

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU
MÜHENDİSLİK ARAŞTIRMA GRUBU
PROJE NO. : 346

2001-375

LÜLETAŞI ARTIKLARININ AĞLOMERASYONU
VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Proje Yürütücüsü : Prof. Dr. M. Hayri ERTEN
Yardımcı Araştırmacı : Inst. Gülhan ÖZBAYOĞLU, BSc., MSc.

Haziran 1975, ANKARA

T Ü R K İ Y E
B İ L İ M S E L v e T E K N İ K
A R A Ş T I R M A K U R U M U
K Ü T Ü P H A N E S İ

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU
MÜHENDİSLİK ARAŞTIRMA GRUBU
PROJE NO. : 346

2001-375

LÜLETAŞI ARTIKLARININ AĞLOMERASYONU
VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Proje Yürütücüsü : Prof. Dr. M. Hayri ERTEN
Yardımcı Araştırmacı : Inst. Gülhan ÖZBAYOĞLU, BSc., MSc.

Haziran 1975, ANKARA

TÜRKİYE
BİLİMSEL VE TEKNİK
ARAŞTIRMA KURUMU
KÜTÜPHANESİ

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU
Mühendislik Araştırma Grubu

Proje No : 346

2001-375

LÜLETAŞI ARTIKLARININ AGLOMERASYONU
VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Proje Yürütücüsü : Prof.Dr. M.Havri Erten
Yardımcı Araştırmacı : Inst. Gülhan Özbayoğlu, BSc.,MSc.

Bu Proje Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma
Kurumunun Desteği ile ODTÜ Mühendislik Fakültesi,
Maden Mühendisliği Bölümünde Yapılmıştır.

Haziran 1975, ANKARA

Ö N S Ö Z

Bu rapor, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu tarafından desteklenmiş olan MAG-346 sayılı projenin yürütümü sırasında elde edilen bilgi ve sonuçları takdim etmektedir.

Raporla ilgili bütün deneyler Orta Doğu Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Araştırmanın en önemli malzemesini teşkil eden çeşitli tipteki lületaşı artıkları, kısmen yürütücü tarafından ve kısmen de Eskişehir Sanayi Odası Genel Sekreterliği tarafından temin edilmiştir.

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumuna ilâveten, bu projeyi mânen ve maddeten desteklemiş bulunan Eskişehir Sanayi Odası yetkililerine şükranlarımızı arz ederiz.

Deneylerin yapılmasında yardımcı olarak çalışmış olan Teknisyen Mehmet Çakır'a da teşekkürlerimizi sunarız.

M.Hayri Erten

Ankara, Haziran 1975.

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	ii
ABSTRACT (Türkçe)	vi
ABSTRACT (İngilizce).	vii
BÖLÜM 1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.2. LÜLETAŞININ AGLOMERASYONU İÇİN YAPILMIŞ DAHA ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.	2
1.3. LÜLETAŞININ ÖZELLİKLERİ	3
1.4. LÜLETAŞININ KULLANILDIĞI YERLER	5
1.5. LÜLETAŞININ MAMUL DURUMA GETİRİLiŞİ	6
BÖLÜM 2. ETÜDLER	7
2.1. ETÜDLERDE KULLANILAN METODLAR VE ARAÇLAR	7
2.2. AGLOMERASYON YÖNTEMLERİ	8
2.2.1. BRİKETLEME YÖNTEMLERİ	9
2.3. BRİKETLERİN İNCELENMESİ	10
2.3.1. SUYA DAYANIKLILIK DURUMU	12
2.3.2. TORNADA VEYA EİLDE İŞLENEBİLME DURUMU	12
2.3.3. ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYLERİ	12
2.3.4. TANE BÜYÜKLÜĞÜNÜN ETKİSİ	13

2.3.5.	BRIKET KALIPLARININ ŐEKLİNİN		
	SONUÇA ETKİSİ	13	
2.3.6.	KURU BRIKETLEME YÖNTEMİNİN		
	ETKİSİ	14	
2.3.7.	YAŞ BRIKETLEME YÖNTEMİNİN		
	ETKİSİ	15	
2.3.7.1.	KATGI MADDESİ OLMAKSIZIN YAPILAN		
	DENEYLER	15	
BÖLÜM	3.	DENEYLERDEN ELDE EDİLEN	
	SONUÇLAR	15	
3.1.	KATGI MADDESİ KULLANILMADAN		
	YAPILAN BRIKETLER	16	
3.2.	KATGI MADDESİ İLÂVESİ İLE		
	YAPILAN DENEYLER	20	
BÖLÜM	4.	SONUÇLAR	42
BÖLÜM	5.	ÖZET	44
BÖLÜM	6.	SUMMARY	47
BÖLÜM	7.	LİTERATÜR	50
TABLO	1.	T A B L O L A R	
		Lületaş Astarının Kimyasal Analizi	8
		ve Optik Spektrografik Analizi	

Şekil	1.	Briketleme Kalıpları	11
Şekil	2.	Yaş Briketlerin 200 tonluk Freste Sıkıştırılması	11
Şekil	3.	Prizmatik Kalıp	14
Şekil	4.	Yalnız %45 Suyla, Tabif Lületaşından Yapılan ve 250°C de Kurutulan Bir Briket .	18
Şekil	5.	Süt İlâvesiyle Yapılmış Bir Briket	26
Şekil	6.	%10 MgO Katgısıyla Yapılan Bir Briket.	33
Şekil	7.	%7 MgO Katgısıyla (tabif lületaşından) Yapılan Bir Briket	34
Şekil	8.	%7 MgO Katgısıyla Yapılan Bir Briket	36
Şekil	9.	%18 MgO Katgısıyla Yapılan Bir Briket.	37
Şekil	10.	%7 Kalsine Manyezit Katgısıyla Yapılmış Bir Briket	39
Şekil	11.	%18 Kalsine Manyezit Katgısıyla Yapılmış Bir Briket	40

A B S T R A K T

Bu araştırmada, lületaşının işlenmesi sırasında ortaya çıkan toz, talaş ve kırıntılarla, düşük kaliteli lületaşlarının aglomerasyonu olanakları araştırılmıştır.

alışmalar, suni pipo ve pipo astarı yapımında briketleme yönteminin uygun olduğunu göstermiştir.

Briketleme işleminde en iyi neticelere, -150 meşin altına ğtlmş toz, talaş ve artıklara %27 oranında su ve %18 oranında MgO ilâvesiyle ve 310 kg/cm² lik bir basınc uygulanmasıyla ulaşılmıştır. Elde edilen briketler, önce 50°C sonra 300°C ve ısıtıldıktan sonra tabii lletaşına yakın bir özellik göstermişlerdir.

A B S T R A C T

In this research, the possibilities of agglomeration of the rejects and fines produced during the mining and manufacturing of objects from natural meerschaum was investigated.

The studies showed that briquetting is applicable for the production of objects such as pipes and linings.

In briquetting the best results were obtained with minus 150 mesh sample prepared from fines and low grade rejects when mixed with 27 per cent water and 18 per cent MgO, and when briquetted at a pressure of 310 kg/cm². After drying these briquettes first at 50° and then at 300°C, they showed similar properties to natural meerschaum.

B Ö L Ü M 1. G E N E L B İ L G İ L E R

1.1 GİRİŞ VE AMAC

Deniz köpüğü veya Eskişehir taşı diye de anılan lületaşının tarihçesi Romalılar devrine kadar uzanmasına rağmen bu taşın Anadolu'da işlendiğine dair ilk kayıtlar 15. asrın sonuna rastlar. (1) Önceleri ham cevher olarak Vivana 'ya sevkedilen bu taş, sonraları Eskişehir 'de yarı ve tam mamül duruma getirilerek ihraç edilmeğe başlanmıştır. Lületaşı istihşali pazar durumuna bağılı olarak devam ettirildiği için, ihraç edilen sandık sayısı, 1923 yılından bu yana 41 ile 2000 sandık arasında dalgalanma göstermiştir. Yarı mamül halde hazırlanmış bulunan bir lületaşı sandığı yaklaşık olarak 25 Kg. dir. Bunun 12 Kg. ı taş olup, gerisi daradır.

Önemli bir ihraç maddesi olan lületaşı hakkında yazılmış elimizde çok az sayıda yayın olup, bunlar da çoğunlukla işin ekonomisiyle ilgilidir. Son zamanlarda yurdumuzda yapılan bir araştırmada madenin tanımı yapılmakta, kullanıldığı yerler, dünya ve Türkiye lületaşlarının kıyaslanması, tarihçesi ve lületaşı üretiminin ekonomik ve teknolojik özellikleri ile pazarlanması üzerinde durulmaktadır. (2)

Bununla beraber lületaşının briketlenmesi üzerine yazılmış literatür yok denecek kadar azdır. Ayrıca bu çalışmalarda verilen bilgiler de oldukça yetersiz olup, hiçbir ayrıntıya girilmemektedir.

Madenlerden çıkarılan lületaşlarından kusursuz olanlar büyüklüklerine, renklerine ve ağırlıklarına göre sınıflandırılarak değerlendirilirler. Ancak kusurlu olan ve "cılız" tabir edilen düşük kaliteli lületaşları bazı işlemlerden geçirildikten sonra değer kazanabilmektedirler.

Diğer taraftan, lületaşını mamül hale getirmek için uygulanan işlemler sırasında meydana gelen toz, talaş ve kırıntı halindeki imalat artıklarının da değerlendirilmesi zorunlu olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu da cılız taşlarında olduğu gibi briketleme suretiyle, suni lületaşı üretimi şeklinde olmaktadır.

Yakın zamana kadar Avusturya'da yapılan ve çoğunluğu cılız taşlardan oluşan suni lületaşının ham maddesi Türkiye'den gönderilmektedir. Çünkü Eskişehir'deki atölyelerde ortaya çıkan imalat artıklarının hemen hepsi atılmaktaydı. Fakat son zamanlarda yurdumuzdaki bir firma suni lületaşı imalatında başarıya ulaşmış ve seri imalata geçmiştir. Fakat suni lületaşı imalatında kullanılan kimyasal maddelerin isimlerini bir meslekî sır olarak saklayan bu firma, diğer firmalara hiçbir bilgi vermemektedir.

Bu araştırmadan amaç, yurdumuzda çıkarılmakta olan lületaşının işlenmesi sırasında ortaya çıkan imalat artıkları ile, düşük kaliteli lületaşlarının aglomerasyonu suretiyle değerlendirilmesi imkânlarını araştırmak ve bu hususta suni lületaşı imalatına geçemeyen diğer firmalara bilgi sağlamaktır.

1.2. LÜLETAŞININ AGLOMERASYONU İÇİN YAPILMIŞ DAHA ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Önceden de belirtildiği gibi lületaşı artıklarının öğütülerek, bazı kimyasal maddelerin yardımıyla, yeniden kullanılmasına

ilk kez Avusturya'da başlanılmıştır. Sunf lületaşı denilen bu karışıma, bulucusunun adı verilerek "écume de Wagner" veya yapıldığı ilk ülkenin adı verilerek "écume de Autriche" denilmektedir. Dünya pazarlarında bu adlarla anılan sunf lületaşlarının yapımında kullanılan kimyasal maddeler ve bunların oranları hakkında değişik görüşlere rastlanılmaktadır. (2)

Karışımlara ilişkin kesin formülün ortaya konulmasında en önemli etken; bu işin, meslekî sır olarak kabul edilip, gizli tutulmasıdır. Sunf lületaşının genellikle "Caseine" denilen maddeye, altı ölçü kalsine manvezit ve bir ölçü çinko oksit karıştırmak suretiyle yapıldığını öne sürenler çoğundurluktur. (3) Ayrıca cıvız adı verilen taşların toz haline getirilmesinden sonra, buna şap ve magnezyum katılmasıyla sunf lületaşı yapıldığı da belirtilmektedir. (2) Lületaşı hakkında yazılan diğer literatürlerde de lületaşı toz ve talaşlarının basınç altında sıkıştırılmış bloklar haline getirildiği ve sunf pipo imâl edildiği bildirilmektedir. En iyi lületaşı taklitlerinin de alçı ve balmumunun muameleye sokularak çeşitli boya- larla renklendirilmesiyle elde edildiği yine literatürde belirtilmiştir. (4)(5)

1.3. LÜLETAŞININ ÖZELLİKLERİ

Lületaşı veya sepiolit, su ihtiva eden bir magnezyum silikat olup, $Mg_2Si_3O_8 \cdot 2H_2O$ veya $2MgO \cdot 3SiO_2 \cdot 2H_2O$ formülüyle gösterilir. Saf halde iken bileşimi %27,1 MgO, %60,8 SiO_2 ve %12,1 H_2O dan müteşekkildir. Özgül ağırlığı 1.2, sertliği ise 2.5 dur. Serpantinler veya vumuşak ve killi tabakalar içinde modüller halinde bulunan lületaşı, çok saf olduğu zaman suda yüzdüğünden, bu taş Almancada "Deniz Köpüğü" ismi verilmiştir.

Fazla miktarda su emebilen lületaşı, yaş halde iken yumuşak ve bir dereceye kadar plâstik özelliik gösterir. Kurutulunca sertlik ve mukavemetinin erttiği görülür. (4) Kurumuş olan lületaşına dil ile dokunulduğunda dile yapışır. Bundan da taşın emme yeteneğinin bulunduğu anlaşılmalıdır. İçindeki zeolitik su takriben 300°C civarında kaybolur. Isınma süresince H₂O kademeli olarak çıkmakta ve 350°C ve kadar lületaşının yapısında herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Bu sıcaklıktan sonra lületaşı bazı maddeleri adsorbe etme özelliğini kaybetmektedir. (6)

Dört ana kara parçasındaki oniki ülkenin, virmibir bölgesinde lületaşı üretimi yapılmaktadır. Türkiye dışındaki üretim yapan diğer ülkeler Yugoslavya, Çekoslovakya, Yunanistan, Avusturya, İspanya, Rusya, Fransa, Amerika, Fas, Madagaskar ve Kenya'dır. Bunlardan Kenya dünyanın en büyük lületaşı üreticisidir. Bu büyüklük yalnızca üretim miktarıyla ilgilidir. Kenya lületaşlarının çok az bir bölümü pipo yapımında kullanılmaktadır. Düşük nitelikte olan bu taşların boyanarak hatalarının giderilmesine çalışılması, lületaşının kendine özgü vasıflarını yitirmesine yol açmaktadır. Dünevada bulunan lületaşlarının nitelik bakımından en üstünü Türk lületaşlarıdır. Lületaşı ile ilgili işletmelerin ve atölyelerin tamamı Eskişehir ili ve köylerinde bulunmaktadır. (7)

Türk lületaşları yedi cinsse ayrılmışlardır.

- 1) Sıramalı
- 2) Birimbirlik
- 3) Pamuklu
- 4) Daneli
- 5) Orta
- 6) Dökme
- 7) Cılız

Dünyadaki diğer lületaşları, vedinci sırada bulunan en düşük kaliteli "cılız" adı verilen cinstendir. Lületaşı madden- ciliği ol ukça ilkel bir biçimde yürütülmede olup, yumrular kuyu, çukur ve mağaralar açılarak çıkarılmaktadır.

1.4. LÜLETAŞININ KULLANILDIĞI YERLER

Lületaşının bugün için başlıca kullanım alanları aşağıda gösterilmiştir. (2, 4, 8)

- 1) Pipo, sigara ağızlığı ve bunların nikotin ve zift emici bölümlerinin yapımında.
- 2) Kolye, bilezik, iğne, küpe ve biblo gibi süs eşyası yapımında.
- 3) Leke çıkartma işlemlerinde.
- 4) Otomobil sanayiinde yakıt temizleme.
- 5) Füze ve diğer uzay araçlarının başlık ve iç kapla- malarının valitlanmasında.
- 6) Hafif inşaat taşı olarak.
- 7) Sabuntaşı olarak .
- 8) Mide ülserine karşı ilâç olarak.
- 9) İyot, civa, vağ ve alkol gibi bazı kimyasal maddeleri absorbe etmede.
- 10) İyon değıstiricisi olarak
- 11) Parafinlerin ayrılmasında.

Türkiye 'de lületaşları genellikle pipo imâlinde kulla- nılır. Bu işe gerek nitelik, gerekse büyüklük bakımından elve- rişli olmayan lületaşları ise sigara ağızlığı, kolye, broş, küpe, bilezik, iğne, biblo, tesbih ve heykel gibi diğer eşvalerin imâletinde kullanılmaktadır.

Lületaşı artıklarının Türkiye 'de değerlendirilmesi veni olduğundan, bunlardan da sadece prese pipo ve pipo astarı imâl edilmektedir.

1.5. LÜLETAŞININ MAMÛL DURUMA GETİRİLiŞİ

Ocaklardan çıkarılan taşlar çeşitli işlemlerden geçirilerek yarı mamûl hale getirilirler:

- 1) Çırpma : Taşın kabaca yantaşlardan temizlenmesi.
- 2) Seykal : Taşın yabancı maddelerden temizlenmesi.
- 3) Kabasının alınması : Seykal **durumundaki** taşın imâlata elverişli olmayan kısımlarının yontulması.
- 4) Arış : Taşların yüzeylerinin düzeltilmesi.
- 5) Perdah : Taşın daha ince bir şekilde düzeltilmesi.
- 6) Tandırlama : Taşların 45°C civarında fırınlarda kurutulması.
- 7) Islak aba : Taşların abalarla ovularak düzeltilmesi.
- 8) Ovma : Taşların ince bir kumaşla ovulması.
- 9) Yağlı aba : Taşların balmumu ile ovulması.
- 10) Parlatma : Taşların yumuşak, yünlü bir bezle parlatılması.
- 11) Tasnif ve sandıklama : Cins ve türlerine göre taşların ayrılması.

Bu işlemlerle yarı mamûl hâle getirilen taşlardan, atövelerde tornalarda işlenmek suretiyle, istenen şekillerde eşyalar imâl edilir.

Lületaşı artıklarından sunî lületaşı üretimi için de aşağıdaki işlemler yapılmaktadır.

- 1) Ham maddenin temizlenmesi,
- 2) Kaliteye göre ayırma,
- 3) Öğütme,
- 4) Yoğrulma ve kimyasal maddelerin ilâvesi,
- 5) Presleme,
- 6) Kabaca şekillendirme,
- 7) Standartlara uydurma (pipo astarı için)
- 8) Kurutma,
- 9) Kontrol,
- 10) Ambalaj ve sandıklama.

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, Eskişehir bölgesindeki stölyeler yılda 200.000 pipo yapacak kapasiteye sahiptirler. Sunf lületaşından pipo astarı imâlatı ise bu rakamın çok üstündedir.

B Ö L Ü M 2 - E T Ü D L E R

2.1. ETÜDLERDE KULLANILAN METODLAR VE ARAÇLAR

Araştırmaya esas teşkil eden numuneleri iki grupta toplamak mümkündür:

- 1- Orijinal lüle taşı numunesi,
- 2- Cıllız numunesi ve lüle taşı toz, talaş ve artıkları.

İlk numuneler Eskişehir'e gidilerek mahallinde yapılan incelemeler sırasında yürütücü tarafından alınmıştır. Sonraki numuneler Eskişehir Sanayi Odası aracılığıyla temin edilmiştir.

Gerek ilk numuneler, gerekse sonrakilere oldukça saf olduklarından ayrıca bir temizleme işlemine tâbi tutulmamışlardır.

Aşağıdaki tablolarda saf ve orijinal lületaşı nümunesi ile lületaşı astarından yapılan analiz sonuçları verilmiştir.

Lületaşı Astarından Yapılan Optik Spektrografik

Analiz

Cr: % 0,002
Cu: % 0,004
Ni: % 0,2
Ca: % 1,0
Mg: % 1,0 den büyük
Si: % 10,0 dan büyük

Saf ve orijinal lületaşından yapılan Kimya Analizi

MgO : % 26.96
SiO₂ : % 52.76
Kristal suyu : % 7.27

Tablo 1- Lületaşı Numunesinin Kimyasal Analizi ve

Lületaşı Astarının Optik Spektrografik Analizi

2.2. Aglomerasyon Yöntemleri

Toz haline getirilen lületaşının aglomerasyonu için iki ayrı yöntem uygulanmıştır. Bunlar,

- 1) Peletleme, ve
- 2) Briketlemedir.

Yapılan peletleme deneylerinde, yüzeyi pek düzgün olmayan 1-2 cm. çapında peletler elde edilmiş olup, bu halıyla, bunlardan kolve yapımında bile faydalanmak mümkün görülmemiştir. Pipo astarının ham maddesini teşkil edecek çapta (en az 4 cm.) düzgün peletler yapılmasında başarıya ulaşılamamıştır.

Diğer taraftan, basınç altında uygulanan briketleme işleminde daha iyi sonuçlar alındığı görülmüş ve bu nedenle daha sonraki bütün deneylerde bu yöntem kullanılmıştır.

2.2.1. Briketleme Yöntemleri

Briketleme işlemi sırasında uygulanan yöntemleri şu gruplar altında toplamak mümkündür:

1) Kuru Briketleme Yöntemi

- a) Numuneyi öğütmeden,
 - b) Numuneyi öğüttükten sonra.
- 2) Vaş briketleme yöntemi
- a) Bağlayıcı ilâve etmeden,
 - b) Bağlayıcı ilâve etmek suretiyle.

Lüle taşı tozlarıyla, talaş ve artıklarının öğütülmeden basınç altında kuru kuruya sıkıştırılarak briketlenmesi olanakları araştırılmış, fakat elde edilen briketlerin çok kaba bir yapıya göstermesinden dolayı bu yöntem terk edilmiştir. Basınç çok fazla vükseltilmesinin de sonucu pek etkilemediği görülmüştür.

Bundan sonra numuneyi vine kuru olarak çeşitli tane büyüklüklerine kırmak ve öğütmek suretiyle briketleme işlemlerine devam edilmiştir. Kıрма işlemi merdaneli kırıcılarda, öğütme işlemi ise diskli pulverizatörde yapılmıştır.

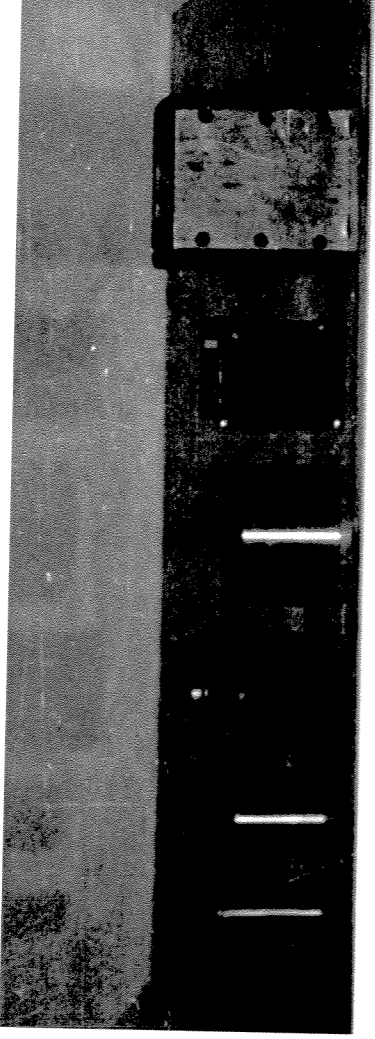
Yaş briketleme deneyleri ise, belirli meşlere öğütülmüş numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kuru olarak çeşitli tane büyüklüklerine öğütülmüş numune yalnız su ilâve etmek suretiyle veya suyla birlikte çeşitli bağlayıcılar ilâve etmek suretiyle briketler yapıldı. Bağlayıcılar, cinsine göre bazen numuneye kuru olarak, bazen de sudaki solüsyonları halinde ilâve edilmiştir.

Briketleme deneyleri için iç çapı 2.5 cm. ve 3.8 cm. ve boyları 7 cm. olan silindir şeklindeki iki kalıpla, kesitleri (4 x 5.6) cm. ve (3 x 6) cm. ve boyları yine 7 cm. olan dikdörtgenler prizması şeklindeki kalıplar kullanılmıştır. Kalıplara doldurulan numuneler, 200 tonluk bir preste çeşitli yükler altında sıkıştırıldıktan sonra, 50°C de 4 saat kuru-tulmuşve daha sonraki inceleme deneylerine tâbi tutulmuşlardır. Numunelerin özellikleri üzerinde ısının etkisini incelemek üzere, bazı briketler ayrıca 2 saat müddetle 250-300°C de ısıtılmış ve bunu takiben incelenmişlerdir. Isıtma işlemleri lâboratuvarımızdaki etüv ve fırınlarda yapılmıştır.

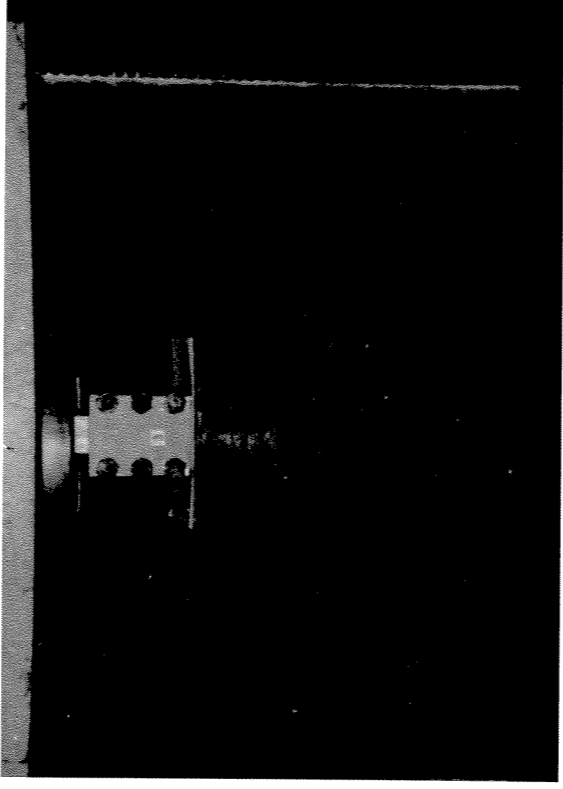
Şekil 1 de briketleme kalıpları, Şekil 2 de de yaş briketlerin 200 tonluk preste sıkıştırılmaları gösterilmiştir.

2.3. Briketlerin İncelenmesi:

Çeşitli şartlarda elde edilen briketlerin istenilen düzeyde olup olmadığının tesbiti için elimizde kesin bir kıstasın olmamasından dolayı, bu iş ancak bazı denemeler sonunda elde edilen verilere göre yapılmıştır. Herbir brikete uygulanan bu denemeler, briketler arasında bir mukayeseyi mümkün kılmıştır.



Şekil 1- Briketleme Kalıpları



Şekil 2 - Yaş Briketlerin 200 Tonluk
Preste Sıkıştırılması

Yapılan denemeleri şu gruplarda toplamak mümkündür :

- 1- Suya dayanıklılık durumu.
- 2- Tornada veya elde işlenebilme durumu.
- 3- Özgül ağırlık testi.

Bu deneylerden başka, briketler renk, yüzey düzgünlüğü ve birleşim bakımından da karşılaştırılmışlardır .

2.3.1. Suya Dayanıklılık Durumu

Briketler, bazen 50°C de kurutulduktan sonra bazen de 50°C de kurutulmuş numuneler tekrar 300°C ye kadar ısıtılarak, suya karşı dayanıklılıklarını incelemiştir. Bu deneylerde, oda sıcaklığına kadar soğutulmuş briketler suyun içinde bir müddet bırakılmakta ve ilk şeklini koruyup koruyamadığı araştırılmaktadır. Eğer briketler suyun içindeki ilk 4-5 dakikada orijinal şekillerini koruyabiliyorlarsa, olumlu briketler olarak kabul edilmişlerdir .

2.2.2.3. Tornada veya Elde İşlenebilme Durumu

Briketler, gerek elle, gerekse tornada işlenerek delik delme ve dış açma sırasındaki özellikleri incelenmiştir. Herhangibir çatlak veya kırık vermeden işlenebilen briketler, olumlu kabul edilmiştir .

2.3.3. Özgül Ağırlık Deneyleri

Bilindiği gibi, orijinal lüle taşı kurutulduktan sonra 1,2 yoğunluğa sahiptir. Bu baz üzerinden briketlerin yoğunlukları makalede edilmiş ve ağır briketler olumsuz olarak kabul edilmişlerdir .

2.3.4. Tane Büyüklüğünün Etkisi

Bölüm 2., Madde 2.1.1. de açıklandığı üzere, lületaşı tozlarıyla, talaş ve artıklarının doğrudan doğruya sıkıştırılarak briketlenmesi, briket yüzeyinin kaba bir strüktür göstermesinden dolayı terk edilmiştir. Bundan sonraki deneyler belirli tane boyutlarına kadar inceltilmiş numuneler üzerinde yürütülmüştür.

105°C de kurutulan cılız, talaş, toz ve parça numuneleri 35 meşin altına geçecek şekilde, karışık olarak kuru öğütülüp, 48, 65, 100, 150 meşlik eleklerden elenmiş ve her bir fraksiyon briketlemeye tâbi tutulmuştur. Bu deneylerde uygulanan briketleme şartları şöyledir:

%10 MgO bağlayıcı

2.84 Kg/mm² basınç

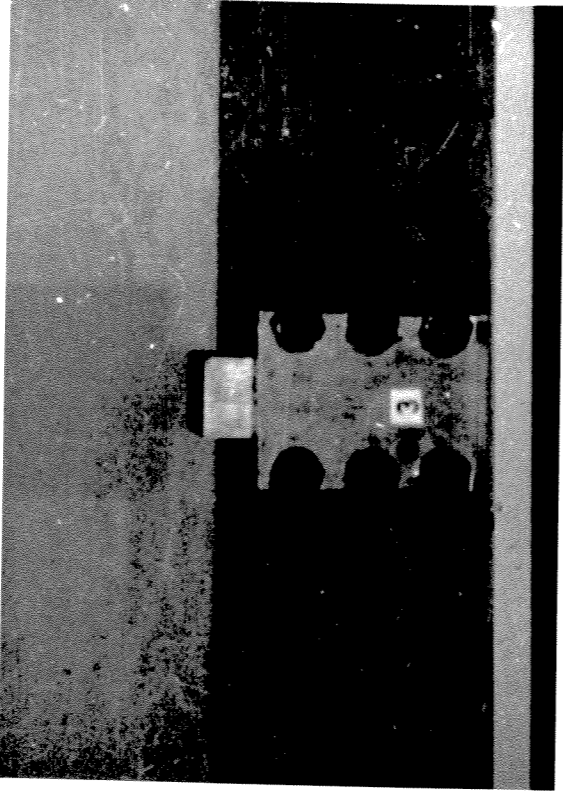
105°C de kurutma

Yapılan briketlerin suya dayanma ve tornada işlenebilme gibi özellikleri karşılaştırıldığında, tane boyutu küçüldükçe daha düzgün satırlı ve suya daha fazla dayanıklı briketler elde edilmektedir. Özellikle -150 meşlik fraksiyonlardan yapılan briketler, diğerlerine nazaran daha olumlu sonuç vermiştir. Bundan sonraki bütün deneylerde, numune kuru kuruya 150 meşin altına öğütülmüş ve yaş veya kuru olarak briketlemeye tâbi tutulmuştur.

2.3.5. Briket Kalıplarının Şeklimin Denince Etkisi

Önceden de belirtildiği gibi, briketleme işlemi sırasında silindirik ve dikdörtgen prizması şeklinde, çeşitli yüksekliklerde kalıplar denenmiştir. İlk deneyler silindirik kalıplarda

vapırlmış, fakat elde edilen briketlerin boyları arttıkça, briketlerde çatlakların husule geldiği görülmüştür. Briket gövdesindeki bu kayma hareketini önlemek için, geniş yüzü taban ve küçük yüzü de yükseklik olmak üzere hazırlanmış, prizma şeklindeki kalıplarda denemelere devam edilmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Şekil 3 te bu kalıplardan en çok kullanılanı gösterilmiştir.



Şekil 3 - Prizmatik Kalıp

2.3.6. Kuru Briketleme Yönteminin Etkisi

Öğütülmüş numunenin kuru olarak briketlenmesi olanaklarını araştırmak için, numune yalnız olarak veya kuru olarak ilâve edilen katgı maddeleri ile birlikte briketlemeye tâbi tutulmuştur. Numuneye bağlayıcı ilâve edilmeden, 400 Kg/cm² ile 2200 Kg/cm² lik basınçlarda yapılan çeşitli büyüklüklerdeki briketlerin düzgün görünüşlü olmalarına rağmen, dayanıklılıklarının

çok zayıf olduğu görülmüştür. Davanıklılıklarını arttırmak için ilâve edilen katğı maddeleri de fazla bir yarar sağlamamıştır. Aynı briketler 300°C ye kadar ısıtılıp, soğutulduktan sonra suya konulduklarında çabucak değişmişlerdir. Bütün bunlar briketleme işlemi esnasında katğı maddesi olarak suyun gerekli olduğunu ortaya koymuştur.

2.3.7. Yaş briketleme Yönteminin Etkisi

Yaş briket yapımında, önce **öğütülmüş** tabif lületaşı numunesi kullanılmış ve katğı maddesi olmaksızın ve katğı maddesi ilâvesiyle elde edilen briketler incelenmiştir.

2.3.7.1. Katğı Maddesi Olmaksızın Yapılan Deneyler

150 meşin altına kuru olarak öğütülmüş iyi kaliteli tabif lületaşı numunesine ağırlığının %20 si ile %60'ı arasında değişen nisbetlerde su ilâve edilmiş, iyice karıştırılıp hamur haline getirilen numune, 100-2200 Kg/cm² lik basınçlarda briketlenmiş ve daha sonra 50°C de kurutulmuştur. Elde edilen briketler, işlenebilme, suya dayanıklılık, özgül ağırlık, renk, yüzey özellikleri gibi çeşitli açılardan incelenmiştir. Yapılan deneylerden bazıları Bölüm 3 te gösterilmiştir.

B Ö L Ü M 3 - D E N E Y L E R D E N E L D E E D İ L E N S O N U Ç L A R

Yapılmış olan 200 kadar deneyden bazılarının sonuçları bu bölümde verilmiş ve her deney hakkındaki izlenimler belirtilmiştir.

3.1. Katgı Maddesi Kullanılmadan Yapılan Briketler

Denev 1: Su oranı : %20

Basınç : 2200 kg/cm²

Kalıp : İş çapı 2.5 cm., yükseklik = 7 cm.

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

İnceleme : Briketin kurutma işleminden sonraki,

Çapı = 2.2 cm.

Yüksekliği = 3.5 cm.

Renk = Beyaz

Yüzey= Düzgün satırlı ve boşluksuz

Özgöl ağırlık = 1.2

İşlenebilme : Metal tornasında delik açmağa müsait. Delik çapı 2 cm.vi bulana kadar brikette hiçbir kırılma görülmemiştir.

Suva Davanıklılık: Suva konulduktan sonra ilk

5 dakikada hiçbir değılme olmamıştır.

Denev 2: Su oranı : %25

Basınç : 400 Kg/cm²

Kalıp : (5.6 x 4) x 7 (Diktörtgen)

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

İnceleme : Briketin kurutma işleminden sonraki,

Boyutları = (5.6 x 3.8) x 4 cm.

Renk = Beyaz

Yüzey = Satıhta mikroskopik boşluklar görül-
müştür.

Özgöl Ağırlık = 1.2

İşlenebilme = Briket metal tornasında çapı 3 cm.,
vüksekliği 5.5 cm. olan silindir şekline
dönüştürülüp, üzerine dış çekilmiş ve
ortasına 0.8 cm. çapında bir delik
açılmıştır.

Suya Dayanıklılık = 50°C de kurutulmuş briketin suya
2 dakikadan fazla dayanmadığı görül-
müştür. Ancak briket 300°C ye kadar
2 saat fırında tutulduktan sonra suya
karşı dayanıklılık kazanmıştır.

DENEY 3 : Su Oranı : %45

Basınç : 400 Kg/cm²

Kalıp 0 (5.6 x 4) x 7 cm. (Diktörtgen)

Kurutma Sıcaklığı : Önce 50°C de 4 saat sonra
250°C de 2 saat

İnceleme : Kurutmadan sonraki briketin,

Boyutları = (5.6 x 3.5) x 3.2

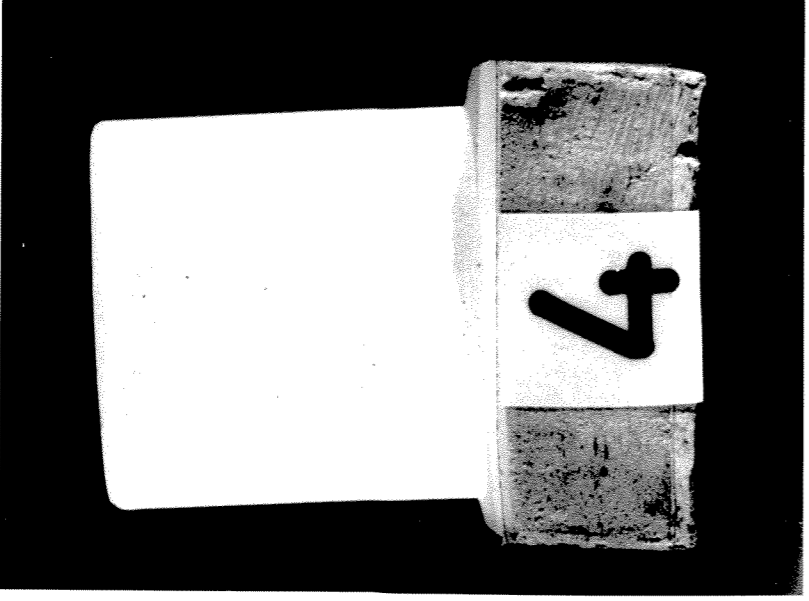
Renk = Beyaz

Yüzey = Düzgün görümlü, fakat mikroskopik
boşluklara sahip

Özgül Ağırlık = 1.2

İşlenebilme = Briket metal tornasında çapı 2.8 cm.,
vüksekliği 4.5 cm. olan silindir şek-
line dönüştürülmüştür.

Suya Dayanıklılık = 250°C den sonra suya dayanıklı-
lık göstermiştir.



Şekil 4- Yalnız %45 Suyla, Tabif Lületaşından Yapılan ve 250°C de Kurutulan bir Briket.

Yukarıdaki deneyler sırf su ilâvesiyle yapılan briketlerin 50°C deki kurutma işleminden sonra suya karşı dayanıklılıklarının olmadığını, ancak 250°C den sonra bu özelliği kazandıklarını göstermiştir. Yalnız briketlerin yüzey özelliklerinin istenen düzeye ulaşmaması, katgı maddesi ilâvesiyle de deneylerin tekrar edilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Tabif lületaşı ile yapılan briketlerden sonra, aynı deneylere toz, kırıntı, cılız ve talaşlardan oluşan, 150 meşin altına öğütülmüş numune ile devam edilmiştir. Aşağıda bu deneylerden bazıları gösterilmiştir.

Deney 4 : Su oranı : %45

Basınç : 310 Kg/cm²

Kalıp : (5.6 x 4) x 7 cm. (Diktörtgen)

Kurutma sıcaklığı : Önce 50°C de 4 saat ,
Sonra 300°C de 2 saat.

İnceleme : Kurutmadan sonraki briketin boyutları : (5.6 x 3.5)x2.8

Renk : Beje kağan beyaz

Yüzey : Düzgün görünüşlü, fakat gözle görülebilen
çok küçük boşluklara sahip.

Özgül ağırlık : 1,2

İşlenebilme : Briket metal tornesinde çapı 2,2 cm.
ve yüksekliği 4,5 cm. olan bir silindir şek-
line dönüştürülmüştür.

Suya dayanıklılık : 300°C de kurutulduktan sonra
suya dayanıklılık göstermiştir.

Deney 5 : Su nisbeti : %50

Basınç : 175 Kg/cm² (Numunenin plâstik olması

nedeniyle briketleme esnasında kalıbın kenar-
larında meydana gelen kaçaklar yüzünden daha
yüksek basınç elde edilememiştir.)

Kalıp : Diktörtgen

Kurutma sıcaklığı : Önce 50°C de 4 saat

Sonra 250°C de 2 saat

İnceleme : Kurutmadan sonraki briketlerin ,

Boyutları : (5,6 x 3,5) x 2,8

Renk : Beyaz

Yüzey : Düzgün görünüşlü, fakat gözle görülebilen küçük boşluklara ve ince çiziklere sahip.

Özgül Ağırlık: 1,2

İşlenebilme : Briket, metal tornasında çapı 2,3, yüksekliği 4,5 cm. olan silindirik şekline dönüştürüldü.

Suya dayanıklılık: 250°C de kurutulduktan sonra dayanıklılık kazanmıştır.

Yukarıdaki deneyler, cıvaz, toz, kırıntı ve talaştan müteşekkil numune ile yapılan briketlerin yüzeylerinin, tabii lületaşı ile yapılan briketlere nazaran daha bariz boşluklara sahip olduklarını ve özgül ağırlıklarının tabii lületaşının-kinde daha yüksek bulunduğunu göstermiş olup, bunların giderilebilmesi için katkı maddeleri ilâvesi denenmiştir. Diğer taraftan briketteki gözeneklerin vukam altında yapılacak presleme ile giderilebilmesi mümkün görülmekte ise de elimizde böyle bir olanak bulunmadığından, bu husus denenememiştir.

3.2. Katğı Maddesi İle Yapılan Deneyler

Briketleme işleme başlamadan önce su ilâvesiyle hazırlanmış tabii veya karışık lületaşı hamuruna, yaş veya kuru olarak çeşitli katkı maddeleri ilâve edilerek bunların briket özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Proje süresince uygulanan çeşitli katkı maddelerini kapsayan deneylerin bazıları aşağıda gösterilmiştir.

Deney 6 : Numune : -150 meş tabii lületaşı

Su Oranı : %15

Katğı Maddesi : %10 CaCl₂ (kuru olarak)

Basıñ : 2200 Kg/cm²

Kalıp : İç çapı 2,5 cm. yüksekliği 7 cm. olan silindirik kalıp

Kurutma Sıcaklığı : 105°C (2 saat)

İnceleme: Kurutmadan sonraki briketin boyutları:

Çapı : 2.5 cm.

Yükseklik : 3 cm.

Renk : Bevaz

Yüzey : Kurutmadan önce briketin yüzevi çok düzgün gözükmesine rağmen kuruduktan sonra tamamen pamuk görünüşünü almıştır.

Deney 7 : Numune : (-150 meş) karışık lületaşı

Su Oranı : %35

Katğı Maddesi : %6 H₃BO₃

Basıñ = 310 Kg/cm²

Kalıp : (5.6 x 4) x 7 cm.

Kurutma Sıcaklığı : Önce 105°C de 2 saat

Sonra 300°C de 2 saat.

İnceleme: Kurutmadan sonraki briketin boyutları:

(5.6 x 3.7) x 3 cm.

Renk : Bevaz

Yüzey: Düzgün görünüşlü, fakat iri gözenekler mevcut.

Özgül Ağırlık : 1.2

İşlenebilme : Metal tornasında çapı 2,6 cm., yüksekliği 5,5 cm. olan silindirik şekline dönüştürülüp, ortasına 0.9 cm.'lik bir delik açılmıştır.

Suya Dayanıklılık: 300°C de kurutulduktan sonra suya karşı gayet dayanıklı olmuştur.

Deney 9 : Numune : -150 meş tabif lüle taşı

Su oranı : %15

Katğı Maddesi : %10 tuz (NaCl)

Basınç : 2200 Kg/cm²

Kalıp : İç çapı 2,5 cm., yüksekliği 7 cm. olan silindirik kap.

Kurutma Sıcaklığı: 105°C de 2 saat

İnceleme : Renk : Gri

Yüzey : Tamamen deforme olmuş ve kalıptan çıkan ilk şeklini koruyamamıştır.

Suya Dayanıklılık: Suya dayanıklı değil.

Deney 10 : Numune : -150 meş tabif lüle taşı

Su Oranı : %44

Katğı Maddesi : %18 Na₂SiO₃ (sudaki eriviği şeklinde)

Basınç : 510 Kg/cm²

Kalıp : İç çapı 2,5 cm., yüksekliği 7 cm. olan silindir.

Kurutma Sıcaklığı : 105°C de 2 saat

İnceleme: Kurutmadan sonraki briketin boyutları:

Çapı : 2,4 cm.

Yükseklik: 3 cm.

Renk : Kirli beyaz

Yüzey : Çatlaklı

Suya Dayanıklılık : Suya dayanıklı.

Deney 11 : Numune : -150 meş tabif lületaşı

Su Oranı : %43

Katğı Maddesi : %17 Na₂SiO₃

Basıng : 510 Kg/cm²

Kalıp : İç çapı 2,5 cm., yüksekliği 7 cm. olan silindir.

Kurutma sıcaklığı : 105°C de 2 saat

İnceleme: Renk : Beyaz

Yüzey: Oldukça düzgün, fakat çok ince çatlaklar mevcut

Suya Dayanıklılık: Suya karşı oldukça dayanıklı.

5 dakika devamlı suyun içinde bırakıldığında yüzeyinde yumuşama oluyor.

İşlenebilirlik : Elle ayrılabiliriyor.

Deney 12 : Numune : -150 meş tabif lületaşı

Su Oranı : %20

Katğı maddesi: %10 şap

Basıng : 2200 Kg/cm²

Kalıp : İç çapı 2,5 cm., yüksekliği 7 cm. olan silindir.

Kurutma Sıcaklığı : 105°C de 2 saat

İnceleme: Renk : Pembemsi beyaz

Yüzey: Düzgün görünüşlü çok ince çatlaklı

Suya Dayanıklılık : İlk 10 dakikada suda dağılmıyor

İşlenebilirlik : Metal tornasında delik açılabiliriyor, valnız ovuk çapı genişletirken kırılmaya müsait olduğu görülmüştür.

Deney 13 : Numune + -150 meş tabii lületaşı

Su Oranı : %20

Katğı Maddesi : %20 şap

Basıng : 2200 Kg/cm²

Kalıp : İç çapı 2,5 cm., yüksekliği 7 cm. olan silindir.

Kurutma Sıcaklığı : 105°C de 2 saat

İnceleme : Renk : Pembemsi beyaz

Yüzey : Lüzgün şekilli, fakat mikroskopik çatlaklar mevcut.

Suya Dayanıklılık : İlk 10 dakikada suda dağılmıyor. İşlenebilirlik : Torna edilirken kırılmaya müsait.

Yukarıda isimleri verilen katğı maddelerinin yanında ayrıca %10 nisbetinde n-octylamine, BaSO₄, TiO₂, Sb₂O₃, Al₂O₃ ve kaolin ilâvesiyle de denemeler yapılmıştır. Gözlemler, bu katğı maddelerinin briketin yapısında olumlu bir değişiklik veratmadığını göstermiştir.

Aşağıda briket yapısında daha etkin değışmelere sebep olan katğı maddelerinden bahsedilecektir.

Deney 14 : Numune : -150 meş karışık lületaşı

Su Oranı : Yok

Katğı Maddesi : %30 süt

Basıng : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5.6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

Briketin suya karşı mukavemetini arttırmak için kurutma sıcaklığı 250°C ye çıkarıldığında, briket suya karşı dayanıklılık kazanmış, fakat rengi sarıya dönmüştür.

Deney 15 : Numune : -150 meş tabif lületaşı

Su Oranı : Yok

Katğı Maddesi : %50 süt

%3.75 MgO

%1.25 ZnO

Basınç : 200 Kg/cm²

Kalıp : İç çapı 3,8 cm², yüksekliğı 7 cm. olan silindir.

Kurutma Sıcaklığı : 105°C de 2 saat

İnceleme: Renk : Sarı benekli

Yüzey: Düzgün, fakat mikroskopik boşluklar mevcut
Suya Dayanıklılık: Suya dayanıklı.

İşlenebilirlik : Metal tornasında çapı 3,2 cm.,
yüksekliğı 3,4 cm. olan silindir şekline
dönüştürüldü.

Deney 16 : Numune : -150 meş karışık lületaşı

Su Oranı : Yok

Katğı Maddesi : %4.0 MgO

%24 süt

Basınç : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

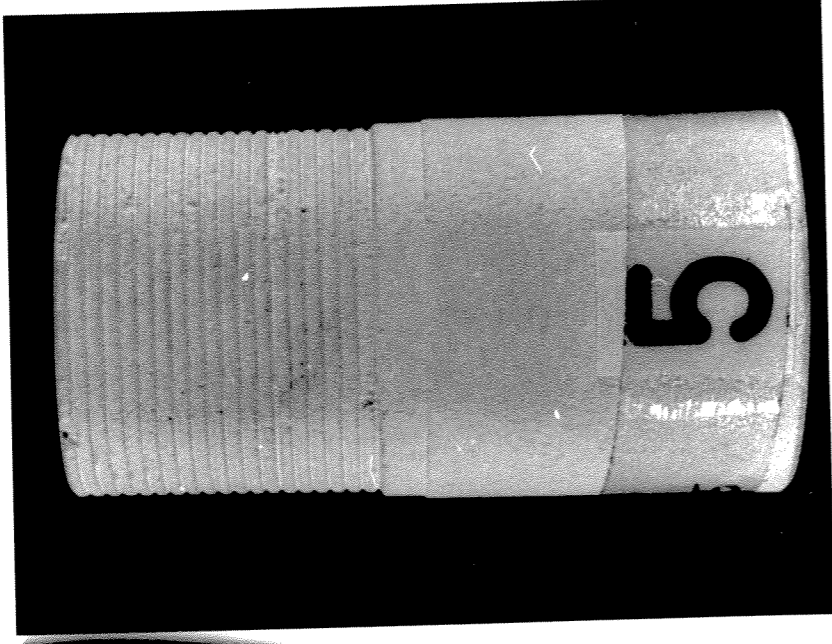
İnceleme: Renk : Beyaz, fakat gri benekli

Yüzey: Düzgün, fakat çok ince boşluklu

Suya Dayanıklılık : İlk 3 dakika dağılma görülüyor.

Suya karşı dayanıklılığını arttırmak için sıcaklık
105°C ye çıkarıldığında sarı benekler daha artmıştır.
İşlenebilirlik : Metal tornasında kolayca 3 cm.çapı,

5,5 cm. yüksekliğı olan silindir şekline
dönüştürülebilmekte ve üzerine diş çekile-
bilmektedir.



Şekil 5 - Süt İflâvesiyle Yapılmış Bir Briket

Deneysel 17 : Numune : -150 meş karışık lületaşı

Su Oranı : %30

Katı maddesi : %6 süt tozu

Basınç : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

250°C de 2 saat

İnceleme: Renk : İkinci kurutmadan sonra renk karararak ,
kahverengine dönüşmüştür .

Yüzey: Düzgün şekilli, fakat hafif gözenekli

Suya Dayanıklılık : Suyu dayanıklı

İşlenebilirlik : Metal tornasında 2 cm. çap ve 6.0 cm.

yüksekliği olan silindir şekline dönüştürüle-
bilmektedir.

Deney 18 : Numune : -150 meş karışık lületaşı
Su Oranı : %25

Katgı Maddesi : % 5 MgO

% 1 ZnO

%3 Kazein

Basınç : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

İnceleme : Renk : Kirli beyaz ve kazeinin iyi dağılması
yüzünden benekli

Yüzey : Düzgün, fakat hafif çatlaklı

Suya Dayanıklılık : 50°C de kurutulmasına rağmen
suya karşı gayet dayanıklı.

Deney 19 : Numune : -150 meş kırıntı lületaşı

Su Oranı : %22

Katgı Maddesi : %14.5 yumurta akı

Basınç : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 5 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat
200°C de 2 saat

İnceleme : Renk : Beyaz, fakat gri benekli

Yüzey : Çok hafif pütürlü ve boşluklu.

Suya Dayanıklılık : 200°C de kurutulduktan sonra
bile suya konulunca dağılmaya başlamıştır.

İşlenebilirlik : Metal tornasında 2,5 cm. çap ve

4,6 cm. yüksekliğinde silindir şekline
dönüştürülmüştür.

Deney 20A : Numune : -150 meş karışık lületaşı

Su Oranı : %22

Katgı Maddesi : %14.5 MgO

%14.5 yumurta akı

Basıncı : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

İnceleme: Renk : Beyaz, fakat gri benekler mevcut

Yüzey: Çok düzgün

Suya Dayanıklılık: 50°C de kurutulduktan sonra suya konulduğunda hiç etkilenmediği görülmüştür.

İşlenebilirlik : Metal tornasında çapı 2,8 cm., yüksekliğe 4,5 cm. olan bir silindirik şekline dönüştürülebilmiştir.

Deney 20: Numune : -150 meş karışık lüle taşı

Su Oranı : %20

Katgı Maddesi: %15 nişasta

Basıncı : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

300°C de 2 saat

İnceleme: Renk : 50°C den sonra kirli beyaz, 300°C den sonra kahverengi

Yüzey: Şekil olarak düzgün ama hafif kırıklı

Suya Dayanıklılık : 50°C de suya dayanıklı değil.

İşlenebilirlik : Torna makinesinde çekilen dişler kırıklı olmuştur.

Deney 21: Numune : -150 meş karışık lüle taşı

Su Oranı : %20

Katgı Maddesi : %2,5 tutkal (sıcak sudaki eriviği şeklinde)

Basıncı : 535 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

İnceleme: Renk : Beyaz, fakat gri benekler mevcut

Yüzey: Gayet düzgün

Suya Dayanıklılık : 50°C den sonra suda dağılmıştır.

İşlenebilirlik : Metal tornasında briketten 2,5 cm.

çapı ve 5,5 cm. yüksekliği olan bir silindir elde edilerek üzerine gayet sağlam dış çekilebilmiştir.

Deney 22: Numune : -200 meş karışık lületaşı

Su Oranı : %25

Katğı Maddesi : %6,8 sodyum tetra borat

Basıncı : 535 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : Önce 50°C de 4 saat

Sonra 200°C de 2 saat

İnceleme: Renk : Beyaz, fakat hafif boşluklu

Yüzey: Düzgün şekilli olmasına rağmen 200°C de çatlamıştır.

Suya Dayanıklılık : Suya dayanıklı değil.

Deney 23: Numune : -150 meş karışık lületaşı

Su Oranı : %25

Katğı Maddesi : %15 alçı

Basıncı : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : Açık havada, oda sıcaklığında

İnceleme : Renk : Beyaz

Yüzey : Gavet düzgün

Suya Dayanıklılık : Suda derhal dağılmıştır

Deney 24 : Numune : -150 meş karışık lüle taşı

Su Oranı : %47

Katğı Maddesi : %5 CaO

Basınc : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

İnceleme : Renk : Beyaz

Yüzey : Düzgün, fakat çatlaklı

Suya Dayanıklılık : Suya ilk konunca yumuşuyor
ve 5 dakika sonra yüzeyden dökülmeler
başlıyor.

Deney 25 : Numune : -150 meş karışık lüle taşı

Su Oranı : %60 (Bunun içine %5 Na₂SO₃ solusyonun-
daki su dahil)

Katğı Maddesi : Na₂SiO₃ ve %3.5 CaO

Basınc : 510 Kg/cm²

Kalıp : 2.5 cm. iç çapı, 7 cm. yüksekliği olan
silindir.

Kurutma Sıcaklığı : 105°C de 2 saat

İnceleme : Renk : Beyaz

Yüzey : Düzgün ve çatlaksız

Suya Dayanıklılık : Suda hafif yumuşuyor ve hemen
dağılma olmuyor.

İşlenebilirlik : Elle oyulmaya müsait

Deney 26 : Numune : -150 meş karışık lületaş

Su Oranı : %34

Katğı Maddesi : %6 ZnO

Basıncı : 310 Kg/cm³

Kalıp : 5.6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : Önce 105°C de 2 saat

Sonra 300°C de 2 saat

İnceleme : Renk : Bevaz

Yüzey : Düzgün ve çatlaksız

Suya Dayanıklılık : Suya 300°C de kurutulduktan

sonra dayanıklı

İşlenebilirlik : Torna edilirken ortadan çatlamıştır.

Deney 27 : Numune : -150 meş karışık lületaş

Su Oranı : %25

Katğı Maddesi : %2,5 Manvezit (kavrulmuş)

Basıncı : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

300°C de 2 saat

İnceleme : Renk : Beyaz

Yüzey : Düzgün, fakat mikroskopik boşluklu

Suya dayanıklılık : 300°C den sonra suda dağılmıyor

Özgöl Ağırlık : 1,2

İşlenebilirlik : Metal tornasında çapı 2,6 cm olan

ve yüksekliği 5,5 cm olan bir silin-

dir şekline dönüştürülüp, üzerine

diş çekilmiş ve ortasına 0,9 cm. ç-

pında delik açılmıştır. Yalnız dişlerde

hafif kırıklar bulunmaktadır.

Deney 28 : Numune : -150 meş karışık lüle taşı

Su Oranı : %47.5

Katğı Maddesi : %4 MgO

%1 ZnO

Basınç : 310 Kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat

İnceleme : Renk : Beyaz

Yüzey: Düzgün şekilli, fakat mikro çatlaklar mevcut

Özgül Ağırlık : 1,2

İşlenebilirlik : Metal tornasında çapı 3 cm, yüksekliği 4,5 cm olan silindir şekline çevrilip, üzerine diş açılmıştır ve ortasına da çapı 0,9 cm olan bir delik delinmiştir.

Deney 29 : Numune : -150 meş tabii lüle taşı

Su Oranı : %30

Katğı Maddesi : %20 MgO (saf)

Basınç : 880 Kg/cm²

Kalıp : İç çapı 2,5 cm, yüksekliği 7 cm olan silindir.

Kurutma Sıcaklığı : 105°C de 2 saat

İnceleme: Renk : Beyaz

Yüzey : Düzgün ve boşluksuz

Özgül ağırlık : 1,2

Suva dayanıklılık : İlk 5 dakikada suda dağılmamıştır.

İşlenebilirlik : Tornada delik delinmiştir.

Deney 30 : Numune : -150 meş tabii lüle taşı

Su Oranı : %30

Katğı Maddesi : 10 MgO

Basınç : 200 kg/cm²

Kalıp : 2,5 cm çapı ve 7 cm yüksekliği olan silindir

Kurutma Sıcaklığı : 105°C de 2 saat

İnceleme:

Renk : Beyaz

Yüzey: Düzgün ve boşluksuz

Özgül Ağırlık 1,2

Suya Dayanıklılık: İlk 5 dakikada dağılma olmamıştır.

İşlenebilirlik : Elle briketin içini oymak mümkün
olmaktadır.



Şekil 6- %10 MgO Katgısıyla Yapılan Bir Briket

Deney 31 : Numune: -150 meş tabif lületaşı

Su Oranı : %21

Katğı Maddesi : %7 MgO

Basıncı : 1600 Kg/cm²

Kalıp : İç çapı 4,84 cm olan ve yüksekliği 7 cm olan silindir

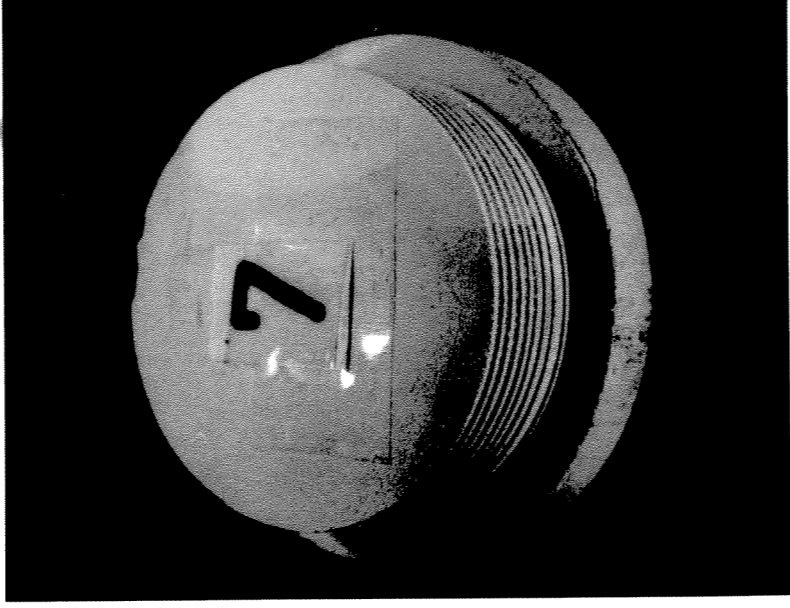
Kurutma Sıcaklığı : 105°C de 2 saat

İnceleme: Renk : Beyaz

Yüzey : Düzgün ve boşluksuz

Özgöl Ağırlık 1,2

Suya Dayanıklılık : İlk 5 dakikada suda dağılmamıştır.
İşlenebilirlik : Metal tornasında dış çekilmiş ve kırılma olmamıştır.



Şekil 7 - %7 MgO Katğısıyla (tabif lületaşından)
Yapılan Bir Briket

Deney 32 : Numune : -150 meş karışık lületaşı

Su Oranı : %30

Katğı Maddesi : %5 MgO (saf)

Basınç : 310 kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7

Kurutma Sıcaklığı : 105°C

İnceleme: Renk : Beyaz

Yüzey : Düzgün, fakat gözle görülemiyen boşluklara sahip.

Özgül Ağırlık : 1.2

Suva Dayanıklılık : 105°C de kurutulduktan sonra suda değılmıştır. Aynı deney 150°C, 200°C ve 220°C için de tekrarlanmış ve suya olan dayanıklılık ancak 220°C in üstündeki sıcaklıklarda kazanılmıştır.

İşlenebilirlik: Metal tornasında silindir elde edilip, dış çekilebilmektedir.

Deney 33 : Numune : -150 meş karışık lületaşı

Su Oranı : %30

Katğı Maddesi : %7 MgO (saf)

Basınç : 310 kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

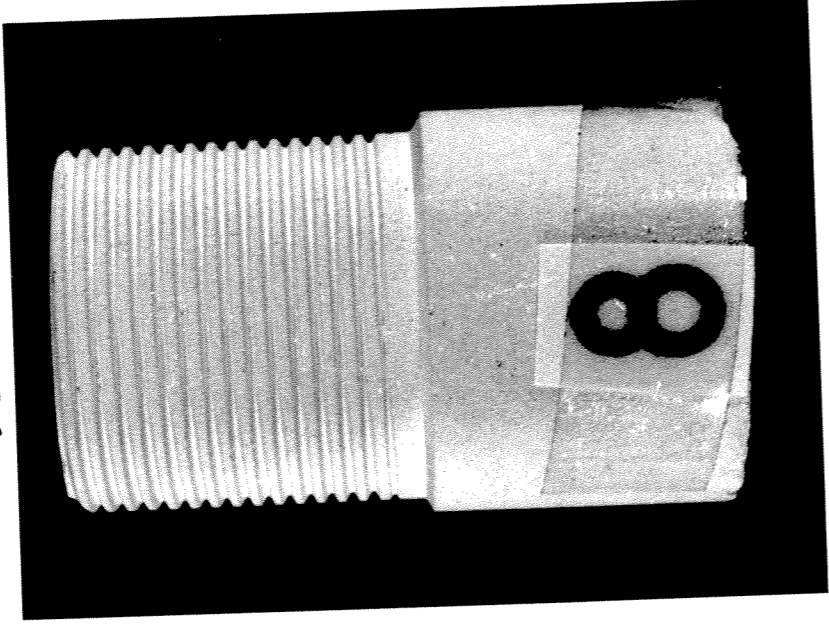
Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat
300°C de 2 saat

İnceleme: Renk : Bevez

Yüzey: Düzgün şekilli, fakat mikroskopik boşluklar mevcut.

Özgül ağırlık : 1,2

Suya dayanıklılık : İkinci kurutma işleminden sonra suya karşı çok dayanıklı
İşlenebilirlik : Metal tornasında 3 cm çapı ve 3,5 cm yüksekliği olan silindirik şekline dönüştürül- müş ve üzerine diş çekilmiş ve ortasına 0,9 cm çaplı delik delinmiştir.



Şekil 8- %7 MgO Katgısıyla Yapılan Bir Briket

Deney 34 : Numune : -150 meş karışık lüle taşı

Su Oranı : %27

Katgı maddesi : %18 MgO (saf)

Basınç : 310 kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat
300°C de 2 saat

Adı : ...

№ :

İzlenimler :

Yer :

Tarih :

Not :

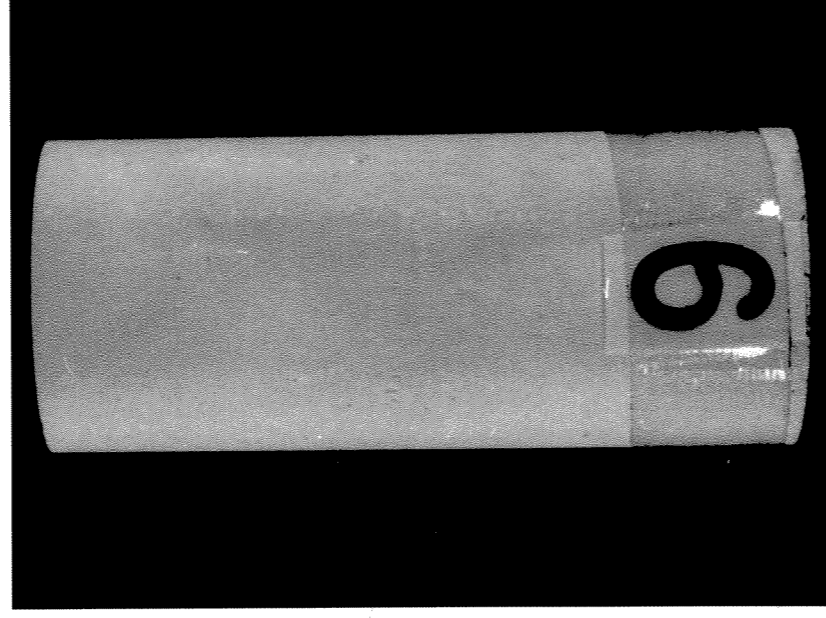
İnceleme: Renk : Bevez

Yüzey : Gayet düzgün ve boşluksuz (tabii lületaşından yapılan briketlerin yüzeyine çok yakın)

Özgül Ağırlık : 1,2

Suya Dayanıklılık : İkinci kurutmadan sonra suya karşı gayet dayanıklı

İşlenebilirlik : Metal tornasında çapı 2,5 cm, yüksekliği 6 cm olan bir silindir elde edilebilmiştir.



Şekil 9- %18 MgO Katgisiyle Yapılan Bir Briket

Renk : Beyaz

Yapı : Toz

100

Özellikler

100

100

100

100

MgO ile yapılan deneyler, diğerlerine kıyasla en olumlu sonuçları vermişlerdir. Aynı deneyler süte ile de tekrarlandı-
ğında, sütün briketin bünyesinde olumlu etkisi görülmüşse de,
105°C den sonra briketin rengini sarıya çevirdiği için kullan-
maktan vazgeçilmiştir.

Katğı maddesi olarak saf MgO kullanılması yerine "Kalsine
Manvezit" kullanma olanakları da araştırılmıştır. Bunun için
laboratuvarlarımızda bulunan Kütahya çevresine ait manvezit
cevheri, 1300°C de 4 saat kalsine edilip, 150 meşin altına
öğütüldükten sonra katğı maddesi olarak kullanılmıştır. Alınan
sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

Deney 35 : Numune : -150 meş karışık lületağı

Su Oranı : %30

Katğı Maddesi : %7 kalsine manvezit

Basınç : 310 kg/cm²

Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³

Kurutma Sıcaklığı : Önce 50°C de 4 saat

Sonra 300°C de 2 saat

İnceleme:

Renk : Donuk beyaz

Yüzey : Düzgün şekilli, fakat gözle görünür çok
küçük boşluklara sahip

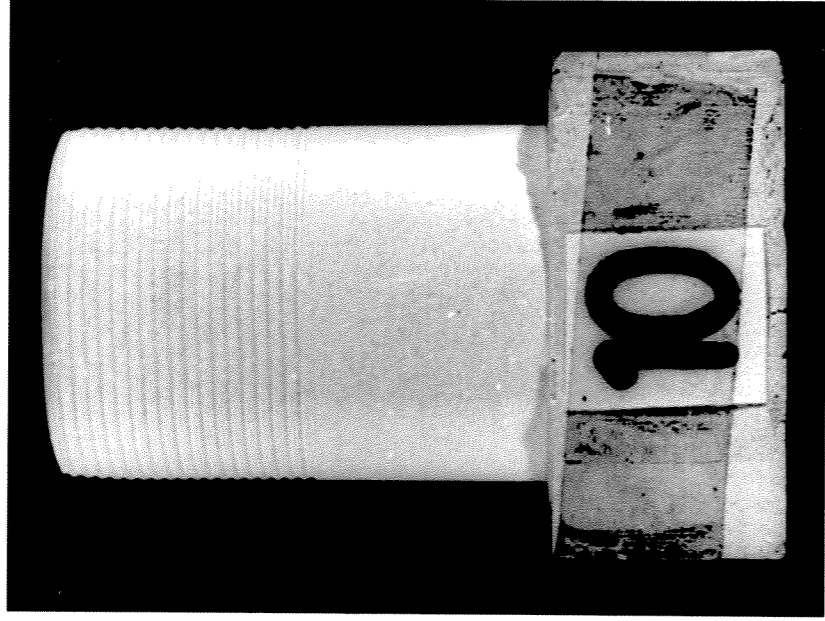
Özgül Ağırlık : 1,2

Suya Dayanıklılık : İkinci kurutmadan sonra suya
dayanıklılık göstermiştir.

İşlenebilirlik: Metal tornasında çapı 3 cm, yüksek-

liği 5,5 cm olan silindir elde edilip, üzeri-
rine diş çekildi ve ortasına 0,9 cm çaplı
bir delik delindi.

Özgül ağırlık ile yapılan
deneyler, verimlilikleri
göstermektedir. Bu deneyler
1000°C de 4 saat
süreyle yapılmıştır. Bu
deneylerden sonra elde
edilen ürünlerin özgül
ağırlıkları 1,1-1,2 arası
arasında olmuştur. Bu
deneyler, manvezit katkılı
malzemelerin özgül ağırlık
larının, manvezit katkılı
malzemelerin özgül ağırlık
larından daha yüksek olduğunu
göstermektedir.



Şekil 10- %7 Kalsine Manvezit Katkısıyla Yapılmış Bir Briket

Deney 36 : Numune : -325 meş karışık lületaş
Su Oranı : %30

Katğı Maddesi : %18 Kalsine manvezit
Basınç : 310 kg/cm²
Kalıp : 5,6 x 4 x 7 cm³
Kurutma Sıcaklığı : Önce 50°C de 4 saat
Sonra 220°C de 2 saat

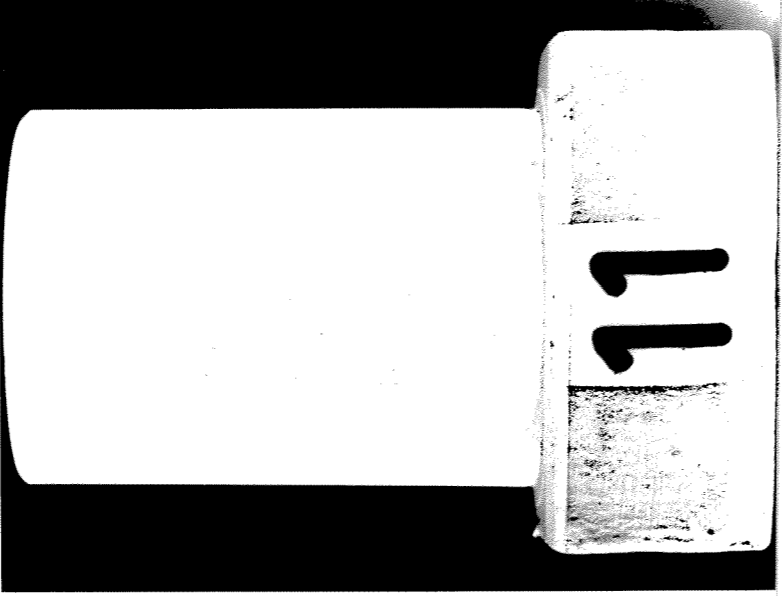
İnceleme: Renk : Beyaz

Yüzey : Gavet düzgün şekilli, fakat gözle görüle-
miyen mikro boşluklara sahip

Özgül Ağırlık : 1,2

Suya Dayanıklılık : İkinci kurutmadan sonra suya dayanıklı

İşlenebilirlik : Metal tornasında çapı 3 cm, yüksekliği 5,5 cm olan silindirik şekline çevrilmiştir.



Şekil 11- %18 Kalsine Manyezit Katgısıyla Yapılmış Bir Briket

Son seri deneylerde ise saf Alüminyum tozu ile magnezyum tozunun katgı maddesi olarak etkisi incelenmiştir.

Deney 37 : Numune : -150 meş karışık lüle taşı

Su Oranı : %59

Katgı Maddesi : %0,4 Alüminyum tozu

Basınç : 45 kg/cm² (kalıbın etrafındaki kaçaklar yüzünden basınç daha fazla yükseltilemedi)

Kalip : 5,6 x 4 x 7 cm³
Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat
220°C de 2 saat

Inceleme : Renk : Donuk bevez, ve benekli
Yüzey: Düzgün şekilli, fakat pütürlü
Özgül Ağırlık : 1,2
Suya Dayanıklılık: Suda hemen dağılıyor
İşlenebilirlik : Metal tornasında silindir
şekline çevrilmiştir.

Deney 38: Numune : -150 meş karışık lületaş
Su Oranı : %41
Katğı Maddesi : %0,6 alüminyum tozu
Basınç : 116 Kg/cm² (kaçaklar yüzünden daha
yükseğe çıkılamadı.
Kalip : 5,6 x 4 x 7 cm³
Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat
220°C de 2 saat

Inceleme: Renk : Mavimtrak
Yüzey: Pütürlü
Özgül Ağırlık : 1,2
Suya Dayanıklılık : Suda hemen dağılıyor
İşlenebilirlik : Tornada işlenebiliyor.

Deney 39: Numune : -150 meş lületaş
Su Oranı : %40
Katğı Maddesi : %0,6 Magnezyum tozu
Basınç : 310 Kg/cm²
Kalip : 5,6 x 4 x 7 cm³
Kurutma Sıcaklığı : 50°C de 4 saat
300°C de 2 saat

İnceleme: Renk : Beyaz

Yüzev: Düzgün şekilli, fakat mikro boşluklu

Özgül ağırlık 1,2

Suya Dayanıklılık : İkinci kurutmadan sonra suya dayanıklı

İşlenebilirlik : Metal tornasında çapı 2,8 cm, yüksekliği 4 cm olan silindirik şekline dönüştürüldü.

4. S O N U Ç L A R

- 1) Lületaşı toz, artık ve talaşları ile "cılız" taşlarının briketlenerek sun'f lületaşı yapımı mümkün olmaktadır.
- 2) Briketleme işleminden önce numunenin toz hale getirilmesi ve en az 150 meşin altına öğütülmesi gerekmektedir. Briketlerin özellikleri tane boyutu küçüldükçe müsbet yönde artmaktadır.
- 3) Briketleme işleminin vaş olarak yapılması gerekmektedir. Numune vi nemlendirmek için en iyi maddenin su olduğu bulunmuş olup, deneylere göre gerekli su miktarı en az ağırlıkça %30 dur.
- 4) Briketleme sırasında uygulanan basınç, briketin strüktürü ile yakından ilgili olup, 310 kg/cm² lik basınçla uygun nitelikte briketler elde edilmiştir.
- 5) Yaş olarak elde edilen briketlerin, çoğunlukla, 50° C de kurutulduktan sonra suya dayanıklı bir yapıya sahip olmadıkları görülmüştür. Bu duruma, briketi 250° C nin üstüne

ısıtmak suretiyle giderilmiştir. Yalnız sıcaklığın 300°C nin üstüne çıkması gerekmektedir, aksi takdirde briketin rengi beyazdan sarıya dönmektedir.

- 6) Briketleme esnasında hamura ilâve edilen katğı maddelerinden CaO, MgO ve ZnO'in briketin suya devanıklılığını arttırdığı bulunmuştur. Özellikle hamura ilâve edilen %18 oranındaki MgO 'in çok olumlu briketler verdiği izlenmiştir.

Bu çalışmada, yurdumuzda çıkarılmakta olan lületaşının işlenmesi sırasında ortaya çıkan toz, talaş, kırıntı gibi imalat artıkları ile, "cılız" olarak adlandırılan düşük kaliteli lületaşlarının aglomerasyon yoluyla değerlendirilmesi olanakları araştırılmıştır.

Araştırmaya konu olan numunelerden bir kısmı Eskişehir'den yürütücü tarafından bizzat alınmış, bir kısmı da Eskişehir Sanayi Odası tarafından temin edilmiştir.

Lületaşının aglomerasyonunda peletleme ve briketleme olmak üzere iki ayrı yöntem uygulanmıştır. Toz haline getirilmiş numunelerden yapılan 1-2 cm çaplı peletlerin gerek yüzeylerinin düzgün olmayışı, gerekse büyüklük itibarıyla pipo ve benzeri maddelerin yapılmasına uygun olmayışları nedeniyle, peletleme yönteminin uygulanmasından vazgeçilmiştir.

Briketleme yönteminde ise kuru ve yaş briketlemenin yanında, numunevi öğütmeden ve öğüttükten sonra yapılan briketleme işlemleri de denenmiştir. Ayrıca yaş briketleme işleminde bağlavıcı ilâvesinin de etkisi incelenmiştir.

Briketleme deneyleri için çeşitli büyüklüklerde silindirik ve prizma şeklindeki kalıplar kullanılmıştır. Kalıplara doldurulan numuneler 200 tonluk bir preste, 100-2200 Kg/cm² lik basınç altında sıkıştırılmışlardır.

Yapılan deneyler numunenin öğütülmeden kuru kuruva; basınç altında sıkıştırılmasıyla elde edilen briketlerin çok kaba bir yapıya sahip olduklarını göstermiştir.

Numune toz haline getirildikten sonra 400-2200 kg/cm²'lik basınç altında yine kuru olarak sıkıştırılarak briketler yapılmış ve bunların da dayanıklılıklarının olmadığı görülmüştür.

Kuru olarak yapılan briketlerin olumsuz sonuç vermesi, briketleme işleminde su veya benzeri maddelerin ilâvesinin gerekliliğini ortaya koymuştur.

Yaş briketleme yönteminde ise, belirli tane büyüklüklerine öğütülmüş numuneler, yalnız su ile veya suyla birlikte çeşitli bağlayıcılar ilâve etmek suretiyle briketlerin yapılmasına çalışılmıştır. Elde edilen briketler 50°C de 4 saat kurutulduktan sonra incelemeye tâbi tutulmuşlardır.

Lületaşından elde edilen briketlerin istenilen düzeyde olup olmadığının tespiti için briketler suya dayanıklılık, işlenebilirlik, özgül ağırlık, renk, yüzey özelliği gibi çeşitli özellikleri bakımından incelenmişlerdir.

Çeşitli tane boyutlarına öğütülmüş numunelerle yapılan yaş briketlerin kurutulduktan sonra karşılaştırıldıklarında, ince tanelere doğru gidildikçe briketin yüzey özelliklerinin olumlu yönde geliştiği görülmüştür. Bunun için numuneyi en az 150 meş'in altına öğütmek gerekmiştir.

150 meş'in altına öğütülmüş tabii lüle taşı numunesinden,

yalnız su ilâvesiyle, 100-2200 kg/cm² lik basınçlarda yapılan briketlerin kurutulduktan sonra suya karşı fazla bir dayanıklılık göstermedikleri tesbit edilmiştir. Bu durum briketi 250°-300° ye kadar 2 saat müddetle ısıtmakla giderilmiştir. Yalnız elde edilen briketlerin yüzeylerinin mikroskopik boşluklara sahip olması yüzünden, sudan başka diğer bağlayıcı maddelerin ilâvesiyle briketlerin yüzey özelliklerinin geliştirilmesine çalışılmıştır.

Lületaşı kırıntılarından hazırlanan hamura katı ve sıvı halde çeşitli bağlayıcılar ilâve edilmiştir. Bunlar arasında en önemlilerinin CaO, ZnO, süt, kavrulmuş manvezit ve MgO olduğu bulunmuştur. Özellikle, lületaşı hamuruna %18 oranında MgO ilâvesiyle, 310 kg/cm² lik basınç altında yapılan briketlerin, önce 50°C de, sonra da 300°C de kurutulmasından sonra, tabii lületaşı yapısına yakın bir özellik gösterdiği görülmüştür.

Sonuç olarak, lületaşı toz, artık ve kırıntıları ile cıvaz taşlarının briketlenerek sun'f lületaşı yapımının mümkün olduğu görülmüştür.

In this investigation, the possibilities of agglomeration of fines produced during the manufacturing of objects from meerschaum and from the rejects obtained during mining were investigated.

The samples used in the research were partly picked up from Eskişehir by the author, and some were sent by the Chamber of Industry of Eskişehir Vilâyet.

Two methods were tried for the agglomeration of meerschaum, these were,

- a) Pelletizing, and
- b) Briquetting.

The pellets made of ground meerschaum were not satisfactory because of the unsuitable surface properties and sizes for manufacturing of pipes, etc.

In briquetting, the preliminary tests were conducted on samples in dry and wet conditions without the addition of any binder. Also, the effects of the addition of various binders were investigated.

In making the briquettes, cylindrical and rectangular shaped molds of various sizes were used. The briquetting was carried out under a 200 tons press, applying pressures between 100 - 2200 kg/cm².

The tests showed that the briquettes obtained by pressing the dry material without grinding were not satisfactory because of their rough structure. On the other hand, it was found that the dry briquettes produced by using ground material, with a pressure of 400-2200 kg/cm², did not have sufficient strength. These unsuccessful results obtained with dry samples showed the necessity of the addition of water during briquetting.

For wet briquetting, the material ground to fine sizes was mixed with water alone or with the other binders and pressed under various pressures. After drying these briquettes at 50°C for 4 hours, they were subjected to quality determination.

These briquettes were examined with respect to strength, resistance to water, workability into various objects, density, colour and surface smoothness.

The wet briquetting tests showed that the surface properties of the briquettes are improved with the fineness of the material used during briquetting. It was also found that the sample should be ground to at least minus 150 mesh before briquetting.

The briquettes made by using native meerschäum ground to minus 150 mesh size, and mixing only with water and pressing with a pressure of 100-2200 kg/cm², showed no strength. Although their strength was improved by drying them at 250-300°C for 2 hours, the microscopic pores occurring at the

surface persisted.

In another group of tests, various binders in solid and liquid form were added to the ground sample. Some of the binders tried were CaO, ZnO, milk, calcined magnesite and MgO. Of these binders, the addition of 18% MgO to the wet sample, gave the best briquettes, having surface properties similar to the native meerschau. For these briquettes, the optimum pressure was 310 kg/cm², and drying them first at 50° and then at 300° C was required.

In conclusion, as a result of this investigation, the briquetting of meerschau fines and rejects was found to be possible for the production of pipe, linings and other objects.

7. L İ T E R A T Ü R

- 1- Büyükkınacı, A., "Lületaşı (Sepiolit) Hakkında Not", MTA, Endüstriyel Hammaddeler Şb. Şubat 1967.
- 2- Oengiz Tekin, "Lületasının Ekonomik Analizi", Eskişehir Sanayi Odası Yayınları, No.9 (1973)
- 3- Sanat Ansiklopedisi, S. 1247.
- 4- Ladoo, R.F., Myers, W.M., "Non-metallic Minerals", II. Edition, 1951. S.313
- 5- Taggart, A.F., "Handbook of Mineral Dressing", 1950, S: 3-63, 3-64.
- 6- Faust and Fukey, 1962, "The Serpentine Group Minerals", U.S.G.S. Professional Paper, 384-A.
- 7- Devlet Plânlama Teşkilâtı, "Endüstriyel Hammaddeler Özel İhtisas Komisyonu Raporu", Yayın No:DPT 1188, ÖİK: 154, Mart 1972.
- 8- Akıncı, Ö., "Eskişehir 124-C1 Faftasının Jeolojisi ve Tabakalı Lületaşı Zuhurları", 1967, MTA Raporu.