



**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
SERAMİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**SERAMİK SÜREÇLER LABORATUARI**

**UYGULAMA 1**

- Deney1. Yüzey Nemliliği**
- Deney2. Asite Karşı Tepkime Davranışı**
- Deney3. Pişme Rengi Değişimi**
- Deney4. Ateş Zaiyatı**
- Deney5. Siyah Çekirdek Oluşumu**

## **DENEY 1. YÜZEY NEMLİLİĞİ (% RUTUBET MİKTARI)**

### **Amaç:**

Hammaddelerin nem oranlarının ve masselerdeki katı madde/su oranlarının tespit edilmesidir.

### **Deneyde Kullanılacak Araçlar:**

1. Saat camı
2. Hassas Terazı
3. Etüv
4. Spatül

### **Deneyin Yapılışı:**

- Analizi yapılacak olan hammaddelerden temsili numuneler alınır. Bu işlem yapılırken stok yığınının farklı bölgelerinden numuneler alınır ve beraberce harmanlanarak numune bölücüye alınır. Böylece temsili numune elde edilmiş olur.
- Bir miktar numune saat camı ile beraber tartılarak (ilk ağırlık  $M_n$ ) etüve konur.
- 100-150°C’de kurumaya bırakılır. Kurutma işlemi numune sabit ağırlığa gelinceye kadar devam eder.
- Sabit ağırlığa ulaşan numune tekrar saat camı ile birlikte tartılarak kuru ağırlığı (son ağırlık  $M_k$ ) bulunur.
- Aşağıdaki formüle göre % nem miktarı hesaplanır:

$$\% \text{ nem miktarı} = \frac{M_n - M_k}{M_n} \times 100$$

	$M_n$	$M_k$	$M_n - M_k$	% Nem Miktarı
<b>Numune 1</b>				
<b>Numune 2</b>				

**Çizelge 1.** Ağırlık kaybı ve % nem miktarını gösteren çizelge

## **DENEY 2. ASİTE KARŞI TEPKİME DAVRANIŞI**

### **Amaç:**

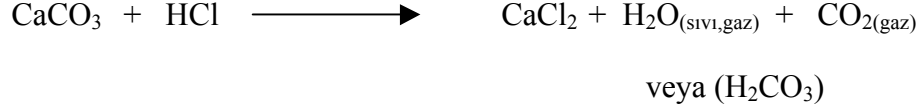
Hammaddede karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ihtiva eden bileşikler olup olmadığı tespit edilir.

### **Deneyde Kullanılacak Araçlar:**

1. Saat camı
2. Hidroklorik asit
3. Pipet

### **Deneyin Yapılışı:**

- Bir miktar numune saat camı üzerine alınır.
- Üzerine HCl damlatılır.
- HCl damlatıldıktan sonra hammaddede köpürme olup olmadığına bakılır.
- Hammaddede karbonat ihtiva eden bileşikler varsa aşağıdaki reaksiyona göre gaz çıkışı meydana gelir. Aşağıdaki tepkime bu olayı ifade etmektedir.



## **DENEY 3. PIŞME RENGİ**

### **Amaç:**

Üretilen ürünün rengine bağlı olarak kullanılan hammaddelerin pişirim işleminden sonraki renkleri önem taşımaktadır. Hammaddede ilk uygulanan testlerden birisi olan bu test sonucunda pişme rengi uygun olan hammaddeler üretimde tercih edilir. Pişme rengi uygun olmayan, üretimi etkileyecek farklılıklarda renklere sahip olan hammaddeler kullanılmamalıdır. Demir oksit gibi safsızlıkların pişirim sonrası renk değişimine neden olduğu bilinmektedir.

### **Deneyin Yapılışı:**

En az 15-20 g numune alınarak, mamul üretim koşullarında (pişirim süresi, pişirim sıcaklığı, fırın atmosferi vb.) pişirim işlemi yapılır. Pişirim işlemi sonrasında, numunenin rengi gözle veya gerekli görülürse renk ölçüm cihazları yardımı ile değerlendirilir. Pişirilen numune veya hammaddelerin daha önceki standart numunelerle renkleri kıyaslanarak uygun renktekiler üretim için kabul edilir, renginde farklılıklar gösteren hammaddeler üretime kabul edilmez ve reddedilir.

## DENEY 4. ATEŞ ZAIYATI

### **Amaç:**

Sıcaklığa bağlı olarak hammaddelerdeki ağırlık kayıplarını tespit etmektir. Genellikle kil ve kaolen türü hammaddelere uygulanır.

- Kil mineralindeki kristal suyun sıcaklığın etkisiyle buharlaşır ve ağırlık kaybına neden olur.
- Numunelerin bileşiminde (kompozisyonda) karbonat türü içeriklerin bulunması CO<sub>2</sub> çıkışına neden olmaktadır.
- Karbon içerikli organik safsızlıklar (kömür, ağaç parçacıkları vb.) gibi bileşenler sıcaklığın etkisiyle yanarak ağırlık kaybına neden olmaktadır.

### **Deneyin Yapılışı:**

İlk olarak, hammadde veya şekillendirilmiş numune yüzey neminin atılması amacıyla etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutma işlemine tabi tutulur. Kuru ağırlık tespit edilir. Kurutulan numune fırına tabanına yapışma ihtimali düşünülerek uygun plakalar üzerinde fırında yaklaşık 1000<sup>0</sup>C'de pişirilir. Pişirilmiş olan numune soğuduktan sonra tartılır.

$$\% \text{ Ateş Zaiyatı} = \frac{M_k - M_p}{M_k}$$

$M_k$  = Numunenin kurutulduktan sonraki ağırlığı

$M_p$  = Numunenin pişirildikten sonraki ağırlığı

	$M_k$	$M_p$	$M_k - M_p$	% A.Z
<b>Numune 1</b>				
<b>Numune 2</b>				

**Çizelge 1.** Ağırlık kaybı ve % ateş zayıyatını gösteren çizelge

## **DENEY 5. SIYAH ÇEKİRDEK OLUŞUMU**

### **Amaç:**

Kömür ihtiva eden bilhassa kil türü hammaddelerdeki kömür kirliliklerinin tamamen yanıp yanmadığını tespit etmektir. Kömürün iyi yanmaması durumunda numune kesitinin iç kısmında siyah bir görüntü oluşabilmekte, bazı durumlarda ise şişme meydana gelebilecektir. Siyah çekirdek oluşumu, kömür ihtiva eden killerde çok hızlı pişirime ve yüksek şekillendirme basıncı gibi faktörlere de bağlı olabilmektedir.

### **Deneyin Yapılışı:**

Kil hammaddesinden toprak haldeki numuneler veya şekillendirilen numuneler (kuru presle) yaklaşık 1000°C’de pişirilir. Pişirim işleminden sonra numuneler kırılarak kesitine bakılır. Kilin yapısı kömürün yanmasına müsait değilse iç kısımlarda siyah renkli bölgeler oluşur. Bu siyah bölgeler seramik üretiminde istenmeyen hatalardır. Su emme ve mukavemet gibi teknik özellikleri etkileyen bir hatadır.

### **Araştırma Kaynakları:**

1. “Seramik Teknolojisi”, Ateş ARCASOY
2. “Principless of Ceramic Processing”, James S. REED
3. “Modern Ceramic Engineering”, David W. Richerson



**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
SERAMİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**SERAMİK SÜREÇLER LABORATUARI**

**UYGULAMA 2**

**Deney 1. Elek Bakiyesi Tespiti**

**Deney 2. Elek Analizi**

## DENEY 1. ELEK BAKİYESİ TESPİTİ

### **Amaç:**

Massenin yeteri kadar öğütülüp öğütülmediğini anlamak için elek bakiyesi tayini yapılır. Tek eleğin üzerinde kalan malzeme tespit edilir. Baz alınan elek 63µ' luk elek olabilir. Elek delik büyüklüğü ne kadar küçülürse eleme o kadar zorlaşır. İnce elekler sadece sulu öğütme için kullanılır. (< 100µ). Kuru elemelerde ve yaş elemelerde elek deliklerinin tıkanmaması gerekir.

### **Deneyin Yapılışı:**

Değirmenden numune alınır, tartılır (örn.  $m_1 = 120\text{g}$ ) daha sonra seçilen elekten (örn. 63µ) geçirilir. Elekte kalan kısım dikkatli bir şekilde kurutma kabına alınır ve kurutulur (örn.  $m_2 = 3\text{g}$ ).

Bu esnada değirmenden aldığımız süspansiyon içerisindeki kuru madde miktarını da belirlememiz gerekir. Bunun için yine değirmenden belirli bir miktar süspansiyon alınır ve tartılır (15g). Daha sonra kurutularak tekrar tartılır (14g) ve kuru madde miktarı bulunur.

15g sulu	14g kuru	
120g sulu	x	x = 112g

---

Elekten geçirdiğimiz 120g süspansiyonun içerisinde 112g kuru madde var.

112g'da	3g elek üstü	
100g'da	x	x = % 2.67

---

Bu şekilde 63µ' luk elek bakiyesi % 2.67 olarak bulunur.

## **DENEY 2. ELEK ANALİZİ**

### **Amaç:**

Seramik hammaddelerin tane boyutlarının dağılım oranlarının tespiti için yapılan deneyler zincirinden oluşan bir seri işlemdir. Seramik teknolojisinde önemli bir rol oynayan hammadde ve sırların tane boyutlarının tespitiyle öğütme ve/veya zenginleştirme şartlarının ve sonuçları dolayısıyla kullanılacak olan teknolojilerin tespiti ve işleme şartlarının uydurulması bakımından önemli ve sık uygulanan bir deneydir.

Elek analizi kuru ve yaş olarak iki şekilde yapılır. Alümina, feldspat, kuvars ve benzeri plastik olmayan seramik hammaddelerin tane iriliğinin belirlenmesinde kuru elek analizi, suda dağılan hammaddelerin tane irilik testlerinde de yaş elek analizi yapılır.

### **2.1. Kuru Elek Analizi**

#### **Deneyin Yapılışı:**

- 105°C’de kurutulmuş ve 0,1 gr hassasiyetinde tartılmış 100 gr numune alınır.
- Testte kullanılacak eleklerin en incesi altta, en kalını üstte olacak şekilde sırayla dizilir. En üstteki eleğe tartılmış olan numune boşaltılır.
- Elek sarsıcısında birkaç dakika sarsılır. Her eleğin üstünde kalan bakiye tartılır.

### **2.2. Yaş Elek Analizi**

#### **Deneyde Kullanılacak Araçlar:**

1. Elek Seti
2. Saat camı
3. Piset

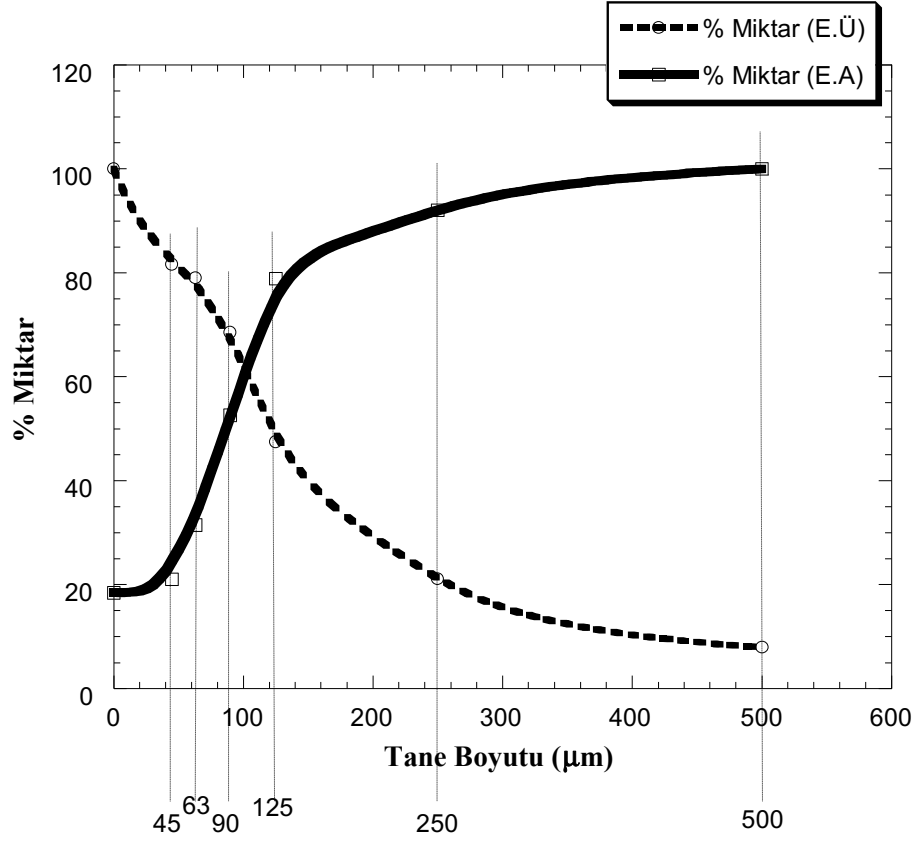
#### **Deneyin Yapılışı:**

- 100 gr numune alınır.
- Alınan numune belli bir miktar su ile açılır.

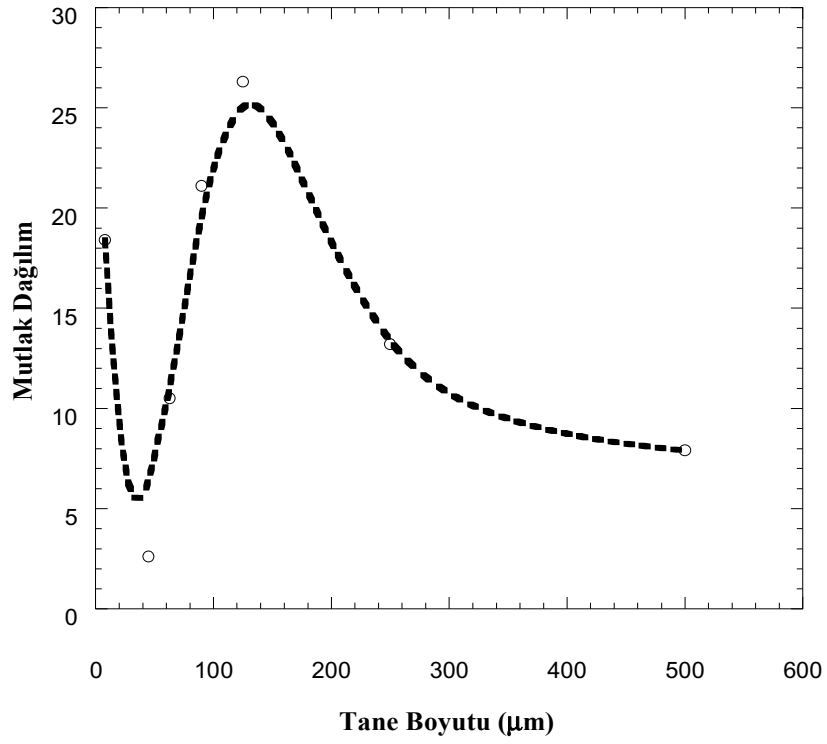


- Seçilen elek 45 $\mu$ 'luk elek ise diğer elekler de bunun  $\sqrt{2}$  (1,44) katı şeklinde artan oranlarda olmalıdır.
- Suda açılan numune 45 $\mu$ 'luk elekten elenir. Eleme işlemi musluk suyu altında alttan berrak su çıkana kadar devam eder.
- Elek altına geçen kısım kurutulup tartılır. Bu - 45 $\mu$  fraksiyonunu verir.
- Elek üstü 63 $\mu$ 'luk elekten geçirilir. Elek altı kurutulup tartılır. (-63+45 $\mu$ )
- Elek üstü 90 $\mu$ 'luk elekten geçirilir. Elek altı kurutulup tartılır. (-90+63 $\mu$ )
- Elek üstü 125 $\mu$ 'luk elekten geçirilir. Elek altı kurutulup tartılır.(-125+90 $\mu$ )
- Elek üstü 250 $\mu$ 'luk elekten geçirilir. Elek altı kurutulup tartılır. (-250+125 $\mu$ )
- Elek üstü 500 $\mu$ 'luk elekten elenir. Elek altı kurutulup tartılır. (-500+250 $\mu$ )
- Bu işlem ilk başta aldığımız katı ağırlığının % 5'i kalıncaya kadar devam eder.

Elek Açıklığı ( $\mu$ )	Elek Üstü Miktar (gr)	Mutlak Dağılım %	$\Sigma$ E.Ü.	$\Sigma$ E.A.
+500 $\mu$	15	7,9	7,9	-
-500+250 $\mu$	25	13,2	21,1	92,1
-250+125 $\mu$	50	26,3	47,4	78,9
-125+90 $\mu$	40	21,1	68,5	52,6
-90+63 $\mu$	20	10,5	79	31,5
-63 $\mu$ +45	5	2,6	81,6	21
-45	35	18,4	-	18,4



Şekil.1.1. Elek üstü ve elek altı miktarları



Şekil.1.2. Mutlak dağılım grafiği



**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
SERAMİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**SERAMİK SÜREÇLER LABORATUARI**

**UYGULAMA 3**

- Deney 1. Akışkanlık**
- Deney 2. Optimal Elektrolit Miktarı Tespiti**
- Deney 3. Tikotropi**
- Deney 4. Litre Ağırlığı ve Katı Madde Miktarı Tespiti**

## **DENEY 1. AKIŞKANLIK**

### **Amaç:**

Klasik seramik mamul üretiminde ve sır hazırlamada sulu öğütme yapılmaktadır. Verimli bir öğütme için massenin (süspansiyonun) akışkanlığının iyi olması gerekmektedir. Öğütülen massenin bir sonraki prosese taşınabilmesi değişik yöntemlerle olabilir. Burada önemli olan yine massenin akışkanlığının iyi olmasıdır aksi takdirde iyi akışkan olmayan bir massenin bir sonraki prosese ulaştırılması sorunlu olur. Yine dökümle şekillendirme ancak akışkanlığı iyi olan bir masse ile yapılabilir.

Sır açısından akışkanlık değerlendirildiğinde, sırlı bir mamul üretiminde Düzgün bir yüzey eldesi için sırlama esnasında sırnın akışkanlığının iyi olması gerekmektedir.

Bu nedenlerden dolayı seramik mamul üretiminde akışkanlık ve tespiti önem arz etmektedir.

### **Deneyde Kullanılacak Araçlar:**

1. Akış Vizkozimetresi
2. Kronometre
3. Beher
4. Mekanik Karıştırıcı

### **Deneyin Yapılışı:**

- Akışkanlık tespiti için öncelikle hiç elektrolit kullanılmadan farklı katı/sıvı oranlarında belirli miktarlarda süspansiyonlar hazırlanır.

Hazırlanacak Karışım Oranları:

- % 30 Su+% 70 Katı..... (1)
- % 35 Su+% 65 Katı..... (2)
- % 40 Su+% 60 Katı..... (3)
- % 45 Su+% 55 Katı..... (4)
- % 50 Su+% 50 Katı..... (5)

\*\* Yeterli gelmemesi durumunda su miktarı arttırılabilir.

- Hazırlanan süspansiyon hacmi belli olan ve alt çıkış deliği kapatılmış akış viskozimetresi içerisine tamamen doldurulur.
- Alt çıkış deliğinin açılması ile birlikte kronometre de çalıştırılır.

- Süspansiyonun tamamen akması için geçen süre akma süresi olarak tespit edilir.
- Tespit edilen süre su miktarına bağı olarak belirtilir.
- Ayrıca deneyde kullanılan fordcup'un akma delik çapının da belirtilmesi gerekir.

## **DENEY 2. OPTİMAL ELEKTROLİT MİKTARI TAYİNİ**

### **Amaç:**

Genellikle bir masseyi su ile akışkan hale getirmek için % 50'den fazla su kullanılması gerekir. Bu suyun belirli aşamalarda atılması göz önüne getirilirse kullanılan massenin mümkün olan en düşük miktarda su ile hazırlanması avantaj sağlar. Bu da elektrolit katkısı ile sağlanır. Elektrolit kullanılarak su miktarı % 30-35 oranlarında düşürülebilmektedir. Bir elektrolitin değişik hammaddelerdeki etkisi farklı olmaktadır. Bu sebeple her hammaddeye ve masseye uygun elektrolit çeşitleri ve bunların optimum miktarları denemeler neticesinde ortaya çıkar.

### **Deneyde Kullanılacak Araçlar:**

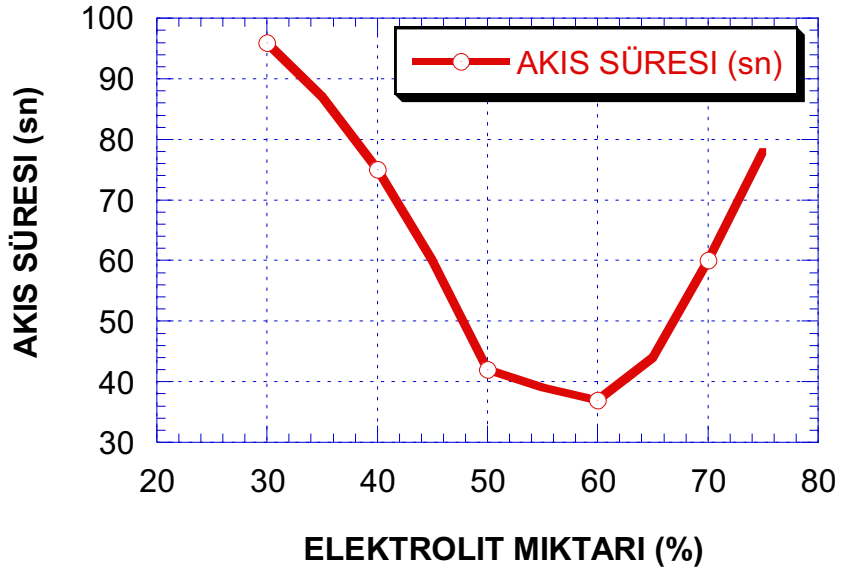
1. Akış Vizkozimetresi
2. Kronometre
3. Beher
4. Mekanik Karıştırıcı
5. Pipet

### **Deneyin Yapılışı:**

- Teste tabi tutulacak hammadde veya masse yeteri oranda su kullanılarak hedeflenen tane boyutuna öğütülür ve kurutulur.
- Ezilerek toz haline getirilen numuneden değişik haznelere aynı oranlarda konur ve üzerlerine tüm tanelerin nemlenmesini sağlayacak oranda su ilave edilir (su/katı = 40/60 gibi).
- Haznelere katı madde bazında sırası ile % 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, ..... şeklinde elektrolit ilave edilir. İyice karıştırıldıktan sonra her birinin akma süreleri tespit edilir.
- Akma süreleri elektrolit miktarına bağı olarak grafiğe aktarılır.

- En düşük akma süresini sağlayan elektrolit miktarı optimal elektrolit miktarı olarak belirlenir.

Elektrolit (%)	Akış Süresi (sn)
3,0	96
3,5	87
4,0	75
4,5	60
5,0	42
5,5	39
6,0	37
6,5	44
7,0	60
7,5	78



Şekil 1. Optimal Elektrolit Miktarı Grafiği

## **DENEY 3. TİKSOTROPI**

### **Amaç:**

Tiksotropi, durgun haldeki bir maseye mekanik kuvvetlerin etki ettirilmesi ile viskozite değerinin zamana bağlı olarak düşerek belirli bir değere ulaşması ve kuvvet geri çekildiğinde tekrar yükselmesi davranışıdır. Tiksotropi, süspansiyonun reolojik davranışlarını etkilediği gibi dökümle şekillendirilen seramik mamullerde tabaka oluşumunu ve oluşan tabakanın et kalınlığını da etkileyen faktörlerden bir tanesidir. Bu nedenle seramik masselerin tiksotropik davranışlarının belirlenmesi önem arz eder.

### **Deneyde Kullanılacak Araçlar:**

1. Akış Viskozimetresi
2. Kronometre
3. Beher
4. Mekanik Karıştırıcı
5. Pipet

### **Deneyin Yapılışı:**

- Optimal elektrolit miktarı testinde kullanılan süspansiyon teste tabi tutulacaktır.
- Viskozimetreye doldurulan süspansiyon bir süre (örneğin 15 dk.) bekletildikten sonra akış süresi tespit edilir.
- Bekletme süresi sonrası katılaşma yoksa akışkanlıkta ölçülen değer aynı ölçülür. Şayet katılaşma varsa ilk ölçülen değerden farklı bir değer elde edilir. İlk ölçülen ve bekletme süresi sonucunda ölçülen değer arasında farklılığa bağlı olarak süspansiyonun tiksotropik özelliği değerlendirilir.

$$\% \text{ Tiksotropi} = \frac{\text{Bekletildikten sonra ölçülen süre} - \text{Bekletilmeden ölçülen süre}}{\text{Bekletilmeden ölçülen süre}} \times 100$$

## **DENEY 4. LİTRE AĞIRLIĞI VE KATI MADDE MİKTARI TESPİTİ**

### **Amaç:**

Süspansiyondaki katı-sıvı oranının indirekt olarak tespit edilmesidir.

### **Deneyde Kullanılacak Araçlar:**

1. Piknometre
2. Hassas terazi

### **Deneyin Yapılışı:**

- Süspansiyon, darası alınmış ( $M_1$ ) ve hacmi bilinen ( $V_p$ ) piknometre cihazının ağzına kadar tamamen doldurulur.
- Piknometrenin kapağı kapatılarak dışa taşan kısım temizlenir.
- Süspansiyonla dolu piknometrenin ağırlığı tartılır. ( $M_2$ )
- $M_2 - M_1$  farkından süspansiyonun kendi ağırlığı bulunur.
- $$L.A = \frac{M_2 - M_1}{V_p (lt)} \dots\dots\dots gr / lt \text{ olarak bulunur.}$$

### **Katı madde miktarının tespiti için:**

- Süspansiyondan belli bir miktar alınıp tartılır ( $M_1$ ).
- Süspansiyon kurutulduktan sonra tekrar tartımı alınır ( $M_2$ ).
- İçerisindeki katı madde miktarı % olarak tespit edilir.
- $$\%K.M. = \frac{M_2}{M_1} \times 100 \dots\dots\dots \text{ olarak bulunur.}$$





**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
SERAMİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**SERAMİK SÜREÇLER LABORATUARI**

**UYGULAMA 4**

**Deney 1. Plastisite ve Yoğrulma Suyu Tayini**

## **DENEY 1. PLASTİSİTE VE YOĞRULMA SUYU TAYİNİ**

### **Amaç :**

Plastiklik bir hammaddenin su ile karıştırıldığında düşük kuvvetlerin etkisi altında şekillenebilmesi ve kuvvet kaldırıldıktan sonra da bu şekli muhafaza edebilme özelliğidir.

Seramik mamülleri üretiminde şekillendirme yöntemlerine bağlı olarak kullanılan hammadde ve masselerin belirli plastik özelliklere sahip olmaları gerekir. Bilhassa klasik seramik mamülleri üretiminde kullanılan masseler çoğu zaman plastik yöntemle veya döküm yoluyla şekillendirilirler. Kuru preslenen masselerde de yine belirli bir ham mukavemeti sağlayabilmek ancak plastik masse bileşenleri veya bağlayıcı katkıların yardımıyla gerçekleşir. Bu nedenle masse yapımında kullanılan plastik hammaddelerin bu özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

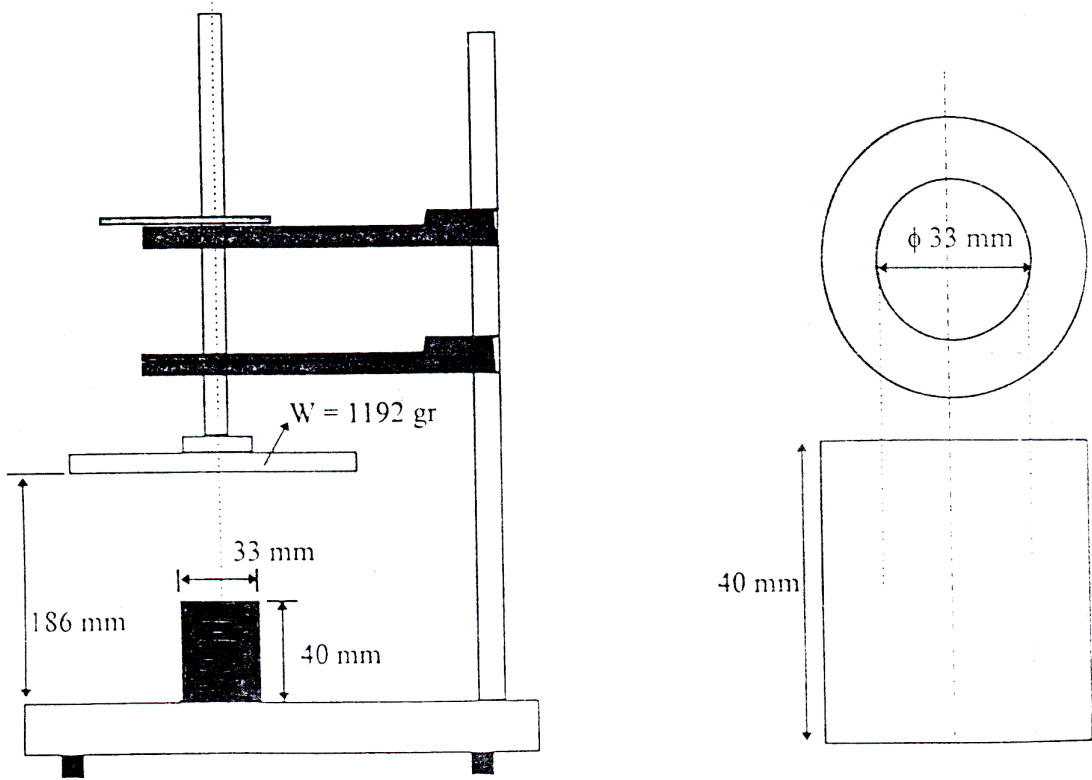
Bir hammadde veya massenin plastik özelliği değişik yöntemlerle tespit edilebilir. Burada Pfefferkorn yöntemi kullanılacaktır. Pfefferkorn yöntemi ile plastisite tayininde bir massenin içerdiği su miktarına bağlı olarak belirli bir kuvvetin etkisi altında gösterdiği deformasyon ölçülür.

### **Deneyde Kullanılacak Araçlar :**

1. Pfefferkorn Cihazı
2. İç ölçüleri :  $\phi = 33$  mm,  $h = 40$  mm olan silindir kap.

### **Deneyin Yapılışı :**

- Değişik oranlarda su ihtiva eden masse numuneleri hazırlanır. Bunun için süspansiyon halindeki masse alçı plaka üzerine dökülüp su oranı düşürülür veya farklı oranlarda katı madde ve su ihtiva eden numuneler ayrı ayrı hazırlanır.
- Alçı plaka üzerinde homojen yoğrulan numuneden en az üç adet farklı rutubette numune alınır.
- Bu numuneler metal silindir kalıba basılarak deney parçaları elde edilir.
- Hazırlanan deney numunelerinin boyutları aynı fakat içerdikleri su miktarı farklıdır.
- Cihazın alt tabakasının üzerine yerleştirilen silindir şeklindeki numunelerin üzerine yukarı kaldırılan metal plaka, pimi çekilerek düşürülür.



Şekil 1. Pfefferkorn Cihazı ve Kalıp

- Numunelerin deforme olmuş haldeki yüksekliği ( $h_1$ ) kumpasla ölçülür.
- Deformasyon oranı numunenin ilk yüksekliği ( $h_0$ ) deforme olmuş haldeki yüksekliğe ( $h_1$ ) bölünerek elde edilir.
- Teste tabi tutulan numunelerden birer parça alınıp kurutularak içerdikleri su miktarı hesaplanır.

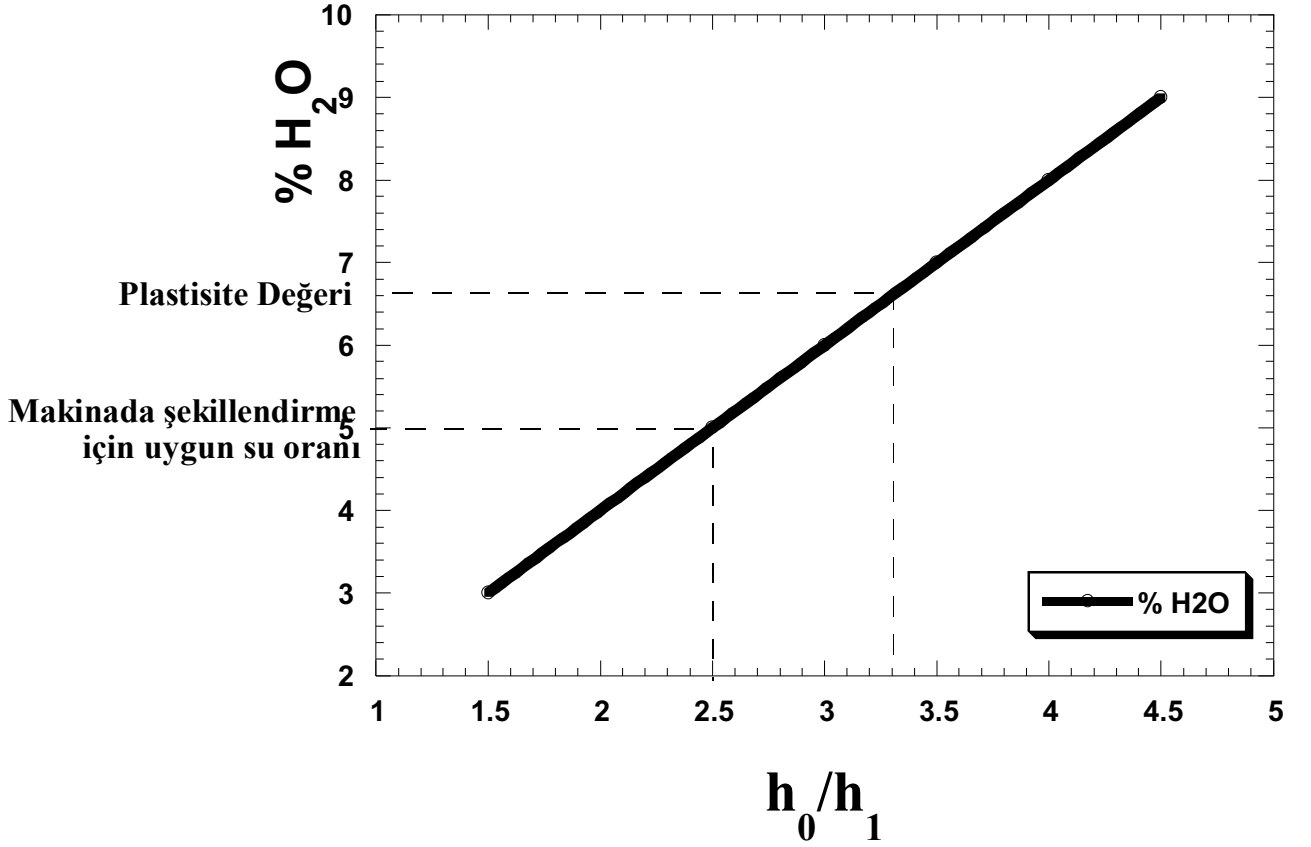
$$\%H_2O = \frac{m_0 - m_1}{m_1} \times 100$$

$m_0$  : nemli ağırlık

$m_1$  : kuru ağırlık

Numune	$m_0$	$m_1$	$h_0$	$h_1$	$h_0/h_1$	% Su
N1						
N2						
N3						

- $h_0/h_1$  oranları su miktarına bağılı olarak grafiğe aktarılır.
- Pfefferkorn'a göre bu testte numunelerin % 70 ( $h_0/h_1 = 100/30 = 3,3$ ) oranında deforme olmasını sağlayan masse kıvamı plastik şekillendirme için uygun olan kıvamdır ve bu kıvamı sağlayan su miktarı plastisite değeridir.
- Makine ile şekillendirme için  $h_0/h_1 = 2,5$  olmalıdır.



Şekil 2. Plastisite ve Yoğrulma Suyu Grafiği



**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
SERAMİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**SERAMİK SÜREÇLER LABORATUARI**

**UYGULAMA 5**

**MUKAVEMET TAYİNİ**

**Deney 1. Ham Mukavemet Tayini**

**Deney 2. Kuru Mukavemet Tayini**

**Deney 3. Pişme Sonrası Mukavemet Tayini**

## **AMAÇ:**

### **1. Ham mukavemet:**

Şekillendirme neticesinde elde edilen ürün ham ürün olup duruma göre kendi ağırlığı altında deforme olmaması, elle veya rulolar üzerinde örneğin kurutucuya kadar hasar oluşturmadan taşınabilmesi gerekmektedir. Ürünün kalıptan çıkarıldıktan hemen sonraki mukavemeti ham mukavemet olarak tanımlanmakta ve bu aşamadaki mekanik dayanımı tespit etmek amacı ile yapılmaktadır.

### **2. Kuru Mukavemet:**

Kurutma sonrasında numunenin sahip olduğu mukavemettir. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra ürün taşıma, dekorlama, sırlama ve transfer arabalarına yükleme, boşaltma gibi mekanik etkilere maruz kalır. Ürün bu işlemlerden hasarsız olarak geçmelidir.

### **3. Pişme Sonrası Mukavemet:**

Üretilen ürünler kullanım yerlerine göre genelde standartlar dahilinde öngörülen mukavemet değerlerine sahip olmalıdır. Bu nedenle ürünün pişme sonrası mukavemetinin tespit edilmesi gerekmektedir.

## **DENEYLERDE KULLANILACAK ARAÇLAR :**

1. Terazı
2. Hidrolik pres
3. Kumpas
4. Mukavemet ölçüm cihazı
5. Etüv
6. Fırın

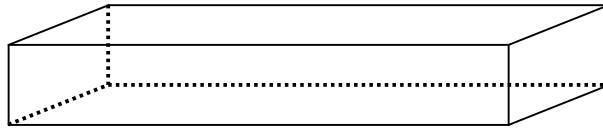
## **DENEY NUMUNELERİNİN HAZIRLANIŞI:**

- Numuneler plastik yöntemle, dökümle veya preslenerek şekillendirilebilir. Bütün numuneler aynı yöntemle şekillendirilmeli ve bütün parametreler sabit tutulmalıdır.
- Plastik yöntemle şekillendirme yapılacaksa plastik masse alçı kalıpta çubuk şeklinde bastırılarak şekillendirilir. Killerin yoğurma suyu miktarına göre su kullanılmalıdır. Numunelerde yüzey hataları, yüzey çatlakları olmamalıdır. Farklı sıkıştırılmalar olumsuz etki yaratır. Kuvvetin etki etme hızı önemlidir.
- Döküm yoluyla şekillendirme yapılabilir. Süspansiyon sürekli olarak alçı kalıba ilave edilir. Kapalı bir kalıp kullanmak daha sağlıklıdır.

- Kuru presleme yöntemi ile şekillendirme en hatasız şekillendirme yöntemidir. Hammadde % 3-5 nem ile nemlendirilir. Kaolen türü iri taneli hammaddeler mas**h**se yapımında hedeflenen tane boyutunu öğütülmelidir. Bu işlemden sonra kurutulur. Yapışan taneler toz haline getirilerek 150-200  $\mu$ 'luk elekten geçirilir.
- Ham mukavemet tayini için şekillendirilen numuneler şekillendirmeden hemen sonra mukavemet ölçüm cihazında teste tabi tutulurlar.
- Kuru mukavemet tayini için şekillendirilen numuneler etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulur ve daha sonra teste tabi tutulur.
- Pişme sonrası mukavemet tayini için numuneler kurutulup mamül pişirim sıcaklığında pişirildikten sonra teste tabi tutulur.
- Sağlıklı bir sonuç elde edilebilmesi için her test için en az 5 adet numune teste tabi tutularak bunların ortalama mukavemet değerleri alınır.

### **DENEYLERİN YAPILIŞI VE DEĞERLENDİRME:**

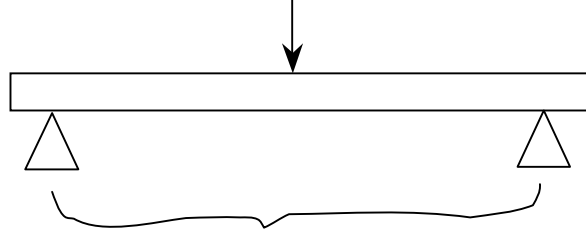
- Ham, kurutulmuş, pişirilmiş haldeki numunelerin yükseklikleri (h) ve genişlikleri (b) ölçülerek kaydedilir.



- Numuneler mukavemet cihazına yerleştirilir.
- Mesnetler arasındaki mesafe (L) ölçülür.
- Numuneye giderek arttırılan bir kuvvet (F) etki ettirilir
- F kuvveti numune kırılana kadar arttırılır.
- Numunenin kırıldığı andaki F kuvveti kaydedilir.

F

L



- Daha sonra aşağıdaki formüle göre kırılma mukavemeti hesaplanır:

$$\sigma = \frac{3}{2} \frac{FxL}{bxh^2} (\text{Kg/cm}^2)$$





**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
SERAMİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**SERAMİK SÜREÇLER LABORATUARI**

**UYGULAMA 6**

**KÜÇÜLME TAYİNİ**

- Deney 1. Kuru Küçülme Tayini**
- Deney 2. Pişme Küçülmesi Tayini**
- Deney 3. Toplam Küçülme Tayini**

## **AMAÇ:**

### **1. Kuru Küçülme:**

Kurutma prosesinde gerçekleşecek küçülme oranını tespit etmek ve ona bağlı olarak kurutma kinetiğini belirlemek temel amaçtır. Kuru küçülme oranı arttıkça hasar oluşturmadan kurutabilmek için kuruma hızının düşük tutulması önem arz etmektedir.

### **2. Pişme Küçülmesi:**

Seramik mamüller pişme prosesi esnasında belirli oranlarda küçülme davranışları gösterirler. Küçülme davranışına bağlı olarak pişirme prosesinin ayarlanması gerekir. Yüksek oranda küçülme davranışı gösteren mamüllerin yavaş ısıtılmaları gerekir. Aksi takdirde deformasyonlar ve çatlaklar meydana gelebilir.

### **3. Toplam Küçülme:**

Kalıp yapımı açısından önem arz eden bir özelliktir. Söz konusu massenin toplam küçülmesi göz önünde tutularak hedeflenen ebatlara uygun kalıplar yapılır. Kuru pres ile şekillendirilen masseler kalıptan çıkınca şişer. Kalıp yapılırken şişme oranı da göz önünde tutulmalıdır.

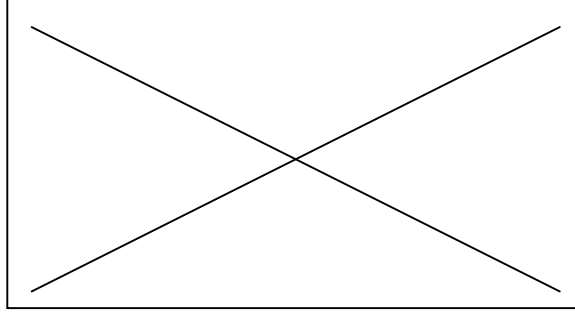
## **DENEYLERDE KULLANILACAK ARAÇLAR:**

1. Terazi
2. Hidrolik pres
3. Kumpas
4. Etüv
5. Fırın

## **DENEY NUMUNELERİNİN HAZIRLANIŞI:**

- Sözkonusu hammadde veya masse suyla şekillendirilebilir bir kıvama getirilir ve bir alçı kalıp içinde tabletler halinde bastırılarak numuneler hazırlanır.
- Numune hazırlanırken yoğurma suyu miktarında su kullanılmalıdır.
- Kuru presleme yöntemi ile şekillendirme en hatasız şekillendirme yöntemidir. Hammadde % 3-5 nem ile nemlendirilir. Kaolen türü iri taneli hammaddeler masse yapımında hedeflenen tane boyutunu öğütülmelidir. Bu işlemten sonra kurutulur. Yapışan taneler toz haline getirilerek 150-200 µ'luk elekten geçirilir.

- Şekillendirme işleminden hemen sonra tablet şeklindeki numunenin üzerinde diagonal halde belirli mesafeler işaretlenir ( $l_n$ ).



### **DENEYLERİN YAPILIŞI VE DEĞERLENDİRME:**

- Numuneler sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulur.
- Kuru küçülme tayini için numuneler tamamen kuruduktan sonra şekillendirme sonrası ölçülen diagonal uzunluklar tekrar ölçülür ( $l_k$ ).
- Aşağıdaki formüle göre % kuru küçülme değeri hesaplanır:

$$\%KuruKüçülme = \frac{l_n - l_k}{l_n} \times 100$$

$l_n$  : Şekillendirme sonrası diagonal uzunluk

$l_k$  : Kurutma sonrası diagonal uzunluk

- Pişme küçülmesi tayini için kurutulan numuneler mamül pişirim sıcaklığında pişirilerek pişirim sonrası diagonal uzunluklar tekrar ölçülür ve aşağıdaki formüle göre pişme küçülmesi hesaplanır:

$$\% \text{ Piş me K u lmesi} = \frac{l_k - l_p}{l_p} \times 100$$

$l_k$  : Kurutma sonrası diagonal uzunluk  
 $l_p$  : Piş me sonrası diagonal uzunluğu

- % Toplam k u lme aşağıdaki form le g re hesaplanır:

$$\% \text{ Toplam K u lme} = \frac{l_n - l_p}{l_n} \times 100$$

$l_n$  : Şekillendirme sonrası diagonal uzunluk  
 $l_p$  : Piş me sonrası diagonal uzunluk

- Her  l m iin en azından d rt numune kullanılır ve bu  l mlerin ortalama değerleri hesaplamalarda kullanılır.



**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
SERAMİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**SERAMİK SÜREÇLER LABORATUARI**

**UYGULAMA 6**

**SU EMME DENEYİ**

## **AMAÇ:**

Seramik ürünler genelde yapılarında katı fazların yanı sıra gözenek de ihtiva etmektedir. Klasik seramik mamuller ve refrakter ürünler genelde gözeneklidir. Gözenekler 3 şekilde değerlendirilmektedir.

1. Kapalı Gözenekler (geçirgen değil)
2. Torba şeklinde gözenekler (dışarıya bağlantılı)
3. Kanal şeklinde gözenekler (geçirgen)

Seramik ürünlerdeki kapalı gözenekler dışındaki diğer gözenekleri tespit etmek için söz konusu numunelerin su emme kapasiteleri tespit edilmelidir. Yani bir numunenin açık gözeneklilik durumu su emme oranıyla orantısal özellik göstermektedir. Su emme kabiliyetini tespit etmek suretiyle bir numunedeki diğer bir takım teknik özellikleri yorumlayabiliriz.

Aynı bileşime sahip değişik numuneler su emme oranları baz alınarak karşılaştırıldığında su emme oranları yüksek olan numunelerin düşük mukavemet değerlerine sahip olmaları muhtemeldir.

Su emme kabiliyeti üzerinde sinterleme hakkında bir fikir yürütmek de mümkündür. Su emme oranının düşük olması numunenin iyi sinterlenmiş olmasına bir işarettir. Buna karşın fazla por ihtiva eden bir numune iyi sinterlenmemiş demektir. Prensip olarak sıcaklık artışına bağlı olarak su emme oranı düşüş gösterir. Ancak, optimum pişirim sıcaklıklarının aşılmasıyla tekrar gözenekli bir yapı oluşumu söz konusu olabilir.

## **DENEYLERDE KULLANILACAK ARAÇLAR:**

1. Terazî
2. Beher
3. Isıtıcı

## **DENEYLERİN YAPILIŞI VE DEĞERLENDİRME:**

- Numuneler sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulur .
- Kurutulan numuneler tartılarak alınan tarım değerleri kuru ağırlık olarak kaydedilir ( $M_k$ ).
- Daha sonra numuneler su içerisinde ilgili standartın öngördüğü bir süre kaynatılır ve kaynatma işlemi sona erdikten sonra su içerisinde belirli bir süre bekletilir.

- Daha sonra numuneler sudan çıkarılıp tekrar tartılır (  $M_n$ ).
- Aşağıdaki formüle göre % su emme değerleri hesaplanır:

$$\% \text{Su Emme} = \frac{M_n - M_k}{M_k} \times 100$$

- En az dört adet numune teste tabi tutulur ve bu sonuçların ortalaması alınır.