

## Alüminyum Cürufundan Alüminyum Metali ve Flaks Eldesi

<sup>1</sup>\*Nedim SÖZBİR, <sup>2</sup>Mustafa AKÇİL and <sup>3</sup>Hasan OKUYUCU

<sup>1</sup>\*Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Müh. Bölümü, 54187 Esentepe, Sakarya

<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme ve Met. Müh. Bölümü, 54187 Esentepe, Sakarya

<sup>3</sup>Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Malzeme Müh. Bölümü, Ankara

### Özet

Alüminyum cürufları birincil ve ikincil alüminyum üretim sonucu oluşan atıklardır. Bu atıklar beyaz ve siyah cüruf olarak adlandırılır. Bu atık cüruflar içerisindeki alüminyum metali miktarına göre sınıflandırılır. Beyaz cüruf daha fazla alüminyum metali ihtiva etmektedir. İçerdiği metal miktarı %15-70 arasında değişmektedir. Kara cüruf ise %12 ila 18 arasında alüminyum metali ve alüminyum oksit karışımı ihtiva etmektedir. Bu cürufun içerisinde yüksek miktarda (%40' dan daha fazla) tuz bulunmaktadır.

Bu çalışmada kara alüminyum cürufu içerisindeki alüminyum oksit fiziksel olarak cüruftan ayrılmakta ve oksiti alınmış cüruf potada ergitilerek külçe alüminyum üretimi gerçekleştirilmektedir. Alüminyum oksit tozları ise bir organik bağlayıcı (melas vb) ve kireç ile karıştırılarak çelik endüstrisi için deoksidasyon ve cüruf çöktürücü ürün (flaks) olarak kullanılabilir. Alüminyum üretimi yapan tesislerin atığı olan cürufun tekrar geri kazanım ile hem alüminyum metali üretimi hem de deoksidasyon ve cüruf çöktürücü (flaks) üretimi yapılarak ülke ekonomisine kazandırılacaktır. Cüruftaki tuzların çevreye zarar vermeleri önlenmiş olacaktır.

Anahtar kelimeler: Alüminyum cüruf, deoksidasyon ve cüruf çöktürücü,, flaks

### 1. Giriş

Alüminyum, paketlenme, konstrüksiyon ve ulaşım sektöründe kritik bir malzemedir. Alüminyum, cevherden (birincil üretim) ve hurdadan üretim (ikincil üretim) yöntemi ile üretilmektedir. Alüminyum cürufu birincil ve ikincil alüminyum üretimi sonucu oluşan atıklardır. Bu cüruflar alüminyum içeriğine göre beyaz ve kara cüruf olarak sınıflandırılır. Beyaz cüruf yüksek alüminyum metali içermekte olup, birincil ve ikincil üretim sonucu alüminyumun ergitilmesi sonucu ortaya çıkan atıktır. Kara cüruf ise düşük alüminyum metali içermekte ve alüminyumun geri dönüşümü sonucu oluşan atıktır. Beyaz cüruf %15 ila 70 (ortalama %50) arasında geri dönüşebilir metalik alüminyum içerir. Bu da yaklaşık 0.45 milyon ton alüminyum metaline eşittir. Bugün en iyi teknolojilerle cüruftan % 94'e kadar geri dönüşüm yapmak mümkündür. Kara cüruf ise alüminyum oksitli cüruf parçacıklarından oluşmaktadır. Geri dönüşebilen alüminyum değeri % 12 ila 18 arasında olup yüksek miktarda tuz (tipik olarak % 40'dan fazla) içerir. Cürufun ergitilmesi ile metalik olmayan atık (tuz keki) ortaya çıkmaktadır. Tuz kekin de % 3 ila 5 arasında alüminyum metali içermektedir [1, 2].

Yaklaşık olarak dünyada her yıl 4 milyon ton kadar beyaz cüruf ve 1 milyon tondan daha fazla kara cüruf atık olarak oluştuğu rapor edilmiştir. Bu atıkların yaklaşık % 95'i de gömülmek suretiyle bertaraf edilmektedir. 2002 yılında İngiltere'de yapılan bir çalışmada 200 bin ton alüminyum cürufu (beyaz ve kara), alüminyum endüstriden oluşmaktadır [3]. Türkiye'de yaklaşık olarak yılda 50 bin ton alüminyum cürufu (beyaz, kara cüruf ve tuz keki) atık olarak

\*Sorumlu yazar: Address: Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Müh. Bölümü, 54187 Esentepe, Sakarya., E-mail address: sozbir@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955866 Fax: +902642955601

oluşmaktadır. Cüruf geri dönüşüm prosesinde kullanılan bir milyon ton cüruf için 600 kg tuzlar (NaCl, KCl), ciddi çevre problem oluşturmaktadır.

Dünya da 2009 yılında birincil alüminyum üretimi 36 milyon civarındadır. Bu miktar her yıl yaklaşık olarak % 5-6 artmaktadır. Boksitten bir ton alüminyum üretimi için yaklaşık 17000 kWh enerji gerekirken, geri dönüşümle aynı miktar alüminyum için 750 kWh enerji harcanmaktadır. Alüminyum cürufu için de boksitten üretilen enerji harcamasının yaklaşık % 5' i kadar enerji harcanmaktadır [4].

Şekil 1'de yüksek alüminyum metaline sahip büyük paraçacık halindeki (lump) beyaz cüruf, Şekil 2'de düşük alüminyum metaline sahip beyaz cüruf, Şekil 3'de yüksek tuz miktarına sahip kara cüruf ve Şekil 4'de ise paraçacık halinde (lump) kara cürufu görülmektedir. Bu çalışmada, ülkemizde birincil ve ikincil alüminyum üretiminden atık olarak ortaya çıkan beyaz ve kara alüminyum cürufunun geri kazanılması incelenecektir. Bu cüruftan geri kazanım yolu ile alüminyum metali ve çelik endüstrisi için cüruf çöktürücü ve deoksidasyon (flaks) elde edilecektir.



Şekil 1. Yüksek Al sahip beyaz cüruf



Şekil 2. Düşük Al sahip beyaz cüruf



Şekil 3. Yüksek tuza sahip kara cüruf



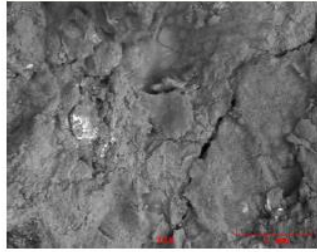
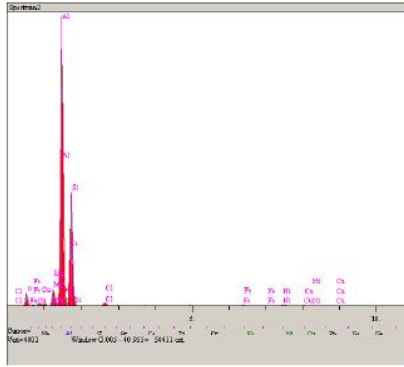
Şekil 4. Parçacık halindeki kara cüruf





Şekil 6. Alüminyum külçe metal

## 1. EDS Analizi



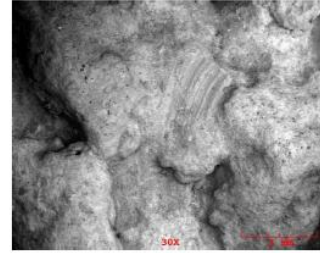
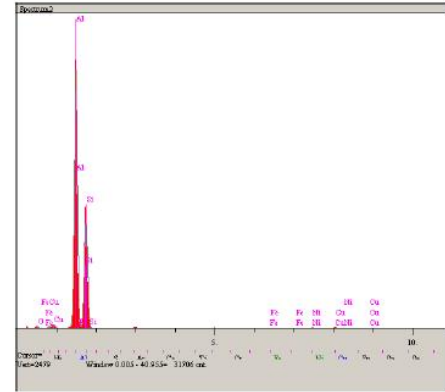
Elt.	Line	Intensity (c/s)	Error 2-sig	Conc	Units	
O	Ka	19.24	1.133	9.917	wt. %	
Mg	Ka	31.51	1.449	2.769	wt. %	
Al	Ka	543.90	6.021	48.477	wt. %	
Si	Ka	226.22	3.883	35.036	wt. %	
Cl	Ka	7.59	0.711	1.097	wt. %	
Fe	Ka	3.02	0.449	0.678	wt. %	
Ni	Ka	3.26	0.466	0.978	wt. %	
Cu	Ka	2.78	0.430	1.046	wt. %	
				100.000	wt. %	Total

## 2. XRD ANALİZİ

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: % 21,07  
Al: % 37.32

Tamburdan öncesi cüruf analizi

## 1. EDS Analizi



Elt.	Line	Intensity (c/s)	Error 2-sig	Conc	Units	
O	Ka	2.63	0.593	1.423	wt. %	
Al	Ka	675.68	9.491	52.706	wt. %	
Si	Ka	289.27	6.210	43.196	wt. %	
Fe	Ka	2.64	0.594	0.576	wt. %	
Ni	Ka	2.84	0.615	0.824	wt. %	
Cu	Ka	3.50	0.683	1.274	wt. %	
				100.000	wt. %	Total

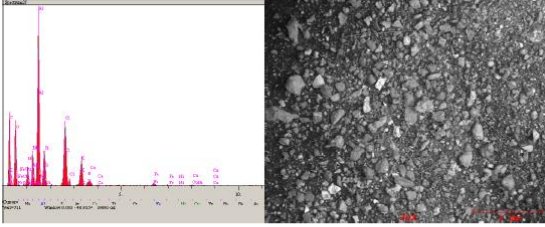
## 2. XRD ANALİZİ

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: % 3,023  
Al: % 51.046

Tambur sonrası cüruf analizi

Şekil 7. Alüminyum cürufu analizleri

1.EDS Analizi

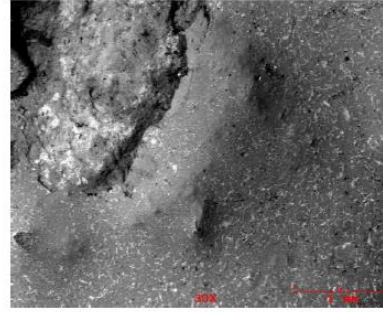
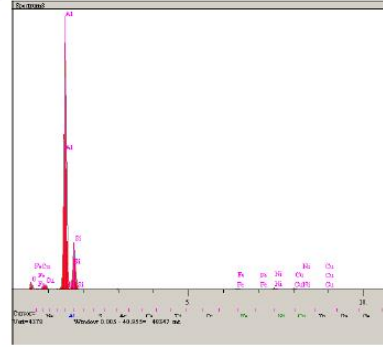


Elt.	Line	Intensity (c/s)	Error 2-sig	Conc	Units
C	Ka	16.21	1.039	32.836	wt.%
O	Ka	22.47	1.224	25.797	wt.%
Na	Ka	9.10	0.779	2.327	wt.%
Mg	Ka	19.66	1.145	3.677	wt.%
Al	Ka	99.11	2.570	17.142	wt.%
Si	Ka	22.32	1.220	4.304	wt.%
Cl	Ka	45.80	1.747	7.942	wt.%
K	Ka	19.46	1.139	3.644	wt.%
Ca	Ka	4.16	0.527	0.802	wt.%
Fe	Ka	2.27	0.389	0.806	wt.%
Ni	Ka	0.26	0.132	0.124	wt.%
Cu	Ka	1.00	0.259	0.600	wt.%
				100.000	wt.% Total

2. XRD ANALİZİ

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: % 32,4

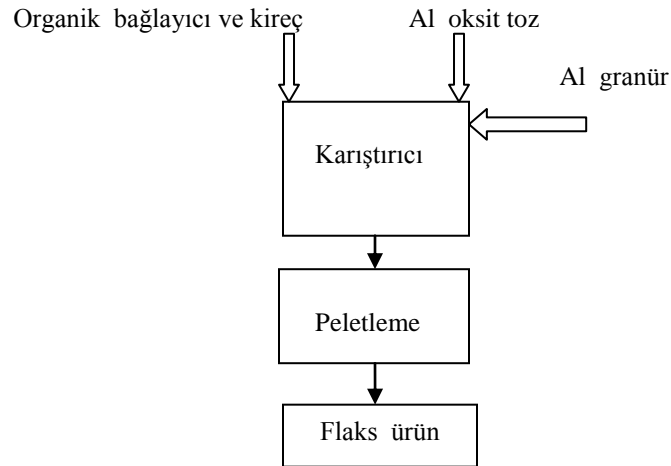
1.EDS Analizi



Elt.	Line	Intensity (c/s)	Error 2-sig	Conc	Units
O	Ka	11.20	0.864	6.811	wt.%
Al	Ka	596.39	6.305	63.679	wt.%
Si	Ka	110.51	2.714	23.993	wt.%
Fe	Ka	4.83	0.567	1.312	wt.%
Ni	Ka	5.43	0.601	1.985	wt.%
Cu	Ka	4.84	0.568	2.221	wt.%
				100.000	wt.% Total

Şekil 8. Alüminyum oksit analizi

Şekil 9. Alüminyum külçe analizi



Şekil 10. Flaks üretimi akış şeması

yaklaşık % 3 oranında alüminyum oksit (diğer demir oksitleri vs göz önüne alırsak daha düşüktür) bulunmaktadır (bakınız Şekil 8). Tamburdan çıkan  $Al_2O_3$  analizi Şekil 9’da, tesiste üretilen alüminyum külçe analizleri Şekil 10’da görülmektedir.

Elde edilen alüminyum oksit tozu gerekirse alüminyum granür eklemek suretiyle bir mikserde organik bir bağlayıcı (melas gibi) ve kireçle karıştırılır. Daha sonra peletleme makinasında istenilen boyutlarda pellet flaks üretimi gerçekleştirilir. Şekil 11’de flaks üretim akışı görülmektedir. Flaks içerisindeki tuz oranlarının Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın istediği kriterlerde de olması sağlanmalıdır.

### 3. Sonuç

Birincil ve ikincil üretimden atık olarak çıkan beyaz ve kara cürufklar içerisinde önemli miktarlarda alüminyum metali içermektedirler. Ayrıca atıkların içerisinde bulunan NaCl ve KCl tuzları çevre için ciddi sorunlar oluşturmaktadırlar. Bu atıklar ülkemizde İzaydaş’ a verilerek bertaraf edilmesi sağlanmaktadır. İçerisinde % 70’e kadar alüminyum metali olan beyaz cüruf ve içerisinde % 18 kadar alüminyum bulunan kara cürufklarından geri dönüşüm yolu ile alüminyum metalinin geri kazanılması ve flaks elde edilmesi ülkemize ekonomik açıdan ciddi bir katkı sağlayacaktır. Atık cüruf içindeki tuzlarda çevreye atılması önlenmiş olacaktır Alüminyum cürufu için de boksitten üretilen enerji harcamasının yaklaşık % 5’ i kadar enerji harcanmaktadır. Cüruftan alüminyum üretiminden de % 95’e kadar enerji tasarufu sağlanacaktır.

### 4. Kaynaklar

- [1] Petavratzi E and Scott W., Residues from aluminium dross recycling in cement, Characterisation of Minearl wastes, resources and Processing Technologies, November 2007, pp.1-8.
- [2] Hwang J.Y.,Huang X. Xu Z. Recovery of Metals from Aluminium Dross and Salt Cake, Journal of Minerals &Metarials characterization & Engineering, 2006; 5, 47-62.
- [3] Oakdene Hollins (2002). Aluminium industry could dramatically reduce landfilling of furnace waste., 2002.
- [4] Öztürk M., Kullanılmış alüminyum malzemelerinin geri kazanılması, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2005.