

ÇARŞAMBA - ÜNYE SAHİL KUMLARINDAN DEMİR KAZANMA OLANAKLARI"

Serap AKIN* — Oktay YALGIN** — Mehmet KAYADELEN***

Özet

Karadeniz (Çarşamba - Ünye) sahil kumlarının dünyadaki örneklerle dayanarak İşletilebilir nitelikte manyetit tenor ve rezervine sahip olabileceği saptanmıştır. Madencilik yönünden İşletme koşulları oldukça basittir. Fakat konsantredeki TiO_2 'nin yüksek oluşu bazı güçlükler doğurabilir. Bunu giderici bazı olanaklar vardır.

Bu tebliğde, sözü geçen sahil kumları üzerinde hada önce M.T.A. Enstitüsü tarafından yapılan teknolojik deneylere kısaca değinmiş ve işletmecilik yönünden literatür düzeyinde dünyadan çeşitli örnekler sunulmuştur. Ayrıca gelişmekte olan Türkiye'nin artan demir ihtiyacını karşılamak için Çarşamba ve Ünye sahil kumlarının işletilebilirlik olanakları araştırılmıştır.

Bu araştırma bir fikir vermesi bakımından önemlidir. Olumlu değerler alınmaya başlandıkça ayrıntılı fizibilite çalışmalarına geçilmesi gerekecektir.

Absract:

Çarşamba-Ünye beach sands on the Blackseahave magnetite of recoverable grade and reserves. The high grade

- (*) Metalürji Müh., MTA, Plan-Proje Şb. - Ank.
(**) Maden Y. Müh., MTA, Plan-Proje Şb. - Ank.
(***) Maden Müh., MTA, Plan-Proje Şb. - Ank.

of T₁O, in concentrate may create some problems, but these have been investigated.

In this paper, some results of technological test done by M.T.A. and mine-pre-evaluation studies done by the writers at the literature level are given.

Iron extraction alternatives from Çargamba-Ünye beach sands have been investigated with regard to the increasing iron demand of developing Turkey.

The purposes of this paper is only to give some general ideas. As positive results are obtained, it will be possible to begin detailed feasibility studies

1. Giriş

Endüstrinin en önemli girdilerinden birisi olan demir-çelik, ekonomik kalkınmasını endüstriye bağlayan ülkeler için en önemli etkidir. Bu endüstri kolunun Türkiye gayri safi milli hasılası içindeki katma değer oranının çok küçük olmasına karşın ekonominin bünyesi yönünden içerdiği önem çok daha fazladır.

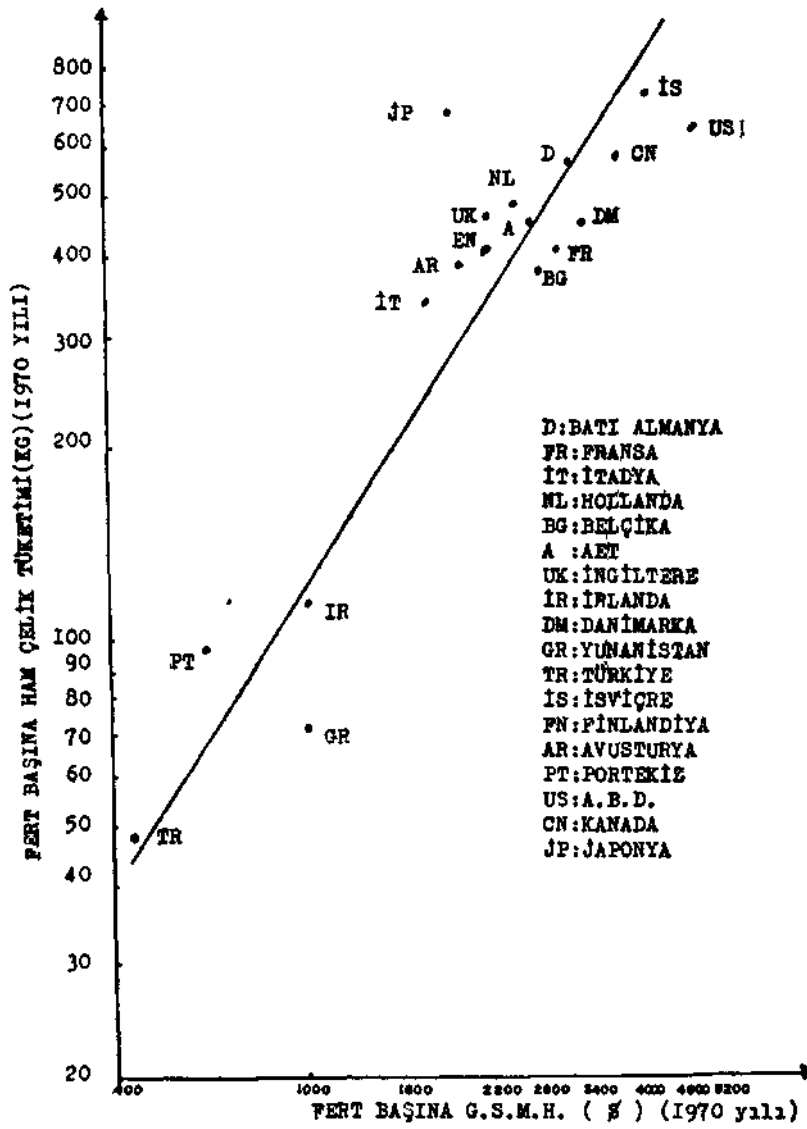
Ülkelerin ekonomik gelişmeleri, kişi başına düşen gayri safi millî hasıla ve kişi başına düşen ham çelik tüketimi arasında dolaysız bir ilişki vardır. Bu durum Grafik 1'de gösterilmiştir. Nitekim az gelişmiş ülkelerdeki demir-çelik tüketimi 50 kg'dan azken, gelişmiş ülkelerde bu miktar 700 kg. kadardır.^{17****}

Gelişmekte olan Türkiye'nin yoğun bir şekilde artan işlenmiş ve yarı işlenmiş demir-çelik talebini karşılamak için hurda kullanan tesislerin gelişmesi nedeniyle demir cevheri ve hurda demir ithali gerekmiştir. Nitekim 1970 yılında 41240 ton demir cevheri ile 76521 ton hurda demir ithal edilmişken 1972 yılında bu miktarlar 242000 ton demir cevheri ve 110.000 ton hurda demire ulaşmıştır.¹⁷

Bu durum gözönüne alınarak mevcut demir cevheri olanaklarından yararlanmak için çeşitli girişimlerde bulunmak Türkiye açısından yararlı olacaktır. Bu nedenle, örneğin Doğu Karadeniz sahilindeki manyetitli kumlar Türkiye demir maden-

(«**») Parantez içindeki sayılar faydalanılan kaynağı göstermektedir.

(17)



Grafik SI. FERT BAŞINA HAM ÇELİK TÜKETİMİ İLE PERT BAŞINA G.S.M.H. ARASINDAKİ İLİŞKİ (1970 YILI)

(10° Ton)

Yıllar	Talep	Devriği	Özel	Denge
1974	2.8	1.2	1.2	-0.4
1975	4.9	1.2	1.6	-2.1
1976	6.2	5.3	1.6	+1.6
1977	8.6	5.3	1.6	-1.7
1978	9.0	5.3	1.6	-2.1
1979	9.8	5.3	1.6	-2.9
1980	10.0	5.3	1.6	-3.1
1981	12.2	5.3	1.6	-5.3
1982	16.1	5.3 1	1.6	-9.2

Tablo:I.Türkiye Demir Cevheri **Arz-Talep**
Karşılaştırması.

ciliğine yararlı olabilecek bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

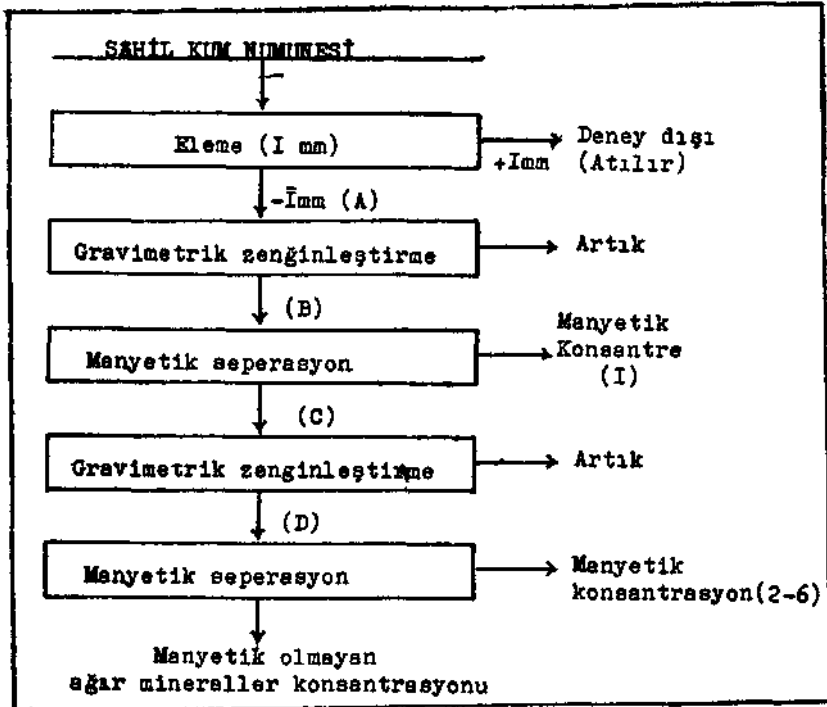
Doğu Karadeniz sahilindeki plaj kumları M.T.A. Enstitüsü tarafından, ağır mineral yönünden etüd edilmiş ve sahü kumu işletmeciliği açısından ekonomik olabilecek tenor ve rezerve sahip plaser manyetit mineralinin mevcudiyeti saptanmıştır, özellikle Ünye'nin batısından Yeşilirmak ağzına kadar uzanan yaklaşık 50 km. uzunluğundaki Çarşamba ovası %9-10 manyetit tenörlü 160 milyon tondan fazla görünür+muhtemel ve 700 milyon tondan fazla toplam rezervli kumlara sahiptir.

Bölgedeki diğer küçük plaser zuhurları da ele alındığında görünür+muhtemel rezerv yaklaşık 190 milyon tona ve toplam rezerv 870 milyon tona ulaşmaktadır. (8).

Bu konuda daha ayrıntılı bilgiler Sayın Dr. Mümin Köksoy tarafından ayrı bir tebliğde sunulmuştur.

2. Demir içeren Çarşamba-Ünye Sahil Kumlarının Tekno-Ekonomik Olasılıkları

M.T.A. Enstitüsü tarafından sahüden 10-15 m. uzakta sahüye paralel bir hat boyunca yaklaşık olarak 250-300 m. aralıklarla ve 2. m. derinlikte açılmış kuyulardan 50 kg. h.k numuneler alınmış, loğlara işlenmiş ve daha sonra 2 km. uzunluğundaki bir plaj işletilebilecek minimum rezerve sahip ola-



Şekil 5. Sahil Kumları Zenginleştirme Deneyleri Akım Şeması

"TBfçİQ:2.ÇS'rşfnb9'~söhfl.linle"alt çeşitli kum numuneleri " Yaş Manyetik Seperasyçn "

İtonaântr^lerinin granülümetipik yapısı.

Numune	32 500	42 354	60 250	80 177	115 125	170 88	250 63	325 44	meç mikron
16	0.012	0.171	2.357	44.295	42.122	10.696	0.319	0.024	-
17	0.012	2.015	8.387	32.800	39.675	15.754	0.590	0.024	-
18	-	0.308	11.948	33.487	38.667	15.018	0.557	0.011	-
19	-	0.047	1.254	52.810	33.771	11.690	0.402	0.023	-
20	-	0.042	0.867	35.213	48.394	14.923	0.485	0.042	0.010
21	0.011	3.062	11.999	38.879	35.896	9.867	0.272	0.011	-
22	-	0.021	1.117	44.432	42.995	11.117	0.223	0.021	0.010
25	-	0.732	1.801	44.164	46.229	7.556	0.161	0.014	-
26	-	0.010	0.581	40.078	46.308	12.615	0.363	0.031	0.010
27	-	0.053	2.022	42.850	41.258	13.405	0.376	0.021	0.010
28	-	0.016	0.250	12.326	32.687	41.368	11.390	1.823	0.129
29	0.010	0.054	2.623	15.656	44.258	32.462	4.553	3.686	0.010
Ortalama	0.003	0.054	3.768	36.415	41.021	16.377	1.640	0.047	0.014

bileceği düşünülerek birer kompozit numune elde edilmiştir. 1972 yılında M.T.A. Teknoloji laboratuvarlarında sayılan 30'dan fazla olan bu kompozit numunelerin herbiri Şekil 1'de görülen akım şemasına göre zenginleştirilmiştir.

Tüm deneylerin I. manyetik konsantreleri % 57-58 Fe ve %5.5-6.5 TiO₂ içermektedir. Konsantrelerin mineralojik analizlerinde numunelerin oldukça homojen oldukları saptanmıştır. Manyetit, ilmenit, maghemit, hematit, titanomanyetit belli başlı mineraller olarak saptanmıştır. Bu konsantrasyon ürünlerinin granülometrik analizlerinde tane iriliği yönünden fazla ayrıcalık göstermedikleri ve %94'ünün 88-250 mikron arasında oldukları saptanmıştır.

Yapılmış olan 30'dan fazla zenginleştirme deneyinden ham kumdaki ortalama manyetit tenorunu yansıtan bir deney baz olarak alınmış ve buna ait deney sonuçları ve demir cevheri için önemli olan başlıca empürileri Tablo 3'de verilmiştir.

Tabloda da görüldüğü gibi konsantrede yeterli Fe kazanılmasına karşılık TiO₂ %5.90 gibi bir değerde olmaktadır. Tablo 4'de ilk dört manyetik konsantrinin ekonomik sınır içine alınabileceğini göstermektedir.

İzabe yönünden en önemli sorun titan olmaktadır. Bilindiği gibi Türkiye'de demir izabesi yüksek fırınlarda yapılmaktadır. Bu fırınlara verilen şarj malzemesinde titan yüzdesi fazlaysa, titan oksitlerin büyük bir kısmı indirgenmeden cüruf içinde kalmakta ve burada silisin yerini kısmen almaktadır. Az miktarda titanyum indirgenir, özellikle yüksek sıcaklık varsa pik demire geçer. Titanyum kuvvetli bir karbür yapıcı elementtir ve oluşan TiC* ergimiş pik demirde gayet az çözünür. Eğer pik içindeki titanyum belli bir miktarda üstüne çıkacak olursa serbest TiC₄ kristalleri oluşur. Bunlar cürufun ve pik demirin vizkozitesini arttırmakta ve pik'i elde edilmesini güçleştirmektedir. TiC₄ yüksek fırın içinde katı agregalar oluşmasına ve işletme sorunlarının artmasına yol açar.

Titanyumun yüksek oluşu nedeniyle sahil kumlarından elde edilen yüksek titanlı konsantrelerin dirik olarak yüksek fırına verilme olanağı ortadan kalkmaktadır.

Tablo:4

Ürün	Kg	Sw	L %	Fe						TiO ₂			
				% Fe	Birim	E Birim	E %Fe	% R	E %R	% TiO ₂	Birim	E Birim	E % TiO ₂
manyetik konsantr (1)	12.4	52.19	52.19	58.00	3027.02	3027.02	58.00	78.09	78.09	5.90	307.92	307.92	5.90
manyetik konsantr (2)	0.93	3.32	56.11	53.42	209.40	3236.42	57.67	5.41	83.50	6.10	23.91	331.83	5.91
manyetik konsantr (3)	0.39	1.64	57.75	49.00	80.36	3316.78	57.43	2.07	85.57	5.80	9.51	341.34	5.91
manyetik konsantr (4)	0.52	2.19	59.94	47.00	102.46	3419.24	57.04	2.64	88.21	5.90	12.70	354.04	5.90
masa ardı	8.45	35.56	95.50	9.30	330.70	3749.94	39.26	8.53	96.74	5.10	181.35	535.39	5.60
manyetik konsantr (5)	0.60	2.53	98.03	42.60	107.77	3857.71	39.35	2.78	99.52	1.04	2.63	538.02	5.48
manyetik konsantr (6)	0.43	1.80	99.83	10.04	18.04	3875.75	38.82	0.47	99.99	1.00	1.80	539.82	5.40
manyetik olmayan ağır min kons	0.04	0.17	100.00	1.83	0.31	3876.06	38.76	0.01	100.00	0.70	0.11	539.93	5.39
TOPLAM	23.76			38.76	3876.06			100.00		5.39			

öyleyse, böyle titanlı cevherleri işlemek olanağını başka yollarda aramak gerekmektedir. Bu konuda çeşitli yöntemler ileri sürülebilir.

Birincisi, titanlı cevher konsantresini titansız cevher konsantresi ile saptanan bir ölçüde harmanlayarak varolan titan miktarı düşürülebilir. Böylelikle yüksek fiçin için aranan koşul sağlandıktan sonra yapılacak pelet yüksek fırına verilebilir. Kısa vadede, az miktarda bir plaser yatağın değerlendirilmesi bu yolla belki etkinlik kazanabilir. Fakat bu yöntemin, üzerinde durduğumuz Doğu Karadeniz sahü plaserleri gibi büyük rezervli yatakların değerlendirilmesindeki etkinliği tartışılabilir.

ikinci yol, titanlı cevheri metalurjik olarak örneğin klorlama yöntemiyle işleme koyarak hem titan hemde demir metalerini ayrı ayrı kazanmaktır. Dünyada bu konuda yapılmış olan laboratuvar çalışmaları olumlu sonuçlar vermiş olup, yöntemin ekonomikliliği hakkında araştırmalar devam etmektedir. Bu yolu tercih edebilmek için yapılan araştırmaların ve yeni teknolojik gelişmelerin sonucunu beklemek gerekmektedir. (8).

Üçüncü yol flotasyon yöntemidir. Son yıllarda Japonyada geliştirilen bu yöntemle sahil kumları içindeki ilmenit-hematit gurup mineralleri manyetit'tan ayrılmıştır. Bu işleme kazanılan ilmenit konsantresi %40 TiO₂ den fazladır. Böylelikle hem demir hemde titan ayrı ayrı kazanılmış olmaktadır. Bu yöntem de henüz araştırma safhasındadır.

Dördüncü çözüm yolu olan Krupp-Renn döner fırın (veya diğer döner fırın) yöntemleri ile sünger demir kazanılması eskidenberi dünyada uygulanmaktadır. Bu yöntemde cürufa geçen, fakat fırını tıkamayan TiCk ve az miktarda TiC₄ oluşmaktadır. Cüruftaki bu konsantre daha sonra titan kazanımında olanak sağlayabilmektedir. Bu yöntemin devamı olarak elektrik ark fırınlar ele alınabilir. Bu çeşit izabe yöntemi ile pik demir veya üstün kaliteli çelik üretimi yapılabilir. Bu yöntem bugün özellikle Japonya'da ençok uygulanmaktadır. Japonlar kendi sahillerinden işlettikleri kumlara ek olarak FiUpinlerden her

yıl yaklaşık 600.000 ton titanlı manyetit konsantresi ithal etmektedirler.

ikinci ve üçüncü çözüm yollarının henüz araştırma düzeyinde olması nedeniyle dünya teknolojisine dayanarak döner - elektrikli fırın yöntemlerini kullanma olasılığı önem kazanmaktadır.

Doğu Karadeniz sahü kumlarından demir kazanma olanağı önemini yitirmemektedir. Çünkü titan, çözümlenmesi olanaksız bir sorun olarak karşımıza çıkmamaktadır.

Diğer taraftan yatağın ekonomikliliği bakımından yapılan literatür araştırmaları ve bu konuda söz sahibi kişi ve kuruluşlarla yapılan yazışmalar sonunda bazı bügiler elde edilebilmiştir. Buna göre pratik olarak bir plaser yatağın ekonomik tenor sınırı 1 m^3 kumda varolan ve satılabilen minerallerin kıymetiyle ölçülmektedir. Bu gün için orta büyüklükte bir yatakta minimum değer 50 sent/m^3 olduğu kabul edilmektedir. (Noakes. L.C. 1972). Manyetit cevherinin işletmedeki değeri ortalama 150 TL/ton alınır (1972 yılına göre) o takdirde tenor limitinin 50 Kg/m^3 manyetit olması gerekmektedir. Ortalama olarak 1 m^3 kumun kuru olarak 2 ton geldiği düşünüldüğü zaman ekonomik olarak işletilebilecek böyle bir yatağın minimum tenorunun $1\%2.5$ manyetit olabileceği anlaşılmaktadır. Nitekim Japonyada 2.8% manyetit tenörlü sahil kumları işletilmektedir. (8, 24).

Diğer bir araştırmada tenor yüzdesinin küçük olması nedeniyle ük bakışta ekonomik gözükmeyen yataklar hakkında kesin bir ön yargıya varmamak gerektiği, çünkü bu cins yataklarda sahü boyunca her kitometreden 100 kg. konsantre elde edilebilmesi halinde o yatağın 5% manyetit tenörlü olması halinde işletilmesinin ekonomik olabileceği anlaşılmaktadır. (24)

10 yıl süre ile işletilmesi düşünülen ekonomik tenörlü bir plaser yatağın minimum 15 milyon m^3 lük cevherli kum rezervine sahip olması gerekmektedir. (Noakes. L. C. 1972). Ayrıca bu miktarın aynı plajdan olması şart değildir, kolayca nakledebilen küçük ekskavatörlerle komşu plajları işleterek cevherler birleştirilebilir. (8, 24).

Açık ocak işletmeciliği açısından oldukça basit yöntemlerle işletilebilen bu çeşit yataklar kazılmakta ve sonra çıkarılan cevher boru hattı veya kısa mesafeler için bandlarla zenginleştirme tesisine nakledilmektedir. Bu konuda Örnekler 3. bölümde verilmiştir.

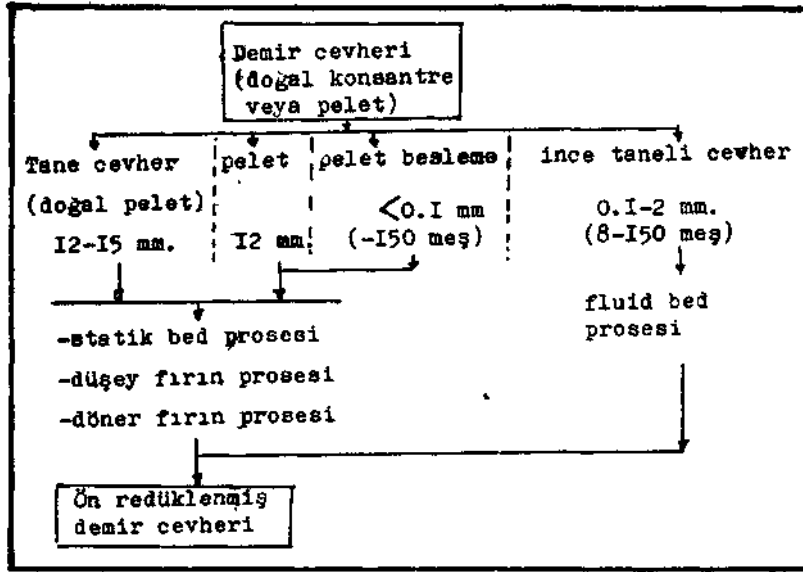
Zenginleştirme tesisi şekil 3'de görüldüğü gibi basit bir yöntemle gerçekleştirilebilir. Burada (-325) meşe öğütme yapılmak suretiyle pelet için gerekli inceliğe inilmiş olabücektir. Diğer taraftan böyle bir öğütme sonucunda serbestleşme geniş ölçüde sağlanabileceği için konsantredeki demir tenöründe bir artış, buna karşılık TiO^{\wedge} ve SiO_2 yönünden bir azalma gerçekleşebilir. Daha sonra yapılacak yeşil (yaş) pelet redüklenmek üzere döner firma verilip sünger demir kazanma olanağı vardır. Ayrıca konacak elektrik ark fırınla pik demir elde edilebilecektir. Eğer kazanılan konsantredeki demir miktarı %63'ün üstüne çıkabilirse direk çelik üretim olasılığı ortaya çıkabilmektedir. (12)

Tane iriliği bakımından öngörülen bir sınıflandırma Şekil 2'de gösterilmiştir, ileri sürüldüğüne göre böyle sahil kumlan işletmesinde redükleme işlemi için tane iriliği bakımından %5'i (-1) mm. olursa pelet yapımına gerek kalmamaktadır. (10). Fakat üzerinde durduğumuz kumların %95'i (-1) mm. olduğundan pelet yapmak gereği ortaya çıkmaktadır.

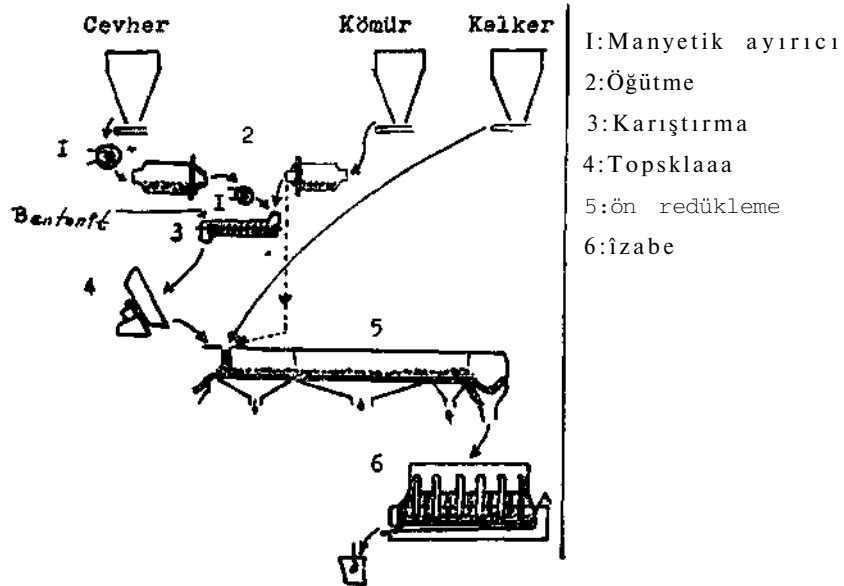
Şekil 3'de gösterilen kaba akım şeması bir sonuç değil, bir başlangıçtır. Çünkü çeşitli yöntemler uygulayarak yapılacak deneyler en etkin yöntemi ortaya çıkaracaktır.

Titanyum içeren manyetitti sahü kumlarından ve diğer cevherlerden pik demir ve çelik üretimi Norveç, Yeni Zelanda, Güney Afrika Cumhuriyeti, Japonya, gibi ülkelerde başanlı olarak endüstriyel çapta yapılmaktadır. Bu konuda örnekler 3. bölümde verilmiştir.

Titanyumlu demir cevherinin yüksek fırınlarda güçlük çıkarması nedeniyle işlenmesi, özellikle küçük hazne çaplı fırınlarda olanaksız olmaktadır. Japonyada büyük hazne çaplı fırınlarda düşük titanlı cevherlerle karıştırılmak suretiyle bu tip cevherler değerlendirilmektedir.



yekil:2 Ön redükleme prosesi

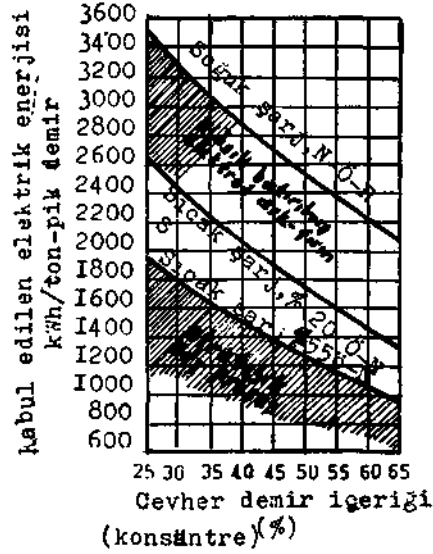


Şekil: 3

Dünyada en yaygın olarak kullanılan döner fırın ön redük-
leme yöntemiyle birlikte elektrikli pik demir veya çelik fırın-
larının beraber kullanılmasıdır.

Şekil 2'de gösterildiği gibi ön redükleme işleminden önce
konsantreye hangi tip aglomerasyonun uygulanacağını saptan-
masından sonra elde edilen ürün döner fırınlarda redüklen-
dikten sonra elektrikli pik demir veya elektrik ark çelik fırınla-
rına şarj edilirler. Ön redükleme işlemi için genellikle bitümlü
kömürler, linyit, kok veya bunların karışımları kullanılmak-
tadır.

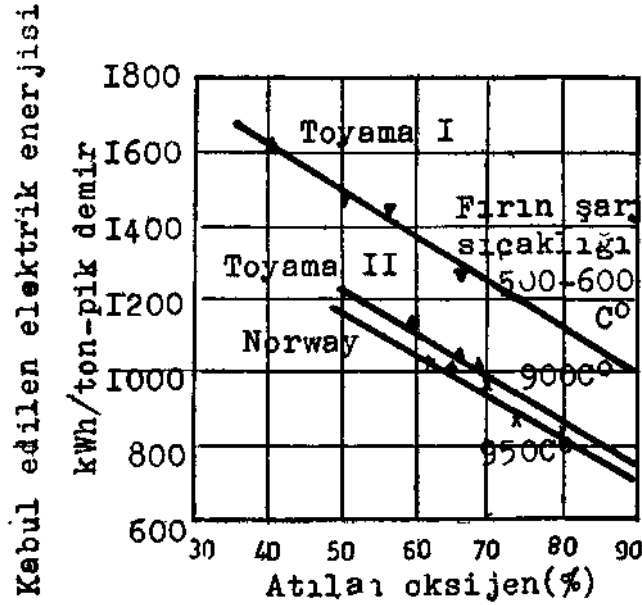
Elektrikle pik demir yapımı, elektrik enerjisinin pahalı
olması ve elektrikli fırın kapasitelerinin küçük olması gibi ne-
denlerle yüksek fırınlarla karşılaştırıldığında pahalı bir yön-
tem olarak kabul edilmektedir. Fakat son yıllarda ön redükleme
işlemlerinin gelişmesi elektrik fırınlarını bazı koşullarda, eko-



N-Ö-R: Ön redüksiyonsuz
Ö-E: Ön redüksiyon

Grafik?! Elektrikli Fırınlarda Cevher (konsantre-)
Demir İçeriği ile Yoğaltılan
Elektrik Enerjisi arasındaki
İlişki?

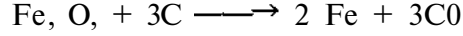
nomik yapmaktadır. Döner fırınlarda ön redükleme işlemi görmüş malzemenin elektrik fırınlarına sıcak olarak şarj edilmesi firm produktivitesini arttırdığı gibi elektrik enerjisi sarfiyatını da düşürmektedir. Grafik 2 ve Grafik 3'de görüldüğü gibi birim pik demir üretimi için geçerli elektrik sarfiyatı hammaddesinin redüklenme derecesine ve yüklendiği sıcaklığa göre değişme göstermektedir.



Grafik3: Öf Redükleme fırınlarında Oksijen Atılım İfüzdesi ile Yoğaltılan Elektrik Enerjisi Arasındaki İlişki.

Genellikle bu amaçlar için kullanılan elektrikli firm yöntemleri, Norveç Elkem yöntemi ve Stratejik Udy yöntemi ile diğer klasik submerged ark fırın yöntemleridir.

Bu yöntemlerde redüksiyon, ısıtma ve eritme için gerekli ısı elektrik enerjisi ile sağlanmaktadır.



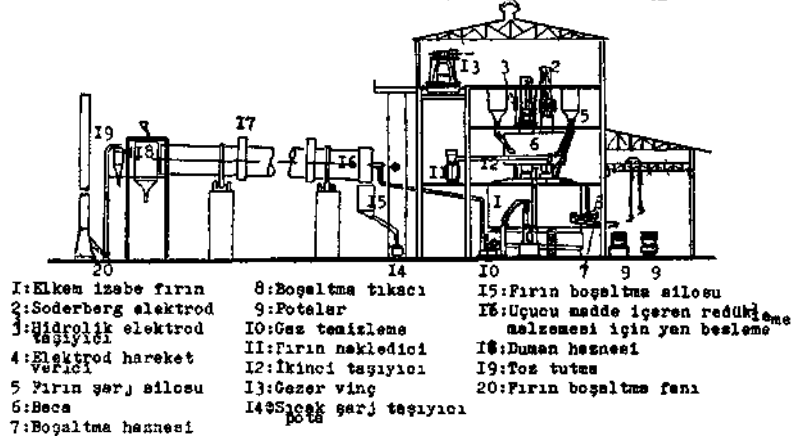
reaksiyonu için teorik olarak 1.047×10^6 k. cal/ton-Fe ve 322.2 kg. C/ton-Fe kullanmak gerekmektedir. (5).

Matanzas, Venazuela'da kullanılan elektrikli fırınlardan birisi Sstratejik Udy tipindedir. Bu firm tipi, diğer tiplere göre göre gerek elektrik enerjisi ve gerek elektrod harcamaları yönünden daha elverişli olarak kabul edilmektedir. (18).

ön redüklenmiş hammaddenin elektrik fırınlarında pik demir yapılmasında kullanılması yerine, doğrudan elektrikli ark fırınlarda çelik yapılmasında kullanıldığında titanyum açısından herhangi bir güçlükle karşılaşmamaktadır.

Şekil 4. Elkem yöntemini, Şekil 5. elektrik ark firm ve yan tesislerini göstermektedir.

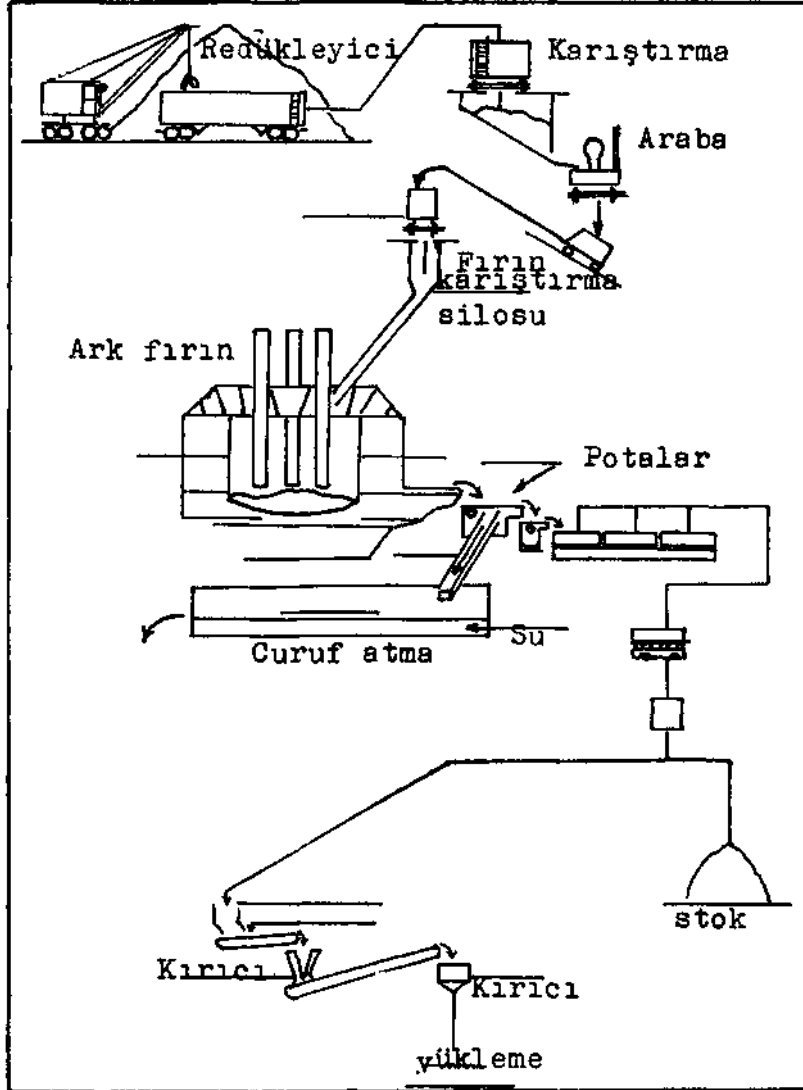
Ön Redükleme ve Elektrikli Fırının Oluşturduğu ELKEM Prosesi



Şekil : 4

Elektrikli Çelik Fırınları ve Çelik Üretimi

Ark fırınları ve yüksek frekanslı fırınlar en yaygın olarak kullanılmaktadır. Ark fırınları Heroult, Rodenhausen ve diğerleri 3 adet karbon veya grafit elektrot içermektedir. Kapasiteleri 120-150 ton/gün'dür. Yüksek frekanslı fırınlar ise yüksek alaşımli çeliklerin elde edilmesinde kullanılmaktadırlar. Ark



vekil : 5

fırlarında soğuk ve sıcak şarj kullanılmasına karşılık, bunlar-
da daima soğuk şarj kullanılmaktadır.

Endüstriyel çaptaki incelemeler ve elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, demir miktarı %63'den az olan konsantreden elde edilen sünger demirin gang kısmının SiO₂, gibi asit bileşenlerden meydana gelmesi halinde bazı önemli değişmelere neden olmaktadır. Elektrik enerjisi harcanımı 600 kws/ton dan 800 kws/ton'a çıkmakta, elektrot ve refrakter kullanımının ve eritme süresinin artmasına neden olmaktadır. (Bu durum % 20 hurda ve %80 sünger demir kullanılması halinde de geçerlidir.

Tablo 5. de sünger demirin elektrik ark fırınlarındaki çelik üretiminde kullanımını ile ilgili bazı bilgiler verilmektedir.

TABLO 5

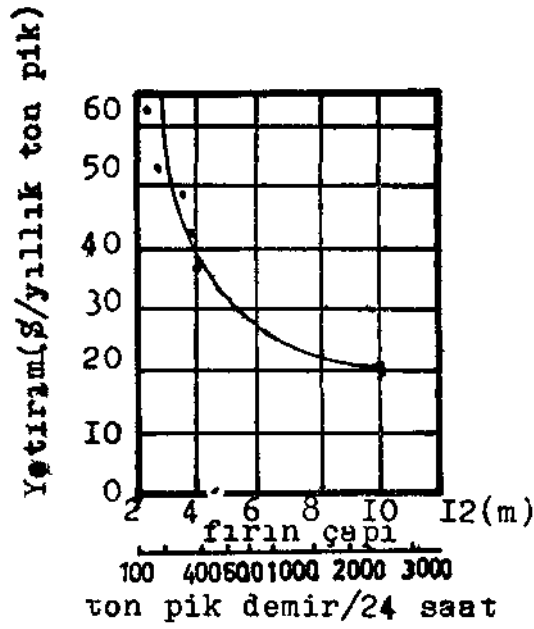
Kapasite (ton/gün)	15 tona kadar	15 tondan fazla	
Sıcak şarj (%)	—	—	50 veya fazla
Fırın işleme hızı (ton/saat)	2-5	4-6	6-10
Elektrik enerjisi harcanımı (kws/ton)	800-900	600-700	400

Elektrik Pik Demir Üretimi ve ön Redükleme Tesisiyle Birlikte Kullanımı

Son yıllarda elektrikli fırın pik demir üretiminde büyük aşamalar olmuştur. Fırın kapasitelerinin 500ton/gün'e kadar çıkabilmesi nedeniyle birçok durumlarda ekonomik olabilmektedir. (12). Elektrikli fırın yatırım tutarlarının, düşük kapasiteli yüksek fırın yatırım tutarları ile karşılaştırılması halinde Grafik 4'den de görüldüğü gibi düşük kapasiteli yüksek fırınlar için hemen hemen aynı ölçüde olacağı anlaşılmaktadır.

Ön redüklenmiş malzemenin kullanılması Grafik 2 de Grafik 3'de görüldüğü gibi enerji sarfiyatını azaltmakla birlikte fırın prodüktivitesinin arttırmaktadır. Aslında artan fırın prodüktivitesine karşılık ön redükleme için gerekli yatırım yapma

zorunluğu ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan ön redüklenmiş malzemenin fırınlara şarj edilmesi fırın soğutma, gaz temizleme sistemlerinde ve diğer fırın bölümlerindeki yatırım tutarlarında azalma meydana getirmektedir.



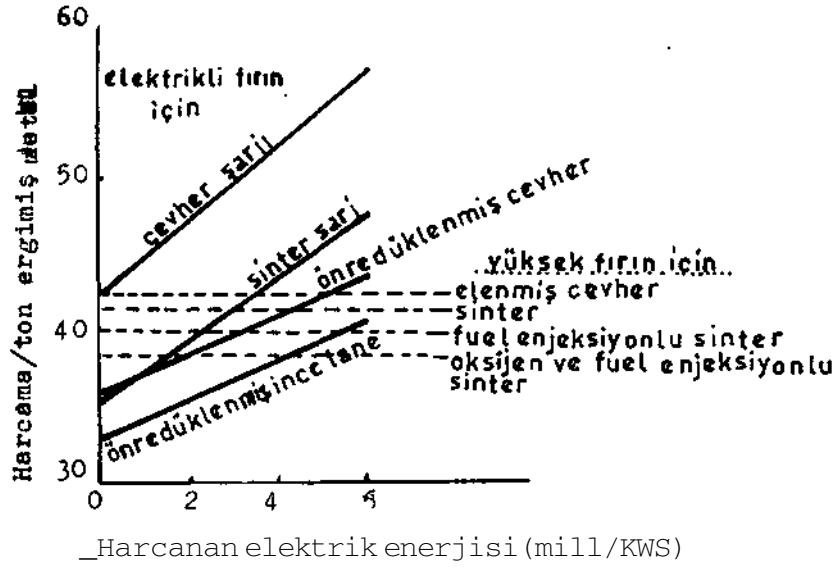
• elektrikli fırın için
(1967 fiyatlarına göre)

Grafik : 4

Pik demir maliyetinde rol oynayan çeşitli faktörlerin fonksiyonu Grafik 5'de gösterilmiştir.

Elektrikli fırın üretiminde ergimiş maden (mayi maden) maliyeti elektrik enerjisi fiyatının fonksiyonu olarak artmaktadır. Yüksek fırın pik demir üretim maliyetini etkileyen en önemli etken kok fiyatı olmaktadır. 1967 fiyatlarına göre ön redüklenmiş malzemenin elektrik fırınlarında işlenmesi halin-

de yöntemin ekonomik olabilmesi için elektrik enerjisi fiyatının yaklaşık 12.5-15 mills/kws = 17.5-21 krş/ kws ve kok fiyatının da 15-20 \$/ton — 210-280 TL/ton olması yeterli olmaktadır. (12). Türkiye'de son fiyatlara göre sanayideki elektrik enerjisi 42 krş/kws ve kok fiyatı 560 TL/ton alınırsa kalkınmakta olan bir ülke olarak Türkiye'nin demir cevheri ihtiyacının yurtiçi kaynaklarından karşıanabilmesi için bu cins yatakların değerlendirilmesi yoluna gidilebileceği anlaşılmaktadır. Bölgede planlanmış olan hidrolik enerji santralinden elde edilecek elektrik enerjisinin kullanılması halinde ucuz elektrik elde edilebileceği veya hiç olmazsa yukarıda verilen fiyatlar ölçüsünde alınabilme olasılığı ortaya çıkmaktadır.

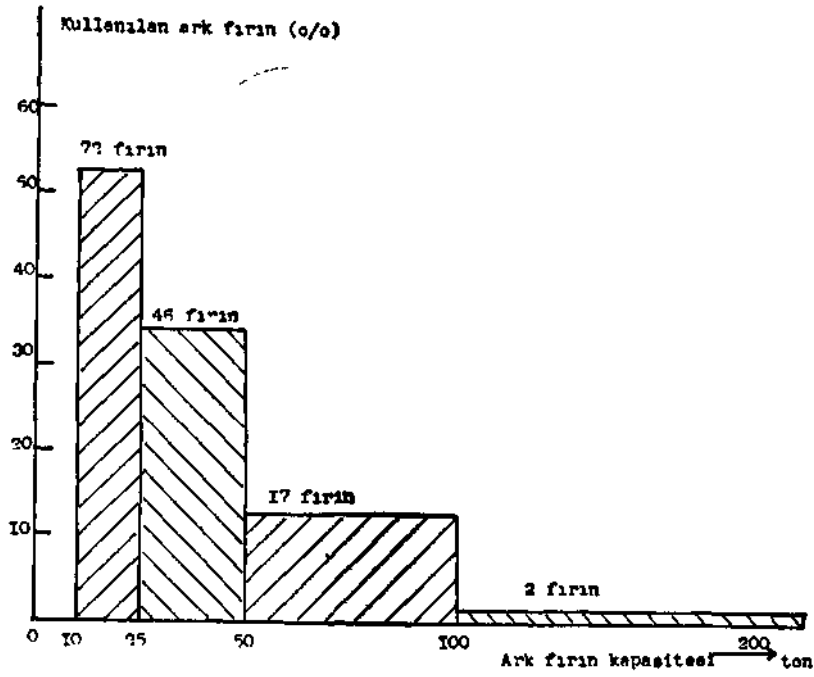


(1963 fiyatları r.8 göre)

Grafik : 5

Dünyanın birçok yerinde titanyumlu demir cevherlerinin izabesinin yapıldığı elektrik ark fırınları gün geçtikçe önemini arttırmaktadır. Çeşitli ülkelerde çeşitli kapasitelerde elektrik ark fırınları kullanılmaktadır, örneğin, Grafik 6, Grafik 7, ve

Grafik 8'de üç ayrı ülkede (İtalya, Japonya, İngiltere) kullanılan elektrik ark fırın kapasiteleri ile kullanılan fırın yüzdesi arasındaki ilişki görülmektedir.



8rafik.6:İtalya<)a elektrik ark fırınların dağılımı

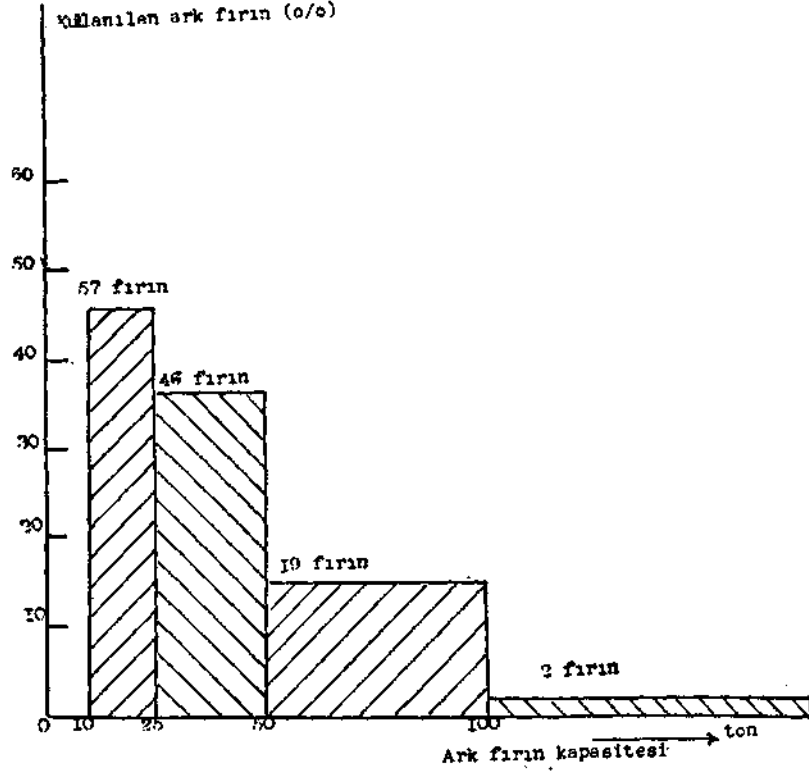
3. Dünyadan Benzer İşletme Örnekleri

Yüksek titanlı demir cevheri izabesinde redükleme fırını ve elektrik ark fırını yöntemleriyle çalışan tesislere ait birçok örnek verilebilir. Burada verilen örnekler, sadece yüksek titanyum içeren demirli sahil kumlarını işletip zenginleştiren veya demir izabesini yapan birkaç işletmeyi tanıtmak amacıyla yapılmıştır.

3.1. Filmag İşletmesi (7, 13, 24)

Yeri: Kuzey Luzan adası, Filipinler.

Filipinlerde manyetitli sahil kumları Luzon adasında görülmektedir. Luzon sahil plasterinden elde edilen manyetit konsantreleri, Japonya'da oldukça kârlı pazarlar bulabilmektedir. Japonlar Luzon'dan aldıkları, yılda ortalama 600.000 ton ko-



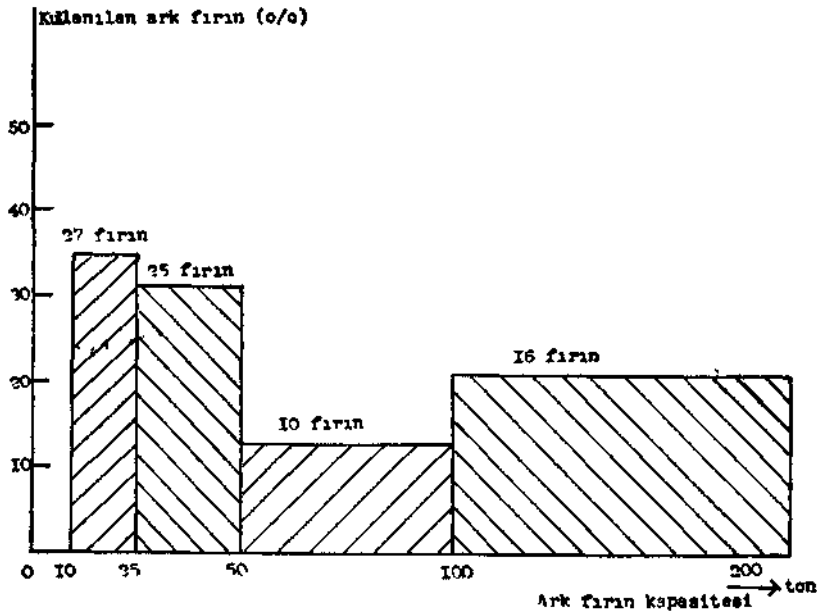
Oram.7 : Japonyada elektrik ark fırınların Sağılımı

santreyi, kendisahil kumlarından elde ettikleri konsantrelerle karıştırmakta ve böylece %53-59 Fe ve %8-12 TiO_2 İçeren konsantreden yüksek kaliteli çelik imali için gerekli pik demin elde etmektedirler.

Adanın batı sahillerini Filmag Inc., doğu sahillerini Mareveni Consalidated Mine Inc., kuzeyindeki Cagayan sahillerini Anglo-Philippines Oil Co. işletmektedir. Batı sahillerini işleten Filmag Inc. Filipinler'de sahil kumlarının değerlendirilmesinin öncülüğünü yapan millî bir kuruluştur.

Hammadde: Demirli sahil kumu.

- Manyetik (%): 15.0-19.5
- Yerinde özgül ağırlığı: 1.84- 2.00
- Tane iriliği: '%70'i + 100 meş.



Grafik 8: İngilterede elektrik ark fırınların dağılımı

Kapasite:

Konsantre, 711.000 kuru metrik ton/yıl

Konsantre özellikleri:

- Manyetik (%) : 95.0 - 95.8

b) özgül ağırlığı: 4.3

c) Kimyasal analizi (%):

Toplam demir	58.75-59.08
TiO ₂	6.49- 6.93
SiO ₂	2.98- 3.45
Al ₂ A	3.01 - 3.96
P	0.003- 0.027

Madencilik işlemleri:

a) işletme yöntemi. Pantoon yöntemi (Mini-Dredge)

b) Teçhizat:

Çakıl Pompası (8/6" Ø, 6/4" Ø)

Kum pompası (8/6" Ø, 6/4" Ø, 4/3" Ø)

Mini-Dredge 22 kademe.

Yükleyiciler (Cat. - 966, Cat-922)

c) Manyetik ayırma teçhizatı:

Towa manyetik ayırıcı 24 kademe.

Sala manyetik ayırıcı 1 kademe.

	Ünitedeki Tambur			Tambur Boyutları	Kapasite (ton/saat)
	Kacto* me	Kaba	Temiz- lerne		
Küçük Tip	19	2	2	550m/mØ×1500m/mØ	40-60
Geniş Tip	3	2	2	550m/mØ×2000m/mØ	50-80
Parelel Tip	2	2	2-3		50-100

d) Zenginleştirme randımanı (%): 89.1 - 93.8

e) Harcanan güç: 23.00 - 30.0 kws/ton - konsantre

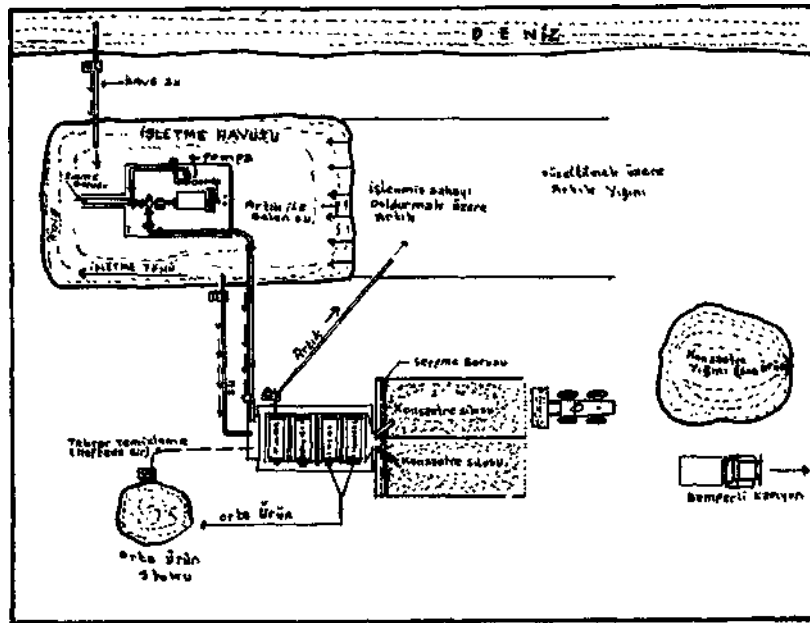
Filmag işletmesi, 1969 yılına kadar sulandırma yöntemi üe işlemekteydi Bu yöntem, emme hortumunu 90 - 120 cm. derinliğindeki çukura uzatan ve kum pompası kullanan basit bir yöntemdir. Hacmi ve derinliği, uygun bir yoğunluk sağlamak amacıyla (ağırlıkça %55-65 kum) kontrol edilen su üâvesi ile

su + kum karışımı (slurry) oluşturulur. Slurry direk olarak manyetik ayırıcılara pompalanır. Çukurun beslenmesi bulldozer veya loader ile yapılmaktadır.

Yıllık üretim artışı nedeniyle bu yöntemin istemi karşıyamaz duruma geldikten sonra mini-dredge yöntemini uygulayabilme araştırmaları başlamıştı.

Yeni uygulanan sistem üzerinde yapılan bir, iki değişiklikle bugünkü şeklini alan mini-dredge sisteminin sulandırma yöntemi üe karşılaştıracak olursak avantajları kendini gösterebilir. Şöyleki:

	Sulandırma Yöntemi	Mini-Dredge Yöntemi
Cut-of f-Grade (%), Fe	10	7
Kapasite (ton/saat - Kons.)	5	9
Konsantrede % Fe	58-59	59-60
Artık, % F e	4.5	1.5
Besleme için ağır iş makinası kullanımı (%)	40	—



vekil : 6. Filmag işletme -zenginleştirme te3igi genel planı

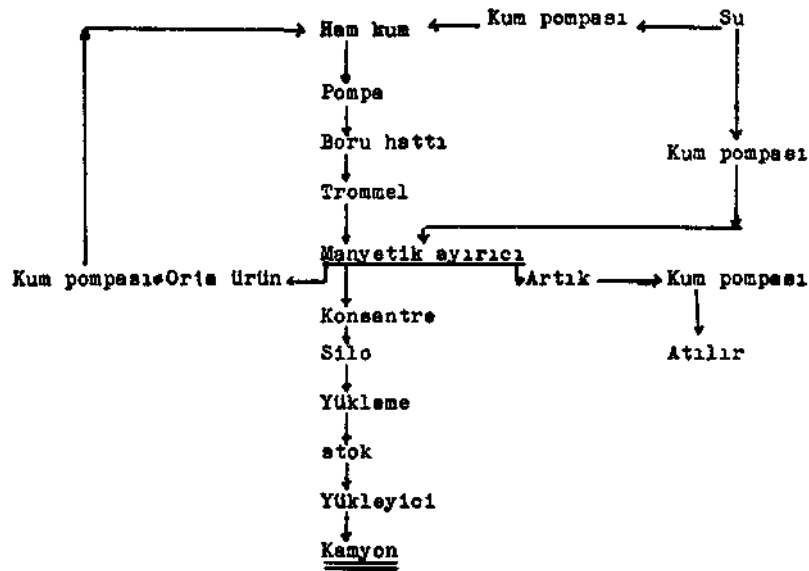
Mini-dredge sisteminde madencilik işlemleri emme-tarama ile sürdürülmektedir. Madencilik ve konsantrasyon işlemleri iki ana bölüme ayrılmaktadır: Cevher kazma/emme işlemleri için bir tarama ünitesi ve slurry dağıtım; ve zenginleştirme işlemleri için manyetik ayırıcı.

Tarama mekanik ünitesi 50 cm. derinliğindeki havuzda yüzelebilen çelik dubaların üzerine kurulmuştur. Çift duba kullanımındaki amaç; gerektiği zaman başka bir yere taşınmasında kolaylık sağlamaktır.

Kum, su fiskeleleri ile yumuşatılıp % 15-30 oranında sulandırıldıktan sonra 22.5 P.H. dizel motorlu 6/4" pompa ile emmekte ve polietilen borularla manyetik ayırıcıya gönderilmektedir. Hacim ve yoğunluk, emme borusunu alçaltıp yükseltmekte ve pompa motor dönüşünü ayarlamakla kontrol edilmektedir. Tarama makinası girişi kompozit boru olup, esneklik sağlamak için lastik boru ve bir vinç ile cevher dibine indirilebilen emme başlıklı çelik boru parçasından oluşmaktadır. Tarama makinasının serbest yüzler boyunca yana ve üeri doğru hareketleri, her iki yanda ve önde bulunan ve ucunda kanca olan hatlarla sağlanabilmektedir. Tarama makinasını istenen yüzme yüksekliğinde tutabilmek için havuza gerekli su üyesi yardımcı başka bir pompa vasıtası ile denizden veya yakındaki nehirlerden yapılabilir. Artık katı maddeleri, işletilen bölgelerde dolgu maddesi olarak kullanılırken artık su ise tekrar havuza boşaltılmaktadır.

Şekil 7'de kaba akım şemasının gösterildiği zenginleştirme tesisi dört tamburlu manyetik ayırıcı ile yapılmaktadır. Trommelde ön ayıklama yapıldıktan sonra, ilk manyetik ayırma 1200 Gauss'luk manyetik ayırıcıda gerçekleştirilmektedir. Alman manyetik konsantrasyon 850 Gauss'luk ikinci manyetik ayırıcıya gitmektedir. Burada tutulanlar skavenger (1000 Gauss) ve daha sonra 850 Gauss'luk son tambura gitmektedir. Daha sonra kazanılan, manyetik ürün ardışık manyetik ayırıcılara gitmekte ve 600 Gauss'luk ayırıcıda temizlenmektedir. Bundan sonra, manyetik konsantrasyon stoklanmakta ve burada mekaniksel, sürekli savurma işlemleri ile hafif ve yıkanabilir empüritelere ayrılmaktadır.

Tekerlekli bir loader, ambardan konsantreleri alarak tekrar sulamak amacı ile yakında bir yere yığar. Birkaç saat sonra kısmen kuruyan konsantre kamyonlara yüklenerek iskele stok sahasına iletilmektedir.



Şekil: 7.

Orta ürünler (nihai temizleyici tambur artıkları) toplanıp tekrar devreye verilmek üzere stok edilmektedir. Kaba ayırıcı ve skavenger artıkları bir havuza boşaltılır ve tekrar işletilmiş bölgeye pompalanır. Buradaki su, gerektiği zaman tekrar kazanılır.

Konsantre analizi aşağıdaki gibidir.

Toplam Fe	HO,	Mn	Pb	SiO ₂	Zn	Al ₂ O ₃	Bi	S	Ni
% 61.61	6.17	0.58	eser	2.34	0.081	3.03	0.004	0.09	0.006
		MgO	Or	CaO		Ou			
		2.40	0.021	0.66		0.011			

Konsantre tesislerinin özel olarak yapılmış treyler üzerine monte edilmesi veya kızaklar üstüne kurulması, tesislerin hare-

ketliliği nedeniyle taşıma uzaklıklarının minimuma inmesini sağlamaktadır.

3.2. Güney Kore Cumhuriyeti'nden örnekler (12)

Güney Kore Cumhuriyeti'nde benzer sahü plaserleri ülkenin kuzeyinde görülmektedir. Bunlardan önemli olanları aşağıda gösterilmiştir.

Bölge	Hacım (m ³)	AJMLı (%)	tlmenit (%)	Zirkon (%)	Monazit (%)	Manyetit (%)
Koesong	259200	5.69	43.4-52.4	8.5-14.2	2.4-3.3	4.0-4.9
Chumon-do						
ve						
acha-do	424080	2.53-3.4	69.9-75.7	—	10.2-11.9	—
BUn	297000	1.73	32.43	20.9	36.2	7.76
So-						
WhangTi	2000000	1.14	46.8	42.6	5.3	2.00
Toplam	2980280	2.14	48.6	37.2	9.1	2.9

Yukardaki yataklardan Koesong'daki kuuları işleten işihara Sangyo Co. Ltd.'ne ait Hwajingo kuularının kimyasal analizi şöyledir:

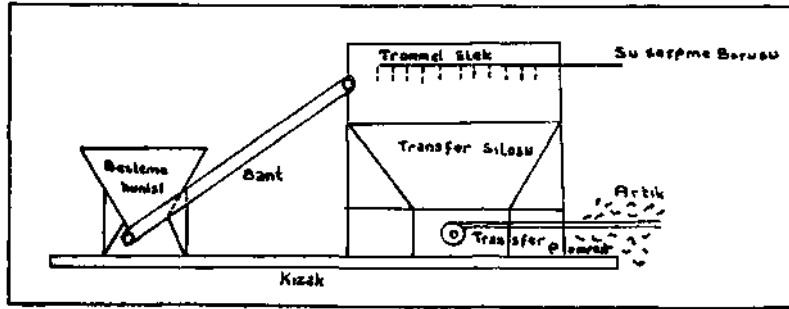
İçerik	%	tçerik	%	tçerik	%
TiO ₂	3.14	ZrO ₂	0.55	Al ₂ O ₃	6.39
FeO	4.00	SiO ₂	71.55	MnO	0.16
Ti-Fe	5.13	CaO	3.61	MgO	1.48
Fe ₂ O ₃	2.89	P ₂ O ₅	0.07	Cr ₂ O ₃	0.08

Tane irilik dağılımı ise:

Meş	%	TK>0	Ti-Fe	SiO ₂	ZrO ₂
+28	0.9	—	—	—	—
—28 +48	62.9	0.26	1.03	84.2	0.03
—48 +65	25.0	2.20	6.45	66.85	0.02
—65 +100	9.4	20.49	25.37	23.22	3.60
—100	1.8	33.39	27.72	10.04	11.88

Kore'de kullanılan, gerek işletme gerekse zenginleştirme yöntemlerinin yeniden ele alınması gerektiği düşünülmektedir.

Çünkü, bilindiği gibi insan gücüne bağlı işletme pahalı ve yavaş olmaktadır. Bu düşünceden hareketle, önerilen yöntem göre, lastik tekerlekli loader (yükleyici) kullanımı, her yerde kolaylıkla ve küçük teçhizatlarla onanlabümesi ve hareket kaabiliyetlerinin yüksek oluşu nedeniyle uygun görülmektedir. Bunlar işletmede aynaya yaklaşıp, yükleyip geri çekilmekte ve dönüp kızak üstüne kurulmuş nakliye istasyonuna yükünü boşaltıp hemen aynaya dönebilmektedir. Uygun bir nakliye istasyonu şekil 8'de görüldüğü gibidir.



*ekil:8. Transfer istasyonu

Besleme hunisi devamhhğı sağlıyabilmesi için, yükleyici kepçe kapasitesinin üç katı kadar kapasitede alınmaktadır. Besleme bantı, sabit bir besleme hızı sağlamakta ve materyeli huniden eleğe kadar yükseltmektedir. Eleme işleminde büyük parçalar ayrılırken, kumu yıkamak ve konsantre tesislerine taşıyabilmek için yeterli miktarda su üâve edilmektedir. Elek altı transfer silosuna geçmekte ve buradan gravite konsantrasyonu için, yaş tesisteki siloya pompalanmaktadır.

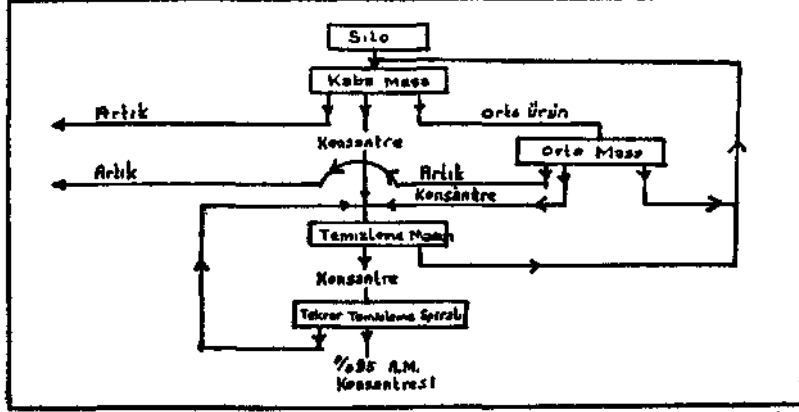
Tüm bu işlemler için gerekli güç hareketli bir dizel veya dizel-elektrik motor sisteminden sağlanmaktadır. Zenginleştirme işleminin bundan sonraki kısmı yağ ünitede devam etmektedir.

a) Yaş Ünite

Büyük çapta hareketlilik gereksinmesi nedeniyle, yağ konsantrasyon üniteleri, özel bir şeküde yapılmış treyler üstüne yerleştirilmektedir. Böylelikle, üniteyi sökmeden süratle yer de-

giştirebilme olanağı doğmaktadır. Ayrıca daha küçük üniteler de tamirhane, ambar, enerji tesislerini taşıyabilmektedirler. %

Yaş üniteye besleme hızı ve slurry yoğunluğunun uygun bir şekilde ayarlanması ve sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir. Deneyler, ağırlıkça %55-65'i katı madde olan slurry yoğunluğunun uygun olduğunu göstermiştir. Bu yöntem üe ilgili akım şeması şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil :9. Birinci konsantre tesisi

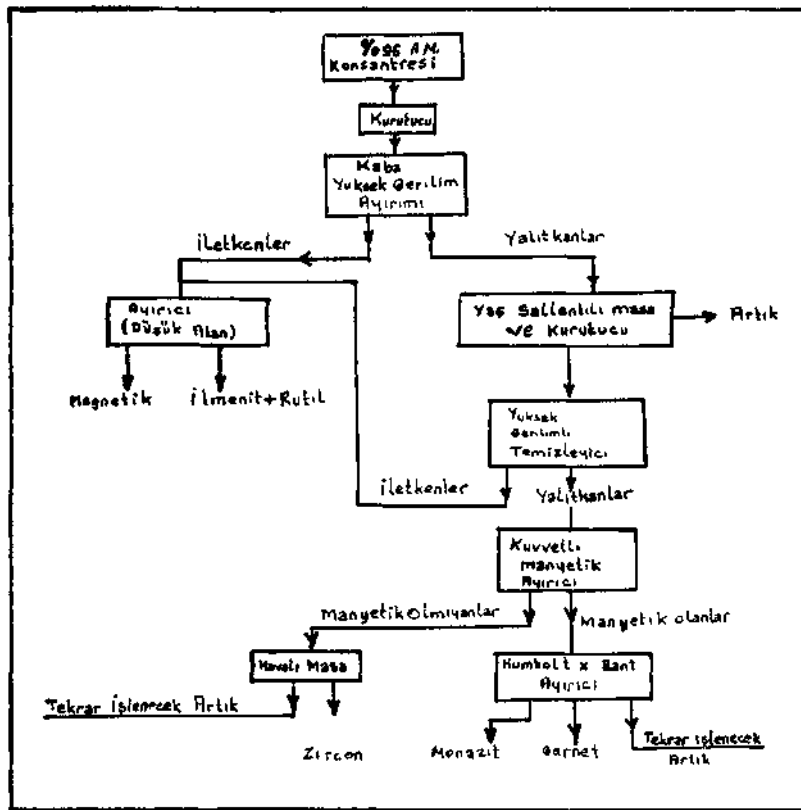
b) Kuru Ünite

%95 ağır mineral içeren konsantreler kuru üniteye gelmekte ve taşıma masraflarını azaltmak için hava ile kurutulmaktadır. Burada iletken minerallerin (ilmenit, manyetit, rutil), yalıtkan minerallerden (zirkon, monazit, gamet) ayrılmasının ilk safhasından önce, 140°C'nin üstünde bir ön ısıtmaya tabi tutulmaktadır.

Şekü 10'da kuru yöntem ile ilgili basitleştirilmiş akım şeması gösterilmiştir. Cevher özelliğine bağlı olabilecek gerekli değişimler, çeşitli safhalara üve edilebilmektedir.

3.3. Taiwan Adası Sabileri (13)

Milliyetçi Çin'de sahil kumlarının işletilmesi Taiwan adası sahillerinde yapılmaktadır. Adanın kuzeyinde manyetit yatak-



vekil :10. Kuru ayırma tesisi

ları, kuzeybatısında, Yunan'da ise monazit ve zirkon plaserleri görülmektedir. Adada off-shore madenciliği, Çin Denizi'nde çok sık görülen tayfunlar nedeniyle her zaman büyük zorluklarla karşılaşmaktadır.

Adanın kuzey bölgesinde, bilinen rezerv miktarları yaklaşık olarak 500000 ton ağır mineraldir. Rezervin büyük bir kısmını %3.19 - 7.09 iüq ve %41.33 - 58.22 Fe içeren titanlı manyetit oluşturmaktadır. Bu bölge kumunun ortalama tenörü %6.5 manyetittir.

Yüksek tenörlü sahilleri el yöntemi üe işletilmekte, fakat düşük tenörlü sahillerde bu yöntem ekonomik olmaktan çık-

makta ve mekanizasyona gitmeyi gerektirmektedir. Bir başka problem de, her bir tane içindeki Fe ve TiO₂'nin yapısal ilişkisinden doğmaktadır. Taiwan'da yöresel çelik imalatçıların yüksek titanlı cevherlerin izabesinde, giderek artan güçlüklerle karşılaştıkları görülmektedir. Bu nedenle titana manyetit için pazar sınırlanmaktadır.

1969 yılında bu bölge için önerilen işletme şekli, benzer işletmelere ait tipik bir yöntem olup, uygun koşullarda tercih edilmektedir.

Kumu ocaktan konsantrasyon tesislerine gönderecek su, ana yatak içine açılmış havuzdan su pompası ile temin edilmektedir. Bu pompa, ayrıca yağ manyetik ayırıcıya da su temin etmektedir, iyi planlanmış besleme hunisi ve kontrol mekanizması ile kum istenilen yoğunlukta ve hızda zenginleştirme tesisine pompalanabilmektedir. Yıllık üretim miktarı, işletilecek cevherin ortalama tenörü, tesis ve işletme randımanı ile yıllık çalışma gün ve saati gibi verilerin çerçevesi içinde, saatlik su gereksinmesi, boru çapı ve pompa gücü gibi değişkenler saptanabilmelidir.

Taiwan adasının kuzey batı bölgesindeki sahil şeridi genişliği büyük değişiklik göstermekte ve bazı yerlerinde 300 m. civarında olmaktadır. Ağır mineral tenörü ortalama %3, yöresel zenginleştirme sonucunda ise %40-80'e ulaşmaktadır. Ağır mineral konsantresi %50 manyetit, %35 ilmenit, %9 zirkon ve %1 monazit içermektedir.

3.4. Yeni Zelanda Çelik Ltd. (10, 21)

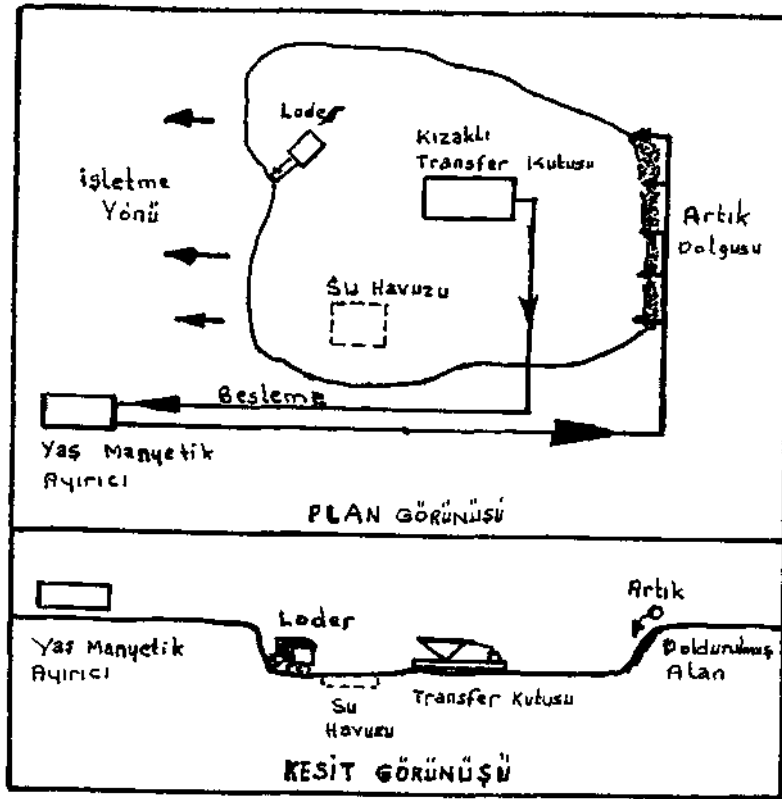
Yeri: Glenbrook, Yeni Zelanda.

Kapasite : 150 000 ton/yıl sünger demir.
220 000 ton/yıl yeşil pelet.
120 000 ton/yıl Fe.

Hammadde: Demirli sahil kumu.

Manyetik konsantre:

Fe %60.0
S % 0.08



Şekil:11.Sahil kumu işletme yöntemi

SiO	% 1.5
Al ₂ O ₃	% 5.0
CaO+MgO	% 2.5
TiO ₂	% 9.0

Redükleme Derecesi: %90

Bu konsantreden döner fırına verilmek üzere yeşil pelet yapılmaktadır. Elde edilen yeşil pelet % 10-11 nem içermektedir. Direnci ise 7-15 kp/pelettir.

İşletmede bir tane döner firm (4.0 m0 x75m.) ve bir tane döner soğutucu vardır. Burada redükleyici olarak (-10 mm)

iriliğinde linyit kullanılmaktadır. Kalorifik gücü 6500 kcal/kp olan bu linyit %45 uçucu madde, %50 sabit karbon %4 kül, %0.5 sülfür, %20 nem içermektedir. Külün kimyasal analizinde;

FeO	%10	
SiO ₂	%10-15	
CaO	%45	
MgO	% 6	
M a	%7-10	
TiO ₂	% 0-2	
SO ₃	% 5	olarak saptanmıştır.

Aralık 1969'da işletmeye alman tesiste, iki kademe yaş manyetik ayırıcıda zenginleştirildikten sonra, konsantre bentonit üe karıştırılarak diskte pelet yapılmaktadır. Elde edilen yeşü pelet, redüklenmek üzere döner fırına gönderilmektedir. Pelet iriliği 1/2"x3/4" ve 1/8"x1/4" arasında değişmektedir. Böyü le olunca, elektrikli fırında çelik yapımı için rahatlıkla kullanılabilir.

Linyitin yüksek reaktivitede olması nedeniyle başlangıçta yöntemin uygulanmasında bazı güçlüklerle karşılaşmış ve bu durum yeşil peletin kalitesinde bazı değişmelere neden olmuştur. Demir içeren malzemeler üzerinde yeterli bir kontrolün sağlanması için zaman geçmesi gerekmiştir. Yaş pelet yapımından önce karışımın hazırlanması için tane iriliğinin, nem miktarının ve bentonit miktarının ayarlanması oldukça güç olmuştur. (Bu durum sık sık iri aglomera malzemesinin oluşmasına ve "thermocoupl" ların zarar görmesine, bir keresinde yanmasına yol açmıştır.)

Sıcaklığın kontrol edilememesi ve cevher ile kömür külünde bulunan uçucu maddeler bazı kısımlarda erozyon oluşturmuş veya içteki bazı metalik kısımların erimesine yol açmış ve firma hava veren tüpler bazen haftalarca işlemez hale gelmiştir. Bu sorunlar ön redükleme fırınında bazı değişikliklerin yapılmasını gerektirmiştir. Bu değişiklikler özellikle ısı saptanımının daha geliştirilmesi yönünde olmuştur. Hava giriş kısımları ve sıcaklık ölçen aygıtlar sözü geçen güçlükleri ortadan kaldırmak amacı üe yeniden düzenlenmiştir.

Linyitte yüksek oranda bulunan uçucu kısımlardan dolayı fırın atmosferindeki yanıcı gazların tümünün yöntemde kullanılamaması nedeniyle firm çıkış gazlarında kısmen kayıp olmaktadır. Böylece yoğaltılan ısı yaklaşık olarak 5×10^6 kcal/ton sünger demir düzeyinde olmaktadır. Bunun %'45'i dışarı atılan gazlarla kaybolmaktadır.

Tesisin başlangıçtan beri yaptığı çelik üretimi devamlı artış göstermektedir.

3.5. Highvel Çelik Vanadyum İşletmesi (11, 21)

Yeri: Witbank, Güney Afrika Cumhuriyeti.

Kapasite: Çoğu kez parça cevher işleyen bu tesisin ortalama kapasitesi 4X140 000 ton/yıl Fe'dir.

Konsantre analizi:

Toplam demir	%55.4
SiO_2	% 1.0
Al_2O_3	% 3.0
CaO.MgO	% 1.0-2.0
TiO	%13.0
V_2O_6	% 1.6

Redükleme Derecesi: %40-50

işletmede her biri 4.0 m 0 X 60 m. boyutunda olan dört tane döner fırın ve 33 mVA lik beş tane elektrikli ark izabe fırını vardır.

Redükleyici olarak bitümlü kömür kullanılmaktadır. Kalorifik gücü 6800 kcal/kg olan bu kömür %32 uçucu madde, %12 kül, %1 sülfür ve %2 nem içermektedir.

Ocak 1968'de işletmeye alınan tesiste, redükleme fırınları, çelik ve V_2O_5 tesislerinin bir parçasıdır. Cevher % 40-50 oranında döner fırınlarda ön redüklemeye tabi tutulmakta ve sıcak malzeme doğrudan doğruya elektrikli fırınlara yüklenmektedir. Aynı zamanda üve eden maddeler kalsinasyona uğramakta ve kömürdeki uçucu kısımlar fırında atılıp, elektrik fırınlarında kullanılacak duruma gelmekte, titanyum ise elektrik firm

cürufu ile atılmaktadır. Pik demir ise çelik tesislerinde işlenmekte, çelik yapımında önce ikinci kademedede V_2O_5 içeren cüruf elde edilmektedir.

İlk olarak 1 no.lu fırının üretime başlamasından sonra diğer dört fırın üretime geçmiştir. Fırından çıkan gazlar şarj malzemesinin ters yönünde üflemede ve firm besleme ucundaki ateşleyiciler tarafından taşıdığı ısının bir kısmı alınmaktadır. Buna ek olarak firm atmosferine, tüpler yardımıyla redüksiyon gazlarını ve kömürdeki uçucu gaz kısımları yakmak amacıyla hava verilmektedir. Böylece firmda istenen sıcaklık düzeyi ayarlanabilmektedir.

İlk başlarda tesiste refrakter malzemeleri ve hava üfleme aygıtları yönünden bazı sorunlarla karşılaşmıştır.

Bu dört firm son yıllarda 336-345 iş günü çalışmıştır (planlanan iş günü 320'dir). Bunun yanında beşinci fırın eklenerek cevheri redüklemek amacı ile kapasite artışı sağlanmıştır.

3.6. Ariake Demir ve Çelik İşletmesi (21)

Yeri: Japonya.

Kapasite : 40 000 ton/yıl sıcak metal.

Hammadde: Zenginleştirilmiş demirli kumdan kazanılan konsantre.

Fe %57.00

Ti(X %12.00

Fırınlara : Bir tane döner fırın (3.50 m 0 X 75 m.)

Bir tane elektrik ark fırını (14 mVA)

1961 yılında işletmeye alınan bu tesiste, redükleyici olarak %71 sabit karbon, %5 uçucu madde, %21 kül içeren (-15 mm.) tane iriliğinde doğal kok kömürü **kullanılmaktadır**.

3.7. Tohoku Demirli Kum Çelik İşletmesi (20,24)

Yeri: Japonya.

Hammadde: Demir içeren sahil kumu olup, dört kilometre uzaklıktaki ocaktan elde edilmektedir. Kamyonlarla zenginleştirme tesisine taşınmaktadır.

Manyetik konsantre analizi:

Toplam demir	%59.20	Al_2O_3	%3.60	V_2O_5	%0.39
FeO	%30.10	MgO'	%1.20	Cu	%0.009
Fe ₂ O _a	% 50.60	CaO	%0.62	P	%0.029
TiO ₂	% 9.70	MnO	<%0.58	S	%0.14

Tane iriliği: %88.7 (+100 meş)

(meş)	+14	14-20	20-28	28-35	35-48	48-65	65-100
(%)	3.6	6.7	9.8	10.8	23.9	6.8	27.1
		100-150	150-200	-200			
		2.6	1.0	7.7			

Bu kuruluşun tesislerine ait komple akım şeması Şekil 12 de gösterilmiştir.

Ominato ve Haehinohe tesisleri toplam olarak şu şekilde çalışmaktadırlar.

Sünger demir tesisi:

Dört tane döner firm **3.5 m** \varnothing \times **35 m** \times **1**
2.4 m \varnothing \times **32 m** \times **2**
1.2 m \varnothing \times **12 m** \times **1**
çalışmaktadır.

Pik demir tesisi:

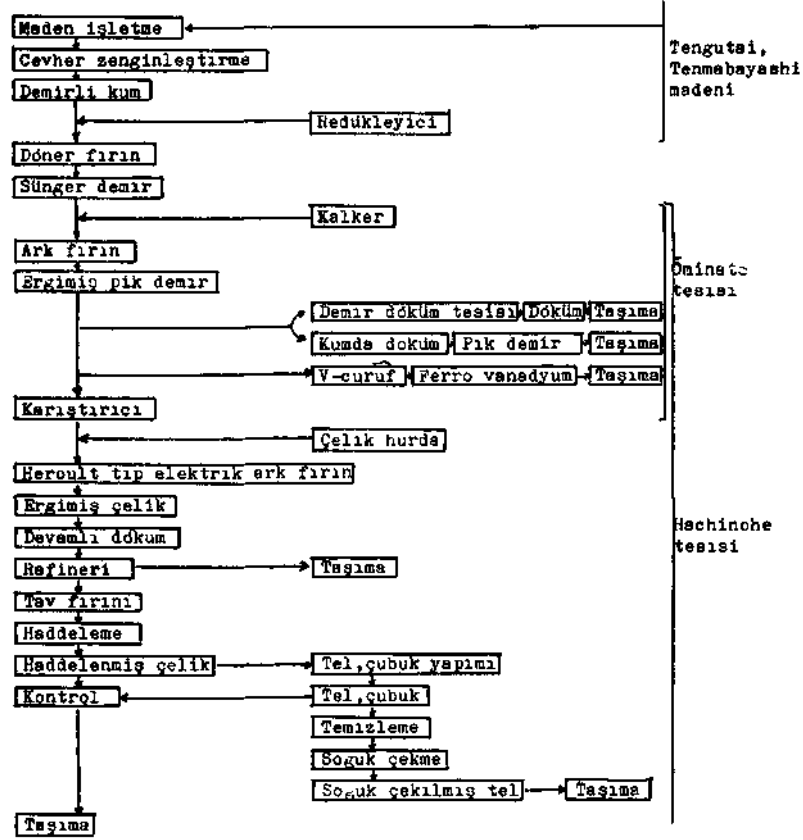
Beş tane elektrik ark fırın 7 000 kVA X 2
6000 kVA X 1
3000 kVA X 1
700 kVA X 1 çalışmaktadır.

Çelik tesisi:

— Heroult tip elektrik ark fırın, 9000 kVA, 20 ton/şarj X2
— Mitsubishi, Olson tip devamlı döküm makinası, 20 ton/saat X 2 (85 mm X 125 mm.)
Demir döküm tesisi: 30 ton/gün X 1

Ocaktan taşman ve zenginleştirilen kumlar ön redükleme için antrasit veya diğer kömürlerle karıştırılıp döner firma verilmektedir. Gerekli ısı fırınının boşaltma kısmındaki ateşleyici-

lerle ve aynı zamanda elde edilen karbon monoksidin yakılması ile sağlanmaktadır. Böylece fırındaki yatak sıcaklığı 950 - 1200 C° de tutulmaktadır. Fırındaki dört saatlik hareket süresi içinde kum ön redükleme ve topaklama işlemine tabi tutulmaktadır. Bu yöntemin en önemli karakteri ön redükleme ve topakla-



ŞEMİ — 1«

ma işlemlerinin aynı fırında peletleme gibi bir ön işleme tabi tutulmaksızın yapılmasıdır. Fırının dönmesi ile kum tanecikleri yarı indirgenmiş halde firm boşaltma kısmına geçip, burada az miktarda oksitlenme ve topaklanmaya tabi tutulmaktadır. Topaklama işlemine zayıf oksitlenme atmosferi etkilemekte olup,

bu durum firma fazal hava vermek sureti ile kontrol edilebilmektedir.

Topaklama işlemleri görmüş sünger demirin tane iriliği 3-30 mm. arasında tutulurki, bu irilik jelektrik pik demir fırınındaki redüksiyon için çok daha uygundur.

Elektrikli firm yöntemi böyle yüksek titanyum içeren demir cevherlerinin işlenmesi için en uygun yöntem olarak kabul edilmektedir, (pik demir-üretiminde), Titanyum miktarı %27 ve cüruf bazıklığı 0.9 da tutulmakla titanyumlu cürufun akışkanlığı istenilen ölçüde tutulmaktadır. Topaklama işlemleri görmüş ve yan redüklenmiş sünger demir elektrik fırınına kireç taşı üe birlikte yüklenmekte ve her dört saatte bir fırından pik demir boşaltıldıktan sonra çelik yapımında kullanılmak amacıyla karıştırıcılara gönderilmektedir.

Kumlardan elde edilen pik demir az miktarda Cu, Zn, Sn ve As gibi elementleri içermesi nedeniyle en iyi çelik hammaddesi olarak kabul edilmektedir.

Çelik üretim tesisi iki adet 20 tonluk fırını içermektedir. Bu fırınlarını özelliklerini şu şekilde sıralıyabüüriz: Transformatorların her biri 9000 kVA de çalışmaktadır, toplam çelik üretim kapasitesi 10 000 ton/yıl'dır. Fırınların iç kısmı bazik refrakter malzemesi ile kaplı olup üç adet grafit elektrot içermektedir.

Pik demirin toplam şarj malzemesindeki miktarı % 30-80 ölçüsünde olacak şekilde imal edilecek çeliğin emsine göre değişmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Dünyada çeşitli sahil ve off-shore plaser yataklarının işlenmesi ve değerlendirilmesi gün geçtikçe önemini arttırmaktadır. Kromit, zirkon, rutil, monazit, altın gibi ağır minerallerin kazanılması yanında, özellikle manyetitti sahil kumlarından demir kazanma olanağı birçok örneklerle karşımıza çıkmaktadır.

Sahil şeridi boyunca büyük miktarlarda birikmiş ve deniz hareketleri nedeniyle doğal olarak biraz zenginleşmiş kumlar, karada ve deniz içinde uzanmaktadırlar.

Doğu Karadeniz plaserlerinin rezerv ve tenor durumlarını sıhhatli olarak saptamak için elde henüz yeterince veriler yoktur. Bununla beraber arazi gözlemleri, mevcut kimyasal ve teknolojik veriler, jeofizik anomaliler ve sahanın jeolojik-jeomorfolojik durumları göz önüne alındığında ekonomik olabileceği gerçeği ortaya çıkmaktadır. Bölgedeki dört manyetit sahil plaser yatağı içinde özellikle Çarşamba deltasındaki zuhurlar daha belirgin olarak göze çarpmaktadır. Ayrıca bu tip yataklarda işletme sırasında dinamikleme, kırma ve diğer birçok madencilik faaliyetlerinin olmaması ve uygulanan işletmecilik yöntemlerinin son derece basit oluşu, ayrıca yatakların ve kurulacak işletmenin kıyıda olması ve taşıma olanaklarının fazla oluşu gibi nedenlerle böyle yatakların diğer normal masif cevher işletmeciliğine oranla ekonomikliliğini arttırmaktadır.

Doğu Karadeniz sahil kumlarının manyetik konsantresi %58 Fe ve %6 TiO₂ içermektedir. Titan'ın yüksek oluşu, bu konsantrelerin yüksek fırınlarda izabe edilmesini güçleştirmektedir. Fakat bölgede kurulacak döner-elektrikli firm yöntemleri ile bu sorun çözümlenebilir. Bunun işlenmesi için gerekli olan elektrik enerjisi sorununun, ilgili kuruluşlarla yapılan temaslar sonunda bölgede yeni elektrik enerjisi olanaklarının planlandığının öğrenilmesi nedeniyle çözümlenmesi kolaylaşmıştır.

Sahil plaser işletmeciliğinin, tarımsal, turistik ve doğal güzellik yönünden sakıncalı, hatta zararlı sonuçlar yaratan çevre sorunları doğuracağı akla gelebilir. Fakat, Çarşamba deltası gibi kavakçılık dışında hiç bir tarımsal faaliyetin olmadığı, çoğu yeri bataklık ve sazlık olan ve turistik faaliyetlerden yoksun bulunan böyle bir sahilde yapılacak plaser maden işletmeciliği, iyi planlandığı takdirde hiçbir sorun yaratmayacağı gibi aksine çevrenin tarımsal ve turistik yönlerden gelişmesine yardımcı olacaktır. Dünyanın birçok yerinde bu böyle olmuştur. Örneğin, Avustralya sahillerinin çoğu yeri madencilik sayesinde tarımsal, turistik ve doğal güzellik yönünden gelişmiştir. Bu bakımdan, Karadeniz sahil plaserlerinin işletilmesi, yurt ekonomisine demir kazandırmasından baş ka, çevrenin çeşitli yönlerden değerlendirilmesi bakımından da katkıda bulunabilir. Ancak bunun gerçekleşebilmesi için sanayi, tarım ve turizm kuruluşlarının beraberce gerekli tedbirleri almaları gerekmektedir.

Bu sahillerdeki palser demir yataklarının gerçek tenor ve rezervlerinin sıhhatli olarak saptanmasına hiç vakit kaybetmeden başlamak gereklidir. Bunun yanında, yapılacak fizibilite çalışmalarına ışık tutacak ve gerekli son verileri saptayacak çeşitli teknolojik deneyler ve çalışmalar olumlu sonuçlar verdiğinde ve ayrıntılı fizibilite çalışmaları da tamamlandıktan sonra elde edilecek olumlu sonuçlar gelişmekte olan Türkiye'de ülke çapında yeni bir endüstri olasılığının doğmasının yanında, istihdam politikası ve bölgenin doğal güzellik, tarımsal ve turizm faaliyetleri bakımından da yararlı olacaktır.

Teşekkür

Yazarlar, bu küçük yapının hazırlanmasında büyük destek ve ilgi gördükleri Sayın Dr. Selçuk Demirsoy, Sayın Dr. Mümin Köksoy ve Sayın Maden Y. Müh. Turhan Armutçu'ya teşekkürü bir borç bilirler.

Faydalanılan Kaynaklar

1. ALAN, G. Robiette: "Electric Smelting Processes" 1973.
2. ASTIER, J. E.: "Electric Iron-making Furnaces, A Competitor to the Blast Furnaces" Journal of Metals, September, 1963.
3. ASTIER, J. E.: "Prereduction is it the total answer" Journal of Metals, March, 1973.
4. BAN, Thomas, E.: "A Promising Outlook for Iron Ore Prereduction With Low-Cost Coal" Engineering and Mining Journal, June, 1973.
5. BOG DANDY L. Von, ENGEL, H. J.: "The Reduction of Iron Ores" Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1971.
6. HANSCHR, Andersen: "Some Significant Metallurgical Aspects of the Smelting of Pig Iron in Electric Furnaces" The Canadian Institute of Mining and Metallurgy, 1963, Bulletin for July.
7. HIDALGO, I. O.: "Mini-Dredge (Iron Sand Mining) in the Philippines." World Dredging and Marine Construction, March 1972.
8. KÖKSOY, Mümin: "Doğu Karadeniz Plaser Manyetit Yatakları" Mart 1973. MTA. Derleme. 4950.
9. KÖKSOY, Mümin: "Sahil Plaserleri Prospeksiyon ve Değerlendirme Projesi" MTA. Ankara 1971.
10. Lurgi Prapers: "New Zealand Steel, Glenbrook".

11. Lurgi Papers: "Highveld Steel and Vanadium Corp., Witbank, Republic of South Africa".
12. LÜTH, Friederich A. K., KÖNİĞ, Horst: "The Planning of Iron and Steelworks". Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 1967.
13. MACDONALD, Eoin, H.: "Country Reports". United Nations Technical Bulletin. V. 5., June 1971.
14. MACDONALD, Eoin, H.: "Manual of Beach Mining Practice, Exploitation and Evaluation". Dept. of External Affairs Canberra, Australia. November 1968.
15. MILLER, Jack Robert: "Impurities in Iron Ore" Survey of World Iron Ore Resources. U. N. New York, 1970.
16. M.T.A. Enstitüsü: "Sahil Plaserleri Projesi Numune Zenginleştirme Raporları" 1971, 1972 (yayınlanmamış).
17. M.T.A. Enstitüsü: "Hasançelebi (Malatya-Hekimhan) Demir Madeni Yatağı İşletme, Zenginleştirme ve Peletleme Tesisleri ön Fizibilite Etüdü özet Raporu" Eylül 1974.
18. MURRAY, Udy C. and MAURICE, H.: "The Strategic Udy Installation". Journal of Metals. September 1963.
19. OVERSTREET, William C: "Beach Placer Investigations in Turkey by MTA." 1972.
20. Tohoku Ironsand Steel MFG. Co. Ltd. Papers: "Tohoku Process From Ironsand to Steel".
21. UNIDO: "An Appraisal of Some of the Direct Reduction Processes for the Production of Sponge Iron". Brazil, October 1973.
22. UNIDO: "Development in Electric Steelmaking". Brazil, October 1973.
23. UNITED NATIONS "Economic Aspects of Iron-Ore Preparation". Genova 1966.
24. Yazışmalar: "Sahil kumları işletmeciliğinde tecrübeli kişi ve kuruluşlarla fikir edinme amacıyla yapılan mektuplaşmalar".