

Muskovit Şistlerin (Başçatak-Akdağmadeni, Yozgat) Jeolojik Özellikleri ve Muskovitin Isısal Analiz Yöntemleri İle Teknolojik Davranışlarının Belirlenmesi

S. Gürsu

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

ÖZET: Ülkemizde yeni endüstriyel hammadde olarak değerlendirilen toz muskovitin, gelişen teknolojiyle birlikte kullanım alanları artmıştır. Özellikle insan sağlığı açısından zararlı etkileri bulunan asbeste karşı alternatif malzemeler arasında muskovitin yer alması, toz muskovitin endüstriyel çapta kullanımını artırmıştır. Bu çalışmada toz muskovitin ana kaynağını oluşturan muskovit şistlerin jeolojik özellikleri, muskovitin ısısal analiz yöntemleri (TG ve DTA) ile teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve endüstriyel açıdan ülkemizde kullanılabileceği alanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Yozgat-Akdağmadeni (Başçatak) bölgesi inceleme alanı seçilmiştir ve muskovit şistler, mineralojik-petrografik olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmalarla muskovitce zengin zonlar belirlenmiş ve alınan örneklerin ön zenginleştirilmesi yapılarak farklı tane boylarında konsantrasyon muskovit elde edilmiştir. Farklı tane boylarında sınıflandırılan kuru ve yaş öğütülmüş ürün üzerinde ısısal analiz yöntemleri (TG ve DTG) uygulanmıştır. Yaş öğütülmüş örneklerin, kuru öğütülmüş örneklere nazaran daha yüksek sıcaklık aralıklarında (833.3 - 841.9 °C) dayanıma sahip oldukları saptanmıştır. Muskovitin zenginleştirilmesi esnasında uygulanan öğütme teknikleri ile son ürünün tane boyu parametrelerinin, ürünün teknolojik özelliklerini etkilediği, muskovit'in yüksek sıcaklık koşullarında (1200 °C) tamamen bozunmaya uğradığı, refrakter özellik taşımadığı, belirlenmiş, ülkemizde boya, plastik ve kavuçuk endüstrisinde, çimento ve izolasyon sanayisinde dolgu maddesi olarak kullanılabileceği önerilmiştir.

ABSTRACT: Grounded 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 alternative materials to asbestos, whose harmful effects to human healthy have already been well known. The purpose of this paper is to evaluate the muscovite schists as geological features, its technologic properties using thermal analysis and make the survey of the possibilities of its use in the country. The Yozgat - Akdağmadeni (Başçatak) region has been selected as the study area and the muscovite-schists evaluated as minéralogie and pétrographie features. Different grain sizes muscovite obtained by using concentration processes. Thermal analyses (TG and DTG) are applied on the different grain-sized concentrate muscovite. Thermal resistances analyses showed that the wet-ground muscovites have relatively high resistance points (833.3 - 841.9 °C) than dry-ground muscovites. During the methods, used for grinding the muscovite, it was found that the last product's grain size parameters affects the technological characteristics of the product; it does not have refractory characteristics and completely sintered at 1200 °C. It is suggested that this material can be used in various industries like paint, plastic, rubber, cement and isolation as filling material.

1. GİRİŞ

Endüstriyel hammaddeler dünyasında son gelişmelere bağlı olarak muskovitin bu alandaki önemi giderek artmıştır. Muskovitce zengin

yataklar üzerinde jeolojik, özellikle ekonomik jeoloji açısından çeşitli araştırmalar yapılırken, ülkemizde geniş çapta muskovit yatakları mevcut olmasına rağmen, günümüze kadar muskovitin endüstriyel hammadde olarak değerlendirilmesi

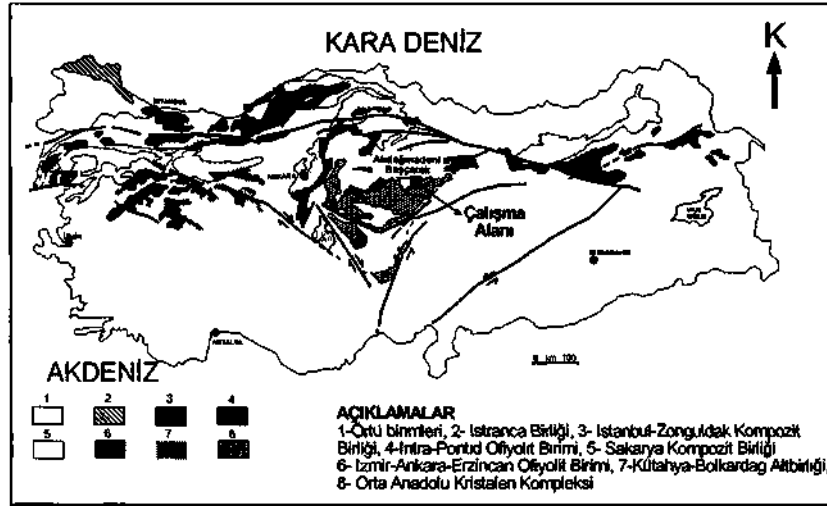
yönünde çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir.

Ülkemizde, özellikle pegmatitlere bağlı muskovit oluşumlarının yanı sıra, muskovit-şist gibi metamorfik kökenli kayalar da endüstriyel hammadde olarak rezerv teşkil etmektedir. Dolayısıyla daha çok pegmatitik oluşumlara bağlı levha muskovit üretimi yapılan ülkemizde, küçük çapta madencilik çalışmaları yürütülmektedir. Pegmatitlere bağlı madencilik faaliyeti sonucu elde edilen levha muskovit, özellikle elektrik-elektronik sanayisinde gelişmelere bağlı olarak giderek azalma göstermiştir. Ayrıca işletme güçlükleri ve rezerv durumu, levha muskovit üretimine belli bir kısıtlama getirmiş, plastik, cam elyafı vb. gibi maddeler, levha muskovit yerine elektrik-elektronik sanayinde kullanılmaya başlanmıştır.

Levha muskovite olan endüstriyel ilginin azalmasına rağmen, toz muskovitin endüstriyel

kullanımı ise giderek artma göstermektedir. Pegmatitik oluşumların yanı sıra muskovit-şist yatakları da toz muskovitin ana kaynağını oluşturmaktadır.

Endüstriyel açıdan özellikle muskovit-şist yataklarında mevcut muskovitin değerlendirilmesini araştırmak amacı ile Başçatak (Yozgat-Akdağmadeni) bölgesi inceleme alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1). Bu çalışma kapsamında bölgedeki muskovit içeren mika-şist oluşumlarının jeolojik olarak incelenmesi, muskovitin teknolojik özelliklerinin saptanması ve ülkemizde endüstriyel hammadde olarak kullanımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde, inceleme alanında muskovitce zengin zonlardan örnekler alınmış, alınan örneklerin zenginleştirilmesi sonucu konsantre muskovit elde edilmiş ve konsantre ürünün kimyasal ve teknolojik özelliklerinin saptanması ve kullanım alanlarının belirlenmesi için çalışmalar yürütülmüştür.



Şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası (Sınıflama Göncüoğlu ve Kozlu, 2000'den alınmıştır).

1. A Araştırma Yöntemleri

Yapılan çalışmalar, saha ve laboratuvar araştırmaları olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür.

1.1.1. Saha Çalışmaları

İnceleme alanında yürütülen saha çalışmaları esnasında, bölgede geniş bir yayılım gösteren

muskovit-şist oluşumlarından mineralojik petrografik amaçlı 24 kayaç örneği alınmıştır.

1.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

Mineralojik-petrografik çalışma amacıyla örneklerin ince kesitleri yapılmış ve mineralojik bileşenleri saptanmıştır,

Mineralojik bileşenleri belirlenen muskovit-kuvars-şist olarak adlandırılan kayalara ait incekesitler üzerinde yan otomatik SWIFT marka nokta sayıcı ile modal analizler yapılmıştır. Örneklerin yapısal, dokusal özellikler dikkate alınarak, nokta sayımında 0.20 mm sızrama aralığı seçilmiş, her ince kesitte yaklaşık 3000 nokta sayılmıştır.

Buna göre muskovit %40.30, kuvars %52.72, biyotit %2.64, mikroklin %2.58, ortoklaz %0.49, plajiyoklaz %0.30, apatit %0.08, kalsit %0.83 ve zirkon %0.03 olarak saptanmıştır (Gürsu, 1992).

Kuvars-muskovit şist olarak adlandırılan kayalardan alınan örneklerin harmanlanması ve ayrıntılı olarak incelenmesini sağlamak amacı ile zenginleştirme çalışmalarına geçilmiştir.

Temsili örnekler önce çeneli kırıcı, daha sonra ise çekicili 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 öğütülmeye tabi tutulmuştur. Zenginleştirme çalışmaları manyetik ayırma ve flotasyon yöntemleri ile yapılmıştır. Gerek manyetik ayırma gerek 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 10.2950 X-Ray Spectrometre kullanılarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Kuru ve yaş öğütme sonucu elde edilen konsantreler, elek analizine tabi tutulmuş ve farklı tane boyutlarındaki muskovitin ısısal analiz yöntemleri ile teknolojik özellikleri belirlenmiştir. Bu çalışmalar, MTA Genel Müdürlüğü Mineraloji-Petrografi Koordinatörlüğünde Rigaku Thermoflex TG8110 marka termogravimetri aleti ile muskovitin ısı değişimlerine karşı göstermiş olduğu ağırlık kayıpları incelenmiş, grafiklere geçirilerek değerlendirilmiştir.

2. MUSKOVİTİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Mika başlıca granit bileşimli magmatik kayalarda, şist ve gnays gibi metamorfik kayalarda bol olarak bulunan bir mineraldir. Metamorfik ve magmatik kayalarda bulunan muskovit, kimyasal bozunmadan etkilenmemekte ve bazı sedimanter kayalarda ince taneli detritik mineral olarak bulunmaktadır (Turner, 1975). İri kristalli muskovit ve filopit levhaları genellikle bölgesel metamorfizmaya uğramış kayalarda bulunur.

Çizelge 1. Zenginleştirme sonucu konsantre muskovitin yaş ve kuru öğütmeye bağlı olarak farklı fraksiyonlardaki kimyasal analiz sonuçları.

	Tüm Kayaç	Kuru Öğütme			Yaş Öğütme		
		-48+65 (Mesh)	65+100 (Mesh)	-100+150 (Mesh)	-48+65 (Mesh)	65+100 (Mesh)	-100+150 (Mesh)
S ₁₀	77.65	46.95	45.74	46.01	45.59	46.19	46.11
Al ₂ O ₃	11.46	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
A.K	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

Granit bileŒimli pegmatitik kayaçlar, levha muskovitin ana kaynağını oluŒtururlar. Filogopit levhalarına ise granitik kayaçların çevresinde mevcut ve kontakt metamorfizmadan etkilenmiŒ sedimanter kayaçlarda rastlanılmaktadır.

Pegmatitler genellikle ticari olarak kullanıma uygun levha mikaların ana kaynağını oluŒtururlar. Yerkabuđunda muskovit içeren kayaçların yoğun olarak bulunmasına rağmen, bu oluŒumların çok azı ticari öneme sahiptir. Bu tip pegmatitler açık renkli ve iri kristalli magmatik kayaçlardır. Mafik kayaç kütleleri ve büyük granit intrzyonlarında genellikle dayk Œeklinde bulunurlar. Doğada 0.246 metre kalınlığında, 300 metre uzunluğunda, 0.246 ila 0.104 metre arasında deđiŒen derinliklerde muskovit içeren pegmatitlerin iŒletildiđi bilinmektedir. Bunun dıŒında daha sığ yataklardan da muskovit üretimi yapılmaktadır (Chapman, 1984).

Pegmatitler feldispat, kuvars ve mika minerallerinin yanı sıra tali olarak granat, beril de içerebilirler. Pegmatitik oluŒumlarda mineral dağılımları zonlanma veya tabakalanma gösterebilirler (Chapman, 1984). Küçük kristalli muskovit mineralinin muhtelif kayaç türlerinde bulunmasına karŒı, büyük levha muskovite doğada daha ender raslanılır. Muskovit içeren pegmatitlerin oluŒumu çok ender olarak geniŒ hacimli olabilmektedir (Turner, 1975).

2.1. Kristalografik zellikler

Mika farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip levhamsı, kompleks bileŒimli hidroalminiyumsilikat minerallerine verilen isimdir. Mineralojik olarak yerkabuğunun ağırlıkça % 3.8'ini oluŒturan mikalar özellikle asitik magmatik ve metamorfik kayaçlarda bol olarak bulunurlar. Mika gurubu mineralleri arasında endüstriyel öneme sahip ana mineral muskovittir. Bazı alanlarda muskovit yerine kullanılan filogopit ise ikinci derecede öneme sahip bir mika grubu mineralidir (Turner, 1975). Biotit ise dŒk izolasyon özelliği ve yapısındaki demirin kolayca oksitlenmesi nedeni ile endüstriyel önem taŒımamaktadır.

Beyaz mika olarak da adlandırılan muskovit, monoklinik sistemde kristalleŒmektedir. Mükemmel bir dlinimlenme gösteren muskovit, yumuŒak ve

elastik özellik gösteren ince levhalara kolayca ayrılabilir. Çok ince levha halindeki muskovit, Œeffaf veya yarı Œeffaf, renksiz veya açık gri renkte olup, sedef parlaklığına sahiptir. Kalın levhaları ise yarı Œeffaf, açık yeŒil veya kırmızı renkte olabilir (Chapman, 1984).

Muskovitin düzgün ve muntazam bölünme göstermesi yapraksı yapısında ileri gelmektedir. Muskovit, monoklinik sistemde kristalleŒmesine rağmen, kristal biçimi hegzagonal bir grnmedir (Turner, 1975). Kristalografik olarak silis atomlarının etrafında oksijen atomlarının tetrahedral bir grup oluŒturduđu tabakalı kafes tipi bir yapıya sahiptir. Oksijen atomlarının her biri  tetraeder tarafından ortak kullanılır. Tetrahedral gruplar bir düzlem içerisinde pseudohegzagonal bir ađ oluŒtururlar, ikili ağlar tetraederlerin üst kısımlarında hidroksil grubu ile birbirlerine bağlanırlar. Tabakalar arasındaki boŒluklarda ise potasyum atomları yer alır. Potasyum atomlarının konumu muskovitin dilinim düzlemlerini oluŒurmaktadır (Luis, 1980).

Yapraksı yapılar arasındaki potasyum iyonları ile beraber az oranda sodyum, rubidyum, sezyum, kalsiyum ve baryum bulunabilir. Oktaedrik durumdaki alüminyum iyonu yerine  ve iki değerlikli demir, titanyum, magnezyum, lityum, krom, vanadyum, mangan gibi iyonlar da bulunabilir. Bu yer deđiŒtirmeleri sonucu meydana gelen muskovit bazı özel adlar alır (İnan ve Tanyolu, 1982).

Oktaederlerde Vanadyum varsa Roskolit, Oktaederlerde Krom varsa Fuksit, Oktaederlerde Mg, Fe³⁺ varsa Fengit, Oktaederlerde Li varsa Li-muskovit olarak adlandırılır (İnan ve Tanyolu, 1982). Muskovitin genel özellikleri izelge 2'de verilmiŒtir.

2.2. Teknolojik zellikler

Ticari açıdan baŒlıca iki mika minerali, muskovit ve filogopit önem kazanmıŒtır (Smith ve diğ., 1982). Muskovit mika gurubu mineralleri arasında endüstriyel öneme sahip ana mineraldir. Bu alıŒma kapsamı içerisinde mika terimi muskoviti karakterize etmek amacı ile kullanılmıŒtır.

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 ve aşağıda belirtilen gruplara ayrılmaktadır (Robbins, 1985).

Mikanit: Genelde organik bir yapıştırıcı ile bağlanmış, ince levhaların bir tabaka boyunca üst üste dizilmesi sonucu oluşmuş, yüksek sıcaklıklarda sıkıştırılmış ürünlerdir.

Mika Kağıdı: Parça mikanın basınçla levha haline preslenmesi işlemi olup, ayrıca bir yapıştırıcı da kullanılmaktadır.

Mikalı Cam: İnce tanelerin, düşük erime noktasına sahip bor veya boron silikat camı ile bağlanması işlemidir (Robbins, 1985).

"İşlenmemiş mika" basit sallama ve ayırma işlemleri haricinde başka bir işleme tutulmamış malzemeyi karakterize etmektedir (Turner, 1975).

"İşlenmemiş mika" minerali başlıca levha mika, hurda ve pul mika ve toz mika olmak üzere üç ayrı grupta değerlendirilmektedir.

Çizelge 2. Muskovitin fiziksel, kimyasal, ısı ve mekanik özellikleri (Utine ve Kaynarca, 1974; Rajgerhia, 1987; Rajgerli, 1990; Erkan, 1978)

Işık kırma indisi Demir içeren Demir içermeyen
nx 1.5221570
ny 1.5281.619
nz 1 5881624
nz - ny = 0.036 • 0.054
Kimyasal Bileşim • KAl₂(OH)₂AlSi₃O₁₀
Kristal şekil Monoklinik
Optik işareti (-)
2Vx: 35-40
Özgül Ağırlık • 2.6 - 2.9 (Ortalama 2.83) gr/cm³
Özgül Isı • 0.206 - 0.209 (25 C°)
Mohs Sertliği. 2.8 - 3.2
Shore Sertliği: 80-0.104
Hacimsal Direnç • 2x10¹³ - 1x10¹⁷ Ohms / cm³
Dielektrik Dayanımı : 1200-2400 volt/0.025 mm
(Havada) (0.010 - 0.030 mm kalınlığında)
Dielektrik Sabiti: 6.5 - 8.7
Lekeli ve Daha İyi Kaliteler İçin Güç Faktörü (1/Q): 0.0001 - 0.0004
En Büyük Isıl Genleşme Katsayısı (C° Başına). 0.000036
Yapı Suyu : % 4.5
Yapı Suyunu Giderilme Sıcaklığı (C°) : 500 - 0.2460
Elastik Modülü (0.025 mm kalınlık) : Yaklaşık 1.75x10⁶ kg / cm²
Ayrışma Sıcaklığı. 400 - 500 C°
pH Değeri 9.0
Damıtık Suda pH Değeri. 6.2
Yağ Absorblama Değeri. % 42 - 0.246 75
Suda Çözünme Oranı. % 0.8
Parlaklık. 66-75
Asitlerde Çözünürlüğü Önemsiz
Yumuşama Noktası. 2800 °F (1540 C°)
Esneklik Az
En Yüksek Kullanım Sıcaklığı 600 C

2.3. Levha Mika

Doğal olarak bulunan, oldukça düzgün, kalın ve geniş alanlı parçalara verilen isimdir. Levha mika doğal olarak oluşan mika bloklarından üretilmektedir (Robbins, 1985). Levha mikanın en büyük kullanım alanını elektrik ve elektronik endüstrisi oluşturmaktadır (Smith ve diğ., 1982). Ayrıca levha mika, kalınlığa bağlı olarak blok, filim (zar) ve yaprak olmak üzere üç kısma ayrılır.

Tane boyuna bağlı olarak yapılan sınıflandırmanın yanı sıra renk, görsel kalite ve son kullanımına bağlı olarak da ayırm yapılmaktadır. Levha mikanın kullanılan en tipik boyutu 154.8 cm² (1.24 inch²) derecesidir (Robbins, 1985). Amerika Standart Enstitüsü (A.S.T.M.) levha mikayı on iki ayrı kaliteye ayırmıştır. Bu sınıflandırmalar mevcut kapanım ve yapısal etkileşimlere bağlı olarak saptanmıştır. A.S.T.M. ayrıca üretim esnasında her levha mikadan elde edilen kullanıma uygun dörtgenlerin hacmine bağlı olarak da bir sınıflandırma geliştirmiştir (Jordan ve diğ., 1980). Levha mika kalınlığa bağlı olarak BS 3564 - 1962'ye bağlı olarak blok, filim (zar) ve yaprak olarak üç kısma ayrılmıştır. Bu tanımlama Hindistan Standart Enstitüsü ve A.S.T.M. sınıflandırmaları ile paraleldir (Robbins, 1985). Ayrıca bu sınıflandırma T.S.E 570'e uygundur.

Bu tanımlamaya göre;

Blok Mika: Ağırlıkça en az % 95'i 0.20 mm (0.008 inch) üzerinde, geri kalanı ise 0.18 mm (0.07 inch) kalınlıkta olan mika,

Filim (Zar) Mika: Herhangi bir kalınlıkta olan, levhalara ayrılmış bıçakla düzeltilmiş mika,

Yaprak Mika : Kalınlığı 0.05 mm (0.002 inch) ve 0.18 mm (0.007 inch) arasında değişen bıçakla düzeltilmiş mika,

Bölünmüş Mika: Bu tanımlama 0.025 mm (0.001 inch) altında ve 0.3 mm (0.012 inch) üstünde olmayan mika'yı karakterize etmektedir (Robbins, 1985).

Levha mika şartnameleri; yapısal bozukluklara, tabakalar arasında bulunan yabancı maddelere (lekelere), kaliteye ve doğada elde edilen mika levhalarının düzensiz biçiminden üretilebilecek en

büyük dikdörtgenin alanına dayandırılarak hazırlanmışlardır.

2.4. Hurda ve Pul Mika

Hurda ve pul mika terimi genellikle levha mika olarak kullanılmaya uygun olmayan boyut ve kalitedeki mika'yı kapsamaktadır (Ferro ve Stevard, 1987). Geçmişte pul ve hurda mika terimleri eş anlamlı olarak kullanılmaktaydı. Fakat günümüzde yanlış yorumlamalardan kaçınmak için bu iki terim arasında bir ayırım yapılmıştır (Robbins, 1985; Benbow, 1988).

Hurda mika terimi, pegmatit madenciliği sonunda elde edilen ürünü içermektedir. Ayrıca levha mika madenciliği sonucu ortaya çıkan atık malzemeyi de kapsamaktadır (Benbow, 1988).

Pul mika terimi ise, levha mika haricinde diğer alanlarda kullanıma yönelik olan ve ince taneli çeşitli kayalardan zenginleştirme sonucu elde edilen mika'yı karakterize etmektedir (Robbins, 1985). Pul mika, bazen hurda mika olarak da değerlendirilmesine rağmen, şist, pegmatitlerden ve kaolin zenginleştirilmesi ile elde edilen ürünü de karakterize etmektedir (Benbow, 1988).

Geçmişte aynı anlamda kullanılan hurda ve pul mika terimleri arasındaki farklılığın, U.S.B.M. (1990)'nın terminolojisi ile belirlenmesi gerekmektedir.

Hurda ve pul mika tanımlamaları genellikle farklı alanlarda ve kullanıma bağlı olarak toz mika anlamında da kullanılmaktadır (Smith ve diğ., 1982).

2.5. Toz Mika

Mikanın ticari öneme sahip diğer bir grubunu toz mika oluşturmakta, pul veya hurda mikanın toz haline getirilmesi ile üretilmektedir (Robbins, 1985; Turner, 1975; Smith ve diğ., 1982). Ticari sınıflandırmalarda çoğunlukla hurda mika'yı da kapsamaktadır (Turner, 1975). Toz mika, levha mikanın kullanımı ile ilgili olmayan, farklı endüstri kollarında yoğunlukla kullanılmaktadır (Robbins, 1985). Doğada çok az mineralin bu şekilde birbirinden çok farklı endüstri kollarında geniş kullanım imkanları bulunmaktadır.

Toz mika'yı endüstri alanında bu kadar önemli kılan özelliklerin neler olduğunun iyi incelenmesi gerekmektedir. Muskovit diğer endüstriyel hammaddelerde mevcut olmayan, aşağıda belirtilen fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklere sahiptir.

- Üstün mekanik, ısı ve elektriksel özelliklere sahip, yüksek gerilme ve bükülme dayanımı gösteren, şeffaf, elastik, esnek, sert ve nispeten ucuz doğal bir mineral olması,

- Kimyasal olarak kararlı olup, ışık, elektrik, su, yağ, çözücüler, asitler (hidroflorik ve konsantre sülfürik asit haricinde), alkaliler ve kimyasal maddelere karşı dayanıklı olması,

- Mükemmel derecede dielektrik dayanımı ve ısı kararlılığına sahip oluşu,

- Nem'e, yanmaya, erimeye karşı dayanıklı olması, sıcaklık artışı ve azalmasına bağlı olarak ortaya çıkan değişiklikleri göstermemesi,

- Işığı yansıtan ve geçiren muskovit tanelerinin dekoratif ve süsleyici bir özellik vermesi,

- Yapışma ve sürtünmeye karşı önemli özelliklere sahip olan muskovit tanelerinin yüzeylerin korunmasına yardımcı olması,

- Boyalarda katkı maddesi olarak kullanıldığında düşük özgül ağırlığı ve yapraksı yapısı nedeni ile çökelmemesi, ve boyada homojen bir dağılım göstermesi, ayrıca sudan etkilenmemesi, yapıştırıcı ve boyalar ile kolay karışması,

- Son ürünün sertleşmesine, pekişmesine ve kuvvetlenmesine yardımcı olması, mikro ölçekte kırılmayı ve bozunmayı önlemesi, iletkenliği azaltması ve ısı yalıtımını geliştirmesi,

- Ultraviyole ışığı geçirme özelliğine sahip olması, güneş ışığının nemin, ısı ve atmosferik gazların zararlı etkilerini azaltması, yaşam kalitesini ve yapıların dekoratif özelliklerini geliştirmesi, gibi özellikler belirtilebilir (Rajgerhia, 1987; Rajgerli, 1990).

Hurda ve atık mika gerek ham cevherin çıkarımı esnasında gerekse levha mikanın üretimi sırasında veya zenginleştirme sonucu yan ürün olarak da elde edilmektedir. Bu gruptaki mika bazı durumlarda bir ocağın toplam üretiminin %90'nını

oluşturabilmektedir (Rajgerha, 1987). Bu yan ürünlerin ticari olarak değerlendirilmesi amacı ile endüstriyel çapta atık ve hurda mika olarak değerlendirilen ürünlerin kazanılması için çeşitli çalışmalar yapılmış, sonuç olarak bu grup, toz mika pazarının gelişmesi ile değerlendirilmiştir.

Toz mika üç ayrı metot ile üretilmektedir (Robbins, 1985; Turner, 1975). 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. Mikanın toz haline getirilmesi işlemi takiben elde edilen ürün tane boyuna bağlı olarak da çeşitli gruplara ayrılmaktadır (Rajgerha, 1987) Yukarıda belirtildiği gibi, pul ve levha mikanın işlenmesi ve zenginleştirilmesi esnasında ortaya çıkan hurda ve atık mikanın değerlendirilmesi için ayrıca bir işlemden geçirilmesi gerekmektedir. Bu işlem cevher hazırlama tekniği bakımından mikanın öğütülerek, dilinim yüzeyleri boyunca daha ince levhalara ayrılmasını kapsamaktadır.

Mikanın en ince pullarının bile sağlam ve elastik olması ve kırma işlemi esnasında bu özelliklerin etkin olması nedeni ile tane boyunda önemli bir değişiklikten elde edilmesinde bazı sorunlar mevcuttur (Utine ve Kaynarca, 1974; Smith ve dig., 1982) ve dolayısıyla mikanın işlenmesi esnasında, ayrıca endüstriyel açıdan da kullanım alanına bağlı olarak farklı öğütme yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir.

3. ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLJİSİ

Muskovitin endüstriyel açıdan değerlendirilmesini araştırmak amacı ile Başçatak (Yozgat-Akdağmadeni) bölgesi çalışma alanı seçilmiştir (Şekil 1). Akdağ masifi olarak adlandırılan bölgede çeşitli araştırmacılar tarafından jeolojik ve özellikle metalik madenler açısından çalışmalar yapılmıştır.

Başçatak (Akdağmadeni) bölgesinde yüzeylenen muskovit-şistlerin endüstriyel olarak değerlendirilmesi yönünde günümüze kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Bölgede günümüze kadar jeolojik amaçlı bir çok çalışma yürütülmüştür (Erkan, 1980; Tülmen,

1980; Dökmeci, 1980; Şahin, 1991). Bölgede yer alan metamorfiteğin mineralojik bileşimlerini dikkate alarak meta-sedimanter ve meta-karbonat kökenli oldukları, metamorfiteğin kalsilikatik gnays, mermer, kuvarsit, amfibolit ve gnaysik kayalardan oluşmaktadır. İnceleme alanındaki muskovit-şistlerin zengin olduğu zonlardan biri, Başçatak köyü ve civarında yüzeylenmektedir. Bölgede yüzeylenen muskovit-şistler dar bir alanda yüzeylenmektedir. Başçatak bölgesinde yüzeylenen kuvars - muskovit - şist ve muskovit - şist olarak tanımlanan kayalar, Başçatak köyünün kuzeydoğusunda, Kurualan T. ile Gündelenözü D. arasında kalan alanda yüzeylenmektedir ve kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu siniformal yapının çekirdeğini oluşturan kayaların, nispeten ince mercaksi mermer seviyeleri ile ardalanmalı olarak bulunduğunu saptamıştır.

Genel olarak muskovit - şist olarak adlandırılan meta-pelitlerde, farklı metamorfik fasiyeslen karakterize edildiği, siniformal yapının dış zonundaki kayaların, mineralojik-petrografik incelenmesi sonucu muskovitce daha zengin olduğu, yapının merkezinde bulunan kayaların biyotitçe zenginleştiği ve mika-şist'e geçiş gösterdiği belirlenmiştir. Mineralojik olarak kayalar, kuvars-muskovit-şist ve muskovit-şist olarak tanımlanmıştır. Muskovit şistlerin el örneğinde açık gri renk ve ipeksi parlaklıkta ve yapraklı-pulsu taneler halinde gözlenmektedir. Genel kayaç dokusu lepidogranoblastiktir. Dokunun ana bileşenlerini, ince-uzun kuvars ve muskovit demetleri oluşturmaktadır. Yoğun muskovit dizilimi ile gelişen yönlendirme ise kayaçtaki yapraklanmayı oluşturmaktadır (Şekil 2).

Muskovitlerin kayaçta % 50'den fazla oranda bulunduğu ve progressif deformasyona bağlı olarak mikrokivim yapısı kazandığı izlenmiştir.

Mineralojik bileşimleri şu şekildedir;

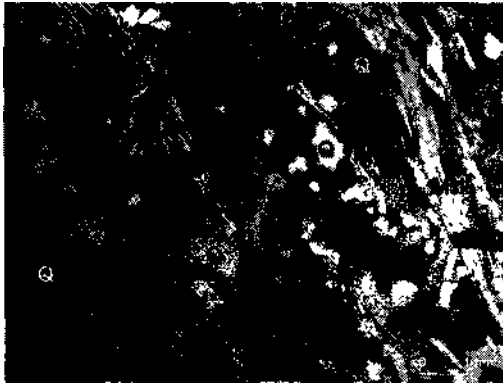
Kuvars, muskovit, biyotit, \pm plajiyoklaz, \pm mikroklin, \pm ortoklaz, \pm kalsit, \pm apatit, \pm zirkon, \pm opak mineral.

Kayaçlarda kuvars genelde ince taneli, dalgalı yanıp sönme gösteren kristaller halindedir. Diğer ana bileşen muskovit ise orta-ince taneli ve belirgin bir yönlendirme göstermektedir (Şekil 2).

Kayaçlarda az oranda bulunan mikroklin kafes ikizlenmesi ile tipiktir. Plajiyoklaz genelde polisentetik ikizlenme göstermemektedir. Biotit ise çok az oranlarda, genelde yeşil renk tonunda ve metamorfizma mertebesinin artmasına bağlı olarak kahve ve kızılkahve renk tonlarındadır.

3.1. Numune Alma ve Hazırlama

Başçatak (Akdağmadeni) bölgesinde 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 -2 cm'lik elek açıklığına sahip çeneli ve -5 mm çekili kırıcıdan geçirilmiş, konileme-dörtleme yöntemi ile iki eşit kısma bölünmüştür ve konsantré mika elde etmek için zenginleştirme çalışmalarına geçilmiştir.



Şekil 2. Başçatak (Akdağmadeni) yöresinde yüzeylenen kuvars-muskovit şist örneklerinde izlenen muskovit dizilimleri (Çift Nikol, Q- kuvars, Msk= muskovit)

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, +0.295 mm tane boyutu aralığına sahip fraksiyonlarda muskovitin bağlı taneler halinde olduğu, -0.295 +0.246 mm, -0.246 +0.147 mm, -0.147 +0.104 mm ve

-0.104+0.063 mm tane boyut aralığına sahip fraksiyonlarda ise serbest halde buldukları belirlenmiştir. +0.295 mm tane boyutuna sahip fraksiyonlar, Denver marka 36x18 cm boyutlarında laboratuvar tipi çubuklu değirmende 5 dakika süreyle yaş öğütme işlemine tabi tutulmuştur. Yaş öğütülmüş malzemenin, 5 dakika öğütülmesi sonucu +0.295, -0.295 +0.246, -0.246 +0.147, -0.147 +0.104 mm tane boyut aralığında serbest buldukları saptanmıştır.

M.T.A. Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Cevher Zenginleştirme Birimi Laboratuvarında, -0.295 +0.246, -0.246 +0.147 ve -0.147 +0.104 mm tane boyut aralığında yaş ve kuru öğütülmüş örnekler üzerinde köpüklü flotasyon deneyleri yapılmış ve ön zenginleştirme çalışmaları ile mika konsantré kazanılmıştır. Örneklerde mevcut biyotitin ayrılması amacı ile Franz isodinamik manyetik seperatörde son zenginleştirme çalışması yürütülmüştür. Bu çalışmalar sonucunda yaş ve kuru öğütülmüş -0.295 +0.246, -0.246 +0.147, -0.147 +0.104 mm tane boyut aralığında ısıl analiz çalışması için muskovit konsantré elde edilmiştir.

4. MUSKOVİTİN İSİSAL ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Isıl analiz teknikleri, sıcaklığın fonksiyonu olarak maddenin özelliklerindeki değişimleri tayin eder. Isıl analiz teknikleri ölçülen parametrelere göre değişmektedir. Bu çalışmada Termogravimetri (TG) ve Türevsel Termogravimetri (Differential Thermal Analyses - DTA) analizatörden yararlanılmıştır.

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 (Yiğit, 1991).

Türevsel Termogravimetri (DTA) ise, ısıl bozunma sırasında kütle kaybının türevi (dw/dt) zamanın veya sıcaklığın bir fonksiyonu olarak

kaydedildiği yöntemdir. Termogravimetri analizinin en temel uygulamalarından biri malzemenin ısıl kararlılığının saptanmasıdır. Bir maddenin ısıl kararlılığı, belirli bir ısıtma hızında örneğin özelliklerini hemen hemen hiç değiştirmeden koruyabilme yeteneği olarak tanımlanır ve maddenin zorlandığı çevre koşullarına bağlı göreceli bir kavramdır (Yiğit, 1991).

Bu çalışmada termogravimetrik ve türevsel termogravimetrik ölçümler, Rigaku Thermoflex TG8110 marka termal analizatör ile saptanmıştır. Ölçümlerde 20 °C ile 1100 °C sıcaklık aralığında 20 °C/dakika ısıtma hızında çalışılmıştır. Örneklerde ısıl bozunma sırasında gelişen endotermik ve ekzotermik reaksiyonlar bilgisayar ortamında kaydedilmiş ve elde edilen grafikler yorumlanmıştır.

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 (Bishui ve diğ., 1961; Parkett ve diğ., 1950; Mackenzie ve Milne, 1953), 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. Klein ve diğ. (1982), 1300 °C de ısıtılmış örnekler üzerinde yaptıkları incelemede, X-RF analizleri ile K₂O miktarında % 1.3 oranında, toplam potasyum içeriğinde ise % 10 oranında bir azalma olduğunu saptamıştır.

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 (Klein ve diğ., 1982). Bu iki olay, muskovitin kristal yapısında meydana gelen değişiklikler ilişkilidir.

Bazı yazarlar (Yolder ve Eugster, 1955; Velde, 1966) 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. Smykatz-Kloss (1974), muskovitin 887 °C civarında endotermik reaksiyon gösterdiğini belirtmiş ve çalışmasında zamanın etkisini dikkate almamıştır.

Bu inceleme kapsamında farklı tane boyutları üzerinde 20 ila 1100 °C arasında ve 20 °C/dakika ısıtma hızında deneyler yapılmıştır. Sonuçta, ağırlık kaybının uygulanan öğütme şekline göre değiştiği, meydana gelen ağırlık kaybındaki değişikliğin, muskovitin kimyasal bileşimde mevcut olan alkalilerin ve OH grubunun ayrılmasından ileri geldiği belirlenmiştir.

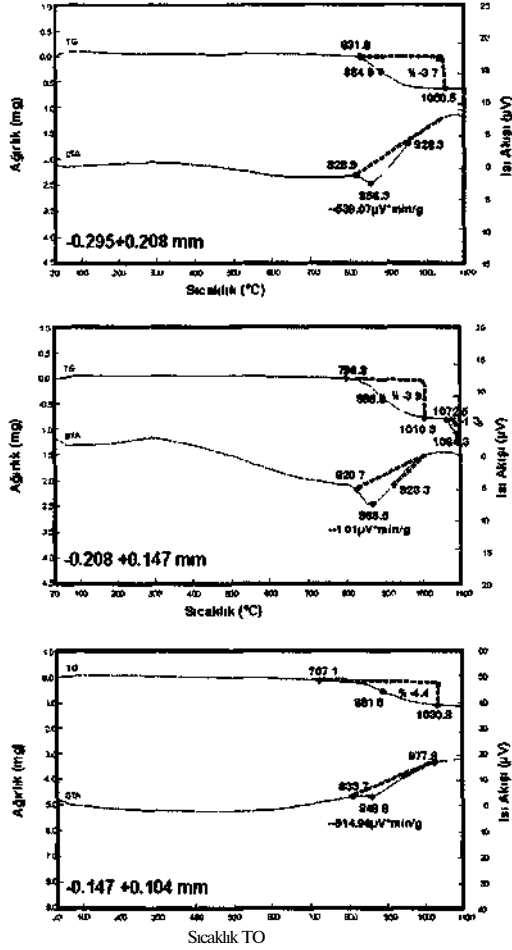
4.1. Konsantrasyon Üzerinde Yapılan Isıl Analiz Deneyleri

Yaş ve kuru öğütülmüş -0.295 +0.208, -0.208 +0.147, -0.147 +0.104 mm tane boyut aralığında sınıflandırılmış konsantrasyon muskovitin ayrı ayrı termogramları elde edilmiş, tane boyutlarındaki örneklerin farklı ısıl kararlılık noktalarına sahip oldukları belirlenmiştir.

4.1.1. Kuru Öğütülmüş Konsantrasyon Muskovitin Termogramlarının Değerlendirilmesi

-0.295 +0.208, -0.208 +0.147, -0.147 +0.104 mm tane boyut aralığına sahip kuru öğütülmüş muskovit konsantrasyonu incelendiğinde; termogravimetrik ve türevsel termogravimetrik sonuçlara göre iri tane boyuna sahip fraksiyonlarda (-0.295 +0.208 mm) 831.8 °C de ağırlık kaybının başladığı ve bu kaybın 1050.5 °C kadar devam ettiği ve bu sıcaklık aralığındaki ağırlık kaybının %3.7 olduğu ve bu aralıkta gelişen endotermik reaksiyonun 856.3 °C de, -539.07 J/g min/g (Şekil 3) olduğu saptanmıştır. İnce tane boyuna sahip fraksiyonlarda (-0.208 +0.147 mm) 798.8 °C de başlayan ağırlık kaybının 1010.3°C'e kadar devam ettiği ve bu sıcaklık aralığında meydana gelen ağırlık kaybının %3.9 olduğu ve 869.5 °C de gelişen endotermik reaksiyonun -1.01 J/g min/g (Şekil 3) olduğu izlenmiştir. -0.208 +0.147 mm tane boyutunda ikinçil olarak gelişen ağırlık kaybı 1072.5 °C ila 1084.3 °C de geliştiği ve bu aralıktaki ağırlık

kaybının %1.3 olduğu dolayısıyla toplam ağırlık kaybının %5.2 olduğu gözlenmiştir. Çok ince tane boyuna sahip fraksiyonlarda (-0.147 +0.104 mm) ise ağırlık kaybının 707.1 °C de başladığı ve 1030.8 °C'e kadar devam ettiği ve bu sıcaklık aralığındaki toplam ağırlık kaybının % 4.4 olduğu izlenmiştir (Şekil 3). Ayrıca 848.8 °C de gelişen endotermik reaksiyonun -914.96/ iV^* min/g (Şekil 3) olduğu belirlenmiştir.



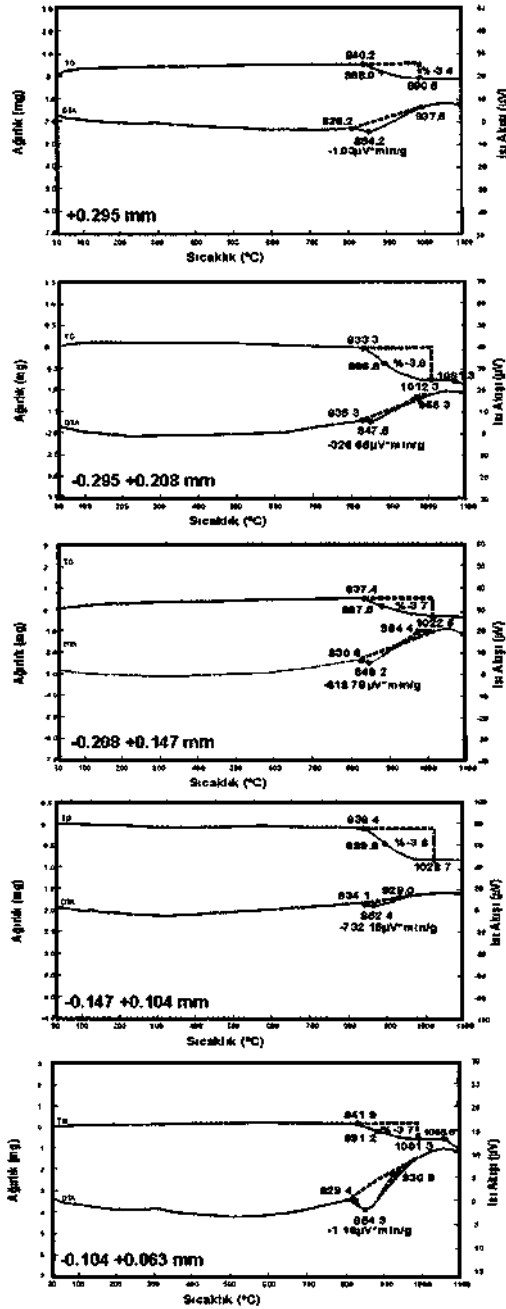
Şekil 3. Kuru öğütülmüş konsantre muskovit'in - 0.295 +0.208 mm, -0.208 +0.147 mm ve -0.147 +0.104 mm tane boyutlarından elde edilen TG ve DTA termogramlarının korelasyonu.

Kuru öğütülmüş örneklerde, tane boyut aralığının, muskovitın ısıl kararlılık noktasını etkilediği ve ısıl kararlılık noktasının tane boyut aralığı

küçüldükçe azaldığı saptanmıştır. Kuru öğütülmüş muskovit konsantresinin en iri tane boyutu ile en ince tane boyut aralığında 831.8 °C ila 707.1 °C arasında değişmesi tane boyutunun önemini göstermektedir. Ayrıca tüm tane boyut aralığında gelişen endotermik reaksiyonun 848.8 °C ila 869.5 °C'de geliştiği izlenmiştir.

4.1.2. Yaş Öğütülmüş Konsantre Muskovitin Termogramlarının in Değerlendirilmesi

+0.295, -0.295 +0.208, -0.208 +0.147, -0.147 +0.104 ve -0.104 +0.063 mm tane boyut aralığına sahip yaş öğütülmüş muskovit konsantresindeki termogravimetric ve türevsel termogravimetric analizleri yürütülmüştür. İri tane boyuna sahip fraksiyonlarda (+0.295 mm) 840.2 °C'de ağırlık kaybının başladığı ve bu kaybın 890.5 °C'e kadar devam ettiği ve bu sıcaklık aralığındaki ağırlık kaybının %3.4 olduğu ve bu aralıkta gelişen endotermik reaksiyonun 854.2 °C'de, -1.03/ xV^* min/g (Şekil 4) olduğu saptanmıştır. İnce tane boyuna sahip fraksiyonlarda (-0.295 +0.208 mm) 833.3 °C de başlayan ağırlık kaybının 1012.3 °C'e kadar devam ettiği ve bu sıcaklık aralığında meydana gelen ağırlık kaybının %3.8 olduğu, ayrıca örnekte gelişen ikincil ısıl kaybın 1081.3 °C'de geliştiği izlenmiştir. 847.5 °C'de gelişen endotermik reaksiyonun -326.65/ iV^* min/g (Şekil 4) olduğu izlenmiştir. -0.208 +0.147 mm aralığına sahip örneklerde ise ağırlık kaybının 837.4 °C'de başladığı ve 1022.5 °C'e kadar devam ettiği ve bu sıcaklık aralığındaki toplam ağırlık kaybının % 3.7 olduğu ve 849.2 °C'de gelişen endotermik reaksiyonun -618.79/ jV^* min/g olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). -0.147 +0.104 mm tane boyut aralığında ağırlık kaybı 838.4 °C'de başladığı ve 1028.7 °C'e kadar devam ettiği ve %3.8 oranında bir ağırlık kaybı geliştiği saptanmıştır. 852.4 °C'de gelişen endotermik reaksiyon, -732.15 / iV^* min/g olarak gelişmiştir (Şekil 4). -0.104+0.063 mm arasında değişen tane boyu aralığında ise ağırlık kaybının 841.9 °C'de başladığı ve 1001.3 °C'e kadar devam ettiği ve bu sıcaklık aralığında toplam %3.7 ağırlık kaybının geliştiği, ikincil ağırlık kaybının ise 1066.8 °C'de gözlemlendiği belirlenmiştir. 854.3 °C'de gelişen endotermik reaksiyon ise -1.16/ V^* min/g olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Yaş öğütülmüş konsantre muskovit'in +0.295 mm, -0.295 +0.208 mm, -0.208 +0.147 mm, -0.147 +0.104 mm ve -0.104 +0.063 mm tane boyutlarından elde edilen TG ve DTA termogramlarının korelasyonu.

Kuru öğütülmüş örnekler nazaran yaş öğütülmüş örneklerde, muskovitin tane boyunun ısısal kararlılık noktasını fazla etkilemediği, 833.3 ila 841.9 °C arasında değiştiğini göstermektedir. Ayrıca tüm tane boyutunda endotermik reaksiyonun 854.3 °C ila 847.5 °C'de geliştiği izlenmiştir.

Yaş öğütülmüş muskovit konsantresi tane boyut aralıkları değişse dahi, kuru öğütülmüş muskovit'e nazaran daha sabit ısısal kararlılık göstermektedir.

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

Yaş ve kuru öğütülmüş -0.295 +0.208 mm tane boyut aralığına sahip fraksiyonların ısısal kararlılık noktaları karşılaştırıldığında, kuru öğütme sonucu elde edilen örnekler ile yaş öğütme sonucu elde edilen ısısal kararlılık eğrilerinin 831.8 °C ila 833.3 °C arasında geliştiği ve benzer ağırlık kayıplarının geliştiği izlenmiştir.

Yaş ve kuru öğütülmüş -0.208 +0.147 mm tane boyut aralığına sahip fraksiyonların karşılaştırıldığında, kuru öğütme sonucu elde edilen örnekler ile yaş öğütme sonucu elde edilen ısısal kararlılık eğrilerinin 798.8 °C ile 837.4 °C arasında geliştiği, yaş öğütülmüş örneklerin yaklaşık 40 °C kadar daha yüksek dayanıma sahip oldukları ve benzer ağırlık kayıplarının geliştiği izlenmiştir.

Yaş ve kuru öğütülmüş -0.147 +0.104 mm tane boyut aralığına sahip fraksiyonların karşılaştırıldığında, kuru öğütme sonucu elde edilen örnekler ile yaş öğütme sonucu elde edilen ısısal kararlılık eğrilerinin 707.1 ila 838.4 °C arasında geliştiği, yaş öğütülmüş örneklerin 131.3 °C daha dayanıklı oldukları ve kuru öğütülmüş örnekler nazaran gelişen ağırlık kayıplarının %0.6 daha az olduğu izlenmiştir.

Termogravimetri ölçümleri sırasında 20 ila 1100 °C arasında termogramları alınan örneklerin deney sonunda daha parlak bir görünüm aldıkları, fakat yapraklı görünümünü korudukları gözlenmiştir.

Sonuç olarak, örneklerin yaş ve kuru olarak öğütülmesinin muskovitin ısısal kararlılığını etkilediği belirlenmiştir. Yaş öğütme sonucu elde edilen örneklerin, kuru öğütme sonucu elde edilen tane boyut aralığına sahip örnekler nazaran daha

5. Gürsu

yüksek oranlarda ve daha kararlı davrandıkları saptanmıştır.

Yaş öğütülmüş örneklerde ısısal dayanım sıcaklığının, +0.295 mm, -0.295 +0.208 mm, -0.208 +0.147, -0.147+0.104 ve -0.104 +0.063 mm tane boyut aralığında belirgin bir kararlılık gösterdiği ancak kuru öğütülmüş örneklerdeki ısısal kararlılık noktasının -0.295 +0.208, -0.208+0.147 ve -0.147 +0.104 mm tane boyut aralığına göre belirgin bir azalma gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle yaş ve kuru öğütülmüş örneklerde izlenen farklı ısısal kararlılık noktası, mikanın öğütülmesi esnasında uygulanan öğütme tekniklerine bağlı olarak meydana geldiğini göstermektedir. Kuru öğütme esnasında, kristal yapıda meydana gelen kırılmalar, kopmalar ve pürüzlü yüzeyler ince tane boyut aralığında, levhamsı yapının etkilenmesine neden olabilmektedir. Dolayısıyla tane boyu küçüldükçe, kristal yapıda meydana gelen bu etkileşimden dolayı, örneklerin ısısal kararlılık noktasında negatif belirgin bir etki yaratmaktadır.

Örnekler üzerinde termogravimetri yöntemi ile tane boyuna bağlı olarak değişen ısısal kararlılık noktalarının belirlenmesinde yeni veriler bulunmuştur.

20 °C ila 1100 °C arasında 20 °C/dakika ısıtma hızına maruz kalan örneklerin, kristal yapılarında bulunan (OH)⁻ı kaybetmeleri nedeni ile daha parlak ve yapraklı görünümünü korudukları saptanmıştır. Tüm bu sonuçlar, yüksek sıcaklık koşullarında kullanılabilir yaş ve kuru öğütülmüş muskovitin göstereceği özelliklerin bilinmesi ve muskovitin kullanım alanlarının belirlenmesinde yardımcı olmuştur.

5. ÜLKEMİZDE ENDÜSTRİYEL HAMMADDE OLARAK TOZ MUSKOVİTİN KULLANIMI

Muskovit, endüstriyel alanda önemi yeteri kadar anlaşılammış ve etkin bir şekilde değerlendirilmemiş endüstriyel bir mineraldir. Son yıllarda asbest'e alternatif malzemeler arasında yer almasına rağmen, kanserojen etkisi kesinlikle kanıtlanmış ve kullanımına kısıtlamalar getirilen asbest ile ilgili standartların ülkemizde hala hazırlanır olması ve muskovitin kullanımını geliştirici çalışmaların yürütülmemesi ilginçtir. Kanserojen etkileri belirlenen asbest üretim ve

tüketimi ise devlet tarafından desteklenir bir görünüm içerisinde.

Ülkemizde son yıllarda, bazı binaların dış yüzeylerinde muskovit katkı sıvaların kullanılması, yapılara dekoratif bir görünüm kazandırmaktadır ve toz muskovitin endüstriyel alanda kullanımının başlaması 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, yapının dış yüzeylerinde atmosferik hareketlerin olumsuz bazı izlerinin (ufalanma, parçalanma ve kırılmalar) varlığı gözlenmektedir. Dolayısıyla yapı endüstrisinde dolgu maddesi olarak kullanılsa bile, muskovitin teknolojik özelliklerinden bilinçli olarak ve etkin bir şekilde yararlanmak gerekmektedir.

Kuru öğütülmüş 1.2-0.030 mm tane boyut aralığındaki toz muskovitin yalıtkan malzeme ve çatlak çimentosu katkı maddesi olarak kullanılması yönünde boya üreticilerine, iri tane boyutuna (+0.295 mm) sahip muskovitin sondaj çalışmalarında, yüzey kaplamalarında ve tuğla üretimi alanlarında kullanılması yönünde üreticilere tanıtımı yapılmalı, muskovitin dolgu maddesi olarak ülkemizde kullanımı sağlanmalıdır.

Yaş öğütülmüş muskovitin (<0.063 mm) boya ve plastik endüstrisinde, muskovit katkı polimerlerin hazırlanmasında, ürünlerin özelliklerini geliştirdiği için kavuuk endüstrisinde dolgu maddesi olarak kullanımı, ayrıca günümüzde bu endüstri kollarında kullanılan muskovitin yurtiçi olanaklar ile sağlanması ilk aşamada düşünülmelidir.

Toz muskovitin asbest'e alternatif malzeme olarak kullanılabilirliği son yıllarda yapılan çalışmalarla ortaya konulmuş, bu alanda yürütülen çalışmalar hala artan boyutta devam etmektedir. Dolayısıyla ülkemizde izolasyon sanayinde, kalsilikatik ve Portland çimentoları ile fren ve disk balata imalinde öncelikle asbest yerine toz muskovitin dolgu maddesi olarak kullanımı yönünde ülkemizde acil olarak çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ancak, doğal olarak asbestin kullanıldığı tüm alanlarda muskovitin kullanılması mümkün değildir. Özellikle yüksek sıcaklık koşullarının gerekli olduğu alanlarda (1000 °C'nin üstünde),

asbest yerine muskovit kullanımı etkin bir sonuç vermeyen, çünkü toz muskovit 1200 - 1300 °C arasında yapısal olarak bozunmaya maruz kalmakta ve duraylılığını kaybetmektedir.

6. SONUÇLAR

Muskovit-Şistlerin jeolojik ve teknolojik özellikleri ile endüstriyel hammadde olarak ülkemizde kullanım imkanlarının belirlenmesi ile ilgili sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1) Ülkemizde muskovit üretimi günümüze kadar pegmatitik oluşumlardan ve buna bağlı olarak tüketim ve kullanımı da son derece kısıtlı, verimsiz şartlar altında küçük ölçekte yürütülmüştür, işletme güçlükleri nedeni ile levha muskovit pazarı küçük çapta kalmış, levha muskovite kıyasla toz muskovit için farklı ve geniş kullanım alanları ortaya çıkmıştır. Orta Anadolu masifinde yüzeylenen muskovit - şist, mika - şist, mika - gnays gibi metamorfik kayaların, toz muskovit üretiminde potansiyel kaynak teşkil ettiği belirlenmiştir.

2) Başçatak (Yozgat - Akdağmadeni) bölgesinde yüzeylenen kayalar kuvars-muskovit şist ve muskovit şist olarak tanımlanmıştır.

3) Bu alanda alınan kuvars-muskovit şistlerin zenginleştirilmesi sonucu konsantresi muskovit elde edilmiştir. Yaş ve kuru öğütülmüş farklı tane boyut aralığında muskovit konsantresi elde edilmiştir.

4) Yaş ve kuru öğütülmüş konsantre muskovit örneklerinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla örnekler üzerinde ısısal analizler yapılmıştır. Yaş öğütülmüş örnekler, kuru öğütülmüş örneklere kıyasla daha kararlı özellik gösterdiği, kuru öğütülmüş örneklerin ise tane boyut aralığına bağlı olarak farklı ısısal davranış özellikleri sergiledikleri belirlenmiştir. Kuru öğütülmüş örneklerde izlenen bu durumun, muskovitin kristal yapısında meydana gelen kırılmalar, kopmalar ve pürüzlü yüzeylerin tane boyut aralığının incelenmesine bağlı olarak, levhamsı yapının etkilenmesi nedeniyle gerçekleşebileceğini göstermiştir.

5) Muskovitin son yıllarda asbest'e alternatif malzeme olarak kabul edildiği, özellikle; izolasyon sanayinde, otomobil ve boya endüstrisinde, kalsilikat ve portland çimento üretiminde dolgu

maddesi olarak kullanılmaya uygun özellik taşıdığı ve konu üzerinde ülkemizde çalışmaların başlaması üzerinde durulmuştur.

6) 1000 °C'nin üstünde, yüksek sıcaklık koşullarının etkili olduğu kullanım alanlarında dolgu maddesi olarak toz muskovit kullanımının uygun olmadığı, muskovitin 1200-1300 °C'de yapısal olarak bozunmaya uğradığı ve refrakter özellik taşımadığı teyit edilmiştir.

7) Ülkemizde endüstriyel hammadde olarak kullanılması önerilen toz muskovitin yukarıda belirtilen alanlar haricinde çatlak sıvası, yalıtım özellik taşıyan çimento üretiminde, sondaj katkı maddesi endüstrisinde, ürününü tane boyut aralıkları dikkate alınarak kullanılması önerilmiştir.

8) Toz muskovitin endüstriyel alanda yalnız dekoratif amaçlı kullanılmaması, değişik özelliklerinden geniş ölçüde yararlanılabileceği hususunda üretici ve tüketici kuruluşların bilinçlendirilmesi üzerinde durulmuştur.

9) Bu çalışma içerisinde değerlendirilen muskovit minerali üzerinde imkanlar dahilinde sadece ön bir çalışma yapılmıştır. Elde edilen verilerin ve bu çalışmanın, ülkemizde yeni yapılacak çalışmalara temel teşkil edeceği düşünülmekte ve muskovitin endüstriyel alanda kullanımının zamanla yaygınlaşacağı, insan sağlığına zararlı etkileri olan asbest kullanımına alternatif alanlarda muskovitin kullanılabileceği önerilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma yazarın yüksek lisans tezinin bir kısmını içermektedir. Yazar, çalışmayı maddi olarak destekleyen Milli Prodüktivite Merkezine, MTA Genel Müdürlüğüne, Prof. Dr. Tevfik UTİNE, Prof. Dr. Yavuz ERKAN'a, Prof. Dr. Hasan BAYHAN'a teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Benbow, J.,1995. *Mica-markets built on dry ground*, Industrial Minerals, 19-31.
- Bishui, B.M., Dar, R.N. ve Mandel, S.S.,1961. *Studies on Indian mica; effects on dry ground*

- on DTA, Control Glass and Ceram., Research Inst. Bui, Vol. 8(1), 15-22.
- Chapman, G., 1984. *Mica chapter in Industrial Minerals and Rocks*. Cleveite Corp. Retired, U.S.A. 915-929.
- Dökmeci, İ., 1980. *Akdağmadeni yöresinin jeolojisi*, M.T.A. Rapor No: 160, 37.
- Erkan, Y., 1978. *Kayaç oluşturan önemli minerallerin mikroskopta incelenmeleri*, H.Ü. Yayınları, Ankara, 497.
- Erkan, Y., 1980. *Orta Anadolu Masifinin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni - Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi*, T.P.J. Bülteni, No.23,213-218.
- Ferro, P.J. ve Stevard, H.W.,1987. *Mica-a summary of 1986 activity*, Mining Engineering, 495-496.
- Göncüoğlu M.C. ve Kozlu H. 2000. *Early Paleozoic Evolution of the NW Gondwanaland: Data from Southern Turkey and Surrounding Regions*, Gondwana Research, V.3, No.3, 315-324.
- Gürsu, S., 1992. *Başçatak (Akdağmadeni-Yozgat) muskovit şistlerinin teknolojik özellikleri ve kullanım imkanlarının araştırılması*, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 116,
- İnan, K. ve Tanyolu, E., 1982, *Mineraloji 11*, İstanbul, 1-198.
- Jordan, E.C., Sullivan, V.G. ve Davis, E.B., 1980. *Pneumatic concentration of mica*, Bureau of Mines Report of investigation RI 8457, Washington, 1-24.
- Klein, H.H., Stern, B.W. ve Weber, W., 1982. *On physical and chemical properties of ruby muscovite used as in the electric industry*, Schweiz. Mineralogical Petrography Mitt.,Vol.62, 145-173.
- Lusis, I., 1980. *Reviews of the healthy effects of micas*, Industrial Minerals, London, 45-55.
- Mackenzie, R.C. ve Milne, A.A., 1953. *The effect of grinding on micas*, Mining Magazine, 178-185.
- Parken, C.W., Parkins, A.T. ve Dragdorf, R.D., 1950. *Decomposition of minerals by grinding*, Trans. Kansas Acad. Sc, Vol.53 (3), 386-387.
- Rajgerhia, L.M., 1987. *Ground mica*, MMC Research and Development Wing., India, 1-30.
- Rajgerli, K.T.,1990. *Major uses of dry ground mica powder*, Export Linkers, India, 1-13.
- Robbins, J., 1985. *Sheet mica - and its changing face*, Industrial Minerals, 33-47.
- Smith, W.C., Jordan, E.C. ve Sullivan, V.C., 1982. *Crushing techniques of pneumatic concentration of mica*, Burea of Mines Report of Investigation, RI 8601, 1-16.
- Smykatz-Kloss, W., 1974, *Differential termal analysis*, Springer, Berlin, 14-15.
- Şahin, B., 1991. *Başçatak köyü (Akdağmadeni - Yozgat) doğusunun jeolojik ve petrografik özelliklerinin incelenmesi*, Yüksek mühendislik Tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enst, Ankara, 1-68.
- Turner, D.C., 1975. *Mica*, Mineral Research Consultative Comitte, London, 1 -22.
- Tülümen, E., 1980. *Akdağmadeni (Yozgat) yöresinde petrografik ve metallojenik incelemeler*: Doktora tezi, K.T.Ü. Yer Bilimleri Fak., 1-157.
- Utine, T. ve Kaynarca, A., 1974. *Mika hazırlanması ve üretimi*, H.Ü. Yer Bilimleri Dergisi, Ankara, 2 (2) , 294-312.
- Velde, B., 1966. *Upper stability of muscovite*, American Mineralogist, Vol.54, 924-929.
- Yiğit, F., 1991. *Alkoksivinilsilon - alkik meta krlat homo ve kopolimerlerin hazırlanması ve Kapodakya yöresi taşlarına uygulanması*, Doktora Tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 31-70.
- Yolder, H.S. ve Eugster, H.P., 1955. *Syntetic and natural muscovite*, Geochim. Cosmochim. Acta.,Vol.8, 225-280.