

# *Doğal Kaynaklardan Sodyum Karbonat Üretimi Yöntemleri*

Methods of Production of Sodium Carbonate from Natural Sources

Salih AKBOĞAO  
İsmail GİRGIN(\*\*)

## ÖZET

Solvay yöntemi ile yapay soda üretiminin daha pahalı olması nedeniyle piyasada, doğal kaynaklardan üretilen soda miktarında sürekli bir artış olduğu gözlenmektedir. Son yıllarda, doğal soda yataklarına çözelti madenciliği tekniklerinin uygulanması çok önem kazanmış ve bu yöntemlerle, klasik madencilik uygulamalarına oranla, daha başarılı sonuçlar elde edildiği anlaşılmıştır. Ülkemizde de, Etibank tarafından, Beypazarı trona yatakları ile ilgili olarak yeraltı madenciliği ve çözelti madenciliği yöntemleri dikkate alınarak iki alternatif proje üzerinde incelemeler sürdürülmektedir. Bu derlemenin amacı doğal soda kaynaklarından sodyum karbonat üretimi yöntemleri hakkında bilgi vermektir.

## ABSTRACT

Since Solvay plants are more costly than plants operating from natural deposits, a steady increase in the production of natural soda is observed in the market. Recently, the utilization of solution mining techniques in natural soda deposits have gained considerable importance and better results are obtained compared to classical mining methods. The possibilities of underground and solution mining methods have been considered by Etibank as two alternative projects for the purpose of recovering soda from Beypazarı trona deposits. The purpose of this paper is to summarize the methods of production of sodium carbonate from natural sources.

(\*) Maden Mühendisi

(\*\*) Doç.Dr., Kimya Y.Müh., HÜ Maden Mühendisliği Bölümü, ANKARA

## 1. GİRİŞ

Endüstriyel anlamda ilk yapay soda üretimi 1793 yılında Le Blanc yöntemi (Terem, 1973) ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, 1872 yılına dek tek önemli soda üretim yöntemi olarak kalmış ancak bu yıldan itibaren Solvay yöntemi (Shreve, 1967) uygulaması başlamıştır. Le Blanc yönteminin giderek önemini yitirmesi sonucunda ise Solvay yöntemi tek temel uygulama haline gelmiştir.

Son yıllarda, temel hammadde girdisi olarak tuz (NaCl) kullanılan Solvay yöntemi ürünü yapay soda yanında, doğal kaynaklardan üretilen soda da önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle II. Dünya Savaşından sonra piyasadaki doğal soda miktarında önemli bir artış gözlenmiştir. Bunun en büyük nedeni Wyoming'de (ABD) büyük doğal soda (trona) yataklarının bulunması ve California'daki (ABD) Searles Lake ve Owens Lake doğal alkali tuz yataklarındaki çalışmaların hızlandırılmasıdır.

Son yıllara dek, trona ve diğer soda yataklarına genel olarak klasik madencilik yöntemleri uygulanmakta idi. Ancak, tronanın su ve alkali çözeltilerinde çözünebilme özelliği, çözelti madenciliği uygulaması yapan bazı kuruluşların dikkatini bu yataklar üzerine çekmiş ve 1980 yılında tüm diğer kuruluşlar da çözelti madenciliği uygulaması düşüncesini benimsemişlerdir.

Ülkemizde, 1979 yılında MTA tarafından yapılan kömür aramaları sırasında Beypazarı dolaylarında trona yatakları olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu yatakların değerlendirilmesi olanaklarının araştırılması amacıyla Etibank tarafından başlatılan çalışmalar halen sürdürülmektedir.

Bu derlemenin amacı, halen dünyada uygulanmakta olan, doğal soda kaynaklarından soda külü üretimi yöntemleri hakkında bilgi vermektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Doğal Soda Mineralleri

Doğal olarak bulunabilen soda mineralleri Çizelge 1'de verilmektedir. Bu minerallerin en önemlilerinden birisi tronadır. Trona, çözünürlüğü fazla olduğundan, yüzeyde mostra vermemekte ancak başka madenlerin aranması sırasında bir raslantı sonucu belirlenebilmektedir.

### 2.2. Dünya Doğal Soda Kaynakları

Dünya doğal soda gereksiminin büyük bir kısmı güneybatı Wyoming'de bulunan Green River

Çizelge 1. Doğal Olarak Bulunabilen Soda Mineralleri (Garrett ve Phillips, 1971)

Mineral	Bileşim	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> çengi (%)
Thermonatrite	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O	85,5
Trona	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> NaHCO <sub>3</sub> 2H <sub>2</sub> O	70,4
Nahcolite	NaHCO <sub>3</sub>	63,1
Bradleyite	Na <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> MgCO <sub>3</sub>	42,7
Pirssonite	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> CaCO <sub>3</sub> 2H <sub>2</sub> O	43,8
Northupite	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> NaCl MgCO <sub>3</sub>	40,6
Tychite	2MgCO <sub>3</sub> 2Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	42,6
Natron	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 10H <sub>2</sub> O	37,1
Dawson ite	Na <sub>2</sub> Al(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> 2Al(OH) <sub>3</sub>	25,9
Gaylussite	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> CaCO <sub>3</sub> 5H <sub>2</sub> O	35,8
Shortite	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 2CaCO <sub>3</sub>	34,8
Burkeite	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 2Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	27,2
Hanksite	2Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 9Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> KCl	13,6

trona yataklarından karşılanmaktadır. Bugünkü haliyle bu yatakların ABD'nin 3700 yıllık soda gereksinimini karşılayabilecek durumda olduğu ifade edilmektedir. California Searles Lake ve Owens Lake tuzlu salamura yatakları ile Rift Valley'deki (Kenya) Lake Magadi sodyum karbonatlı salamura yatakları bilinen ikinci büyük yataklardır. Ayrıca, Botswana, Çad, Nijer, Habeşistan, Güney Afrika, Tanzanya, Uganda, Bolivya, Brezilya, Kanada, Çin, Pakistan, Hindistan, Rusya ve Türkiye'de de doğal soda yatakları bulunmaktadır. Bunlardan yalnızca Çin ve Türkiye Beypazarı'daki yataklar trona olup, diğerleri daha çok alkalın göl ve kompleks tuz yataklarıdır. Çizelge 2'de bazı doğal soda yataklarının kimyasal bileşimlerinin bir karşılaştırması verilmektedir.

### 2.3. Beypazarı Trona Yatakları

(MTA Raporu, 1984; Etibank, 1985)

Ülkemiz Beypazarı trona yatağı 1979 yılında MTA tarafından yapılan araştırmalarda bulunmuş ve 1981 yılından itibaren de rezerv belirleme çalışmalarına başlanmıştır. Alınan karot örnekleri üzerinde yapılan incelemeler sonunda saf trona tenorunun % 70 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, kil ve şeyller içindeki trona tenorunun de % 20-60 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (orta tenörlü) ve % 20 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (düşük tenörlü) olduğu belirlenmiştir. Miosen formasyonlu olan yataklanma yer yüzünden yaklaşık 130-400 m. derinlikte başla-

Çizelge 2. Bazı Doğal Soda Yataklarının Kimyasal Bileşimleri (De Kun, 1965; Kerr-McGee, 1981; MTA Raporu, 1984)

Bileşim	Wyom ngt tronası(%)	Rift Walley tronası(%)	Bey pazarı tronası (%)	Searles Lake salamurası(%)
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	45.30	45.0	45.40	5.0
NaHCO <sub>3</sub>	35.90	36.0	37.20	0.7
Cl <sup>-</sup>	0.09	1.7	0.05	16.0
K <sup>+</sup>	-	-	-	4.0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.01	0.06	-	8.0
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	-	-	-	2.0
Na <sub>2</sub> S	-	-	-	0.2
SiO <sub>2</sub>	1.10	-	0.08	-
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	-	0.1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	-	0.01	-
H <sub>2</sub> O Kristal + serbest	15.40	1.5	16.56	0.4
Çözünmeyen kısım	3.5-15	-	-	-

maktadır. 1983 yılı sonu itibariyle, bu yataklarda birinci aşamada işletmeye konu olabilecek yüksek tenörlü cevher rezervi yaklaşık 180 milyon ton olarak tahmin edilmiştir. Halen çalışmalar sürdürülmekte olup toplam rezerv bu değerinin çok üzerine çıkmış bulunmaktadır.

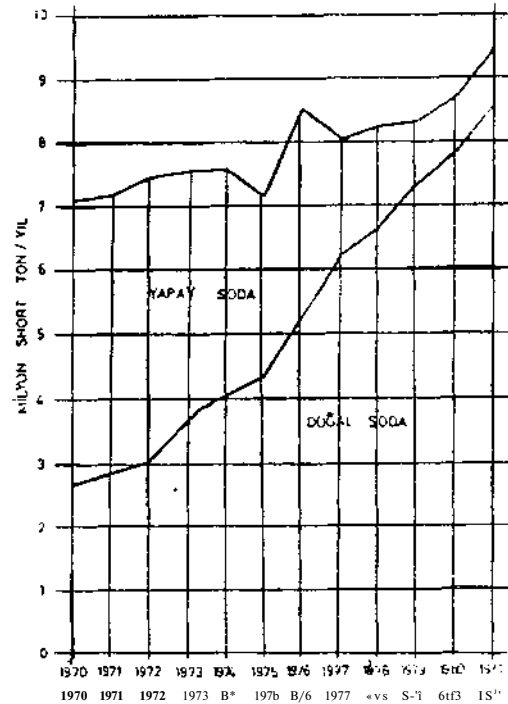
#### 2.4. Dünya Soda Üretimi

Dünya soda üretiminde (yapay + doğal) önde gelen ülkeler ve 1977-1981 yılları arası üretim değerleri Çizelge 3'de verilmektedir.

Çizelge 3. Dünya Soda Üretiminde Önde Gelen Ülkeler ve Üretimleri (Minerals Yearbook, 1981)

Ülke	1977	1978	1979	1980	1981
	x 10 <sup>3</sup> Short Ton				
ABD	8040	8290	8253	8276	8281
SSCB	5375	5355	5271	5269	5290
Fransa	1505	1491	1708	1800	1650
Bulgaristan	1343	1426	1426	1630	1619
B.Almanya	1489	1356	1544	1555	1540
İngiltere	1650	1760	1550	1500	1433
Japonya	1300	1281	1493	1494	1430
Romanya	949	991	984	1033	1070

Günümüzde ABD'de yıllık soda üretimi 9 milyon tonu aşmış bulunmaktadır. Bu değer, dünya soda üretiminin yaklaşık dörtte birini oluşturmaktadır ve üretimin çok büyük bir kısmı doğal kaynaklardan sağlanmaktadır. ABD'nde yapay soda üretiminin giderek yerini doğal soda üretimine terkediş Şekil 1'de açıkça görülmektedir.



Şekil 1. ABD'de yapay ve doğal soda üretimi (Kerr-McGee, 1981).

Kenya ve Meksida'daki sodyum karbonatlı salamuralardan yılda toplam yarım milyon ton düzeyinde soda üretimi yapılırken, Çinliler de derinde bulunan trona yataklarını değerlendirmek için çözelti madenciliği yöntemleri üzerinde durmaktadır.

#### 2.5. Türkiye Soda Üretim, Tüketim, İthalat ve İhracatı (Cömert, 1984)

Ülkemizde soda üretimine yönelik çalışmalara 1930'lu yıllarda başlanmakla birlikte Mersin Soda Sanayii A.Ş. tarafından ilk soda üretimi ancak 1975 yılında gerçekleştirilebilmiştir. Bu şirket tarafından Adana yakınlarındaki Arapali tuz yataklarından çözelti madenciliği uygulaması ile elde edilen salamura, rafinasyon tesislerinde yapay sodaya dönüştürülmektedir. 1982 yılında tesislerin kapasitesi 315 bin ton/yıl baz soda düzeyine çıkarılmış olup aynı yıl ilk kez sodyum silikat üretimi gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4'de 1978-1983 yılları arasında Türkiye'nin soda üretim, tüketim, ithalat ve ihracat değerleri verilmektedir.

Çizelge 4. Türkiye Soda Üretim, Tüketim, İthalat ve İhracatı

Yıl	Toplam Ton (Baz Soda)			
	Üretim	Tüketim	İthalat	İhracat
1978	87.370	98.000	16.630	3.695
1979	51.434	96.000	46.039	-
1980	101.990	101.000	5.921	5.245
1981	118.002	113.000	3.520	6.952
1982	203.412	167.726	37.095	56.840
1983	208.971	165.000*	20.000*	64.868

\* Tahmini değerler

#### 2.6. Soda Kullanım Alanları

Sodanın başlıca kullanım alanları cam sanayii, kimya sanayii, sabun ve deterjan sanayii, kağıt sanayii ve su arıtımı işlemleridir. Bir fikir vermesi açısından soda üretiminde önde gelen ülkelerden ABD'nin başlıca soda pazar ve kullanım alanları Şekil 2'de verilmektedir.

### 3. DOĞAL KAYNAKLARDAN SODYUM KARBONAT ÜRETİMİ YÖNTEMLERİ

Doğal kaynaklardan soda üretimi amacıyla başlıca üç temel yöntemden (Garrett ve Phillips, 1971) yararlanılmaktadır. Bunlar:

- Yeterince sodyum karbonat bulunduğu trona'nın doğrudan kristallendirilmesi
- Düşük sıcaklıklarda kristallendirme yoluyla sodanın çöktürülmesi
- Karbon dioksit absorpsiyonu yoluyla trona veya sodyum bikarbonatın çöktürülmesidir.

Her üç yöntemin uygulanmasında da saf ürün elde edilebilmesi için çözeltinin berrak olması gerekmektedir. Yöntemlerin ekonomik olması ise çözeltilerin derişimine bağlıdır. Bu amaçla başlangıç maddesi tuzlu salamura olduğunda, genellikle, güneş enerjisinden yararlanılarak buharlaştırma yapılmaktadır.

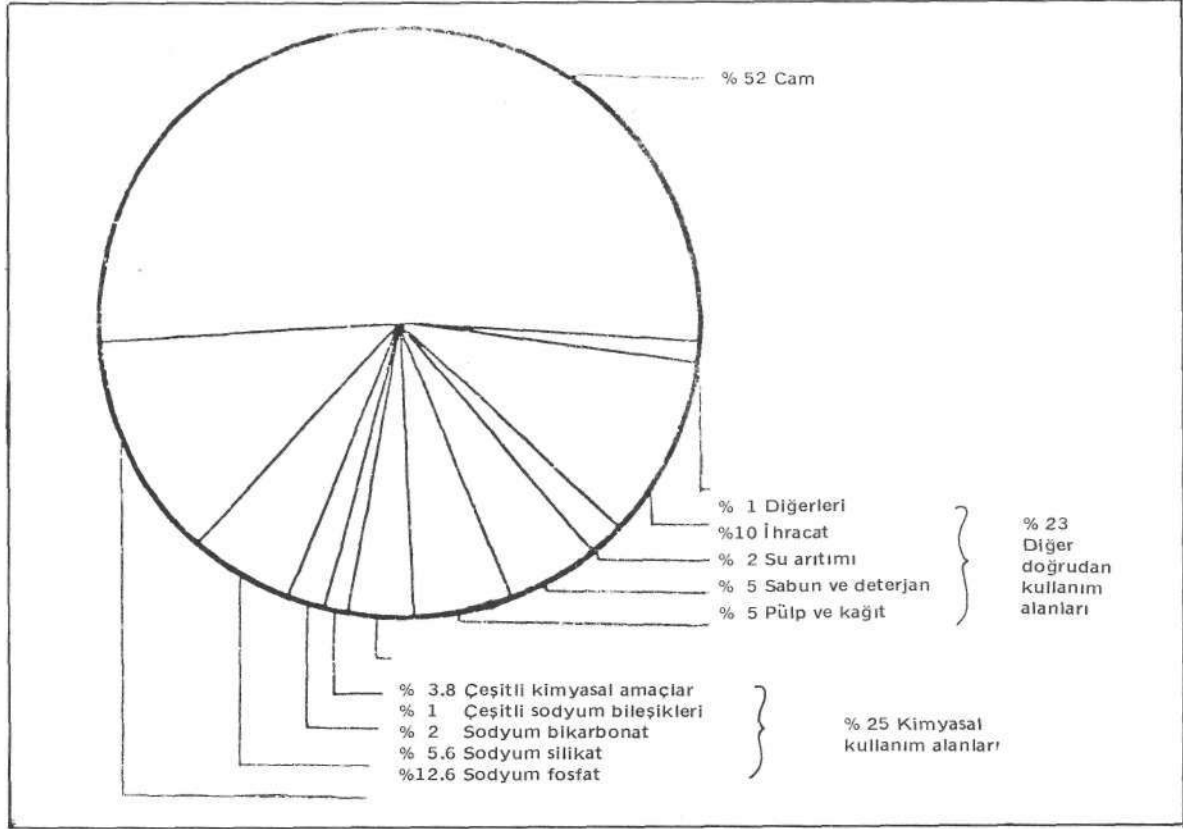
Aşağıda, bu üç temel yöntem uyarınca yapılmakta olan bazı uygulamalar hakkında bilgi verilmektedir.

#### 3.1. Lake Magadi Üretim Yöntemi (De Kim, 1965)

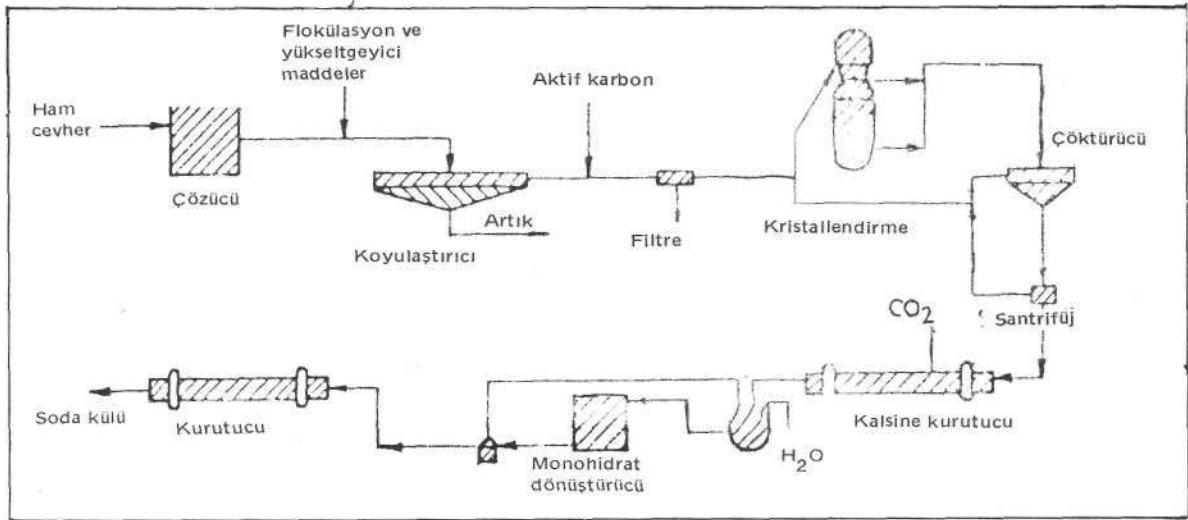
1914 yılından beri Imperial Chemical Corporation^ bağlı Magadi Soda Company tarafından Lake Magadi'de trona üretimi yapılmaktadır. Gölde, kazıma yöntemiyle havuzlara aktarılan trona, boyut küçültme işleminden sonra elektromanyetik ayırıcıdan geçirilerek sahildeki tesise beslenmektedir. Çözelti, tromel eleklerden geçirildikten sonra pulverize edilmektedir. Bu işlemler sonunda % 97 saflıkta sodyum karbonat elde edilmektedir.

#### 3.2. Westvaco Green River Tesisinde Uygulanan Yöntem (Garrett ve Phillips, 1971, Kostick ve Foster, 1979)

FMC (Food Machinery and Chemical Corporation) tarafından Wyoming Green River tronasından soda külü elde edilmektedir. Bu uygulamada kullanılan cevher yeraltı işletme yöntemiyle üretilmekte ve birincil kırma işlemi yer altında yapılmaktadır. Çözeltiye alma öncesinde cevher, eleme ve tekrar boyut küçültme işleminden geçirilmektedir. Trona, yaklaşık 93 C'da çözeltiye alınmakta, çözeltiye yükseltgeyici ve çöktürücü reaktifler ilave edilerek demir, alüminyum, silis vb. safsızlıkların çökmesi sağlanmaktadır. Artıklar, koyulaştırıcılarda yıkandıktan sonra, sistemden uzaklaştırılmakta; üst akıma ise aktif karbon ilave edilerek, çözelti organik maddelerden arındırılmakta ve köpük oluşması önlenmektedir. Çözelti, basınçlı filtrelerden geçirildikten sonra "triple effect vacuum" kristallendiricilere beslenmektedir. Burada % 20-30 katı



Şekil 2. ABD soda tüketimi (Kerr-McGee, 1981).



Şekil 3. Vestvaco Green River tesisi soda külü üretim yönteminin akım şeması.

içercek şekilde kristallenen malzeme sürekli olarak santrifüjlenmektedir. Elde edilen kek kalsine kurutucuya beslenmekte, fazla su ve karbon dioksiti uzaklaştırılan trona soda külüne dönüştürülmektedir. Şekil 3'de Westvaco Green River Tesisinde uygulanan yöntemin akım şeması verilmektedir. Bu yöntem seskikarbonat (sesquicarbonate) işlemi olarak bilinmekte ve genellikle hafif veya orta ağırlıkta soda külü üretimi amacıyla kullanılmaktadır.

İlk adımda trona'nın kalsinasyonu dışında bu işleme benzeyen bir başka proses de monohidrat (monohydrate) prosesidir ve ağır soda üretiminde kullanılmaktadır.

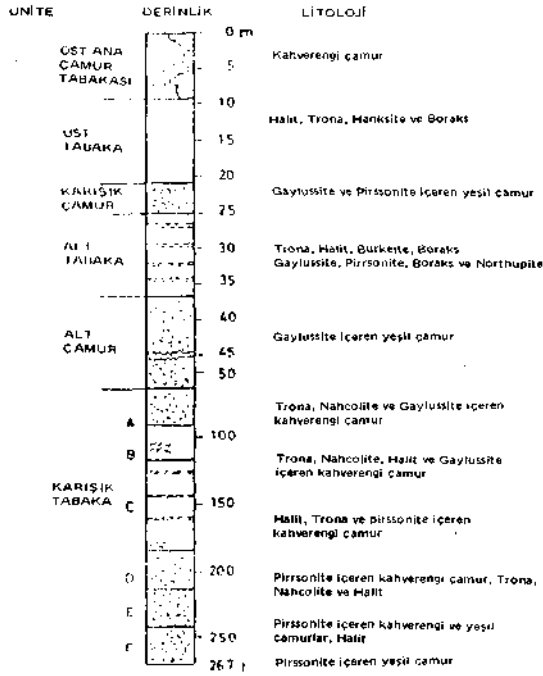
Son yıllarda, FMC tarafından trona yataklarının işletilmesinde çözelti madenciliği uygulamasına geçilmiş bulunmaktadır.

### 3.3.Argus Yöntemi

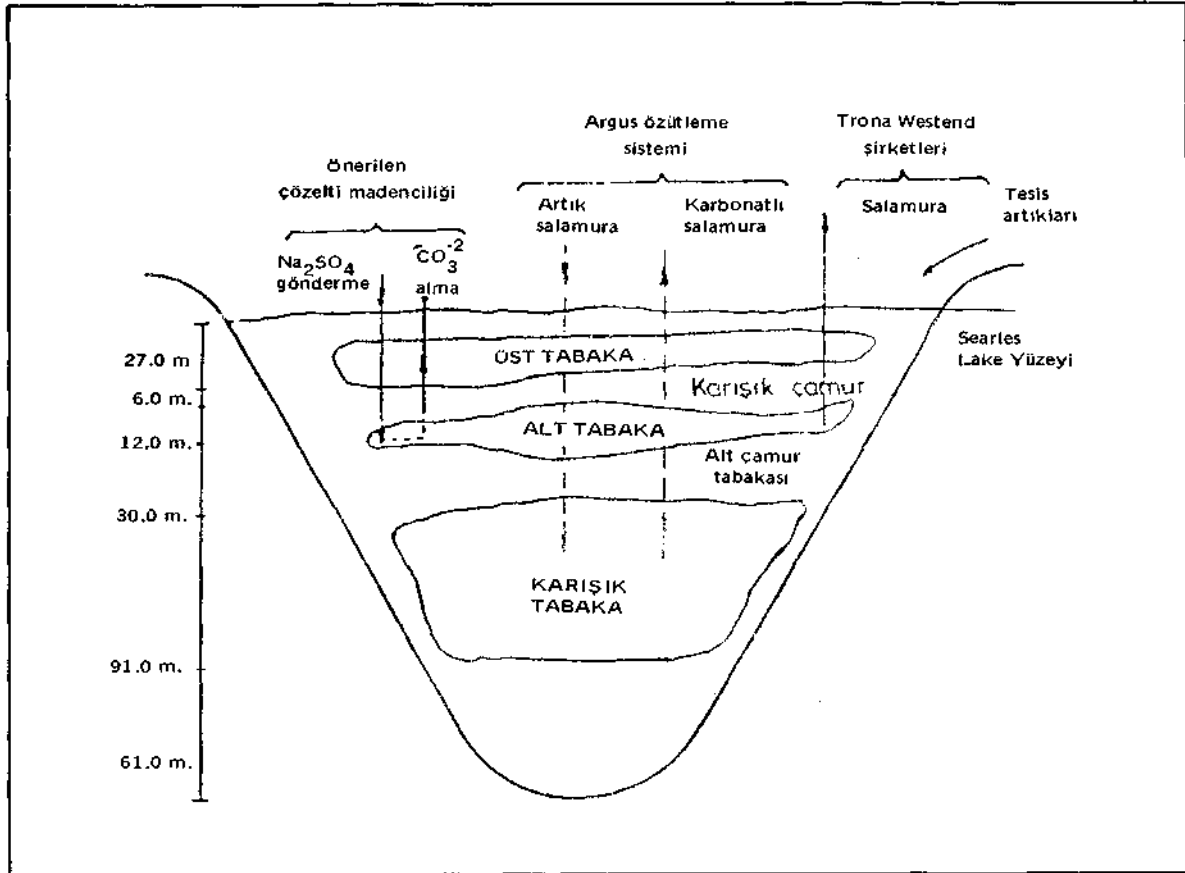
Kerr-McGee Corporation tarafından Searles Lake'de soda külü üretimi amacıyla Argus tesisi kurulmuş ve 1978 yılı ortalarından itibaren üretime başlanmıştır. Bu tesisin üretim kapasitesi 1,3 milyon ton soda külü olup dünyanın en büyük tesisi durumundadır.

Şekil 4 ve Şekil 5'de sırasıyla Searles Lake evaporitleri oluşumu stratigrafisi ve yatakların basitleştirilmiş bir kesiti görülmektedir. Şekil 4'den de anlaşılacağı gibi Kerr-McGee'nin Trona ve Westend tesislerinde potasyum, sodyum ve bor mineralleri bakımından zengin olan üst tabakalardan elde edilen salamura, Argus tesisinde de karışık tabakadan çözelti madenciliği tekniğiyle kazanılan trona, sodyum karbonat-bikarbonat mineralleri değerlendirilmektedir. Ayrıca, karışık tabakanın üzerindeki kısımlarda hızlandırılmış çözelti madenciliği (enhanced solution mining) uygulaması (Bölüm 3.4) amacı ile de çalışmalar yapılmaktadır.

Argus yönteminde, enjeksiyon kuyularıyla yatağa çözelti gönderilmekte ve toplama kuyularından salamura çözelti kazanılmaktadır. Kazanılan

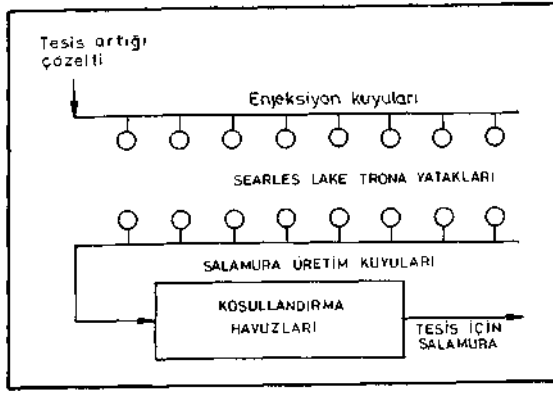


Şekil 4. Searles Lake evaporitleri oluşumu stratigrafisi (Giulianelli ve diğ., 1981)



Şekil 5. Searles Lake yatakları kesiti (Giulianelli ve diğ., 1981)

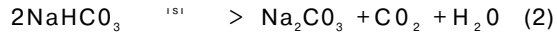
çözelti, katı taneciklerin çökmesi ve gaz giderme amacıyla, koşullandırma havuzlarında bekletilmekte ve sonra da tesise beslenmektedir. Şekil 6'da çözelti madenciliği uygulamasıyla salamura çözelti elde edilşi somatik olarak verilmektedir. Tesise beslenen salamura CO<sub>2</sub> ile karbonasyon işlemine tabi tutulduktan sonra çözelti soğutularak bikarbonatın çökmesi sağlanmaktadır. Bikarbonat, tambur filtrelerde ayrıldıktan sonra artık çözelti liç amacıyla yatağa geri gönderilmektedir.



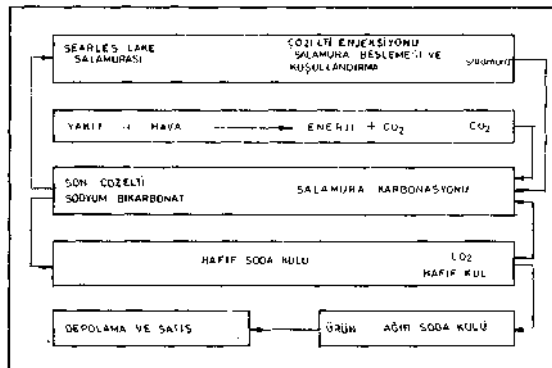
Şekil 6. Searles Lake'den çözelti madenciliği tekniğinin salamura eldesi (Kerr-McGee, 1981)



Elde edilen bikarbonat ısı ile sodaya dönüştürülmektedir.



Bikarbonatın karbonata dönüştürülmesi sırasında açığa çıkan CO<sub>2</sub> ise karbonasyon işlemine kullanılmak üzere değerlendirilmektedir. Şekil 7'de Argus yönteminin akım şeması görülmektedir.



Şekil 7. Argus yöntemi akım şeması (Kerr-McGee, 1981)

### 3.4. Searles Lake Salamura Üretiminde Yeni Bir Yöntem "Hızlandırılmış Çözelti Madenciliği" (Giulianelli ve diğ., 1981).

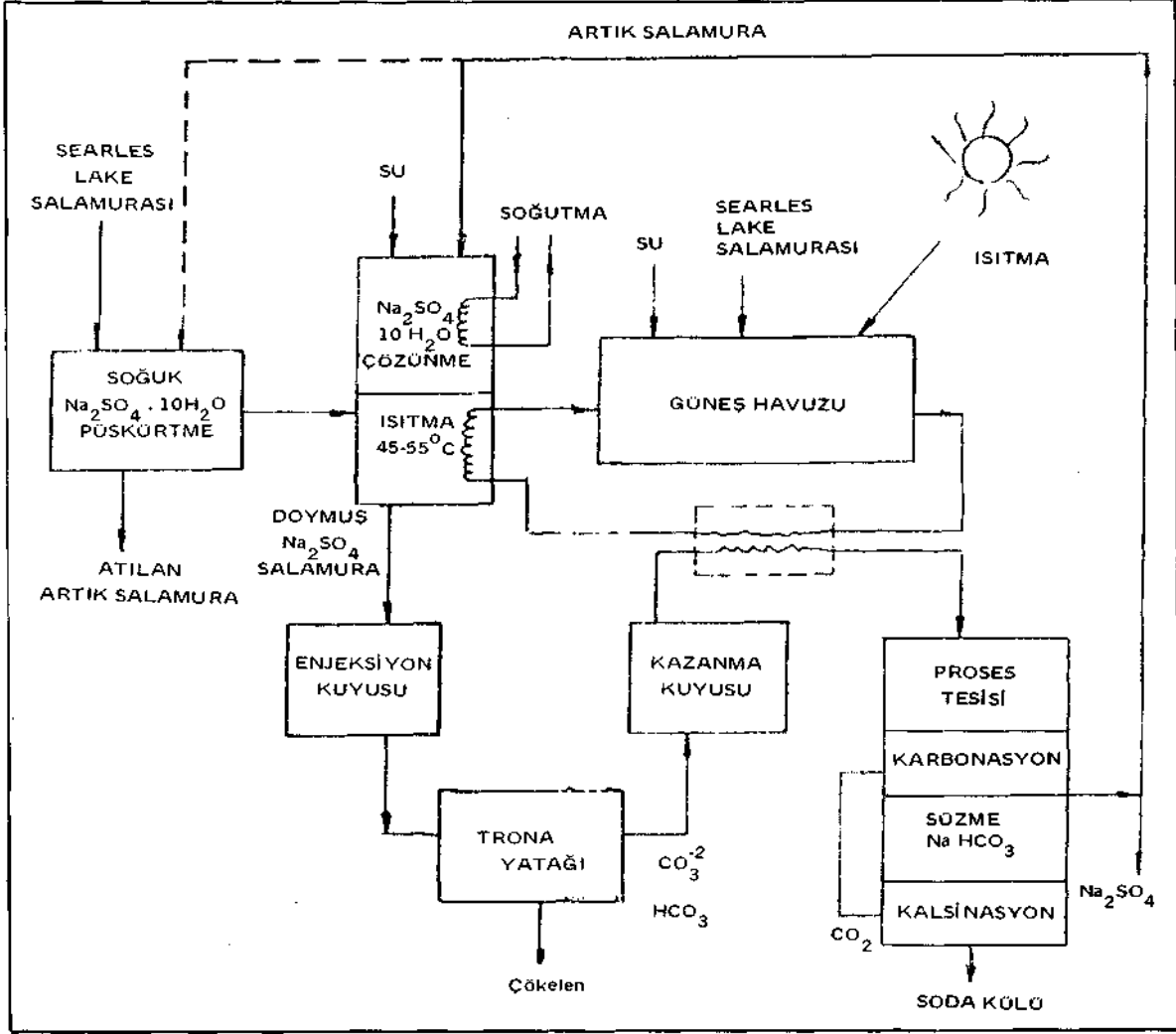
Searles Lake "Jet Propulsion" laboratuvarında yapılan çalışmalar sonucunda, yataktaki zengin salamuradan trona üretimi için yeni bir yöntemin ön araştırması tamamlanmıştır.

Bu araştırma sonuçlarına göre, yatak içerisine 45-60°C'da doymuş sodyum sülfat çözeltisi enjekte edildiğinde alt tabakadan (Şekil 5) karbonat ve bikarbonatça zengin trona üretilebileceği ileri sürülmektedir. Bu uygulamada, elde edilen liç çözeltisinin, yüzeyde oluşturulan ve tuz miktarı kademeli olarak farklılıklar gösteren solar havuzlarda (salt gradient solar ponds), buharlaştırılması öngörülmektedir. Bu havuzlarda doymuş tuz tabakası içeren alt tabakada 80-90°C çalışma sıcaklığı elde edilebilmekte ve kış aylarında bile çalışmak mümkün olabilmektedir. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre, kazanılan salamura çözelti sırasıyla 45°C ve 60°C'da % 12.6 ve % 14 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> içermektedir. Bu yöntemin akım şeması Şekil 8'de verilmiş olup başlıca yararları aşağıda sıralanmaktadır.

- Bu uygulama ile kompleks bir salamuranın daha basit ve kullanışlı bir salamuraya dönüştürülmesi mümkündür.
- Çözelti madenciliği uygulamasıyla cevher kütlelerinde oluşacak boşluklar, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10H<sub>2</sub>O çökmesi nedeniyle, dolacağı için oluşabilecek yer altı ve yer üstü çökmeleri büyük ölçüde engellenebilecektir.
- Yoğunluğu düşük olan sodyum sülfat çözeltisi eski sondaj kuyularından geçerek tabakaları istendiği şekilde ıslatacak ve kolaylıkla yüzeye dönebilecektir.
- Liç çözeltisinin koşullandırıldığı havuzlar güneş enerjisi ile ısıtıldığından fosil yakıt kullanımına oranla daha ekonomik olacaktır.
- Bölge yer altı suyunun tuzla kirlenmemesi ve havuz suyu kaybının önlenmesi için geçirgen olmayan bir malzemeye gerek yoktur zira bölgede geçirimsiz tabaka olarak kullanılabilir killer bulunmaktadır.

## 4. SONUÇ

Klasik madencilik uygulamalarındaki dekapaj, galeri ve kuyu açma gibi pahalı ve zor işlemlerden



Şekil 8. Hızlandırılmış çözelti madenciliği uygulaması akım şeması (Giulianelli ve diğ., 1981)

kurtulmak, iş kazalarını azaltmak ve klasik yöntemlerle ekonomik olarak değerlendirilemeyen kaynakların değerlendirilebilmesine yönelik çalışmalar çözelti madenciliği tekniklerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Cevhere bir çözücü gönderilerek kazanılmak istenen bileşenleri içeren bir çözelti elde edilen bu uygulamalar başlıca üç kısımda incelenebilir.

- Tamamen çözme (complete solution) madenciliği: Sodyum ve potasyum tuzları gibi kolay çözünen maddelere uygulanmaktadır.
- Çamur (slurry) madenciliği: Cevhere su gönderilerek bir çamur elde edilmekte ve istenilen bileşen çamur halinde kazanılmaktadır. Bu konuda, fosfat kayalar ve kömür üretimi amacıyla deneysel çalışmalar yapılmaktadır.

- Liç (leach) madenciliği: Cevherden kazanılmak istenen bileşen seçimli olarak bir çözücü ile çözeltiye alınmaktadır. Bu tür uygulamalar uranyum, altın, gümüş, bakır, nikel vb. cevherlere uygulanmaktadır.

Çözelti madenciliği tekniklerinin uygulanabilmesi için cevher yatağının genel olarak aşağıda belirtilen özelliklere sahip olması gerekir (Anderson ve Ritchie, 1968).

- Cevher yatağı geçirimsiz bir zemin üzerinde yataklanmış olmalı ve yan kayalarda kırık ve çatlak sistemleri bulunmamalıdır.
- Cevher yatağı statik su tablasının altında olmalıdır.
- Cevher yatağının bulunduğu bölgedeki yer altı su akış yönü ve hızı bilinmelidir.
- Cevherin mineralojik özellikleri iyi bilinmelidir.



- Cevher yatağının rezerv ve tenörü uygulama maliyetini karşılayacak ölçülerde olmalıdır.

Ürün elde etme süresinin uzun (soda üretiminde 4-5 yıl) olmasına karşın çözeltili madencilikinin klasik madencilikçe;

- ilk yatırım ve işletme giderlerinin düşük olması
- klasik yöntemlerle ekonomik olarak değerlendirilemeyen kaynakların değerlendirilebilmesi
- yalnızca elde edilmek istenen bileşenler çözeltiliye alındığı için gereğinden fazla malzemenin işlenmemesi (taşınmaması) sonucu artık sorununun olmaması
- çevre kirliliğine neden olmaması

gibi üstünlükleri vardır. Ancak, bu tekniklerin başarıyla uygulanabilmesi için hidrometalurji, mikrobiyoloji, kimya (organik ve anorganik), akışkanlar mekaniği, mineraloji, jeoloji, ekonomi gibi farklı disiplinlerden kişilerin etkin bir işbirliği ile çalışmaları gereklidir.

Özellikle Batı Avrupa'daki yapay soda tesislerinin ekonomik ömürlerini doldurmuş olmaları, bu yöntemlerin enerji-çevre kirliliği sorunları üretici kuruluşları zor duruma sokmakta ve yapay soda fiyatlarının artmasına neden olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak da doğal soda üretimine ağırlık verilmesi gerçeği ortaya çıkmaktadır. Dünya nominal soda üretim kapasitesindeki payı yaklaşık % 30 olan ABD'de dünya doğal soda üretiminin yaklaşık % 96'sı gerçekleştirilmektedir. Doğal soda üretiminde ise klasik madencilik uygulamaları yavaş yavaş yerini çözeltili madencilik uygulamalarına terk etmektedir.

Büyümekte olan dünya cam ve kimya endüstrilerinde soda talebinin de buna bağlı olarak artması beklenebilir. Beypazarı trona yataklarından, alternatif yöntemlerden en uygunu belirlenerek, dünya pazarlarında rekabet gücüne sahip maliyette soda üretilmesi hiç şüphesiz yerinde bir uygulama olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. ANDERSON, J.S., RITCHIE, M.I., Solution Mining of Uranium, Mining Congress Journal, Cilt 20, 1968, s. 20-26.
2. Ankara-Beypazarı Trona Yatağı Ara Değerlendirme Raporu, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, 1984.
3. CÖMERT, M.T., Çözeltili Madencilik ve Dünya Soda Ticareti, Etibank Bülteni, Sayı 64, Ankara, 1984, s. 8-18.
4. DE KUN, N., The Mineral Resources of Africa, Elsevier, Amsterdam, 1965, s. 145-585.
5. ETİBANK, Kişisel Görüşmeler, 1985.
6. GARRETT, D.E., PHILLIPS, J.F., Sodium Carbonate from Natural Sources in the United States, Industrial Minerals and Rocks, Seeley W. Mudd Series, NewYork, 1971, 799-808.
7. GIULIANELLI, J.L., CARPENTER, S., DOWLER, W. L., CARLSON, V., Feasibility of "Enhanced" Solution Mining at Searles Lake, California, Mining Engineering, Cilt 33, No: 8, 1981, s. 1227-30.
8. KERR-McGEE CHEMICAL CORPORATION, Technical Note, Oklahoma City, 1981.
9. KOSTICK, D.S., FOSTER, R.J., Soda Ash (Sodium Carbonate), Sodium Sulfate, and Sodium, Mineral Commodity Profiles, Bureau of Mines, 1979, 12 s.
10. MINERALS YEARBOOK, Bureau of Mines, 1981.
11. SHREVE, R.N., Chemical Process Industries, McGraw-Hill, New York 1967.
12. TEREM, H.N., Anorganik Sınai Kimya, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1973.

