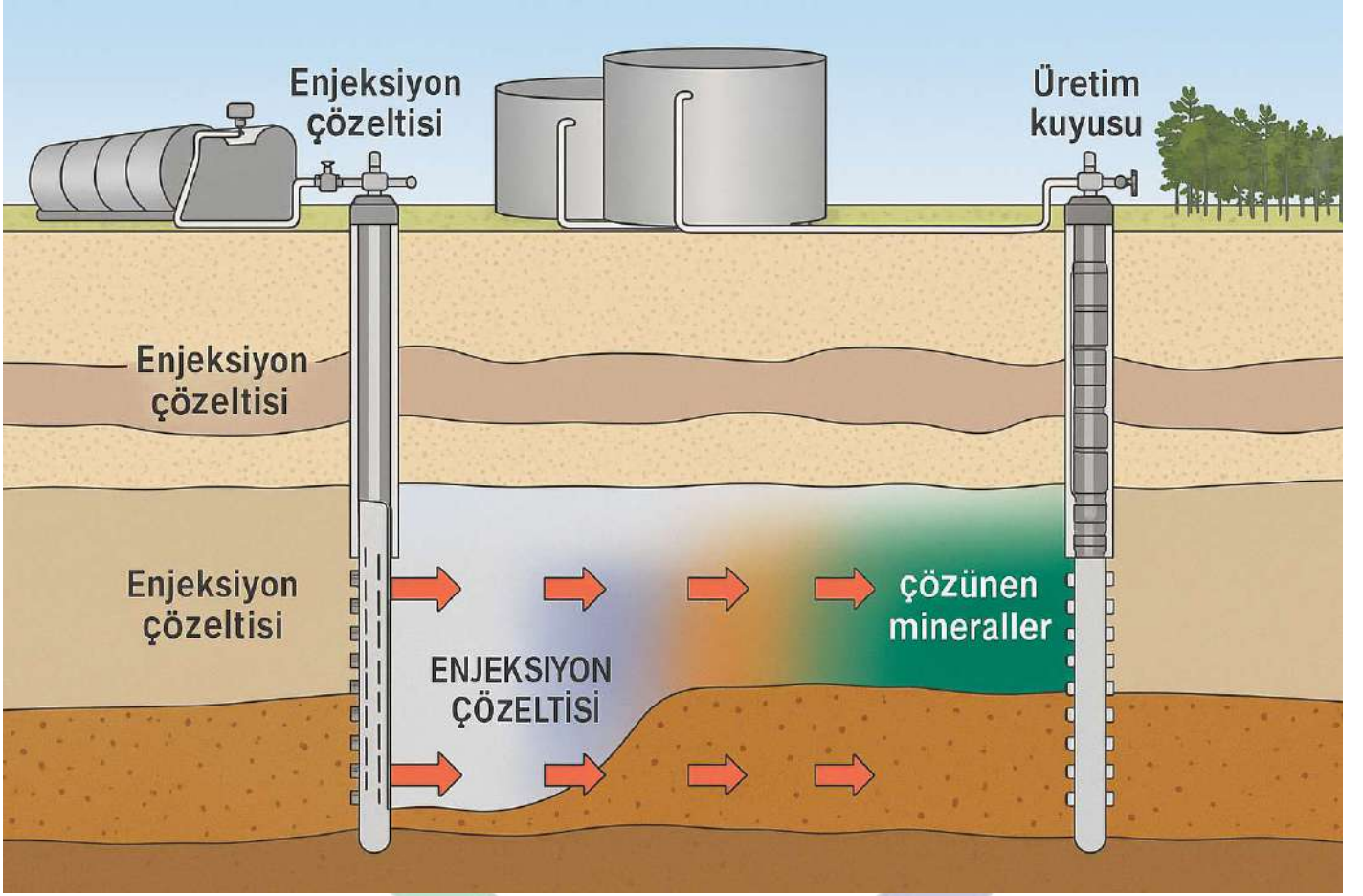


Solüsyon Madenciliği ile Soda Üretiminde Yeraltısuyu Tehlikesi! Önlemezseniz Ne Olur?

13.06.2025



Giriş

Küresel sanayinin artan soda külü (sodyum karbonat) ihtiyacı, üretim yöntemlerini daha verimli ve düşük maliyetli hale getirme baskısını beraberinde getiriyor. Bu bağlamda **solüsyon madenciliği** (solution mining), dünya genelinde soda üretiminde önemli bir rol üstleniyor. Ancak bu avantajlı üretim yöntemi, uzun süreli uygulamalarda çevresel kaynaklar üzerinde ciddi riskleri de doğuruyor.

En büyük tehdit alanlarından biri de **yeraltısuyu sistemleri**. Solüsyon madenciliğinin yeraltısuyu üzerindeki etkilerini anlamak, önleyici ve iyileştirici stratejileri devreye sokmak için çok kritik.

Solüsyon Madenciliği Nedir? Nasıl Çalışır?

Solüsyon madenciliği, yer altında bulunan soda minerallerine (trona, nahcolite vb.) **sıcak su veya kimyasal çözelti enjekte ederek çözündürme** yöntemine dayanır. Elde edilen çözelti yüzeye pompalanır ve işlenerek soda külü elde edilir.

Avantajları:

- ✓ Düşük maliyet
- ✓ Yüzey tahribatının az olması
- ✓ Süreç otomasyonu

Ancak özellikle uzun süreli ve yüksek hacimli uygulamalarda **kontROLSÜZ etkileşimler** baş gösterir. Bu noktada çevresel denge büyük risk altına girer.

Uzun Süreli Solüsyon Madenciliğinin Yeraltısuyuna 5 Kritik Etkisi

1- Hidrolojik Denge Bozulması

Enjeksiyon ve çekim faaliyetleri akifer sisteminin doğal akış dengesini değiştirir. Bu değişimler:

- Su tablasının yükselmesi veya düşmesi,
- Komşu su kaynaklarının kuruması,
- Basınç dengelerinin çökmesiyle sonuçlanabilir.

2- Tuzluluk ve Kimyasal Kirlenme

Çözeltilerin çevre akiferlere yayılmasıyla:

- TDS (Toplam Çözülmüş Katı Madde) oranları artar.
- İçme suyu ve sulama amaçlı kullanım risk altına girer.
- Sodyum ve karbonat iyonlarının yoğunluğu yükselir.

3- Yeraltısuyu Rezervlerinde Azalma

- Sürekli su çekimi, akiferlerin doğal yenilenme hızını aşar.
- Uzun vadede su rezervleri tükenme noktasına gelir.

4- Yüzey Çöküntüleri (Subsidence) ve Jeoteknik Sorunlar

- Aşırı çözünme sonrası oluşan boşluklar yüzey çöküntülerine neden olur.
- Tarım arazileri, altyapı ve yerleşim alanları zarar görür.

5- Ekosistem Kaybı

Yeraltısuyunun dengesizliği sulak alanları kurutur, biyolojik çeşitliliği azaltır ve ekosistem zincirini kırar.

Çevresel Etkileri Ortaya Çıkmadan Önlemenin Kritik Önemi

Solüsyon madenciliğinde **en ideal yaklaşım, çevresel etkilerin hiç oluşmadan engellenmesidir**. Çünkü çevresel zarar ortaya çıktıktan sonra uygulanacak iyileştirme çalışmaları:

- Hem **çok yüksek maliyetli**,
- Hem de **başarı oranı düşük** olmaktadır.

Bu nedenle **sürekli saha izleme ve entegre veri analizi**, riskleri daha ortaya çıkmadan fark etmeyi sağlar. İzleme verilerinin geçmişle karşılaştırılması sayesinde:

- Sapmalar erkenden tespit edilir.
- Acil müdahale sistemleri devreye sokulur.
- Çevresel hasar büyümeden önlenir.

👉 **Unutmayın:** Erken teşhis = Düşük maliyet + Yüksek başarı

Etkileri Ortaya Çıkmadan Önlemek İçin 5 Stratejik Tedbir

1- Gelişmiş Hidrojeolojik Modelleme

MODFLOW, FEFLOW gibi sayısal modellerle:

- Akifer davranışı ve basınç değişimleri simüle edilir.
- Kritik enjeksiyon ve çekim limitleri önceden belirlenir.

2- Sürekli ve Gerçek Zamanlı İzleme Sistemleri

- Basınç, debi ve kimyasal içerik anlık izlenir.
- Veri analitiğiyle ani değişimler tespit edilir.
- Otomatik alarm sistemleri kurulabilir.

3- Enjeksiyon ve Çekim Dengesi

- Çekim-enjeksiyon oranları dengede tutulur.
- Aşırı su çekimi (over-pumping) kesinlikle engellenir.

4- Tampon Koruma Alanları

- Etkin bir tampon bölge politikası ile komşu akiferlerin etkilenmesi engellenir.
- Jeolojik bariyerler kullanılarak sızıntı riski azaltılır.

5- Sıkı Mevzuat ve Yasal Uyum

- Faaliyetler ÇED (Çevresel Etki Değerlendirmesi) ve yeraltısuyu yönetmeliklerine tam uyum içinde yürütülmelidir.

Hasar Oluştuğunda: 4 İyileştirici Faaliyet ve Başarı Oranları

1- Pump and Treat (Pompalama ve Arıtma)

- Kirlenmiş yeraltısuyu pompalanıp yüzeyde arıtılır.
- **Başarı oranı: %70-85**
- Uzun süreli ve pahalıdır.

2- Hidrolik Bariyerler

- Yeraltına geçirimsiz perde sistemleri kurulur.
- Kirleticilerin yayılması durdurulur.
- **Başarı oranı: %80-90**

3- Biyoremediasyon

- Mikroorganizmalar kullanılarak kirleticiler parçalanır.
- Özellikle karbon bazlı kirleticilerde etkilidir.
- **Başarı oranı: %50-70**

4- Stabilizasyon (Grouting)

- Çökme riski oluşan boşluklar dolgulanır.

- **Başarı oranı: %75-90**
- Maliyeti yüksek bir uygulamadır.

Sık Sorulan Sorular (SSS)

Solüsyon madenciliği neden riskli?

Çünkü doğrudan yeraltısuyu sistemleriyle etkileşim halindedir ve kontrolsüz yayılma riski vardır.

Etkiler kalıcı mı olur?

Zamanında müdahale edilmezse bazı etkiler kalıcı ve geri dönüşsüz hale gelebilir.

Sadece yeraltısuyunu mu etkiler?

Hayır. Toprak, yüzey suları ve ekosistem bütünlüğü de tehdit altına girer.

Son Söz: Geç Kalmadan Önleyin!

Solüsyon madenciliğinde başarı, riskleri oluşmadan önce engellemeye dayanır. Çevresel etkiler ortaya çıktığında iyileştirme çalışmaları hem maliyetli hem de sınırlı başarı şansına sahiptir.

Bu yüzden en etkili strateji; **sahanın sürekli izlenmesi, izleme verilerinin geçmişle karşılaştırılarak analiz edilmesi ve entegre risk yönetimi uygulanmasıdır.**

Bugün alınacak önlemler, yarın milyonlarca dolarlık temizlik masrafını ve ekosistem kayıplarını önleyebilir. Proaktif çevre yönetimi artık bir tercih değil; işletmenin sürdürülebilirliği için zorunluluktur.



Liyas Engineering Co.
Hydrogeology solutions...