

Ankara-Beypazarı Doğal Soda (Trona) Sahasının Önemi ve İşletme Parametrelerinin İrdelenmesi.

T. Onargan & C. Helvacı

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 35100, Bornova, izmir.

ÖZET : Soda ve soda külü, cam üretiminde, birçok sodyumlu kimyasal maddelerin yapılmasında, suların temizlenmesinde, kağıt üretiminde, demir cevherlerinin kükürtlerinin alınmasında ve daha birçok alanda kullanılan önemli bir hammaddedir. Doğal soda yataklarından soda külü üretiminin çok büyük bir kısmı Amerika Birleşik Devletleri, Meksika ve Kenya ' da yapılmaktadır. Beypazarı doğal soda sahası rezerv bakımından dünyanın ikinci büyük potansiyeline sahiptir. Bu çalışmada Ankara -Beypazarı doğal soda sahasının önemi araştırılmış ve maden işletme parametreleri irdelenmiştir.

ABSTRACT : Soda and soda ash are important raw material for using in glass manufacture, in the production of various sodium chemicals, in water treatment, paper production, iron de-sulfurization, and many other uses. Soda ash production, which is produced from natural soda deposits are mainly limited to U.S.A., Mexico and Kenya. Beypazarı natural soda deposit has a second great natural soda potential all over the world. In this study, importance of the Beypazarı natural soda field in the mining industry are investigated and mining parameters of the soda field are examined.

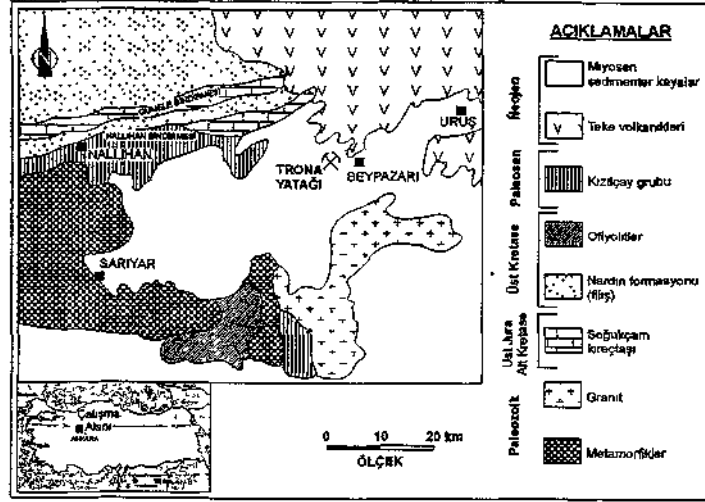
1. GİRİŞ

Ankara-Beypazarı doğal soda-sahası 1979 yılında Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü' nün bölgede yapmış olduğu kömür arama çalışmaları sırasında belirlenmiştir. Bugün için dünyada bilinen doğal soda sahaları içerisinde A.B.D. de Wyoming doğal soda yatağından sonra ikinci büyük potansiyel olarak varsayılan bu sahada 1985 yılından bu yana değişik araştırma ekipleri çalışmalar yapmaktadırlar (Koçak, S.ve Diğ., 1985, Helvacı ve diğ., 1988,1989, E.İ.E.İ., 1997, Ünal ve Diğ.,1997, Onargan ve Diğ., 1999, 2001, Bilgin ve Diğ., 2001,). Sahadaki ekonomik soda rezervinin işletilmesi ve işlenerek yurt içi ve yurt dışı pazarlara ticari olarak pazarlamaya yönelik olarak Eti Holding A.Ş., Park Holding A.Ş. ve Bayındır Holding A.Ş. arasında konsorsiyum oluşturulmuştur. Daha sonra Bayındır Holding A.Ş. hisseleri Vakıflar Bankası T. A.O. na geçmiş ve Eti Soda A.Ş. nin kuruluş çalışmaları halen bu üç firma arasında devam etmektedir. Bu çalışmada bugüne kadar sahada yapılan ve bizzat tarafımızdan

yapılmış olan çalışmaların ışığında sahanın önemi ve dünya doğal soda sektöründe üretilmesi halinde olası etkileri araştırılmış ve üretilebilme koşulları irdelenmiştir.

2. SAHANIN KONUMU

Araştırma sahası, Ankara'ya 100 km uzaklıkta bulunan Beypazarı ilçesinin sınırları içerisinde yer almaktadır. Beypazarı doğal soda (trona) sahası ise Beypazarı ilçesinin 20 km kadar kuzeybatısında Çakıloba, Zaviye (Bağünü) ve Başören Köyleri arasında yaklaşık 8 km² lik bir alanda yer almaktadır (Şekil 1.). Beypazarı doğal soda (trona) sahası Neojen havzasındaki volkano-sedimanter istifin alt bölümlerinde yer almakta olup cevherli alan herhangi bir yüzeyleme göstermemektedir. Beypazarı Neojen havzası içinde yükseltiler 800 m ile 1100 m arasında değişmekte olup genelde yumuşak bir morfoloji söz konusudur. Çalışma alanı civarında bitki örtüsü, vadi içlerindeki ekili tarlalar ve meyve ağaçları dışında yok denecek kadar azdır. Bölgede karasal iklim hakimdir.



Şekil 1. Ankara-B ey pazarı doğal soda yatağının lokasyonu ve jeolojik konumu (Helvacı, 2001).

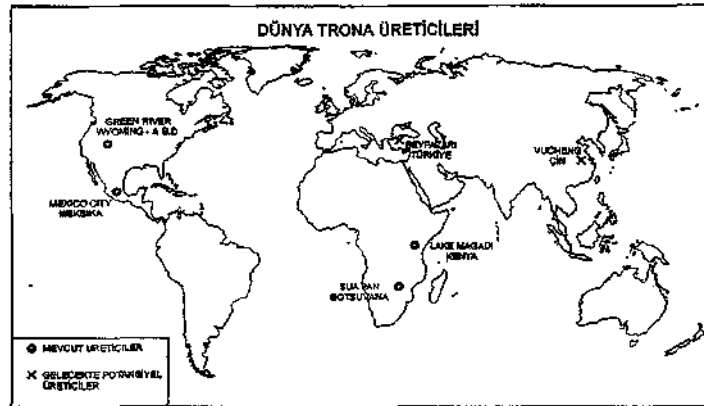
3. DÜNYA DOĞAL SODA POTANSİYELİ VE ÜRETİMİ

5.7. Doğal Soda Potansiyeli

Dünya' da doğal olarak çok az sayıda doğal soda yatağı bulunmaktadır. Dünya' nın en büyük soda yatağı Amerika Birleşik Devletlerinde Wyoming de yer almakta olup yaklaşık doğal soda potansiyeli 50 milyar tonun üzerindedir. Çin de ve Kenya' da küçük ölçekte doğal soda yatakları bulunmaktadır. Doğal sodyum karbonat mineralleri (soda mineralleri), ya Tersiyer yaşlı playa-göl tortulları içerisinde oluşmuş, gömülü fosil doğal soda

yataklarından , yada güncel alkalin göl playaların salamuralarından elde edilmektedir. Dünya' da bilinen fosil yataklar, Wyoming' teki (A.B.D.) Green River Formasyonu; Ankara-Beypaşa' ndaki (Türkiye) Hırka Formasyonu; ve Wucheng' teki (Çin) Wulidui Formasyonu içerisinde belirlenmiştir.

Doğal soda içeren güncel alkalin göl ve playalar ise sırasıyla; Searles Gölü (ABD), Magadi Gölü (Kenya), San Critobal Ecatepec Playası (Meksika), Sowa Pan Playası (Botsvana) ve potansiyel olarak Van Gölü (Türkiye) olarak bilinmektedir. Şekil 2. de dünyada bilinen doğal soda yataklarının dağılımı haritası verilmektedir.



Şekil 2. Dünyada bilinen doğal soda (Trona) yataklarının dağılımı

Dünya'da bilinen doğal soda sahaları içerisinde günümüz teknolojileri ile doğal soda külü üretimi 4 ülkede ekonomik olarak gerçekleştirilecek durumda görülmektedir. BunlaT sırasıyla A.B.D., Türkiye, Meksika ve Botswana(Afrika) dir.

3.2. Dünya Doğal Soda Külü Üretimi

Günümüzde soda külü iki değişik yöntemle üretilmektedir. Birincisi doğal soda veya (sodyum sesquikarbonat ve monohidrat-doğal soda) mineralinden doğal olarak, ikincisi ise tuz ile kireçtaşı hammadde olarak kullanılan Solvay prosesi ile sentetik olarak elde edilme yöntemleridir. Her iki yöntemde de "hafif ve ağır" soda külü olmak üzere iki tür üretimi yapılmaktadır. Hafif sodanın yoğunluğu 500-850 gr/lt arasında değişmekte olup daha çok deterjan ve çeşitli kimyasalların üretiminde kullanılmaktadır. Ağır soda ise cam endüstrisinin temel hammaddelerinden birisi olup yoğunluğu 950-1250 gr/lt arasında değişmektedir.

Dünya soda külü üretiminin büyük bir kısmı 40 dan fazla ülkenin 60 civarında üretim yapan işletmesinde sentetik olarak solvay yöntemiyle üretilmektedir. Doğal soda yataklarından soda üretimi, A.B.D., Çin, Meksika ve Kenya' da, sentetik soda üretimi ise Rusya, Ukrayna, İngiltere, Almanya, Fransa, Çin, Bulgaristan ve Japonya**da gerçekleştirilmektedir. Dünya soda külü üretimi yaklaşık olarak yılda 30 milyon ton civarındadır. Ülkemizde sentetik olarak Mersin Soda Sanayi A.Ş. yılda 300 000 ton sentetik soda üretimi gerçekleştirmektedir. Son yıllarda bu firma yeni tesislerle kapasite arttırmasına gitmiştir.

Bilindiği üzere sodanın en yaygın kullanım alanı cam sanayidir. Dünya üretiminin yaklaşık % 52 si bu sektörde tüketilmektedir. İkinci en yaygın kullanıldığı alan ise sodyum kimyasalları üretimi olup pazar payı % 19 civarındadır. Kullanım alanı olarak sayılabilecek diğer alanlar ise; sabun ve deterjan sanayi (%10), pulp kağıt sanayi (% 4), metalürji, su arıtma (%3), tekstil, seramik, petrol rafineri, deri tabaklanması, endüstriyel atıkların temizlenmesi, fotoğraf ve gübre yapım sanayileridir. Günümüzde dünya üzerinde 11 ülke 1 milyon ton civarında soda külü üretebilme kapasitesine sahip bulunmaktadır. Bunların başlıcaları A.B.D., Rusya, Ukrayna, Çin, Almanya, Fransa, Bulgaristan ve Hindistan'dır. Dünyada soda külü üretimi yapan firmaların üretim maliyetleri incelendiğinde, doğal soda külünün tonu

60 US \$, buna karşılık yapay sodanın tonu ise 120 US\$ dır. Soda külünün Batı Avrupa limanı teslim bazında satış fiyatı ortalama olarak 170-180 US\$ /ton civarındadır. Amerika Birleşik Devletlerinde 6 değişik firma yılda 11 milyon ton soda külü üretimi gerçekleştirmektedir. A.B.D. nin 1999 yılı iç tüketimi 7 milyon ton civarındadır. Üretimimin yaklaşık % 28 sini başta Japonya olmak üzere Asya ülkelerine , Latin Amerika ülkelerine ve yaklaşık %' 5 ininde Avrupa ülkelerine ihraç etmektedir. Avrupa ülkelerinin yaklaşık yıllık soda külü talebi 300 000 ila 400 000 ton civarındadır.

4. ANKARA^BEYPÄZARI DOĞAL SODA (TRONA) YATAĞI

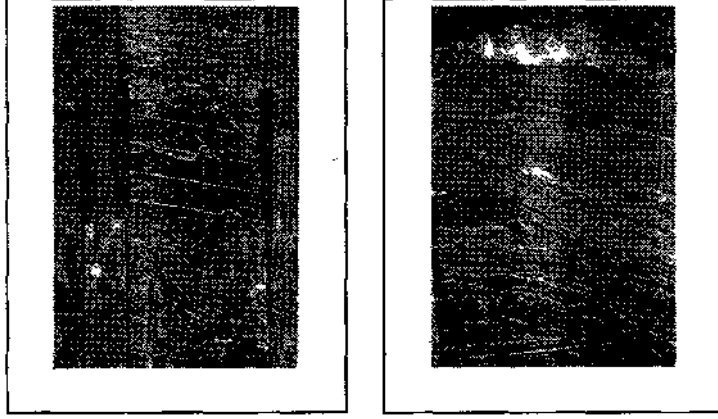
Beypazarı- doğal soda yatağı Ankara' nın kuzey batısında yer'alan Neojen yaşlı tortul ve volkanik kayalar içerisinde Hırka Formasyonunun alt bölümlerinde bitümlü şeyi ve kiltaşları ile ardalı olarak yataklanmıştır. Doğal soda yatağının oluşması için gerekli olan Na iyonunun kaynağı, tortullarla ardalanan tuf tufitler ile Beypazarı havzasının kuzeydoğusunda tortullarla grift halde bulunan yaygın Neojen volkanik kayalarıdır (Helvacı ve diğ., 1989). Doğal soda sahasında yer alan ve Beypazarı Grubu olarak da adlandırılan 7 adet formasyon aşağıdan yukarıya doğru Boyalı, Hırka, Karadoruk, Sarrağıl, Çakıloba, Zaviye ve Üçyatak Formasyonlarıdır. Sodalı zonlar bu formasyonlardan Hırka Formasyonu içerisinde yataklanmıştır.

4.1. Hırka Formasyonu İçerisinde Yer Alan Sodalı Zonlar

Hırka Formasyonu alt kesimleri doğal sodayı içermekte olup bu kesim kiltası, bitümlü şeyi, doğal soda damarları (nahkolit, trona), sodalı kiltası, sodalı şeyi, tuf-tufit birimlerinin ardalı ile izlenmiştir. Bu kesimde kiltaları özellikle tronali zonda yer yer çok yüksek soda içeriğine sahiptir. Soda varlığı disseminasyon yapısı yanında özbiçimli iri kristaller halinde de izlenebilmektedir. X-Ray çözümlenmeleri kiltalarının dolomitçe zenginliğini vurgulamaktadır. Bitümlü şeyler de kiltaları ile benzer özellikler sergilemeleri yanında Özellikle soda damarları arasında yer yer yüksek tabaka eğimleri ile dikkat çekmektedirler. Beypazarı bitümlü şeylerinin çökelmekte olduğu çanakta önce pekleşmemiş bir evre geçirmiş oldukları; olasılıkla çanak dibi eğimine bağlı olarak ve havza içine doğru kaymalar sonucunda katman içi oluşuk arası yapıların oluştuğu görülmektedir

(Şekil 3.). Formasyonun bu alt kesimlerinde izlenen tüf-tüfitler ise yer yer breşik karakterde izlenmektedir. Kayaç analiz sonuçlarında Ca-Mg karbonat mineralleri (dolomit, kalsit, manyezit) yanında zeolitçe de zengin olarak görülen bu kesimlerde breşik volkano-sedimanter bir yapı

izlenmektedir. Sodali zonlar ve ara kesimlerde karşılaşılan formasyonlarının X-Ray analizleri sonucunda ara kesimlerde gözlenen killi formasyonlarda baskın olarak dolomit, kuvars, montmorillonit, feldspat Na_2CO_3 mineralleri gözlenmiştir.



Şekil 3. T-2000 desandresinde çekilmiş oluşum esnasında meydana gelmiş plastik deformasyonlara örnek fotoğraflar

4.2. Doğal Soda Yataklarına Özellikleri ve Rezervi

Doğal soda damarları, Beypazarı sahasında yaklaşık 8 km² lik gösel bir havza içerisinde, tabakalı şekilde yataklanmıştır. Sahanın ortasından geçen, İcuzeybatı-güneydoğu doğrultulu Kanlıceviz fayı ile doğal soda sahası iki sektöre bölünmüştür. Bu sektörlerden doğuda yer alan bölüme Ariseki sektörü, batıda kalan sektöre ise Elmabeli Sektörü adı verilmektedir (Şekil 4.). Hırka formasyonu içerisinde yer alan doğal soda yataklanması, alt (L) ve üst (U) olarak kodlanan ve üst zonda 6 damar(U1-U6) ve alt zonda 6 damar (JL1-L6) olmak üzere iki doğal soda zonundan meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda elde edilen verilere göre Elmabeli ve Ariseki sektörlerinde yataklanma koşulları ve özellikler bazı farklılıklar arz etmektedir. Özellikle Ariseki sektöründeki damarların daha kalın olduğu ve damarların Elmabeli sektörüne göre daha derinde bulunması en belirgin özellik farkıdır.

Üst doğal soda zonu toplam 5-40 metre arasında değişen bir kalınlıkta tüm sahayı kaplayacak şekilde yataklanmıştır. Bu zonda soda damarlarının kalınlıkları değişken bir yapı göstermektedir. Ara

kesimler genellikle bitümlü şeyi ve kiltaşlarından meydana gelmektedir.

Alt doğal soda zonu kalınlık ve diğer özellikler bakımından üst zona göre daha düzensiz bir yapı göstermektedir. Bu zonda doğal soda damarları düzensiz bir yapı göstermekte olup, ara kesimler genelde bitümlü şeyler, kiltaşlar ve silttaşlarından meydana gelmektedir.

Üst soda zonu ile alt soda zonunu ayıran ve "Steril Zon" olarak isimlendirilen zonun kalınlığı sahada genellikle 20-25 metre arasında (bazı yerlerde 30-35 m.) değişmektedir. İçerisinde yeşil kiltaşlar ve bitümlü şeyler izlenmektedir. Ayrıca tüfitlerde bu zon boyunca belirgin bir şekilde sahadaki damarların sektörler bazında kalınlık değişimleri verilmiştir (Çizelge 1.). Tüm çalışmalar ışığında son olarak jeostatistik yöntemler ile Fizibilite Grubu Sahada önceki yıllarda değişik kuruluşlar (MTA, E.İ.E.İ., Etibank, Fizibilite Grubu) tarafından farklı zamanlarda 95 adet rezerv tespit sondajları açılmıştır. Fizibilite Grubu tarafından yapılan işletilebilir rezerv hesabına göre sahada Elmabeli Sektöründe 63 milyon ton, Ariseki Sektöründe 124 milyon ton olmak üzere toplam 187 milyon ton işletilebilir doğal soda rezervi belirlenmiştir. Uzunayak Yöntemi ile üretim

TOnargan & C. Helvacı

bakımından -aşağıdaki maddeler halinde verilen hususların önemli olduğu düşünülmektedir;

- Sodali zonların üzerindeki konsolide kıltaşı formasyonunun üzerinde bulunan akiferdeki suyun veya başka kaynaklardan gelebilecek suların, işletme sırasında sodalı zonlara ulaşması önlenmelidir. Bu nedenle yeraltı suyu dinamiği çok iyi modellenmelidir. Yeraltı suyunun yeraltı akış ve alt kotlara sirkülasyonunun çatlak sistemleri ile direkt bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Üretime yönelik pano dizaynlarında eklem ve çatlak doğrultularına dik veya 90 dereceye mümkün olduğunca yakın açılarla planlama yapılmasının uygun olacağı önerilmektedir. Ayrıca, sahada susuzlandırmaya çalışmaları ve yeraltı suyu besleme kaynaklarının mümkün olduğunca azaltılması, ve üretim yöntemlerinin belirlenmesinde rambelli yöntemlerin teknik ve ekonomik açıdan incelenmesi önem arz etmektedir.

Çizelge 1. Doğal soda damarlarının sektörlere göre kalınlık değişim çizelgesi (Aydın, Y.& Şenkal, S., 2001)

| BEYPAZARI DOĞAL SODA SAHASI SODA DAMARLARI | | | |
|--|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| ELMABELİ SEKTÖRÜ | | ARISEKİ SEKTÖRÜ | |
| Damar Kodu | Kalınlık Değişimi (m) | Damar Kodu | Kalınlık Değişimi (m) |
| U1 | 0-3 | U1 | 0-7.5 |
| U2 | 0-2.2 | U2 | 0-7 |
| U3 | 0-3.5 | U3 | 0-7 |
| U4 | 0-5.5 | U4 | 0-7 |
| U5 | 0-3.5 | U5 | 0-3.5 |
| U6 | 0-2 | U6 | 0-2 |
| STERİL ZON (20-25 m.) | | | |
| L1 | 0-1.5 | L1 | 0-3 |
| L2 | 0-2 | L2 | 0-4 |
| L3 | 0-0.5 | L3 | 0-2 |
| L4 | 0-4 | L4 | 0-2.5 |
| L5 | 0-8.5 | L5 | 0-6.5 |
| L6 | 0-9 | L6 | 0-9 |

Çizelge 2. Soda daman yan kayaklarının jeomekanik özellik değişimleri (Onargan ve diğ., 2001)

| Mühendislik Özellikleri | Birimi | Değişim Aralığı |
|---|---------------------------|-----------------------------|
| Özgül Ağırlık | | 2.13-2.76 |
| Birim Hacim Ağırlığı | gr/cm ³ | 1.96-2.50 |
| Porozite | % | 1.61-11.71 |
| Nem İçeriği, co | % | 6.69-21.22 |
| Suda Dağılım I ₄₂ | % | 11.24-69.56 |
| Nokta Yük Dayanımı, I _b | kg/cm ² MPa | 2.88-13.34 0.29-1.33 |
| Tek Eksenli Basınç Dayanımı, a _c | kg/cm ² MPa | 69.12-320.16 6.9 - 32.02 |
| Elastisite Modülü, E | kg/cm ² MPa | 9000 - 14800 900 - 14800 |
| Kohezyon, c | kg/cm ² MPa | 2.9 -33 0.29 - 3.3 |
| içsel Sürtünme Açısı, ϕ | 0 | 42-65 |

Çizelge 3. Üst soda zonunda yer alan soda damarlarının (U1-U6) jeomekanik özellik değişimleri (Onargan ve Diğ., 2001)

| Mühendislik Özellikleri | Birimi | Değişim Aralığı |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Özgül Ağırlık | | 1.86-2.46 |
| Birim Hacim Ağırlığı | gr/cm ³ | 1.82-2.41 |
| Porozite | % | 0.47 - 2.35 |
| Nem içeriği | % | |
| Çekme Dayanımı | kg/cm ² MPa | 6.7 - 32.60 0.67 - 3.26 |
| Nokta Yük Dayanımı | kg/cm ² MPa | 4.6-18.06 0.46-1.81 |
| Tek Eksenli Basınç Dayanımı | kg/cm ² MPa | 50.00 - 462.00 5.0-46.2 |
| Elastisite Modülü | kg/cm ² MPa | 9000- 26100 900 - 26100 |
| Kohezyon | kg/cm ² MPa | 9 - 86 0.90 - 8.60 |
| içsel Sürtünme Açısı | 0 | 48-63 |

- Sodalı zonda yer alan soda damarları ve yan kayaçlarının jeomekanik dayanım parametreleri çok değişkenlik gösterdiğinden, üretime yönelik makine-tehizat seçimlerinde en kötü koşulların dikkate alınarak seçimlerin optimize edilmesinde yarar görülmektedir.
- Sahada yer alan soda damarları ve yan kayaçların akma (creep) özellikleri dikkate alınarak üretim hızı, boyutları ve yöntem seçimi gibi konularda çalışma yapılması zorunluluğu bulunmaktadır.
- Üretim yöntemi olarak olası üretim yöntemleri olarak belirlenmiş olan, odatopuk yöntemi, çözelti madenciliği ve uzun ayak madencilik yöntemleri arasında saha özellikleri dikkate alındığında, kayaçların akma (creep) özelliklerinin zayıf olması nedeniyle ve çok fazla cevher kaybı olacağı için, uzun ayak yöntemi ve yerinde çözelti madencilik yöntemi daha ön plana çıkan yöntemlerdir. 'Ancak eğer Uzun Ayak Üretim Yöntemi seçilmesi durumunda ayak boyu uzunluğunun 70 metreyi geçmemesi ve ayak ilerleme hızının mümkün olduğunca yüksek seçilmesi önerilir.
- Sahada yeraltı suyu problemi önemlidir. Bu konu üzerinde ayrıntılı hidrojeolojik çalışmalar yapılmakta olup yeraltı su dinamiğinin çok iyi modellenmesinde üretim yöntemlerinin seçimi bakımından önem arzemektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ankara-Beyşehir doğal soda sahası bugün için dünyada bilinen doğal soda sahaları içerisinde A.B.D. de Wyoming doğal soda yatağından sonra ikinci büyük potansiyele sahip önemli bir yeraltı zenginliğimizdir. Beyşehir doğal soda yatağının işletmeye açılmasıyla bir çok sanayi kolunun soda girdisi yerli kaynaklardan elde edilecektir. Türkiye'de özellikle gelişmiş durumdaki şişe ve cam sanayi, soda külü gereksinimini daha kolay ve ucuz olarak karşılayabilecektir. Seydişehir Alüminyum İşletmeleri'nde elektrik enerjisinden sonra en önemli maliyet girdisi, süt kostiktir. Süt-kostik, doğal sodadan ucuz olarak elde edilebilecektir. Beyşehir doğal soda yatağı, sodyum karbonat hamme, ddesi kullanan bir çok sanayi kolunun, özellikle kimya ve kağıt sektörünün gereksinimini karşılayacaktır. Ayrıca, özellikle Orta Doğu ve Avrupa'nın gereksinimini

de karşılayarak önemli miktarlarda ihracat yapma şansı artacaktır.

Sahanın yapısal özellikleri bakımından bazı üretim zorlukları mevcut olsa da bunlar bugünün üretim teknolojileri ile yenilebilecek zorluklar olup iyi bir planlama ve mühendislik çalışması ile üretiminin dünya maliyetlerinde yapılması mümkün görülmektedir. Bu projenin hızlı bir şekilde tamamlanarak bir an önce üretime geçilmesinde Türkiye'nin çok büyük milli menfaatleri bulunmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu bildirin hazırlanmasında ve sahada tarafımızdan yapılan tüm çalışmalarda gerekli kolaylığı gösteren Eti Holding A.Ş. , Park Teknik A.Ş. ve Vakıflar Bankası T.A.O. yetkililerine ve Maden Yüksek Mühendisi Selim Şenkal' a yazarlar teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Bilgin, N., Çopur, H., Tunçdemir, H., 2001. *Beyşehir Trona Numunelerinin Mekanize Olarak Kasılabilirliğinin Belirlenmesi için Yapılan Tam Ölçekli Doğrusal Kesme Deneylerinin Sonuçları*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

E.İ.E.İ., 1997. *Elektrik İşleri Etüd İdaresinin Ankara-Beyşehir Trona bahası ile ilgili Yapmış Olduğu Araştırma Raporları*, Ankara.

ETİ Soda Arşiv kayıtları.

Helvacı, C, İnci, U. 1989. *Beyşehir Trona Yatağının Jeolojisi, Minerolojisi, Jeokimyası ve Yöresinin Trona Potansiyeli*, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Temel Bilimler Araştırma Grubu, Proje No: TBAG-685, 159 sayfa, Ankara.

Helvacı, C, 1998. *The Beyşehir Trona Deposit, Ankara Province, Turkey*. Proceedings of the First International Soda Ash Conference, Wyoming State Geological Survey, Volume II, pp. 67-103, Wyoming, U.S.A.

Helvacı, C, 2001. *Doğal Soda Yatakları ve Ekonomik Önemleri*, Türkiye Jeoloji Bülteni Ayhan Erişir Özel Sayısı, (Ekim), Ankara.(B asımda)

T. Onargan & C. Helvacı

- Koçak, S., Selçuk, Ş., Alemdorođlu, T., 1985. *Ankara-B ey pazarı Trona Sahası Arıseki Sektörünün Jeoteknik Etüdü.*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Mart, Ankara.
- Kostick, D.S., 1996. *Soda Ash*, U.S. Gology Survey, Annual Review-1995, s. 10, U.S.A
- Onargan, T. ve Diğ. , 1999. *Ankara-Beypażan Trona Sahası Desandre Etüdleri*, Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Araştırma Grubu, Proje No: DEU-MAG-99-01, İzmir.
- Onargan, T. ve Diğ. , 2001. *Ankara-B ey pazarı Doğal Soda Sahası işletme Projesi*, Ana Yollarda Tahkimat Etüdü-200U Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Araştırma Grubu, Proje No: DEU-MAG-2001-1, İzmir.
- Ünal, E., UlusayJR., Özkan, İ. ve Diğ., 1997. *Rock Engineering Evaluations and Rock Mass Classification at Beypażarı Trona Site*. Middle East Technical University, Ankara.
- Ünal, E., Çakmakçı,G., Öztürk, H. Ve İnceefe, Ö., 1997. *Laboratory Tests on Weak Rocks of Borehole TS-3 and Evaluation of the Results*. Middle East Technical University, Ankara.