

Çamaltı Tuzlası Artık Çözeltilerinin Değerlendirme Olanakları.

H Mordoğan, M.E. Ertem

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, izmir

Ö Erbil

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İzmir

A Yamık

Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kütahya

ÖZET:Ekonomik potas yatağı bulunmayan ülkemiz yıllık 90.000 ton olan potas tuzu ihtiyacını, dış alım yoluyla karşılamaktadır. Ancak, dünyanın birçok ülkesinde bu ihtiyacın karşılanmasında göl ve deniz suyundaki çözünmüş potasın kazanılmasına çalışılmaktadır. Göllerden direkt veya deniz tuzlarının artık çözeltilerinin işleme tabi tutulmasıyla potas üretimi oldukça yaygınlaşmaktadır. Ülkemizin en büyük deniz tuzlası olan Çamaltı Tuzlasında yıllık kapasitenin 1.000.000 tona çıkarılmasıyla, denize geri verilen artık çözeltilerinden yıllık yaklaşık 30 000 ton dolayında potas, 170.000 ton magnezyum tuzları, 100.000 ton Na_2SO_4 ve 3.760 ton Br_2 'nin kazanılması mümkün olabilecektir.

ABSTRACT:Turkey has no potas deposit and yearly potas need which is 90.000 tons is imported from other countries. But, in many countries, the dissolved potas in the lake and sea water is tried to be extracted to supply the potas need. Potas production directly from lakes or from the processing of bitterns remaining after solar salt production are very common. After the increase of yearly production capacity to 1.000.000 tons at the Çamaltı sea-salt plant which is the largest plant in Turkey, approximately 30.000 tons potas, 170.000 tons magnesium salts, 100.000 tons Na_2SO_4 and 3.760 tons Br_2 will be extracted from the bitterns remaining.

1.GİRİŞ

Dünyada deniz suyu, göl suyu ve diğer su kaynakları çeşitli miktarlarda katyonlar (Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , vs) ve anyonlar (Cl^- , SO_4^{2-} , vs) içermektedir. Bu kaynaklardaki çeşitli kimyasalların uygun yöntemler kullanılması ile ekonomik olarak üretildiği bilinmektedir. Özellikle deniz suyundan $NaCl$ 'ün üretildiği tuzlalarından çıkan artık çözeltiler yaklaşık 30 Be' de bulunmakta olup KCl , $MgCl_2$, Na_2SO_4 , $NaBr$ gibi çeşitli kimyasal maddeler bakımından zenginleşmektedir. Dünyada tuzla artık çözeltilerinden bu tuzların üretimi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. (Kartal ve Erbil, 1988)

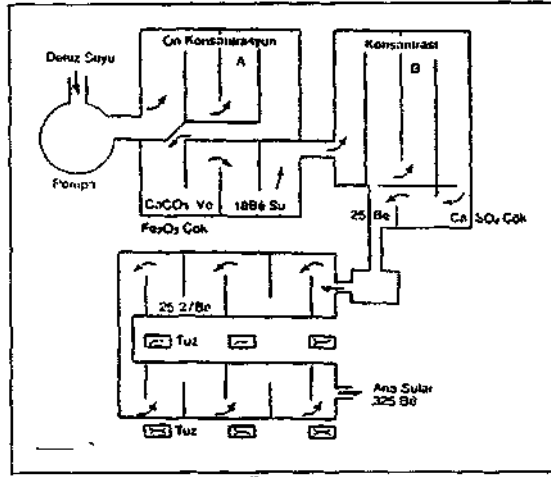
Bu çalışmada ülkemizin en büyük deniz tuzlası olan Çamaltı Tuzlası artık çözeltilerinde bulunan tuzların, dünyadaki diğer tuzla artık çözeltileri ile karşılaştırılması yapıldıktan sonra değerlendirme imkanları incelenmiştir.

2.ÇAMALTI TUZLASINDAN TUZ ÜRETİMİ

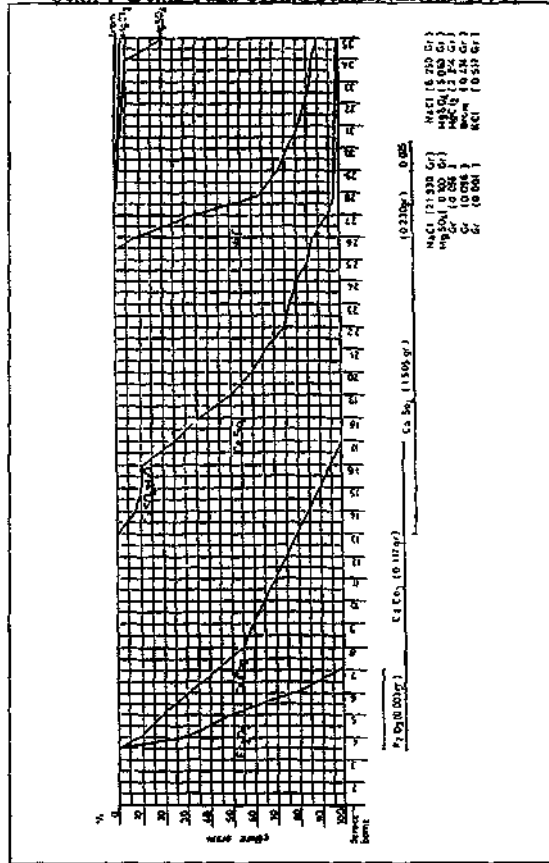
Çamaltı Tuzlası, izmir Karşıyaka'dan 26 km uzaklıkta körfezin düz bir kısmında bulunmaktadır. Tekel Tuz Sanayi Müessesesine bağlı bir işletme

olarak faaliyetini sürdüren Çamaltı tuzlasının kesin kuruluş tarihi bilinmemekte olup, bugünkü işletme şeklinin İtalyanlar tarafından 1863 yılında meydana getirildiği, 1952 yılında ise yapılan çalışmalarla üretim alanınının 26 km^2 ye çıkarıldığı bilinmektedir. Bugün tuzlada üretim kapasitesini 1.000.000 tona çıkarma çalışmaları devam etmektedir. Çalışmalar tamamlandığında artık çözeltiler hacmi de 2.000.000 m^3 olacaktır 1996 yılı üretimi yaklaşık 500.000 ton olup, Ülkemiz tuz üretiminin %25'ini karşılamaktadır

Çamaltı tuzlasında üretim işlemleri Mayıs ayında 3,5 Be' derişiminde olan deniz suyunun, ham su havuzlarına çekilmesiyle başlamakta ve Şekil 1 de görüldüğü gibi çeşitli havuzlardan geçirilerek ve iklim koşullarına bağlı buharlaştırma sonucunda bomeşi yükseltildikten sonra tuz üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu işlemlerde deniz suyu içinde bulunan Fe_2O_3 , $CaCO_3$, $CaSO_4$ Şekil 2 de verildiği gibi sırasıyla çöktükten sonra 25-27 bomeye ulaştığında tuzun çökmesiyle ham tuz elde edilmektedir. (Ertem, 1996)



Şekil 1. Deniz Tuzu Üretim Seması (Ertem, 1996)



Şekil 2. 1 Lt Deniz Suyundaki Tuzların 3.5-35 Be' Dereceleri Arasında Çökme Miktarları ve Oranları (Ertem, 1996)

3. TUZLA ARTIK ÇÖZELTİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Üretim havuzlarına çekilen 3.5 Be' derecesine sahip suyun ortalama bileşimi şöyledir;

	Kg/m ³
NaCl.....	30,18
MgSO ₄	5,18
MgCl ₂	3,30
KCl.....	0,52
NaBr.....	0,57

Yaklaşık olarak deniz suyunun içerdiği tuzun %72'sinin çöktürülerek ayrılmasından sonra artık çözelti tekrar denize verilmektedir. Ancak bu artık çözelti içerisindeki MgSO₄, MgCl₂, KCl, NaBr gibi kimyasalların derişimi oldukça artmaktadır. Bu tip sularda kalan çeşitli tuzların yaklaşık miktarları ve yüzdeleri Çizelge 1 de gösterilmiştir.

Çizelge 1. 26-29 Bomedede Çöken Tuzlar (Ertem, 1996)

Mevcut Tuzlar	Deniz Suyu		26 Bomedede Çöken		26-29 Bomedede Çöken		Artık Su	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
CaSO ₄	1 760	100	1 505	85.51	0 230	13.06	0 025	1.43
MgSO ₄	5 180	100	-	-	0.100	1.93	5 080	98.07
MgCl ₂	3.300	100	-	-	0.056	1.70	3.244	98.30
NaCl	30 180	100	-	-	21 930	72.66	3 250	27.34
Fe ₂ O ₃	0 003	100	0 003	100.00	-	-	-	-
Br	0 570	100	-	-	0.096	16.84	0 477	83.16
KCl	0 518	100	-	-	0.001	0.19	0 517	99.81
CaCO ₃	0 117	100	0 117	100.00	-	-	-	-
Toplam	41 628	100	1 625	3.91	22.413	43.84	17 590	42.25

Çizelge 1 den görüleceği gibi artık sularda mevcut tuzun %27'si, MgCl₂, MgSO₄ ve KCl tuzlarının %98-99'u, bromun ise %83'ü kalmaktadır.

1995 yılında tuzladaki havuzlara, 3510 m³/ saat kapasiteli 4 adet elektrikli pompa yılda 12 271 saat çalıştırılarak, 43 071 210 m³ deniz suyunun alındığı belirtilmektedir. Buna göre, yapılan hesaplamalar sonucunda artık çözeltilerde bulunabilecek tuz miktarları aşağıdaki gibi olabilecektir.

MgSO ₄	218.800 ton
MgCl ₂	139.710 ton
KCl	22.268 ton
NaBr	20.416 ton

Bu yüzden artık çözeltiler hammadde kaynağı olarak değerlendirilebilecek durumdadır.

3.1 Potas Tuzları Üretimi ve Tüketimi

Potas, tuzlu sulardan ve tuz minerallerinden elde edilen ve başlıca KCl ve K₂SO₄ olmak üzere, potasyum nitrat, potasyum magnezyum sülfat, potasyum fosfat gibi potasyum tuzlarını içeren gruba

verilen addır. Değişik potas tiplerini aynı bazda tarif etmek için K₂O birimi kullanılmaktadır. Örneğin saf KCl'nin teorik eşdeğeri %63.18 K₂O'dur.

Potas tuzlarının %95'den fazlası gübre olarak kullanılmaktadır. Diğer kısmı sabun, deterjan, cam, lastik ürünleri, ilaç ve pil üretiminde tüketilmektedir.

3.1.1 Dünya Potas Üretimi ve Tüketimi

Dünyadaki en büyük potas üreticileri yine en büyük rezerve sahip olan Rusya, Kanada, Almanya, Fransa, A.B.D., İsrail, Ürdün ve İspanya'dır.

Dünya potas rezervleri 9.1 milyar ton olup, bunun %5'ini günümüzdeki tuz gölleri, tabii salamuralar ve deniz tuzları artık salamuraları teşkil etmektedir.

1993 yılı verilerine göre dünya potas üretimi 22.410.000 ton'dur. (Mineral Commodity Summaries, 1994)

1989'da 30.000.000 ton K₂O civarında gerçekleşmiştir 2000 yılında tüketimin 40.000.000-

43.000.000 tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. (DPT, 1990)

Potas mineralleri suda çözünen ve suda çözünmeyen potas mineralleri olarak iki grupta toplanır. Alunit, lösit, muskovit, ortoklas v.b. suda çözünmeyen potas minerallerinden potas, yan ürün olarak elde edilmektedir. Dünyada ekonomik olarak işletilen potas mineralleri suda çözünen tipte olup, başlıcaları şunlardır;

Karnalit	KCl.MgCb 6 H ₂ O
Kainit	KCl.MgSO ₄ 3 H ₂ O
Langbenit	2 MgSO ₄ .K ₂ SO ₄
Şönit	<u>K₂SO₄.MgSO₄.6H₂O</u>
Silvinit	KCl+NaCl
Silvit	KCl

Çeşitli ülkelerde göller ve tuzalarda potas üretimi yapılmaktadır. Bunlar, A.B D'de Kaliforniya eyaletinde Searles ve Ovens göllerinden, Utah eyaletinde Büyük Tuz Gölü Salamurasından üretilmektedir.

Hindistan'daki potas kaynakları; potas yatakları, tuz gölleri ve deniz tuzlaları artık çözeltileri olarak bilinmektedir. Tarımdaki artan potas talebini karşılayabilmek için göller ve tuzla artık çözeltilerinden potas üretimi için araştırmalar yapılmaktadır.

İspanya'da Valencia ve Sahtander'deki tuzla artık çözeltilerinden potas üretmekte olup, yıllık kapasite 50.000 ton K₂S₀₄ dür

İsrail'de Ltit gölünden yılda yaklaşık 1.000.000 ton KCl üretilmektedir.

İtalya'da potas yataklarına ilaveten, küçük kapasiteli tuzla artık sularından da potas üretimi yapılmaktadır.

Pakistan'da göl sularında 50 ton/gün KCl üretimi yapılmaktadır.

Mordoğan, H., Erlern, M.E., Erbil, O., Yamuh, A
Şili'de Atacama da bulunan Huasco gölü ve Şili Güherçilesi yıkama sularından potas üretimi yapılmaktadır

Tunus'ta Sebka-el-Melah gölü salamurası potas üretim kaynağıdır (Özbay, 1976, D.P.T., 1990)

3.1.2 Ülkemizdeki Durum

Türkiye'de ekonomik değerde potas minerali bulunmadığı için 90.000 ton/yıl olan potas tuzu talebi dış alım yoluyla karşılanmaktadır. Bunun %75'i KCl, gerisi K₂SO₄ olup, Ürdün ve İsrail'den temin edilmektedir. (DPT, 1990)

KCl ülkemizdeki gübre. fabrikaları tarafından kompoze gübre hazırlanmasında ara madde olarak kullanılmaktadır. Ülkemizin tarım faaliyetlerinin artışına paralel olarak 1994 yılında kompoze gübre imali için K₂SO₄/KCl talebinin 130.000 ton, doğrudan gübre olarak ise 40.000 ton kullanılacak miktar olarak belirlenmiştir. Yaklaşık 170.000 ton olan K₂SO₄/KCl talebinin 128.000 tonunun KCl olduğu tahmin edilmektedir. GAP'ın devreye girmesi ile birlikte bu talebin artacağı ve 2000 yılında 200.000 tona ulaşacağı belirtilmektedir. (DPT, 1990)

Buna karşın her yıl Çamaltı Tuzlası artık çözeltilerinde 30.000 ton potasyum klorür diğer bileşiklerle beraber denize dökülmektedir. Tuzla artık çözeltilerinin yalnız başına potasyum üretiminde kullanılmasının ekonomik olmadığı belirtilmektedir. (Erbil ve Pekin, 1984) Ancak içermiş olduğu MgCl₂, MgSO₄, Br₂ ve Na₂SO₄ ile birlikte değerlendirilmesi bu güçlüğü yenecektir. Böylece tuzla artık çözeltilerinin değerlendirilmesiyle KCl ile birlikte, Mg(OH)₂, MgCl₂, Na₂SO₄ ve Br₂ un kazanılacağı bir tesisin kurulması amaçlanmaktadır.

Ülkemizdeki bazı göl sularındaki Na⁺, K⁺, Mg⁺⁺ derişimleri ile fiziksel özellikleri Çizelge 2 de görülmektedir.

Çizelge 2. Bazı Göl Sularındaki Na*, K*, Mg^ Derişimleri ve Fiziksel Özellikleri (Mordoğan, vd., 1994)

Bölge	Sıcaklık (C°)	pH	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ⁺ mg/L)
Acı Göl	31	8,5	48 000	1050	4 100
Tersakan Gölü	31	7,8	24 000	2.000	6 300
Bolluk Gölü	26	7,7	50 500	2.000	8.800
Tuz Gölü	34	6,0	62 000	12.100	38 000
Çamaltı Tuzlası	-	-	11993	271	1.870
Ç T Artık Çözelti	-	-	52 400	13.800	45.000

Acı Göl. Tersakan ve Tuz Gölü potasyum ve magnezyumca zengin kaynaklar olarak görülmektedir. Çamaltı tuzlasının artık çözeltilinde de 13.800 mg/L K⁺ bulunmaktadır. Bu bakımdan yılda yaklaşık 2.000.000 m³ artık çözelti elde

edilmesi beklenen Çamaltı Tuzlası diğer göllere göre önemli bir potasyum kaynağı olarak görülmektedir. Çamaltı tuzlası salamurası bileşimi, çeşitli ülkelerdeki tuzla artık çözeltilerinin bileşimleri ile karşılaştırılmalı olarak Çizelge 3 de verilmiştir.

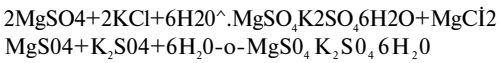
Çizelge 3.Çeşitli Tuzla Artık Çözeltilerinin Bileşimleri (D.P.T, 1990)

Ülkeler işletme	Türkiye		Hindistan		Avusturya		A.B.D	
	Çamaltı Tuzlası(İzmir)		Tata Chemicals (Mithapur)	Wadala Sattwor (Bombay)	Solar Salt Ltd	Leslie Salt Co (Kah)	Kahformiyadaki Çeşitli tuzlalar	
D gr/cm ¹	1250	1250	1250	1261	1248	1268	9	9
Be	29	29	29	30	30,6	30		
Na gr/L	61,31	57,50	45,24	52,09	56,8	62,01	80,0	9,1
Mg gr/L	42,07	46,52	52,44	47,55	49,6	43,55	24,0	79,4
K gr/L	15,0	16,25	13,77	13,89	13,6	12,57	8,2	21,5
Ca gr/L	7	?	1,10	1,11	9	9	1,2	1,0
Cl gr/L	188,98	189,62	193,94	187,75	186,4	188,71	179,2	220,1
S O ₄ gr/L	55,57	65,94	58,51	62,04	68,8	61,38	30,0	62,0
Br gr/L	1,95	1,72	2,25	2,27	2,42	1,97	3	2
Toplam Tuz gr/L	364,88	377,55	367,25	366,70	377,62	370,19	325,6	395,1

Çizelgeden de görüleceği gibi Çamaltı tuzlasının potasyum içeriği dünyada işletilen göl suları ve tuzla artık çözeltileri ile karşılaştırıldığında yüksek olduğu görülmektedir. Ancak artık çözelti miktarı düşüktür.

4. TUZLA ARTIK ÇÖZELTİLERİNE UYGULANAN PROSESLER

Artık çözeltilerin değerlendirilmesine ilişkin çalışmalar ilk kez İtalya'da başlamıştır. Nikoli tarafından geliştirilen yöntemde 29 Be' salamura 35 Be' kadar buharlaştırılarak başta NaCl olmak üzere tuz karışımı ayrılmaktadır. 35-38 Be' dereceleri arasında %18 potasyum tuzlarını içeren NaCl, MgSC-4, KCl, MgCl₂, K₂SO₄ ve NaBr den ibaret ham tuz karışımı elde edilmektedir. Bu karışım soğuk suda çözülerek doymuş çözelti hazırlanır ve doymuş MgSO₄ karıştırılarak güneşte buharlaşmaya bırakılmaktadır. Aşağıdaki tepkimelere göre;



Şönit çöktürülür. Saflaştırılan bu tuz karışımı suda çözülüp çeşitli kimyasallarla K₂SO₄, MgSO₄ den ayrılır. Örneğin kireç sütünün kullanıldığı tepkime sonunda MgCOH₂ ve CaSO₄·2H₂O çökelekleri süzülerek ayrılır ve süzüntü buharlaştırıldığında K₂SO₄ elde edilir.

Şekil 3 de gösterilen akım şemasına göre Lut Gölünden NaCl, MgCl₂, KCl ve Br₂ üretimi yapılmaktadır.

Ülkemizde Çamaltı tuzlası artık çözeltileri üzerinde kristalizasyon deneyleri yapılarak potasyum ve magnezyum tuzları üretimine yönelik çalışmalar araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Tufan, 1972 Özbay, 1976).

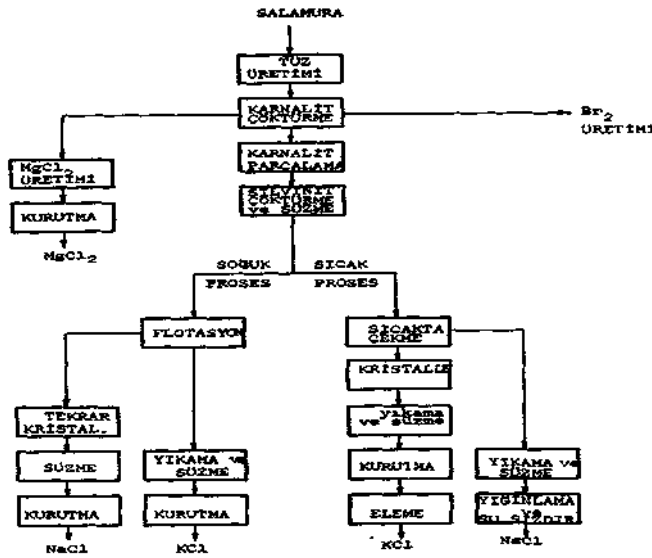
Özbay (1976), tarafından yapılan çalışmada KCl, Mg(OH)₂ ve Br₂ üretimi dört grupta yürütülerek yapılmıştır (Şekil 4).

Birinci işlemde, salamuranın sülfat iyonu, kalsiyum klorür ilave edilerek, CaSO₄·2H₂O halinde çöktürülerek uzaklaştırılmış ve yıkama suları 30-32 Be' getirildikten sonra %15.3 NaCl, %22.4 KCl ve %29 MgCl₂ den ibaret karnalit çökelmiştir. Böylece potasyum karnalit olarak %75 verimle çöktürülmesi sağlanmıştır.

İkinci grupta, yapay karnalitten flotasyon yöntemi ile %76 verimle %90 saflıkta KCl elde edilmiştir. Flotasyon işleminde optimum koşullar, aşağıdaki şekilde sağlanmıştır.

Flotasyon Koşulları.

Yüzdürme Ortamı	NaCl-30.6 g/l KCl-46.8 g/l MgCl ₂ -315.2 g/l
PH	5.5
Tane İriliği	4.76 mm
Toplayıcı (Amac-t)	120 g/ton Karnalit
Köpürtücü	128 g/ton Karnalit
Flotasyon Süresi	9 dakika



Şekil 3. Lut Gölü (İsrail) İşletme Akım Şeması (özbay, 1976)

Üçüncü grupta, karnalit süzütüsünden Brom üretimi gerçekleştirilmiştir. Bunun için 26 Be' kadar seyrelmiş karnalit süzütüsündeki bromür derişimi 1 g/l den büyük olduğundan su buharı ile uzaklaştırma uygulanmış ve klor gazı uygulanarak %94 verimle elementel brom elde edilmiştir.

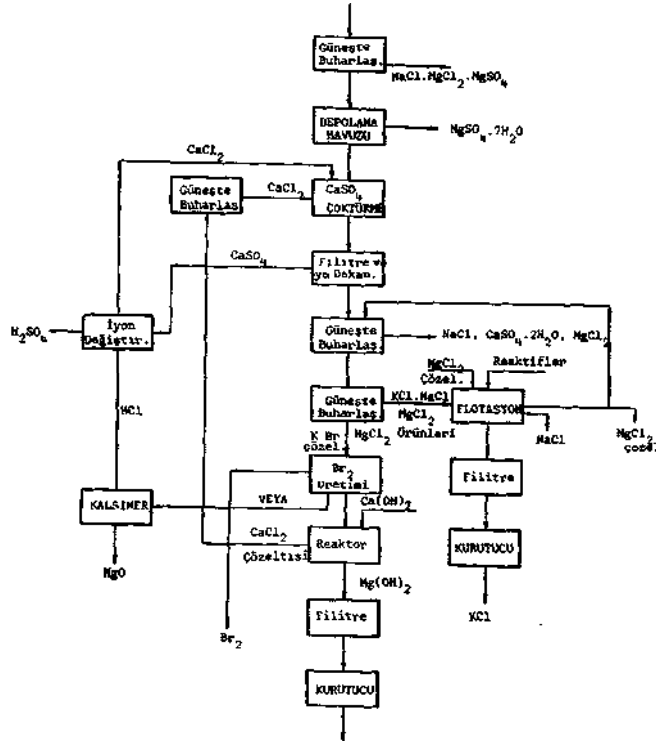
Dördüncü grupta ise, karnalit süzütüsündeki magnezyum derişimi 33.1 gr/l'ye seyreltikten sonra kireç sütü ilavesi ile %84.2 saflıkta Mg(OH)₂, %98 verimle elde edilmiştir. Buna göre Çamaltı Tuzlasının üretimi 1.000.000 Ton/yıl'a çıkartıldığında artık çözeltinin, 2.000.000 m³ olacağı ve bununda ortalama 50.000 ton KCl, 40.000 ton Br₂, 400.000 ton Mg(OH)₂ içereceği anlaşılmaktadır. Bu salamuranın değerlendirilmesi sonucunda yılda yaklaşık 30.000 ton KCl, 3.760 ton Br₂ ve 170.000 ton Mg(OH)₂ üretileceği hesaplanmaktadır, (özbay, 1976)

Yapılan çalışmalarda Çamaltı Tuzlası artık çözeltilerinin buharlaştırılması sonucunda, NaCl, MgCl₂ ve Brom üretiminin mümkün olduğu ifade edilmiştir. Bu tuzların üretimi aşağıdaki kademelerde gerçekleştirilmektedir.

- 29-32,5 Be' %91,45 saflıkta NaCl kristalleri ayrılmaktadır. Bunun su ile yıkanması sonucunda %98 saflığa ulaşıp tuzla üretim

kapasitesinin %20 oranında artırılması mümkün görülmektedir.

- 32,5-35 Be' arasında kristallenen NaCl ve epsomit karışımından uygun koşullarda %67,7 saflıkta Na₂S04 elde edilmiştir.
- 35-35,8 Be' arasında kristallenen karnalit yapıdaki fraksiyonda önce şonit kristallendirilmiş ve şonitdeki NaCl ve MgSO₄ tuzları tek kademelik bir flotasyonla uzaklaştırılmıştır. Bastıncı olarak CMS, Toplayıcı olarak Flotigam PA, köpürtücü olarak Montanol 300 ve Flotanol F'ün kullanıldığı, şonit flotasyonundaki %95 saflıkta konsantr %85 verimle elde edilmiştir. Bu konsantreden 66 °C de su ile K₂SÖ₄ liç edilmiştir. Şonit/Su=0,52 oranında ve üç kademede yapılan işlemler sonucunda %96,6 saflıkta K2SO4 elde edilmiştir.
- MgCl₂'ün ayrılmasında fraksiyonlu kristalizasyon yöntemi kullanılarak beton havuzlarda buharlaştırmanın artık çözeltide 35,8-38,0 Be' ve 38,0-38,5 Be' ye getirilen çözeltiden çok ince taneli karnalit ve epsomit kristalleri ayrılmış ve daha sonra buharlaşmaya devam edilmesi sonucunda %98 saflıkta MgCl₂.6H₂O ürünü elde edilmiştir. (Erbil, 1972, Kartal ve Erbil, 1988)



Şekil 4. Çamaltı Tuzlası Salmurası İçin Önerilen Prosesin Akım Şeması (Özbay, 1976)

Tuzla artık çözeltilerinden geri kazanılan tuzlar ve miktarları Çizelge 4. de verilmiştir.

6. SONUÇ

Çizelge 4. Çamaltı Tuzlası Artık Çözeltilerinden Kazanılan Tuzlar (Kartal ve Erbil, 1988)

Tuzlar	Miktar (Ton/yıl)
NaCl	~"X).000
Na ₂ S0 ₄	99.000
K ₂ S0 ₄	29.245
MgCl ₂ (%30 çözelti)	z00.000
Br ₂	3.300

Çamaltı artık çözeltilerine uygulanacak buharlaştırma, fraksiyonlu kristalizasyon ve diğer yöntemlerin uygulanması ile ülkemizin gereksinim duyduğu tuzların üretimi mümkün olacaktır. Böylece artık çözeltiler değerlendirilebileceği gibi, kaynak kullanımı optimize edilmiş olacaktır.

Deniz suyu içerdiği birçok kimyasal madde bakımından potansiyel bir kaynaktır. Güneş enerjisi ile doğal buharlaşma sonucunda doygunluğa ulaşılıp, NaCl'ün kristallenerek ayrılmasından sonra, artık çözeltilerde zenginleşen potasyum, magnezyum, sodyum ve bromür tuzları ekonomik boyutta değerlendirilebilecek düzeylerde bulunabilmektedir. Özellikle ülkemizde maden yatağı bulunmayan ve dış alım yoluyla temin edilen potasyum tuzları bakımından oldukça önemlidir. GAP projesinin devreye girmesi ile birlikte, potasyum gübresine olan gereksiniminde artarak 2000 yılında 200.000 tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Potasyum tuzları bakımından Tuz Gölü, Bolluk ve Tersakan suları oldukça zengindir.

Ülkemizin en büyük deniz tuzlası olan Çamaltı Tuzlası'nın 1.000.000 ton/yıl kapasiteye ulaştığında, artık çözeltileri de fraksiyonlu kristalizasyon, flotasyon ve çöktürme yöntemlerinin tek veya kombine halde uygulanmasıyla yıllık 30.000 ton KCl, 3.760 ton Br₂, 170.000 ton Mg(OH)₂, 100.000 ton Na₂SO₄ üretimi mümkün görülmektedir. Böylece tuzla artık çözeltilerinden, bazı tuzların kazanılması, ekonomiye de önemli bir katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- ERBİL, Ö. 1989, *Endüstriyel Anorganik Kimya*, Ege Üniversitesi Fen Fak., İzmir
- ERTEM M.E. 1996. *Tu: ve Tekel Çamaltı Tuz işletmesi* Seminer Çalışması, Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fak. Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir
- KARTAL, M., ERBİL, Ö., 1988, *Çamaltı Tuzlası Artık Çözeltilerinden Kimyasal Maddelerin Kazanılması*, Kimya Mühendisliği Dergisi, Sayı 142
- MORDOĞAN, H., HELVACI, C, MALAYOĐLU, U., 1994, *Lityum'un Tersiyer Bor Yatakları ve Göllerdeki Varlığı, Dağılım ve Kazanılma Olanakları*, Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fak. Maden Mühendisliği Bölümü, AFS 908-91.06.01 Nolu Proje, İzmir
- ÖZBAY Y. 1976 *Çamaltı Tuzlası Salamurasından KCl, Br₂, Mg(OH)₂ Üretimi*, A.Ü. Fen Fakültesi Analitik Kimya Kürsüsü, Doçentlik Tezi, Ankara
- PEKİN, B., ERBİL, Ö., 1984, *Çamaltı Tuzlası Artıklarının Değerlendirilmesi Etüd ve Üretim Araştırması*, Ege Üniversitesi Müh. Fak. Kimya Mühendisliği Bölümü, Araştırma Projesi, İzmir
- TUFAN (ERBİL). Ö., 1972, *Çamaltı Tuzlasındaki Ana Çözeltinin Kıymetlendirilmesi*, Doktora Tezi Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Sınai Kimya Kürsüsü, İzmir
-, 1980, *Çamaltı Tuzlasının Artık Salamurasının Değerlendirilmesi Ön Yapılabilirlik Araştırması*, A.Ü. Fen Fakültesi İşletmeler Bakanlığı Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ankara
-, 1990. *Potasyum Kimyasalları*, D.P.T. Müsteşarlık Araştırma Grubu Başkanlığı, Ankara
-, 1994, *Mineral Commodity Summaries*, United States Department of the Interior Bureau of Mines