

Türkiye İS.Madenlik Kongresi /15\* Mining Congress of Turkey, Gtiyagüler,Ereavıı3ilgen(eds)E> 1997, ISBN 975-395-216-3

## **DENİZLİ-TAVAS MANGANEZ CEVHERİNİN FİZİKSEL, KİMYASAL VE MİNERALOJİK ÖZELLİKLERİ VE KALSİNASYONU**

### **PHYSICAL, CHEMICAL AND MINERALOGICAL PROPERTIES OF DENİZLİ-TAVAS MANGANESE ORES AND THEIR CALCINATION**

A.E YÜCE, V.GÜRKAN, F.FARSLAN, G.GATEŞOK

İTÜ Maden Fakültesi, Cevher ve Kömür Hazırlama Anabilim Dalı, Maslak-İstanbul

R.GÜLLÜOĞLU

Ereğli Demir-Çelik Fabrikaları TA Ş , Hammadde Etüd Planlama, K.Ereğli-Zonguldak

**ÖZET.** Demir çelik endüstrisinde, hammadde girdilerinden olan ferromangan, manganlı çelik alaşımlarında deoksidant olarak kullanılmaktadır. Sozkonusu endüstrinin talep ettiği ferromanganın minimum % 45 Mn ve maksimum % 11 SiO<sub>2</sub> içerikli olması gerekmektedir. Ülkemizin yıllık ortalama 100 000 tonluk ferromangan tüketimi ve endüstriyel gelişim süreci dikkate alındığında, yerli kaynaklardan ferromangan üretiminin önemi ortaya çıkmaktadır. Rezervi açısından ülkemizde mangan cevherinin önemli bir yeri olan Denizli-Tavas yöresi mangan cevherlerinden ferromangan üretimine yönelik yapılacak araştırmalara ışık tutmak amacıyla, yöre cevherinin fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerinin saptanması bu araştırmanın esasını oluşturmaktadır. Tebliğ kapsamında verilen çalışmalarda; cevher mineralojisi de cevherin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş, kalsinasyon testleriyle ferromangan üretimine uygun nitelikli ürün elde edilmiştir.

**ABSTRACT:** Ferromanganese which is one of the major input for iron-steel industry is used as a deoxidant in Mn-Steel alloys. Ferromanganese should contain minimum 45 % Mn and maximum 11 % SiO<sub>2</sub> in order to be used in steel industry. Since there is annually 100 000 tons of ferromanganese consumption in Turkey, the production of ferromanganese from domestic sources should be considered. Denizli-Tavas region manganese ores with considerable manganese content become very important. The purpose of this experimental study is to determine physical, chemical and mineralogical properties of these ores. Calcination of these ores were also performed in order to produce concentrates suitable for ferromanganese production.

## **1 GİRİŞ**

Manganlı demir alaşımları içerisinde en önemlisi ferromangan olup, deoksidant olarak demir çelik üretiminde kullanılan manganın yaklaşık % 90'ını oluşturmaktadır. Çelik üretiminde 1 ton ham çelik için 5-35 kg ferromangan tüketilmektedir. Dünya ham çelik üretiminde ton başına 5 kg ferromangan kullanımının sabit kalacağı, ancak bu miktarın düşmesinin teknolojik gelişmelere bağlı olduğu ifade edilmektedir.

Genellikle 1 ton ferromangan elde etmek için 3 ton mangan cevheri gerekmektedir. Mangan cevheri 20-60 mm boyut aralıklarında, tozsuz parça cevher olmakta, ve yüksek basınç mukavemeti taşımaktadır. Ayrıca minimum % 45 Mn içermeli ve cevher içindeki SiO<sub>2</sub> içeriği % 11'den küçük olmalıdır. Ancak Dünya'daki bazı tesislerde (*Yugoslavya, İtalya, Norveç ve Japonya gibi*) % 40 civarında Mn

içerikli cevherler de ferromangan üretiminde kullanılmaktadır.

1995 ve 1996 yıllarında ülkemizde 100 000 ton/yılı aşan ferromangan tüketiminin, önümüzdeki yıllarda daha da artacağı tahmin edilmektedir. Yaklaşık % 60'ı ark ocaklarında tüketilen ferromangan, ülkemizde Erdemir, Isdemir ve Kardemir'in yanı sıra Asil Çelik ve M K E 'de kullanılmaktadır. Ülkemizde ferromangan üretecek bir tesis henüz kurulmadığından ferromangan talebinin tamamı ithal yoluyla karşılanmakta ve döviz kaybına neden olmaktadır. 1995 yılında sadece ferromangan ithali için yurtdışına yaklaşık 70 milyon US \$ döviz ödemesi yapılmıştır. Bu ödemeye ferrosilikomangan (Fe-Si-Mn) dahil edilecek olursa, 1995 yılındaki döviz kaybımız 950 milyon US \$ civarına ulaşmaktadır. Dünya ferromangan piyasası oldukça hareketlidir. Türkiye'deki ihtiyaç sahibi kuruluşları, zaman zaman ihtiyaçlarını temin etmekte güçlükler yaşamaktadırlar. Yapılan ihalelerde çoğu zaman, ihaleye

çıkan kuruluşun şartları ile değil, satıcının şartları doğrultusunda satın alma mecburiyetinde kalınmaktadır.

Demir çelik endüstrisinin en önemli girdilerinden olan ferromangan ithalatı için büyük çapta döviz kaybını önlemek ve demir-çelik fabrikalarının emniyetli ve istikrarlı bir şekilde ferromangan ihtiyacını karşılamak için yurdumuzda ferromangan tesisinin kurulması büyük önem taşımaktadır. İthal mangan cevherine dönük olarak bir ferromangan tesisi kurulması, Denizli-Tavas mangan cevheri bulununcaya kadar ekonomik olmamıştır 4 milyon ton rezervli Denizli-Tavas mangan cevherinin varlığı, böyle bir tesis kurulması için yeterli gözükmemektedir. Ayrıca, Türkiye'de ferromangan tesisinin kurulması halinde, ülkemizdeki diğer küçük rezervli mangan yataklarının da değerlendirilmesi imkanı doğacaktır.

Bu çalışmada, Denizli-Tavas mangan cevherlerinden ocak üretimi sonrası stoklanmış yaklaşık 40.000 tonluk stoktan alınan temsili örnekler üzerinde, cevherin fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerini belirlemek amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca, gerçekleştirilen kalsinasyon deneyleriyle ferromangan üretimine uygun nitelikli ürün eldesine çalışılmıştır.

## 2 DENEYLERE ESAS OLAN NUMUNENİN ALINMASI

Deneylere esas olan numuneler, Denizli-Tavas, Ulukent Mangan İşletmesi, mangan cevherinin fiziksel, kimyasal, mineralojik yapısının saptanması amacıyla, kalsinasyon özelliklerinin saptanmasına yönelik olarak alınmıştır, örnek numuneler Ulukent Mangan İşletmesinde mevcut ve yaklaşık olarak 40 000 ton civarında olan cevher stokundan alınmıştır

## 3 NUMUNENİN ÖZELLİKLERİ

### 3,1 Numunenin Fiziksel özellikleri

Denizli-Tavas, Ulukent Mangan işletmesi stok sahasından alınan ve maksimum tane boyutu 300 mm civarında olan mangan cevheri, çeşitli boyutlara kırılarak elek analizleri yapılmış, boyut ve boyuta göre Mn ve SiO<sub>2</sub> dağılımları saptanmıştır. Sonuçlar Çizelge 1, 2, 3 ve 4'de verilmiştir

### 3,2. Numunenin Kimyasal özellikleri

Ulukent Mangan İşletmesi cevher stokunu temsil eden numuneler üzerinde kimyasal analizler yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 1 50mm Altına Kırılan Tuvenan Cevherinin Boyut ve Boyuta Göre Mn ve SiO<sub>2</sub> Dağılımı

Boyut (mm)	Miktar	İçerik -%-		Dağılım -%-	
	-%-	Mn	SiO <sub>2</sub>	Mn	SiO <sub>2</sub>
+ 50	140	34.3	16.9	14.1	12.3
-50+30	416	36.2	17.8	44.2	38.5
-30+13	25.0	33.7	20.1	24.7	26.1
-13+6	10.3	31.6	22,8	9.5	12.2
- 6 + 3 36	3.1	30.7	22.3	2.8	3.6
-3.36	60	26.9	23,5	4.7	7.3
TOPLAM	100 0	34.1	19.3	100.0	100.0

Çizelge 2 13mm Altına Kırılan Tuvenan Cevherinin Boyut ve Boyuta Göre Mn ve SiO<sub>2</sub> Dağılımı

Boyut (mm)	Miktar	İçerik -%-		Dağılım -%-	
	-%-	Mn	SiO <sub>2</sub>	Mn	SiO <sub>2</sub>
+ 13	2.3	34.3	20.6	2.3	2.5
-13.0 + 6	47.6	35.5	18.3	49.5	45.9
-6.0 + 3 36	16.5	34.3	18.4	16.6	16,0
-336+ 1.0	19.8	33.6	19.2	19.5	20.0
-1.0 +0.5	5.5	33,2	19.0	5.3	5.5
-0.5	8.3	28.0	23.1	6.8	10 1
TOPLAM	100 0	34 1	19 0	100 0	100 0

Çizelge 3 6mm Altına Kırılan Tuvenan Cevherinin Boyut ve Boyuta Göre Mn ve SiO<sub>2</sub> Dağılımı

Boyut (mm)	Miktar	İçerik -%-		Dağılım -%-	
	-%-	Mn	SiO <sub>2</sub>	Mn	SiO <sub>2</sub>
23	23	35.7	20.0	2.3	2.4
- 6 + 3 36	43 3	35 2	19.4	25 1	24 9
-3.36+1.0	34 8	34.2	19.3	46.1	43 7
-1.0 +0 5	98	33 7	189	11 5	10 8
-0.5 +0.İ	68	32 0	19.3	9.5	9 6
-01	30	29 0	25.4	5.5	8 6
TOPLAM	100 0	34 3	19.7	100.0	100.0

Çizelge 4. 2 mm Altına Kınlan Tuvenan Cevherinin Boyuta ve Boyuta Göre Mn ve SiO<sub>2</sub> Dağılımı

Boyut (mm)	Miktar	İçerik -%-		Dağılım -%-	
	-%-	Mn	SiO <sub>2</sub>	Mn	SiO <sub>2</sub>
+ 20					
- 20+1.0	40.3	34.2	19.3	40.0	40.1
- 1.0+0.5	28.3	35.5	19.3	29.2	28.2
-0.5+0.3	10.5	35.5	19.0	10.8	10.3
L0.3+0.1	11.9	34.1	18.9	11.8	11.6
/ 0.1+0.05	3.0	34.8	18.9	3.0	2.9
Lo0.5	6.0	30.0	22.4	5.2	6.9
1 TOPLAM	100.0	34.5	19.4	100.0	100.0

Çizelge 5 Ulukent Manganez Cevherinin Tam Kimyasal Analiz Sonuçları

Eleman	-%-	Eleman	-%-
Mn	34.40	P2O5	0.30
MnC<2	5.86	Na2O	0.50
SiO <sub>2</sub>	19.30	K <sub>2</sub> O	0.48
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.46	H <sub>2</sub> O	3.13
CaO	8.24	Co	0.003
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.95	Ni	0.003
MsO	2.03	K Kaybı	13.39

### 3.3. Numunenin Mineralojik Özellikler

Cevhenn yapısal özelliklerini ve mineralojik bileşimini saptamak amacı ile stok sahasında bulunan cevher numunesinden karakteristik örnekler toplanmıştır. Ayrıca deneysel çalışmalara esas olan cevher numunesinden seçilen örnekler ve zenginleştirme deneylerinden elde edilen ürünlerden toplam 40 adet kesit yapılmıştır. Kesitlerin mikroskobik incelemeleri ve yapılan ölçümler, cevher bileşimindeki minerallerin yaklaşık % 67'sinin, değişik oranlarda bulunan çeşitli mangan minerallerinden oluştuğu saptanmıştır (Çizelge 6)

Mangan minerallerinin büyük bir çoğunluğunu Braunit ve Rodokrozit oluşturmakta ayrıca, Hausmanit, Proluzit, Psilomelan, Manganit, Jakobsit ve Rodonit minerallerinin de bulunduğu gözlenmiştir. Gang minerallerini ise, kalsit, dolomit, kuvars, mangan oksit, senzit, prehnit, garnet, pinit, manyetit, Spekulant, hematit, götit, limonit ile eser miktarlarda kalkopit, sfalerit, rutil, ve anataz mineralleri teşkil etmektedir.

Çizelge 6. Ulukent Manganez Cevhennin Bileşiminde Bulunan Minerallerin Ağırlıkça Dağılımı

Cevher Bileşimindeki Mineraller	Ağırlık (%)
Braunit	30.0
Rodokrozit	24.0
Hausmanit	3.0
Proluzit + Psilomelan	7.0
Diğer Mangan Mineralleri (Manganit+Jakobsit+Polianit+ Sitapant)	30
Karbonatlı Gang	170
Kuvars ve Silikath Gang	16.0
T o p l a m	100.0

Cevher yapısında izlenen minerallere ait özellikler aşağıda belirtilmiştir.

**Rodokrozit**, cevherde yaygın olarak izlenen bincil cevher minerali olup, yapılan ölçümler cevher numunesinin yaklaşık ağırlıkça % 24 oranında rodokrozit içerdiğini göstermiştir. Rodokrozit ve karbonatlı minerallerce zengin örnek Jenn, genellikle açık ve koyu pembe ile grimsi ve bej renklerde değişim gösterdiği ve cevher içersinde mikrokristal, çatlak dolgusu ve breşik yapılarda bulundukları izlenmektedir. Kesitlerde yer yer dilinimleri kolayca ayırt edilebilen ve diğer mangan mineralleri ile kenetli halde ve mikrokristal yapılarda gözlenmektedir. Rodokrozit genellikle braunit, yer yer de proluzit ve psilomelana dönüşmektedir (Resim 1,2, ve 3)

Braunit, örneklerde yaygın olarak izlenen ikincil cevher minerali olup, cevher bileşiminin yaklaşık ağırlıkça % 30 oluşturmaktadır. Kesitlerde çoğunlukla konsanitik, kabuksu ve oolitik yapılarda, yer yer özbiçimli kristaller halinde izlenmektedir. Braunit genellikle rodokrozitin alterasyonu sonucu oluşmaktadır (Resim 2 ve 3). Braunit içinde gelişen kırık ve çatlaklar ile dilinimleri boyunca proluzit ve psilomelan minerallerine dönüştüğü gözlenmektedir.

**Hausmanit**, yarı şekilli, şekilsiz taneler halinde, mikro ve nanokristal yapılarda, diğer mangan mineralleri ile kenetli halde izlenmektedir. Bazı örneklerde hausmanit ve braunit içinde saçılmış, özbiçimli taneler halinde 15 mikron ile 0.2 mm arasında değişen boyutlarda Jakobsit gözlenmektedir (Resim 2). Hausmanit cevher bileşiminin ağırlıkça % 3'unu teşkil etmektedir.

**Piroluzit ve Psilomelan**, cevher bileşiminin yaklaşık ağırlıkça % 7'sini oluşturmaktadır olup, kesitlerde çoğunlukla kırık ve çatlaklarda, çatlak dolgusu halinde izlenmektedir. Piroluzit yer yer boşluklarda ışınal, iğne şekilli kristal yığılımları oluşturmaktadır (Resim 4). Braunifin alterasyonu sonucu oluşmakta oldukları, çoğu zaman mangan ve diğer gang mineralleri ile birlikte iç içe büyümüş konsantrik halka şekilli yapılar oluşturdıkları gözlenmektedir.

**Manganit**, kesitlerde genellikle kırık ve çatlaklarda çubuk, iğne ve iğne şekilli kristaller halinde izlenmektedir. Cevher içerisinde yer yer gözlenen manganit damarlarının kalınlıkları İSO mikron ile 3 mm arasında değişmektedir. Karbonatlı minerallerin yaygın olduğu örneklerde, yer yer boşluklarda gelişmiş kristal yığılımlarına rastlanılmaktadır.

Cevher içerisinde yer yer spekülart, manyetit, hematit, limonit ve götüt gibi demir oksitli minerallere rastlanılmaktadır. Spekülart, çoğunlukla çatlaklarda çubuk ve lata şekilli, boşluklarda ise rozet şekilli kristal yığılımları halinde izlenmektedir. Manyetit, özellikle rodokrozit içerisinde kısmen martitleşerek hematit'e dönüşmüş halde izlenmektedir (Resim 5-6).

Örneklerde piroluzit ve braunit'in, özellikle limonit ve hematit gibi demir oksitli mineraller ile birlikte konsantrik halka şekilli yapılar oluşturdıkları gözlenmektedir. Pirit siyah renkli karbonatlı kireçtaşı içerisinde, özbiçimli kristaller halinde 50 mikron İte 10 mm arasında değişen boyutlarda yaygın olarak izlenmektedir. Pirit taneleri zaman zaman hematit'e dönüşmüşlerdir. Kesitlerde ayrıca eser miktarda kalkopint, sfalerit, rutil, anataz ve spesartit minerallerine de rastlanılmıştır. Bu mineraller cevher içerisinde genellikle damar ve çatlak boyunca saçılmış halde gözlenmektedir. Gang minerallerinin büyük bir çoğunluğunu kalsit, dolomit ve kuvars teşkil etmekte olup, diğer gang mineralleri ise, örneklerde, değişik oranlarda bulunmaktadır.

#### 4. KALSİNASYON DENEYLERİ

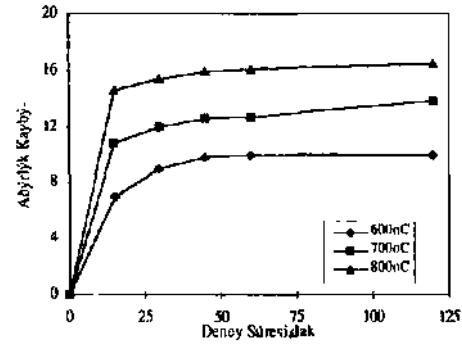
Kalsinasyon deneylerinde MF 120 model Nüve fırını kullanılmış olup, deneyler sabit yataкта kanştırmalı olarak gerçekleştirilmiştir. Numuneler önce islenen boyut grubuna (-2mm, -10mm, -25mm) kırılmış ve etüvde kurutulmuştur. Fırın istenilen kalsinasyon sıcaklığına (600°C, 700°C, 800°C) getirildikten sonra, deney numunesi tartılıp paslanmaz çelikten yapılmış kalsinasyon kabına konmuştur. Deney numuneleri

belirlenen sürelerde (15 dak., 30 dak., 45 dak., 60 dak., 120 dak.) kalsinasyona tabi tutulmuştur.

Kalsinasyondan sonra numune soğutulmuş, tartımı alınmış ve başlangıçtaki tartım ile arasındaki fark bulunarak ağırlık kaybı hesaplanmıştır. Kalsinasyon deneylerinden sonra her kalsine üründe Mn ve SiO<sub>2</sub> analizleri yapılmıştır. Ayrıca kalsine ürünlerin fiziksel dayanımlarını saptamak amacıyla elek analizleri yapılmış ve tuvenan numune elek analizleri ile karlaştırılmıştır. Kalsinasyon deneylerinde başlıca parametreler olarak; tane boyutu, kalsinasyon sıcaklığı ve süresinin etkileri incelenmiştir. Tamamı 25 mm, 10 mm ve 2 mm altına kınlan deney numuneleri, çeşitli sıcaklıklarda (600°C, 700°C, 800°C) ve değişik sürelerde (15dak.,30dak.,45dak., 60dak.,120dak.) kalsinasyona tabi tutulmuştur.

##### 4.1. Tamamı 2 mm Altında Olan Tuvenan Cevher İle Gerçekleştirilen Kalsinasyon Deneyleri

Deney ile ilgili sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir. Çizelge 7'de ise, deneyler sonucunda elde edilen kalsine ürünlerin Mn ve SiO<sub>2</sub> içenleri verilmiştir. Şekil 1 ve Çizelge 7'den izleneceği üzere, sıcaklık arttıkça, ağırlık kaybında artışlar olmaktadır. 600 °C sıcaklıkta yapılan 60 dakikalık kalsinasyon deneyinde ağırlık kaybı % 10 dolayında iken, 800 °C sıcaklıkta bu değer % 16 dolaylarına ulaşmaktadır.



Şekil 1. Tamamı 2 mm Altında Tuvenan Cevherin Değişik Sure ve Sıcaklıklarda Kalsinasyon Deay Sonuçları

Çizelge 7. Tamamı 2 mm Tuvenan Cevhenn Değişik Süre ve Sıcaklıklarda Kalsinasyonu İle Elde Edilen Kalsine Ürünlerin Mn ve SiO<sub>2</sub> İçerikleri.

Kalsinasyon Süresi - dak-	600 °C		700 °C		800 °C	
	% Mn	% SiO <sub>2</sub>	% Mn	% SiO <sub>2</sub>	% Mn	% SiO <sub>2</sub>
15	37.1	20.6	38.5	21.5	40.2	22.5
30	37.7	21.1	39.0	21.9	40.5	22.9
45	38.1	21.3	39.2	22.0	40.8	23.0
60	38.2	21.5	39.3	22.2	41.1	23.1
120	38.2	21.5	39.8	22.4	41.3	23.1

Kalsinasyon yaklaşık bir saat içinde sona ermektedir. Bir saatlik süreden sonra kalsinasyonda önemli bir ağırlık kaybı olmamaktadır. Kalsine ürünlerinde ağırlık kaybındaki artışa bağlı olarak Mn ve SiO<sub>2</sub> içeriklerinde artış gözlenmektedir. Tamamı 2 mm altında olan manganez cevherinin 120 dakikalık kalsinasyon süresi sonunda ve çeşitli sıcaklıklarda elde edilen kalsine ürünlerin elek analiz sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir. Çizelge 8'den izleneceği üzere, tamamı 2 mm altında olan tuvenan cevherin d<sub>50</sub> boyutu 1.6 mm iken kalsinasyon sonucu 1.3 mm'ye; d<sub>w</sub> boyutu 0.9 mm iken kalsinasyon sonucu 0.7 mm'ye inmektedir. Sonuç olarak, farklı sıcaklıklarda yapılan kalsinasyon deneylerinden alınan

kalsine ürünlerin d<sub>10</sub> ve d<sub>90</sub> boyutlarında başlangıca göre önemli değişiklikler olmamaktadır.

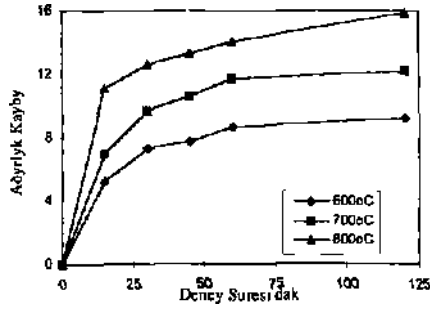
#### 4.2. Tamamı 10 mm Altında Olan Tuvenan Cevher ile Gerçekleştirilen Kalsinasyon Deneyleri

Bu grupta gerçekleştirilen deneylere ait sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. Çizelge 9'da ise, deneyler sonunda elde edilen kalsine ürünlerin Mn ve SiO<sub>2</sub> ikenlen verilmektedir. Şekil 2 ve Çizelge 9'dan izleneceği üzere, sıcaklık arttıkça ağırlık kaybında artış olmaktadır. 600 °C sıcaklıkta yapılan 60 dakikalık kalsinasyon deneyinde ağırlık kaybı % 9 dolayında iken, 800 °C sıcaklık koşulunda bu değer % 14'e ulaşmaktadır. Kalsinasyon yaklaşık 1 saat içinde tamamlanmaktadır. Bir saatlik kalsinasyon süresinden sonra önemli bir ağırlık kaybı olmamaktadır. Kalsine ürünlerde ağırlık kaybındaki artışa bağlı olarak Mn ve SiO<sub>2</sub> içeriklerinde artış gözlenmektedir.

Tamamı 10 mm altında olan manganez cevherinin 120 dakikalık kalsinasyon süresi sonunda ve değişik sıcaklıklarda üretilen kalsine ürünlerin elek analiz sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir. Çizelge 10'dan izleneceği üzere, tamamı 10 mm altında olan tuvenan cevherin d<sub>M</sub> ve d<sub>50</sub> boyutları sırasıyla 9 mm ve 6 mm iken, kalsinasyon sonunda d<sub>50</sub> boyutu 7 mm'ye, d<sub>90</sub> boyutu ise 4.5 mm'ye düşmüştür. Sonuç olarak, farklı sıcaklıklarda yapılan kalsinasyon deneylerinden alınan kalsine ürünlerin d<sub>50</sub> ve d<sub>90</sub> boyutlarında başlangıca göre önemli değişiklikler olmamaktadır.

Çizelge 8 Tamamı 2 mm Altında Cevherin 120 dakikalık Kalsinasyonu Sonunda ve Değişik Sıcaklıklarda Elde Edilen Kalsine Ürünlerin Elek Analiz Sonuçları

Boyut mm	Tuvenan			600 °C			700 °C			800 °C		
	Miktar			Miktar			Miktar			Miktar		
	%	£%4.	1% t	%	£ % i	Z%i	%	£ % i	L % i	%	i.%1	1 % t
+1	40.3	40.3	100.0	36.0	36.0	100.0	32.6	32.6	100.0	36.7	36.7	100.0
-1+0.5	28.3	68.6	59.7	30.2	66.2	64.0	35.9	68.5	67.4	29.1	65.8	63.3
-0.5+0.3	10.5	79.1	31.4	11.6	77.8	33.5	13.0	81.5	31.5	12.7	78.5	34.2
-0.3+0.1	11.9	91.0	20.9	14.2	92.0	22.2	14.0	95.5	18.5	13.7	92.2	21.5
-0.1	9.0	100.0	9.0	8.0	100.0	8.0	4.5	100.0	4.5	7.8	100.0	7.8
TOPLAM	100.0			100.0			100.0			100.0		
d <sub>10</sub> (mm)	0.9			0.7			0.7			0.7		
d <sub>50</sub> (mm)	1.6			1.3			1.3			1.3		



Şekil 2 Tamamı 10 mm Altında Tuvenan Cevherin Değişik Sure ve Sıcaklıklarda Kalsinasyon Deney Sonuçları

Çizelge 9 Tamamı 10 mm Altında Tuvenan Cevherin Değişik Sure ve Sıcaklıklarda Kalsinasyonu ile Elde Edilen Kalsine Ürünlerin Mn ve SiO<sub>2</sub> İçerikleri

Kalsinasyon Suresi -dak-	600 °C		700 °C		800 °C	
	Mn	% SiO <sub>2</sub>	% Mn	% SiO <sub>2</sub>	% Mn	% SiO <sub>2</sub>
15	36.0	20.1	37.1	20.6	39.0	21.5
30	37.2	20.7	38.1	21.3	39.3	22.0
45	37.4	20.8	38.4	21.5	39.8	22.4
60	37.5	21.0	38.9	21.9	40.1	22.5
120	38.0	21.2	39.3	22.1	41.0	23.0

4.3 Tamamı 25 mm Altında Olan Tuvenan Cevher ile Gerçekleştirilen Kalsinasyon Deneyleri

Bu grupta gerçekleştirilen deneylere ait sonuçlar Şekil 3'de verilmiştir. Çıkarılan ürünlerde ise, deneyler sonunda elde edilen kalsine ürünlerin Mn ve SiO<sub>2</sub> içerikleri verilmektedir. Çizelge II ve Şekil 3'den izleneceği üzere, sıcaklık artışına bağlı olarak ağırlık kaybında bu miktar artış olmaktadır. 600 °C sıcaklıkta yapılan 60 dakikalık kalsinasyon deneyinde ağırlık kaybı %7.2 dolayında iken 800 °C sıcaklık koşulunda bu değer % 13.2ye ulaşmaktadır. Kalsinasyon yaklaşık 1 saat içinde tamamlanmaktadır. Bir saatlik kalsinasyon süresinden sonra önemli bir ağırlık kaybı olmamaktadır. Kalsine ürünlerde ağırlık kaybındaki artışa bağlı olarak Mn ve SiO<sub>2</sub> içeriklerinde artış gözlenmektedir. Tamamı 25 mm altında olan manganez cevherinin 120 dakikalık kalsinasyon süresi sonunda ve değişik sıcaklıklarda üretilen kalsine ürünlerin elektroanaliz sonuçları

Çizelge 12'de verilmiştir. Çizelge 12'den izleneceği üzere, tamamı 25 mm altında olan tuvenan cevherin d<sub>50</sub> ve d<sub>90</sub> boyutları sırasıyla 30 mm ve 20 mm iken, kalsinasyon sonunda d<sub>50</sub> boyutu 19 mm'ye, d<sub>90</sub> boyutu ise 12 mm'ye düşmüştür. Sonuç olarak farklı sıcaklıklarda yapılan kalsinasyon deneylerinden alınan kalsine ürünlerin d<sub>50</sub> ve d<sub>90</sub> boyutlarında başlangıca göre önemli değişiklikler olmamıştır.

## 5 SONUÇLAR

1) Denizli-Tavas, Ulukent Manganez İşletmesi cevher stokundan alınan numunenin, % 34.40 Mn, % 5.86 MnO<sub>2</sub>, % 19.30 SiO<sub>2</sub>, % 8.24 CaO, % 4.46 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 13.39 kızdırma kaybı içerdiği saptanmıştır.

2) Yapılan 40 adet kesitin mikroskobik incelemelerinde, cevher bileşimindeki minerallerin yaklaşık % 67'sinin, değişik oranlarda bulunan mangan minerallerinden oluştuğu saptanmıştır. Mangan minerallerinin büyük çoğunluğunu Braunit ve Rodokrosit oluşturmakta, gang mineralleri ise kuvars, kalsit, dolomit, manganokalsit, pirit, manyetit, Spekulant, hematit, gotit ve limonit'tir.

3) Tane boyutunun, kalsinasyon sıcaklığının ve süresinin etkisinin incelendiği kalsinasyon deneylerinde, kalsinasyon sonunda cevherin mangan içeriği % 41'e çıkarılmaktadır. Kalsinasyon sonunda elde edilen ürünün SiO<sub>2</sub> içeriği ise % 23 civarına yükselmektedir. Farklı uç boyutta ve değişik sıcaklıklarda yapılan kalsinasyon deneylerinde, kalsinasyon birinci saat sonunda tamamlanmaktadır.

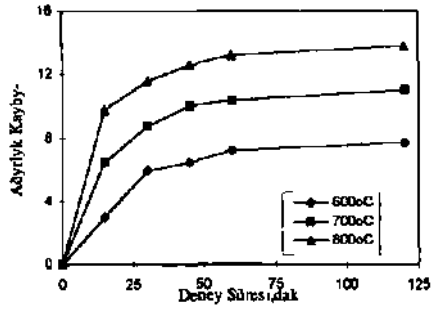
4) Cevherin direkt kalsinasyonu ile, ferromangan üretilmesine uygun nitelikte bir ürünün elde edilemeyeceği saptanmıştır.

## KAYNAKÇAR

- 1996 *Denizli-Tavas Ulukent Yatağı Manganez Cevherinin Zenginleştirilmesi ve Ferromangan Üretimi* 11 U Maden Fakültesi Cevher ve Kömür Hazırlama Anabilim Dalı, Doner Sermaye Projesi, Temmuz, İstanbul

Çizelge 10 Tamamı 10 mm Altında Olan Cevhenn 120 dakikalık Kalsinasyonu Sonunda ve Değişik Sıcaklıklarda Elde Edilen Kalsine Ürününün Elek Analiz Sonuçları

Boyut mm	Tuvenan			600 °C			700 «e			800 °C		
	Miktar			Miktar			Miktar			Miktar		
	%	E%4	£%î	%	£%i	Z%t	%	E%J-	Z%t	%	Z%4	t%î
r9	13 7	13 7	100 0	4 3	4 3	100 0	4 2	4 2	100 0	4 3 0	4 3	100 0
-9+6	44 8	58 4	86 3	29 4	33 7	95 7	25 0	29 2	95 8	25 1	29 4	95 7
-6+3 36	2 11	79 7	4 16	30 3	64 0	66 3	27 0	56 2	70 8	30 6	60 0	70 6
-3 36+2	7 0	86 8	20 3	13 S	77 5	36 0	16 8	73 0	43 8	15 3	75 3	40 0
-2	13 2	100 0	13 2	22 5	100 0	22 5	27 0	100 0	27 0	24 7	100 0	24 7
TOPLAM	100 0			100 0			100 0			100 0		
d <sub>su</sub> (mm)	60*			45			45			45		
d <sub>go</sub> (mm)	90			70			70			70		



Şekil 3 Tamamı 25 mm Altında Tuvenan Cevherin Değişik Sure ve Sıcaklıklarda Kalsinasyon Denev Sonuçları

Çizelge 11 Tamamı 25 mm Altında Tuvenan Cevherin Değişik Sure ve Sıcaklıklarda Kalsinasyonu ile Elde Edilen Ürününün Mn ve SiO2 İçeriklen

Kalsinasyon Suresi -dak-	600 °C		700 °C		800 °C	
	% Mn	% SiO <sub>2</sub>	% Mn	% SiO <sub>2</sub>	% Mn	% SiO <sub>2</sub>
15	35 0	19 7	36 2	20 2	37 9	20 9
30	36 2	20 0	37 1	20 9	38 3	21 2
45	36 7	20 5	38 0	21 3	39 0	21 8
60	36 9	20 6	38 1	21 5	39 1	1*20
120	37 0	21 0	38 8	21 8	40 0	22 S

Çizelge 12 Tamamı 25 mm Altında Olan Cevherin 120 dakikalık Kalsinasyonu Sonunda ve Değişik Sıcaklıklarda Elde Edilen Kalsine Ürününün Elek Analiz Sonuçları

Boyut mm	Tuvenan			600 °C			700 oC			800 °C		
	Miktar			Miktar			Miktar			Miktar		
	%	£%↓	£%↑	%	£%↓	£%↑	%	£%↓	£%↑	%	£%↓	£%↑
+ 19	49 4	49 4	100 0	22 0	22 0	100 0	19 4	19 4	100 0	21 4	21 4	100 0
-19+13	28 4	77 8	50 6	22 9	44 9	78 0	20 7	40 1	80 6	33 8	55 2	78 6
-13+6	9 3	87 1	22 2	33 3	78 2	55 1	39 8	79 9	59 9	22 7	77 9	44 8
-6+2	8 3	95 4	12 9	14 1	92 3	21 8	13 0	92 9	20 1	12 3	90 1	22 1
-2	4 6	100 0	4 6	7 7	100 0	7 7	7 1	100 0	7 1	9 9	100 0	9 9
TOPLAM	100 0			100 0			100 0			100 0		
d <sup>M</sup> (mm)	20			M			12			12		
d <sub>g</sub> (mm)	30			20			19			19		

