

H. Sazcı

## Seramikte Kullanılan Killerin Tanımı

H. Sazcı

*Kaleseramik Çanakkale Kalebodur Seramik Sanayii A.Ş.*

**ÖZET:** Bu çalışmada killerin genel tanımı verilmiş, mineralojik sınıflandırılması yapılmıştır. Son bölümde ise kil minerallerine uygulanan Dilatometre ve DTA eğrilerinin değerlendirilmesi hakkında bilgi verilmiştir.

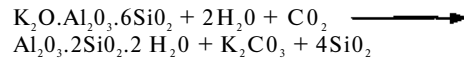
**ABSTRACT:** In this study, a general description and mineralogical classification of the clays have been given. In the final part, information about the application of Dilatometre and DTA curves to the clays has been specified.

### 1. GENEL KIL TANIMI

Kil mineralleri, kaolen, ve killer plastik şekillenme özelliklerinden dolayı klasik seramiklerin temelini oluşturur. Bir kil ne kadar az su ile şekillendirilir ve su katkı miktarı ile akışma özelliği çabuk değişmez ise (intervall geniş), o kil o derece iyi plastik özelliğe sahip kil olarak adlandırılır.

Kil mineralleri tabaka yapılı su içerikli aluminasilikatlardır. Plastik özellikleri tabakalarının plaka (pseudo hexagonal plakacıklar) şeklinde olması ve bu plâkalarının birbiri boyunca su sayesinde kayma özelliğine dayandırılır.

Kaolen yatakları granit ve diğer feldspat içerikli kayaların bozulmasıyla oluşur. Karbondioksit ve suyun etkisi ile jeolojik olarak uzun bir zaman aşımında feldspat içerikli kayalar, çözünür alkali karbonat ve çözünür SiO<sub>2</sub> bozulmasıyla kil minerallerine dönüşür.



Bu bozulma, taşıyıcı akan sudan korunarak yerinde (primer) cereyan ederse, kil minerali ve parçalanmamış kayaç kalıntıları (Feldspat, Kuars ve bazen Glimmer) ihtiva eden **ham kaoleni** oluşturur.

Kayaçların bozulması ile oluşan kil mineralleri doğal yollarla yüzeysel sular tarafından yerinden taşınırsa çökme ile sekonder yataklar oluşur ve **KİL** olarak tanımlanır. Killeri genelde 2 \(\mu\text{m}\) altındaki ince tanecikleri karakterize eder.

Ham kaolenler killere göre daha temizdir, zira yerinde oluşurlar, killer ise taşınma esnasında çevredeki maddelerle kirlenirler. Killer çok ince tanecikli yapıda olduklarından bozulma sürecinde iri taneli olarak kalan, Feldspat minerallerini içermezler bundan ötürü killerdeki K<sub>2</sub>O miktarı illitten veya İllit-Mbntmorillonit-klorit ile karışım tabakalı (Mixed layer) yapıdan kaynaklanır. Bu yapıya kaolende rastlanır.

Safsızlık olarak Kaolende kuars ve feldspata, Killerde ise İllit kafesi ile birlikte Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşenlerine rastlanır.

Silikat seramiklerinin yapı taşı SiO<sub>4</sub> - Tetraederdir. Kil minerallerinin yapısı SiO<sub>4</sub> - Tetraederlerin yüzeysel ağ oluşturma özelliğine dayandırılır (Şekil D-

- SiO<sub>4</sub> - Tetraederleri altışar halka halinde tetraeder tabaka oluştururlar.
- Al<sup>3+</sup> ve OH<sup>-</sup> grubundan ise Oktaeder tabakası oluşur.

- Kil mineralleri 2 veya 3 tabakalı olmak üzere sınıflandırılır ve Tetraeder ve Oktaeder tabakalarından oluşur.

### 2 Tabakalı Kil Mineralleri

Kaolanite Grubu: TetraederOktaeder oram

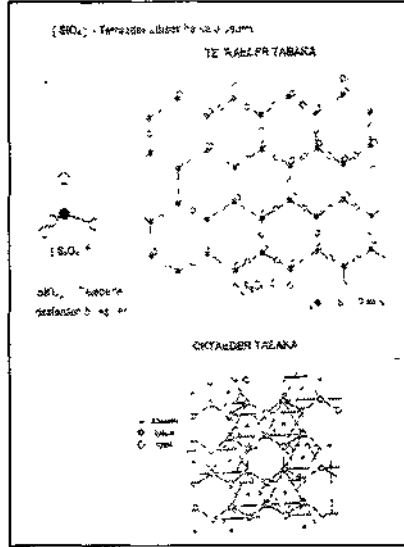
1 : 1

### 3 Tabakalı Kil Mineralleri

İllit-Montmorillonit Grubu:

Tetraeder : Oktaeder oram

2 : 1 (Orta Tabaka)



Şekil 1 Tetraeder ve oktaeder tabaka

Doğada kil minerallerine tamamen teorik yapılarında rastlamak zordur, zira;

- Kil mineral kafesinde belli iyonlar birbirinin yerine geçebilirler (İzomorf yer değişimi). Elektrik yükleri dengelenemezse ek bir iyon daha kullanılır. Örneğin Tetraeder tabakasinda  $Si^{4+}$  iyonu ( $Al^{3+}$  ve  $K^+$ ); Oktaeder tabakasinda ise  $Al^{3+}$  iyonu ( $Mg^{2+}$  ve  $K^+$ ) ile yerdeğiştirebilir.
- Tabaka sıralanmasında iki tabakalı ve üç tabakalı yapı, düzenli veya düzensiz olarak değişebilir. Bu durumda Karışım Tabakalı mineralden (Mixed Layer) söz edilir. (Ukrayna Killeri)

#### 1.1. Mixed Layer

Karışım tabakalı yapılarıdır.

Yapılarında İllit, Montmorillonit ve Chlorit yapı elemanları değişik varyasyonlarda bulunur birbirleri ile yerdeğiştirebilirler.

Düzenli ve düzensiz değişimli tabakalı halinde bulunabildiklerinden çeşitliliği oldukça fazladır.

Mixed Layer katkıları seramik yapılarda kararlı metanet sağlar.

## 2. KİLLERİN MİNEROLOJİK SINIFLANDIRILMASI

### 2.1. İki Tabakalı Kil Minerali

#### Kolanite Grubu

Kaolinit	: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
Diokit	: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
Nakrit	: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
Fireclay	: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
Hailoyisit	: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O \cdot 2H_2O$

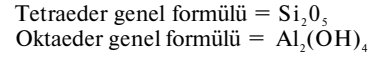
#### 2.1.1. Kaolinit

En basit kil minerali olan kaolinit 2 tabakadan oluşmaktadır. Şekil 2 de görüldüğü gibi

- Tetraeder tabakası oksijen ile yukarı doğru
- Oktaeder tabakası OH-Grubu ile aşağı doğru sınırlıdır.

$Al^{3+}$  ve  $OH^-$  grubundan oluşan Oktaeder,  $SiO_4^-$  grubundan oluşan Tetraeder ile birbirine bağlanarak tabakalı yapı oluşturmaktadır.

Al-iyonları köprü kurucu Oksijenin serbest valanslarına bağlanarak aynı şekilde altı köşeli yüzey oluşturur.  $Al^{3+}$  ün diğer iki valanslanmn herbiri OH-Grubları taşımaktadır.



#### 2.1.2 Dickit ve Nakrit

Kaolinit gibi aynı yapıya sahiptirler. Teknik özellikleri katda değer değildir.

#### 2.1.3 Fireclay

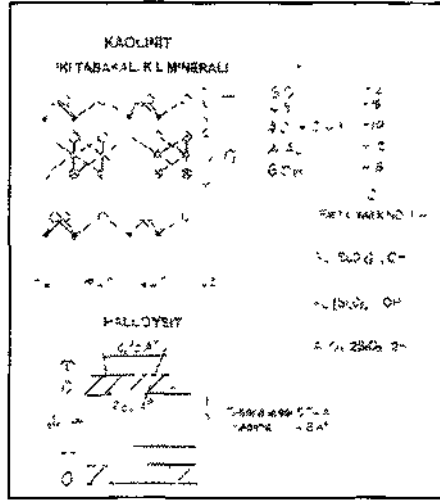
Kafes yapısı hatalı bir Kolinitir ve Kaolinite göre daha fazla plastikiğe sahiptir. Plaka çapı 0, i (im altındadır).

H. Sazcı

#### 2.1.4 Halloysit

Halloysitte tabaka boşluklarından su girerek tabakalar arası mesafeyi arttırır, böylece her bir tabakanın bağı zayıflar.

Oktaeder tabakası tetraeder tabakasından küçük olduğundan tabakalar kıvrılır ve borucuklar oluşur.



Şekil 2 İki tabakalı kil minerali (Kaolinit- Halloysit)

#### 2.2 Üç Tabakalı Kil Mineralleri

##### 2.2.1 İllit-Montmorillonit

İllit

İllitte Si/Al Glimmerdeki gibi 3:1 değil, yaklaşık 9:1 dir. Bu yüzden valenz farkı daha az olup, **daha az alkali içerir** ve ara tabaka tamamiyle dolu değildir. Yapıda Glimmere göre biraz daha fazla su içerir. Ara tabaka ve alkalileri **sıkı** olarak bağlıdır, bu yüzden iyon değişme özelliği düşüktür (akıştımlması zor). Glimmerin parçalanmış ürünü olan illitte yüksek plastikli killerde sıkça rastlanır. Kolay sınırlanır.

**Glimmer** :  $Ka_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

**İllit** :  $(K, Na)_{(0.5-0.7)} \cdot (Al, Fe^{III}, Mg)_2 \cdot [Al_{(0.35-0.4)} Si_{(3.6)} O_{10}] \cdot (OH)_2 \cdot (H_2O)_{(0.3-0.5)}$

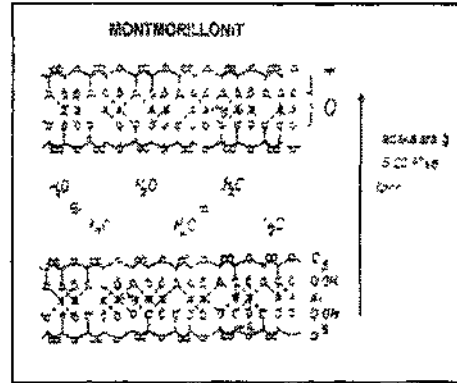
**Montmorillonit** :  $(K, Na)_{(0.5-0.7)} \cdot (Al, Fe^{III}, Mg)_2 \cdot [Al_{(0.5-0.7)} Si_{(3.5)} O_{10}] \cdot (OH)_2 \cdot nH_2O$

Montmorine içeren mineraller bentonit olarak adlandırılır. Montmorillonite Si/Al oran yaklaşık 7/1 dir, dolayısıyla illite göre daha da az alkali içerir. Ara tabakalı gevşek bağlıdır, iyon değişme özelliği yüksektir. Bu yüzden massede büyük plastiktik özelliği sağlar. Ara tabaka çok su alabilir ve böylece **şişer**. **Tixotrop** özelliğide bundan kaynaklanır.

Montmorillonitin diğer türevleri ;

**Beidellit** :  $(K, Na)_{(0.3-0.5)} Al_2 (Si, Al)_4 O_{10} (OH)_2 \cdot nH_2O$

**Neutronit** :  $(K, Na)_{(0.3-0.5)} Fe^{III}_2 (Si, Al)_4 O_{10} (OH)_2 \cdot nH_2O$



Şekil 3 Üç tabakalı kil minerali (Montmorillonit)

Minerallerin Katyon değişme Özelliklen

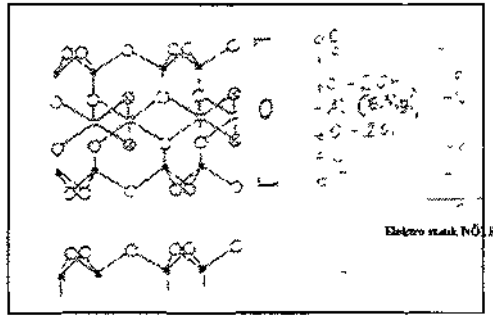
	mval/100gr
Kaolinit	0-15
Halloysit	5-50
illit	20-50
Montmorillonit	60-150
Chlorit	3-40
Vermiculit	100-150

1 val = Bir değerli iyonun 1 molu

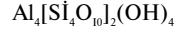
#### 2.3 Üç Tabaka Yapılı Silikat Mineralleri

##### 2.3.1 Pirofillit/Talk → (4Al yerine 6 Mg)

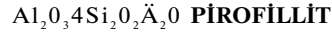
Glimmer - üç tabakalı silikat mineralidir. Glimmer kil minerali değildir ama Kil mineral grubuna dâildir. İllit grubu, İllite



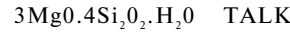
Şekil 4 Üç tabaka yapılı silikat mineralleri (Pirofillit/Talk)



JDioktaedrik  $Al_2[Si_4O_{10}]_2(OH)_2 = Al_2[Si_2O_5]_2(OH)_2$

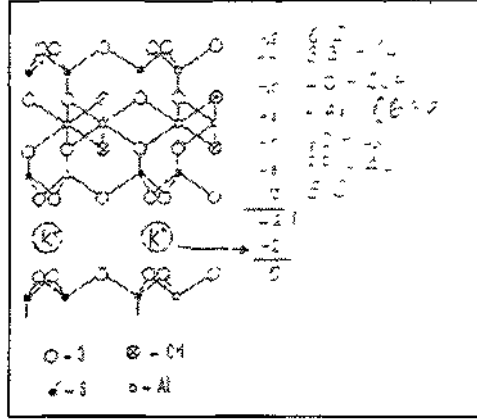


Trioktaedrik  $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$



2.3.2 Glimmer I Phlogopit  $\longrightarrow$  (4Al yerine 6 Mg)

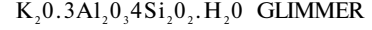
Nötr olmayan silikattır. Tetraeder tabakasındaki 4 Silisyum bir Alüminyum tarafınca yer değiştirilir. Bunu dışında aynı **Pirofillit/Talk** Grubu gibidir.



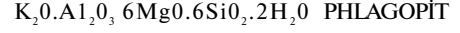
Şekil 5 Üç tabaka yapılı silikat mineralleri (Glimmer/Talk)

Valenz sayısı stabil değildir. Bu yüzden Alkali tabaka yerleştirilir. MUSKOVİT (Potasyum Glimmer) örneğindeki gibi 2 Potasyum yerleşir böylece refrakterliğini kaybeder.

Dioktaedrik  $KAl_3[AlSi_3O_{10}]_2(OH)_2$



Trioktaedrik,  $KMg_3[AlSi_3O_{10}]_2(OH)_2$

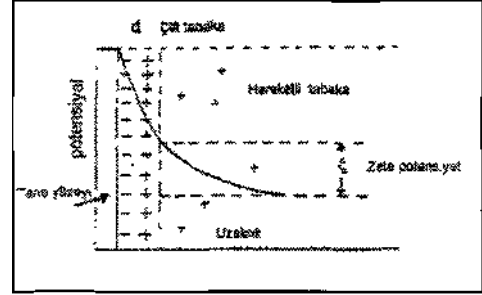


### 3. KİLLERİN REOLOJİK DAVRANIŞLARI - KOLLOİDAL STABİLİTESİ ve ZETA POTANSİYEL

Kil mineralleri taneciklerinin yüzeylerinde izomorf yer değişimi (özellikle  $Si^{4+}$  için  $Al^{3+}$ , ve  $Al^{3+}$  için  $Mg^{2+}$ ) ve plakacıklarının kenarlarındaki bağlarının kırılması ile **Negatif yükler** oluşur.

Suspensiyon kendi içinde yük açısından dengeli ve nötrdür. Kil taneciklerinin yüzeylerindeki negatif yüklerinin dengelenmesi absorblama ve değişme özelliğine sahip  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $H^+$  gibi katyonlar ile gerçekleşir.

Kil-su suspensiyonunda ( - ) yüklü, kil tanelerinin yüzeyinde ( + ) yüklü iyonlar bir tabaka bulunur ve çift tabaka olarak adlandırılır.



Şekil 6. Elektriksel Çift Tabaka

Kil tane yüzeyindeki zetapotansiyel kil tanelerinin birbirini itme gücünün göstergesidir. Zetapotansiyel ölçümleri ince taneli sistemlerde bir çok özelliklerin açıklanması için kullanılmaktadır, tane boyutunu, tane şekline ve bu tanelerin dağıtıldığı ortama bağlıdır.

H. Sazcı

Zeta potansiyel ölçümü seramiklerde iyi bir slip hazırlayabilmek için uygun pH aralığının belirlenmesinde kullanılır. Stabil bir kil suspensiyonu için en az -50 mV. luk bir zeta potansiyale gereksinim vardır. Eğer Zetapotansiyel -10 mV altında olursa kil taneleri arasındaki çekme kuvveti fazlalaşır ve flokülasyon başlar.

$$\xi = \frac{4\pi d \sigma}{D}$$

- $\xi$  Zetapotansiyel  
 $d$  Çift tabaka kalınlığı, (-) ve (+) yükler arası mesafe; zetapotansiyali etkileyen en önemli faktördür.  
 $\sigma$  Kil yüzeyinde birim alandaki şarj  
 $D$  Ortam sıvının dielektrik sabitesi

Doğal killer genelde ağırlıklı olarak Ca ve Mg<sup>+</sup> iyonları içerirler. Bu iyonlar iki değerli olduklarından negatif yüklü kil taneciklerim yüzeyinde "boşluk bırakırlar ve negatif yükler bu boşluklardan dışarıya doğru etkili kalır. Bu yüzden iki değerlikli katyonlu kil tanecikleri birbirlerini çekerler ve plastik bir masse oluştururlar ve ancak çok yüksek su katkısı ile flokülasyon önlenir.

Tek değerlikli örneğin Na- iyonlu killerde ise her bir negatif yüzey yüküne karşı bir pozitif Na-iyonu bulunur, bundan ötürü yüzey iyi perdelenecek tane-tane etkileşim azalır. Na-i-y onları toprak alkali iyonlarına karşın su içme çok daha etkin çözünür, kil taneciklerinin etrafında difuz bir katyon tabakası oluşturur. Bu yüzden itici kuvveti (zetapotansiyel) büyüktür ve çökmeye kararlı bir yapı yaratır (Deflokülasyon). Killerin niçin bazik ortamda açıldıkları sorusunun yanıtı Kolioidal Kil taneciklerinin elektiriksel özelliğinde saklıdır. H<sup>+</sup> iyonlu killer neden düşük enerji düzeyine sahiptir, çünkü küçük ve hidratize olmayan bu iyonlar taneciklerin çevresinde kuvvetli bir şekilde absorblanırlar ve çok ince bir su filmi oluştururlar, bundan ötürü dikey bir potansiyel-düşüş yaratırlar.

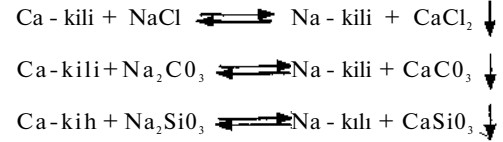
Çökme anında belli boyuttaki bir su filmi tanecikler ile beraber hareket eder. Bu su filmi ile serbest çözelti arasındaki sınırdaki Potansiyel, bir solüsyonun zeta potansiyelidir.

#### Killerin Ölçülmüş Olan Zeta Potansiyelleri

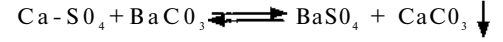
Ca-killi	= -10 kV
H-killi	= -20 kV

Mg-kili	= -40 kV
Doğal kil	= -30 kV
Na-kili	= -80 kV
Calgona tabi tutulmuş kil	= -135 kV

Döküm çamurlarında Na<sup>+</sup> katkısıyla kil tanecikleri arasında itici kuvvetler artarak deflokülasyon ve akışkanlık sağlanır. Ca - iyonları çözünmez bileşenler olarak çöktürülür.

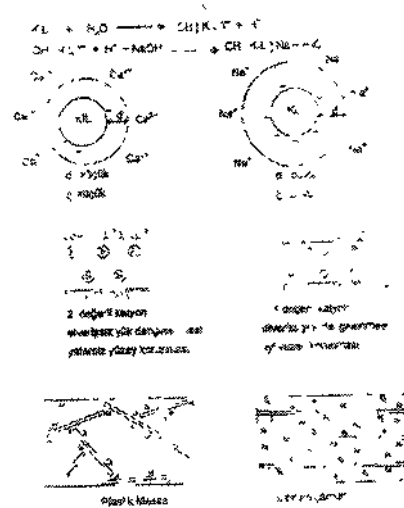


Ortamda alçı var ise (suda çözünmez) Kil, BaCO<sub>3</sub> işleme sokularak defloküle edilir.

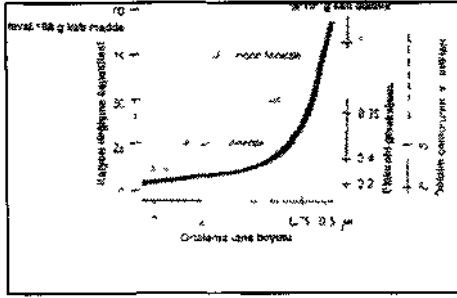
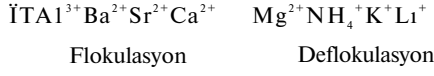


Glimmer mineralinde K- iyonları iki silika tabakasının altı köşeli boşluğuna çok iyi yerleşir ve yeterli sayıda olduğunda bu tabakaları kuvvetle tutar. Na-iyonları ise bunun için çok küçüktür.

Montmorillonit mineralinde Ca ve Mg-iyonları aynı şekilde silika tabakalarını su tabakası üzerinden tutarlar. Na-iyonları ise Silika tabakalarını birbirinden uzaklaştırdılar. Örneğin Na-iyonlu 2 gr Montmorillonit suda çökme esnasında 820 ml su alabilir. Bu durum bentonitin şişme özelliği olarak tanımlanır.



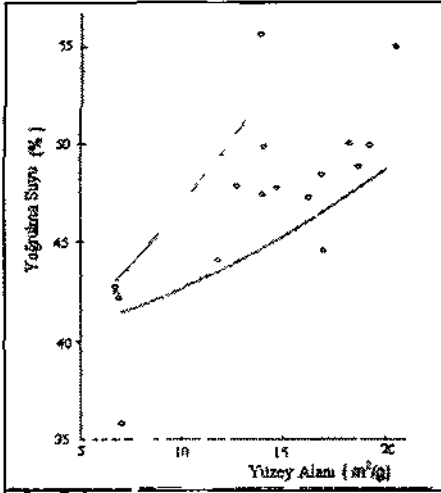
HOFMEISTER-Sıralamasına göre flokülasyon gucu.



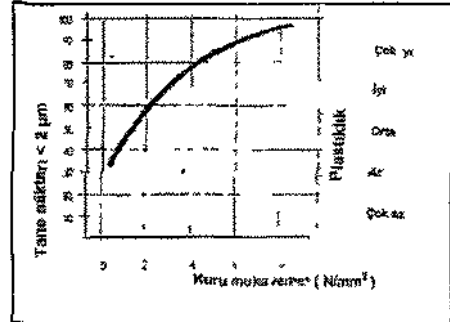
Şekil 7 Kıl minerallerinin akışkanlık özelliği

Minerallerin plastiklik sıralaması

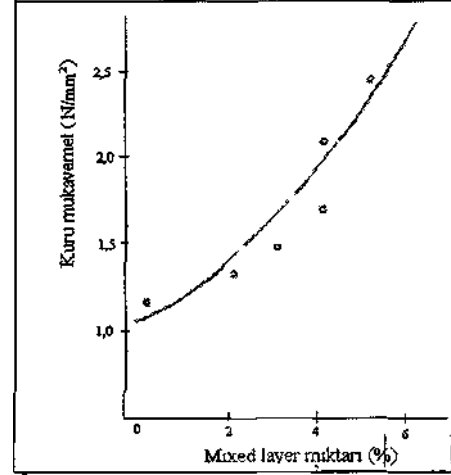
Glimmer Kaolinit-İllit-HaUoysti- Montmonllonit kıl  
 ———+— Plastiklik (artan)



Şekil 8 Kaolennin yoğrulma suyu ve yüzey alan ilişkisi



Şekil 9 Plastiklik, kuru mukavemet (80° de kurutulmuş) ve tane oranı (< 20µm) ilişkisi



Şekil 10 Kaolenderde mized layer katkı miktarı ile kuru mukavemet arasındaki ilişki

#### 4. PLASTİK KIL MİNERALLERİ ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Dilatometre eğrileri ile termogravimetri analiz değerleri kıyaslandığında şu sonuçlara varılır.

Kaolinit 500 °C ye kadar az bir genişleme gösterirken hiç suyunu kaybetmez ve 500 °C'den sonra çekme başlar. Bu sıcaklıkta gelişen buharlaşma ile karşı kuvvetler oluşur. Bu kuvvetlerin ilki küçülme kuvveti olup, Kaoleni küçültürken diğer karşı yönde iuhar basıncı kuvvetleri Kaolene dışarı doğru baskı yapar. Bu karşı yöndeki kuvvetler çok büyük olursa malzeme patlar. Hızlı kurutma ve pişirme prosesinde bu durumla devamlı karşılaşılır.

Kurutma ve pişirme hassasiyeti hakkında yorum yapabilmek için şu teşhisler gözden geçirilir:

#### Kurutma ve Pişirme

1. Mineralin su miktarına,
2. Suyun uzaklaşmasında meydana gelen genleşme ve çekmeye,
3. Suyun uzaklaşması esnasında genleşme ve çekmenin dengeli olmasına bağlıdır.

Böylece Genleşme - Çekme (Dilatometre) ham eğrilerinden şu değerlendirmeler yapılabilir.

- Malzeme, suyun uzaklaşması esnasında küçülürse, devamlı bir hassasiyet vardır zira su, buhar basıncı halinde dışarıya doğru çıkmaya çalışırken, mineral parçacıkları devamlı birbirine doğru yaklaşmaktadır (sıklaşmaktadır).
- Su uzaklaşırken kafeste genleşme olursa, dışarı doğru çıkan su buharına karşı fazla direç oluşmaz (örneğin Glimmer, Serizitte olduğu gibi), bu durumda hassasiyet çok azdır.
- Suyun uzaklaşmasında, başlangıçta genleşme olur ve sonradan küçülmeye dönüşürse (örneğin illitte 180 -200 °C'de), o zaman tekrar büyük bir hassasiyet oluşur.

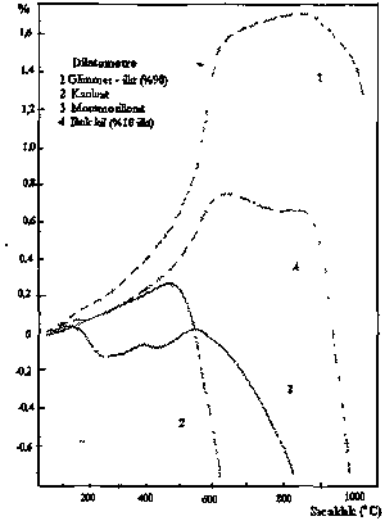
#### AA.Değerlendirme Sonuçları

- Montmorillonit, 200 °C'ye kadar çok çeker = çok yüksek hassasiyet
- İllit 180 - 200 °C'de hafif çeker = önemli hassasiyet
- Halloysit 100 °C de çekmeye başlar = önemli hassasiyet
- Fireclay 200 °C'de çekmeye başlar = önemli hassasiyet
- Serizit çekmez = sorunsuz.
- Glimmer çekmez = sorunsuz
- Kaolinit çekmez = sorunsuz

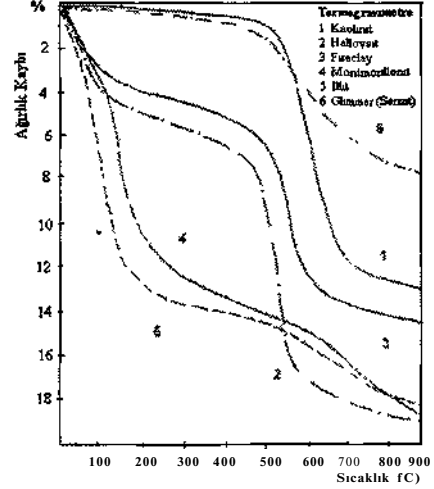
Dilatometre eğrisini 1000 °C'ye kadar izlediğimizde farklı sıcaklık zonlarında farklı hassasiyetler görürüz. Örneğin Kaolinit yaklaşık 500 °C de hashas bir bölgedir, çünkü burda oluşan küçülme ve suyun atılması birbirine karşı tesir etmektedir. Bu yüzden sıcaklık bölgesinde yavaş pişirilmelidir, bu yüzden suyun uzaklaşması yüksek dirence maruz kalmadan devam eder ve hassasiyet 300 °C'yi

aşıttan sonra azalır ve bunda itibaren çatlak oluşma riski olmadan tekrar hızlı pişirilebilir. Buna karşın Montmorillonit 600 °C civarında tekrar hashas bir sıcaklık bölgesi gösterir.

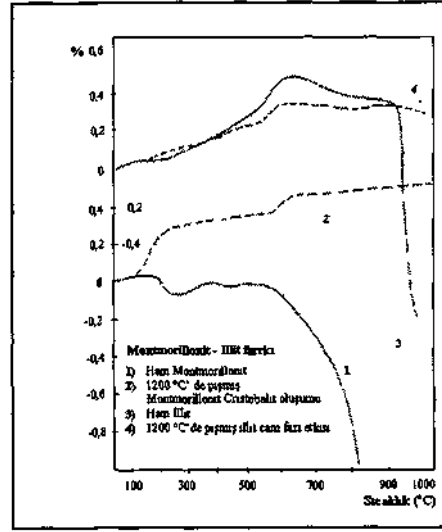
Görüldüğü üzere, Dilatometre - eğrilerinden mineral içeriğini bilmeden dahi, yüksek sıcaklıklara ısıtma işleminde hassasiyet ve davranışları hakkında değerli sonuçlar çıkartılabilmektedir.



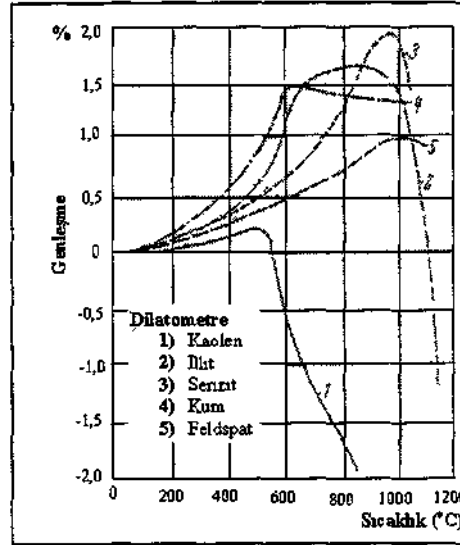
Şekil 11 Dilatometre ölçümleri



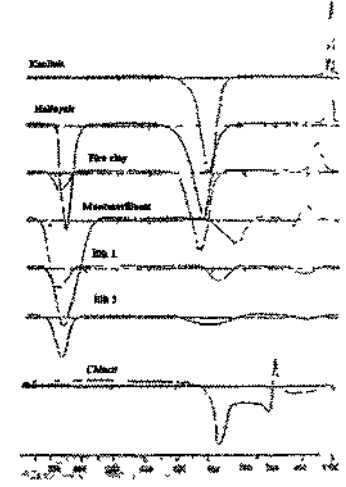
Şekil 12 Termogravimetre ölçümleri



Şekil 13. Dilatometre Montmorillonit- İllit farkı



Şekil 14 Killerin genleşme -sıcaklık ilişkisi



Şekil 15 Önemli kil minerallerinin DTAeğnleri

#### 4.2 DTA eğrilerinin değerlendirilmesi

##### 4.2.1 Kaolinit

Yaklaşık 585 °C'de kuvvetli bir endotermik pik ile karakterize edilir. Bu sıcaklıkta kristal suyu atılmaktadır. Ayrıca 950 °C üzerinde şiddetli ekzotermik piki kaoliniti karakterize eder.

##### 4.2.2 Fireclay

Endotermik ve ekzotermik pikleri Kaolinite nazaran daha düşük sıcaklıklardadır ve şiddetleri daha azdır. Endotermik 550 - 560 °C ; Ekzotermik 900 - 950°C

##### 4.2.3 Halloysit

Kaolinit gibi aynı karakteristik özellikleri vardır, ilaveten 100 - 150°C arasında endotermik pik gösterir.

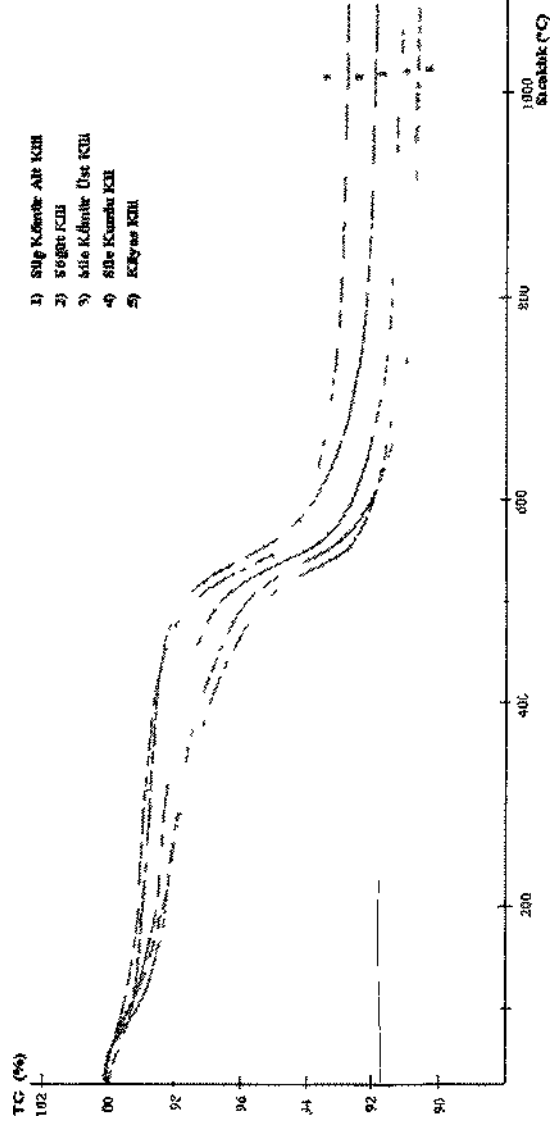
##### 4.2.4 Montmorillonit

100 - 200 °C arasında geniş endotermik piki ve 690 °C'de kendine has endotermik piki ile belirgin karakteristik özelliği vardır.

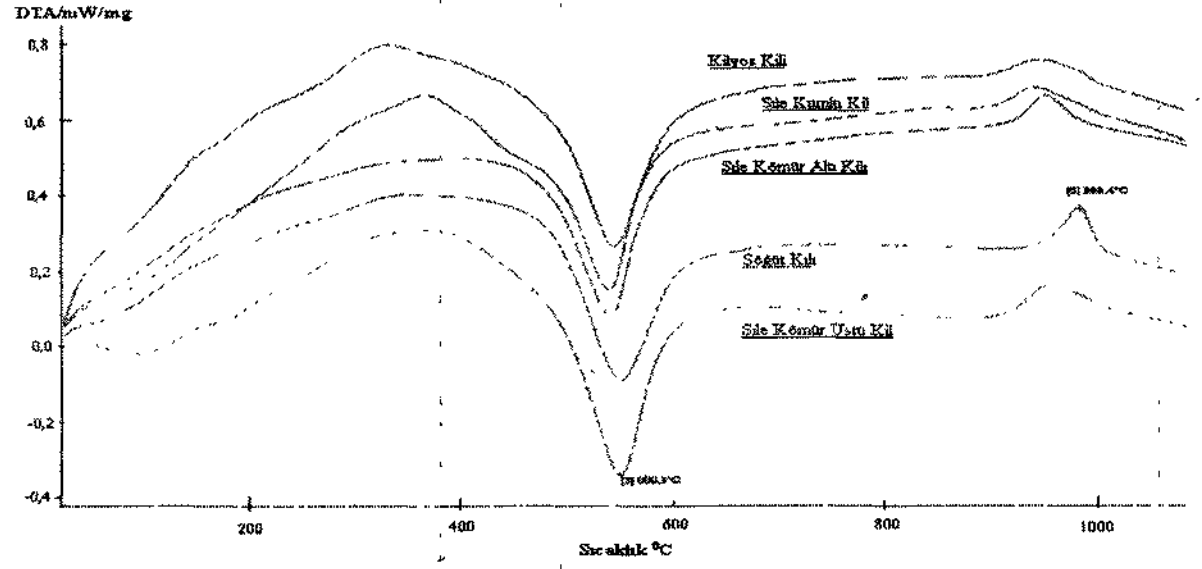
##### 4.2.5 İllit

Tipik bir özelliği yoktur.

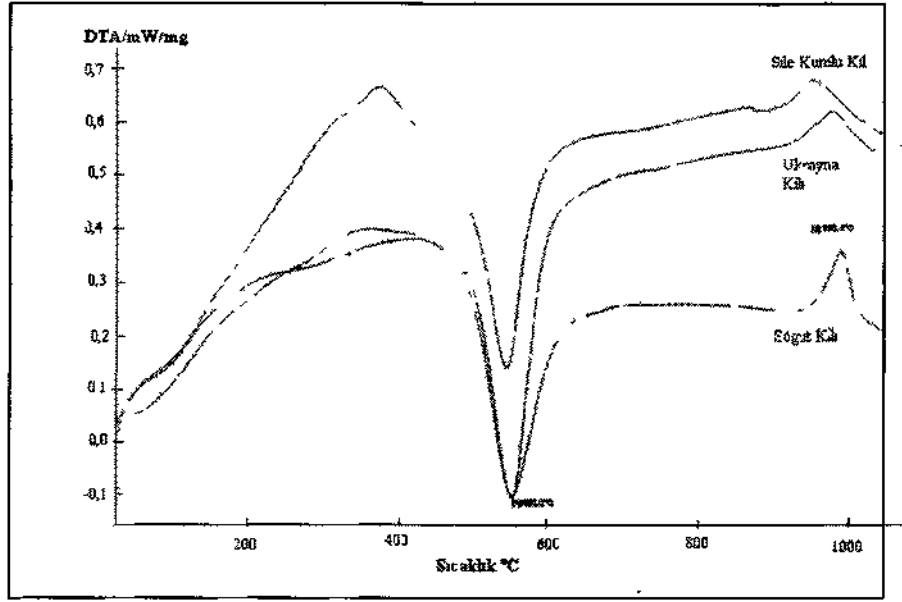




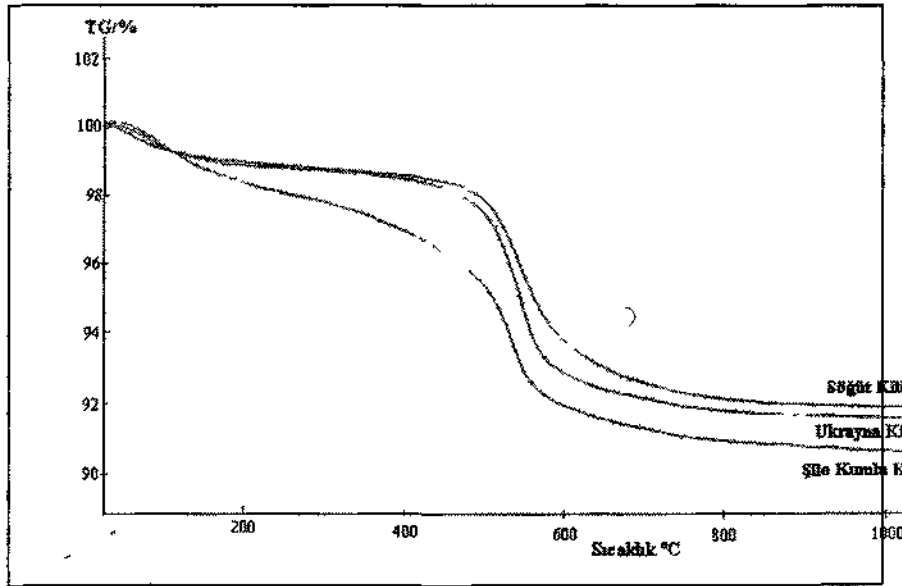
Şekil 16 Killeğin T-G Karşılaştırması



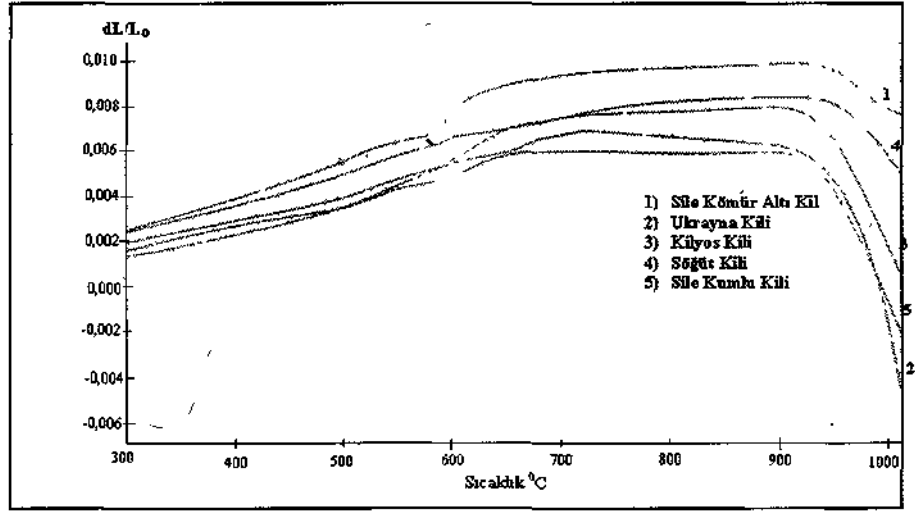
Şekil 17 Killerin D.T.A Karşılaştırması



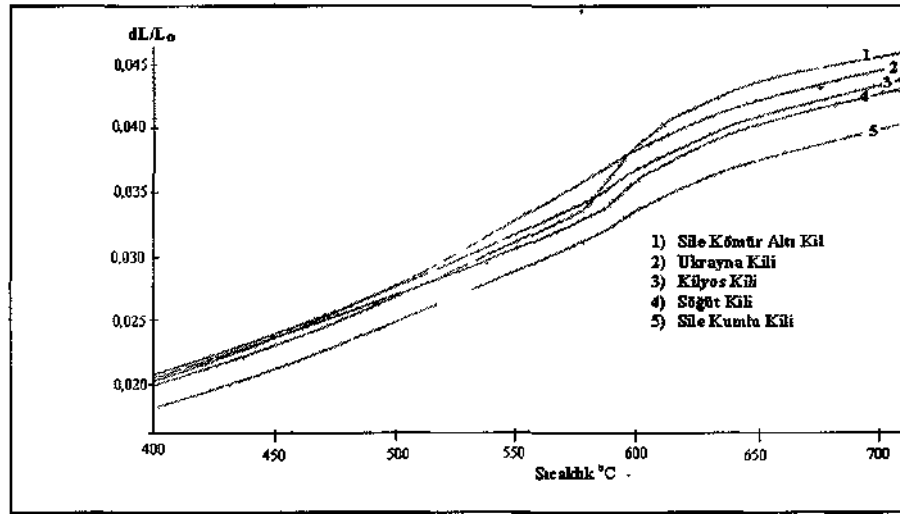
Şekil 18 Kömürlerin DTA Karşılaştırması



Şekil 19 Kömürlerin T.G karşılaştırması

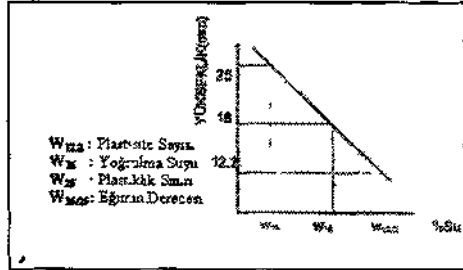


Şekil 20 Killerin ham DLM grafikleri



Şekil 21 Killerin 1000 °C'de pişmiş DLM grafikleri

5. PFEFFERKORN PLASITSITE AÇIKLAMASI



Şekil 22. Plastisite mdisi

$W_{16/25}$  oranı 1 değerinden ne kadar büyük ise plastiklik o kadar iyidir (Ukrayna kıl örneğinde olduğu gibi 1,20'dir). Bu oran 1'e ne kadar yakın ise plastiklik o kadar düşüktür (1,14 örneği ile Söğüt bölgesi Killeri'nde „olduğu gibi“). Söğüt Bölgesi Killeri iyi kristallenmiş kaolinitlerden oluşur. Bu durum X-Ray de 7,14 A° pikinin keskin ve yüksek intensitede olması ile kendim gösterir, 4,45 A° piki küçüktür (Grafik No 1)

Tane Boyut Dağılımı

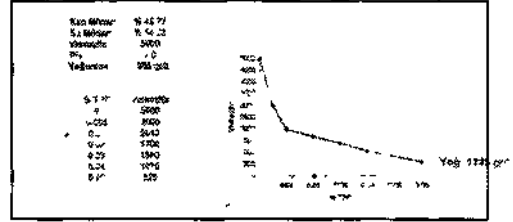
- > 500  $\mu$ m 500  $\mu$ m'dan büyük olan tanelerin yüzdesi
  - > 63  $\mu$ m 63  $\mu$ m'dan büyük olan tanelerin yüzdesi
  - < 10  $\mu$ m 10  $\mu$ m'dan küçük olan tanelerin yüzdesi
  - < 2  $\mu$ m 2  $\mu$ m'dan küçük olan tanelerin yüzdesi
- \*(D(v,0.5): Ortalama tane boyu)

Çizelge 1 X-Ray Difraktometre için Karakteristik "dA°" Değerleri

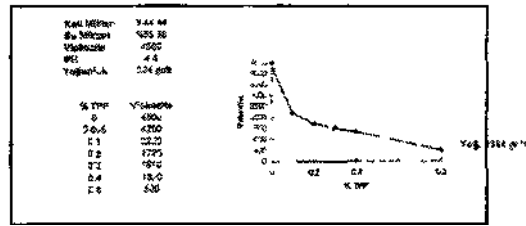
	dA°		
	$I_h$	$I_v$	$h$
<b>Kaolinit</b>	7,14	3,38	4,45
<b>Illit</b>	10,00	5,00	3,32
<b>Klorit</b>	14,00	7,12	3,56
<b>Montmorillonite</b>	15,00	4,50	5,01
<b>- Quartz</b>	3,34	4,26	1,82

Renk Cie. Lab

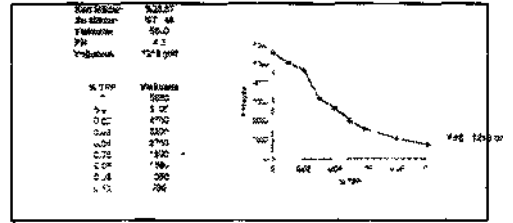
- $L_0$  Siyahlık  $L_{100}$  Beyazlık
- a Yeşillik +a Kırmızılık
- b Mavilik +b Sarılık



Şekil 23 Kilyos kili % TPP -viskozite değişimi



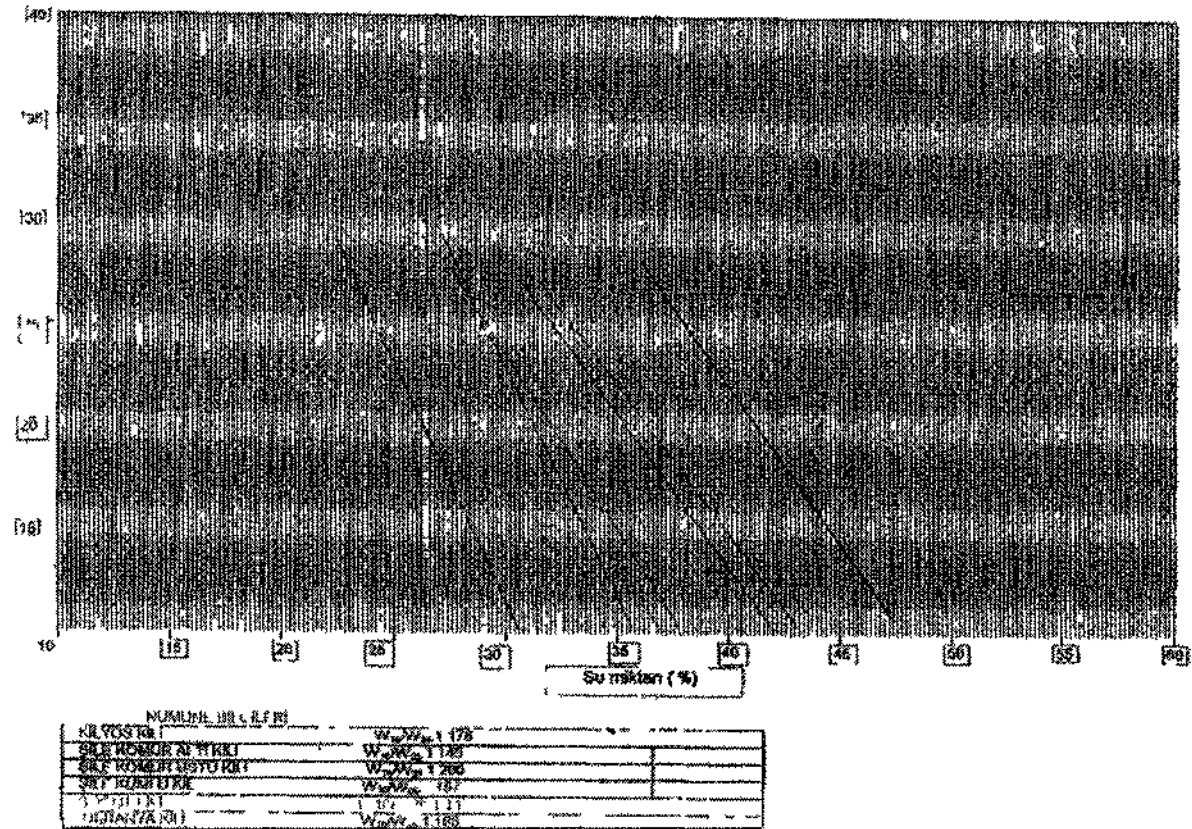
Şekil 25 Şile kömür altı kil % TPP -viskozite - değişimi



Şekil 26 Şile kumlu kil % TPP -viskozite değişimi

Çizelge 2 Killerin Teknik Özellikler

		Kilyos Kili	Şile Komur Altı Kili	Şile Komur Ustu Kili	Şile Kumlu Kil	Soğut Kili	Ukrayna Kili	
Kimyasal Analiz	KZ	9,03	6,56	8,23	8,68	7,41	7,82	
	% SiO <sub>2</sub>	58,16	65,33	58,93	59,33	62,6	56,05	
	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,2	21,03	25,99	25,31	23,84	29,76	
	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,62	1,86	1,57	2,63	1,51	0,88	
	% Organik Karbon	0,46	0,22	0,04	0,08	0,01	-	
Çamur Özellikleri	Yoğunluk (gr/lt)	1244	1239	1175	1244	1443	1230	
	PH	7,3	4,4	4,3	7,3	7,8	7,9	
	Viskozite (cp)	77,6	610	720	74	475	2080	
	% Kuru Masse	31,5	31,62	39	31,5	48,8	30,36	
Fiziksel Özellikler	SSA (m <sup>2</sup> /gr)	21,41	12,83	33,5	29,07	31,2	29,86	
	Plastisite Preflekon	W <sub>+2+</sub>	36,7	35	41,5	46,6	29,7	40,7
		W <sub>16</sub>	34,4	33,2	39,5	44,2	28,2	38,2
		w <sub>j</sub>	29,2	29	32,9	38,2	24,7	32,2
		W <sub>1(0,25)</sub>	1,178	1,145	1,200	1,157	1,140	1,186
	Tane Boyu	>500µm	-	%0,32	-	%1,35	-	-
		< 2µm	22,81	11,78	37,81	5,87	21,39	47,5
		< 10 µm	60,87	44,35	83,25	20,54	65,09	34,9
		> 63µm	12,91	17,81	-6,7	46,23	2,71	0,3
		*D (v, 0,5)	6,44	1-2,64	3,0	55,8	6,26	2,21
Seramik Özellikleri	Kuru Muk (N/mm <sup>2</sup> )	5,047	1,773	4,29	2,63	2,55	50,84	
	% Kuru Küçülme	0,97	3,87	6,84	6,28	4,29	3,33	
	1200°C Muk (N/mm <sup>2</sup> )	47,51	37,02	45,00	42,05	33,60	395,1	
	1200°C % küçülme	8,056	11,1	12,66	14,7	11,45	11,82	
	Su emme	0,03	4,14	0,04	0,03	0,005	0,018	
Minerolojik Özellikleri	% Kaolen	30	34	47	31	40	35	
	% Illit	14	9	15	12	5	44(mux lay)	
	% Mont	4	-	-	-	-	-	
	6 Klont	19	12	-	27	-	-	
	% Quartz	16	24	20	19	28	14	
DLM 100°C Isıtılmış	a 50010*	5,633	2,498	5,66	5,066	5,52	5,245	
Renk Cie. Lal 1200°C	L	74,74	82,53	64,64	80,21	93,53	89,24	
	A	+3,07	+2,52	+1,09	+4,67	+0,40	+0,74	
	b	+24,53	+20,68	+16,17	+22,98	+8,92	+13,02	
Yoğ. gr/cm <sup>3</sup>	Ham Şekilde	2,68	2,64	1,79	2,56	1,86	2,71	
	1200°C Isıtılmış	2,43	2,51	2,13	2,48	2,24	2,36	



Şekil 26 PFEFFERKORN metodu ile plastisite tayını