

Başçatak (Akdağmadeni - Yozgat) Muskovit-Şistlerin Teknolojik Özellikleri ve Endüstriyel Alanda Kullanım İmkanları

Semih GÜRSU

*MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi Mineraloji- Petrografi Koordinatörlüğü
Ankara, Türkiye
sgursu@yahoo.com*

ÖZET: Ülkemiz için yeni bir endüstriyel hammadde olarak değerlendirilen toz muskovit, dünyada endüstriyel alanda geniş çapta kullanılmaktadır. Özellikle çevre için zararlı etkileri bilinen asbeste karşı alternatif malzemeler arasında yer alması, toz muskovitin kullanımını geliştirmiştir. Ülkemizde, günümüze kadar yurtiçi olanaklardan toz muskovit üretimi yapılmamış, pegmatitik oluşumlara bağlı levha muskovit üretimi ise elverişsiz ve son derece kısıtlı şartlar altında yürütülmüştür. Bu çalışmada toz muskovitin ana kaynağını oluşturan muskovit şist kayaçlarından, muskovitin endüstriyel açıdan değerlendirilmesi, teknolojik özelliklerinin saptanması ve ülkemizde kullanım imkanlarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, Yozgat-Akdağmadeni (Başçatak) bölgesi inceleme alanı seçilmiş, bölgede yüzeyleyen muskovitce zengin zonların 1 / 10 000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Bölgenin mika açısından ekonomik potansiyeli ortaya çıkarılmış ve yataklar mineralojik-petrografik açıdan değerlendirilmiştir. Muskovitce zengin zonlardan alınan örneklerin ön zenginleştirilmesi, konsantr ürünün farklı tane boylarında sınıflandırılması, fiziksel, kimyasal özelliklerinin, sıcaklık artışına bağlı değişen ısıl kararlılık noktalarının (TG eğrisi) belirlenmesine çalışılmış, asbest yerine dolgu maddesi olarak kullanılabilme durumları incelenmiştir.

Muskovitin zenginleştirilmesi esnasında uygulanan öğütme teknikleri ile son ürünün tane boyu parametrelerinin, ürünün teknolojik özelliklerini etkilediği, muskovit'in yüksek sıcaklık koşullarında (1200 °C) bozunmaya uğradığı, refrakter özellik taşımadığı, en yüksek kullanım sıcaklığının 1000 °C olduğu, derişik sülfürik ve fosforik asitlerden etkilendiği belirlenmiş, ülkemizde boya, plastik ve kavuçük endüstrisinde, çimento ve izolasyon sanayisinde dolgu maddesi olarak kullanılabilceği önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yozgat (Başçatak), Muskovit-Şist, Toz Muskovit, TG Eğrisi, Dolgu Hammaddesi

ABSTRACT: Ground muscovite, regarded as a new industrial raw material in our country, is used widely in the industrial field in the world. The use of muscovite has been widened particularly due to its use as an alternative material to asbestos, whose harmful effects to environment have already been well known. In our country, up to now, ground muscovite has not been produced from the local resources; only the production of sheet muscovite has been made depending on pegmatitic formations in the most unproductive way and under extremely limited circumstances. The main purpose of the present work is to make an assessment of muscovite from the industrial point of view at the rocks of muscovite schists, which constitutes the main source of muscovite, determine its technologic properties and make the survey of the possibilities of its use in our country.

With this aim, the Yozgat - Akdağmadeni region has been selected as the area of survey, a geologic map in the scale of 1/10 000 of the zones, rich with muscovite that has surfaced in the region, has been drawn, the economic potential of the region has been tapped, the reserves have been assessed according to their mineralogical capacity, attempts have been made for enriching the samples taken from the rich zones, classifying the concentrated products according to different grain size and determining the changing temperature resistances point, the physical and chemical properties, studies have been made for its use as filling material instead of asbestos and proposals have been made for some sector where it can be used in our country.

During the methods, used for grinding the enriching of muscovite, it was found that the last product's grain size parameters affects the technological characteristics of the product, it was damaged under high heat, it does not carry refractory characteristics, its maximum utility temperature is 1000 °C and is affected by concentrated sulphuric and phosphoric acids. It is suggested that this material can be used in various industries like paint, plastic, rubber, cement and isolation as filling material.

Keywords: Yozgat (Başçatak), Muscovite-Shist, Ground Muscovite, TG Curve, Raw Material

1. GİRİŞ

Endüstriyel hammaddeler dünyasında son gelişmelere bağlı olarak muskovitin bu alandaki önemi giderek artmıştır. Yabancı ülkelerde (A.B.D., Kanada, Hindistan, İngiltere vb.) muskovit içeren yataklar üzerinde jeolojik ve ekonomik jeoloji açısından çeşitli araştırmalar yapılırken, zengin muskovit içeren yataklara sahip ülkemizde, günümüze kadar muskovitin endüstriyel hammadde olarak değerlendirilmesi yönünde herhangi bir çalışma yapılmamıştır [1].

Dünyada muskovit, pegmatit, granit, mika-şist gibi kayalardan elde edilmektedir. Özellikle pegmatitlere bağlı muskovit oluşumlarının yanı sıra, muskovit-şist gibi metamorfik kökenli kayalar da endüstriyel hammadde olarak rezerv teşkil etmektedir.

Ülkemizde daha çok pegmatitik oluşumlara bağlı levha muskovit üretimi yapılmaktadır. Pegmatitlere bağlı oluşumların küçük çapta olması, rezervin tam olarak saptanamaması nedeni ile aktif ve etkin bir madencilik faaliyetinin yapılmasına izin vermemekte ve küçük çapta madencilik çalışmaları yürütülmektedir. Pegmatitlere bağlı madencilik faaliyeti sonucu elde edilen levha muskovit, elektrik-elektronik sanayiinde yoğun olarak kullanılmasına rağmen, son yıllardaki bu alandaki gelişmeler nedeniyle tüketimi giderek azalma göstermektedir. Ayrıca işletme güçlükleri ve rezerv durumu, levha muskovit üretimine belli bir kısıtlama da getirmiş, plastik, cam elyafı vb. gibi maddeler, levha muskovit yerine elektrik-elektronik sanayisinde kullanılmaya başlanmıştır. Buna karşın, toz muskovitin kullanımı ise giderek artmıştır. Muskovit-şist yatakları, toz muskovitin ana kaynağını oluşturmaktadır.

Endüstriyel açıdan özellikle muskovit-şist yataklarında mevcut muskovitin ekonomik olarak değerlendirilmesini araştırmak amacı bu kayalar açısından zenginlik gösteren Akdağmasifi "Başçatak-Akdağmadeni" bölgesi inceleme alanı olarak seçilmiştir [1]. Yapılan çalışmalar ile bu bölgedeki ekonomik muskovit yataklarının saptanması, mineralojik-petrografik olarak incelenmesi, bölgenin ekonomik potansiyelinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

1.1. Saha ve laboratuvar çalışmaları

Saha çalışmaları esnasında yaklaşık 30 km²'lik alan içerisinde 1/10000 ölçekli haritada Başçatak ve civarında yüzeylenen ve muskovit-şist olarak değerlendirilen oluşumlardan, 24 adet kayaç örneği toplanmış, kayaların mineralojik-petrografik analizleri yapılmıştır.

Muskovit-kuars-şist olarak adlandırılan kayalardan alınan örneklerin harmanlanması ve ayrıntılı olarak incelenmesini sağlamak amacı ile zenginleştirme çalışmalarına geçilmiştir. Örneklerin mineralojik bileşimleri şu şekildedir: Kuvars, muskovit, biyotit, \pm plajiyoklaz, \pm mikroklin, \pm ortoklaz, \pm kalsit, \pm apatit, \pm zirkon, \pm opak min.

Kayaçalarda kuvars genelde ince taneli, dalgalı yapıp sönme gösteren kristaller halindedir. Diğer ana bileşen muskovit ise orta-ince taneli ve belirgin bir yönlenme göstermektedir. Kayaçalarda daha az oranda bulunan mikroklin kafes ikizlenmesi ile tipiktir. Biyotit ise çok az oranlarda, genelde yeşil renk tonunda gözlenmektedir. Mineralojik bileşenleri belirlenen muskovit-kuars-şist olarak adlandırılan kayalara ait ince kesitler üzerinde modal bileşimin saptanması için, yan otomatik SWIFT marka nokta sayıcı kullanılmıştır. Kay açta her ince kesitte yaklaşık 3000 nokta sayılmış, minerallerin % alan cinsinden saptanan değerlerinin aritmetik ortalaması alınmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 1 'de verilmiştir.

Temsili örnekler önce çeneli kırıcı, daha sonra da çekiçli kırıcı ile -5 mm tane boyutuna kırılmış ve elek analizine tabi tutulmuştur. İnce kesitler üzerinde muskovitin serbestleşme derecesi saptanmış, bu tane boyutunun altındaki malzeme ayrıca yaş öğütmeye tabi tutulmuştur.

Zenginleştirme çalışmaları manyetik ayırma ve flotasyon yöntemleri ile yapılmıştır. Gerek manyetik ayırma, gerekse flotasyon yöntemlerinin kombinasyonu ile %98-99 oranında muskovit verimi kazanılmıştır. Kuru ve yaş öğütülmüş örnekler üzerinde yürütülen bu işlemi takiben, konsantrenin kimyasal analizleri Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde bulunan PHiLiPS marka PW 1480 X-Ray Spectrometre kullanılarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Muskovit-Kuvars-Şist Örneklerinde Bulunan Bileşenlerin % Alan Cinsinden Değerleri [1]

Mineraller	Alan Değerleri (%)
Muskovit	40.30
Kuvars	52.72
Biyotit	2.64
Mikroclin	2.58
Ortoklaz	0.49
Plajiyoklaz (Albit)	0.30
Apatit	0.08
Kalsit	0.83
Zirkon	0.03
Toplam	99.97

Zenginleştirme çalışmalarıyla elde edilen muskovit konsantresi, elek analizine tabi tutulmuş ve muskovitin teknolojik özelliklerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Ayrıca farklı fraksiyonlardaki konsantrasyon ürün üzerinde, H.Ü. Kimya Mühendisliği Bölümü'nde, Du Pont 951 marka termogravimetri aleti ile muskovitin sıcaklık değişimlerine karşı göstermiş olduğu ağırlık kayıpları (TG) incelenmiş, grafiklerin yorumlanmasına çalışılmıştır.

2. MUSKOVİTİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Mika başlıca granit bileşimli mağmatik kayalarda, şist ve gnays gibi metamorfik kayalarda bol olarak bulunan bir mineraldir. Metamorfik ve mağmatik kayalarda gözlenen muskovit, kimyasal bozunmadan etkilenmemekte ve bazı sedimanter kayalarda ince taneli detritik mineral olarak bulunmaktadır [2]. İri kristalli muskovit ve filogopit levhaları genellikle bölgesel metamorfizmaya uğramış kayalarda bulunur. Filogopit levhalarına ise granitik kayaların çevresinde mevcut ve kontakt metamorfizmadan etkilenmiş sedimanter kayalarda rastlanılmaktadır.

2.1. Mineralojik ve Kristalografik Özellikler

Mika farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip levhamsı, kompleks bileşimli hidro alüminyum silikat minerallerine verilen isimdir. Mineralojik olarak yer kabuğunun ağırlıkça % 3,8'ini oluşturan mikalar özellikle

asitik mağmatik ve metamorfik kayalarda bol olarak bulunurlar. Mika grubu mineralleri arasında endüstriyel öneme sahip ana mineral muskovittir. Bazı alanlarda muskovit yerine kullanılan filogopit ise ikinci derecede öneme sahip bir mika grubu mineralidir [2]. Biyotit ise düşük izolasyon özelliği ve yapısındaki demirin kolayca oksitlenmesi nedeni ile endüstriyel önem taşımamaktadır.

2.2. Teknolojik Özellikler

Ticari açıdan başlıca iki mika minerali, muskovit ve filogopit önem kazanmıştır [3]. Makale'de mika terimi muskoviti karakterize etmek amacı ile kullanılmıştır. Ticari açıdan mika, "işlenmiş" ve "işlenmemiş" olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Genelde "işlenmiş mika" terimi ince ve küçük mika pullarının yapay olarak birbirleri üzerine yapıştırılması ile oluşturulmuş mikalar için kullanılmakta olup mikanit, mika kağıdı ve mika camından oluşmuştur [4].

"İşlenmemiş mika" basit sallama ve ayırma işlemleri haricinde başka bir işleme tutulmamış malzemeyi karakterize etmektedir [2]. "İşlenmemiş mika" minerali başlıca levha mika, hurda ve pul mika ve toz mika olmak üzere üç ayrı grupta değerlendirilmektedir. Bu kapsam içerisinde levha mika, doğal olarak bulunan, oldukça düzgün, kalın ve geniş alanlı parçalara verilen isimdir [4]. Ayrıca levha mika, kalınlığa bağlı olarak blok, filim (zar) ve yaprak olmak üzere üç kısma ayrılır. Hurda ve pul mika, genellikle levha mika olarak kullanılmaya uygun olmayan boyut ve kalitedeki mikayı kapsamaktadır [5]. Hurda mika terimi, pegmatit madenciliği sonunda elde edilen ürünü ve levha mika madenciliği sonucu ortaya çıkan atık malzemeyi de kapsamaktadır [6]. Pul mika, bazen hurda mika olarak da değerlendirilmesine rağmen, şist, pegmatitlerden ve kaolin zenginleştirilmesi ile elde edilen ürünü de karakterize etmektedir [6]. Toz mika, mikanın ticari öneme sahip diğer bir gurubunu oluşturmakta, pul veya hurda mikanın toz haline getirilmesi ile üretilmektedir [2, 3, 4].

Toz mika üç ayrı metot ile üretilmektedir [2, 4]. Bu işlemler kullanım alanına bağlı olarak başlıca kuru, mikronize ve yaş öğütmeyi kapsamaktadır. Bu üç ayrı işlem sonucu elde edilen ürünler, fiziksel özellikleri ile özellikle

görünüm açısından da birbirlerinden büyük farklılıklar göstermektedir.

3. BAŞÇATAK (AKDAĞMADENİ-YOZGAT) MUSKOVİT-ŞİSTLERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

3.1. Deneysel Yöntemler

Çalışmanın zenginleştirme kısmında, Başçatak muskovit-kuvars-şist örnekleri temsili olarak bölündükten sonra, sırasıyla serbestleşme tane boyutunun saptanması, yaş ve kuru öğütme, elek analizi ve kimyasal analizler yapılmış, alınan sonuçlar göz önüne alınarak çalışma koşulları belirlenmiştir.

3.1.1. Numune Alma ve Hazırlama

Başçatak (Akdağmadeni) Bölgesi'nde sekiz ayrı zonda yüzeylenen, muskovit-kuvars-şist yataklarından harmanlama sonucu temsili olarak toplam 100 kg civarında numune ile deneylere başlanmıştır. Bu numuneler çok iri parçalar olduğundan, öncelikle çeneli kırıcıdan geçirilerek -2 cm'e kırılmış, konileme-dörtleme yöntemi ile iki eşit kısma bölünmüş ve bu kısımlardan biri şahit numune olarak saklanmıştır. Diğer kısım ise deneylerde kullanılacak temsili numuneleri hazırlamak için çekiçli kırıcıdan geçirilerek - 5 mm tane boyuna kırılmıştır.

3.2. Kuru ve Yaş Öğütme

Çalışma alanında yüzeylenen muskovit-kuvars-şist yataklarından alınan örneklerin, serbestleşme tane boyutunun altında kırılması işlemi iki ayrı aşamada yapılmış, son ürün elek analizine tabi tutulmuştur.

Elek analizi sonucu elde edilen fraksiyonlar binoküler mikroskopta incelenmiş, (-24 +35), (-35 +48) mesh tane boyutu aralığına sahip fraksiyonlarda muskovitin bağlı taneler halinde olduğu, (-48+65), (-65+100), (-100 + 150), (-150+270) mesh tane boyut aralığına sahip fraksiyonlarda ise serbest halde buldukları saptanmıştır. (-24+35), (-35+48) mesh tane boyutuna sahip fraksiyonlar, Denver marka 36x18 cm boyutlarında laboratuvar tipi çubuklu değirmende 5 dakika süreyle öğütme işlemine tabi tutulmuştur.

Yaş öğütülmüş malzemenin, 5 dakika öğütülmesi sonucu (-42+48), (-48+65), (-65

+100), (-100+150) mesh tane boyut aralığında serbest buldukları saptanmıştır.

3.3. Zenginleştirme Çalışmaları

3.3.1. Flotasyon ile ayırma

M.T.A. Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Cevher Zenginleştirme Birimi Laboratuvarında, yaş ve kuru öğütülmüş örnekler, flotasyon deneylerine tabi tutulmuştur.

(-48+65), (-65+100), (-100+150) mesh tane boyut aralığında yaş ve kuru öğütülmüş örnekler üzerinde uygulanan zenginleştirme çalışmaları sonucu elde edilen konsantre ürün binoküler mikroskopta incelenmiş, az oranda feldispat ve kuvars mevcudiyeti saptanmıştır. Örneklerde mevcut biyotitin de ayrılması amacı ile Franz isodinamik manyetik seperatörde son zenginleştirme çalışması yürütülmüştür.

Zenginleştirme sonucu yaş öğütülmüş (-48 +65), (-65+100), (-100+150) mesh ve kuru öğütülmüş (-48+65), (-65+100), (-100+150) mesh tane boyut aralığında çalışma amacına uygun muskovit konsantresi elde edilmiştir.

3.4. Konsantre Ürünün Kimyasal Analiz Sonuçları

Çalışma bölgesinde sekiz ayrı zonda yüzeylenen muskovit-kuvars-şist yataklarından alınan örneklerin harmanlanması sonucu elde edilen temsili numunenin öncelikle tüm kayaç kimyasal analizi yapılmış, ayrıca son ürünün X ışınları ile difraktogramları çekilmiştir.

Kuru ve yaş öğütülmüş örneklerin de zenginleştirme çalışmaları sonucu elde edilen farklı fraksiyondaki konsantre ürünlerinin kimyasal analizleri H.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Jeokimya bölümündeki X - Ray Floreanse (XRF) aleti kullanılarak yapılmıştır (Çizelge 2).

Elde edilen veriler, literatürde bulunan kuru ve yaş öğütülmüş muskovit üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları ile karşılaştırıldığında, uygulanan zenginleştirmenin başarılı olduğu, fakat örneklerin nispeten fazla oranda demiroksit içerdiği, bu durumun olasılıkla örneklerin öğütülmesi esnasında kullanılan çubuklu değirmenden kaynaklanmış olabileceğini ortaya koymaktadır (C. Oktay, sözlü görüşme)

Gerek yaş gerek kuru öğütülmüş konsantre karışımlarının göstermiş oldukları yansıma değerleri, muskovitin standart yansıma değerleri ile karşılaştırılmış ve uyumlu olduğu belirlenmiştir.

3.5. Isısal Analiz Yöntemleri

Isısal analiz teknikleri, sıcaklığın fonksiyonu olarak maddenin özelliklerindeki değişimleri tayin eder. Isısal analiz teknikleri ölçülen parametrelere göre değişmektedir. Bu çalışmada, sadece termogravimetri analizatörden yararlanılmıştır. Literatürde kuru ve yaş öğütülmüş muskovit üzerinde termogravimetri ile ilgili muhtelif analiz sonuçları bulunmaktadır. Bu çalışmalarda farklı fraksiyonlar üzerinde 200 ila 1200 °C arasında ve 10°C/dakika ısıtma hızında deneyler yapılmıştır. Sonuçta, ağırlık kaybının uygulanan öğütme zamanına bağlı olarak arttığı [9, 10, 11], ince taneli fraksiyonların iri taneli fraksiyonlara kıyasla genelde daha yüksek bir ateşte kayıp oranına sahip oldukları, ağırlık kaybındaki değişikliğin kimyasal bileşimde mevcut olan alkalilerin ve OH grubunun ayrılmasından ileri geldiği şeklinde açıklanmıştır. 1300°C'de ısıtılmış örnekler üzerinde yapılan incelemede, XRF analizleri ile K₂O miktarında % 1,3 oranında, toplam potasyum içeriğinde ise % 10 oranında bir azalma olduğunu saptanmıştır [12].

Termogravimetri analiz verilerine göre, ürünlerde iki ayrı endotermik reaksiyon geliştiği; bunlardan birincisinin 850 °C'de kristal suyunun ayrılması nedeni ile belirgin bir ağırlık kaybına bağlı olarak ortaya çıktığı ve bu durumun muskovitte gelişen dehidratasyon sürecini belirttiği, diğer endotermik reaksiyonun ise 1150 °C'de geliştiği ve daha sonraki sıcaklıklarda ise herhangi bir ağırlık kaybının görülmediği saptanmıştır [12]. Bu iki olayın muskovitin kristal yapısında meydana gelen değişiklikler ile ilgili olduğu ifade edilebilir.

Bazı yazarlar [13,14] ise, muskovitin 600°C civarında bozulmaya başladığını ifade etmekte, ancak atmosferik basınç altında ve sıcaklığın bir fonksiyonu olarak muskovitte gelişen dehidratasyonun ve bozunma sıcaklığının belirlenmesi konusunda farklı bazı görüşlerin bulunduğu da bilinmektedir. Smykal (1974) [15], muskovitin 887°C civarında bozunma sıcaklığına sahip olduğunu belirtmekte

ve çalışmasında zamanın etkisini genelde dikkate almamaktadır.

Çizelge 2. Zenginleştirme Sonucu Elde Edilen Muskovitin Yaş ve Kuru Öğütmeye Bağlı Olarak Farklı Fraksiyonlardaki Kimyasal Analiz Sonuçları

	Tüm Kayaç	Kuru Öğütme			Yaş Öğütme		
		-M+M (M-10)	+100 (M-10)	IMH150 (Mob)	-48+65 (Ma*)	65+100 (M-10)	150+150 (<Mob)
S ₁₀	77.65	46.95	45.74	46.01	45.59	46.19	46.11
A ₁ 2 ⁺ 3	1146	30.82	30.29	30.42	30.30	30.61	30.72
Fe ₂ O ₃	2.08	4.89	5.09	5.07	5.13	5.09	5.13
MnO	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
MgO	0.91	1.69	1.62	1.64	1.62	1.69	1.68
CaO	0.27	0.49	0.08	0.06	0.08	0.20	0.08
Na ₂ O	0.15	0.36	0.36	0.35	0.36	0.40	0.39
K ₂ O	4.27	10.48	10.37	10.43	10.41	10.53	10.54
TiO ₂	0.21	0.57	0.56	0.55	0.56	0.58	0.58
P ₂ O ₅	0.05	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
Cr	0.013	0.005	0.008	0.0018	0.008	0.006	0.0073
Zr	0.008	0.018	0.079	0.0065	0.008	0.011	0.0099
AK	1.87	5.14	5.01	4.68	5.07	4.95	4.98
Toplam	99.93	101.4	99.16	99.25	99.15	100.3	100.24

3.5.1. Termogravimetri

Termogravimetri, maddedeki ağırlık kaybının;

-Sıcaklığın bir fonksiyonu olarak,

-Sabit sıcaklıkta zamanın bir fonksiyonu olarak (isotermal veya statik termogravimetri) tayin edildiği dinamik bir yöntemdir. Bu yöntemde, ağırlık kaybının sıcaklığa karşı çizildiği deneysel eğriye termogram denir [16].

Bu çalışmada termogravimetrik ölçümler, Du Pont 951 marka termogravimetrik analizatör ile yapılmıştır. Ölçümlerde 50°C ile 900°C sıcaklık aralığında 20°C/dakika ısıtma hızında azot atmosferinde çalışılmıştır. Azot akış hızı 25 ml/dakika olarak ayarlanmıştır. Örneklerde ısısal bozunma sırasında sıcaklıkla yüzde ağırlık kaybı değişimi kaydedilmiş, bilgisayar verileri ile grafikleri elde edilmiştir.

Yaş ve kuru öğütülmüş (- 48+65), (-65+100), (-100+150) mesh tane boyutuna sahip konsantre ürünlerin ayrı ayrı termogramları elde edilmiş, ısısal kararlılık noktaları saptanmış, ısıtma sırasında sıcaklıkla % ağırlık kaybı kaydedilmiştir.

Termogramlarda, 50°C ila maksimum 900°C arasında çalışma yapılmış, bu sıcaklık

aralığında, ürünlerdeki ağırlık kaybının % 3 ile 4 arasında değiştiği belirlenmiştir.

3.5.2. Yaş ve Kuru Öğütülmüş Konsantre Muskovitin Termogramlarının Değerlendirilmesi

Yaş ve kuru öğütülmüş (-48+65), (-65+100), (-100+150) mesh tane boyut aralığında sınıflandırılmış konsantre muskovitin ayrı ayrı termogramları elde edilmiş, farklı fraksiyonlardaki örneklerin ısısal kararlılık noktaları saptanmıştır.

(-48+65), (-65+100), (-100+150) mesh tane boyut aralığına sahip kuru öğütülmüş muskovit konsantresi incelendiğinde, ısısal kararlılık noktasının iri tane boyuna sahip fraksiyonlarda (-48+65 mesh) 789,60°C (Şekil la), ince tane boyuna sahip fraksiyonlarda (-65+100 mesh) 779,76°C (Şekil lb), çok ince tane boyuna sahip fraksiyonlarda (-100+150 mesh) ise 610,88°C (Şekil lc) olduğu saptanmıştır. Tane boyunun muskovitin ısısal kararlılık noktasını etkilediği ve ısısal kararlılığın ürünlerin tane boyu ile değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kuru öğütülmüş muskovit konsantresinin farklı fraksiyonlarında ağırlık kaybı ile bağlantılı bozunma sıcaklığının yaklaşık 790°C dolayında bulunduğu saptanmıştır. 850°C'de meydana gelen ağırlık kaybı; iri taneli (-48+65 mesh) örneklerde % 1,53, ince taneli örneklerde (-65+100 mesh) % 1,26 ve çok ince taneli örneklerde (-100+150 mesh) ise % 1,60 olduğu saptanmıştır.

Yaş öğütülmüş [-48+65), (-65+100), (-100+150) mesh tane boyut aralığına sahip örnekler incelendiğinde; ısısal kararlılık noktasının iri tane boyuna (-48+65 mesh) sahip fraksiyonlarda 642,06°C (Şekil la), ince tane boyuna (-65+100 mesh) sahip fraksiyonlarda 669 °C (Şekil lb), çok ince tane boyuna (-100+150 mesh) sahip fraksiyonlarda ise 732°C (Şekil lc) olduğu saptanmıştır. Yaş öğütülmüş muskovit konsantresinin farklı fraksiyonlarında ağırlık kaybı ile bağlantılı bozunma sıcaklığının yaklaşık 750°C civarında başladığı belirlenmiştir.

850 °C meydana gelen ağırlık kaybının; iri tane boyuna sahip fraksiyonlarda (-48+65 mesh) % 1,56, ince tane boyuna sahip fraksiyonlarda (-65+100 mesh) % 0,98 ve çok ince tane boyuna

sahip fraksiyonlarda (-100+150 mesh) ise % 1,58 olduğu belirlenmiştir.

Kuru öğütülmüş konsantre muskovit örneklerinde olduğu gibi iri ve çok ince tane boyut aralığına sahip fraksiyonlarda da 850°C'de ağırlık kayıplarının yaklaşık eşit düzeyde olduğu, aynı sıcaklıkta ince tane boyut aralığına sahip fraksiyonlardaki ağırlık kayıplarının ise daha az oranda olduğu saptanmıştır.

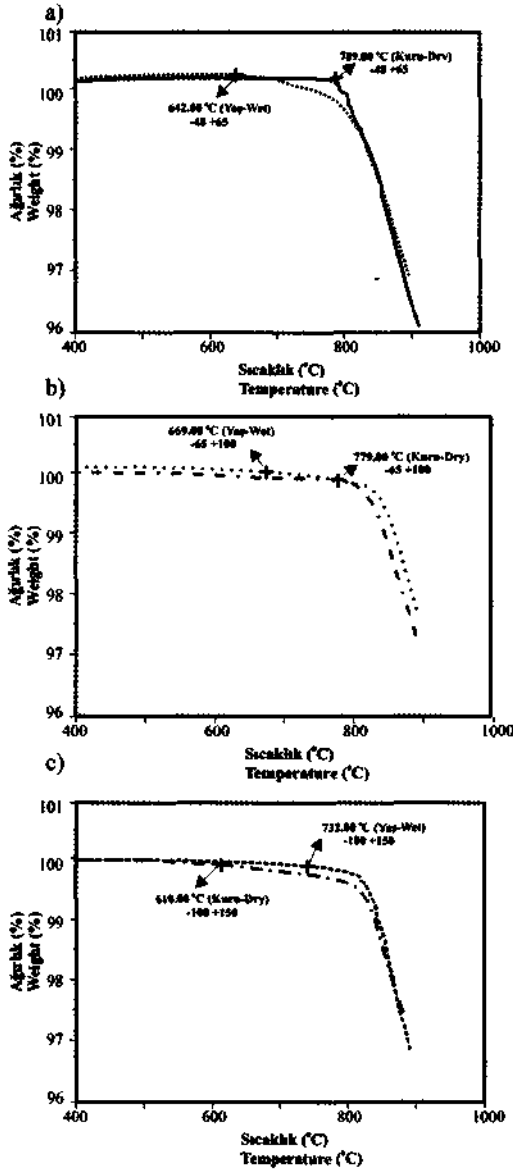
Yaş ve kuru öğütülmüş aynı tane boyut aralığına sahip fraksiyonların göstermiş oldukları ısısal kararlılık durumları ayrıca incelenmiştir.

Yaş ve kuru öğütülmüş -48+65 mesh tane boyut aralığına sahip fraksiyonların ısısal kararlılık noktaları karşılaştırıldığında, kuru öğütme sonucu elde edilen örneklerin, yaş öğütme sonucu elde edilen fraksiyona kıyasla yaklaşık 150°C daha yüksek ısısal kararlılık noktasına sahip oldukları (Şekil la), 850°C'de meydana gelen ağırlık kayıplarının ise yaklaşık aynı düzeyde meydana geldiği belirlenmiştir.

(-65+100 mesh) tane boyut aralığında yaş ve kuru öğütülmüş fraksiyonların kıyaslanmasında ise; kuru öğütülmüş örneklerin 100°C civarında daha yüksek ısısal kararlılığa sahip oldukları (Şekil lb), 850°C'de gösterdikleri ağırlık kayıplarının ise kuru öğütülmüş örneklerde % 1,26, yaş öğütülmüş örneklerde %0,98 olduğu, yaş öğütülmüş örneklerin daha az oranda ağırlık kaybına maruz kaldığı saptanmıştır.

(-100+150 mesh) tane boyut aralığında öğütülmüş örneklerde; yaş öğütülmüşlerin kuruya nazaran yaklaşık 120°C daha yüksek oranda ısısal kararlılığa sahip oldukları (Şekil lc), 850°C'de meydana gelen ağırlık kayıplarının ise yaklaşık eşit düzeyde olduğu saptanmıştır.

Termogravimetri ölçümleri sırasında 50°C ile 900°C arasında termogramları alınan örneklerin deney sonunda daha parlak bir görünüm aldıkları, fakat yaprakı görünümlerini korudukları gözlenmiştir.



Şekil 1. Kuru ve Yaş Öğütülmüş Konsantre Muskovit'in -48 +65, -65 +100 ve -100 +150 Mesh Tane Boyutlarından Elde Edilen Termogramların Korelasyonu

Sonuç olarak, örneklerin yaş ve kuru olarak öğütülmesinin muskovitin ısıl kararlılığı etkilediği belirlenmiştir. Kuru öğütme sonucu elde edilen örneklerin, yaş öğütme sonucu elde edilen iri ve ince tane boyut aralığına sahip örneklere kıyasla daha yüksek

oranlarda, çok ince tane boylarında ise daha düşük değerlerde ısıl kararlılığa sahip oldukları saptanmıştır. 50°C ila 900°C arasında 20°C/dakika ısıtma hızına maruz kalan örneklerin, kristal yapılarında bulunan (OH)'ı kaybetmeleri nedeni ile daha parlak ve yapraksı görünümünü korudukları saptanmıştır. Tüm bu sonuçlar, yüksek sıcaklık koşullarında kullanılacak yaş ve kuru öğütülmüş muskovitin göstereceği özelliklerin bilinmesi ve muskovitin kullanım imkanlarının belirlenmesinde yardımcı olmuştur.

4. TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİYEL HAMMADDE OLARAK TOZ MUSKOVİTİN KULLANIMI

Muskovit, endüstriyel alanda günümüze kadar önemi yeteri kadar anlaşılammış ve etkin bir şekilde değerlendirilmemiş bir mineraldir. Son yıllarda asbeste alternatif malzemeler arasında yer almasına rağmen, kanserojen etkisi kesinlikle kanıtlanmış ve kullanımına kısıtlamalar getirilen asbest ile ilgili standartların ülkemizde hala hazırlanmakta olması ve beyaz mikanın kullanımını geliştirici hiçbir çalışmanın yürütülmemesi ilginçtir. Asbest üretim ve tüketimi böylece devlet tarafından desteklenir bir görünüm içerisinde.

Ülkemizde son yıllarda, binaların dış yüzeylerinde muskovit katkılı sıvaların kullanılması, yapılara dekoratif bir görünüm kazandırması, toz muskovitin endüstriyel alanda değerlendirilmesi bakımından önemli bir gelişme olarak görülmektedir. Bu alanda pegmatitlerden elde edilen levha muskovitin öğütülmesi ve sıva içerisine irili, ufaklı muhtelif boyutlarda katılması, yapılara sadece dekoratif bir görünüm kazandırmaktadır. Bu tip yapılar dikkatle incelendiğinde, atmosferik hareketlerin olumsuz izlerinin (ufalanma, parçalanma ve kırılmalar) varlığı gözlenmektedir. Dolayısıyla, yapı endüstrisinde dolgu maddesi olarak kullanılsa bile, muskovitin özelliklerinden bilinçli olarak ve etkin bir şekilde yararlanmak uygun olacaktır.

Kuru öğütülmüş toz muskovitin yalıtkan malzeme ve çatlak çimentosu katkı maddesi olarak kullanılması yönünde boya üreticilerine, in tane boyutuna sahip muskovitin sondaj çalışmalarında, yüzey kaplamalarında ve tuğla üretimi alanlarında kullanılması yönünde diğer

üreticilere tanıtımı yapılmalı, muskovitin dolgu maddesi olarak ülkemizde kullanımı sağlanmalıdır.

Yaş öğütülmüş muskovitin, boya ve plastik endüstrisinde, muskovit katkı polimerlerin hazırlanmasında, ürünlerin özelliklerini geliştirdiği için kauçuk endüstrisinde dolgu maddesi olarak kullanımı ilk aşamada düşünülmelidir.

Ülkemizde, toz muskovitin izolasyon sanayinde, kalsilikatik ve portland çimentoları ile fren ve disk balata imalinde öncelikle asbest yerine toz muskovitin dolgu maddesi olarak kullanımı yönünde acil olarak çalışmalar yapılmalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- 1) Ülkemizde muskovit üretimi günümüze kadar pegmatitik oluşumlardan, verimsiz şartlar altında ve küçük ölçekte üretilmektedir. Kullanımı da son derece kısıtlıdır. İşletme güçlükleri nedeni ile levha muskovit pazarı küçük çapta kalmıştır. Son yıllarda levha muskovite kıyasla toz muskovit için çok farklı ve geniş kullanım alanları ortaya çıkmıştır. Tüm bu gelişmeler karşısında muskovit - şist, mika - şist, mika-gnays gibi metamorfik kayaların da toz muskovit üretiminde potansiyel kaynak teşkil edeceği ortaya konmuştur.
- 2) Yozgat Akdağmadeni Bölgesi'nde yüzeylenen mika-şistlerin zenginleştirilmesi sonucu muskovit konsantresi elde edilmiştir. Gerek konsantre ürünün, gerek atık olarak elde edilen ürünlerin kimyasal analizleri yapılmış, zenginleştirme başarısı incelenmiş, yaş ve kuru öğütülmüş farklı fraksiyonlardan % 98-99 oranında muskovit verimi elde edilmiştir.
- 3) Yaş ve kuru öğütülmüş konsantre muskovit örneklerinin ısıl dayanım noktaları tespit edilmiştir. Isıl dayanım noktasının tane boyut aralığına bağlı olarak değişim gösterdiği, sıcaklık artışına bağlı olarak kuru ve yaş öğütülmüş

örneklerde 700-800°C arasında ağırlık kayıplarının başladığı belirlenmiştir.

- 4) 1000°C'nin üstünde, yüksek sıcaklık koşullarının etkili olduğu kullanım alanlarında, dolgu maddesi olarak toz muskovit uygun olmadığı, muskovitin 1200-1300°C'de yapısal olarak bozunmaya uğradığı ve refrakter özellik taşımadığı teyit edilmiştir.
- 5) Ülkemizde endüstriyel hammadde olarak kullanılması önerilen toz muskovitin yukarıda belirtilen alanlar haricinde çatlak sıvası, yalıtkan özellik taşıyan çimento üretiminde, boya ve plastik sanayisinde, kauçuk endüstrisinde kullanılabileceği önerilmiştir.
- 6) Muskovitin son yıllarda asbeste alternatif malzeme olarak kabul edildiği, özellikle; izolasyon sanayisinde, otomobil ve boya endüstrisinde, kalsilikatik ve portland çimento üretiminde dolgu maddesi olarak kullanılmaya uygun özellik taşıdığı belirlenmiştir. Bu çalışma içerisinde değerlendirilen muskovit minerali üzerinde imkanlar dahilinde sadece bir ön çalışma yapılmıştır. Elde edilen verilerin ve bu çalışmanın, ülkemizde yeni yapılacak çalışmalara temel teşkil edeceği düşünülmekte ve muskovit'in endüstriyel alanda kullanımının zamanla yaygınlaşacağı, sağlığa zararlı olduğu kesinlik kazanmış olan asbest kullanımının kısıtlanacağı ümit edilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma yazarın yüksek lisans tezinin bir kısmını içermektedir. Yazar, çalışmayı maddi olarak destekleyen Milli Prodüktivite Merkezine, MTA Genel Müdürlüğüne, Prof. Dr. Yavuz ERKAN'a, Prof. Dr. Hasan BAYHAN'a, Dr. Evren YAZGAN'a, Dr. Cengiz UZUN'a, Kimya Mühendisi Ceynur OKTAY'a ve Maden Y. Mühendisi Mehmet KARADENİZ'e teşekkür eder.

Kaynaklar

- [1] Gürsu S., "Başçatak (Akdağmadeni-Yozgat) Muskovit Şistlerinin Teknolojik Özellikleri ve Kullanım İmkanlarının Araştırılması", H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 116, 1992.
- [2] Turner D.C., "Mica: Mineral Research Consultative Comitte", London, 1-22, 1975.
- [3] Smith W.C., Jordan, E.C., Sullivan, V.C., "Crushing Techiques of Pneumatic Concentration of Mica", Burea of Mines Report of Investigation, RI 8601,1-16,1982.
- [4] Robbins J., "Sheet Mica - and its Changing Face", Industrial Minerals, 33-47, 1985.
- [5] Ferro P.J., Stevard, H.W., "Mica - A Summary of 1986 Activity", Mining Engineering, 495-496, 1987.
- [6] Benbow J., "Mica-Markets Built on Dry Ground", Industrial Minerals, 19-31, 1988.
- [7] Rajerhia L.M., "Ground Mica", MMC Research and Development Wing., India, 1-30, 1987.
- [8] Rajerli K.T., "Major Uses of Dry Ground Mica Powder", Export Linkers, India, 1-13, 1990.
- [9] Bishui B.M., Dar R.N., Mandel S.S., "Studies on Indian Mica; Effects on Dry Ground on DTA", Control Glass and Ceram., Research Inst. Bui, Vol. 8(1), 15-22, 1961.
- [10] Parken C.W., Parkins A.T., Dragdorf R.D., "Decomposition of Minerals By Griding", Trans. Kansas Acad. Sc, Vol.53 (3), 386-387,1950.
- [11] Mackenzie R.C. and Milne A.A., "the Effect of Griding on Micas", Mining Magazine, 178-185,1953.
- [12] Klein.H.H., Stern B.W., Weber,W., "on Physical and Chemical Properties of Ruby Muscovite Used As in the Electric industry", Schweiz. Mineralogical Petrography Mitt.,Vol.62, 145-173, 1982.
- [13] Yolder H.S. and Eugster H.P., "Syntetic and Natural Muscovite", Geochim. Cosmochim. Acta.,Vol.8, 225-280, 1955.
- [14] Velde B., "Upper Stability of Muscovite", American Mineralogist, Vol.54, 924-929,1966.
- [15] Smykal K.W., "Differential Termal Analysis", Springer, Berlin, 14-15, 1974
- [16] Yiğit F., "Alkoksivinilsilon - Alkik Meta Krilat Homo ve Kopolimerlerin Hazırlanması ve Kapodakya Yöresi Taşlarına Uygulanması", Doktora Tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 31-70, 1991.

