

DOĞAL SODA TRONA

Hepimizin dilinde olan, ülkemizin doğal zenginliklerinin fazlalığı. Ancak bu madenlere sahip olmak yeterli değil. İleri sanayi ülkelerinde yoğun şekilde kullanılan madenlerin bizde kullanım ve işleme teknolojisi bulunmadığından, bunları genelde ham olarak ihraç ediyoruz. Bunlardan üretilen uç ürünleriyse, bazen çok daha pahalı olarak geri alıyoruz. Peki bu hep böyle mi devam edecek?

Yıl 1979. Yer, MTA'nın Beypazarı'ndaki kömür sondajı kampı. 2 tane sondaj makinesiyle kömür araştırmaları yapılıyor. Sabahleyin makinelerden biriyle 400 metreye sondaj takımı indiriliyor. Rotasyon başlıyor ve yukarıya sondaj çamuru çıkmaya başlıyor. Gerekli ayarlamaları yapan sondajcı, her zaman yaptığı gibi, yağlı ellerini biraz olsun yağdan arındırmak için kuyudan gelen sondaj çamuruyla yıkıyor. Ellerindeki yağ tamamen temizleniyor ve çamur da hafifçe köpürüyor. Bu farklı durumu kamp şefine anlatıyor. Şef, sondajı durdurup takımın geri çekilerek hemen karot tüpünün (aşağıdan örnek alma aleti) indirilmesini istiyor. Akşama doğru tüp çıkarıldığında, içinden saydam kristalli yapıda bir taş örneği çıkıyor. MTA'nın laboratuvara gönderilen bu örneğin trona madeni olduğu belirleniyor. Trona mineraliyle ülkemizin tanışmasının kısa öyküsü bu.

Dünyanın ikinci büyük yataklarına sahip olduğumuz trona (kimyasal adı ile sodyum seskikarbonat) ya da doğal soda minerali, artık ülkemizde işlenip endüstriyel ürün haline getiriliyor. Trona yatakları, Ankara'ya 110 km uzakta Beypazarı ilçesi sınırları içinde. Burası, Park Holding ve Eti Holding ortaklığında olan Eti Soda A.Ş. tarafından işletiliyor. Bizi ilk olarak Trona Proje Koordinatörü Dr. Selim Şenkal karşıladı ve işletme hakkında genel bir bilgi verdi. Tesis, üretime 8 Şubat 2004'te başlamış ve günde tronadan 5 ton soda külü üretiyor. Hedeflenense yılda 1.1 milyon ton soda külü. Yani bugünkü pilot üretimin 600 katı. Trona maden yatağı, yaklaşık 8 km²'lik bir alanda ve 250-500 metre de-

rinliklerde bulunuyor. 12 tane trona damarı belirlenmiş. Bu damarlar toplam 237 milyon tonluk bir trona rezervini oluşturuyor. Bunun 2 milyon tonunu, soda külü oluşturan diğer bir element olan nakolit minerali barındırıyor. Trona yataklarında, bunların dışında önemli miktarda herhangi bir mineral bulunmadığından, bu bölge dünyadaki en kaliteli trona yataklarını barındırıyor.

Trona Minerali

Alkali bir mineral olan tronanın kimyasal formülü $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{NaHCO}_3 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$. Tronanın rengi, içerdiği organik maddelere bağlı olarak sarıyla kahverengi arasında değişiyor. Ancak, saf halde beyaz renkli ve kristalli bir yapıda. Sertlik derecesi 2,5-3, yoğunluğuysa 2,1 gr/cm³. Trona yatakları üzerinde madeni yeryüzüne çıkarmak, cevherden üretim ve laboratuvar testleri yapmak için yeraltında 2100 metre uzunluğunda bir tünel açılmış. Giriş bölümü güneş ışığının etkisiyle biraz aydınlık. İlerledikçe ortam karanlıklaşıyor. Her ne kadar başımızın üzerindeki madenci lambasından aydınlatma sağlansa da gözlerimizin buna alışabilmesi için 200 metre kadar ilerlememiz gerekiyor. Tavanda madenin içinin havalandırılmasını sağlayan büyük bir vantilatörle havalandırma borusu bulunuyor. Ayrıca, çökmeleri ve küçük kaya parçalarının içeriye düşmesini engellemek için tünelin iç yüzeyi çelik tahkimat profilleri ve çelik kafeslerle örülmüş. 300. metrede yeraltı sularını kontrol etmek ve dışarı pompalamak için büyük bir havuz yapılmış. Tronaya ilk olarak 800. metrede rastlıyoruz. Tünel içinde

yer altı sularıyla etkileşip "salamura soda" denen tronaya doymuş çözelti birikintileriyle karşılaşılıyor. Bunların tünel içinde fazla birikmesine izin verilmiyor. Özel kanallarla havuza aktarılıp, buradan da yeryüzündeki tanka ve oradan da çözelti havuzuna pompalanıyor. Trona damarının içerisine girmek için madenin iç kısımlarına doğru ilerliyoruz. Yaklaşık 1900. metreye kadar trona damarında ilerliyoruz. Zemin, yan duvarlar ve tavan tümüyle tronayla kaplı. Dünyada az bulunan ve oluşumu için çok özel koşulların gerektiği bir madenin içinde bulunduğumuzu bilmek bizi biraz daha heyecanlandırıyor. Yürüdüğümüz zemin üzerinde yer yer trona sarkıt ve dikitleri oluşmuş. Bunlar sızıntı yapan yeraltı sularının erittiği tronadan oluşuyor. Bu ve bunun gibi oluşumlar devamlı temizleniyor. 1900. metrede ikinci büyük havuzun olduğu bölümdeyiz. Burası madenin son bölümü.

Çözelti Madenciliği

Tronayı yeraltından çıkarmak için düşünülen katı madenciliğin yanında, diğer madencilik teknikleri de araştırılmış. Bunlardan en uygunu olacağı düşünülen çözelti madenciliğinin de bu bölgede uygulanabileceği belirlenmiş. Çözelti madenciliği, yeraltındaki cevherin çözünabilirlik özelliğinden yararlanılarak yeryüzüne çıkarılması işlemi. Bir anlamda "kimyasal kazı" uygulaması da denebilir. Bu uygulama, sondaj çalışmalarıyla cevher yatağına ulaşarak, bir çözücü yardımıyla cevheri çözüp, oluşan, mineralce zenginleşmiş çözeltiyi yeryüzüne çıkarma temeline dayanıyor.



Sondaj kuyusu ve çözücünün hazırlandığı merkez.

Yeraltından çıkarılan trona, soda külü haline getiriliyor.



%15'lik soda çözeltisi, çözelti madenciliği sonucunda borularla yeryüzüne çıkartılıyor

Tünelden çıktıktan sonra çözelti madenciliğinin uygulandığı kuyulara doğru hareket ediyoruz. Kasım 2003'ten bu yana faaliyette olan bu tesiste, şu anda aralarında 500 metre uzaklık bulunan bir çift kuyu bulunuyor. Kuyulardan biri dik, diğeri de yatay kuyu olarak açılmış. Çözücü bir kuyudan verilip diğeri kuyudan sodalı çözelti olarak alınıyor. Çözelti cevhere girdiği anda bölgeyi çözmeye başlıyor. Bu işlemler sonucunda da cevher içinde "kaverna" denen boşluklar oluşuyor. Kavernanın hangi yönde ve ne kadar büyüdüğünü belirlemek için de belirli zaman aralıklarında "ekosonda" denen ses dalgalarıyla, kuyu içerisindeki boşluğu belirleme yöntemi kullanılıyor. Böylece üretilen cevherin durumu da ortaya çıkarılıyor. Boşluğun geometrisinin düzgün ayarlanması için de çözelti bazen dik bazen de yatay kuyudan alınıyor. Özetleyecek olursak bu tesiste, üretim kuyuları açılıyor, bu kuyular birleştiriliyor, çözelti yeryüzüne çıkarılıyor ve bu ürün, soda külü olarak işlenmek üzere üretim tesisine gönderiliyor. Şu an fa-

aliyette olan iki kuyu dışında, daha büyük pompalama ve ısıtma merkeziyle birlikte 30 çift kuyu daha açılması planlanıyor. Burada uygulanan yön kontrolü sondaj tekniği, dünyada trona madenciliği üzerinde ilk kez uygulanıyor.

Soda Külü Üretimi

Maden sahasındaki incelemelerimizi bitirdikten sonra soda külü elde etmek için monohidrat yönteminin uygulandığı, pilot üretim tesisine doğru hareket ediyoruz. Maden sahasından elde edilen % 15'lik trona çözeltisi, tankerlerle üretim tesisine getiriliyor. Buradan pompalar aracılığıyla, konik tabanlı 25 m³'lük, karıştırıcı tanklara alınıyor. Burada hem dinlendirme, hem de aktif karbon uygulaması yapılarak üretime başlanıyor. Çözelti değişik işlemlerden geçirilerek soda külüne (Na₂CO₃) dönüştürülüyor. 1 ton soda külü elde etmek için 1,7 ton trona minerali kullanılması gerekir. Peki elde edilen bu ürün nerelerde kullanılıyor? Soda külünün birçok kullanım alanı var. Daha çok

cam endüstrisinde hammadde olarak kullanılıyor. Yani silisyum dioksitle (SiO₂) karıştırılıp 1400 °C'de ısıtıldığında cam oluşuyor. Camla birlikte metalürji endüstrisinde sodyum oksit (Na₂O) kaynağı, diğeri endüstrilerdeyse alkali kimyasal reaktif olarak kullanılıyor. Kimya endüstrisindeyse sodyum bikarbonat, sodyum silikat, sodyum kromat, sodyum monoksit, sodyum tripolifosfat gibi maddelerin üretiminde kullanılıyor. Demir endüstrisinde akışkanlığı sağlamada, sanayi sularında istenmeyen bileşikler elemeye kullanılıyor. Bunların yanında, deterjan ve sabun endüstrisinde, galvaniz kaplama banyolarda, baca gazı desülfirizasyonunda, kağıt ve kağıt hamuru endüstrisinde, su sertliğini gidermede, alümina üretiminde, kurşun rafinasyonunda, tekstil endüstrisinde, katran distilasyonunda, hidrojen sulfitten geri kazanılmasında, rafine edilmiş diatomitin üretiminde, döküm kumlarında, sondaj çamurlarında ve fotoğrafçılıkta kullanılıyor.

Yazı ve Fotoğraflar
Bülent Gözcelioğlu

Trona Nasıl Oluştu?

Bundan yaklaşık 24 milyon yıl önce, miyosen başlarında, çeşitli jeolojik hareketler sonucu bugünkü Beypazarı'nın olduğu yerde büyük bir çöküntü havzası meydana geldi. Bu çöküntünün içinde çamur düzlükleri ve Playa adı verilen bir göl oluştu. Miyosenin ortalarında (10-15 milyon yıl önce), volkanik faaliyetler (Kızılcahamam volkanizması) ve yağışlı iklim sırasında volkanik kökenli sodyumca zengin küller göl havzasına gelerek çökmeye başladı. İndirgen özelliği olan bu göl, çok miktarda bitümlü şeyl (metamorfik bir kayaç) içeriyordu. Bu ortam organik madde yönünden de zengindi. Gölde alg ve çeşitli mikroorganizmaların çürümesi dolayısıyla da ortamda bol miktarda CO₂ bulunuyordu. Zaman içinde iklim de kuraklaşmaya başlayarak evaporasyon (buharlaşma) için uygun duruma geldi. Eğer iklim çok kurak olursa bu-



Yeraltı sularının trona damarına girmesiyle oluşan diktirler

harlaşma çok hızlı olur ve çökme gerçekleşmez. Tronanın asıl çökmesini sağlayan bu CO₂, nemli ortamlarda hızla çoğalan alglerin iklimin kuraklaşmasıyla dibe çökerek CO₂ çıkışına neden olurlar. Bunların yanında tronanın çökmesi için gerekli olan bazı jeokimyasal koşullar da var; suyun bazik

(pH > 12), derinliğinin az (Playa gölü tahminen 3-4 metreydi), durgun ve sıcaklığının ılık olması gibi. Trona çökelişi için en ideal sıcaklık 25-40 °C. Ayrıca göl suyunda Na, HCO₃, CO₃, Ca, Mg ve CO₂ iyonları da olmalı. Trona, bikarbonat iyonlarından dolayı yalnızca çok miktarda CO₂ bulunan yerlerde çöker. Playa Gölü'nde bulunan CO₂ oranı tronayı çöktürecek düzeydeydi. Tüm bu koşullar bir araya geldiğinde trona oluşumu gerçekleşti. Bugün tronanın çok az oluşan minerallerden olmasının temel nedeni de oluşum koşullarının tümünün aynı anda olması gerekmesi. Suyu kolay çözün bir mineral olduğundan oluşuktan sonra korunması da gerekli. Beypazarı trona yataklarında değişik özellikteki jeolojik katmanlar üst üste gelecek bu korumayı sağlamış. Koruyucu tabaka bitümlü şeyl, organik maddece zengin pirit, markasit içeren killi katmanlarla birlikte oluşur. Yani, soda oluşuktan sonra üzerine, organik madde bakımından zengin kil tabakası çökelmiş.