



Araştırma Makalesi / Research Article

SOĞUKTA SERTLEŞEN KOMPOZİT PELET ÜRETİMİNDE ORGANİK ESASLI MELASIN ETKİSİ

Yunus Emre BENKLİ*, Zeki ÇİZMECİOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya-Metalürji Fak., Metalürji ve Malzeme Müh. Bölümü, Davutpaşa-İSTANBUL

Geliş/Received: 01.09.2008 Kabul/Accepted: 03.11.2008

ÖZET

Bu çalışmada Divriği A Kafa manyetit konsantresi kullanılarak bentonit yerine alternatif bağlayıcı ilavesiyle yüksek dayanıma sahip soğuk bağlı kompozit pelet üretilmesine çalışılmıştır. Bu amaçla manyetit konsantresi ile % 30, 40, 50, 60 oranlarında organik esaslı bir bağlayıcı olan melas ile birlikte % 30 kok ve ilavesi yapılarak üretilen küresel peletlerin yaş ve kurutma sonrası basma dayanımları ölçülmüştür. % 60 melas ilavesi ile birlikte % 30kok katkısı en iyi sonuçları veren bileşim olarak tespit edilmiştir. Bu bileşimin yaş dayanımının 30 düşmeden daha büyük olduğu ve 150 °C de 180 dakika yapılan kurutma işleminden sonra peletlerin basma dayanımlarının ise 360 N/Pelet olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Melas, kompozit pelet, soğukta sertleşen pelet, organik bağlayıcı.

THE EFFECT OF THE ORGANIC BINDER MOLASSES ON THE PRODUCTION OF THE COLD BONDED PELLET

ABSTRACT

In this study, an attempt was made to replace bentonite with an alternative organic binder addition to produce cold-bonded composite pellet having high strength by using magnetite concentrates of Divriği region's "A Hill" cite. In order to achieve this, compression strength of green and dried spherical pellets were measured, produced by magnetite concentrates which were containing 30, 40, 50, 60 % organic binder molasses together with 30 % coke additions. It was found that the best composition in terms of compression strength results among all samples was containing 60 % molasses together with % 30 coke additions. Green strength of this composition was generally bigger than 30 drops and compression strength of same composition was measured as 360N/Pelet after drying process at 150 °C for 180 minutes.

Keywords: Molasses, composite pellet, cold bonded pelet, organic binder.

1. GİRİŞ

Demir ve çeliğin üstün mekanik özellikleri ile vazgeçilmez malzeme oluşunu devam ettirmesinden dolayı demir-çelik sektörü gün geçtikçe gelişimini sürdürmektedir. Mevcut hammadde ve enerji kaynakları sektörün isteklerini karşılayamaz duruma gelmiştir. Günümüzde birçok ülkede demir-çelik üretiminde mevcut hammadde ve enerji kaynaklarının daha olumlu

* Sorumlu Yazar/ Corresponding Author: e-mail/ e-ileti: yebenkli@yildiz.edu.tr, tel: (212) 383 47 00

kullanılması ve üretimin daha ekonomik olması için alternatif yeni teknolojiler üzerinde Ar-Ge çalışmaları sürdürülmektedir. Pik demir üretiminin, alternatif yöntemlerle laboratuvar ölçekte gerçekleştirilmesi ve yüksek fırınsız alternatif pik demir üretiminin sağlanması amacı ile son yıllarda bir çok çalışmalar yapılmış olup bunlardan bir tanesinde yarı ergitme şartlarında demir tanesi elde edilmesi prosesi olan ITmk3 prosesidir. Proseste kullanılan kompozit peletler cevher/konsantre, bağlayıcı, curuf yapıcı ve kömürden oluşmakta, klasik peletlerden farklı olarak pişirilmeden soğukta sertleştirilerek kullanılmaktadırlar. Bu prosesin uygulanması, ülkemizde mevcut potansiyel demir cevheri yataklarımız ve kömür yataklarımız göz önüne alındığında, bu kaynaklarımızın değerlendirilmesi ve katma değeri yüksek bir ürün haline dönüştürülmesi ya da yurtiçi taleplere cevap vermesi açısından oldukça gereklidir [1].

Kompozit pelet terimi genellikle ince demir oksit ve karbonlu madde (kömür, kok, odun kömürü) içeren peletler için kullanılır. Bunlar, oda sıcaklığı veya civarında taşınması için yeterli mukavemet kazandırılmış peletlerdir. Aynı zamanda bu peletler yüksek sıcaklıkta ve redüksiyon sırasında oluşacak gerilmelere karşı dayanabilecek mukavemete sahip olmalıdır [2].

Soğuk bağlı peletler, her ne kadar 1200 °C sıcaklığın üzerindeki sıcaklıklarda sinterlenmiş peletlere göre daha düşük mekanik dayanıma sahip olsalar bile indirgenme davranışları (indirgenebilirlik, şişme oranı) oksitli ortamda pişirilen peletlere oranla daha üstündür. Soğuk bağlı peletlerin mükemmel bir tarzda indirgenebilmeleri onların porozitelerine bağlıdır. Ayrıca organik bağlayıcılardan gelen karbon peletlerin indirgenebilirliklerini hızlandıracaktır. Buna ilaveten soğuk bağlı peletlerden indirgenme ile elde edilen toplam demir içeriği, aynı cevherin bentonit kullanılarak oksijenli ortamda pişirilerek elde edilen peletlerinden her zaman fazladır. Çünkü indirgenme esnasında bentonitin uçucu maddeleri peletin içerisinde kalırken organik bağlayıcıları bünyeden dışarı çıkarmaktadır [3].

Organik bağlayıcıların avantajları, peletlerde silika içermemesi ve yüksek sıcaklıklara çıktığında peletin bünyesinde kalmaması ve yanıp uzaklaşmasıdır [4].

Üretilen peletlerin sinterlenmesi basamağı cevher peletleme aşamasının en fazla enerji gerektiren ve en pahalı aşamasıdır. Bu yüzden çok daha düşük sıcaklıklarda sertleştirme işlemlerinin yapıldığı prosesler geliştirilerek peletleme maliyetinin düşürülmesine çalışılmaktadır. Direkt redüksiyon için hazırlanan peletlerde bentonitin bağlayıcı olarak kullanılması durumunda, peletlerin direkt redüksiyon şartlarının gerçekleştirilmesi için oksidasyon kavurmasına ya da ön ısıtmaya tabi tutulmaları gerekmektedir. Pelet pişirme maliyetinin çok yüksek olması soğukta sertleşen pelet üretiminin geliştirilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır [5]. Bentonite nazaran organik kökenli bağlayıcılar hem ürünü kirletmezler hem de bentonitin, yüksek sıcaklıklarda yapılan işlemler neticesinde, pelete kazandırdığı özellikleri düşük sıcaklıklarda kazandırabilirler. Literatürde şimdiye kadar 30'a yakın organik bağlayıcı denenmiş, birçoğunun bentonite göre daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir [6 - 9].

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Kullanılan Hammaddeler

Bu çalışmada; ITmk3 prosesinin ana girdisi olan kompozit peletlerin, pişirilmeden sertleşebilmeleri için bağlayıcı olarak, şeker pancarı atığı olan melas kullanılmış olup melasın soğukta sertleşen pelet üretimine etkisi araştırılmıştır.

Deneylerde Kullanılan Manyetit Konsantresinin ve kok kömürünün Erdemir Ereğli Demir Çelik T.A.Ş.'de kimyasal analizleri yapılmıştır. Çizelge 1'de deneylerde kullanılan Divriği A Kafa manyetit konsantresinin, Çizelge 2'de ise kokun kimyasal analizi verilmiştir.

Çizelge 1. Deneylerde Kullanılan Manyetit Konsantresinin (pelet keki) Kimyasal Analizi.

| Element/ Bileşik | % | Element/ Bileşik | % |
|--------------------------------|-------|-------------------|------|
| Fe | 68,50 | Na ₂ O | 0,04 |
| SiO ₂ | 2,20 | K ₂ O | 0,06 |
| CaO | 0,60 | Pb | 0,01 |
| MgO | 0,58 | Cu | 0,02 |
| Al ₂ O ₃ | 0,75 | Zn | 0,01 |
| Mn | 0,10 | Ni | 0,20 |
| S | 0,4 | | |

Çizelge 2. Deneylerde Kullanılan Kok' un Kimyasal Analizi

| Element/ Bileşik | % | Element/ Bileşik | % |
|--------------------------------|-------|------------------|--------|
| C | 88,17 | CaO | 0,005 |
| Nem | 3,52 | MgO | 0,0018 |
| SiO ₂ | 4,35 | S | 1,05 |
| Al ₂ O ₃ | 3,59 | Fe | 0,005 |

2.2. Deney Prosedürü

Numune üretimi için önce manyetit konsantresi ve %30 kok içeren karışım bağlayıcı ilave edilmeksizin, Waring marka karıştırıcı içine konularak yaklaşık 20 dakika kadar karıştırılıp, topaklaşmaların oluşması önlenerek iyice harmanlanması sağlandı. Hazırlanan karışımın %10'luk bir kısmı ile önce laboratuvar ölçekli, yatayla 45°'lik açı yapan, kendi eksenini etrafında 35 devir/dakika hızla dönen Multipex Marka Küresel Pelet tamburunda çekirdekler oluşturuldu. Oluşan bu çekirdeklerin üstüne kalan malzeme Apex marka titreşimli besleyici ile beslenerek daha büyük çapta pelet oluşumu sağlandı. Bağlayıcı olarak kullanılan melas çok yüksek vizkoziteye sahip olduğu için %30, %40, %50 ve %60 oranlarında su içerisinde çözelti haline getirilip püskürtme yöntemi ile beslemesi yapıldı. Peletler 12-14 mm boyutuna ulaşınca tamburdan periyodik olarak alındı ve test için ayrıldı. Bu işlem toplam pelet miktarı 1-2 kg. oluncaya kadar devam ettirildi.

Pelet üretimi aşamasında ilave edilen suyun pelet içindeki taneciklerin bağlanma mekanizmalarına etkisi büyüktür. Pelet özellikleri, peletlenen partiküllerin fiziksel karakteristiklerine, sıvı fazın yüzey gerilimine ve vizkositesine ve bağlayıcının bağ kuvvetine bağlıdır [10]. Aşırı miktarda su her bir peletin birbirine yapışmasına sebep olacak ve pelet makinesinden uzaklaştırılması zorlaşacaktır.

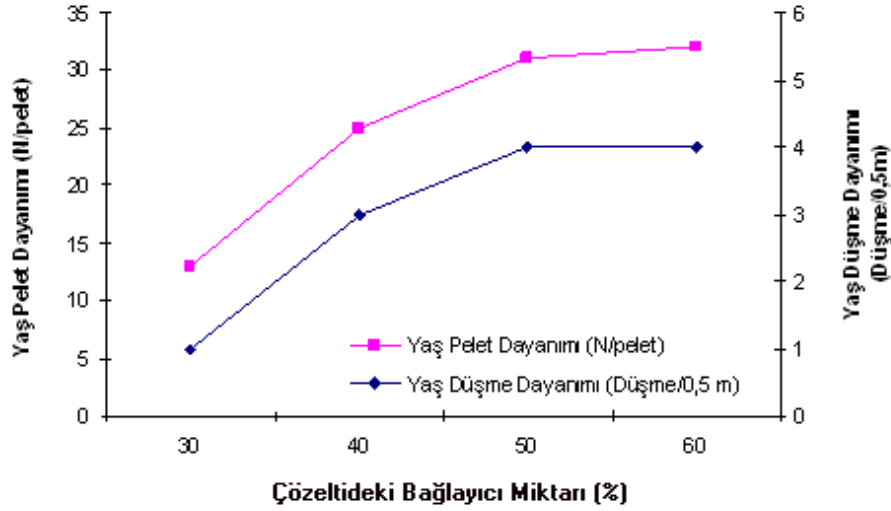
Soğuk bağlı peletlerin hazırlanmasında organik bağlayıcı içeren yaş peletlerin sertleştirilerek, kurutma işlemleri 250 °C ye kadar çıkabilen programlanabilir Ecocell marka etüvde yapılmıştır.

Peletler üzerinde yaş çarpma ve kuru basma testleri yapılmış olup, verilerin doğruluğu açısından üretilen ham peletlerin tüm testleri en az 20 pelet üzerinde yapılmıştır. Şekillendirilen peletlerin yaş düşme dayanımları 50 cm'den, kuru düşme dayanımları ise 100 cm'den çelik bir yüzey üzerine düşürülerek kırıldığı ana kadar tekrarlanmıştır. Farklı sıcaklıklarda kurutulan

peletlerin kuru basma dayanımları Mohr Bfederhoff AG Marka Üniversal Tip Hidrolik Çekme Makinesinde iki çelik plaka arasına konulan peletin kırılıncaya kadar yük uygulanması şeklinde yapılmıştır.

2.3. Deney Sonuçları

Şeker fabrikaları atığı olan melasın soğukta sertleşen pelet üretiminde etkisinin araştırılması amacı ile yapılan deneylerde %30, %40, %50 ve %60'lık melas çözeltileri hazırlanarak pelet keki ve % 30'luk kok karışımının üzerine sıvı halde besleme yapılmıştır. Elde edilen küresel peletlerin yağ düşme ve mukavemet testleri yapılarak 100, 150, 200 ve 250°C sıcaklıkta etüvde 1, 2, 3 ve 4 saat bekleme sürelerinde kurutulmuştur. Peletlerin yağ düşme ve mukavemet testleri Şekil 1'de, kurutulmuş peletlerin mukavemet sonuçları ise Şekil 2 ve Şekil 12 arasında gösterilmiştir.



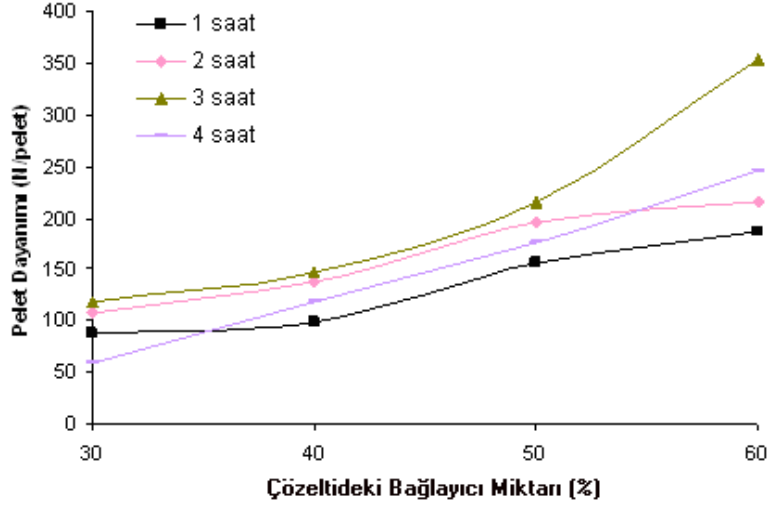
Şekil 2. Bağlayıcı olarak kullanılan melas ile üretilmiş yağ peletin farklı dozajlardaki mukavemet ve düşme dayanım eğrisi

Şekil 2'de görüldüğü üzere yağ peletlerin dayanımları bağlayıcı miktarı arttıkça artma eğilimindeyken %50 ve %60 melas çözeltisi ilavesinden sonra dayanımda fazla bir artış görülmektedir. %60 melas çözeltisinde ise 30 N/ pelet dayanımına ulaşılmaktadır. Aynı şekilde düşme sayıları da %50 ve %60 melas çözeltisi ilavelerinde 4 düşme/0.5m seviyesinde sabit bir değere ulaşılmaktadır.

Şekil 3'de ise değişik miktarlarda melas çözeltisi ilave edilerek yapılan peletlerin, 150°C sıcaklıkta 1, 2, 3 ve 4 saat kurutulması ile elde edilen dayanımları görülmektedir.

Her bir bağlayıcı miktarı için 150°C sıcaklıkta kurutma süresinin artışı pelet dayanımını da artırmaktadır. 3 saatten daha uzun kurutma sürelerinde ise pelet dayanımı azalmaktadır.

Örnek olarak %60 melas çözeltisi katkılı peletin 1 saat kurutma süresi sonunda dayanımı 190 N/pelet iken 4 saat kurutma süresi sonunda 360 N/pelet değerine çıkmış, 4 saat kuruma süresinin sonunda ise dayanımı 250 N/pelet olarak düşmüştür.

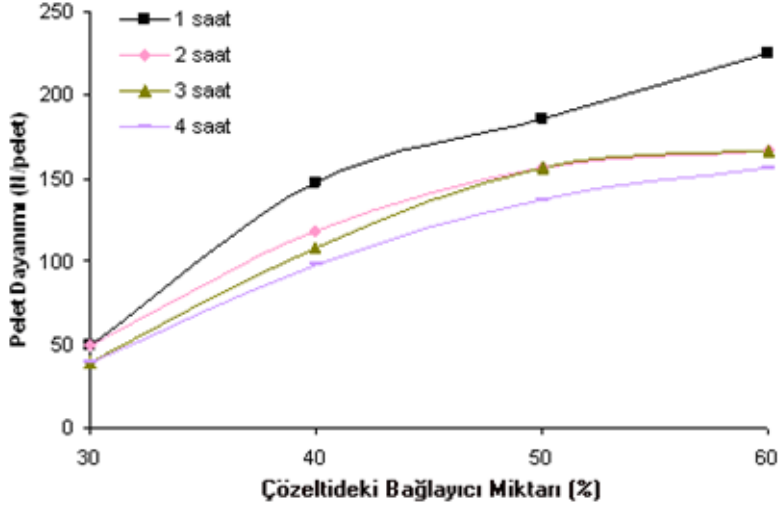


Şekil 3. Değişik miktarlarda melas çözeltisi katkı peletlerin, 150°C sıcaklıkta 1, 2, 3 ve 4 saat kurutma sürelerindeki dayanımları.

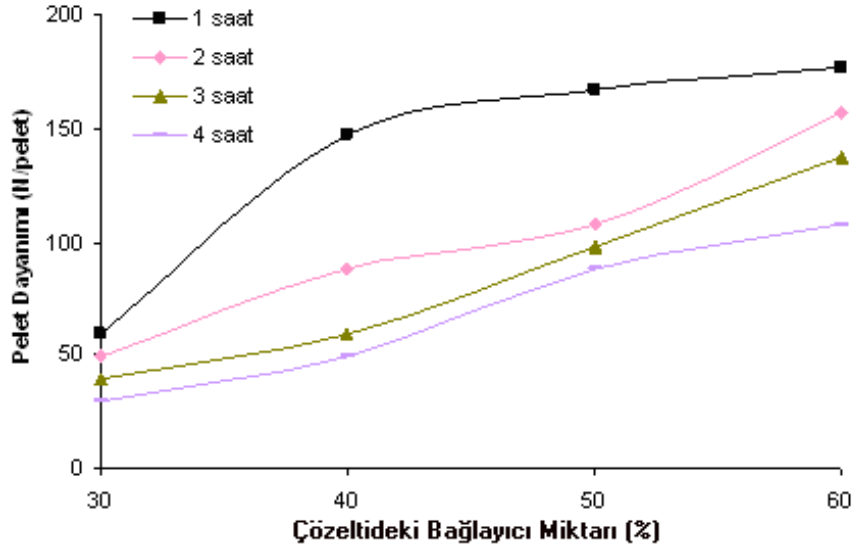
Şekil 4 ve Şekil 5'de değişik miktarlarda melas çözeltisi ilave edilerek yapılan peletlerin, 200 ve 250°C sıcaklıklarda 1, 2, 3 ve 4 saat kurutulması ile elde edilen dayanımları görülmektedir.

200 ve 250°C sıcaklıklarda 1 saat kurutma süresinde her bir bağlayıcı miktarı için en yüksek pelet dayanımları elde edilmektedir. Kurutuma süresinin artırılması ise dayanımlarda azalmaya sebep olmaktadır.

Örnek olarak %60 melas çözeltisi katkı peletin 1 saat kurutma süresi sonunda dayanımı 230 N/pelet iken 2 saat kurutma süresi sonunda 170 N/pelet'e düşmüştür.



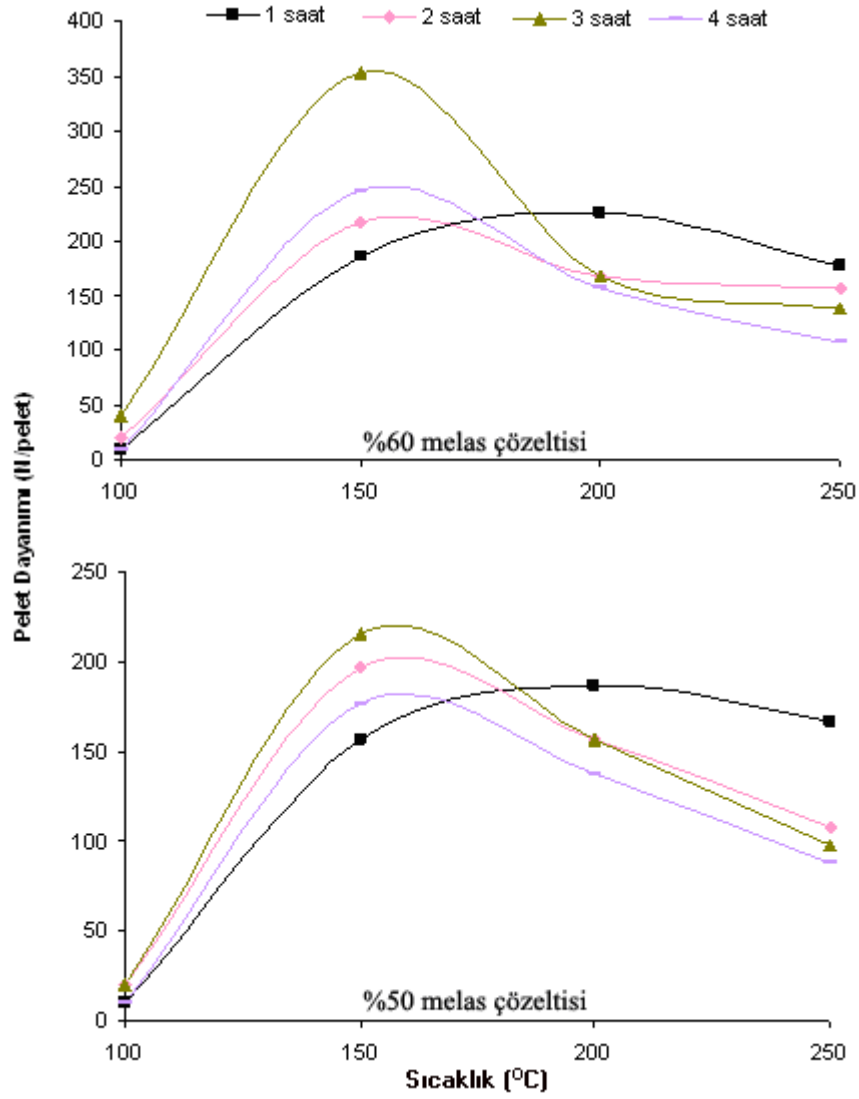
Şekil 4. Değişik miktarlarda melas çözeltisi katkı peletlerin, 200°C sıcaklıkta 1, 2, 3 ve 4 saat kurutma sürelerindeki dayanımları.



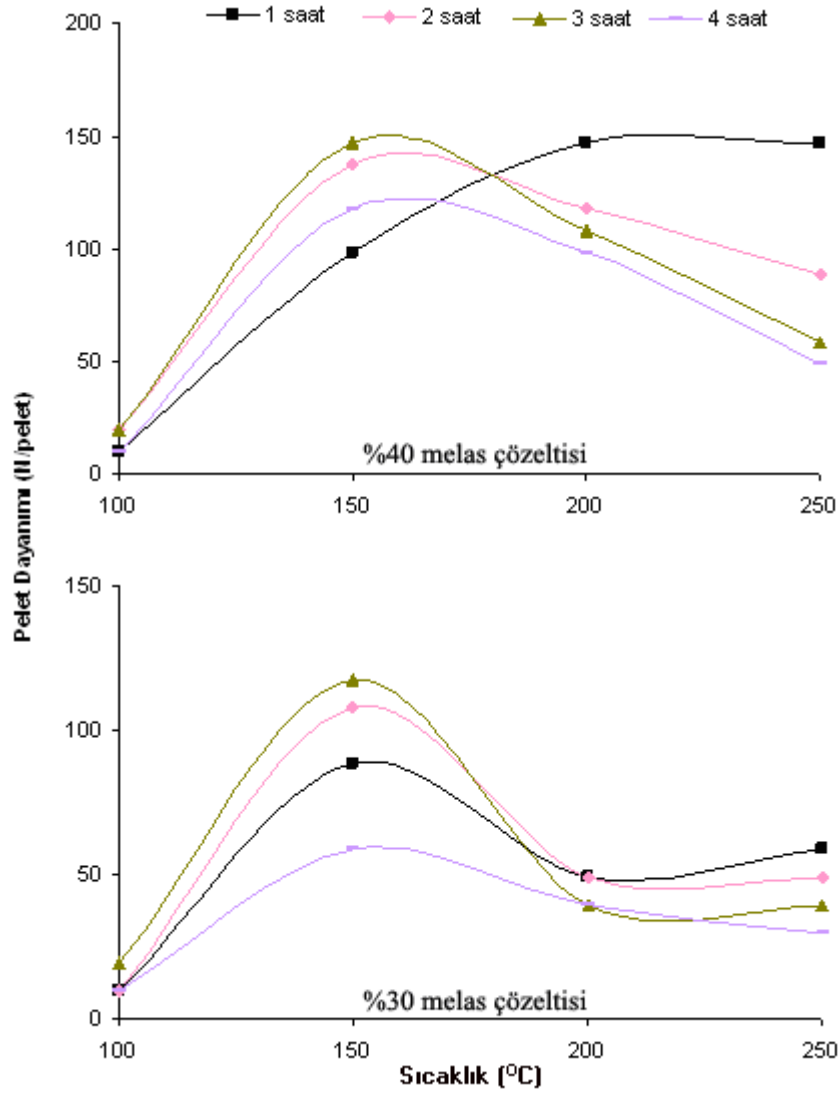
Şekil 5. Değişik miktarlarda melas çözeltisi katkı peletlerin, 250°C sıcaklıkta 1, 2, 3 ve 4 saat kurutma sürelerindeki dayanımları.

Farklı sıcaklıklarda kurutma süresinin pelet dayanımı ile ilişkisi incelendiği zaman 150°C'de 3 saate kadar dayanım artmakta 3 saatten sonra düşüş görülmektedir. 200 ve 250°C'de ise 1 saat kurutma süresinden sonra pelet dayanımı azalmaktadır.

Şekil 6 görüldüğü gibi %60 ve %50 melas çözeltisi ilaveli peletlerin dayanımları 1, 2 ve 3 saat kurutma sürelerinde 150°C'de en iyi seviyelere ulaşmakta sıcaklıktaki daha fazla artış ise dayanımı düşürmektedir. 1 saat kurutma süresinde ise pelet dayanımı 200°C'den sonra azalmaktadır. 150°C'de 1 saat kurutma süresi sonunda pelet dayanımı %60 melas çözeltisi için 190 N/pelet değeri ile düşük seviyede kalmışken 200°C'de 1 saat kurutma süresi sonunda dayanım 230 N/pelet ile kabul edilebilir değerlere ulaşmaktadır. %40 ve %30 melas çözeltileri için de aynı karakteristik özellik gözükmemekte ancak pelet dayanımı açısından yeterli değerler elde edilememektedir (Şekil 7).



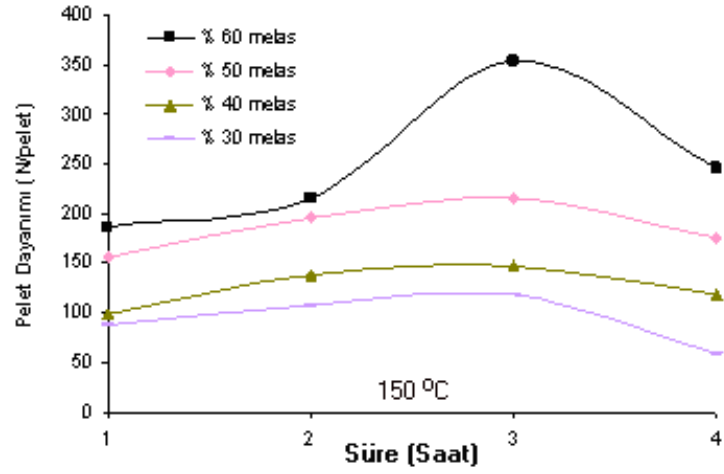
Şekil 6. Farklı sıcaklıklarda %60 ve %50 melas çözeltisi katkı peletlerin, 1, 2, 3 ve 4 saat kurutma sürelerindeki dayanımları.



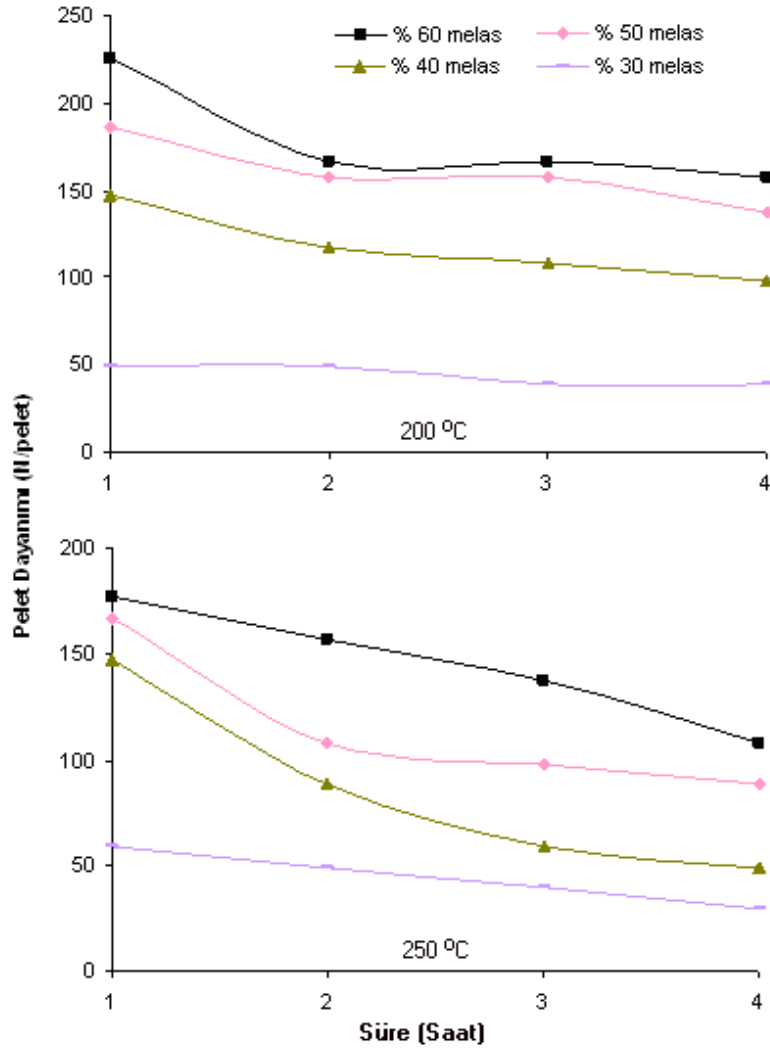
Şekil 7. Farklı sıcaklıklarda %40 ve %30 melas çözeltisi katkı peletlerin, 1, 2, 3 ve 4 saat kurutma sürelerindeki dayanımları.

Farklı dozajlardaki melas çözeltisi ilaveli peletler için değişik sıcaklıklarda kurutma süresindeki artışın pelet dayanımında azalmaya sebep oluşu ve bağlayıcı miktarındaki artışın pelet dayanımını artırması aşağıdaki grafiklerden daha iyi görülebilmektedir.

150°C'de 3 saat kurutma süresine kadar pelet dayanımı artarken 3 saatten daha uzun kurutma sürelerinde düşüş gözlemlenmektedir (Şekil 8). 200 ve 250°C'de ise 1 saatten sonra pelet dayanımları düşmektedir (Şekil 9).

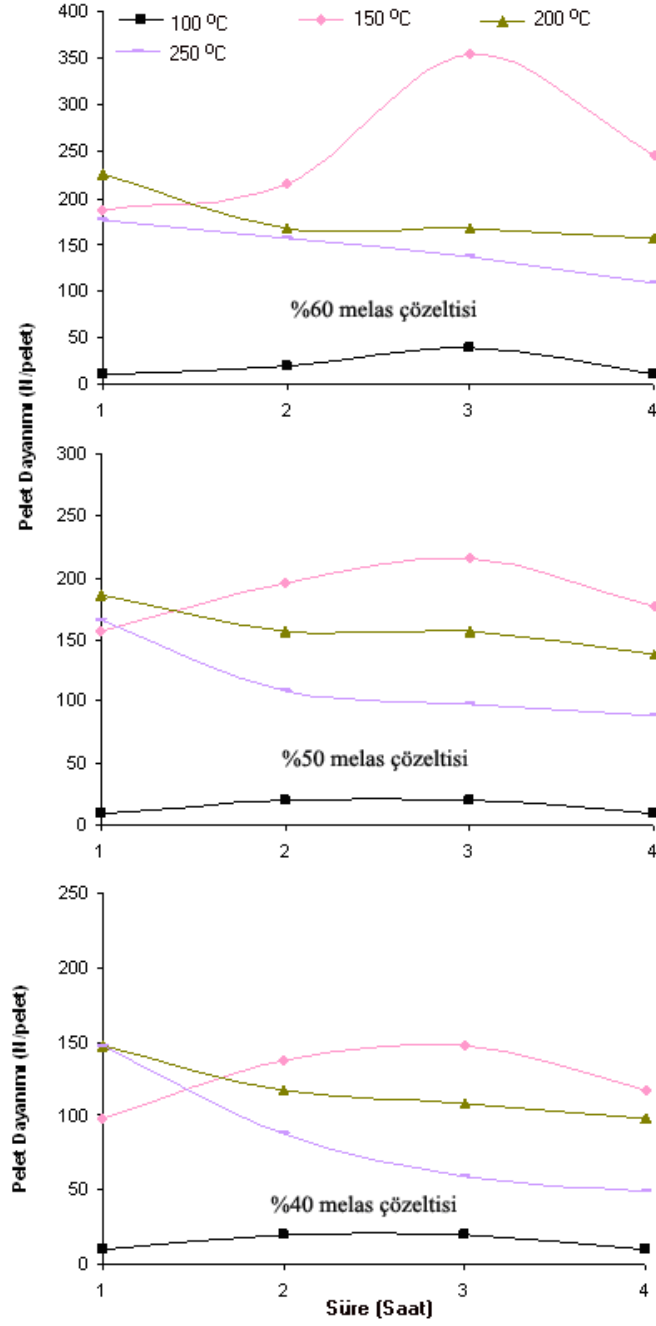


Şekil 8. Farklı kurutma sürelerinde 150°C sıcaklıkta, %30, %40, %50 ve %60 melas çözeltisi ilavelerinde pelet dayanımları.



Şekil 9. Farklı kurutma sürelerinde 200 ve 250°C sıcaklıklarda, %30, %40, %50 ve %60 melas çözeltisi ilavelerinde pelet dayanımları.

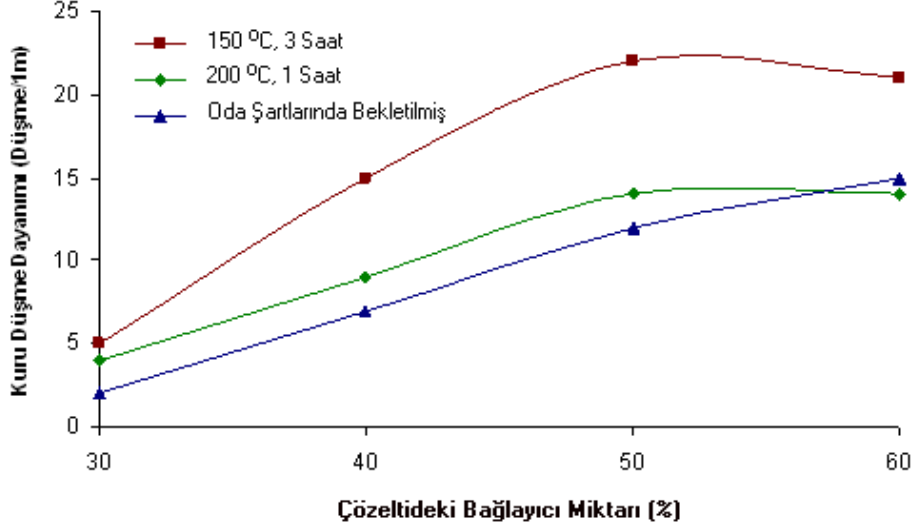
%60, %50, ve %40 melas çözeltisi ilaveli peletlerin 100, 150, 200 ve 250 °C sıcaklıkta 1, 2, 3, ve 4 saat bekletilmesi ile pelet dayanımlarındaki değişim ise Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Farklı kurutma sürelerinde %60, %50 ve %40 melas çözeltisi için 100, 150, 200 ve 250°C sıcaklıklarında pelet dayanımları.

Grafiklerden de anlaşıldığı üzere melas çözeltisi ilavesi ile yapılan peletlerin sertleşebilmeleri için kurutma işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Kurutma işlemleri sonunda en iyi dayanım %60 melas çözeltisi ilaveli peletlerin 150°C'de 3 saat kurutulması ile 360 N/pelet olarak elde edilmiştir. Ancak bu sıcaklıkta kurutma sürenin uzun olmasından dolayı peletlerin 200°C'de 1 saat kurutulması ile de Itmk3 prosesi için yeterli sayılabilecek 230 N/pelet'lik bir dayanım elde edilebilmektedir.

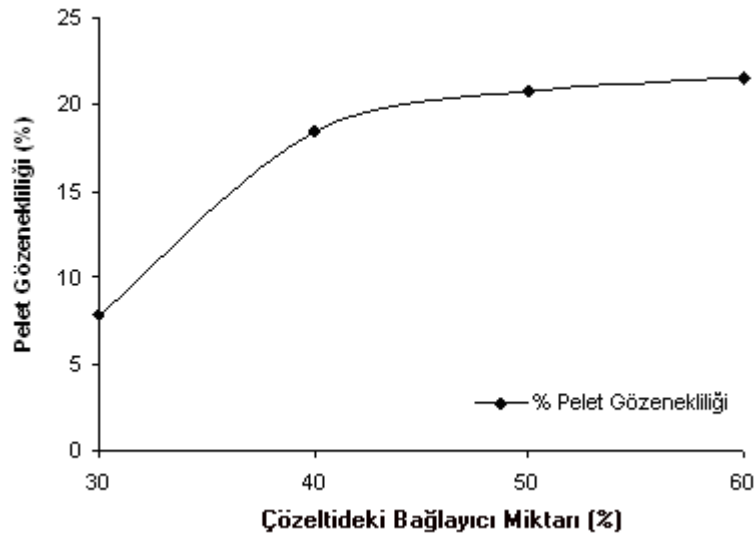
Peletlerin fiziksel özelliklerinden biri olan kuru düşme dayanımları ise en iyi pelet mukavemet değerlerinin elde edildiği 150°C'de 3 saat ve 200°C'de 1 saat kurutma sürelerinde ve ayrıca 2 gün havada bekletilmiş peletlerde ölçülmüş sonuçlar Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 11. Farklı sıcaklıklarda ve farklı kurutma sürelerinde, melas çözeltisi ile üretilmiş kuru peletlerin kuru düşme dayanımı.

Şekil 11'de görüldüğü gibi 150°C'de 3 saat kurutulmuş peletlerin kuru düşme dayanımları %50 ve %60 melas çözeltisi ilaveli peletlerde 20 düşme/1m seviyesi ile en üst değerlere ulaşırken %60 melas çözeltisi ilaveli peletlerin 200°C'de 1 saat ve 2 gün havada kurutulmuş kuru düşme dayanımlarının birbirine yakın değerlerde olduğu gözlemlenmiştir.

150°C'de 3 saat kurutulmuş peletlerin bağlayıcı miktarına göre gözeneklilik değerleri Şekil 12'de, % su emme, hacim, yoğunluk, özgül ağırlık ve % porozite değerleri ise Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 12. 150°C'de 3 saat kurutulmuş peletin farklı bağlayıcı miktarlarındaki gözenekliliği.

Çizelge 1. Bağlayıcı olarak melas ilavesi ile üretilmiş 150°C'de 3 saat kurutulmuş peletlerin farklı dozajlardaki % gözeneklilik değerleri

| | | | |
|----------------|----------|----------------|----------|
| % 60 Melas | | % 50 Melas | |
| % Gözeneklilik | 21,62889 | % Gözeneklilik | 18,35443 |
| % 40 Melas | | % 30 Melas | |
| % Gözeneklilik | 19,18605 | % Gözeneklilik | 7,801418 |

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Şeker fabrikaları atığı olan melasın soğukta sertleşen pelet üretiminde etkisinin araştırılması amacı ile yapılan deneylerde elde edilen peletlerin farklı kurutma sürelerinde kurutma işlemine tabi tutularak kuru ve yaş pelet mukavemetleri, kuru ve yaş düşme dayanımları, gözeneklilikleri gibi bazı pelet özellikleri test edilmiştir. yaş peletlerin dayanımları bağlayıcı miktarı arttıkça artma eğilimindeyken melas çözeltisinin %60'dan fazla miktarlarda kullanımı melasın aşırı viskozitesi dolayısı ile teknik olarak mümkün olmamıştır.

Her bir bağlayıcı miktarı için 150°C sıcaklıkta kurutma süresinin artışı pelet dayanımını da artırmaktadır. 3 saatten daha uzun kurutma sürelerinde ise pelet dayanımı azalmaktadır.

200 ve 250°C sıcaklıklarda 1 saat kurutma süresinde farklı oranlarda kullanılan melas çözeltisinde her bir bağlayıcı miktarı için en yüksek pelet dayanımları elde edilmektedir. Kutuma süresinin artırılması ise dayanımlarda azalmaya sebep olmaktadır. Bu durum 200-250°C arasında organik yapının bozulmasından ve bağ yapısının değişmesinden kaynaklandığı düşüncesini akla getirmektedir.

Farklı sıcaklıklarda kurutma süresinin pelet dayanımı ile ilişkisi incelendiği zaman 150°C'de 3 saate kadar dayanım artmakta 3 saatten sonra düşüş görülmektedir. 200 ve 250°C'de ise 1 saat kurutma süresinden sonra pelet dayanımı azalmaktadır.

%60 ve %50 melas çözeltisi ilaveli peletlerin dayanımları 1, 2 ve 3 saat kurutma sürelerinde 150°C'de en iyi seviyelere ulaşmakta sıcaklıktaki daha fazla artış ise dayanımı düşürmektedir. 1 saat kurutma süresinde ise pelet dayanımı 200°C'den sonra azalmaktadır. %40 ve %30 melas çözeltileri için de aynı karakteristik özellik gözükmemekte ancak pelet dayanımı açısından yeterli değerler elde edilememektedir.

Farklı dozajlardaki melas çözeltisi ilaveli peletler için değişik sıcaklıklarda kurutma süresindeki artış pelet dayanımında azalmaya sebep olmakta ve bağlayıcı miktarındaki artış pelet dayanımını artırmaktadır. Bunun sebebi organik bağlayıcıların demir yüzeyine kimyasal olarak bağlanmasıdır. Bu yüzden bağlayıcı miktarı arttıkça yüzeyle bağlayıcı arasındaki reaksiyon bölgesi artar ve daha yüksek pelet dayanımı sağlanır [11].

150°C'de 3 saat kurutma süresine kadar pelet dayanımı artarken 3 saatten daha uzun kurutma sürelerinde düşüş gözlemlenmektedir 200 ve 250°C'de ise 1 saatten sonra pelet dayanımları düşmektedir.

Kurutma işlemleri sonunda en iyi dayanım %60 melas çözeltisi ilaveli peletlerin 150°C'de 3saat kurutulması ile 360 newton olarak elde edilmiştir. Bu değer de ITmk3 prosesi için yeterli sayılabilecek 300 newton'luk bir dayanımdan daha yüksek bir dayanımdır [12,13].

Melas bağlayıcı olarak su çözündürülerek kullanılmak zorundadır. Düşük konsantrasyonlarda (%30-%40) melas kullanımı sonucu 150 N/pelet gibi çok düşük dayanımlar elde edilmiştir. Yüksek konsantrasyonlarda ise (%60) 360 N/pelet değerlerine varan dayanımlar elde edilmekte ancak pelet üretim şartlarındaki güçlükler dolayısı ile kullanımında zorluklar yaşanmaktadır. Yüksek vizkoziteden dolayı püskürtme esnasında sürekli tıkanmalar olmakla birlikte yüksek konsantrasyonlarda peletlerde şekil bozuklukları oluşabilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Çizmecioğlu, Z., Artır, R., Benkli, Y., E., (2005), "Erdemir Maden Tesisi'nde Pişirilerek Üretilen Pelet Özelliklerinin Ve Alternatif Olarak Soğukta Sertleşen Betonite Pelet Üretim Teknolojisinin Geliştirilmesi", Erdemir Maden tarafından YTÜ'ye hazırlatılan proje, İstanbul.
- [2] Ghosh, A., Mungolge, M., Gupta, N., ve Tiwari, S., (1999), "A Preliminary Study of Influence of Atmosphere on Reduction Behavior of Iron Ore-Coal Composite Pellets", ISIJ International, Vol. 39. No. 8, pp, 829-831.
- [3] Guanzhou Q., Tao J.,¹⁾ Zhucheng H., Deqing Z. and Xiaohui F. (2002), "Characterization of Preparing Cold Bonded Pellets for Direct Reduction Using an Organic Binder" ISIJ International, Vol. 43 (2003), No. 1, pp. 20-25.
- [4] Kafkas, Ş. Ş.,(2003), "Anilin ve 2,4,6-Triklorfenolun Değişik Adsorblayıcılara Adsorpsiyonunun İncelenmesi" Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı.
- [5] Qiu, G., Jiang, T., Huang, Z., Zhu, D., ve Fan, X., (2003), "Characterization of Preparing Cold Bonded Pellets for Direct Reduction Using an Organic Binder", ISIJ International, Vol. 43 No. 1, pp. 20-25.
- [6] Eisele T. C. And Kawatra S. K. (2003), "A Review of Binders in Iron Ore Pelletization", Mineral Processing & Extractive Metall. Rev., 24: 1-90, 2003.
- [7] Kawatra S. K, Eisele T. C, Ripke S. J., vd. (1999), "High-Carbon Fly-Ash as a Binder for Iron Ore Pellets", U.S. Department of Energy Federal Energy Technology Center Contractor Reports Receipt Coordinator, M/S F07 3610 Collins Ferry Road P.O. Box 880 Morgantown, WV 26507-0880.

- [8] Jayson S. R. and Kawatra S. K., (2002), "A Novel Application of High-Carbon Fly- Ash as an Industrial Binder" For Presentation at the 2002 Conference on Unburned Carbon in Utility Fly ash, Pittsburgh, PA.
- [9] Dutta K. D., Bordoloi D., ve Borthakur P.C., (1997), " Investigation on Reduction of Cement Binder in Cold Bonded Pelletization of Iron Ores Fines", International Journal of Mineral Processing, 49 (1997) 97-105.
- [10] Boyrazlı, M.,(2008), "Demir Cevheri İçerisindeki Safsızlıkların Olumsuz Etkilerinin Giderilme Yollarının Araştırılması" Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [11] Benkli, Y. E., Boyrazlı, M., Artır, R., Avdallar, V., Çizmeciöđlu, Z., (2008), "Organik Esaslı Bağlayıcı İle Soğukta Sertleşen Kompozit Pelet Üretiminin Araştırılması", 14. Metalurij ve Malzeme Kongresi, Ekim 2008, İstanbul.
- [12] Mourao, M., ve Takano, C., (2003), "Self-Reducing Pellets for Ironmaking Mechanical Behavior", Mineral Processing & Extractive Metall. Rev., 24: 233-252.
- [13] Agrawal, B., B., Prasad, K., K., Sarkar, S., B., ve Ray, H.S., (2000), "Cold Bonded Ore–Coal Composite Pellets For Sponge Ironmaking Part 1 Laboratory Scale Development" Ironmaking and Steelmaking, Volume 27, Number 6, December 2000, pp. 421-425(5).