

# Seramik Endüstrisinde Kullanılan Endüstriyel Mineraller ve Kaynaklar (Seramik Hammaddeleri)

Ö. Çetin KARAAĞAÇ

Jeo. Yük. Müh. İstanbul

Seramik ürünler pişmiş hamurun niteliğine göre iki grupta incelenir.

**Gözenekli seramik ürünler**, top-raksı bir kırılma gösterir ve gazları, sıvıları, yağları geçirir. Pişmiş toprak kaplar, çömlekler, tuğlalar, kaba ve ince çiniler bu gruba girer.

**Geçirimsiz seramik ürünler**, özelliklerini hamurun yüksek sıcaklıkta ergiyerek yumuşamasına ve camlaşmasına borçludur. Sert ve yumuşak porselenler ile sağlığa yararlı döşem (sıhhi tesisat) porselenleri bu gruba girer.

Bir seramik ürünün yapısına bakarsak bunun; %50 kil (clay), %25 dolgu maddesi (filler) ve %25 eritken (flux) den oluştuğunu görürüz.

## KİL

İstenen şekil için eşyaya işlenebilirlik ve değişik plastiklik özelliklerini verir. Temiz renkli bir ürün elde etmek için kil beyaz pişmelidir. Killer çeşitli bileşimlerde ve özelliklerdedir. Özel amaçlar için bu killerin uygun bir karışımı gerekir.

## DOLGU MADDESİ

Seramik ürünlerinde iskeleti oluşturur. Dolgu maddeleri, son ürünlerde sağlamlık, aşınmaya karşı dayanıklılık, ısı şoku ve ısı genişlemesine karşı duraylılık gibi aranan özellikleri verir.

## ERİTKEN

Camsı yapıyı (camsılığı) denetler. Seçilen fırın ısısında ürünün uygun bir camsılığa çıkmasını sağlar.

Bir seramiğin bileşiminde herhangi bir maddenin kusursuz işlevi tek bir işlemle sınırlı değildir. Belirgin bir formül içinde her maddenin temel görevi açık ve belirgin olmalıdır.

Bu görevler;

- 1 — İskelet yapıcı ve dolgu hammaddesi,
- 2 — Cam yapıcı ve bağlayıcı,
- 3 — Eritken,
- 4 — Özel eşya üretici veya şekil değiştirici,
- 5 — Proses veya fabrikasyon yardımcısı gibi olmalıdır.

Silis ( $\text{SiO}_2$ ) ve silikatlar camsı bir şekilde eriyebilirler. Mineral bileşiminde bulunan alümina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) daha çok sağlamlık, sertlik ve dayanıklılık verir, fakat cam yapıcı özelliği azaltır. Demir, kalsiyum ve öteki alkaliler silisi aktır ve erime noktasını azaltır. Böylece, genellikle saf  $\text{SiO}_2$  olan kum ve sulu alümina silikat olan kil tüm seramik hammaddelerinin en çok kullanılanlarıdır (silikatların başlıca cam yapıcı eğiliminden dolayı).

Seramik formüllerinde, kil genellikle ateşe dayanıklı bir dolgu maddesi veya iskelet maddesidir. Kil ham durumunda iken plastiklik, kilin koloidal tane boyutundan ve su sever niteliğinden kaynakla-

nır. Öte yandan silis kumu bir cam yapıcı veya plastik olmayan bir dolgu maddesidir. Kil ve silis kumu arı halde bütünüyle ateşe dayanıklıdır ve kolaylıkla erimez. Kil her ne kadar silisli ise de arı silisten daha az cam yapıcıdır ve ateşe daha çok dayanıklıdır. Demir oksit veya kireçtaşı gibi doğal kirler bir çok killerin ve bazı kumların değerini düşürür. Bu kirlerin, eritkenler ve minerallerin veya karışımlarının erime noktasını azaltıcı etkileri vardır.

Cam, soda ve kireçtaşı gibi güçlü katkılarla kumun erimesiyle silis kumundan yapılır. Kırmızı inşaat tuğlaları sert ve dayanıklıdır, çünkü kum ve kil doğal demir oksitin bir eritici gibi görev yapmasının yardımıyla kısmen erimştir. Demir oksit, boyayıcı mineral ve en az onun kadar da eritici olarak iki görev yapar. Kil, kum ve demir oksitin bir karışımında kum erimeye karşı kilden daha duyarlıdır.

## İskelet Yapıcılar Veya Dolgu Maddeleri :

Başlıca iskelet yapıcılar kil, silis, öteki ateşe dayanıklı oksitler, karbon ve kimyasal etkisi olmayan ateşe dayanıklı ender bileşiklerdir. Sulu aluminosilikat olan kil ateşe çok dayanıklıdır ve cam şekline dönmesi çok zordur. Bu nedenle kil en önemli iskelet maddesidir. Kireç, magnezya, titanyum, zirkonya, di-yaspor, boksit, kordiyerit, silimanit ve andalusit, kıyanit, mullit, vol-lastonit, talk, zirkon, fosterit, florit ve benzeri ateşe dayanıklı ok-

sitler de iskelet yapıcılar gibi görev yapabilirler. Tüm bu maddelerden kil ve silis kumu büyük bir farkla çok boldur. Silis kumu bir çok üründe dolgu maddesi olarak hizmet eder, fakat cam yapıcı özelliği bir seramik ürününde bu maddenin temel etkinliğidir.

#### KİL :

Yeryüzünün doğal kolloidal, sulu, inorganik maddeleri için verilen bir addır. Yerkabuğunun alüminosilikat kayaları ve benzer oksit maddelerinin ayrışma aracılığı ile küçük parçalara ayrılması killerin çeşitli tiplerinin oluşumunu hazırlar. Bu killerin bir bölümü jeolojik koşullarda ayrışabilirler, bazıları da belirli bir iklimdeki yüzey koşullarının etkisine öteki iklimlerdekinden daha duraylıdır. Bir çok ayrılmış tiplerle birlikte asıl kil mineralleri dört tiptir. Ilımlı ve nemli iklimlerdeki yüzeylerde en bol kil minerali kaolinittir. Daha derin yataklarda ise montmorillonit ve illit en bol kil mineralleridir. Özel koşullar altında özellikle tropik iklimlerde laterit, boksit, opalin, tripoli oluşur ve tripolinin ayrıcalığı ile birlikte bunlar göreceli olarak silissizdirler. Kaolinitik killer, montmorillonit ve lateritlerin daha az kullanımlarına karşın seramik dolguları olarak üstündür. İllitler, akıcı ve cam yapıcı özelliklerinden dolayı bazı yapısal ürünler için yaygın olarak kullanılırlar. Kaolinitik killer yeryüzünde geniş alanlara dağılmış olarak bulunurlar ve bu kil yatakları yataklanma veya ayrışma ile belirli bir derinliğe erişirler. Çeşitli killer onların arılığına, jeolojik oluşumuna, taşınma evrelerine, taşınmamış olmalarına, içindeki yabancı karışımlara veya jeolojik etkilerle ayrışmalarına göre adlandırılırlar. Arı, beyaz kaolinitik kile **kaolin** (arı kil) denir ve kaolin eğer ana kayanın yerinde ise birincil, çürüme ürünü (saprolitik) veya kalıntı (residual) dir; eğer taşınmışsa tortul (sedimanter) dur. Eğer oksidasyonun çeşitli evrelerinde bir demir oksit karışımı ile önemli ölçüde kirlenmişse, kil genellikle **«kırmızı pişen kil»** olarak adlandırılır ve sıcak iklimlerde ham olarak kırmızımsı, soğuk iklimlerde kara veya koyu renklidir. Nehir yataklarında depolanmış tortul killere

**«aluviyal kil»** denir. Ana kayanın yerindeki kırmızı kile **«kırmızı kalıntı (residual) kil»** denir. Bataklık bir ortamda çökelerken kaolin organik maddelerle kirlenir (demirle değil), buna plastikiği ve top gibi yapabilmeye (şekil verilebilme) eğilimine bağlı olarak **«plastik kil»** (ball clay) denir. Kömürün oluşumu ve oluşumundan sonraki yerinde oksidasyonu sırasında yeniden organik etkilerle killere şekil değiştirir. Bunlara **«kömür sınırlı ateş killeri»** denir. Yeniden organik etkinlik killerin arındırılması gibi bir rol oynar ve yüksek ateşe dayanıklı kaolinitik kalıntı bırakır. Yeniden organik etkilenme bir çok kile daha büyük bir plastikiği ve eriyebilirlik özelliği kazandırır ve bu özellikler bu killerin değerini artırır.

Kaolinler, alüviyal killer ve kömür sınırlı ateş killerine ek olarak, seramik ürünlerinde çok yararlı öteki killere sadece şeyllerdir. Bunlar mineralojik olarak kaolinitlerden çok illitlere benzer. Killer, kırmızı yanma (pişme), daha çok eriyebilme, göreceli sertlik, şişmezlilik ve kolaylıkla işlenebilirlik gibi genel özelliklerine veya daha başka özelliklerine göre çeşitlenebilirler. Dolgu killeri kapsamlarındaki yüksek demir ve potas'dan dolayı eriyebilir özelliktedir. Kimyasal olarak şeyllere benzeyen bazı şişmelerinde benzer kullanımları vardır. Montmorillonitik killer ve benzeri killerin su ile çok büyük bir birleşme ve şişme eğilimi vardır, bu killerden yapılmış bir ürünün biçimlenmiş şekliyle zararsız bir şekilde kuruması çok zordur. Bu killere daha iyi killere varken şekilli ürünlerin yapımında çok az kullanılırlar. Bunlar plastikiği artırıcı, bağlayıcı ve yüze soğurucu (adsorbent) olarak kullanılabilirler. Boksit, dayanıklılığı, sertliği ve ateşe çok dayanıklılığı nedeniyle bir çok seramik ürününde kullanılır. Tripoli ve opal silis ise seramik ürünlerinde bir katkı maddesi ve arasırada bir iskelet maddesi olarak kullanılır.

#### Öteki Ateşe Dayanıklı Dolgu Maddeleri :

Kimyasal etkisi olmayan ateşe dayanıklı bir tortu veren herhangi bir madde eğer özel üstünlükleri

nedeniyle kil veya silisten daha yüksek bir fiyatta daha yararlı oluyorsa ateşe dayanıklı bir iskelet maddesi olarak kullanılabilir. Kalsiyum ve magnezyum oksitleri gibi oksitler silisle olan kimyasal etkisi nedeniyle kullanılmazlar. Fakat vollastonit, fosterit, talk gibi bazı alkallerin silisle bazı doğal bileşikleri dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır.

Alumina, ateşe aşırı dayanıklılığı, kimyasal etkisinin olmaması, duraylılığı ve sertliği olan bir maddedir. Yalnız veya öteki oksitlerle bileşimi, çok değerli bir iskelet maddesidir. Arı alumina, boksit ve diyaporun prosesinden elde edilir. Boksit, silimanit, kyanit, dumortierit, andalusit gibi öteki minerallerden proses yoluyla elde edilen alumina silikatlar, ticari amaçla mulit şeklinde elde edilebilir.

Zirkonya ( $ZrO_2$ ) ve zirkon (zirkonyum silikat), başlıca ateşe dayanıklı birimlerde, ayrı ayrı ateşe dayanıklı kimyasal etkisi olmayan iskelet maddesi olarak kullanılır. Sentetik bir madde olan kalsiyum zirkonat da elde edilebilir ve benzer şekilde kullanılır.

Aynı şekilde, manyezit, olivin, fosterit, kordierit veya magnezyumun sentetik oksitleri bazik ateşe dayanıklılarda kimyasal etkisi olmayan ateşe dayanıklı iskelet maddesi olarak kullanılırlar. Talk ve vollastonit özel amaçlar için kullanılırlar. Fakat sık sık bu maddeler kil yerine kullanılırlar. Kireçtaşı, kalsit ve aragonit çimentolayıcı maddeler olarak kullanılırlar. Bunların işlevleri özeldir. Özellikle silisin yokluğunda ateşe dayanıklı dolgu maddesi olarak da kullanılabilirler. Dolomit, ateşe dayanıklı bir madde olarak genişlenmiş biçimlerde de yahtıcı ateşe dayanıklı madde olarak kullanılır. Silisin varlığında da kireç kapsayan maddelerin bir kısmı eritken olarak görev yapar. Florit, kireçtaşının yerine getirdiği işlevlerde kireçtaşına benzer ve silisin hazır bulunduğu yerde eritkendir. Florit ayrıca ateşe dayanıklı dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır.

Karbon, özel ve farklı bir seramik hammaddesidir. Karbon ürünlerinde karbonun tek işlevi dolgu

maddesi olacaktır. Karbon, grafit şeklinde, kok veya petrol kokundan elde edilen amorf (şekilsiz) veya yapay olarak elde edilen pirolitik karbon olabilir.

Kromit, arıtılmış krom bileşik-leri, pirofillit, manyezit, manyezya, periklas, kordierit, barit, kalayok-sit, beril ve ender kimyasalların bir bölümü öteki görevleri kadar da ateşe dayanıklı dolgu maddesi olarak kullanılırlar.

#### Cam Yapıcılar ve Bağlayıcılar :

Çeşitli biçimlerdeki silis büyük bir farkla seramik ürünlerinin cam yapıcılarıdır. Kullanılan silisin bü-yük bir bölümü kısmen demirsiz kuvars kumundan proses edilir. Fa-kat bazıları çört, sahil çakılları, sert kumtaşı, ganister, novakulit ve benzer kayaların öğütülmesinden elde edilir. Diyatomitli toprak, do-ğal veya yapay kolloidal silis ve eri-miş silis arasına kullanılan öteki silis biçimleridir.

Silisten başka birkaç cam ya-pıcı vardır, fakat bunlar tercih edi-len silisin olmadığı yerde özel ürün-ler için kullanılır. Bazı özel ürün-lerde arsenik oksit, bor oksit, fos-for oksit ve selenyum oksitler cam yapıcı olarak kullanılırlar.

Bir çok seramik ürününde cam başlıca bağlayıcı etkidir. Fakat birkaç ürün camsı bağlayıcıdan çok kristalin bağlayıcılara sahiptir. Ni-tekim kristallenmeyi kolaylaştıran bu maddeler bağlayıcı etkenler gi-bi düşünülebilir.

Boksit, kyanit, silimanit, anda-lusit, dumortierit, gibi mullit yapı-cıların özel kombinasyonları ateş-seramiği ürünlerinde kullanılırlar.

#### Eritkenler :

Silis ve silikatlarla öyteklikler yapabilecek başlıca maddeler sera-mik eritkenleridir. Lityum, sodyum, potasyum, kalsiyum, mağnezyum, bor, demir, kurşun gibi bazik ele-mentler ve florin gibi asit element-ler birçok işlem için özel olarak ya-rarlıdırlar. Akma gücü, kullanılan özel elementlerin miktarına ve alü-minyum, silikon gibi karşıt etkili elementlerin bağlı yokluğuna bağ-lıdır. Alüminyum ve silikon yük-

sek ateşe dayanıklı ve az eriyebilir bir bileşim yapma eğilimindedir. Bu nedenle ticari cam yapımında olduğu gibi en yüksek akma gücü istendiğinde ve eriyebilirlik belirle-yici bir etken olmadığı zaman alü-mina ve silisi eksik bileşenler erit-ken olarak kullanılırlar. Bunlar so-da, tuz keki, boraks, kolemanit, flo-rit, beyaz kurşun, kırmızı kurşun ve bazı fosfatlardır. Sodyum ve po-tasyum karbonatlar ile az eriyebi-lir mağnezyum ve kalsiyum karbo-natlar ticari camların temel erit-kenleridir. Çok eriyebilir karbonat-lar ve az eriyebilir karbonatların bir dengesi son ürünün duraylılığı ile erimiş bileşenlerin en yüksek sivilliğini sağlamak için gereklidir. Oldukça çok sodyum veya potasyum eriyebilir bir ürün yapma eğilimin-de olacaktır. Oysaki oldukça çok kalsiyum veya mağnezyum, ürünün kristallenmesine veya camlaşma-sına neden olmak eğilimindedir.

Tuz keki, sülfat kökünün neden olduğu bir sorundan dolayı alışı-lmış bir eritken değildir. Boraks ve bor bileşiklerini sır ve minelerde öteki maddelerle birlikte kullanılır. Ateşe dayanıklı camlarda bor, yük-sek ergime noktalı ve düşük katsa-yılı ısı genleşmeli bor silikatları o-luşturur. Bundan dolayı bu örnekte bor bileşenleri eritken değildir.

Bir seramik formülünün oldu-ğu yerde su bir proses yardımcısı olarak kullanılır, eriyebilir erit-kenler toleranslı olamazlar. Bun-dan dolayı potasyumlu feldispatlar olan ortoklas, mikroklin ve sodyum feldispatı albit veya pertitik karı-şımlar gibi eriyebilir eritkenlerdir ve bunlar çanak - çömlek, porselen ve saksı gibi birçok ürün için kul-lanılırlar. Nefelin siyenit biraz da-ha yüksek eritme gücüne sahiptir ve feldispat yerine geçebilecek sen-tetikler (fritler) kullanılırlar. Spo-dumén ve türevleri gibi lityum mi-neralleri de eritken maddeler gibi

Kırmızı .....  
Portakal .....  
Sarı .....  
Yeşil .....  
Mavi .....  
Mor .....  
Kahverengi .....  
Siyah .....  
Koyu pigmentlerin karışımı,  
Beyaz .....

kullanılırlar, bazen de feldispat ile harman yapılırlar. Yüksek kalsi-yumlu feldispat olan anortitin proses'deki bazı eksiklikleri nede-niyle bir eritken olarak yaygın kul-lanımı yoktur.

Kurşun bileşenleri silisle bile-şerek bazen ayrışırlar ve sentetik kurşun silikat zehirli etkisi nede-niyle tehlikeli bir eritken olarak ticari amaçla az satılırlar. Demir oksit, bir eritken olarak görev yap-ması için formüllere ender olarak eklenir, fakat demir oksitli killerin doğal karışımı ürünün camlaşma-sını kapsamındaki demir oksitin bir eritken gibi etki etmesiyle başarır. Başka nedenlerle seramik formülü-ne metalik bileşikler katıldığı za-man bu metal element sık sık bi-raz eritken özellik gösterir.

Proses'de kullanılan su, fırın atmosferinde başlangıçta buhar ola-rak biraz durur ve seramik üzerin-de acı etkisi vardır.

#### Özel Özellik Yapıcılar Veya Şekil Değiştiriciler :

Seramik ürünlerindeki kimya-sal etkilenmemek, sağlamlık, sertlik ve ateşe dayanıklılıktan başka ist-enen özellikler kullanım amacına göre değişir. Bu özellikler; renk, doku, yalıtım niteliği, makina ile şekil verilebilme özelliği, ışık du-yarlılığı, iletkenliği, radyasyon de-ğişimi ve zırhlama özelliği, çimen-tolanma kapasitesi vb. leridir.

#### Renk Pigmentleri :

Seramik ürünlerindeki renk-ler özel yöntemle proses edilmiş bazı inorganik bileşenlerin kulla-nılmasıyla üretilirler. Boya ve teks-tilde kullanılan organik renkler se-ramik prosesinde bozulurlar. Genel renkler aşağıdaki elementlerin bi-leşiklerinin veya ender olarak ken-dilerinin kullanılmasıyla yapılır,

Au, Se, (Cr + Al), (Cr + Sn) F  
U, Mo  
Cd, Mo, Pr  
Cr, Cu, Fe  
Co, Cu, Fe  
Mn  
Ni, Fe  
Mn, C  
Sn, Ti, Zr, P, Sb

### Doku ve Yalıtım Niteliği :

Bir seramik ürünün yüzey dokusunda silis kumu, kalsine kil ve ya karışımları yüzeyi pürüzlendirmede kullanılır. Oysa ki camı kaplamalar, sırlar ve mineler yüzeyi parlatmak için kullanılırlar. Bu camı kaplamalarda kullanılan hammaddeler camyapıcılar, pigmentler ve benzerleridir. Bir ürünün mikro yapısı yoğun veya gözenekli olabilir. Gözenekli bir yapı yalıtım özelliğini artırır, Gözenekli bir yapı yapmak için diatomeli toprak gibi hammaddeler, sülfür veya flor kapsayan şeyller, jips, sodyum silikoflorid gibi gaz yapıcı mineraler sık sık kullanılırlar.

### Makinelenebilme Yeteneği :

Seramikler genellikle zayıf ma-

kinelenebilir niteliktedirler. Bazı çok yüksek alüminalı ürünler daha iyi makinelenebilir özelliğe sahiptir. Metal - seramik karışımı olan kermetler, metallere dolaylı makinanelenmeye yatkındırlar. Kermetlerde kullanılan metaller çoğunlukla nikel, krom ve kalaydır.

### Radyasyon Değişimi ve Zırhlanması Özelliği :

Nükleer proseslerde kullanmak için, uranyum cevherlerinden proses edilen uranyum nitrit, uranyum karbit ve uranyum oksit kullanılır. Monazitten elde edilen çok az miktardaki toryum da kullanılabilir. Beril ve BeO, grafit veya pirolitik karbon şeklindeki karbonun da radyasyonu azaltıcı etkileri vardır. Masif, beton gibi ağır ma-

teryaller olan barit ve kurşun camı zırhlanma amaçlarında kullanılırlar. Hafniyum, kadmiyum, boron ve gadolinium bileşenleri yüksek nötrön soğurma (absorpsiyon) özellikleri nedeniyle kullanılırlar.

### Çimentolanma Özellikleri :

Portland çimentoları kum ve kil karışımının sinterleştirilmesiyle kum ve kilden yapılır. Trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, dikalsiyum alüminat ve kalsiyum demir alüminat üretilen çimentolanma bileşenleridir.

### Işığa Duyarlı Maddeler :

Kadmiyum sülfid, gümüş klorid başlıca ışığa duyarlı maddelerdir.

Killeri tiplerine göre ise şöyle sınıflayabiliriz :

Tip	Başlıca kullanımı	Başlıca özellikleri
1 — Kaolinler (arı killer) ..... Çin kili (China clay)	Beyaz çini, ..... porselen, dolgu, kağıt yapımında	Yüksek kaliteli, ince taneli, beyaz pişmeli
2 — Plastik kil (Ball clay) .....	Beyaz çini, ..... karışımlarda	Beyaz pişmeli
3 — Ateş kili (Fire clay) ..... Flint kili (şiferton) Diyaspor kili	Ateşe dayanıklı ..... olarak	Yüksek alüminalı
4 — Saksı kili .....	Saksı yapımında .....	Koyu renkli pişmeli
5 — Döşeme ve künk killeri .....	Döşeme tuğlaları, geçmeli künkler	
6 — Tuğla ve kiremit killeri .....	Tuğla ve kiremit .....	Kırmızı pişmeli adi killer
7 — Bentonit .....	Demir ve çelik işlerinde, filtrelemede	
8 — Çamaşırıcı toprağı - Fuller's earth - Lekeci kili	Filtrelemede .....	Soğurucu (absorptif)

### Yalıtkan Maddeler :

Doğal steatit - talk, fosterit ve sentetik baryum titanat, kurşun niobat ve bazı karışımları yüksek frekanslı yalıtkan (izolatör) yapımında kullanılır.

Seramik ürünlerinin üretiminde etken olan hammaddelerin teknolojik koşulları ve istenen özellikleri böylece özetlendikten sonra seramik endüstrisinde kullanılan endüstriyel mineraller ve kayala-

rın sınıflamasına göz atmakta yarar var.

### KİL

Killer kökenine göre jeolojik olarak şöyle sınıflanabilir;

A — Kalıntı (residual) killer, yerinde ayrışma ile oluşmuştur.

- Kaolin veya çin kili (arı killer)
- Kırmızı pişen killer

B — Kolloidal killer

C — Taşınmış killer

a) Tortul killer

- Denizel killer
- Gölsel killer
- Taşkın ovaları killeri
- Haliç killeri
- Delta killeri

b) Buzul killeri

c) Rüzgar etkisiyle oluşmuş killer - bazı lösler

Bunlara ek olarak kullanımlarına göre ayrılarak adlanmış kil tipleri de vardır, bunlar bağlama kili, ağartma kili, döküm kili, silgi kili veya kauçuk kili, çanak-çömlek kili vb. dir.

**Kaolin veya çin kili (arı killer),** çok arı, beyaz ve pahalı killerdir.

**Plastik killer (ball clay),** iyi kaliteli, tortul, plastik, ateşe dayanıklı killerdir.

**Ateş killeri (fire clay),** kaolinler ve plastik killer dışındaki tüm ateşe dayanıklı killeri kapsar.

**Saksı killeri,** yarı ateşe dayanıklı, koyu renkli pişen killerdir, dolaylı olarak ateş killerinin yerini alabilirler ve saksı, çömlek yapımında kullanılırlar.

**Döşeme tuğlaları ve geçmeli künk killeri,** iyi kalite killerdir ve değişik renklerde dayanıklı ürünler

elde etmek için kullanılır.

**Tuğla ve kiremit killeri,** her yerde tuğla-kiremit üretimi için kullanılan, düşük değerli çok yaygın killerdir. Kırmızı veya krem renklerinde pişer.

**Bentonit ve lekeci kili (fuller's earth),** killere bağlı olarak sınıflanan killi maddelerdir.

#### Kil minerallerinin sınıflaması ise,

Grup	Bileşim	Köken
<b>A—KAOLİNİT</b>		
1. Kaolinit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	Ayrışma
2. Dikit	»	Hidrotermal ayrışma
3. Nakrit	»	Hidrotermal ayrışma
4. Anaksit	»	Hidrotermal ayrışma
5. Halloysit	»	Ayrışma
6. Endellit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot 2H_2O$	Ayrışma
<b>B—MONTMORİLLONİT</b>		
1. Montmorillonit	$Mg_2Al_3Si_4O_{20}(OH)_2(Na,Ca)$	Hidrotermal ayrışma
2. Nontronit	$FeSi_2Al_2O_6(OH)_2(Na_2)$	Hidrotermal ayrışma
3. Saponit	$Mg_{18}Si_{22}Al_2O_{80}(OH)_{12}(Na_2)$	Hidrotermal ayrışma
4. Beydellit	$Al_{13}Si_{19}Al_5O_{60}(OH)_{12}(Na_2)$	Hidrotermal ayrışma
5. Hektorit	$Li_2(Al, Fe, Mg)(Si_{2m}, Al_n)O_5(OH)$	Ayrışma
<b>C—SULU MİKALAR (İLLİT)</b>		
Ayrışma		
<b>D—ÇEŞİTLİ KILLER</b>		
1. Atapulgit	$Mg_3Si_8O_{20}(OH)_2 \cdot 4H_2O$	Ayrışma
2. Sepiolit - benzerleri	$Mg_6Si_8O_{20}(OH)_4 \cdot n(H_2O)$	Ayrışma
3. Allofan	$Al + SiO_2 + H_2O$	Ayrışma

#### FELDSPAT

Seramiklerde feldspat çömlek yapmak için kullanılır. Bu kullanım iki amaçlıdır; (1) çininin gövdesinde ve (2) sır yapımında. Feldspat, mutfak takımlarında, kiremitlerde sağlık işleri ile ilişkili kapacaklarda ve öteki küçük amaçlı üretimlerde mine yapımında da kullanılır.

#### ÖTEKİ SERAMİK HAMMADDELERİ

**BOKSİT,** yüksek alümina kapsamı nedeniyle bazı porselenlerde sıcaklığa, korrozyona, aşınmaya karşı sağlamlık ve dayanıklılık vermesi nedeniyle kullanılır.

#### SİLİMANİT MİNERALLER

bu mineraller grubu, silimanit an dalusit, kyanit ve dumortierit'i kapsar. Bunlar 1545°C'ta kadar fırınlandıkları zaman silika ve mulit verir. Bu maddeler 1810°C'ta kadar dayanıklı olduklarından çok iyi birer ateşe dayanıklıdır. Bunlardan yapılan seramikler, sağlam, yüksek sıcaklığa karşı dirençli düşük genleşmeli, iyi yalıtıcı, aşınmaya dayanıklıdır. Buji, elektronik-kimyasal porselenler, emaye ve otel tabakları yapımında kullanılırlar.

**BORAKS,** porselen mineelrinin bir bileşeni olarak az miktarda kullanılır. Demir ve çelikle kap-

lanmış ev eşyaları, mutfak takımları pişirme kapları, soba veya fırın, buzdolabı, çamaşır makinası, çini, künk ve benzeri ürünlerde alımlı ve sağlam bir yapı için, sağlığa yararlı seramik ürünlerde ise mine yapımında kullanılır. Boraks az genleşen ve sağlam ürünler yapan özelliğinden dolayı bir çok seramik ürün için gereklidir. Bu ürünler, bazı çömllekler, renkli kaplar, sırlar, laboratuvarlarda kullanılan ısıya dayanıklı camlar, mutfak, termometre ve optik camlarıdır. Boraks camlara sağlamlık ve dayanıklılık kadar parlaklık da verir.

**MANYEZİT,** manyezit veya dolomitin kalsine edilmesiyle elde

edilen magnezyum oksit veya sili-  
kat elektrik fırınları için seramik  
gövdeler yapımında kullanılır.  
Magnezyadan yapılmış laboratuvar  
gereçleri kimyasal olarak etkilen-  
memesinden ve yüksek sıcaklığa  
dayanmasından dolayı metallerin  
arıtılmasında (rafine edilmesinde)  
kullanılır.

**LİTYUM MİNERALLERİ**, bun-  
lar lepidolit, spodumen, veya kim-  
yasal olarak hazırlanmış tuzları  
özellikle lityum karbonatı kapsar-  
lar. Lityum, (1) feldspatla birlikte  
eritkendir, (2) çok düşük alkalile-  
rin kullanımını sağlar, (3) sera-  
mik gövdesinde mineralize edici  
etkisi vardır, 4) sır ve minlerdeki  
parlaklığı, akıcılığı artırır, (5) sı-  
raların buharlaşmasını azaltır, (6)  
yüksek elektrige dayanıklı ve mor-  
ötesi ışığı iletme için elverişli  
cam yapımına yardımcıdır. Lepi-  
dolit, flor ve lityum kapsamından  
dolayı genleşmeyi azaltır ve sera-  
mik gövdesinin dayanıklılığını artırır.  
Ayrıca beyaz opak camlar ve  
opal için iyi bir opak yapıcıdır.  
Parça parça kırılmayan camların  
yapımında da kullanılır.

**KAOLİNİZE OLMUŞ GRANİT**  
(Cornish stone veya China stone)

ortoklas ve albitçe zengin granit-  
lerin kaolinize olmasıyla oluşur.  
İngiliz çömlekçileri tarafından feld-  
spatın yerine kullanılır. Bu kaya  
% 6-15 kaolin, % 55-77 feldspat  
ve % 16-31 kuvars kapsar.

**DIYASPOR**, diyaspor başlıca  
ateşe dayanıklı ateş tuğlaları yapı-  
mında kullanılır. Ayrıca sert por-  
selen elde etmek için bazı killere  
katılarak alümina yüzdesi artırılır.

**BENTONİT**, bentonit başlıca  
seramik dışı amaçlar için kullanılır.  
Fakat ürün kalitesini iyileştirmek  
için killere ve seramik ham-  
maddelerine plastikliği ve bağlayıcı-  
lığı artırıcı bir katkı maddesi  
olarak katılır.

**FLORİT**, florit seramik en-  
düstrisinde mine yapımında kullanılır.  
Ayrıca opak ve renkli camlar  
yapımında, tuğla ve vitrolitlerin  
kaplanmasında kullanılır.

**BARİT**, baryum karbonattan  
elde edilen baritten optik camlar  
mine ve metal tabakların kaplan-  
masında yararlanır.

**POTAS MİNERALLERİ**, potas  
mineralleri mücevher tipi mine ya-  
pımında çok güzel parlaklık ve çe-

kiçilik vermek için kullanılır.

**TALK**, talk seramiklerde kalsi-  
ne talk yapmak için kullanılır. Kalsi-  
sine talk çelikten daha serttir ve  
bir şeyi aletle işlemek için kulla-  
nılabilir.

**PIROFİLLİT**, pirofillit bir se-  
ramik gövdesi maddesi olarak du-  
var kerosu ve elektrik porselenle-  
rinde kullanılır.

**DIYATOMİT**, diyatomit sır ve  
mine yapımında kullanılır.

**ZİRKONYA**, zirkonya, bazı  
porselenlerle platin ve öteki me-  
talleri ergitmek için kullanılan  
yüksek ateşe dayanıklı laboratuvar  
malzemeleri yapımından kullanılır.  
Bunlar kimyasal etkilere ve  
yüksek sıcaklığa dayanıklıdır.

#### YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Bateman, A. M., 1971 Economic  
Mineral Deposits, TOKYO
- Seeley, W., 1975, Industrial Mine-  
rals and Rocks, A.I.M.E., New  
York.
- Tindal, J. A., 1979, Ceramics, In-  
dustrial Minerals February  
1979 p. 35-41.

## Ametalik Hammadde Olarak Killer

M. Yılmaz SAVAŞÇIN,

E.Ü. Yerbilimleri Fakültesi Bornova/İZMİR.

Taş, toprak ve kilin endüstri-  
yel hammadde olarak kullanılma-  
sının Anadolu'da çok eskiye daya-  
nan bir gelenekselliği vardır (Cooper,  
1978). Milattan binlerce yıl  
önce yaşamış olan uygarlıklar  
dünyada ilk kez çömlekçilik, sır,  
boyama, indirgen ve yükseltgen  
(redüksiyon-oksidasyon) pişirme,  
süzüntü ile sirlama gibi konularda-  
ki gelişmiş teknolojik bilgilerini,  
yüzyıllar boyu Anadolu'dan komşu  
ülkelere yaymışlardır (Noll, 1979).  
İslamiyet sonrası Selçuk ve Osman-  
lı uygarlıklarında da aynı gelene-

ğin sürdüğü ve uluslararası ün ka-  
zanmış seramik, çömlek, çini çalı-  
malarının Anadolu'da gerçekleştiği  
bilinmektedir.

Böyle bir gelenekselliğin sür-  
gelmesi Anadolu'nun jeolojik yapı-  
sı ve uygun yeraltı zenginlikleri  
ile çok yakından ilgilidir. Bunun  
belirgin bir örneği eski İznik çini  
ve seramiklerinden verilebilir. Ge-  
rek ak çini için, gerekse mavi boya  
için bölgede varolan bol hammad-  
de kaynakları bu eserlerin uluslar-  
arası üne kavuşmasına neden ol-  
muştur. İznik'teki tarihi çini üreti-

minin, hammaddenin tükenmesi  
sonucu durduğu söylenmektedir.  
Oysa bunu doğrulayacak veya ye-  
recek bir mineralojik hammadde  
araştırması yapılmamıştır. İznik  
çiniciliğinin yaşamını sürdürdüğü  
devirlerde hangi hammaddelerin  
kullanıldığı konusunda B. Alman-  
ya (Hahn Meitner Inst., Berlin) ve  
öteki Avrupa ülkelerinde minera-  
lojik - jeokimyasal incelemeler sür-  
dürülmektedir. Ayrıca bazı değerli  
sanatkarlarımız, buldukları çok te-  
miz malzemeleri eski İznik gelene-  
ğine özgü eserler yaratmak için