

Seramikler



• Metal veya yarı metallerin metal olmayan elementlerle yaptığı bileşiklere **Seramik** denir.

- Kimyasal açıdan **inorganik** özellik taşırlar.
- Atomlar arası bağlar; **iyonik**, **kovalent** veya **kısmen metalik** olabilir.

- Seramik, en basit tanımla, “çok yüksek sıcaklıkta pişirilmiş toprak” demektir.
- Seramiğin tarihi uygarlık kadar eskidir. İlk seramiğin Milattan Önce 6000 yılında Anadolu’da üretildiği bilinmektedir. Çatalhöyük’teki kazılarda elde edilen seramik parçaları, aradan geçen 8000 yıl boyunca bozulmadan, günümüze ulaşmıştır. Bugün arkeologlar için, insanlık tarihi ile ilgili bilgilerin en önemli kaynakları da, seramik buluntularıdır.
- Binlerce asır bozulmadan günümüze gelen seramikler üzerindeki yazı, resim ve semboller sayesinde, geçmiş uygarlıkların yaşam tarzları ve kültürleri hakkında bilgi edinmek mümkün olmaktadır.

SERAMİK devam ...

Seramik bir veya birden fazla metalin, metal olmayan element ile birleşmesi ve sinterlenmesi sonucu oluşan inorganik bileşiktir. Genellikle kayaların dış etkiler altında parçalanması ile oluşan kil, kaolen ve benzeri maddelerin yüksek sıcaklıkta pişirilmesi ile meydana gelirler. Bu açıdan halk arasında pişmiş toprak esaslı malzeme olarak bilinir. Örneğin, cam, tuğla, kiremit, taş, beton, çimento, aşındırıcı tozlar porselen ve refrakter malzemeler bu gruba girer. Kil belirli bir üretim sürecini geçirdikten sonra, sert ve deforme olmayan, bazı özel etkenler dışında hiçbir dış etkiden kolayca etkilenmeyen bir malzeme haline gelir.



Yani neymiş?

- Hitit, Lidya, Frigya, Urartu ve Roma uygarlıklarının şifreleri, büyük ölçüde seramikler sayesinde çözülmektedir. Bilim adamları, bu çok eski uygarlıklardan günümüze kadar bozulmadan gelen seramikleri inceleyerek, tarihin sırlarını çözmektedir.
- Bugün ise binaların iç ve dış yüzeylerinin, zeminlerinin kaplanmasında kullanılan önemli bir dekorasyon ürünüdür.
- Doğadan elde edilen kil, kaolen, kuvars ve feldspat maddelerinin belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilir.
- Bu maddeler hamur haline getirilerek preslenir ve 1100 derecenin üzerinde yüksek sıcaklıkta fırınlanır. Seramiklerin ön yüzü genellikle sır dediğimiz koruyucu bir tabaka ile kaplanır.
- Seramik, doğadan, doğal yollarla elde edilen maddelerden yapıldığı için sağlıklıdır. Seramik, ekolojik (çevreye zarar vermeyen) bir üründür.

Seramiklerin Kullanım alanları

- Seramikler günümüzde, tıbbi malzeme olarak ve çeşitli endüstriyel tasarımlarda ve endüstriyel hizmetlerde kullanılan malzemelerdir.
- Yüksek sıcaklıktaki mukavemet ve sertlikleri, korozyona karşı dirençleri ve yorulma dirençleri yüksektir. Bu özellikleri nedeniyle aşınmanın etkili olduğu uygulamalarda kullanılırlar. Bu açıdan aşınma davranışlarının bilinmesi önemlidir.
- Seramiklerin aşınma davranışlarının belirlenmesinde, oda sıcaklığında ve yüksek sıcaklıklarda uygulanan deney düzenekleri geliştirilmiştir.
- Seramik malzemelerde aşınmayı etkileyen temel faktörler: sertlik, termal iletkenlik, kırılma tokluğu, korozyon direnci ve porozitedir.



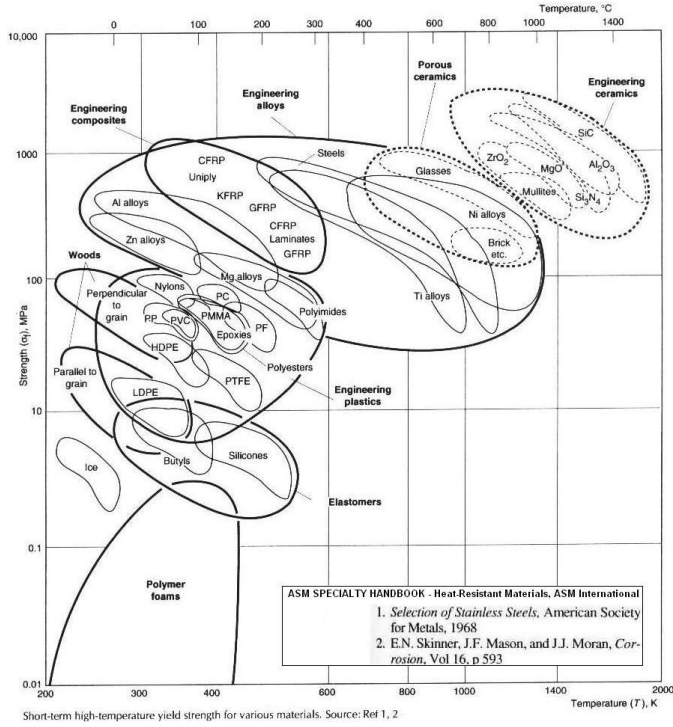
Seramiklerin Kullanım alanları devam....

- Yapı Seramikleri** (Tuğla, Kiremit, duvar ve Yer Kaplama Plakaları, Su ve Kanalizasyon Boruları, Sağlık Gereçleri)
 - Ev Eşyası Seramikleri** (Saksı, Çanak - çömlek, Süs Eşyaları, Sofra Seramiği...)
 - Elektrik** (Şalter ve Sigorta Parçaları, Alçak-Yüksek Gerilim İzolatörleri..)
 - Elektronik Seramikler** (Manyetik, Dielektrik, Piezo Elektrik Seramikler)
 - Refrakter Seramikler** (Ateş, Silika, Bazık, Karbon Tuğla, Grafit, Ateş Çimentosu..)
 - Aşındırıcı Seramikler** (Zımpara Taşları ve Tozları, Sentetik Elmas)
 - Bio Seramikler** (Seramik Kemikler, Protezler, Dişler)
 - Nükleer Seramikler** (Nükleer Yakıt Sistem Seramikleri, Radyasyona Karşı Ağır Betonlar)
 - Mekanik Seramikler** (Piston, Motor Gövdesi)
 - Ser-met' ler** (Seramik Metal Karışımı Parçaları)
 - Uzay Araçları Seramikleri** (Isı ve Sürtünmeye Dayanıklı Kılıflar, Uçuş Pist Platformları)
 - Süper İletken Seramikler** (Enerji İletimi Sistemleri)
- Bi de Kaplamalar TiCN falan

Teknoloji Seramiklerinin Kullanım Alanları

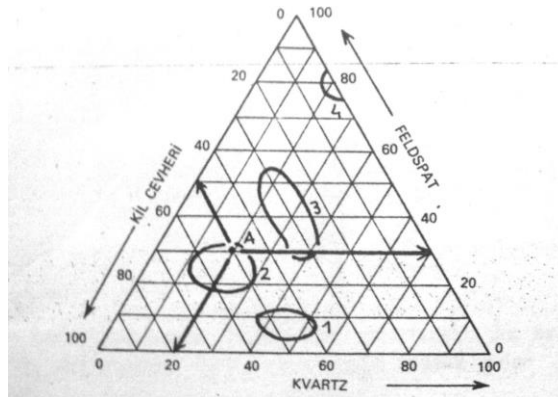
- **Makine Sanayi:** Kesici uçlar, rulmanlar, aşınmalı parçalar, sıcak gaz vanaları, ..
- **Otomotiv:** Isı motorları, yanma türbünleri, enjeksiyon parçaları, ateşleme sistemleri, yüksek ısıda çalışan contalar, ..
- **Uzay Sanayi:** Yakıt sistemleri ve vanalar, güç üniteleri, motor türbün parçaları, yakıt odaları, rulmanlar, ..
- **Savunma Sanayi:** Zırh sistemlerinde, hareket ve güç aktarım sistemlerinde, askeri silah sistemlerinde, aşınmaya dirençli hasas rulmanlarda, ..
- **Biyoloji ve Kimya Endüstrisi:** Biyomalzeme uygulamaları, Isı dönüştürücüsü, filtreler, ısı pompası, ..
- **Elektrik ve manyetik:** Hafıza elemanları, gerilim sensörleri, entegre devre elemanları, kondensatörlerde, yakıt hücreleri ..

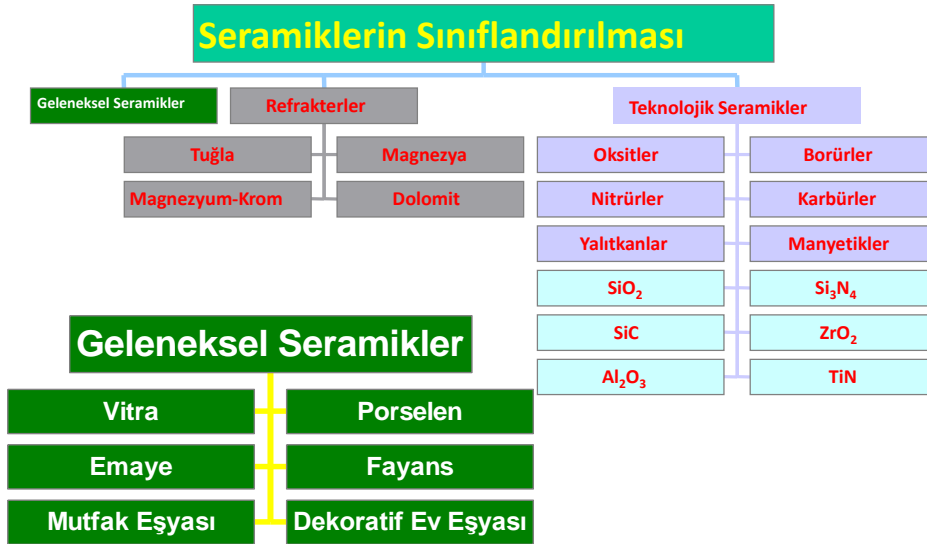
(Ref: Liang, Y & Dutta, S.P. (2001) Technovation, 61-65.)



Resimde üçgen diyagramda, üç ana mineralin hangi çamur bileşimlerini oluşturduğu, bölgeler şeklinde görülmektedir. Bu bölgeler şunlardır:

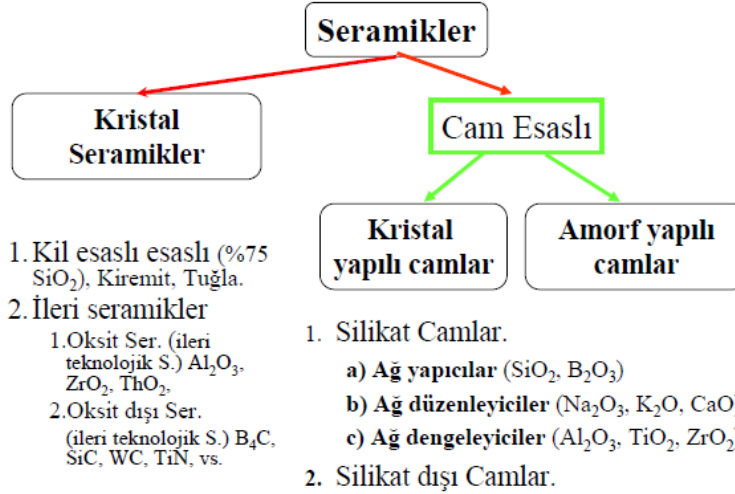
1. Feldspatlı akçini bölgesi, Örnek: A noktasının okunması
2. Sert porselen bölgesi, % 20 Kuvartz (Q)
3. Yumuşak porselen bölgesi, % 50 Kilcevheri (KC)
4. Dental seramik bölgesi. % 30 Feldspat (F)





Grup	Atomik Bağ	Örnek	Özellikler
Oksitler	İyonik	Al ₂ O ₃ MgO, Cr ₂ O ₃ ZrO ₂ , Fe ₂ O ₃ LiAl ₂ SiO ₂	Aşınmaya karşı sert ve iyi derecede sürtünme direnci.
Karbürler	Daha az iyonik arayer bileşikleri Kovalent	ZrC, TiC VC, NbC B ₄ C SiC WC	Yüksek derecede sertlik. Yüksek ısıl kararlılık. Düşük sürtünme direnci. Kesici aletler yapımı.
Nitrürler	Kovalent	BN Si ₃ N ₄ AlN SiAlON TiN	Düşük yoğunluk. Yüksek ısıl kararlılık. Yüksek sertlik. İyi sürtünme direnci. Kesici aletler, gas türbün tekerlekleri, nozul ve pota yapımında kul.
Borürler	Kovalent	LaB ₆ ZrB ₂	Harika bir iletken. İyi sürtünme direnci. Elektro mikroskop filamentleride kul.

Yapıları açısından



SERAMİK BÜNYE

Anorganik bileşiklerin oluşturduğu çamura seramik bünye denir. Bu çamurun içinde kil, kaolen, feldispat ve kuvars bulunur.

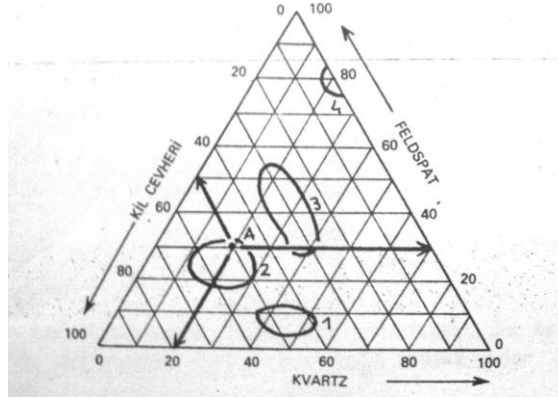
Kil parçanın kuruduktan sonra **KALICI ŞEKİL ALMASI İÇİN GEREKLİ PLASTİKLİĞİ** sağlar.

Plastik olmayan hammaddeler, plastikliğin ayarlanmasını sağlar, örneğin kuvars.

Feldispat ergiticiliği sağlayarak kristallerin birbirine bağlanmasını gerçekleştirir. Ancak yüksek oranda feldispat kullanılması halinde ürünlerde deformasyon

Resimde üçgen diyagramda, üç ana mineralin hangi çamur bileşimlerini oluşturduğu, bölgeler şeklinde görülmektedir.

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1. Feldspatlı akçini bölgesi, | Örnek: A noktasının okunması |
| 2. Sert porselen bölgesi, | % 20 Kuvartz (Q) |
| 3. Yumuşak porselen bölgesi, | % 50 Kilcevheri (KC) |
| 4. Dental seramik bölgesi. | % 30 Feldspat (F) |



SERAMİK HAMMADDELERİN SINIFLANDIRILMASI

Seramik Hammaddelerinin Sınıflandırılması

1- Çamur Hammaddeleri

- Kil grubu Hammaddeleri
- Feldspat " "
- Kuvars " "
- Karbonat İçeren " "
- Diğer " "
- Öğütücü Ortam

2- Sır Hammaddeleri

3- Boya Hammaddeleri

1-Masse (Çamur) Hammaddeleri

Kil grubu hammaddeler

- İllitik Killer
- Kaolenitik Killer
- Karışık yapıli Killer
- Bentonitik Killer
- Refrakter Killer
- Kırmızı
- Zenginleştirilmiş
- Kaolen
- Halloysid

Feldspat Grubu**Hammaddeler**

Potasyum Feldspat

Sodyum Plajiolaz

Kalsiyum “

nefelin siyenit

Granit-Granodiyorit

Pegmatit

Riyolit-Dasit

Perlit

Aplit

Feldspatik kumlar

Kuvars Grubu**Hammaddeler**

Kuvars

Kuvarsit

Silis Kumu

Karbonat İçeren**Hammaddeler**

Kalsit

Kalker

Dolomit

Magnezit-Hidromagnezit

2- Sır HammaddeleriSiO₂,Al₂O₃,Li₂O,K₂O,Na₂O,

BaO,

CaO,

MgO,

SrO,

P₂O₅,ZrO₂,TiO₂,SnO₂,CeO₂,

ZnO,

B₂O₃ kaynakları Arsenik oksiter,

Fluor.

3-Boya Hammaddeleri

Demir Oksitler,

Mangan oksit,

Bakır oksit,

Kobalt oksit,

Krom oksit,

Nikel Oksit,

Uranyum Bileşikleri,

Selenyum Bileşikleri,

Antimum oksit,

Molibden oksit,

Vanadyum oksit,

Wolfram,

Kadmiyum oksit,

TiO₂

Diğer Hammaddeler

Talk,
Wollastonit,
Zeolit,
Sepiyolit,
Pirofillit,
Diatomit,
Disten,
Kalsiyum Fosfat

Öğütücü Ortam Hammaddeleri:

Sileks,
Kalsedon

Seramik hammaddeleri oluşturan ana hammaddeler

1. Kil-Kaolen grubu
2. Feldispat grubu
3. Kuvars-Kuvarsit-Kuvars kumu grubu olmak üzere 3'e ayrılmaktadır.

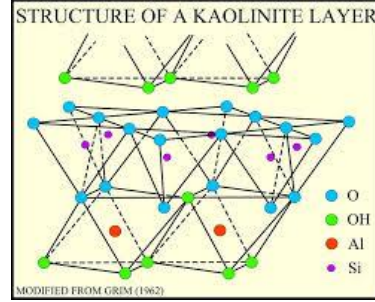
Seramik çamurunda kullanılan diğer hammaddeler arasında mermer, wollastonit, manyezit, dolomit, talk, flint taşı ve sileks, alçı taşı, disten, volkanik tüfler, perlit vb. sayılabilir.

işlevleri :

Ana hammaddeler:

Kaolin: Seramik sağlık gereçleri çamurunda %25-30, seramik kaplama malzemelerinde (duvarda) %15-20 oranında kullanılır.

Çamurun beyazlığı ve pişmede iskelet oluşumunu sağlar.



Kil: Seramik sağlık gereçleri çamurunda %30-35, seramik kaplama malzemelerinde (yer ve duvarda) %30-55 oranında kullanılır.

Çamurun çığ halde plastikliğini ve kuru mukavemetini verir.

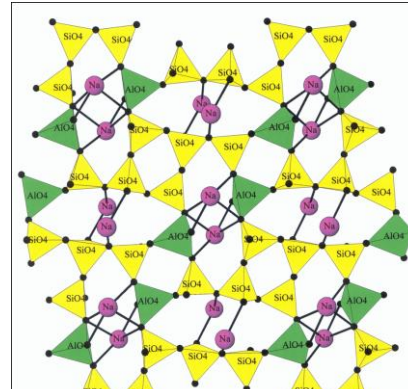


Feldspat: Seramik sağlık gereçleri çamurunda %20-25, seramik kaplama malzemelerinde (yer ve duvarda) %20-45 oranında kullanılır.

Çamurun pişme esnasında ergimesini, camsı faza geçmesini sağlar.

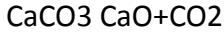
Kuars-kuars kumu: Seramik sağlık gereçleri çamurunda %10-15 seramik kaplama malzemelerinde (duvarda) %5-15 oranında kullanılır.

Pişmiş çamurda iskelet teşekkülünü sağlar.



Diğer hammaddeler:

Mermer: Küçük kristalli ve basınç altında sağlamlaşmış kalsiyum karbonattır. Seramikte kullanılacak mermerde Fe ve renk verici maddelerin bulunmaması gerekir. 900°C'de ısıtıldığında CaO ve CO₂'e ayrışır.



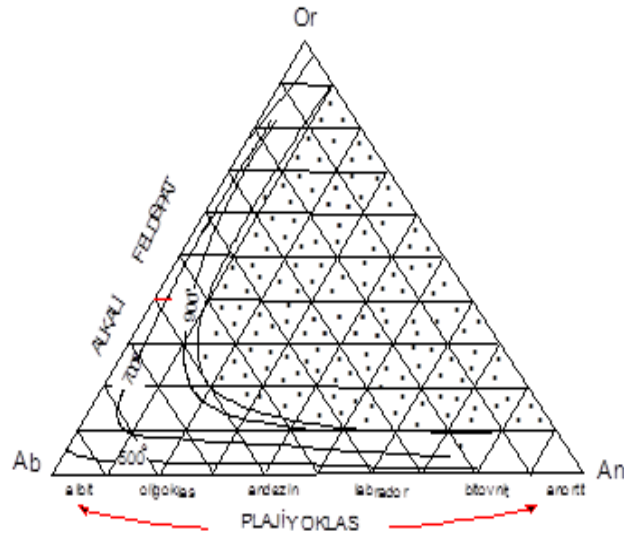
Mermer saf feldspat ile ısıtılacak olursa, feldspatın 1280°C olan erime noktasını düşürerek daha kolay eriyen bir cam meydana getirir. Bu özelliğinden dolayı sır üretiminde kullanılır.

Wollastonit: Bileşimi kalsiyum silikattır. (CaO.SiO₂) Elyafı bir yapısı vardır. Fayans masselerinde çekmeyi azaltmak için mermer yerine kullanılır. Teknik bileşimi %48.25 CaO, %51.75 SiO₂ olup; sertliği 4.5-5 mohs dolayındadır.

Magnezit: MgCO₃ bileşiminde olup; tabiiatta bol miktarda bulunur. Tek başına ısıtıldığında refrakter olduğundan; refrakter sanayinde erime noktasının yüksekliği ve curufa dayanıklılık yönünden çok önemli bir hammaddedir. Diğer maddelerle karıştırıldığında eritken vazifesi görür. Kuvars ile ısıtılırsa magnezyum silikati meydana

Feldspat

Feldspat, kimyasal bileşim bakımından bir alüminyumlu silikattır . Bu elementler (Al, Si) değişik miktarlarda K, Na ve Ca ile bağlanarak bir kafes yapısı (tektosilikat) oluşturur. Feldspat grubu; köşelerinde NaAlSi₃O₈ (Albit; Ab; soda spar), KAlSi₃O₈ (K-feldspat; Or; ortoklas) ve CaAl₂Si₂O₈ (Anortit; An; Ca spar)'inyer aldığı üçlü bir sistem oluşturur



Bu 3 uç üye birbirleri ile bazı oranlarda ve bazı koşullarda karışabilmektedir. Örneğin karışma, Plajiyoklas grubunda tamdır. Ancak An ile K-feldspat uç üyeleri arasında gelişemez. Bu nedenle doğada her oranda karışarak oluşmuş bir feldspat mineraline rastlamak mümkün değildir. Feldspatlar endüstride yaygınca kullanılan bir mineral grubudur. Bu grubun ekonomik olarak kullanılan mineralleri, üçgenin köşelerine yakın bileşime sahip olanlarıdır.

Özellikleri: Cam yapımında feldspat, Al_2O_3 , Na_2O ve/veya K_2O ile ana hammadde kaynağı olarak kullanılır. Alüminyum camın kimyasal aşındırıcılara karşı dayanımını, sertliğini ve dayanıklılığını artırır, camın yeniden kristallenmesini (devitrifikasyon) güçleştirir. Alkali elementler ise cam eriyiğinin oluşmasında ergimeyi kolaylaştırır.

Feldspat cam, sır, mine, seramik imalinde ana hammaddelerden birisi olarak, ayrıca aşındırıcı ve bağlayıcı olarak diş semeninde, terzi sabunu imalinde veya mücevher taşı olarak kullanılır. Seramik sanayinde feldspat, bünyedeki cam, camsı ya da yarı camsı çini, fayans, yer karosu, lavabo ve banyo gibi sıhhi tesisat, elektrik direği porseleni, sır, mine, takma diş, yüksek voltaja dirençli porselenlerin imalinde kullanılır. İç ve dış cephe boyalar, plastik, tebeşir yapımı, sızdırmazlık malzemesi, yapıştırıcı gereç, macun ve elastik dolgu yapımına uygun, yaygınca kullanılan bir hammadde. Feldspatlar orta sertlikte aşındırıcı olarak da kullanılır. Örneğin kum püskürterek temizleme, cilalama ve aşındırma gibi işlemlerde kullanılabilirler. Ayrıca kaynak çubuğu kaplamasında da kullanılır. Feldspat, opal ve alabaster cam yapımında da kullanılmaktadır. Ayrıca alüminyumlu oksit (alümina) hammaddesi olarak da endüstride yaygınca kullanılmaktadır. Tipik bir cam harmanında hammaddeler kullanım oranları Çizelge 3'de verilmektedir. Ayrıca; beyaz temizlik gereçlerinde % 25-35, çini-fayans % 15-35, kimyasal porselen % 15-30, elektrik porseleni % 30-50, yer ve duvar karosu yapımında % 20-55 oranlarında feldspat kullanılır.

KUVARS

Kuvars SiO₂ bileşiminde sertliği 7, özgül ağırlığı 2.85 gr/cm³, ergime sıcaklığı 1785 oC olan, yerkabuğunda en yaygın minerallerden biridir. Saydam veya mat, renksiz veya beyaz, kırmızı, pembe, mavi, mor gibi çeşitli renklerde kuvars vardır. Kristallerinin büyüklüğü bakımından iri kristalli olanlar: Dumanlı kuvars, Morion, Venüs saçı, Ametist, Neceftaşı; kriptokristalin olanlar: Akik, Kalsedon, Çakmaktaşıdır. Kuvars jenetik olarak: 1- Magmatik, 2- Metamorfik, 3- Sedimanter kökenlidir. Doğada fay ve çatlaklarda filon halinde bulunur. Ayrıca cevher yataklarında gang minerali olarak rastlanır.

Kuartz kristali elektroteknik alanda önemli sayılan bir özelliğe sahiptir: Kristale uygulanan basınç ve çekme gibi mekanik etkiler, onun elektrik ile yüklenmesine neden olur. Bu mekanik etkilerin kaldırılması ile elektrik yükü de ortadan kalkar. Bu olay "piezoelektrik" konusunun kapsamına girer. Piezoelektriğin seramik ile olan ilgisi yalnızca kuartzla bağlı bir özellik değildir. BaTiO₃ çıkış maddesi olarak alınarak geliştirilen seramiğe "piezoelektrik seramik" adı verilmektedir.

Silisyumdioksit seramik çamur ve sırlarında önemli görevler yüklenerek geniş kullanma alanı bulur. Seramik endüstrisinde SiO₂ in en çok kuartz kumu ve kuartzı şeklinde olan türleri kullanılır. Doğada bol ve yaygın olarak bulunan ince taneli kumlar, demir ve diğer zararlı katkıları içermiyorlarsa, büyük kırma ve masraflarına gerek olmaksızın seramik endüstrisinde öncelikle kullanılırlar. Kuartz katkısı çamurlarda şu etkileri gösterir:

- a) Çamurun bağlayıcı özelliği ve kuru direnci katkı oranı arttıkça azalır.
- b) Pişmiş çamurda gözeneklilik ve su emme artar.
- c) Kuru ve pişme küçülmesi değerlerinde azalma ortaya çıkar. Katkı oran artması ile birlikte küçülme yerine büyüme görülür.

Seramik Malzemeler ve Üretimleri

Malzeme cinsi	Pişirme sıcaklığı C
Tuğla	1100
Kiremit	1280
Sıhhi tesisat malzeme	1200
Fayans	1080
Emaye kaplama	1280
Şamot tuğla	1400
Silika tuğla	1550
Yüksek değerli porselen	1450
Elektro porselen	1450

Çamur Hazırlama Yöntemleri

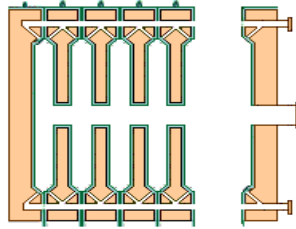
•Yaş Çamur Hazırlama Şekilleri

1. Plastik Çamur
2. Sulu Çamur
3. Kuru Çamur

1. Plastik Çamur

Özsüz ve sert hammaddeler değirmenlerde sulu olarak öğütülürler, plastik olan hammaddeler daha sonra karıştırıcılarda eklenir ve son olarak bünyedeki fazla su **filtre preslerde** alınarak plastik çamur hazırlanır. Sert hammaddeler tüm üretim proseslerinde kullanılmayabilir. Bu yöntem ile üretilen ürünler tuğla, çanak çömlek tarzı ürünlerdir.

•Plastik çamurda su katı oranı plastik hammaddenin su emme kabiliyetine bağlı olarak değişebilmektedir. Ortalama % 20-25 oranında su ilavesi kil hammaddesinin plastikleştirmek için yeterli olabilmektedir.



2. Sulu Çamur

Üretilcek seramik ürünün karakteristik özelliklerine göre hammadde miktarları % olarak tespit edilir. Burada sert hammaddeler olarak nitelendirdiğimiz silis – feldspat – sert kaolen reçetedeki oranlarına göre çamur değirmenine su ile birlikte beslenir. Değirmen içerisinde öğütme işlemi bilyalar sayesinde gerçekleşir.



Öğütülen sert hammadde - su karışımı daha sonra değirmenden karıştırıcılara alınarak burada plastik hammaddeler ile karıştırılır. İstenilen özellikler sağlandıktan sonra çamur stoklara aktarılır. Sulu çamur döküm yöntemi ile şekillendirilmede kullanılan bir çamur tipidir. % 30-35 arasında su ihtiva eder. Daha çok kompleks yapılu ürünlerin şekillendirilmesinde kullanılabilir diyebiliriz.

3.Kuru Çamur

Özsüz ve sert hammaddeler değirmenlerde sulu olarak öğütülürler, plastik olan hammaddeler daha sonra karıştırıcılarda eklenerek sulu çamur elde edilir. Elde edilen sulu çamur sprej drier (püskürtmeli kurutucu) ile istenilen oranlara kadar kurutulur. Presleme yöntemi ile şekillendirilen ürünlerin üretim proseslerine uygun çamur tipidir.



ENDÜSTRİYEL SERAMİK ÇAMURLARI

Seramik çamurlarının üretiminde tek bir hammaddeden özel seramik çamurlarının dışında yararlanılmaz. Çömlekçi ürünlerinin ve seyrek de olsa tuğla-kiremit ürünlerinin yapımında, uygun olması koşulu ile tek bir kilden yararlanılır.

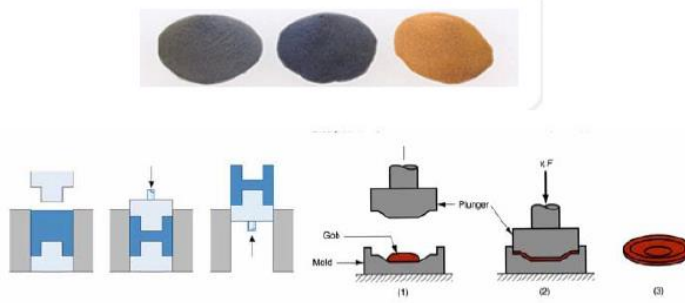
Bunun dışında, seramik çamurlarının hazırlanmasında, kural olarak çeşitli özelliklerdeki hammaddeler gene çeşitli oranlarda karıştırılırlar.

Seramikten üretilen ürünlerin her birinin uygulandıkları alanlara göre, çeşitli özellikler taşımaları istenir.

Bunlar birbirlerinden başta üretim ve bileşim teknolojileri olmak üzere, kullanma yerlerine göre de ayrılırlar. Bu çamurlar şunlardır: Akçini, Vitreous China, Porselen çamurları. Bunların dışında özel seramik çamurları da bu konunun kapsamına girer. Çamurların mineralojik bileşimlerinde yapılacak değişiklikler ile, her seferinde oluşan seramik ürününün özellikleri de değişir.

İmalat aşamaları:

1. Toz halinde bileşim hazırlama
2. Karıştırma; Kuru veya sıvı içerisinde
3. Basınç altında şekillendirme
4. Kurutma ve sinterleme

Şekillendirme**Sinterleme**

- Şekillendirilmiş seramik yapının erime sıcaklıklarının altında ($0.5-0.7 T_e$) yüksek sıcaklıklarda tozların **difüzyon ile birbirlerine kaynaması** ve bu sayede yapının yekpare yüksek dayanımlı bir hale getirilmesi işlemidir.
- Sinterleme sırasında **iç boşluklar (porozite) küçülür** veya yok olur

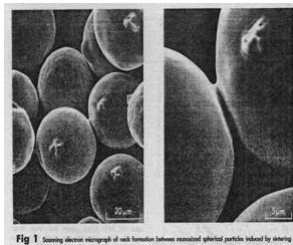
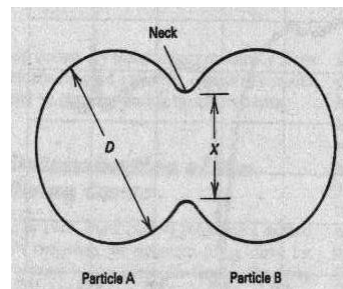


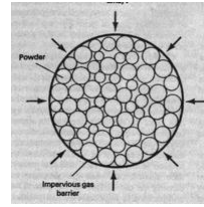
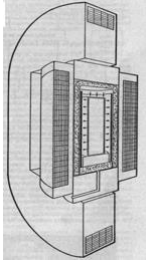
Fig 1 Scanning electron micrograph of neck formation between monosized spherical particles induced by sintering



- Sinterlemenin verimini arttırabilmek ve yüksek kalitede ürünler elde için **Sıcak izostatik presleme** kullanılabilir.

Şekillendirilmiş tozlar yüksek gaz basıncı altında sinterlenir.

- Sinterlenmiş seramik parçalar yüksek performans uygulamalarında; motorlar, fren rotorları, makina parçaları, türbün parçaları vs. metallerin yerini almaktadırlar.



Seramik kristal yapıları

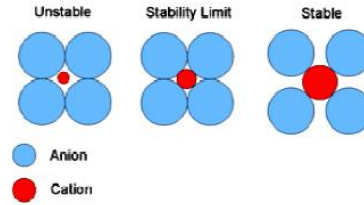
Baskın olarak iyonik bağlı olan bu tür seramik malzemelerin kristal yapıları atomların yerine elektrik yüklü iyonlardan meydana gelmektedir. Metalik iyonlar veya katyonlar pozitif yüklü, nonmetalik iyonlar veya anyonlar ise negatif yüklüdür. Kristalin seramik malzemelerde iyonların iki özelliği kristal yapıyı etkiler.

□ **Her bir iyon üzerindeki elektrik yükünün büyüklüğü**- kristal elektriki olarak nötral olmalıdır. Yük dengesi kimyasal formülü belirler.

Mesela kalsiyum florürde her bir Ca iyonu +2 (Ca^{+2}), flor iyonu ise -1 (F-) yüke sahiptir. Dolayısıyla, her Ca için iki adet F iyonu gerekir. Yani kimyasal formül CaF_2 olur.

□ **Katyon ve anyonların relatif büyüklüğü**- katyonlar mümkün olan maksimum sayıda komşu anyon isterler. Ters de geçerlidir.

Bir katyonu çevreleyen anyonların tamamı katyonla temas halindedir. Belirli bir koordinasyon sayısı için, bu temasın sürdürülebilmesi için kritik veya minimum bir katyon / anyon yarıçapı oranı r_c / r_a vardır.



Seramik malzemeler için en yaygın koordinasyon sayıları, 4, 6 ve 8 dir.

Ancak istisnalar da vardır. r_c/r_a oranı 0,414 den daha büyük olan bazı seramiklerin koordinasyon sayısı 6 değil 4 tür.

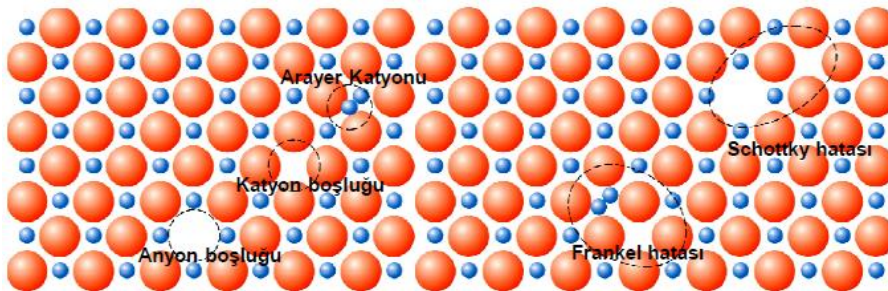
İyon boyutunu etkileyen faktörler:

- Koordinasyon numarası-iyon yarıçapı artan KS ile artma eğilimindedir.
- İyon üzerindeki yük- atom veya iyondan elektron uzaklaştırıldığında, kalan valans elektronları çekirdeğe daha sıkı bağlanır. Bu da iyon yarıçapını düşürür.

Seramik kusurları

Atomik nokta hataları

- Seramik bileşiklerde katyon/anyon boşluğu olabileceği gibi her iki iyon arayer yerleşmiş olabilir.
- Empürite atomları seramiklerde katı eriyik oluşturabilir. Hem yer alan hem arayer katı eriyiği mümkündür.



Seramiklerin özellikleri

- Yüksek **sertlik ve gevreklik**
- Yüksek **aşınma dayanımı**
- **Kimyasal kararlılık** (inertlik-etkilenmeme)
- Yüksek **basma dayanımı** (Çekmeden yüksek)
- Yüksek **rijitlik**
- **Elektrik yalıtkanlığı** veya **çok düşük iletkenlik**
- **Düşük ısı iletkenliği**
- Bazıları **şeffaf olabilir**.



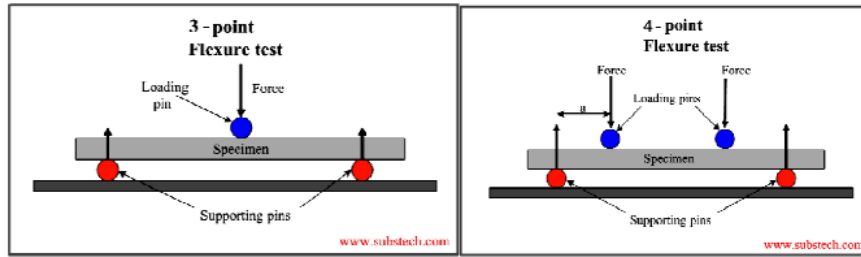
Seramikler çok kırılgandır.

- Gevrek kırılma, çatlakların oluşması ve ilerlemesiyle gerçekleşir.
- Çatlak büyümesi transgranüler veya intergranüler şekilde olabilir.
- Çoğu seramiğin kırılma dayanımı teorik dayanımından düşüktür. Buna sebep malzemede bulunan iç çatlaklar, gözenekler, inklüzyonlar ve tane köşeleri gibi gerilim arttırıcılarıdır.
- Gerilim artışının derecesi çatlak boyuna ve çatlak ucu eğrilik yarıçapına bağlıdır.
- Seramiğin kırılma dayanımı yüzey bölgesinde basma gerilmeleri oluşturarak artırılabilir.
- Basma dayanımı çekme dayanımının 10 katı kadardır. Bu, seramikleri basınç altında çalışan iyi yapısal malzemeler yapar.

Gerilme-genleşme davranışı

Üç sebepten dolayı çekme deneyiyle belirlenmez;

- 1) İstenilen geometride numune hazırlamak zordur.
 - 2) Numuneleri kırmadan çenelere tutturmak zordur.
 - 3) Seramikler yaklaşık %0,1 uzamadan sonra kırılırlar.
- Dolayısıyla, üç-nokta veya dört-nokta eğme deneyi kullanılır.



$$\sigma = \frac{M \cdot c}{I}$$

$$M = F \cdot \frac{L}{2}$$

$$c = \frac{h}{2}$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot b h^3$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{3 \cdot F \cdot L}{2 \cdot b \cdot h}$$

• Eğme dayanımı-kırılma modülü gibi isimler alır.

Mekanik özellik iyileştirme

- Seramiklerin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi:
 - Faz dönüşümü ile toklaştırma (Transformation toughening)
 - Kontrollü mikro çatlak oluşturma: çatlak ilerlemesini durdurmak
 - Elyaf takviyeli kompozit tasarımı.

SIR NEDİR?

Öğütülmüş uygun bileşimli seramik hammaddelerden elde edilen ve seramik bünye üzerinde pişirme neticesinde cam yapıya benzer bir yapı oluşturabilen karışımlara ve söz konusu tabakaya sır denir.



SIR NEDİR?

SERAMİK SIRI, teknik olarak

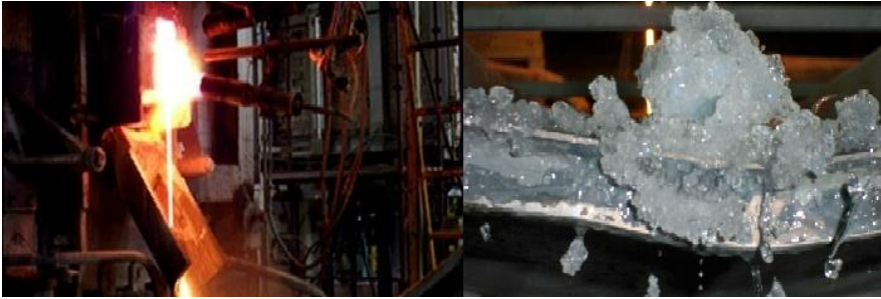
- ❖ bünyeye parlaklık ve düzgün yüzey sağlar.
- ❖ Üzerine çekildiği mamulü geçirgenlik oluşturarak gazlardan ve sıvılardan yalıtır. Asitlere ve bazlara karşı dayanıklılık sağlar
- ❖ çarpma ve darbelere karşı mukavemet kazandırır.
- ❖ Hijyenik olarak mikro organizmaların oluşumunu önler ve bu organizmaların hareketlerini sınırlandırır.
- ❖ Kirlenmelerini önler, temizleme kolaylığı sağlar.
- ❖ Pişme rengi gösteren bünyenin üzerinde örtücü bir tabaka oluşturur.
- ❖ Seramik ürünlere renk ve doku özellikleri getirerek ürünün estetik değerini artırır.
- ❖ Sır altına uygulanan dekorasyonu koruyup, dış etkilerden yalıtır ve korur.

SIRIN BÜNYEYE FAYDALARI:

- MUKAVEMETİ ARTIRIR
- ÜRÜNE GÖRSEL AÇIDAN ZENGİNLİK KATAR
- KİMYASAL VE MEKANİK OLARAK SIR ALTINDAKİ BÜNYENİN DAYANIMINI ARTIRIR
- FONKSİYONEL KULLANIMLARDA BÜNYEDEN GELEBİLECEK ZARARLI VE ZEHİRLİ MADDELERİN SIZMASINI ENGELLER

SIR NEDİR?

Sır ile çamur birbirinden ayrılmaz iki unsurdur. Sır, seramik ürünlerin yüzeylerine uygulandığında renkli, örtücü ve şeffaf görünümde olabilir. Sır, seramik bünye ile beraber pişirildiği gibi, sır bünyesine **fritleştirilip** katılarak da seramik bünyeye tatbik edilebilir.

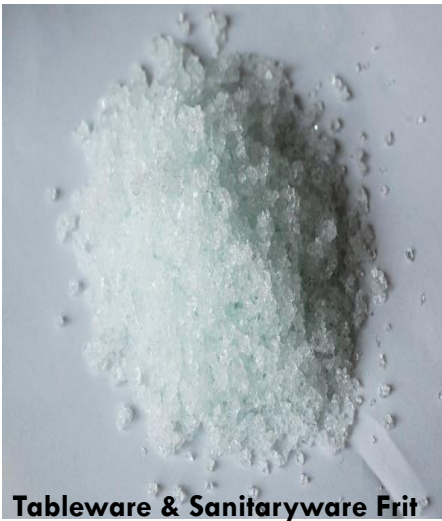


FRİT NEDİR?



Öğütülüp toz haline getirilmiş seramik hammaddelerin bir reçeteye göre tartılıp karıştırıldıktan sonra eritilmesi ve eriyiğın hızlı bir şekilde soğutulması neticesinde ortaya çıkan cam yapılı ara mamüle **FRİT** denir.

FRİT NEDİR?

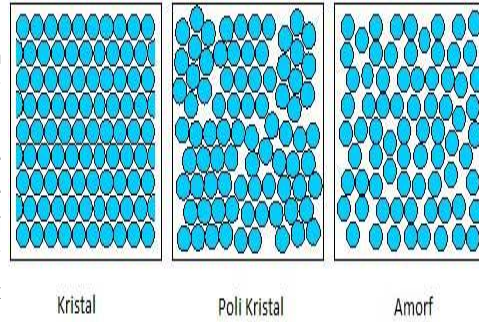


1200°C gibi düşük sıcaklıkların altında pişirilen ürünlerin sırlarında önemli oranlarda FRİT bulunur. Sıcaklık düştükçe bileşimdeki frit oranı yükselir. Fayans sırlarında %90'ın üzerinde frit kullanılır. Porselen gibi yüksek sıcaklıklarda pişirilen mamullerin sır bileşimlerinde fritin yer almasına gerek yoktur. Çoğu zaman KAOLEN, KUVARS, FELDİSPAT, KALSİT, MAGNEZİT ve DOLOMİT gibi hammaddelerin bu sır bileşimlerinde bulunmaları ve istenilen özelliklere sahip ürün elde edilebilmesinde sorunla karşılaşmamaktadır.

CAM NEDİR?

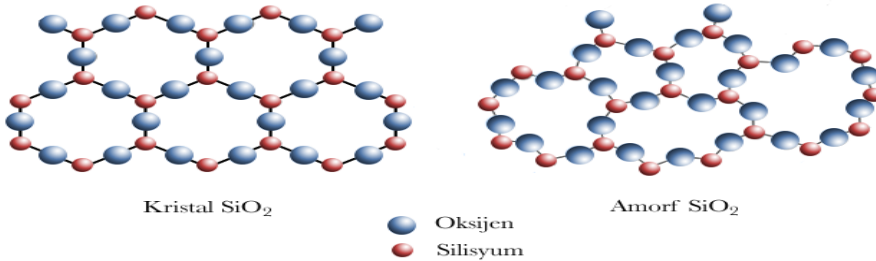
Cam aşırı soğutulmuş alkali ve toprak alkali metal oksitleriyle,diğer bazı metal oksitlerin çözülmesinden oluşan bir Sıvı olup ana maddesi (SiO₂) silistir. Camlar erimiş haldeki **amorft yapısını** koruyarak katılaştan inorganik cisimler olarak tanımlanabilir. Üretim sırasında hızlı soğuma nedeniyle kristal yapı yerine **amorft yapı** oluşur. Bu yapı cama sağlamlık ve saydamlık özelliğini kazandırır.

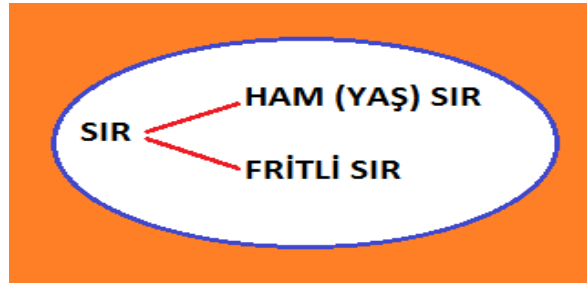
Amorft katı atomların kararlı bir kristal yapıya sahip olmadığı katılar için kullanılan terimdir. Belirli bir şekilleri yoktur Cam amorft katı olmasına karşın sıvı bir maddedir. Cam katı halde bulunan tek sıvıdır.polystyrene gibi polimerler, pamuk helva gibi yiyecekler ve ruj gibi makyaj malzemeleri *amorft* katılara örnek gösterilebilir.



CAM NEDİR?

Silikat bileşimindeki eriyikler genelde yüksek vizkoziteye sahiptir. Yüksek vizkozite soğuma esnasında öğelerin rahat hareket etmesine engel olduğu için düzenli yapı oluşması (kristalleşme) zorlaşır ve cam halinde katılaşma gerçekleşir. **Bir eriyiğin vizkozitesi sıcaklığın düşmesiyle artar.** Belli bir vizkozite değerine ulaşıldığı zaman artık katı madde davranışları geçerli olmaya başlar. Bu değer bütün cam oluşturan eriyikler için aynıdır.





Ham sır, camsı eleman bulundurmayan sırdır. Yüksek sıcaklıklarda(1350-1400 °C) olgunlaşır.(örn; sofr ürün surları)

Fritli sır, camlaştırılmış malzeme içeren sırdır. Olgunlaşma sıcaklığı düşüktür(600- 1200 °C)

Sırların sınıflandırılması:

Sırların sınıflandırılması, sının ortak özellikleri göz önüne alınarak yapılmaktadır. En çok şu özellikler göz önüne alınarak sınıflandırma yapılmıştır:

- Bileşimlerine göre sır çeşitleri:
 - Fritsiz (ham) surlar
 - Porselen surlar
 - Bristol (çinko oksit içerikli) surlar
 - Kurşunlu surlar
 - Fritli surlar
 - Kurşunlu surlar
 - Kurşunsuz surlar

Sırların sınıflandırılması:

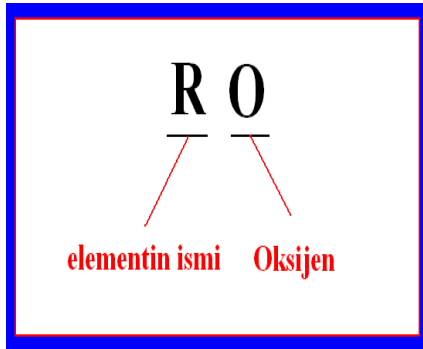
- Yüzey özelliklerine göre sır çeşitleri:
 - Parlak sırlar
 - Mat sırlar
 - Krakle (çatlaklı) sırlar
 - Toplanmalı sırlar
 - Akıcı sırlar
 - Kristal sırlar
 - Aventurin sırlar
 - Redüksiyon sırları:
 - Lüsterli sırlar
 - Çin kırmızısı
 - Seladon sırları

Sırların sınıflandırılması:

- Optik özelliklerine göre sır çeşitleri:
 - Saydam (transparant) sırlar
 - Örtücü (opak) sırlar
 - Kristal sırlar

SIR YAPIMINDA KULLANILAN HAMMADELER NELERDİR?

Sır yapımında kullanılan üç gruba ayrılır.



1) **Bazlar:** Eritici olarak kullanılırlar. RO ve R_2O kimyasal formüllerini içerirler. (Na_2O , CaO gibi).

2) **Amfoterler:** Hem asidik hem bazik özellik gösterirler. R_2O_3 bileşiminde olup, Al_2O_3 genel temsilcileridir.

3) **Asitler:** RO_2 kimyasal formülünü içerirler. SiO_2 genel temsilcilerindedir.

SIR YAPIMINDA KULLANILAN HAMMADELER NELERDİR?

RO - R_2O olarak adlandırdığımız bazik oksitler bünyede mol sayıları 1.0 olacak şekilde bir araya gelirler. PbO , K_2O , Na_2O , CaO , ZnO , BaO , MgO , SrO , Li_2O renkli sırlarda ise CaO , CuO , FeO , NiO , MnO , CdO bazik oksitlerini oluştururlar.

R_2O_2 olarak adlandırdığımız amfoter oksitler Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Sb_2O_3 , Mn_2O_3 , Cr_2O_3 oksitlerini içerirler.

RO_2 asitler grubuna ise SiO_2 , SnO_2 , ZrO_2 , B_2O_3 , TiO_2 , UO_2 , CeO_2 oksitler üyedir.

SIR(SEGER) FORMÜLÜ:

Sırların uygulandığı mamuller ve bu mamüllerin pişirim sıcaklığı farklılıklar arz etmektedir. Gerek bu nedenler gerekse kullanım koşullarında aranan özellikler ve aynı oksit için değişik hammaddelerin kullanılabilmesi gibi nedenler çok değişik sır reçetelerinin ortaya çıkmasını zorunlu kılmıştır.

Bu durumda sır reçetelerini hem bileşimleri bakımından birbirleriyle kolaylıkla karşılaştırmak hem de erime davranışları ve kullanım özellikleri açısından rahatlıkla yorumlayabilmek için **SEGER** kendi adıyla anılan sır formülünü geliştirmiştir.

SIR HAMMADDELERİ

Hammadde sağlamada dikkat edilecek hususlar:

Kimyasal bileşim

Maliyet

Hammaddelerin buldukları yer

Seçilen hammaddelerin içerisinde bulunan mineral safsızlıkları

Hammaddelerin depolanma davranışı(nemli havaya hassas, kuru havada depolanabilen gibi)

Yoğunluk, yumuşaklık, sertlik gibi birbirinden çok farklı özelliklere sahip hammaddelerin hepsinin bir arada öğütülmesi güçtür. Dolayısıyla mineral özelliklerinin bilinmesi gerekir.

Kullanılan hammaddelerin çevreye etkisi.

SIRLAMA TEKNİKLERİ

Sırlama mamule göre değişik teknikleri uygulanarak yapılır. Belirleyici kriterler mamulun geometrik yapısı, sırlanacak yüzey miktarı (yüzeyin tamamı mı yoksa bir kısmı mı) ve bünyenin durumudur(ham veya pişmiş)

Uygulanan başlıca teknikler:

- Daldırma ile sırlama
- Püskürtme ile sırlama
- Spray sırlama
- Perde akıtma metodu ile sırlama
- Elektrostatik sırlama

DALDIRMA METODU İLE SIRLAMA

Pişmiş ve yüzeyinin tamamı sırlanması gereken örneğin; sofraya eşyaları gibi mamullere uygulanır.

Genelde ince bir bünye tabakasına sahip bu ürünlerin ham olarak sırlanması pek verimli olmamaktadır. Çünkü bünye önemli bir oranda mukavemet kaybına uğrar. Deformasyon ve çatlamlar oluşur.

Düzgün bir yüzey elde edebilmek için bünyenin yeterli derecede ve yüzeyin her tarafında aynı oranda su emebilmesi gerekir. Bu bakımdan sıranın litre ağırlığının düşük olması istenir (yaklaşık 1500 g/ltr).

DALDIRMA METODU İLE SIRLAMA



Sırlama yapılırken bünye bir kazanın içerisinde bulunan sıra daldırılır.

Bünyenin sır içerisinde kalma süresi ne az ne de çok olmalıdır. Bu durum sıranın yoğunluğuna bağlı olarak değişir (5- 15 sn).

Çıkarılan mamul yere paralel bir şekilde yüzeydeki nemlilik görüntüsü kaybolana kadar dairesel şekilde hareket ettirilir.



DALDIRMA METODU İLE SIRLAMA



DALDIRMA METODU İLE SIRLAMA



Daldırma ile sırlanmış mamulun ayak kısımları ileride pişme esnasında taşıyıcı refrakter yardımcı malzemelere yapışmasını önlemek amacıyla temizlenir.

DALDIRMA YÖNTEMİ İLE SIRLAMADA İŞLEM BASAMAKLARINI TEKRAR EDECEK OLURSAK;

Bisküvinin tozu alınır gerekli görülürse nemlendirilir.

Sırın yoğunluk ve litre ağırlığı ölçülür.

Sırlanmamış kısımlar varsa (maşa ya da elle tutulan kısımlar) fırça ile sırlanır.

Rötuş yapılır.

Fırın içerisinde refrakter malzemeye temas eden yerlerin sırları mamul üzerinden temizlenir

PÜSKÜRTME YÖNTEMİ İLE SIRLAMA

Püskürtme yöntemi ile sırlama daha çok yer karosu mamulleri üretiminde direk ham bisküviye uygulanan bir tekniktir.

Bu metotla sır yüzeye kesikli ince çizgiler şeklinde atılır. Çizgilerin birleşmesi ile kesiksiz bir sır tabakası oluşur. Su emme kabiliyeti düşük olan ham bünye üzerinde sulu sır toplanması bu şekilde önlenmiş olur.



Püskürtme yöntemi ile sırlamada dikkat edilmesi gereken noktalar;



Sırın kıvamı iyi ayarlanmalıdır. Sır çok sulu olursa mamul üzerinde sır akmaları oluşabilir. Sırın suyu az olursa, pistole ile püskürtme sırasında tıkanmalar oluşabilir.

Sırlama sonrası fırın plakasına gelen alt yüzeylerin sırsız sulu sünger ile silinir. Silinmezse pişirim sonrası buradaki sır pişirim plakasına yapışır.

AKITMA YÖNTEMİ İLE SIRLAMA

Uygun tekniklerle oluşturulan bir sır filminin mamul yüzeyine etki ettirilmesiyle, sırın sürekli olarak beslenen bir haznenin alt kesit açıklığından veya dairesel bir yüzeyin orta merkezine yakın bir yerden sürekli bir film şeklinde akıtılması sonucu oluşturulan bir sırlama tekniğidir.

- Bu tekniğin ana koşulu mamulün düz bir yüzeye sahip olması ve sırlama esnasında hareket etmesidir.
- Perde kalınlığının her noktada aynı olması, karo hareketinin titreşimsiz ve sarsıntısız olması, sır akışkanlığının iyi ve sürekli olması düzgün bir yüzey elde edilebilmesi için gerekli şartlardır.

AKITMA YÖNTEMİ İLE SIRLAMA



Akıtma yöntemi kampana(solda) ve diskle sırlama(sağda) olmak üzere iki şekilde yapılır.

Diskle sırlama metodunda düzgün bir sır yüzeyi elde edebilmek için sırnın litre ağırlığının $\sim 1500-1550$ g/l olması gerekir.

Kampana ile sırlamada sırnın litre ağırlığı $\sim 1700-1750$ g/l olması istenir.

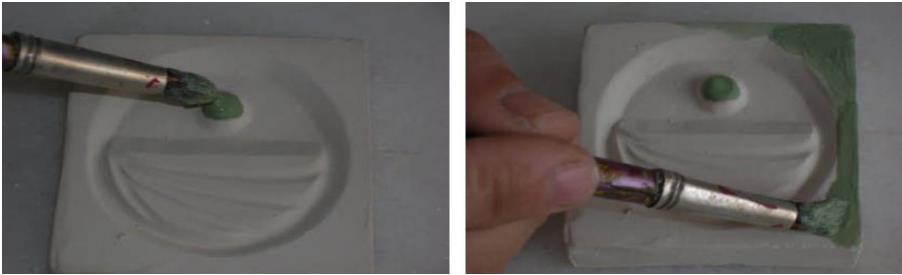
ELEKTROSTATİK SIRLAMA

Sırlamanın bir elektrik alan altında gerçekleştirilmesi işlemidir.

Basınçlı hava yardımıyla kabinin içine püskürtülen sır tanecikleri alan şiddeti yönünde hareket ederek mamulun üstüne yapışır. Serbest halde püskürtülen taneler her tarafa yayıldığından sadece bir kısmı mamul yüzeyine yapışır. Elektrostatik sırlamada ise sır kayıpları genelde düşüktür. Elde edilen sır kalınlıkları yüzeyin her tarafında aynıdır.

FIRÇA VE BENZERİ MALZEMELERLE SIRLAMA YÖNTEMİ

Fırça ve benzeri malzemeler ile sırlama, bisküvi veya kuru yan mamulün yüzeyine fırça ve benzeri malzemeler ile sırn, ince tabaka hâlinde sürülmesidir. Sır karıştırıldıktan sonra bir kaba alınır. Sırlanacak ürünün tozu alınır. Fırça sırn içine daldırılır, sırlanacak ürün üzerine sürülür. Sürme sırasında sır kalınlığının her yerde aynı olmasına dikkat edilir. Fazla sırlar rötüşlenir



Seramik mamullerindeki sırlarda başlıca şu özellikler aranmaktadır.

- Karışımın istenilen ısıda gelişip, cam fazını oluşturması.
- Sır ile bünye arasındaki kaynaşmanın tam olması.
- Sır ile bünye arasındaki genleşme katsayısının eşit olması.
- Kimyasal, mekanik, optik özellikleri gerektiği kadar iyi olmalıdır

Seramik bünye ve sırn uyumu: Sır Hataları:

Çatlama

Sır atması ve kavlama

Sırlanmamış yüzeyler

Toplu iğne başı ve kabarcıklar

Muntazam olmayan renk dağılımı

Mat lekeler ve kükürt gazları

Parlaklığın kaybolması

Sırın fazla akışkan olması

Sır yüzeyindeki kabarcık ve beyaz lekecikler (çiğeksilenme)

Yumurta kabuğu hatası

Siyah leke-siyah noktalama

Sır toplanması-sır yırtılması ve kopması