

ÖZEL ALÜMİNALAR-1

KALSİNE ALÜMİNALAR

Muhlis Nezih SARİDEDE* ve Burak BİROL**

*Yıldız Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

**Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZET

Alümina, dünyanın en çok kullanım yeri bulan oksit maddeleri arasındadır. Boksit cevherinden Bayer prosesi ile üretilen alüminanın yaklaşık % 93'ü alüminyum metali eldesinde, geriye kalan kısmı ise özel alümina kimyasalları ve kalsine alümina üretiminde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, kısaca boksitten Bayer prosesi ile alümina üretimi incelenerek özel alümina ürünlerinin bir alt başlığı olan alümina kimyasallarının kullanım yerleri, özellikleri ve üretim prosesleri hakkında teorik bir araştırma yapılmıştır. Alümina kimyasalları; alüminyum hidroksit, kalsine alümina ve aktif alümina olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Alüminyum hidroksit, çoğunlukla Bayer prosesi ile elde edilen bir ürün olup, farklı özellikte ürün elde edebilmek için çeşitli yöntemler de geliştirilmiştir. Aktif alümina, alüminyum hidroksitlerin 1000 °C 'nin altındaki aktive etme adı verilen ısı işlemi ile oluşturulmaktadır. Kalsine alüminalar ise soda içeriklerine ve toplam empüritelere göre üç ana gruba ayrılırlar. Normal sodalı ve düşük sodalı (termal reaktif) kalsine alüminalar Bayer Prosesi ile üretilirken, yüksek saflığa sahip alüminalar ise alüminyum esaslı tuzların parçalanmasıyla elde edilirler. Kalsinasyon normal olarak döner fırınlarda veya sabit kalsine edicilerde yapılır.

Anahtar Sözcükler: Özel alüminalar, alüminyum hidroksit, aktif alümina, kalsine alümina.

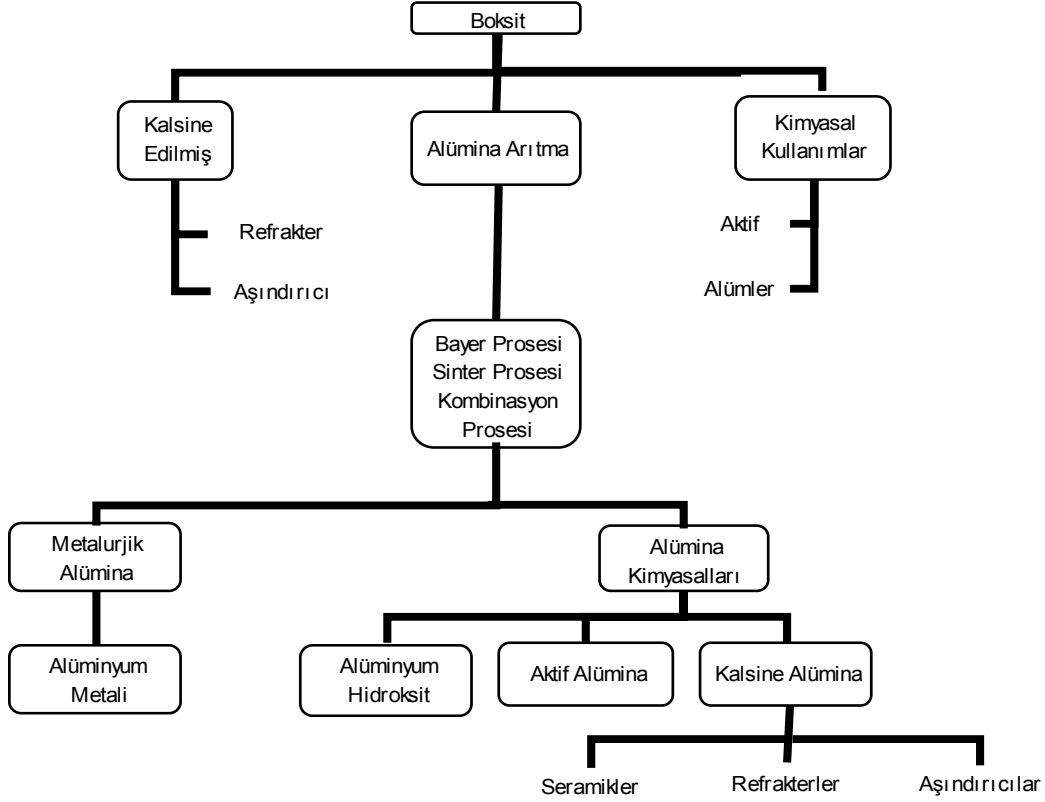
GİRİŞ

Alümina, dünyada en çok kullanılan oksit maddeleri arasındadır. Dünya alümina üretiminin %90'dan fazlası yüksek saflıkta son ürün temin eden Bayer teknolojisi ile yapılmaktadır. Hammadde olarak genellikle gibsitik ve böhmitik boksitler, nadiren de diyasporitik boksitler kullanılmaktadır. Teknolojik alandaki gelişmeler kil, kaolen, nefelin, alünit, şeyl gibi hammaddelerin de alümina eldesinde kullanılabilmesini göstermektedir. Buna rağmen daha ekonomik olması nedeniyle alüminyum endüstrisinde bu gün için boksit hammaddesi rakipsiz durumdadır.

Bugün Bayer Prosesi ile boksitten üretilen alüminanın yaklaşık % 93'ü metalurjik alüminadır yani alüminyum üretimi için kullanılmaktadır. Bazı Bayer Prosesi tesisleri, alüminyum üretimi için kullanılan alüminayı özel alümina kimyasallarına ve kalsine alüminaya dönüştürmektedir. Bu özellikli alüminalar Bayer Prosesi ile üretildiği için alüminyum üretiminde kullanılan alüminayla temel özellikleri aynıdır.

Alüminyum metalinin eldesi dışındaki amaçlar için kullanılan alüminyum hidroksit ve alümina ürünlerine özel alümina adı verilmektedir. Boksit, arıtma işleminden geçtikten sonra Bayer prosesi, sinterleme ve kombinasyon proseslerinden sonra iki şekilde kullanılmaktadır.

Bunlar ya daha öncede belirtildiği gibi alüminyum üretimi için yada çeşitli işlemlerden geçerek alümina kimyasalları olarak tabir edilen alüminyum hidroksit, aktif alümina veya kalsine alüminalar üretilmektedir. Boksitten üretilen alümina ürünleri Şekil 1.1’de verilmektedir [2], [4].



Şekil 1.1 Temel alümina ürünleri [4].

Özel alüminaların ilki 1910 yılında “Kalsine Alümina” adı altında Alcoa firması tarafından aşındırıcı üretiminde kullanılmıştır. Söz konusu tarihten sonra dünyanın birçok yerinde yeni özellikli alümina ürünleri için uygulama alanları bulunmuştur [2].

Bu çalışmada Bayer Prosesi ile üretilen bazı özel alüminaların üretim şekilleri, özellikleri ve kullanım alanları incelenmiştir.

1. ÖZEL ALÜMİNALARIN KULLANIM ALANLARI

Son yıllarda çok değişik alanlarda kullanılmaya başlanan alüminyum, oksijen ve hidrojenden oluşan ticari bileşikler (alüminyum hidroksit, alüminyum hidroksioksit ve alüminyum oksit) üzerinde yoğun araştırmalar devam etmektedir. Çok eskiden bilinen bu bileşiklerin yeni özel kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır.

Boksitten elde edilen alüminanın (Al_2O_3) %93’ü alüminyum metali üretiminde, geri kalanı ise aşındırıcı, refrakter ve kimyasal madde sanayilerinde kullanılmaktadır [3,5]. Özel alüminaların çeşitli kullanım yerleri Tablo 2.1’de verilmektedir[1].

Tablo 2.1 Özel alüminaların çeşitli kullanım yerleri [5,6,8].

Ürün Adı	Kullanım Yerleri
Alüminyum Hidroksit	Plastik ve Lastiklerde Yanmayı Engelleyici Kağıt Dolgu Malzemesi Diş Macunu Dolgu Malzemesi Antiasit
Düşük Sodalı Kalsine Alümina	İnce Porselen, Beyaz Eşya Porselen İzolatörler, Buji Fırın İçi Donanımı
Normal Sodalı Kalsine Alümina	Sırlar, Emayeler, Porselen veya Sır Hammaddesi Olan Fritler, Aşındırıcılar, Refrakterler
Yüksek Saflıkta Alümina	Suni Elmaslar Taşıyıcılar, Mikroçip, Katalizörler Yan Şeffaf Alümina Ürünleri Kesici Takımlar, Parlatici Bilezikler
Kesme (Tabular) Alümina	Cam, Seramik, Aşındırıcılar, Refrakterler, Katalizör, Taşıyıcı Yataklar, Kaynak Elektrik Kaplama, Epoksi, Silikon, Polyester
Ergimiş (Fused) Alümina	Beyaz Ergimiş Aşındırıcı Taneler Pembe Ergimiş Aşındırıcı Taneler Kırmızı Ergimiş Aşındırıcı Taneler

2. KALSİNE VE YÜKSEK SAFLIKTAKİ ALÜMİNALAR

Kalsine alüminalar, soda içeriklerine ve toplam empürütelerine göre üç ana gruba ayrılırlar. Normal sodalı ve düşük sodalı (termal reaktif) kalsine alüminalar Bayer Prosesi ile üretilirken, yüksek saflığa sahip alüminalar ise alüminyum esaslı tuzların parçalanmasıyla elde edilirler. Kalsinasyon normal olarak döner fırınlarda veya sabit kalsine edicilerde yapılır. Bazı topaklanmış alüminalar, nihai kristal boyutları ile eşit olması için öğütülürler. Alüminalardaki süper öğütme sonuçları, yüksek sinterleme karakteristiğinin ortaya çıkmasına sebep olur. Kalsine alüminalar, aşındırıcılarda, parlatmada, elektronik ve mekanik seramiklerde, camlarda, beyaz eşyada ve refrakterlerde olmak üzere geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Gelecekteki gelişmeler, mukavemet, daha üniform ve ince kristal boyutu, alfa yayıcı partiküllerin uzaklaştırılması ve daha düşük empürite değerleri üzerinde yoğunlaşacaktır [4,7].

a. Özellikleri

Kalsine alüminalar kimyasal olarak üç ana gruba ayrılırlar. Bu ayırma, soda içeriklerine ve toplam empürütelerine göre belirlenir. İlk kategoride soda içeriği %0,1'den yüksek olan normal kalsine alüminalar bulunmaktadır. Toplam alümina içeriği ise genellikle %99 ile %99,5 arasında değişmektedir. İkinci kategoride ise, bazen düşük sodalı bazen de termal reaktif alümina olarak isimlendirilen %99,7 alümina içeriğine ve %0,1'den daha düşük soda içeriğine sahip alüminalar bulunmaktadır. Üçüncü kategorideki alüminalar minimum %99,99 Al_2O_3 içeren yüksek saflığa sahip alüminalardır. Bu yüksek saflıktaki alüminalar ise Bayer prosesi ile değil, alüminyum esaslı tuzlardan elde edilirler.

Yüksek saflıktaki kalsine alümina dışında tüm kalsine alüminalar, Bayer Prosesi ile boksitin arıtılmasıyla elde edilen alüminyum hidroksit (gibsit)'in ısıtılmasıyla elde edilir. Dünyada yılda yaklaşık 35 M.ton alümina kalsinasyona bağlı olarak üretilmektedir. A.B.D.'nin yıllık alümina üretimi ise 5 M. tondur [4].

Çeşitli alümina kimyasalları fiyatları, pazara ve alümina çeşidine dayanmaktadır. 1987'den önce alümina alüminyum metali üretimi için tonu 100-150 \$ olarak satılmaktaydı. Kalsine alümina fiyatları 300 \$/ton (normal kalsine alüminalar için)'dan başlayıp yüksek saflıktaki kalsine alümina için 44.000 \$/ton (20 \$/pound)'a kadar çıkmaktadır. Kaliteli normal sodalı alümina fiyatı ortalama 500 \$/ton olmaktadır.

Tablo 3.1 Metalurjik alüminanın tipik özellikleri [4].

Partikül Boyut Dağılımı (% ağı.)	
+ 100 mesh	< 5
+ 325 (44 µm.)	> 92
- 325	< 8
Yığın Yoğunluğu (kg./t.)	
Serbest	0,95 – 1,00
Paketlenmiş	1,05 – 1,10
Özgül Yüzey Alanı (m²/gr.)	50 – 80
Nem (573 °K'e kadar) (% Ağı.)	< 1,0
Kızdırma Kaybı (573 – 1473 °K) (% Ağı.)	< 1,0
α - Al₂O₃ içeriği (Optik veya X ışını metodu) (%)	< 20
Kimyasal Analiz	% Ağı.
Fe ₂ O ₃	< 0,020
SiO ₂	< 0,020
TiO ₂	< 0,004
CaO	< 0,040
Na ₂ O	< 0,500

Kalsine alüminalar, alüminyum üretimi için kullanılan metalurjik alüminayla aynı temel özelliklere sahiptir (Tablo 4.1). Metalurjik alümina çok çeşitli boksit kaynaklarından ve çok çeşitli Bayer Prosesi parametreleri kullanılarak üretildikleri için, kalsine alüminalarda bazı kimyasal empüriteler, partikül boyut dağılımı, partikül morfolojisi gibi farklılıklar doğurmaktadır [1,4].

Üretilen kalsine alüminaların 100'den fazla çeşidi bulunmaktadır. Bu kalsine alüminaların uygulama alanları çeşitli seramik, refrakter ve aşındırıcı ürünlerini içermektedir. Tablo 3.2'de, % 0,1 ile %0,6 soda içeren bazı ticari normal kalsine alüminaların tipik özelliklerini görmektedir. Bu sınıflar arasındaki temel farklar, soda içeriği, yüzey alanı, α alümina içeriği, kristal boyutu ve kızdırma kaybıdır (LOI). En yüksek yüzey alanına sahip alüminalar, GRUP A'da görüldüğü gibi, en düşük α alümina içeriğini göstermektedir. Genel olarak, 5 m²/gr'dan yüksek özgül yüzey alanına sahip alüminalar, α alümina olmayan bazı fazları içermektedirler. Örneğin, 10 m²/g'lık alümina yaklaşık %85'lik α alümina içeriyorsa 50 m²/g'lık alümina yaklaşık %20'den daha az α fazı içermektedir. GRUP B'deki kalsine alüminalar, 5 ile 15 m²/g arasındaki kontrollü yüzey alanlarına sahiptirler. Bu alüminalar tamamen α alüminaya dönüşmemişlerdir ve 1 µm'den küçük kristallere sahiptirler [4].

Tablo 3.2 Bazı normal kalsine alüminaların tipik özellikleri [4].

	A		B		C	
	Kaiser C – 70	Alcan C – 1	Alcoa A – 13	Kaiser C – 1	Alcoa A – 12	Alcan C – 71
Kristal Boyutu (μm)	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	3 – 5	
Özgül Yüzey Alanı (m^2/g)			6 – 12		0,5	
Al_2O_3 (% Ağ.)	98,5	99,3	99,2	99,2	99,4	99,7
Na_2O (% Ağ.)	0,45	0,55	0,25	0,45	0,25	0,18
SiO_2 (% Ağ.)	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03
Fe_2O_3 (% Ağ.)	0,01	0,03	0,04	0,01	0,04	0,03
Kızdırma Kaybı (%)	0,9	1,0	0,4	0,35	0,2	0,1
α - Al_2O_3 içeriği (%)			65 – 90		98	98

GRUP C'deki kalsine alüminalar, %100 α alüminaya dönüştürülmüşlerdir. Yüksek soda içeriklerine bağlı olarak β alümina da içerdiği tahmin edilebilir. α dönüşümünün sonucu olarak, kristallerin 3 ile 6 μm arasında büyüdüğü ve hekzagonal levha benzeri bir yapıya sahip oldukları bilinmektedir. Yüzey alanı da kaba ve yoğun kristallerin dönüşümünden dolayı 1 m^2/gr 'dan daha azdır. Kızdırma kaybı ise (1100 °C sıcaklığa ısıtılmış örnekler için) GRUP C için yaklaşık sıfırdır. Çünkü düşük yüzey alanlı maddelerin su buharına afinitesi çok düşüktür.

Düşük sodalı grubundaki kalsine alüminalar %0,1'den daha düşük soda içeriğine sahiptirler. Ticari düşük sodalı alüminaların bir kısmı kaba kristallere sahip (2 ile 10 μm arası) olup, bunların çoğu kristal büyümesini kontrol etmek ve soda içeriğini %0,03 Na_2O 'ya kadar düşürebilmek için mineralleştiricilerin kullanımıyla kalsine edilmişlerdir. Aslında tümü %100'lük α alüminalardır. Özgül yüzey alanı, tipik olarak kaba kristallere sahip olduklarından 1 m^2/g 'dan düşüktür [4].

Düşük sodalı alüminaların kalan kısmı ise, ek olarak termal reaktif öğütülmüş alüminalar olarak da üretilmişlerdir. Bu alüminalar genellikle süper öğütülmüş formda satılırlar ve yüksek sinterleme aktivitesi gösterirler. Bu alüminaların kristal boyutları 0,3 ile 5 μm arasında değişirler. Böylece yüzey alanları da 10 ile 2 m^2/g arasında değişir. Daha ince kristalli ve yüksek yüzey alanlı alüminalar çok düşük α dışı alümina fazına sahip olabilirler. Bu genellikle % 10'dan azdır. Daha yüksek yüzey alanına sahip alüminalar daha ince kristal boyutlarına sahip oldukları ve bazı α dışı alümina fazı içerdikleri için daha uzun öğütme süreleri gerektirmektedirler.

Termal reaktif alüminalar, paketlenme davranışları ve sinterlenme reaktivitelerine göre karakterize edilebilirler. Paketlenme davranışı, alüminayı çelik preste organik bağlayıcılar olmadan yüksek basınç altında preslenip, bu bölgenin ham yığın yoğunluğu ölçülerek bulunur. Alümina kristal boyutu arttıkça ham yoğunluğu da artar. Hatta kristal boyutu dağılımı genişledikçe de yığın yoğunluğu artar [1,4].

A-16SG en termal reaktif alüminayı temsil etmektedir. Bu alümina 1540°C gibi düşük sinterleme sıcaklığında teorik yoğunluğuna yakın bir değer ($>3,90 \text{ gr/cm}^3$) göstermektedir. Aynı zamanda düşük ham yoğunluğuna bağlı olarak en büyük boyut küçülmesini gösterir. Kimyasal analizler göstermektedir ki bu alüminalar %97,7 ile %99,9 saflıktaki alüminalardır. En reaktif sınıflar genellikle MgO içerirler ve MgO sinterleme esnasında tane büyümesini engelleyici olarak kullanılır. Bu da küçük, üniform, pişmiş kristallerle yüksek yanmış yoğunluğu eldesine olanak tanır. Bu seramik parçalar için yüksek aşınma direnci ve mukavemet sonucunu doğurmaktadır.

Bazı durumlarda farklı yüzey alanlarına sahip alümina serileri de bulunmaktadır. Bu farklılığın bir örneği Tablo 3.3’de verilmiştir. %99,95’lik alüminalar, başlangıç maddesi olarak Bayer hidratından elde edilirler. %99,99’luk alüminaların çoğu ise çeşitli alüminyum tuzlarının parçalanmasıyla oluşurlar. İki durumda da esas empüriteler soda, silika ve demir oksittir. Yüzey alanı 5 ile 10 m^2/gr olan alüminalar tipik olarak %90 α fazı içerip, kristal boyutları 0,5 μm ’nin altındadır. Bu alüminalar, kristal morfolojileri ve düşük ham yoğunluklarına bağlı olarak 1500 – 1600°C’de Bayer kökenli alüminalar kadar iyi sinterlenemezler [1,4].

Tablo 3.3 Bazı Yüksek Saflıklı Alüminaların Ticari Sınıfları ve Özellikleri [4].

	Alcoa	
	Alumalux 39	Alumalux 49
Kristal Boyutu (μm.)	< 0,5	< 0,5
Özgül Yüzey Alanı (m^2/gr.)	7 – 10	6
Al₂O₃ (% Ağ.)	> 99,95	99,99
Na (ppm)	75 (Na ₂ O)	5 (Na ₂ O)
Si (ppm)	200 (SiO ₂)	60 (SiO ₂)
Fe (ppm)	100 (Fe ₂ O ₃)	20 (Fe ₂ O ₃)
Partikül Boyutu (μm.)	0,5	0,5
Ham Yoğunluk (gr/cm^3)	2,15	2,10
Pişirilmiş Yoğunluk (gr/cm^3)	3,91	3,91
Presleme Basıncı (MPa)	345	345
Sinterleme Sıcaklığı (°C)	1540	1540
Sinterleme Zamanı (saat)	1	1

b. Üretim Prosesleri

Kalsinasyonun esas amacı, hidrati α alüminaya dönüştürmektir. Fakat %20 ile %95 arasında α -alüminalı (kısmi dönüşüm) uygulamalar da bulunmaktadır. Kalsinasyonun diğer bir amacı da çeşitli kristal boyutlarına ve kimyasına sahip kalsine alüminalar üretmektir. Bu iki amaca da proses değişkenlerinin (kalsinasyon sıcaklığı, zaman, atmosfer, hidrattaki empüriteler ve bilinen mineralleştirici bileşiklerin eklenmesi) ayarlanmasıyla ulaşılabilmektedir [4].

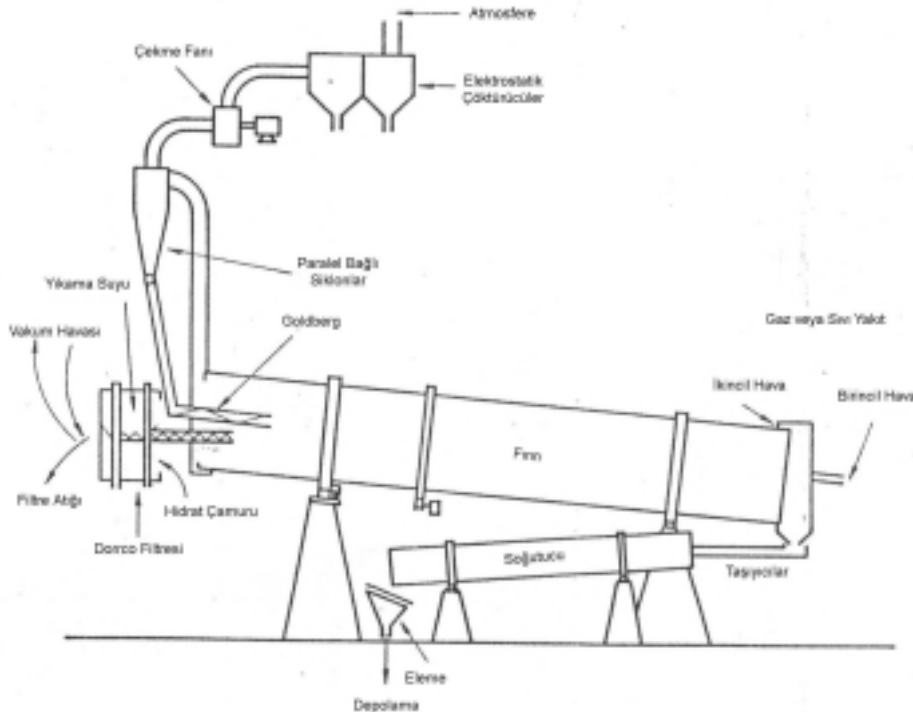
Kalsine alümina üretiminde kimya büyük bir rol oynamaktadır. Bayer hidratındaki soda içeriği α alüminanın dönüşüm sıcaklığını etkilemektedir. 1200°C’de kimyasal katkı maddeleri olmadan α alümina genellikle 1 μm ’den daha düşük boyutlardaki kristallerden oluşmaktadır. Çok yüksek kalsinasyon sıcaklıklarında ($>1500^\circ\text{C}$) kristal büyümesi oluşmakta ve daha büyük α alümina kristalleri elde edilmektedir (2-3 μm arasında). Düşük sıcaklıklarda daha büyük veya eşit büyüklükte kristallerin oluşturulması için kristal büyütücü katkı maddesi eklemek gerekmektedir. Bu katkıları genellikle “mineralleştirici” olarak isimlendirilirler ve tuzlar veya

bor asitleri, florin veya klorinlerden oluşurlar. Çeşitli yollarla kalsinasyon proseslerine eklendiğinde α alümina kristalleri 10 ile 20 μm arasında üretilebilmektedir. Bunlar genellikle büyük yüzeyinden ölçülen ortalama boyutlu, yassı, hegzagonal, plakaya benzer kristallerdir [1,4].

Bor veya klorin kullanımı aynı zamanda kalsinasyon esnasında Bayer hidratındaki soda içeriğini azaltmaktadır. Son kalsinasyon sıcaklıklarına doğru bor ve klorin soda ile tepkimeye girerek kolayca buhar halde kimyasal bileşikler yapar. Normal hidrat, %0,05 gibi düşük soda içeriğine kadar kalsine edilebilir. Bu proses alüminada bor veya klorin artığı bırakmasına rağmen daha sade işlem koşulları sağlamaktadır. Diğer yandan başlangıç hidratları %0,1'den daha az soda içermelidir ki mineralleştiriciler kullanılmadan %0,1'den daha az sodalı kalsine alümina üretilebilsin.

Normal ve Düşük Sodalı Kalsine alümina üretimi için kullanılan hammadde Bayer prosesi hidrat (alüminyum hidroksit)'leridir. Hidrat partikülleri, boyutları 40 ile 200 μm . arasında değişen küresel topraklardır. Kurutma işleminde hidrat kolaylıkla parçalanmaktadır. Normal Bayer hidratların soda içeriği %0,5'tir. Küçük bir kısmı (%0,1) yıkamayla giderilebilir ama, çoğunluğu hidrat yapısı tarafından hapsedilmiştir. Bayer rafinasyonundaki farklı çökeltme koşullarında % 0,05 kadar düşük soda içeren hidratlar oluşturulabilir. Tabii bu durum da normal sodalı hidrat üretim fiyatının çok üzerinde olmaktadır.

Çeşitli soda içerikli alüminalar, kalsine alümina oluşturmak için ısıtılırlar. Bu ısıtım işlemi kalsinasyon olarak adlandırılmakta ve iki yolla uygulanmaktadır. Yıllardır döner fırınlar standart metot olarak kullanılmaktadır. Bu işlem için kullanılan döner fırın sisteminin şematik görünümü Şekil 3.1'de verilmiştir [4].

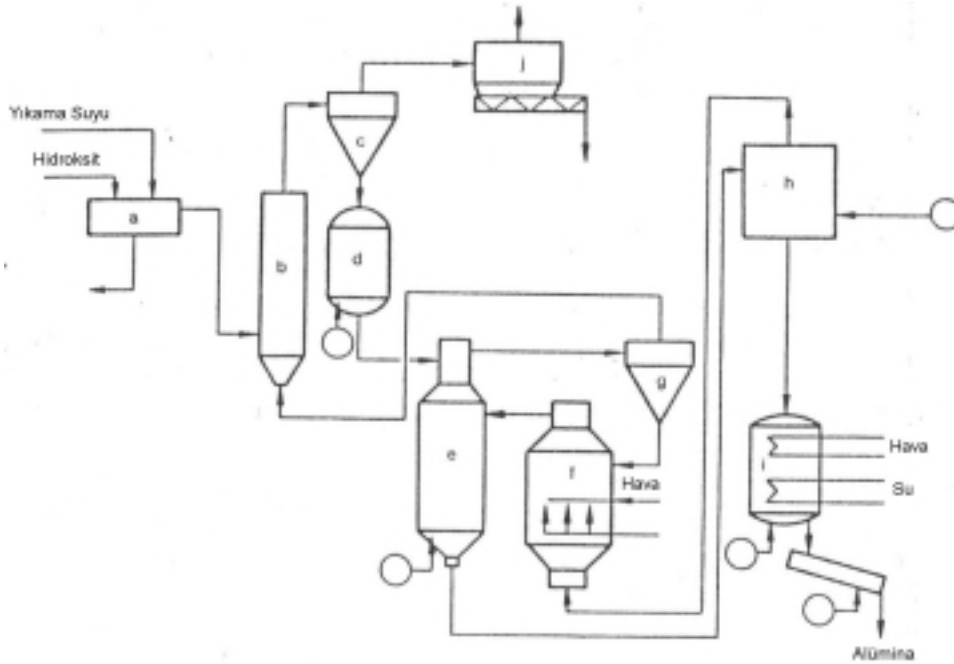


Şekil 3.1 Kalsine alümina üretiminde kullanılan döner fırın sistemi [4].

Bu fırınlar büyük, refrakter kaplı, yaklaşık 3m. (10 feet) çapında ve yaklaşık 75m. (250 feet) uzunluğundadır. Fırın, yataya belirli bir açı yapacak şekilde yerleştirilmiş ve bir eksen etrafında dönmektedir. Arıtıcıdan çıkan Bayer hidrat sulu çamuru filtrelerden yıkanır ve

sonunda çıkan katı pasta (cake), fırının üst ağzından beslenir. Fırın döndükçe hidrat partikülleri, yavaşça fırının alt kısmına doğru ilerler. Alt kısımda gaz veya sıvı yakıtlı bir brülörle tüm fırını ısıtan sıcak alev üflenir. Bu da fırında boydan boya bir termal gradyent oluşturur. Hidrat, geçiş alümina fazları ve su buharına parçalanır. Su buharı ve yakma gazı, fırının üst bölümünde çalışan fana yani aşağıdan yukarıya doğru yol alır. Alümina partikülleri brülörlerin yakınında α alüminaya dönüşür ve fırının alt yani sıcak bölümden fırını terk eder. Döner soğutucular alüminadan ısıyı uzaklaştırarak ürünün taşınıp depolanmasına olanak sağlar. Üretim kapasiteleri fırın boyutuna ve kalsine edilmek istenen ürünün özelliğine bağlıdır. Tipik kapasiteler 50-350 ton/gün arasındadır.

Sabit veya flaş kalsine ediciler döner fırınların yerini almaları için geliştirilmişlerdir. Bunların avantajları daha düşük enerji harcamaları, düşük kurulum masrafları, düşük işletme maliyetleri ve düşük insan gücü gereksinimleridir. Şekil 3.2’de ticari bir Alcoa flaş kalsine edicisinin çalışma şeması görülmektedir [1,4].



Şekil 3.2 Alcoa ünitesinin akım şeması, a) Filtre, b) Flaş kurutucu, c) Siklon, d) Akışkan yataklı kurutucu, e) tutucu hücre, f) fırın, g) siklon, h) çok aşamalı siklon kurutucu, i) akışkan yataklı kurutucu, j) elektrostatik çöktürücü [4].

Kalsine edici, bir seri akışkan yataktan oluşmaktadır. Kurutma, kalsinasyon ve soğutma işlemleri, ıslak hammaddenin sistemden geçişi esnasında oluşmaktadır. Bu sabit üniteler günde 1500 ton kalsinasyon yapabilme kapasitesine sahiptir. Sistemin tek dezavantajı ise düşük α alümina (<%90) içeren alümina üretebilmesidir.

Kalsine alüminalar üretildikten sonra toplanmış partiküllerin kendi kristal boyutlarına indirilebilmesi için ayrıca işlenebilirler. Alümina toprakları çoğunlukla bilyeli veya jet değirmenlerde kuru öğütülürler. Ticari olarak kullanılan öğütülmüş alüminalar %95 -325 mesh veya %99 -325 mesh (44 μ m) olarak satılırlar. Bu topak alüminalar, kendi kristal boyutlarına ayrılmamışlardır. Bu tür uygulamalarda eğer daha iyi öğütülmüş alüminalar gerekiyorsa, bu ürün tekrar öğütülür veya ürün olarak süper öğütülmüş alümina (SG) kullanılır [4,9].

Süper öğütülmüş alüminalar bir grup seramik bilyeli değirmende uzun zaman periyotları boyunca öğütülürler. Tüm alümina topraklarının kendi kristal boyutlarına kırılabilmesi için öğütme zamanı 30 saatin üzerine çıkabilir. Daha küçük boyutlu alüminalar, daha güçlü kristalin bağlarına ve daha yoğun toprak yapısına bağlı olarak daha uzun öğütme süreleri gerektirmektedir.

%99,9'lük yüksek saflıklı alüminalar Bayer hidratından üretilebilmektedir. %99,99 saflıktaki alümina üretimi için bir çok metot bulunmaktadır. Bunlar çoğunlukla yeniden kristallendirilmiş alüminyum tuzlarının (sülfatlar, koritler, nitratlar) veya alüminyum metalinin yüksek saflıktaki formlarının parçalanmasıyla elde edilmektedir. Yaygın bir metot, öncelikle Bayer hidratının sülfürik asit içerisinde çözündürülmesiyle alüminyum sülfatın hazırlanması şeklinde uygulanmaktadır. Sülfat sonra susuz amonya ile reaksiyona sokularak, saf yeniden kristallendirilmiş amonyum alum elde edilmektedir. Kalsine edildiğinde, %99,99 saflıkta ve ince kristalli alümina elde edilmektedir. Partikül morfolojisi ve topaklanma Bayer alüminalarından farklıdır. Kalsinasyon zamanı ve sıcaklık, çeşitli yüzey alanlı alüminaların üretimi için değiştirilebilmektedir. Alum'dan elde edilen alümina kalsinasyondan sonraki zayıf bağlarından dolayı bilyeli değirmenlerde değil de jet değirmenlerde öğütülürler [4].

3. SONUÇ

Alümina kimyasallarının bir alt grubu olan kalsine alüminalar soda içeriklerine ve toplam empüritelere göre normal sodalı kalsine, düşük sodalı (termal reaktif) kalsine ve yüksek saflıktaki alüminalar olmak üzere üç ana gruba ayrılırlar.

Normal sodalı ve düşük sodalı (termal reaktif) kalsine alüminalar Bayer Prosesi ile üretilirken, yüksek saflığa sahip alüminalar ise alüminyum esaslı tuzların parçalanmasıyla elde edilirler. Kalsinasyon normal olarak döner fırınlarda veya sabit kalsine edicilerde yapılır.

Kalsine alümina fiyatları, gördüğü ek işlemlerden dolayı metalurjik alümina fiyatlarından daha yüksek olup; üretim prosesi ile ürünün özelliği, bileşimi, tane boyutu gibi parametrelerle değişmektedir.

Ülkemizde özel alüminaların üretiminin gerçekleştirilmesi, bu ürünlerin Türkiye'deki kullanım alanlarını artırmakla beraber, bu ürünleri ithal edenlere de daha düşük fiyat imkanı sağlayacaktır.

REFERANSLAR

[1] S. DEĞERLİ, "Bayer Prosesinin Ara Atık Ürünü Olan Alüminyum Hidroksit Kabuğundan Aktif Alümina Eldesi", Y. Lisans Tezi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, YTÜ, İstanbul, 2002

[2] DPT, "Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Metal Madenler Alt Komisyonu Boksit Çalışma Grubu Raporu.", (DPT. 2625 - ÖİK. 636) ISBN: 975-19-2863, Ankara, 2001

[3] DPT, "Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: Demirdışı Metaller Sanayi Özel İhtisas Komisyon Raporu.", (DPT. 2537 - ÖİK. 553) ISBN 975 -19 - 2563 - 0, Ankara, 2000

[4] L.D. HART, "Alumina Chemicals: Science and Technology Handbook", Westerville, Ohio, American Ceramic Society, c1990

[5] M. TOK, "Alümina Üretim Teknolojisi ve Maliyeti Etkileyen Faktörler", Lisans Tezi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Malzeme Anabilim Dalı, İ.T.Ü., İstanbul, 1984

[6] http://www.azom.com/details.asp?ArticleID=1389#_Aluminium_Hydroxides

[7] H.J. Köroğlu, H. Yüzer, T. Taşcıoğlu, "Bayer Trihidrat ve Alüminasının Na₂O İçeriğini Düşürebilmek İçin Bir Yöntem" TÜBİTAK MAM., Kimya Mühendisliği Araştırma Bölümü, Proje No T4 9201, Kocaeli, 1993

[8] <http://www.almatis.com/alumina/products/prodcat.asp?I=3&C=6>

[9] <http://ceramic-materials.com/ceremat/material/41.html>