



KARABÜK ÜNİVERSİTESİ

EKÖK METAL METAL İŞLEME VE DÖKÜMHANE PROSES TANITIMI

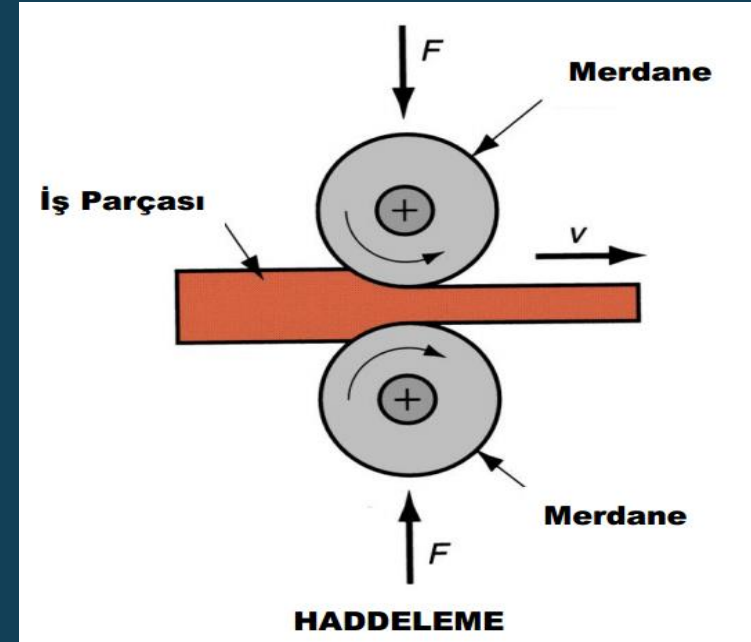


Plastik şekillendirilmede malzeme katı halde, hacim değişikliğine uğramadan, kristal yapı özelliklerini koruyarak ve kırılma gibi herhangi bir süreksizlik yaratmadan kalıcı olarak şekil değiştirmektedir.

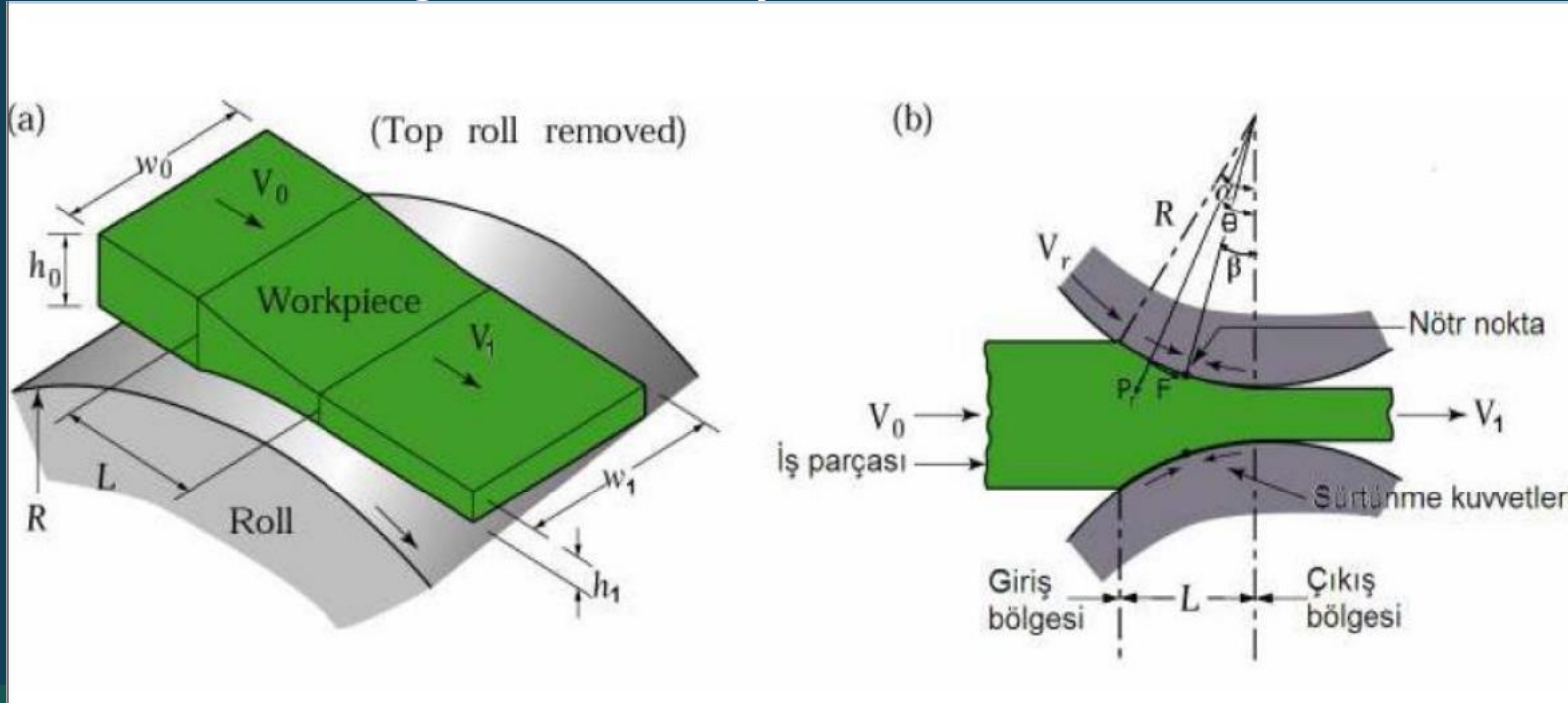
Malzemeleri, eksenleri etrafında dönen iki silindir arasından geçirerek yapılan plastik şekil verme işlemine haddeleme denir . Haddeleme, plastik şekillendirme teknikleri içerisinde en çok kullanılan (% 95) yöntemdir .

Çünkü;

- Üretim hızlı,
- Sürekli,
- İşlem ve ürün kontrolü kolay



1. Merdaneler aynı hızla ve birbirine zıt yönde dönerler .
2. Malzemenin merdaneler arasından her geçişine “paso” denir .
3. Haddeleme, basma mekanik işlemi olup genellikle uygulanan kuvvet merdanelerle sağlanan radyal basınçtır .





HADDELEME

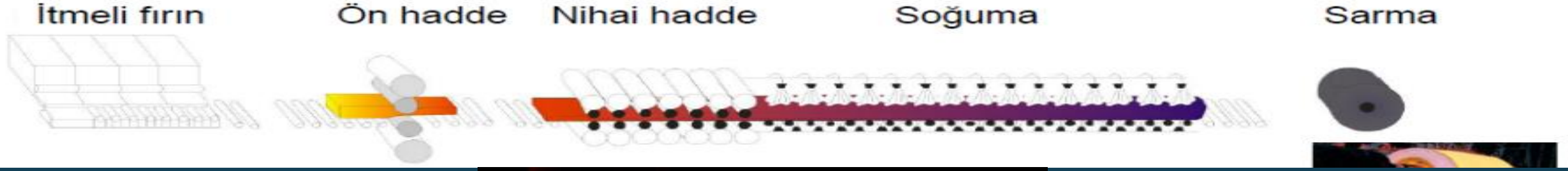
SICAK HADDELEME

- Yeniden kristalleşme sıcaklığının üstünde yapılır
- Yarı ürün; Slab, Blum, Kütük
- Levha, Sac, Çubuk, Boru, Ray ve Profiller

SOĞUK HADDELEME

- Sac, Folye, İnce çubuk ve tel
- Yüksek mukavemet
- Haddeleme kuvveti yüksek
- Düzgün yüzey

SICAK HADDELEME YÖNTEMLERİ



SICAK HADDELEME YÖNTEMLERİ

Otomotivin temel girdisi olan hem yüksek mukavemet hem de üstün şekillenebilirlik gerektiren **jant ve şasi parçalarının** üretiminde kullanılmak üzere.



Mekanik özellikleri garanti edilerek, süneklik ve tokluk optimizasyonu sağlanan, konvansiyonel yöntemlerle kaynaklanabilen **genel yapı çelikleri**, çoğunlukla **inşaat makineleri** ve **iş makineleri** imalatında, **genel konstrüksiyon levhalarında**, **kara ve demiryolu araçları** imalatında, **depolama tankları** ve **konteyner** imalatında kullanılmaktadır.



Sıcak haddelenmiş boru çelikleri; yüksek mukavemet, mükemmel tokluk ve iyi kaynaklanabilirlik özellikleri ile, içerisinden **su/yağ veya gaz/petrol nakli yapımına uygun boruların** üretiminde kullanılmaktadır.

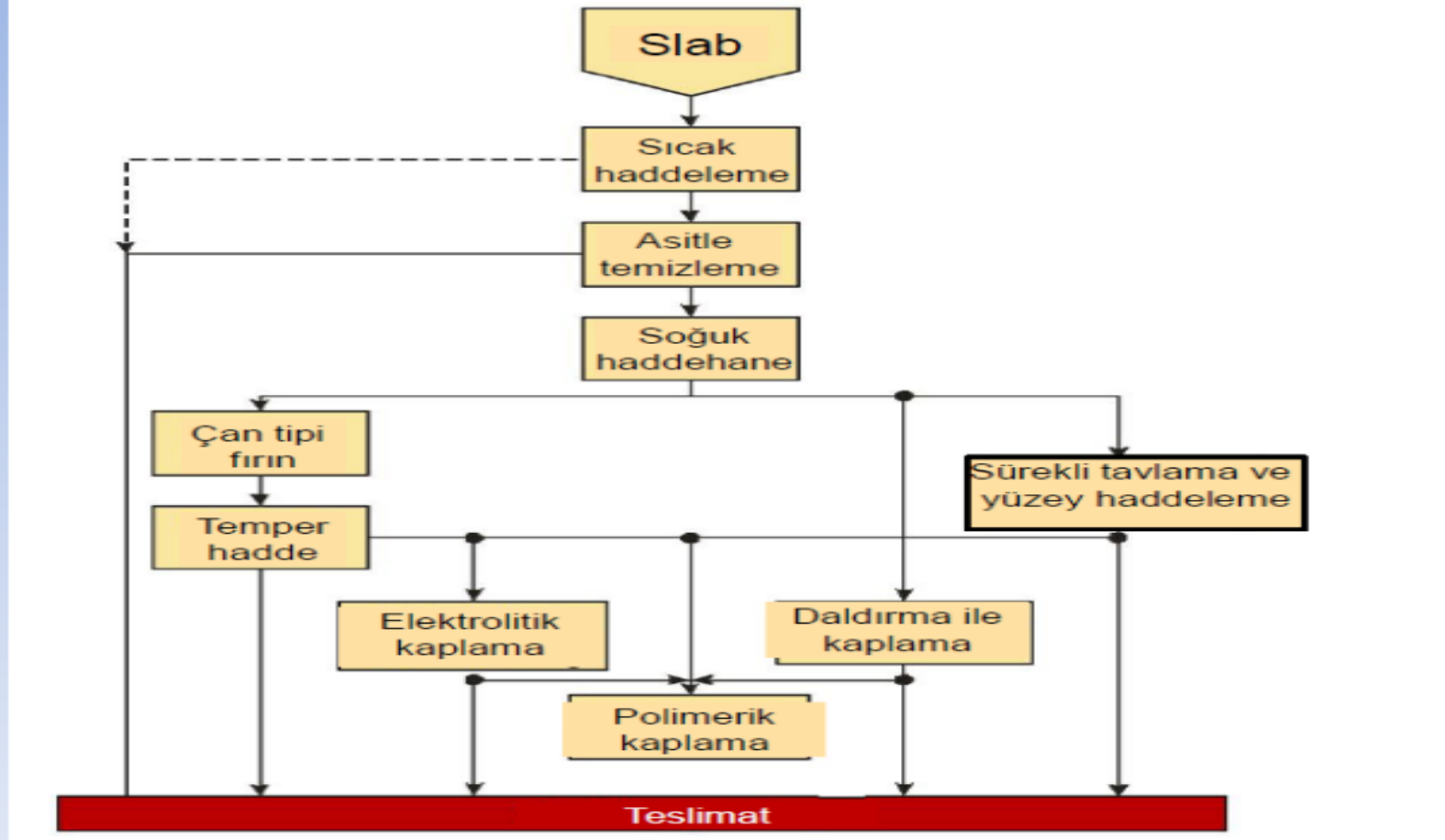


Basınçlı kaplar ve kazan imalatında, **basınca ve buhara maruz kalan boruların** üretiminde, **endüstriyel termal kaplarda** ve **ısı eşanjörleri** imalatında mükemmel şekillendirme ve kaynaklanabilirlik özellikleri nedeniyle yüksek sıcaklık ve basınç altında kullanıma uygun **kazan çelikleri** kullanılmaktadır.

Tüp çelikleri; yüksek şekillendirilebilme, mükemmel kaynaklanabilirlik ve tokluk özellikleri ile, güvenliğin çok önemli olduğu **LPG tüpleri** imalatında kullanılmaktadır.

Üstün kaynaklanabilirlik ve istenilen tokluk değerlerini sağlayan orta ve yüksek mukavemetli **gemi yapım çelikleri**, gemi içi ve omurgasında kullanılmaktadır.

SOĞUK HADDELEME YÖNTEMLERİ



SOĞUK HADDELEME PROSES AKIŞI

SOĞUK HADDELEME YÖNTEMLERİ

Soğuk şekillendirmeye uygun derin çekilebilir kaliteler, otomotiv sektöründe, dayanıklı ev aletleri sektöründe, mutfak eşyaları, radyatör ve havalandırma ekipmanları imalatında, mukavemet, tokluk ve sünekliliğin istendiği uygulamalarda kullanılmaktadır.

Yaşlanmaya dayanıklılık, üstün şekillenebilirlik ve iyi kaynaklanabilirlik özellikleri ile ön plana çıkan ekstra derin çekme işlemine uygun kaliteler (IF), otomotiv ve beyaz eşya sektörlerinde, özel beklentileri sağlamaya yönelik uygulamalarda kullanılmaktadır. İyi şekillendirilebilirliğin yanında geliştirilmiş kaynaklanabilirliği kombine eden, düşük karbonlu ve mikroalaşımlandırma yöntemi ile üretilmiş yüksek mukavemetli-düşük alaşımlı çelik kaliteleri, otomotiv sektörü ve yan sanayinde kullanılmaktadır. Derin çekilebilirlik özelliklerine sahip, tek/çift kat veya tek/çift pişirim yapılarak kullanılan emaye kaplamaya uygun çelikler, mutfak eşyaları imalatında (tencere, fırın ızgaraları vb.) kullanılmaktadır.

Otomotiv sektörünün geliştirilmiş korozyon direnci ve boya adhezyonu gereksinimlerini en üst düzeyde karşılayan galvanizli/galvanile ürünler, günümüzde çoğu otomobil üreticileri tarafından hem iç yüzey hem de dış yüzey parça üretimlerinde kullanılmakta ve bu sayede korozyona karşı ömür boyu garanti verebilmektedir.

Yapı sektöründe sıcak daldırma galvanizli/galvanile çelikler, uygulanacak alanın atmosferik şartlarına ve istenilen korozyon direncine bağlı olarak değişik kaplama kalınlıklarında çatı, kapı, fens, profil gibi çeşitli uygulamalarda kullanılır.

Beyaz eşya sektöründe görünmeyen (iç) yüzeylerde kullanılan galvanizli sacların, görünür (dış) yüzeylerde de kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, beyaz eşya ürünleri parçalarının büyük bir bölümü galvanizli saclardan üretilmeye başlanmıştır.

SOĞUK HADDELENMİŞ VE GALVANİZLENMİŞ ÜRÜNLERİN KULLANIM ALANLARI

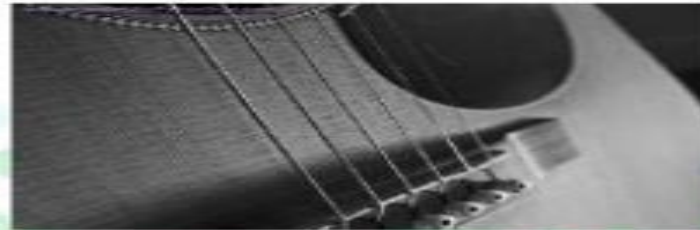
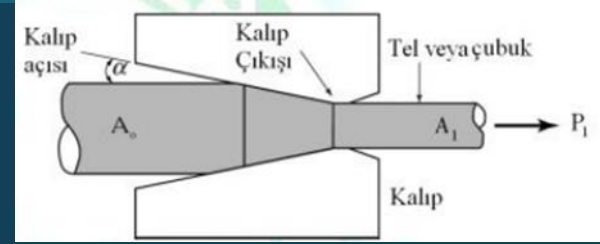
SOĞUK HADDELEME YÖNTEMLERİ



SOĞUK HADDELENMİŞ YASSI ÜRÜNLER

TEL ÇEKME

Tel Çekme kalın kesitli olan bir telin, bir kalıp içerisinde geçirilerek kesitini küçültme işlemidir. Tel kesitleri genellikle daireseldir. Dairesel kesitli çubuklar çekilerek civata, saplama gibi elemanların üretiminde kullanılır.



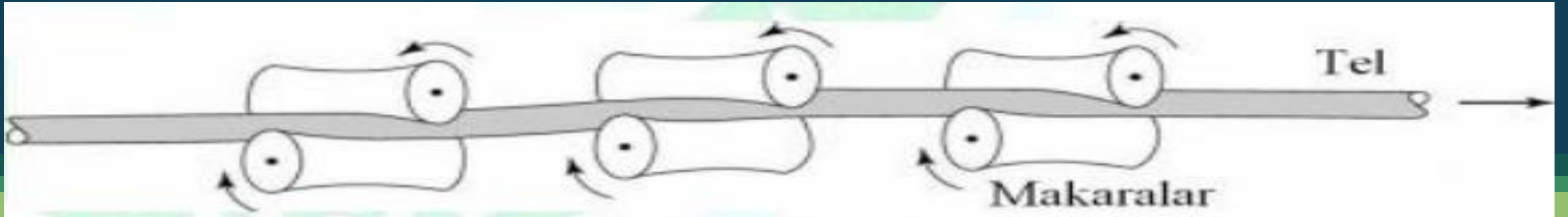
TEL ÇEKME

Çelik tellerin hammaddesi filmaşın olurken demir dışı tellerin hammaddesi ekstrüzyon ürünü çubuklardır. 5 mm den küçük teller sadece çekme işlemi ile elde edilirken daha büyük çaptaki teller ise haddeleme ile elde edilir.



TEL ÇEKME İŞLEM BASAMAKLARI

1. Adım: Önce filmaşınlar kangal halinde hammadde olarak getirilir. Üzerleri paslı olduğu için, bu pasların giderilmesi gerekir. Paslı haldeyken çekme yapılırsa kalıp aşınması meydana gelir. Ayrıca çıkan ürünün yüzeyinde kusurlar oluşur. Bu sebeplerden dolayı yüzeye bilya püskürtmek gibi yöntemler kullanılarak yüzey pastan arındırılır.



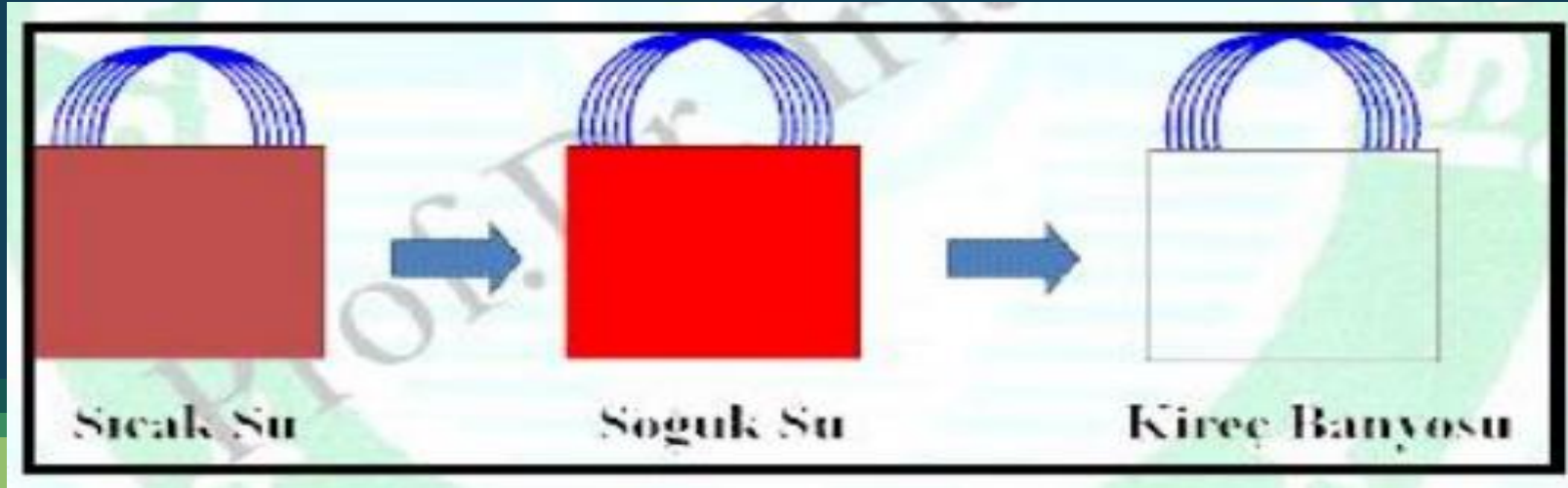
TEL ÇEKME İŞLEM BASAMAKLARI

1. Adım: Kimyasal işleme (dekapaj) oksit giderme ise sülfirik asit ve hidroklorik asit banyolarında daldırma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilir.



TEL ÇEKME İŞLEM BASAMAKLARI

2. Adım: Asit banyosundan çıkartılan kangallar sıcak veya soğuk suda iyice yıkanarak asit kalıntılarından temizlenir. Sonrasında kireç banyosuna daldırılan kangallar son asit kalıntılarını da kireçle nötralize etmiş olurlar. Bu yüzey paslanmalarına engel olur. Böylece korozyona karşı iyi bir koruyucu tabaka elde edilir.



TEL ÇEKME İŞLEM BASAMAKLARI

3. Adım: Kireçli filmaşınlar su ile tekrar yıkanır ve fırınlarda kurutulurlar. Böylece filmaşınlar çekime hazır hale getirilirler.



TEL ÇEKME İŞLEMİNDE ISIL İŞLEM

- Sıcak haddelenmiş çekilecek tel kolay çekilsin diye ön tav yapılarak tel çekme işlemine başlanılır.
- Çekme işlemi yapıldıktan sonra malzeme pekleşir ve çekilmez hale gelir. Tel çekmeye devam edebilmek için ara tav (rekriskalizasyon) uygulanır.
- Tel çekme işlemi bittikten sonra kullanılacağı yerde çalışırken gerilme olmaması için son tav yapılmalıdır.

Döküm Yöntemlerinin İki Kategorisi

1. Bozulabilir kalıp yöntemleri – kalıp, parçayı çıkarmak için dağıtılır.
Üstünlüğü: daha karmaşık şekiller mümkündür.
Eksikliği: dökümün kendisinden çok kalıbı yapma süresinin uzunluğu nedeniyle üretim hızı genellikle düşüktür.
2. Kalıcı kalıp yöntemleri – kalıp metalden yapılır ve çok sayıda döküm için kullanılabilir.
Üstünlüğü: yüksek üretim hızları.
Eksikliği: kalıbı açmak gerektiğinden geometriler sınırlıdır.

Kum Döküme Genel Bakış

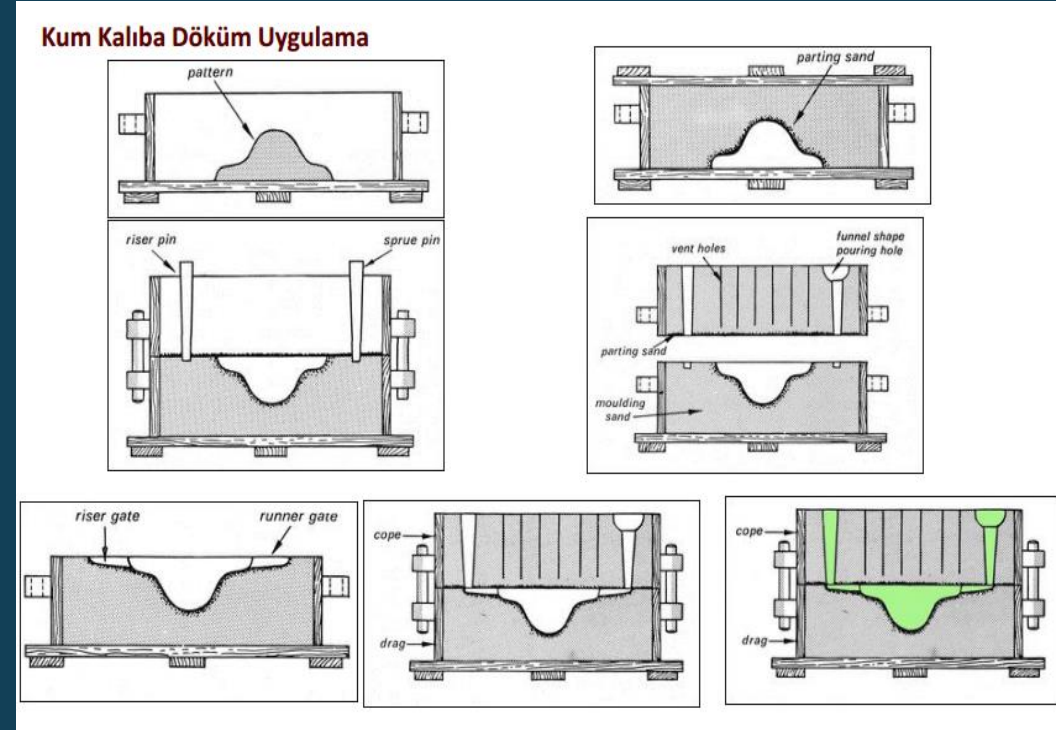
- Toplam döküm üretiminin önemli bir kısmını oluşturan, en yaygın kullanılan döküm yöntemi,
- Çelik, nikel ve titanyum gibi yüksek sıcaklıkta eriyen hemen hemen tüm alaşımlar kum kalıba dökülebilir,
- Dökülen parça boyut aralığı, küçük boyuttan çok büyük boyutlara kadar uzanır,
- Üretim miktarı bir adetten milyonlarca adede kadardır.



Bir hava kompresörü çerçevesine ait, 680 kg ağırlığındaki büyük bir kum döküm

Kum Dökümdeki Aşamalar

1. Erimiş metal kum kalıba dökülür,
2. Metalin katılaşmasına yeterli süre beklenir,
3. Dökümü çıkarmak için kalıp dağıtılır,
4. Döküm temizlenir ve muayene edilir,
5. Yolluk ve besleyici sistemi ayrılır,
6. Metalurjik özelliklerini iyileştirmek için bazen döküme ısıl işlem gerekir.

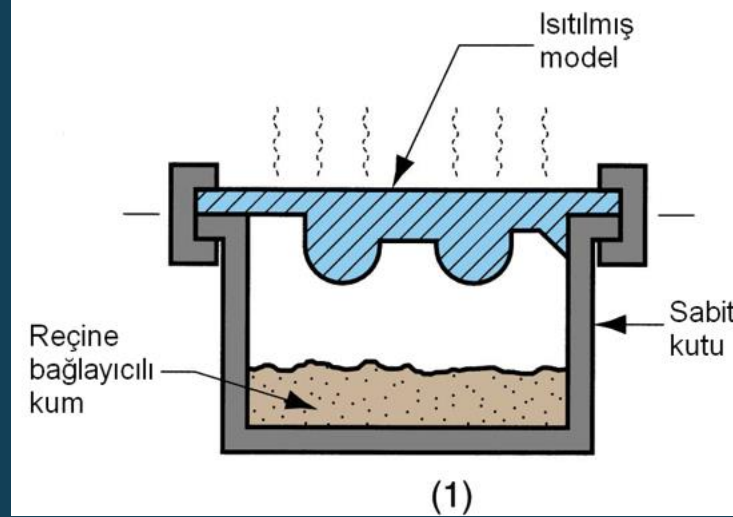


Diğer Bozulabilir Kalıp Yöntemleri

- Kabuk kalıba döküm
- Hassas döküm

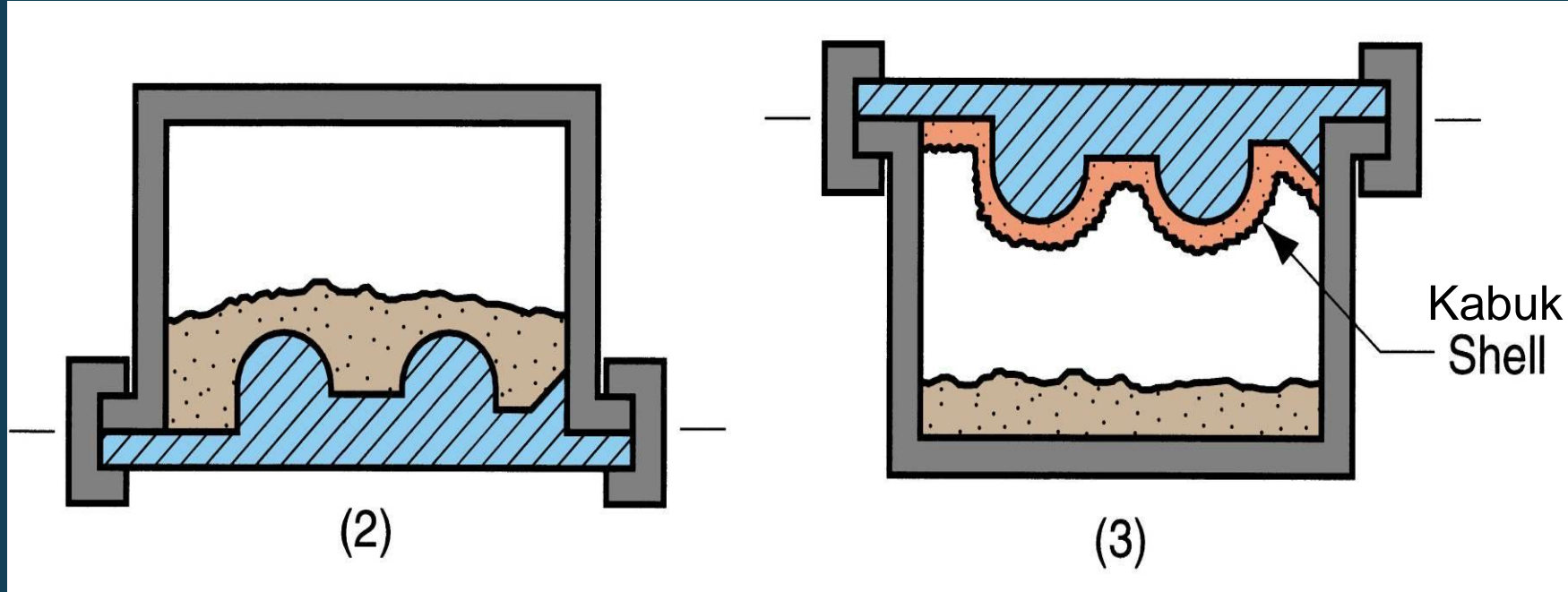
Kabuk Kalıplama

Termoset reçine bağlayıcı ile birleştirilmiş ince kum dan oluşan kabuktan yapılan kalıba döküm yöntemi



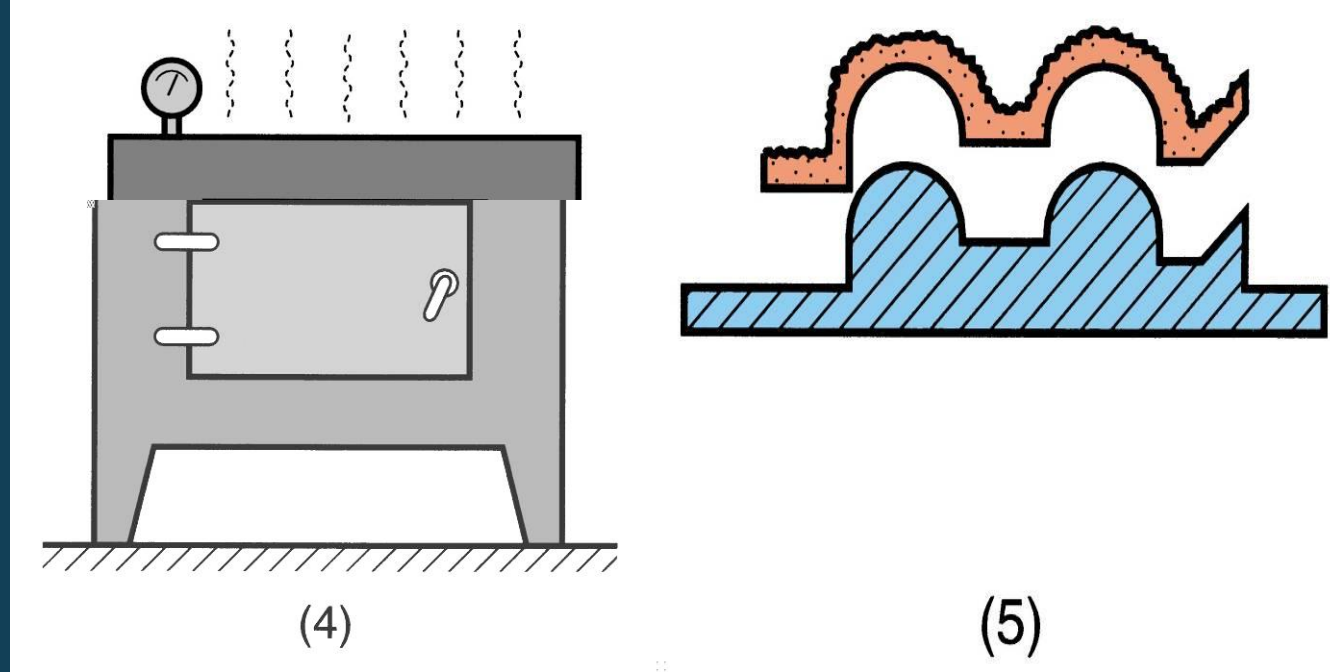
Kabuk kalıplamada aşamalar: (1) Bir metal levhalı model veya üst ve alt derece modeli ısıtılarak, termoset reçineli ince kum içeren bir kutu üzerine yerleştirilir.

Kabuk Kalıplama



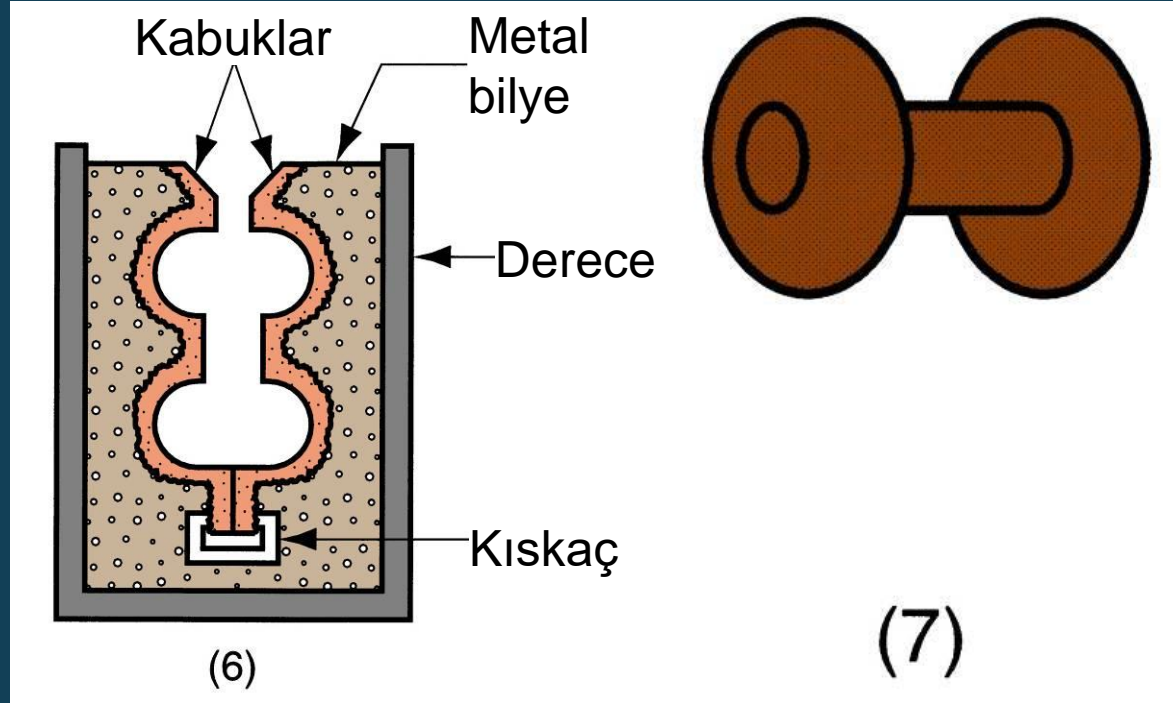
Kabuk kalıplamada aşamalar: (2) kum ve reçinenin sıcak model üzerine düşerek kısmen sertleşmiş, dayanıklı bir kabuk oluşturabilmesi için kutu ters çevrilir; (3) gevşek, sertleşmemiş tanelerin düşerek uzaklaşması için kutu eski haline getirilir;

Kabuk Kalıplama



Kabuk kalıplamada aşamalar: (4) kum kabuk, sertleştirme tamamlanana kadar fırın içinde birkaç dakika daha ısıtılır; (5) kabuk kalıp modelden sıyrılır;

Kabuk Kalıplama



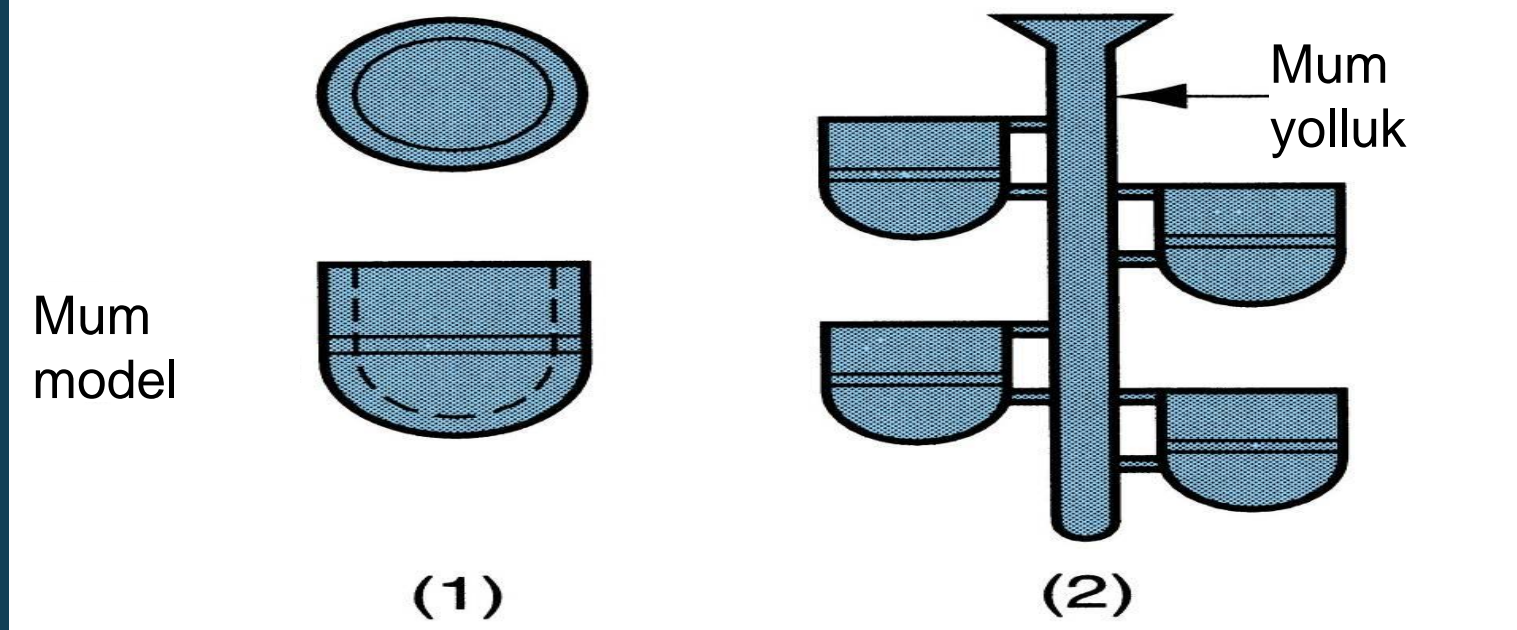
Kabuk kalıplamada aşamalar: (6) Kabuk kalıbın iki yarısı, birleştirilir, bir kutu içinde çakıl veya metal bilyelerle desteklenir ve döküm gerçekleştirilir; (7) Yolluklu bitmiş ürün döküm çıkarılır

Hassas Döküm (Kayıp Mum Yöntemi)

Kalıbı yapmak için mumdan yapılan bir model, refrakter malzemeyle kaplanır ve daha sonra erimiş metal dökülmeden önce eritilerek uzaklaştırılır.

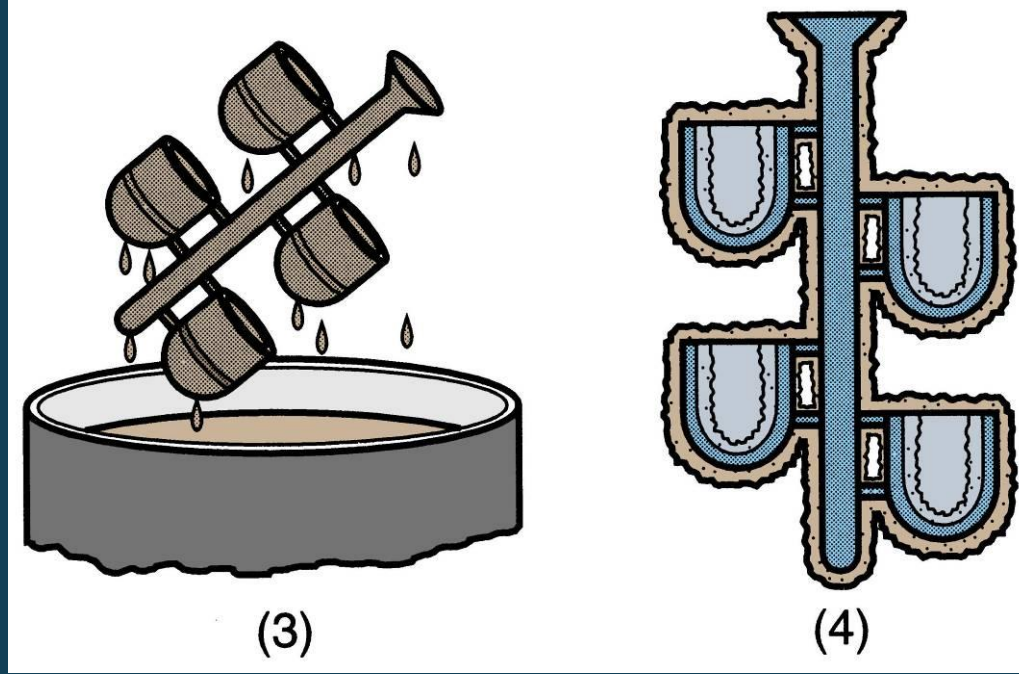
Yüksek doğruluğa ve kesin detaylara sahip dökümler üretebilir.

Hassas Döküm



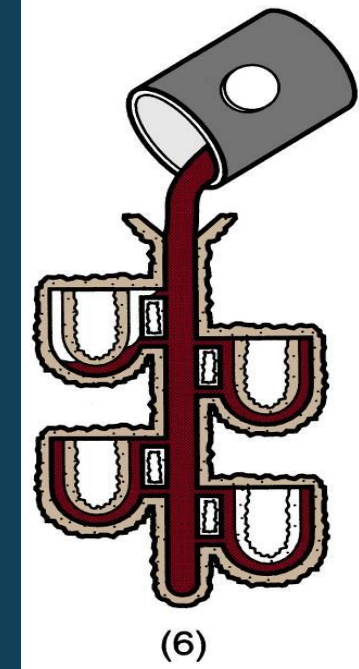
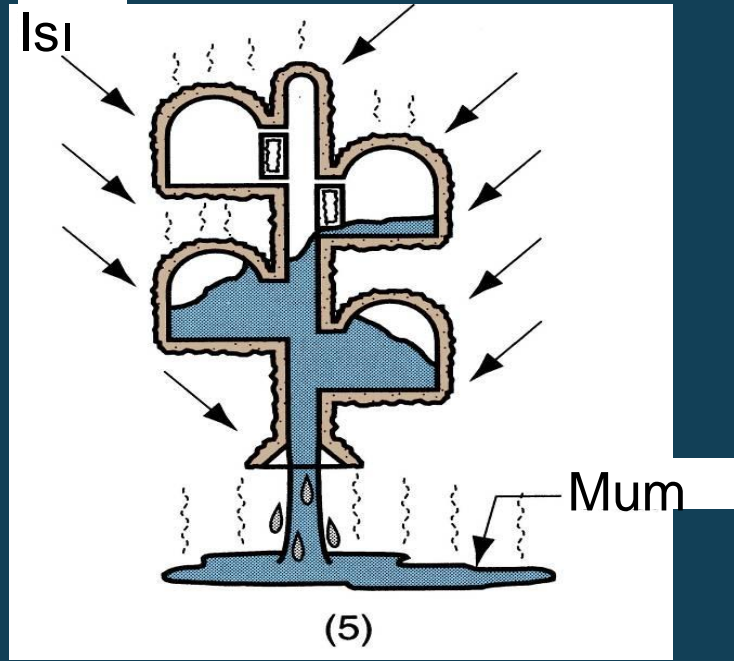
Hassas dökümün aşamaları: (1) mum modeller oluşturulur, (2) birkaç model, bir model salkımı oluşturmak üzere birbirine tutturulur

Hassas Döküm



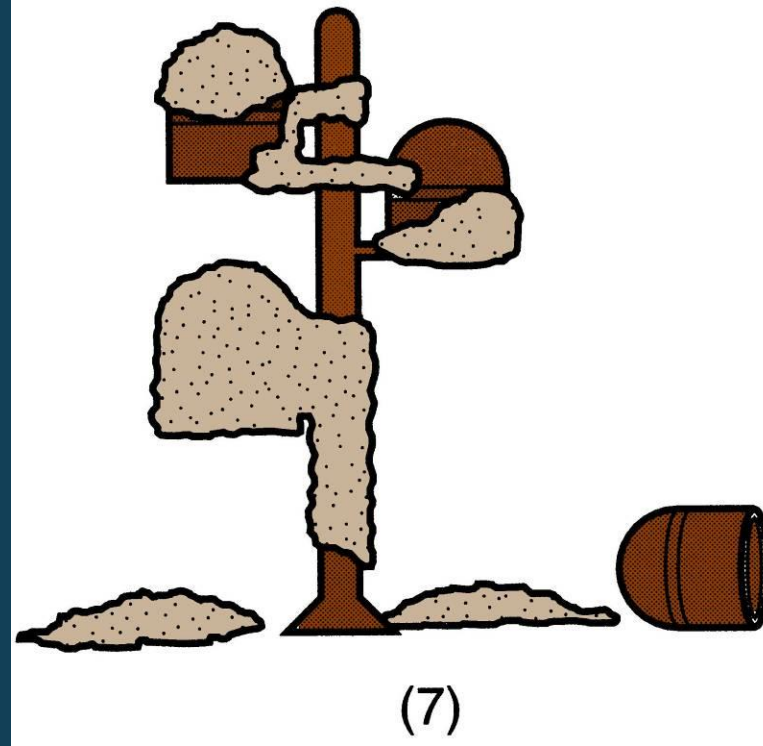
Hassas dökümün aşamaları: (3) model salkımı, önce seramik çamuruna batırılır ardından seramik tozlarına tutulur, (4) Yeterli kalınlığa gelene kadar işlem tekrarlanarak kurumaya bırakılır

Hassas Döküm



Hassas dökümün aşamaları: (5) kalıp ters çevrilir ve mumun kalıp boşluğundan eriyerek akması için bir etüvde ısıtılır, (6) kalıp, yüksek bir sıcaklığa ön tavlınır, erimiş metal dökülür ve katılaştır

Hassas Döküm



Hassas dökümün aşamaları: (7) kalıp kırılarak bitmiş döküm çıkarılır ve parçalar yolluktan ayrılır

Hassas Döküm



Hassas dökümle elde edilmiş, 108 ayrı kanatçıklı yekpare bir kompresör parçası

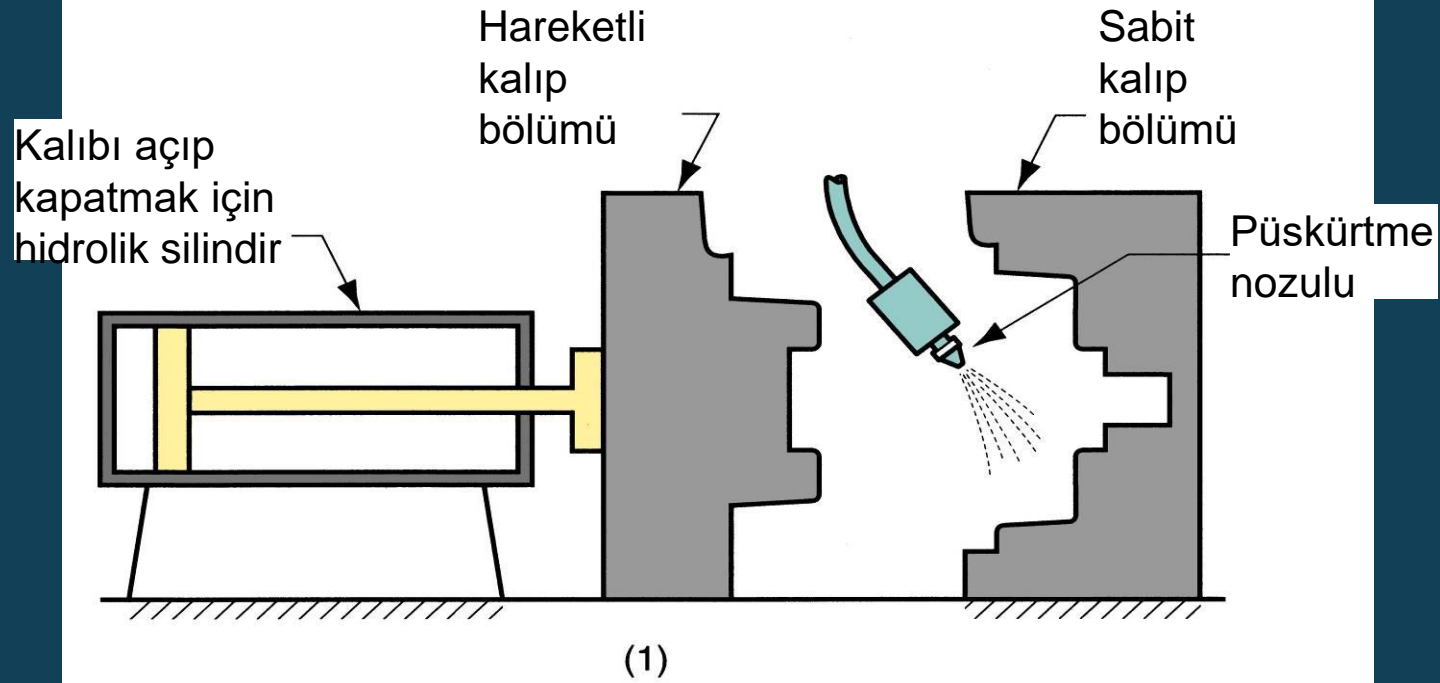
Kalıcı Kalıba Döküm Yöntemleri

Bozulabilir kalıba dökümün zayıflığı: her döküm için yeni bir kalıp gerekir.
Kalıcı kalıba dökümde, kalıp pek çok kez yeniden kullanılabilir.

Kokil (Metal) Kalıba Döküm Yöntemi

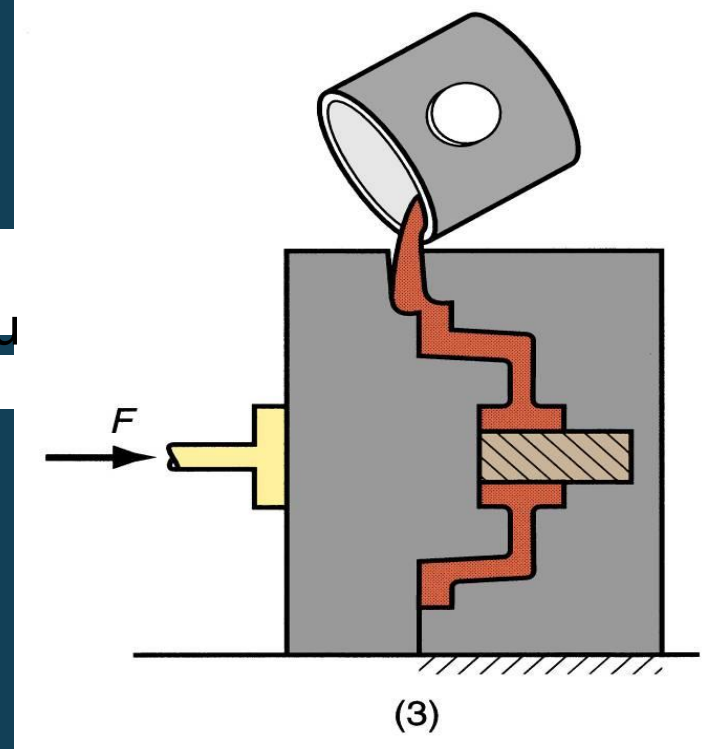
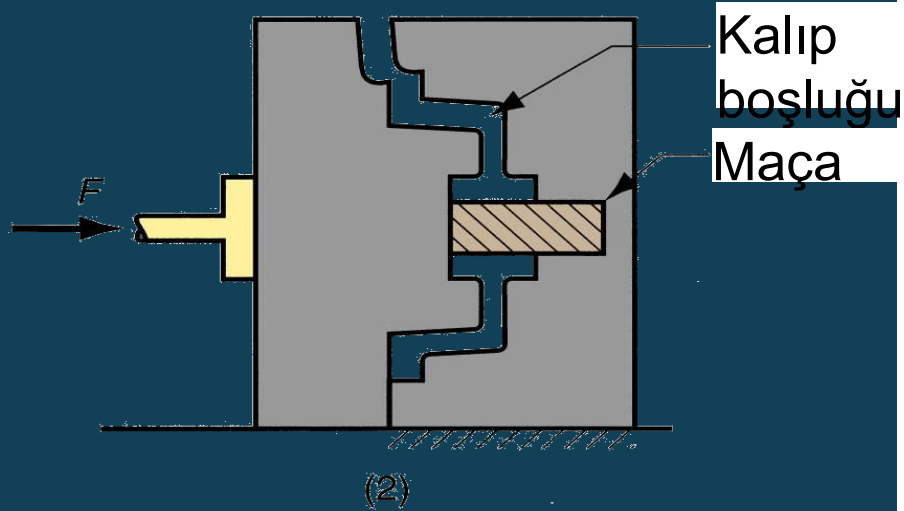
- Kolay ve hassas şekilde açılıp kapatılabilen biçimde tasarlanmış, iki parçalı bir metal kalıp kullanır.
- Düşük erime sıcaklığına sahip alaşımların dökümünde kullanılan kalıplar genellikle çelik veya dökme demirden yapılır.

Kokil Kalıba Döküm



Kokil kalıba dökümde aşamalar: (1) kalıp ön tavllanır ve kalıp ayırıcı bir sıvı ile yağlanır

Kokil Kalıba Döküm



Kokil kalıba dökümde aşamalar: (2) maçalar (kullanılıyorsa) yerleştirilir ve kalıp kapatılır, (3) erimiş metal, içinde katılaşıcağı kalıba dökülür.

Kokil Kalıba Dökümün Uygulamaları

- Yüksek kalıp maliyeti nedeniyle, yöntem yüksek üretim miktarlarına ekonomik olur ve buna göre otomatize edilebilir
- Tipik parçalar: otomotiv pistonları, pompa gövdeleri ve belirli uçak ve roket dökümleri
- Yaygın dökülebilen metaller: alüminyum, magnezyum, bakır esaslı alaşımlar ve dökme demir

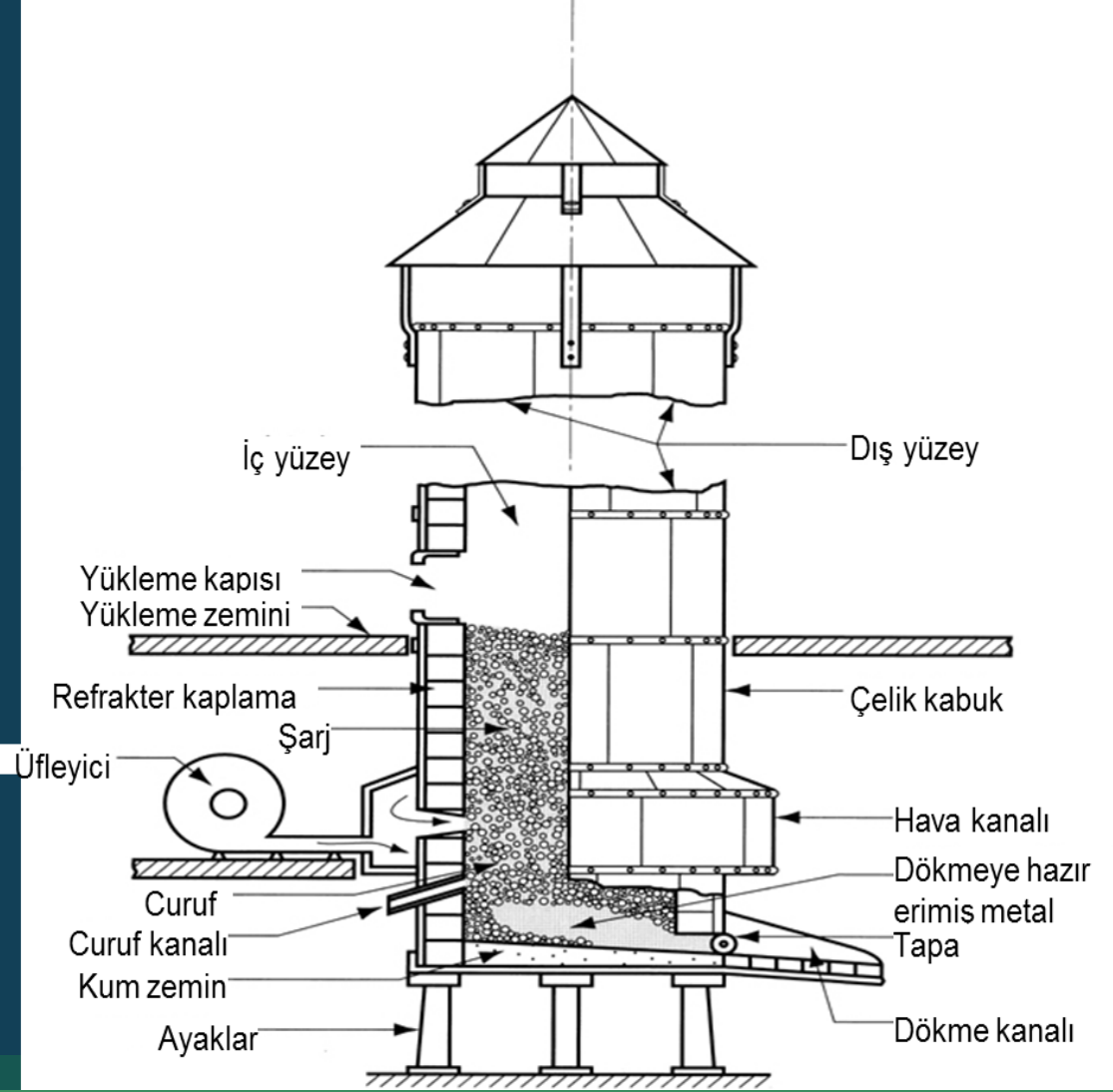
Döküm İşlemlerinde Kullanılan Ocaklar

Dökümhanelerde en yaygın kullanılan ocaklar şunlardır:

- Kupol ocakları
- Potalı ocaklar
- Elektrik ark ocakları
- Endüksiyon ocakları

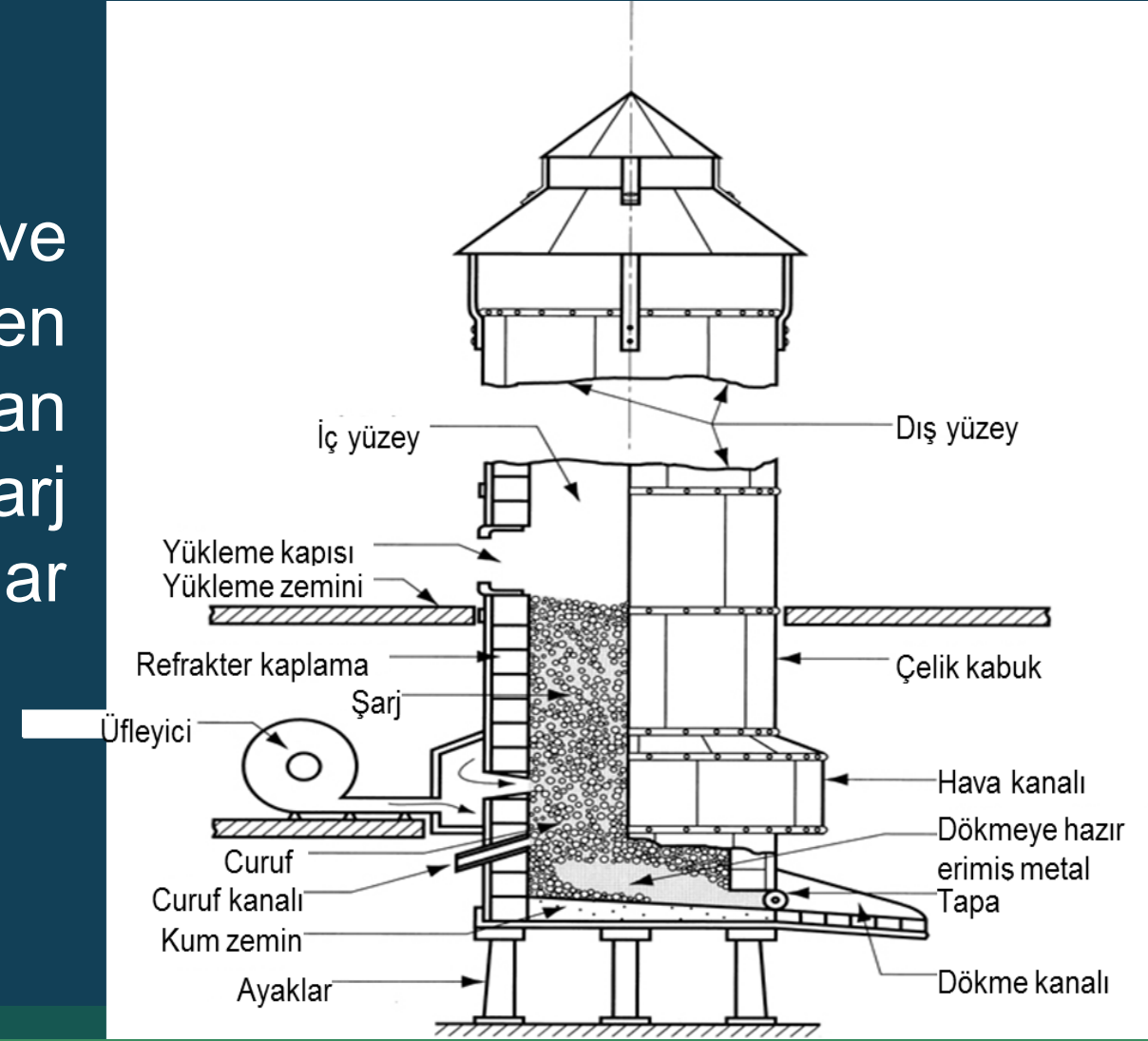
Kupol Ocakları

- Tabanına yakın yerde döküm ağızı olan dikey silindirik ocaklardır
- Sadece dökme demir için kullanılırlar
- Diğer ocaklar da kullanılmasına rağmen, en büyük tonajlı dökme demirler kupol ocağında eritilir



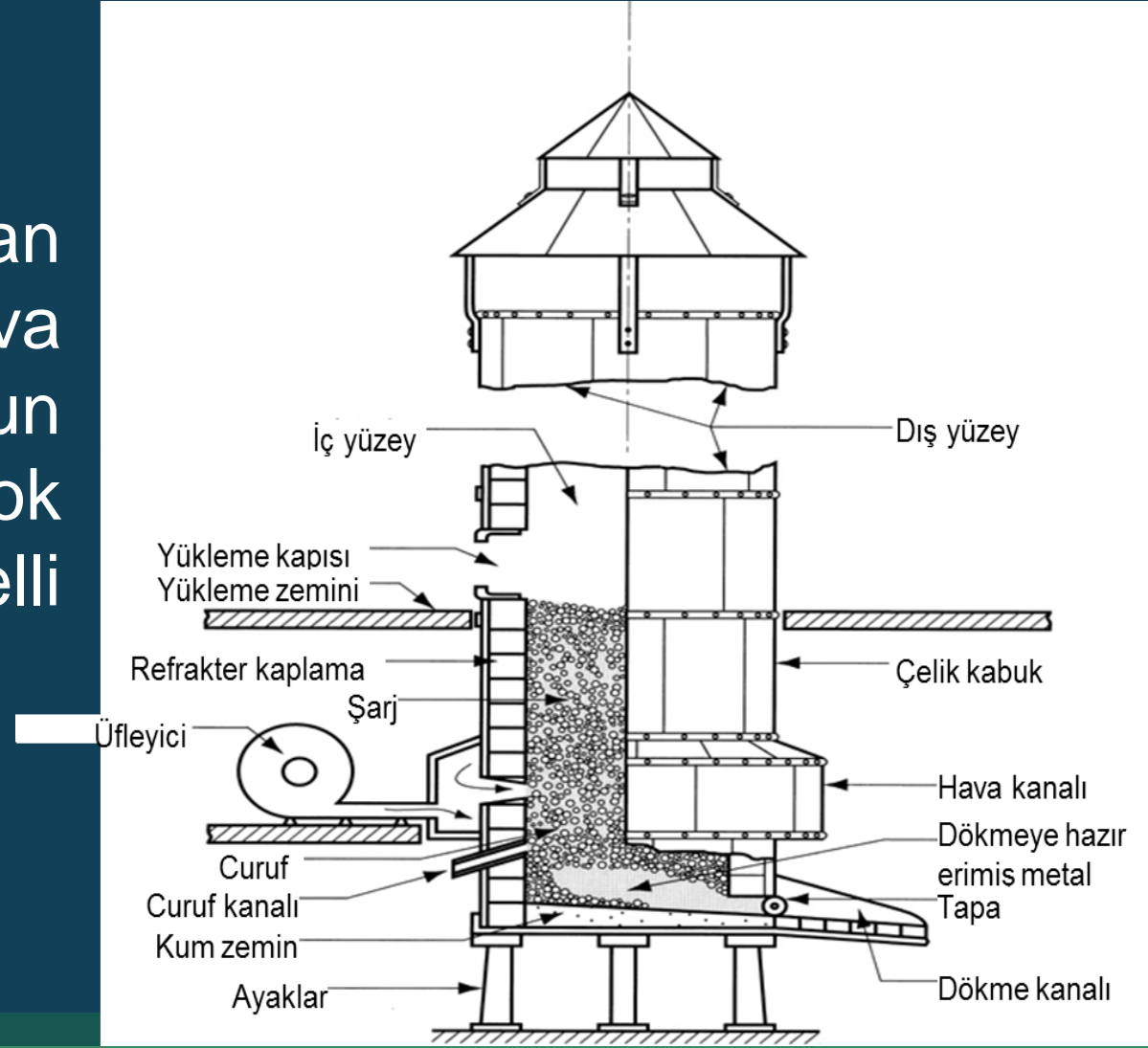
Kupol Ocakları

- Demir, kok kömürü, kireçtaşı ve diğer muhtemel alaşımları içeren “şarj”, kupol yüksekliğinin yarısından daha aşağıya yerleştirilen bir şarj kapısından üst üste tabakalar halinde yüklenir



Kupol Ocakları

- Alt bölümde bulunan pencerelerden(tüyer) basınçlı hava üflenerek tutuşturulmuş kokun yanması hızlandırılır. Eriyerek kok yatağına süzülen sıvı demir belli aralıklarla dökme kanalından alınır

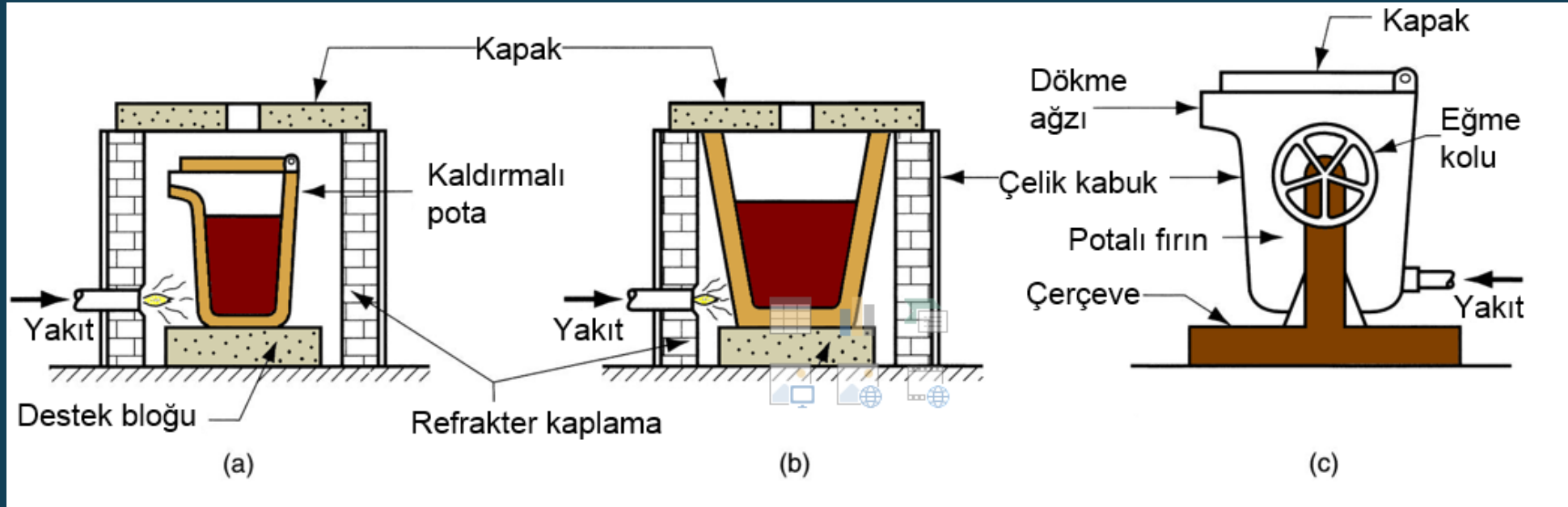


Potalı Ocaklar

- Metal, yanan yakıt karışımı ile doğrudan temas etmeden erir
- Çok eskiden beri kullanılan basit yapılı ocaklardır
- Kap (pota), refrakter malzemedir (grafit SiC veya yüksek alaşımlı çelikten yapılır)
- Bronz, pirinç ve çinko ve alüminyum alaşımları gibi demirdışı metaller için kullanılır

Potalı Ocaklar

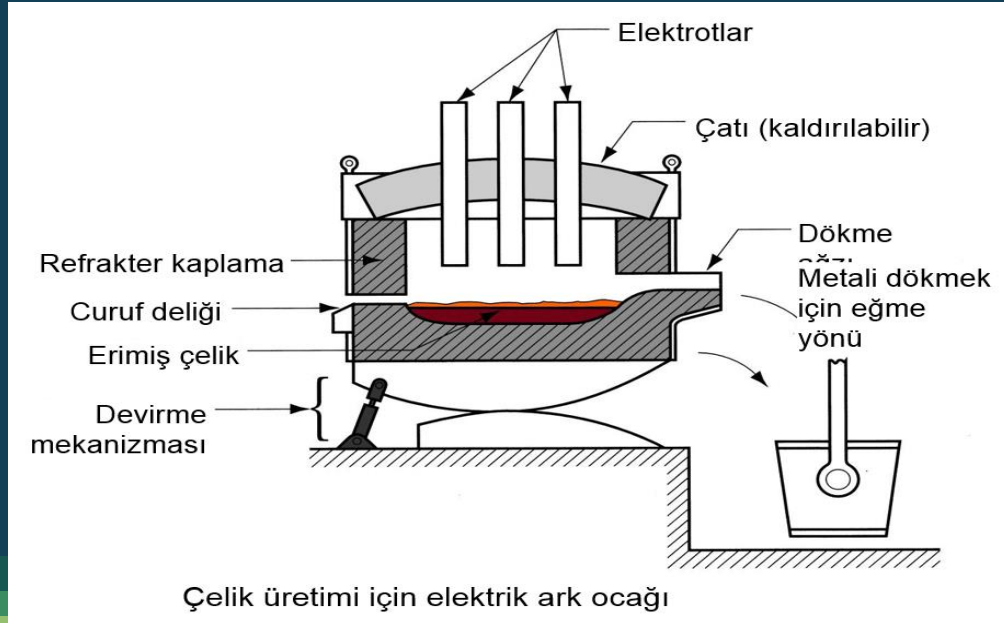
Dökümhanelerde üç türü kullanılır: (a) Kaldırmalı tip, (b) sabit, (c) Devrilebilen potalı ocak



Potalı ocakların üç türü: (a) kaldırmalı pota, (b) erimiş metalin kepçeyle alınması gereken sabit tip, ve (c) Devrilen potalı ocak.

Elektrik Ark Ocakları

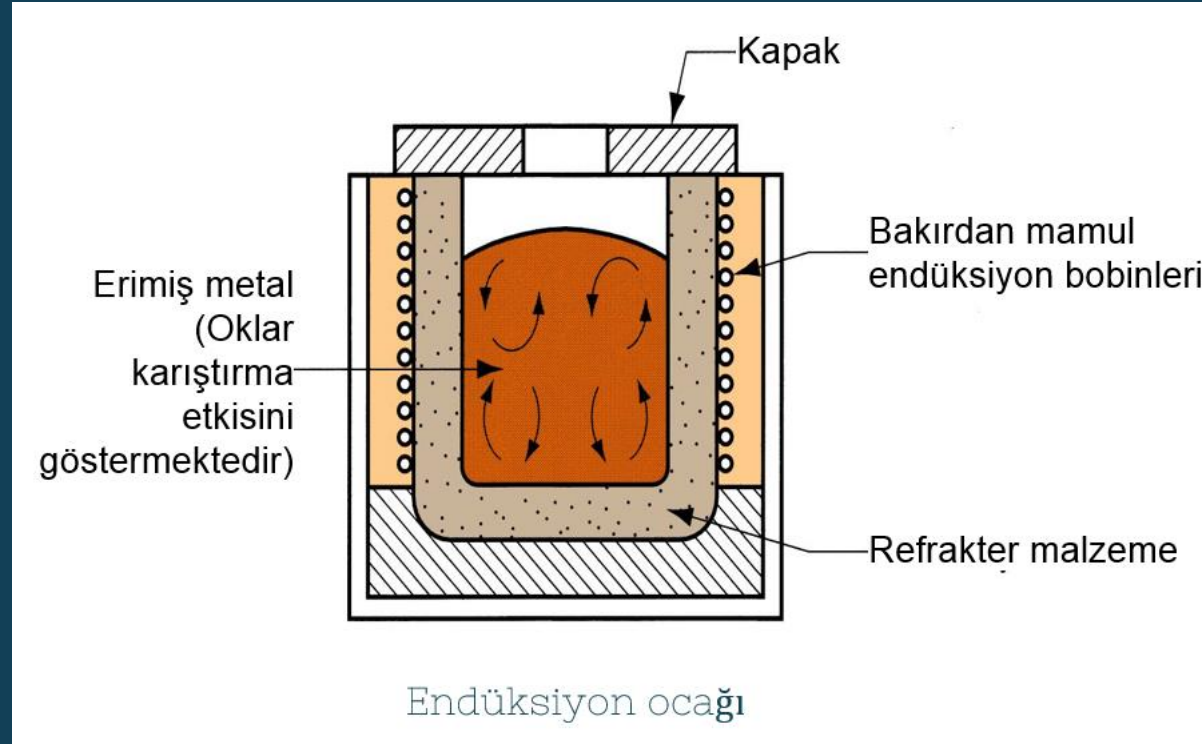
- Şarj, bir elektrik arkının ürettiği ısı tarafından eritilir
- Yüksek güç tüketimi vardır,
- Elektrik ark ocakları yüksek eritme kapasiteleri için kullanılır (25-50 ton/saat)
- Öncelikle çelik eritme için kullanılır
- İki yada üç elektrotlu tipleri vardır
- Hemen her kapasitede bulmak mümkün
- Temiz ve özelliklerin kontrolü kolay
- Yüksek sıcaklık(3000 °C)



Endüksiyon Ocakları

- Metal içinde manyetik alan oluşturmak için bir bobinden geçen alternatif akım kullanır
- Endüklenen akım, hızlı ısıtma ve eritme sağlar
- Elektromanyetik kuvvet alanı, ayrıca sıvı metalde karıştırma etkisi oluşturur
- Metal, ısıtıcı elemanlarla temas halinde olmadığından, yüksek kalitede ve saflıkta erimiş metaller üretmek için ortam sıkı şekilde kontrol edilebilir
- Erimiş çelik, dökme demir ve alüminyum alaşımları, döküm işlerindeki yaygın uygulamalardır

Endüksiyon Ocakları



Döküm Metalleri

- Çoğu ticari dökümler, saf metallerden ziyade alaşımlardan yapılır
- Alaşımlar genelde kolay dökülür ve ürün özellikleri daha iyidir

Dökme alaşımları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Demir esaslı
- Demir dışı

Demir Esaslı Döküm Alaşımlar: Dökme Demir

Tüm döküm alaşımlarının en önemlisi

- Dökme demir dökümlerin tonajı, çoğunlukla diğer tüm metallerin toplamının birkaç katıdır
- Bazı türleri: (1) kır dökme demir, (2) küresel dökme demir, (3) beyaz dökme demir, (4) temper dökme demir ve (5) alaşımlı dökme demirler
- Tipik dökme sıcaklıkları $\sim 1400^{\circ}\text{C}$ (bileşime bağlıdır)

Demir Esaslı Döküm Alaşımlar: Çelikler

- Çeliğin mekanik özellikleri, onu aranan bir mühendislik malzemesi yapar
- Karmaşık geometrilerin oluşturulma kabiliyeti, dökümü çok kullanılan bir şekillendirme yöntemi haline getirmiştir
- Çeliğin dökümündeki zorluklar:
- Çeliğin döküm sıcaklığı, diğer çoğu metalden daha yüksektir ~ 1650°C
- Bu sıcaklıklarda çelik kolayca oksitlenir; bu nedenle erimiş metalin havadan izole edilmesi gerekir
- Erimiş çelik nisbeten düşük akıcılığa sahiptir

Demirdışı Döküm Alaşımları: Alüminyum

- Genellikle kolay dökülebilir olarak bilinir
- Alüminyumun düşük erime sıcaklığı nedeniyle, dökme sıcaklıkları düşüktür ($T_m = 660^{\circ}\text{C}$)

Özellikleri:

- Hafif yapı
- Isıl işlemlerle dayanım özelliklerinin değiştirilebilmesi
- Talaş kaldırma kolaylığı

Demirdışı Döküm Alaşımları: Bakır

Bronz, pirinç ve alüminyum bronzu türleri vardır

Özellikleri:

- Korozyon direnci
- İyi görünüm
- Yüksek yataklama kalitesi

Zayıflığı:

- Bakırın yüksek maliyeti

Uygulamaları:

- Boru ek parçaları, tekne uskur kanatları, pompa elemanları, süs eşyaları

Demirdışı Döküm Alaşımları: Çinko

- Yüksek dökülebilirlik, basınçlı dökümde yaygın kullanım
- Düşük erime sıcaklığı – çinkonun erime sıcaklığı $T_m = 419^{\circ}\text{C}$
- Döküm kolaylığı için iyi akıcılık

Özellikleri:

- Düşük sürünme dayanımı, bu nedenle dökümler uzun süreli yüksek gerilmelere maruz bırakılamaz