

Demir Cevherlerinin Peletlenmesi

Dr. Savaş İzgiz (*)

Giriş :

Son 16 sene içerisinde dünya ham demir üretimi iki misli artmıştır (1953 senesinde 167,5 mily.t ve 1969 senesinde 377 miiy.t) (1). Bu kuvvetli artışın sebebi sadece' bu süre zarfında demir cevheri üretiminin artması ve bunun yanında redüksiyon tesislerinin boyutlarının büyütülmesi değil, bilhassa üretim tesislerinin daha randımanlı olarak çalıştırılması ve mümkün olduğu kadar yüksek demir miktarı ihtiva eden, redüklenme kabiliyeti azami değere erişmiş olan cevherlerin işletilmesi olmuştur.

Demir cevherleri yataklarından elde edildiklerinde yukarıdaki özellikleri ender olarak yerine getirirler. Bu durumda cevherlerin öğütülmesi, elenmesi ve zenginleştirilmesi ile redüksiyon için ideal şartlar elde edilemez. Bu işlemlerin yanında cevherlerin bir aglomerasyon tekniğine tabi tutulmaları gerekir. Bunu açık olarak yüksek fırına verilen parça cevher miktarının gün ve gün azalması göstermektedir: 1969 senesinde yüksek fırınlara verilen parça cevher miktarı 1960 senesine nazaran % 27 bir azalma kaydetmiştir. Buna karşılık bu süre içerisinde batı ülkelerinde, bilhassa Amerika ve Kanadada, ince cevher sarfiyatının % 80 nisbetinde arttığını belirtmek yerinde olur.

Cevher hazırlama tekniği (2, 3) :

Zenginleştirilmiş veya yüksek tenöre sahip ince taneli cevherler yüksek fırına verilmenden önce ek bir işletme metodu ile toplanmış, parça cevher haline getirilirler. Aglomerasyon adı verilen bu işlemle fiziksel ve metalurjik özelliklerin en ideal değerlere ulaşması gerçekleşir.

Düşük tenörlü cevherler ise aglomerasyon işleminden önce zenginleştirilmelidirler. Bu işlemin ilk kademesinde cevherler kırılır, elenir ve öğütülür. Böylelikle gang mineralleri demir - oksit - hidroksit veya - karbonat - tanecikleri serbest hale getirilirler. Bunun akabinde taneciklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri farklarından faydalanılarak birbirlerinden ayrılması sağlanır. Bu meyanda genellikle uygulanan metodlar suda gravimetrik ayırma, flotasyon metodu ve manyetik ayırmadır. Ferro manyetik mineraller, manyetit veya maghemit, zayıf manyetik alan ayırıcılarında kuru işleme tabi tutulurlar. Aynı zamanda demir minerallerini manyetik kavurma işlemi ile ferro manyetik duruma getirmek mümkündür. Para manyetik demir mineralerine a-Fe₂O₃, limonit ve siderit, kuvvetli manyetik alan ayırma işlemi uygulanır.

Yukarıda kısa olarak belirtilmiş bulunan zenginleştirme işlemleri sonunda elde edilen cevherlerin yüksek fırınlara verilebilmesi için toplanması gerekir.

Demir cevherlerinin toplanmasını mümkün kılan metodlar şunlardır •

- 1.) Briketleme
- 2.) Sinterleme
- 3.) Pelet lerne

Briketleme :

Aglomere metodlarının en eskisi briketlemedir. Bu metodla ince taneli cevherler yüksek basınç altında soğukta preslenerek briket şeklini alırlar. Sıcak briketleme işlemi düşük basınç altında olur. Bütün bunlara rağmen briketleme işleminin sinterleme ve

* Met. Y. Müh

peletlemeye nazaran daha pahalı oluğu. bu metodu elverişsiz kılmaktadır.

Sinterleme :

Sinterlemede ince taneli cevherler kok kömürü (sömi kok), gerektiği takdirde kireç ve su ile karıştırılıp topaklanıp ve akabinde sinter bantları üzerinde termik sertleştirilir. Bu sertleştirme işlemi ile iri parçalı sinter teşekkül eder. Sinterleme olayı sinter bantları üzerinde yüzeyde bulunan yakıt maddesinin yanması ile başlar. Havanın emilmesi ile birlikte yanma cephesi hava akımının yönünde sinter karışımı içersinde hareket eder. Yanma cephesinde sıcaklık 1350°C olup, böylelikle düşük sıcaklıkta erime kabiliyetine sahip karışım elemanları katı cevher tanecikleri arasında bağlantı meydana getirirler. Bu sıcaklıkta ekseriya taneciklerde biyüzeysel ergime ve diğer taneciklerle olan temas noktalarında eriyiğin bir taraftan diğer tarafa akışı olayları zuhur eder. Bu olaylar soğutma işleminden sonra hazır sinterin sahip olduğu bağlantının sebebidir.

Peletleme :

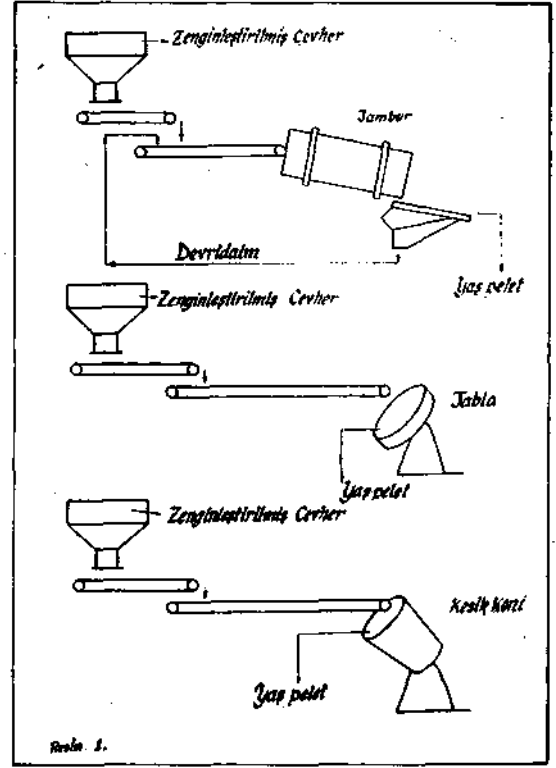
Demir cevherlerinin peletlenmesi anlamı bir taraftan ince taneciklerin su, gerektiği takdirde bağlayıcı madde-Bentonit, illit ile topaklanarak küresel bir Őekil almalarını diğer taraftan bu yaş peletlerin termik sertleştirme işlemini kapsar.

Sinter ham karışımının meydana getirilmesinde cevherin 8 mm (6 mm) büyüklüğüne kadar kırılması icap ederken, cevherin veya konsentratların peletlenebilmeleri için tane büyüklüklerinin, % 50 - 80 0,045 mm (325 mesh)'in altında olması gerekir. İnce taneli cevherlerin topaklanarak küresel bir Őekil almaları tambur, tabla veya kesik konilerde olur (Resim 1).

Peletlemede kullanılan aletlerin en eskisi tamburdur.

Tamburda çeşitli büyüklükte, arzu edilen büyüklüğe sahip yaş peletlerin yanında sayılan bu peletlerin iki misli olan, nükle halindeki peletlerin teşekkül etmesi bu metodu

diğerlerinden ayıran en büyük özelliktir. Böylelikle küçük, irileşmekte olan peletlerin elenmesi ve tambura tekrar nükle pelet olarak verilmeleri gerekir.



Resim 1.

Peletleme tablasında ve peletleme metodlarının en yenisi olan kesik konide aynı büyüklüğe sahip yaş peletler teşekkül eder. Bu metodlarda eleme işleminin uygulanması gerekmez. Pelet büyüklüğü tabla veya kesik koni eğiminin, dönme hızının verilen su miktarının, cevherin ve suyun tablaya ve kesik koniye verildiği yerin değiştirilmesi ile kontrol altına alınır.

Yaş peletlerin bağlantı teorileri :

Yaş peletlerin sahip olmaları gereken en önemli özellik fiziki mukavemettir (4). Bununla ilgili olarak ilk araştırmalar 1944 senesinde C. V. Firth (5) tarafından yapılmıştır. Pelet üretimi ile ilgili patenler ise 1912 senesinde İsveç'te Andersen'e ve 1913 senesinde de Almanya'da Brakelsberg'e verilmişti (6).

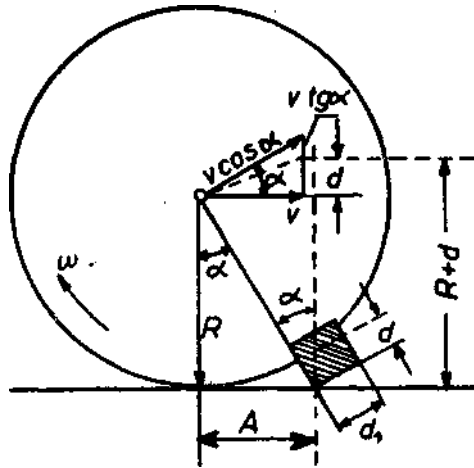
Firth (5) bir taraftan çeşitli basınçlar altında briketleme deneyleri ve diğer taraftan da peletleme deneyleri yaparak bu iki araştırma sonuçlarını karşılaştırmış, 1400 kg/crr^lik basınç altında imal edilen silindirik briketlerin hakiki özgül ağırlıklarının tablada üretilen 25,4 mm büyüklüğündeki peletlerinkine eş değer olduğunu bulmuştur. Firth bu neticeden yaş peletlerin bağlantısının tablada hareket halinde bulunan pelet'in cevher taneciği üzerine yapmış olduğu basınçtan ileri geldiğini ortaya koymuştur. Bu düşünceye göre 25,4 mm büyüklüğünde bir pelet çapı 0.074 mm olan cevher taneciği üzerine 700 kg/cm^lik bir basınçla etki etmektedir.

Tarjan (6) hareket halinde bulunan bir peletin cevher taneciği üzerine yaptığı basıncı daha etraflıca incelemiş ve temas noktasındaki basınç kuvvetini aşağıdaki eşitlikle vermiştir.

$$k = \frac{4\%}{3g} \cdot 8 \cdot v^* \cdot \frac{R}{d} + \frac{R}{d} \quad (-)$$

- 8 : peletin özgül ağırlığı (g/cm?)
g : Yer çekimi ivmesi (cm/san²)
d : tane büyüklüğü (cm)
v : peletin hareket hızı (cm/san)
R : pelet çapı (cm)

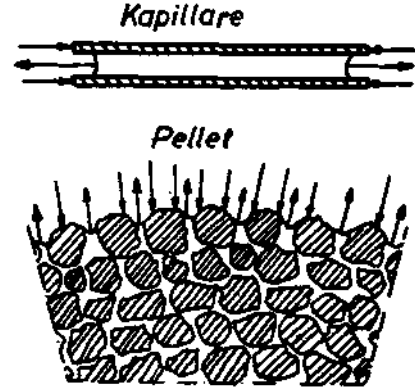
Resim 2.



Resim 2.

Tigerschiöld (7) yukarıdaki düşüncelere karşılık olarak yaş peletlerin bağlantısını kılcal borular teorisi ile açıklamıştır. Bilindiği

gibi uçları açık ve su ile dolu olan bir kılcal boruda suyun yüzeyel gerilimi nedeni ile su sütunu üzerine negatif boru çevresine ise pozitif bir basınç etki eder (Resim 3).



Resim 3.

Aynı durum tüm por hacmi su ile dolu olduğunda ve pelet yüzeyinde porların çıkı? yerlerindeki konkav su yüzeyi teşekkül ettiğinde yaş peletlerde de mevcuttur. Bu durumda porları sınırlayan cevher tanecikleri üzerine etki eden pozitif bir basınçla pelet fiziki mukavemetini kazanır. Tigerschiöld ve İlmoni yukarıdaki şartlar altında yaş peletlerin mukavemetini şu eşitlikle vermişlerdir.

$$p_k = 8 \cdot S \cdot \%w \quad (1-E)$$

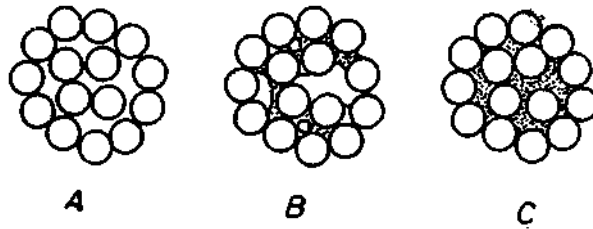
- E : peletlerin hacmi
S : konsantratin özgül yüzeyi (cm²/g)
%w : peletlerin hakiki özgül ağırlığı (g/cm³)

8 : peletleme sıvısının yüzeyel gerilim katsayısı (Dyn/cm)

Yukarıdaki eşitlik yaş peletlerin mukavemetinin özgül yüzeyle doğru orantılı olduğunu, yani cevher tane büyüklüğü azaldıkça mukavemetin artacağını göstermektedir. Tigerschiöld aynı zamanda por yarı çapının tane büyüklüğü ters orantılı olduğunu göstermiştir. Bu meyanda Tigerschiöld (7) ve Newitt (8) tarafından yapılan araştırmalar yukarıdaki eşitlikten saptanan mukavemet değerlerinin sadece bir sınır içerisinde ölçülen değerlere eşit olduğunu ortaya koymuştur.

Özgül yüzey arttıkça saptanan değerle ölçülen değer arasındaki fark fazlalaşmaktadır. Diğer bir araştırma cevherlerin morfoloji özelliklerinin pelet mukavemetine etkisinin büyük olduğunu ortaya koymuştur (4). Morfolojik özellikler göz önüne alınarak İzgiz (4) tarafından kılcal boru teorisi geliştirilmiş ve özgül yüzeyin tüm olarak pelet mukavemetine etki etmediği tesbit edilmiştir.

Newtt ve Conway - Jones (8) yaş peletlerde su miktarına bağlı olarak üç değişik kademe ayırımı yapmışlardır (Resim 4).



Resim 4.

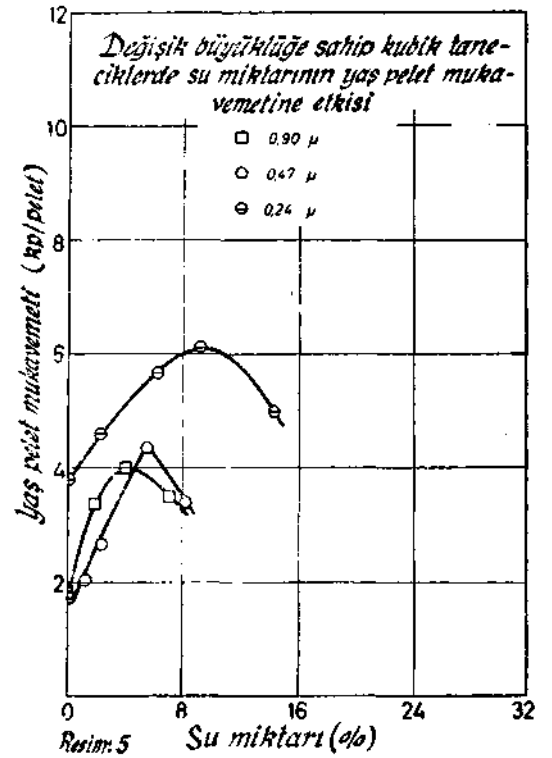
- A.) Yaş peletlerde su miktarının asgari olduğu kademe. Sadece cevher tanelerinin temas noktalarında sıvı köprüler teşekkül eder.
- B.) Ara kademesi adlandırılan bu durumda tane aralarındaki boşlukların bazıları su ile doludur.
- C.) Bu kademe yaş pelet tüm por hacminin su ile dolu olduğu durumu belirtir.

İlk kademede, yani por hacminin % 20'sinin su ile dolu olduğu durumda, Rumpf (9, 10, 11, 12) peletlerin mukavemetinin teorik olarak saptanmasını mümkün kılan bir eşu-lik ihdas etmiştir. Bu durumda pelet mukavemeti por hacminin su ile dolu olduğu zamanın 1/3'ü kadardır.

Peletlerin pişirilmesi :

İnce öğütülmüş cevherlerin su ile toplanması sonucu meydana gelen yaş peletler su miktarına göre değişen bir mukavemete sahip olan peletlerin redüksiyonu bazı haller-

de mümkündür. K. Lücke ve diğeri. (13) yaş peletleri doğrudan doğruya döner fırına vermişlerdir. Fakat genellikle bir taraftan transport edilebilmeleri için ve diğer taraftan da yüksek fırınlarda redüklenmelerinde belli bir ufalanma ve mukavemete sahip olmaları gerektiğinden yaş peletlerin termik sertleştirilmesi gerekir. Bu sertleştirme işlemi genellikle üç ayrı metodla yapılmaktadır.



Resim 5.

Metodlar tesisin şekline göre adlandırılmıştır :

- 1.) yüksek fırın tipi ocaklarda
- 2.) kontinü ızgaralarda
- 3.) Grate - Kiln - metodu (kontinü ızgara ve döner fırın kombinasyonu)

1968 senesi toplam dünya pelet üretimi miktarı olarak (milt.t/sene) yukarıda belirtilmiş bulunan metodlara göre şu ayrımı yapmakta idi (14) :

	YF tipi	ocak Gider	ızgara	Grate-Kiln	Diğer	Topl.
USA	14,5	16,8	15,6	2,4	49,3	
Kanada	1,98	18,35	1,25	—	21,6	
Avrupa	2,26	2,43	—	—	4,7	
Diğer memleketler (Rusya hariç)	4,66	7,50	1,20	—	13,3	
Dünya (Rusya hariç)	23/40	45,08	18,05	2,4	88,93	
İnşa halinde olanlar	1,5	9,1	5,5	0,4	16,50	

Cevher cinsleri de bu metodlara göre miktar olarak aşağıdaki ayırımı vermektedirler :

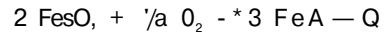
Manyetit	36,00	36,30	23,5	4,2
Manyetit - hematit	9,00	84,50	6,50	—
Hematit	—	68,50	31,50	—
Hematit - Limonit	—	85,00	15,00	—

Yukarıdaki çizelgeden görüleceği gibi cevher cinsi, özelliği uygulanacak metodu tesbit etmektedir. Yaş peletlerin pişirilmesinde meydana gelen bağlantı mekanizmasını açıklamadan önce şu ayrılımı yapmamış gerekmektedir, bu da manyetit cevherlerinden yapılan peletlerin hematit veya limonit cevherlerinden yapılanlara nazaran başka bir bağlantı mekanizmasına sahip olmalarıdır.

Manyetit peletlerde bağlantı :

Manyetit cevherlerinden yapılan peletlerin

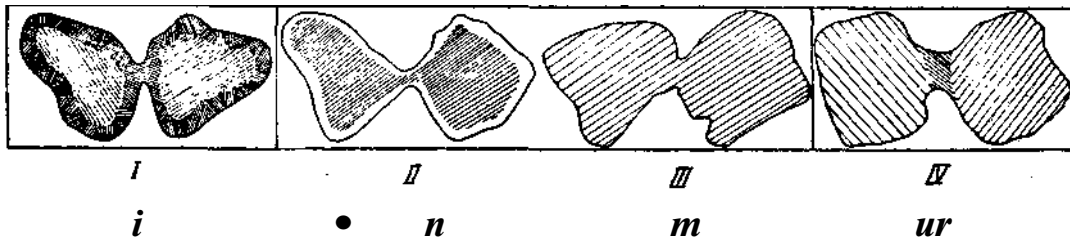
pişirilmesinde bilindiği veçhile manyetit'in hematit'e oksidasyonu meydana gelir :



Yukarıda belirtilen oksidasyon olayı ekzotermik bir reaksiyon olduğu için pişirme esnasında 55 kcal/Mol değerinde bir enerji kazanılmaktadır (15). Bu ısı aynı zamanda peletlerin düzgün, muntazam olarak pişirilmesini mümkün kılar.

Manyetit peletlerin pişirilmeleri şu kademeler ile açıklanır (16) Resim 6.

manyetit peletin pişirilmesinde 2 tanecik arasında meydana gelen bağlantı mekanizmden



*Tigerschiöld M. J. Iron Steel Inst. 19& S. 13/2**
Resim: 6

Resim 6.

1.) 200-300°C:

Manyetit kristallerinin köşe ve sınırlarında hematit kristalleri teşekkül eder. Oksitlenmeden ötürü kristal yüzeyindeki atomların hareket kabiliyeti artar ve cevher taneciklerinin bağlantısı meydana gelir.

2.) 1100-1200°C:

Pişirme esnasında kâfi miktarda oksijen bulunuyorsa bu durumda manyetit kristalleri tüm olarak hematit'e dönüşürler. Bu kademede bağlantı rekristalizasyon ve hematit

taneciklerinin büyümeleri nedeni ile meydana gelir.

3.) 900°C'nin üzerinde:

Pişirme esnasında redükleyici atmosferin mevcudiyetinde veya kâfi miktarda havanın mevcut olmayışında manyetit taneciklerinin rekristalizasyon olayı meydana gelir.

4.) 1200°C'nin üzerinde:

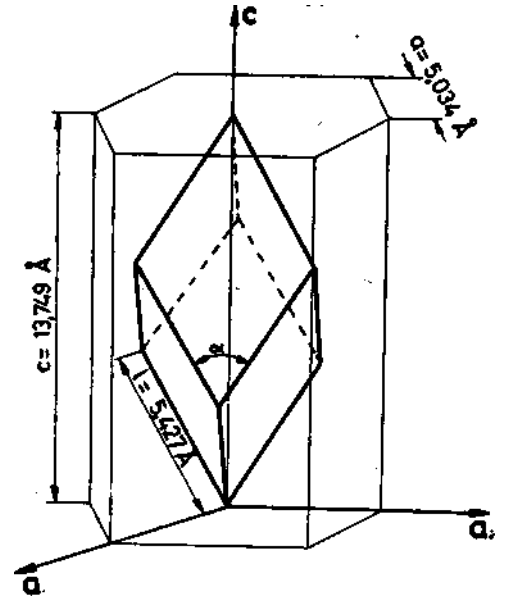
Silikatların, kalsium oksit ve diğer gang minerallerinin mevcudiyetinde cevher tane cikerinin arasında ergimiş halde bulunan bu minerallerin meydana getirdiği köprüler pelet mukavemetinin nedenidir. Fakat bu bağlantı rekristalizasyon ile meydana gelen bağlantıya nazaran daha zayıftır (17).

Hematit peletlerde bağlantı :

Hematit cevherlerinden yapılan peletlerin termik sertleştirilmesi işlemi esnasında ek zotermik bir reaksiyon meydana gelmediği için gerekli ısı miktarının tüm olarak dışarıdan verilmesi gerekir. Hematit peletlerinin pişirilmesinde dkkat edilecek husus bu ısı miktarının tam olarak hesaplanmasıdır, aksi takdirde ısı fazlalığı peletlerin birbirleri ile yapışmalarını sağlar.

Hematit demir cevherlerinde demir oksit α — Fe_2O_3 bileşiminde bulunur. Literatürde bir çok defalar belirtilmiş bulunan β — Fe_2O_3 , S — Fe_3O_4 , γ — Fe_2O_3 bileşimleri oksitleyici atmosferin mevcudiyetinde peletlerin pişirilmesinde düşük sıcaklıklar da α -modifikasyonuna dönüşürler (18, 19, 20, 21, 22) Bu modifikasyon heksagonal (romboedrik) kristal kafesine sahiptir. Her bir demir atomu 6 oksijen atomu tarafından ve bir oksijen atomu ise 4 demir atomu tarafından çevrelenmiştir (Resim 7.)

Saf α — Fe_2O_3 bileşimi oksijen kısmı basıncı 1 kg/cm² olduğunda 1538°C'de bir OK sit eriyiği meydana getirir (23). Fakat hematit peletlerinin termik sertleştirilmesi 1200°C vuku bulduğundan, yukarıda belirtilen eriyik meydana gelmez, bundan dolayı bağlantının nedeni gene kristalizasyon olaylarıdır. Bu



Resim 7.

Hematitin Romboedrik ve heksagonal kafesi.

olaylar atom veya iyonların yer değişimidir Tamman'a göre (24) herhangi bir kimyasal maddenin atomlarının yer değişimi sayısı ergime noktasına yakın sıcaklıklarda azami değere erişir, ve sıcaklık düştükçe yer değişim olayları azalmakta olup, metallerde ergime sıcaklığının 1/3 ünde bu olaylar fark edilemeyecek kadar azdır.

Ergime sıcaklığının 2/3 ünde gene Tamman'a göre iki metal taneciğinin birbiri ile bağlantısı vuku bulur. Bu neticeye hematit peletlerinin pişirilmesi olayı ile karşılaştırdığımızda hematit taneciklerinin 1050°C'de bir bağlantı meydana getirmeleri gerekir. Peletlerin pişirilmelerinde elde edilen sonuçları bunu doğrulamaktadırlar (25, 26).

Hüttig ince taneli cevherlerin sinterlenmesi üzerine etraflı araştırmalar yapmıştır (27, 28, 29). Bu araştırmalarda elde edilen neticeler göz önüne tutulduğunda hematit peletlerinin pişirilmesinde şu sistematik değişim yazılabilir :

$$a = \frac{TD}{\dots}$$

f_{jj} : Durum sıcaklığı (Kelvin)

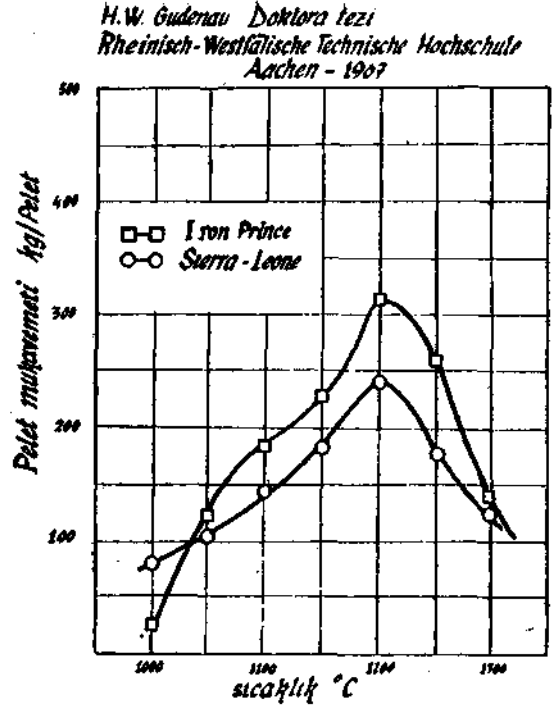
T_E : Ergime sıcaklığı (Kelvin)

- 1.) a = 0-0,23 (hematit için 360°C)
Kristal adsorbsiyon kabiliyetinin azalması
- 2.) a = 0,23-0,36 (hematit için 360-570°C)
Kristal yüzeyinde moleküllerin gruplaşması sonucu yüzeysel difüzyonun başlaması. Yüzey tarafından adsorbe edilmiş olan gazların tekrar verilmesi
- 3.) a = 0,33-0,45 (hematit için 520-710°C)
Yüzeyde molekül gruplaşmasının son bulması ve adsorbsiyon kabiliyetinin kuvvetli olarak düşmesi
- 4.) a = 0,37-0,53 (hematit için 580-840°C)
Kristallerin içersinde kafes difüzyonunun başlaması sonucu meydana gelen molekül gruplaşmaları. Kafes içersinde bulunan gaz halindeki maddelerin dışarı çıkışları.
- 5.) a=0,48-0,8 (hematit için 760-1250°C)
Toplam kristalleşme nedeni ile yüzeyin küçülmesi, kafes difüzyonunun artması ve adsorbsiyon kabiliyetinin azalması.
- 6.) a = 0,8-1,0 (hematit için 1250°C'nin üzerinde)

Ergime olayına hazırlık.

Resim 8 de iki ayrı hematit cevherinden elde edilen peletlerin sıcaklıkla basınç mukavemetlerinin değişimi gösterilmiştir (25). Iron Prince konsentratı çok az gang mineralleri ihtiva etmektedir, buna karşılık Sierra-Leone peletlerinde gang miktarı % 5,1 civarındadır. İki konsentratın elek analizleri eşit olup, 0,040 mm nin altında olan miktar i% 60 dır. Resim 8.

Bu resimden görüleceği üzere iki cevherde de gidışat aynı olup, eğriler bir azami değere erişmekte ve bu sıcaklıktan sonra da mukavemet değerleri azalmaktadır. Mukavemet değerlerinin artması cevher tanecikleri arasındaki bağların kuvvetlenmesi nedeni ile olmakta, bu da düşük sıcaklıklarda yüzeysel difüzyonun, daha sonra tane sınırı difüzyo-

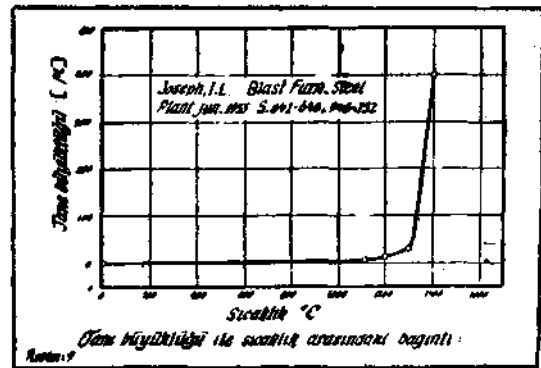


Resim: 8

Resim 8.

nunun ve 1100- 1200°C arasında vuku bulan kafes difüzyonunun sonucudur. Mukavemet değerlerinin azalmasının nedeni ise Resim 9 da görüldüğü gibi 1200°C'nin üzerinde hematit taneciklerinin irileşmesidir (30).

Kristal irileşmesi ile birlikte pelet içersinde mevcut çok sayıda ince bağlantılar azalacaktır.



Resim 9.

Peletlerin mukavemetine sıcaklık kadar, bu sıcaklıkta bırakma süresinin de büyük etkisi vardır. Örnek olarak çeliğe su verme işlemi gösterilebilir. Bununla ilgili olarak Frenkel (31) incelemeler yapmış, bir-

birleri ile temas halinde bulunan iki küresel taneciğin arasında teşekkül eden bağın genişliği ile bu sıcaklıkta bırakma süresi arasında şu ilişkileri ortaya koymuştur.

$$y^2 \sim f(t) \quad \text{plastiki akma}$$

$$y^3 = \ll f(t) \quad \text{damıtma, buharlaşma}$$

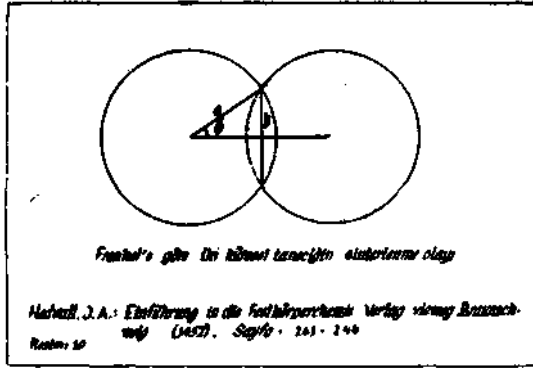
$$y^5 \sim f(t) \quad \text{hacim difüzyonu}$$

$$y^7 \sim f(t) \quad \text{yüzeysel difüzyon}$$

y : bağlantı genişliği

t : herhangi bir sıcaklıkta bırakma süresi

Bu basitleştirilmiş ilişkiler (32, 33, 34) iki tanecik arasında kısa bir zaman içerisinde teşekkül eden bağlantının plastiki akma nedeni ile olabileceğini göstermektedir (Resim 10).



Resim 10.

Uzun bir süre sonunda meydana gelen bağlantı ise hacim difüzyonu veya yüzeysel difüzyon nedeni ile olur.

Yukarıda belirtilen bütün bu düşünceler ve araştırmalar peletlerin bağlantısının kristalizasyon olayları nedeni ile vücuda geldiğini göstermektedir. Pratikte bunlardan faydalanarak fiziksel özellikleri elverişli olan pelet üretiminde ayrı cevher cinsleri için dağışık çalışma sıcaklıklarının ve sürelerinin tesbiti gerekmektedir.

Peletlerin ham demir üretiminde elverişliliği :

İnce taneli cevherlerin veya konsantratların aglomerasyonu metodları içerisinde peletleme metodu son 11 senede çok büyük bir gelişme kaydetmiştir (35, 36, 37, 38, 39),

1969 senesinde dünya pelet üretimi 126 milyon tona çıkmış olup, bu sürekli artışın önümüzdeki senelerde de devam edeceğine muhakkak gözle bakılmaktadır. Böyle bir gelişmenin nedeni peletlerin yüksek fırında izabelerinde iyi ve aynı kalabilen fiziksel, kimyasal ve metalurjik özelliklere sahip olmalarıdır. Bu özellikleri kısaca şöyle sıralayabiliriz :

- 1.) Yüksek demir miktarı ve cüraf yapıcı minerallerin miktarının az olması.
- 2.) Demir oksitlerin yüksek oksidasyon derecesi.
- 3.) Cüraf yapıcı minerallerin peletlerde homojen dağılışı dolayısı ile yüksek ergime hızı.
- 4.) Peletlerde mikro porların fazla oluşu nedeni ile indirekt redüksiyonun kuvvetli olması.
- 5.) Peletlerin büyüklüğü ve şekli nedeni ile yüksek fırınlarda gaz geçirgenliğinin ideal olması ve böylelikle redüksiyon gazından iyi istifade edilmesi, redüklenmenin çabuk olması aynı zamanda hazne yüzeyine tekaül eden kok kömürü miktarının çoğaltılabilmesi.

Peletlerin yüksek fırınlarda kullanılmalarına üzerine Middeltown'dakî Armco Steel Co. 8,5 m'lik hazne çapına sahip olan fırınında geniş bir araştırma yapan W. E. Marshall (40) haramanda pelet miktarının artışı ile ham demir üretiminin 1200 t/günden 2300-2500 t/gün'e arttığını ve kok kömürü sarfiyatının da 900 kg/t HD'den 590 kg/t HD'e indiğini tesbit etmiştir. Aynı olumlu neticeler diğer bir çok incelemelerde elde edilmiştir (41, 42). Peletin ham demir üretimini de elverişliliği yanında slinter'e nazaran şu iki özelliği vardı :

- 1.) Yüksek mekanik özelliklere sahip olan pelet iyi transport edilebilen bir ham maddedir. Bundan dolayı pellet tesisleri cevher yatağı yanına kurulabilir.
- 2.) Peletlemede temini kolay ve ucuz olan yakıt maddeleri (fuel oil, tabii

gaz vs.) kullanılabilir. Aynı zamanda yakıt enerjisi ihtiyacı sinterlemeye nazaran çok azdır (peletleme 200 000-250 000 kcal/t, sinterleme 400 000-700 000 kcal/t) (43).

Peletlemede diğer bir elverişli hususta gerekli yatırım ve işletme masraflarının sinterleme ile karşılaştırıldığında aynı olduğudur (44).

KAYNAKLAR :

- 1.) Stahl u. Eisen 89 (1969), S. 457.
- 2.) Burghard, O. Z. Erzbergbau Metallhüttenwesen 20 (1987), Nr. 1, S. 20-29.
- 3.) Stepinski, W Bergakad, 18 (1966), Nr 8, S. 484-88.
- 4.) Izglz, S. Doktora Tezi Aachen/B. Almanya 1969.
- 5.) Firth C. V. Proc Ataüie Blast Furnace, 4, 46 (1944), S. 49-,69.
- 6.) Tarjan G. Aufbereitungstechnik 1, (1966), 5. 28-32.
- 7.) Tlgerschiöld, M. ve P. A. Hmoni Aime preprint, Blast Furnace, April 1950, S. 18 - 53.
- 8.) Newitt, D. N«, ve J. M. Coniway; -»Jones Trans. Inst. ehem. Eng. 36 (1958), S. 442-42.
- 9.) Rumpf, H. Agglomeration Intern, Symposium Philadelphia Pa. (1961)), S. 379-418. Baskı W. A. Knepper NeW York ve London 1961.
- 10.) Rumpf, H. Cfaem. Dig. Techn. 30 (1958), Nr, 3, S. 144-58.
- 11.) Rumpf, H. Staub 19 (1959), Nr. 5, S. 150 - 60
- 12.) Pietach, W. Aufbereitungstechnik Nr. 6. (1967), S. 297-308.
- 13.) Lücke, F., H. Serbent ve G. Meyer Stahl u. Elsen 82 (1962), S. 1262-72.
- 14.) Stahleisen Kalender S. 77, 1970.
- 15.) Stahleisen Kalender S. 69, 1967.
- 16.) Tlgerschiöld, M. J. Iron Steel Inst. Mai (1954), S. 13-24.
- 17.) Gooke, S. R. B. ve F. Stowasser Trans Aime Mining Eng.. Dec (1962) S. 1219-30.
- 18.) v. Bogdany, L. ve H. J. Engeli Die Reduktion eter iEisenerze Verlag Stahl to. Eisenerze Verlag Stahl u. Eisen 1967, S. 31.
- 19.) HoUeman, A. F. ve E. Wiiberg Lehrbuch der anorganischen Chemie Verlag v. Gruyter Berlin 1958 S. 536.
- 20.) Chem. Labor (1922), S. 217-24.
- 21.) Hoffmann, U., W. (Rüdoß Anorganische Chemie, Verlag Wiaweg (1956) S. 699.
- 22.) Glemser, O. ve F. Gwlnner Z. f. Anorganische Chemie 240 (1939), S. 161.
- 23.) Hütte Taschenbuch für Eisenhüttenleute Verlag W. Ernst (1961), S. 34.
- 24.) Tamman, G. Lehrbuch für Metallographie Verlag L. Voss Leipzig 1931, S. 240-242.
- 25.) Gudenuau, H. W. Doktora Tezi Aachen! B. Almanya 1967.
- 26.) Ridgion, J. M., ve Cohen E. J. of the Iron and Steel Inst. May 1954, S. 43-60.
- 27.) Kieffer, R. ve W. Hotop Sintereisen und Sinterstahl Springer Verlag Wien (1948), S. 157.
- 28.) Schwarzkopf, P. Powder Metallurgy The Macmillan Comp. S. 280-81 ve 302, 359.
- 29.) Hüttig, G. F. Arch. Metallkunde 2 (1948), S. 93.
- 30.) Josef, I. L. Blast Furn. Steel Plant (1955), S. 641-46, 745-52.
- 31.) Hedvell, J. A. Einführung in die Festkörperchemie Verlag Wieweg, Braunschweig (1952, S. 241-44.
- 32.) Kuscinski, G. C. J. Appl. Phys. 21 (1950), S. 632- 35.
- 33.) Kuscinski, G. C. Acta Met. 4 (1956), S. 58.
- 34.) Kuscinski, G. C. J. Appl. Phys. 20 (1949), S. 1160.
- 35.) Send, A. Stahl u. Eisen 83 (1963), S. 972-78.
- 36.) Send, A. Konferans haus der Technik Essen 1964.
- 37.) Rausch, Hi Chem. Ing Techn. 36 (1964), Nr. 10, S. 1011-19.
- 38.) Wilburg, J. S. Blast Furn. Steel Plant 52 (1964). S. 836-43.
- 39.) Cappel, F., ve G. von Struve Stahl u. Eisen 89 (1969), S. 49-54.
- 40.) Marshai, W. E. J. Metals 13 (1961), S. 308-13.
- 41.) Petersen, U., H. Kahlhöfer ve H. Beer Stahl u. Eisen 83 (1963), S. 1397-1407.
- 42.) ShocMey, W. A Aufbereitungstechnik 7 (1966), S. 367.
- 43.) Send, A., ve G. Winzer Stahl u. Elsen 87 (1967), S. 68-73.