

## Beypazarı Trona Yatağı'nı İşletmeye Alma Çalışmaları

Y.Aydm&S.S.Şenkal

Park Teknik Elektrik ve Madencilik Sanayi A.Ş., Ankara

**ÖZET:** Beypazarı Trona yatağı üzerinde, 1979 yılında bulunmasından bu yana, işletmeye alınması amacıyla birçok konuda değerlendirme ve inceleme çalışmaları gerçekleştirilmiş ve çeşitli kuruluşlar tarafından raporlar hazırlanmıştır. Bu çalışmalar son dönemlerde özellikle jeomekanik, hidrojeolojik konular ve bunlara bağlı olarak madencilik yöntemi seçimi ve adaptasyonu üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu bildiriye, yatağın yapısı ve özellikleri konusunda genel bilgilere yer verilmekte, ardından, cevhere ulaşmak için halen sürülmekte olan ana desandrede karşılaşılan problemlere detaylı olarak değinilmektedir. Yatağın kendine has özellikleri ve karşılaşılan problemler, metin içinde ilişkilendirilmiş; daha önce yapılan, yapılmakta olan ve yapılacak olan çalışmalar konusunda elde edilen sonuçlardan da bahsedilmiştir.

**ABSTRACT:** Since it was discovered in 1979, numerous exploration and feasibility studies have been carried out on Beypazarı Trona field, by several institutions and companies. They have recently been focused on the subjects of geomechanical and hydrogeological characteristics of the area and dependency, selection and adaptation of a mining method. Initially, the structure and characteristics of the orebody and then, problems faced in the main decline which is currently being driven are mentioned in this paper. The relationship between the problems and orebody's own characteristics is designated throughout the text together with an explanation covering the findings obtained from the previous, current and future studies.

### 1 GİRİŞ

Trona, kimyasal formülü  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  şeklinde, seskikarbonattan oluşan doğal bir tuz mineralidir. Doğal trona, yanıcı olmayan, parlak, kristalize ve katı haldedir. Doğada oluşumu için oldukça özel şartlar gerektirmektedir; bu nedenle, dünya üzerindeki yataklanmalar sayı ve rezerv bakımından oldukça sınırlıdır. Bilinen rezervler Amerika, Afrika, Macaristan, Mısır, Çin ve Türkiye'dedir. Beypazarı Trona Sahası, Ankara'nın Beypazarı ilçesinde, merkezin 20 km kuzeybatısında yer almaktadır. Ankara'dan uzaklığı ise 100 km civarındadır.

Trona cevheri, Beypazarı sahasında yaklaşık 8km<sup>2</sup>'lik gölse! bir havza içinde, tabakalı şekilde yerleşim göstermektedir. Sahanın ortalarından geçen, kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu Kaniiceviz fayı ile iki zona (sektör) bölünmüştür (Şekil 1). Bunlardan doğuda yer alan bölüm, Ariseki, batı kısımda yer alan bölüm ise Elmabeli sektörü olarak isimlendirilmiştir.

İlk aşamada, genel olarak daha problemsiz olduğu belirlenen ve cevher yatağının nispeten

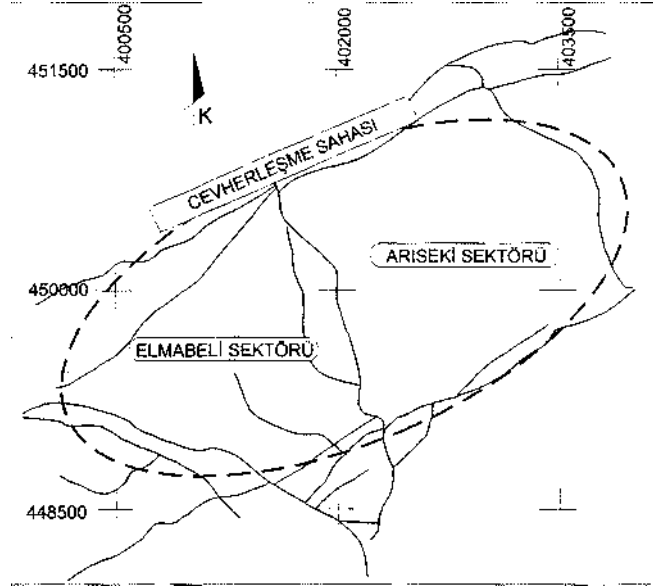
yüzeye daha yakın olduğu batı (Elmabeli) sektöründen üretime başlanması düşünülmektedir. Kurulacak yeraltı ocağından üretilen cevher, yine bölgede hizmete sokulacak olan bir proses tesisinde işlenecek, ana ürün olarak tanımlanan "soda külü" iç ve dış pazarlara sunulacaktır.

Trona projesinde işbirliği ve ortaklık tesis etmek suretiyle, sahadan üretilen trona cevherini işleyerek yurtiçi ve yurtdışında pazarlanmasını hedeflemek üzere; Eti Holding A.Ş., Park Holding A.Ş. ve Bayındır Holding A.Ş., bir çerçeve anlaşması ile ortaklık tesis etmiştir. Daha sonra Bayındır Holding A.Ş. projeden çekilmiş ve yerine Vakıflar Bankası T.A.O. geçmiştir. Bu ortaklık çerçevesinde çalışmalar yapılmaktadır.

### 2 SAHANIN YAPISI VE REZERV DURUMU

#### 2.1 Sahanın stratigrafisi

Trona rezervi orta miyosen volkaniklerinin, sedimanter birimlerinin alt serileri içinde yer alır. Miyosen birimleri ortalama 1000 m kalınlığında olup Beypazarı grubu olarak adlandırılır. Grubun



Şekil 1. Beypazan trona sahasının genel görünümü ve sektörler.

içindeki birimlerin genel özellikleri, en yaşlısından gencine kadar şöylece özetlenebilir:

**Boyalı Formasyonu:** Bu formasyon trona sahasının batısında ortaya çıkmıştır ve kumtaşı, silttaşı ve konglomeradan oluşur. Formasyonun en üst seviyesinde iki adet linyit tabakası gözlenmiştir.

**Hırka Formasyonu:** Bu formasyon trona damarlarının yer aldığı birimdir; bitümlü şeylerden, kilttaşlarından ve kumtaşlarından oluşur. Stratigrafi içinde en kaim birimdir ve sahanın orta bölgelerinde formasyonun kalınlığı 300 metreye ulaşmaktadır.

**Karadoruk Formasyonu:** Formasyon gri kireçtaşlardan meydana gelmiş olup, akifer özelliği göstermektedir.

**Sarıtağıl Formasyonu:** Sahanın kuzey bölümünde izlenmektedir; genelde tüfit ve kilttaşlarından meydana gelir.

**Çakılba Formasyonu:** Kireçtaşları ve tüfitlerden oluşan bu birim de akifer özelliği göstermektedir.

**Zaviye Formasyonu:** Bu birim de genel olarak sahanın batı bölümünde izlenir; kilttaşı ve tüfitlerden meydana gelmiştir.

## 2.2 Alt ve üst trona damarları

Hırka formasyonu içinde yer alan trona yataklanması, alt (L) ve üst (U) olarak kodlanan ve 6'şar adet olmak üzere toplam 12 damar içeren iki zondan meydana gelir. Bu damarların genel olarak dizilimi ve sahada gözlenen kalınlık değişimleri Şekil 2'de verilmektedir. Şekilde Elmabeli ve Ariseki sektörlerindeki yataklanmalar ayrı ayrı

değerlendirilmiştir. Özellikle, Ariseki sektöründeki damarların daha kalın olduğu dikkat çekici olmasına rağmen bu sektörde, cevherleşme bölgesi diğerine göre daha derinde (350-400 m) yer almaktadır.

Üst trona zonu toplam 5-40 m'lik bir kalınlıkta olup tüm sahayı örter. Trona damarlarının kalınlığı değişkendir. Ara tabakalar genelde bitümlü şeyi ve kilttaşıdır ve kalınlıkları U3-U4 arası hariç, 2 ila 5 metre arasına değişmektedir. U3 ve U4 damarları arasında 7-8 m kalınlığında bir ara tabaka yer alır.

Alt zon, kalınlık ve bileşim yönünden üst zondan daha düzensiz bir görünüm arzeder. Bu zonda trona damarları çok düzensizdir. Damar aralarındaki tabakalar bitümlü şeyi, kilttaşı ve silttaşlardan oluşmuştur.

Cevherli iki zonu belirgin şekilde ayıran steril zonun kalınlığı ise 20-25 m arasında değişmektedir. İçerisinde yeşil kilttaşları ve bitümlü şeyler mevcuttur. İçinde birçok seviye halinde tüfitten oluşmaktadır.

Cevherli zonlar içinde gözlenen başlıca mineral tronadır. Yine cevher olarak kabul edilebilecek, diğer karbonat mineralleri de izlenmiştir. Başta saha kenarları tortu yığınlarının üst seviyelerinde bulunan nakolit olmak üzere, gaylunit, pirsonit, termonatrit ve natron gibi nadir rastlanan diğer minerallere rastlanmaktadır.

Trona cevheri oluşum bakımından çanaklaşma özelliği göstermektedir. Kuzey ve güneyde cevheri sınırlandıran iki ana kıvrım (bkz. Bölüm 2.3) yakınlarında genel yataklanma eğimi 10°-15°'den aniden 45°-65°'ye kadar çıkmaktadır.

### 2.3 Sahanın yapısal jeolojisi

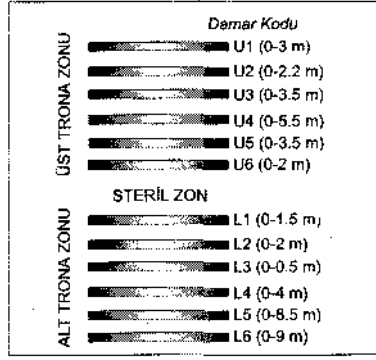
Sahadaki ana tektonik hatların doğrultusu  $K60^{\circ}D$  olup cevher yatağını kuzey ve güneyden sınırlamaktadırlar. Kıvrımlar genelde fleksür şeklindedir ve tabaka eğimlerinde ani değişimler göstermektedir. Trona sahasındaki faylar ve kıvrımlar cevherleşmeyi sağlayan ve sınırlayan yapısal jeoloji öğeleridir. Bölgede izlenen fayların, trona sahasında yayılımları Şekil 3'te verilmiştir.

Zaviye fayı, yaklaşık 40 m düşey atımlı, düzlem eğimi düşeye yakın bir faydır, trona sahasını güneyden sınırlar. Trona yatağının oluşumundan önce ilksel paleotopografyada bir antiklinal görünümünde olan bu yapı, trona için evaporitik bir çökeltme ortamı sağlamıştır. Daha sonra eksenini boyunca kırılan bu antiklinal Zaviye fayını oluşturmuştur.

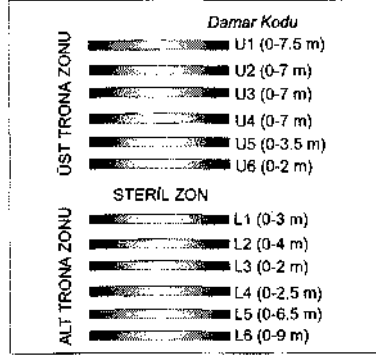
Trona yatağını kuzeyden sınırlayan Çakıloba fayı yaklaşık 5-10 m'lik düşey atımı olan normal bir faydır. Çakıloba antiklinal-senklinel kıvrım sisteminin eksenini boyunca yer yer kırılması sonucu oluşmuştur.

Trona yatağını daha önce bahsedilen iki sektöre bölen ve sahanın ortalarında  $K20^{\circ}B$  doğrultulu seyreden,  $35^{\circ}-60^{\circ}GB$  eğimli Kanlıceviz fayı daha çok doğrultu atımı sergilemektedir (100 m). Düşey atımı ise 30-40 m kadardır. Zaviye fayından daha genç olan bu fay, Zaviye ve Çakıloba faylarını dike yakın bir açıyla kesmektedir.

Trona yatağının genel yapısını belirleyen bu üç faya ek olarak sahanın güneybatısından geçen  $K50^{\circ}D$  doğrultulu Elmabeli fayı ise yaklaşık 200 m'lik doğrultu atımlı bir fay özelliği gösterir.

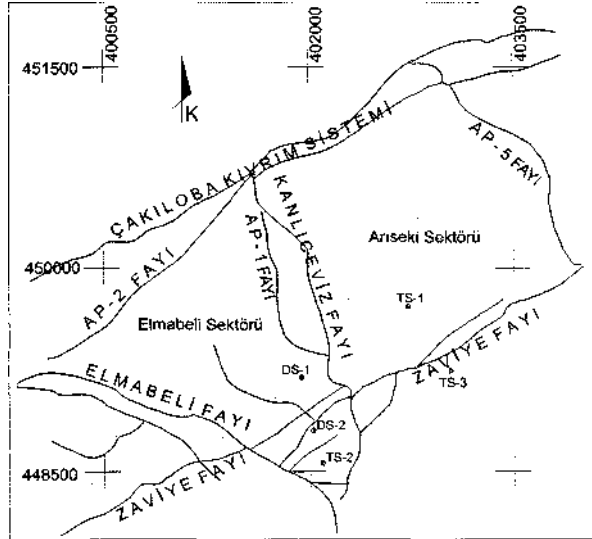


(a)



(b)

Şekil 2. Trona damarlarının arazideki genel dağılımı ve kalınlık değişimleri; (a) Elmabeli sektörü, (b) Anseki sektörü.



Şekil 3. Bepazan trona sahasında izlenen yapısal jeoloji öğelerinin dağılımı.

#### 2.4 Rezen durumu

Sahada MTA, EİEİ, ETİBANK, Fizibilite Grubu ve diğer kuruluşlar tarafından, farklı zamanlarda yapılmış toplam 95 adet sondaj mevcuttur ve bunlar rezerv hesaplarına temel teşkil etmektedir.

Sahada öncelikle MTA, ETİBANK ve CdFI tarafından değişik yöntem ve kabullerle rezerv hesabı yapılmıştır. Saha geneli rezerv hesabı, Vulcan 3.3 programı kullanılarak Fizibilite Grubu tarafından tekrarlanmıştır. Bu hesaplamada ortalama yoğunluk  $2.11 \text{ g/cm}^3$  olarak alınmıştır. Çeşitli yaklaşımlarla belirlenen jeolojik rezervler Çizelge 1'de verilmiştir.

Vulcan programı yardımıyla hesaplanan trona rezervleri, çeşitli nedenlerle redaksiyona tabi tutulmuştur. Jeolojik rezerv, Zaviye ve Çakıloba kıvrım sistemlerinde bırakılması düşünülen topuk payları çıkarıldığında Elmabeli sektöründe 63, Arseki sektörüne 124 milyon ton gibi bir rakama gerilemektedir. Ayrıca, uzunayak yöntemi ile alınması düşünülen cevherin, 2 m kalınlık limiti üzerinde kalan miktarı ise Elmabeli sektöründe 35, Arseki sektöründe 90.5 milyon ton olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Trona yatağının çeşitli kuruluşlar tarafından değişik yöntemlerle hesaplanan jeolojik rezervleri.

Kaynak	Yöntem	Rezerv (MtJ)	Uygulanan Kriterier		Ortalama
			Minimum Kalınlık (m)	Minimum Tenor (%trona)	Tenor (%trona)
MTA	Poligon	196	0.8	50	86
MTA	Izopak	193	0.8	50	-
ETİBANK	Izopak	198	0.8	50	84
ETİBANK	Izopak	147	1.5	70	87
CdFI	Jeoistatistik	254	0.0	0	-
CdFI	Jeoistatistik	200	0.8	50	84
CdFI	Jeoistatistik	162	1.5	70	86
CdFI	Jeoistatistik	115	2.0	80	88
CdFI	jeostatistik	59	Uzunayak	-	86
Fizibilite Grubu	Jeoistatistik	237	0.0	0	86

### 3 TRONA PROJESİNİN GENEL DURUMU PROBLEMLERİ VE OCAK ALT YAPISININ KURULMASI

#### 3.1 İşletme yönteminin seçimi ve adaptasyonu konusunda fikirler

Yapılan fizibilite çalışmaları ve çeşitli amaçlarla açılan sondaj kuyuları, yapılacak madencilik, Elmabeli sektöründe Arseki sektörüne göre teknik açıdan daha kolay olacağını göstermiştir. Bu nedenle, ocağın ilk olarak buradan başlaması öngörülmüştür. Bu sektörde yapılacak madencilik faaliyetleri ile kazanılacak deneyim ve zaman içinde, saha problemlerinin daha detaylı şekilde irdelenebilmesi sonucunda Arseki sektöründeki çalışmalar daha verimli olabilecektir.

İşletme yönteminin seçimi konusunda ise çeşitli alternatifler değerlendirilmiş ve sonuç olarak oda-topuk, uzunayak ve çözelti madencilik yöntemleri içinde en uygun metodun uzunayak ve çözelti madencilik olduğu sonucuna varılmıştır. Oda-topuk yöntemi konusunda hem Türkiye madenciliklerinin fazla tecrübe sahibi olmaması hem de bu metodun kazanılabilecek cevher yüzdesini azaltması sebebiyle bu yöntem elenmiştir. Ayrıca oda-topuk yönteminde stabilité sorunlarının ortaya çıkması da muhtemeldir. Çözelti madencilik konusunda, yine ülkede yeterli bir bilgi ve kadro birikiminin

olmaması problem olarak görürse de, bu yöntemin oda-topuk madencilik metoduna göre büyük avantajları olması seçilebilecek üretim yöntemleri arasında -yatırım maliyetinin de düşük olması sebebiyle- uygun bir alternatif olma statüsünü sağlamaktadır. Uzunayak yöntemi ise yeraltı üretim metodları içerisinde rezerv kazanım miktarı ile çalışma veriminin yüksek olması, yöntemin Türkiye'de yoğun olarak uygulanması -dolayısı ile bilinen teknoloji, eğitimli personelin bulunması nedenleri ile uzunayak yöntemi alternatifini düşünülmemektedir. Uzunayak yönteminde, tam mekanize olarak işletilmesi düşünülen panoların boyutlandırılması, halen devam etmekte olan kaya mekaniği ve yeraltı suyu etüdlerinin sonuçlandırılmasından sonra gerçekleşecektir. Cevherin, uzunayak panolarından tamburlu kesici ile kazanılması düşünüldüğünden, cevher üzerinde tam boyutlu kesilebilirlik deneyleri gerçekleştirilmiş (Bilgin vd. 2001) ve bu deneylerin sonuçları olumlu neticeler vermiştir.

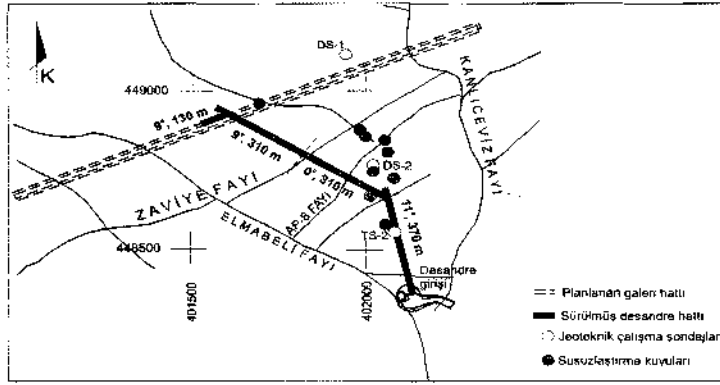
Yapılan çalışmalar sonucunda uzunayak madencilikine uygun damarlar bu metodla alınacaktır. Uzunayak madencilikinin yapılamayacağı damarlar ise çözelti madencilik ile kazanılacaktır.

Sahada yeraltı suyunun durumu ve miktarı, suyun akım yönlerinin belirlenmesine yönelik etüdlere

uzunayak panolarının güvenliği ve verimliliği konusunda öncü olacaktır. Göçertmeli çalışılacak uzunayaklarda, ocak içi ile su içeren akifer zonları arasındaki izolasyonu sağlayacak Hırka formasyonunun davranışı için; önerilen çeşitli uzunayak geometrileri, kaya mekaniği deney sonuçları ve kaya kütlesi sınıflama çalışmalarından faydalanılarak bir nümerik modelleme çalışmasına gidilmesine karar verilmiştir.

MTA ile yapılan çalışmalarda trona sahasına gelen suyun akış miktarı, su akış yönleri, yeraltı akifer seviyeleri vs. incelenmektedir. Bu çalışma sonucunda, saha kuzeyinde belirlenen lokasyonlarda yeraltı suyu deşarj edilerek sahaya su gelmesi engellenecektir. Bölüm 3.4.1'de detaylı olarak açıklanan ve saha genelinde yapılan yeraltı suyu drenajı etüdü neticesinde, uzunayak madenciliklerinin detay çalışmaları yapılacaktır.

### 3.2 Cevherli bölgeye giriş: kuyu ve desandre alternatiflerinin değerlendirilmesi, yer seçimi



Şekil 4. Sürülmekte olan desandrenin plan görünüşü ve özellikleri.

### 3.3 Sahadaki formasyonlar ve desandre güzergahındaki kaya kütlelerinin jeoteknik incelemesi

ODTÜ ve Hacettepe Üniversitesi'nin 1997 yılında cevhere ulaşmak için öncelikle açılması düşünülen kuyu veya desandre yerinin seçimi ve bu lokasyonlardaki kaya kütlelerinin değerlendirilmesi konusunda çalışmaları olmuştur (Ünal vd. 1997). Arseki sektöründe, cevher yatağı üzerinde yer alan TS-1, sahanın güneyinde Elmabeii ve Kanlıceviz faylarının arasında, cevherleşmenin dışında kalan bir lokasyonda bulunan TS-2 ile Kanlıceviz fayının doğusunda, Zaviye fayının güneyinde ve cevherleşmenin dışında kalan bir lokasyondaki TS-3 sondajları üzerinde çalışılmıştır. Şekil 3) ODTÜ ve Hacettepe Üniversitesi'nin sondaj değerlendirmelerinden alınan, "Düzenlenmiş RMR"

Proje çalışmalarının başlarında cevher yatağına yüzeyden sürülecek dik bir kuyu ile girilmesi fikri tartışılmıştır. Saha genelinin kuyu açılarak üretim yapılması düşünüldüğünde, Elmabeii sektörü içinde yer alacak panoların üretilmesinde açılacak ana kat galerileri ile nakliyat, havalandırma, su, tamir-bakım vs. problemleri artacağı gibi, ana kat galerileri nedeni ile bırakılacak topuk miktarının artacağı ve üretilebilir cevher miktarının buna bağlı olarak azalacağı belirlenmiştir. Ayrıca cevhere giriş yeri için, trona sahası ortasında bulunması, Arseki sektörü'nün daha derinde yer alması, Elmabeii sektörü'nün yüzeye yakın ve yeraltı suyu miktarının burada daha az olması faktörleri ağırlık basarak şu andaki lokasyon benimsenmiş, bu noktadan desandre ile yeraltına girilmesine karar verilmiştir.

Üst trona damarlarını (U) kesen ve halen U4 damarı içerisinde tahkimat etüd çalışmaları ile gerekli trona numunesi almak amacıyla sürülen desandrenin plan görünüşü Şekil 4'te verilmektedir.

(M-RMR) değerlerinin, sahadaki formasyonlara göre mesafe ağırlıklı ortalamaları bulunmuş ve Çizelge 2'de belirtilmiştir. Bu çizelgede kuyu ve desandre yeri için TS-2 ve TS-3 verilerinin TS-1'e göre daha uygun olduğu görülmektedir.

Hırka formasyonu özellikle içerdiği cevherleşme zonları ile birlikte üst bölümlerinde daha zayıf bir yapı sergilemektedir. Ağırlıklı M-RMR ortalamaları, Hırka formasyonu üzerinde yer alan diğer formasyonların genelde 50 civarında bir M-RMR değerine sahip olduğunu göstermektedir. Ancak bu ortalama Hırka formasyonunun, cevherli zonları da kapsayan üst bölümlerinde 30 değerine düşmektedir ki bu durum kaya mühendisliği açısından olumsuz bir durum meydana getirmektedir. Bu zonda TS-3 kuyusunda daha yüksek bir M-RMR ortalaması bulunmuştur. Buna, TS-3'ün tektonik aktivite ile

örselenmiş bölgeden daha izole bir lokasyonda olmasının neden olduğu düşünülmektedir.

Desandre yerinin belirlenmesinden sonra, Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından DS-1 ve DS-2 sondajları (Şekil 3) üzerinde gerçekleştirilen benzer bir çalışmanın (Onargan vd. 1999) sonucunda ise kaya kütle sınıflaması değerleri klasik "RMR" ve "Mining-RMR" sistemlerine göre sınıflanmıştır. DS-1 ve DS-2 sondajları sürülen desandrenin ilk giriş doğrultusu üzerindedir; DS-2 cevherleşmenin dışında ve yatayla 55° eğimde, DS-1 ise cevherleşme zonu içerisinde yer almaktadır. Bahsedilen çalışmada bulunan "Mining-RMR" sınıflama

değerleri ise yine mesafe ağırlıklı ortalamalar bulunarak Çizelge 3'te sunulmuştur. Bu çizelgeye göre bütün formasyonlardaki ortalama sınıflama değerleri oldukça düşük seyretmektedir. Bunun nedeni sınıflama sisteminin daha önce kullanılan M-RMR sisteminden karakteristik olarak farklı olmasının yanında, DS-2 sondajının özellikle yüksek yanal basınçlar oluşturduğu tahmin edilen monoklinal (kıvrılma) bölgesinde yer alması nedenine bağlanmıştır. Ancak genel anlamda, daha zayıf olduğu kabul edilen Hırka formasyonuna ait değerlerin, diğer formasyonlara göre baskın şekilde zayıf olduğu göze çarpmamaktadır.

Çizelge 2. TS-1, TS-2 ve TS-3 sondajlarından elde edilen mesafe ağırlıklı M-RMR değerleri.

Formasyon	TS-1 sondajı		TS-2 sondajı		TS-3 sondajı	
	Kalınlık (m)	M-RMR	Kalınlık (m)	M-RMR	Kalınlık (m)	M-RMR
Zaviye (Tz)	60	60	40	30	180	60
Çakıloba(Tç)	40	55	40	50	70	55
Sarıağıl(Ts)	70	55	50	50	60	55
Karadoruk (Tk)	20	50	25	50	10	60
Hırka (Th1)	225	30	140	30	140	50
Hırka (Th2)	30	55	100	60		

Çizelge 3. DS-1 ve DS-2 sondajlarından elde edilen mesafe ağırlıklı "Mining-RMR" değerleri.

Formasyon	DS-1 sondajı		DS-2 sondajı	
	Kalınlık (m)	M-RMR	Kalınlık (m)	M-RMR
Zaviye (Tz)	-	-	-	-
Çakıloba(Tç)	50	40	20	20
Sarıağıl (Ts)	65	40	75	30
Karadoruk (Tk)	24	35	20	35
Hırka (Th1)	130	32	170	35
Hırka (Th2)	-	-	-	-

### 3.4 Desandre 'nin sürülmesi sırasında karşılaşılan problemler ve kritik konular

#### 3.4.1 Yeraltı suyu durumu

Desandre yerinin belirlenmesi ile desandre güzergahında su problemini belirlemek amacıyla bu güzergah üzerinde üç yerde pilot kuyuları açılmış ve bu kuyulardaki su seviyesi, kuyu debileri ölçülmüştür. Ölçülen değerlerde yeraltı su seviyesinin desandre seviyesinden yukarıda kaldığı tespit edilmiş ve seviyeyi düşürmek amacıyla desandre güzergahı üzerinde 8 adet pompaj kuyusu açılmıştır. Monte edilen pompalarla Temmuz 1999 tarihinden itibaren 140 lt/sn'lik debi ile yeraltı suyu tahliyesine başlanmıştır (Şekil 5). Ocak 2000 içinde yeraltı su seviyesindeki ciddi seviye düşüşleri ile desandreye gelmesi muhtemel ani su baskınlarının önlemi alınmış ve desandre çalışmalarına hız verilmiştir.

Yeraltı su miktarının yüksek olması, desandrenin ve uygulanacak üretim yönteminin emniyeti

açısından büyük önem arzemesi nedeniyle MTA Genel Müdürlüğü ile sözleşme yapılarak sahada hidrojeolojik çalışma başlatılmıştır. Yapılan hidrojeolojik çalışmalarda (Özgür & Erduran, 2000) yeraltı su akış yönünün desandre hattında, KD-GB doğrultusunda olduğu, dolayısı ile açılan pompaj kuyularının desandre hattında doğal bir set yaptığı belirlenerek 370. metrede desandre doğrultusu K55°B yönünde döndürülmüş ve daha güvenli bir çalışma ortamı yaratılmıştır.

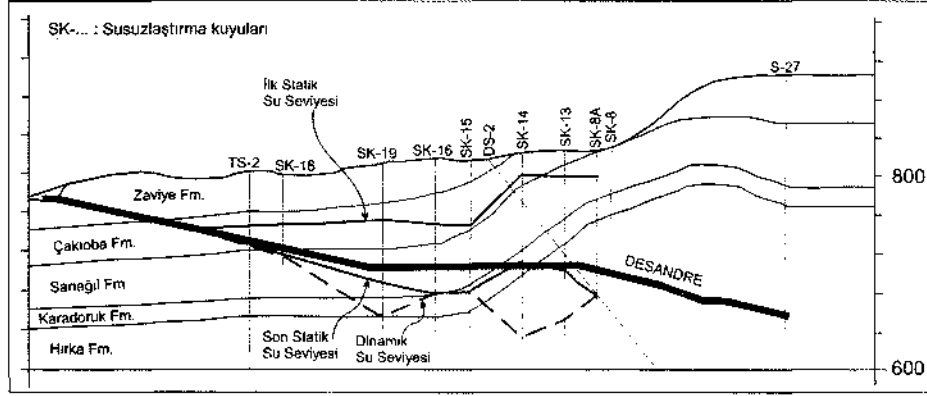
Saha genelinde MTA'nırı yaptığı çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmalar ile sahanın yeraltı suyu beslenme yerleri, akış yönlerine ait bilgiler alınarak, bölgenin susuzlaştırılması çalışmalarına başlanacaktır.

#### 3.4.2 Farklı özellik gösteren kaya kütleleri ve desandrenin tahkimati

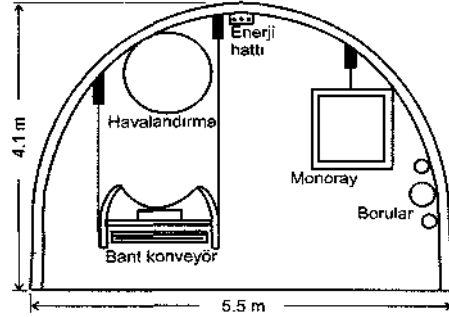
Sahada lokal anlamda, farklı formasyonlarda çok değişik özellikte kaya kütlelerinin olduğu, bunların M-RMR sistemine göre sınıflandığı önceleri

bölmelerde belirtilmişti. Bu sınıflamada M-RMR değeri 30-60 arasında değişiklik göstermektedir. Bu farklılığı aynı zamanda açılan desandrede izlemek mümkün olmaktadır. Yani çok sağlam bir kaya kütlede ilerlerken birdenbire çok zayıf karakterde bir kaya kütleline girilebilmektedir. Bu farklı yapılanmadan dolayı arından ani boşalmalar, blok atmaları yaşanmıştır. Bu sebepten dolayı, uygulanacak tahkimat tipi, mesafesi, şekli ve yapıya göre değişkenliği önem kazanmıştır. Önceki

çalışmaların (Onargan ve diğ., 1999; Ünal ve diğ., 1997) devamı niteliğindeki tasarım çalışmaları sonucunda, uygulanacak tahkimat olarak özel TH34/28 tipi kaymalı bağ seçilmiş, bağ arası mesafenin ise sahadan alınan karot numunelerinden yapılan laboratuvar analizleri ile kaya kütle kalitesi değişimine göre 0.5-1.0 m arasında değişmesi gerektiği belirlenmiştir. Tipik, tahkimatlı bir desandre kesiti ise Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 5. Yeraltı suyunun kuyulardan tahliyesi ve su seviyesinin değişimi.



Şekil 6. Desandreye ait tipik tahkimatlı bir kesit.

### 3.4.3 Desandre içinde gaz geliri ve önlemleri

Sahada önceden yapılan tüm sondajlarda, cevher üzerinde bulunan bitümlü şeyi tabakalarından yoğun şekilde CH<sub>4</sub> (metan) gazı geliri tesbit edilmiştir. Metan gazı yanında H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> gazları da ölçülmüştür.

Metan gazı probleminden dolayı, desandrede kullanılacak, metan gazı ortamında çalıştırılabilir, sertifikalı elektrik teçhizatları Zonguldak-TTK'na yeniden kontrol ettirilmiştir. Ayrıca metan gelirinin galeri ortamında %1 değerine ulaşması halinde desandrede bulunan tüm elektrikli

ünitelerin yerüstünden otomatik olarak devreden çıkmasını sağlayan sabit ölçüm sensorelli teinin edilmiştir. Desandre içerisinde ferdi olarak yapılacak olan ölçümler için ise Droper firmasından 5'li ölçüm cihazları (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, CO ve O<sub>2</sub>) temin edilerek çıkabilecek patlayıcı ve zehirli gaz değerleri izlemeye alınmıştır.

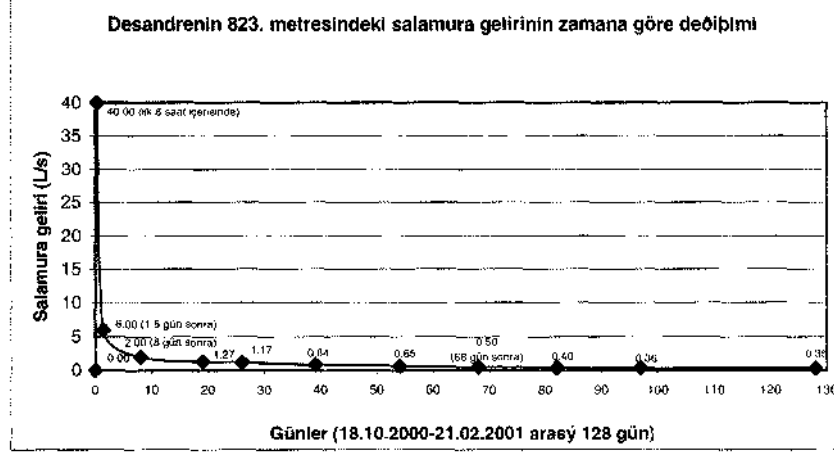
Desandre havalandırması için yerüstüne 4 adet 300m<sup>3</sup>/dak kapasiteli aspiratör kurularak desandre içerisine 800 mVdak hava girmesi sağlanmıştır.

### 3.4.4 Salamura problemi

Sahada yapılan sondajlarda alınan bilgilerden ikinci önemli problem "salamura" problemidir. Salamura, suyla çözülmüş trona cevherinin tanımıdır. Zon kenarlarında trona damarı oluşumu sırasında veya büyük fayların çatlaklarından cevhere sızan suların yarattığı trona çözeltisi yeraltında zamanla basınçlı bir kapan oluşturmuştur. Bu basınçlı salamura kapanlarının yeryüzünden yapılan sondajlarda, basınçla boşaldığı belirlenmiştir. Bu basınç ve salamurayı tahliye amacı ile 360" açıda 180 m derinlemesine sondaj yapabilen hava tahrikli sondaj makinası temin edilmiştir. Desandredeki ilerleme periyotlarına göre önce arında sondajlar yapılarak salamura ve gaz durumu kontrol edilmektedir. Bu kontrollere göre desandrede güvenli bir şekilde derlenmektedir. Desandrede salamura ile

cevherleşme zonu başlangıcında desandrenin 823.00. metresinde karşılaşılmıştır. Salmura geliri 40 lt/sn'den hızla 8 gün içerisinde 2 lt/sn'ye düşmüş olup (Şekil 7), bu gelir pompalarla ana havuzda toplanmış, havuzda temiz suyla seyreltilen salamura

elektrikli pompalarla ocak dışına atılmıştır. İlk 8 gün içerisinde ocak dışına basılan salamura miktarı 4300 m<sup>3</sup> civarındadır.



Şekil 7. Desandrenin 823. metresinde karşılaşılan salamura gelirinin zamana bağlı olarak azalması.

#### 4 PROJEDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Desandre, toplam 990 m ilerleyerek U1, U2, U3, U4 U5 ve U6 damarlarıyla kesmiştir. Şubat 2001 tarihinde ise U4 damarı içerisinde G55°B istikametinde 130 m ilerlemiştir. Desandrede üretime yönelik taban yollarındaki tahkimat tasarımı ve açılmış yeraltı açıklıklarında yük-konverjans ölçümleri ile jeoteknik çalışmalar, Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü ile yapılmaktadır (Onargan vd. 2001). Projede yaklaşık 650 m kadar damar içerisinde ilerlenecek ve havalandırma galerisi ile yeryüzüne çıkılacaktır. Havalandırma galerisi bitiminde test için pano hazırlığı yapılacak ve deneme üretimine başlanacaktır.

Cevherin soda külü haline gelmesi ve soda külü kalitesinin belirlenmesi amacı ile ODTÜ ve ABD'de trona projesinde deneyimli bir firma ile çalışmalar devam etmektedir. Cevherden alınan numuneler her iki tarafta da değerlendirilerek, proses ön mühendislik ve pilot test çalışmaları yapılmaktadır.

Üretilen soda külünün pazarlanması için yabancı bir firma ile anlaşma yapılmış, hedef müşteriler ve tüketim miktarları belirlenmiştir.

Proses sahasında gerekli olacak atık barajı tasarımı ile zemin etüd çalışmaları da devam etmektedir.

2001 yılı içerisinde devam eden tüm çalışmalar tamamlanarak yatırım kararı alınacaktır.

#### 5 SONUÇLAR

Ülkemiz ekonomisi ve madencilik sektörümüz açısından her yönüyle önem arz etmekte olan Beypazarı Trona Sahası, işletmeye alınması ile birlikte, bölgeye yakın olan Avrupa pazarı için de önemli hale gelecektir. Yakın bölgelerde bu derece önemli bir başka rezerv bulunmaması ve sentetik olarak üretilen soda külünün doğadan yapılan üretime göre çok daha pahalıya mal olması, bu önemi daha da ön plana çıkarmaktadır.

Sahada yapılan fizibilite çalışmaları yoğun bir şekilde devam etmektedir ve bu çalışmalar açılacak ocağın daha güvenli ve verimli bir şekilde faaliyet göstermesini amaçlamaktadır. Özellikle hidrojeoloji ve kaya mühendisliği alanlarında konsantre olmuş ocak çalışmaları, diğer yandan sürülmekte olan desandrede yürütülen faaliyetlerle sentezlenerek modern bir yeraltı ocağı oluşturulmasında önemli rol oynamaktadır.

#### KAYNAKLAR

- Beypazarı Trona Projesi Fizibilite Grubu, Aylık Faaliyet Raporu. Ekim 1998,
- Bilgin, N., Çopur, H., Tunçdemir, H., 2001. Beypazarı trona numunelerinin mekanize olarak kazılabilirliğinin belirlenmesi için yapılan tam ölçekli doğrusal kesme deneylerinin sonuçları. İTÜ Maden Müh. Bölümü.



- Onargan, T. ve diğ., 1999. *Ankara-Beypaşarı trona sahası desandre etüdüleri*. Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma Grubu, Proje No: DEU-MAG-99-01.
- Onargan, T. ve diğ., 2001. *Ankara-Beypaşarı sahası ana yollarında tahkimat tasarımı etüdü*. Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma Grubu, Proje No; DEU-MAG-2001-01. (devam ediyor)
- Özgür, C, Erduran, B., 2000. *Beypaşarı trona sahasında hidrojeolojik çalışmalar*. MTA Genel Müdürlüğü.
- Ünal, E., Ulusay, R., Özkan, I. ve diğ., 1997. *Rock engineering evaluations and rock mass classification at Beypaşarı Trona Site*. Middle East Technical University.
- Ünal, E., Çakmakçı, G., Öztürk, H., İnceefe, Ö., 1997. *Laboratory tests on weak rocks of borehole 75-5 and evaluation of the results*. Middle East Technical University.

