

5.  
**METALURJİ KONGRESİ  
BİLDİRİLER KİTABI**

**21-25 Kasım 1988  
Ankara**

**CİLT-I**



**TMMOB METALURJİ MÜHENDİSLERİ ODASI**

---

## HEKİMHAN SİDERİT DEMİR CEVHERİ TOZUNDAN PELET ÜRETİLMESİ

Doç.Dr. Naci SEYİNÇ  
Mad.Müh. Yıldırım TOSUN

ODTÜ / Metalurji Mühendisliği Bölümü  
ODTÜ / Metalurji Mühendisliği Bölümü

---

### ÖZET

Bu çalışmada -20 mm boyutundaki kalsine edilmemiş Hekimhan siderit cevheri tozundan pelet üretilebilme olanakları araştırılmıştır. Toz cevher kırma ve öğütme işlemleri ile istenilen boyuta indirilmiş ve peletleme çalışmaları yapılmıştır.

Özgül yüzey alanının ve nem içeriğinin pelet sağlamlığı üzerine olan etkileri tesbit edilmiştir. Pişirme sıcaklığı, pişirme süresi, ve soğutma hızının pelet özellikleri üzerine olan etkileri de belirlenmiştir. %50 Hekimhan siderit cevheri tozu ve %50 Divriği Dumluca cevheri tozu karışımından da peletler üretilmiş ve bu peletlerin özellikleri de belirlenmiştir.

### SUMMARY

In this study possibility of production of pellets from uncalcined Hekimhan sideritic iron ore fines of size -20 mm has been investigated. The ore fine has been crushed and ground to desired size and pelletizing studies were made.

Influence of specific surface area and moisture content on pellet strength has been determined. Effects of indurating temperature, indurating time, and cooling rate on properties of pellets have also been determined. Pellets were produced using a 50% Hekimhan sideritic iron ore fine and 50% Divriği Dumluca iron ore fine mixture and properties of these pellets were also determined.

## 1.GİRİŞ

Yurdumuzun önemli demir cevheri yataklarından olan Hekimhan yatağında 88 milyon tonluk görünür siderit rezervi olduğu ve bu rezervin üst kısmında da oksitlenme sonucu oluşmuş okside cevher (limonit) rezervinin olduğu bilinmektedir(1). Yüksek manganez içeren Hekimhan cevher yatağının oksitli kısmı Demir-Çelik tesislerinin manganez gereksinimi için yıllarca kullanılmıştır ve kalan oksit cevher rezervinin 4.5 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca 2 milyon ton kadar toz cevher stoku vardır.

88 milyon tonluk siderit cevherinin Demir-Çelik tesislerinde kullanılarak değerlendirilmesi için, her cevher için olduğu gibi, temelde iki yol vardır. Bunlardan birincisi cevheri yüksek fırınlara parça halinde sarj etmek, ikincisi de cevheri uygun bir ufalama - ve belki konsantrasyon - işlemi sonrasında aglomere ederek yüksek fırınlara sarj etmektir. %36.5 dolayında demir içeren Deveci sideritinin parça cevher olarak kullanılması halinde cevherin bünyesinde bulunan  $CO_2$ 'nin - gerek taşımaya gerekse de yüksek fırınlara olan etkileri nedeniyle - kalsinasyon ile bünyeden uzaklaştırılması yerinde olacaktır. Deveci siderit cevherinin kalsinasyonu üzerinde MTA'da bir çalışma yapılmıştır(2) ve bu konu üzerinde bir de fizibilite çalışması vardır(3). Fizibilite raporuna göre dikey fırında çalışmayı esas alan kalsinasyon tesisi 2 milyon ton/yıl üretim kapasitesine sahip olacaktır. Cevher kalsinasyon tesisine verilmeden önce kırılarak ve -20mm elek altı ayrılarak kalsinasyona verilmeyecektir. Projeye göre kalsinasyona verilmeyen toz cevherin miktarı 500 000 ton/yıldır. Bu toz cevherin değerlendirilmesi bir aglomerasyon işlemini gerektirecektir. Hekimhan siderit cevherinin yüksek fırınlarda kullanılarak değerlendirilmesinde yukarıda belirtilen yollardan her ikisinde de aglomerasyon önemli bir işlem olmaktadır. Hekimhan siderit cevherinin sinterlenerek yüksek fırın sarjında

kullanılabilmesi olanakları MTA'da çalışılmıştır(2) ve Deveci sideritinin diğer cevherlerle pacallamak suretiyle sinter üretiminde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada Hekimhan Deveci sideritinin pellet üretiminde kullanılması olanağı araştırılmıştır. Çalışmalar halen elde var olan 2 milyon tonluk siderit tozu stoku üzerinde yapılmıştır. Pelletlerin üretiminde kalsine edilmemiş toz cevher kullanılmış ve kalsinasyonunun pelletlerin pişirilmesi süresinde gerçekleşmesi öngörülmüştür. Çalışmalar Hekimhan Deveci siderit tozundan iyi özelliklere sahip pelletlerin üretebileceği sonucunu vermiştir.

## 2. PELLET ÜRETİMİ HAKKINDA GENEL BİLGİ

Pellet üretimi ilk önce yaş pelletlerin ve daha sonraki yaş pelletlerin pişirilmesiyle elde edilen sertleştirilmiş pelletlerin üretimini içerir. Yaş pellet üretimi pratikte yaygın olarak (1)Diskli pelletleyici, (2)Silindirik tambur pelletleyici ve (3)Çok konikli tambur pelletleyicilerde gerçekleştirilir(4,5,6). Pellet pişirme işlemi ise pratikte (1)düsey fırınlarda, (2)sürekli ızgaralı fırınlarda ve (3)ızgara-döner fırın kombinesinde yapılır(5,6,7).

Üretilmiş sert pelletlerin yüksek fırına sarj edilebilmesi için belirli fiziksel özelliklerde olması gerekir. Bunlardan en önemli iki özellik yeterli basınç dayanımı ve porozitedir. Bu niteliklere etki eden faktörler şöyle sıralanabilir:

(1)Boyut dağılımı ve özgül yüzey alanı; K.E.Merkhi ve F.D. Devaney(8) artan ince tane yüzdesi ve özgül yüzey alanı ile pelletin yaş ve kuru sağlamlığının arttığını belirlemiştir. Hatta D.M.Urich ve T.-M.Han(9) artan

ince tane fraksiyonunun ( $-15\ \mu\text{m}$ ) ve W.-G. Burchard, H.W.Gudeneau ve S.İzgiz(10) özgül yüzey alanının yaş pellet sağlamlığını arttırdığını gözlemlemişlerdir (Şekil 2). K.Meyer de benzer sonuçları elde etmiştir(12).

(2)Demir cevheri minerallerinin kristal şekli; W.-G.Burchard, H.W.Gudeneau ve S.İzgiz(10) sık ince kristalsi dokulu ve iğnemsî kristalli minerallerin kübük ve yıldız şekilsî kristalli minerallerden daha yüksek yaş pellet sağlamlığı verdiğini tesbit etmiştir(Şekil 1).

(3)Nem içeriği; Pelletlerin yuvarlatıcı cihazda ancak belirli nem oranında maksimum yaş sağlamlıkta pellet üretimini sağladığı tespit edilmiştir(11).

(4)Bağlayıcı ilavesi; yaş pellet üretiminde çeşitli organik ve inorganik bağlayıcılar kullanılmıştır(11). Fakat bunlardan günümüzde en çok yaygın olarak kullanılanı flux ilavesini azaltan bazı bağlayıcılar olmuştur. Özellikle K.Meyer  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ve  $\text{CaCO}_3$  ilavesinin pişmiş pellet sağlamlığını arttırdığını belirlemiştir(Şekil 2)(12).

(5)Pişirme sıcaklığı ve süresi; J.T.Fitton ve D.C.Goldring(13) pişirme sıcaklığı ve zamana bağlı olarak demir cevheri pelletlerinde belirli gruplaşmaların olduğu ve belirli demir oksitlerin ve kalsiyum ferritlerin şekillendiğini belirtmiştir. Z.Bojorski, E.Borszez ve S.Zielinski(14) sıcaklıkla siderit pelletlerinde farklı fazların oluştuğunu gözlemlemiştir.

(6)Soğutma hızı; soğutma hızının pelletlerin sağlamlığı üzerinde büyük bir etki yaptığı tespit edilmiştir(15). Yüksek soğutma hızlarında ( $400-500^\circ\text{C}/\text{dak}$ ) ergiyik curuf bağlayıcıdan çok gevrek camsı fazın oluştuğu belirlenmiştir.

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Hekimhan siderit cevheri tozundan 25 kg lık temsili numune alınır, pelletleme öncesi hazırlık işlemleri ile pelletleme çalışmaları yapılmıştır. Pelletleme öncesi hazırlık işlemleri pelletlenecek tozun boyut dağılımının tespiti, kimyasal analizini ve pelletlemeye uygun boyut dağılımının elde edilmesini içerir ve Şekil 3`de gösterilen yol izlenmiştir.

Öğütme işlemi ise farklı boyut dağılımlarının pellet kalitesine olan etkilerini inceleyebilmek için, 15 kg lık temsili -0.5 mm boyutundaki numunenin 5 ayrı parçaya bölünerek, ayrı sürelerde öğütülmesi ile yapılmıştır. 5 ayrı parçadan biri hiç öğütülmeden, -0.5 mm boyutunda ele alınır, değerlendirilmiş, diğerleri ise sırasıyla 20 dk, 40 dk, 60 dk, ve 80 dk süreyle bilyalı değermende öğütülmüşlerdir.

Üretilen pelletlerin herbirinin benzer özellikte ve yapıda olması için silindirik pellet üretilmiştir. Silindirik pelletler 13.5 mm çaplı pimi olan bir çelik kalıp içine, yaklaşık 3 gr lık malzemenin belirli bir miktar su ilavesi ile karıştırılıp konması ve preslenmesiyle üretilmiştir.

Presleme işlemi maksimum 2 tonluk yükleme kapasitesi olan bir yükleyicide yapılmıştır. Üretilen silindirik pelletler üzerinde yapılan çalışmaların sonuçlarına göre, müteakip aşamada laboratuvardaki diskli pelletleyicide yuvarlak pelletler üretilmiştir. Diskli pelletleyicinin hazne çapı 1 m yüksekliği ise 20 cm dir ve 45<sup>0</sup>-lik eğik bir eksen etrafında 24 dev/dk hızla dönmektedir.

Üretilen pelletlerin yüksek fırında kullanılabilmesi için gerekli belirli fiziksel özelliklere, özellikle yeterli basınç dayanımına ve poroziteye sahip olması gerekmektedir. Bu çalışmada pelletlerin basınç dayanımı, yükleme kapasitesi maksimum 2 ton olan küçük bir preste kırıldığı ana kadar sıkıştırılarak ve kırıldığı andaki yükün bir civalı yük ölçerden okunması ile elde edilir.

Porozite değerleri pelletlerin görünür yoğunluklarının tesbiti ve aşağıdaki eşitlikte yerine konmasıyla elde edilmiştir.

$$\% \epsilon = \left( 1 - \frac{\rho_{\text{GÖR.}}}{\rho_{\text{HAK.}}} \right) \cdot 100$$

%  $\epsilon$  : pelletin % porozitesi

$\rho_{\text{GÖR.}}$  : pelletin görünür yoğunluğu

$\rho_{\text{HAK.}}$  : pelletin hakiki yoğunluğu

Düzensiz şekilli silindirik pelletlerin görünür yoğunlukları, pişmiş pelletlerin boyutlarının ekstensometre ile ölçülerek, hacimlerinin hesaplanması yardımıyla bulunmuştur. Düzensiz şekilsiz yuvarlak pelletlerin görünür yoğunlukları ise civalı vakum piknometresi ile tespit edilmiştir. Pelletlerin hakiki yoğunluğu, bunların -100  $\mu\text{m}$  boyutuna gelecek kadar öğütüldükten sonra bu tozun su piknometresine ilave edilmesi ve tozun kapladığı hacmin belirlenmesi ile bulunmuştur.

Siderit cevheri tozundan en iyi şartlarda pellet üretiminin gerçekleştirilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların ilk safhasını kaliteli yaş ve kuru pellet üretimini sağlayan su ilavesinin miktarını t.

etmek olmuştur. Bu çalışmada üretilen yaş silindirik pelletlerin nem içerikleri %6-14 arasında değiştirilmiş, üretilen yaş ve kuru pelletlerin basınç dayanımları belirlenmiştir.

Bu deney sonucunda optimum nem miktarı (Şekil 4) %10 olarak tesbit edilmiş ve müteakip aşamalarda pelletler hep sabit %10'luk bir su ilavesi ile pelletlenmiştir.

İkinci aşama, %10 nem içeren pelletlerin silindirik kalıpta en uygun hangi presleme yükünde sıkıştırılması gerektiğini tespitini içermiştir. Bu yükün tespiti için pelletler sırasıyla 50, 100, 150, 200, 250 kg'lık yüklerde basılmış ve elde edilen yaş pelletler Şekil 5'te gösterilen yolla pişirilmiş ve pişmiş pelletlerin basınç dayanımları ve poroziteleri bulunmuştur.

Bu çalışmanın sonuçları Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi pelletlerin dayanıcı artan presleme basıncıyla ve azalan poroziteyle arttığı gözlemlenmiştir. Pellet dayanıcının 250 kg/pellet üzerinde olduğu 150 kg'lık presleme yükü silindirik pelletlerin yaş basılma yükü olarak alınmıştır. Pelletlerin porozitesi de sideritin pişirme işlemi sırasında kalsine oluşundan dolayı %30 ile 40 arasında değişmektedir.

Farklı boyut dağılımlarındaki (öğütme sürelerindeki) numuneler benzer koşullarda pelletlenmiş ve farklı pişirme sıcaklıklarında sertleştirilmiş pelletlerin basınç mukavemetleri belirlenmiştir. Elde edilen neticeler Şekil 7 a, b'de gösterilir. 200 kg/pellet üzerinde sağlamlık gösteren 40 dk. öğütülmüş numunenin boyut dağılımı optimum olarak ele alınmış ve 1200°C'lik pişirme sıcaklığının da yeterli pişmiş pellet sağlamlığını verdiği belirlenmiştir.

En iyi pellet pişirme süresini belirleyebilmek için pelletler 1200°C sıcaklıklarda çeşitli sürelerde pişirilmişlerdir. Üretilen pelletlerin sağlamlıkları pişirme süresine karşı Şekil 8`de gösterilir, Şekilden de görüldüğü gibi 15 dk`lık pişirme süresinin yeterli olabildiği tespit edilmiştir.

Optimum soğutma hızı pişirilmiş pelletlerin (1)suya daldırılması, (2)havaya bırakılması, (3)600°C de 15 dk. tutulup, havaya maruz bırakılması ve (4)600°C`de 15 dk. tutulup, 10 dakikada 110°C`deki etüvde tutulması ve daha sonra havaya bırakılması şeklinde yapılmıştır. Bunlar sırasıyla yaklaşık olarak 20, 60, 200 ve 1050°C/dak.`lık soğutma hızlarını oluşturmaktadır. Elde edilen pelletlerin basınç dayanımları Şekil 9`da soğutma hızına karşı gösterilir. En uygun soğutma işlemi, yaklaşık olarak 60°C/dak.`lık soğutma hızı olan 600°C`de 15 dakika tutup, daha sonra havaya maruz bırakma yöntemidir.

Hekimhan siderit demir cevher tozundan üretilen pelletlerin ağırlık kayıplarının ve porozitelerinin pişirme sıcaklıklarına göre değişimi Şekil 10 da gösterilir. Bu diyagramda görüldüğü gibi, Hekimhan siderit demir cevher tozunun yaklaşık olarak %17`lik bir ağırlık kaybı vardır ve 1100°C ile 1250°C arasında değişmemektedir. Porozitede aynı şekilde %39`luk bir değerde sabit kalmaktadır.

Aynı zamanda bu çalışmamıza ilaveten, Hekimhan siderit demir cevher tozuyla Dumluca manyetit demir cevher tozunun %50`şer miktarda iyice karıştırılıp, alınan temsili numunelerden, yukarıda Hekimhan tozu için belirlenen optimum koşullarda üretilen pelletlerin özellikleri Şekil 4,6 ve 10`da gösterilmektedir.

Hekimhan siderit cevher tozunun kimyasal analiz sonucu Tablo 1 de verilir. Buna göre cevherdeki ana gang bileşenlerini  $CaO, MgO, Al_2O_3$  ve  $SiO_2$ 'nin oluşturduğu belirlenebilir. Belirli numuneler üzerinden alınan ince kesitlerden de görülebileceği gibi cevher tozunun büyük bir kısmını mangano siderit ( $FeCO_3$ , az miktarda  $MnCO_3$ ) kısmen kalsine olmuş mangano siderit ve nadiren manyetit ( $Fe_3O_4$ ) oluşturur(Şekil 11).

Belirli sürelerde öğütülmüş siderit tozunun elek analizleri ve özgül yüzey alanları Tablo 2'de verilmektedir. Bu tablodan da görüldüğü gibi 0,20, 40, 60 ve 80 dakikalık öğütme sürelerine karşılık sırasıyla numunelerin %61'inin  $-210 \mu m$ , %76'sının  $-149 \mu m$ , %72'sinin  $-105 \mu m$ , %67'sinin  $-63 \mu m$ , ve %77'sinin  $-63 \mu m$  olduğu belirlenmiştir. Bu yığımların özgül yüzey alanları da hesaplamalarla, sırasıyla 200, 300, 500, 540 ve  $590 \text{ cm}^2/\text{gm}$  olarak tespit edilmiştir.

Üretilen Hekimhan siderit demir cevher tozu pelletlerinden alınan parlak kesitlerin mikrofotografaları çekilmiştir(Şekil 12 a-b-c-d-e-f). Bu fotoğraflardan görüldüğü üzere bağlayıcı fazı camsı kalsiyum-magnezyum silikatların oluşturduğu ve  $1100^\circ\text{C}$  ile  $1150^\circ\text{C}$  da görülen ferrit oluşumunun  $1200^\circ\text{C}$  ile  $1250^\circ\text{C}$ 'de kaybolduğu görülmektedir. Aynı zamanda artan pişirme sıcaklığı ile hematit kristal tane boyutlarının, soğutma şiddetine bağlı olarak küçüldüğü görülmektedir. Tabii, buda pelletlerin basınç dayanımını arttırmaktadır. Şekil 12 e-f'de görüldüğü gibi, soğutma şiddeti arttıkça hematit tanelerinin birer inklüzyon gibi birbirlerinden ayrı şekillendiği ve gevreksi camsı fazında yapıya hakim olduğu görülür.

## SONUÇ

Yaptığımız çalışmaların neticesinde Hekimhan siderit cevher tozundan herhangi bir bağlayıcı ilave etmeksizin yeterli yaş sağlamlıkta pellet üretilebileceği belirlenmiştir. Ayrıca %10 nem içeriğinde optimum yaş ve kuru pellet dayanımı elde edilmiştir.

Bağlayıcısız pelletlenebilmesinin yanında pişmiş pellet dayanımının, yüksek fırına verilecek pelletlerden istenen,  $200 \text{ kg/cm}^2$  lik basınç mukavemetini aştığı gözlenmiştir. Hatta bu basınç dayanımında olan pişmiş pelletlerin %39'lık bir porozitede düşüşü, pelletlerin yüksek fırında indirgenmesine olumlu yönde etkileyecektir.

Yapılan çalışmalarda  $1200^\circ\text{C}$  de yapılan pişirme işleminin ve hatta bu sıcaklıkta 15 dk'lık bir pişirme süresinin yeterli olduğu anlaşılmıştır. Soğutma hızının da pellet sağlamlığına önemli derecede etki ettiği ve  $60^\circ\text{C/dk}$ 'lık bir soğutma hızının yeterli sağlamlıktaki pelletlerin üretiminde optimum olduğu tespit edilmiştir. Boyut dağılımı olarakta, %72'si  $105 \mu\text{m}$  altında olan siderit tozu numunelerinin yeterli pişmiş pellet sağlamlığını sağladığı görülmüştür.

Elde edilen bu olumlu sonuçların dışında Hekimhan siderit tozunun ~% 32 Fe gibi düşük bir tenöründen dolayı, üretilen pelletlerin de kalsinasyon sonrasında %42 Fe gibi düşük bir tenöre sahip olmasına neden olmaktadır. Bu da üretilen pelletlerin yüksek fırında kullanılabilirliğini kısıtlamaktadır. Bunu gidermek maksadıyla çalışmamızda Hekimhan siderit cevher tozuyla Dumluca manyetit cevher tozunun %50 şer ağırlık oranında karıştırılmasıyla elde edilen karışımın tenörü %50'ye ulaşmaktadır. Böylelikle bu karışımla

Hekimhan siderit tozunun yüksek fırında değerlendirilmesi mümkün olabilmektedir. Yukarıdaki optimum koşullarda karışımın pelletleri daha iyi sağlamlık göstermektedirler. Buda porozitedeki hemen hemen %8'e varan düşüştan kaynaklanmaktadır.

#### KAYNAKLAR

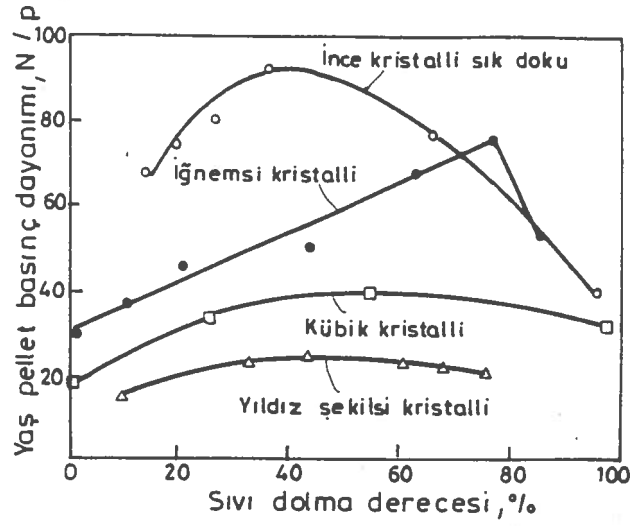
- 1.Elgin, İ.A., Demir-Çelik Hammadde Raporu, 1987.
- 2.MTA, Deveci Sideritleri Teknoloji Değerlendirme Etüdü, 1977.
- 3.MTA, Deveci Demir Cevheri Yatağı Fizibilite Etüdü, 1981.
- 4.Stirling, H.T., Agglomeration AIME, p.177-200, 1962.
- 5.Schubert, Heinrich, Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe, Leipzig,1972.
- 6.Lu, W.K., Edıtor, Blast Furnace Ironmaking, 1977.
- 7.Send, A., Stahl u.Eisen, p.972-978, August 1963.
- 8.Merklin, K.E. ve Devaney F.D., Agglomeration AIME, 965-975, 1962.
- 9.Urich, D.M., ve HAN, T.-M., Agglomeration AIME, 669-714, 1962.
- 10.Burchard W.-G., Gudenau, H.W. ve İzgiz S., Archıy für das Eisenhüttenwesen, p.353-359, 1972.
- 11.Dikeç, F., Şeşen M.Kelami, 3.Ulusal Metalurji Kongresi, p.13-38, 1979.
- 12.Meyer, K., Stahl u.Eisen, p.1337-1345, October 1969.
- 13.Fitton, J.T. ve Goldring, D.C., Journal of the Iron and Steel Institute, May 1966.
- 14.Bojorski, Z., Borszcez, E. ve Ziellinski S., Journal of the Iron and Steel Institute, August 1965.
- 15.Nekrasov, Z.I., Drozov, G.M., Shmelev, Yu.S., Boldenko, M.G., ve Dan`ko, Yu.G., Steel in the USSR, p.429-435, August 1978.

BileşenlerHekimhan Siderit Cevher Tozunun, %

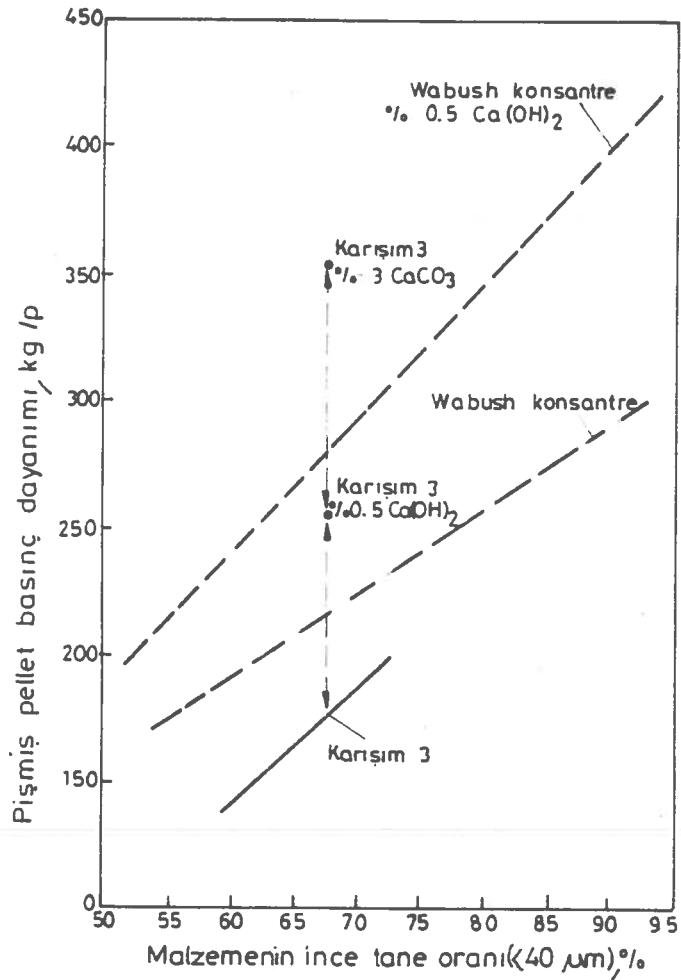
Fe	32.2
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0.8
S	0.09
SiO <sub>2</sub>	14.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.95
CaO	2.60
MgO	4.31
Mn	3.26
K <sub>2</sub> O	1.03
Na <sub>2</sub> O	0.28
Cu	-
Ni	-

Tablo 2. Belirli Sürelerde Ögütülen Hekimhan Siderit Cevher Tozunun Elek Analizleri ve Bu Yığınların Özgül Yüzey Alanları.

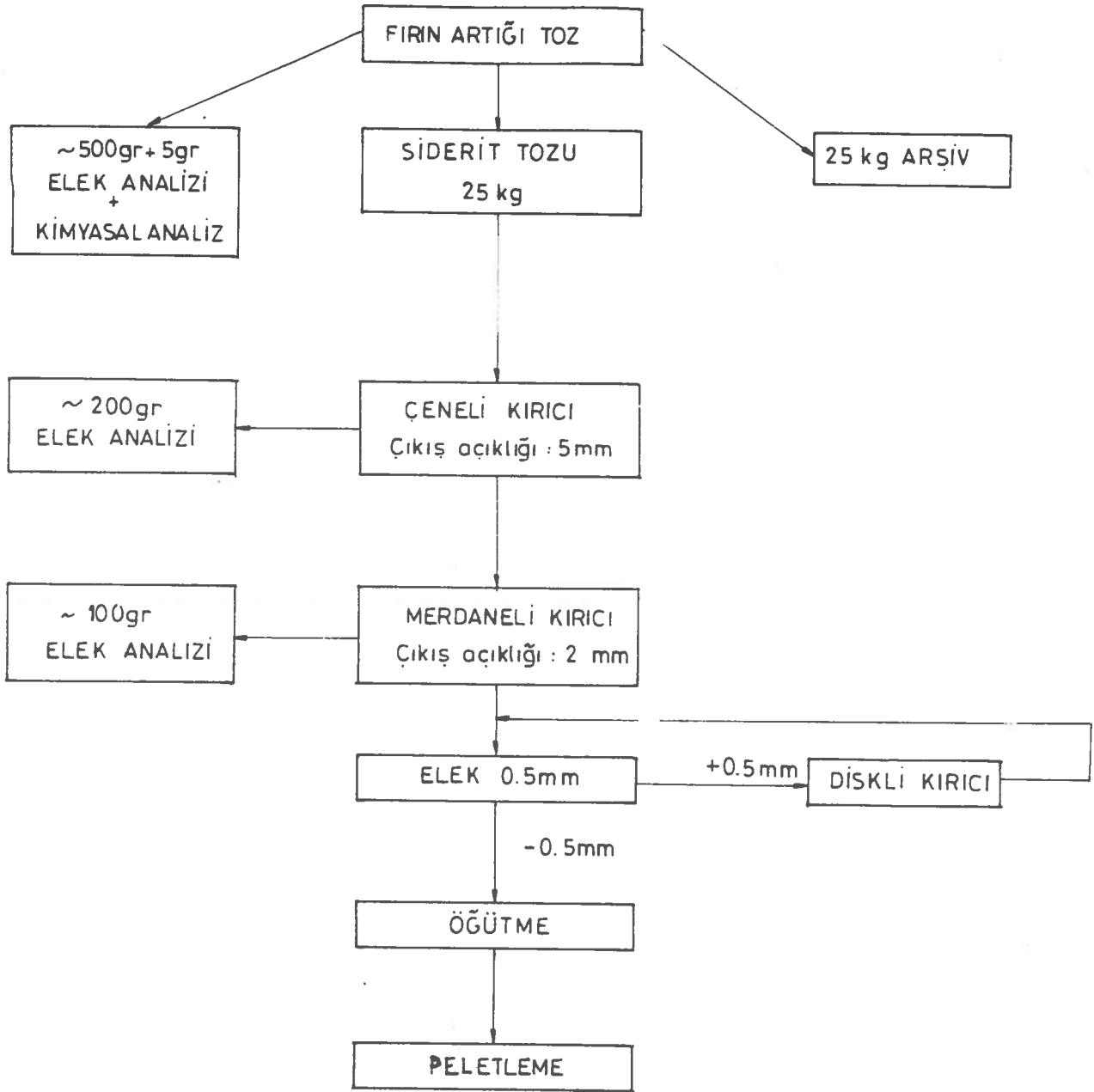
Fraksiyon (mm)	Ögütülmemiş (-0.5mm)		Ögütülmüş 20 dk.		Ögütülmüş 40 dk.		Ögütülmüş 60 dk.		Ögütülmüş 80 dk.	
	Ağırlık %	Kümülatif EA %	Ağırlık %	Kümülatif EA %	Ağırlık %	Kümülatif EA %	Ağırlık %	Kümülatif EA %	Ağırlık %	Kümülatif EA %
-0.5+0.21	38.16	100	8.35	100	3.1	100				
-0.21+0.149	9.49	61.84	14.77	91.65	11.77	96.9				
-0.149+0.105	15.79	52.25	16.8	76.88	12.39	85.13	20.09	100	9.8	100
-0.105+0.063	11.19	36.56	19.75	60.08	10.44	72.74	12.77	79.91	12.7	90.20
-0.063+0.044	10.17	25.37	15.23	40.33	8.85	62.3	8.12	67.14	11.21	77.50
-0.044	15.2	15.2	25.1	25.1	53.45	53.45	59.02	59.02	66.29	66.29
Özgül yüzey alanı cm <sup>2</sup> /gm	200		300		500		540		590	



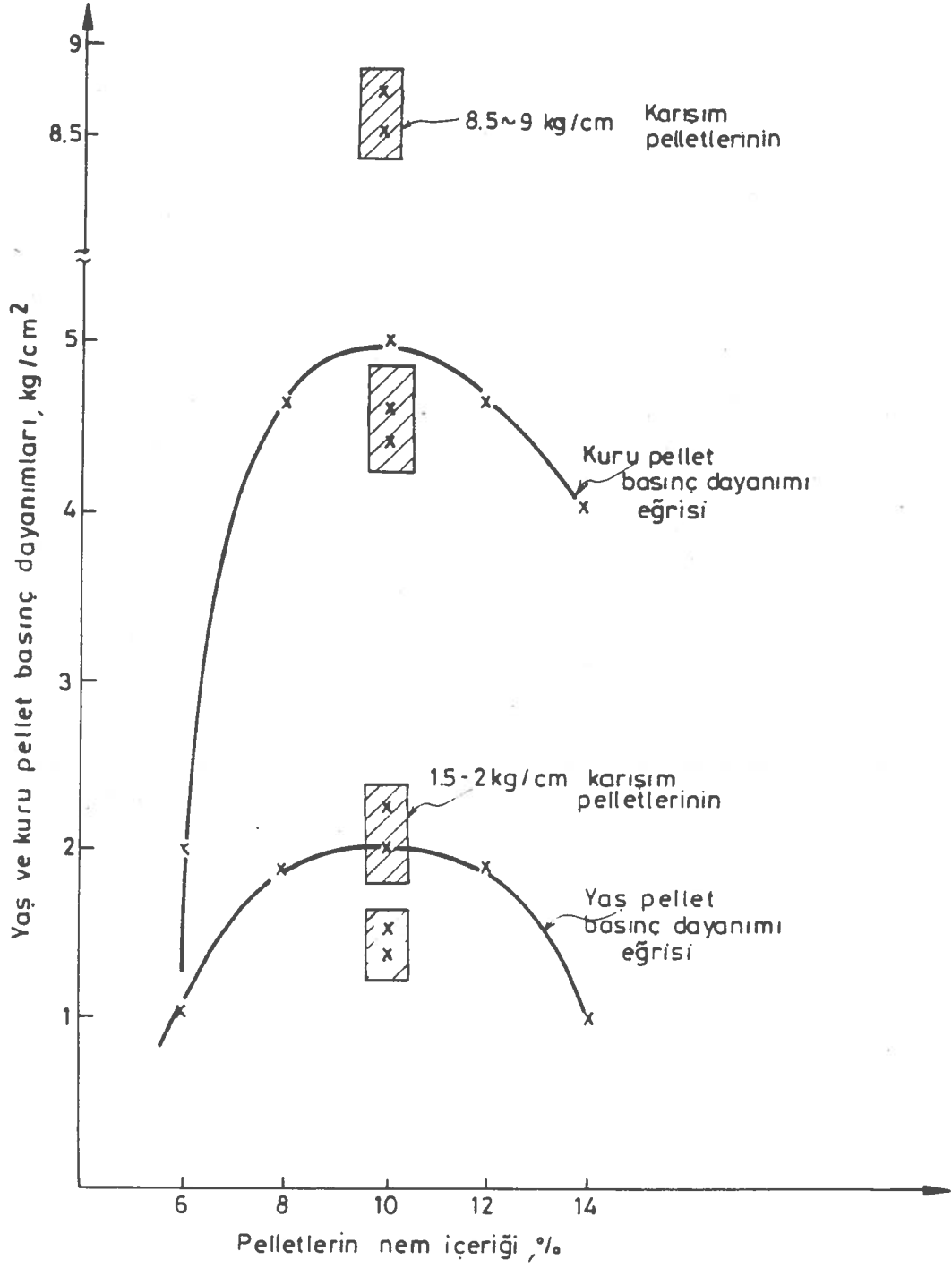
Şekil 1. Sentetik Demiroksit ve Hidroksit Kristallerinden Üretilen Pelletlerin Yaş Sağlamlığı.



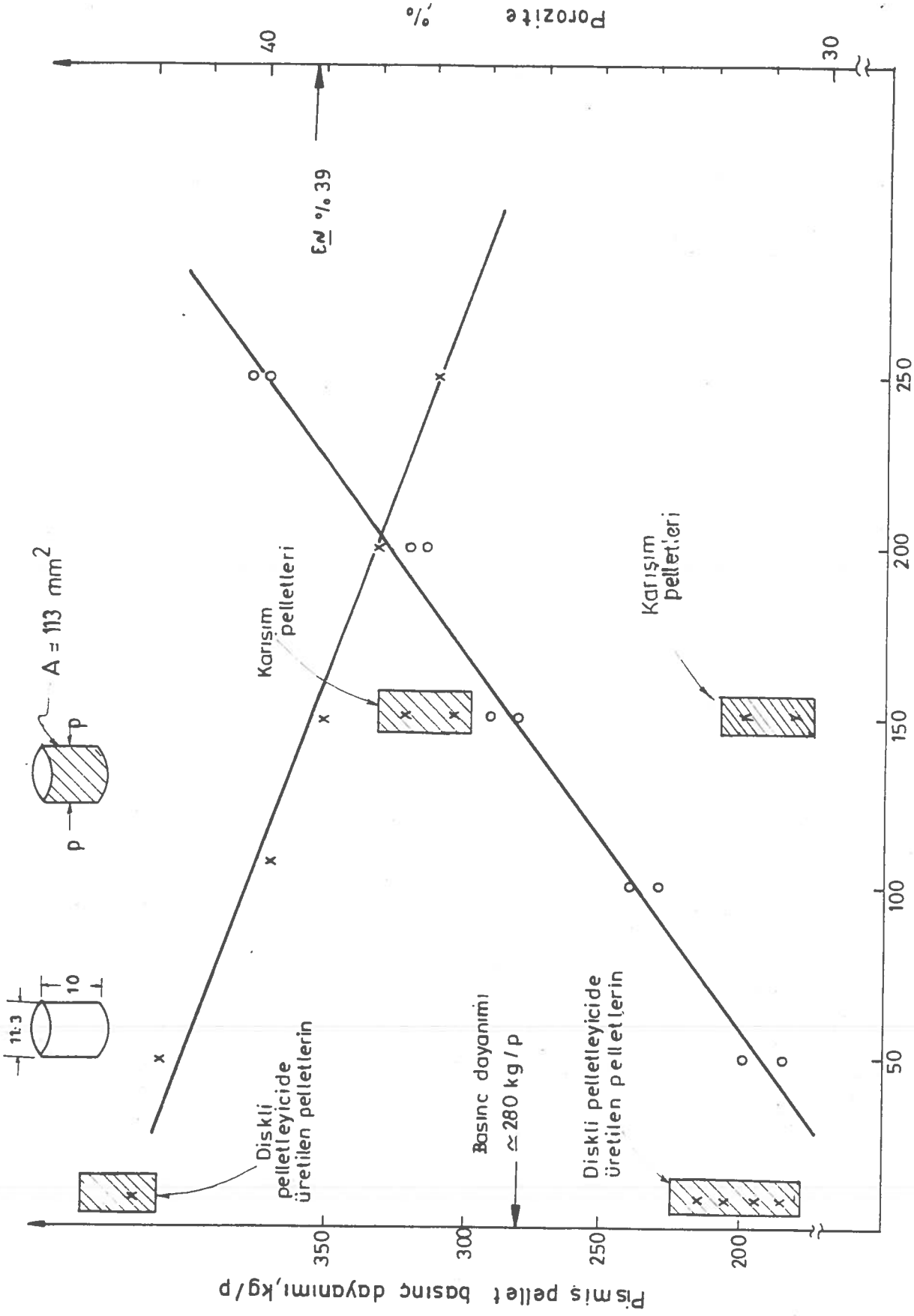
Şekil 2. Farklı Cevher Konsantrelerinden Üretilen Pişmiş Pelletlerin Basınç Dayanımlarına İnce Tane ( $< 40 \mu\text{m}$ ) Yüzdesinin ve Bağlayıcı İlavesinin Etkisi.



Şekil 3. Pelletleme Öncesi Hazırlık İşlemlerinin Akım Şeması.

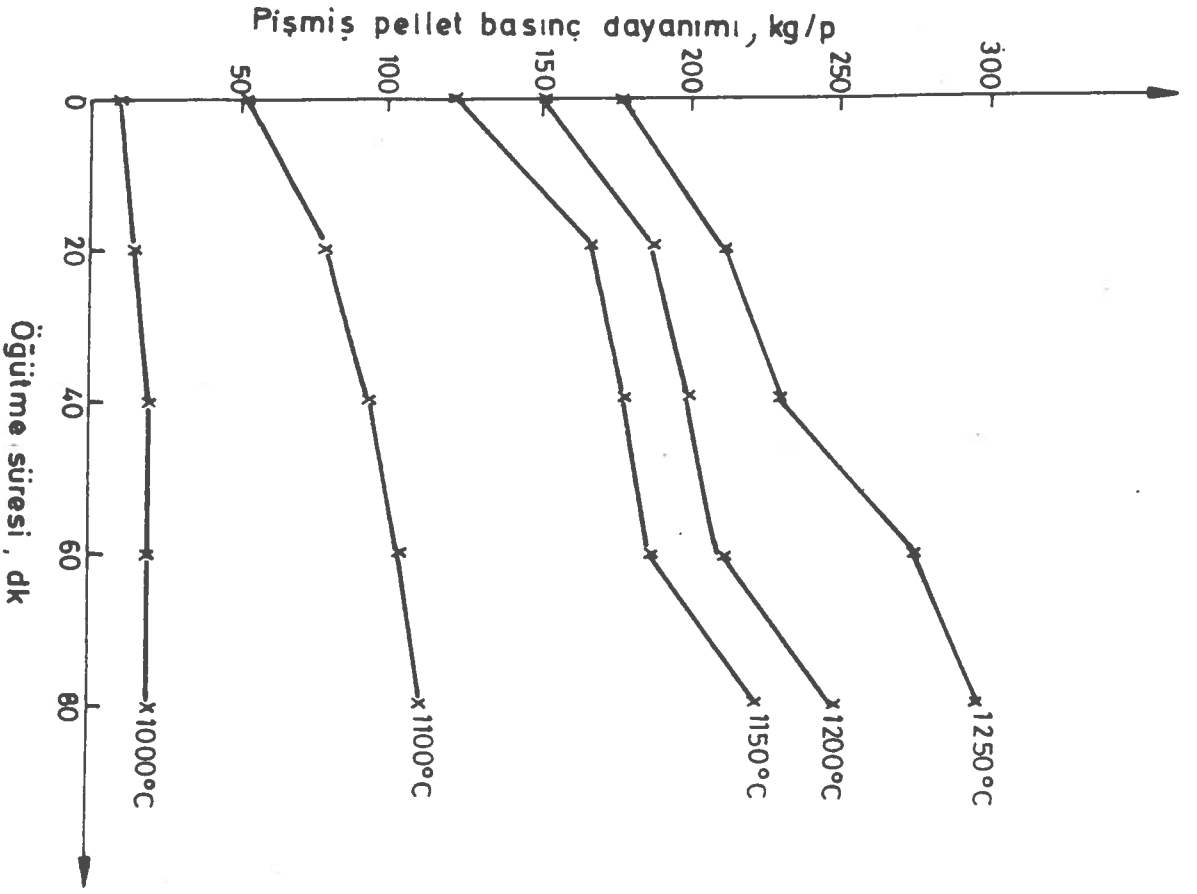


Şekil 4. Yaş ve Kuru Pellet Sağlamlığının Nem İçeriğine Göre Değişimi.

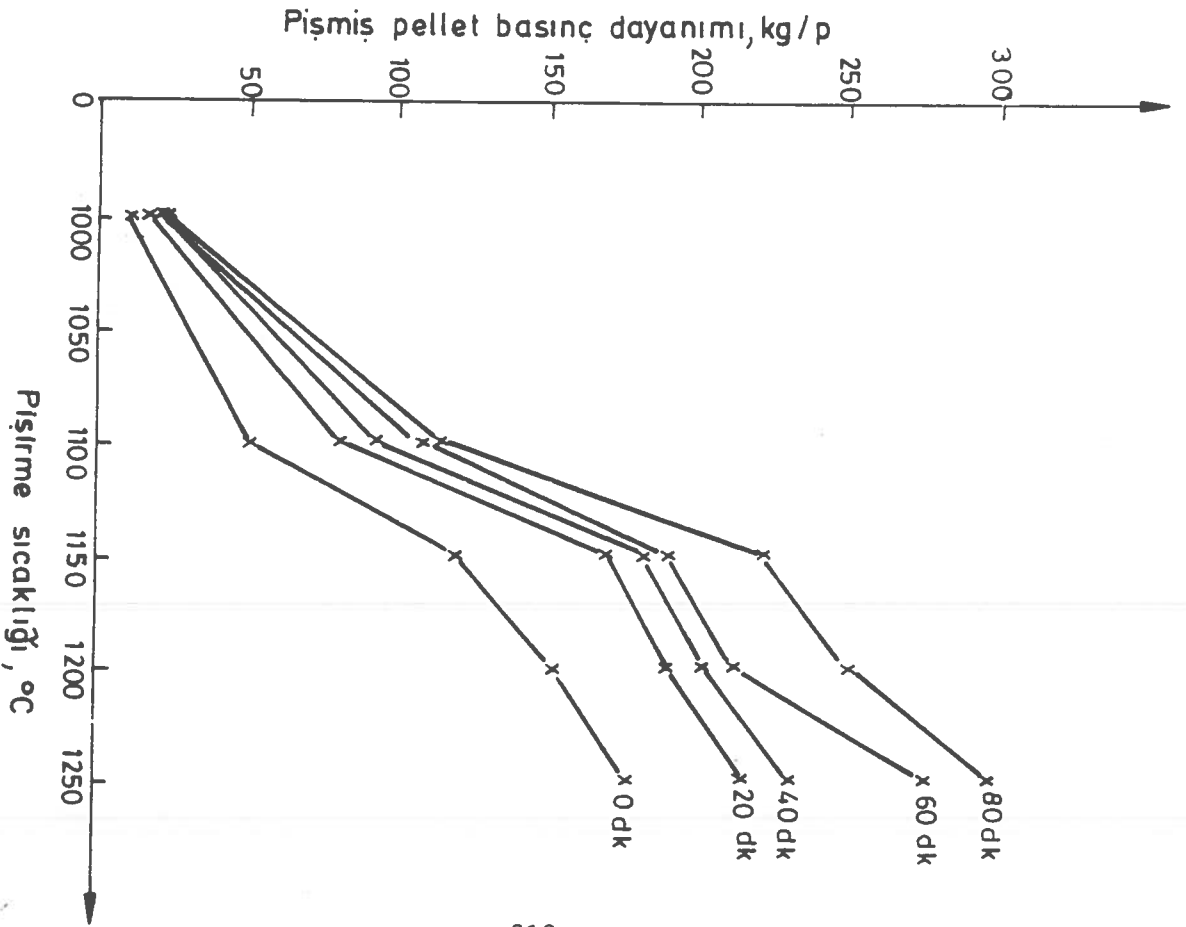


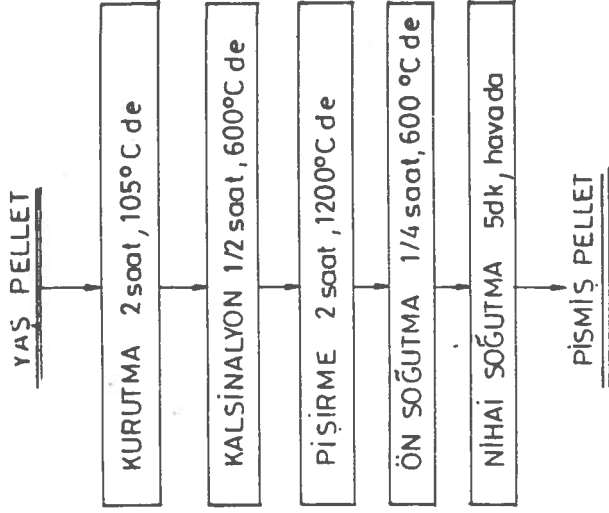
Silindirik pellet presleme yükü, kg

Şekil 6. Pismiş Pellet Sağlamlılığının ve Porozitesinin Presleme Yükü ile Değişimi.

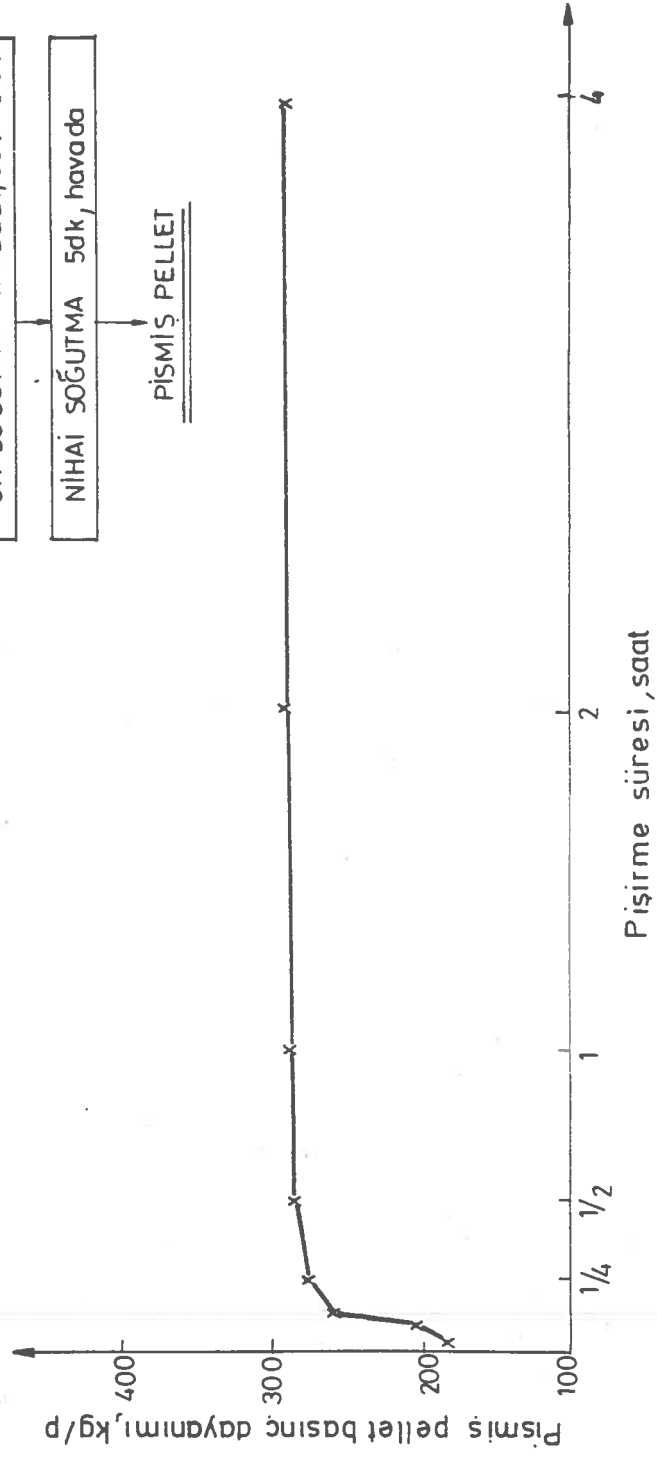


Sekil 7a-b. Öğütme Süresinin (Boyut dağılımının ve yüzey alanının) ve Pişirme Sıcaklığının Pişmiş Pellet Sağlamlığına Etkisi.

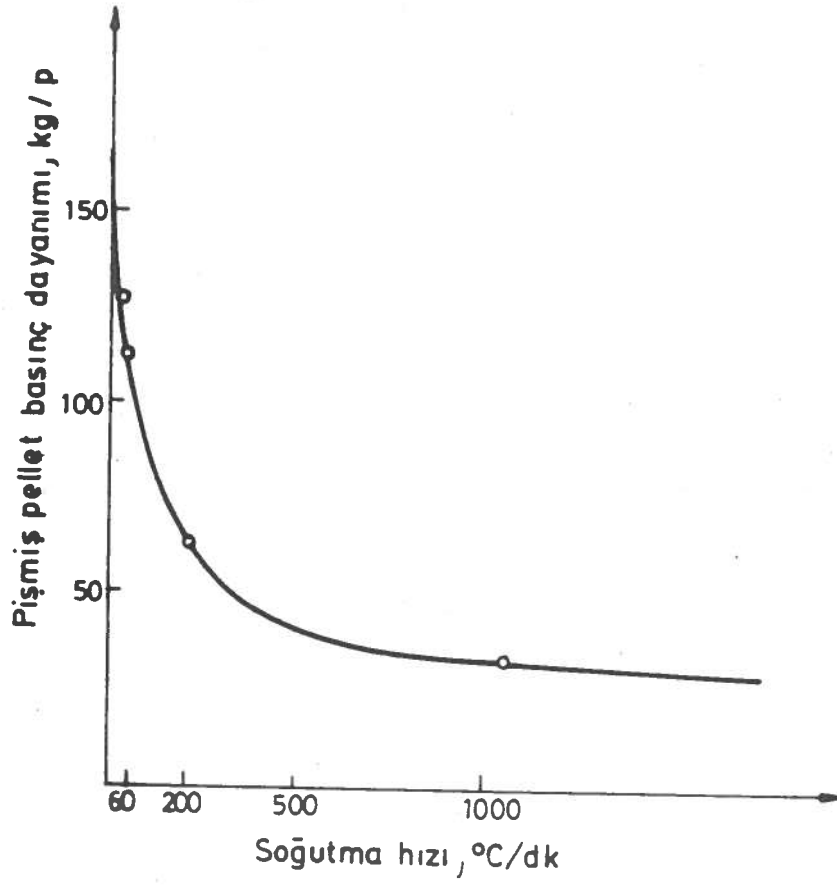




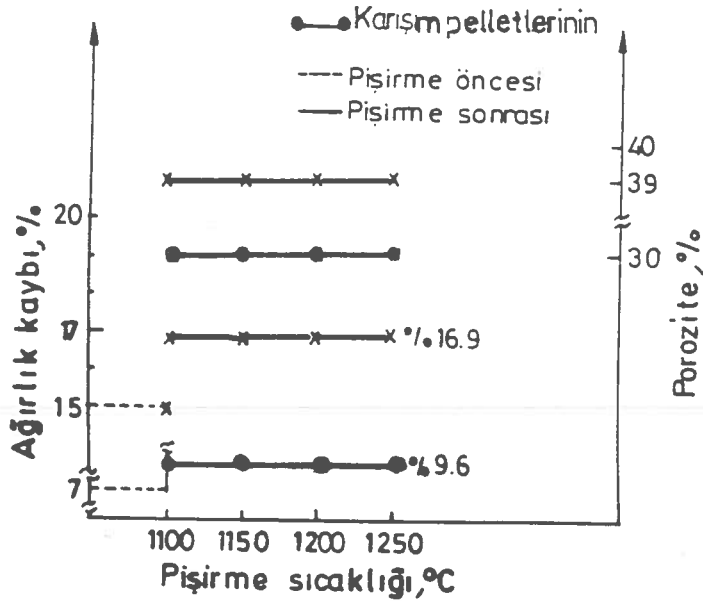
Şekil 5. Yaş Pellet Sertleştirme İşleminin Akım Şeması.



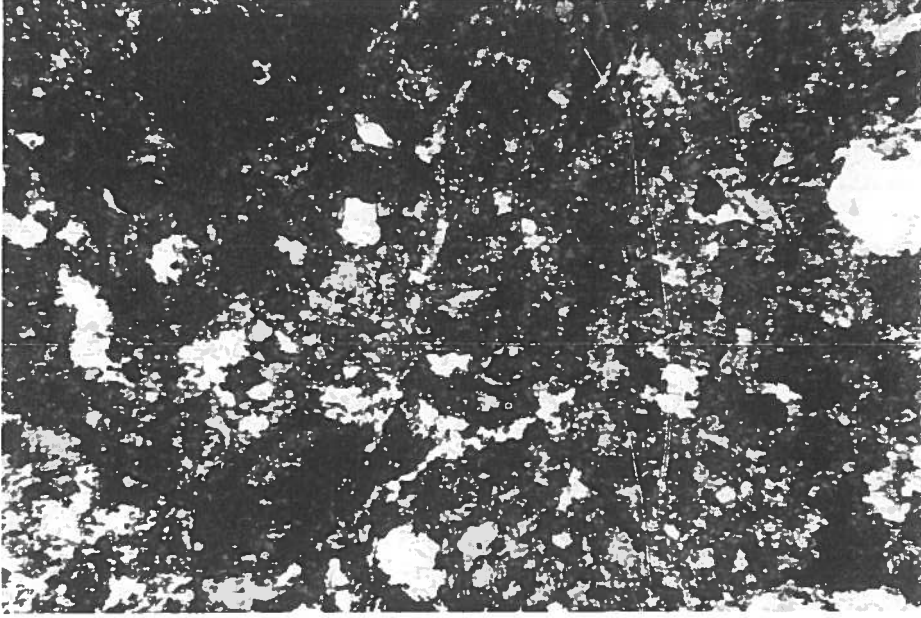
Şekil 8. Pişirme Süresinin Pellet Sağlamlığı Üzerindeki Etkisi.



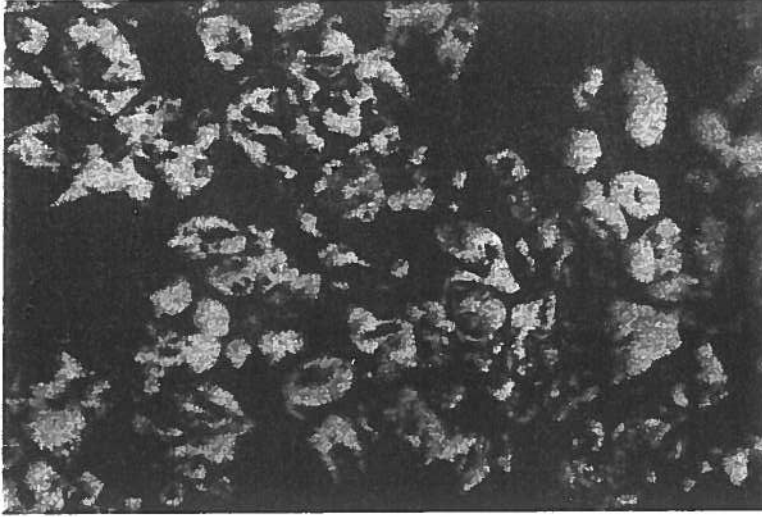
Şekil 9. Soğutma Hızının Pellet Sağlamlığına Etkisi.



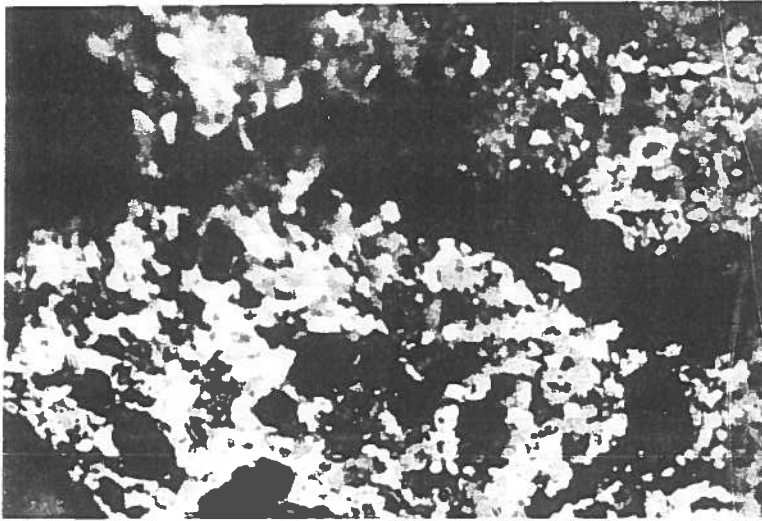
Şekil 10. Ağırlık Kaybı ve Porozitenin Pişirme Sıcaklığı ile Değişimi.



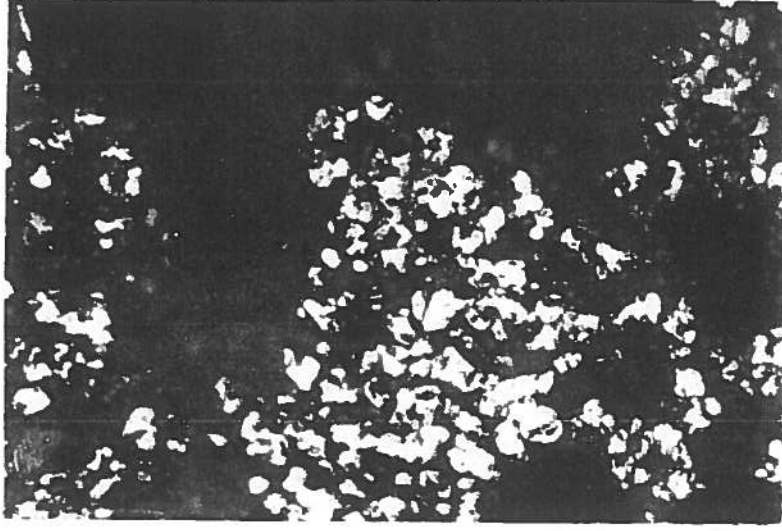
Şekil 11. Hekimhan Siderit Cevher Tozunun İnce Kesit Fotoğrafı  
Mangano Siderit (Kahverengi, açık kahverengi)  
Kalsit ve Dolomit (Açık ve koyu gri)  
Kalsine Olmuş Mangano Siderit ve Manyetit (Siyah)  
Silikatlar (Sarı ve mavi) (125X).



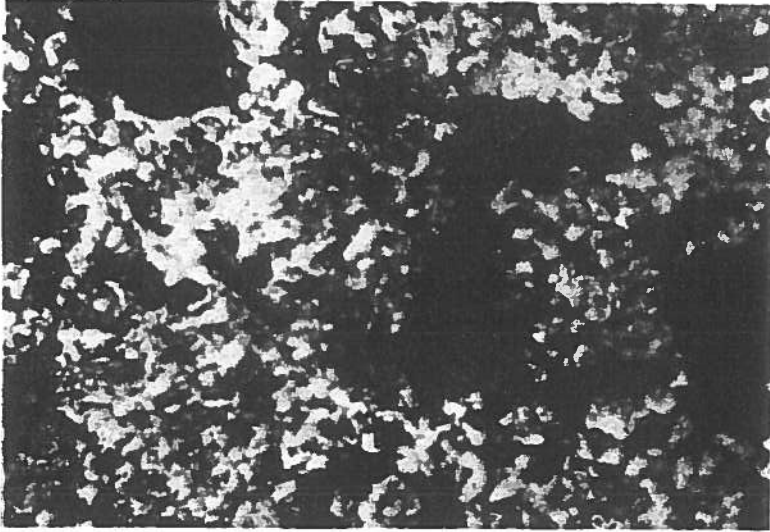
Şekil 12.a. 1100<sup>0</sup>C`de Pişirilmiş ve 15dk. 600<sup>0</sup>C de Őnsoęutmaya Tabi Tutulmuş Siderit Pelletinin Mikrofotografı, (400X).



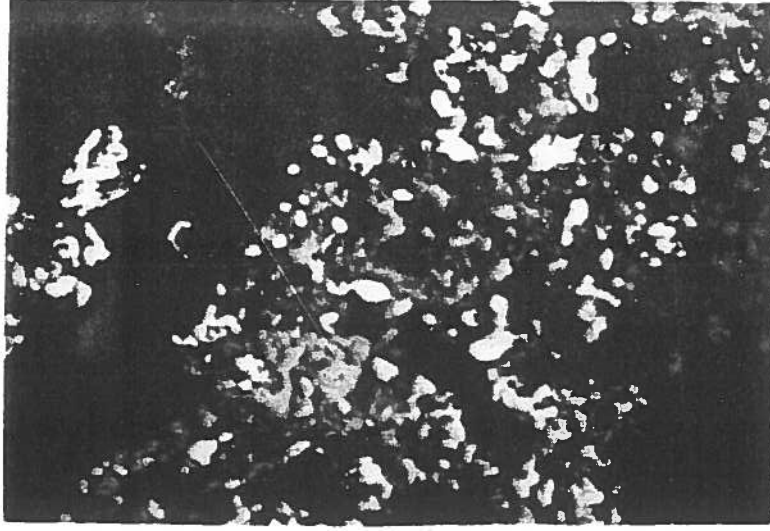
Şekil 12.b. 1150<sup>0</sup>C`de Pişirilmiş ve 15 dk. 600<sup>0</sup>C de Őnsoęutmaya Tabi Tutulmuş Siderit Pelletinin Mikrofotoğrafı (400X).



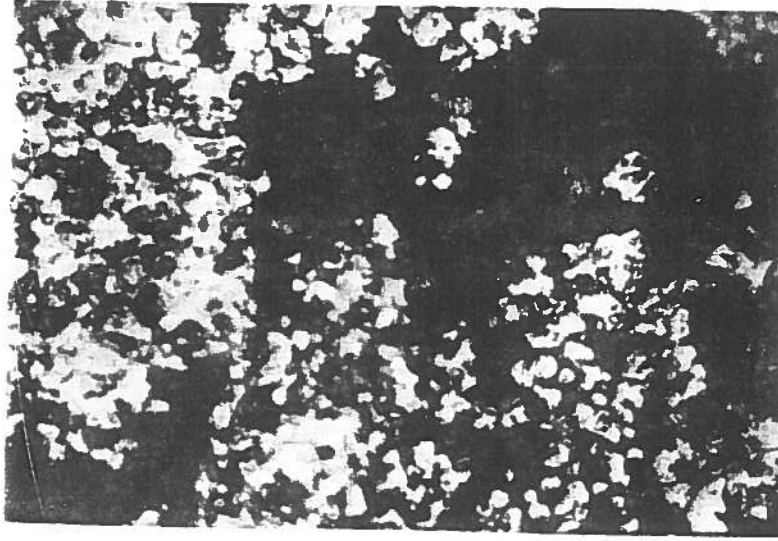
Şekil 12.c. 1200°C`de Pişirilmiş ve 600°C`de 15 dk. Ünsoğutmaya Tabi Tutulmuş Siderit Pelletinin Mikrofotoğrafı (400 X).



Şekil 12.d. 1250°C`de Pişirilmiş ve 600°C`de 15 dk. Ünsoğutmaya Tabi Tutulmuş Siderit Pelletinin Mikrofotoğrafı (400 X).



S  
Şekil 12.e. 1200°C'de Pişirilmiş, Havada Ani Soğutmaya Tabi Tutulmuş Siderit Pelletinin Mikrofotoğrafı (400 X).



İS  
Şekil 12.f. 1250°C'de Pişirilmiş, Havada Ani Soğutmaya Tabi Tutulmuş Siderit Pelletinin Mikrofotoğrafı (400 X).