**SERAMİK HAMMADDELER**

**Ana Kayaçlar**

Kil-kaolen %50 Kuvars %25 Feldispat %25

**Yardımcı Kayaçlar**

****

**Hammaddeler**

1. Üretimde kullanılan hammaddeler

2. Üretimde kullanılan kalıp malzemeleri

 a) Jips-Alçı

 b) Metalik malzemeler en fazla special K DIN 1.2080

3. Bentonit seramik tanelerini bağlayıcı olarak kullanılan hammaddelerdir. Döküm, seramik hammaddeleri, peletleme cevherleri taneleri bağlar.

4. Beton ve refrakter beton seramiklerin uygulanması sırasında kullanılan hammaddeler veya yarı hammaddelerdir.





**SERAMİK HAMMADDELERİN HAZIRLANMASI**

Seramik hammaddeler daha çok açık işletme madencilik yöntemleriyle bir miktarda yeraltı madencilik işletme yöntemleriyle çıkarılır. Yatak işletmeye alınmadan önce rezerv etütleri yapılır. Bu etütler için kuyu, yarma veya sondaj yöntemi kullanılır. Eskiden kazma kürekle yapılan kazı işlerinde dozer, vinç gibi modern makineler kullanılmamaktadır. Hammadde yataktan çıkarıldıktan sonra kırma öğütme eleme süzme ve kurutma gibi bir sürü işlemden geçirilmektedir. Eğer hammadde içinde magnetik demir tanecikleri varsa ve ayrılması mümkünse magnetik seperatörlerden geçirilir. Bazı hammaddeler bu aşamada saflaştırma işlemine tabi tutulurlar.

**SONDAJ**

**1.KUVARS KUMU**

**kuvars kumu genellikle sahillerde bulunur kristal yapıya sahiptir ye kabugunda basınş altında seertlesmiştir . pk feldpaatta yarı yarıya**

**killer oluşurken k feldpattan kaoloonizasyonla sio2 amorf yapıdadır. Taneler de yüzey düzgünlüğü iyi degildir bura dan da kristal olmadıgı anlaşılır**

**asidik ortamlarda silis cökelmesi flint stone çakmak taaşı şeklinde ortaya çıkar yuzeyi gayet düzgün el aletleri yapımına elverişli tas devrinde bunlar kullanılmıştır.**

**Kuvarsit**

**kuvars taneleri(kristal) taneleri degişik maddelrin katkısıyla betonun agrega- çimento yapısına benzer sekilde tas oluşturmasıyla kuvarsit tasları ortaya çıkar.**

**agregalar kristal kuvars aralarındaki agrega çimento gibi yapı olur.**

**1.1. Giriş**

Kuvars kumu, kuvarsça zengin magmatik, metamorfik kayaçların ayrışması sonucu oluşan 2 mm’den küçük kuvars (SiO2) tanecikleridir. Kuvars kumları beyaz renklidir; demir oksit içeriyorsa, renkleri pembeden kızıla veya kahverengine kadar değişir. Silisten (SiO2) oluşan kuvars kumu az miktarda kil, feldspat, demir oksitler, karbonatlar ihtiva edebilir. Doğada saf olarak bulundukları gibi istenmeyen safsızlıklar ile karışmış olarak da bulunabilir. Kuvars kumları kullanma amaçlarına göre gerek fiziksel, gerekse kimyasal açıdan istenen özelliklere getirilebilmeleri için cevher hazırlama işlemlerine tabi tutulabilirler.

**SERAMİK HAM MADDELERİN HAZIRLANIŞI**

Hammadde hazırlama her yönü ile makine mühendisliğini ilgilendirir. Seramik daha çok açık işletme madencilik yöntemleriyle bir miktarda yer altı madencilik işletme yöntemleriyle çıkarılır. Yatak işletmeye alınmadan önce etütler yapılır. Bu etütler ise kuyu, yarma veya sondaj yöntemi kullanılır. Eskiden kazma kürekle yapılan kazı işlemlerinde dozer, vinç gibi modern makineler kullanılmaktadır. Hammadde yataklardan çıkarıldıktan sonra kırma, öğütme, eleme, süzme ve kurutma gibi bir sürü işlem uygulanır. Eğer hammadde içinde manyetik demir tanecikleri varsa ve ayrılma mümkünse manyetik seperatörlerden geçer. Bazı hammaddeler bu aşamada saflaştırma işlemine tabi tutulur.

Seramik hammaddeler daha çok açık işletme yöntemleriyle bir miktarda yer altı madencilik işletme yöntemleriyle çıkarılır. Yatak işletmeye alınmadan önce rezerv etütleri yapılır. Bu etütler ise kuyu yarma veya sondaj yöntemi kullanılır. Eskiden kazma kürekle yapılan kazı işleminde dozer vinç gibi modern makineler kullanılmaktadır. Hammadde yataktan çıkarıldıktan sonra kırma öğütme eleme süzme ve kurutma gibi bir seri işlemden geçirilmektedir. Eğer hammadde içinde manyetit demir tanecikleri varsa ve ayrılma mümkünse mağnetik seperatörlerden geçirilir. Bazı hammaddeler bu aşamada saflaştırma işlemine tabi tutulur(Norton).

Hammaddeler topraktan çıkarıldıktan sonra kırılır öğütülür, sınıflara ayrılır. Çeşitli hammaddeler maddeleri belirli oranlarda karıştırılır. Hammaddelerin pişirme sıcaklığı ve maliyeti yüksektir. Bunu düşürmek için geleneksel seramik üretiminde pişirme sırasında hammaddeleri oluşturan tozları birbirine bağlayacak yani cam faz meydana getirecek yabancı maddeler katılır. Belirli sınıflardan belirli oranlarda karıştırılır. Karışım, amaca göre değişik yöntemlerle şekillendirilir, kurutulur ve pişirilir.

# Döküm fabrikası kuracaksan önce seramik fabrikası kur.

**Döküm ocaklarının hepsinde refrakter kullanılır. Kil/ Kaolin önemli bir refrakter ham maddesidir.**

YER KABUĞU BİLEŞİMİ

 SiO2  Al2O3 Fe2O3 CaO Na2O K2O MgO TiO2 H2O Diğer

% 59 15.7 7.0 5.1 3.7 3.1 3.6 1 1.3 1.4

 Oksijen Si Al Fe Ca Na K Mg Hidrojen

 % 50 25 7 5 4

# KİLLERİN ve KAOLİNLERİN OLUŞUMU (KAOLİNİZASYON)

Killer granit,feldspat,pegmatit,bazalt,gibi kayaçların su,rüzgar,donma sıcaklık değişimleri,yeryüzü hareketleri ve bitkiler gibi fiziksel dış etkenler,su CO2, hümin asit,kükürtlü ve florürlü gazlar,yüksek sıcaklık gibi etkenlerle değişmesi sonucu oluşmuşlardır. Altta potasyum feldspatınınyani ortoklazın reaksiyonları görülmektedir.

K2O.Al2O3.6SiO2+2H2O-- kaya------) Al2O3.6siO2.H2O+2KOH Hidroliz

Al2O3.6SiO2.H2O----------------) Al2O3.4SiO2.H2O kmineral +2SiO2 silika (kum) ayrışır

Al2O3.6SiO2.H2O+H2O---------)Al2O3.2SiO2.H2O+4SiO2 silika ayrışır

Al2O3.2SiO2.H2O+H2O---------)Al2O3.2SiO2.2H2O kaolinit **Mineral kil ve kaolinin temelidir.**

Al2O3.2SiO2.2H2O--------------)Al2O.H2O+2SiO2+H2O Diyaspor + silika

Al2O3.H2O+2H2O---------------)Al2O3.3H2O boxite Gibsite (Norton)

Al2O3.2SiO2.2 H2O kaolinit mineral

**%39 %47 %16**

**Boksitli killerde boksit meydana gelebiliyor. Süper ateş tuğla fabrikasında meydana gelen olay bu.**

**Seramik = %50 kil-kaolin %25 K-feldspat % 25 silika kum**

**BOKSİT**

Diyaspor ve gibsiti “boksit” olarak adlandırılır. Boksitin oluşumu daha sonra ayrıntılı olarak anlatılacak.

Hiçbir yerde saf kaolinit bulunamaz. Çünkü bir miktar yabancı madde içerirler. Ana kayacın içerdiği alkali veya toprak alkali metallerin oksitleri suda çözünmek suretiyle kayaçtan uzaklaşır. Geride büyük yüzdesi alüminosilikat olan bileşikler kalır. Ayrışan silis çok ince tanelidir. Kum, kuvarzit, ganister halinde bulunabilir. Bunlarda silika refrakterlerin esasını oluşturmaktadır. Seramik hammaddesi olarakta feldspatlara kayaç, silika, kil, ürün, hepsi seramik üretiminde kullanılmaktadır. Oluşum sırasında karışan yabancı maddeler silis, feldspat, mikaları CaCO3,MgCO3,Fe bileşikleri ve organik maddeler sayılabilir.

**Taşınma ile kil oluşur.**

**>İnce taneli**

**>Renkli**

**>Organik madde karışır.**

Ana kayaç

Feldspat

**>Kaba taneli**

Kaolin beyaz

 Kil plastik renkli

# KİLLERİN ve KAOLİNLERİN OLUŞUMU (KAOLİNİZASYON)

Kil zeminler farkli kil minerallerinin bir araya gelmesi ile olusur.

Kil minerallerin bilesimi,esas olarak sulu alüminyum silikatlar ibarettir.Burada (SiO2 ve Al2O3) tetrahedronlari ve oktahedronlari tabakalar meydana getirmek üzere özellikle kil minerallerini meydana getirir.

Kil mineralleri ,kayaclari olusturan birincil minerallerin ayrismasiyla olusur.Bu neden ile ikincil silikatlar olarak adlandirilimislardir.

Yer alti ve yüzey sularinin tesiriyle ayrismis olan feldispatlarca zengin magmatik kayaclar,grovak,killtasi,killi sist gibi kayaclarin birikmesi sonucu olusur.

Ayrismaya maruz kalmis ana kayaca göre ve depolanma ve cökelme esnasinda kimyasal sartlara göre farkli kil mineralleri olusur.

 **Ana Kaya**

Tasinarak olusmus kil

Residual Kil

Arazide yerinde ana kayanin ayrismasiya (fiziksel ve kimyasal etkenlerle) ve cökelmesiyle olusan killer

Ayrismis ve uzaklara tasinmistir

Potasyumferdispat disprotezlerinde mukavemeti artirmak icin kullanilir.

Killer oluştukları yerde kalırsa bunlar primer veya kalıntı kil, yatağa da kalıntı kil yatağı denir. Bu tür illerde değişime uğramamış ana kayaç,silika ve diğer değişime uğramış mineral kalıntıları bulunabilir. Primer kaolin yatakları bunlara örnek gösterilebilir. Bu yataklardaki kil taneleri taşınanlara göre daha büyüktür. Bunu sonucu olarak plastik özellikleri daha azdır.

Kaolinlerde yabancı madde çok azdır dolayısı ile refrakter hammaddesi olarak kullanılabilir eskiden massesi beyaz olan yer karosu üretiminde kullanılırdı. Killerde demir oksit kirlenmesi olduğu için refrakter üretimine genellikle elverişli değildir . demir oksiti olanlardan ateş tuğlası yapılır 1400 dereceye kadar kullanılır

**BENTONİT**

**Bentonit kile göre daha fazla plastik özelliğe sahiptir. Bağlama gücü fazladır. Bağlama amaçlı kullanılır.**

Meydana gelen kil mineralleri su,rüzgar gibi dış etkenlerde taşınıp başka yerde birikmişse böyle yataklara seconder veya taşınmış yataklar denir.

Taşınmış killer daha ince taneli ve daha plastik olur. Taşınma sırasında kilin içine başka yabancı maddelerde karışır.Kullanım alanı dikkate alınarak şöyle sınıflandırabiliriz.(Seramik hammaddeleri)

Killer oluştukları yerlerde kalırlarsa bunlara “primer” veya “kalıntı kil” denir. Bu killerin oluşturduğu yataklara da “kalıntı kil yatağı” adı verilir. Bu tür killerde çeşitli etkilerle değişime uğramış kayaç, silika olmakla birlikte değişime uğramamış mineral kalıntılırı da mevcuttur. Primer killer diğer taşınan killere göre daha büyük oldukları için palstik özellikleri daha kötüdür.

Kalıntı kil yatağında oluşmuş kil mineralleri eğer çeşitli dış etkilere maruz kalıp başka yerlere taşınırlarsa ve burada birikirlerse oluşturdukları yataklara “sekonder” veya “taşınmış sekonder” adı verilir. Taşınmış killer diğer kil minerallerine göre daha ince yapıdadırlar. Plastik özellikleri de daha iyidir. Ayrıca bu minerallerin taşınması esnasında kilin içine başka yabancı maddeler de karışır. Saflık açısından bu bizim istediğimiz bir olay değildir.

## KİLLER

Doğada bol miktarda bulunur. Kil sadece seramik sayesinde değil başka alanlarda da önemli bir hammaddedir. Kağıt endüstrisinde dolgu malzemesi olarak kullanılır. Bugün hassas döküm sanayiinde kalıp imalinde kullanılır. Metalurjide döküm kumlarının hazırlamasında bağlayıcı olarak kullanılır. (bentonitler ve plastik killer). Birçok organik maddenin petrolden elde edilmesinde çimento gibi büyük endüstri alanlarında kullanılır. Bunların dışında yapıştırıcılara,şarap,bira gibi içkilerin arıtılmasında ,boya sanayiinde,lastik sanayiinde(krem,hap,merhem) imalinde kullanılır. Cevherlerin ve yakıtların peletlenmesinde kullanılır. Önceleri kil tanelerinin amorf olduğu zannediliyordu. X- ışınları elektron mikroskobu gibi araçlarla yapılan inceleme sonucu,kili oluşturan tanelerin kristal yapıda olduğu anlaşıldı. Kil taneleri altı köşeli plakalar şeklindedir.

Doğada bol miktarda bulunur. Plastiklik özelliği olan renkli maddelerdir. İçerisinde önemli oranda silika(SiO2) kumu, bir miktar feldpat kumu ve organik madde bulunur. Kil sadece seramik endüstrisinde değil başka alanlarda da önemli bir hammaddedir. Kağıt endüstrisinde dolgu malzemesi olarak kullanılır. Bugün hassas döküm sanayiinde kalıp imalinde kullanılır. Metalurjide döküm kumlarının hazırlamasında bağlayıcı olarak kullanılır. (bentonitler ve plastik killer). Birçok organik maddenin petrolden elde edilmesinde çimento gibi büyük endüstri alanlarında kullanılır. Bunların dışında yapıştırıcılara,şarap,bira gibi içkilerin arıtılmasında,boya sanayiinde,lastik sanayiinde(krem,hap,merhem) imalinde kullanılır. Cevherlerin ve yakıtların peletlenmesindekullanılır. Önceleri kil tanelerinin amorf olduğu zannediliyordu. X- ışınları elektron mikroskobu gibi araçlarla yapılan inceleme sonucu,kili oluşturan tanelerin kristal yapıda olduğu anlaşıldı. Kil taneleri altı köşeli plakalar şeklindedir.

1-KAOLENLER

2-Plastik İnce Seramik Killer

3-Refrakter Killer

5 Yüksek Alüminalı Killer

6- tuğla Kiremit Killeri

7- Bentonit Killeri

yüzde 50 kil 25 feldspat 25 kuvars kullanılır ancak tüm kaolinlerde önemli miktarda kuvars bulunur yaklaşık yarısı kadar bulunur dolayısı ilde doğadan çıkan kaolin 50 ise + 25 silika geliyor yüzde 25 felkspat ile iş bitiyor

Hepsi beyaz ürün beyaz

Pişirme sıcaklığını düşürmek için seramik içine wollastonit gibi kalsiyum silikatlar katılır

Yer karosu fayans türü malzemelerde harç iler bir yere yapıştırma sırasında bazı hidratasyon reaksiyonları meydana gelir bunu önlemek için reçeteye bir miktar talk ilave edilir

Elektriksel yalıtım gücünü arttırmak içinbu reçeteye bir miktar talk da ilave edilebilmektedir izaltörler gibi talk da beyazdır ancak doğa da kirlenmiş olarak bulunur

 İzolatörde Fe2O3 İstenmaz çünkü seramiği yalıtkanlık gücünü azaltır

-KAOLENLER Al2O3.2SiO2.2H2O ( sırasıyla % 39 % 47 %14), (susuz % 45, % 55)

Amerikada çok miktarda kaolin çıkarılır. Ama sadece %50 si seramik sanayiinde tüketilir. Esas itibariyle kaolinit kil minerallerinden oluşmuştur. Primer veya seconder halde yataklanmış olabilir. Primer olanlar önemlidir. Çok az yabancı madde içerirler ve doğal renkleri beyaz yakındır. Piştikten sonra be yaz renkte olurlar. Ergime sıcaklıkları yüksektir. Refrakter olarak az olarak kullanılır. Primer kaolinler yataklardan çıkarıldıktan sonra süzme işlemine tabi tutulurlar , silis ve feldspat gibi yabancı maddeler ayrıldıktan sonra kullanılırlar. Yumuşak türlerde yalnızca silis ve feldspat gibi taneler süzme yolu ile temizlenebilirler. Türkiye de bulunan kalen yataklarından bazıları Balya (Balıkesir),Düvertepe(Balıkesir), Borçak,Yakıntaş(Bursa), Soğucak(Çanakkale), Başören(Eskişehir), Torul (Gümüşhane), Sevketpaşa köyü (Beykoz)

Kaolenlerde bulunan başlıca yabancı maddeler Al2O3,SiO2,Fe2O3,TiO2,CaO,MgO,Na2O,K2O

TİPİK KİL ve KAOLEN ÖRNEKLERİ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  Duman %Kaolin | SöğütgediğiKaolin % | Arı (saf)Kaolin % |
|  | 6,42 | 14,49 | 14 |
| SiO2 | 66,01 | 44,93 | 47 |
| Al2O3 | 22,78 | 40,56 | 39 |
| TiO2 | 0,76 | Eser |  |
| Fe2O3 | 0,71 | 0,14 |  |
| CaO | 0,32 | 0,20 |  |
| MgO | 0,11 | 0,14 |  |
| Na2O | 0,79 |  |  |
| K2O | 1,69 |  |  |
| Diğer--- | 99,59 | 100,46 | 100 |

Kızdırma kayıpları içinde karbonatlar varsa hammadde üzerine HCl asit döküldüğü zaman kolada olduğu gibi gaz çıkışı olur. Bilmediğimiz bir hammaddede karbonat olup olmadığını anlamanın en kısa yoludur. Kaolin içerdiği bazı yabancı maddeler refrakterliği düşürücü etki yaparlar. Çünkü düşük sıcaklıkta ergiyerek refrakterlerin yumuşamasına neden olurlar. Bu bakımdan önemlidirler.

% 29 Fiberglas(Camyünü)

Şekil :Kaolinlerin kullanım yerleri

% 29 Kauçuk-elastomere katkı olarak

% 13 Sağlık Donanımı

% 13 Dolgu malzemesi

% 7 Refrakter

% 9 Diğer Dolgmalzemesi

TİPİK KAOLEN ÖRNEKLERİ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | % Duman Kaolin Kalınlığı | Söğütgediği | Arı Kaolinit |
| Kızıl Kaya | 6,42 | 14,49 | 14 |
| SiO2 | 66,01 | 44,93 | 47 |
| Al2O3 | 22,78 | 40,56 | 39 |
| TiO2 | 0,76 | eser |  |
| Fe2O3 | 0,71 | 0,14 |  |
| CaO | 0,32 | 0,20 |  |
| MgO | 0,11 | 0,14 |  |
| Na2O | 0,79 |  |  |
| K2O | 1,69 |  |  |
|  | 99,59 | 100,46 | 100 |

KK karbonat varsa HCl asitle tayin edilir. Kaolin içerdiği bazı yabancı maddeler refrakterliği düşürücü etki yaparlar. Çünkü düşük sıcaklıkta ergiyerek refrakterlerin yumuşamasına neden olurlar. Bu bakımdan önemlidirler.

Primer kaolinler yataklardan çıkarıldıktan sonra süzme işlemine tabi tutulurlar, silis ve feldspat gibi yabancı maddeler ayrıldıktan sonra kullanılırlar. Yumuşak türlerde yalnızca silis ve feldspat gibi taneler süzme yolu ile temizlenebilirler. Kaolenlerde bulunan başlıca yabancı maddeler Al2O3,SiO2,Fe2O3,TiO2,CaO,MgO,Na2O,K2O

KİLLERİN İÇERDİĞİ YABANCI MADDELER

Kaolinizasyon reaksiyonunda yer alan hammadde ve reaksiyon ürünleri yer alır. Ayrıca oluşum sırasında çevreden gelen organik maddeler ve demir bileşikleri bulunur.

1-SİLİKA:Kaolinizasyon sırasında açığa çıkan kil yatakları dışında serbest halde de bulunabilir. Serbest halde kuvartz kristali veya amorf silika olarak bulunabilir. Oluşum sırasında açığa çıkan ürünlerden olduğu için çoğu kilde ve bol olarak bulunur. Serbest silika plastikliği kuruma ve pişme küçülmesini, pişmiş ürünün mukavemetini, refrakterliği azaltır.

2-ALÜMİNA: Kil minerali dışında alümina, feldspat, mika, boksit(gibsit,diaspor) gibi bileşiklerde bulunur. Bunlar da plastikliği azaltıcı etki yapar.Boksit minerali kilin refrakterliğini arttırıcı etki yapar.

3-ALKALİLER: Alkali bileşikleri genellikle alümina ile birleşmiş durumda bulunur ve kilin özelliklerini önemli derecede etkiler. Feldispat ve mika alkali taşıyan minerallerdir. Alkaliler kil yüzeyine adsorbe olmuş halde de bulunabilirler.Adsorbe yüzeye tutunma,absorbe süngerin suyu içine alması gibi tarif edilebilir.Alkali metallerin suda çözünen sülfat ve klorürleri de kil içinde bulunabilir. Alkaliler kuvvetli fluks madde oldukları için nitrifikasyon sıcaklığını ve refrakterliği düşürücü etki yaparlar.Cam faz oluşumunu arttırdıkları için pişmiş ürünün porpzite oranını azaltırlar ve mukavemetini arttırırlar. Alkalilerin varlığı özellikle suda çözünen alkalilerin varlığı plastiklik özelliğini olumsuz yönde etkiler.

4-DEMİR BİLEŞİKLERİ

Demir bileşikleri killerde demirin oksitleri, sülfürleri, karbonatları, hidroksitleri ve silikatları bulunur. Mağnetit (Fe3O4), hematit (Fe2O3), FeS2 (pirit), FeO, FeCO3 örnek olarak verilebilir. Fe2O3 kilin refrakterliğini fazla düşürmez, pişmiş ürünün rengini tuğla rengine boyar. Fe3O4, silika ile 1455 C’de camlaşma başlatı4r. Eğer fırın atmosferi redüktan ise FeO meydana gelir. FeO slika ile siyah renkli çok akıcı silikat fazları meydana getirir.

FeS2 (pirit) içeren killerin pişirlimesi dikkat gerektirir. 400-600 derece arasında oksitlenme olur ve Fe2O3 meydana çıkar. Bu durumda ürün fazla zarar görmez. Eğer ısıtma hızı yüksekse veya atmosfer oksidan değilse,yani redüktan ise, o zaman FeO meydana gelir.Pirit reaksiyonları sona ermeden nitrifikasyon başlayacağı için bünyede şişme meydana gelir.

5-KALSİYUM BİLEŞİKLERİ: Pekçok kilde kalsit ve CaSO4 bulunur. Pişme sırasında kalsid yaklaşık 800 derece civarında parçalanır ve CaO oluşur ki, kuvvetli fluks maddedir.Nitrifikasyon sıcaklığını düşürür aynı zamanda porpziteyi düşürür, mukavemeti arttırır. Pişirme sıcaklığı nitrifikasyonun tamamlanmasına yetmez ise, (kaba tane nedeniyle) CaO serbest kalır. Pişmiş ürün su ile temas ettiğinde Ca(OH)2 oluşur. Hacimce genleşme pişmiş ürünü bölgesel olarak parçalar.Bunu ortadan kaldırmak için kalsid ince öğütülerek kullanılmalıdır.

6-KARBONLU MALZEMELER: Bazı killerde kömür,linyit,ağaç yaprakları dalları ve damarları bulunabilir. Bu killer genellikle siyah renklidirler ve pişirildikleri zaman renkleri tam olarak beyaz olmaz. Fırın atmosferini redüktan yapma eğilimindedirler. Pişirme hem yavaş yapılmalı, hem de kil içerisindeki organik maddeleri yakacak kadar oksijen sağlamalıdır. Aksi takdirde Fe2O3 redüklenir ve oluşan FeO daha önce belirtilen sakıncalara yol açar. Oksijen az olması veya bulunmaması atmosferi redüktan yapma eğilimindedir.

SERAMİKLERE UYGULANAN TESTLER

 Birçok önemli özellik için basit deneyler uygulanır. Killerin hangi amaçlarla kullanılabileceğine karar vermek kolay bi iş değildir. Kullandıkça tecrübemiz artar. Amaca uygun kil seçiminde en önemli özellikler şunlardır: Plastiklik,porozite ve uygun pişme aralığı.

KİLLERİN PLASTİKLİĞİ

Plastiklik talaşsız şekillendirilebilme kabiliyeti olarak adlandırılabilir. Yırtılma olmaksızın kilin bir şekilden başka bir şekile dönüştürülebilmesi olarak tarif edilebilir. ( Lavrence 42) Biz kil malzemeye istediğimiz şekli vermek isteriz. Kuvvet uyguladığımızda çatlama ve yırtılma göstermeden şeklini değiştirebilmelidir. Bazı killerin plastiklik özelliği çok iyidir fakat kurutma sırasında çatlayabilirler.Kuruma sırasında serbest su kolay kaçamaz. Su, parçada şekil bozukluğuna veya çatlamaya neden olur.

İnce taneli killerin plastikliği çok iyidir ve porozite oranı çok düşüktür. Kaba taneli killerde ise plastiklik düşük buna karşılık porozite yüksektir. Bu iki özellik arasında daima zıtlık vardır. KHM ve KYM metallerde dolgu faktörü ile plastik şekil verme kabiliyeti arasında bir ilişki söz konusudur.

100 gr kuru kil alınır.100 cm3 su alınır. Kile azar azar su ilave edilir ve yoğurulur.Bu işleme elle yoğurma sırasında yırtılma veya çatlama meydana gelmeyecek duruma gelinceye kadar devam edilir.Yırtılma ve çatlama meydana gelmediği anda katılan su plastiklik suyudur. Plastiklik suyu % olarak saptanmış olur. İnce taneli plastik killerde plastiklik suyu %40, kaba tabeli killerde %25 kadardır. Kil taneleri absorbsiyon özelliğine sahiptir.

KURUMA VE PİŞME KÜÇÜLMESİ

Plastik kütle elle kalıplanır veya plastik olarak şekillendirilir. Parça üzerinde 100 mm’lik uzunluk işaretlenir. Diyelim ki kurutma işleminden sonra 95 mm ölçüldü. (100-95)/100 % 5 kısalma olmuştur. Piştikten sonra 85 mm ölçüldüğünü varsayalım. 1- İlk boy 100 alınırsa (95-85)/100 % 10 2- İlk boy 95 alınırsa (95-85)/95 % 10,53 pişme küçülmesi bulunmuş olur.



%

6

4

2

0

Penna Plastik Kili

Plastik Kil

 0 10  20 30 40 % su

Şekil :Plastik Ateş Killerinda % Lineer Kuruma Küçülmesinin Plastiklik Suyu Yüzdesine Bağlı Değişimi(Lawrence) **Bentonitik killer hacminin 20 katı şişer**

Killerin su alma kapasitesi ve kuruma küçülmesi

**Bursa Ulu Cami 1410’ da yapılmıştır. Cami içindeki çeşme üzerinde 4 parmak kil sıva vardır. 1970’ lerde tamir yapıldığında bu kil sıva kaldırılmıştırç Yerine plastik boya yapılmıştır. SONRA GECE GÜNDÜZ KUBBEDEN SU DAMLAMAYA BAŞLAMIŞTIR.**

**Şehzadebaşı Cami’ in tabanında yaklaşık 40 x 40 x 4 cm döşemeler bulunur. 1970’ li yıllarda taban tamir edilirken aynı boyutlarda tuğla üretilmek istenmiş ve üretici bulunmakta zorlanmıştır. Saf kilden yapıldığı için kuruma ve pişme küçülmesi bu üretime olanak vermemiştir.**

TİPİK KİL ve KAOLEN ÖRNEKLERİ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  Duman %Kaolin | SöğütgediğiKaolin % | Arı (saf)Kaolin % |
|  | 6,42 | 14,49 | 14 |
| SiO2 | 66,01 | 44,93 | 47 |
| Al2O3 | 22,78 | 40,56 | 39 |
| TiO2 | 0,76 | Eser |  |
| Fe2O3 | 0,71 | 0,14 |  |
| CaO | 0,32 | 0,20 |  |
| MgO | 0,11 | 0,14 |  |
| Na2O | 0,79 |  |  |
| K2O | 1,69 |  |  |
| Diğer--- | 99,59 | 100,46 | 100 |

Kızdırma kayıpları içinde karbonatlar varsa hammadde üzerine HCl asit döküldüğü zaman kolada olduğu gibi gaz çıkışı olur. Bilmediğimiz bir hammaddede karbonat olup olmadığını anlamanın en kısa yoludur. Kaolin içerdiği bazı yabancı maddeler refrakterliği düşürücü etki yaparlar. Çünkü düşük sıcaklıkta ergiyerek refrakterlerin yumuşamasına neden olurlar. Bu bakımdan önemlidirler.

% 29 Fiberglas(Camyünü)

Şekil :Kaolinlerin kullanım yerleri

% 29 Kauçuk-elastomere katkı olarak

% 13 Sağlık Donanımı

% 13 Dolgu malzemesi

% 7 Refrakter

% 9 Diğer Dolgmalzemesi

**Gözenekli tebeşir görünümündeki beyaz kaolinler tablet şeklindeki hapların taşıyıcı malzemesi olarak kullanılır. Talklar da makyaj sanayindeki tüm ürünlerin taşıyıcı malzemesi olarak kullanılır.**

**PLASTİK İNCE SERAMİK KİLLER:**İnce taneli piştikte sonra beyaza yakın renk alan plastisitesi yüksek killerdir. Genellikle kaolinit minerallerinde oluşur. Bazen az miktarda montmorilonit kil mineralide içerirler. Yerden çıkarıldıktan sonra kaolenlerde olduğu gibi süzme işlemine tabi tutmadan kullanılabilirler. Seramik alanında ince seramik ürünlerin üretiminde bu killerden yararlanılır. Porselen üretiminde saf oldukları takdirde plastisiteyi artırmak için az miktarda kullanılır. Kaolenler gibi çok saf olmadıklarından porselenlerin saydamlık,elektrik iletkenliği gibi özelliklerini olumsuz yönde etkilerler. Türkiye’de bu killer büyük oranda Bilecik,İstanbul,Kütahya yörelerinde bulunur.

Tuğla ve kiremit üretiminde kullanılan killer genellikle Fe2O3, alkali oksitler ve toprak alkali oksitler yönünden zengindirler. Bu yüzden düşük sıcaklık derecelerinde vitrifye olurlar. Tuğla ve kiremitler 950-10500C arasında pişirilir.

**TUĞLA-KİREMİT KİLLERİ:**

Tuğla ve kiremit üretiminde kullanılan killer genellikle Fe2O3, alkali oksitler ve toprak alkali oksitler yönünden zengindirler. Bu yüzden düşük sıcaklık derecelerinde vitrifye olurlar.Bu yüzden düşük sıcaklık derecelerinde vitrifye olurlar. Genellikle piştikten sonra kırmızı renk alırlar. Fe+3 kırmızı,Fe+2 bej rengindedir. Bundan dolayı fırın atmosferi ayarlanarak ürün rengi değiştirilebilir. Bu tür killerde genellikle kalker bulunur. Kalkerin bulunması bazı yönden avantaj bazı yönden dezavantajdır. Eğer kalker ince taneli kili düşük sıcaklıkta vitrifiye ederek ürünün pişme sıcaklığını düşürürler. Tuğla ve kiremitler 950-10500C arasında pişirilir.

CaO+kil--------) Ca-Al-silikatlar oluşur(vitrifikasyo

n). Eğer kireçtaşı (CaCO3) kaba taneli ise meydana gelen CaO’te kaba tanelidir ve vitrifikasyon sonrası bir kısım CaO reaksiyona girmeden kalır.

Ve iç kısımda meydana gelir. Dış kısımda vitrifikasyon olur ama merkezde bir kısım CaO reaksiyona girmeden kalır. Duvar örülürken CaO su ile reaksiyona girer [Ca(OH)2] meydana gelir. Reaksiyon bölgesi hasar görür. Bu nedenle kaba taneler zararlıdır. Yer karosu ve fayans üretiminde hammaddeye tane çapı belli bir değerin altında olmak üzere kalsit katılır. Bu killerde CaSO4’te bulunur. Fakat 12000C’de parçalandığı için tuğla-kiremit,fayans,yer karosu üretiminde sorun olmazlar.

Tuğla ve kiremitler 950-10500C arasında pişirilir. CaSO suda çözünerek kalıntı olarak tuğla yüzeyinde birikirler. Su ile yüzeye kadar gelir ve birikirler. Yüzeyde benekler oluştururlar. Buna çiçeklenme ve efloresans denir. Bu durum tuğla ve kiremitlerde istenmeyen durumdur. Bunun için tuğla kiline BaCO3 katılır.

CaSO4+BaCO3-------) CaCO3+BaSO4 reaksiyonu iki üründe çöker ve suda çözünme dolayısı ile efloresans olayı çözülmüş olur. Ancak BaCO3 oldukça pahalıdır.

Bu tuğla ve kiremit killeri arzın yüzeyinde oluşmuşlardır,genellikle kömür parçaları,ağaç ve yaprak kalıntıları gibi organik maddeler içerirler. Bu organik maddeler üretim esnasında problem çıkartırlar ürünün özelliklerini etkilerler. Özellikle siyah merkezileşme oluştururlar. Buda zararlıdır. Pişme sırasında önce tuğlanın dış yüzeyindeki organik maddeler yanar. Bu tür killerde vitrifikasyon düşük sıcaklıkta olur. Eğer pişme sırasında iç kısmındaki organik maddeler yanmadan dış kısımda vitrifikasyon başlarsa bundan sonra iç kısım oksitlenmeden kalır. Merkez siyah olarak kalır. Merkez gevrek ve kırılgandır. Bu killer organik maddelerin yandığı sıcaklıkta bol oksijenle uzunca bir süre bekletilmelidir. Pişme rejimini buna göre ayarlamalıdır.

C + Pişmiş Kil

Vitrifiye kısım

Şekil :Dış kısmı vitrifiye olmuş, iç kısmı C ve pişmiş kilden meydana gelen tuğlanın simetri merkezinden geçen ve yüzeye parelel kesiti.

**GRE KİLLERİ**

Bu tür killer 12500C civarında vitrifiye olan piştikten sonra açık gri,krem,bej gibi renk alan ve gre türü seramik ürünlerin üretiminde kullanılan killeridir. İstanbul,Bilecik ve Kütahya yöresinde bu tür killer bulunmaktadır. Demirin değerliği rengi etkiler,açık veya koyu yapar.

**KİLLERİN TANE BOYUTU**

b **b**

 Şekil : Kil taneleri altıköşe plakalar şeklindedir.

**1 gr kil 40 m2’ dir. 1 gr bentonit 200 m2’ dir. Bu nedenle bentonitin bağlama kabiliyeti çok yüksektir. (Yüzey alanı genişliğinden dolayı)**

Kalınlığı k ile gösterirsek b/k = 10/1 ile 5/1 arasında değişirb/k = 10/1 ile 5/1 arasında değişir. Kil taneleri altı köşe plakalar şeklindedir. Taşınma sırasında köşeler aşınabilir. Bu tanelerin boyutları 0,1-20 mikron metre arasında değişir. Montmorillonit içeren bentonitlerde tane boyutu 0,01-2 mikron metre,illit tipi minerallerde 0,05 mikron metre civarındadır. Tane çapı küçüldükçe plastiklik artar. İllitin plastikliği diğerlerinden çok daha iyidir.

**BOR BİLEŞİKLERİ**

Borat ve rafine borat mineraleri cam yünü, tekstil fiberleri .seramik sırları,porselen sırlarının üretiminde kullanılır.Boratların %60 ‘ı Kuzey Amerika’da bu alanlarda kullanılmaktadır, diğer uygulama alanları ise deterjanlar,ateş geciktiricileri(yalıtım malzemeleri) metalurji, tarım, gübre, böcek öldürücüleri ve ahşap koruyucularıdır.

Dünya bor bileşiklerinin %90 ını ABD ve Türkiye üretmektedir.

BORAT MİNERALLERİ Teorik En Fazla % B2O3 Ülke

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tinkal Na2O.2B2O3.10 H2O 36.5 ABD, Türkiye

Kolemanit 2CaO.3B2O3.5 H2O 50.9 Türkiye

Kernit Na2O.2B2O3.4 H2O 50.9 ABD

Üleksit Na2O.2CaO.5B2O3.16 H2O 43 Türkiye, Şili

RAFİNE BORATLAR % B2O3

-----------------------------------------------------------------------------------------

Boraks Penta hidrat Na2O.2B2O3.5 H2O 47.8

Boraks Deka hidrat Na2O.2B2O3.10 H2O 36.5

Borik Asit H3BO3  56,3

Susuz Boraks Na2O.2B2O3  69.2

Susuz Bork asid B2O3 100

FELDSPATLAR:

Feldspatlar plastik olmayan malzemelerdir. Seramik sanayiinde cam faz oluşturmak için kullanılan en önemli hammaddedir. Demir oksit düşük olanlar seçilir. Bileşimleri oldukça değişme gösterir.

 Al2O3-SiO2 ötektiği 1595 oC dir. Bu ötektik sıcaklığa çıkmak çok zordur ve pahalıdır. Alkali ve toprak alkali metaller bileşikleri daha düşük sıcaklıklarda ötektik oluştururlar. Bu ötektikten yararlanan seramik tozları sinterleyebilir. Na2O-SiO2 7900C bir ötektik oluşturur. Esas itibariyle üç tip feldspat vardır.

Feldspatlar sert mineraller olup üretim prosesi içinde öğütülmeleri gerekmektedir.

Aşağıda başlıca feldspat mineralleri verilmiştir.

**Mineral adı Kimyasal formülü Ergime derecesi**

Potasyum feldspat (Ortoklaz) K2O.Al2O3.6SiO2 1200-1250 0C

Sodyum feldspat (Albit) Na2O.Al2O3.6SiO2  1150-1225 0C

Kalsiyum feldspat(Anortit) CaO. .Al2O3.2SiO2  1500-1550 0C

**Tablo 3.1 Bazı feldspat minerallerinin kimyasal bileşimi**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Na2O** | **K2O** | **CaO** | **Al2O3** | **SiO2** |
|  Albit | 11.0 | - | - | 19.4 | 68.8 |
| Ortoklas | - | 10.9 | - | 18.4 | 69.7 |
|  Anortit | - | - |  20.1 |  28.6 |  43.3 |

Feldspatlar saf sodyum veya potasyum feldspat olarak bulunmazlar. Potasyum feldspatlarda bir miktar sodyum, sodyum feldspatlarda da bir miktar potasyum bulunur. Ayrıca feldspatlar içinde bir miktar kuvars ve kaolinlerde bulunur. Feldspatların içerdiği silikayı ayırmak için asidik ortamda flotasyon uygulanır. Aynı şekilde kaolin ve killerin içinde çeşitli oranlarda feldspat bulunur.

Al2O3-SiO2 ötektiği 1595 oC dir. Önemli miktarda kil içeren seramiklerin üretiminde bu sıcaklığa çıkmak hem pratik değildir hemde ekonomik değildir Seramik sanayiinde cam faz oluşturmak ve pişirme sıcaklığını düşürmek için kullanılan en önemli hammaddeler feldpatlardır.

# TALK VE STEATİT

# TALK VE STEATİT: 3MgO.4SiO2.H2O(% 31,8 63,5 4,7) 4MgO.5SiO2.H2O(% 33,5 62,7 3,8)

3MgO.4SiO2.H2O 4MgO.5SiO2.H2O

% 31,8 63,5 4,7 33,5 62,7 3,8

Talkın sertliği birdir. Daha sert yapıda olana seteatit denir. Tabakalı yapıya sahiptir. Tabakalar arası bağ kuvvetli olmadığından tabaka tabaka ayrılır. Tabakalar birbiri üzerinde kolaylıkla kaydığı için insana yağlıymış gibi bir his verir. İnce öğütüldükten sonra su katılırsa bir miktar plastik özellik gösterir. Talkın rengi beyazdır koyu yeşile kadar değişme gösterir. Talk saf halde bulunmaz. İçerisinde bir miktar Al2O3 Fe2O3 Ca CO3 ve bir miktar alkali içerikli yabancı madde bulunur.

İki ayrı formül de sözkonusur. Talkun sertliği birdir. Daha sert yapıda olana steatit denir. Tabakalı yapıya sahiptir. Tabakalar arası bağ kuvvetli olmadığından tabaka tabaka ayrılır. Tabakalar birbiri üzerinde kolaylıkla kaydığı için insana yağlıymış gibi bir his verir. İnce öğütüldükten sonra su katılırsa bir miktar plastik özellik gösterir. Talkın rengi beyazdır koyu yeşile kadar değişme gösterir. Talk saf halde bulunmaz. İçerisinde bir miktar Al2O3 Fe2O3 Ca CO3 ve bir miktar alkali içerikli yabancı madde bulunur.

Steatit kristal suyunu talka göre daha düşük sıcaklıkta kaybeder. Talk 120-2000C arasında kristal suyunun % 0,4’nün 600-10500C arasında da geri kalan %5,1 ‘ini kaybeder. Aynı zamanda bir miktar silika ayrılır. 12000C civarında enstite 13000C civarında Clinoensitite a dönüşür. Bu bileşiklerin termal genleşme katsayıları çok düşüktür. Bu özellikleri nedeniyle birçok seramik bünyeye katılırlar. Talkın seramik alanda kullanıldığı belli başlı alanlar vardır .Steatit porselende ve izolatör imalinde %70-90 oranında kullanılır. Rutubet genleşme katsayısı düşük olan fayanslarda %50 ‘ye kadar tlk kullanılır. Termal genleşme katsayısı çok düşük ve termel şok dayanımı çok yüksek olan kordiyeritte %40’a kadar kullanılır. Pudra imalinde boyacılıkta ve kağıt endüstrisinde kullanılır.

Talk Türkiye de Bozdoğan,Orman Pınarı,Sazak,Mihalıççık,Çifteler ve Sapanca da bulunur. Steatit ise Sivas ta bulunur.

###### **MAS(MgO.Al2O3.SiO2) DİYAGRAMI ve MAS İLE İLGİLİ SERAMİKLER**



**Şekil : MgO - SiO2 - Al2O3 faz diyagramı**

Bu maddelerin saf olanından refrakter üretilir, çünkü saf maddelerin ergime sıcaklığı yüksektir. Doğada %59 SiO2 , %15Al2O3, %7 Fe2O3 , %2,5 Ca.Mg.Na.K vardır.

**\*Ham Maddelerin Metalurjik Açıdan Değerlendirilmesi:**

±4 Silika Asidik Al2O3.2SiO2.2H2O

NaCO3 CaCO3 KCO3 Bazik Oksit

 Bazik oksitler ile asidik oksitler akıcı ötektik oluştururlar, curuf oluştururlar. Gangta bazik oksit varsa asidik oksit konulur, akıcı hale getirilir. Demir-çelik üretiminde bazik refrakter kullanılır (Bazik ortamda yeni uğramaması için).