

T. C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**DÜŞÜK SICAKLIKTA PEKİŞEBİLEN
SU EMMESİ DÜŞÜK FELDSPATLI ÇİNİ YAPIMI VE
ÜZERLERİNE HAM SIRLARIN UYGULANMALARI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Soner GENÇ

ESKİŞEHİR, 1990

K I S A L T M A L A R

T.M.M.O.B.	: Türkiye Mimarlar Mühendisler Odası Birliği
M.B.E.A.E.M.A.Ü.	: Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Malzeme Araştırma Ünitesi
M.Ö.	: Milattan Önce
M.S.	: Milattan Sonra
Y.Y.	: Yüzyıl
D.T.A.	: Diferensiyel Termal Analiz
Y.S.	: Yoğurulma Suyu
K.K.	: Kuru Küçülme
P.K.	: Pişme Küçülmesi
T.K.	: Toplu Küçülme
S.E.	: Su Emme
ml.	: Mililitre
sn.	: Saniye

SUMMARY

The object of the research was to investigate the development and the application of the ceramic bodies vitrified at low temperatures (1200°C), having low absorption of water and to apply raw glazes on them.

In this direction firstly, the chemical analyses of the present raw materials were provided by various ceramic factories. The mineral chemical formula and the rational analyses of the raw materials were calculated and the physical tests were carried on the clays and kaolinities.

While carrying the body researches, the absorption of water was lowered. Among these experimental bodies, one was chosen having the best casting proprieties. The casting was carried out on various plaster moulds and the suitable glazes were applied.

gr.	: Gram
d.	: Özgül ağırlık gr/cm^3
m.	: Hammaddenin ağırlığı gr
V.	: Hammaddenin hacmi cm^3
F.	: Kuru direnç kg/cm^2
P.	: Kırma ağırlığı kg
L.	: Mesnetler arası Uzunluk cm
b.	: Çubuk genişliği cm
h.	: Çubuk kalınlığı cm
K.C.	: Kilcevheri
K.F.	: Potasyum Feldspat
Na.F.	: Sodyum Feldspat
S.S.	: Serbest Silis
B.	: Baskı
C.	: Cilt
s.	: Sayfa
a.g.e.e.	: Adı geçen eser

İ C İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
KISALTMALAR.....	II
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

SERAMIĞE GİRİŞ

BİRİNCİ KESİM

SERAMIĞİN TANIMI VE TARİHÇESİ

<u>I- Seramiğin Tanımı.....</u>	3
<u>II- Seramiğin Tarihi.....</u>	5
<u>III- Seramik Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi.....</u>	7

İKİNCİ KISIM

SERAMİK HAMMADDELERİ

<u>I- Özlü Seramik Hammaddelerinin Oluşumu.....</u>	11
1. Kil ve Kaolinlerin Meydana Gelişi.....	13
2. Kil Mineralleri.....	14
3. Killler.....	16
4. Kaolinler.....	16
5. Kil ve Kaolin Arasındaki Farklar.....	17
6. Kaolin Yıkama Proses Şeması.....	25
<u>II- Özsüz Seramik Hammaddesi Olan Feldspatın</u>	
<u>Çeşitleri ve Özellikleri.....</u>	26
1. Potasyum Feldspat (Orthoklas).....	29
2. Sodyum Feldspat (Albit).....	33
3. Diğer Feldspatlar.....	34
<u>III- Özsüz Seramik Hammaddesi Olan Kuvartzın</u>	
<u>Özellikleri.....</u>	37

İKİNCİ BÖLÜM

MEVCUT HAMMADDELERİ TANIMA YÖNTEMLERİ

BİRİNCİ KISIM

KİMYASAL ANALİZ FORMÜLÜNDEN MİNERAL KİMYA FORMÜLÜNÜN
HESAPLANMASI

I- Özlü Seramik Hammaddelerinin Kimyasal Analiz-

lerinden Mineral Kimya Formüllerinin Hesap-

<u>lanması</u>	42
1. İnhisar Döküm Kili.....	43
2. T. 153 Döküm Kili.....	44
3. Mihallıçık Kili.....	45
4. Sındırgı Kaolini.....	46
5. Bilecik Kaolini.....	47
6. Mihallıçık Kaolini.....	48
7. Çanakkale Kaolini.....	49
8. Bolu Kaolini.....	50
9. Allıören Kaolini.....	51
10. Yıkanmış Uşak Kaolini.....	52

II- Özsüz Seramik Hammaddelerinin Kimyasal Analiz-

lerinden Mineral Kimya Formüllerinin Hesap-

<u>lanması</u>	53
1. Sodyum Feldspat (Çine).....	53

2. Potasyum Feldspat (Simav).....	54
3. Üleksit (Emet).....	55
4. Tebeşir (Kütahya).....	56
5. Mermer (Pazaryeri, Bilecik).....	56
6. Boraks (Kırka, Eskişehir).....	57
7. Dolomit (Pazaryeri, Bilecik).....	58
8. Pegmatit (Bilecik).....	59
9. Pişmiş Vitra Kırığı (Eczacıbaşı, Bozüyük)..	60

İKİNCİ KISIM

KİMYASAL ANALİZ FORMÜLÜNDEN RASYONEL BİLEŞİMİN HESAPLANMASI

I- Özlü Seramik Hammaddelerinin Kimyasal Analiz-

<u>lerinden Rasyonel Bileşimlerinin Hesaplanması.</u>	61
1. İnhisar Döküm Kili.....	61
2. T. 153 Döküm Kili.....	62
3. Mihallıçık Kili.....	63
4. Sındırgı Kaolini.....	64
5. Bilecik Kaolini.....	64
6. Mihallıçık Kaolini.....	65
7. Çanakkale Kaolini.....	66
8. Bolu Kaolini.....	67
9. Allıören Kaolini.....	68
10. Yıkanmış Uşak Kaolini.....	69

II- Özsüz Seramik Hammaddelerinin Kimyasal Analiz-
lerinden Rasyonel Bileşimlerinin Hesaplanması.

1. Sodyum Feldspat (Çine).....	70
2. Potasyum Feldspat (Simav).....	71
3. Pegmatit (Bilecik).....	72
4. Pişmiş Vitra Kırığı (Eczacıbaşı, Bozüyük)..	73

ÜÇÜNCÜ KISIM

KİL VE KAOLİNLERE UYGULANAN DENEYLER

<u>I- Elektrolit Kontrolü.....</u>	74
1. İnhisar Döküm Kili.....	76
2. T. 153 Döküm Kili.....	78
3. Mihallıçık Kili.....	79
4. Sındırgı Kaolini.....	80
5. Bilecik Kaolini.....	81
6. Mihallıçık Kaolini.....	82
7. Çanakkale Kaolini.....	83
8. Bolu Kaolini.....	84
9. Allıören Kaolini.....	85
10. Yıkanmış Uşak Kaolini.....	86
<u>II- Özgül Ağırlık Tayini.....</u>	87
1. İnhisar Döküm Kili.....	87
2. T. 153 Döküm Kili.....	87
3. Mihallıçık Kili.....	88

4. Sındırgı Kaolini.....	88
5. Bilecik Kaolini.....	88
6. Mihallıçık Kaolini.....	88
7. Çanakkale Kaolini.....	88
8. Bolu Kaolini.....	89
9. Allıören Kaolini.....	89
10. Yıkanmış Uşak Kaolini.....	89
<u>III- Yoğurulma Suyu Denevi.....</u>	89
1. İnhisar Döküm Kili.....	90
2. T. 153 Döküm Kili.....	90
3. Mihallıçık Kili.....	90
4. Sındırgı Kaolini.....	91
5. Bilecik Kaolini.....	91
6. Mihallıçık Kaolini.....	91
7. Çanakkale Kaolini.....	91
8. Bolu Kaolini.....	91
9. Allıören Kaolini.....	92
10. Yıkanmış Uşak Kaolini.....	92
<u>IV- Kuru, Pisme ve Toplu Kücülme Denevleri.....</u>	92
1. İnhisar Döküm Kili.....	93
2. T. 153 Döküm Kili.....	94
3. Mihallıçık Kili.....	95
4. Sındırgı Kaolini.....	96
5. Bilecik Kaolini.....	97
6. Mihallıçık Kaolini.....	98
7. Çanakkale Kaolini.....	99

8. Bolu Kaolini.....	100
9. Allıören Kaolini.....	101
10. Yıkanmış Uşak Kaolini.....	102
<u>V- Su Emme Deneyi.....</u>	104
1. İnhisar Döküm Kili.....	105
2. T. 153 Döküm Kili.....	105
3. Mihallıçık Kili.....	106
4. Sındırgı Kaolini.....	107
5. Bilecik Kaolini.....	107
6. Mihallıçık Kaolini.....	108
7. Çanakkale Kaolini.....	109
8. Bolu Kaolini.....	109
9. Allıören Kaolini.....	110
10. Yıkanmış Uşak Kaolini.....	111
<u>VI- Elek Analizi.....</u>	112
1. İnhisar Döküm Kili.....	114
2. T. 153 Döküm Kili.....	114
3. Mihallıçık Kili.....	114
4. Sındırgı Kaolini.....	114
5. Bilecik Kaolini.....	115
6. Mihallıçık Kaolini.....	115
7. Çanakkale Kaolini.....	115
8. Bolu Kaolini.....	115
9. Allıören Kaolini.....	116
10. Yıkanmış Uşak Kaolini.....	116

<u>VII- Diferensiyel Termal Analiz (DTA) Deneyi.....</u>	117
1. İnhisar Döküm Kili.....	122
2. T. 153 Döküm Kili.....	123
3. Mihallıçık Kili.....	124
4. Sındırgı Kaolini.....	125
5. Bilecik Kaolini.....	126
6. Mihallıçık Kaolini.....	127
7. Çanakkale Kaolini.....	128
8. Bolu Kaolini.....	129
9. Allıören Kaolini.....	130
10. Yıkanmış Uşak Kaolini.....	131
<u>VIII- Kuru Direnç Deneyi.....</u>	132
1. İnhisar Döküm Kili.....	134
2. T. 153 Döküm Kili.....	134
3. Mihallıçık Kili.....	134
4. Sındırgı Kaolini.....	134
5. Bilecik Kaolini.....	135
6. Mihallıçık Kaolini.....	135
7. Çanakkale Kaolini.....	135
8. Bolu Kaolini.....	135
9. Allıören Kaolini.....	136
10. Yıkanmış Uşak Kaolini.....	136

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MEVCUT HAMMADDELER İLE DÖKÜM ÇAMURU YAPIMI VE
ÜZERLERİNE HAM SİRLERİN UYGULANMASI

BİRİNCİ KISIM

SU EMMESİ DÜŞÜK DÖKÜM ÇAMURU DENEMELERİ

I- Çamur Denemelerinde Su Emme Deneyi ve Rasyo-

<u>nel Bileşimlerin İncelenmesi.....</u>	137
1. Çamur Denemesi.....	139
2. Çamur Denemesi.....	141
3. Çamur Denemesi.....	142
4. Çamur Denemesi.....	143
5. Çamur Denemesi.....	144
6. Çamur Denemesi.....	145
7. Çamur Denemesi.....	146
8. Çamur Denemesi.....	147
9. Çamur Denemesi.....	148
10. Çamur Denemesi.....	149
11. Çamur Denemesi.....	150
12. Çamur Denemesi.....	151
13. Çamur Denemesi.....	152
14. Çamur Denemesi.....	153
15. Çamur Denemesi.....	154
16. Çamur Denemesi.....	155

17. Çamur Denemesi.....	156
18. Çamur Denemesi.....	157
19. Çamur Denemesi.....	158
20. Çamur Denemesi.....	159
21. Çamur Denemesi.....	160

II- Seçimi Yapılan Döküm Çamuruna Uygulanan

<u>Testler</u>	161
1. Öğütme Süresi.....	161
2. Litre Ağırlığı.....	162
3. Akışkanlık.....	162
4. Elek Bakiyesi.....	164
5. Kuru Madde Miktarı.....	164
6. Kalınlık Alma.....	165
7. P H	166
8. Yoğurulma Suyu.....	166
9. Kuru Küçülme.....	167
10. Pişme Küçülmesi (1000°C).....	167
11. Pişme Küçülmesi (1200°C).....	168
12. Toplu Küçülme (1200°C).....	168
13. Su Emme (1000°C).....	169
14. Su Emme (1200°C).....	169
15. Kuru Direnç.....	170
16. Pişmiş Direnç (1000°C).....	171
17. Pişmiş Direnç (1200°C).....	172
18. Eğilme Çapı (Deformasyon).....	172
19. Diferensiyal Termal Analiz (DTA) Deneyi...	173
20. Uygulanan Testlerin Sonuçları.....	174

İKİNCİ KISIM

HAM SIR DENEMELERİ, MODEL YAPIMI VE
ALÇI KALIP HAZIRLANMASI

<u>I- Ham Sır Denemelerinde, Seger Formülleri ve</u>	
<u>Reçeteleri</u>	175
1. Sır Denemesi.....	175
2. Sır Denemesi.....	176
3. Sır Denemesi.....	177
4. Sır Denemesi.....	177
5. Sır Denemesi.....	178
6. Sır Denemesi.....	179
7. Sır Denemesi.....	180
8. Sır Denemesi.....	181
9. Sır Denemesi.....	182
<u>II- Model Yapımı ve Alçı Kalıp Hazırlanması</u>	183
<u>SONUÇ</u>	195
<u>YARARLANILAN KAYNAKLAR</u>	i-ii

GİRİŞ

Seramik endüstrisinde amacına uygun olarak değişik türlerde çamurlar ve sırlar kullanılmaktadır. Kullanılan çamurların ve sırların birbirine uyumlu olması, kalitesini muhafaza etmesi seramik sanayiinde istenilen ön koşuldur.

Ülkemizdeki seramik fabrikalarında istenilen bu ön koşul büyük ölçüde gerçekleştirilmektedir. Örneğin, pişirimlerini yüksek sıcaklıklarda yapan porselen fabrikalarında olduğu gibi. Fakat üretimlerini daha düşük sıcaklıkta yapmakta olan kuruluşlar için, bu ön koşulu gerçekleştirmek zordur. Çünkü, düşük sıcaklıkta pekişebilen ve sırla ile uyumlu olan çamur üretimi son derece titiz bir teknolojiyi gerektirir.

Bu düşünce ışığında, düşük sıcaklıkta (1200 °C) pekişebilen su emmesi düşük çamur denemeleri yapıлып, üzerlerine uygun sırlar denenmiştir.

Seramiğin tanımı, tarihçesi, seramik hammaddeleri ve bu hammaddelerin özellikleri çalışmanın birinci bölümünde belirtilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, mevcut hammaddelerin kimya formüllerinin hesaplanması ve hammaddelere uygulanan testler açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, düşük su emme yüzdesine sahip çamur denemeleri yapılarak, uygun özellikler gösteren çamur üzerinde fizik testleri uygulanıp sıvı denemeleri yapılmıştır.

Sonuç bölümünde ise, çalışmanın bir özeti yapılarak belirli sonuçlara varılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

SERAMIĞE GİRİŞ

BİRİNCİ KISIM

SERAMIĞİN TANIMI VE TARİHÇESİ

I- Seramiğin Tanımı:

Seramik, geleneksel bir anlatım dili ile şu şekilde tanımlanır: Organik olmayan malzemelerin oluşturduğu bileşimlerin, çeşitli yöntemler ile şekil verildikten sonra, sırlanarak veya sırlanmayarak sertleşip dayanıklılık kazanmasına varacak kadar pişirilmesi bilim ve teknolojisidir. Bu tür bir tanımlamanın yanısıra seramik, aynı zamanda bir sanat dalıdır. (1)

(1) Ateş ARCASOY, Seramik Teknolojisi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, Meteksan Limited Şirketi, Ankara, 1988, s.1.

Günümüzde seramik tanımlaması şöyle de yapılabilir: Metal ve alaşımları dışında kalan, inorganik sayılan tüm mühendislik malzemeleri ve bunların ürünlerinden olan herşey seramiktir.(2)

Seramik denilince, anorganik materyallerden müteşekkil masselerin şekillendirilmesi, sırlanması ve pişirilmesi prosesleri yoluyla sert mamül imalatına ait bilim, teknoloji ve sanat anlaşılır. Seramik kapsamı içine porsele, cam, çimento, fayans, kiremit, tuğla, çömlek, drenaj boruları, zımpara taşları, ferroelektrikler, ametal manyetikler, sentetik tek kristaller ve uzay roket seramikleri girmektedir.(3)

Seramik, doğada bileşikleri halinde bulunan elementlerin, uygun karışımlarının, ısı enerjisinden yararlanarak ürün elde etmek, şeklinde tanımlanabilir.(4)

Ülkemizde yaygın olan kanının aksine seramiğin çömlekçilik olarak tanımlanması yanlıştır. Çömlekçilik olarak yüzyıllar öncesi başlayan seramik bugünkü teknolojiye çok

(2) Ateş ARCASOY, a.g.e., s.1.

(3) Güner SÜMER, Seramik Sanayii El Kitabı, Anadolu Üniversitesi Yayınları No:308, Eskişehir, 1988, s.1.

(4) Şaduman DOĞAN, Seramik Teknolojisi, I.B., İstanbul, 1985, s.7.

önemli katkıları olan bir bilim dalıdır. Biz seramiği, katı nesnelere ısı ile, önemli bir bölümü inorganik ve metal dışı malzemelerden oluşan ürünler oluşturmak diye tanımlıyoruz.(5)

Konu ile yakından ilgisi olmayan biri için seramik kelimesi, dar anlamda çömlekçiler tarafından üretilen mamülleri ifade eder. Bilimsel anlamda ise seramik, kil ihtiva eden hammaddelerden kil veya kaolin kullanarak üretilen ve pişirilen mamülleri kapsayan büyük bir mamül grubunu ifade eder.(6)

II- Seramiğin Tarihçesi:

Seramiğin ateş ile olan ilintisi çok önemli olduğundan, ancak ateşin bulunup kullanılmasından sonraki tarihlerde seramik yapılabilmıştır. İlk seramiğin, yapılan incelemeler sonucu, M.Ö. onuncu ve dokuzuncu binlerde üretildiği saptanmıştır. En eski ve önemli seramik buluntulara Türkistan'ın Aşkava bölgesinde (M.Ö. 8000), Filistin'in Jericho bölgesinde (M.Ö. 7000), Anadolu'nun çeşitli höyüklerinde (örneğin Hacılar, M.Ö. 6000) ve Mezopotamya olarak adlandırılan Dicle-Fırat nehirlerinin arasında kalan bölgede rastlanmıştır.

(5) T.M.M.O.B. Kimya Mühendisleri Odası, Seramik, Ankara, 1980, s.7.

(6) Hans FRIEDL, çev. Çiğdem Öztekin, Seramik, Paşabahçe Ticaret Limited Şirketi, 6.B., 1980, s.3.

Seramiğin ilk hammaddesi, balçık adı ile tanınan, çok ince taneli koyuca kıvamlı çamur birikintileri, ilk seramik kaplar da, balçık ile sıvanmış sepetlerdi. Bu balçık sıvalı sepetlerin ateş ile buluşup sertlik kazanmaları sonucu oluşan seramik kaplar, kullanışlı kap-kacakları oluşturdular. Balçığa karıştırılan daha az özlü toprak ve nehir kumları ile seramik çamurunun özgülleştirilmesi ve böylelikle ateşten daha başarılı bir sınav ile çıkması da sağlandı.

Seramik eşyaların sıra kavuşması, odun ve benzeri organik maddelerin küllerinin seramik çamurunun üzerindeki etkilerinin gözlenmesi sonucu keşfedildi. Bu devir M.Ö. 5. - 6. bine rastlamaktadır.

Seramiğin tarihçesinde seramiğin dekorlanması, seramik sırnın bulunmasından çok önceki devirlere kadar uzar. İlk dekor tekniğinin uygulanmasında kullanılan yardımcı araç insan eli idi. Çanakları parmak bastırarak, kazıyarak süsleyen insan, sonradan doğadaki renkli toprakları kullandı ve giderek astar tekniğine ulaşan dekor yöntemleri geliştirildi. Sırın bulunması ile renkli sırlar önemli dekor araçları oldular.

İlk çamur hazırlama teknikleri yoğurma, çiğneme ve dövmeydi. Kurutma açık havada doğal olarak yapılmaktaydı.

İlk çamur şekillendirme yöntemi de el ile serbest

şekillendirmeydi. Sonra devreye giren el ile çevrilen torna yerini ayak tornasına bıraktı. Diğer bir şekillendirme yöntemi de, kutu formundaki tuğla kapları idi.

Pişirme başlangıçta açık ateşte, açıkta yapılmaktaydı. Açık ateşin fırınlara aktarılması ile büyük aşama yapıldı. İlk fırınlar odunla ısınmaktaydılar. Tarihin erken dönemlerinde seramik yapımında kullanılan bu ilkel yöntemler(hazırlama, kurutma, pişirme), doğallıkları nedeni ile günümüzde de halen kullanılmaktadır.(7)

III- Seramik Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi:

M.Ö. Yaklaşık 15000 yılları.	Killi topraktan şekillendirilmiş pişirilmemiş seramik çanak çöm- lek parçaları.
M.Ö. 6000 - 5000 yılları taş devri son- ları.	Bugüne kadar bulunmuş olan en eski seramik ürünün radiokarbonla saptan- an yaşı M.Ö. 5000 yıllarına dayan- maktadır. Bu ürün Irak'ta bulunmuş olup, seramikçiliğin başı sayılmak- tadır. Buna göre gerçek anlamda çöm- lekçiliğin M.Ö. 5. ve 6. y.y.'da başlamış olduğu sanılmaktadır. 0

(7) Ateş ARCASOY, a.g.e., s.1-2.

devirde çömlekten küpler, totemler ve tuğlalar (inşaat için) yapılmaktaydı.

- M.Ö. 4000 yılları Renkli sır kullanılmış, kil ürünler, pişmiş toprak ürünler.
- Tahminen M.Ö. 3000 yılları Çömlekçi tablasının ilk kullanımı. Önceleri elle çevrilen tabla sonraları ayakla hareketlendirilmiştir.
- Kesinlikle M.Ö. 1500 Ayakla çevrilen çömlekçi tablası.
- M.Ö. 1100-700 yılları Son bulgulara göre Çin'de ünlü Batı Chou uygarlığında ilk taş seramiği ve porselen üretimi (mineralojik ve kimyasal analizlere göre)
- M.Ö. 500 yılları Pers saraylarında fayans duvar döşemeleri.
- M.Ö. 300- M.S. 200 yılları. Roma uygarlığında pişmiş lüleci çamuru (Terra Sigillata kırmızı seramik).
- M.S. 581-907 Bugün bilinen Tang dönemine ait eski Çin porseleni.

- M.S. 1350 Sırlı ilk Alman seramiği.(Siegburg dolaylarında bulunmuştur).
- 1500 dolayları Mayorka çinisi, fayans.
- 1300-1800 Çin porselenlerinin altın çağı.
Avrupa'ya büyük miktarlarda ihracat.
- 1708 Böttger taş seramiği(Avrupa'da sert seramiğe ilk adım).
- 1709 Avrupa'da üretilen sert porselenin Johann Friedrich Böttger tarafından keşfi.
- 1710 Avrupa'da ilk porselen fabrikasının Meissen'de kurulması.
- 1720-1735 Meissen porselen fabrikasında Johann Gregor Hörold tarafından porselen de-
korlamasında kullanılan birçok sera-
mik boyasının bulunması ve yapımı.
- 1768 Josiah Wedgwood tarafından sert se-
ramiğin keşfi.
- 1800'e kadar Porselende saraylar devri. Bu devir porselenleri porselen fabrikalarını kurup işleten kraliyet ailelerinin adlarıyla anılmıştır.

- 1753 İngiltere'de "transfer printing" dönemi, Battersea Robert Hancock tarafından.(bakır oyma, baskı tekniği).
- 18.y.y. son- Porselende ticari dönem. Taşralı ları,19y.y. tüccarlar porselen fabrikaları ku- başları rarak, bunları işletmeye başladılar.
- 1794- 1809 Zelt Harmersbach (şimdiki G. 1810 Schmider) Schwarzwald, Mettlach a.d.Saar ve Wellerfangen bei Saarlouis (Villeroy Boch) gibi ilk Alman taş seramiği fabrikalarının kurulması.
- 19.y.y. Endüstrileşmenin başlamasıyla se- ortaları ramik ürünler üretiminde otomatik üretimin yaygınlaşması.
- 1920 yılı ve Tünel fırınların geliştirilmesi ve sonraları iki üç katlı kamara fırınların yay- gınlığının azalması.
- 1930 Amerika'da Vitreous China'nın gelişt- tirilmesi.
- Zamanımızda Fincan ve tabak otomatları, kurutma fırınları, döküm ve kulplama makina- ları, otomatik sırlama aygıtlarıyla

seramik üretim prosesinin mekanizasyonu ve rasyonalizasyonunda yaygınlaşma.(8)

İKİNCİ KISIM

SERAMİK HAMMADDELERİ

I- Özlü Seramik Hammaddelerinin Oluşumu:

Granit, gnays, feldspat, porfir, syenit ve pegmatit gibi primer(=birincil) eruptif (= magmadan çıkıp donan) kayaların, doğasal ve buna yardımcı fiziksel-kimyasal etkenler ile aşınıp, bozunup, dağılıp, ufalanıp, sürüklenmeleri sonucu kaolin ve killer oluşmuştur. Kayaların değişikliğe uğramalarında şu etkenler rol oynamıştır: Rüzgar, su, buz, sıcaklık- soğukluk değişimleri, yer kabuğu hareketleri, karbondioksit, humus asiti, kükürt asitleri, flor ve hidrojen asitli gazlar.

Bozunan kayalar oldukları yerde kaldıkları gibi, su ve rüzgar gibi doğa etkenleri ile çok uzaklara da taşınmışlardır.(Primer ve sekonder killer). Bu taşınma sırasında az veya çok öğütülme, organik ve inorganik diğer maddelerle

(8) Hans FRIEDL, a.g.e., s.44-48.

karışımlar olmuştur.

Buna göre yakın yere taşınabilen maddeler veya tane irilikleri nedeni ile yakında çöken oluşumlar (primer oluşum) temiz olarak kalabilmişlerdir. Örneğin, kaolin olarak adlandırdığımız hammadde türü, bu türden fazla uzaklara taşınmadan erken çöken maddelerdir.

Daha uzaklara, gene su ile taşınabilen maddeler (sekonder oluşum), yol boyunca sürtünme ile kendi kendilerini daha fazla öğütmüşler, çeşitli organik maddeler ve renk veren oksitler ile karışmışlardır. Çukur veya düz arazilerde taşınma sona erdiğinden, tabakalar şeklinde çökelmeler olmuş ve kil adını verdiğimiz, kaolinlere oranla daha özlü ve ince taneli maddeler oluşmuştur.

Bozunan ana kayaların su yerine rüzgar aracılığıyla sürüklenmesi sonucu, lös adı verilen tabakalaşması olmayan kof ve hafif maddeler oluşmuştur.

Oluşumları ana kayaların aşınmasından farklı olarak, örneğin volkanik küllerin ayrışması veya nasıl oluştukları kesin olarak belirlenemeyen özlü seramik hammaddeleri de vardır. Bunlar ise kaolin mineralinden daha farklı mineraller içerirler.(9)

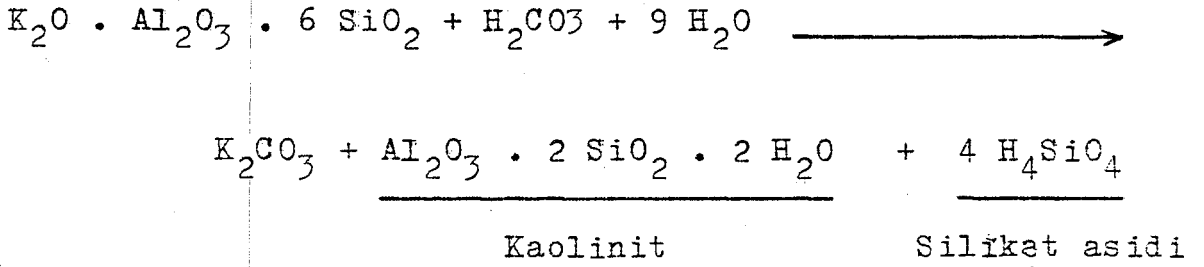
(9) Ateş ARCASOY, a.g.e., s.8.

1. Kil ve Kaolinlerin Meydana Gelişi

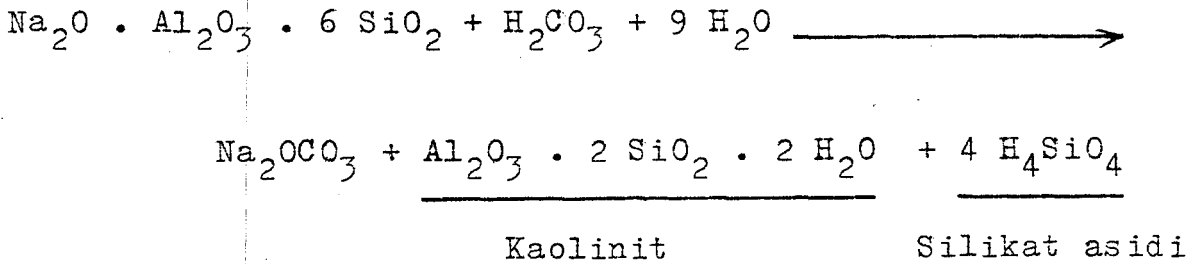
Kil ve kaolinler feldspatik kayaçların tabiat şartlarında kimyasal ve fiziksel tesirlerin etkisi ile bozunmasından meydana gelmişlerdir.

Granitlerin içerisinde veya serbest halde bulunan feldspatlar kimyasal etkenler ile ayrışarak kaoliniti meydana getirirler.

Potasyumlu feldspatlarda,

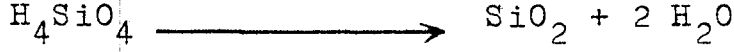


Sodyumlu feldspatlarda,



reaksiyonlarına göre kaolinit meydana gelir. Potasyum karbonat ve sodyum karbonat suda çözüldüğünden yağmur suları ile akıp gideceklerdir. Silikat asidide su kaybederek

silisyum dioksit haline gelir.



Kil ve kaolinlerin içinde daima bozunmamış feldspat ve bozunma sonucunda oluşan bir miktar kuvarz bulunur.(10)

2. Kil Mineralleri

Kil mineralleri iki esas üniteden meydana gelmişlerdir. Tetrahedral silis ile oktahedral alümina ikilisi biraraya gelerek çeşitli kil minerallerini oluştururlar. İki mikrondan küçük tane büyüklüğünün çoğunlukta olduğu, suyla karıştırıldığında rahatlıkla şekil verilebilen (plastik) alüminyum silikat mineralleri dört grupta incelenebilir.

Kaolinit grubu:

Kaolinit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ile beraber Fe_2O_3 , CaCO_3 ve mika gibi yabancı maddeler içerirler. Bu gruba giren kil mineralleri Nacrite, Dickite, Kaolinit, Levisite, Anauxite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ve Halloysite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dir.

Montmorillonit grubu:

Bu grubun kil mineralleri oldukça plastik olmalarına karşın, pişme renkleri taşıdıkları safsızlıklar nedeni ile koyu olduğundan seramik sanayiinde az kullanılırlar.

(10) H.Hüseyin TANIŞAN.- Zeliha METE, Seramik Teknolojisi ve Uygulaması, Birlik Matbaası, Söğüt, 1988, s.5-6.

İçlerinde kaolinitle beraber Fe, Ca, Zn, Mg, Ti, gibi elementler taşır. Bu gruba montmorillonit ($Mg.CaO.Al_2O_3.5SiO_2.nH_2O$), Saponit($2MgO.3SiO_2.nH_2O$), Nontronit ($Al,Fe)_2O_3.3SiO_2.nH_2O$), Biedellit($Al_2O_3.3SiO_2.H_2O.nH_2O$) gibi mineraller girer.

İllit grubu:

K_2O içeren mika kökenli oldukça plastik killerdir.

Klorit grubu:

İnce taneli ve yeşil renklidirler. Kil minerali Pennitedir.

Kaolin grubunda ki kaolinitle, dickite ve nacrite arasında ki fark tane büyüklüğünden ileri gelir. Kaolinitin tane büyüklüğü 0,5 - 2 mikron, diğerlerinin 10 mikron civarındadır. Doğada bulunan kaolin yataklarında bu kil minerallerinin, çoğu bir arada bulunmaktadır. Kaolinit, Dickite ve Nacrite nin kristalleri altıgen levhacıklar halinde, Halloysite minerali ise borucuklar halindedir. Montmorillonite grubu kil minerallerinin % 40 ı 0,06 mikrondan daha küçüktür. Bu nedenle çok fazla miktarda su ile plastik hale gelebilir. Akıcı kıvama gelmesi için kendi hacminin 5-6 katı su koymak gerekir. (11)

(11) Şaduman DOĞAN, a.g.e., s.25-27.

3. Killer

- Plastik olduklarından massenin (çamurun) kuru mukavemetini arttıırırlar.

- Sıkı olarak pişerler.

- En iyi kullanım şekli 3 cins veya daha fazla cins kili aynı zamanda kullanılmalıdırki herhangi birinin kalite değişikliğinde masseye yapacağı tesir azaltılmış olsun.

- % 7 kadar masseye katılabilir killer mümkün olduğu kadar beyaza yakın veya hafif sarı, poröz pişmelidirler.

- Plastik özelliği olmayan veya az olan kile özsüz kil diyoruz, ekseriya özsüz killer kalıpta çabuk su verir ve kalıba elverişsizdir. Buna karşı mukavemetleri azdır. Bu takdirde muhakkak özlü kil ilavesi ile kullanılması gereklidir. (12)

4. Kaolinler

- Massenin beyazlatıcısıdır ve massenin iskeletini teşkil ederler.

(12) Güner SÜMER, a.g.e., s.192.

- Kaolinler ve killer massenin esas hammaddeleridir.
- İyi bir kaolinin Al_2O_3 miktarı % 39'dur.
- Kaolin kristal suyunu 300-450 °C arsında kaybeder. Sinterleşme noktası 1410 °C, ergime noktası 1730 °C civarındadır.
- Beyaz olmayan killerin renklerini örtüp kapattığından masseye beyazlık vermek üzere katılır.
- Massede fazlalaştıkça mukavemetini arttırır.
- Miktarı çoğaldığı nispette massenin pişme derecesi yükselir ve ısı değışikliklerinden müteessir olmaz.
- İri taneli kaolinler massenin porozitesini yükseltir, kuru küçülme azalır ve dolayısıyla çekme azalır. Küçük tanelilerde ise aksinedir.
- Plastik madde olmalarına rağmen plastikliğı ve bağlaması fazla değildir. (13)

5. Kil ve Kaolin Arasındaki Farklar

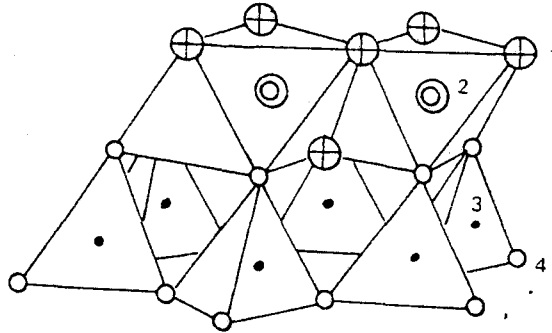
- Kaolinler primer oluşurlar. Yapısında yabancı maddeler az olduğundan tabii görünüşleri gibi pişme renkleri de beyazdır.

- Kaolin kristalleri kil kristallerinden daha büyüktür, bu nedenle killeri daha plastiktirler ve kuru mukavemetleri daha fazladır.

- Kaolinlerin kristal büyüklüğü ve safiyeti ateşe dayanım kabiliyetini arttırır. Bu nedenle killeri daha çabuk sinterleşirler. Kaolin ise ateşe daha dayanıklıdır ve pişme çekmeleri de kaolinlerin daha azdır.

- Kaolinde kristaller tam şekillidir, killeri de ise köşelerden kırılmalar olmuştur ve boyları daha küçüktür. (14)

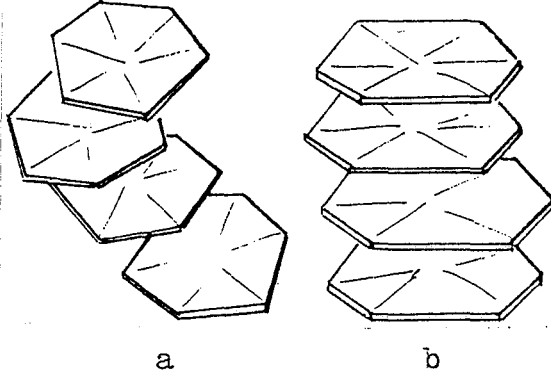
Aşağıdaki resimde kaolinitin şematik yapılandırması görülmektedir. (1.OH, 2.Al, 3.Si, 4.O iyonları) (15)



Resim 1: Şematik Kaolinit Yapısı.

(14) H.Hüseyin TANIŞAN- Zeliha METE, a.g.e., s. 8.

(15) Ateş ARCASOY, a.g.e., s.10.



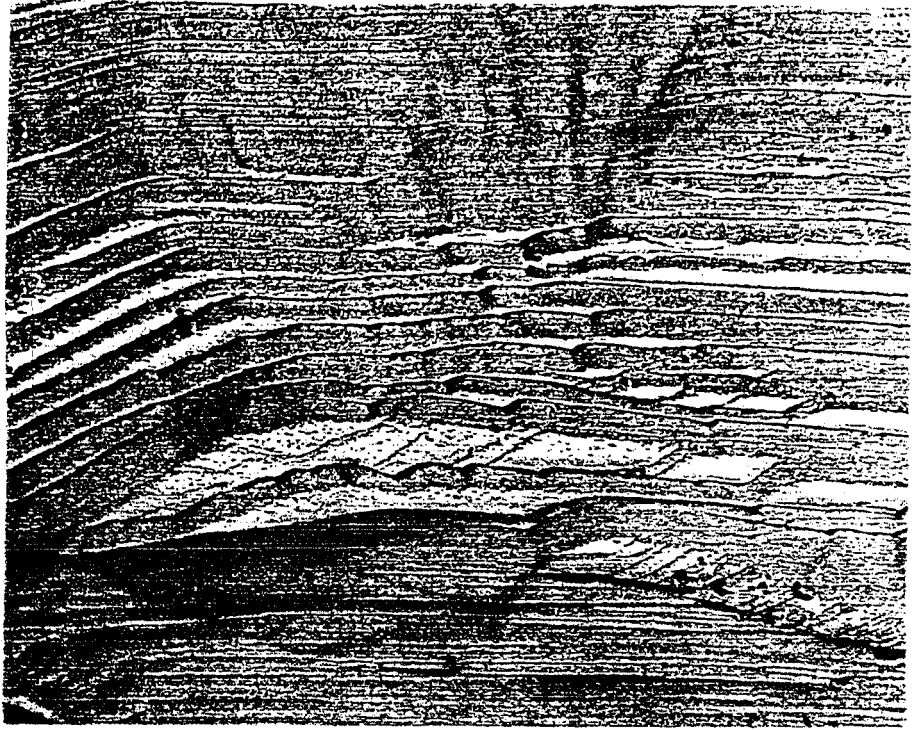
Resim 2: Nakrit ve kaolinitin (a ve b) altıgen yaprakçıkları. (16)

Resim 3: Kaolinit formunun elektron mikroskobunda x 16000 kez büyütülmüş şekli. (17)



(16) Ateş ARCASOY, a.g.e., s. 10.

(17) F. H. NORTON, Fine Ceramics, Malabar, Florida,
Robert E. Krieger Publishing Company, 1978, s.44.



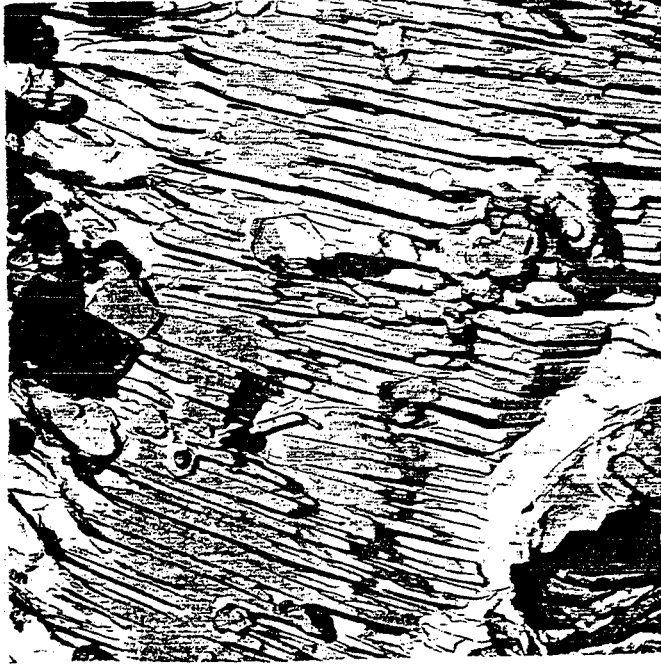
Resim 4: Elektron mikroskobunda x 16400 kez büyü-
tülen dickite. (18)

(18) Felix SINGER - Sonja S. SINGER, Industrial Ceramics,
London, Chapman and Hall, 1979, s. 15.



Resim 5: Güney Carolina'dan kaolinit formu, elektron mikroskobunda x 19300 kez büyütülmüş. (19)

Resim 6: Güney Carolina'dan kaolinit formu, elektron mikroskobunda x 30900 kez büyütülmüş. (20)



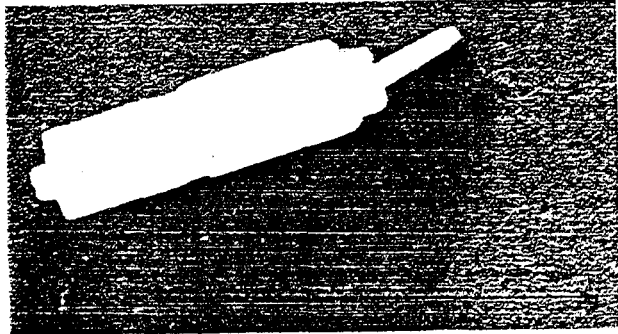
(19) Felix SINGER - Sonja S. SINGER, a.g.e., s. 14.

(20) Felix SINGER - Sonja S. SINGER, a.g.e., s. 14.



Resim 7: Elektron mikroskobunda, halloysit yüzeyinin x 84300 kez büyütüldüğünde görülen kristaller. (21)

Resim 8: Elektron mikroskobunda, x 20000 kez büyütülmüş halloysit çubuğu. (22)



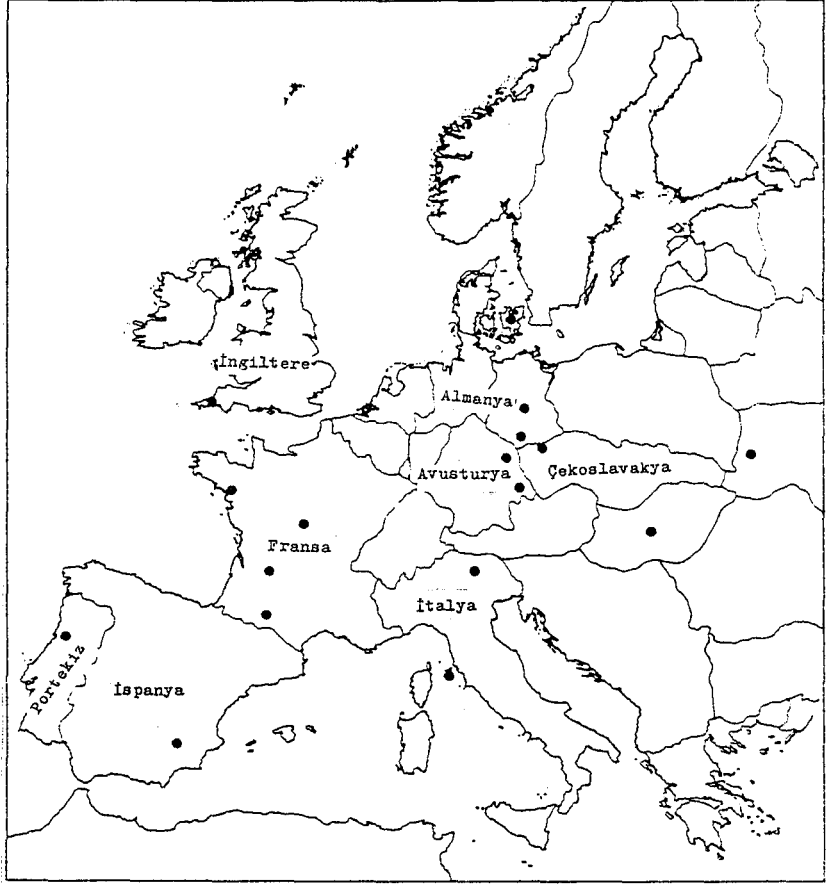
(21) Felix SINGER - Sonja S. SINGER, a.g.e., s. 17.

(22) F. H. NORTON, a.g.e., s. 45.



Resim 9: Elektron mikroskobunda, x 20225 kez büyü-
tölmüş montmorillonit. (23)

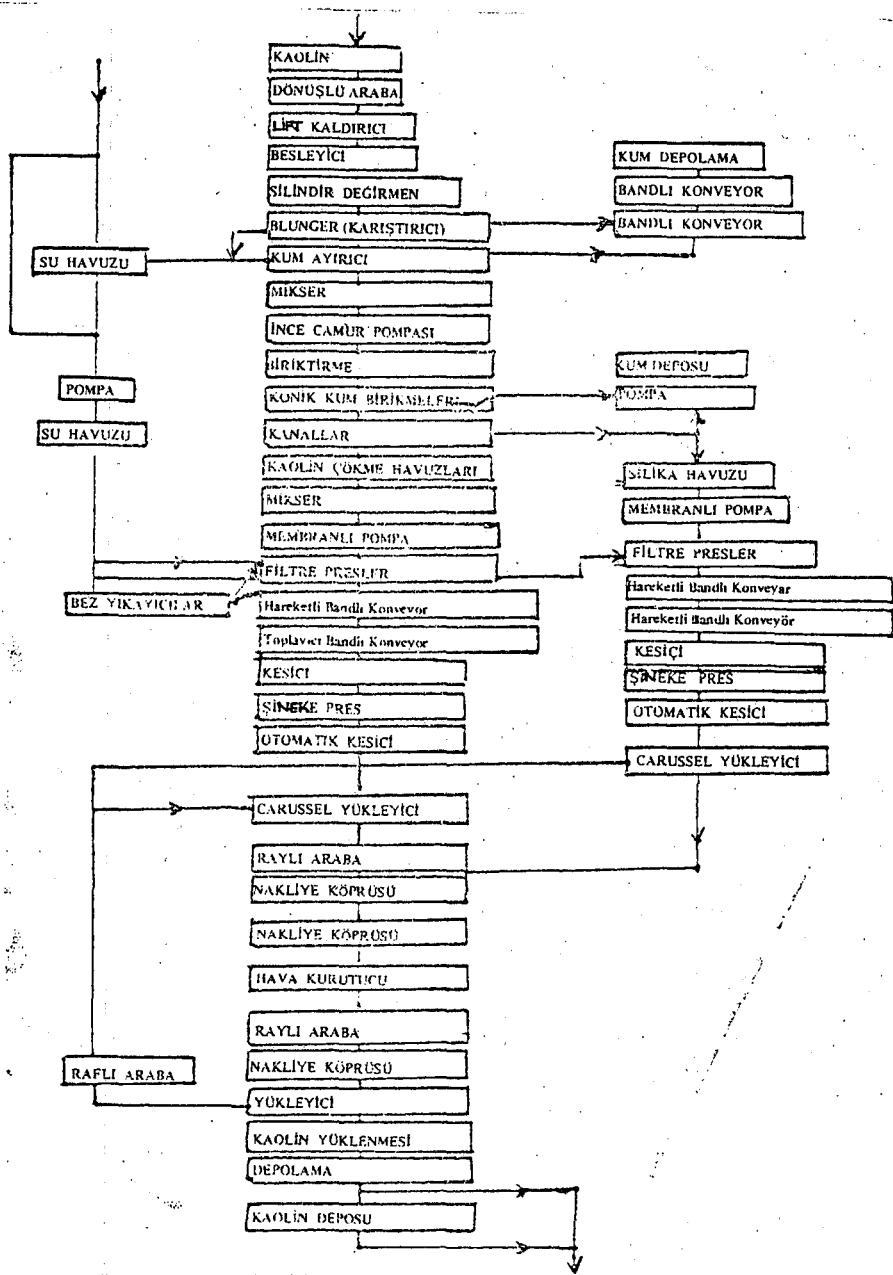
(23) Felix SINGER - Sonja S. SINGER, a.g.e., s. 18.



Resim 10: Avrupa'da önemli kaolin yatakları. (24)

(24) F.H. NORTON, a.g.e., s. 34.

6. Kaolin Yıkama Proses Şeması



Resim 11: Kaolin Yıkama Proses Şeması. (25)

II- Özsüz Seramik Hammaddesi Olan Feldspatın Çeşitleri ve Özellikleri:

Feldspat, içinde belli sayıda alkali bulunduran alümina silikat olarak tanımlanabilir. Feldspat bir eruptif (= magmatik) kayaç olup, genellikle kuvarz ile ve sık sık da glimmer ile karışmış olarak bulunur. Doğal feldspatlarda Na, K, Ca, Li, Ba, Cs gibi oksitler farklı oranlarda yer alırlar. (26)

Özsüz bir hammadde olmasına karşın, çamurlarda belli bir pişme sıcaklığına çıkıldığı zaman, çamurları pekiştirerek, eriticilik özelliğini gösterir. Aynı şekilde sırlarda da kullanılan çok önemli bir eriticidir. (27)

Tabiatta saf halde feldspat nadir olarak bulunur. Genellikle birbirine karışmış vaziyettedir. Örneğin potasyum feldspat demir oksit ve kuvarz ile birlikte soda feldspat da içerebilir. Pişme sırasında eriyerek erimeyen maddeler arasındaki boşlukları yani porları doldurur. Mermerle karıştığında erime intervali daha da düştüğünden sır üretiminde kullanılır. (28)

(26) Ateş ARCASOY, a.g.e., s. 15.

(27) Ateş ARCASOY, a.g.e., s. 15.

(28) H.Hüseyin TANIŞAN - Zeliha METE, a.g.e., s. 21.

Feldspatlar yaklaşık % 60 oranında volkanik kayalardan oluşmaktadırlar. Bu bakımdan jeolojistler için büyük önem taşıyan bir konu olmuşlardır. Feldspatların gördüğü bu ilgiye karşın, atom yapıları veya birbirleriyle olan iç bağları hakkında hala açık bir bilgi bulunmamaktadır. Teknik açıdan feldspatlar, sodyum, potasyum ve kalsiyumun alüminasilikat bileşikleri olarak tanımlanabilirler. Feldspatlar, aynı zamanda diğer alkali veya toprak alkali katyonlarla da oluşturulabilirler, fakat az bulunan bu mineraller seramikçilerin ilgisini pek çekmemektedir. Feldspat serilerininin saf bir üyesi pek bulunmamaktadır. Bu bakımdan ticari malzemeler, potasyum, sodyum ve kalsiyum feldspatları değişik oranlarda içeren katı eriyiklerin veya karışmış kristallerin karışımları şeklinde bulunmaktadır.

Feldspatlar, ince seramik sanayiinde bünye içinde cam faz oluşturmayı sağlayan ve böylece vitrifikasyonu ve yarı şeffaflığı arttıran ve geliştiren bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Feldspatlar aynı zamanda alkali-lerin ve alüminanın bir kaynağı olarak sırlarda ve camlarda da kullanılmaktadırlar. Feldspatlar düşük maliyetlerinden ve suda erimeyen seyrek alkali bileşiklerinden biri olduklarından değer kazanmaktadırlar. (29)

(29) R. Frechen WEISS, (Çeviri) , "Seramik Hammaddeleri", GENEL SERAMİK TEKNOLOJİSİ, İstanbul Porselen Sanayii A.Ş., Seminer Notları 5, C.II, İstanbul, 1980, s.15.

Ticari feldspatlar genellikle, granit tipinde olan ve ana bileşenler olarak feldspat, kuvarz ve mika içeren pegmatitlerin içinde bulunmaktadırlar. Pegmatitler, damarların içinde katılaştan (daha yaşlı kayalarda bulunan yüzey çatlakları ve yarıklar magma ile doldurulmuştur) granit magmaların oluşumları olarak kabul edilebilirler. Başlangıçta oluşan iç püskürmeleri takibeden hidrotermal işlemler alterasyonların nedeni olabilirler. Pegmatit damarları genellikle şistler, gnayslar, diyorit ve granit içinde bulunurlar, fakat arasına da kireçtaşı yataklarında da bunlara rastlamak olasıdır. Pegmatit damarları, madencilik işlemlerini karmaşık duruma getiren, çeşitli tane büyüklükleri ve çeşitli bileşimlerde bulunurlar. Pegmatit damarlarının birçoğu bir mika damarı ile çevrelenmişlerdir. Feldspatların büyük çoğu nluğu yüzeydeki atmosfer etkileriyle veya gazların etkisiyle kısmen kaolinize olmuşlardır.

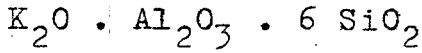
Atom yapıları üzerinde henüz tam bir çalışma yapılmamıştır, fakat dört köşelerini de paylaşan oksijen-silisyum düzgün dörtyüzlülerinden oluşan üç boyutlu bir yapıya sahip oldukları bilinmektedir. (30)

Çamurdaki feldspat oranı fazlalaştıkça, kaolinin erime noktasını düşürür. Çamurda kuvarzın zararlı tesirlerini (uzama katsayısını düşürmek) azaltmak için ilave edilir. Dolayısıyla çatlamalara mani olur. SK 6'ya kadar

(30) R. Frechen WEISS, a.g.e., s. 15-16.

maddenin plastikliğini düşürür. SK 6'nın üstünde (1200°C) eriyerek massenin mukavemetini artırır, poroziteyi düşürür. Fazla feldspat ihtiva eden masseler üzerinde pembe benekler hasıl olur. Pahalı olduğundan masseye az katılır. (31)

1. Potasyum Feldspat (Orthoklas)



16,9 18,3 64,8

Yukarıda kimyasal formülü ve (%) bileşimi olarak ifade edilen potasyum feldspatın, özgül ağırlığı 2,56 sertliği(mohs) ise 6 dır. Kristal şekli ve rengi, renksiz beyaz, açık sarı, parlak kırmızıdan griye kadar değişen renk tonlarındadır. (32)

Saf potasyum feldspat 1170°C de erir. Tabiatta da karışık halde bulduklarından muayyen bir erime noktaları olmayıp erime intervalleri vardır, buda 1160 - 1200°C dir. (33)

Eritilmiş feldspat üzerinde yapılan x ışını kırınım analizi ile üründe % 90 camsı faz, % 10 serbest silis görülmüştür. (34)

(31) Güner SÜMER, a.g.e., s.193.

(32) Felix SINGER - Sonja S. SINGER, a.g.e., s. 102.

(33) H. Hüseyin TANIŞAN - Zeliha METE, a.g.e., s. 21.

(34) T.M.M.O.B., Kimya Mühendisleri Odası, a.g.e., s.28.

Bileşimi CaCO_3 olan tebeşirin erime noktası çok yüksek olup, yaklaşık 2700°C dir. Bu erime sıcaklığının altına inmek için potasyumlu feldspat ile tebeşirin çeşitli karışım oranları denenir.

<u>K-Feldspat</u>	<u>Tebeşir</u>	<u>Erime Noktası</u>
<u>%</u>	<u>%</u>	<u>$^\circ\text{C}$</u>
100	-	1280
95	5	1230
90	10	1210
85	15	1270
80	20	1380
75	25	1580
70	30	1680
..
-	100	2700

K-Feldspatın tek başına erime sıcaklığı 1280°C dir ve erime sıcaklığı daha yüksek olan tebeşir ile karıştırıldığında, bu karışımların herbirinin erime noktalarının kendi ilk saf erime sıcaklıklarından farklı oldukları izlenir. Bu olay "ötektikum" kavramını da açıklar. İki madde bir karışım yaptığı zaman, bu karışımın erime sıcaklığının, karışımı oluşturan maddelerin herbirinin erime sıcaklığının altında olmasına "ötektit sıcaklık" denir.

Seramik çamurunda genellikle potasyum feldspat, sırda ise düşük ergime derecesi nedeniyle sodyum feldspat olarak tercih edilen feldspat aynen kuvarz gibi bir ayrışma ürünüdür. (35)

Potasyum feldspatı pişerken yumuşama derecesi ile erime derecesi birbirinden uzaktır. Onun için seramikte potasyum feldspatları daha kıymetlidir ve daha ziyade bu kullanılır. Potasyum feldspatlarının oynadığı rol şudur. Malüm olduğu üzere fırınların her tarafı aynı derecede olamaz ne kadar olsa farklıdır. Yumuşama derecesi ile erime derecesi birbirine yakın olan çamurlar pişerken fırındaki sıcaklık farkı dolayısıyla bir taraf yumuşayıp erir diğer taraf sonra erir, bu takdirde deforme olur. Fakat yumuşama derecesi erime derecesinden uzak olunca bu zaman zarfında yumuşama her tarafta bir olacağından deforme olmaz. İşte bunun için potasyum feldspatları tercih edilir. Genellikle üç çeşit feldspat saf halde bulunamazlar ve birbirine karışmış olurlar. Fakat potasyumu fazla feldspatlar tercih olunur. (36)

Feldspatlar, sodanın potasa oranı dışında oldukça eşit bir bileşime sahiptirler. Soda sparları (taşları) camlarda, sırlarda ve yüksek potaslı sparlarda beyaz mamül bünyelerinde kullanılmaktadır. Yüksek potaslı sparların beyaz mamüllerde kullanılmasındaki tercih nedeni tam

(35) Hans FRIEDL, a.g.e., s. 9.

(36) Güner SÜMER, a.g.e., s. 193.

olarak açıklığa kavuşmamıştır, çünkü soda sparlarıyla da mükemmel bünyeler yapılabilmektedir. Arada bir fark vardır o da potaslı sparlar kesildiklerinde daha iyi bir halka oluştururlar. Diğer bir deyişle, daha düşük bir rutubetlenme katsayıları vardır. (37)

Potasyum feldspatın erimesi ve vitröz hamurlarında camlaşması:

1170°C ye doğru: Bu sıcaklıkta açık bir vitrifikasyon gösterir. Ergime uyumsuzdur, limitler iyice belirgin değildir.

1170-1180°C nin üzerinde: Lüsit kristalleşmesi olur ve kristaller ayrılır. Cam kısmın viskozitesi artar ve cam asit karakterlidir.

1225-1250°C ye doğru: Feldspat camı aktif bir ergitici gibidir.

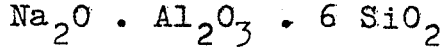
1300 den 1400°C ye kadar: Ortoz camının viskozitesi yarı yarıya azalır. Ergitici etkisi belirgin ve etkilidir. Lüsit kristalleri azar azar yok olur.

1500°C ye doğru: Ergime tamamlanır, kristaller kaybolur, berrak bir sıvı oluşur. Bu cam katılaşınca dilatasyonu ortoz kristallerinin üç katı civarındadır. (38)

(37) R. Frechen WEISS, a.g.e., s. 19.

(38) R. Frechen WEISS, a.g.e., s. 19.

2. Sodyum Feldspat (Albit)



11,8 19,4 68,8

Yukarıda kimyasal formülü ve (%) bileşimi olarak ifade edilen sodyum feldspatın, özgül ağırlığı 2,61 sertliği(mohs) ise 6,0 - 6,5 dir. Kristal şekli ve rengi, gri veya nadiren renklidir. (39)

Sodyum ve kalsiyum feldspatlar pişerken yumuşama dereceleri ile erime dereceleri birbirine çok yakındır. Örneğin, 1100°C de yumuşar ve 1120°C de erir. (40)

Soda feldspatın (albit), potas feldspata göre, bün-yenin gelişme sıcaklığını düşürmesi ve daha düşük viskoziteli bir sıvı oluşturması nedeniyle, sanayide yaygın olarak potas feldspat kullanılmaktadır. (41)

Sodyum feldspatın erimesi ve vitröz hamurlarında camlaşması:

1100°C ye doğru: Albitin viskozitesi ortozdan daha üstündür. Az bir CaO ilavesiyle viskozite artar. MgO, BaO, ZnO (maksimum %2) de viskoziteyi arttırır. Bunun nedeni bilinmemektedir. Kristalizasyonla ilgili olabileceği düşünülmektedir.

(39) Felix SINGER - Sonja S. SINGER, a.g.e., s. 102.

(40) Güner SÜMER, a.g.e., s. 193.

(41) T.M.M.O.B., Kimya Mühendisleri Odası, a.g.e., s. 25.

1100°C nin üstünde: CaO, MgO, BaO, ZnO viskoziteyi çok hızla düşürür.

1200°C ye doğru: Albitin viskozitesi potasyum feldspatın viskozitesinden daha fazladır.

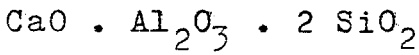
1300°C ye doğru: Ortozun viskozitesinin iki misli daha azalır, yani onunkinin 1/2 si kadardır.

1400°C ye doğru: Albitin viskozitesi ortozun viskozitesinin 1/5 i kadardır. Eritici etkisi çok açıktır.

1425°C ye doğru: 100 kısım ortoz camı 15 - 18 kısım kuvarz ergitir. 100 kısım albit camı 50 kısım kuvarzı ergitir.

Özet olarak, albit ortozdan daha aktif bir ergitici-
cidir. Fakat daha dar bir vitrifikasyon alanı verir. (42)

3. Diğer Feldspatlar



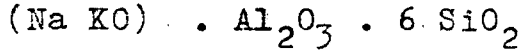
20,1 36,6 43,3

Yukarıda kimyasal formülü ve (%) bileşimi olarak ifade edilen kalsiyum feldspatın, özgül ağırlığı 2,70 sertliği(mohs) ise 6,0 - 6,5 dir. Kristal rengi, renksiz veya grimsidir. (43)

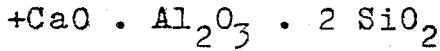
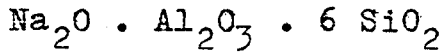
(42) R. Frechen WEISS, a.g.e., s. 20.

(43) Felix SINGER - Sonja S. SINGER, a.g.e., s. 102.

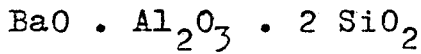
1540-1550°C ye doğru bu feldspat uyumlu olarak ani ergime gösterir. Bu yüzden kalsiyum feldspatın(anortit) karıştırılmadan kullanılması sakıncalıdır. Çünkü ergime sıcaklığı çok yüksek ve vitrifikasyon aralığı çok dardır.(44)



Yukarıda kimyasal formülü ile ifade edilen potasyum-sodyum feldspat(plagioklase), değişken bir (%) bileşime sahiptir.



Yukarıda kimyasal formülü ile ifade edilen sodyum-kalsiyum feldspat(oligoklase), değişken bir (%) bileşime sahiptir. Özgül ağırlığı 2,62 - 2,67 , sertliği ise 6-7 arasındadır. Kristal rengi, beyaz, gri, yeşilimsi, kırmızıdır.

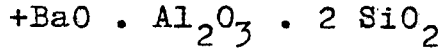
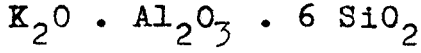


40,85 27,15 32,00

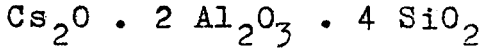
Yukarıda kimyasal formülü ve (%) bileşimi olarak ifade edilen baryum feldspatın(celsian), özgül ağırlığı 3,37 sertliği ise 6 dir. (45)

(44) R. Frechen WEISS, a.g.e., s. 20-21.

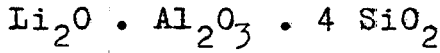
(45) Felix SINGER - Sonja S. SINGER, a.g.e., s. 102



Yukarıda kimyasal formülü ve (%) bileşimi olarak ifade edilen potasyum baryum feldspatın(hyalophane) özgül ağırlığı 2,83 sertliği ise 6 - 6,5 arasındadır. Kristal rengi renksizdir.



Yukarıda kimyasal formülü ile ifade edilen sezyum feldspatın(pollucite) özgül ağırlığı 2,87 - 2,90 sertliği ise 6,5 dir. Kristal rengi renksizdir. Değişken bir (%) bileşimi vardır.



8,03 27,40 64,57

Yukarıda kimyasal formülü ve (%) bileşimi olarak ifade edilen lityum feldspatın(spodumene) , özgül ağırlığı 2,64 - 2,65 sertliği ise 5,5 - 6,0 dir. Kristal rengi beyaz, gri, yeşil, pembe veya mor tonlarındadır. (46)

(46) Felix SINGER - Sonja S. SINGER, a.g.e., s. 102.

III- Özsüz Seramik Hammaddesi Olan Kuvartzın Özellikleri:

Yeryüzünün bilinebilen kısmının % 25 ini oluşturur. Oksijenden sonra dünyada en çok rastlanan silisyumun bir bileşimidir. Kimyasal formülü SiO_2 olup, mol ağırlığı 60'dır. Sertlik derecesi Mohs'a göre 7 dir.

Doğada kristal olarak dağ kristali, amethyst, kvarsit, kuvartz ve kristal kuvartz kumu olarak, amorf olarak ise flint ve sileks taşları, kizelgur şekillerinde bulunur.

Kuvartz kristali granit, gnays gibi ana kayaçların içinde bulunabildiği gibi, bazan da tek başına, tanecik yapısında olarak damarlar şeklinde diğer mineraller ile karışmış olarak bulunur.

Ana kayaçlar içindeki kuvartz tek başına dış etkenlerden etkilenmediği halde, ana kayanın doğa etkileri ile bozunması sonucu, açıkta kalan kuvartz sularla yıkanıp sü-rüklenecek, başka bölgelerde tek başına çökebilir. Bu çökme işlemi çoğu zamanda ham kaolin ile birlikte olur ve bu olay da kaolinin içindeki "serbest kuvartzı" oluşturur.

Çöken kuvartzdan kumtaşı, ganister, kvarsit, kum vb. gibi maddeler oluşur. Bu maddelerin tanecik yapılarını, oluşan erozyonun niteliği büyük ölçüde etkiler. Kumtaşında oluşan tanecikler, silisyum dioksit, kalk, kil, demir oksit veya glimmer ile birbirlerine yapışmış durumdadırlar.

Ganister ise çok ince taneli kumtaşı olup, aynı zamanda az miktarda kil içerir. Kuvarsit, kuvarz taneciklerinin silisyum dioksit ile çok sıkı bağlandığı, taneciklerin kolay kırılmaya elvermediği bir formdur.

Filint, çok az su ve organik madde içeren kuvarzdır. Genel olarak üzeri kalk ile kaplanmıştır. Kırığı karakteristik olarak midye kabuğı dokusunda ve siyah renklidir.

Diyatomit veya kizelgur olarak adlandırılan amorf silisyum dioksit, yüksek porozitesi(=su emme yeteneğı) ve düşük sıcaklık iletkenliğı ile ilginç bir maddedir. Bu özelliklerinden yararlanılarak diyatomitten özel seramik izolasyon(=yalıtım) çamurlarının yapımında yararlanılır.(47)

Bir seramik bünyenin, kil gibi plastik ve dolgu niteliğı olan hammaddeler yanında kuvarz gibi plastik olmayan ve yapıyı yüksek sıcaklıklarda ayakta tutacak bir ham maddeye de gereksinimi vardır. Kuvarz bünyenin kuruma küçülmesini düşürür, plastikliğı düzenlemeye yardımcı olur ve pişme sırasında deformasyon olmaksızın gaz çıkışına izin verir. (48)

Kuvarzın ısıyla dönüşümleri de ilginçtir. Seramik sanayiinde, kuvarzın kristal dönüşümleri sırasındaki gelişmesi pratikte yarattığı sorunlar açısından çok önemlidir. (49)

(47) Ateş ARCASOY, a.g.e., s. 13-14.

(48) T.M.M.O.B., Kimya Mühendisleri Odası, a.g.e., s. 24.

(49) T.M.M.O.B., Kimya Mühendisleri Odası, a.g.e., s. 28.

Kuvartz eridiği ortamlarda genleşme katsayısını düşürücü etki eder. Tam olarak erimemesi durumunda, aksine genleşme katsayısını yükseltir. Erimemiş kuvartzın genleşme katsayısı , erimiş göre 150 kat büyüktür. Kuruma ve pişme küçülmesini azaltır. Seramik yapılarda iskelet görevini yapar ve deformasyonu önler. Asitlere dayanıklılığı arttırır. Kuvartzın kristal yapısı tetrahedra düzenindedir. Tetrahedrallar düzenli dizilirse silis minerali oluşur. Silis mineralinin katı halde üç kristal yapısı vardır.

- a- Kuvartz
- b- Tridimit
- c- Kristobalit

Bu üç kristalden yalnız kuvartz doğada bulunmaktadır. Diğer ikisine ise yalnızca gök taşlarında rastlanmıştır. Tridimit ve kristobalit polimorfizm sonucu oluşur. Bu dönüşüm hızı çok yavaştır. Kristobalit haline geldikten sonra, kristal yapıları soğumayla tersine dönüşümlü bir karakterdedir. Dönüşümler kabaca, Alfa kuvartz 573 °C Beta kuvartz 870 °C Tridimit 1470 °C Kristobalit 1723 °C kuvartz camı şeklinde oluşur. Dönüşümlerde teoriye göre Si-O₂ arası bağlar kopmakta, tetrahedrallar bozularak daha sonra farklı şekilde bir araya gelmektedir. (50)

(50) Şaduman DOĞAN, a.g.e., s. 31-32.

Kuvartz;

- Maseye(çamura) konulan miktar fazlalaştıkça sertliği arttırır.

- Kuvartz diğer hammaddeler ile beraber verilir, şayet bunlardaki yetişmezse kuvartz tozu olarak verilir. Çok ucuz olup masselere mümkün olduğu kadar fazla ilave edilir.

- Fonksiyonu çok önemli olup, ne kadar fazla ince öğütülmüş ise fonksiyonlarının tesiri o kadar fazla olur.

- Kuvartzın birçok modifikasyonları vardır. Bunlar ısıtma ve pişirme esnasında birbirine dönüşür. Bu dönüşmeler esnasında % 2,7 - 7,0 arasında hacim değişmesi olduğundan bu kritik dönüşüm noktalarında kolaylıkla çatlama olur.

- Bu kritik dönüşüm noktaları 780, 1470 ve 1700°C dir.

- 1713°C de kuvartz erir, camlaşır ve uzama katsayısı çok küçülür. Glazürde erimiş halde bulunan kuvartzın uzama katsayısı küçük olduğundan glazür(sır) çatlama önler.

- Çok kuvartz ihtiva eden bisküvide soğuma esnasında çekme, sırlamada fazla olacağından böyle fayanslar bombeli olarak çıkar.

- Kuvartzın zararlı etkilerini önlemek için akışkanlar feldspat, dolomit ve mermer ilave edilir. (51)

Kuvartz kristali elektroteknik alanda önemli sayılan bir özelliğe sahiptir. Kristale uygulanan basınç ve çekme gibi mekanik etkiler, onun elektrik ile yüklenmesine neden olur. Bu mekanik etkilerin kaldırılması ile elektrik yükü de kalkar. Bu olay "piezoelektrik" konusunun kapsamına girer. Piezoelektriğin seramik ile olan ilgisi yalnızca kuvartza bağlı bir özellik değildir. $BaTiO_3$ çıkış maddesi olarak alınarak geliştirilen seramiğe "piezoelektrik seramik" adı verilmektedir. (52)

(51) Güner SÜMER, a.g.e., s. 192.

(52) Ateş ARCASOY, a.g.e., s. 14.

İKİNCİ BÖLÜM

MEVCUT HAMMADDELERİ TANIMA YÖNTEMLERİ

BİRİNCİ KISIM

KİMYASAL ANALİZ FORMÜLÜNDEN MİNERAL KİMYA FORMÜLÜNÜN HESAPLANMASI

1- Özlü Seramik Hammaddelerinin Kimyasal Analizlerinden Mineral Kimya Formüllerinin Hesaplanması:

Kimyasal analizde yeralan oksitlerin oranları kendi mol ağırlıklarına bölünüp, eser miktarda olanlar iptal edildikten sonra, mineral kimya formülü hesaplanmış olur. Eğer, formülün mol ağırlığı fazla ise enküçük ortak bölüne bölünerek formülün mol ağırlığı küçültülür.

I. İnhisar Döküm Kili

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>				
SiO ₂	58,40	:	60	= 0,973333	: 0,272745 = 3,56
Al ₂ O ₃	27,82	:	102	= 0,272745	: 0,272745 = 1,00
Fe ₂ O ₃	1,16	:	160	= 0,00725	Eser
TiO ₂	1,02	:	80	= 0,01275	"
CaO	0,35	:	56	= 0,00625	"
MgO	0,53	:	40	= 0,01325	"
Na ₂ O	0,63	:	62	= 0,01016	"
K ₂ O	1,37	:	94	= 0,014574	"
A.Z.	8,95	:	18	= 0,497222	: 0,272745 = 1,82

Mineral Kimya Formülü

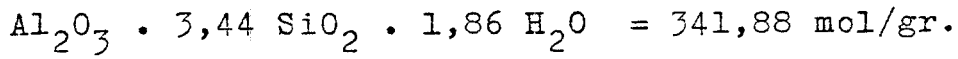
$$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3,56 \text{ SiO}_2 \cdot 1,82 \text{ H}_2\text{O} = 348,36 \text{ mol/gr.}$$

2. T.153 Döküm Kili

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>				
SiO ₂	55,95	:	60	= 0,9325	: 0,2709 = 3,44
Al ₂ O ₃	28,46	:	102	= 0,2709	: 0,2709 = 1,00
Fe ₂ O ₃	1,60	:	160	= 0,0100	: Eser
TiO ₂	1,06	:	80	= 0,0132	: "
CaO	0,62	:	56	= 0,0110	: "
MgO	0,38	:	40	= 0,0095	: "
Na ₂ O	0,42	:	62	= 0,0067	: "
K ₂ O	2,88	:	94	= 0,0306	: "
A.Z.	9,11	:	18	= 0,5061	: 0,2709 = 1,86

Mineral Kimya Formülü

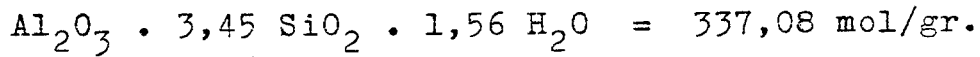
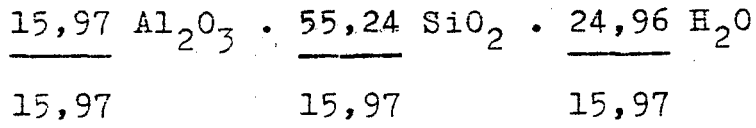


3. Mihalliçık Kili

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>			
SiO ₂ 59,00	:	60	= 0,9833	: 0,0178 = 55,24
Al ₂ O ₃ 29,00	:	102	= 0,2843	: 0,0178 = 15,97
CaO 1,00	:	56	= 0,0178	: Eser
K ₂ O 2,00	:	94	= 0,0212	: "
A.Z. 8,00	:	18	= 0,4444	: 0,0178 = 24,96

Mineral Kimya Formülü



4. Sırdırgı Kaolini

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>			
SiO ₂	66,49	:	60	= 1,108166 : 0,222843 = 4,97
Al ₂ O ₃	22,73	:	102	= 0,222843 : 0,222843 = 1,00
CaO	0,67	:	56	= 0,011964 : Eser
MgO	0,94	:	40	= 0,023500 : "
A.Z.	8,34	:	18	= 0,463333 : 0,222843 = 2,07

Mineral Kimya Formülü

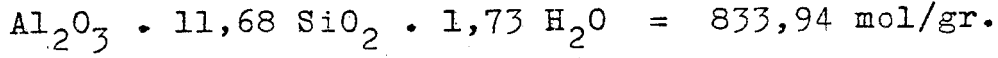
$$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,97 \text{ SiO}_2 \cdot 2,07 \text{ H}_2\text{O} = 437,46 \text{ mol/gr.}$$

5. Bilecik Kaolini

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>			
SiO ₂	81,75	:	60	= 1,362500 : 0,116566 = 11,68
Al ₂ O ₃	11,89	:	102	= 0,116566 : 0,116566 = 1,00
CaO	2,52	:	56	= 0,045000 : Eser
MgO	0,30	:	40	= 0,007500 : "
A.Z.	3,65	:	18	= 0,202777 : 0,116566 = 1,73

Mineral Kimya Formülü

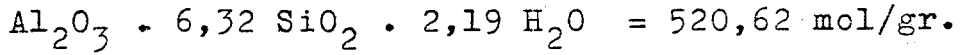


6. Mihalliçık Kaolini

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>				
SiO ₂	70,43	:	60	= 1,173833	: 0,185686 = 6,32
Al ₂ O ₃	18,94	:	102	= 0,185686	: 0,185686 = 1,00
Fe ₂ O ₃	1,04	:	160	= 0,006500	: Eser
TiO ₂	0,34	:	80	= 0,004250	: "
CaO	1,04	:	56	= 0,018570	: "
Na ₂ O	0,75	:	62	= 0,012096	: "
K ₂ O	0,35	:	94	= 0,003720	: "
A.Z.	7,34	:	18	= 0,407777	: 0,185686 = 2,19

Mineral Kimya Formülü



7. Çanakkale Kaolini

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>			
SiO ₂	58,95 :	60	= 0,982500	: 0,276960 = 3,54
Al ₂ O ₃	28,25 :	102	= 0,276960	: 0,276960 = 1,00
Fe ₂ O ₃	0,40 :	160	= 0,002500	Eser
TiO ₂	0,28 :	80	= 0,003500	"
CaO	0,10 :	56	= 0,001785	"
MgO	0,04 :	40	= 0,001000	"
Na ₂ O	0,16 :	62	= 0,002580	"
K ₂ O	0,20 :	94	= 0,002127	"
SO ₃	0,96 :	80	= 0,01200	"
A.Z.	11,27 :	18	= 0,626111	: 0,276960 = 2,26

Mineral Kimya Formülü

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3,54 \text{SiO}_2 \cdot 2,26 \text{H}_2\text{O} = 355,08 \text{ mol/gr.}$$

8. Bolu Kaolini

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>			
SiO ₂	52,36	:	60	= 0,872666 : 0,312941 = 2,78
Al ₂ O ₃	31,92	:	102	= 0,312941 : 0,312941 = 1,00
Fe ₂ O ₃	1,16	:	160	= 0,007250 Eser
CaO	0,91	:	56	= 0,016250 "
MgO	0,16	:	40	= 0,004000 "
Na ₂ O	0,14	:	62	= 0,002258 "
K ₂ O	0,32	:	94	= 0,003404 "
A.Z.	11,28	:	18	= 0,626666 : 0,312941 = 2,00

Mineral Kimya Formülü

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,78 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} = 304,8 \text{ mol/gr.}$$

9. Allıören Kaolini

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>			
SiO ₂	75,70 :	60	= 1,261666 :	0,139313 = 9,05
Al ₂ O ₃	14,21 :	102	= 0,139313 :	0,139313 = 1,00
Fe ₂ O ₃	0,37 :	160	= 0,002312	Eser
TiO ₂	0,32 :	80	= 0,004000	"
CaO	0,08 :	56	= 0,001428	"
MgO	0,06 :	40	= 0,001500	"
Na ₂ O	0,14 :	62	= 0,002258	"
K ₂ O	0,40 :	94	= 0,004255	"
SO ₃	2,74 :	80	= 0,034250	"
A.Z.	8,44 :	18	= 0,468888 :	0,139313 = 3,36

Mineral Kimya Formülü

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9,05 \text{ SiO}_2 \cdot 3,36 \text{ H}_2\text{O} = 705,48 \text{ mol/gr.}$$

10. Yıkanmış Uşak Kaolini

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>				
SiO ₂	64,40	:	60	= 1,066666	: 0,225490 = 4,73
Al ₂ O ₃	23,00	:	102	= 0,225490	: 0,225490 = 1,00
Na ₂ O	0,40	:	62	= 0,006451	Eser
K ₂ O	2,40	:	94	= 0,025531	"
MgO	1,00	:	40	= 0,025000	"
TiO ₂	0,20	:	80	= 0,002500	"
CaO	1,10	:	56	= 0,019642	"
Fe ₂ O ₃	0,90	:	160	= 0,005625	"
SO ₃	1,30	:	80	= 0,016250	"
A.Z.	5,30	:	18	= 0,294444	: 0,225490 = 1,30

Mineral Kimya Formülü

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,73 \text{ SiO}_2 \cdot 1,30 \text{ H}_2\text{O} = 607,86 \text{ mol/gr.}$$

II- Özsüz Seramik Hammaddelerinin Kimyasal Analizlerinden

Mineral Kimya Formüllerinin Hesaplanması:

Kimyasal analizde yeralan oksitlerin oranları kendi mol ağırlıklarına bölünüp, eser miktarda olanlar iptal edildikten sonra, mineral kimya formülü hesaplanmış olur. Eğer, formülün mol ağırlığı fazla ise enküçük ortak bölüne bölünerek formülün mol ağırlığı küçültülür.

1. Sodyum Feldspat (Çine)

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>		
SiO ₂	67,07	: 60	= 1,117833 : 0,178709 = 6,27
Al ₂ O ₃	19,28	: 102	= 0,189019 : 0,178709 = 1,05
Na ₂ O	11,08	: 62	= 0,178709 : 0,178709 = 1,00
Fe ₂ O ₃	0,08	: 160	= 0,000500 Eser
TiO ₂	0,24	: 80	= 0,003000 "
CaO	0,48	: 56	= 0,008571 "
MgO	0,08	: 40	= 0,002000 "
K ₂ O	0,77	: 94	= 0,008191 "
A.Z.	0,30	: 18	= 0,016666 "

Mineral Kimya Formülü

$$\text{Na}_2\text{O} \cdot 1,05 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 6,27 \text{ SiO}_2 = 545,3 \text{ mol/gr.}$$

2. Potasyum Feldspat (Simav)

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>			
SiO ₂	68,58	:	60	= 1,143000 : 0,052419 = 21,81
Al ₂ O ₃	17,94	:	102	= 0,175882 : 0,052419 = 3,33
CaO	2,65	:	56	= 0,047321 Eser
MgO	1,14	:	40	= 0,028500 "
Fe ₂ O ₃	0,50	:	160	= 0,003125 "
Na ₂ O	3,25	:	62	= 0,052419 : 0,052419 = 1,00
K ₂ O	8,90	:	94	= 0,094680 : 0,052419 = 1,80
A.Z.	1,57	:	18	= 0,087222 Eser

Mineral Kimya Formülü

$$\text{Na}_2\text{O} \cdot 1,80 \text{K}_2\text{O} \cdot 3,33 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 21,81 \text{SiO}_2 = 1879,46 \text{ mol/gr.}$$

3. Üleksit (Emet)

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>		<u>Mol.Ağır.</u>		
Al ₂ O ₃	0,85	:	102	= 0,008333 Eser
K ₂ O	0,24	:	94	= 0,002555 "
CaO	16,20	:	56	= 0,289285 : 0,135967 = 2,12
Na ₂ O	8,43	:	62	= 0,135967 : 0,135967 = 1,00
B ₂ O ₃	45,56	:	70	= 0,650857 : 0,135967 = 8,84
A.Z.	28,90	:	18	= 1,605555 : 0,135967 = 11,80

Mineral Kimya Formülü



4. Tebeşir (Kütahya)

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>			
CaO	55,00	:	56	= 0,982142 : 0,977272 = 1,00
MgO	2,00	:	40	= 0,050000 : Eser
A.Z.	43,00	:	44	= 0,977272 : 0,977272 = 1,00

Mineral Kimya Formülü

$$\text{CaO} \cdot \text{CO}_2 = 100 \text{ mol/gr.}$$

$$\text{CaCO}_3 = 100 \text{ mol/gr.}$$

5. Mermer (Pazaryeri, Bilecik)

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>			
CaO	55,75	:	56	= 0,995535 : 0,930454 = 1,06
A.Z.	40,94	:	44	= 0,930454 : 0,930454 = 1,00

Mineral Kimya Formülü

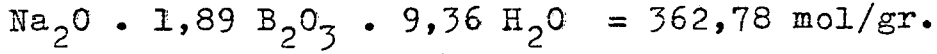
$$1,06 \cdot \text{CaO} \cdot \text{CO}_2 = 103,36 \text{ mol/gr.}$$

6. Boraks (Kırka, Eskişehir)

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>
Na ₂ O 16,98 :	62 = 0,273870 : 0,273870 = 1,00
K ₂ O 0,49 :	94 = 0,005212 Eser
B ₂ O ₃ 36,38 :	70 = 0,519714 : 0,273870 = 1,89
A.Z. 46,15 :	18 = 2,563888 : 0,273870 = 9,36

Mineral Kimya Formülü



7. Dolomit (Pazaryeri , Bilecik)

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>	
SiO ₂	0,11 : 60	= 0,001833 Eser
Al ₂ O ₃	1,25 : 102	= 0,012254 "
CaO	31,45 : 56	= 0,561607 : 0,545250 = 1,02
MgO	21,81 : 40	= 0,545250 : 0,545250 = 1,00
A.Z.	46,66 : 44	= 1,060454 : 0,545250 = 1,94

Mineral Kimya Formülü

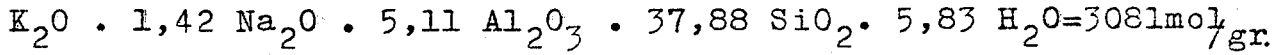
1,02 CaO . MgO . 1,94 CO₂ = 182,48 mol/gr.

8. Pegmatit (Bilecik)

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>					
SiO ₂	72,06	:	60	= 1,201000	:	0,031702 = 37,88
Al ₂ O ₃	16,53	:	102	= 0,162058	:	" = 5,11
Na ₂ O	2,81	:	62	= 0,045322	:	" = 1,42
K ₂ O	2,98	:	94	= 0,031702	:	" = 1,00
A.Z.	3,33	:	18	= 0,185000	:	" = 5,83

Mineral Kimya Formülü



9. Pişmiş Vitra Kırığı (Eczacıbaşı, Bozüyük)

Kimyasal Analiz

<u>Formülü (%)</u>	<u>Mol.Ağır.</u>				
SiO ₂	64,45	:	60	= 1,074166	: 0,217156 = 4,94
Al ₂ O ₃	22,15	:	102	= 0,217156	: 0,217156 = 1,00
Fe ₂ O ₃	1,00	:	160	= 0,006250	Eser
Na ₂ O	2,79	:	62	= 0,045000	"
K ₂ O	1,38	:	94	= 0,014680	"
A.Z.	6,50	:	18	= 0,361111	: 0,217156 = 1,66

Mineral Kimya Formülü

$$Al_2O_3 \cdot 4,94 SiO_2 \cdot 1,66 SiO_2 = 428,28 \text{ mol/gr.}$$

İKİNCİ KISIM

KİMYASAL ANALİZ FORMÜLÜNDEN RASYONEL BİLEŞİMİN HESAPLANMASI

I- Özlü Seramik Hammaddelerinin Kimyasal Analizlerinden
Rasyonel Bileşimlerinin Hesaplanması:

Faktör yardımı ile, kimyasal analizden rasyonel bileşimin hesaplanmasında, faktör olarak seçilen değişmez değerler ait oldukları maddeler ile çarpılarak rasyonel bileşim hesaplanır.

1. İnhisar Döküm Kili

Faktör

8,451 x 0,63 = % 5,32 Na-Feldspat
0,194 x 5,32 = % 1,03 Al₂O₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687 x 5,32 = % 3,65 SiO₂ (" " ")
5,915 x 1,37 = % 8,10 K-Feldspat
0,183 x 8,10 = % 1,48 Al₂O₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647 x 8,10 = % 5,24 SiO₂ (" " ")
2,530 x 25,3 = % 64,02 Kilcevheri
0,465 x 64,02 = % 29,77 SiO₂ (Kilcevherine bağlı)
3,65 + 5,24 + 29,77 = % 38,66 SiO₂ (Toplam Bağlı)
58,40 - 38,66 = % 19,73 Serbest Silis

Rasyonel Bileşimi (%)

5,32 Na- Feldspat
8,10 K - Feldspat
64,02 Kilcevheri
19,73 Serbest Silis

2. T.153 Döküm Kili

Faktör

8,451 x 0,42 = % 3,54 Na-Feldspat
0,194 x 3,54 = % 0,68 Al₂O₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687 x 3,54 = % 2,43 SiO₂ (" " ")
5,915 x 2,88 = %17,03 K-Feldspat
0,183 x 17,03 = % 3,11 Al₂O₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647 x17,03 = %11,02 SiO₂ (" " ")
2,530 x 24,65 = % 62,37 Kilcevheri
0,465 x 62,37 = % 29,00 SiO₂ (Kilcevherine bağlı)
2,43 + 11,02 + 29,00 = % 42,45 SiO₂ (Toplam bağlı)
55,95 - 42,45 = % 13,49 Serbest Silis

Rasyonel Bileşimi (%)

3,54 Na-Feldspat
17,03 K-Feldspat
62,37 Kilcevheri
13,49 Serbest Silis

3. Mihalliçık Kili

Faktör

$$5,915 \times 2,00 = \% 11,83 \text{ K-Feldspat}$$

$$0,183 \times 11,83 = \% 2,16 \text{ Al}_2\text{O}_3 \text{ (K-Feldspata bağlı)}$$

$$0,647 \times 11,83 = \% 7,65 \text{ SiO}_2 \text{ (" " ")}$$

$$2,530 \times 26,84 = \% 67,90 \text{ Kilcevheri}$$

$$0,465 \times 67,90 = \% 31,55 \text{ SiO}_2 \text{ (Kilcevherine bağlı)}$$

$$7,65 + 31,55 = \% 39,20 \text{ SiO}_2 \text{ (Toplam bağlı)}$$

$$59,00 - 39,20 = \% 19,80 \text{ Serbest Silis}$$

Rasyonel Bileşimi (%)

11,83 K-Feldspat

67,90 Kilcevheri

19,80 Serbest Silis

4. Sındırgı Kaolini

Faktör

$$2,530 \times 22,73 = \% 57,50 \text{ Kilcevheri}$$

$$0,465 \times 57,50 = \% 26,78 \text{ SiO}_2 \text{ (Kilcevherine bağlı)}$$

$$66,49 - 26,78 = \% 39,70 \text{ Serbest Silis}$$

Rasyonel Bileşimi (%)

57,50 Kilcevheri

39,70 Serbest Silis

5. Bilecik Kaolini

Faktör

$$2,530 \times 11,89 = \% 30,08 \text{ Kilcevheri}$$

$$0,465 \times 30,08 = \% 13,98 \text{ SiO}_2 \text{ (Kilcevherine bağlı)}$$

$$81,75 - 13,98 = \% 67,77 \text{ Serbest Silis}$$

Rasyonel Bileşimi (%)

30,08 Kilcevheri

67,77 Serbest Silis

6. Mihallıçık Kaolini

Faktör

8,451 x 0,75 = % 6,33 Na-Feldspat
0,194 x 6,33 = % 1,22 Al₂O₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687 x 6,33 = % 4,34 SiO₂ (" " ")
5,915 x 0,35 = % 2,07 K-Feldspat
0,183 x 2,07 = % 0,37 Al₂O₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647 x 2,07 = % 1,33 SiO₂ (" " ")
2,530 x 17,35 = % 43,89 Kilcevheri
0,465 x 43,89 = % 20,40 SiO₂ (Kilcevherine bağlı)
4,34 + 1,33 + 20,40 = % 26,07 SiO₂ (Toplam bağlı)
70,43 - 26,07 = % 44,36 Serbest Silis

Rasyonel Bileşimi (%)

6,33 Na-Feldspat
2,07 K-Feldspat
43,89 Kilcevheri
44,36 Serbest Silis

7. Çanakkale Kaolini

Faktör

8,451 x 0,16 =	% 1,35	Na-Feldspat
0,194 x 1,35 =	% 0,26	Al ₂ O ₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687 x 1,35 =	% 0,92	SiO ₂ (" " ")
5,915 x 0,20 =	% 1,18	K-Feldspat
0,183 x 1,18 =	% 0,21	Al ₂ O ₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647 x 1,18 =	% 0,76	SiO ₂ (" " ")
2,530 x 27,81 =	% 70,35	Kilcevheri
0,465 x 70,35 =	% 32,71	SiO ₂ (Kilcevherine bağlı)
0,92 + 0,76 + 32,71 =	% 34,40	SiO ₂ (Toplam bağlı)
58,95 - 34,40 =	% 24,55	Serbest Silis

Rasyonel Bileşimi (%)

1,35	Na-Feldspat
1,18	K-Feldspat
70,35	Kilcevheri
24,55	Serbest Silis

8. Bolu Kaolini

Faktör

8,451 x	0,14 =	% 1,18	Na-Feldspat
0,194 x	1,18 =	% 0,22	Al ₂ O ₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687 x	1,18 =	% 0,81	SiO ₂ (" " ")
5,915 x	0,32 =	% 1,89	K-Feldspat
0,183 x	1,89 =	% 0,34	Al ₂ O ₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647 x	1,89 =	% 1,22	SiO ₂ (" " ")
2,530 x	31,36 =	% 79,34	Kilcevheri
0,465 x	79,34 =	% 36,89	SiO ₂ (Kilcevherine bağlı)
0,81 +	1,22 +	36,89 =	% 38,92 SiO ₂ (Toplam bağlı)
52,36 -	38,92 =	% 13,44	Serbest Silis

Rasyonel Bileşimi (%)

1,18	Na-Feldspat
1,89	K-Feldspat
79,34	Kilcevheri
13,44	Serbest Silis

9. Allıören Kaolini

Faktör

8,451	x	0,14	=	%	1,18	Na-Feldspat
0,194	x	1,18	=	%	0,22	Al ₂ O ₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687	x	1,18	=	%	0,81	SiO ₂ (" " ")
5,915	x	0,40	=	%	2,36	K-Feldspat
0,183	x	2,36	=	%	0,43	Al ₂ O ₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647	x	2,36	=	%	1,53	SiO ₂ (" " ")
2,530	x	13,54	=	%	34,27	Kilcevheri
0,465	x	34,27	=	%	15,93	SiO ₂ (Kilcevherine bağlı)
0,81	+	1,53	+	15,93	=	% 18,27 SiO ₂ (Toplam bağlı)
75,70	-	18,27	=	%	57,43	Serbest Silis

Rasyonel Bileşimi (%)

1,18	Na-Feldspat
2,36	K-Feldspat
34,27	Kilcevheri
57,43	Serbest Silis

10. Yıkanmış Uşak Kaolini

Faktör

8,451	x	0,40	=	% 3,38	Na-Feldspat
0,194	x	3,38	=	% 0,65	Al ₂ O ₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687	x	3,38	=	% 2,32	SiO ₂ (" " ")
5,915	x	2,40	=	% 14,19	K-Feldspat
0,183	x	14,19	=	% 2,59	Al ₂ O ₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647	x	14,19	=	% 9,18	SiO ₂ (" " ")
2,530	x	19,76	=	% 49,99	Kilcevheri
0,465	x	49,99	=	% 23,24	SiO ₂ (Kilcevherine bağlı)
2,32	+	9,18	+	23,24	= % 34,74 SiO ₂ (Toplam bağlı)
64,40	-	34,74	=	% 29,66	Serbest Silis

Rasyonel Bileşimi (%)

3,38	Na-Feldspat
14,19	K-Feldspat
49,99	Kilcevheri
29,66	Serbest Silis

II- Özsüz Seramik Hammaddelerinin Kimyasal Analizlerinden
Rasyonel Bileşimlerinin Hesaplanması:

Faktör yardımı ile, kimyasal analizden rasyonel bileşimin hesaplanmasında, faktör olarak seçilen değişmez değerler ait oldukları maddeler ile çarpılarak rasyonel bileşim hesaplanır.

1. Sodyum Feldspat (Çine)

Faktör

8,451	x	11,08	=	%	93,63	Na-Feldspat
0,194	x	93,63	=	%	18,16	Al ₂ O ₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687	x	93,63	=	%	64,32	SiO ₂ (" " ")
5,915	x	0,77	=	%	4,55	K-Feldspat
0,183	x	4,55	=	%	0,83	Al ₂ O ₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647	x	4,55	=	%	2,94	SiO ₂ (" " ")
2,530	x	0,28	=	%	0,71	Kilcevheri
0,465	x	0,71	=	%	0,33	SiO ₂ (Kilcevherine bağlı)
64,32	+	2,94	+	0,33	=	% 67,59 SiO ₂ =Kimyasal Analizdeki Miktar

Rasyonel Bileşimi (%)

93,63	Na-Feldspat
4,55	K-Feldspat
0,71	Kilcevheri

2. Potasyum Feldspat (Simav)

Faktör

8,451	x	3,25	=	%	27,46	Na-Feldspat
0,194	x	27,46	=	%	5,32	Al ₂ O ₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687	x	27,46	=	%	18,86	SiO ₂ (" " ")
5,915	x	8,90	=	%	52,64	K-Feldspat
0,183	x	52,64	=	%	9,63	Al ₂ O ₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647	x	52,64	=	%	34,08	SiO ₂ (" " ")
2,530	x	2,97	=	%	7,53	Kilcevheri
0,465	x	7,53	=	%	3,50	SiO ₂ (Kilcevherine bağlı)
18,86	+	34,08	+	3,50	=	% 56,44 SiO ₂ (Toplam bağlı)
68,58	-	56,44	=	%	12,14	Serbest Silis

Rasyonel Bileşimi (%)

27,46	Na-Feldspat
52,64	K-Feldspat
7,53	Kilcevheri
12,14	Serbest Silis

3. Pegmatit (Bilecik)

Faktör

8,451	x	2,81	=	%	23,74	Na-Feldspat
0,194	x	23,74	=	%	4,60	Al ₂ O ₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687	x	23,74	=	%	16,30	SiO ₂ (" " ")
5,915	x	2,98	=	%	17,62	K-Feldspat
0,183	x	17,62	=	%	3,22	Al ₂ O ₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647	x	17,62	=	%	11,40	SiO ₂ (" " ")
2,530	x	8,71	=	%	22,03	Kilcevheri
0,465	x	22,03	=	%	10,24	SiO ₂ (Kilcevherine bağlı)
16,30 + 11,40 + 10,24 =						% 37,94 SiO ₂ (Toplam bağlı)
72,06 - 37,94 =						% 34,12 Serbest Silis

Rasyonel Bileşimi (%)

23,74	Na-Feldspat
17,62	K-Feldspat
22,03	Kilcevheri
34,12	Serbest Silis

4. Pişmiş Vitra Kırığı (Eczacıbaşı, Bozüyük)

Faktör

8,451	x	2,79	=	%	23,57	Na-Feldspat
0,194	x	23,57	=	%	4,57	Al ₂ O ₃ (Na-Feldspata bağlı)
0,687	x	23,57	=	%	16,19	SiO ₂ (" " ")
5,915	x	1,38	=	%	8,16	K-Feldspat
0,138	x	8,16	=	%	1,12	Al ₂ O ₃ (K-Feldspata bağlı)
0,647	x	8,16	=	%	5,27	SiO ₂ (" " ")
2,530	x	16,46	=	%	41,64	Kilcevheri
0,465	x	41,64	=	%	19,36	SiO ₂ (Kilcevherine bağlı)
16,19	+	5,27	+	19,36	=	% 40,82 SiO ₂ (Toplam bağlı)
64,45	-	40,82	=	%	23,63	Serbest Silis

Rasyonel Bileşimi (%)

23,57	Na-Feldspat
8,16	K-Feldspat
41,64	Kilcevheri
23,63	Serbest Silis

ÜÇÜNCÜ KISIM

KİL VE KAOLİNLERE UYGULANAN DENEYLER

I- Elektrolit Kontrolü:

Akıcılık testi kil-su süspansiyonuna çeşitli elektrolitlerin ilavesinde viskozite karakteristiğini incelemek için yapılır. Bu test için belirli bir standart olmayıp, çeşitli işletmeler bazı pratik test metodları geliştirmişlerdir. (53)

Mevcut hammaddelerin elektrolit kontrollerinde, " serel yöntemi " esas alınmıştır.

Serel yönteminde, önce hammaddenin suda dağılıp dağılmadığı kontrol edilir. Suda dağılan hammaddeler DIN-40 elekten süzülür ve elek altı alınır. Suda dağılmayan hammaddeler ise öğütülerek tamamı DIN-40 elekten geçecek hale getirilir. Her iki şekilde de hazırlanmış olan ham madde uygun bir kaba alınarak sabit ağırlığa kadar kurutulur.

Kurutulmuş hammaddeden 500 gr. tartılarak uygun bir kaba alınır ve baget ile karıştırılarak 250 ml. saf su

(53) Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Malzeme Araştırma Ünitesi, Seramik Hammaddelerine Uygulanan Kimyasal Analiz ve Fiziksel Test Metodları, Proje No: 03-1601-7801, s.41.

ilave edilir. Katılan su katı maddeyi tam ıslatmamışsa, ıslatıncaya kadar 25 ml'lik miktarlarda su ilavesi yapılır. (Her ilaveden sonra suyun hammaddeyi ıslatması için yeterli süre beklenmelidir). Hammaddenin tamamı su ile ıslanıp, bagetten damlayacak, fakat hammaddeye çizilen baget çizgisi birleşecek hale gelince su ilavesine son verilir ve katılan su miktarı not edilir.(54)

Hammaddelere uygulanan akıcılık testinde, Serel yönteminden farklı olarak sodyum silikatın % 50'lik çözeltisi kullanılmıştır.(Serel yönteminde sodyum silikat çözeltisi % 10'luk verilmiştir).

Sodyum silikatın % 50'lik çözeltisinden yukarıda hazırlanan hammaddeye belirli miktarlarda karıştırılır. Bir süre beklenerek tekrar elektrolit ilavesi yapılır ve karıştırılır. Hammaddede sulanma başlamışsa, elektrolit ilavesinde azaltma yapılır. Bagetle yapılan kontrolden viskozite ölçülebilecek kıvama geldiği andan itibaren her elektrolit ilavesinden sonra viskozimetre ile akıcılık ölçülür. Bu ölçüm şu şekilde yapılır:

Akıcı hale gelen hammadde viskozimetreye doldurulur ve 100 ml işaretli bir kabın içine akıtılmak üzere

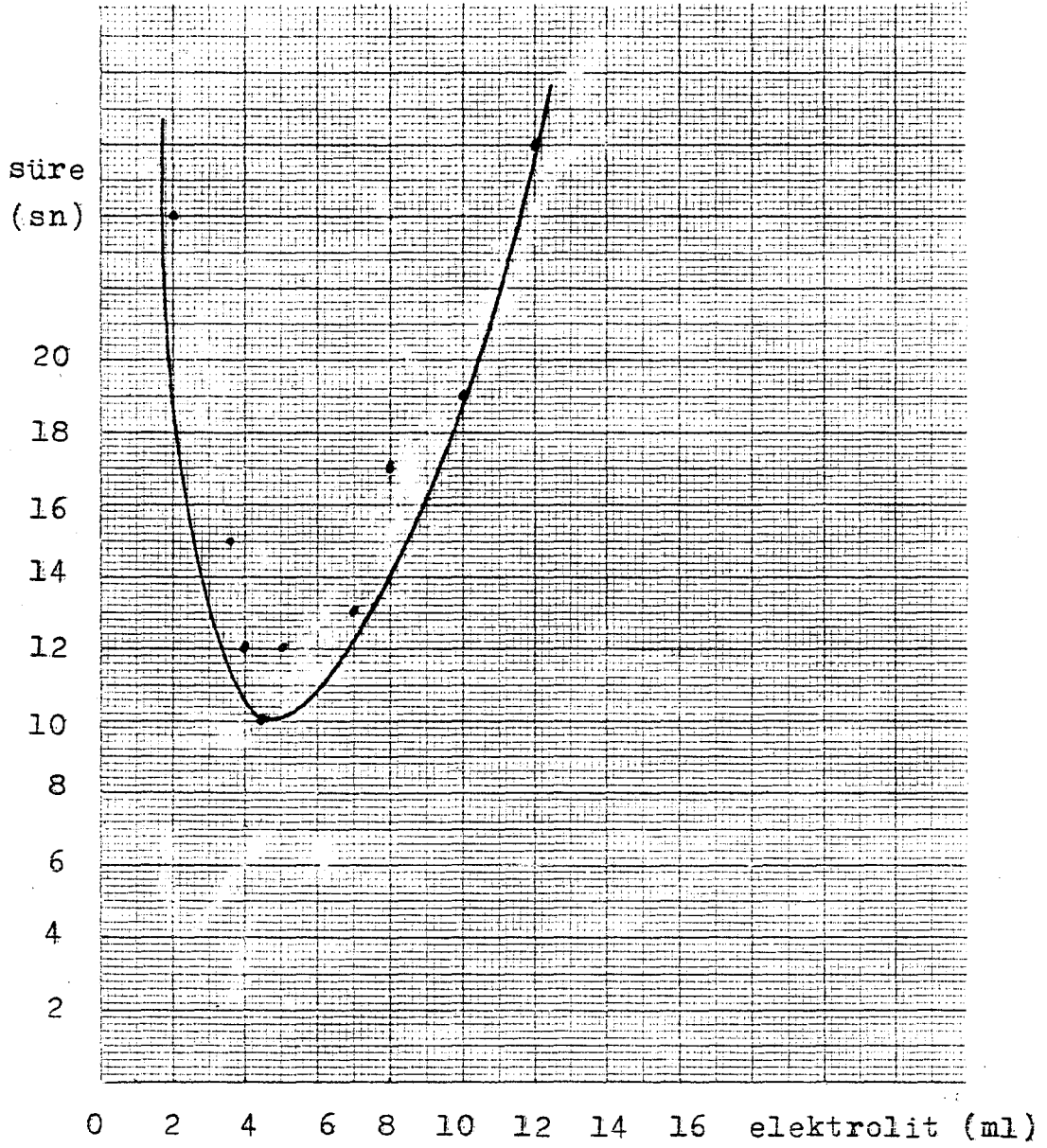
(54) TÜBİTAK M.B.E.A.E.M.A.Ü., a.g.e., s. 41-43.

viskozimetre açılır ve aynı anda kronometreye basılır. 100 ml aktıktan sonra kronometre durdurulur ve süre not edilir. İlave edilen her elektrolit miktarı ve akma süresi bir koordinat sistemine geçirilerek eğri çizilir.(55)

Mevcut hammaddelere uygulanan elektrolit kontrolleri aşağıda görülmektedir.

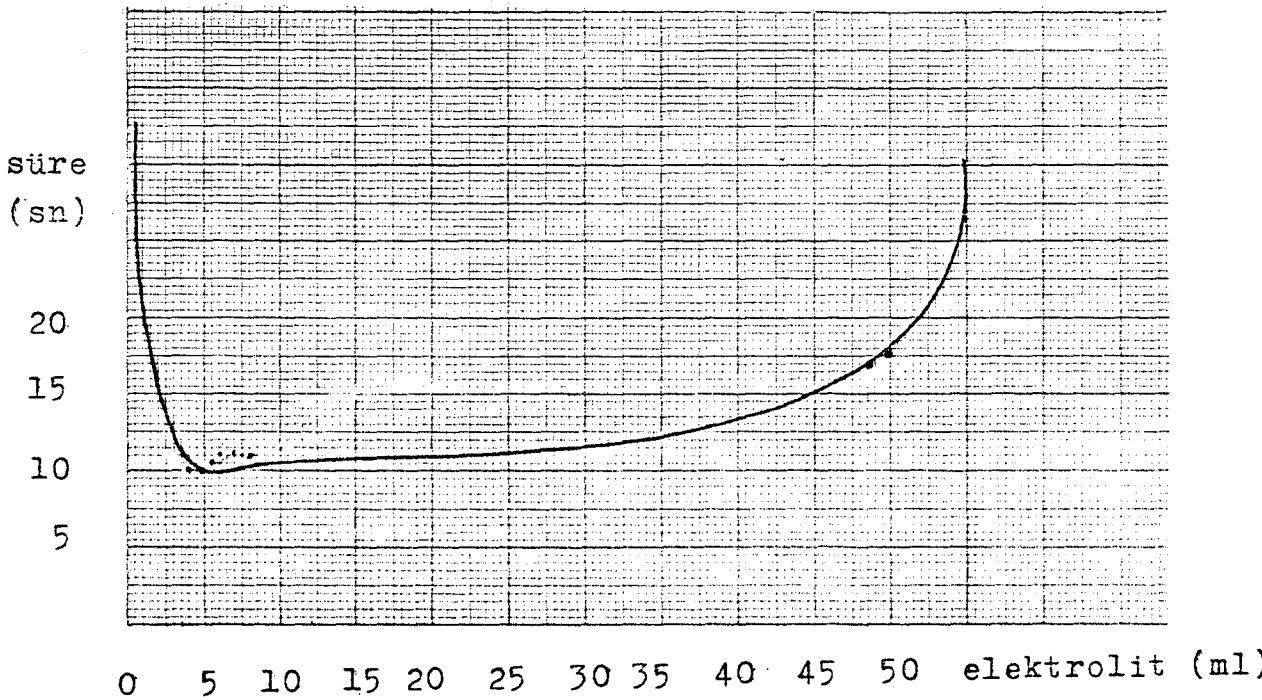
1. İnhisar Döküm Kili

500 gr. hammadde	+ 250 ml su	= Akış yok.
"	+ 450 ml su + 2 ml camsuyu	= " "
"	+ 475 ml su + 2 ml "	= " "
"	+ 500 " " + " " "	= " "
"	+ 500 " " + 2,6 " "	= " "
"	+ " " " + 3,0 " "	= " "
"	+ " " " + 3,8 " "	= 15 saniye
"	+ " " " + 4,0 " "	= 12 "
"	+ " " " + 4,2 " "	= 10 "
"	+ " " " + 4,3 " "	= 10 "
"	+ " " " + 5,0 " "	= 12 "
"	+ " " " + 6,0 " "	= 12 "
"	+ " " " + 7,0 " "	= 13 "
"	+ " " " + 8,0 " "	= 15 "
"	+ " " " +10,0 " "	= 17 "
"	+ " " " +12,0 " "	= Akış yok.



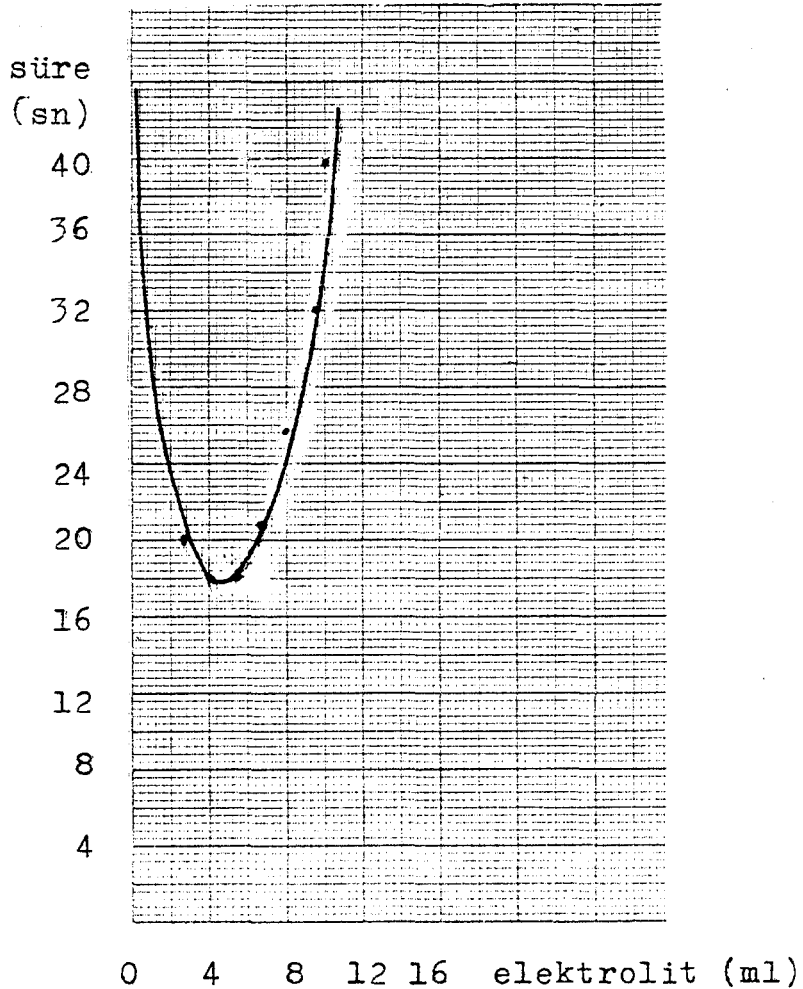
2. T. 153 Döküm Kili

500 gr. hammadde	+ 250 ml su	= Akış yok
"	" + 350 ml su + 3 ml camsuyu	= " "
"	" + 350 ml su + 3,6 ml camsuyu	= 12 saniye
"	" + " " + 3,8 ml "	= 10 "
"	" + " " + 4,8 " "	= 10 "
"	" + " " + 5,8 " "	= 11 "
"	" + " " + 6,8 " "	= 12 "
"	" + " " + 7,2 " "	= 12 "
"	" + " " + 8,2 " "	= 12 "
"	" + " " + 10,2 " "	= 13 "
"	" + " " + 12,0 " "	= 14 "
"	" + " " + 13,0 " "	= 15 "
"	" + " " + 16,0 " "	= 15 "
"	" + " " + 48,0 " "	= 17 "
"	" + " " + 50,0 " "	= Akış yok



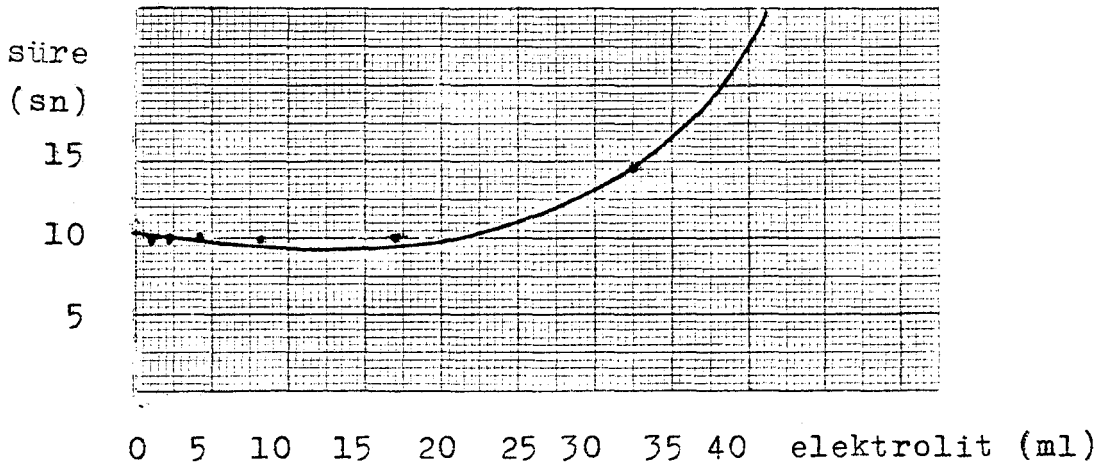
3. Mihallıçık Kili

500 gr. hammadde	+	250 ml su	+	2 ml camsuyu	=	Akış yok.
"	"	+ 270 ml su	+ 2,6 ml camsuyu	=	" "	
"	"	+ 300 ml su	+ 3,0 ml "	=	20 saniye	
"	"	+ "	" + 4,0 "	=	18 "	
"	"	+ "	" + 5,0 "	=	18 "	
"	"	+ "	" + 6,0 "	=	20 "	
"	"	+ "	" + 8,0 "	=	25 "	
"	"	+ "	" + 10,0 "	=	39 "	
"	"	+ "	" + 15,0 "	=	Akış yok.	



4. Sındırğı Kaolini

500 gr. hammadde + 250 ml su	= Akış yok.
" " + 280 ml su + 0,2 ml camsuyu=	" "
" " + " " + 0,6 " "	= 11 saniye
" " + " " + 0,8 " "	= 10 "
" " + " " + 1,0 " "	= " "
" " + " " + 2,0 " "	= " "
" " + " " + 4,0 " "	= " "
" " + " " + 8,0 " "	= " "
" " + " " + 16,0 " "	= " "
" " + " " + 32,0 " "	= 14 saniye
" " + " " + 40,0 " "	= Akış yok.

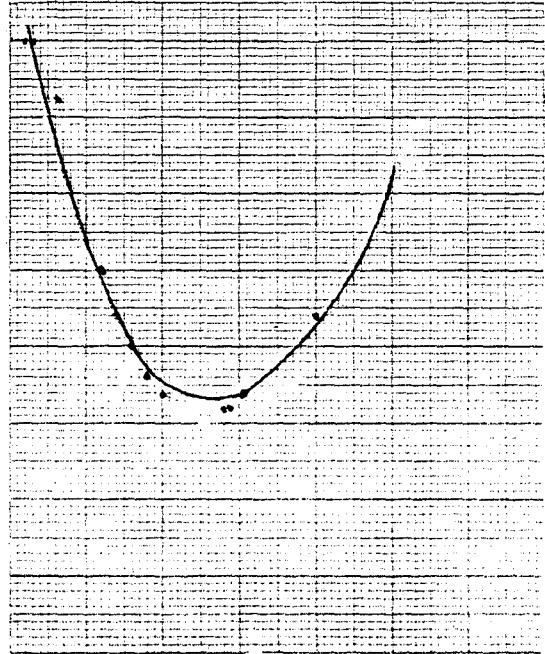


5. Bilecik Kaolini

500 gr. hammadde	+	200 ml su			= Akış yok.
"	"	+	200 ml su	+ 1 ml camsuyu	= 40 saniye
"	"	+	"	" + 1,4 ml camsuyu	= 40 "
"	"	+	"	" + 2,4 "	= 32 "
"	"	+	"	" + 3,4 "	= 32 "
"	"	+	"	" + 4,0 "	= 30 "
"	"	+	"	" + 5,0 "	= 27 "
"	"	+	"	" + 6,0 "	= 25 "
"	"	+	"	" + 7,0 "	= 22 "
"	"	+	"	" + 8,0 "	= 20 "
"	"	+	"	" + 9,0 "	= 18 "
"	"	+	"	" +10,0 "	= 17 "
"	"	+	"	" +14,0 "	= 16 "
"	"	+	"	" +14,2 "	= 16 "
"	"	+	"	" +20,0 "	= 22 "
"	"	+	"	" +24,0 "	= Akış yok.

süre
(sn)

40
35
30
25
20
15
10
5



0 5 10 15 20 25 elektrolit(ml)

6. Mihallıçık Kaolini

500 gr. hammadde	+	250 ml su	+	1 ml camsuyu	= Akış yok.
"	"	+	"	" + 1,6 ml camsuyu	= 25 saniye
"	"	+	"	" + 2,6 "	" = 22 "
"	"	+	"	" + 3,0 "	" = 18 "
"	"	+	"	" + 4,0 "	" = 17 "
"	"	+	"	" + 5,0 "	" = 16 "
"	"	+	"	" + 6,0 "	" = 19 "
"	"	+	"	" + 8,0 "	" = 22 "
"	"	+	"	" +10,0 "	" = Akış yok.

süre
(sn)

26

24

22

20

18

16

14

12

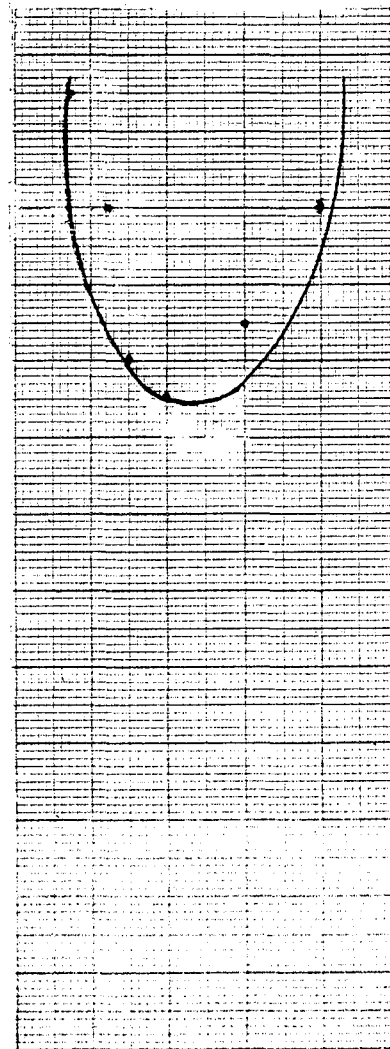
10

8

6

4

2

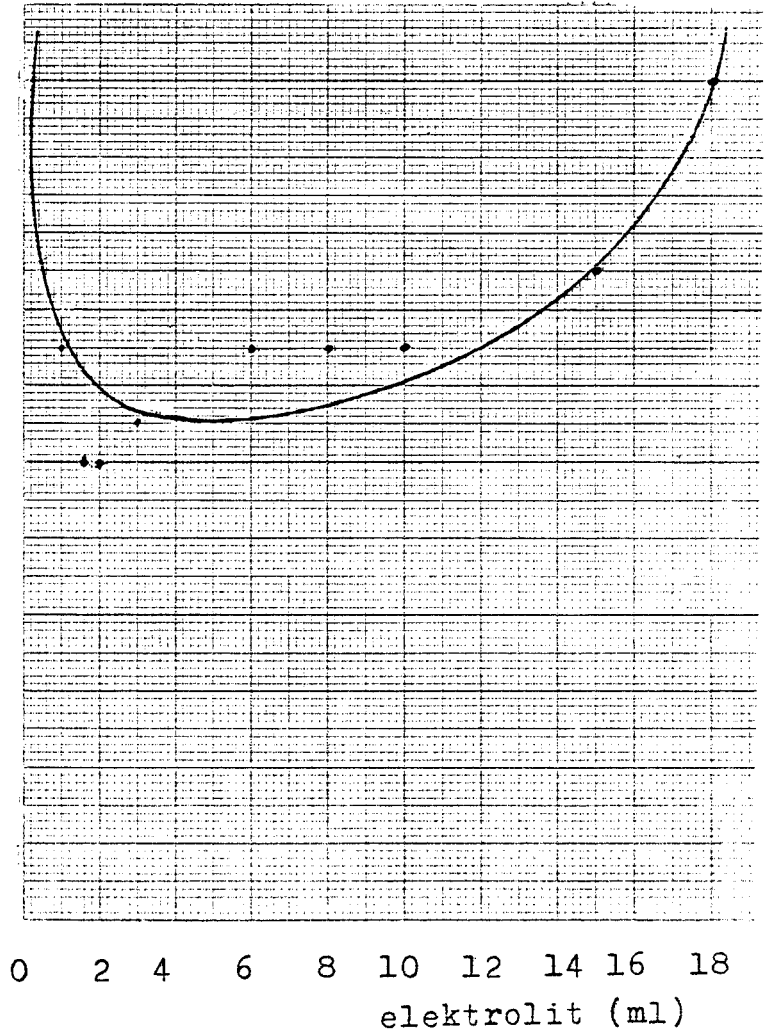


0 2 4 6 8 elektrolit (ml)

7. Çanakkale Kaolini

500 gr. hammadde	+	300 ml su	+	1 ml camsuyu	=	15 saniye
"	"	+	"	" +1,6 ml camsuyu	=	12 "
"	"	+	"	" +2,0 "	"	= 12 "
"	"	+	"	" +3,0 "	"	= 13 "
"	"	+	"	" +6,0 "	"	= 15 "
"	"	+	"	" +8,0 "	"	= 15 "
"	"	+	"	" +10,0 "	"	= 15 "
"	"	+	"	" +15,0 "	"	= 17 "
"	"	+	"	" +18,0 "	"	= 22 "
"	"	+	"	" +23,0 "	"	= Akış yok.

süre
(sn)



8. Bolu Kaolini

500 gr. hammadde	+	200 ml su	+	1 ml camsuyu	=	Akış yok.
"	"	+ 300 ml su	+	2 ml camsuyu	=	" "
"	"	+ 350 ml su	+	" "	=	" "
"	"	+ 400 "	+	3 ml camsuyu	=	" "
"	"	+ " "	+	4 ml camsuyu	=	" "
"	"	+ 450 ml su	+	" "	=	" "
"	"	+ 500 ml su	+	" "	=	" "
"	"	+ 550 ml su	+	" "	=	" "
"	"	+ 600 ml su	+	" "	=	" "

Bolu kaolini yapılan deney sonucu hiçbir şekilde akışkan duruma getirilememiştir.

9. Alliören Kaolini

500 gr. hammadde	+	200 ml su	+	1 ml camsuyu	=	Akış yok.
"	"	+ 300 ml su	+	" "	=	" "
"	"	+ 400 ml su	+	" "	=	" "
"	"	+ 500 ml su	+	" "	=	" "
"	"	+ 600 ml su	+	" "	=	" "
"	"	+ 800 ml su	+	" "	=	" "
"	"	+ 1000 ml su	+	2 ml camsuyu	=	" "
"	"	+ " "	+	3 ml camsuyu	=	" "
"	"	+ 1100 ml su	+	4 ml camsuyu	=	12 saniye
"	"	+ " "	+	7 " "	=	" "
"	"	+ " "	+	12 " "	=	Akış yok.

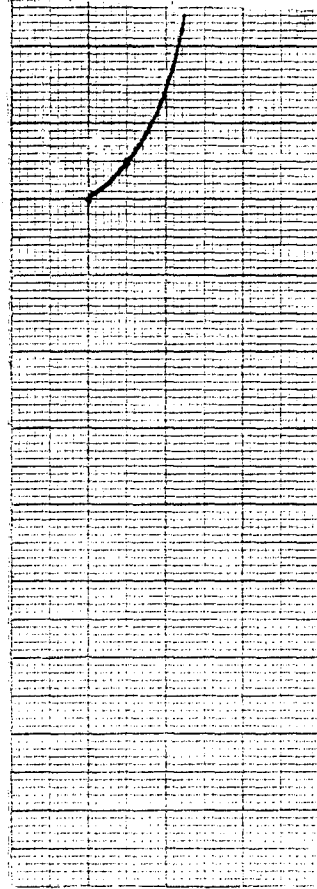
Alliören kaolini yapılan deney sonucu, elektrolite karşı zorlukla reaksiyon göstermiştir. Bu reaksiyon da su oranının 1100 ml'ye çıktığı değerlerde gözlenmektedir. Elektrolit oranının artmasıyla da bu özellik ortadan kalkmaktadır.

10. Yıkanmış Uşak Kaolini

500 gr. hammadde	+	200 ml su	+	1 ml camsuyu	=	Akış yok.
"	"	+ 400 ml su	+	" "	=	" "
"	"	+	" "	+ 2 ml camsuyu	=	18 saniye
"	"	+	" "	+ 3 ml camsuyu	=	19 "
"	"	+	" "	+ 4 ml "	=	Akış yok.

süre
(sn)
20

10



0 2 4 6 elektrolit (ml)

II- Özgül Ağırlık Tayini:

Mevcut hammaddelerin özgül ağırlık tayininde, önce belli bir miktar alınır ve tartılır. Daha sonra içinde su bulunan dereceli silindirin içine boşaltılır. Bir gün sonra yükselen suyun seviyesi okunur. Aradaki fark numunenin hacmini verir. (Suyun buharlaşmaması için dereceli silindirin ağzı kapatılır). Özgül ağırlık formülünden o hammaddenin özgül ağırlığı hesaplanmış olur.

$$d = \text{Özgül Ağırlık} = \frac{m}{V} = \text{gr/cm}^3$$

d: Özgül Ağırlık gr/cm^3

m: Hammaddenin Ağırlığı gr.

V: Hammaddenin Hacmi cm^3

1. İnhisar Döküm Kili

$$d = \frac{42,000\text{gr.}}{35,0 \text{ cm}^3} = 1,20 \text{ gr/cm}^3$$

2. T. 153 Döküm Kili

$$d = \frac{29,200 \text{ gr.}}{12,0 \text{ cm}^3} = 2,43 \text{ gr/cm}^3$$

3. Mihallıçık Kili

$$d = \frac{22,340 \text{ gr.}}{12,0 \text{ cm}^3} = 1,86 \text{ gr/cm}^3$$

4. Sındırğı Kaolini

$$d = \frac{22,150 \text{ gr.}}{8,0 \text{ cm}^3} = 2,76 \text{ gr/cm}^3$$

5. Bilecik Kaolini

$$d = \frac{50,000 \text{ gr.}}{20,0 \text{ cm}^3} = 2,50 \text{ gr/cm}^3$$

6. Mihallıçık Kaolini

$$d = \frac{24,620 \text{ gr.}}{12,0 \text{ cm}^3} = 2,05 \text{ gr/cm}^3$$

7. Çanakkale Kaolini

$$d = \frac{2,700 \text{ gr.}}{1,5 \text{ cm}^3} = 1,80 \text{ gr/cm}^3$$

8. Bolu Kaolini

$$d = \frac{16,800 \text{ gr.}}{10,0 \text{ cm}^3} = 1,68 \text{ gr/cm}^3$$

9. Allıören Kaolini

$$d = \frac{12,570 \text{ gr.}}{7,0 \text{ cm}^3} = 1,79 \text{ gr/cm}^3$$

10. Yıkanmış Uşak Kaolini

$$d = \frac{10,450 \text{ gr.}}{5,0 \text{ cm}^3} = 2,09 \text{ gr/cm}^3$$

III- Yoğurulma Suyu Deneyi:

Killeri plastik kıvamda şekil alabilme yeteneğine getirinceye dek verilen suya yoğurulma suyu, bunun % olarak hesaplanmasınada yoğurulma suyu yüzdesi adı verilir.

Ön kırılma ve ufalanma işlemi yapılmış kuru kilden bir miktar alınarak su ile pervaneli açıcıda açılır. İyice açılan çamur 0,180 mm elekten süzülür. Bu süzüntü alçı plakanın üzerinde bekletilerek plastik bir çamur oluşturulur. Bu plastik çamurun yoğurulma kıvamında olduğu, alçı üzerinden kolaylıkla kaldırılmasından ve ele yapışmamasından anlaşılır.

Bu plastik çamurdan mercimek formuna benzeyen iri bir parça şekillendirilir, tartılır ve değişmez ağırlığa gelinceye dek kurutulur. Değişmez ağırlığı da saptanan malzemenin yoğurulma suyu şu şekilde hesaplanır:

$$\% \text{ Yoğurulma Suyu} = \frac{(\text{Plastik ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}) \cdot 100}{\text{Kuru ağırlık}} \quad (56)$$

1. İnhisar Döküm Kili

$$\% \text{ Y.S.} = \frac{(43,250\text{gr} - 32,800\text{gr}) \cdot 100}{32,800 \text{ gr}} = \% 31,85$$

2. T. 153 Döküm Kili

$$\% \text{ Y.S.} = \frac{(47,050\text{gr} - 34,220\text{gr}) \cdot 100}{34,220\text{gr}} = \% 37,49$$

3. Mihallıçık Kili

$$\% \text{ Y.S.} = \frac{(70,170\text{gr} - 53,700\text{gr}) \cdot 100}{53,700\text{gr}} = \% 30,67$$

4. Sındırgı Kaolini

$$\% \text{ Y.S.} = \frac{(68,850\text{gr} - 54,650) \cdot 100}{54,650\text{gr}} = \% 25,98$$

5. Bilecik Kaolini

$$\% \text{ Y.S.} = \frac{(80,500\text{gr} - 62,520) \cdot 100}{62,520\text{gr}} = \% 28,75$$

6. Mihallıçık Kaolini

$$\% \text{ Y.S.} = \frac{(66,250\text{gr} - 51,740) \cdot 100}{51,740\text{gr}} = \% 28,04$$

7. Çanakkale Kaolini

$$\% \text{ Y.S.} = \frac{(21,950\text{gr} - 16,600\text{gr}) \cdot 100}{16,600\text{gr}} = \% 32,00$$

8. Bolu Kaolini

$$\% \text{ Y.S.} = \frac{(47,950\text{gr} - 34,850\text{gr}) \cdot 100}{34,850\text{gr}} = \% 37,58$$

9. Allıören Kaolini

$$\% \text{ Y.S.} = \frac{(29,120\text{gr} - 17,820\text{gr}) \cdot 100}{17,820\text{gr}} = \% 63,41$$

10. Yıkanmış Uşak Kaolini

$$\% \text{ Y.S.} = \frac{(80,150\text{gr} - 61,320\text{gr}) \cdot 100}{61,320\text{gr}} = \% 30,70$$

IV- Kuru, Pişme ve Toplu Küçülme Deneyleri:

Plastik şekillendirme kıvamına gelen çamurdan alçı kalıpları içine, genellikle 10x50x100 mm boyutlarında plakalar basılır. Bu plakalar üzerinde, henüz yaşken, köşegenlemesine kumpas ile birim uzunluklar belirlenir. (Örneğin 100 mm lik uzunluklar). Plakalar önce iki alçı arasında, sonrada kurutma dolabında, deformasyona uğramaması için özenle, değişmez uzunluğa dek kurutulur. Kuruyan plakalarda kumpas ile yeniden ölçümlerden kuru uzunluk değerleri elde edilir. Kuru küçülmenin yüzdesi şu formül ile hesaplanır.

$$\% \text{ Kuru Küçülme} = \frac{(\text{Plastik uzunluk} - \text{Kuru uzunluk}) \cdot 100}{\text{Plastik uzunluk}}$$

Araştırılması yapılan kilin hangi sıcaklıktaki küçülmesi saptanmak istiyorsa, kuru küçülmeleri ölçülen plakalar, bu kez istenen bu sıcaklıkta pişirilir. Killerin kuru küçülmeden, pişme sonuna dek gösterdiği küçülmeye pişme küçülmesi denir ve şu formül ile gösterilir:

$$\% \text{ Pişme Küçülmesi} = \frac{(\text{Kuru uzunluk} - \text{Pişmiş uzunluk}) \cdot 100}{\text{Kuru uzunluk}}$$

Killerde kuru ve pişme küçülmesinin birlikte toplam olarak hesaplanması ile toplu küçülme saptanmış olur. Formül olarak ifade edilirse:

$$\% \text{ Toplu Küçülme} = \frac{(\text{Plastik uzunluk} - \text{Pişmiş uzunluk}) \cdot 100}{\text{Plastik uzunluk}}$$

(57)

1. İnhisar Döküm Kili

$$\% \text{ K.K.} = \frac{(100\text{mm} - 94,40\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 5,60$$

(57) Ateş ARCASOY, a.g.e., s.35

$$\% \text{ P.K. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(94,40\text{mm} - 93,30\text{mm}) \cdot 100}{94,40\text{mm}} = \% 1,16$$

$$\% \text{ P.K. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(94,40\text{mm} - 93,80\text{mm}) \cdot 100}{94,40\text{mm}} = \% 0,63$$

$$\% \text{ P.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(94,40\text{mm} - 92,20\text{mm}) \cdot 100}{94,40\text{mm}} = \% 2,33$$

$$\% \text{ P.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(94,40\text{mm} - 87,80\text{mm}) \cdot 100}{94,40\text{mm}} = \% 6,99$$

$$\% \text{ T.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 87,80\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 12,20$$

2. T. 153 Döküm Kili

$$\% \text{ K.K. } = \frac{(100\text{mm} - 93,45\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 6,55$$

$$\% \text{ P.K. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(93,45\text{mm} - 93,00\text{mm}) \cdot 100}{93,45\text{mm}} = \% 0,48$$

$$\% \text{ P.K. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(93,45\text{mm} - 92,90\text{mm}) \cdot 100}{93,45\text{mm}} = \% 0,58$$

$$\% \text{ P.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(93,45\text{mm} - 88,10\text{mm}) \cdot 100}{93,45\text{mm}} = \% 5,72$$

$$\% \text{ P.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(93,45\text{mm} - 85,50\text{mm}) \cdot 100}{93,45\text{mm}} = \% 8,50$$

$$\% \text{ T.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 85,50\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 14,50$$

3. Mihallıçık Kili

$$\% \text{ K.K. } = \frac{(100\text{mm} - 90,77\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 9,22$$

$$\% \text{ P.K. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(90,77\text{mm} - 77,40\text{mm}) \cdot 100}{90,77\text{mm}} = \% 14,72$$

$$\% \text{ P.K. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(90,77\text{mm} - 77,60\text{mm}) \cdot 100}{90,77\text{mm}} = \% 14,50$$

$$\% \text{ P.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(90,77\text{mm} - 84,40\text{mm}) \cdot 100}{90,77\text{mm}} = \% 7,01$$

$\% \text{ P.K. } 1200^{\circ}\text{C} =$ K p rme ve erime olduğundan  l t m yapılamadı.

$$\% \text{ T.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 84,40\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 15,60$$

4. Sındırğı Kaolini

$$\% \text{ K.K. } = \frac{(100\text{mm} - 97,48\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 2,52$$

$$\% \text{ P.K. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(97,48\text{mm} - 96,45\text{mm}) \cdot 100}{97,48\text{mm}} = \% 1,06$$

$$\% \text{ P.K. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(97,48\text{mm} - 96,00\text{mm}) \cdot 100}{97,48\text{mm}} = \% 1,51$$

$$\% \text{ P.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(97,48\text{mm} - 95,90\text{mm}) \cdot 100}{97,48\text{mm}} = \% 1,62$$

$$\% \text{ P.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(97,48\text{mm} - 95,55\text{mm}) \cdot 100}{97,48\text{mm}} = \% 1,97$$

$$\% \text{ T.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 95,55\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 4,45$$

5. Bilecik Kaolini

$$\% \text{ K.K. } = \frac{(100\text{mm} - 98,70\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 1,30$$

$$\% \text{ P.K. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(98,70\text{mm} - 98,20\text{mm}) \cdot 100}{98,70\text{mm}} = \% 0,50$$

$$\% \text{ P.K. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(98,70\text{mm} - 97,40\text{mm}) \cdot 100}{98,70\text{mm}} = \% 1,31$$

$$\% \text{ P.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(98,70\text{mm} - 97,40\text{mm}) \cdot 100}{98,70\text{mm}} = \% 1,31$$

$$\% \text{ P.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(98,70\text{mm} - 97,35\text{mm}) \cdot 100}{98,70\text{mm}} = \% 1,36$$

$$\% \text{ T.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 97,35\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 2,65$$

6. Mihallıçık Kaolini

$$\% \text{ K.K. } = \frac{(100\text{mm} - 96,35\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 3,65$$

$$\% \text{ P.K. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(96,35\text{mm} - 96,70\text{mm}) \cdot 100}{96,35\text{mm}} = \% -0,36$$

$$\% \text{ P.K. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(96,35\text{mm} - 96,00\text{mm}) \cdot 100}{96,35\text{mm}} = \% 0,36$$

$$\% \text{ P.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(96,35\text{mm} - 96,00\text{mm}) \cdot 100}{96,35\text{mm}} = \% 0,36$$

$$\% \text{ P.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(96,35\text{mm} - 95,25\text{mm}) \cdot 100}{96,35\text{mm}} = \% 1,14$$

$$\% \text{ T.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 95,25\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 4,75$$

7. Çanakkale Kaolini

$$\% \text{ K.K. } = \frac{(100\text{mm} - 95,83\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 4,17$$

$$\% \text{ P.K. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(95,83\text{mm} - 94,80\text{mm}) \cdot 100}{95,83\text{mm}} = \% 1,07$$

$$\% \text{ P.K. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(95,83\text{mm} - 94,50\text{mm}) \cdot 100}{95,83\text{mm}} = \% 1,38$$

$$\% \text{ P.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(95,83\text{mm} - 94,30\text{mm}) \cdot 100}{95,83\text{mm}} = \% 1,59$$

$$\% \text{ P.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(95,83\text{mm} - 91,80\text{mm}) \cdot 100}{95,83\text{mm}} = \% 4,20$$

$$\% \text{ T.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 91,80\text{mm}) \cdot 100}{95,83\text{mm}} = \% 8,20$$

8. Bolu Kaolini

$$\% \text{ K.K. } = \frac{(100\text{mm} - 92,81\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 7,18$$

$$\% \text{ P.K. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(92,81\text{mm} - 91,40\text{mm}) \cdot 100}{92,81\text{mm}} = \% 1,51$$

$$\% \text{ P.K. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(92,81\text{mm} - 90,10\text{mm}) \cdot 100}{92,81\text{mm}} = \% 2,91$$

$$\% \text{ P.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(92,81\text{mm} - 88,25\text{mm}) \cdot 100}{92,81\text{mm}} = \% 4,91$$

$$\% \text{ P.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(92,81\text{mm} - 84,80\text{mm}) \cdot 100}{92,81\text{mm}} = \% 8,63$$

$$\% \text{ T.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 84,80\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 15,20$$

9. Alliören Kaolini

$$\% \text{ K.K.} = \frac{(100\text{mm} - 87,00\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 13,00$$

$$\% \text{ P.K. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(87,00\text{mm} - 85,80\text{mm}) \cdot 100}{87,00\text{mm}} = \% 1,37$$

$$\% \text{ P.K. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(87,00\text{mm} - 84,45\text{mm}) \cdot 100}{87,00\text{mm}} = \% 2,93$$

$$\% \text{ P.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(87,00\text{mm} - 84,45\text{mm}) \cdot 100}{87,00\text{mm}} = \% 2,93$$

$$\% \text{ P.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(87,00\text{mm} - 84,60\text{mm}) \cdot 100}{87,00\text{mm}} = \% 2,75$$

$$\% \text{ T.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 84,60\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 15,40$$

10. Yıkanmış Uşak Kaolini

$$\% \text{ K.K. } = \frac{(100\text{mm} - 93,87\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 6,13$$

$$\% \text{ P.K. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(93,87\text{mm} - 93,80\text{mm}) \cdot 100}{93,80\text{mm}} = \% 0,07$$

$$\% \text{ P.K. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(93,87\text{mm} - 93,60\text{mm}) \cdot 100}{93,60\text{mm}} = \% 0,28$$

$$\% \text{ P.K. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(93,87\text{mm} - 87,65\text{mm}) \cdot 100}{87,65\text{mm}} = \% 7,15$$

$$\% \text{ P.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(93,87\text{mm} - 85,85\text{mm}) \cdot 100}{85,85\text{mm}} = \% 9,34$$

$$\% \text{ T.K. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 85,85\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 14,15$$

V- Su Emme Deneyi:

Su emme, pişen kilin açık porlarına (= gözeneklerine) alabildiği su olarak tanımlanabilir. Su emmeyi etkileyen faktörler, kilin özlülüğü ve pişme sıcaklığıdır. Özlülük ve pişme sıcaklığı arttıkça kilin su emme yeteneği azalır.

Su emme değerinin saptanması istenen kilden şekillendirilen parçalar, normal pişme koşullarında belirli bir sıcaklıkta pişirilirler. Ortamdan rutubet, almayacak şekilde soğutulan parçaların değişmez ağırlıkta tartımları yapılır. Bu parçalar sonra su içine konarak dört saat kaynatılır veya kaynatılmadan 12 saat su içinde bekletilir.

Suyun içinden çıkarılan parçalar, üzerlerindeki parlaklık tam olarak giderilmeden kurulanır ve hemen yaş tartımları yapılır. Yaş tartım ile kuru tartım arasındaki fark, parçanın emdiği su miktarını verir. Su emme yüzde olarak belirlenmek istendiğinde şu bağıntıdan yararlanılır.

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(\text{Yaş pişmiş ağırlık} - \text{Kuru pişmiş ağırlık}) \cdot 100}{\text{Kuru pişmiş ağırlık}}$$

Kuru pişmiş ağırlık

Bir kilin su emme değeri söylenirken hangi sıcaklıkta piştiğinin de belirtilmesi gerekir. (58)

(58) Ateş ARCASOY, a.g.e., s.36.

1. İnhisar Döküm Kili

$$\% \text{ S.E. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(57,500\text{gr} - 48,000\text{gr}) \cdot 100}{48,000\text{gr}} = \% 19,79$$

$$\% \text{ S.E. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(56,800\text{gr} - 48,700\text{gr}) \cdot 100}{48,700\text{gr}} = \% 16,63$$

$$\% \text{ S.E. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(55,000\text{gr} - 47,900\text{gr}) \cdot 100}{47,900\text{gr}} = \% 14,82$$

$$\% \text{ S.E. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(53,100\text{gr} - 51,000\text{gr}) \cdot 100}{51,000\text{gr}} = \% 4,11$$

2. T. 153 Döküm Kili

$$\% \text{ S.E. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(56,100\text{gr} - 43,600\text{gr}) \cdot 100}{43,600\text{gr}} = \% 28,66$$

$$\% \text{ S.E. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(56,400\text{gr} - 44,120\text{gr}) \cdot 100}{44,120\text{gr}} = \% 27,83$$

$$\% \text{ S.E. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(49,150\text{gr} - 43,950\text{gr}) \cdot 100}{43,950\text{gr}} = \% 11,83$$

$$\% \text{ S.E. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(43,200\text{gr} - 42,600\text{gr}) \cdot 100}{42,600\text{gr}} = \% 1,40$$

3. Mihallıçık Kili

$$\% \text{ S.E. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(28,850\text{gr} - 28,540\text{gr}) \cdot 100}{28,540\text{gr}} = \% 1,08$$

$$\% \text{ S.E. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(27,900\text{gr} - 27,570\text{gr}) \cdot 100}{27,570\text{gr}} = \% 1,19$$

$$\% \text{ S.E. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(29,070\text{gr} - 29,070\text{gr}) \cdot 100}{29,070\text{gr}} = \% 0,00$$

$$\% \text{ S.E. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(25,870\text{gr} - 25,870\text{gr}) \cdot 100}{25,870\text{gr}} = \% 0,00$$

4. Sındırgı Kaolini

$$\% \text{ S.E. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(59,900\text{gr} - 47,170\text{gr}) \cdot 100}{47,170\text{gr}} = \% 26,98$$

$$\% \text{ S.E. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(57,200\text{gr} - 46,350\text{gr}) \cdot 100}{46,350\text{gr}} = \% 23,40$$

$$\% \text{ S.E. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(50,200\text{gr} - 40,670\text{gr}) \cdot 100}{40,200\text{gr}} = \% 23,43$$

$$\% \text{ S.E. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(61,250\text{gr} - 50,190\text{gr}) \cdot 100}{50,190\text{gr}} = \% 22,03$$

5. Bilecik Kaloini

$$\% \text{ S.E. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(60,000\text{gr} - 48,540\text{gr}) \cdot 100}{48,540\text{gr}} = \% 23,60$$

$$\% \text{ S.E. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(61,200\text{gr} - 49,340\text{gr}) \cdot 100}{49,340\text{gr}} = \% 24,03$$

$$\% \text{ S.E. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(62,240\text{gr} - 50,350\text{gr}) \cdot 100}{50,350\text{gr}} = \% 23,61$$

$$\% \text{ S.E. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(65,650\text{gr} - 53,120\text{gr}) \cdot 100}{53,120\text{gr}} = \% 23,58$$

6. Mihallıçık Kaolini

$$\% \text{ S.E. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(61,370\text{gr} - 50,150\text{gr}) \cdot 100}{50,150\text{gr}} = \% 22,37$$

$$\% \text{ S.E. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(58,420\text{gr} - 47,590\text{gr}) \cdot 100}{47,590\text{gr}} = \% 22,75$$

$$\% \text{ S.E. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(50,570\text{gr} - 41,250\text{gr}) \cdot 100}{41,250\text{gr}} = \% 22,59$$

$$\% \text{ S.E. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(57,400\text{gr} - 47,590\text{gr}) \cdot 100}{47,590\text{gr}} = \% 20,61$$

7. Çanakkale Kaolini

$$\% \text{ S.E. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(59,400\text{gr} - 46,300\text{gr}) \cdot 100}{46,300\text{gr}} = \% 28,29$$

$$\% \text{ S.E. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(57,700\text{gr} - 45,250\text{gr}) \cdot 100}{45,700\text{gr}} = \% 27,51$$

$$\% \text{ S.E. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(57,550\text{gr} - 45,300\text{gr}) \cdot 100}{45,300\text{gr}} = \% 27,04$$

$$\% \text{ S.E. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(57,650\text{gr} - 46,470\text{gr}) \cdot 100}{46,470\text{gr}} = \% 24,05$$

8. Bolu Kaolini

$$\% \text{ S.E. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(41,700\text{gr} - 33,640\text{gr}) \cdot 100}{33,640\text{gr}} = \% 23,95$$

$$\% \text{ S.E. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(44,700\text{gr} - 36,900\text{gr}) \cdot 100}{36,900\text{gr}} = \% 21,13$$

$$\% \text{ S.E. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(45,200\text{gr} - 39,200\text{gr}) \cdot 100}{39,200\text{gr}} = \% 15,30$$

$$\% \text{ S.E. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(46,000\text{gr} - 42,640\text{gr}) \cdot 100}{42,640\text{gr}} = \% 7,87$$

9. Alliören Kaolini

$$\% \text{ S.E. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(37,250\text{gr} - 27,400\text{gr}) \cdot 100}{27,400\text{gr}} = \% 35,94$$

$$\% \text{ S.E. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(37,100\text{gr} - 28,320\text{gr}) \cdot 100}{28,320\text{gr}} = \% 31,00$$

$$\% \text{ S.E. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(35,550\text{gr} - 27,550\text{gr}) \cdot 100}{27,550\text{gr}} = \% 29,03$$

$$\% \text{ S.E. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(34,650\text{gr} - 27,900\text{gr}) \cdot 100}{27,900\text{gr}} = \% 24,19$$

10. Yıkanmış Uşak Kaolini

$$\% \text{ S.E. } 900^{\circ}\text{C} = \frac{(60,300\text{gr} - 50,900\text{gr}) \cdot 100}{50,900\text{gr}} = \% 18,46$$

$$\% \text{ S.E. } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(59,250\text{gr} - 50,450\text{gr}) \cdot 100}{50,450\text{gr}} = \% 17,44$$

$$\% \text{ S.E. } 1100^{\circ}\text{C} = \frac{(54,500\text{gr} - 52,940\text{gr}) \cdot 100}{52,940\text{gr}} = \% 2,94$$

$$\% \text{ S.E. } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(53,400\text{gr} - 53,300\text{gr}) \cdot 100}{53,300\text{gr}} = \% 0,18$$

VI- Elek Analizi:

Ön kırılma ve ufalama işlemi yapılan kuru kilden 100 gr tartılarak alınır. Yaklaşık 450 ml su ile pervaneli açıcıda açılan kil, titreşimli elek aygıtından bol su ile süzülür. Elek analizi için kullanılan elekler, üst üste sıralanırlar ve yukarıdan aşağıya doğru, 0,180 - 0,090 - 0,050 - 0,032 mm lik eleklerden seçilir.(59)

Elek analizi deneyinde kullanılan elekler, DIN - 100 - 120 - 140 - 170 - 200 - 230 luktur.

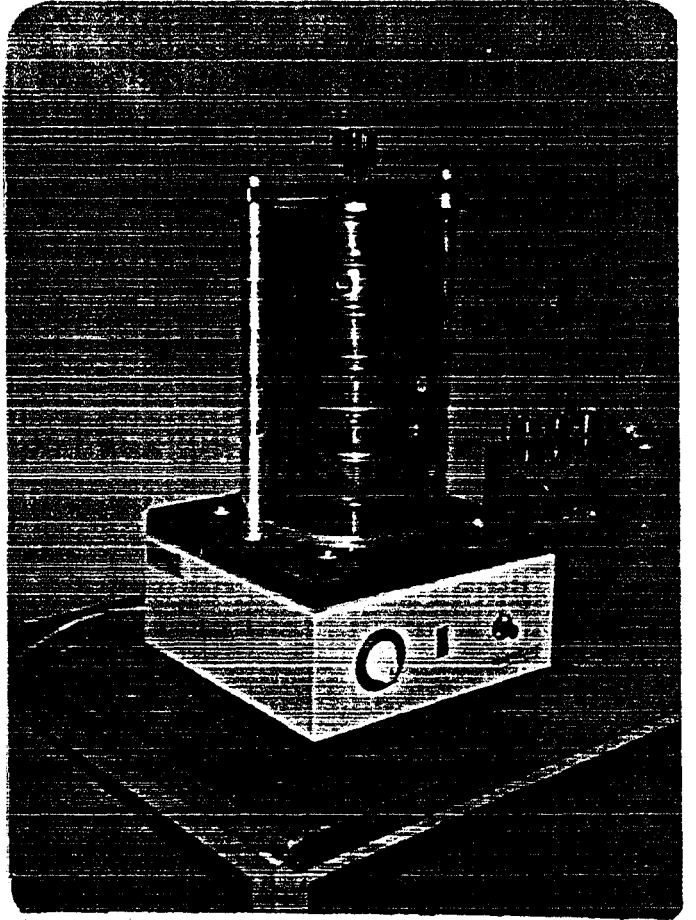
Süzme işleminin sürdürülmesi sırasında titreşimli elek aygıtına, üstten sürekli su vererek belli bir titreşim altında, aygıtın en alt elekten berrak su akıncaya dek çalışması sağlanır. Her bir elek üzerinde biriken kalıntılar, aygıt durdurulduktan sonra, önceden tartımı yapılmış olan özel cam kaplara alınır. Bu kaplar kurutma dolabında değişmez ağırlığa dek kurutulur. İkinci dolu tartım ile birinci boş tartım arasındaki fark, doğrudan % olarak her elek üzerinde kalan kalıntının miktarını gösterir.(60)

Resim, 12 ve 13 de elek analizinde kullanılan elek seti ve numuneler görülmektedir.

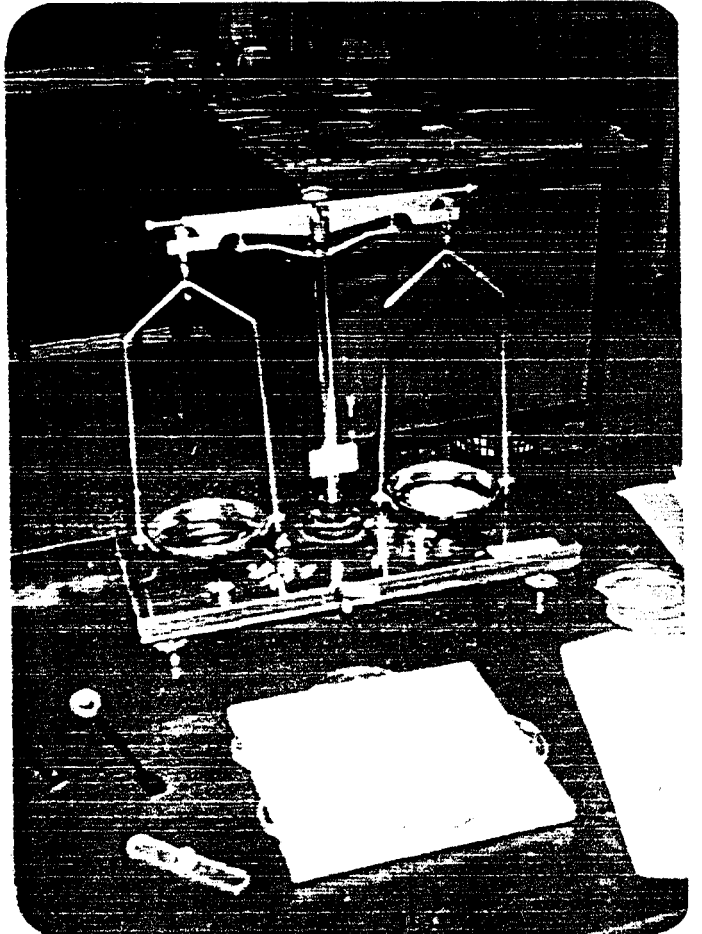
(59) Ateş ARCASOY, a.g.e., s.32.

(60) Ateş ARCASOY, a.g.e., s.32-33.

Resim 12: Elek seti.



Resim 13: Elek analiz numuneleri.



1. İnhisar Döküm Kili

DİN - 100: % 3,970	DİN - 170: % 0,570
DİN - 120: % 0,170	DİN - 200: % 6,040
DİN - 140: % 0,920	DİN - 230: % 1,440

2. T. 153 Döküm Kili

DİN - 100: % 3,020	DİN - 170: % 0,170
DİN - 120: % 0,670	DİN - 200: % 0,070
DİN - 140: % 0,220	DİN - 230: % 5,190

3. Mihallıçık Kili

DİN - 100: % 15,600	DİN - 170: % 1,580
DİN - 120: % 3,150	DİN - 200: % 1,190
DİN - 140: % 1,690	DİN - 230: % 4,650

4. Sındırgı Kaolini

DİN - 100: % 53,470	DİN - 170: % 0,920
DİN - 120: % 3,450	DİN - 200: % 0,720
DİN - 140: % 1,320	DİN - 230: % 3,220

5. Bilecik Kaolini

DIN - 100: % 19,200	DIN - 170: % 1,270
DIN - 120: % 3,570	DIN - 200: % 2,500
DIN - 140: % 1,320	DIN - 230: % 7,620

6. Mihallıçık Kaolini

DIN - 100: % 53,470	DIN - 170: % 0,650
DIN - 120: % 1,450	DIN - 200: % 0,750
DIN - 140: % 1,520	DIN - 230: % 3,120

7. Çanakkale Kaolini

DIN - 100: % 1,370	DIN - 170: % 0,240
DIN - 120: % 1,170	DIN - 200: % 0,440
DIN - 140: % 0,920	DIN - 230: % 3,120

8. Bolu Kaolini

DIN - 100: % 1,840	DIN - 170: % 0,470
DIN - 120: % 3,450	DIN - 200: % 0,100
DIN - 140: % 1,670	DIN - 230: % 0,540

9. Allıören Kaolini

DIN - 100: %	5,170	DIN - 170: %	0,190
DIN - 120: %	0,750	DIN - 200: %	0,390
DIN - 140: %	0,850	DIN - 230: %	5,770

10. Yıkanmış Uşak Kaolini

DIN - 100: %	-	DIN - 170: %	0,120
DIN - 120: %	0,040	DIN - 200: %	0,090
DIN - 140: %	0,050	DIN - 230: %	1,120

Deneyde kullanılan elek seti:

TERMAL

Laboratuvar Aletleri

Seri : 87013

220 V 120 Watt

Tip : 340 E

VII- Diferensiyel Termal Analiz (DTA) Deneyi:

Hammaddenin düzgün bir şekilde ısıtılması sırasında, maddeyi oluşturan fiziksel ve kimyasal bileşimleri değişikliklere uğrarken, oluşturdıkları sıcaklık farklılaşmaları, ekzotermik ve endotermik olarak açığa çıkar. (Ekzoterm = sıcaklık veren, endoterm = sıcaklık olan)

Kil minerallerinde görülen ekzotermik reaksiyonlar, organik maddelerin yanması, yüksek sıcaklıklarda yeni fazların oluşumu, amorf maddelerin kristalleşmesi nedeniyledir. Bu reaksiyonlar sonucu, sıcaklık açığa çıkar.

Endotermik reaksiyonlar, su kayıpları (absorbe edilmiş suyun ve kil mineral iskeletindeki suların kayıpları), kristal yapının bozulması, karbon dioksit veya sülfür trioksit kayıpları sonucu oluşurlar.

DTA aygıtı ile araştırması yapılacak harmanlanmış ve ön öğütülmesi yapılmış kilden bir parça alınır, toz haline gelinceye dek inceltilir. Reaksiyonların sağlıklı olmasını sağlamak amacı ile madde, 0,090 mm elekten geçecek şekilde hazırlanır ve kurutulur. Hazırlanan madde, aygıtın platin yuvalı iki borusundan birine doldurulur. Diğer platin yuvada ise, "inert" olarak tanımlanan, ön pişirim ile reaksiyonlardan arınan saf kaolin vardır. Denenen hammaddenin içine konulduğu başlıkta bir, inertin içinde de iki termokupl bulunmaktadır. Bu başlıklar birlikte, dike olarak

sıcaklığı dakikada 10°C yükselen bir fırına sokulurlar.

Isıtma sonucu oluşan reaksiyonlar bir yazıcı aracılığı ile kağıt üzerine aktarılırlar. Oluşan bu reaksiyonlar, sürekli bir eğri şeklinde, yatay bir baz doğrultusunun altında ve üstünde eğriler verir.

Kaolinit grubuna giren kil mineralleri, DTA deneyinde büyük ekzoterm ve endoterm eğrileri verirler. Kaolinitin düşük sıcaklıkta endotermik eğri vermesine karşın, halloysit 150°C dolaylarında, absorpsiyon suyunun çıkmasını belirleyen bir endoterm reaksiyon gösterir. $500-600^{\circ}\text{C}$ arasında görülen endoterm reaksiyon ise, kristal suyunun verilmesi ile bozulan kristal yapının belirtisidir. Endoterm reaksiyonların yüksek sıcaklığa doğru kayması, mineralin iyi kristalize olma durumu ile orantılıdır. Farklı tane iriliklerinin varlığı ve dağılımı da, endoterm eğrinin başlangıç ve bitiş noktaları üzerinde etkili olur. Geniş eğrilerde kaba, dar eğrilerde ise ince tanelerin yoğunluk kazandığı saptanır.

$950-1000^{\circ}\text{C}$ arasındaki ani olarak görülen ekzotermik reaksiyon, kaolinit ve halloysitte dar, ince ve uzun olarak görülür.

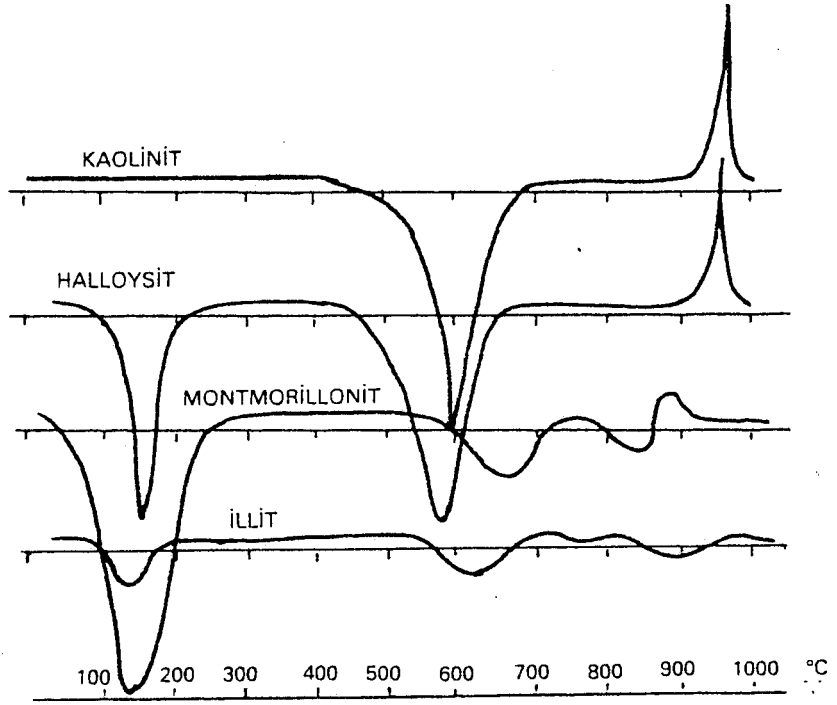
Mika içeren kil minerallerininin DTA eğrileri çok farklılıklar göstermekte olup değerlendirilmeleri güçtür. İllitik killerde görülen 120°C deki endoterm reaksiyona, serizitte rastlanmaz. $500-600^{\circ}\text{C}$ arasında, kaolinite oranla daha yayvan bir minimum görülür.

Montmorillonitler de farklı DTA eğrileri vererek değerlendirilmelerini güçleştirirler. Bir kilin montmorillonit oranını kantitatif (=sayısal) olarak belirlemek bu yüzden güçleşir. Genel olarak bu kil minerallerinde 100-250°C arasında büyük bir endoterm eğrisi görülür. Bunun arkasından 600-700°C arasındaki diğer bir endoterm reaksiyon gelir. Kristal ve konstitution (=yapısal) suyunun verildiği bu reaksiyondan sonra da 800-900°C arasında üçüncü bir endoterm ortaya çıkar. 900°C nin üzerinde de oldukça yayvan bir ekzoterm eğrisi oluşur. (Resim 14)

Her kil mineralinde bulunabilen serbest kuvarzın DTA aygıtı ile de saptanması olanağı vardır. Çok küçük bir endoterm olay olan kuvarzın 575°C deki beta-alfa değişkenlikleri, kil minerallerinin o sıcaklıklardaki kristal sularının verilmesi ile ortaya çıkan endotermiler ile örtülür.

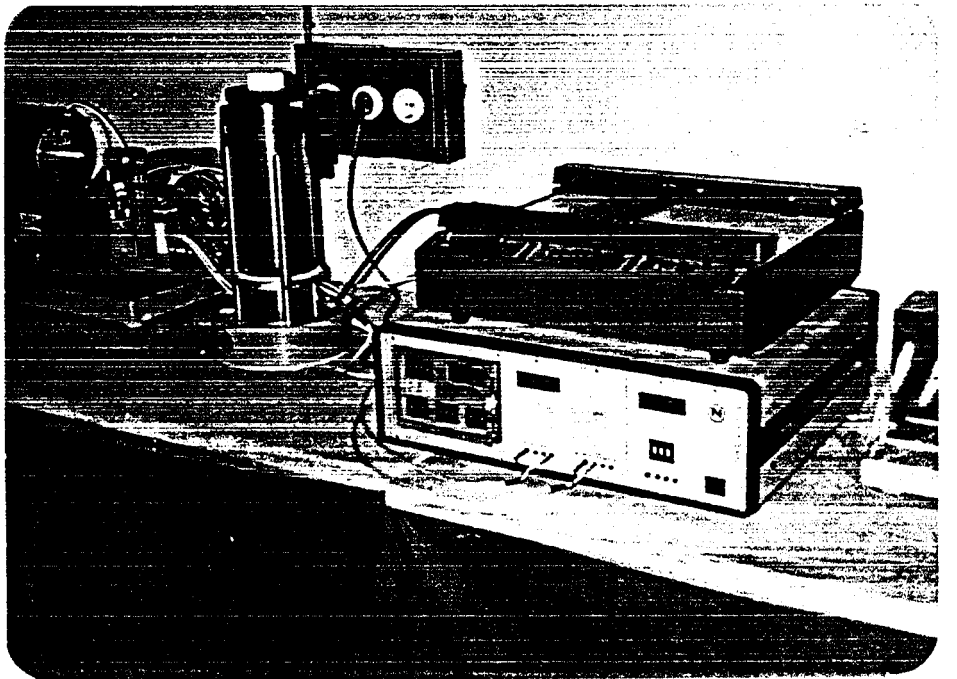
Serbest kuvarzın saptanacağı örnek önce pişirilirse, diğer bütün reaksiyonlar ortadan kalkacağından, kuvarzın verdiği endoterm eğrisinin büyüklükleri de izlenebilir. Bu sırada DTA aygıtı ölçerinin duyarlılığını 10 misli arttırmak gerekir. (61)

(61) Ateş ARCASOY, a.g.e., s. 40-42.



Resim 14 : Çeşitli kil minerallerinin DTA aygıtında gösterdikleri endoterm ve ekzoterm reaksiyonlar.

Resim 15 : DTA deneyinde kullanılan fırın ve yazıcısı.



DTA deneyinde kullanılan fırın ve yazıcısının
imalat yeri ve seri numarası aşağıda verilmiştir.

DTA fırını:

DTA 404 EP

Netzsch

Geräte Nr (seri imilat numarası): 237 072

DTA yazıcısı:

XY - Recorder 1 301 0

Netzsch

Geräte Nr 1 301 041

220 V

Netzsch - Gerätebau GmbH

Wittel sbacherstra Be 42

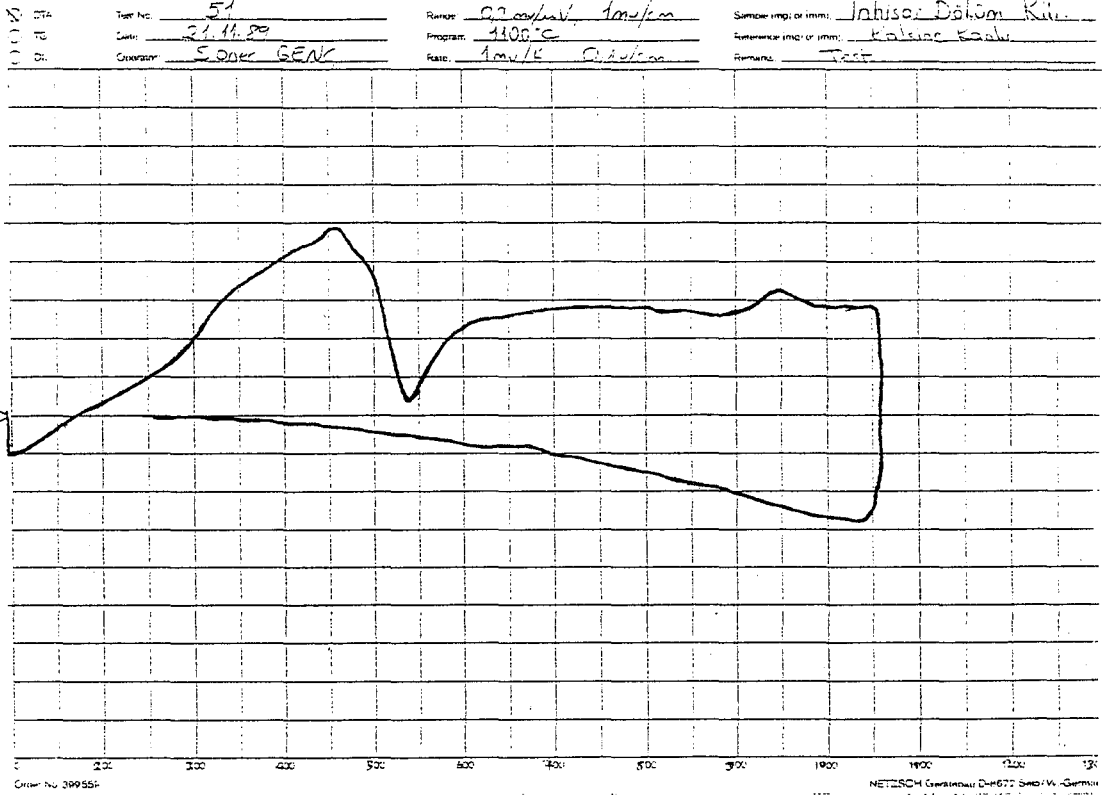
Post fach 14 60

D- 8672 Selb

Tel. 09287 / 78201

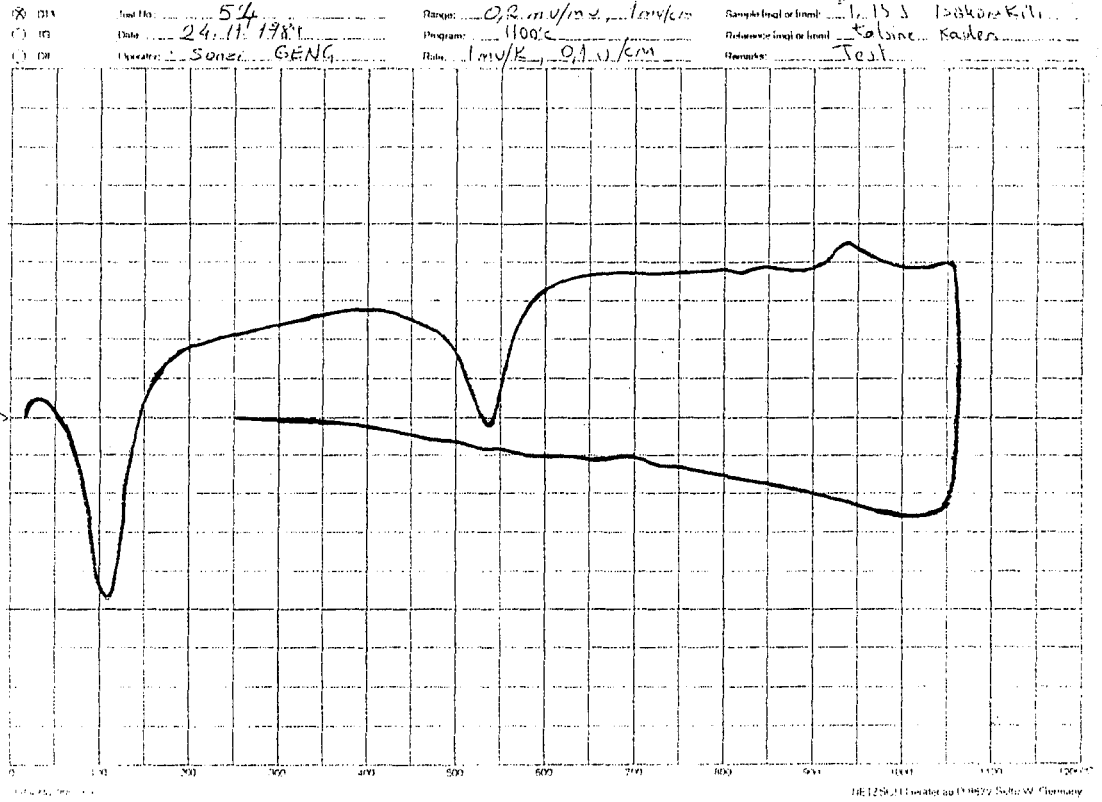
Telex 643510

1. İnhisar Döküm Kili



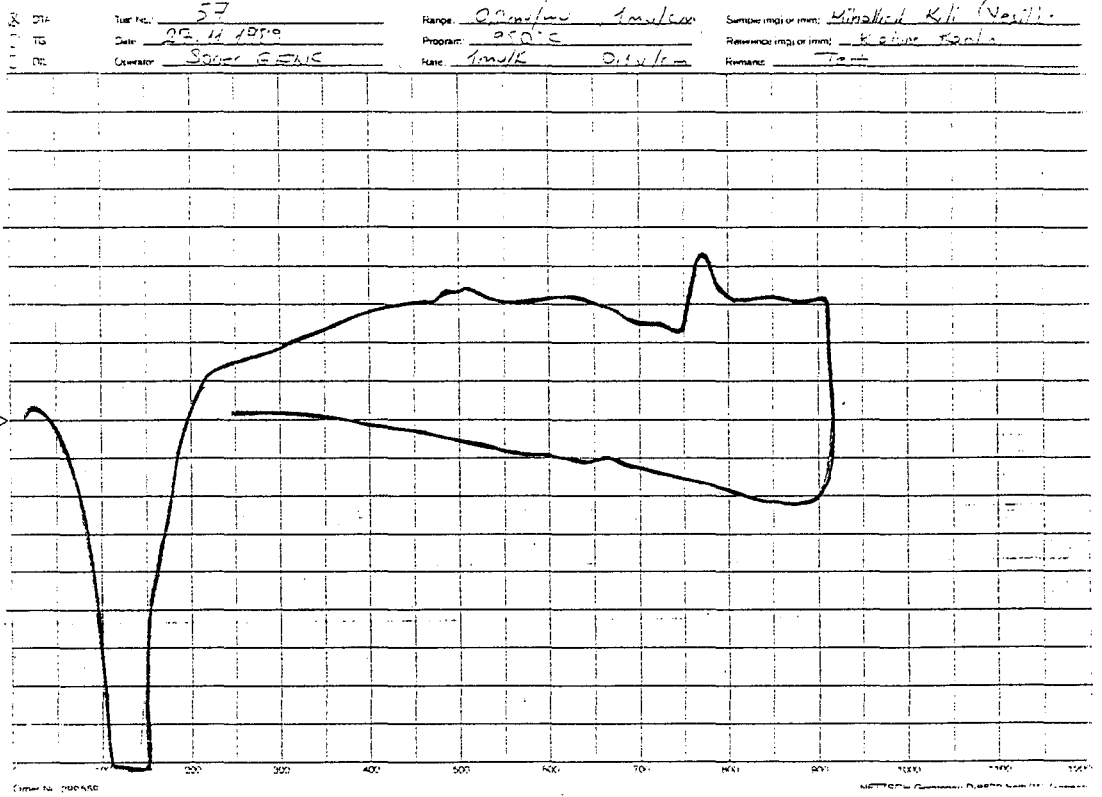
İnhisar döküm kilinin DTA deneyinde, 450°C dolaylarında ekzoterm, 500-600°C de endoterm ve 950°C de ekzoterm reaksiyon gözlenmiştir.

2. T. 153 Döküm Kili



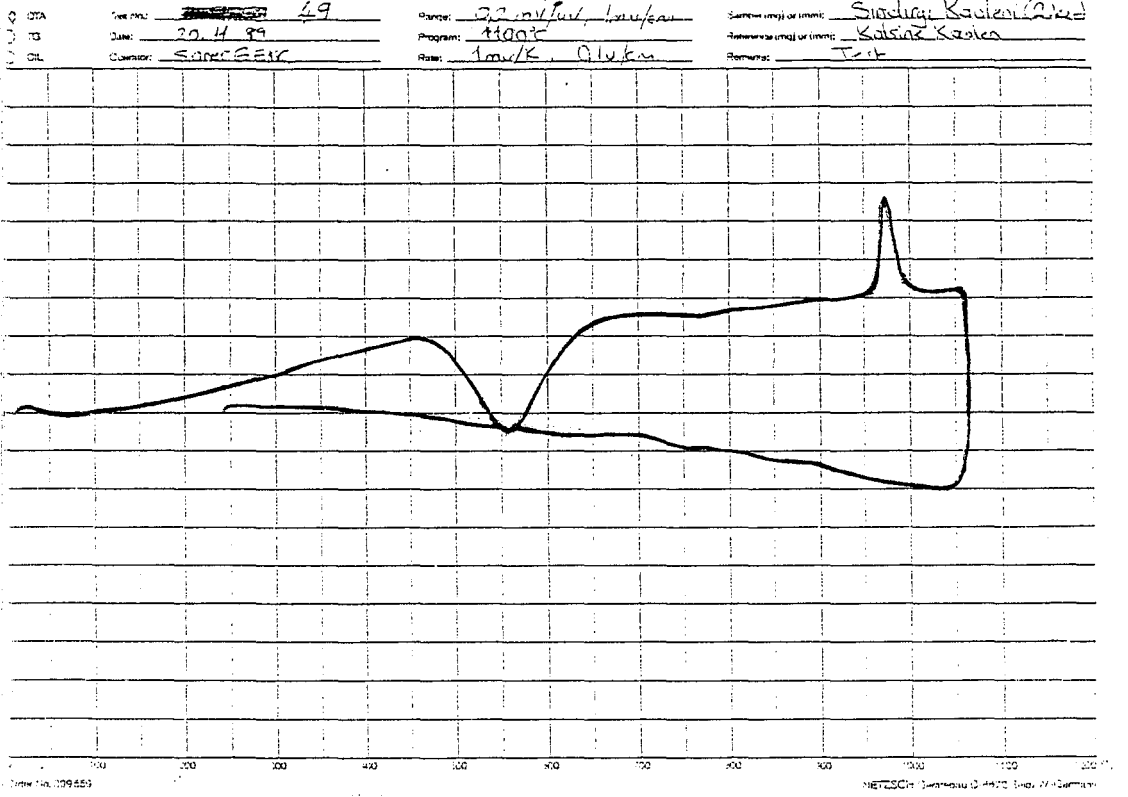
T. 153 döküm kilinin DTA deneyinde, 100°C dolaylarında endoterm, 500-600°C de ikinci kez endoterm, 900°C-950°C arasında ise ekzoterm reaksiyon gözlenmiştir.

3. Mihalliçık Kili



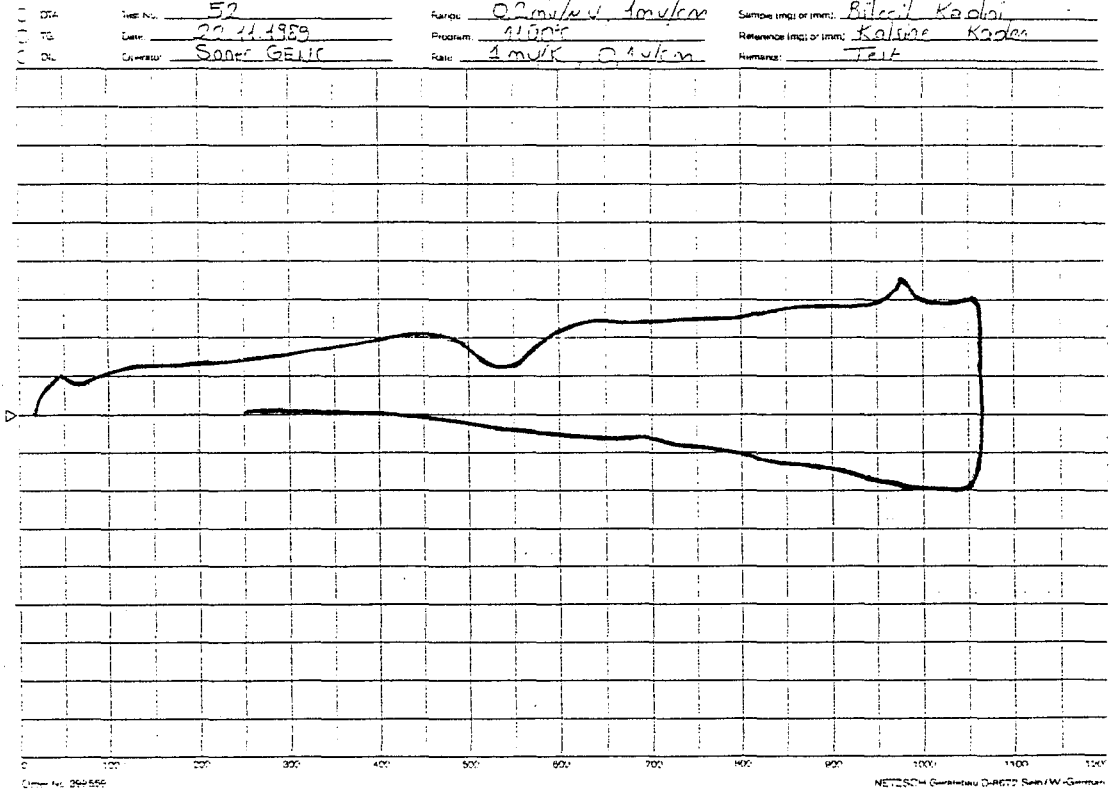
Mihalliçık kilinin DTA deneyinde, 100-200°C arasında endoterm, 750°C de ikinci kez endoterm, 750-800°C arasında ekzoterm reaksiyon gözlenmiştir.

4. Sındırgı Kaolini



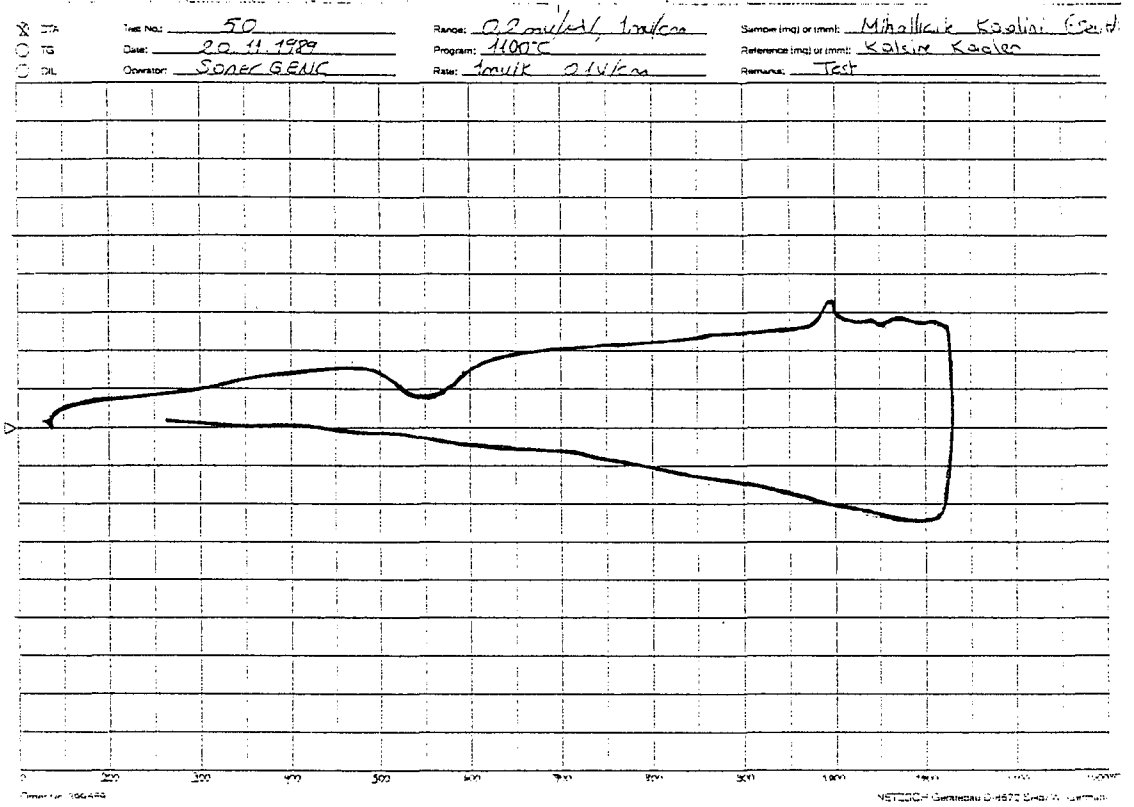
Sındırgı kaolininin DTA deneyinde, 500-600°C arasında endoterm, 950-1000°C arasında ise ekzoterm reaksiyon gözlenmiştir.

5. Bilecik Kaolini



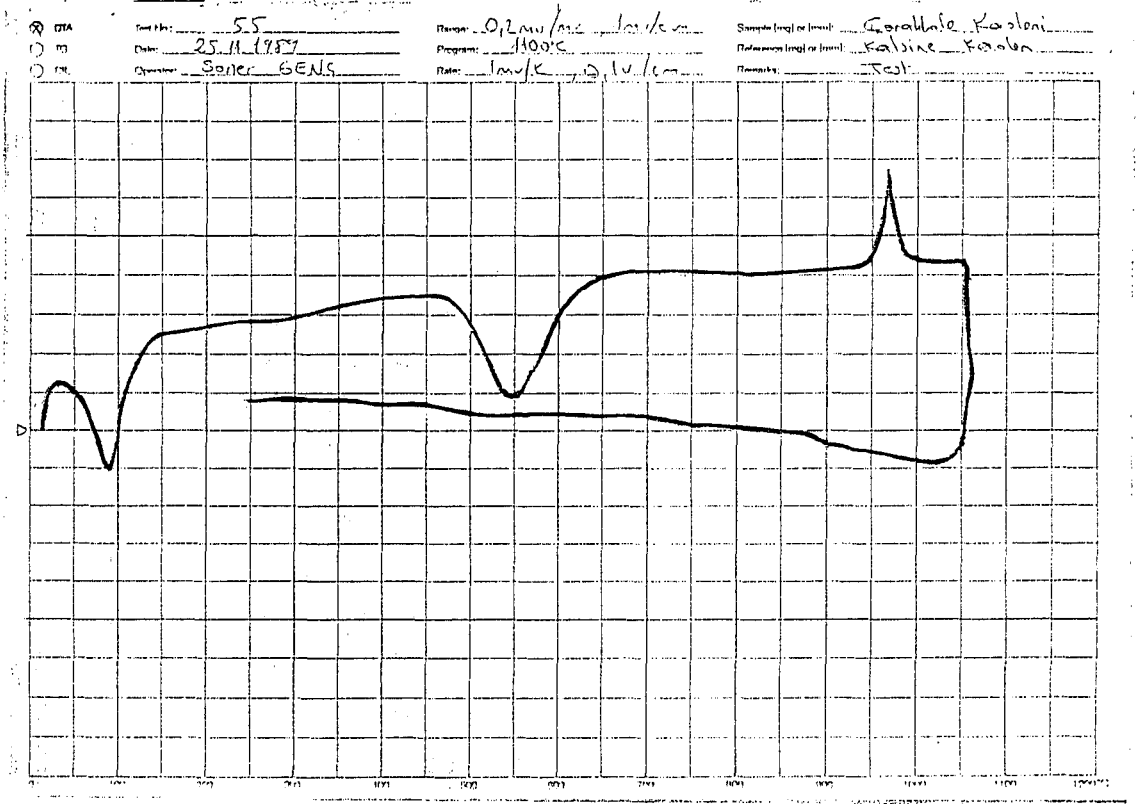
Bilecik kaolininin DTA deneyinde, 500-600°C arasında endoterm, 950-1000°C arasında ekzoterm reaksiyon gözlenmiştir.

6. Mihallıçık Kaolini



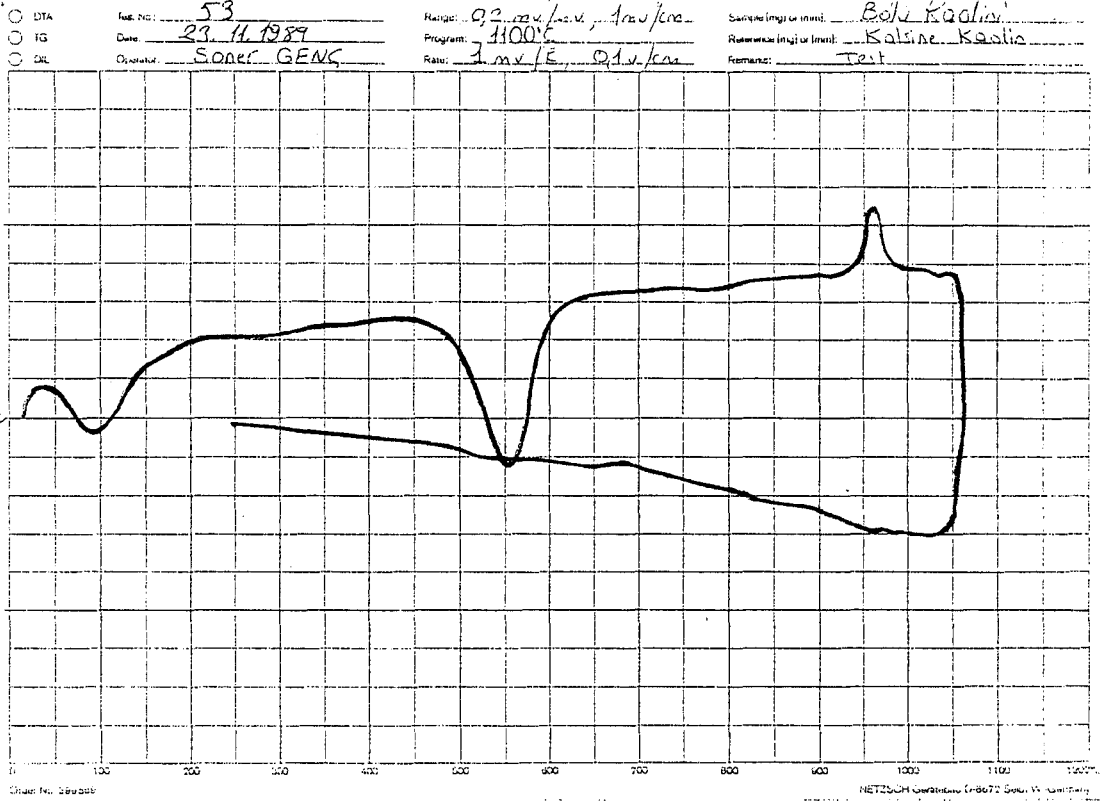
Mihallıçık kaolininin DTA deneyinde, 500-600°C arasında endoterm, 1000°C de ise ekzoterm reaksiyon gözlenmiştir.

7. Çanakkale Kaolini



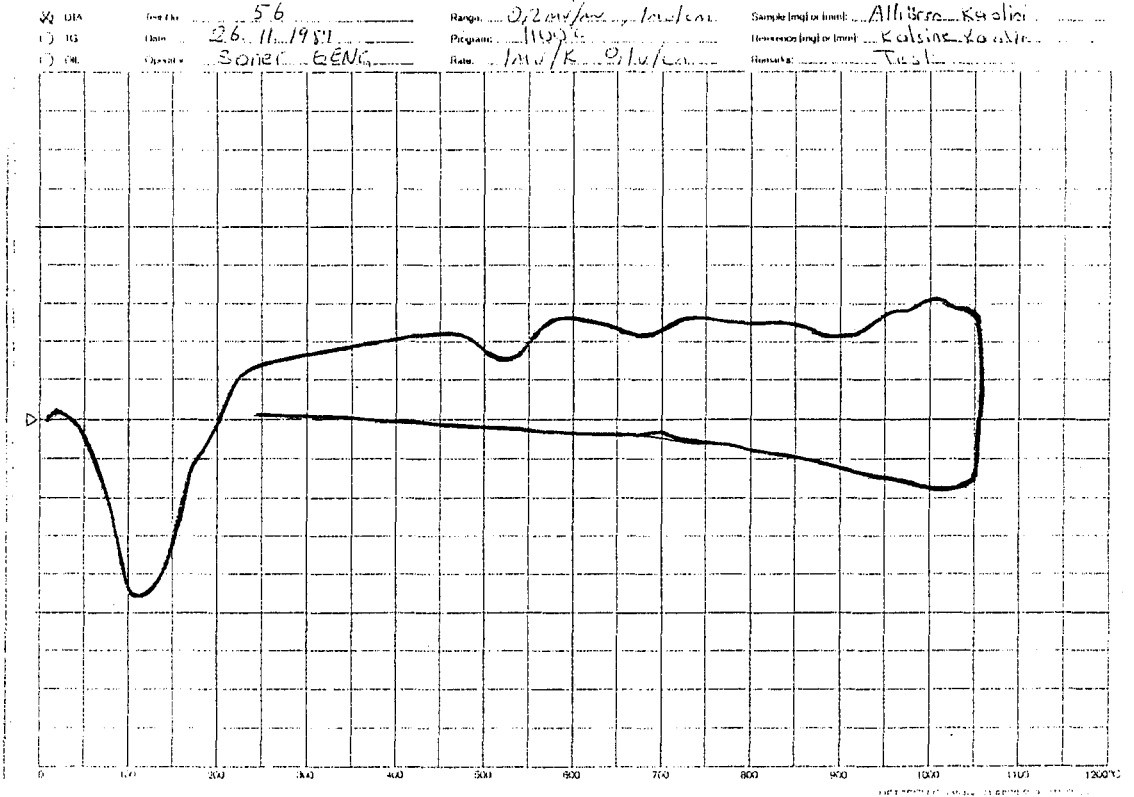
Çanakkale kaolininin DTA deneyinde, 100°C dolaylarında endoterm, 500-600°C arasında ikinci kez endoterm, 950-1000°C arasında ise ekzoterm reaksiyon gözlenmiştir.

8. Bolu Kaolini



Bolu kaolininin DTA deneyinde, 100°C dolaylarında endoterm, 500-600°C arasında ikinci kez endoterm, 950°C dolaylarında ise ekzoterm reaksiyon gözlenmiştir.

9. Alliören Kaolini



Alliören kaolininin DTA deneyinde, 100°C dolaylarında endoterm, $500-550^{\circ}\text{C}$ arasında ikinci kez endoterm, $650-700^{\circ}\text{C}$ arasında üçüncü kez endoterm, 900°C de dördüncü kez endoterm, 1000°C de ise ekzoterm reaksiyon gözlenmiştir.

Vlll- Kuru Direnç Deneyi:

Plastik olarak şekillendirilen dikdörtgen prizması şeklindeki, yaklaşık 220x20x14 mm boyutlarındaki çamurdan çubuklar, değişmez ağırlığa kadar kurutulur. Özenle soğutulan çubuklar ayrı ayrı ölçüm yapılmak üzere kuru direnç aygıtında kırılır. Bulunan kırma ağırlığı değerlerinden ortalama alınarak şu formülde yerine konur.

$$F = \frac{3.P.L}{2.b.h^2}$$

F = Kuru mukavemet kg/cm²

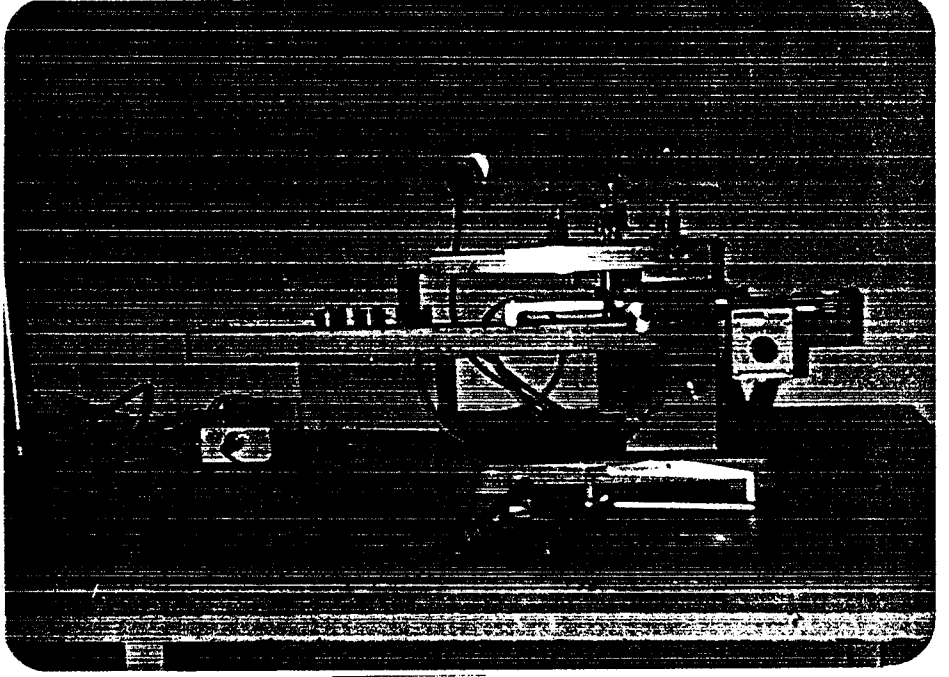
P = Kırma ağırlığı kg.

L = Mesnetler arası uzunluk cm.

b = Çubuk genişliği cm.

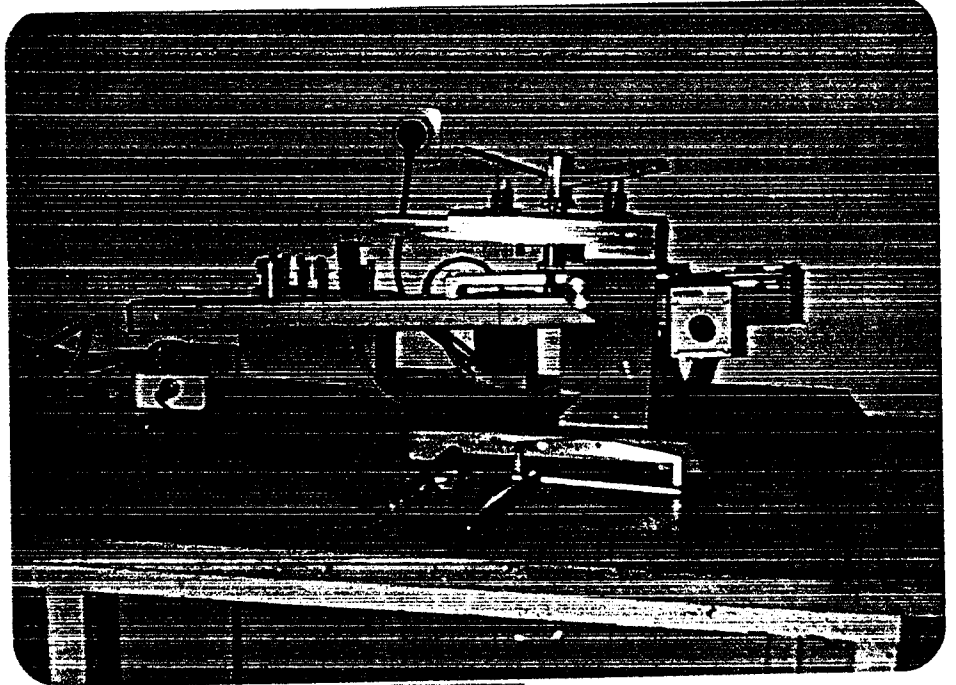
h = Çubuk kalınlığı cm.

Kuru direnç cihazında ölçüm yapılırken, cihaz 300 N olarak sabit tutulmuştur.



Resim 16: Kuru direnç cihazına numunenin yerleştirilmesi.

Resim 17: Kuru direnç cihazında numunenin kırılması.



Kullanılan, kuru direnç cihazının markası:

Netzsch 401 Made in West Germany

Gerate Nr. 111 3 458

1. İnhisar Döküm Kili

$$F = \frac{3. 8,370\text{kg} \cdot 10\text{cm}}{2. 2\text{cm} \cdot (1,4\text{cm})^2} = 32,02 \text{ kg/cm}^2$$

2. T. 153 Döküm Kili

$$F = \frac{3. 1,000\text{kg} \cdot 10\text{cm}}{2. 2\text{cm} \cdot (1,4\text{cm})^2} = 3,82 \text{ kg/cm}^2$$

3. Mihallıçık Kili

$$F = \frac{3. 0,500\text{kg} \cdot 10\text{cm}}{2. 2\text{cm} \cdot (1,4\text{cm})^2} = 1,91 \text{ kg/cm}^2$$

4. Sındırgı Kaolini

$$F = \frac{3. 1,500\text{kg} \cdot 18\text{cm}}{2. 2\text{cm} \cdot (1,4\text{cm})^2} = 10,33 \text{ kg/cm}^2$$

5. Bilecik Kaolini

$$F = \frac{3. 1,500\text{kg} . 10\text{cm}}{2. 2\text{cm} . (1,4\text{cm})^2} = 5,73 \text{ kg/cm}^2$$

6. Mihallıçık Kaolini

$$F = \frac{3. 2,500\text{kg} . 10\text{cm}}{2 . 2\text{cm} . (1,4\text{cm})^2} = 9,56 \text{ kg/cm}^2$$

7. Çanakkale Kaolini

$$F = \frac{3. 5,000\text{kg} . 18\text{cm}}{2. 2\text{cm} . (1,4\text{cm})^2} = 34,43 \text{ kg/cm}^2$$

8. Bolu Kaolini

$$F = \frac{3. 5,200\text{kg} . 18\text{cm}}{2. 2\text{cm} . (1,4\text{cm})^2} = 35,81 \text{ kg/cm}^2$$

9. Allıören Kaolini

$$F = \frac{3 \cdot 2,750\text{kg} \cdot 18\text{cm}}{2 \cdot 2\text{cm} \cdot (1,4\text{cm})^2} = 18,94 \text{ kg/cm}^2$$

10. Yıkanmış Uşak Kaolini

$$F = \frac{3 \cdot 3,100\text{kg} \cdot 18\text{cm}}{2 \cdot 2\text{cm} \cdot (1,4\text{cm})^2} = 21,35 \text{ kg/cm}^2$$

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MEVCUT HAMMADDELER İLE DÖKÜM ÇAMURU YAPIMI VE ÜZERLERİNE HAM SIRLARIN UYGULANMASI

BİRİNCİ KISIM

SU EMMESİ DÜŞÜK DÖKÜM ÇAMURU DENEMELERİ

I- Çamur Denemelerinde Su Emme Deneyi ve Rasyonel Bileşim- lerin İncelenmesi:

Mevcut hammaddelerin rasyonel bileşimlerinden yola çıkılarak, çamur denemeleri yapılmıştır. Amaç, feldspat oranını yüksek tutup, pekişmeyi sağlamaktır. Böylelikle su emme yüzdesi azaltılmış olur. Bu düşünceden yola çıkılarak yapılan çamur denemelerinde, en az su emme yüzdesi gösteren çamur esas alınmıştır. Ayrıca iyi döküm özelliklerine sahip olmasına da önem verilmiştir.

Çamur denemelerinde örnek vermek amacı ile, sadece I numaralı denemenin rasyonel bileşiminin hesaplanması gösterilmiştir. Diğer denemelerin rasyonel bileşim sonuçları yazılmıştır.

Çamur denemelerinin su emme yüzdesini saptamak için, herbir denemeden 1200°C de pişmek üzere alçı kalıplara krozeler dökülmüştür. Pişirimi yapılan krozeler su içinde 12 saat bekletildikten sonra, pişmiş yaş ağırlıkları tartılmıştır. Bu tartımdan, pişmiş kuru ağırlık çıkarılınca, emdiği su miktarını hesaplamış oluruz. Su emme yüzde olarak belirlenmek istendiğinde şu bağıntıdan yararlanılır.

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(\text{Yaş pişmiş ağırlık} - \text{Kuru pişmiş ağırlık}) \cdot 100}{\text{Kuru pişmiş ağırlık}}$$

Çamurun içindeki mineralojik bileşimin hesaplanmasında şu yol izlenir: Çamur denemesinde kullanılan herbir hammaddenin rasyonel bileşimi önceden deneme yolu ile belirlenen yüzde oranı ile çarpılıp, yüze bölünür.

İkinci aşamada ise, hammaddelerden gelen toplam mineralojik değerler toplanıp, çamurun toplam bünyesine giren mineralojik miktar hesaplanmış olur.

1. Çamur Denemesi

	<u>%</u>	<u>Hammadde (%)</u>				<u>Çamur (%)</u>			
		<u>K.C.</u>	<u>K.F.</u>	<u>Na.F.</u>	<u>S.S.</u>	<u>K.C.</u>	<u>K.F.</u>	<u>Na.F.</u>	<u>S.S.</u>
Potasyum feldspat	: 10	7,53	52,64	27,46	12,14	0,75	5,26	2,74	1,21
Sodyum feldspat	: 10	0,71	4,55	93,63	-	0,07	0,45	9,36	-
Pişmiş vitra kırığı:	5	41,64	8,16	23,57	23,63	2,08	0,40	1,17	1,18
Sındırgı kaolini	: 20	57,50	-	-	39,70	11,50	-	-	7,94
Mihallıçık kaolini	: 15	43,89	2,07	6,33	44,36	6,58	0,31	0,94	6,65
Allıören kaolini	: 20	34,27	2,36	1,18	57,43	6,85	0,47	0,23	11,48
T. 153 döküm kili	: 20	62,37	17,03	3,54	13,49	12,47	3,40	3,40	2,69
						<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>
						40,30	10,29	17,84	31,15
							<u>+</u>		
									28,13

Bu hesaplamanın sonucunda çamurun mineralojik bileşimini şu şekilde yazabiliriz.

Mineralojik Bileşim

- % 40,30 Kilcevheri
- % 10,29 Potasyum feldspat
- % 17,84 Sodyum feldspat
- % 31,15 Serbest silis

Hesaplama yaparken, çizelgede bazı kısaltmalar yapılmıştır.

- K.C. : Kilcevheri
- K.F. : Potasyum Feldspat
- Na.F. : Sodyum Feldspat
- S.S. : Serbest Silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(45,550\text{gr} - 43,550\text{gr}) \cdot 100}{43,550\text{gr}} = \% 4,50$$

2. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Potasyum feldspat	: 20
Sodyum feldspat	: 10
Pişmiş vitra kırığı	: 5
Sındırgı aolini	: 20
Alliören kaolini	: 10
T. 153 döküm kili	: 15
Inhisar döküm kili	: 20

Mineralojik Bileşim

% 40,98	Kilcevheri
% 15,77	Potasyum feldspat
% 17,62	Sodyum feldspat
% 23,56	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(48,550\text{gr} - 47,700\text{gr}) \cdot 100}{47,700\text{gr}} = \% 1,78$$

3. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Bolu kaolini	: 10
Allıören kaolini	: 20
Sındırgı kaolini	: 10
Kuvartz	: 23
Sodyum feldspat	: 17
İnhisar döküm kili	: 20

Mineralojik Bileşim

- % 32,43 Kilcevheri
- % 3,97 Potasyum feldspat
- % 17,21 Sodyum feldspat
- % 46,72 Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(49,450\text{gr} - 47,200\text{gr}) \cdot 100}{47,200\text{gr}} = \% 7,30$$

4. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Potasyum feldspat	: 25
Sodyum feldspat	: 10
Pişmiş vitra kırığı	: 5
Kuvartz	: 5
İnhisar döküm kili	: 15
Bolu kaolini	: 10
Çanakkale kaolini	: 15
Sındırgı kaolini	: 15

Mineralojik Bileşim

- % 39,43 Kilcevheri
- % 16,54 Potasyum feldspat
- % 18,57 Sodyum feldspat
- % 23,79 Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(52,820\text{gr} - 52,000\text{gr}) \cdot 100}{52,000\text{gr}} = \% 1,57$$

5. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Sodyum feldspat	: 25
Potasyum feldspat	: 10
Pişmiş vitra kırığı	: 5
Kuvartz	: 5
İnhisar döküm kili	: 15
Bolu kaolini	: 10
Çanakkale kaolini	: 15
Sındırgı kaolini	: 15

Mineralojik Bileşim

% 38,41	Kilcevheri
% 4,59	Potasyum feldspat
% 26,03	Sodyum feldspat
% 15,87	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(54,200\text{gr} - 53,290\text{gr}) \cdot 100}{53,290\text{gr}} = \% 1,70$$

6. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Potasyum feldspat	: 35
Sodyum feldspat	: 15
Sındırgı kaolini	: 20
Çanakkale kaolini	: 15
Kuvartz	: 5
T. 153 döküm kili	: 3
İnhisar döküm kili	: 7

Mineralojik Bileşim

% 31,16	Kilcevheri
% 20,36	Potasyum feldspat
% 24,33	Sodyum feldspat
% 22,65	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(340,000\text{gr} - 340,000\text{gr}) \cdot 100}{340,000\text{gr}} = \% 0,00$$

7. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Potasyum feldspat	: 15
Sodyum feldspat	: 35
Sındırgı kaolini	: 20
Çanakkale kaolini	: 15
Kuvartz	: 5
T. 153 döküm kili	: 3
İnhisar döküm kili	: 7

Mineralojik Bileşim

% 29,80	Kilcevheri
% 10,74	Potasyum feldspat
% 37,57	Sodyum feldspat
% 20,22	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(166,870\text{gr} - 166,820\text{gr}) \cdot 100}{166,820\text{gr}} = \% 0,02$$

8. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Potasyum feldspat	: 30
Sodyum feldspat	: 15
Pişmiş vitra kırığı	: 3
Kuvartz	: 2
Sındırgı kaolini	: 5
Çanakkale kaolini	: 5
Inhisar döküm kili	: 20
T. 153 döküm kili	: 20

Mineralojik Bileşim

% 35,31	Kilcevheri
% 21,81	Potasyum feldspat
% 24,85	Sodyum feldspat
% 16,22	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(85,950\text{gr} - 85,900\text{gr}).100}{85,900\text{gr}} = \% 0,03$$

9. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Sodyum feldspat	: 30
Potasyum feldspat	: 15
Pişmiş vitra kırığı	: 3
Kuvartz	: 2
Sındırgı kaolini	: 5
Çanakkale kaolini	: 5
İnhisar döküm kili	: 20
T. 153 döküm kili	: 20

Mineralojik Bileşim

- % 34,29 Kilcevheri
- % 14,60 Potasyum feldspat
- % 34,78 Sodyum feldspat
- % 14,40 Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(39,470\text{gr} - 39,450\text{gr}) \cdot 100}{39,450\text{gr}} = \% 0,05$$

10. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Sodyum feldspat	: 25
Potasyum feldspat	: 10
Çanakkale kaolini	: 5
Bolu kaolini	: 5
İnhisar döküm kili	: 25
T. 153 döküm kili	: 25
Pişmiş vitra kırığı	: 5

Mineralojik Bileşim

- % 42,44 Kilcevheri
- % 13,72 Potasyum feldspat
- % 29,72 Sodyum feldspat
- % 12,93 Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(38,170\text{gr} - 38,100\text{gr}) \cdot 100}{38,100\text{gr}} = \% 0,10$$

11. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Sodyum feldspat	: 30
Potasyum feldspat	: 12
Pişmiş vitra kırığı	: 3
İnhisar döküm kili	: 15
T. 153 döküm kili	: 25
Sındırgı kaolini	: 3
Bolu kaolini	: 5
Çanakkale kaolini	: 3
Kuvartz	: 4

Mineralojik Bileşim

- % 34,70 Kilcevheri
- % 13,99 Potasyum feldspat
- % 33,90 Sodyum feldspat
- % 15,41 Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(103,250\text{gr} - 103,200\text{gr}) \cdot 100}{103,200\text{gr}} = \% 0,04$$

12. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
İnhisar döküm kili	: 15
T. 153 döküm kili	: 15
Sodyum feldspat	: 15
Potasyum feldspat	: 5
Kuvartz	: 15
Sındırğı kaolini	: 20
Bolu kaolini	: 10
Çanakkale kaolini	: 5

Mineralojik Bileşim

% 41,03	Kilcevheri
% 8,25	Potasyum feldspat
% 16,93	Sodyum feldspat
% 31,70	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(48,150\text{gr} - 47,400\text{gr}) \cdot 100}{47,400\text{gr}} = \% 1,50$$

13. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Inhisar döküm kili	: 30
Sodyum feldspat	: 18
Kuvartz	: 17
T. 153 döküm kili	: 15
Bolu kaolini	: 20

Mineralojik Bileşim

% 41,80	Kilcevheri
% 8,04	Potasyum feldspat
% 19,21	Sodyum feldspat
% 28,84	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(117,400\text{gr} - 110,000\text{gr}) \cdot 100}{110,000\text{gr}} = \% 6,70$$

14. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Bolu kaolini	: 30
İnhisar döküm kili	: 20
Sındırgı kaolini	: 18
Kuvartz	: 15
Sodyum feldspat	: 17

Mineralojik Bileşim

% 42,97	Kilcevheri
% 5,72	Potasyum feldspat
% 17,33	Sodyum feldspat
% 31,93	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(34,320\text{gr} - 32,000\text{gr}) \cdot 100}{32,000\text{gr}} = \% 7,25$$

15. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Sodyum feldspat	: 25
İnhisar döküm kili	: 20
Kuvartz	: 20
Sındırgı kaolini	: 20
T. 153 döküm kili	: 15

Mineralojik Bileşim

% 33,85	Kilcevheri
% 5,31	Potasyum feldspat
% 25,00	Sodyum feldspat
% 33,91	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(133,050\text{gr} - 133,000\text{gr}) \cdot 100}{133,000\text{gr}} = \% 0,05$$

16. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Bolu kaolini	: 20
Alliören kaolini	: 10
Sındırgı kaolini	: 10
Kuvartz	: 23
Sodyum feldspat	: 20
İnhisar döküm kili	: 17

Mineralojik Bileşim

% 33,33	Kilcevheri
% 4,74	Potasyum feldspat
% 19,98	Sodyum feldspat
% 39,96	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(135,200\text{gr} - 128,270\text{gr}) \cdot 100}{128,270\text{gr}} = \% 5,40$$

17. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Bilecik pegmatiti	: 40
Sodyum feldspat	: 10
Potasyum feldspat	: 5
T. 153 döküm kili	: 15
Inhisar döküm kili	: 10
Sındırgı kaolini	: 20

Mineralojik Bileşim

% 36,52	Kilcevheri
% 13,65	Potasyum feldspat
% 13,39	Sodyum feldspat
% 26,54	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(180,500\text{gr} - 176,900\text{gr}) \cdot 100}{176,900\text{gr}} = \% 2,00$$

18. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Potasyum feldspat	: 28
Sodyum feldspat	: 12
Pişmiş vitra kırığı	: 3
İnhisar döküm kili	: 15
T. 153 döküm kili	: 10
Bolu kaolini	: 10
Çanakkale kaolini	: 12
Sındırgı kaolini	: 10

Mineralojik Bileşim

- % 40,06 Kilcevheri
- % 19,71 Potasyum feldspat
- % 21,09 Sodyum feldspat
- % 17,29 Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(53,850\text{gr} - 53,700\text{gr}) \cdot 100}{53,700\text{gr}} = \% 0,20$$

19. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Potasyum feldspat	: 10
Sodyum feldspat	: 10
Pişmiş vitra kırığı	: 8
Sındırgı kaolini	: 20
Mihalliçık kaolini	: 15
İnhisar döküm kili	: 20
T. 153 döküm kili	: 17

Mineralojik Bileşim

- % 45,73 Kil cevheri
- % 11,22 Potasyum feldspat
- % 16,69 Sodyum feldspat
- % 23,99 Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(50,200\text{gr} - 50,020\text{gr}) \cdot 100}{50,020\text{gr}} = \% 0,30$$

20. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Potasyum feldspat	: 15
Sodyum feldspat	: 15
Pişmiş vitra kırığı	: 5
Sındırgı kaolini	: 20
Mihallıçık kaolini	: 15
T. 153 döküm kili	: 20
Inhisar döküm kili	: 10

Mineralojik Bileşim

% 40,33	Kilcevheri
% 13,53	Potasyum feldspat
% 21,58	Sodyum feldspat
% 22,30	Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(153,400\text{gr} - 153,400\text{gr}) \cdot 100}{153,400\text{gr}} = \% 0,00$$

21. Çamur Denemesi

	<u>%</u>
Inhisar döküm kili	: 12
T. 153 döküm kili	: 15
Sodyum feldspat	: 15
Potasyum feldspat	: 10
Kuvartz	: 15
Sındırgı kaolini	: 20
Bolu kaolini	: 10
Çanakkale kaolini	: 3

Mineralojik Bileşim

% 38,08 Kilcevheri
% 10,61 Potasyum feldspat
% 18,11 Sodyum feldspat
% 31,23 Serbest silis

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(102,920\text{gr} - 101,800\text{gr}) \cdot 100}{101,800\text{gr}} = \% 1,10$$

II- Seçimi Yapılan Döküm Çamuruna Uygulanan Testler:

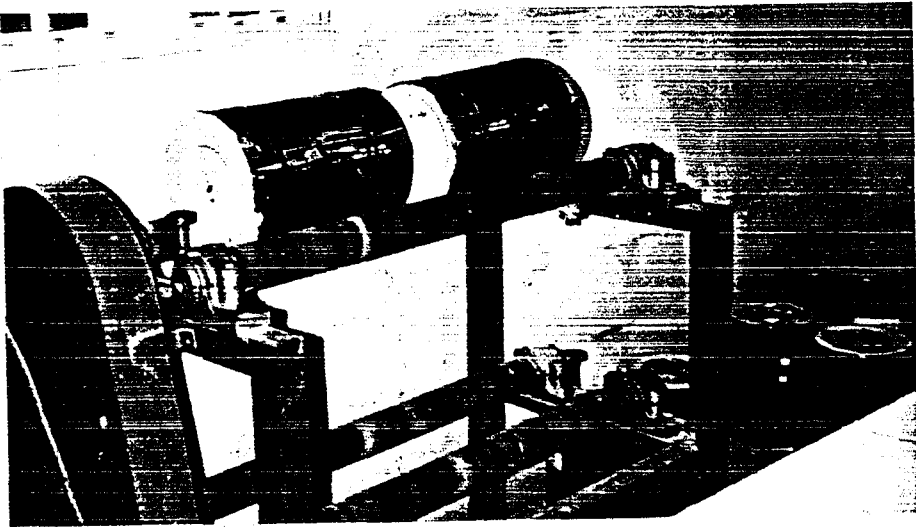
Su emmesi düşük feldspatlı çini çamuru için yapılan denemeler sonucunda, 20 numaralı döküm çamuru uygun özelliklerinden dolayı seçilmiştir.

Seçilen döküm çamurunu daha iyi tanıyabilmek için, çeşitli testler yapılmıştır.

1. Öğütme Süresi

Öğütme süresini saptamak için, belirli aralıklarla değirmenden numune alınıp, DIN-100'lük elekten geçirilir. Elekten geçen çamur miktarına göre, sürenin yeterli olup olmadığına karar verilir.

Seçimi yapılan döküm çamurunun öğütme süresi, 7 saat olarak saptanmıştır.



Resim 18: Çamur ve sır denemelerinde kullanılan değirmenler (1,5 kg. kapasiteli).

2. Litre Ağırlığı

Değirmende % 45 su ve % 6 cam suyu ile öğütülen çamurdan, 1 lt. hacimdeki balon jojenin işaretli yerine kadar doldurulup tartılır. Toplam ağırlıktan balon jojenin ağırlığının çıkarılmasıyla, litre ağırlığı bulunur. Deneyi yapılan çamurun litre ağırlığı 1690 gr/lt. olarak saptanmıştır.

Çamur hazırlamada kullanılan cam suyunun %'de kuru madde miktarı 50 gr.'dır. Ayrıca,

Bome	: 40
Litre ağırlığı	: 1400 gr/lt.
SiO ₂	: 25,36
Na ₂ O	: 10,59
Modül	: 2,39

olarak belirlenmiştir.

3. Akışkanlık

Hazırlanan döküm çamuru, 100 ml'lik viskozimetreden akıtılır. Viskozimetrenin içindeki çamurun kesintisiz olarak aktığı süre akışkanlığı (viskozite) belirler.

Deneyi yapılan çamurun akışkanlığı, 16 sn. olarak bulunmuştur.



Resim 19: Değirmenden çamurun süzülerek boşaltılması.

Resim 20: Kroze kalıplarına döküm yapılması.



4. Elek Bakiyesi

Değirmende öğütülen döküm çamurundan 500 ml'lik miktar DIN-100 elekten geçirilir. Ayrıca 100 ml'lik çamurun yaş ağırlığı saptandıktan sonra, etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulur. Kuru ağırlığı ölçülür ve % elek bakiyesi formülü ile bakiye hesaplanır.

500 ml çamurun DIN-100 elek üstü = 0,590 gr

100 ml çamurun yaş ağırlığı = 169,000gr

" " kuru " = 103,550 gr.

$$\% \text{ Elek Bakiyesi} = \frac{\text{Bakiye}(\text{gr}) \times 100}{\text{Kuru madde}(\text{gr}) \times 5}$$

$$\% \text{ Elek Bakiyesi} = \frac{0,590\text{gr} \times 100}{103,550\text{gr} \times 5} = \% 0,11$$

5. Kuru Madde Miktarı

Döküm çamurundan 100 ml alınıp tartılır ve etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulur. Yaş ağırlıktan kuru ağırlığa gelinceye kadar kaybettiği su çamurun % olarak rutubetini, tartımı yapılan kuru madde ise % olarak kuru madde miktarını belirler.

Deneyi yapılan döküm çamurunun % kuru madde

miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\% \text{ Kuru Madde} = \frac{\text{Kuru ağırlık(gr)} \times 100}{\text{Yaş ağırlık(gr)}}$$

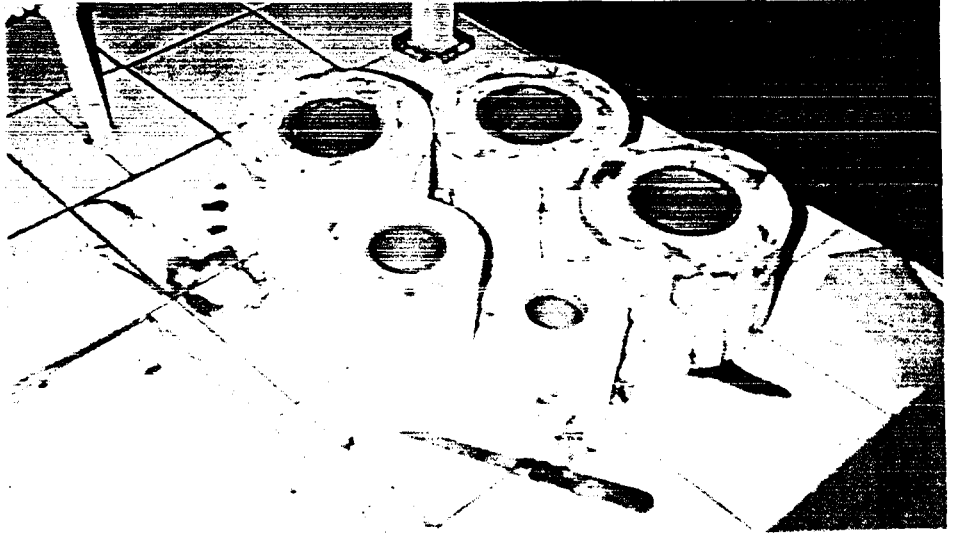
$$\% \text{ Kuru Madde} = \frac{103,550\text{gr} \times 100}{169,000\text{gr}} = \% 61,27$$

$$\text{Rutubet} = 100 - 61,27 = \% 38,73$$

6. Kalınlık Alma

Döküm çamurundan kroze kalıplarına döküm yapılır. 4-5 mm. et kalınlığı alması için gereken süre belirlenir. Deneyi yapılan çamurun et kalınlığı (5mm) alması için gerekli süre 25 dakika olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki resimde kroze ve fincan kalıplarına yapılan döküm görülmektedir.

Resim 21: Kalınlık alma deneyinde kullanılan kalıplar.



7. P H

Döküm çamurunun asidik yada bazik olduğunu anlamak için PH testi uygulanır.(Yapılan deneyde PH ölçümü için PH kağıdı kullanılmıştır.) PH kağıdı çamurun içine daldırılır ve çekilir, daha sonra üzerindeki renk değişimine göre sayısal değeri okunur.(7'nin altında asidik, 7'nin üstünde baziktir). Deneyi yapılan döküm çamurunun PH'ı 8 (bazik) olarak saptanmıştır.

8. Yoğurulma Suyu

Hazırlanan döküm çamurundan yoğurulma suyu deneyi için alçı plaka üzerinde plastik kıvama gelinceye kadar suyundan uzaklaştırılır. Plastik kıvama gelen çamurdan bir parça alınıp tartılır. Etüvde değişmez ağırlığa gelene kadar kurutulur ve tekrar tartılır. Formülde değerler yerlerine konup % olarak yoğurulma suyu hesaplanır.

$$\% \text{ Yoğurulma Suyu} = \frac{(\text{Plastik ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}) \cdot 100}{\text{Kuru ağırlık}}$$

$$\% \text{ Yoğurulma Suyu} = \frac{(49,550\text{gr} - 38,890\text{gr}) \cdot 100}{38,890\text{gr}} = \% 27,41$$

9. Kuru Küçülme

Döküm çamurundan alçı kalıplar içine döküm yapılır. Kalıp tamamen doluncaya kadar ve kalıbın içinde plastik çamur birikinceye dek çamur ilavesine devam edilir. Çamur rutubetini biraz atınca kumpas ile 100 mm.'lik uzunluklar işaretlenir. Kalıptan çıkarılan plakalar etüvde iyice kurutulur. Kumpas ile tekrar ölçüm yapıldıktan sonra, formül ile kuru küçülmenin % değeri hesaplanır.

$$\% \text{ Kuru Küçülme} = \frac{(\text{Plastik uzunluk} - \text{Kuru uzunluk}) \cdot 100}{\text{Plastik uzunluk}}$$

$$\% \text{ Kuru Küçülme} = \frac{(100\text{mm} - 96,00\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 4,00$$

10. Pişme Küçülmesi (1000°C)

Kuru küçülme deneyi için yapılan plakalardan pişme küçülme deneyinde de yararlanılır. 900°C 'ta pişen plakaların uzunlukları kumpas ile ölçülür. Formül ile % pişme küçülmesi hesaplanır.

$$\% \text{ Pişme Küçülmesi } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(\text{Kuru uzunluk} - \text{Pişmiş uzunluk}) \cdot 100}{\text{Kuru uzunluk}}$$

$$\% \text{ Pişme Küçülmesi } 1000^{\circ}\text{C} = \frac{(96,00\text{mm} - 95,50\text{mm}) \cdot 100}{96,00\text{mm}} = \% 0,52$$

11. Pişme Küçülmesi (1200°C)

Kuru küçülmesini tamamlamış plakalar bu kez 1200°C'de pişirilir. Kumpas ile ölçümleri yapıldıktan sonra, formül ile % pişme küçülmesi hesaplanır.

$$\% \text{ Pişme Küçülmesi } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(96,00\text{mm} - 87,60\text{mm}) \cdot 100}{96,00\text{mm}} = \% 8,75$$

12. Toplu Küçülme (1200°C)

Çamurun plastik uzunluktan, pişme sonuna kadar gösterdiği küçülmedir. Toplu küçülme yüzdesi şu şekilde hesaplanır.

$$\% \text{ Toplu Küçülme } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(\text{Plastik uzunluk} - \text{Pişmiş uzunluk}) \cdot 100}{\text{Plastik uzunluk}}$$

$$\% \text{ Toplu Küçülme } 1200^{\circ}\text{C} = \frac{(100\text{mm} - 87,60\text{mm}) \cdot 100}{100\text{mm}} = \% 12,40$$

13. Su Emme (1000°C)

Su emme değerinin hesaplanacağı çamurdan ekillen-
dirilen parçalar, 1000°C 'de pişirilir. Ortamdan rutubet, al-
mayacak şekilde soğutulan parçaların değişmez ağırlıkta
tartımı yapılır. Bu parçalar sonra su içine konarak 12 saat
bekletilir.

Suyun içinden çıkarılan parçalar, üzerlerindeki par-
laklık tam olarak giderilmeden kurulanır ve hemen yaş tar-
tımları yapılır. Yaş tartım ile kuru tartım arasındaki fark
parçanın emdiği su miktarını verir. Su emme yüzde olarak
belirlenmek istendiğinde Şu bağıntıdan yararlanılır.

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(\text{Yaş pişmiş ağırlık} - \text{Kuru pişmiş ağırlık}) \cdot 100}{\text{Kuru pişmiş ağırlık}}$$

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(59,250\text{gr} - 50,450\text{gr}) \cdot 100}{50,450\text{gr}} = \% 17,44$$

14. Su Emme (1200°C)

1200°C 'de pişen parça için de aynı yöntem uygula-
nır. Formül yardımı ile, sonuçta yüzde olarak su emme
bulunur.

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(53,300\text{gr} - 53,300\text{gr}) \cdot 100}{53,300\text{gr}} = \% 0,00$$

15. Kuru Direnç

Plastik olarak şekillendirilen dikdörtgen prizması şeklindeki, yaklaşık 220x20x14 mm boyutlarındaki çamurdan çubuklar, değişmez ağırlığa kadar kurutulurlar. Özenle soğutulan çubuklar ayrı ayrı ölçüm yapılmak üzere kuru direnç aygıtında kırılır. Bulunan kırma ağırlığı değerlerinden ortalama alınarak şu formülde yerine konur.

$$F = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2}$$

F = Kuru direnç kg/cm²

P = Kırma ağırlığı kg.

L = Mesnetler arası mesafe cm.

b = Çubuk genişliği cm.

h = Çubuk kalınlığı cm.

Kuru direnç ve pişmiş direncin ölçüldüğü, kuru direnç cihazının markası aşağıda verilmiştir.

Netzsch : 401 Made in West Germany

Geräte Nr: 111 3 458

$$F = \frac{3 \cdot 2,25\text{kg} \cdot 18\text{cm}}{2 \cdot 2\text{cm} \cdot (1,4\text{cm})^2} = 15,49 \text{ kg/cm}^2$$

Kuru direnç ölçümleri yapılırken , cihaz 300-N olarak sabit tutulmuştur.

16. Pişmiş Direnç (1000°C)

Denemesi yapılan çamurdan, pişmiş direnci ölçmek için alçı kalıplara numune basılır. Etüvde tamamen kurutulduktan sonra, 1000°C'de pişirilir. Daha sonra cihaza konup mukavemeti ölçülür.

$$F = \frac{3 \cdot 6\text{kg} \cdot 18\text{cm}}{2 \cdot 2\text{cm} \cdot (1,4\text{cm})^2} = 41,32 \text{ kg/cm}^2$$

17. Pişmiş Direnç (1200°C)

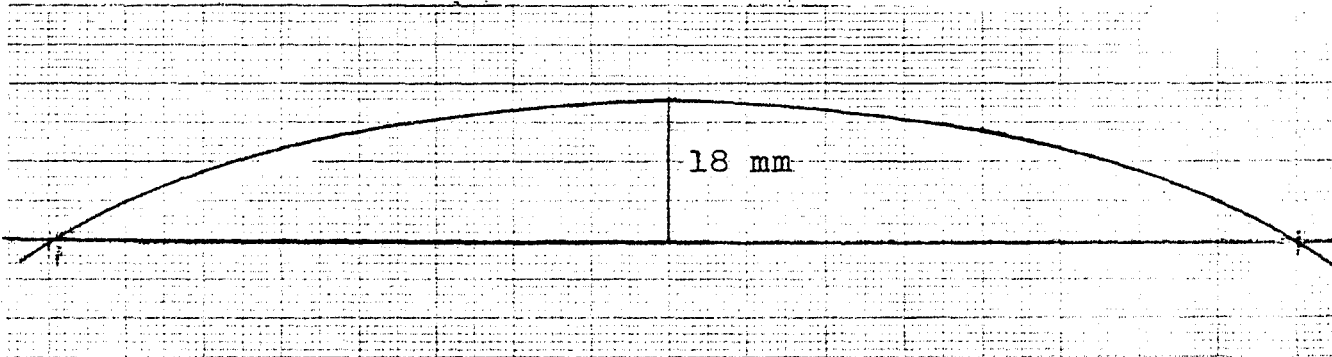
Denemesi yapılan çamurdan, pişmiş direnci ölçmek için alçı kalıplara numune basılır. Etüvde tamamen kurutulduktan sonra, 1200°C'de pişirilir. Daha sonra cihaza konup, pişmiş direnci ölçülür.

$$F = \frac{3 \cdot 30\text{kg} \cdot 18\text{cm}}{2 \cdot 2\text{cm} \cdot (1,4\text{cm})^2} = 206,63 \text{ kg/cm}^2$$

18. Eğilme Çapı (Deformasyon)

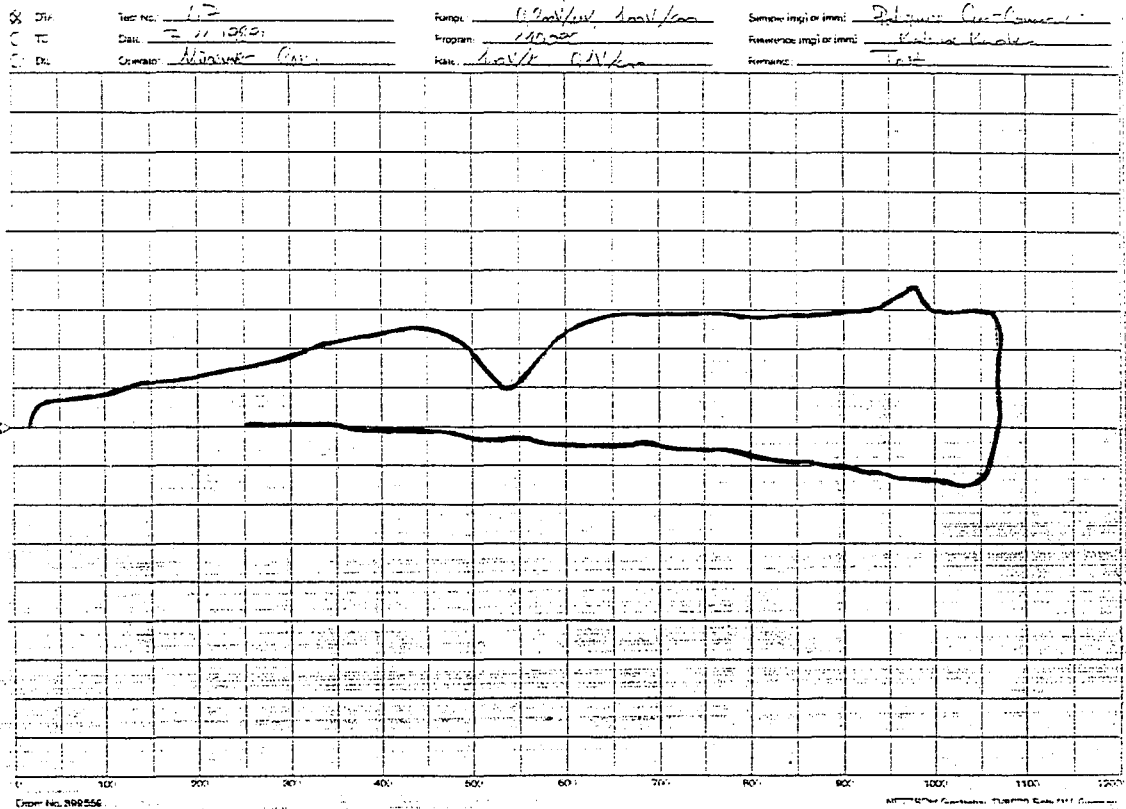
Eğilme çapını ölçmek için, deneme çamurundan alçı kalıp içine 220x 10x 10 mm boyutlarında numuneler dökülür. Etüvde iyice kuruduktan sonra, mesnetler arası 18,50 cm olan pramit ayaklarda 1200°C'de pişirilir.

Fırından alınan numune, milimetrik kağıt üzerine konup, eğilme çapı mm. cinsinden ölçülür. Eğilme çapı 18 mm olarak saptanmıştır.



19. Diferensiyal Termal Analiz (DTA) Deneyi

Hammaddenin düzgün bir şekilde ısıtılması sırasında, maddeyi oluşturan fiziksel ve kimyasal bileşimleri değişiklikler ugrarken, oluşturdukları sıcaklık farklılaşmaları, ekzotermik ve endotermik olarak açığa çıkar.



Deneyi yapılan çamurun DTA deneyinde görüldüğü gibi 500 - 600°C'da endoterm, 970°C dolaylarında ise ekzoterm reaksiyon saptanmıştır.

20. Uygulanan Testlerin Sonuçları

Öğütme süresi	: 7 saat
Litre ağırlığı	: 1690 gr/lt
Akışkanlık	: 16 saniye
Elek bakiyesi (DIN-100)	: % 0,11
Kuru madde miktarı	: % 61,27
Rutubet	: % 38,73
Kalınlık alma (5 mm)	: 25 dakika
P H (asit-baz)	: 8 (bazik)
Yoğrulma suyu	: % 27,41
Kuru küçülme	: % 4,00
Pişme küçülmesi (1000 °C)	: % 0,52
Pişme küçülmesi (1200 °C)	: % 8,75
Toplu küçülme (1200 °C)	: % 12,40
Su emme (1000 °C)	: % 17,44
Su emme (1200 °C)	: % 0,00
Kuru direnç	: 15,49 kg/cm ²
Pişmiş direnç (1000 °C)	: 41,32 kg/cm ²
Pişmiş direnç (1200 °C)	: 206,63 kg/cm ²
Eğilme çapı (deformasyon)	: 18,00 mm

İKİNCİ KISIM

HAM SIR DENEMELERİ, MODEL YAPIMI VE ALÇI KALIP HAZIRLANMASI

I- Ham Sir Denemelerinde, Seger Formülleri ve Reçeteleri:

1. Sir Denemesi

Sırın seger formülü

0,1149 Na₂O

0,5158 CaO

0,2770 ZnO

0,1955 Al₂O₃

2,3231 SiO₂

0,0843 BaO

0,0077 MgO

Sırın reçetesi

%

Yıkanmış Uşak Kaolini

17,03

Sodyum feldspat(Çine)

21,80

Mermer(Bilecik)

17,64

Kuvartz

25,45

Çinko oksit

7,80

Baryum karbonat

5,78

Dolomit

0,50

Titan oksit

3,95

2. Sir Denemesi

Sırın seger formülü

0,2653 MgO

0,5125 CaO

0,2220 Na₂O

0,2726 Al₂O₃

1,9830 SiO₂

Sırın reçetesi

	<u>%</u>
Sodyum feldspat(Çine)	50,00
Mermer(Bilecik)	10,00
Dolomit	20,00
Yıkanmış Uşak Kaolini	10,00
Kuvartz	10,00

3. Sır Denemesi

Sırın seger formülü

0,1374 Na₂O

0,7127 MgO 0,1687 Al₂O₃ 1,9283 SiO₂

0,1497 CaO

Sırın reçetesi

	<u>%</u>
Sodyum feldspat(Çine)	55,60
Mermer(Bilecik)	11,10
Talk	22,20
Yıkanmış Uşak Kaolini	11,10

4. Sır Denemesi

Sırın seger formülü

0,2769 MgO

0,5350 CaO 0,2650 Al₂O₃ 2,0828 SiO₂

0,0672 Na₂O

0,1207 K₂O

Sırın reçetesi

	<u>%</u>
Potasyum feldspat(Simav)	50,00
Mermer(Bilecik)	10,00
Dolomit	20,00
Yıkanmış Uşak Kaolini	10,00
Kuvartz	10,00

5. Sır Denemesi

Sırın Seger formülü

0,3000 K_2O , Na_2O 0,3000 Al_2O_3 3,0000 SiO_2
0,7000 CaO

Sırın reçetesi

	<u>%</u>
Sodyum feldspat(Çine)	52,54
Mermer(Bilecik)	23,39
Kuvartz	24,06

6. Sır Denemsi

Sırın Seger formülü

0,1226 ZnO

0,2446 Na₂O

0,0332 BaO

0,1502 MgO

0,4492 CaO

0,4116 Al₂O₃

2,9623 SiO₂

0,1797 ZrO₂

Sırın reçetesi

	%
Sodyum feldspat(Çine)	<u>39,70</u>
Bolu kaolini	14,07
Dolomit	8,17
Mermer(Bilecik)	8,82
Zirkon silikat	9,80
Çinko oksit	2,96
Baryum karbonat	1,96
Kuvartz	14,52

7. Sır Denemesi

Sırın Seger formülü

0,0380 BaO		
0,1700 MgO		3,5806 SiO ₂
0,5140 CaO	0,3908 Al ₂ O ₃	0,1549 ZrO ₂
0,2778 Na ₂ O		

Sırın reçetesi

	%
Sodyum feldspat(Çine)	<u>38,25</u>
Bolu kaolini	7,65
Dolomit	7,84
Mermer(Bilecik)	8,60
Zirkon silikat	7,17
Baryum karbonat	1,91
Kuvartz	21,32

8. Sır Denemesi

Sırın seger Formülü

0,1489 BaO		
0,1916 ZnO		4,6861 SiO ₂
0,5012 CaO	0,4592 Al ₂ O ₃	0,2548 ZrO ₂
0,1581 Na ₂ O		

Sırın reçetesi

	%
Sodyum feldspat(Çine)	<u>24,31</u>
Kuvartz	22,37
Mermer(Bilecik)	14,10
Baryum karbonat	8,26
Çinko oksit	4,37
Zirkon silikat	13,13
Al ₂ O ₃	6,12
Bolu kaolini	7,29

9. Sır Denemesi

Sırın Seger formülü

0,2000 K_2O , Na_2O

0,5000 CaO

0,3000 ZnO

0,2800 Al_2O_3

2,9000 SiO_2

0,2000 ZrO_2

Sırın reçetesi

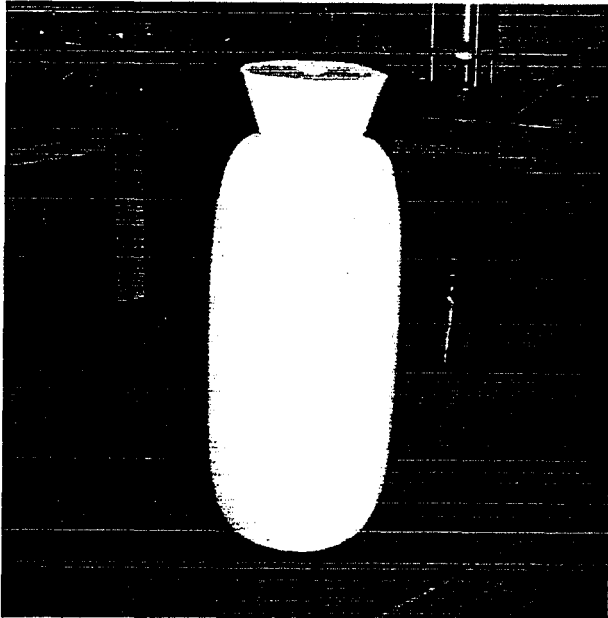
	%
Sodyum feldspat(Çine)	<u>33,20</u>
Mermer(Bilecik)	15,22
Çinko oksit	7,39
Bolu kaolini	6,49
Kuvartz	26,52
Zirkon silikat	11,14

II- Model Yapımı ve Alçı Kalıp Hazırlanması:

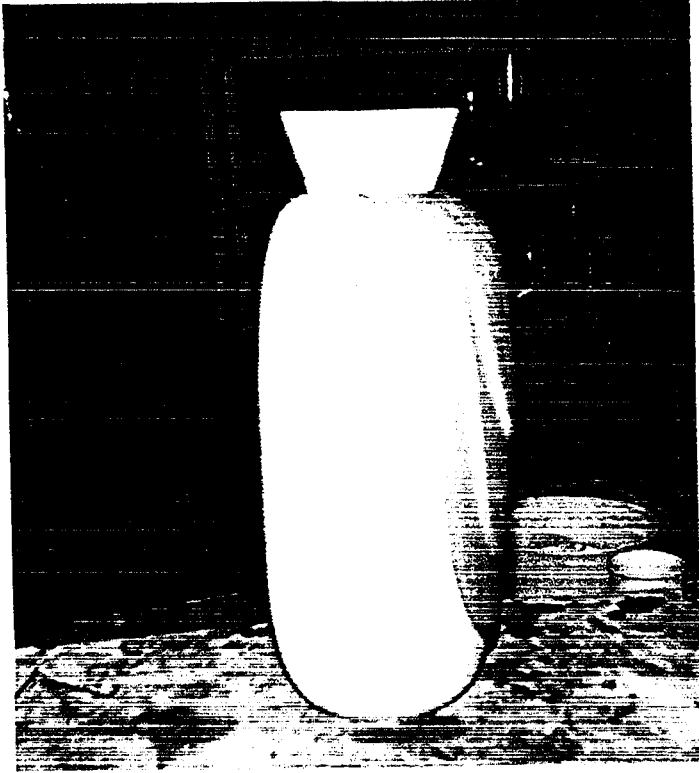
Seçimi yapılan çamurdan, büyük miktarda hazırlanıp değişik türlerdeki kalıplara döküm yapılmıştır. Amaç, çamuru işletmedeki kalıplarda denemektir. Laboratuvar denemelerinde olumlu sonuç veren çamur, işletmedeki kalıplarda da rahatlıkla kullanılmıştır.

Kullanılan kalıpların imalatına örnek vermek amacı ile bazı model ve kalıp alma aşamalarını gösteren fotoğraflar bu kısımda gösterilmiştir.

Ayrıca kalıplara yapılan dökümler, pişirilip değişik renklerde sırlanmıştır.

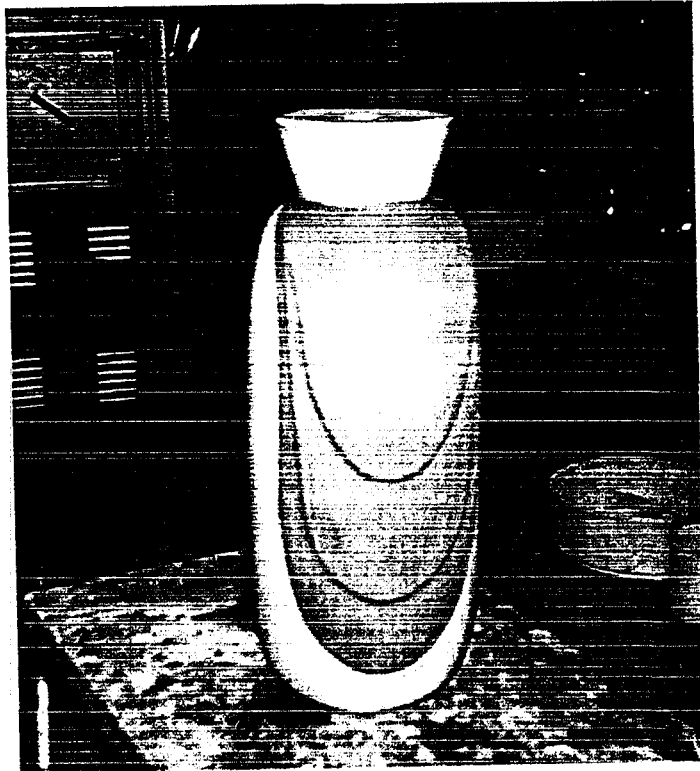


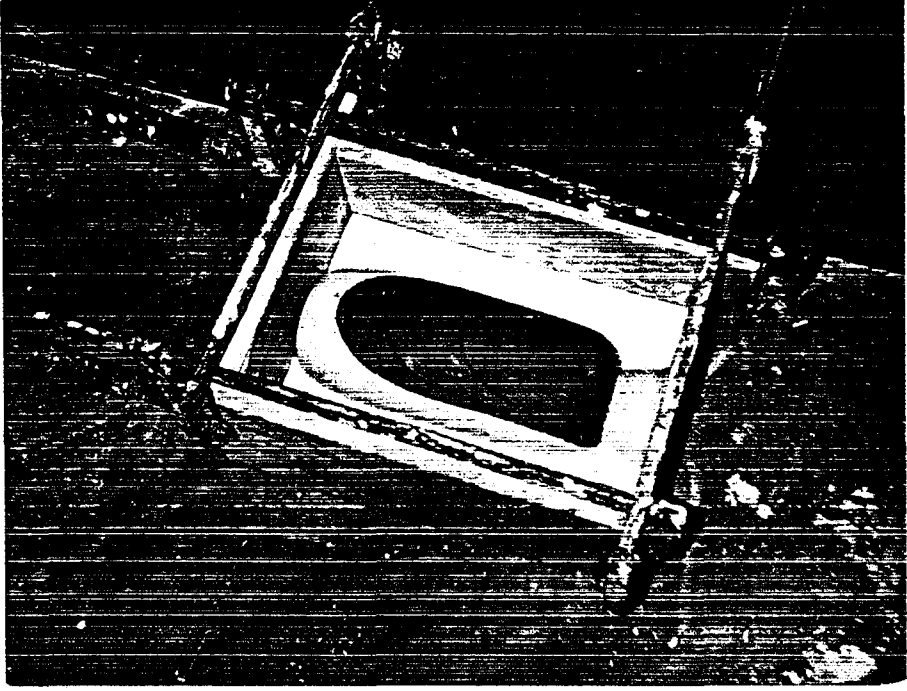
Resim 22: Alçı Model (vazo)



Resim 23: Alçı model üstüne rölyefin uygulanması.

Resim 24: Alçı model üstüne rölyefin uygulanması.





Resim 25: Alçı modelden kalıp alınması.



Resim 26: Rölyefli vazo.

Çap 12,5 cm. Yükseklik 28 cm.

Piştirimin yapıldığı fırın:

NABER

Model N 50 0,05 m³

Maksimum sıcaklık 1260 °C

3,3 kW 220 V Almanya



Resim 27: Değişik renkte sırların uygulandığı vazolar.



Resim 28: Rölyefli vazolara farklı sırların uygulanması.



Resim 29: Değişik boyut ve renklerde küre vazolar.

Resim 30: Küre vazolar(formlar), siyah renkteki küre vazo 1040 °C de pişirilmiştir.





Resim 31: Yarı mat sırın uygulandığı çanak.
Çap 50 cm. Yükseklik 19 cm.

Resim 32: Çanağın yandan görünüşü.





Resim 33: ay fincanlarına değişik sırların uygulanması.
ap 8,5 cm. Yukseklik 6 cm.

Resim 34: Değişik renkte sırların st üste uygulanması.
Tabak apı 16,2 cm. Yukseklik 1,9 cm.





Resim 35: Kül tablaları. Uzun çap 15,5 cm. yükseklik 3,2cm.

Resim 36: Çift cidarlı kül tablalarına değişik renkte sırların uygulanması. Çap 16cm. yükseklik 4,5cm.





Resim 37: Küre vazolar ve rölyefli vazo kompozisyonu.

Resim 38: Büyük küre vazo. Çap 15,5 cm. Yükseklik 13,5 cm.
Orta boy: Çap 12,5 cm. Yükseklik 11 cm.
Küçük boy: Çap 10 cm. Yükseklik 9,8 cm.





Resim 39: Neskafe ve çay kupaları. (Mag)
ap 8 cm. Yukseklik 8,4 cm.

Pişirimin yapıldığı fırın:
RIEDHAMMER

Tip 86/0/004 Almanya

0,46 m³

Maksimum sıcaklık 1300 °C

39 kW

SONUC

Düşük sıcaklıkta pekişebilen ve sırası ile uyumlu olan çamur üretimi son derece titiz bir teknolojiyi gerektirir.

Bu nedenden dolayı, önce hammaddelerin kimyasal analizlerinin bilinmesi gerekir. Kimyasal analizleri belli olan hammaddelerin rasyonel bileşimleri hesaplanıp, çamur denemeleri sırasında bünyeye giren maddeler yüzde olarak bulunur.

Su emme yüzdesini düşürmek için bünyeye feldspat yüksek miktarda konulmuştur. Fakat, feldspat yüzdesinin yüksek tutulduğu çamurlarda deformasyon ve çökmeler izlenmiştir. Bu yüzden hammadde seçiminin ve oranının çok iyi yapılması gerekir.

Ayrıca kil ve kaolinlere uygulanan fiziksel testler mevcut kil ve kaolinlere uygulanmıştır. Testlerin sonucunda

hammadeler hakkında daha detaylı bilgiler elde edilmiştir.

Su emmesi düşük olan çamur denemeleri içinden, iyi döküm özellikleri gösteren ve daha plastik olanı seçilmiştir. Seçilen bu çamuru daha iyi tanıyabilmek için bazı testler yapılmıştır. Laboratuvar şartlarında uygun özellikler gösteren feldspatlı çini çamurundan büyük miktarlarda hazırlanıp, irili ufaklı alçı kalıplara dökümler yapılmıştır. Amaç deformasyonu ve çökmeyi görüp, işletme şartlarına uygun olup olmadığını ölçmektir.

Ayrıca, yapılan sır denemelerinden uygun olanlar feldspatlı çini çamuru üzerinde denenmiştir.

Araştırmanın başta hedeflenen amacına ulaşılmıştır. Su emmesi düşük (% 0,00) feldspatlı çini çamuru (1200°C'de) mevcut hammaddeler ile gerçekleştirilmiştir.

Porselendeki su emme yüzdesi ile aynı olan feldspatlı çini çamuru işletme şartlarında rahatlıkla kullanılmıştır.

F A Y D A L A N I L A N K A Y N A K L A R

- ARCASOY Ateş : Seramik Teknolojisi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları, No:2, Meteksan Limited Şirketi, Ankara, 1988.
- DOĞAN Şaduman : Seramik Teknolojisi, 1.B., İstanbul, 1985.
- FRIEDL Hans : Seramik, Paşabahçe Ticaret Limited Şirketi, 6.B., 1980
(Çev. Çiğdem Öztekin)
- NORTON F. H. : Fine Ceramics, Malabar, Florida, Robert E. Krieger Publishing Company, 1978.

SINGER Felix

SINGER Sonja S.

: Industrial Ceramics, Chapman
and Hall, London, 1979.

SÜMER Güner

: Seramik Sanayii El Kitabı, Ana-
dolu Üniversitesi Yayınları,
No:308, Eskişehir, 1988.

TANIŞAN H. Hüseyin

METE Zeliha

: Seramik Teknolojisi ve Uygulaması
Birlik Matbaası, Söğüt, 1988.

WEISS Frechen R.

: Genel Seramik Teknolojisi, İs-
tanbul Porselen Sanayii A.Ş.,
Seminer Notları 5, C.II,
İstanbul, 1980.

: Seramik, T.M.M.O.B., Kimya Mü-
hendisleri Odası, Ankara, 1980.

: Seramik Hammaddelerine Uygulanan
Kimyasal Analiz ve Fiziksel Test
Metodları, TÜBİTAK, Marmara Bi-
limsel ve Endüstriyel Araştırma
Enstitüsü Malzeme Araştırma Üni-
tesi, Proje No: 03-1601-7801.
