

Türkiye'deki Acı Göllerden Sodyum Sülfat Üretimi

İ. Gündoğan, H. Mordoğan ve C. Helvacı

Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bomova-ITMİR

ÖZET: Bu çalışmada; deterjan, tekstil, kağıt, cam ve diğer endüstriyel alanlarda önemli ölçüde tüketilen sodyum sülfatın, özellikleri, ülkemiz güncel acı göllerindeki potansiyeli, üretimi ve ekonomiye katkısı araştırılmıştır. Acıgöl, Bolluk ve Tersakan göllerinden doğal yöntemlerle glauber tuzu (kristal tip) ve susuz sodyum sülfat (tüvenan hafif tip) üretimi yapılırken Acıgöl'de bulunan işletmelerde teknolojik yöntemlerle de susuz sodyum sülfat (ağır tip) üretimi yapılmaktadır. Üretilen sodyum sülfatın büyük bir bölümü ülkemizde tüketilirken, kalanı ihraç edilerek ekonomiye önemli bir katkı sağlanmaktadır.

ABSTRACT: This study investigates the characteristics, potential in bitter lakes, production and economical contribution of sodium sulphate which is widely consumed in detergent, textile, paper, glass and the other industry branches. While glauber salt and anhydrous sodium sulphate are being produced in the Acıgöl, Bolluk and Tersakan lakes, anhydrous sodium sulphate is being produced by the companies in the Acıgöl lake using technological methods. While a large part of the sodium sulphate produced is consumed locally, the rest is exported which contributes significantly to the country's economy.

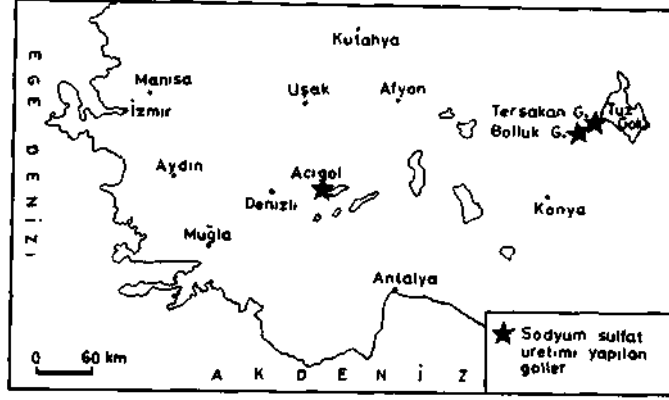
1. GİRİŞ

Sodyum sülfat, doğada yaygın olarak glauber tuzu (mirabilit, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ve thenardit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) halinde bulunmaktadır. Üretim güncel acı göllerden olabildiği gibi eski karışık evaporit tuzlarının tekrar çözündürülüp çökeltilmesiyle de gerçekleştirilebilmektedir.

Dünyadaki en büyük üretim Kanada'nın Great Plains bölgesindeki Saskatchewan, Alberta, Kuzey Dakota ve Montana'da yer

alan playa ve tuz göllerinden yapılmaktadır (Smith, 1979; Last, 1984). Diğer önemli yataklar Rusya'da Hazar Denizi'nin Karaboğaz koyunda, Sibiry (Task)'da ve ABD'de Nevada'da bulunmaktadır. Nevada'da eski evaporit tuzların tekrar çözündürülmesi yoluyla sodyum sülfat üretimi yapılmaktadır.

Türkiye'deki en önemli sodyum sülfat üretim yerleri Acıgöl, Bolluk ve Tersakan gölleridir (Şekil 1). Bu göllerden glauber tuzu ve thenardit gibi sodyum sülfat mineralleri üretilmektedir (Gündoğan, 1994). Bunların



Şekil 1. Türkiye'de Sodyum Sülfat Üretimi Yapılan Göller

dışında Beypazan'nda jipsli evaporit düzeyleri arasında sodyum sülfat glauberit ve thenardit olarak bulunmaktadır (Helvacı ve dığ, 1989).

Sodyum sülfat birincil olarak üretilebildiği gibi, NaCl'den HCl üretimi, NaNCtytan HNO₃ üretimi, cevherlerden lityum üretimi, bakirli pirit cüruflarının NaCl ile kavrulmasıyla elde edilen ürünlerin işlenmesi sırasında ve viskoz yöntemiyle suni ipek üretiminde yan ürün olarak kazanılmaktadır. Önemli bir endüstriyel madde olan sodyum sülfat giderek artan oranlarda deterjan, tekstil, kağıt, cam ve diğer önemli sanayi dallarında tüketilmektedir.

Bu çalışmada sodyum sülfatın özellikleri, kullanımı ve ülkemizdeki acı göllerden üretimi ile ekonomik önemi açıklanmıştır.

2. POTANSİYELİ VE KULLANIM ALANLARI

2.1. Potansiyeli

Türkiye'deki Acıgöl, Bolluk ve Tersakan götleri önemli ölçüde sodyum sülfat içermektedir. Bu göllerin su bileşimi mevsimsel olarak büyük değişiklikler göstermektedir. Evaporasyonun yoğun olduğu yaz aylarında su bileşimindeki iyonların konsantrasyonu maksimuma ulaşırken kış aylarında yağışların etkisiyle bu değer minimuma inmektedir. Acıgöl, Bolluk ve Tersakan göllerinin su analizleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Su analizlerinden göllerin sodyum sülfatça zengin oldukları görülmektedir. Göl büyüklükleri, su hacimleri ve kimyasal bileşimleri gözönüne alınırsa Acıgöl (157 km²'de yaklaşık 50.000.000 t, Bolluk Gölü (11 km²)'nde 160.000 t ve Tersakan Gölü (52 km²)'nde 630.000 t sodyum sülfat rezervi olduğu söylenebilir. Bu rezervler yalnızca su kimyaları ve hacimleri dikkate alınarak göllerin şuan ki ve olabilecek olan en az potansiyellerini belirtmektedir. Gerçek değerler bunların oldukça üstündedir. Uzun

Çizelge 1. Acıgöl, Bolluk ve Tersakan Göllerinin Su Analizleri (Alkım, 1993)

Yer ve Tarih	pH	Yoğunluk	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCOV	CCl ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻
(mg/l)										
Acıgöl 15 7 1991	8 5	1 115	46000	1000	540	4100	240	210	31570	51850
Bolluk Gölü 15 7 1993	8 5	1 085	19000	2700	724	9336	415	300	29610	37250
Tersakan Gölü 15 7 1993	82	1 078	20000	2400	960	7560	275	275	24430	36960

yıllardan beri bu , göllerden büyük miktarlarda üretim yapılmasına karşın göllerin iyon konsantrasyonlarında üretime bağlı olarak büyük bir değişiklik olmamıştır. Bu da göllerin bazı kaynaklarca beslendiğini göstermektedir. Yapılan çalışmalarda, Acıgöl'de faylara bağlı sodyum sülfatlı kaynaklarla birlikte bakteriyolojik faaliyetler sonucu da sülfat beslenmesinin olduğu (İçözü, 1991), Bolluk ve Tersakan göllerinde ise daha çok volkanizmaya bağlı sülfatça zengin mineralli sularla göl sularının beslendiği belirtilmektedir (Gündoğan, 1994).

2.2 Kullanım Alanları

Sodyum sülfat, kağıt sanayi ya da sülfat yöntemi ile selüloz üretiminde, sodyum sülfür üretiminde, cam üretiminde, seramik yapımında, toz deterjan sanayiinde katkı maddesi olarak, tekstil sanayiinde boya banyolarında ve boya sanayiinin boya çözeltilerinin kestirilmesi gibi endüstrinin birçok alanında kullanılmaktadır.

3. MİNERALojİK, FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Doğada yaygın olarak gözlenen sodyum

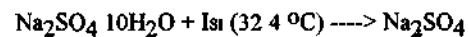
sülfat mineralleri, glauber tuzu (mirabilit) ve thenardittir. Bu minerallerin mineralojik özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

TS 1866 "Sodyum Sülfat" standardı ile sanayide kullanılan sodyum sülfatlar Çizelge.3'te verildiği gibi üç grup altında toplanmışlardır. Buna göre susuz olarak bilinen sodyum sülfat (thenardit), Tip 1 ve Tip II olarak iki gruba, sulu sodyum sülfat olarak bilinen glauber tuzu (mirabilit) da "Kristal Sodyum Sülfat" adı altında tek grup olarak sınıflanmıştır.

Çizelge 2. Sodyum Sülfat Minerallerinin Mineralojik Özellikleri

	Glauber Tuzu (Mirabilit)	Thenardit
Formül	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	Na ₂ SO ₄
Kristal Sistemi	Monoklinik	Ortorombik
Yoğunluk	15	27
Sertlik	1	2-3

Glauber tuzu, %44 Na₂SO₄ ve %56 kristal suyundan oluşmaktadır. Glauber tuzu, kritik sıcaklık olan 32°C'nin üstünde kristal suyunu kaybederek susuz sodyum sülfata (thenardit) dönüşmektedir.



Glauber tuzu

Thenardit

Çizelge 3. TS 1866 Standardına Göre Çeşitli Tip Sodyum Sülfatta Aranılan Fiziksel ve Kimyasal-Özellikler (TSE, 1986)

Özellikler	Susuz Sodyum Sülfat Tipi	Susuz Sodyum Sülfat Tipi	Kristal Sodyum Sülfat
Sodyum Sülfat (Na_2S_4 olarak)	99.00	97.00	42.500
Suda çözünmeyen maddeler, en çok % ağırlık	0.25	0.50	0.020
Klorür (NaCl olarak) en çok % ağırlık	0.30	1.50	0.033
Demir (Fe olarak) en çok % ağırlık	0.01	0.10	0.005
Kütle kaybı, 110 C°'de en çok % ağırlık	0.20	1.00	-
pH	7.00-7.50	7.50-8.00	6.00-8.00

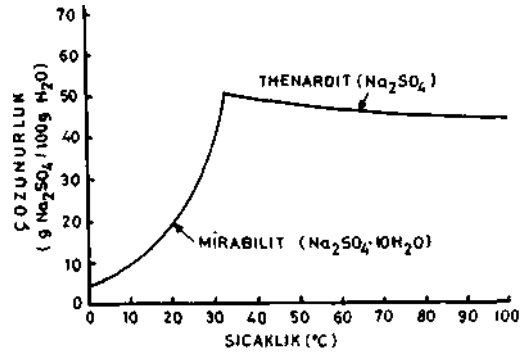
Cooke (1981)'e göre sıcaklık ve çözünürlüğe bağlı olarak glauber tuzu (mirabilit) ve thenardit arasındaki ilişki Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre sodyum sülfatın çözünürlüğü 0-32 °C arası sıcaklıkta sıcaklığa bağlı olarak çok hızlı bir şekilde doğru orantılı artarken, 32 °C'den sonra çözünürlük sıcaklıkla ters orantılı olarak hafif bir azalma göstermektedir. Çözünürlük 0 °C'de maksimum 5 g/100 mL iken 32 °C'de 50 gr/100 mL'ye çıkmakta, 32 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise büyük çözünürlük değişimleri olmamaktadır. 0-32 °C aralığında sodyum sülfatın sulu fazı (glauber tuzu= mirabilit), 32 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise susuz fazı (thenardit) durmaktadır.

4. TÜRKİYE'DEKİ ACI GÖLLERDEN SODYUM SÜLFAT ÜRETİMİ

4.1 Doğal Üretim Yöntemleri

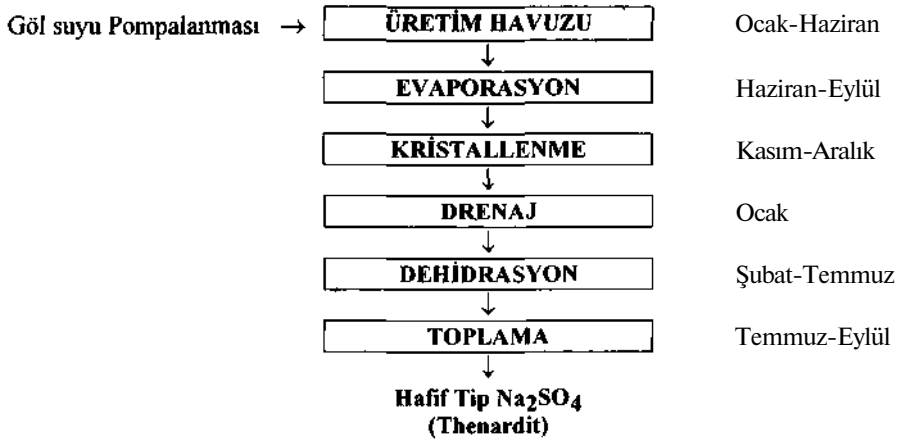
Acıgöl, Bolluk ve Tersakan göllerinden uzun yıllardan beri ALKİM A.Ş. ve SODAŞ AŞ (yalnız Acıgöl'de) tarafından sodyum sülfat üretimi yapılmaktadır. Bu amaçla göllerin doğal bölümleri setlerle çevrilerek üretim havuzları oluşturulmuştur. Bu üretim havuzlarında gerçekleştirilen sodyum sülfat üreti-

mi kısaca altı evreden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla; gölden havuzlara su pompalanması, evaporasyon, soğuma nedeniyle kristallerime, kristallerime sonrası drenaj, dehidrasyon (kuruma) ve toplama evreleridir (Şekil 3). Normal koşullarda her üretim havuzundan iki yılda bir sodyum sülfat (thenardit) üretimi gerçekleştirilmektedir. Ancak bazı durumlarda bu süre bir yıla melebilmektedir.



Şekil 2 Sodyum Sülfatın Sıcaklık-Çözünürlük Eğrisi (Cooke, 1981).

Gölden üretim havuzlarına su pompalanması Ocak-Haziran ayları arası yapılmaktadır.



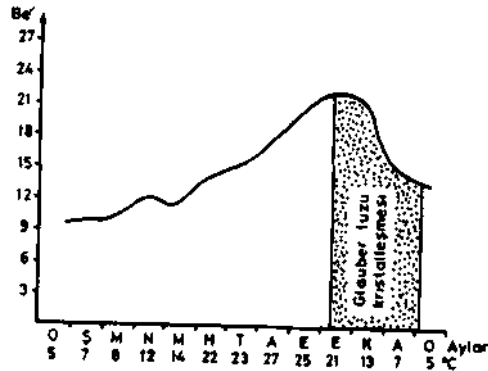
Şekil 3. Acıgöl, Bolluk ve Tersakan Göllerinden Doğal Yollarla Sodyum Sülfat Üretim Evreleri

Ocak ayında göl suyu bomeşi 9-10 Be' iken 'havaların ısınmaya başlamasıyla evaporasyona bağlı olarak su bomesindeki artış Nisan ayma kadar devam etmektedir.

Su yoğunluğu Nisan ayındaki yağışlar nedeniyle 1-2 bomelik azalmalar gösterirken ayın sonlarına doğru tekrar yükselişe geçerek Ekim ayma kadar devam eder. Bu aşamada bazı safsızlıklar da çökmektedir. Ekim ayında su yoğunluğu 23-25 bomeye ulaşmaktadır. Ekim ayından itibaren Kasım ve Aralık aylarında havaların ve dolayısıyla üretim havuzlardaki suyun soğumaya başlamasıyla suda doymun haldeki sodyum sülfat kristalleşmeye başlamaktadır. Şekil 4'te Bolluk Gölündeki bir üretim havuzunda aylık bome değişim değerleri örnek olarak verilmiştir.

Kristalleşme sonrası su yoğunluğu 11-12 bomeye inmektedir. Ocak ayından itibaren üretim havuzlarında Cl^- ca zenginleşmiş atık su drenajlanarak göle pompalanmakta ve

glauber tuzu olarak kristalleşmiş sulu sodyum sülfat kristalleri doğal dehidrasyona bırakılmaktadır. Haziran-Temmuz aylanna kadar rüzgar ve sıcaklığın etkisiyle glauber tuzu suyunu kaybederek toz pudra halinde susuz formu olan thenardite dönüşmektedir. Toz halindeki bu susuz sodyum sülfata güneş malı da denmektedir. Güneş malı süpürülerek toplanmakta ve doğal haliyle sanayinin değişik dallarına pazarlanmaktadır.



Şekil 4. Bolluk Gölü, A Üretim Havuzunun 1988 Yılı Aylık Bome (Be) Değişim Grafiği (ALKİM, 1993)

4.1.1 Doğal Yöntemle Sodyum Sülfat Üretimini Etkileyen Faktörler

Sodyum sülfat üretimim' etkileyen faktörler kristalleşme öncesi ve kristalleşme sonrası olmak üzere ikiye ayrılır.

A- Kristalleşme Öncesi : Bu evre gölden havuzlara su verilmesinden kristalleşme sonuna kadar olan zamam kapsar. Bu aşamadaki en önemli faktör ısıdır. Evaporasyon evresinde ısının maksimum, kristalleşme evresinde ise minimum olması sodyum sülfat üretimi için en ideal koşulları oluşturur.

B- Kristalleşme Sonrası : Bu aşamadaki en önemli faktörler ısı, yağmur ve rüzgardır.

Isı : Glauber tuzunun susuz sodyum sülfata dönüşüm sıcaklığı 32 °C olduğu gözönüne alınırsa Temmuz-Ağustos ve Eylül aylarında (toplama evresi) hava sıcaklığının bu değerin üzerinde olması gerekir.

Yağmur : Sodyum sülfat üretimini tehdit eden faktörlerin en önemlilerinden biri yağmurdur. Nisan-Mayıs aylarında yağın yağmur selle» halinde üretim havuzlarına doğru aktığından üretim havuzları etrafındaki drenaj ağının çok iyi yapılmış olması gerekmektedir. Bunun dışında toplama evresinde yağın yağmur, toz haline gelmiş olan thenardit üzerinde ince bir kabuk oluşturur, bu da üretimi olumsuz olarak etkilemektedir. Toplama evresinde yağabilecek 15-20 dakikalık hafif bir yağmur toplama işleminin 2-3 gün gecikmesine neden olur

Rüzgar : Toplama zamam rüzgarm hiç olmaması iyidir Ancak çok hafif bir rüzgar,

ısıyı dehidrasyon halindeki glauber tuzu kristallerin gözeneklerine fanlayarak dehidrasyon işlemini hızlandırmakta bu da kısa zamanda daha çok ürün toplanmasına yardımcı olmaktadır. Fakat belli bir yönde şiddetli ve sürekli bir rüzgarm çıkması pudra halindeki susuz sodyum sülfat kristallerini (güneş malı) uçurmakta ve uzaklara taşıyabilmektedir.

4.2 Teknolojik Üretim Yöntemleri

Teknolojik yöntemlerle sodyum sülfat üretimi glauber tuzu ve susuz sodyum sülfat olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

4.2.1 Glauber Tuzu Üretimi

Sodyum sülfatın glauber tuzu halinde üretilmesi için sıcak doymun çözeltisinin soğutulması gerekmektedir. Glauber tuzunun kristallendirilmesi için en uygun işlem vakum soğutmasıdır. Buharlaştırma için gerekli ısı çözeltinin kendisinden alınmaktadır. Kısmen buharlaştırma kısmen soğuma etkisi ile kristalizasyonun olduğu bu tip cihazlara adyabatik vakum evaporatörleri denir. Vakum evaporatörüne 45 °C civarında giren çözelti 5 °C'ye kadar soğuyarak buradan tuz lapası halinde çıkar. Kıvamaştıncıya alınarak süspansiyondaki tuz derişimi %50 civarına çıkandıktan sonra santrifüj filtreye verilir. Böylece glauber tuzu elde edilir (Civelekoğlu ve diğ., 1987).

4.2.2 Susuz Na₂S₂O₄ Üretimi

Teknolojik gereksinmeler ve uzak yerlere taşınması durumunda susuz Na₂S₂O₄ üretimi yapılmaktadır. Glauber tuzundan susuz Na₂S₂O₄ üretiminde, sıcak ve derişik çözel-

tiden kristallendirmek veya soğutma ve dehidrate etme yöntemleri uygulanmaktadır. Şekil 5 te doğal glauber tuzundan, susuz sodyum sülfat üretiminin kademeleri gösterilmektedir.

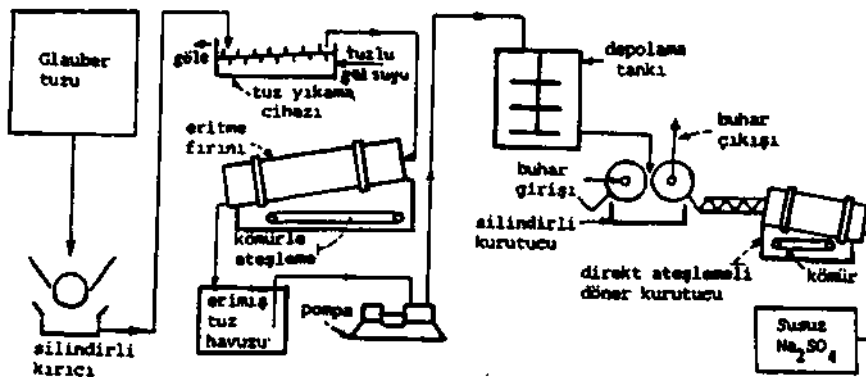
Önce doğal glauber tuzu kırıcılarda ufalanır. Daha sonra yıkanarak suda çözünabilir safsızlıklarından (NaCl'dan) uzaklaştırılır. Yıkanmış tuz eritilerek çözünmeyen safsızlıklardan kurtarılır. Erimiş tuzun suyunun %71'i kapalı buharla çalışan çift tamburlu kurutucuda, geri kalan su ise bir döner fırında uçunularak susuz Na_2SO_4 üretilir (Çataltaş, 1983; Civelekoğlu ve diğ., 1987)

5. EKONOMİSİ

Yurt içindeki sodyum sülfat talebi her gün giderek artmaktadır. Bu talep kendi kaynaklarımızla karşılandığı gibi birçok yabancı ülkeye de ihracat yapılmaktadır. Türkiye'deki en büyük sodyum sülfat üreticisi ALKİM A.Ş. ve SODAŞ A.Ş.'dir.

Dünyadaki birçok acı gölde sodyum sülfat üretimi yapılmaktadır (Last 1984). Kanada'nın Saskatçevan ve Alberta bölgesindeki 10 playa gölünden yılda 540.000 ton susuz sodyum sülfat üretimi yapılmaktadır Türkiye'deki Acıgöl, Bolluk ve Tersakan göllerinden yılda ortalama 50.000 ton susuz sodyum sülfat (tüvenan hafif tip = güneş malı) üretilmektedir. Bu üç gölden, 1994 yılında ALKİM A.Ş. ve SODAŞ AŞ tarafından üretilen çeşitli sodyum sülfat miktarları Çizelge 4'te verilmiştir.

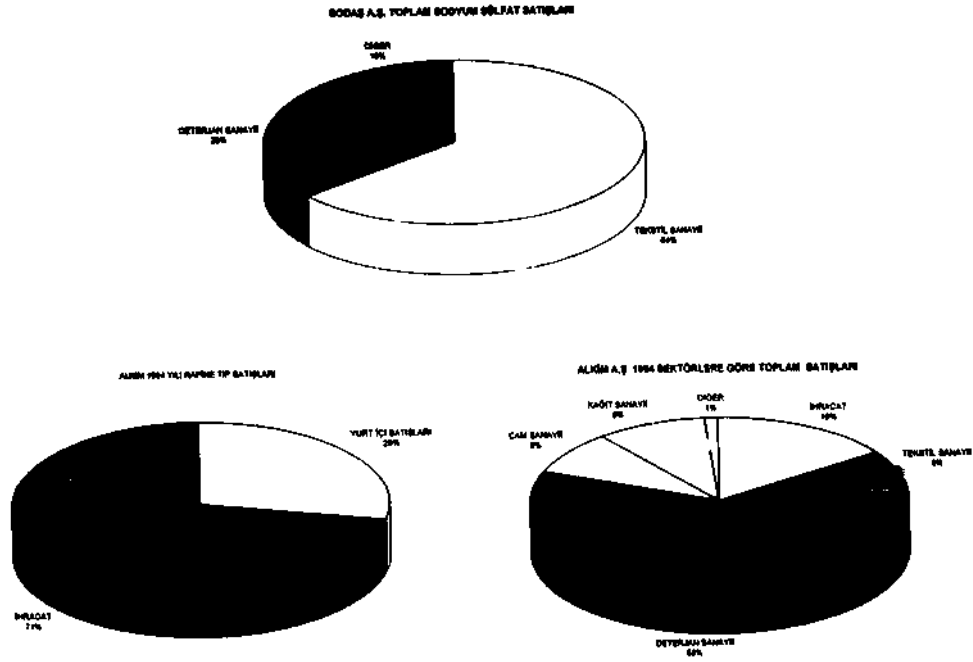
1994 yılında üretilen 227.000 ton glauber tuzu (kristal tip) sodyum sülfat, Dazkırı Koralkim tesislerinde işlenerek 72.000 ton susuz rafine sodyum sülfat üretilmiş ve takriben 50.000 tonu ihrac edilmiştir. ALKİM A.Ş. ve SODAŞ A.Ş.'nin 1994 yılı sektörlerine göre sodyum sülfat satış dağılımları Şekil 6'da verilmiştir. Buna göre, 1994 yılı yurt içindeki en büyük satış payı ALKİM A.Ş. için %58'le deterjan sanayi olurken SODAŞ A.Ş. için %64'lük payla tekstil sanayi olmaktadır. Bunun dışında



Şekil 5. Doğal Olarak Bulunan Glauber Tuzundan Üç Kademeli İşleme Susuz Na_2SO_4 Üretimi (Civelekoğlu ve diğ., 1987)

Çizelge 4. ALKİM A.Ş. ve SODAŞ A.Ş.'nin 1994 Yılı Sodyum Sülfat Üretimi (SODAŞ, 1995)

ŞİRKET	ÜRETİM YERİ	Glauber Tuzu (Kristal Tip)	Susuz Sodyum Tüvenan Hafif Tip (Güneş Malı)	Sülfat Rafine Tip (Ağır Tip)
ALKİM A.Ş.	Acıgöl	227.0001	9.0001	72.000 t
	Bolluk Gölü ve Tersakan Gölü		12.0001	
SODAŞ A.Ş.	Acıgöl	29.0001	21.0001	-

Şekil 6 ALKİM A.Ş. ve SODAŞ A.Ş.'nin 1994 Yılı Sektörlere Göre Sodyum Sülfat Satış Dağılımları (SODAŞ, 1995[^])

ALKİM A.Ş.'nin 1994 yılında ürettiği rafine tip sodyum sulfatan %29'u yurt içimde tüketilirken, %71'i ihraç edilmiştir.

Belli başlı ihracat ülkeleri; Yunanistan, Romanya, Lübnan, İran, Suudi Arabistan, Libya, Ürdün, Kıbrıs, Bulgaristan, Makedonya, Arnavutluk ve Suriye'dir. Sodyum

sulfatan ihracat fiyatı ton basma 100-115 \$ arasındadır,

6. SONUÇLAR

Önemli bir endüstriyel hammadde olan sodyum sulfatan ülkemiz acı göllerindeki potansiyeli, üretimi ve ekonomisinin ince-

lendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

O Türkiye'de sodyum sülfat Acıgöl, Bolluk ve Tersakan göllerinden doğal olarak üretilmektedir.

O Göl büyüklükleri, su hacimleri ve kimyasal analizlerine göre üç göldeki sodyum sülfat rezervimiz en az 50 milyon ton olarak hesaplanır.

O Acıgöl, Bolluk ve Tersakan göllerinde oluşturulan havuzlarda kış aylarında glauber tuzu kristalleşmektedir. Kristalleşmeden soma Cl⁻ iyonunca zenginleşen tuzlu su, Ocak-Şubat aylarında bu kristalleşme havuzlarından boşaltılmakta ve glauber tuzu doğal dehidrasyona bırakılmaktadır. Havaaların 25-30 °C sıcaklığa ulaştığı Temmuz-Ağustos aylarında glauber tuzu içindeki kristal suyu kaybederek toz pudra şeklindeki thenardite dönüşmektedir. Toz halindeki bu sodyum sülfat süpürülerek toplanmakta ve doğal haliyle sanayinin değişik dallarına pazarlanmaktadır

O Doğal yöntemlerin yanında Acıgöl'deki tesislerde glauber tuzundan teknolojik yöntemlerle rafine tip susuz sodyum sülfat üretimi yapılmaktadır

O ALKİM A.Ş. ve SODAŞ A.Ş. tarafından 1994 yılında üç gölde toplam olarak 256.000 ton glauber tuzu (kristal tip), 420.000 ton hafif tip susuz sodyum sülfat ve 72.000 ton rafine tip susuz sodyum sülfat üretimi yapılmıştır.

O Üretilen sodyum sülfat Türkiye'de başlıca

deterjan, tekstil, kağıt ve cam sanayilerinde kullanılmaktadır.

O Rafine tip sodyum sülfat çeşitli ülkelere ihraç edilerek ekonomiye katkı sağlanmaktadır.

7. KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Yazarlar bu araştırmanın yürütülmesinde maddi destek veren TÜBİTAK-BAYG ve dokümantasyon konusunda yardımlarını esirgemeyen ALKİM A.Ş. ve SODAŞ A.Ş. şirketlerine içtenlikle teşekkür ederler.

8. KAYNAKLAR

Alkim, 1993, Acıgöl, Bolluk ve Tersakan göllerine ait su analizleri; Aylık, derleme analiz raporları, ALKİM, Alkali Kimya A.Ş., Cihanbeyli-KONYA; DazkındENİZLİ.

Civelekoğlu, H.; Tolun, R. ve Bulutçu, N, 1987, İnorganik Teknolojiler 1, ITU Vakfı, Kitap Yayınlan No. 17, 307 s

Cooke, R U, 1981, Salt weathering on desert, Proceedings at the Geologist Association (London), 92, pp. 1-16

Çataltaş, A.İ., 1983, Kimyasal Proses Endüstrileri 1, İnkılap ve Aka Kitabevi, istanbul, 567 s.

Gündoğan, İ., 1994, Geology, mineralogy, geochemistry and economic Potential of the Bolluk Lake and the adjacent area Cihanbeyli - KONYA, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 79 s.

Helvacı, C, İnci, U., Yılmaz, H. and Yağmurlu, F., 1989, Geology and Neogene Trona Deposit of the Beypazarı region, Turkey; Doğa Türk. Müh. ve

- Çev D, 13, 2, s 245-256
- İçozu, T, 1991, The Geochemical study of Acıgöl (Denizli) and the future of sodium sulfate production, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, izmir, 99 s
- Last, W M , 1984, Sedimentology of Playa lakes of the northern Great Plains, Canadian Journal at Earth Sciences, 21, pp 107-125
- Smith, G I, 1979, Subsurface stratigraphy
- (*ütmüofcan I Mordoğan H ve Helvacı (*
and geochemistry of Late Quaternary evaporites, Searles Lake, California, US Geol Survey Pref Paper, 1043, 123 p
- Sodaş, 1995, Acıgöl, Bolluk ve Tei sakan gollerinin üretim ve satış Potansiyeli, SODAŞ, Sodyum Sanayi A Ş dokuman-tasyon aışivı, Alsancak-IZMİR
- TSE, 1986, TS 1866 "Sodyum Sulfat Standadı" Tuık Standartları I iistitusu, Ankaia