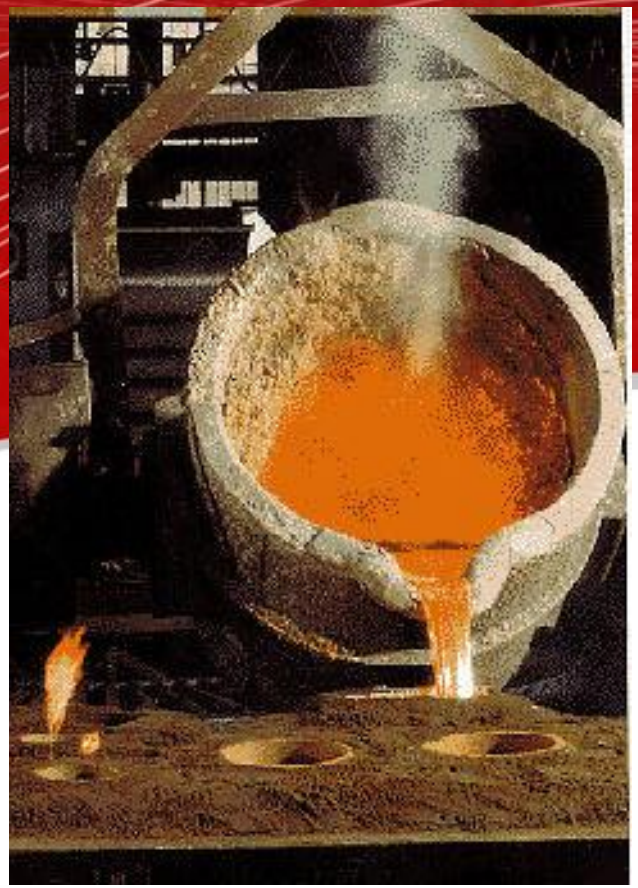
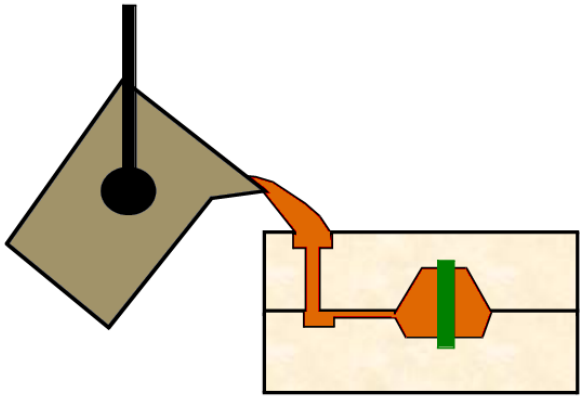
DÖKÜM TEKNOLOJİSİ





- Günümüz insanının yaşam standardında son 50 yılda sağlanan olağanüstü artış, büyük ölçüde yüksek kaliteli ürünlerin tasarımı ile bunların seri ve ucuz olarak üretimini sağlayan imalat yöntemlerinin geliştirilmesi sayesinde olmuştur Mühendisler her bir imal usulünün imkanlarını, üstünlüklerini ve sınırlarını tanıyarak amaçladıkları tasarıma en ucuz ve doğru olarak ulaşmak için gerekli bilgileri edinmek zorundadırlar. Üretim, doğada bulunan maddeleri istenilen özellik ve biçimdeki ürünlere dönüştürmek olarak tanımlanabilir.

- Üretim yöntemlerini iç ve dış dönüşümler olarak iki gruba ayırmak mümkündür. İç dönüşümler genellikle cevherlerin indirgenmesi, kimyasal arıtma, ısıl işlemler gibi maddelerin kimyasal dönüşüme uğratıldıkları üretim teknikleridir. Dış dönüşümler ise malzemelerin istenilen biçim ve boyutlara sokulması anlamında olup, Türkçe teknik terminolojide bu teknikler için genellikle **imal usulleri** adı kullanılmaktadır. Çok değişik yöntemleri içeren imal usullerinin başlıcaları döküm, kaynak, plastik şekil verme, toz metalurjisi ve talaş kaldırma yöntemleridir, Şekil 1.1

ÜRETİM YÖNTEMLERİ

DÖKÜM
Erimiş durumdaki akıcılıktan yararlanılır.

*Kum kalıba
*Hassas
*Metal kalıba
*Kabuk
*Basınçlı

KAYNAK
Yerel ergime ile birleştirme sağlanır.

*Oksi-asetilen
*Elektrik ark
*Toz altı
*Gaz altı
*Plazma

PLASTİK ŞEKİL VERME
Malzemenin şekil değiştirme kabiliyetinden yararlanılır.

*Dövme
*Ekstrüzyon
*Haddeleme
*Çekme

TALAŞ KALDIRMA
İstenmeyen kısımlar bölünerek uzaklaştırılır.

*Tornalama
*Frezeleme
*Planyalama
*Delme
*Taşlama

TOZ METALURJİSİ

- **Tarihçe**
- Arkeolojik bulgular döküm yönteminin **M.Ö.4000** yıllarından başlayan bir geçmişi olduğunu göstermektedir. İnsanların ilk ilgisini çeken metal, **altın** olmuştur. Daha sonra **bakır** metali, bu cevherin tesadüfen ateşi söndürmede kullanılması sırasında bakır taneciklerinin erimesi sonucunda keşfedilmiştir. Önceleri dövülerek biçimlendirilen bakırın yüksek sıcaklıklarda eridiğini gören insanlar bu malzemeyi dökerek kullanmaya başlamışlardır. Bir bakır alaşımı olan **bronz** da bir rastlantı sonucunda bulunmuş ve dayanımı bakırdan daha yüksek olan bu malzeme bir tarih öncesi çağa adını vermiştir. Bu çağlarda kullanılan eritme ocaklarına bakır cevheri ile odun, tabakalar halinde doldurulur ve ayakla çalışan keçi derisi körükler yardımıyla eritilen metal, taş veya pişirilmiş kilin işlenmesiyle elde edilen kalıplara dökülürdü. Önceleri tek parça açık kalıplara balta ve diğer yassı parçaların üretimi için kullanılan döküm tekniği, yuvarlak parçaların üretilmesi için iki veya daha çok parçalı kalıpların kullanımıyla geliştirildi.

- M.Ö. 2000 yıllarından itibaren iç boşlukların elde edilmesi için pişirilmiş kilden maçalar kullanılmaya başlandı. Bunun yanında kalıplamada mum modellerin kullanıldığı ve ısıtılarak eritilen mumun kalıbı terk etmesiyle kalıp boşluğunun oluşturulduğu hassas döküm yönteminin de aynı asırlarda geliştirildiği görülmektedir. M.Ö. l5OO'den başlayarak döküm tekniğinin özellikle Çin'de çok geliştirildiği görülmektedir. Çinliler çok parçalı kalıplarla karmaşık parçaların üretiminde ustalaşmışlardı. Orta ve Uzak Doğu' da geliştirilen bu teknikler savaşlar ve göçebe insanlarla birlikte Akdeniz havzasına ve daha sonra Avrupa' ya ulaştı. Mısırlı ustaların da metal döküm tekniğine çok önemli katkıları olmuştur, Şekil 1.2. Anadolu, Mezopotamya ve Suriye'de oturan kavimler ile Yunanlılar M.Ö. 1000 yıllarında demiri çok iyi işliyorlardı.

Şekil 1.2. Mısırlılarda metal dökümü (M.Ö. 1500)

- Avrupalı dökümcülerin ise 13.yüzyıla kadar en önemli uğraşları kiliselere çan dökmek idi. Bu nedenle döküm uygulamaları başlangıçta kiliselerin himaye ve kontrolünde gerçekleşmiştir. Tarihte ilk top bir rahip tarafından bronz malzemeden 1313 yılında dökülmüştür. Bunun dışında özellikle İtalya'da çok sayıda sanat dökümü üretilmiş, papalık dökümhanesinin başında bulunan Biringuccio döküm teknolojisi hakkında **Pirotechnica** adlı ilk yazılı eseri hazırlamıştır. Rönesans'tan sonra canlanan ticaret, bağımsız bir döküm sanayinin gelişmesini sağlamıştır.

- **Türkiye'de Döküm Sanayinin Gelişimi:**

Ülkemizde döküm yönteminin bilinen ilk önemli uygulamaları Kosova Savaşında ve İstanbul'un fethinde kullanılan topların üretimidir. Fatih tarafından Tophane'de kurulan dökümhane, diğer padişahlar tarafından da (özellikle Kanuni zamanında) geliştirilmiştir. O dönemde bronzdan dökülen toplar taşıma güçlüğü nedeniyle bazen kuşatılacak kalelerin yakınında da dökülürdü. Cumhuriyet döneminde ise büyük döküm fabrikalarının ilki 1937 yılında Sivas'ta Devlet Demiryolları bünyesinde kurulmuştur. 1950`ler den ve özellikle 1960'lardan sonra otomotiv ve inşaat sektörünün gelişmelerine paralel olarak ülkemizdeki döküm sanayi de hızlı bir gelişme göstermiştir. Ancak bu hızlı yatırım dönemi 1976'dan sonra yavaşlamış, yıllık dökme demir ve çelik döküm üretimi de 1979'dan sonra düşmeye başlamıştır. 1981'den sonra tekrar artmaya başlayan üretime paralel olarak özellikle modern tekniklerin uygulandığı yatırımların yapıldığı gözlenmektedir.

- Halen ülkemizde Devlet Kuruluşları (Demir-Çelik, Devlet Demir Yolları, T.C.Zirai Donatım Kurumu, Çimento Sanayi, Makine. Kimya Endüstrisi, Tersaneler, Şeker Fabrikaları, Askeri Fabrikalar v.b.) bünyesindeki tesislerin dışında, sanayi bölgelerinde yaklaşık 100 kadar büyük, değişik illere dağılmış 1500'ün üzerinde küçük dökümhane bulunmaktadır. Ülkemizde kişi başına üretim 10 kg dolayında olup, bu değer sanayileşmiş ülkelerde 40 kg düzeyindedir. Yaklaşık 600.000 ton/yıl olan toplam üretimin %75'i lamel grafitli dökme demir, %7'si küresel grafitli (sfero) dökme demir, %3'ü temper dökme demir, %1O'u dökme çelik ve %5'i de demir dışı metallerin üretimi olarak gerçekleştirilmektedir. Bu üretimin %30'u inşaat, %35'i makine imalat, %15'i otomotiv, %8'i basınçlı boru ve %12'si demir-çelik ve diğer alanlarda kullanılmaktadır.

- **1.3. Günümüzde metal döküm sanayi**

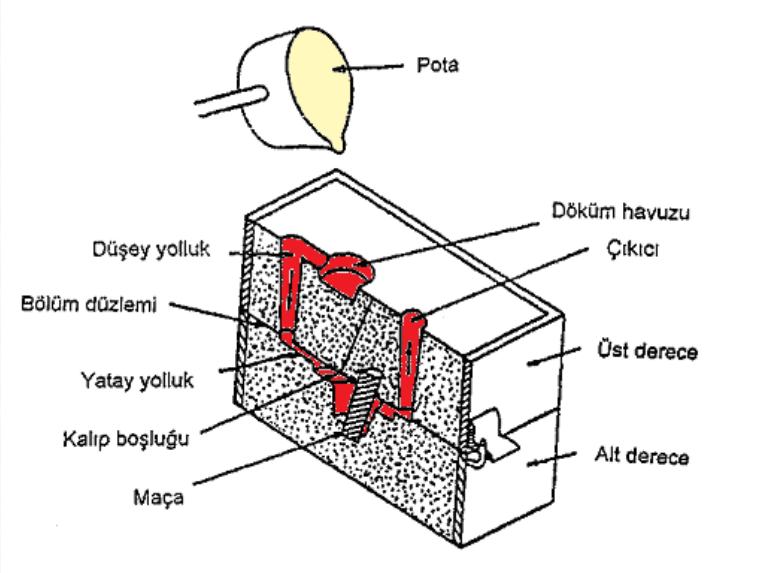
  Değişik ülkelerden bilim adamları, mühendis ve ustaların katkılarıyla kalıp malzemeleri, kalıplama yöntemleri, eritme ocakları, döküm malzemeleri gibi alanlarda sürekli geliştirilen döküm teknolojisi, günümüzde yaygın olarak kullanılan bir üretim yöntemi haline gelmiştir. Döküm yoluyla biçimlendirilen metallerin en önemlileri kır dökme demir, temper dökme demir, beyaz dökme demir, çelik, bakır ve alüminyum alaşımlarıdır. Günümüzün dökümhaneleri mekanizasyon ve otomasyon yöntemlerinin yaygın olarak uygulandığı modern üretim tesisleridir.

- Dökümhaneler değişik açılardan aşağıdaki gibi sınıflanırlar:
-
- **1.3.1. Dökülen metalin türüne göre**
-
- **a) Demir dökümhaneleri:**
- Lamel grafıtli dökme demir, beyaz dökme demir, küresel grafıtli dökme demir, alaşımlı dökme demir
- **b) Temper dökme demir dökümhaneleri**
- Sementite bağlı karbonun ısıl işlemle "temper grafiti" olarak ayrıştırıldığı dökme demir
- **c) Çelik dökümhaneleri**
- Karbon çeliği, alaşımlı çelik...
- **d) Demir dışı metal döküm/taneleri**
- Bakır ve alaşımları (pirinç, bronz), alüminyum ve alaşımları, magnezyum ve alaşımları...
-
- **1.3.2. Üretim türlerine göre**
-
- **a) Sipariş dökümhaneleri**
- Teknik olanakları ve kapasiteleri içinde olan siparişleri karşılar.
- **b) Seri üretim dökümhaneleri:**
- Burada sadece ana firma için gerekli parçalar seri olarak üretilir (örneğin otomotiv sanayinde)

- **1.3.3. Kullanılan kalıplama tekniğine göre**

a) Kum kalıba döküm

Kum esaslı malzemeden hazırlanmış kalıplar kullanılır. Değişik kalıp hazırlama yöntemleri vardır (yaş, kuru, kabuk, karbondioksit v.s.).(Şekil 1.3)



- **b) Kalıcı kalıplara döküm**
- Dökme demir, çelik, grafit v.b. kalıplar kullanılır.
- **c) Basınçlı döküm**
- Erimiş metal, kalıcı kalıba basınç altında dolar.
- **d) Savurma (santrifüj) döküm**
- Erimiş metal, yatay veya düşey ekseni etrafında dönen kum veya metal kalıplara dökülür ve merkezkaç etkisi kalıbın dolmasına yardımcı olur.
- **e) Hassas (investment) döküm**
- Mum vb. malzemeden üretilen modeller, harç halindeki refrakter malzeme içinde kalıplanır. Kalıbın katılaşması ve ısıtılmasıyla sıvı veya gaz durumuna geçen mum model eriyerek kalıbı terk eder. Oluşan boşluğa metal dökülür.
- **f) Alçı kalıba döküm**
- Bu yöntemde erimiş metal, alçı veya alçı bağlayıcılı kalıplara dökülür.
- **g) Seramik kalıba döküm**
- Bu yöntemde modelin etrafına refrakter bir harç dökülerek kalıp oluşturulur. Jelleşmeden sonra parçalı olan kalıptan model çıkarılır. Daha sonra kalıp pişirilir ve ısıtılarak erimiş metal dökülür.
- **h) Dolu kalıba döküm**
- Bu yöntemde plastik esaslı köpükten yapılan model tek parçadan oluşan kalıp içinde bırakılır. Erimiş metalin dökülmesiyle model yanarak gaz haline geçer ve oluşan boşluğa metal dolar.

- **1.3.4. Model ve kalıbın kalıcı veya geçici oluşuna göre**
-
- **a)** Tek bir model yardımıyla her bir parça için ayrı bir kalıbın hazırlandığı yöntemler (kum kalıba döküm, alçı kalıba döküm, seramik kalıba döküm gibi)
- **b)** Kalıcı kalıpların kullanıldığı yöntemler (kokil kalıba döküm, basınçlı döküm gibi)
- **c)** Her bir parça için ayrı bir model ve ayrı bir kalıbın gerekli olduğu yöntemler (hassas döküm ve dolu kalıba döküm gibi)

1.4. Bir dökümhanenin bölümleri

- Bir dökümhane modelhane, kalıplama, maça üretimi, eritme, bitirme ve kalite kontrol gibi değişik bölümlerden oluşur. Bu bölümler uygulanan kalıplama yöntemi ve döküm tekniğine bağlı olarak değişmekle birlikte genel bir fikir vermek amacıyla kum esaslı kalıp kullanan dökümhaneler için karakteristik bir akım şeması görülmektedir. Her bölümün görevi aşağıda özetlenmiştir:
- **Modelhane**: Dökülecek parçanın modeli üretilir. Modeller, kalıp içinde daha sonra metalin dolacağı boşlukların oluşturulması için kalıplama işlemi sırasında kullanılır. Model üretiminde ahşap, metal, plastik gibi malzemelerden yararlanılır.
- **Maça bölümü**: Maçalar, parça içindeki boşlukların elde edilmesi için kullanılan kalıp elemanlarıdır. Kum esaslı kalıplara yerleştirilen maçalar da genellikle kum esaslıdır.

- **Kalıplama:** Erimiş metalin içine dökülecegi kum kalıplar, modeller yardımıyla hazırlanır ve maçalar yerleştirilerek döküme hazır hale getirilir. Kalıplama, elle veya makineler yardımıyla yapılabilir.
- **Eritme ve döküm:** Kupol, elektrik ocakları, pota ocakları vb. ocaklardan yararlanılarak eritilen metal kalıplara dökülür.
- **Kalıp bozma:** Kalıba dökülen metal, katılaştıktan sonra kum kalıp bozularak parça çıkarılır.
- **Bitirme:** Kalıptan çıkarılan döküm parçadan yolluk, çıkıcı gibi kısımlar ayrılır. Yüzey temizleme, ısıl işlem, boyama, işleme gibi değişik işlemler bu bölümde yapılır.
- **Kalite kontrol:** Malzemelerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirli standartları sağladığının ve parça boyutlarının verilen toleranslar içinde kaldığının kontrolünden sorumludur. Kusursuz dökümlerin elde edilebilmesinin bir diğer ön koşulu da dökümhane girdi malzemelerinin istenilen kalitede olmasıdır. Boyut, yüzey, boşluk v.b. kontroller ile kimyasal ve fiziksel deneylerin yapılması ve/veya yaptırılması bu bölümün görev alanıdır.

DÖKÜM

- Metal dökümü özetle ‘istenilen bir şekli elde etmek için, seçilen metal veya alaşımın ergitilmesi ve bahis konusu şeklin negatifi olan kalıp boşluğuna dökülmesi işlemi’ olarak tanımlanabilir.

- İstenilen özelliklere sahip ve sağlam bir döküm elde etmek için altı ana ilke göz önünde tutulur:
- 1. uygun döküm yöntemini seçimi
- 2. seçilen yönteme göre kalıp dizaynı (yolluk ve besleyici hesaplamaları: optimum dizayn ve çekilme boşluğunu engelleyecek şekilde besleme)
- 3. kalıp ve maçaların hazırlanması, özelliklerini belirlenmesi ve kontrolü
- 4. istenilen alaşımın hazırlanması, uygun ergitme ünitesinin seçilmesi, ergitme için gerekli işlemlerin yapılması (gaz giderme, flakslama, aşılama, modifikasyon)
- 5. sıvı metalin kalıba uygun şekilde ve akışkanlıkta girişinin sağlanması
- 6. çekirdeklenme, katılaşma ve dolayısıyla döküm yapısının kontrolü

1.5. Dökümün Avantajları

- Yarı mamul ve mamul parçaların üretiminde bazı hallerde yalnızca dökümden faydalanmak yeterli olmasına rağmen, bazı hallerde kaynak, dövme, plastik şekil verme ve talaşlı imalat gibi usullerden de faydalanmak gerekmektedir, imalatta her usulün yeri ayrıdır. Her usulün üstün olduğu ve tercih edildiği üretim kademeleri mevcuttur. Döküm yoluyla imalatın tercih edilmesini gerektiren hususlar ve dökümün avantajları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- İçten ve dıştan çok karışık şekilli parçalar dökülebilir. Böylece, bazı imal usulleri azaltılabilir veya tamamen kaldırılabilir.
- Bazı metaller metalurjik tabiatlarından dolayı sıcak işleme tabi tutulamayıp, yalnızca dökülebilir.
- Yapı basitleştirilebilir. Parçalar tek bir dökümle imal edilebildiği halde, diğer usullerde bazı parçaların birleştirilmesi gerekir.
- Çok sayıda ve hızlı üretim yapılabilir.
- Diğer usullerle yapımı zor ve ekonomik bakımdan uygun olmayan büyük ve ağır parçalar dökülebilir.
- Dökme metallerde bazı mühendislik özellikler daha iyi elde edilebilir. Bazıları şunlardır:
- **f-1.** Dökme demirde işlenebilme ve titreşime karşı koyma kabiliyeti yüksektir.
- **f-2.** Dökümde özellikler her yönde aynıdır.
- **f-3.** Bazı hafif metal alaşımlarında mukavemet ve hafiflik ancak dökümle sağlanır.
- **f-4.** Aşınmaya daha iyi özellikler dökümle elde edilebilir.
- Döküm ekonomik avantaj sağlar.

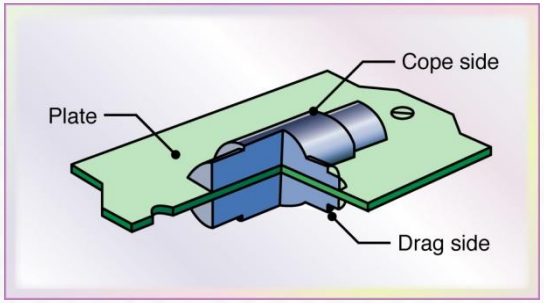
- Bazı şartlar altında da diğer imal usulleri döküme tercih edilir. Mesela; talaşlı imalatta elde edilen çok düzgün yüzey ve ölçüye uygunluk, döküm dahil diğer hiçbir usulde sağlanamaz. Dövme ile yüksek mukavemet ve sertlik elde edilir; kaynakla komple parçalar yapılabilir; perçinle hafif ince malzemeler birleştirilebilir. Bundan dolayı, mühendis imal usullerinden en uygun birini veya birkaçını birleştirerek yapacağı iş için seçer.
-
- **1.6 Döküm Yönteminin Sınırlamaları**:
-
- Çok ince kesitlerin elde edilmesi güçtür.
- Az sayıda parça üretimi için genellikle ekonomik değildir.
- Aynı malzemenin plastik şekil verme yöntemleri (örneğin dövme) ile elde edilmiş olanı, dayanım bakımından genellikle daha üstündür.

BÖLÜM 2

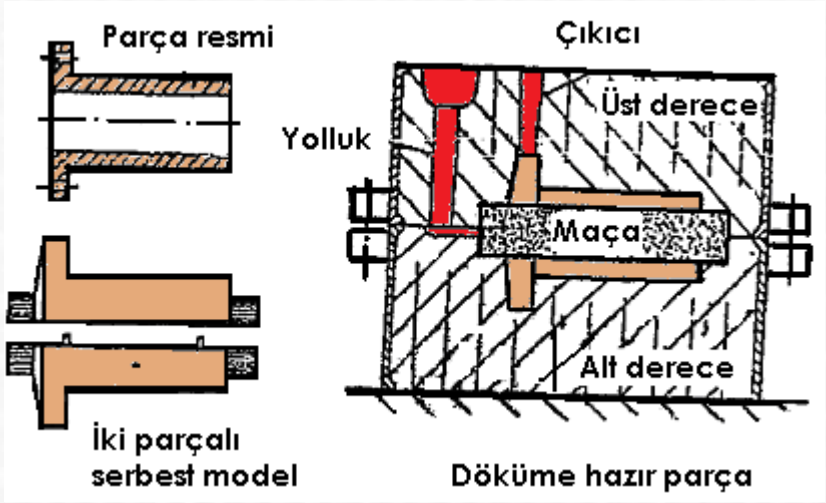
2.1. MODELLER

- Modeller kalıplama sırasında, dökülecek sıvı metalin dolduracağı boşluğu elde etmek için kullanılırlar. Üretilecek parçaların bire bir ölçekli kopyalan olan modellerin, biçim ve boyutlarının belirlenmesinde katılaşma sonrasında parçanın kendini çekmesi (büzülme), işleme paylan ve modelin kalıptan sıyrılmasını kolaylaştıracak eğimler ve maça yuvalarının da düşünülmesi gerekir. Döküm teknolojisinde modelin doğru tasarımı ve kaliteli olarak üretimi çok önemlidir, çünkü kötü bir modelle iyi bir döküm gerçekleştirmek mümkün değildir. Bu bölümde model tasarımı ve üretimi hakkında temel bilgiler verilecektir.

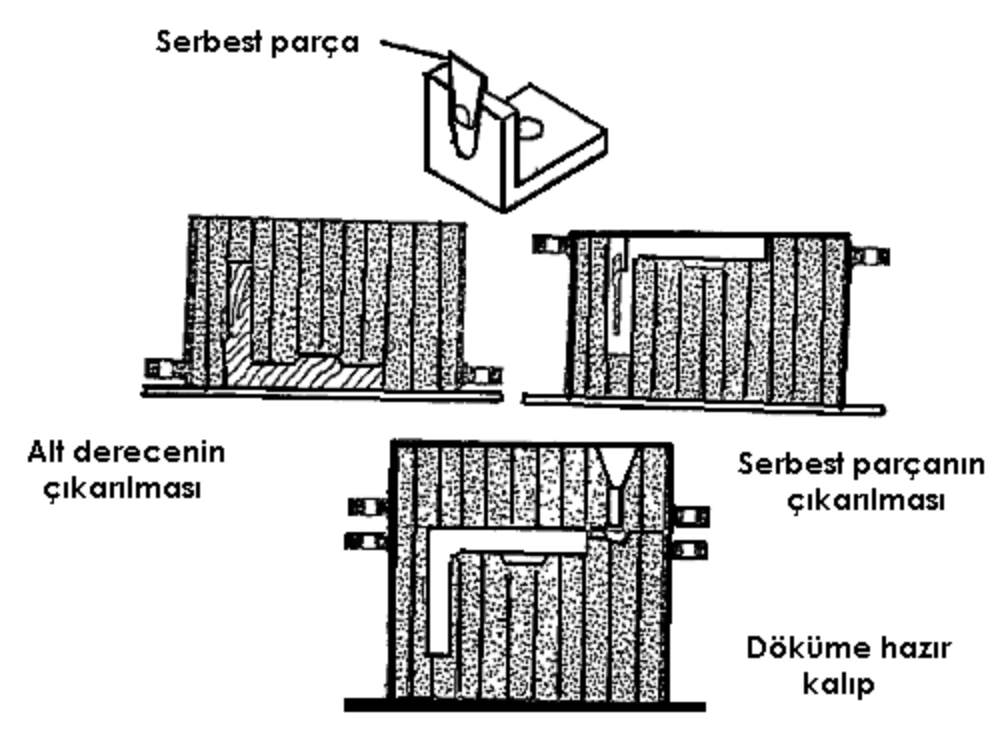
- **2.1.1. Model çeşitleri**
-
- Metal dökümünde kullanılan modeller:
-
- Serbest modeller,
- Levhalı modeller ve
- Özel model ve model tertibatları



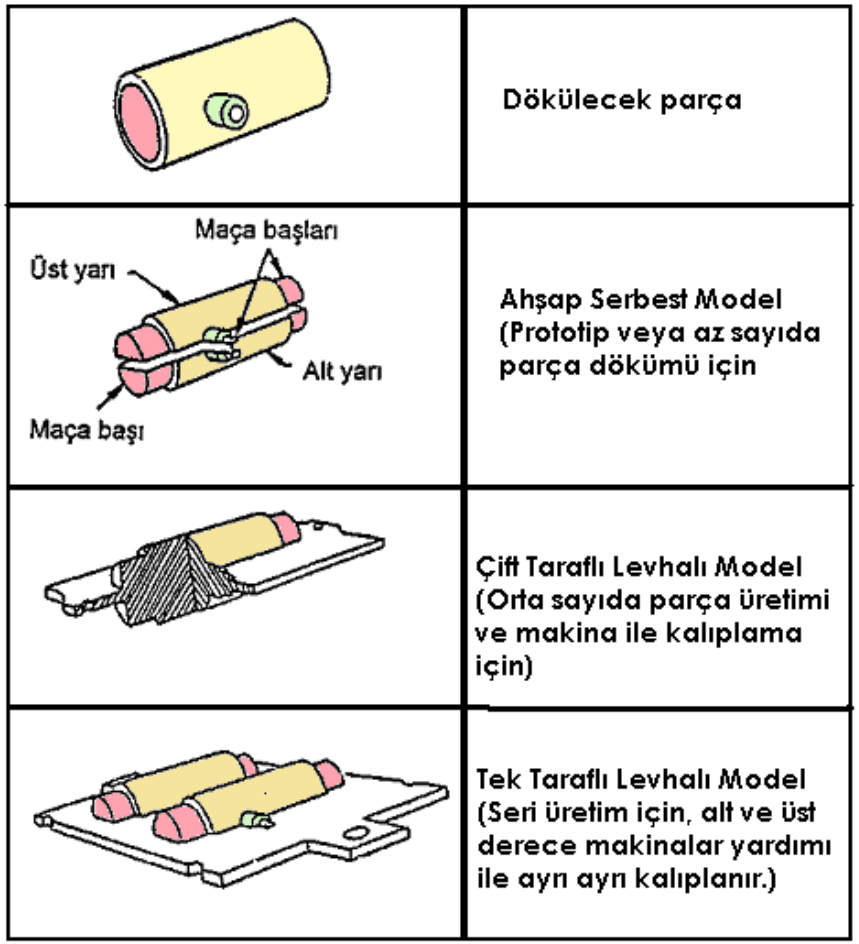
olmak üzere sınıflandırılırlar. Üretilecek parça sayısı, parça tasarımının düzeltilmesinin söz konusu olup olmadığı, biçim karmaşıklığı, dökümhanede uygulanan kalıplama yöntemi gibi kriterlere göre hangi tür modelin uygun olacağı belirlenir.



Şekil 2.1. İki parçalı bir serbest model yardımıyla kalıplama



Şekil 2.2. serbest parça içeren model



Şekil 2.3. Bir parçanın kalıplanmasında kullanılan farklı model türleri

- **2.1.2. Model yapımında göz önüne alınacak konular:**

- Döküm yoluyla üretilecek parçaların boyutlarının dökümden sonra istediğimiz değerde olabilmesi için modeller, bazı metalurjik ve mekanik nedenlerle hiç bir zaman parçanın esas boyutlarında yapılmazlar. Bu sebepten dolayı aşağıdaki tolerans ve kaidelerin göz önüne alınması gerekir:

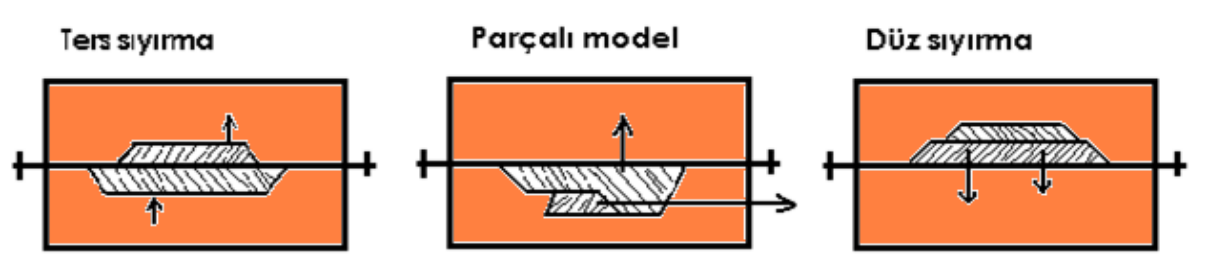
- **a) İşleme payı:** dökümden sonra elde edilen yüzeylerin istenen yüzey düzgünlüğünde olmaması sebebiyle, parçaların yüzeyine talaş kaldırma işlemi uygulanır. Bu nedenle, bu işlem için yetecek kadar pay bırakılması gerekir. İşleme payı, modelin alt dereceye gelen kısımlarında daha az, üst dereceye gelen kısımlarında ise daha fazla bırakılır. Çünkü üst kısımlarda cüruf toplanabilir ve ortadan kaldırılması gerekir. Ayrıca işleme payı, dökülecek malzeme cinsi ve parça boyutuna göre de değişmektedir. Örneğin; çelikte dökme demire göre daha fazla, büyük parçalarda da küçük parçalara göre daha büyük işleme payı bırakılır (Tablo 2.1).

Model boyutları (mm)	İşletme payı (mm)		
	Delik	Yüzey	Üst taraf
Dökme demir			
< 150	3,2	3,2	4,8
150-300	3,2	3,2	6,4
300-500	4,8	4,0	6,4
500-900	6,4	4,8	6,4
900-1500	7,9	4,8	7,9
Dökme çelik			
< 150	3,2	3,2	6,4
150-300	6,4	4,8	6,4
300-500	6,4	6,4	7,9
500-900	7,1	6,4	9,5
900-1500	7,9	6,4	12,7
Demir dışı metaller			
< 75	1,6	1,6	1,6
75-200	2,4	1,6	2,4
200-300	2,4	1,6	3,2
300-500	3,2	2,4	3,2
500-900	3,2	3,2	4,0
900-1500	4,0	3,2	4,8
Pirinç			
< 600	6,4	6,4	9,5

- **b) Çekme payı:** Metalik malzemelerin kendilerini çekmeleri sebebiyle modelin ölçüleri dökülecek parçanın ölçülerinden bir miktar fazla olması gerekir. Aksi takdirde, elde edilen parça boyutları istenenden daha düşük olur. Bu nedenle modeller işleme payı da göz önüne alınarak bir miktar büyük yapılır. Çekme paylarının hesaplanmasında özel cetveller kullanılır. Örneğin; kır dökme demir için 101 cm' lik sarı cetvel hazırlanıp 100'e bölünür. Çekme miktarları malzemenin cinsine göre değişmektedir. Bazı malzemeler için çekme payları aşağı-daki gibidir:
-
- Kır dökme demir.... %1
- Dökme çelik.....%2
- Saf alüminyum.....%1,8
- Pirinç . . . . %1,1-1,7
- Bronz .... % 1,4
-
- Ayrıca, model boyutları ve kesit kalınlıkları arttıkça çekme miktarları azalmaktadır.

- **d) Çarpılma payı**: Geniş ve yassı levhalar, kubbeler gibi dökümlerde düzgün bir model kullanılması halinde, parçalar çarpılabilmektedir. Bu sebepten böyle hallerde modellerin uygun bir çarpıklıkta yapılması arzu edilen doğru döküm şeklinin elde edilmesini sağlamaktadır

- **Modellerin kalıptan sıyrılması:** Bilhassa kum kalıpların yapımında, modelin kalıptan sıyrılması çok dikkatli şekilde yapılmalıdır. Çünkü, bu sırada kalıp bozulmamalıdır. Kenarları dik modelin sıkışmış kalıptan sıyrılması zordur. Bu sebepten, dik yüzeylere 1/40 ila 1/60 oranında veya 1° ila 2° lik eğiklik verilmelidir. Fakat bazı hallerde parçaya koniklik vermek modelin kalıptan kolay sıyrılması için çözüm olmayabilir. Böyle durumlarda, modelin parçalı olarak yapılması gerekmektedir. Şekil 2.4' de her iki durum örneklerle gösterilmiştir.



- **2.1.3. Model Malzemeleri**
-
- Malzeme olarak ahşap, metal, alçı, plastik, köpük v.b. malzemeler kullanılır. Tablo 2.2.'de yaygın olarak kullanılan malzemeler, kalıplamada önemli olan bazı özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Model malzemesi seçiminde şu kriterler dikkate alınır:
-
- Üretilecek parça sayısı
- İstenen boyut hassasiyeti
- Uygulanacak kalıplama yöntemi
- Parçanın boyut ve biçimi
- Modelde düzeltme yapılıp yapılmayacağı.
-
- En yaygın olarak kullanılan malzeme ahşaptır. Bunun nedeni ucuz hafif ve kolay şekillendirilebilir olmasıdır. Hazırlanacak kalıp sayısı az ise ahşap malzeme olarak yumuşak çam seçilebilir. Ancak model üretimi için genellikle kuru, sert ve az. gözenekli malzemeler daha uygundur.

Özellik	Ahşap	Alüminyum	Çelik	Plastik	D.D
İşlenebilme	Çok iyi	İyi	Orta	İyi	İyi
Aşınmaya dayanıklılık	Zayıf	İyi	Çok iyi	Orta	Çok iyi
Dayanım	Orta	İyi	Çok iyi	İyi	İyi
Ağırlık*	Çok iyi	İyi	Zayıf	İyi	Zayıf
Tamir edilebilme	Çok iyi	Orta	İyi	İyi	İyi
Korozyona dayanım**	Çok iyi	Çok iyi	Zayıf	Çok iyi	İyi
Şişme	Zayıf	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi

*** Kalıpçının yorulması açısından**

****Su içeren ortamlarda**

- **Metal modeller**, ömür bakımından ahşaba göre çok daha üstündür. Modellerin aşınmaması veya örneğin kabuk kalıplamada olduğu gibi ısıtılması gerekiyorsa, malzeme olarak alüminyum, pirinç, bronz, kır dökme demir, çelik ve düşük sıcaklıkta eriyen diğer metal alaşımları kullanılabilir. Alüminyum alaşımlarından üretilmiş levhalı modeller ve maça kutuları özellikle kabuk kalıba dökümde yaygın olarak kullanılırlar. Yüzey kalitesini arttırmak için yüzeyleri kaplanabilir.

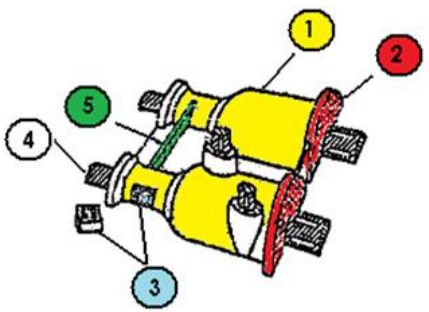
- Yüzeyleri çok düzgün olan **plastik** malzemelerden yapılmış modeller, tahta modellerden daha dayanıklıdır. Bunlar kalıplan kolay sıyrılırlar, aşınma ve çizilmeyi karşı daha dayanıklıdırlar ve hasara uğradıklarında tamir edilmeleri kolaydır. Plastik model malzemelerinin boyut kararlılığı ve yüzey kalitesi de üstün olup, ayrıca daha ucuzdurlar. Plastik modeller, enjeksiyon yöntemiyle veya bloktan işlenerek üretilirler.

- Dayanımın yetersiz olduğu durumlarda cam takviyeli plastikler de kullanılabilir. Kullanım sırasında çabuk aşınan bölgelerin metal parçacıklar ile takviye edilmesi de mümkündür. Plastik model üretiminde kullanılan diğer bir yöntem de plastiği alçı kalıba dökerek biçimlendirmektir. Bu şekilde yeni modeller üretilebildiği gibi mevcut bir model de kopya edilebilir, hatta bazı küçük değişiklikler yapılabilir. Plastik esaslı diğer bir model türü de, dolu kalıba döküm yönteminde kullanılan köpük modellerdir. Bunlar dökümden önce kalıptan çıkarılmazlar ve erimiş metalle temasa geçtiklerinde gaz haline geçerek kalıbı terk ederler.

- Hassas döküm tekniğinde ise genellikle mum modeller kullanılır. Bu modeller hazırlanan kalıbın ısıtılmasıyla eriyerek kalıbı terk ederler.

- Alçı modellerin üstünlüğü kolay şekillendirilebilir olmalarıdır. Dayanımlarının yetersiz kalması halinde katkı malzemeleri ile takviye edilebilirler. Gerektiğinde yüzeyleri plastikle de kaplanabilir.

- **2.1.4. Model Renk Kodları**
- Özellikle ahşap modellerin ortam etkisinden korunması için uygulanan boyama işleminde modelin değişik bölgelerine ait yüzeyler için değişik renkler kullanılarak işaretleme yapılır. Şekil 2.5.'te basit bir örneği görülen bu kodlama sayesinde kalıpçı her bir kalıp yüzeyini tanır ve değişik kalıp elemanlarının yerlerini kolaylıkla belirler. Bu kodların kullanımı, özellikle uzun süre sonra tekrar kullanılması söz konusu olabilecek modeller için çok önemlidir.



1	**SARI** (Dökümden sonra işlenmeyecek yüzeyler)
2	**KIRMIZI** (Dökümden sonra işlenecek yüzeyler)
3	**METALİK** (Serbest parçaların olduğu Yüzeyler)
4	**SİYAH** (Maça yuvaları)
5	**YEŞİL** (Modelin dayanımını artırmak için ilave takviye, kalıpta bıraktığı boşluğu daha doldurulacak) Modellerin boyanarak kodlanmasına bir örnek

- Ülkemizde kalıplama işlemlerinde kullanılan modellerin sınıflandırılması, özellikleri ve hazırlanmalarına ilişkin kurallar Türk Standartları Enstitüsünün yayınladığı
- TS 3189: Döküm Modelleri – Genel Esaslar standardı ile düzenlenmiştir.

KAYNAK: Prof. Dr. Ahmet ÖZEL, Döküm Teknolojisi Dersi Notları, Sakarya Üniversitesi