

Yaylalı GÜNAY - Seyfi DEĞİRMENÇİ - Bülent ŞİRİN - Nusret AKARLAR  
Döktaş Dökümcülük Tic. ve San.A.Ş. Orhangazi / TÜRKİYE

### ÖZET

Bu çalışmada; döküm sektöründe kullanılan hammaddelerin başında gelen bentonitin, sahip olması gereken fiziksel özellikleri ortaya konmuş ve ülkemizdeki bentonit yatakları bu açıdan incelenmiştir. Türkiye'deki bentonitlerin karşılaştırmalı özellikleri verilmiştir.

Bentonitin, dökümde istenen özelliklerinin artırılması amacıyla yapılan, aktivasyon çalışmalarına örnekler verilerek, laboratuvar bazında ve uygulamada gerçekleştirilen işlemler ve bunların çıktıları ortaya konmuştur.

Son zamanlarda tartışmalara konu olan ithal bentonitlerin döküm özellikleri yerli bentonitler ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş ve fiili olarak üretimdeki özgül tüketim ve döküm özellikleri karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Bentonit, Soda aktivasyonu, Milos Bentoniti, Askana Bentoniti.

### ABSTRACT

In this paper, the requirements of foundry industry from bentonites is defined. Physical properties of bentonites explained in detail by mining area basis. A full comparison table of all bentonite mining areas is given.

The activation activities for improving properties of bentonites are explained, sample studies are outlined. The basic activation process and its output as properties of bentonite is summarized.

Analysis of Turkish and imported bentonites is done. Cost comparison table is prepared by using consumption of bentonites and advantages observed on castings.

Imported bentonite sources like Milos, Geko's and Askana are investigated from bentonite quality point of view.

**Keywords:** Bentonite, Soda Activation, Milos Bentonite, Askana Bentonite.

### 1-) GİRİŞ

Montmorillonit mineralinin bakımından olduğu bentonitler, içinde yoğun miktarda camsı gereç bulunan volkanik kül, tuf ve lavların (bazik ve ultrabazik kayaların) magnezyumlu suların etkisi ile kimyasal ayrışım sonucu oluşurlar. Ticari anlamda ise gelişmiş sıvı emici ve kolloidal özelliği olan her kile bentonit denir. TS 5360 (Nisan 1996)'a göre ise; bentonit; volkanik tuf ve küllerin bozuşması sonucunda meydana gelen içerisinde bol miktarda montmorillonit  $(\text{Na})_{0.7}(\text{Al}_{3.3}\text{Mg}_{0.7})\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4.n\text{H}_2\text{O}$  bulunan, yoğunluğu  $2.2-2.7 \text{ gr/cm}^3$  olan, su emerek şişme özelliği gös-teren ve yüksek plastisiteye sahip olan doğal bir kildir.

Bentonit sözcüğü ilk defa 1898 yılında Knight tarafından, A.B.D.'nde Wyoming'de Fort Benton yakınındaki Kretase yaşlı yüksek kolloidal özellikli plastik killer için kullanılmıştır.

Oluşum mekanizmaları bakımından bentonitleri;

a-) Volkanik oluşumlu bentonit yatakları,

b-) Sedimenter oluşumlu bentonit yatakları ve

c-) Hidrotermal oluşumlu bentonit yatakları olarak sınıflandırılabiliriz.

Bentonit kristal yapısı itibariyle, yapraksı ve katlı bir yapıdadır. Bu katlar, altıgen şekilde dizilmiş oktaeder ve tetraeder katlardır. Tetraederlerin merkezinde Silis, oktaederlerin merkezinde ise Al, Mg, Na Ca, Fe, Li vb gibi katyonlar bulunur. Altı oktaeder boşluğunun tamamı dolu ise Trioktaedrik, dördü dolu ise Dioktaedrik(Kil) bentonit adını alır.

Bentonitin Tikotropi özelliği, su ile temas geçtiğinde jel, çalkalandığında sıvı hale gelebilme özelliğidir. Bentonite bu özelliği veren ana mineral Montmorillonittir. Montmorillonitin bileşimi; hem kafes yapısındaki ve hem de değişebilir iyonların bünyesindeki farklılıklardan dolayı birinden diğerine değişiklik gösterir. Bu nedenle bentonitin yapısına bakıldığında, bentonitin esas olarak iki adet silis ve oksijen yapırağı arasında bir oktahedral sulu arjilibrusit( $\text{Mg}(\text{OH})^2$ ) yapırağından oluştuğu görülür.

Montmorillonit yapısının en büyük özelliği birim tabakalar arasına girebilen kafes yapısında, o yönde genişlemeye neden olan su ve bazı organik maddeler gibi poler moleküller olmasıdır.

Çok değişik renklerde gözlenebilen bentonitin iyon(katyon) değiştirme kapasitesi oldukça yüksektir. Genellikle çevresel bağların kopma doygunluğuna atfedilen montmorillonitteki çevresel katyonlar, toplam

kasyon değişim kapasitesinin ancak %20'si kadardır. Bununla beraber oktahedral yapraktaki Al +3 ve Mg +2 gibi daha düşük değerli iyonlarla tetrahedral yapraktaki Si + 4 ile Al+3'ün birbirlerini ornatmaları, değişim kapasitesinin % 80'inden sorumlu olan dengesiz yüklenmeler oluşturur. Oktaeder dizilimindeki hidroksitlerin hidrojeni, kırık bağlar nedeniyle ortamdaki ornatma gücü(başka bir iyonla yer değiştirebilme) yüksek Na, K, Ca, Mg ve NH<sub>4</sub> gibi iyonlar tarafından ornatılır. Değişebilen kasyonlardaki ornatma gücü sırası azdan çoğa doğru Na, K, Ca, Mg ve NH<sub>4</sub> şeklindedir. Bir kilin değişebilir kationunun cinsi pH'ıyla ilgilidir. Örneğin pH'sı 9 olan bir kilin değişebilen kasyonu Na, pH'sı 7.5 olanın Ca, pH'sı 7'den az olanın ise H'dir.

Bentonitleri sülfürik asite karşı gösterdikleri reaksiyona göre;

a-) Alkali Bentonitler (Asit ile kolayca yer değiştiren bazlar içeren bentonitler),

b-) Alkali Yarı Bentonitler (Asit ile kolayca yer değiştiren bazlar içerir ancak bu durumda özelliklerini kaybederler),

c-) Toprak Alkali Bentonitler (Kolayca yer değiştiren toprak alkali bazına sahiptirler),

d-) Toprak Alkali Yarı Bentonitler (Kolayca yer değiştiren toprak alkali bazına sahiptir. Asitle muamele edildiğinde alkali bentonit özelliğini kaybeder) ve

e-) Aktifleştirilmiş Bentonit olmak

üzere de gruplandırabiliriz.

Yine Bentonitler değişebilen kationuna göre de;

a-) Na- Bentoniti,

b-) Ca- Bentoniti,

c-) Li- Bentoniti ve

d-) Nötr Bentonit olmak üzere 4 gruba ayrılabilirler. Bentonitlerin kimyasal bileşimleri hangi tip bentonit oldukları konusunda kesin bir bilgi vermezlerse de tahmin yürütmede yardımcı olabilir. Bentonit gruplarına ait kimyasal bileşimler Tablo 1.'de verilmektedir.

**Tablo 1. Bentonit Gruplarına Ait Kimyasal Bileşimler.**

Bileşen (%)	Na Bentoniti	Ca Bentoniti	Ara tip Bentoniti
SiO <sub>2</sub>	64	59	62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21	19.7	15.9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.5	5.9	3.0
MgO	2.3	5.5	2.6
CaO	0.5	1.7	4.5
Na <sub>2</sub> O	2.6	0.2	2.0
K <sub>2</sub> O	0.4	0.2	1.0

Burada Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O/CaO+MgO değeri 1 ve 1'den büyük olanlar Na; 1'den küçük ve 1/3'e kadar olanlar ara tip; 1/3'ten küçük olanlar ise Ca bentonit olarak kabul edilir.

## 2-)BENTONİTLERİN KULLANIM ALANLARI

Tablo 2.'de bentonitlerin kullanım alanları ve dağılımları verilmiştir.

**Tablo 2. Bentonitlerin Kullanım Alanları ve %'leri.**

KULLANIM ALANI	KULLANIM % 'si
Kağıt Sanayii	16.18
Döküm	5.88
Zirai İlaç	8.82
Deterjan	18.66
Flotasyon	5.15
İnşaat Sanayii	4.78
Yağ Endüstrisi	6.25
Lastik Sanayii	5.51
Boya	5.88
İlaç	4.81
Yangın Söndürücüleri	3.68
Sondaj,dolgu	7.35
Seramik Sanayii	15.81

Kağıt, deterjan ve seramik endüstrisi betonitin en çok kullanıldığı alanların başında gelir. Daha sonra ise sondaj-dolgu, zirai ilaç ve döküm alanlarında kullanılmaktadır. Her sektör için kullanım amacı farklı olup,dolayısıyla bentonitten istenen özellikler de farklı olmaktadır. Bu tebliğde sadece döküm sektörünün kullandığı bentonitin özellikleri incelenmiştir. Diğer konular kaynaklarda ayrıntılı olarak verilmektedir.

## 3-) DÖKÜM BENTONİTİNİN ÖZELLİKLERİ:

TSE 1987'ye göre bir döküm bentonitinin sahip olması gereken özellikleri şu şekilde verebiliriz.

a-) Kimyasal Analiz % (ağırlık olarak)

SiO <sub>2</sub>	58-68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18-25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO	0-6
MgO	0-4.5
TiO <sub>2</sub>	0.2-0.8
Na <sub>2</sub> +K <sub>2</sub> O/Ca	1 veya 1'den büyük

- b-) pH değeri: 8-10.5  
c-) Seri kireç miktarı kaynama olmalıdır.  
d-) Montmorillonit miktarı en az % 75 olmalıdır.  
e-) Kızdırma kaybı en çok % 6.5 olmalıdır.  
f-) Tane Boyutu:  
149 mikron kuru elek altı en az % 97  
74 mikron kuru elek altı en az % 90  
149 mikron yaş elek altı en az % 100  
74 mikron yaş elek altı en az % 98 olmalıdır.  
g-) Nem miktarı en çok % 10 olmalıdır.  
h-) Likit limit en az 350 gr. olmalıdır.  
j-) Jelleşme katsayısı en az 12 olmalıdır.  
k-) Kolloidal özellik: En az % 3 çökelti olmalıdır.  
l-) Suda şişme: En az 3-4 kat olmalıdır.  
m-) Sinterleşme : Min. 1300 C'de olmalıdır.  
n-) Termal Dürabilite: 537 C'de en az % 50 olmalıdır.  
o-) Yaş dayanım: en az 1200 gr/cm<sup>2</sup> olmalıdır.  
p-) Kuru dayanım: en az 900 gr/cm<sup>2</sup> olmalıdır.  
r-) Gaz geçirgenliği, en az 175 cm<sup>3</sup>/sn. olmalıdır.

Nisan 1996 tarihinde yayımlanan TS 5360'a göre ise Jelleşme Katsayısının en az 8.3, Kuru Dayanımın en az 2500 gr/cm<sup>2</sup> olarak değiştirilmiştir. Bu standarttaki yaş mukavemet için istenen değer ise uygulama ile terstir. Minimum 1800 gr/cm<sup>2</sup> olarak fiiliyatta kullanılmaktadır.

#### 4-) DÖKÜM KUMU İÇİN BENTONİT KONTROL TESTLERİ

Yukarıda verilen tüm değerlerin elde edildiği bentonit testlerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- a-) Bentonitin Suda Şişme Miktarının Tayini.  
b-) Bentonitin Jelleşme Katsayısının Tayini.  
c-) Bentonitte Şişme İndeksinin Tayini.  
d-) Bentonitte Sinter Noktasının Tayini.  
e-) Bentonitte Suda Çökme Miktarının Tayini.  
f-) Bentonitte Seri Olarak Kireç Tayini.  
g-) Bentonitte Nem Miktarı Tayini.  
h-) Bentonitte Montmorillonit Miktarı Tayini.  
l-) Bentonitin Ateşte Kayıp Miktarı Tayini.  
j-) Bentonitin Su emme Testi.  
k-) Suda Çözünen karbonatların Miktarı.

Tüm bu test metodları çeşitli kaynaklarda ayrıntılı olarak verilmiş olup, burada tekrar verilmesine gerek duyulmamıştır.

#### 5. TÜRKİYE'NİN BAŞLICA BENTONİT YATAKLARI

Ülkemizin başlıca bentonit yatakları Şekil 1.'de görülmektedir. Sırası ile vermek gerekir ise;

- 1-) Enez (Edirne) Bentonit Yatağı.
- 2-) Kütahya ve Eskişehir Bentonit Yatakları.
- 3-) Kalecik (Ankara) Bentonit Yatağı.
- 4-) Çankırı Bentonitleri.

4.1-) Eldivan İlçesi Bentonit

Yatakları.

4.2-) Kurşunlu İlçesi Bentonit Yatakları.

4.3-) Ilgaz İlçesi Bentonit Yatakları.

5-) Reşadiye (Tokat) Bentonit Yatağı.

6-) Ünye-Fatsa (Ordu) Bentonit Yatağı.

Bilinen yukarıdaki bentonit yataklarına ilaveten; Malatya - Elazığ yöresi bentonit yatakları, Trabzon, Giresun ve Konya bölgelerinde de bentonit yatakları bulunmaktadır.



Şekil 1. Türkiye'de Bentonit Sahalarının Dağılımı.

#### 6-) TÜRKİYE BENTONİTLERİNİN ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bir döküm bentonitinden istenen özellikler yukarıda verilmiştir. Bu özellikler göz önüne alındığında, ülkemizde faaliyet gösteren bentonit üreticilerinden belli başlılarının pazara sunmuş oldukları bentonitlerin özellikleri Tablo 3.'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Tablo hazırlanırken bir döküm fabrikasının bentonitten minimum beklentileri ortaya konmuş ve o şekilde hazırlanmıştır. Bu firmalara ilave olarak Çanbensan firması ve diğer firmaların sondaj bentoniti üretmelerinin dışında, Ceylan, Karaca, Bensen, Karakay,

Filiz Madencilik, Er-Gü Madencilik, SAS İnşaat gibi firmaların bentonit üretimleri de mevcuttur.

Tablo 4.'te ise Milos, Askana ve Geko's gibi yabancı firmalardan temin edilen numuneler üzerinde yapılan deneyler sonucunda ortaya çıkan bentonit özellikleri verilmektedir. Özellikle Milos bentoniti ile yapılan çalışmalarda ve belirli miktarlarda yapılan alımların üretimde kullanımında, kısa serili iş üreten bir demir dökümhanesinde, yerli bentonitlerle kıyaslandığında çok büyük bir avantaj sağladığı görülmüştür. Yalnızca % 10 daha az bentonit kullanımı rapor edilmiştir. Bu değer yerli bentonit'e göre daha pahalı olan bu bentonitte büyük bir kazanç getirmemektedir. Tablodan; fiziksel özellikler açısından da büyük farklılıklar olmadığı (yerli bentonite göre) görülmektedir. Ancak şu kesinlikle söylenebilir ki; yurtdışından gelen ürünler son derece homojen özelliklerdedir. Kullanılan teknolojiler bu sonucu ortaya çıkarmaktadır.

Unutulmamalıdır ki; yaş kum kalıba döküm yapan her demir dökümhanesinde, bentonitlerden istenen özellikler farklı olabilir. Bazı dökümhaneler için yeterli olarak görülen bentonit özellikleri, diğer bir dökümhane için yeterli görülmebilir. Örneğin pnömatik yolla hammaddesini sevk edebilen bir dökümhane % 10 maksimum nem miktarında ısrar ederken, diğer bir dökümhane eğer bu yöntemi kullanmıyor ise daha yüksek

neme sahip bir bentoniti kullanabilir.

Tablolardaki sonuçlar elde edilirken, bentonit testleri yaklaşık 40 kompaktibilitede gerçekleştirilmiştir. Bir döküm bentonitinde aranacak en önemli özelliklerden birisi, bentonitin montmorillonit içeriğidir. Minimum % 70 Montmorillonit aranan ve istenen özelliktir. Aynı şekilde iyi bir döküm bentonitinin maksimum % 8 yanma kaybı, şişme indeksinin ise en az 17 ml. olması gerekmektedir. 2000 gr/cm<sup>2</sup> yaş basma mukavemeti bir döküm bentonitinden beklenen değerlerdir.

Buraya kadar verilen bilgiler ışığında ülkemizde yalnızca yukarıda verilen sınırlı sayıdaki bentonitin dökümde kullanılacağı sonucunu çıkarmamak gerekir. Çünkü bugün yurtdışında üretilen bentonitlere bakıldığında hemen hemen tümünün aktive edilmiş bentonit olduğu görülmektedir. Ca- Bentonitleri 6-10 ml, Na-Bentonitleri ise 18-50 ml. şişme indeksi değerlerine sahiptirler. Ca-Bentonitinin , ağır soda (NaCO<sub>3</sub>) ile aktive edilmesi neticesinde ise, şişme indeksi 6-10 ml.'den 10-20 ml.'ye yükselir.

Tablo 4. Milos, Geko's ve Askana Bentonitlerin Karşılaştırmalı Test Sonuçları

	MİLOS BENTONİTİ	GEKO'S BENTONİTİ	ASKANA BENTONİTİ
KOMPAKTİBİLİTE,%	40.4	40.3	40
İLAVE SU MİKTARI,ml.	115	105	130
BENTONİT NEMİ,%	14	10.2	9.1
KARIŞIM NEMİ,%	3.78	3.68	3.6
YAŞ MUK.,gr/cm <sup>2</sup>	2140	2310	2100
EZME MUK.,gr/cm <sup>2</sup>	340	400	360
KESME MUK.,gr/cm <sup>2</sup>	560	570	560
ISLAK ÇEKME, P/cm <sup>2</sup>	43/44	40/41	44/46
KURU MUK.,gr/cm <sup>2</sup>	2685	2950	2800
ŞİŞME İNDEKSİ,ml.	27	24/25	32
ÇÖKME, %	% 0	% 0	% 0
JELLEŞME,%	% 20	% 20	20
SİNERLEŞME, C	-	-	-
YANMA KAYBI, %			6.5
KİREÇ	Az Miktarda Var	Az Miktarda Var	Az Miktarda Var.
MONTMORİLLONİT,%	80	80	80
BENTONİT pH'sı	10.18	9.94	-
KARIŞIM pH 'sı	-	-	-
Yoğunlaşmalar a-) 20 C			-
b-) 500			-
c-)550 C			-
E- FAKTÖRÜ			4.17
GAZ GEÇİRGENLİK	80/85	75/80	90/95
UFALANMA, %	10.6	9.5	11.4
NUMUNE AĞIRLIĞI,gr	151.5	151	152.5

Dikey otomatik kalıplama makineleri üreticisi DISA'nın bir bentonitte kritik gördüğü üç önemli özellik ise bentonitin montmorillonit miktarı, nem miktarı ve şişme indeksidir. Bu üç kriter döküm kumundan istenen özelliklerin sağlanmasında çok önemlidir. Özellikle, yüksek ıslak çekme değeri ile çalışması gereken otomatik dikey kalıplama hatlarında genellikle yüksek montmorillonit ve şişme indeksi değerlerine sahip bentonitlerin kullanılması şarttır. Ülkemizdeki bentonitler ne Na ve ne de Ca tipi bentonitler olmayıp, her ikisinin de bulunduğu bentonitlerdir. Bu nedenle şişme indeksleri çok yüksek değildirler.

Bir bentonit üreticisinin sahip olduğu tüm yataklara bakıldığında, bentonitin sahanın tümünde aynı evsafıta olmadığı, fiziksel özelliklerin bir sahadan diğerine değişkenlik gösterdiği karşılaşılan bir durumdur. Tablo 5.'te ülkemizin önde gelen bentonit üreticisi bir firmasında yapılan bir çalışmanın sonuçları aktarılmaktadır. Numunelere teker teker bakıldığında bazı bentonitlerin dökümde kullanılamayacağına görülebileceği gibi bazılarının da çok iyi değerlere sahip oldukları görülebilir. Ancak bu numunelerden seçilen örneklerden hazırlanan bir karışım bize uygun döküm bentonitini verebilmektedir. Dökümde Na ve Ca Bentonitlerinin, döküm kumunun mukavemet ve fiziksel özelliklerini nasıl etkilediğini Tablo 6.'dan görebiliriz.

**Tablo 6. Bentonitlerin Döküm Kumunun Özelliklerine etkileri**

ÖZELLİK	Ca- Bentoniti	Na- Bentoniti
Yaş Basma Dayanımı	Yüksek	Düşük
Karıştırılabilirlik	İyi	Kötü
Kuru Basma Dayanımı	Düşük	Yüksek
Sıcak Basma Dayanımı	Çok Düşük	Yüksek
Yanarak Ölmeye Karşı Dayanıklılık	Düşük	Yüksek
Yüksek Sıcaklıkta Isıl Kararlılık	Zayıf	Çok İyi
Kalıp Kumuna Akışkanlığı	İyi	Daha az iyi
Kum Genleşme Hatalarına Karşı Direnç	Düşük	Yüksek
Kalıp Bozmada Kalıp Dağılılılığı	Yüksek	Düşük

Aynı şekilde iyi ve daha az iyi bentonitlerin karıştırılması bir şekilde bentonitlerin değerlendirilebilmesi imkanını doğurur. Eğer tüm bentonit yatağı yukarıda verilen özelliklerde değil ise , bu kez soda aktivasyonu ile bentonit kalitesi yukarılara çekilebilir.

#### 7-) BENTONİTLERİN

##### AKTİVASYONU

Yukarıda verilen Tablo 6.'da Ca ve Na Bentonitlerinin özellikleri belirtilmiştir. Doğadan çıkarılan Ca - Bentonitlerinin döküm endüstrisinde kullanılmaları da, bentonitin aktive edilmesinden sonra mümkündür. Dökümde; Na ve Ca Bentonitlerinin dökümhanenin üretim koşullarına bağlı olarak bir oran dahilinde kullanılması tavsiye edilir. Böylece uygun kalıp kararlılığı ile birlikte, uygun kum yapısı, yaş ve kuru mukavemette kararlılık, ıslak çekmenin dengede tutulabilmesi ve kalıp bozmanın kararlılığı sağlanmış olur.

Bentonitler, doğadan ham olarak Na - Ca veya sadece Na veya Ca- Bentoniti olarak çıkarılabilirler. Yaklaşık 80 cm.'lik topaklar halinde açık ma-

dencilik şartlarında çıkarılan bentonit, daha sonra gerek çubuklu değirmenler kullanılarak ve de gerekse başka mekanik işlemlerle 6-8 cm.'lik parçalar haline küçültülürler. Bentonitin nemi yaklaşık % 28-30 civarındadır. Bu nem oranı aktivasyon için en uygun nem olarak verilmektedir. Tamamen otomatik yöntemlerle yaklaşık % 3.2-4.0 oranında Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (soda) bentonit içerisine karıştırılarak, bentonit bu şekilde 20 gün bekletilir. Aktivasyon sırasında buharlaşma ile nem % 20-22 seviyelerine düşer. Hazırlanan bentonit katmanlarından dikine kesitler alınarak, bentonit akışkan yataklı bir kurutucuya veya bir döner fırına beslenerek, nemi istenilen seviyelere indirilir (yaklaşık % 10). Aktivasyon reaksiyonu;

Ca-Bentoniti+Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> -----Na-Bentoniti+CaCO<sub>3</sub> şeklindedir. Bu reaksiyon sonucu oluşan CaCO<sub>3</sub> oranı % 8-9'lar civarında olup, daha yüksek CaCO<sub>3</sub> dökümde çeşitli problemlere neden olabilir. Sistemde;



$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  (800-850 C sıcaklıkta)

$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$

Bu reaksiyonların gerçekleşmesi sonucunda ise kum penetrasyonu problemleri ile karşılaşılabilir. Ayrıca oluşan bu CaO kumun sinter sıcaklığını da FeO gibi düşürücü bir etkiye sahiptir.

Bentonit aktivasyonu sırasında kontrol edilmesi gereken özelliklerin arasında; bentonitin kükürt miktarı,  $\text{CaCO}_3$  miktarı, Yaş Basma mukavemeti, Islak Çekme mukavemeti, termal kararlılığı (500 C/2hr ve 550 C/ 2hr), mukavemet kayıpları (500 C'de Maksimum % 15, 550 C'de maksimum % 40-50 kayıp olmalı), Şişme indeksi, pH bulunmaktadır.

Laboratuvar çapında Çankırı-Kaleiçi - Hançılı bölgesi bentonitleri kullanılarak yapılan deneylerde, aşağıda Tablo 7.'de verilen sonuçlar elde edilmiştir.

#### Tablo 7. Laboratuvar Bazında Yapılan Aktivasyon Deneyleri Sonuçları

**Not:** Mukavemet birimi  $\text{gr/cm}^2$ , Islak Çekme Dayanımı ise  $\text{P/cm}^2$  dir.

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ İlavesi	Sodasız	% 1.0	% 1.5	% 1.5	% 1.5
Bekletme	Yok	Yok	Yok	1 Hafta	1 Hafta
Ön Nemlendirme	Yok	Yok	Yok	Yok	Sodaya
Kompaktibilite(%)	40	40	40	40	40
Karışım Nemi	2.64	2.68	2.71	2.70	2.66
Karışım pH'sı	9.20	10.16	10.39	10.67	10.58
Yaş Muk.	2290	2230	2130	2230	2210
Ezme Muk.	397	378	356	365	342
Kesme Muk	565	547	539	558	534
Islak Çekme Muk	31	33	36	35	35
Kuru Muk.	2605	3005	3190	3000	2915
Ufalanma	19	16	14	15	16
Şişme İndeksi	18	19	19	20	20

Tablo 8 ve Tablo 9'da ise bir bentonit firması ile yapılan karşılaştırmalı aktivasyon çalışması sonuçları işletme ve laboratuvar bazında olmak üzere verilmiştir.

#### Tablo 8. Bir Bentonit Firmasının Sahada Hazırlamış Olduğu Numunelerin Test Sonuçları

İlave Soda, %	0	0,5	1	1,2
Kompaktibilite, %	39,5	40,2	39,6	39,4
Karışım nemi, %	2,7	2,6	2,6	2,6
Yaş Muk. $\text{gr/cm}^2$	2110	1910	2060	2120
Islak Çekme, $\text{P/cm}^2$	27	19	33	36
EzmeMuk. $\text{gr/cm}^2$	340	290	300	351
Kesme Muk. $\text{gr/cm}^2$	650	510	548	585
Kuru Muk. $\text{gr/cm}^2$	2860	2550	2650	2690
Ufalanma, %	16,5	17	17,5	17,4

#### Tablo 9. Laboratuvar Yapılan Aktivasyon Testlerinin Sonuçları

İlave Soda, %	0,5	1,0	1,2
Kompaktibilite, %	40,5	40,2	39,8
Karışım nemi, %	2,8	2,8	2,9
Yaş Muk. $\text{gr/cm}^2$	1800	1680	1720
Islak Çekme, $\text{P/cm}^2$	31	28	32
EzmeMuk. $\text{gr/cm}^2$	282	246	277
Kesme Muk. $\text{gr/cm}^2$	500	449	456
Kuru Muk. $\text{gr/cm}^2$	2970	2740	2770
Ufalanma, %	19	20	17,5

Tablolardan da görülebileceği gibi % 1.2'lik soda miktarı optimum değerdir ve mutlaka soda ilavesi sonrası bir bekleme zamanına ihtiyaç vardır.

#### 8-) TÜRKİYEDE'Kİ BENTONİT FİRMALARINDA AKTİVASYON UYGULAMALARI

Ülkemizde bentonit firmalarının çok azında aktivasyon uygulaması yapılmaktadır. Bu uygulama genellikle sulu uygulama olup şu şekilde tatbik edilmektedir:

Bentonit yataktan çıkarılmakta ve bentonit sahalarına yaklaşık 30-50 cm kalınlığında yayılmaktadır. Daha sonra bu bentonit üzerine ortalama % 1-3 oranlarında soda olacak şekilde suda çözülmüş halde bulunan soda püskürtülmektedir. Belirli aralıklarla karıştırılan bentonit katmanları daha sonra kurutuculu değirmenlerde öğütülmekte, ve istenen tane boyutunda elde edilen bentonit, big-bag'ler ile veya dökme olarak dökümhanelere sevkedilmektedirler.

Ülkemizdeki bentonit üreticilerinin hiçbiri bu işi bilimsel yöntemlerle yapmamaktadırlar. Dökümhanelerin sınırlı laboratuvar imkanları, yalnızca fiziksel testlerle yetinilmesi, olayın kimyasının tam anlamıyla değerlendirilememesi ve hatta bazı bentonit üreticilerinin sodayı kuru olarak toz halde sisteme katması döküm firmalarını zaman zaman aktivasyon kaynaklı döküm hataları ile karşı karşıya getirmektedir.

Avrupa'dan ülkemize kayan döküm endüstrisi beraberinde ucuz

döküm parça almak isteyen Otomobil ve ağır iş makineleri sanayiinin de baskısı altında çok zor günler geçirmektedir. Bütün bu olumsuzluklara rağmen yine de araştırmalar ve maliyet düşürme çalışmaları devam etmek zorundadır. Bentonitin daha az kullanımı, ancak kalitesinin artması ile mümkün olur. Bunun için döküm firmaları ve bentonit üreticileri birlikte çalışmak zorundadırlar. Ancak bentonitin soda ile aktivasyonu ve ortaya çıkan ürünün kontrolünün daha teknik bazda yapılması gereği vardır. Bu da ancak üniversiteler ile olabilir.

Çok iyi bilinmektedir ki, Yunanistan Milos adasında çıkan Ca- Bentonitlerini Soda aktivasyonu ile aktive etmekte ve tüm dünyaya satmaktadır. Hatta Türkiye'de bile müşterileri mevcuttur. Bu görünen gerçek ortada iken, bentonit firmalarının hiç zaman kaybetmeden bu yolları denemeleri gereği vardır.

Dünya bugün kömür tozu ile bentoniti tek bir ürün haline getirmiş ve sisteme o şekilde vermektedir. Belki de Türk bentonitçileri için diğer bir yol da bu ürünlerin en hızlı bir şekilde üretilmesi olacaktır. Zira uzun seri ürünler üreten döküm fabrikaları için bu ürünler oldukça caziptirler.

#### 9-) SONUÇLAR

A-) Ülkemiz tüm kullanıldığı sektörlerde yetecek miktarda bentonit yataklarına sahiptir. Döküm sektörünün ihtiyacı olan bentonitin, istenen özelliklere getirilmesi için aktivasyon da dahil olmak üzere, bilimsel yöntemler de kullanılmak kaydıyla üre-

tilmeleri şarttır. Bunun için Bentonit firmalarının gerekli araştırma ve yatırımları yapmaları ihtiyacı vardır.

B-) Döküm sektöründe kalitesi yüksek bentonite, daha az hammadde kullanımını açısından ihtiyaç vardır. Bu da ancak bentonitlerin aktive edilerek kullanılması veya diğer bir yol olan özel harmanlama teknikleri ile değişik kalitelere bentonitlerin karıştırılması ile mümkün olabilmektedir. Bentonit firmalarında incelendiğinde çok farklı kalitede ürünlerin topraktan çıkarıldığı görülmektedir. Yukarıda belirtilen tekniklerin kullanılması ile bentonit firmaları ürünlerinde yurtdışı firmaların kalitesini yakalayabilirler.

C-) Yurtdışından temin edilen bentonitlerin özelliklerinin homojen olması, çok fazla değişkenin olduğu döküm sektörü açısından, aranan bir özelliktir. Türkiye'deki bentonit üreticilerinin de bu şartı sağlamaları uygun olacaktır.

D-) Son yıllarda özellikle Kömür tozu ve Bentonitin birlikte sistemde bulunduğu ürünler kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizin bentonit üreticilerinin de bu konu ile yakından ilgilenmeleri, geleceği olan bu konuyu, ülke olarak gözardı etmemiz açısından faydalı olacaktır.

#### 10-) KAYNAKLAR

- 1-) AKBULUT, A., "Bentonit", Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını, No. 32, Ankara, 1996.
- 2-) DEMİR, C., "Çankırı İli Bentonitleri Aktivasyon Çalışması", Yayınlanmamış Çalışma, Döktaş, 1997.
- 3-) COŞKUN, M., "Bentonitler", Yayınlanmamış Araştırmalar, 1997-1998.
- 4-) DEMİR, C., "Bentonit Karşılaştırma Çalışmaları", Yayınlanmamış Araştırmalar, 1997-1998.
- 5-) Demir ve Çelik Döküm Sanayicileri Bilgi Yaprakları, "Bentonitin Tanımı", HM 02-MAYIS-91.
- 6-) 5-) Demir ve Çelik Döküm Sanayicileri Bilgi Yaprakları, "Döküm Kumu İçin Bentonit Kontrol Testleri (Kısım 2)", KK 09- ARALIK - 96.
- 7-) GÜNAY, Y., "Bentonit ve Kontrol Deneyleri", Mühendis ve Makina, Cilt 21, Sayı 246, Sayfa: 252-254, Temmuz 1977.
- 8-) TS 5360, Nisan 1996, "Döküm Bentoniti", 1. Baskı.
- 9-) Baier, J., "A New Range of Bentonites- Their Properties and Foundry Application", Casting Plant+ Technology, 2/1992.
- 10-) DISAMATİK Uygulama Klavuzu, No: 1, Kalıplama Kumu, Mart 1998