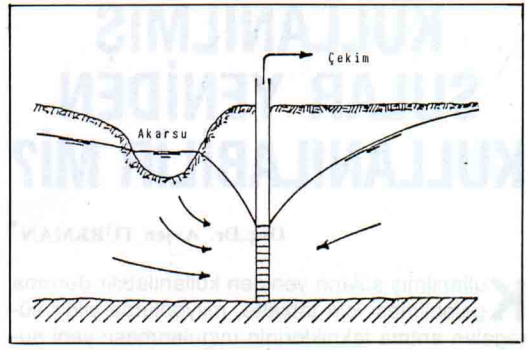
e) Sızdırma havuzundaki ortam şartlarının bağırsakta yaşayan organizmalar için uygun olmayışı nedeniyle, başta bakteri ve virüsler olmak üzere suda bulunan intestinal organizma sayısı hızla azalır.

YERALTISUYUNUN HAREKETİ SIRASINDA KALİTE DEĞİŞİMİ

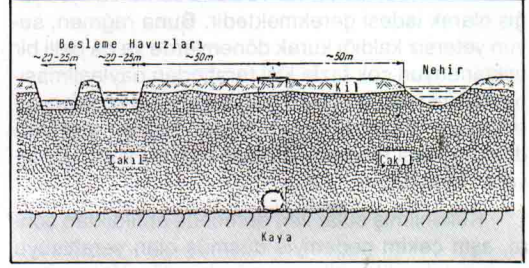
Yapay beslemede su, çoğunlukla önce bir kum tabakası ile karşılaşmaktadır. Bu kum tabakası, tıpkı bir yavaş kum filtresi gibi davranır. Suyun gerek kum tabakasından süzülmesi sırasında, gerekse toprak katmanları arasındaki hareketi sırasında, kalitesinde olumlu pek çok değişme olur. Bu değişmeye neden olan olaylar a) Mekanik süzülme, b) Çökme, c) Adsorpsiyon, d) Biyokimyasal ve e) Bakteriyolojik aktivite olarak sayılabilir.

Mekanik süzülme sırasında, boyutu jeolojik yapının gözenek boyutundan daha büyük olan partiküller tutulur. Çökmede ise boyutu daha küçük partiküller de uzaklaştırılabilmektedir. Çöktürme ile benzeştirilebilecek bu olayda, çökme yüzeyi tüm kumların yüzey alanıdır.

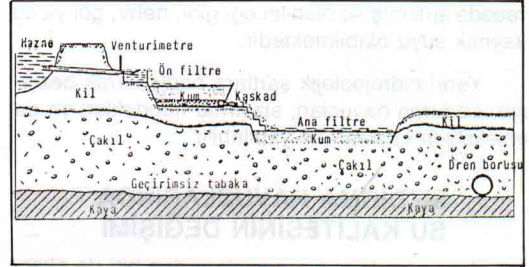
Yeraltısuyu akımı sırasında en önemli temizleme mekanizması adsorpsiyondur. Adsorpsiyon, aktif olarak iki madde arasındaki çekim kuvveti (Londonvan der Waals kuvvetleri) ile ters elektrik yüklerinin çekiminden (Coulomb kuvvetleri), pasif olarak ise organik madde ve bakterilerin kum taneciği etrafında



Tabii besleme.



Sızdırma havuzu.

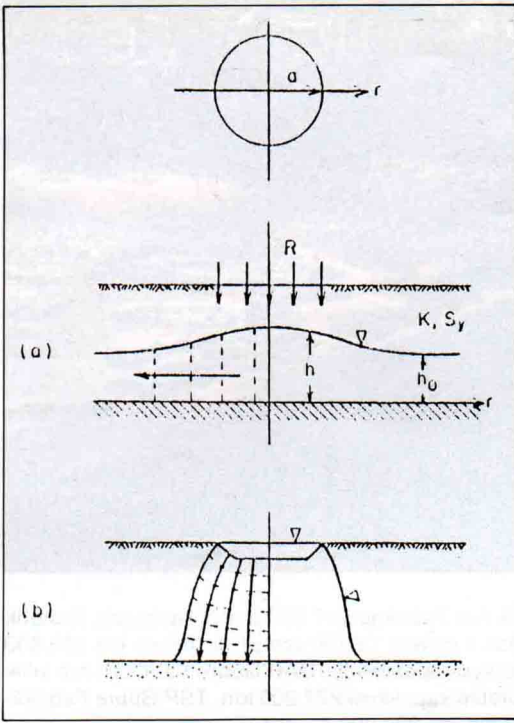


Yapay besleme öncesi arıtma.

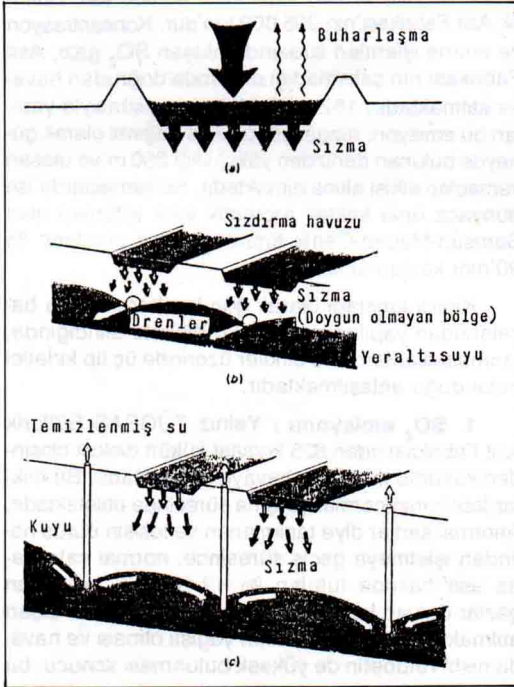
oluşturdukları jelatinimsi yapışkan maddenin askıdaki maddeleri yakalamasından etkilenir. Aktif etki yalnızca kum taneciklerine çok yaklaşılması durumunda ortaya çıktığı için, aktif etki ile pasif etki arasındaki fark önemsizdir.

Aktif adsorpsiyonda, elektrostatik çekim büyük önem taşır. Kristal yapısından dolayı temiz kum, normal pH değerlerinde eksi yükü yüküdür ve karbonat, demir ve alüminyum flokları gibi pozitif yüklü floklarla, demir, mangan ve alüminyum gibi katmanları çeker. Ancak, doğada temiz kum nadiren bulunduğundan, kum tanesi pozitif yüklü parçacıklar tarafından kaplanmış olabilir. Böyle bir durumda, bitki ve hayvan kökenli koloidal maddeler, çözünmüş safsızlıklar, NO₃ ve PO₄ gibi anyonlar kum tanesine yapışır. Böylece sürekli yük değişimi sonucu sudan hem pozitif hem de negatif yüklü parçacıkların uzaklaştırılması mümkün olur.

Kum partikülleri çevresindeki organik madde bu-

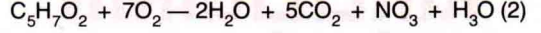


Dairesel bir besleme havuzu altında yeraltısuyu tablasının yükselmesi.



Artırılmış atık suyun giderilmesi amacıyla uygulanan yapay besleme teknikleri: a) Sızdırma, b) Temizlenen suyun drenlerle alınması, c) Suyun kuyularla alınması.

rada uzun süre değişmeden kalmaz. Mikroorganizmanın organik maddeyi parçalaması, gözeneklerin tıkanmasına engel olur. Organik madde ayrışması için net reaksiyon



şeklinde yazılabilir.

Yapay beslemede kullanılan suda E. coli gibi bağırsak orijinli mikroorganizmalar, hatta patojenler bulunabilir. 1 ile 10 µm büyüklüğündeki bu bakteriler, yukarıda açıklanan mekanizmalarla sudan uzaklaşır. Bu mekanizmalara ilaveten, bakteriler akiferin üst kısımlarında protozoa, metazoa, nematotlar gibi mikroorganizmalar tarafından tüketilirken, aşağı kısımlarda açlık nedeniyle ölürlür. Böylece yeraltında bekleme süresinin uygun olduğu durumlarda (yaklaşık 2 ay ya da daha fazla) yeraltısuyu hijyenik açıdan uygun hale gelir.

Akiferin çok miktarda ayrışabilecek nitelikte organik madde içermesi halinde, besleme suyundaki bütün oksijenin tükenmesi durumu ortaya çıkar. Oksijenin büyük bir kısmı karbondioksit dönüşerek suyun, demir ve mangan ile birlikte diğer bazı maddeleri de çözmesine yol açar. Böyle bir durumda suyun, çekildikten sonra havalandırma, hızlı kum filtresi ve klorlama gibi işlemlerden geçirilmesi gerekir.

Yapay besleme, soğutma suyunun uzaklaştırılması amacıyla da uygulanabilmektedir. Sıcaklık dışında hiçbir kirlilik unsuru içermeyen soğutma sularının yeraltına basılması ile alınan su, yeraltına tekrar iade edilmiş olmakta, ancak bu durum, yeraltısuyu sıcaklığının artışına yol açmaktadır.

Yeraltı suyu sıcaklığının artışı aşağıdaki nedenlerle arzu edilmemektedir:

1. Isınmış su, gerek içme özelliği açısından gerekse diğer kullanım amaçları açısından değer kaybına uğramaktadır.
2. Isınan suyun mineralleri çözme özelliği arttığı için toplam çözünmüş tuz konsantrasyonu artmaktadır.
3. Isınmış yeraltısuyu yüzeysel suların sıcaklığının artışına yol açabilmektedir.

Artırılmış atık suların sulamadan dönen sularla birlikte yapay beslemede kullanılması halinde su kalitesinde büyük düşme olduğu gözlenmiştir. □

**“SEVMEK” FİİLİNDEN SONRA
DÜNYANIN EN GÜZEL FİİLİ
YARDIM ETMEKTİR.**

V.Suttiner