

Alüminyum Endüstrisinde Kullanılan Yardımcı Maddelerden Fluorit

M. Sezai KIRIKOĞLU, İ.T.Ü. Maden Fakültesi, İSTANBUL

ÖZ :

Modern yaşamın her türlü gereksinimlerini karşılayan endüstri dallarının tümünde, çeşitli şekillerde kullanım alanı bulan fluorit, bu yazının konusunu oluşturan alüminyum endüstrisinde de oldukça büyük öneme sahiptir. Fluoritin sözkonusu bu endüstride hangi şekillerde kullanım bulunduğu tartışılmadan önce, kendisini bu ve diğer endüstri dallarında kullanıma hazır hale getiren kimya endüstrisindeki işleme süreçleri ve kullanım alanları ayrıntılı olarak vurgulanacaktır.

ABSTRACT :

This paper is concerned with fluorit which is an important mineral in aluminum industry. Fluorit has widespread use in several branches of industry which meets various needs of modern life. The paper reviews the processing techniques to prepare fluorit for using in both aluminum and other industries. The paper then discusses various ways in which fluorit is used in aluminum industry.

1. GİRİŞ :

Dünya piyasalarında fluorite olan ihtiyacın sürekli olarak artması, gelişmekte olan endüstri dallarındaki fluorit kullanım miktarı ile açıklanamaz. Aritmetiksel olarak ortaya konulan değer, daha ziyade sayısız endüstri kollarındaki gelişim süreçlerinin karmaşık, birçok dış etkenlere bağımlı, zamana göre değişken ve her bir ülkede farklı şekillerde ortaya çıkan sistemin bir ifadesidir. Öte yandan, bunlardan herbirinin bir yıl içindeki durumlarının incelenebilmesi, elde edilen bilgilerin eksiksiz olmasına, kullanılan ölçüm birimleri ve hesaplama esaslarına, kaynakların spekülasyon eğilimlerine ve benzeri etkenlere sıkı bir şekilde bağlıdır. Bütün bu yanıltıcı esaslara rağmen varılan sonuçlar, fluorit ekonomisi analizlerinin ortaya konulmasını sağlayan tüm kullanım alanlarındaki ihtiyaçlarla ilgili genel tahmin ve yorumların yapılabilmesini olası kılmaktadır (Hodge, 1973).

En yüksek gelişim grafiğini, asit maddesi tüketimi ile kabaca eşdeğer olan fluorik asit üretimi çizmektedir. Bu grafik, yapay fluorit ile birlikte toplam fluoritlerin üretimini ve alüminyum endüstrisi için gerekli olan bileşimler de (kriyolit ve alüminyum florid) içermektedir. Daha iyi yatırım ve tüketimi azaltıcı önlemlere rağmen, uygun akışkanlık vericilere ve cıvur katkılarına olan gereksinimin hızlı artışı, çelik endüstrisini kimya endüstrisinden de etkin bir ana

fluorit tüketicisi yapmıştır. Bu iki ana endüstri kolu ile karşılaştırıldığında, cam, seramik, emaye, çimento ve optik endüstrilerinde kullanılan fluorit miktarı daha düşük bir orana sahiptir. 1980 yılı verilerine göre ana endüstri dallarındaki fluorit tüketim oranları sırasıyla şöyledir: Çelik endüstrisi % 30, kimya + alüminyum % 52, diğer % 18.

2. KİMYA ENDÜSTRİSİ :

2.1. Fluorik Asitin Kazanılması :

2.1.1. Genel

Fluorik asit teknik açıdan çok değerli anorganik ve organik fluor bileşiklerinin üretiminde kullanılan en önemli temel maddedir. Dünya ekonomisindeki veya çeşitli ülkelerdeki üretimle ilgili sayısal verilerle, asit üretiminin toplam fluorit tüketimindeki payı gibi değerlendirmeler çok farklı ve hatta birbirleriyle çelişkili olmasına rağmen, fluorik asitin üretim miktarı, fluor kimyasının gelişiminde bir ölçek olarak kabul edilebilmektedir.

Fluorik asitin fluoritten itibaren kazanılması, son derece yüksek ekonomik önemi olan birçok özel kullanım alan ve olanaklarına sahip sayısız fluor bileşiklerinin elde edilmesine dayanan ilgi ve gerçek nede ni ile, bu temel madde daha ayrıntılı incelenmelidir.

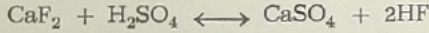
2.1.2. Daha Önceki Çalışmalar :

Çeşitli katkılarla fluoritin kimyasal bileşiminin değiştiği konusundaki en eski bilgi 1670 yılından kaynaklanmakta olup, Schwanhardt Nürnberg'te fluoriti camın parlatılmasında kullanmıştır. 1771'de Scheele, Marggraf'ın (1768) deneylerine dayanarak fluorik asiti tanımlamıştır. Daha sonraları Gay-Lussac, Thenard, Bergmann, Wiegleb, Buchholz, Meyer, Ampère, Davy, Knox, Louyet, Freymy v.d. reaksiyonun ve sonuçlarının aydınlatılmasına çalışmışlardır. 1886 yılında Moissan elektroliz yoluyla KF ve HF'den elementer fluoru elde etmeyi başarmıştır. Ruff 1871'den 1939'a kadar sayısız fluor bileşiği hazırlayarak modern fluor kimyasının yolunu açmıştır. Karbon oksitlerinin fluorlanmasını ilk defa Swarts (1893) başarmıştır. Organik fluor bileşiklerinin üretilmesinde kullanılan en önemli teknolojik gelişmeler ancak yüzyılımızın 1930'lu yıllarında sağlanabilmektedir.

2.1.3. Ana Reaksiyon :

Fluorik asitin üretimi, kalsiyum fluorürün (=fluorit) sülfirik asit tarafından aşağıdaki stökiyometrik

eşitliğe göre kimyasal olarak parçalanması esasına dayanmaktadır:



Reaksiyon 275°C ta 37.6 kJ.g⁻¹. mol⁻¹ enerji açığa çıkışı ile exoterm olarak yürümektedir (Ostrovskij, 1969: Leeder, 1979 dan). Reaksiyon, endüstriyel teknolojiye dikkate alınan değişken değerler tarafından etkilenmektedir. Bunlar arasında sıcaklık, fluoritin tane boyu (=reaksiyon yüzeyi), kafes ve tanelerin yüzey özellikleri, sülfirik asitin konsantrasyonu, reaksiyona giren maddelerin karışım şekli ve sürekli karışım derecesi ile reaksiyon süresi ve kirlenmeler sayılabilir.

Bu etkenler önemli ölçüde doğal özellikler, bunların kökensel değişimleri (tane boyu, kapanımlar, parajenezler, büyüme derecesi v.b. gibi) ve işletme sırasındaki süreçlerle (çıkarma, öğütme, zenginleştirme gibi) fluoritin sonradan kazanılmış özellikleri olduğundan burada kısaca belirtilmişlerdir. Deneysel araştırmalar, diğer koşullar değişmeden kaldığı takdirde elde edilen HF miktarının veya teorik ile gözlenen serbestleşme derecesi arasındaki oranın reaksiyon sıcaklığına bağlı olduğunu göstermiştir.

En kuvvetli değişiklik, sıcaklığın 85°C tan 105°C a artması sırasında gözlenmektedir. (0.1 g toplam ağırlık, % 89 luk CaF₂, % 99.2 lik asit konsantrasyonu, tane boyu 0.1 mm. sabit hava akımında 10 dakikalık reaksiyon süresi; bak Çizelge 1; Ostrovski, 1969.

Reaksiyon Isısı (°C)	Serbestleşme Oranı (HF teorik / HF deneysel)	Reaksiyon Hız Sabiti (k _T)
85	0.17	0.0156 dak ⁻¹
105	0.56	0.0760 dak ⁻¹
125	0.63	0.1300 dak ⁻¹

Çizelge 1 : CaF₂ den itibaren HF serbestleşmesi.

Table 1 : The production of HF from CaF₂.

0.80 (veya 0.65) üzerindeki serbestleşme derecesi değerlerinde reaksiyon hızı çok kuvvetli bir şekilde değişmektedir. Buna benzer sonuçlar, aktifleşme araştırmaları sırasında yapılan ölçümlerde de ortaya çıkmıştır.

Reaksiyon kinetiğinin hesaplanması ısı bağılılığını belirleyen genel bir eşitlik vermektedir:

$$(1 - x)^{-1/3} - 1 = \frac{k_T}{r} \cdot t$$

x : fluoritin çözünme derecesi

k_T : reaksiyon hız sabiti (T °C olarak)

r : tane boyu (mm olarak)

t : reaksiyon süresi (dakika olarak)

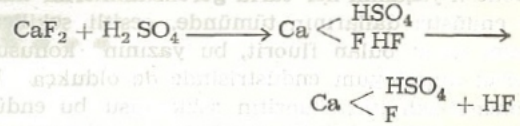
Belirli sıcaklık aralıkları için deneysel olarak ortaya konulmuş olan sabitler (k_T) aşağıdaki gibidir

(ostrovskij, 1969) :

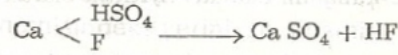
$$k(85 - 100^\circ\text{C}) = 7.75 \cdot 10^{10} \cdot e^{-\frac{20800}{RT}}$$

$$k(105 - 145^\circ\text{C}) = 1.38 \cdot 10^4 \cdot e^{-\frac{9200}{RT}}$$

Reaksiyonun sıcaklığa olan bağımlılığı, duraylı olmayan çeşitli ara fazlarının oluşumuna bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Enerjik açıdan uygun etkiyi, 120°C ta bir ön reaktör içinde meydana gelen kısmi değişimin ortaya çıkışı yaratmaktadır :



En son olarak ortaya çıkan kısmi reaksiyon ise silindirik şekilli, döner bir fırında meydana gelmektedir :



Ca F₂ ve H₂ SO₄ arasındaki reaksiyonun iki aşamalı olması, fırınlardaki aşınmayı azaltmakta, bu etki daha ziyade ön reaksiyon agregatında yok edilmektedir. Düşük reaksiyon sıcaklıklarında serbest kalan fluorik asitin bir kısmı fluorsulfon asitini (HSO₃F) oluşturmaktadır.

Genelde 2.2 ile 2.4 ton kadar fluorit ve 2.7-2.9 ton sülfirik asit, 1 ton fluorik asitin elde edilebilmesi için yeterli olmaktadır (Linden, 1971).

2.2. Fluor Bileşiklerinin Kullanım Alanları

Kimya endüstrisi son yıllarda anorganik ve organik fluor bileşiklerinin modern hayatın tüm dallarına, endüstriye, tarıma, tıba, gıda endüstrisine, silah sanayiine ve hatta ev işlerine kadar girmesini sağlayan geniş bir kullanım alanı yaratmıştır (Gössling, 1972; Scherer, 1970). Tüm bunların ana hammaddesini ise fluoritten elde edilen fluorik asit oluşturmaktadır. Fluor ve fluorit ekonomisi konulu tüm haber ve tahminlerde % 20 ye varan büyüme hızına sahip fluor kimyasının hızla artan önemine değinilmektedir. 1926 yılında kimya endüstrisinin fluorit tüketimindeki payı % 2 ile 5 arasında iken, bu 1972 yılına kadar 2264 kt ile % 48'e ve 1980 de, alüminyum endüstrisi de hesaba katılacak olursa % 51-52 ye yükselmiştir. 1970 yılında 1054 kt fluorik asitin yaklaşık % 60 ı organik fluor bileşikleri için kullanılmıştır. 1975 yılında sadece Amerika'da yaklaşık 600 kt klor - fluor - alkanları üretilmiştir (Ullmann, 1976).

Fluor bileşiklerinin üretim ve kullanımındaki kesin miktarlar ve bağıl oranlar çeşitli ülkelerde oldukça farklıdır. İlginc yeni kullanım alanları hep ön planda sergilendiğinden fluorit literatüründe, fluor bileşiklerinin önemi pek seyrek ve dağınık olarak işlenmiştir. Diğer bir karmaşayı da ticari ve özel isimlerin kullanılması, kaynakların gizli tutulması oluşturmaktadır.

Bileşik	Kullanım Alanı No (Bak Çizelge 2b)	Bileşik	Kullanım Alanı No (Bak Çizelge 2b)
Al ₂ F ₃	1, 6, 7, 15, 18, 23	Na ₃ AlF ₆	1, 4, 6, 7, 14, 15, 18
BF ₃	16	NaBF ₄	7, 18
BaF ₂	7, 18	NaF	6, 7, 14, 18, 28
BeF ₂	18, 25	NaHF ₂	7, 12, 14, 18, 26
CIF ₃	2, 15, 22	Na ₂ PO ₃ F	28
COF ₂	15	NF ₃	22
CuSiF ₆ · 6H ₂ O	3, 12	NH ₄ BF ₄	10
Gaz fluoridler	17	NH ₄ F	18, 27
HF	16	NH ₄ HF ₂	7, 12, 14, 18, 26
H ₂ CiF ₆	10, 12, 13, 14, 19, 28	(NH ₄) ₂ SiF ₆	8, 12
KF		(NH ₄) ₂ ZrF ₆	5, 6, 18
KBF ₄	7, 18	OF ₂	22
KHF ₂	7, 12, 4, 18, 26	PF ₃	16
K ₂ SiF ₆	7	PF ₅	16
LIF	21	SF ₄	15
MgF ₂	7, 18, 20, 24	SF ₆	11
MgSiF ₆ · 6H ₂ O	3, 12	SbF ₅	15
SO ₂ F ₂	14	SiF ₄	3

Çizelge 2 a : Teknolojik açıdan önemli anorganik fluoridler (Ullmann, 1976).

Table 2 a : Technologically important inorganic fluorides (Ullmann, 1976).

Fluor kimyasının önemini ortaya koyabilmek için ekonomik açıdan en önemli anorganik ve organik fluor bileşikleri ile bunların kullanım alanları, gerçeklerden uzaklaşmadan tablolar halinde düzenlenmiştir (Çizelge 2a, b ve Çizelge 3a, b).

2.3. Kimya Endüstrisinde Fluoritin Yerini Alabilecek Mineraller

Çeşitli fluor bileşiklerine olan ihtiyacın hızla artması, hammadde fluoritin ekonomik olarak kullanılabilmesi veya yerinin doldurulması konularında önlemlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Çözüm yolları arasında aşağıda verilmiş olanlar tartışılmaktadır :

- Gübre üretiminde kullanılan fosforit ve apatitlerdeki fluor içeriğinin daha iyi değerlendirilmesi.
- Fluorik asit ve fluoridlerin, özellikle AlF₃ ve kriyolitın artık ürünlerden (SiF₄ ve H₂ SiF₆) kazanılmasının sağlanması.
- Aerosol gazların komprime gazlarla takviyesi
- Diğer halojenler, özellikle klordan itibaren yapay bileşimlerin üretilmesi.
- Teknolojideki fluor kayıplarının sınırlanması, geri kazanma yollarının araştırılması.

Bu önlemlerden bir kısmı gerçekleştirilmiş olmalarına rağmen henüz ekonomik değillerdir. Fosfatlardan itibaren fluoritin kazanılması oldukça elverişli görünmekte ve bu yüzden de ayrıntılı olarak araştırılmaktadır. Artık ürünlerin fluor hammaddesi olarak kullanılması birçok ülkede teknolojik olarak çözülmüş ve bu fluor kimyasının standart aşaması olmuştur (Hodge, 1971).

Spreylerdeki maddelerin yerine başkalarının konulması, atmosfer ozon tabaka yapısının bozulma tehlikesi henüz tam olarak ispatlanamamasına rağmen, çevre sağlığını koruma açısından dikkate alınmalıdır (Ullmann, 1976).

Plastiklerin organik fluor bileşikleri bazına indirgenmesi imkansızdır. Çünkü bunların son derece mükemmel özellikleri C — F veya C — H — F köprülerinin bağ enerjilerinden kaynaklanmaktadır (Kolditz, 1976).

3. METALLÜRJİ :

3.1. Genel :

Bilindiği gibi fluorit ismini metallürjide kullanılan hemen hemen tüm curuflara akışkanlık kazandıran özelliğine borçludur. Nezamandan beri fluoritin metallürjide katkı maddesi olarak kullanılmakta olduğunu, günümüzde tahmin etmek oldukça zordur. Ancak yüzyılımızın başından beri metallürjideki fluorit kullanımı sürekli olarak artmaktadır.

Metallürjide fluoritin en çok kullanım alanı bulunduğu çelik endüstrisi yazarın bu konuda hazırlanmakta olduğu başka bir makalenin esasını oluşturduğundan, burada çelik üretiminden sonra önemli bir fluorit tüketicisi durumunda olan alüminyum endüstrisi işlenecektir.

3.2. Alüminyum Eldesi ve Rafinasyon :

1938 ve 1973 yılları arasında dünya alüminyum üretimi yılda 589 bin tondan (Einecke, 1956) 12 milyon 556 bin tona yükselmiştir. Tahminlere göre 2000 yılında yaklaşık 100 milyon tonluk alüminyum üretimi yapılacaktır. Günümüzdeki alüminyum teknolojisi göz önüne alındığında işe kriyolit ve alüminyum fluoride olan ihtiyacın ne kadar büyük boyutlara ulaşacağı anlaşılacaktır. Sözü edilen bu fluoridler herne kadar HF, SiF₄ veya H₂SiF₆ ya dayanan teknik ürünlerse de, günümüzde hammadde olarak fluorit, üretim için her zaman hazır bulundurulmalıdır. Sadece fluo-

No	Kullanım Alanı
1	Alüminyum akışkan eriyik elektrolizi
2	Uranyum içeren yanıcı elementlerin zenginleştirilmesi
3	Betonun donması
4	Ateş işçiliği
5	Yanmaya karşı dayanımın artırılması
6	Lehim ve kaynak işlerinde akışkanlığın artırılması
7	Emaye cam ve karışımlarda akışkanlığın artırılması
8	Magnezyum dökümünde kalıp kumu katkısı
9	Galveniz tekniği
10	HF, AlF ₃ kriyolit ve benzeri bileşenlerin eldesi
11	Yüksek kapasiteli dielektriksellik
12	Kerestelerin hava etkilerinden korunması
13	Duvar işçiliğinde katkı maddesi
14	Haşerat, bakteri ve mikropların mücadelesi
15	Organik maddelerin fluorlanmasında katalizör
16	Kondensasyon ve polimerleşmede katalizör
17	Laser
18	Hafif metal rafinerisi, kaplama ve temizleme tuzları
19	Metallerin dış yüzeylerinin parlatılması
20	Optik yapı taşlarının yüzey kalitesinin artırılması
21	Optik yapı taşı
22	Roket yakıtlarında oksidasyon maddesi
23	HF üretiminde pirohidroliz
24	Zımpara taşlarında katkı maddesi
25	Be ve F içeren özel camlar
26	Tekstil temizliği
27	Niyob ve tantalın birbirinden ayrılmasında
28	İçme sularının fluorlanması

Bu bileşenlerin fluor içeriği, bileşenin her bir tonu için 200 ile 900 kg arasında değişmektedir (Ullmann, 1976).

Kimya endüstrisinde fluorit, fluor hammaddesi olmasının yanı sıra, Cyanamid üretiminde nitritleşme ısısının düşürülmesi (bir ton ürün başına 15 kg fluorit) ve borik asitten bortrifluoridin elde edilmesinde (Einecke 1956) doğrudan doğruya da kullanılmaktadır.

Çizelge 2 b : Çizelge 2 a da verilmiş olan fluor bileşiklerinin kullanım alanları.

Table 2 b : Areas of usage of fluorine compounds given in Table 2 a.

rik asite olan ihtiyaç göz önünde tutularak yapılan hesaplamalar bile teknolojideki gereksinimin boyutlarını ve sürekli olarak artma eğilimini ortaya koymaktadır.

Alüminyum endüstrisinde fluoridler üç ayrı teknolojik aşamada kullanım alanı bulmaktadır:

- Elektroliz
- Alüminyum rafinerisi
- Alüminyum curufunun eritilmesi.

Bayer yöntemine göre alüminyum üretiminde boksitten kazanılan alüminyum oksit, kısmen AlF₃ ve

fluorit katkılı kriyolit eriginde çözülür. Dissemine eriyik çözeltinin Heroult - Hall yöntemine göre elektrolizi 950°C ta, kömür kaplamalı ve elektrotlu, vanalı fırınlarda yapılmaktadır. Uçucu fluoridlerin buharla kaybolması, elektrolitik bozunma ve mekanik süreçler sonucu sürekli olarak ortaya çıkan F eksikliği, çalışma sırasındaki AlF₃ katkısı ile karşılanabilmektedir. Metal alüminyumun her bir tonu için 50 kg kriyolite veya 70 - 75 kg. fluorik asite karşılık gelen 30 kg fluorid katkısı gerekmektedir. Bunun yaklaşık % 40 kadarı, çıkan gazlardan tekrar kazanılabilmektedir. Günümüzdeki üretim şekli dikkate alınacak olursa yıllık fluor kaybı (fluorid olarak) 230 bin ton civarında tahmin edilmektedir (Vogel, 1976).

% 99 - 99.8 lik metallürjik alüminyumun, % 99.99 luk kalitede alüminyuma rafinesi, ergimiş metal elektrotlar arasında (anod Cu - Al - eriyiğinden, katod ise saf alüminyumdan), elektrolitten oluşan tuz eriyiğinin bulunduğu üç tabakalı elektroliz ile yapılmaktadır. Eriyik çeşitli oranlardaki kriyolit ve alüminyum fluorid ana bileşenlerinin yanı sıra, Na₂ SiF₆, NaCl, KCl ve CaF₂ (yaklaşık % 2) içermektedir (Vo-

No.	Kullanım Alanı
1	Aerosol yakıt maddesi
2	Kanda oksijen iletimi için katkı maddesi
3	Elektrolizde diyafram
4	Dielektriksellik, yüksek kapasiteli elektriksellik
5	Boya maddesi
6	Ateş söndürücü
7	Akışkandan akışkana etraksiyon maddesi
8	Herbizid, fungizid
9	Hidrolik sıvılar
10	Hidrofobileşme maddesi
11	İnhalasyon narkotigi
12	İmpregnasyon maddesi
13	İyon değiştirici
14	Soğutucu
15	Katalizatör, yoğunlaştırıcı
16	Çözelti maddesi
17	Elektrik şebekesi
18	Oleofobileşme maddesi
19	İlaç hammaddesi
20	Polimerleşme maddesi
21	Temizlik maddesi
22	Röntgende kontrast verici
23	Köpük maddesi
24	Yağlayıcı
25	Özel plastikler
26	Tensidler
27	Tekstil
28	Isı iletici
29	Yumuşatıcı
30	Polimerizasyon için ara ürün

Çizelge 3 b : Çizelge 3 a da verilmiş olan organik fluor bileşiklerinin kullanım alanları.

Table 3 b : Areas of usage of fluorine compounds in Table 3 a.

Bileşik Grubu	Kullanım Alanı No. (Bak Çizelge 3b)	Bileşik Grubundan Örnek
Fluorkarbürler	14	Trifluormetan (R 23)
Fluorkarbonlar	1, 4, 9, 14, 24, 28	Hegzafluoretan (R 116)
		Oktafluorsiklobütan (RC 318)
Klorfluoralkanlar	1, 9, 12, 14, 16, 21, 23 24, 28, 29, 30	Triklorfluormetan (R 11)
		Diklordifluormetan (R 12)
Bromfluoralkanlar	6, 11, 22	Tribromfluormetan (R 13 B 1)
		(22) Perfluor-1-brom-n-oktan
		(11) 2-brom-2klor-1, 1, 1-trifluoretan
İyotfluoralkanlar	26, 27, 30	
Fluor ve perfluor olefinleri	25, 30	Tetrafluoretilen (TFE → PTFE)
		Monofluoretilen (VF → PVF)
Klorfluorolefinleri	13, 23	Klortrifluoretilen
Fluoretanol, Fluorpropanol	30	
	10, 20, 27, 30	
Fluorluoreter (düşük molekülü)	4, 7, 19, 30	
Perfluoreter (yüksek molekülü)	9, 24	
Kısmen fluorlanmış eter		2, 2, 2-Trifluoretilviniller
Perhalojenasetonlar	8	
Fluor-beta-diketonlar	7	
Fluor sirke asitleri	15	Trifluor sirke asiti
Perfluorkarbon asitleri	10, 12, 17, 18, 21, 23 3, 18	Perfluoroktan asiti
Fluorlanmış tert-aminleri yaklaşık 5)	2	Perfluor-tri-n-butilamin
Aralifatik F-bileşikleri (yaklaşık 6)	5, 8, 19, 28	2 -Trifluormetil-benzoilfluorid
Monofluorlanmış aromatik F-bileşikleri	19	
Polifluorlanmış aromatik F-bileşikleri	5, 16, 28	

Çizelge 3 a : Organik fluor bileşikleri (Ullmann, 1976).

Table 3 a : Organic fluorine compounds (Ullmann, 1976).

gel. 1976). Benzeri bileşime sahip tuz eriyikleri, koruyucu tuz örtüleri altında, hurda alüminyumun eritilmesinde kullanılmaktadır. İşlemler sırasında ortaya çıkan ve genellikle öğütme tozu halinde bulunan artık tuzlar % 50 ye kadar kriyolit ve % 20 ye kadar fluorit içermekte olup, bunlar floridler için en önemli ikincil hammaddeleri oluşturmaktadır.

Alüminyum metallürjisinin teknolojisi günümüzde yüksek teknolojide kullanım alanı bulunan fluor hammaddelerinin tasarrufuna veya tekrar kullanımlarına bir dizi olanaklar sağlamaktadır (Hodge, 1973);

- Elektroliz kabındaki basıncın düzenlenmesiyle F kayıpları azaltılabilir.
- Li_2CO_3 katkısı fluor kaybını azalmaktadır.
- CF_4 şeklinde anodta serbestleşen fluor, Na - alüminat veya soda ile kriyolite veya AlF_3 e dönüştürülebilir ve böylelikle tekrar kazanılmış olur.
- Eriyik kabının aşındırılması ikincil hammadde etkisi yapmaktadır.
- Floridlerin tekrar kazanılma oranları yükseltilebilir.

Fosfat endüstrisinin artık ürünlerinin daha dikkatli kullanılması alüminyum elektrolizinde yardımcı hammadde olan fluorit gereksinimini tamamen ortadan kaldıracaktır (Vogel, 1976). Amerikan alüminyum endüstrisinin birkaç yıl önceki tahminlerine

göre, 1 ton alüminyum başına kullanılmakta olan 53 kg lık fluorik asit miktarı 1985 yılında 10 kg a kadar düşecektir. $AlCl_3$ e dayanan yeni elektroliz yöntemlerinin devreye girmesiyle, % 30 a varan enerji tasarrufunun yanı sıra, floridlerin tamamen devreden çıkarılması ve böylelikle daha uygun elektroliz koşullarının sağlanmasına çalışılmaktadır (Dahlmann, 1976; Hodge, 1973).

Birçok yazara göre oldukça hızlı gelişmesine rağmen alüminyum endüstrisi, fluorit kullanımını çok önemli ölçüde azaltmaya imkan sağlayabilecektir. Alüminyum endüstrisinin fluorit tüketimi, günümüzde dünya fluorit tüketiminin % 8 ile 17 sini oluşturmakta iken, üretim artışına rağmen yakın bir gelecekte sadece % 1 ini oluşturacağı tahmin edilmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Dahlmann, H. -J., 1976, Kritische Übersicht über mögliche Substitutionsverfahren der Aluminium - Schmelzflusselektrolyse : Erzmetall, Stuttgart, 29, 3, 125 -129.
- Eincke, G., 1956, Die Flusspatlagerstaetten der Welt : Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf.
- Gössling, H. H., 1972, Review of the fluoro - chemical industry of the world : Rept. Nat. Inst. Metall., South Afr., No. 8614.

Hodge, B.L., 1971, Fluorspar - a world review : Ind. Minerals, 9, 9-29.

Hodge, B.L., 1973, World fluorspar developments (I, II) : Ind. Minerals, 68, 9-24 (I), 69, 9-21 (II).

Kolditz, 1976, Fluorchemie - Rohstoffe, Produkte : Kolloquiumsvortrag an der BA Freiberg.

Linden, von der, E., 1971, Die Flusspatversorgung der BRD : Schriftenreihe «Bergbau - Rohstoffe - Energie» (Band 5), Verlag Glückauf, Essen.

Ostrovskij, S.V. ve Amirova, S.A. (Leeder, 1979 dan), Fluorit : VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie,

Leipzig, s. 141.

Ruff, O. ve Leboucher, L., 1934, Der Dampfdruck von ZnF_2 , CdF_2 , MgF_2 , CaF_2 , SrF_2 , BaF_2 und AlF_3 : Z. anorg. und allgem. Chemie, Leipzig, 219, 376-381.

Scherer, O., 1970, Technische organische Fluorverbindungen : Fortschr. chem. Forsch., 14, 2, 127-234.

Ullmann's Enzyklopaedie der Technischen Chemie (Band 11), 1976 : Urban und Schwarzenberg, Berlin, 4. Auflage.

Vogel, F., 1976, Die Bedeutung der Fluorverbindungen in der Metallurgie der Nichteisenmetalle : Dr. Riederer - Verlag, Stuttgart.

Temel Fayların Yeniden Hareketlenmesi ve Orojenik Kuşaklarda Kabuksal Kısalma

J. A. JACKSON

Çeviren : Talat ÖZBEK. MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdlere Dairesi, Ankara.

Bazı kıvrımlı dağ kuşaklarının erken evrimi sırasında, sedimanter istif altındaki uzamış ve incelmış temel'deki eski listrik normal faylar bindirme fayları olarak tekrar hareketlenebilirler. Bu faylarda hareketin tersine çevrilmesi, kıtasal kabukta aşırı kalınlaşma ve dalma-batma olmaksızın önemli miktarda kısalma olmasına olanak verir. Bu yeniden hareketlenme savı Zagros çarpışma kuşağındaki güncel sismite ve sedimanter havzaların yapısı ile desteklenmektedir.

Plaka tektoniği geniş okyanus çanaklarının kinematikini ve bütün şekil değişikliklerini açıklamada çok başarılı olmuştur. Fakat kıtaların genel davranışını karşılaştırmalı olarak tasvir etmenin basit bir açıklaması yoktur.

Kıtasal deformasyon üzerindeki güncel çalışmalar, okyanusal ve kıtasal davranış arasındaki açık farklılıkları göstermiştir. Alp-Himalaya kuşağındaki ana doğrultu-atımlı faylarla (1-3) kıtasal malzemenin büyük kamalanmalar şeklinde kaydığı ve bu şekilde kıtasal kabuğun aşırı kalınlaşmasının önlediği görülür. Böyle büyük doğrultu-atımlı özellikler uydu fotoğraflarında kolayca görülebilir ve onların büyük ölçekli önemini açıklamak için önerilen değişik modellerle (2-5) birlikte muhteşem tabiatları halen aktif sıkışma veya uzanım maruz olan Alp-Himalaya kuşağındaki geniş alanlardan dikkati dağıtmıştır.

Bu çalışmalar günümüz kıtasal deformasyonun basit bir olay olmadığını gösterir. Deformasyonun

geçmişte daha az karmaşık olması olanaksızdı ve okyanusal sıkışma kenarlarına dayanan kıvrımlı dağ kuşaklarının evrimini açıklayan modellerin sınırlı bir değeri vardır. Özellikle, orojenik kuşaklardaki klasik yer sorununun çözümüne doğru çok az ilerleme kaydedildiği görülür; eğer üst kabuk kıvrımlanma ve bindirmeyle onlarca kilometre kısalıyorsa temele ne olmaktadır? Çok sık olarak kıta önü kıvrımlanma ve faylanmaya katılan sadimentler khendi tabanlarından aşağısındaki yapıları yukarıdakilerden ayıran ve bir dekolman yüzeyi sağlayan, daima evaporitler ve şeyillerle belirlenen bir ayrılma yüzeyi (décolment) ile temelden ayrılırlar. Dalma-batma kıtasal kabuğun kaldırılması için bir mekanizma olarak tartışılmıştır, (6.7) ve kıtasal malzemenin yoğunluk farkı nedeniyle yüzer halde olması onun dalma-batmasına engel olma; bunun yerine kabuksal kalınlaşmaya olanak vermesi gerektiği sonucuna varılmıştır (7.8).

SEDİMANTER HAVZALAR :

Helwig (9) eğer kıvrımlanmış kuşaklar altındaki temel başlangıçta kalın değilse, kısalmış orojenik kuşaklardaki yer probleminin (sorununun) nasıl yok olduğunu belirtti. Takip eden kısalma kıtasal kabuğu anormal olmayan bir dereceye kadar kalınlaştırır. McKenzie (10) kıtasal sedimanter havzaların (çanakların), litosferin hızlı bir şekilde gerildiği (uzadığı) ve incelendiği basit bir modelle nicel olarak. (kantita-

«Reactivation of basement faults and crustal shortening in Orogenic belts», 1980, Nature, 283, 343-346 adlı makalesinden türkçeleştirilmiştir.