

Tuz Gölü'nden Tuz Yan Ürünleri Üretiminin/Araştırılması

Ö. Kılıç, A. M. Kılıç

Çukurova Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak. Maden Müh. Bölümü, ADANA

E. Uyanık

Tekel Kaldırım Tuzlası, Şereflikoçhisar, ANKARA

ÖZET: Tuz, insanlığın ilk çağlarından beri önemi ve kullanım alanı günden güne artan bir besin maddesidir. Tuz doğada katı ve çözelti şeklinde bulunmaktadır. Tuz çözülmüş halde denizlerde, göllerde, tuzlu su kaynaklarında ve katı halde ise kaya tuzu şeklinde bulunmaktadır. Tuz sanayide NaCl şeklinde tüketildiği gibi tuzla birlikte kristallenen tuz türevleri (Na_2SO_4 , K_2SO_4 , KCl, MgCO_3 , Mg(OH)_2 , MgSO_4) şeklinde de tüketilmektedir. Yapılan çalışma ile Tuz Gölü sularından NaCl ile birlikte tuz türevlerinin üretilmesi olasılıkları araştırılmıştır.

ABSTRACT: Salt is a nutrient whose importance and usage areas have been increasing day by day since the early ages of humanity. Salt exists as a solution in the seas, lakes and salty water sources; whereas it is found as solid in the form of rock-salt. Salt is consumed not only as NaCl in the industry but also as crystallised salt by products (Na_2SO_4 , K_2SO_4 , KCl, MgCO_3 , Mg(OH)_2 , MgSO_4) together with salt. This study investigated the possibilities of producing salt by products together with NaCl from the salt lake water.

1. GİRİŞ

Kübik sisteme göre kristallenen tuz, Na^+ ve Cl^- iyonlarından oluşmaktadır. Tuz saf halde iken yaklaşık %40 sodyum ve %60 klorürden meydana gelmektedir. Yüksek basınç altında plastik özellik gösteren tuzun sertliği 2,5 olup; özgül ağırlığı $2,1-2,55 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmektedir. Erime noktası $800,8 \text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası ise $1412 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Doğadan üretildiği şekli ile rengi gri, sarı, kırmızı hatta mavi ve yeşil olabilmektedir. Tuz saf iken renksiz ve saydamdır. Tuz yaşamsal öneminden dolayı çok iyi bilinen ve günlük yaşamda sıkça kullanılan bir mineraldir (Ergin, 1988).

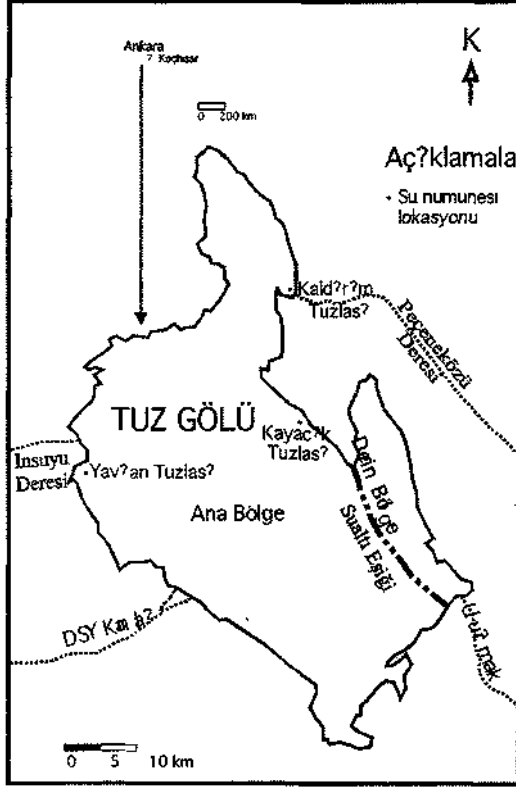
Na_2SO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , KCl ve LiCl vb. tuz yan ürünleri, göl suyunda deniz suyuna göre daha az derişimde bulunan ürünlerdir. Bu ürünler, göl sulanndan NaCl üretimi sırasında NaCl ile birlikte kristallenip NaCl olarak üretildiğinden; yapılan çalışma ile Tuz Gölü suyundan bu tuz yan ürünlerinin kazamlabilmesi için laboratuvar bazında araştırmalar yapılmıştır.

2. TUZ GÖLÜ JEOKİMYASI VE MİNERALOGİSİ

Tuz Gölü yüzeyindeki 1200 km^2 lik bir alanda tuz oluştuğu ve göldeki tuz miktarının 210 milyon ton olduğu ileri sürülmüştür (Şekil 1) (MTA, 1982). Yağış alanı 11900 km^2 olan Tuz Gölü dışarıya akıntısı olmayan kapalı bir havzadır. Bu geniş yağış alanına rağmen, gölün beslenme kaynakları oldukça zayıftır. Göle su getiren akarsular, su taşıma potansiyelleri gün geçtikçe azalan ve zaman zaman tamamen kuruyan derelerdir. Tuz Gölü kapalı havzası içerisinde sularını doğrudan Tuz Gölü'ne boşaltan akarsu sayısı sınırlıdır. Bunların en önemlilerini ise Ulurmak, Peçeneközü ve İnsuyu Deresi oluşturmaktadır. Tuz Gölü'ne ayrıca DSİ sulama kanallarından da su boşalmaktadır. Diğer taraftan Konya İli'nin tüm kanalizasyon sistemi de göle boşalmakta ve çevre kirliliği oluşturmaktadır (Koday, 1999).

Tuz Gölü'ndeki tuzluluk oranı yazın %32,9 gibi en yüksek orana ulaşmaktadır. Göldeki NaCl oranı magnezyum klorür ve sodyum sülfat oranlarından

oldukça yüksektir. Göldeki tuz birikiminin bir çok faktöre bağlı olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Göl çevresindeki gips ve tuz tabakaları içeren Oligosen formasyonun bulunuşunun gölün tuzlaşmasında önemli bir rol oynamaktadır (İnandık, 1955). Göl sulanndaki tuzluluğun gölün tuzlu yüzey sulan ile beslenmesinden kaynaklandığı veya göl tabanında yer alan tuz kaynaklarından gelen suların etkisi ile oluştuğu da belirtilmektedir. Yapılan araştırmalar bölgedeki göllerin, çevrelerinden gelen sular kadar buldukları yerlerdeki suların etkisi altında bileşimlerini kazandıkları, buharlaşma etkisi ile ise göl sulanndaki yabancı madde yoğunluğunun arttığını ortaya koymuştur (Koday, 1999).



Şekil 1. Tuz Gölü yer bulduru haritası

Tuzlu göl sularından tuz üretimi, suların güneş altında buharlaşmasıyla tuzun kristallenmesi esasına dayanmaktadır. Tuz Gölü sularında tuz yoğunluğunun oldukça fazla olması nedeni ile tuz üretimi kolaylaşmakta ve tuz yaz mevsiminde

kendiliğinden oluşmaktadır. Yaz ve kış ayları arasında 1-1,5 m'lik seviye farkı gösteren Tuz Gölü'nün büyük bir kısmı sığdır. Bu sığ kısımlar yaz aylarında şiddetli buharlaşmadan dolayı tamamen kuruyarak 5-30 cm kalınlıkta tuz tabakası oluşturmaktadır (MTA, 1982). Ağustos ayında başlayan lıam tuz üretimi Aralık ayına kadar devam etmektedir. Konya-Cihanbeyli-Yavşan tuzlası," Ankara-Ş.Köçhisar-Kaldırım ve Kayacık tuzlaları "olmak üzere Tuz Gölü'nde üç adet tuz işletmesi bulunmaktadır (Elberk ve ark., 1995; Koday, 1999).

Tuz Gölü'nün alanı mevsimden mevsime büyük değişikliklere uğramakta olup yaz aylarında göl kenarında çok değişik görüntüler oluşturmaktadır. Sulan çekilmiş gölün tabanının Tuz Çölü görünümünde olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Bu bölgeler halofilik bakterilerin bile gelişmeye imkan bulamadıkları tuz alanlarıdır (İnandık, 1955).

Doğal yollarla yapılacak üretimlerde buharlaşmanın doğal oluşum mekanizmasının tam olarak belirlenebilmesi, meteorolojik veriler (buharlaşma ve yağış oranları) yardımı ile gerçekleşmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı istasyonlarda daha çok tatlı su ile buharlaşma ölçülmektedir. Ancak tuzlalarda en düşük çözelti 25 Borne (Bé) yani yoğun bir çözeltidir. Bu bileşime sahip çözeltideki buharlaşma tatlı suya nazaran oldukça yavaş gerçekleşmektedir. Çizelge 1'de ise Tekel Kaldırım Tuz İşletmesi Müdürlüğü Meteoroloji İstasyonu'ndan alınmış 2000 yılına ait meteorolojik veriler gösterilmiştir.

Tuz Gölü sularında bulunan kimyasalların derişimi (NaCl hariç) deniz tuzlarından farklılık göstermektedir. Deniz suyundan tuz üretiminde öncelikli olarak NaCl'nin tamamına yakını çökelmekte (kristallenmekte) ardından ise diğer bileşenler kristallenmeye başlamaktadır. Tuz Gölü sularından tuz eldesinde ise durum biraz daha farklılık göstermektedir; göl suyunda bulunan deniz suyuna göre daha az derişimdeki yan ürünler ($MgSO_4$, $MgCl_2$, KCl ve $LiCl$) NaCl ile birlikte kristallenmektedir. Tuz Gölü sulan mevsimlere bağlı olarak derişim göstermektedir. Doygun hale gelen çözeltideki mineraller çöktükçe bazı elementlerdeki zenginleşme deniz sulannda olduğu gibi Tuz Gölü sulannda da izlenmektedir.

Çizelge 1. Tekel Kaldırım Tuz İşletmesi Müdürlüğü Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan 2000 yılı meteorolojik verileri

Aylar	* Toplam Yağış Miktarı	»Buharlaşma Miktarı (mm)	»Ort. Sıcaklık (°C)	Max. Sıcaklık (°C)	Min Sıcaklık (°C)	*Ort. Nispi Nem (%)	**Min. Nispi Nem (%)	»Ort. Rüzgar Hızı (m/s)	*Ort Rüzgar Yönü	** Max. Rüzgar Hızı (m/s)
Nisan	46,3	144,8	14,0	32,0	-1,0	66	28	0,2	SE	9,4
Mayı.	33,8	158,4	16,0	31,0	4,0	63	27	1,6	SE	8,8
Haziran	13,7	226,7	20,0	31,4	6,2	58	17	2,9	NE	7,9
Temmuz	-	339,6	27,0	39,1	15,1	41	11	2,6	NE	7,0
Ağustos	33,9	299,5	23,0	35,4	8,2	51	16	3,5	NE	7,7
Eylül	-	216,8	19,0	30,2	6,0	50	22	2,5	NW	4,5
Ekim	38,1	92,3	12,0	26,2	-0,2	69	30	2,0	SW	8,7
Kasım	3,5	53,8	7,0	18,0	-0,1	54	38	1,4	SW	2,1
Aralık	36	57,1	2,0	12,5	-1,3	80	47	1,9	NW	6,2

*: Aylık değerler

** : Ay içerisindeki günlük değerler

Not : Mevsimlik işçilerin iş akitlerinin askıda olduğu ocak-şubat-mart dönemlerinde meteorolojik veri alınmamıştır.

Tuz Gölü'nün jeolojik yönden benzeri Great Salt Lake (Utah/ABD)'dir. Dünyada üzerinde en çok araştırma yapılan ve en büyük tuz üretim alanlarından biri olan Great Salt Lake'de yıllık üretim, NaCl 3 200 ton, K₂S₀ 216 ton, N₂S₀ 450 ton, MgCl 600 ton ve LiCl 4 ton şeklinde gerçekleşmektedir (MTA, 1981). 2000 yılı verilerine göre Tuz Gölü tuzlarında

gerçekleştirilen tuz üretimi ise Çizelge 2'de gösterilmiştir (Tekel 1999 Faaliyet Raporu). 2000 yılı tuz üretim kapasitelerine göre Tuz Gölü'nde gerçekleştirilen NaCl üretimi, Türkiye tuz üretiminin yaklaşık %70'ine karşılık gelmektedir. %30'luk diğer tuz üretimi ise deniz tuzları ve kaya tuzu üretim bölgelerinden karşılanmaktadır.

Çizelge 2. 2000 yılı Tuz Gölü üretim kapasitesi, üretim programı ve gerçekleşme durumu

Tuzla Adı	1999 Yılı üretimi	2000 Yılı		Gerçekleşme (%)	
		Program	Gerçekleşen	Programa göre	1999'agöre
Kaldırım	483 728	450000	535 438	18,9	10,6
Kayacak	404 145	350 000	472468	34,9	16,9
Yavşan	490 564	470 000	425 564	-9,4	-13,16
TOPLAM	1 378 437	1 270 000	1 433 901	12,9	4,0

3. TUZUN KULLANIM ALANLARI

Temel besin maddelerinden birisi olan tuz, çeşitli sektörlerdeki, geniş kullanımının yanı sıra özellikle, hızla gelişmekte olan kimya sanayiinin çok önemli bir hammaddesidir. Sanayileşmiş ülkeler, dünya tuz üretiminin yaklaşık %90'ını gerçekleştirmektedir. Sektörel gelişmelere paralel olarak tuz kullanımının yaygınlaşması ile birlikte dünya tuz üretimi de içinde bulunduğumuz yüzyılın başından itibaren hızla artmıştır. 1900'lü yıllarda yaklaşık 10 milyon ton olan dünya tuz üretim düzeyi 2000 yılında 200 milyon ton'a ulaşmıştır. Artıştaki en büyük etken, kimya sanayiinde gözlenen olağanüstü gelişme Kişi başına yıllık tuz tüketimi dünyada 30-31 kg dolayındadır. Gelişmiş ülkelerdeki tuz tüketimi ise kişi başına 100-200 kg seviyesine kadar

olmuştur. Tahminlere göre dünya tuz üretiminin yaklaşık %65'i sodyum karbonat, klor, kostik soda ve sodyum sülfat üretiminde kullanılmaktadır. Tuz endüstrisinde Pazar olanağı sağlayan ve özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra gelişen diğer bir kullanım alanı da karayollarında buzlanmayı önleyen çalışmalar olmuştur. Bu alandaki kullanım, dünya tuz üretiminin özellikle ağır geçen kış mevsimlerinde %10-12 kadarını kapsamaktadır. Diğer sanayilerdeki kullanımı ise yine yaklaşık %12 oranında gerçekleşmektedir. Tuzun gıda hammaddesi olarak kullanımı dünya nüfusundaki artışa bağlı olarak %10-15 arasında olduğu tahmin edilmektedir (İlter, 1979).

çıkılmaktadır. Ülkemizde ise kişi başına tuz tüketimi dünya ortalaması düzeyindedir (Tekel 1999 Faaliyet Raporu).

Tuzlu su kaynaklarından elde edilen magnezyum, saflığının yüksek oluşu nedeni ile metalik magnezyum üretiminde kullanılmaktadır. Magnezyum bileşikleri de refrakter ve izolasyon malzemesi yapımında, lastik, baskı mürekkebi ve ilaç imalatında hammadde olarak kullanılmaktadır. $MgCl_2$, $MgSO_4$, MgO , $Mg(OH)_2$, $MgCO_3$ ve metalik magnezyum ithalat yolu ile elde edilmektedir.

Potasyum, potash gübre yapımında, deterjan, cam boya endüstrisinde giderek artan bir potansiyelle kullanılmaktadır. Ülkemizde potasyum bileşikleri özellikle yapay gübre üretiminde ve incir ve üzüm kurutulmasında önemli miktarlarda tüketilmektedir. Lityum, özellikle termonükleer enerji ve lityum-pil yapımında kullanılmaktadır. Lityum kazanımı magnezyum ve NaCl'nin yan ürünü olarak yapılabilmektedir.

Brom bileşikleri kimya sanayii ve fotoğrafçılıkta geniş ölçüde kullanılmaktadır.

4. TUZ GÖLÜ'NDEN TUZ ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Tuz Gölü'nden NaCl dışında yan ürünlerin üretimi, NaCl üretiminden sonra arta kalan acı sudan diğer tuz türevlerinin elde edilmesi, doğal kaynaklarımızın ekonomik olarak değerlendirilmesi potas, lityum gibi tamamen ithalat yoluyla alabildiğimiz ürünlerin üretilmesi açısından son derece önemlidir. Bu ürünlerin tuz gölünden sağlanması ile ilgili sorunlar, teknik ve ekonomik koşulların ayrıntılı olarak belirlenmesi ve uygun yöntemin seçilmesi ile gerçekleşecektir (MTA, 1981). Bu yöntemler:

- 1- Çökeltme yöntemleri: Bu yöntem tuzlu suya çöktürücü maddelerin aşamalı olarak katılması ile gerçekleştirilmektedir. Katılan dolomit veya kireçtaşı gibi maddeler yöntemin uygulandığı yerlerde kolaylıkla temin edilebilen malzemelerdir.
- 2- Soğutma yöntemleri: Bu yöntemler, değişik özgül ağırlıklardaki tuzlu suların soğutulması ile Na_2SO_4 , $MgSO_4$ veya $MgSO_4$ ve potas elde edilmesini sağlamaktadır.
- 3- Yüzdürme yöntemleri: Soğutma ve buharlaştırma aşamalarında elde edilen katı tuz karışımlarının çeşitli amaçlara göre değişik

flotasyon teknikleri ile ayrılması esasına dayanmaktadır.

- 4- Acı su tuzlarının bileşenlere ayrılması. Soğutma ve buharlaştırma aşamalarında elde edilen katı tuz karışımlarının katıdan özütleme veya diğer bir tuzla ayrılması esasına dayanmaktadır.

5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneyler, tuz yan ürünlerinin elde edilmesi amacı ile aşağıda ana hatları verilen işlemlerin izlenmesi ile gerçekleştirilmiştir:

- 1- 1,240 özgül ağırlığa kadar buharlaştırma ile NaCl elde etmek,
- 2- Tuzlu suyu Na_2SO_4 (Mirabilit) elde etmek için soğutmak,
- 3- Geriye kalan tuzlu suyu buharlaştırıp NaCl elde etmek,
- 4- Buharlaştırmaya devam edip $MgCl_2$ -KCl-NaCl (Karnalit) elde etmek,
- 5- En son aşamada $MgSO_4$ - $MgCl_2$ (bişofit) elde etmek

Deneylerde kullanılan Tuz Gölü sularının kimyasal analizleri yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir. 2000 yılı üretim havuzlarında üretilmiş ham tuzlardan numuneler alınmış ve bu numuneler üzerinde yapılan kimyasal analizler neticesinde Çizelge 5'te verilen sonuçlar elde edilmiştir.

Tuz türevlerini Üretebilmek" için yapılan deneysel çalışmalar ise akım şeması halinde Şekil 2'de gösterilmiştir.

5.1. Sodyum Klorür Elde Edilmesi

Bu aşamada 1,215 özgül ağırlıktaki 100 litre tuzlu göl suyu, 1,240 özgül ağırlığa kadar güneşte buharlaştırılarak 10,250 kg NaCl elde edilmiştir.

5.2. Sodyum Sülfat Elde Edilmesi

1*240 özgül ağırlıktaki 35 litre tuzlu su %5 oranında saf su ile seyreltilerek -20 °C'de 10 saat süre ile bırakılmıştır. Kristaller çözeltiden süzülerek alınmış ve 4,050 kg ağırlıkta tuz elde edilmiştir. Acı su -20 °C'ye soğutulduğu zaman sülfatın %95'i Na_2SO_4 olarak ayrılmıştır. Ayrıca, Na_2SO_4 elde edilmesi sırasında yapılan seyreltmenin Na_2SO_4 miktarını artırdığı gözlenmiştir.

Çizelge 4. Tuz Gölü sularının kimyasal bileşimi

Element adı	Haziran ayı değerleri (g/l)	Eylül ayı değerleri (g/l) (En yoğun)	pH		Yoğunluk (g/l)		T(°C)	
			Haziran	Eylül	Haziran	Eylül	Haziran	Eylül
Li	0,050	0,303						
Sr	0,127	0,175						
B	0,046	0,330						
Br	0,935	0,642						
Na	111,2	85	7,3	7,15	1,18	1,30	23	26
K	1,4	9,13						
Ca	0,85	0,15						
Mg	3,5	1,42						
Cl	180	182						
SO ₄	8,2	45						

Çizelge 5. Tuz Gölü tuzlarında üretilen -ham tuzların kimyasal analiz sonuçları

Analiz Değerleri (%)	Kayalık Tuzlası	Kaldırım Tuzlası	Yavşan Tuzlası
Rutubet	5,4950	1,6710	1,1320
Suda çözünen maddeler	0,0780	0,1100	0,2840
CaSO ₄	0,6807	0,4766	0,6807
CaCl ₂	-	-	-
K ₂ SO ₄	0,2467	0,4629	0,4371
MgSO ₄	0,0430	0,0481	0,0348
MgCl ₂	-	-	-
NaCl (Rutubetli)	93,2566	96,7314	97,2314
NaCl (Kuru)	98,7516	98,4024	98,3634

5.3. Sodyum Klorür Elde Edilmesi

İlk aşamada tuzlu sudan ayrılan NaCl'nin %80'lik önemli bir kısmı ilk buharlaştırma aşamasında kristallenmektedir. Bu aşamada çözeltideki SO₄²⁻ iyon konsantrasyonu azaldığı için ikinci kez NaCl elde edilebilmektedir. 1,200 özgül ağırlıkta 30 litre acı su tekrar NaCl elde etmek için 1,286 özgül ağırlığa kadar buharlaştırıldığında 7,15 kg tuz elde edilmiştir.

5.4. Karnalit Elde Edilmesi

1,286 özgül ağırlıktaki tuzlu su 1,350 olana kadar buharlaştırmaya devam edilmiş 1,150 kg karnalit tipi karışık tuz elde edilmiştir.

5.5. MgSO₄ ve MgCl₂ Karışık Tuzları

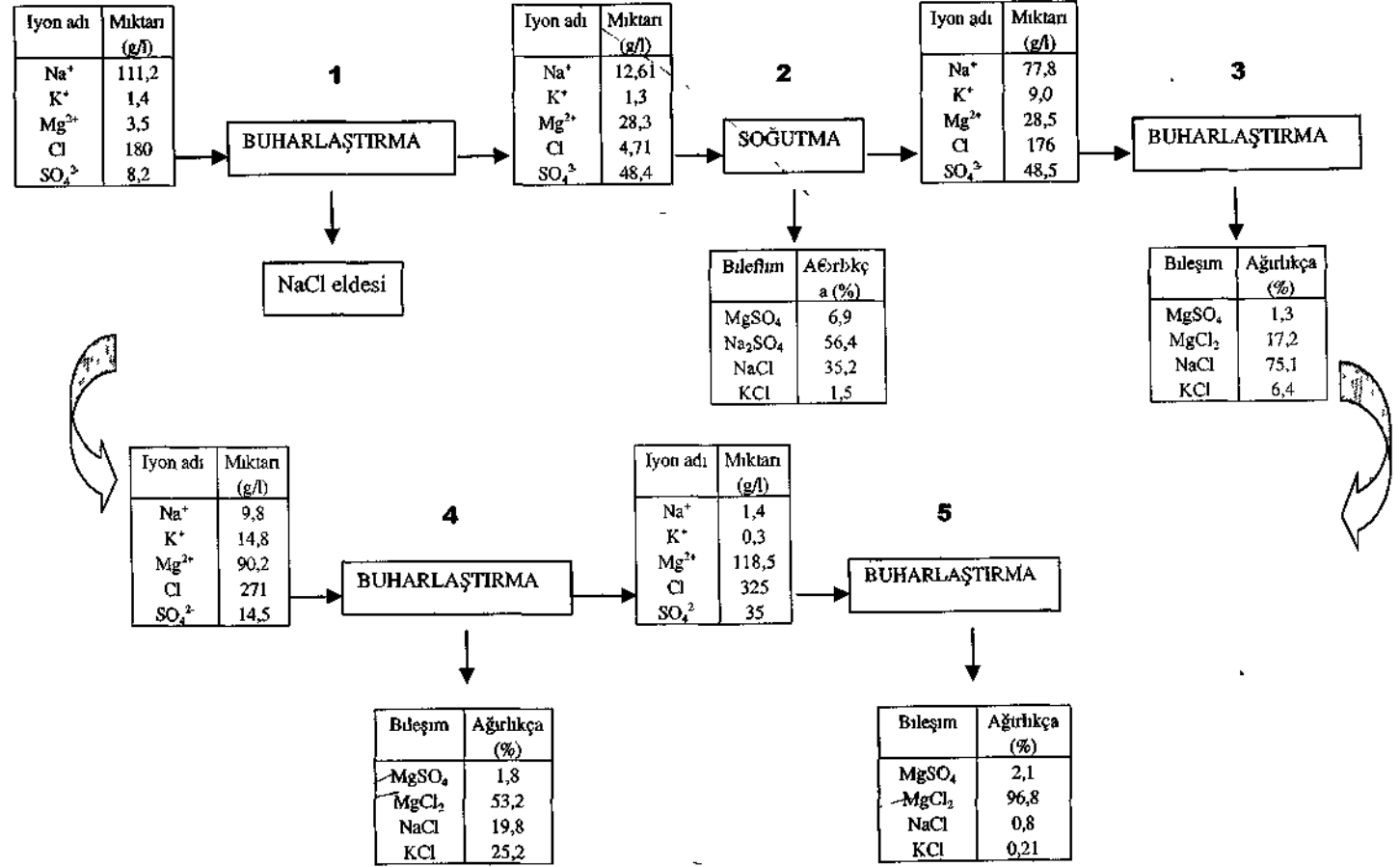
İşlemler sonrası artan suda SO₄²⁻ çe bir zenginleşme görülmektedir. Dolayısıyla bu aşamadan sonra çökelen karışık magnezyum tuzları MgSO₄-MgCl₂ içermektedir. 1,350-1,370 özgül ağırlıklarında

bişofit elde edilmiştir. Acı suyun tamamen buharlaştırılması ile toplam 5,200 kg magnezyum tuzları elde edilmiştir.

6. SONUÇLAR

Tuz Gölü'nde uygulanabilirliği düşünülen yöntem bu dört yöntemin karışımı şeklindedir. Ancak temelde güneşle buharlaştırma ve doğal olarak soğutma prensiplerine dayandırılmaktadır. Özellikle oldukça ciddi enerji dar boğazları yaşanan ülkemizde Tuz Gölü sularından NaCl dışında yan ürünlerin üretilmesi için buharlaştırma ve soğutma işlemlerinin doğal koşullarda yapılması çok büyük önem kazanmaktadır. Tuz Gölü'nde yapılabilecek pilot ölçekteki çalışmalar, tuz yan ürünleri üretiminin ne ölçüde gerçekleştirilebileceğini ortaya koyabilecektir. Yaz ve kış mevsimi aylarını kapsayacak pilot ölçekli bir çalışma, yöntemin ne gibi doğal sorunlarla karşılaşabileceğini göstermesi ve çıkabilecek sorunlar karşısında çözüm yollarının belirlenebilmesi açısından önem kazanacaktır.

İşletme bazında 2000 yılı üretimi göz önüne alındığında Tuz Gölü sularının 1,22 spesifik graviteye kadar buharlaştırılması ile yılda 1,4 milyon ton NaCl, 17 000 ton MgSO₄, 33 650 ton MgCl₂ ve 10 360 ton KCl üretimi gerçekleştirilebilecektir.



Şekil 2. Deneysel çalışmaları gösterir akım şeması

3 . TUZUN KULLANIM ALANLARI

Temel besin maddelerinden birisi olan tuz, çeşitli sektörlerdeki geniş kullanımının yamsıra özellikle, hızla gelişmekte olan kimya sanayimin çok önemli bir hammaddesidir. Sanayileşmiş ülkeler, dünya tuz üretiminin yaklaşık %90'ını gerçekleştirmektedir. Sektörel gelişmelere paralel olarak tuz kullanımının yaygınlaşması ile birlikte dünya tuz üretimi de içinde bulunduğumuz yüzyılın başından itibaren hızla artmıştır. 1900'lu yıllarda yaklaşık 10 milyon ton olan dünya tuz üretim düzeyi 2000 yılında 200 milyon ton'a ulaşmıştır. Artıştaki en büyük etken, kimya sanayiminde gözlenen olağanüstü gelişme olmuştur. Tahminlere göre dünya tuz üretiminin yaklaşık %65'ini sodyum karbonat, klor, kostik soda ve sodyum sülfat üretiminde kullanılmaktadır. Tuz endüstrisinde Pazar olanağı sağlayan ve özellikle II Dünya Savaşı'ndan sonra gelişen diğer bir kullanım alanı da karayollarında buzlanmayı önleyen çalışmalar olmuştur. Bu alandaki kullanım, dünya tuz üretiminin özellikle ağır geçen kış mevsimlerinde %10-12 kadarmı kapsamaktadır. Diğer sanayilerdeki kullanımı ise yine yaklaşık %12 oranında gerçekleşmektedir. Tuzun gıda hammaddesi olarak kullanımı dünya nüfusundaki artışa bağlı olarak %10-15 arasında olduğu tahmin edilmektedir (liter, 1979)