

Madenlerde Modern Su Yönetimi ve Modelleme



DMT

Nele Pollmann

DMT GmbH & Co. KG, Germany

Philip Mittelstädt

DMT GmbH & Co. KG, Germany

Hakan Arden Kahraman

DMT GmbH & Co. KG,

Germany and Türkiye

Su kıtlığı ya da su bolluğu maden işletmecileri için ciddi zorluklar oluşturabileceği için madenlerdeki su yönetimi karmaşık ve önemli bir görevdir. Madenlerde oluşabilecek suyun miktarı ve bunun yönetimi hidrojeolojik incelemelerin temelini oluşturur. Bir maden yatağı için hidrojeolojik özelliklerin ve koşulların ayrıntıları su işleme,

işletme ve maden kapatma maliyetlerinin önemli bir bölümünü oluşturacağından tüm bunlar için sahaya ilgili yapılacak bir fizibilite çalışmasında belgelenmelidir. Madenlerdeki geleneksel su yönetimi kavramsal yaklaşımlara ek olarak, modern su yönetim ilkelerini, iklim değişikliğinin potansiyel etkilerini de dikkate almak zorundadır. Bu yönetim konsepti, temel olarak madendeki potansiyel su miktarını ve kalitesini tahmin edebilen sayısal 3B hidrojeolojik ve hidrolojik modellemeyi (akış, ısı ve reaktif kütle taşımacılığı) kullanmalı ve sayısal modellemede iklim değişikliğinin maden alanları üzerindeki etkileri de dikkate alınmalıdır.

Bu makale, madenlerde iklim değişikliğinin etkilerini de içeren sayısal su modellerine odaklanmakta ve Avrupa Kömür ve Çelik Araştırma Fonu (RFCS) tarafından finanse edilerek yakın zamanda tamamlanan araştırma ve geliştirme projesi TEXMIN'in (Aşırı meteorolojik olayların madencilik operasyonlarına etkisi) bazı sonuçlarına ilişkin bilgi vermektedir.

Madendeki Su Yönetiminin Planlaması

Maden operasyonlarında, özellikle sedimanter yataklarda, istifin üst ve alt katmanlarında herhangi bir akiferin bulun-

ması, cevherin çıkarılmasını birçok yönden etkileyebilir. Bu nedenle, su miktarı ve kalitesinin yanı sıra çevre katmanlarındaki davranışının tahmini, hidrojeolojik modeller için temel zorunluluktur. Son yıllarda, iklim değişikliğinin giderek artan etkileri nedeniyle bu durum daha da karmaşık duruma gelmiştir. İklim değişikliğinin ani etkisi, uzun süren kuraklıklar ya da aniden oluşan sellerin varlığıyla hissedilebilir. Örneğin, bir Alman potaş üreticisinin 2019'daki kuraklık nedeniyle etkinliklerini askıya alması gerekmiş ve bu da ciddi mali kayıplara neden olmuştur. Uzun kurak dönemler nedeniyle madenler için ek riskler arasında, daha yüksek tuz konsantrasyonlarına yol açan indirgenmiş su getirmesi, böylece var olan ortamlarındaki su düzeylerinin ve akış hızlarının düşmesi, madendeki suda artan sıcaklık ve madenden tahliye edilen suyun artık yeterince seyreltilmemesi dolayısıyla çözeltiler limit değerlerin aşılması yer alır.

Bu durumun tersine, yoğun yağışları izleyen seller de madenlerin ve maden ekipmanının fiziksel olarak tahrip olmasına neden olabilir ve maden çalışanlarının güvenlik riskini önemli ölçüde artırabilir. Örneğin, 2011'deki yoğun yağışlar nedeniyle, Avustralya'daki Queensland eyaletindeki madenlerin çoğu sular altında kalmış ve bu da üretimin birçok madende aylarca durmasına neden olmuştur. Madencilik için aşırı yağış olaylarıyla bağlantılı bir başka risk ise örneğin daha yüksek pompa hızları gerektiren ortam suyunun beslenimidir.

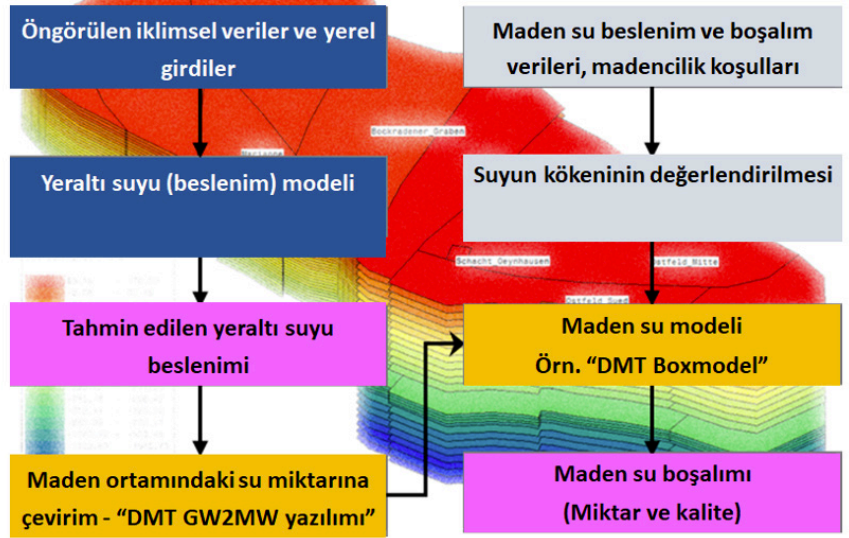
Bu nedenle madencilik projeleri, iklim değişikliği de dahil olmak üzere tüm etkenlerin dikkate alınması gereken, su yönetimine ilişkin güvenilir bir tahmin/maden planına gereksinim duyar.

Tahmine Dayalı Sayısal Modelleme

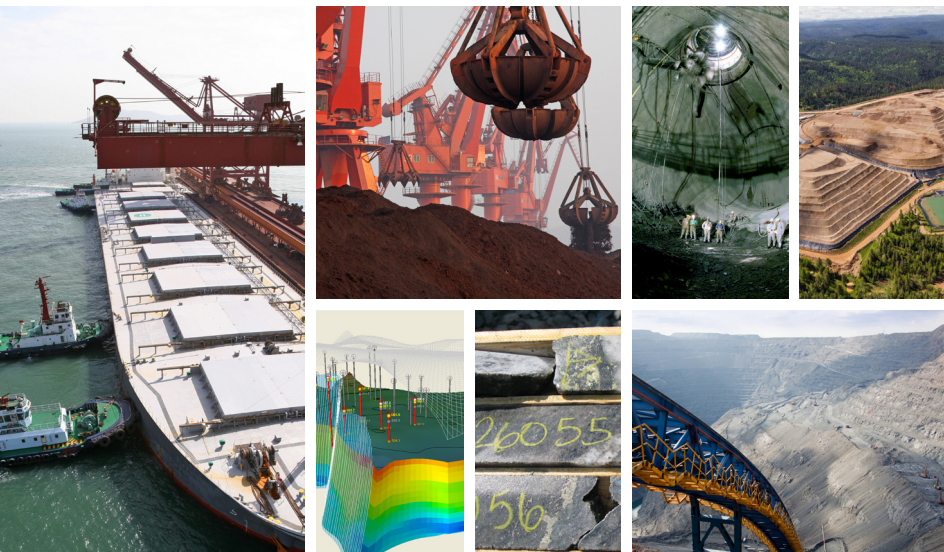
Yukarıdaki örneklerden anlaşılacağı üzere, aşırı oranda gelişen meteorolojik olaylar ve değişen iklim koşulları nedeniyle bazı maden alanlarında var olan hidrojeolojik koşullara bağlı zorlukların ortaya çıkacağı açıktır. Bunları öngören iklim senaryoları, aşırı iklim olaylarının daha sık ve potansiyel olarak daha yüksek yoğunlukta olacağını varsayar.

Yasal düzenleyicilerin iklim değişikliği ya da iklim değişikliğinin madencilik etkileyeceği durumlara ilişkin değerlendirmelerinden bağımsız olarak, DMT tahmine dayalı sayısal modellemelerde iklim değişikliğini de hesaba katmak için kavramsal yaklaşımlar geliştirmiştir. Sayısal modeller, litolojik birimler ve su düzeylerinden yer altı /yüzey suyu özelliklerine dek değişen karmaşık verileri entegre etmek ya da kuyu pompa bilgilerinin kullanarak yer altı suyu akış yönlerini anlamak için kavramsal fikirlerin geliştirilebileceği kullanışlı araçlardır.

Bu durum yeni veriler elde edilip sisteme eklendikçe, koşulları değiştirilerek modelcilerin olabilecek varyasyonları müm-



kün olduğunca doğru bir şekilde tahmin etmesine yardımcı olur. Bu modeller, yer altı yapıları, tüneller/galeriler ve diğer kazı türlerini dahil ederek yer altındaki etkileşimlerin analizini, yer altı sularındaki potansiyel su kalitesi sorunlarının tahminini ve iyileştirme stratejilerini, her ölçekte ve derinlikte jeotermal tesislerin modellenmesini, yer altı suyu-yüzey suyu etkileşiminin yerüstü su modelleri ile birleştirilerek incelenmesini, zemin çökmesinin tahminini; pompaj oranlarının belirlenmesini ve



250 Yılı Aşan Deneyimimizle Madencilik Sektörünün Hizmetindeyiz

Kaynak / Rezerv Değerlendirmesi

- Keşif ve Jeofizik Araştırmaları
- Jeolojik Modelleme, Kaynak/Rezerv Kestirimi (UMREK, JORC, CIM, SAMREC, PERC)
- Hidrojeolojik ve Jeoteknik Modelleme

Kredi Kurumlarına / Yatırımcılara Destek

- Kredi Kurumları Bağımsız Mühendisi (ILE)
- Borsalarda İlk Halka Arz (IPO) Desteği
- Şirket Birleşmesi ve Satın Alma (M&A) Desteği
- Yetkin Kişi Raporları (CPR)
- Borsalar ve Yatırımcılar için Cevher Uzman Raporu (JORC, VALMIN, NI 43-101, SK-1300, ESMU, UMWAL) DEĞERLEME (Valuation) ve Durum Saptama (Due Diligence)

Fizibilite Çalışmaları ve Tasarım

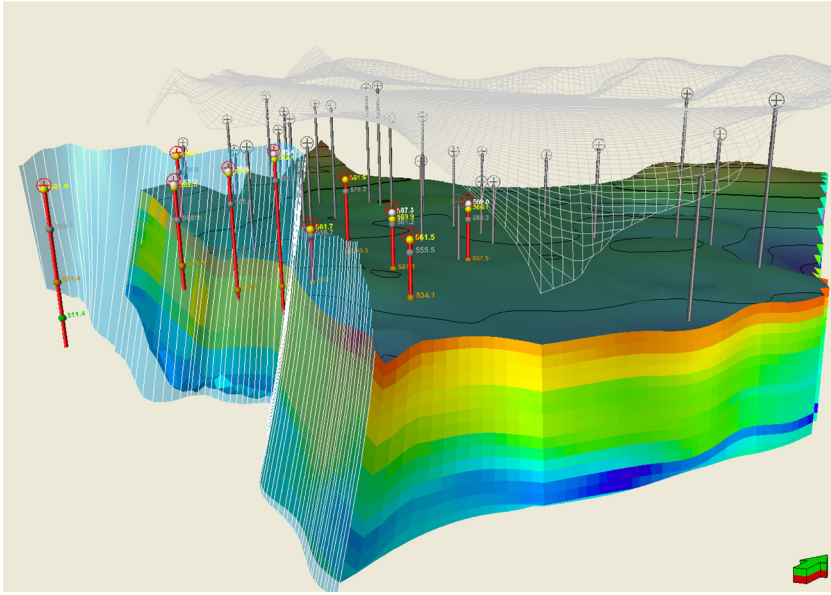
- Kapsam Belirleme / Ön Fizibilite Çalışmaları (PFS)
- Bankalara Uygun Fizibilite Çalışmaları (BFS)
- Ayrıntılı Mühendislik Tasarımı (Maden ve Zenginleştirme Tesisi)
- Dünya Bankası, Ekvator İlkeleri ve Uluslararası Finans Kurumu'na Uygun Çalışmalar

Proje ve Maden Kurulum Denetimi

- Proje ve Sözleşme Yönetimi ve Desteği
- Ekipman Standartları ve Satın Alma
- Maden Kurulumu Denetimi
- Bilirkişi Hizmetleri

Maden ve Tesis İşletme Destekleri

- İşveren'in Mühendisi (Owner's Engineer)
- Maden Planlama, Optimizasyon ve Operasyon Desteği
- Şaft, Galeri ve Desandre Tasarımı
- Galeri Tavan ve Taban Kontrolü
- Zemin Dondurma (Ground Freezing) Tasarımı
- Mühendislik Destek Ayrıtları (Ancorelog, CoreScan3, Gyromat, Shaft Scanner)
- Maden Susuzlaştırma Hizmetleri
- Çevrimiçi İzleme Sistemleri
- Koklaştırma Hizmetleri
- Sağlık, Güvenlik ve Çevre Hizmetleri
- Madenlerde Güvenlik ve Havalandırma Kontrolü
- Maden Kapatma Hizmetleri
- Teknik Eğitim Hizmetleri



aşırı iklimsel olaylar, örneğin madendeki suyun miktarı ve kalitesi üzerindeki etkisini araştırmak için de benzeştirilebilir. Bu tahmine dayalı hesaplamalara dayanarak madendeki suya yönelik olarak en uygun yönetim stratejileri geliştirilebilir. Ek olarak, yoğun yağış gibi aşırı iklim olayları, açık işletme ve yer altı madenlerine yüzey sularının ani beslenimini önlemek için özel dikkat gerektirir. Bu risk yeni bir şey olmamakla birlikte madencilik endüstrisi tarafından çok iyi bilinmektedir. Bununla birlikte, bazı yerler için, aşırı iklim olaylarının sıklık ve yoğunluk bakımından artabileceği makul bir şekilde varsayılabilir. Bu nedenle taşkın koruma önlemlerinin sürekli olarak güncellenerek yeniden araştırılması tavsiye edilir.

DMT yurt dışında edindiği üç asırlık proje değerlendirme çalışmalarıyla hizmet vermeyi sürdürmektedir. Konuyla ilgili bilgiler ve benzer hizmet/ürünlerle ilgili iletişim için <mailto:turkey@dm-tgroup.com> (Tel: +90 216 361 26 98).

dm-tgroup.com

jeoteknik ve madencilik projelerinde stabilite sorunlarını içerebilir. Bu yeteneklerine karşın, doğada var olan karmaşıklıklar nedeniyle, model tahminlerinde doğal belirsizliklerin olması kaçınılmazdır. İş akışları; yüzey/yer altı suyu ve madendeki suyun modellenmesindeki kapsamlı deneyim üzerine kurulmuştur ve "SPRING", "FEFLOW" ve zor madencilik bölgeleri için "DMT BoxModel" gibi kabul görmüş modelleme programları ve yazılımlarından yararlanılır.

Yer altı suyu beslenimi, madendeki suyun kalitesinin ve miktarının belirlenmesi için önemli bir parametredir. Bu noktada, iklimsel değişiklikler ile yer altı suyunun beslenimi ve boşalımı, sıcaklık, rüzgâr, güneş ışınımı gibi iklime bağlı etkenler ve bunun doğal uzantısı bitki örtüsü ve arazi kullanımı arasındaki ilişki belirdir.

Bu nedenle, madenlerdeki suyun yönetimi için yeterli bir strateji belirlemenin zorluğu, diğerlerinin yanı sıra madenin ömrü boyunca yer altı suyunun yeniden besleniminin doğru bir şekilde tahminidir. Yer altı suyu yeniden besleniminin tahmini, SPRING veya FEFLOW gibi yer altı suyu modelleme yazılımları ile gerçekleştirilir ve bir kez yapıldığında sonuçlar madendeki suyun yönetim yazılımına aktarılabilir. Bu yaklaşım için çizimsel iş akışı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Sonuçlar

Madenlerdeki modern anlamdaki su yönetiminin, madende optimum bir su yönetimi stratejisinin tasarımını etkileyebilecek tüm olası konuları dikkate alması gerekir. İklim değişikliği nedeniyle, tahmine dayalı modelleme yaklaşımlarında bu koşulların hesaba katılacak şekilde uyarlanması gerekir. Buradaki kilit parametre, iklimsel koşullardaki bir değişikliğin ardından yer altı suyunun beklenen yeniden beslenimdir. DMT, bu değişiklikleri tahmin etmek ve sonuçları kabul görmüş maden su modelleme çözümlerine aktarmak için bir iş akışı geliştirmiştir. Ek olarak, yaklaşımımızdaki

Kaynaklar

1. ICMM (2013), *Adapting to a Changing Climate: Implication for the Mining & Metals Industry*. International Council on Mining & Metals, London, available at <http://www.icmm.com/document/5173>
2. Rüttinger, L. and Sharma, V. (2016). *Climate change and mining. A Foreign Policy Perspective*, Adelphi research GmbH.
3. Gombert P., Charmoille A. (2010). *Impact of the expected climate change on the stability of mines in France. Conference on Climate Change, Impact and Responses, Brisbane (AUS), 8-10 July 2010.*
4. Schellnhuber, H.J. (2008). *Global warming: stop worrying, start panicking?*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(38), pp.14239–14240.
5. R&D project: *TEXMIN reports* (texmin.gig.eu/index.php/news/results)

