

Kalıp Kumları

Dr. Serhat ACAR

- Kum: Mineral tanesi (Tane boyutu: 0.05 – 2 mm)
- Kum kalıba dökümde 1 ton döküm parça üretimi için ortalama kum ihtiyacı 4-5 tondur.

Dökümde kullanılan refrakter kalıplar, dökme sırasında şeklini korumak için birbirine bağlanmış parçacıklı bir refrakter malzemedен (kum) oluşur. Kalıp yapımında çeşitli kumlar kullanılabilir ve her biri için aşağıdaki temel gereklilikler geçerlidir.

- Yüksek sıcaklıklarda boyutsal ve termal kararlılık
- Uygun partikül boyutu ve şekli
- Ergimiş metallerle kimyasal olarak reaktif olmama
- Ergimiş metaller tarafından kolayca ıslatılmama
- Isıtıldığında gaz üreten uçucu madde içermeme
- Ekonomik olarak kullanılabilir olma
- Tutarlı temizlik, bileşim ve pH'a sahip olma
- Bağlayıcı sistemlerle uyumluluk

Birçok mineral bu özelliklerden bazılarına sahiptir, ancak çok azı hepsine sahiptir.

Kalıp kumu karışımları

Doğal kumlar

- Bağlayıcı olarak doğal kil içerir ve çıkarıldığı gibi kullanılır. Bir miktar bentonit ilavesi durumunda yarı sentetik kum olarak adlandırılır.
- Doğal kumlar düzenli özelliklere sahip değildir, özellikleri değişkendir.
- **Sentetik kumlar**
- Yıkanmış (temizlenmiş) ve boyutlandırılmış (elenmiş) kumlardır. Yıkama ile kil içeriği çok düşük seviyelere indirilmiştir.
- Yaş kum kalıplama için bentonit veya ateş kili ilavesi ile kullanılır.

Bağlayıcı türler

- **İnorganik bağlayıcılar** (Genellikle kalıplar için kullanılır)
 - **Kil** (Doğal kil, Bentonit, Ateş kili)
 - **İnorganik reçineler** (Sodyum silikat+ CO₂)
 - **Çimento**
- **Organik bağlayıcılar** (Hem kalıplar hem de maçalar için)
 - **Havada sertleşen (Air set) reçineler**
 - **Isıyla sertleşen (Hot box) reçineler**
 - **Gazla sertleşen (Cold box) reçineler**

Yaş kum → Kum+ Kil + Su

(Temper suyu+ serbest su)

Kum türleri

- Silis kumu (SiO_2)
- Zirkon kumu (ZrSiO_4)
- Kromit kumu (FeCr_2O_4)
- Olivin kumu ($\text{MgFe}_2\text{SiO}_4$)
- Alümina silikat kumu (Al_2SiO_5)

Sentetik kumlar şu nedenlerle tercih edilir:

- Daha düzgün tane boyutu
- Daha yüksek refrakterlik
- Daha az su ihtiyacı
- Daha az bağlayıcı ihtiyacı
- Daha küçük depolama alanlarına ihtiyaç
- Özelliklerin kolayca kontrol edilebilir olması



Silis kumu



Zirkon kumu



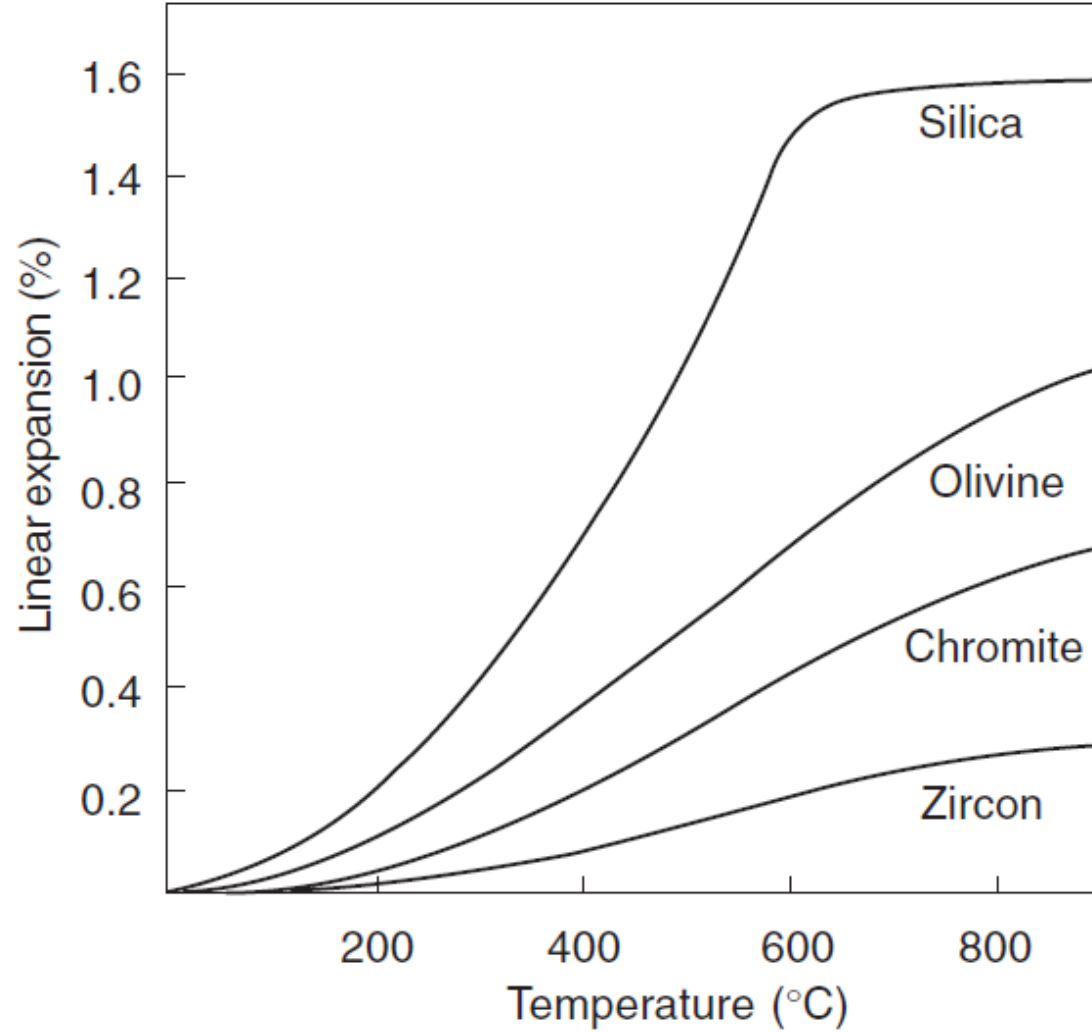
Kromit kumu



Olivin kumu



Alümina silikat kumu



Zirkon, kromit ve olivin kumlarının silis kumu ile karşılaştırıldığında termal genleşme özellikleri.

Silis kumları

Yaş kum kalıplarının çoğu bentonit-su karışımıyla bağlanmış silis kumlarından oluşur. (Yaş terimi, su ile temperlenen kalıbın kurutulmadığı veya fırınlanmadığı anlamına gelir). Kumun bileşimi, boyutu, boyut dağılımı, saflığı ve şekli kalıp yapım işleminin başarısı için önemlidir.

<i>Sand</i>	<i>Sintering point (°C)</i>
High purity silica sand, >99% quartz	1450
Medium purity silica sand, 96% quartz	1250
Sea sand (high shell content)	1200
Natural clay bonded sand	1050–1150

Zirkon kumu

Zirkon, zirkonyum silikattır (ZrSiO_4). Oldukça yüksek refrakterliğe ve mükemmel döküm özelliklerine sahiptir. Başlıca avantajları çok düşük ısı genleşme, yüksek ısı iletkenlik ve yoğunluk (bu da ona kuvarsın yaklaşık dört katı bir soğutma hızı sağlar) ve ergimiş metaller ile çok düşük reaktivitedir. Zirkon, taneleri yuvarlak olduğu için diğer kumlara göre daha az bağlayıcı gerektirir. Zirkonun sergilediği çok yüksek boyutsal ve ısı kararlılık, çelik dökümhanelerinde ve yüksek sıcaklık alaşımları döken hassas döküm dökümhanelerinde yaygın olarak kullanılmasının nedenidir.

Olivin kumu

Olivin mineralleri (karakteristik yeşil renklerinden dolayı böyle adlandırılır) forsterit (Mg_2SiO_4) ve fayalitin (Fe_2SiO_4) katı bir çözeltisidir. Fiziksel özellikleri kimyasal bileşimlerine göre değişir; bu nedenle, kum karışımının tekrarlanabilirliğini kontrol etmek için kullanılan olivin bileşimi bilinmelidir. Su içeren serpantin içeriğini ayırtırmak için kullanmadan önce olivin kumunun kalsine edilmesine özen gösterilmelidir. Olivinin özgül ısısı silisinkine benzer, ancak ısı genleşmesi çok daha azdır. Bu nedenle olivin, kalıp boyutlarını kontrol etmek için çelik dökümünde kullanılır. Olivin, silisten biraz daha az dayanıklıdır ve köşeli bir kumdur.

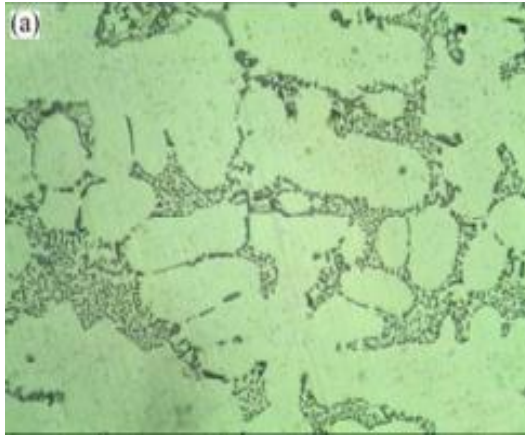
Kromit kumu

Siyah, köşeli bir kum olan kromit (FeCr_2O_4) kimyasal olarak reaktif değildir, yüksek refrakterliğe, iyi ısı kararlılığı ve mükemmel soğutma özelliklerine sahiptir. Bununla birlikte, zirkon kumunun iki katı ısı genleşmeye sahiptir ve genellikle dökümlerde iğne deliği ve gaz kusurlarına neden olan sulu safsızlıklar içerir. Sinterleme reaksiyonlarını ve yanmaya neden olan ergimiş metal ile reaksiyonları önlemek için kromit kumundaki kalsiyum oksit (CaO) ve silisyum dioksit (SiO_2) içeriği düşük olmalıdır.

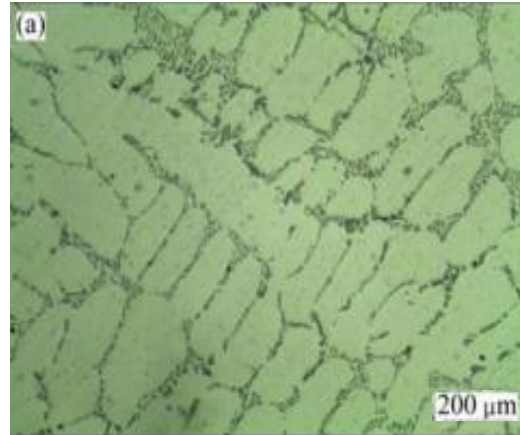
Alümina silikat kumları

Alümina silikat (Al_2SiO_5) üç yaygın biçimde oluşur: kayanit, silimanit ve andalusit. Hepsi yüksek sıcaklıklarda parçalanarak mullit ve silika oluşturur. Bu nedenle, dökümhane kullanımı için alümina silikatlar bu minerallerin kalsine edilmesiyle üretilir. Sinterleme döngüsüne bağlı olarak, silika kristobalit veya amorf silika olarak mevcut olabilir. Taneler oldukça köşelidir. Bu malzemeler yüksek refrakterliğe, düşük ısı genleşmeye ve ısı şoka karşı yüksek dirence sahiptir. Hassas dökümlerde, genellikle zirkon ile birlikte yaygın olarak kullanılırlar.

A356 alaşıımı – 40 mm kesit kalınlığı


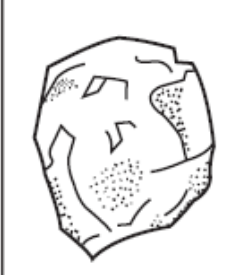
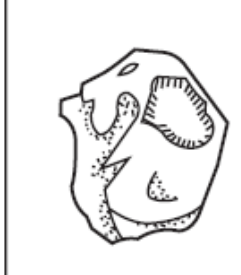
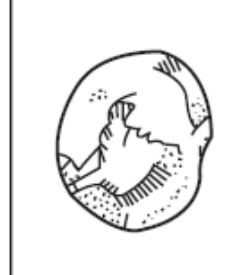
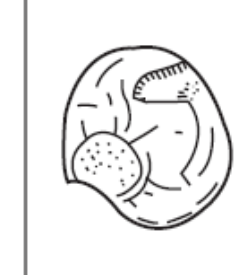
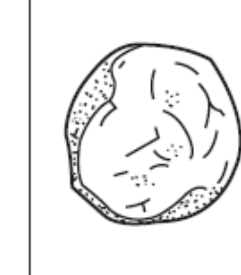

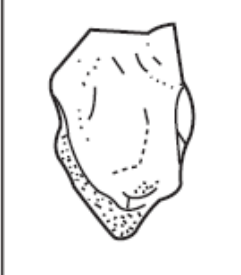
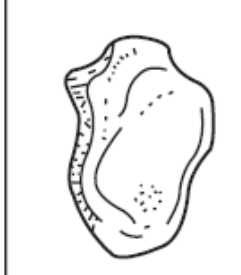
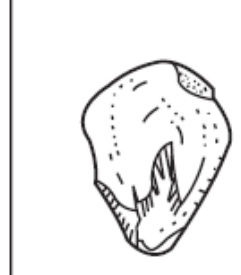
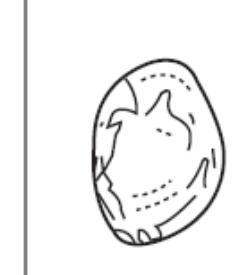
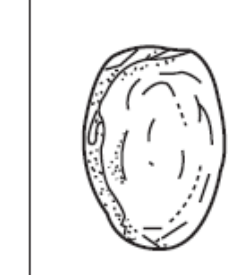



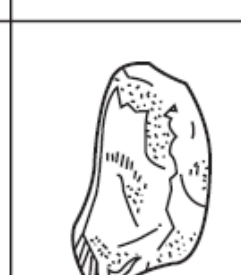
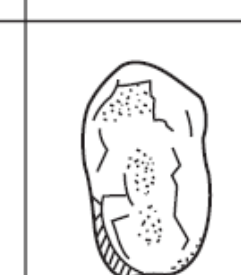
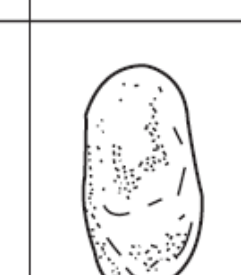


Silika kumu



Kromit kumu

Tane şekli

						High sphericity Medium sphericity Low sphericity
						
						
Very angular	Angular	Sub-angular	Sub-rounded	Rounded	Well rounded	

- Tane şekli köşelilik ve küresellik açısından tanımlanır. Kum taneleri iyi yuvarlatılmıştan yuvarlak, alt yuvarlak, alt köşeli, köşeli ve çok köşeliye kadar değişir. Her bir köşelilik bandı içinde, taneler yüksek, orta veya düşük küreselliğe sahip olabilir. Kumun köşeliliği, düşük güçlü bir mikroskopla görsel inceleme yapılarak ve yayınlanmış çizelgelerle karşılaştırılarak belirlenir.
- En iyi döküm kumları, düşük bağlayıcı ilavelerinde yüksek mukavemet ile iyi akışkanlık ve geçirgenlik sağlayan orta ila yüksek küresellik ile yuvarlatılmış tanelere sahip olanlardır. Daha köşeli ve daha düşük küreselliğe sahip kumlar daha yüksek bağlayıcı ilavesi gerektirir ve bu kumlar daha düşük paketleme yoğunluğuna ve daha zayıf akışkanlığa sahiptir.

Tane boyutu dağılımı

Kumun boyut dağılımı dökümlerin kalitesini etkiler. Kaba taneli kumlar metalin kalıplara ve maçalara nüfuz etmesine izin vererek dökümlerde kötü yüzey kalitesi sağlar. İnce taneli kumlar daha iyi yüzey kalitesi sağlar ancak daha yüksek bağlayıcı içeriğine ihtiyaç duyar ve düşük geçirgenlik dökümlerde gaz kusurlarına neden olabilir. Dökümhane kumlarının çoğu aşağıdaki boyut aralığına girer:

Grain fineness number	50–60 AFS	}	Yields good surface finish at low binder levels
Average grain size	220–250 microns		
Fines content, below 200 mesh	2% max		Allows low binder level to be used
Clay content, below 20 microns	0.5% max		Allows low binder levels
Size spread	95% on 4 or 5 screens		Gives good packing and resistance to expansion defects
Specific surface area	120–140 cm ² /g		Allows low binder levels
Dry permeability	100–150		reduces gas defects

Kimyasal saflık

SiO ₂	95–96% minimum	The higher the silica the more refractory the sand
Loss on ignition	0.5% max	Represents organic impurities
Fe ₂ O ₃	0.3% max	Iron oxide reduces the refractoriness
CaO	0.2% max	Raises the acid demand value
K ₂ O, Na ₂ O	0.5% max	Reduces refractoriness
Acid demand value to pH ₄	6 ml max	High acid demand adversely affects acid catalysed binders

Asit isteği (Acid demand)

Kumun kimyasal bileşimi, havada sertleşen asit katalizörlü bağlayıcıların katalizör gereksinimleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olan asit isteği değerini etkiler. Alkali mineraller ve özellikle önemli miktarda deniz kabuğu içeren kumlar asit katalizörünü emecektir. Asit ihtiyacı yaklaşık 6 ml'den fazla olan kumlar yüksek asit katalizörü seviyeleri gerektirir, asit ihtiyacı 10-15 ml'den fazla olan kumlar asit katalizörlü bağlayıcı sistemleri için uygun değildir.

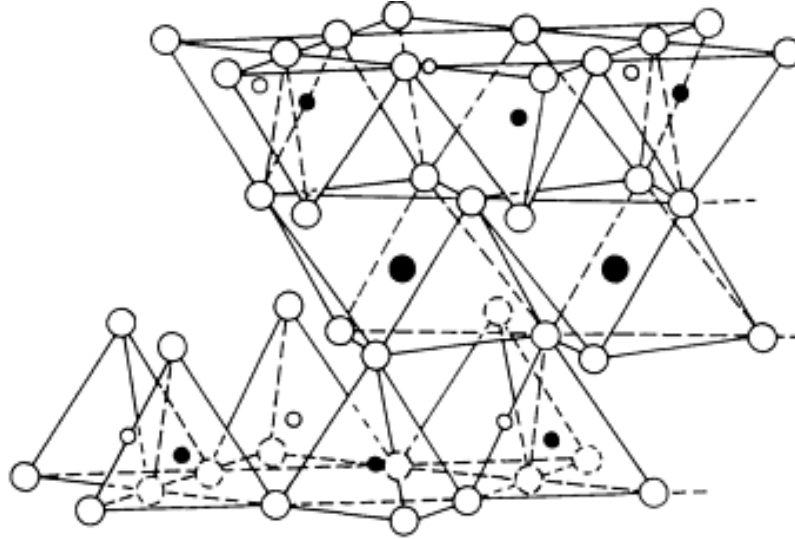
Killer

Yaş kum kalıplarındaki bağlar kil ve suyun etkileşimiyle oluşur. Çeşitli killerin her biri aşağıda açıklandığı gibi farklı özelliklere sahiptir.

Bentonitler

Yaş kum kalıplarının bağlanmasında kullanılan en yaygın killer, montmorillonit veya hidratlı alümina silikat formları olan bentonitlerdir. Montmorillonit, oksijen atomları ile çevrili silisyum atomlarının ve oksijen atomları ile çevrili alüminyum atomlarının alternatif dörtyüzlülerinden oluşur. Bu katmanlı bir yapıdır ve düz plakalar olan kil partikülleri üretir. Su, bu plakaların yüzeylerine adsorbe edilir ve bu da bentonitin su varlığında genişlemesine ve kurduğunda büzülmesine neden olur.

Bentonitin iki formu vardır: Batı (sodyum) ve Güney (kalsiyum). Her ikisi de dökümhane kumlarında kullanılır, ancak biraz farklı özelliklere sahiptirler. Sodyum bentoniti daha yüksek kuru ve sıcak mukavemete sahipken, kalsiyum bentoniti daha yüksek yaş mukavemete sahiptir.



Montmorillonitin yapısı. Büyük kapalı daireler alüminyum, magnezyum, sodyum veya kalsiyumdur. Küçük kapalı daireler silisyumdur. Büyük açık daireler hidroksillerdir. Küçük açık daireler oksijendir.

Ateş kili

Ateş kili esasen kaolinitten, genellikle kalıplama kumunda bentonitlerle birleştirilen sulu bir alümina silikattan oluşur. Oldukça refrakterdir, ancak düşük plastisiteye sahiptir. Kalıbın sıcak mukavemetini artırır ve su içeriğinin daha geniş aralıklarda değiştirilebilmesini sağlar. Yüksek sıcak mukavemet potansiyeli nedeniyle büyük dökümler için kullanılır. Ayrıca, sistemde taban kumunun optimum geniş elek dağılımına sahip olmadığı durumlarda ince taneler oluşturarak elek analizini iyileştirmek için kullanılır. Ancak, düşük dayanıklılığı nedeniyle kullanımı genellikle sınırlıdır. Ayrıca, kum karışımlarının ve malzemelerin yakından kontrol edilmesiyle ateş kili ihtiyacı genellikle ortadan kaldırılabilir.

Kalıp kumlarının özellikleri

Ana özellikler

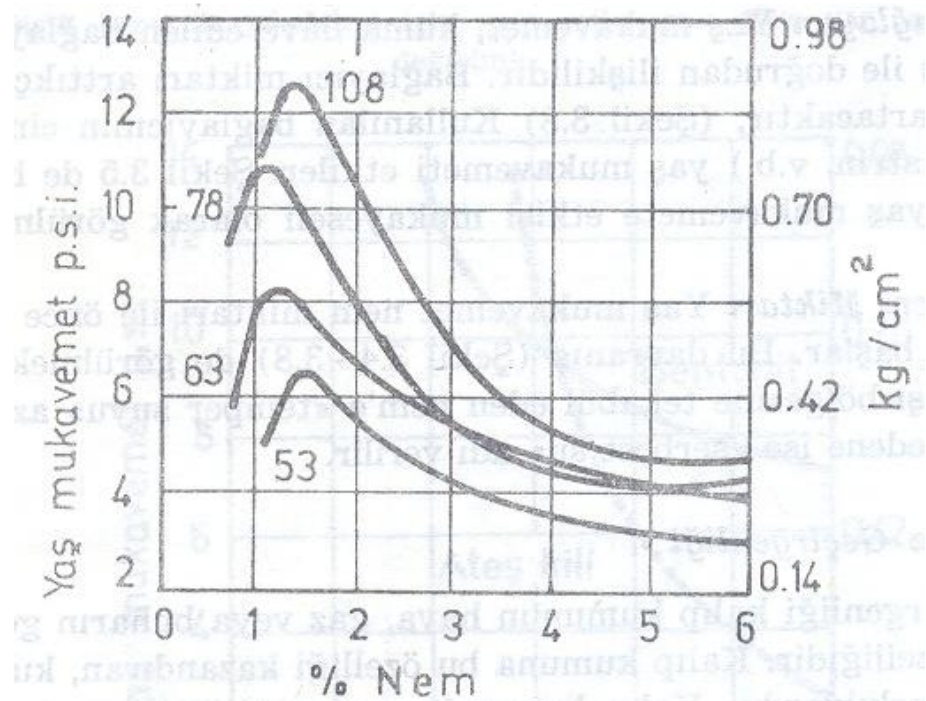
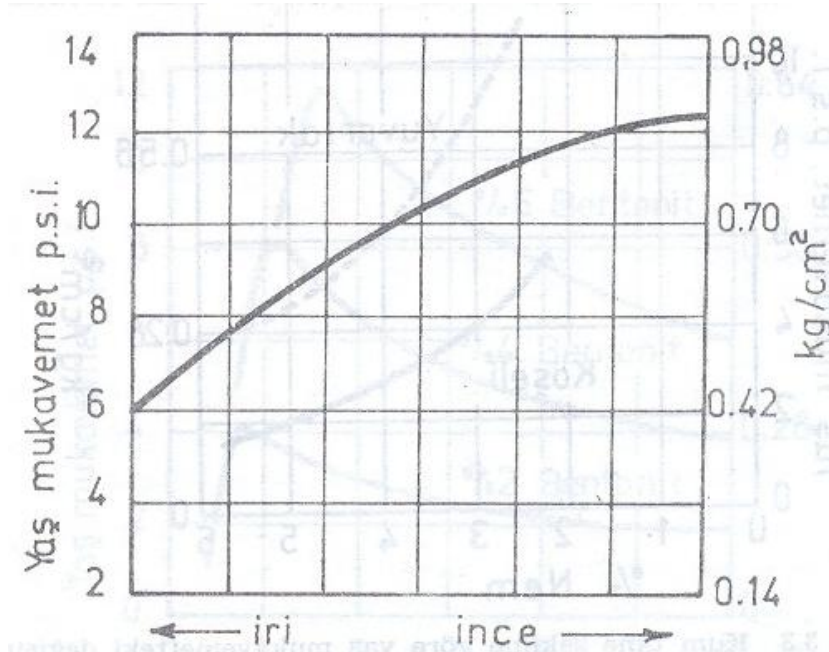
- Yaş mukavemet
- Kuru mukavemet
- Geçirgenlik
- Nem miktarı
- Kil miktarı
- Tane boyutu ve dağılımı

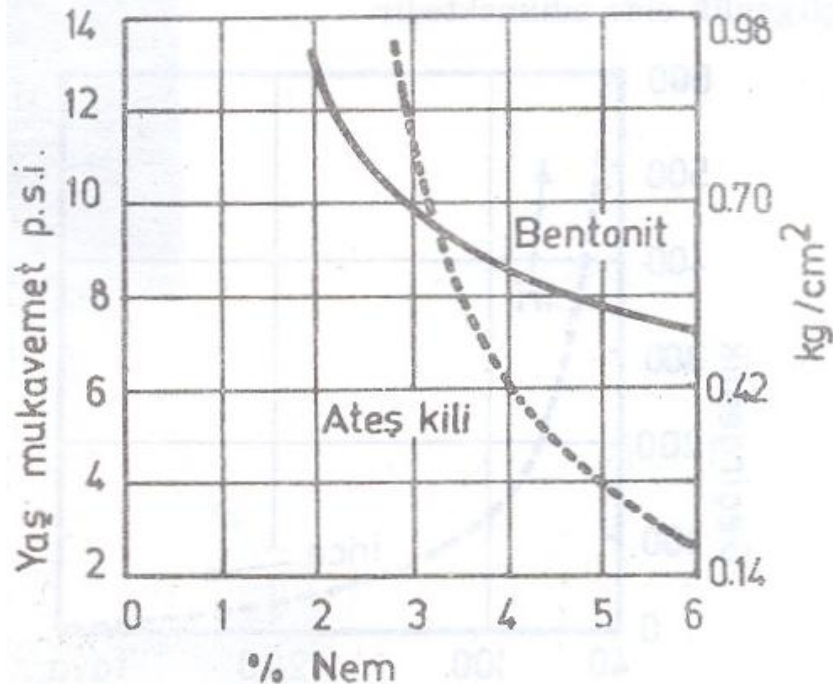
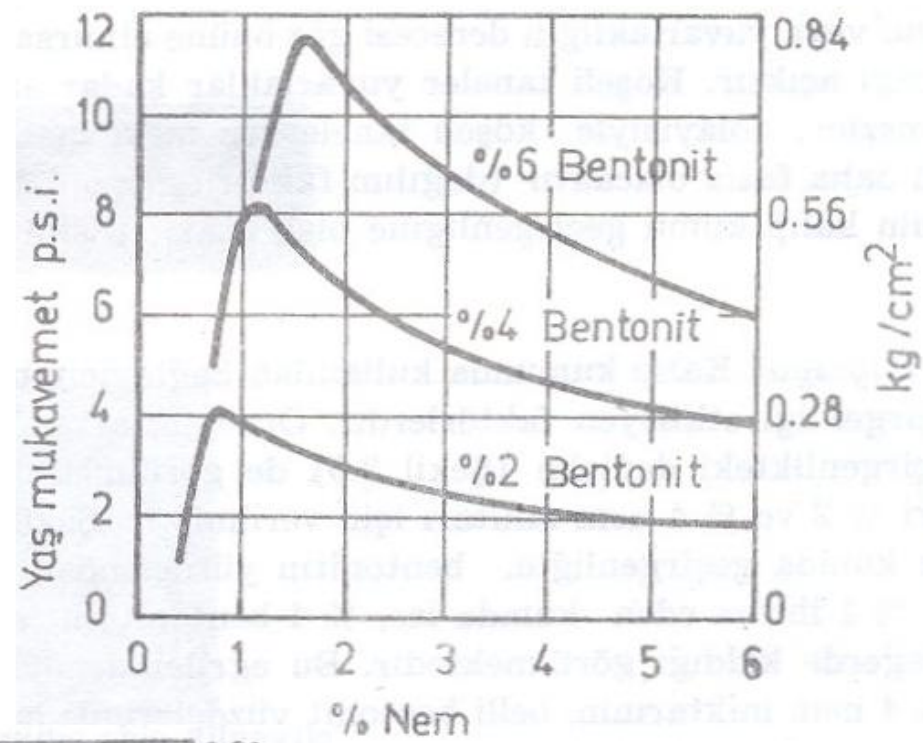
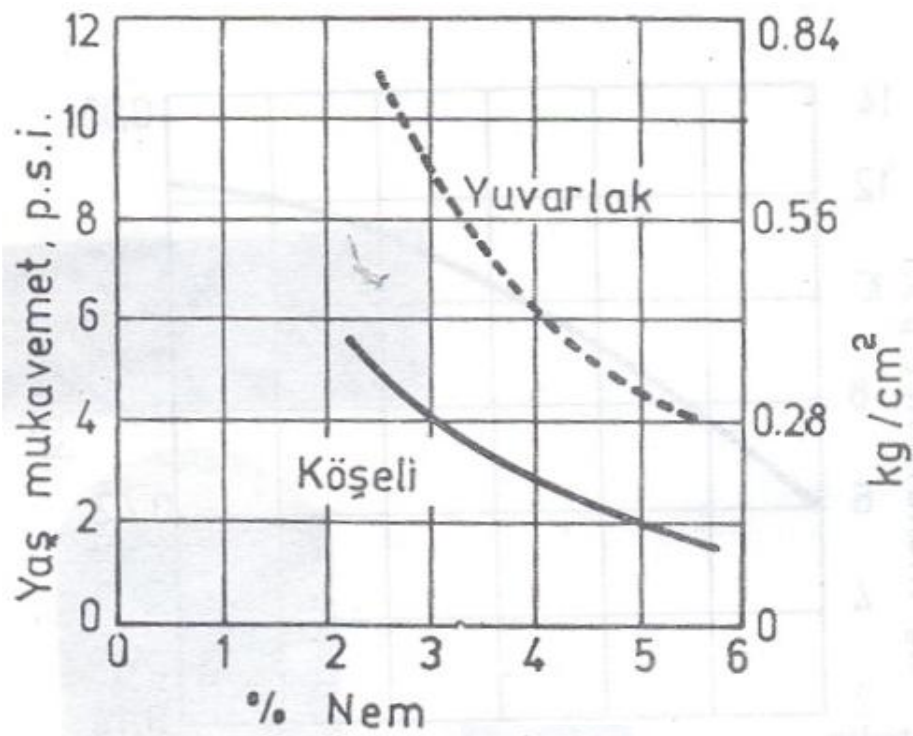
Diğer özellikler

Sıcak mukavemet, sinter noktası, ısıl kararlılık, akıcılık and plastisite, dağılılabılme, yeniden kullanım kabiliyeti

Yaş mukavemet: Temperleme suyunun eklenmesinden hemen sonra kalıp kumunun mukavemeti.

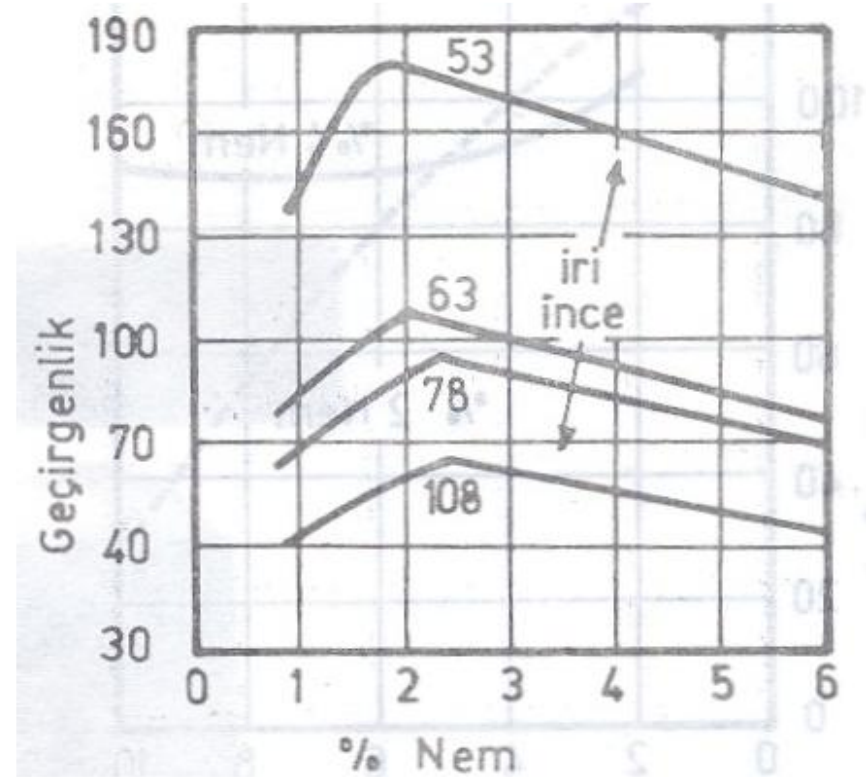
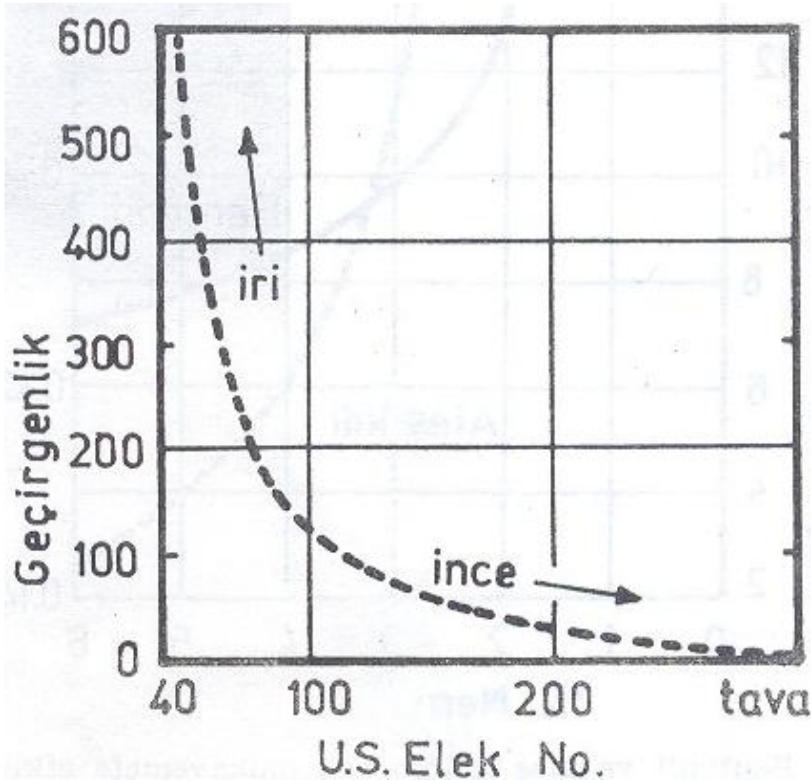
Yaş mukavemeti etkileyen faktörler:

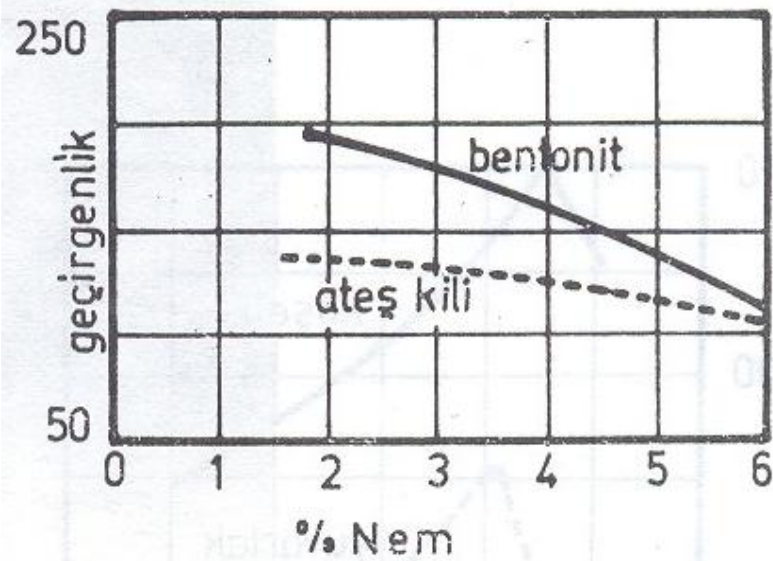
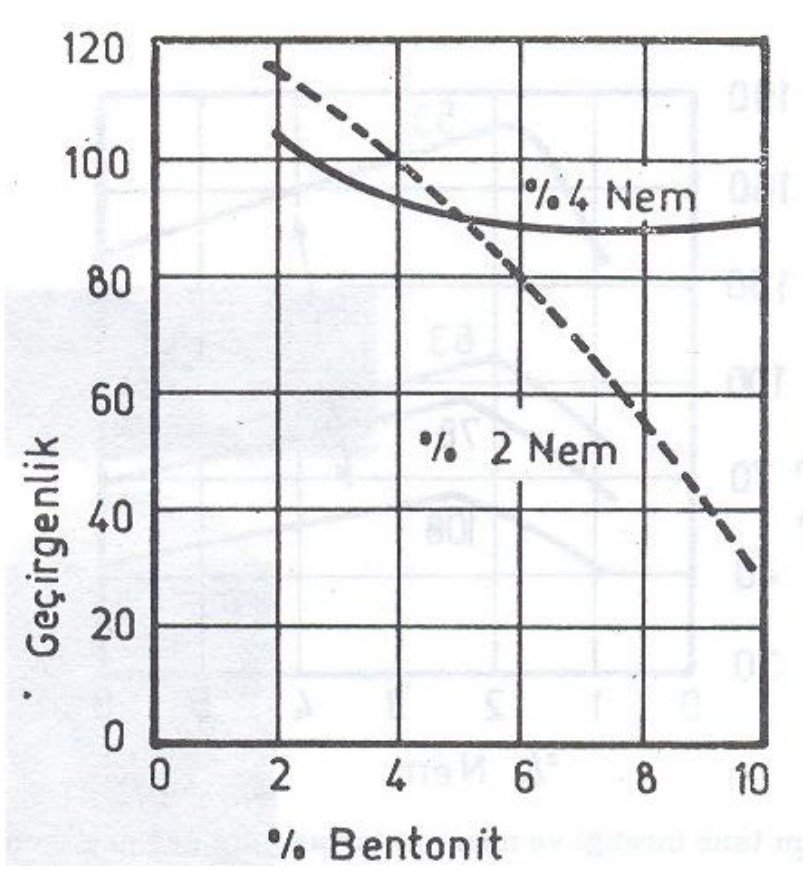
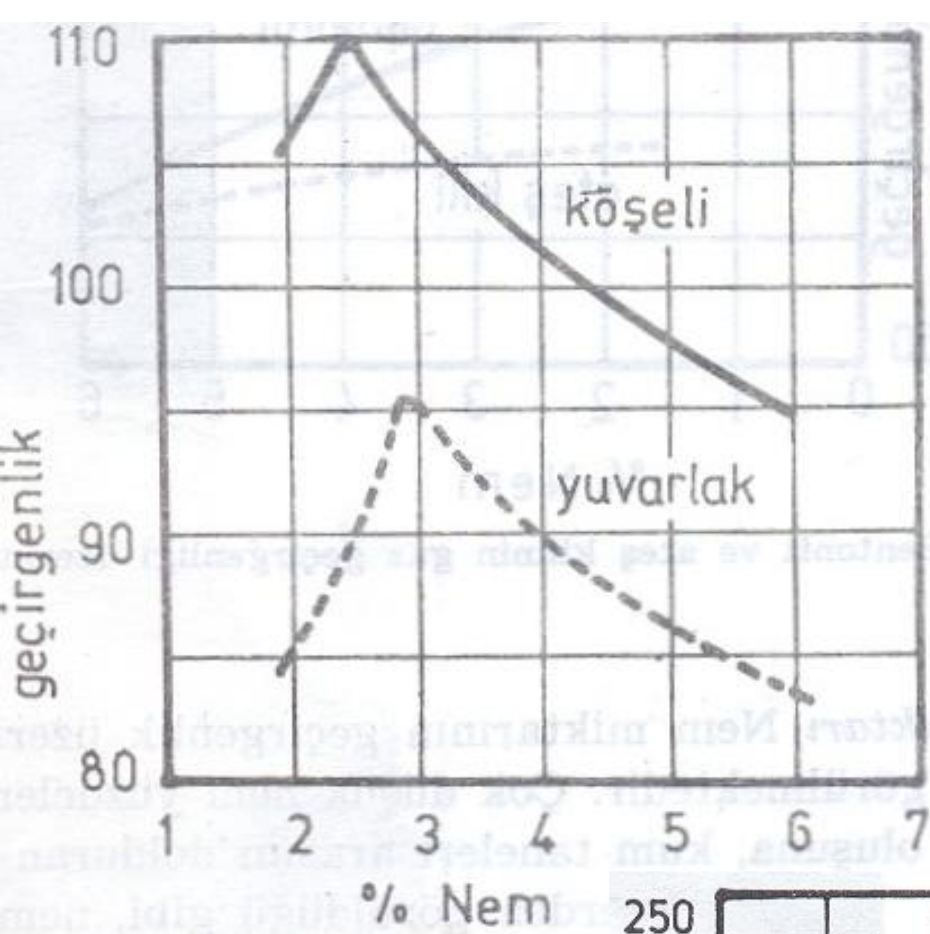




Geçirgenlik: Hava, gaz ve buharın kalıp duvarından geçme kabiliyeti.

Geçirgenliği kontrol eden faktörler:





Kalıp kumu ilaveleri

Silis tozu. Sıcak mukavemeti arttırır.

Demir oksit (Öğütülmüş hematit cevheri (Fe_2O_3)). Sıcak mukavemeti arttırır. Demir oksit döküm sırasında oksijenini kaybeder ve hacmi ve gerilimi azaltır.

Fuel oil. Serbest su içeriğini azaltır ve kalıplama kabiliyetini geliştirir.

Tahıllar (Mısır unu, dekstrin ve diğer nişastalar). Bağlayıcı olarak hareket eder ve yaş ve kuru mukavemeti arttırır.

Pulverize kömür. Kum tanelerinin sinterlenmesini önler, kum taneleri arasında gaz perdesi oluşturur.

Odun talaşı. Döküm esnasında yanar ve ısı kararlılığı artırır.

Grafit. Kalıplama kabiliyetini ve yüzey kalitesini artırır.

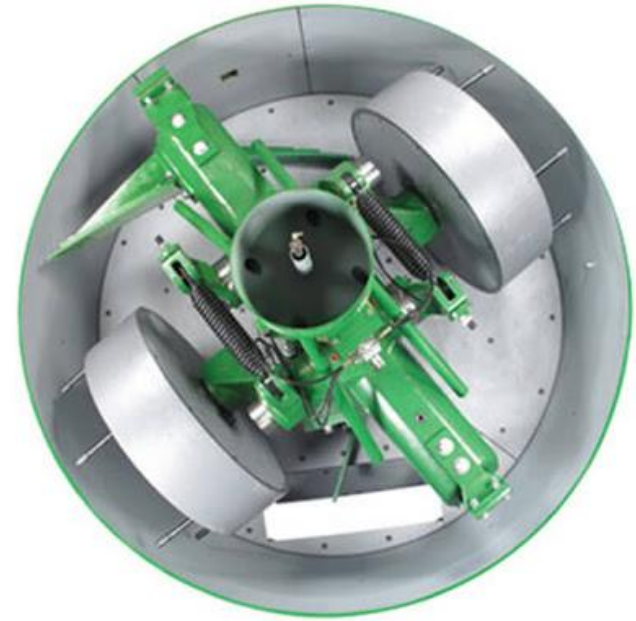
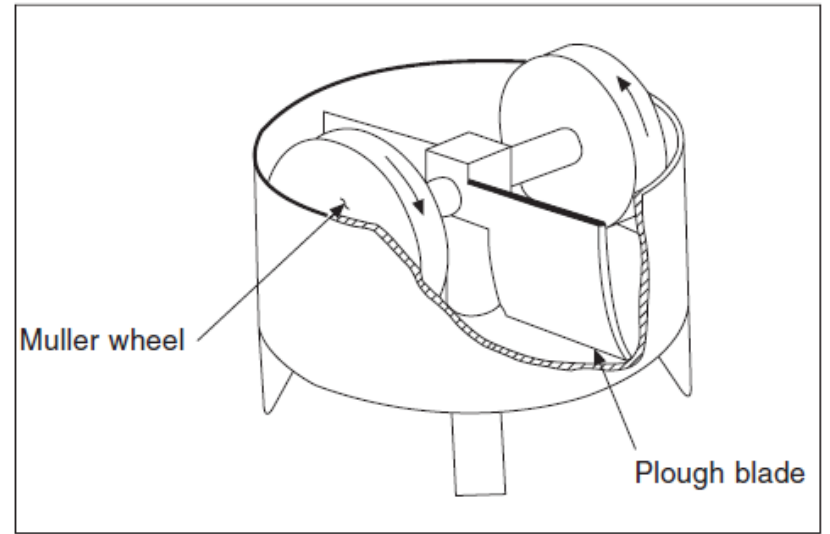
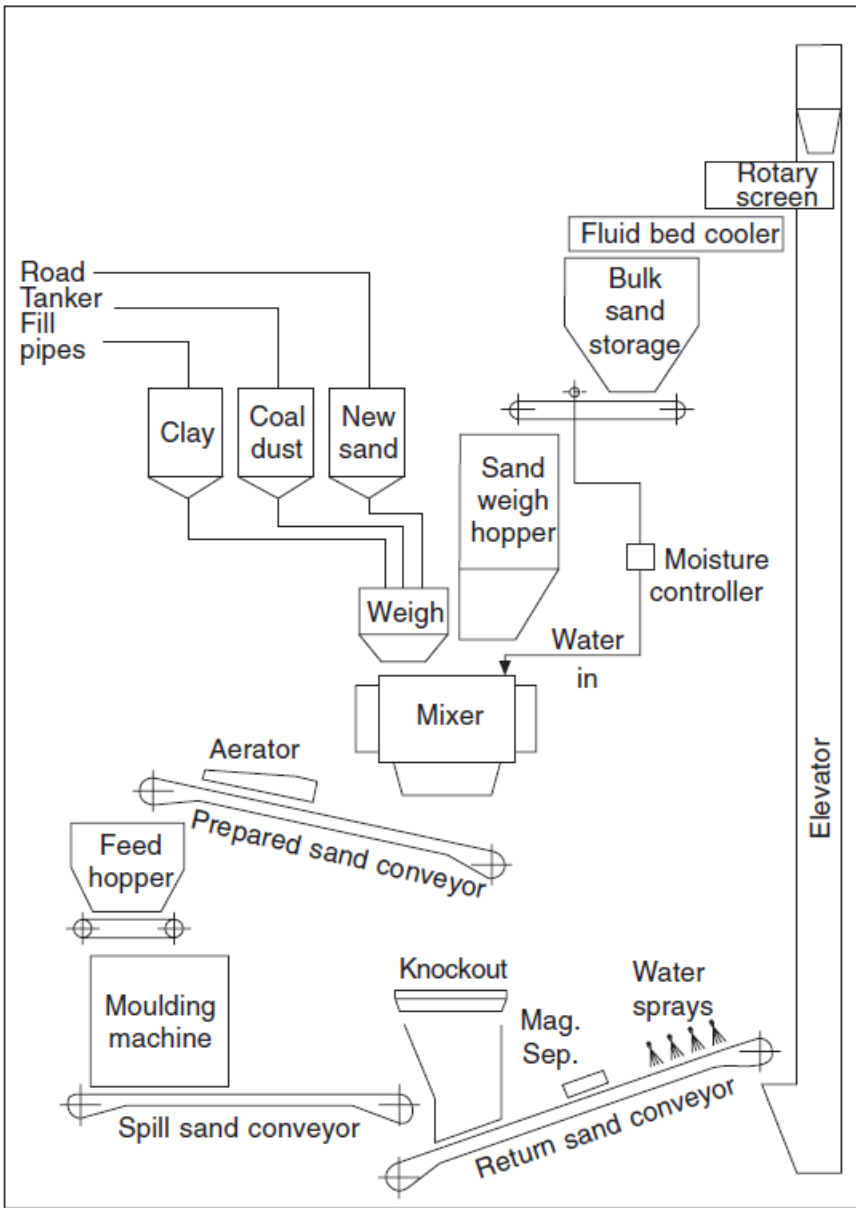
Perlit. Isı kararlılığı artırmak için kullanılan bir tür alümina silikat bazlı mineraldir.

Bir demir dökümhanesi için tipik yaş kum özellikleri.

	<i>jolt/squeeze machines</i>	<i>high pressure (DISA etc.)</i>
water	3–4%	2.5–3.2%
green strength	70–100 kPa 10–15 psi	150–200 kPa 22–30 psi
compactability	45–52%	38–40%
permeability	80–110	80–100
live clay	5.0–5.5%	6.0–10.0%
volatiles	2.5%	2.0%
LOI	7.0–7.5%	6.0%

Steel foundries use sand having similar properties except for reduced volatiles and LOI since coal dust is not used.

A typical grading of a sand suitable for iron or steel castings is:

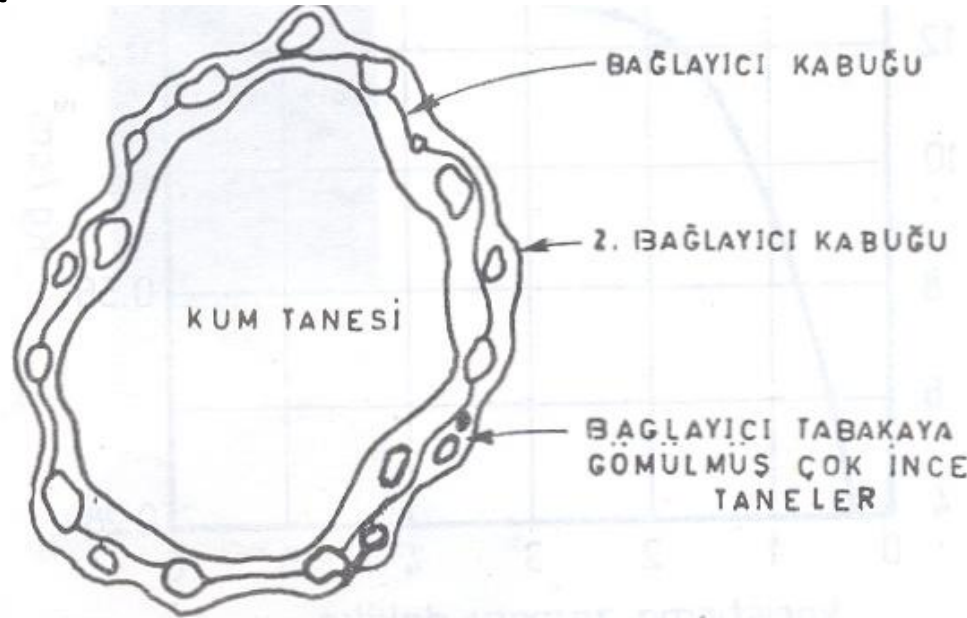


Tipik bir yaş kum tesisi için akış diyagramı

Kum karıştırıcı

Kum reklamasyonu

Reklamasyon, kullanılmış kumun özelliklerini orijinal haline döndürmek için yapılan işlemlerdir. Sadece tek tip kimyasal bağlayıcı kullanıldığında kumun reklamasyonu en kolay olanıdır. Genellikle reklamasyon yapılan kumların küreselliği artar ve köşeliliği azalır.



Kullanılan kum tanesinin etrafındaki bağlayıcı kabuk katmanları

Kum reklamasyon türleri

- Kuru reklamasyon
 - Yaş reklamasyon
 - Isıl reklamasyon (650-850 °C)
 - **Kuru veya yaş + ısıl reklamasyon**
-
- Kuru ve yaş reklamasyon kil bağlayıcı kabuğu kaldırır ancak organik ve karbon bazlı kalıntılar giderilemez.
 - Isıl reklamasyon organik ve karbon bazlı malzemeleri giderir ancak kil kabuk örtüsü üzerinde etkili değildir.

