2009 Kasım

www.guven-kutay.ch

DÖKÜM
ve
DÖKÜM PARÇALARI
03

Özet

M. Güven KUTAY

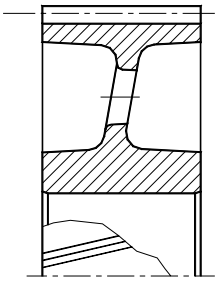
İ Ç İ N D E K İ L E R

0 Döküm parçaların konstruksiyonu ... 3
0.1 Döküm parçalarında toleranslar ... 4
0.1.1 Genel ölçü toleransları ... 4
0.1.2 Dökümün çekmesi ... 5
0.1.3 Derece bağlantısının toleransları ... 5
0.1.4 Modelden çıkarmak için vuruşlar, tokmaklama ... 5
0.2 Malzemenin yığılması ... 6
0.2.1 Duvar (cidar) kalınlıkları ... 6
0.2.2 Boşluklar, hava kabarcıkları ... 6
0.2.2.1 HEUVER' e göre çember metodu ... 7
0.2.2.2 Besleme kanallarının optimal yapılması ... 8
0.2.2.3 Değişik kalınlıklarda geçiş ... 9
0.3 Şekillendirme (form) tekniği ... 10
0.3.1 İşleme imkanları ve şekilleri ... 10
0.3.2 Derece ve form ayrılması ... 13
0.3.3 Duvar ucu ve delikler ... 14
0.4 Besleme tekniği ... 14
0.5 Maliyet ... 15
0.5.1 Modelin maliyeti ... 15
0.5.1.1 Döküm şekli ve şekil verme tekniği ... 15
0.5.1.2 Modelin sınıfı ... 15
0.5.1.3 Ham dökümün konstruksiyonu ... 16
0.5.1.4 Modelin üretim süresi ... 19
0.5.1.5 Kuma dökümde kullanılan kum hacmi ... 19
0.5.1.6 Besleme ve besleme tekniğinin etkisi ... 19
0.5.1.7 Döküm sonrası işlemler ... 20
0.5.1.7.1 Temizleme ... 21
0.5.1.7.2 Besleme sisteminin ayrılması ... 21
0.5.1.7.3 Çapakların temizlenmesi ... 21
0.5.1.7.4 Isıl işlem ... 21
0.5.1.7.5 Kontroller ... 22
0.5.1.7.6 Korozyona karşı koruma ... 22
0.6 Döküm teknik resminin kontrol listesi ... 22
0.7 Şekil verme döküm usülleri ... 23
0.7.1 El ile kalıplanan döküm ... 24
0.7.2 Makina ile kalıplanan döküm ... 24
0.7.3 Emme ile kalıplanan döküm ... 25
0.7.4 Folyeyle vakum kalıplama döküm ... 25
0.7.5 Kayıp model dökümü ... 26
0.7.6 Maske kalıba döküm ... 26
0.7.7 Seramikle kalıplanan döküm ... 27
0.7.8 Vakumda döküm ... 27
0.7.9 Hassas döküm ... 28
0.7.10 Yüksek basınçla döküm ... 28
0.7.11 Metal kalıba dökmü ... 29
0.7.12 Savurma döküm ... 29
0.8 Çeşitli çelik döküm malzemesi ... 30
0.8.1 Semantasyon çeliği, döküm ... 30
0.8.2 İslah çeliği, döküm ... 30
0.8.3 Nitrat çeliği, döküm ... 30
0.8.4 Soğuk işlenen çelikler, döküm ... 30
0.8.5 Sıcak işlenen çelikler, döküm ... 30
0.8.6 Çabuk işlenen çelikler, döküm ... 30
0.8.7 Antimanyetik çelikler, döküm ... 30
0.8.8 Paslanmaz ve asite dayanıklı çelikler, döküm ... 30
0.8.9 Isıya dayanıklı çelikler, döküm ... 30
0.8.10 Isıya dayanıklı çelikler, döküm ... 30
0.9 Demir döküm malzeme ... 31
0.9.1 DIN 1691 Çubuk grafitli demir döküm, pik veya kır döküm, GG ... 31
0.9.2 DIN 1691 Yuvarlak grafitli demir döküm, sfero döküm, GGG ... 32
0.10 Döküm parçalarının ölçülendirilmesinde yardımcı Tablolar ... 33
0.11 Döküm parçasının ölçülendirilmesine örnek ... 48
1 Kaynaklar ... 49
1.1 Literatür ... 49
1.2 Standartlar ... 50
2 Konu İndeksi ... 52

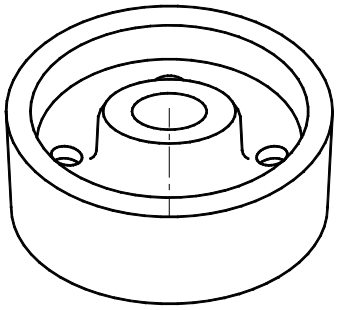
0 Döküm parçaların konstruksiyonu

Hatasız ve ekonomik dökümden parçanın üretimi konstruksiyon esnasında oluşur. Konstruktör üretime göre şekillendirmeyi bilmelidir. Konstruksiyon parçanın fonksiyonuna göre yapılmasının yanısıra, malzeme ve üretim şeklide düşünülmelidir. Komplike parçaların tasarımı esnasında döküm uzmanları ile temasa geçip onların düşüncelerini almakta yarar vardır.

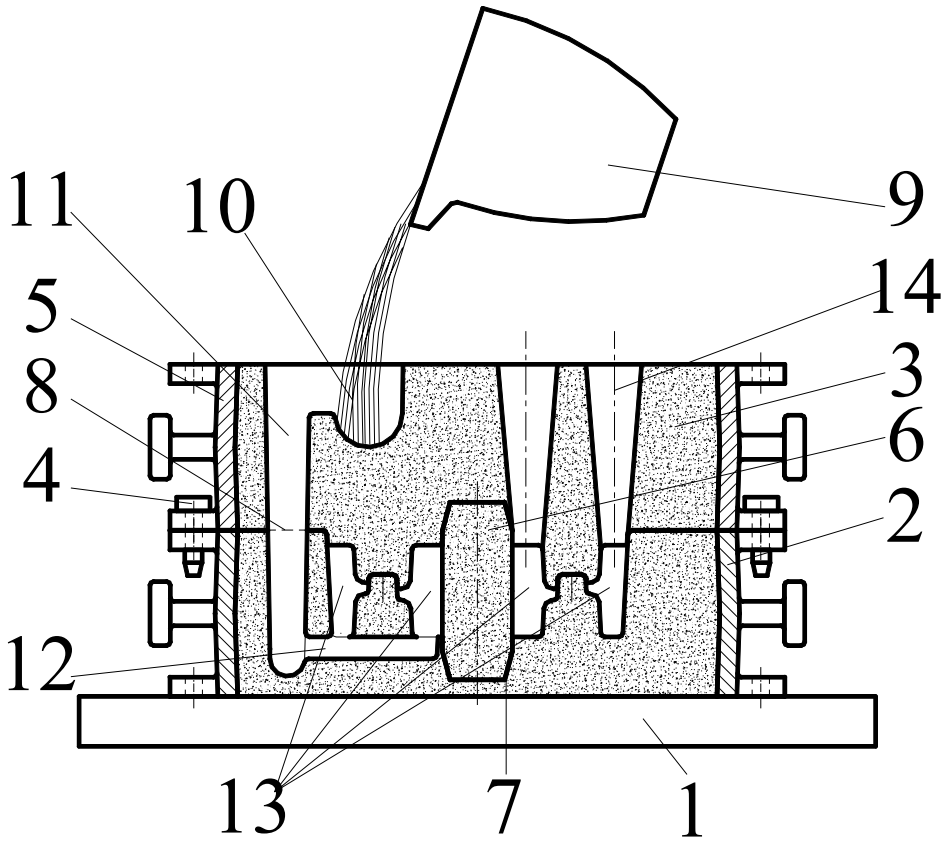
Dökümde tanımlamalar



Şekil 1, İşlenmiş dişli çark, döküm



Şekil 2, Ham döküm parça



Şekil 3, Ham parça dişli çarkın kalıplanıp dökülmesi

1	Derece altı plakası	8	Ayırma yüzeyi
2	Alt derece	9	Döküm kepçesi
3	Döküm kumu	10	Döküm çukuru
4	Merkezleme pimi	11	Döküm deliği
5	Üst derece	12	Döküm ağızı
6	Maça	13	Dökülen parça
7	Maça yuvası	14	Yolluk

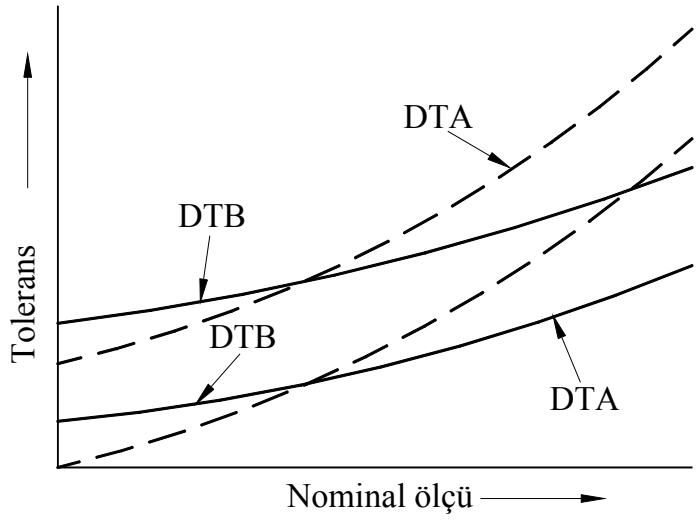
Döküm parçasının optimum konstruksiyonu, konstrüktörün bilgisi ile bağıntılıdır. Konstrüktör şu konuları ne kadar iyi bilirse, döküm parçasıda o kadar ekonomik olur ve fonksiyonunu tam görür.

1. Döküm parçasında toleranslar,
2. Malzemenin yığılması;
   - Duvar (cidar) kalınlıkları,
   - Boşluklar, hava kabarcıkları,
   - Kalınlıklar geçişi.
3. Şekillendirme (form) tekniği;
   - İşleme imkanları ve şekilleri,
   - Derece ve form ayrılması,
   - Duvar ucu ve delik kenarları.
4. Besleme tekniği
5. Maliyet.

Yukarıdaki konular konstrüktöre yol gösteren ve optimum üretim için gereklidir.

0.1 Döküm parçalarında toleranslar

0.1.1 Genel ölçü toleransları



Şekil 4, Genel ölçü toleransları

Dökümde “Genel ölçü toleransları“ (DT) iki ana gurupta toplanmıştır, DTA ve DTB .

Toleransgurubu A; uluslar arası "IT" toleranslardan alınmıştır. B gurubu ise pratikteki deneyimler sonucu dökümcüler dernekleri tarafından düzeltilmiş IT tolerans değerleridir.

Pratikte DTB toleransları kullanılır. Çünkü üretimde elde edilebilecek toleranslardır. Bu toleranslar standartlarla tanımlanmıştır.

Uluslar kendilerine göre döküm standartları yapmalarının yanı sıra, uluslar arası döküm standartlarıda oluşmuştur. Uluslar arası standarlar “ISO“, Alman satandartları “DIN“ ve İsviçre standartları “VSM“ rumuzu altında toplanmıştır. Memleketimizdede toleranslar “TS“ de verilmiştir.

İleride Tablo 13 dan Tablo 18 kadar ki tablolarda verilmiş olan döküm toleransları bir öneridir. Eğer TS toleransı veya başka şartlar verilmemişse kullanılmasında yarar vardır.

Döküm parçalarındaki toleranslar şu etkenler ile bağıntılıdır:

1. Dökümün çekmesi,
2. Derece bağlantısının toleransları,
3. Modelden çıkarmak için vuruşlar, tokmaklama.

0.1.2 Dökümün çekmesi

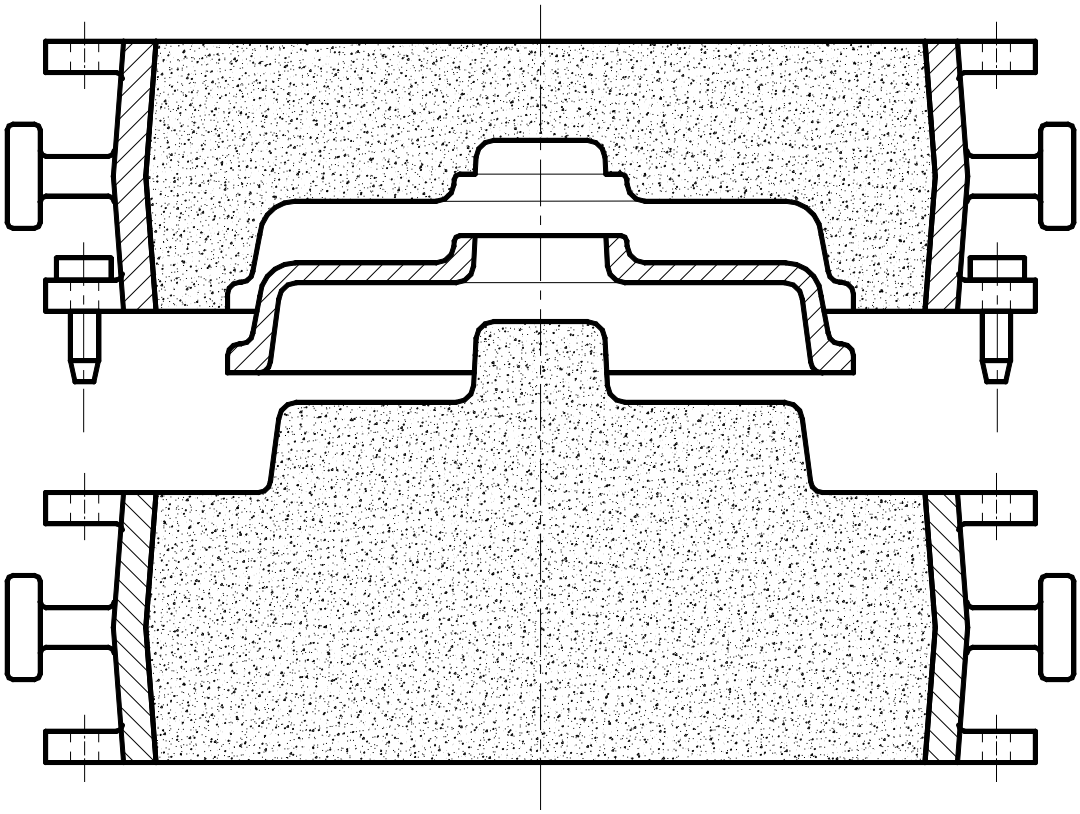
Soğuyan döküm parçasının hacmi sıvı, yani kızgın dökümün hacminden daha küçüktür. Bu küçüklüğe ***"Döküm çekmesi"*** denir (bak Tablo 10). Dökümün çekmesi döküm parçasındaki bütün ölçülere yansır ve toleranslarında rol oynar. Aynı zamanda dikkatli konstruksiyon yapılmassa, dökümde hava kabarcıklarının veya boşlukların, dökümün hem içinde, hemde yüzeylerinde oluşması önlenemez. Bak Şekil 9 ve Şekil 10.

0.1.3 Derece bağlantısının toleransları

Derece bağlantısı toleranslarının küçük olması, (bak Şekil 3, Poz 4 ve Şekil 5) döküm parçasının toleranslarının tutulma olanağını kuvvetlendirir. Bu özellik şekle (forma) bağlı olmayan ölçülerde dahada kuvvetli hissedilir.

0.1.4 Modelden çıkarmak için vuruşlar, tokmaklama

Kum ile modeli yaralamadan ayırabilmek için, özellikle el ile kalıplama usulünde, model tokmaklanır buda kuma verilen şekil ölçülerinin değişmesini doğurur. Bunu önlemek için döküm parçasına optimum eğiklik vermek gerekir. Bak Şekil 5.

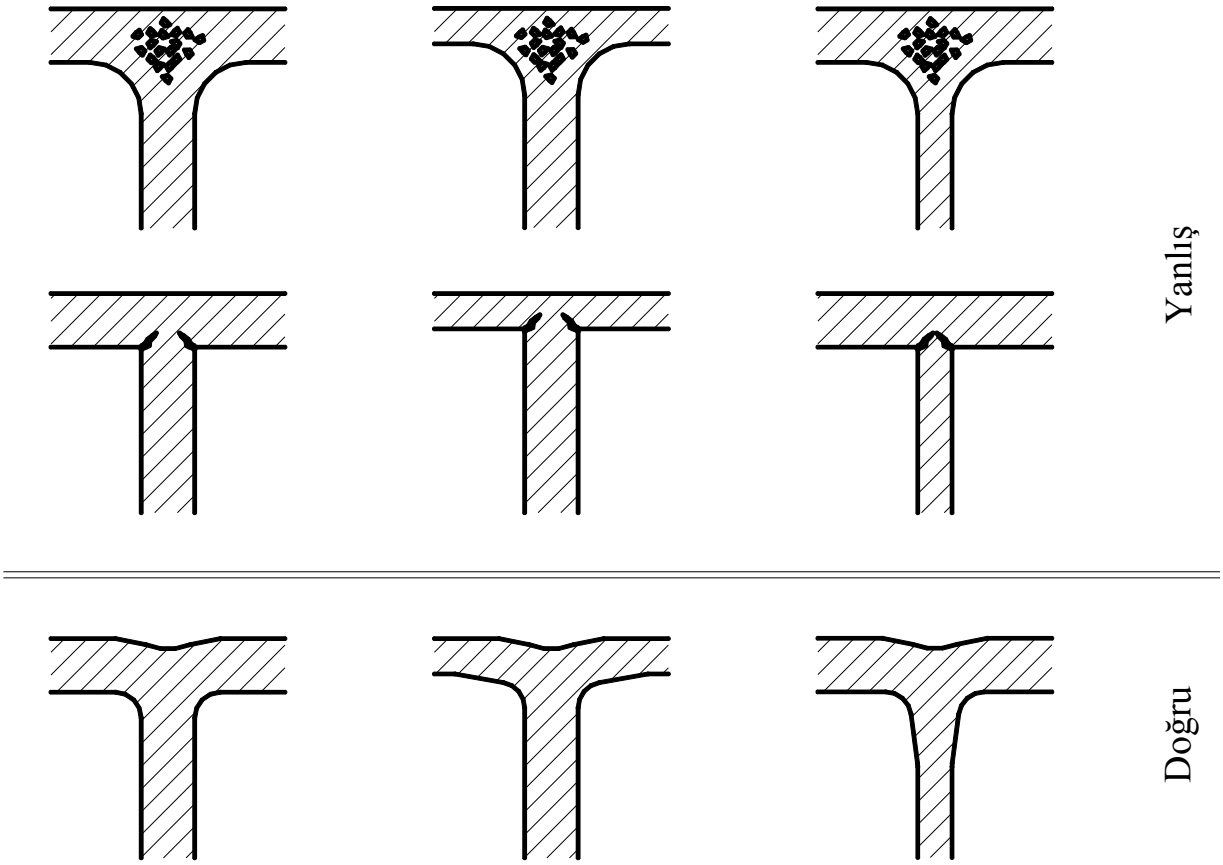


Şekil 5, Modelde eğimler ve derece bağlantısı

0.2 Malzemenin yığılması

0.2.1 Duvar (cidar) kalınlıkları

Döküm parçalarında en önemli kısım duvar kalınlığının seçimidir. Duvar kalınlığı parçanın mukavemetine, dökülme kolaylığına, çekme özelliğine ve boşlukların oluşmasına etki eder. Duvar kalınlığı döküm parçasının büyüklüğü, malzemesi ve döküm şekliyle doğrudan bağlantılıdır. Bak Tablo 4.



Şekil 6, Duvar (cidar) kalınlıkları

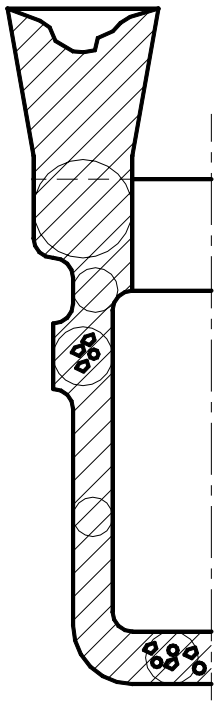
0.2.2 Boşluklar, hava kabarcıkları

Boşluklar ve hava kabarcıkları döküm parçasının ıskartaya ayrılmasına en çok sebep olan hatalardan biridir. Bak Şekil 6, Şekil 10 ve Şekil 12 den Şekil 13 e kadar.
Boşluklar ve hava kabarcıkları, malzemenin soğurken kaybettiği hacmi karşılayacak, akacağı veya kayacağı yer bulamaması halinde oluşurlar.
Boşlukların ve hava kabarcıklarının oluşması şu önlemlerle azaltılır veya tamamen önlenir.

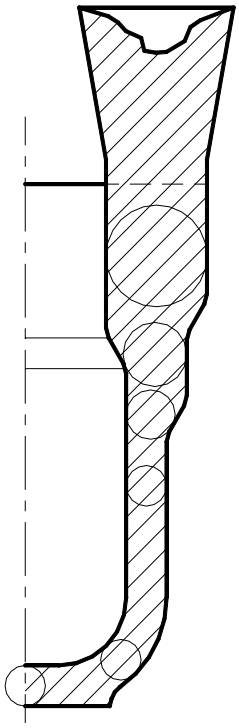
- Malzemenin tıkanması önlenirse,
  Heuver'e göre çember metodunun kullanılması, Şekil 7 .
- Besleme kanallarının optimal yapılması,
  Konstruksiyonun bilinçli yapılması, Şekil 8 .
- Değişik kalınlıklarda geçiş,
  Değişik kalınlıklar veya köşe geçişlerinin optimal yapılması. Konstruksiyonun bilinçli yapılması ve önerilerin tatbiki, Tablo 5 ve Tablo 6 .
- Hava kabarcıkları ve yabancı maddeler dökülen malzemeden hafif olduklarından hep yukarıya çıkıp üst taraftaki yüzeylerde toplanırlar. Yüzey ya eğik yapılır veya döküm parçasındaki işlenecek yüzeyler dökümde üst tarafa getirilir.

0.2.2.1 HEUVER' e göre çember metodu

HEUVER' e göre çember metodu ile basit olarak parçanın döküm tekniğine göre konstruksiyonunun yapılıp yapılmadığı kontrol edilir. Kontrol grafik olarak yapılır. Parçanın en altından başlayarak çizilen çemberler yukarı doğru yuvarlandığında sıkışmıyorlarsa konstruksiyon doğru demektir. Böylece malzemede tıkanma olmaz ve boşluklar tamamen besleme parçasına çekilir. Bak Şekil 7 ve Şekil 8 .

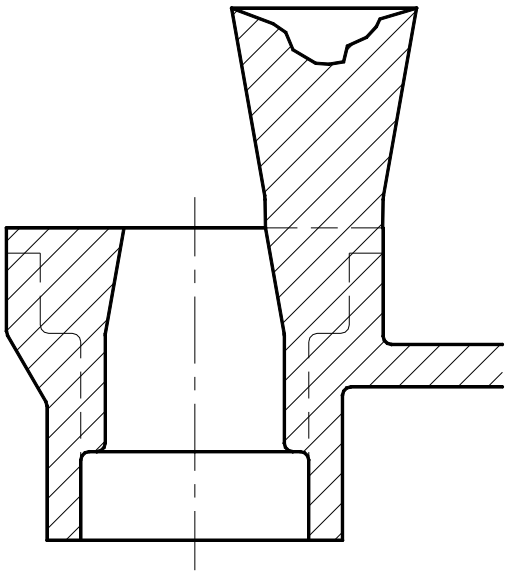


Döküm tekniğine uygun değil

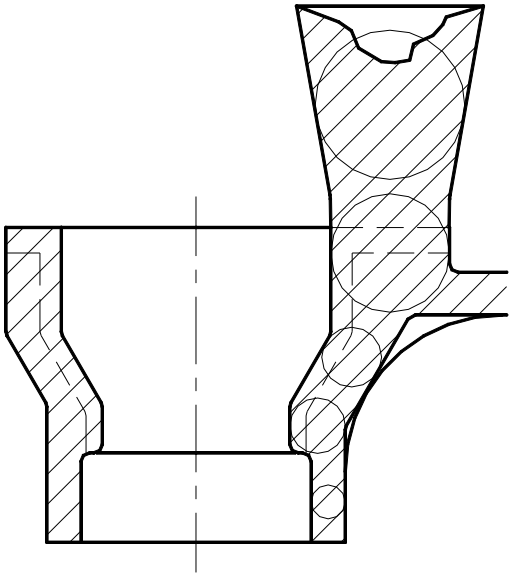


Döküm tekniğine uygun

Şekil 7, HEUVER' e göre çember metodu



Döküm tekniğine uygun değil

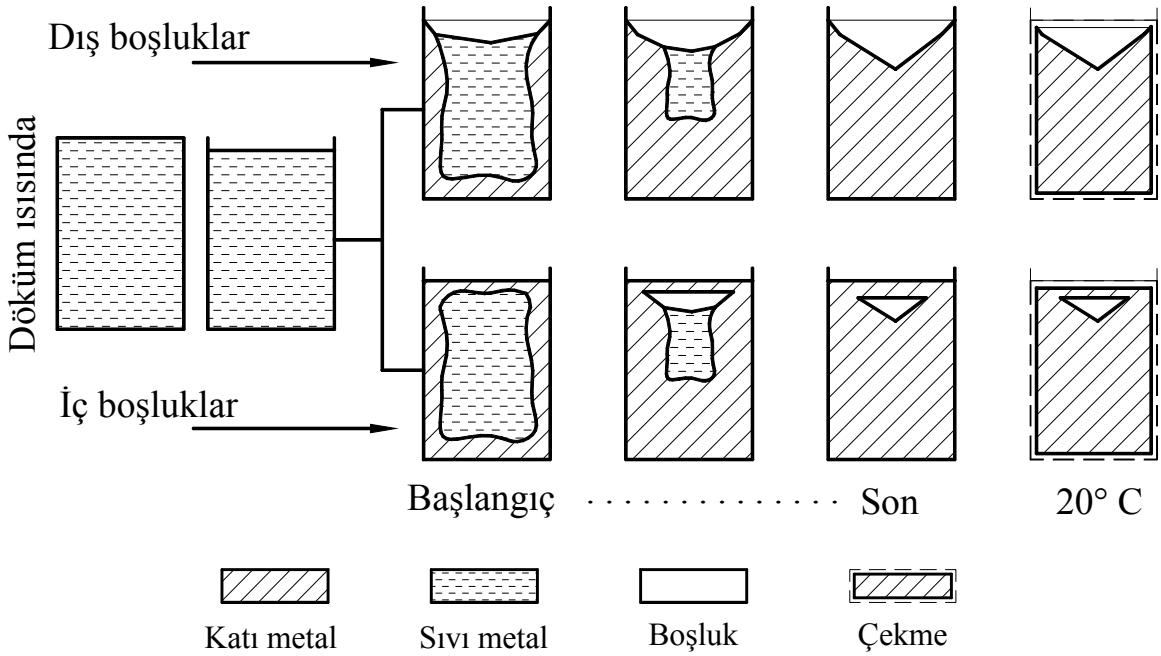


Döküm tekniğine uygun

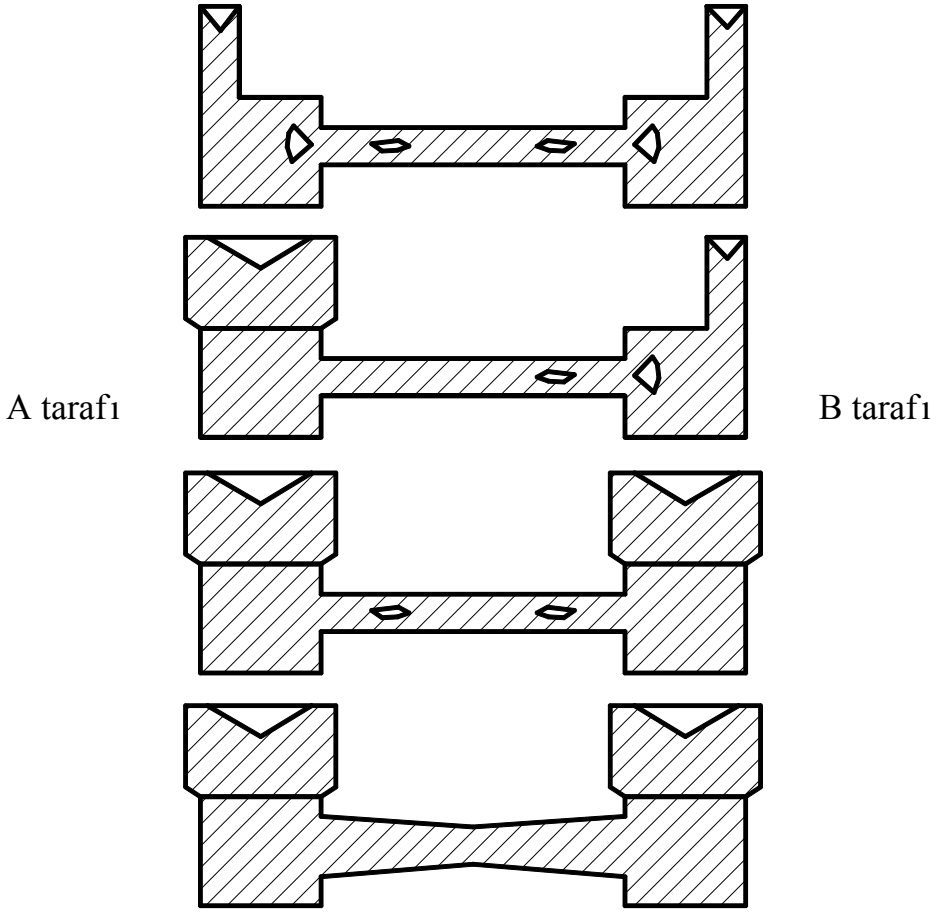
Şekil 8, Malzeme fazlalığı ve HEUVER

0.2.2.2 Besleme kanallarının optimal yapılması

Kontrüksiyonda ***"kontrollu soğutma"*** ile boşluklar istenilen yere alınırlar.



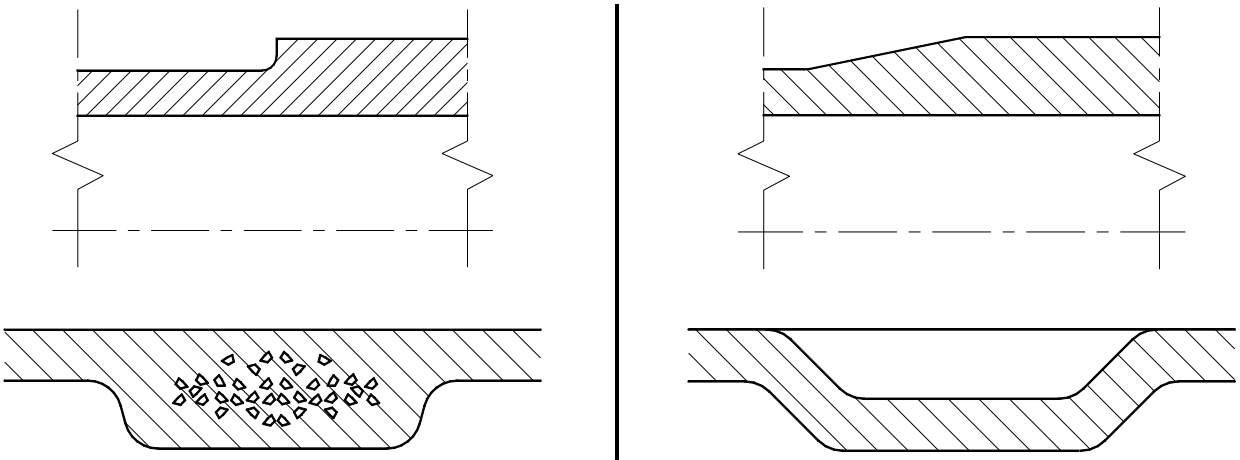
Şekil 9, Kontrollu soğutma, teorik



Şekil 10, Modelde kontrollu soğutma

0.2.2.3 Değişik kalınlıklarda geçiş

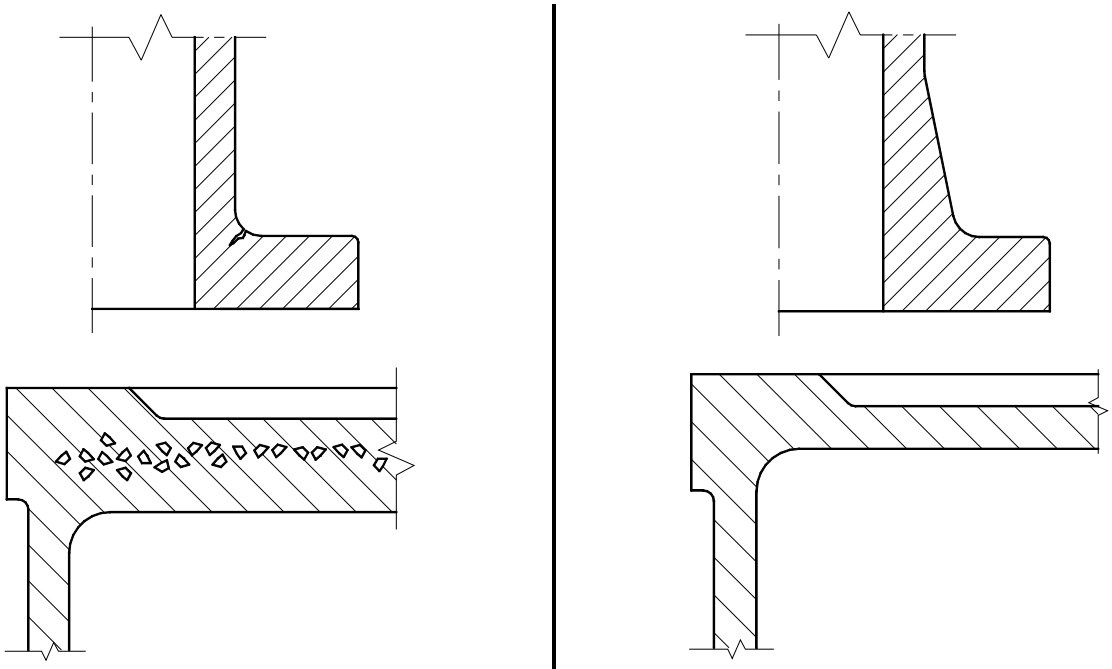
Aynı doğrultuda değişik kalınlıklar geçişinde yeteri kadar uzunlukta eğimli ara parça kullanılır veya fonksiyona etki etmeyeceği şekilde konstrüksiyona aynı kalınlıkla devam edilir. Bak Konstrüksiyon önerileri Tablo 5 , konstruksiyon şekli bak Şekil 11 .



Döküm tekniğine uygun değil | Döküm tekniğine uygun

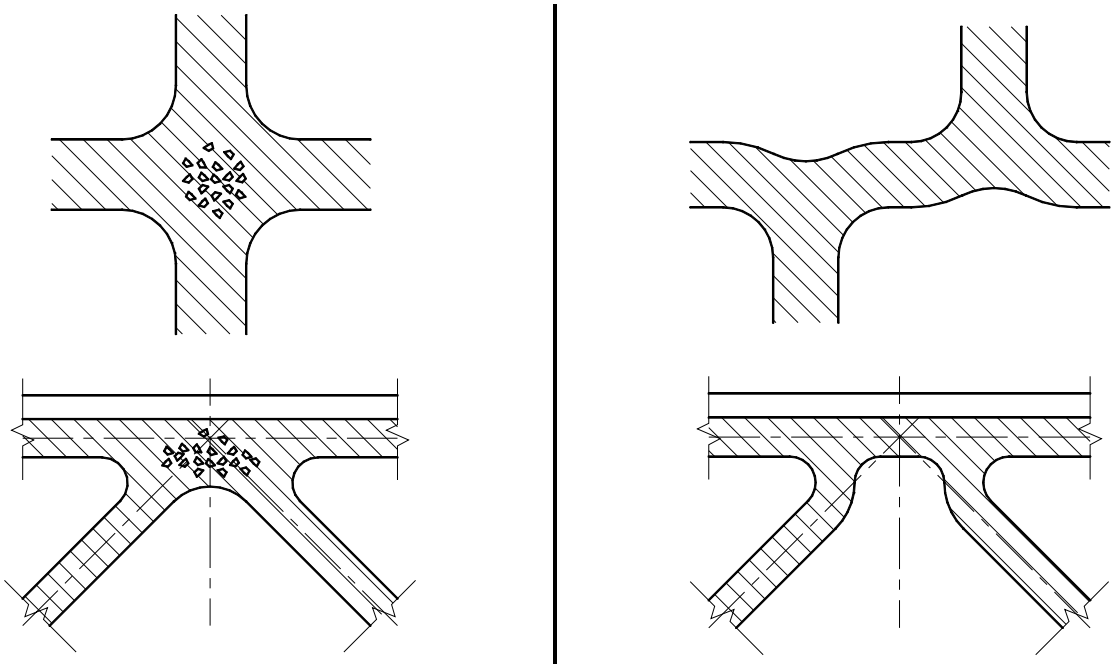
Şekil 11, Aynı doğrultuda değişik kalınlıklar

Köşelerde değişik kalınlıklara geçişde küçük yarıçap çatlaklara, büyük yarıçapta boşluk ve hava kabarcıklarına sebep olur. Değişik kalınlık köşe geçişi için konstruksiyon şekli önerileri aşağıda Şekil 12 ve Şekil 13 de görülmektedir. Buradaki optimal yarıçaplar da Tablo 6 deki önerilere göre seçilir.



Döküm tekniğine uygun değil | Döküm tekniğine uygun

Şekil 12, Köşelerde değişik kalınlıklara geçiş



Döküm tekniğine uygun değil

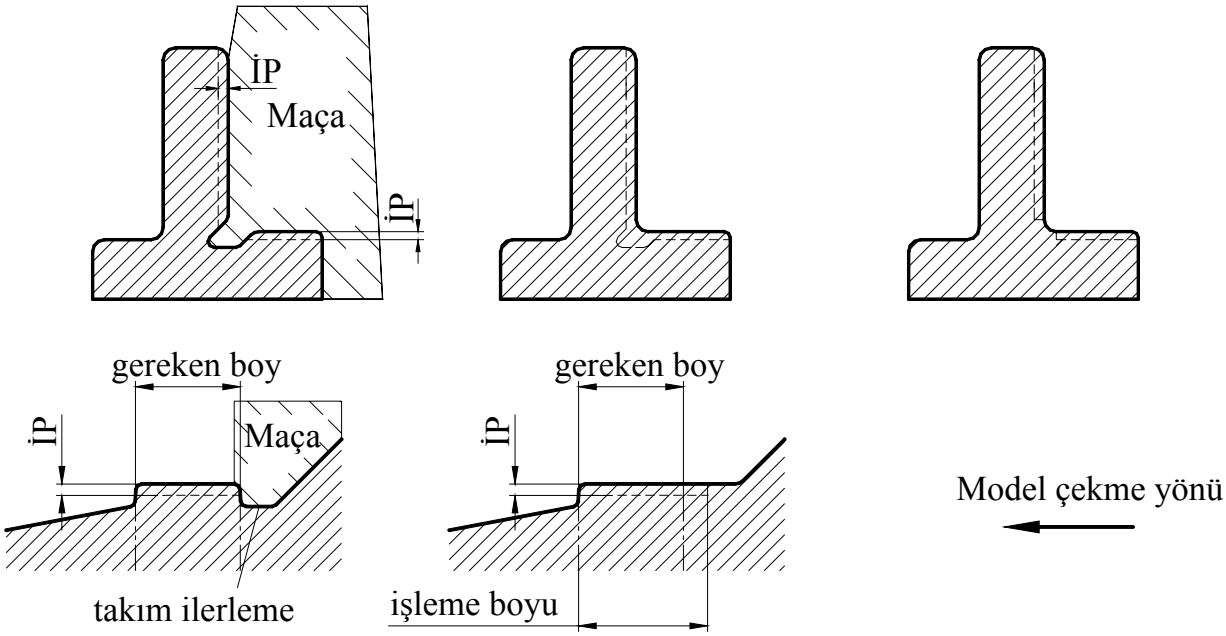
Döküm tekniğine uygun

Şekil 13, + ve T de geçiş

0.3 Şekillendirme (form) tekniği

0.3.1 İşleme imkanları ve şekilleri

Konstrüktör parçada mümkün olduğu kadar işleme derinliklerinden ve maça kullanmaktan kaçınmalıdır. Her çeşit işleme derinliği, kumdan çıkarma yönüne göre maça gerektirir. Maçalarda döküm parçanın maliyetini yükseltir ve yüzey kalitesini kabalaştırır. Fakat maçasız şekilde parçanın işlemesini zorlaştırır.

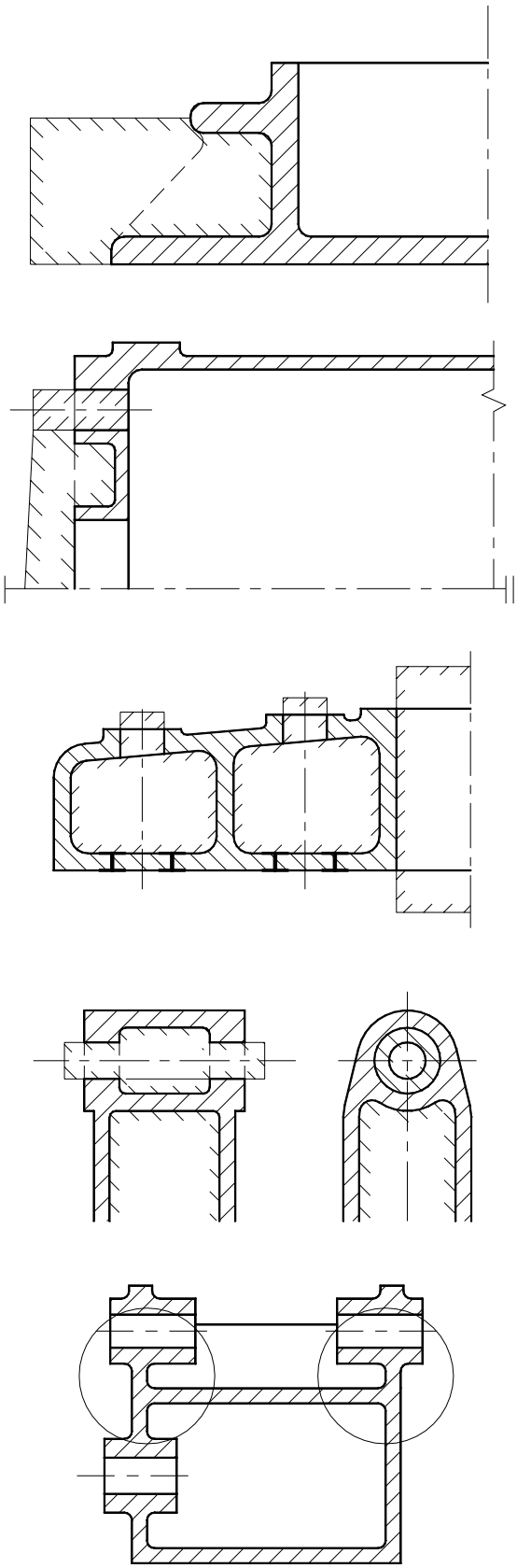


Döküm: Pahalı ve zor
İşleme : Kolay

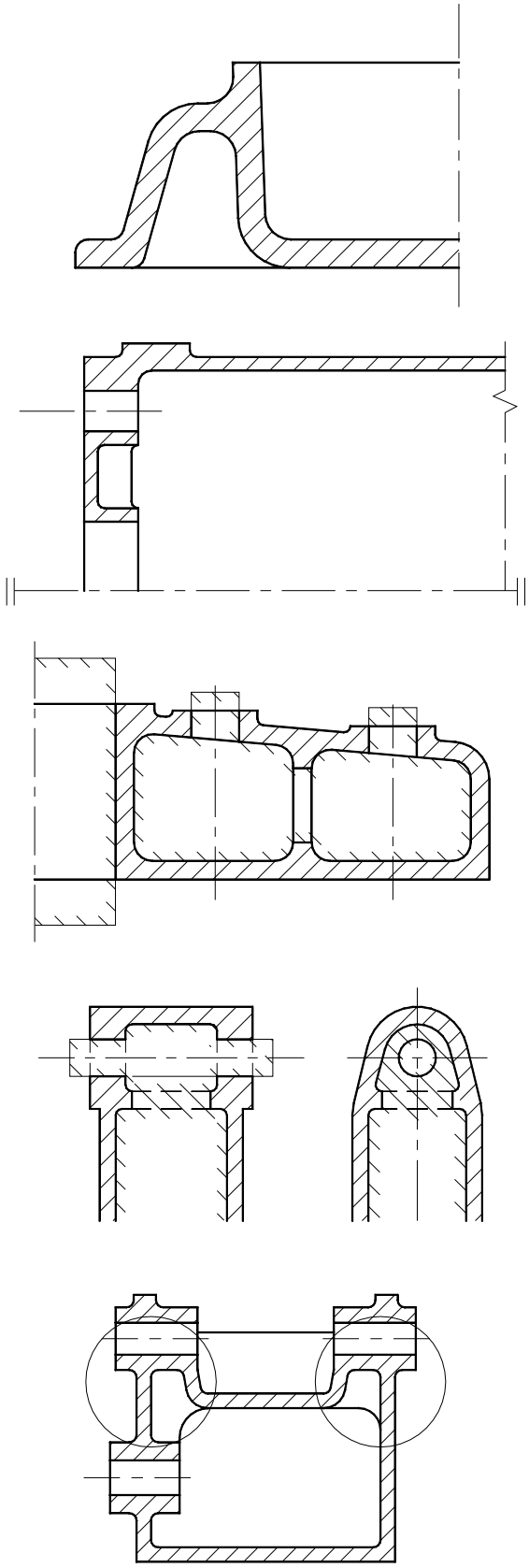
Döküm: Kolay
İşleme : Pahalı ve zor

Döküm: Kolay
İşleme : Pahalı ve zor

Şekil 14, İşleme imkanları ve şekilleri

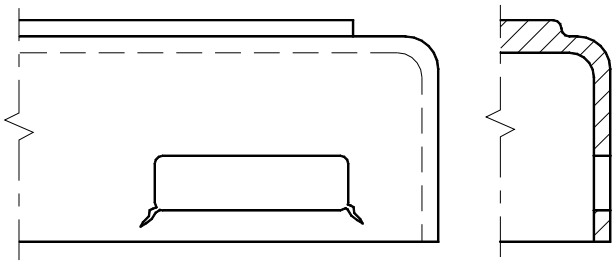


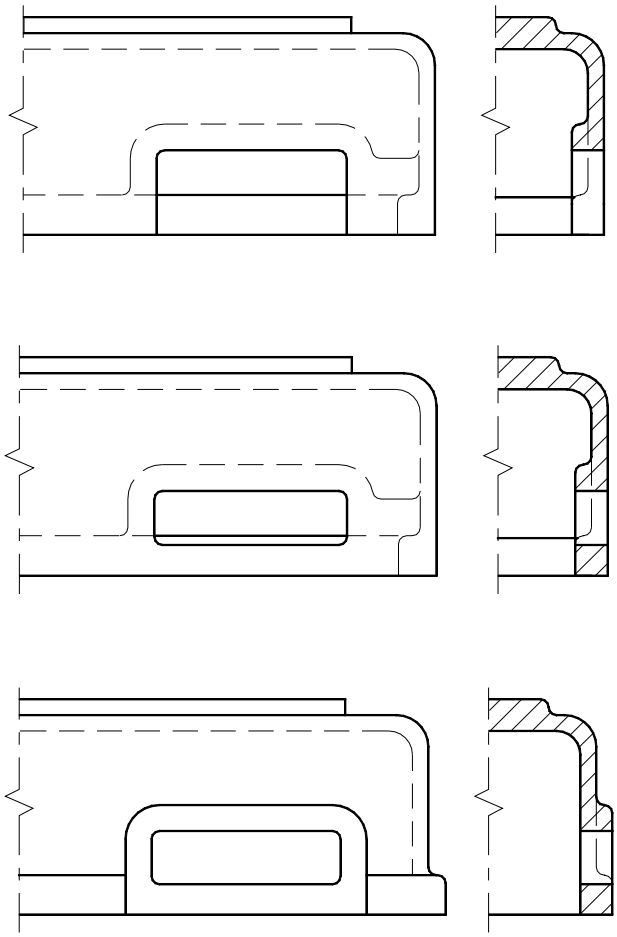
Döküm tekniğine uygun değil

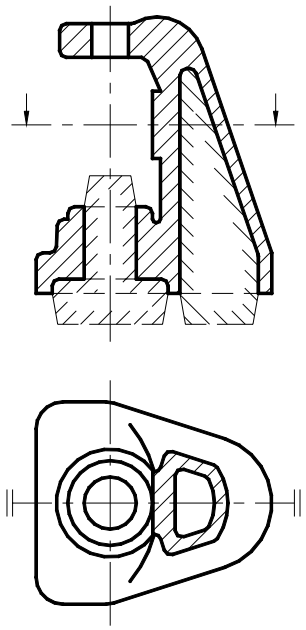


Döküm tekniğine uygun

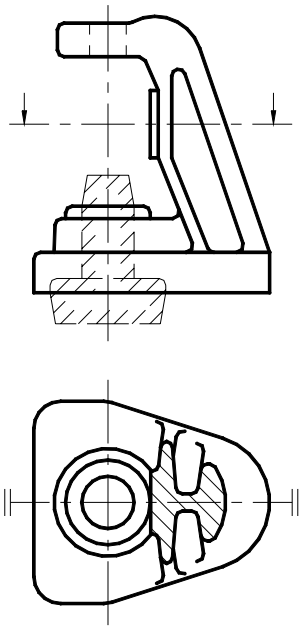
Şekil 15, Şekil verme varyantları







Döküm tekniğine uygun değil

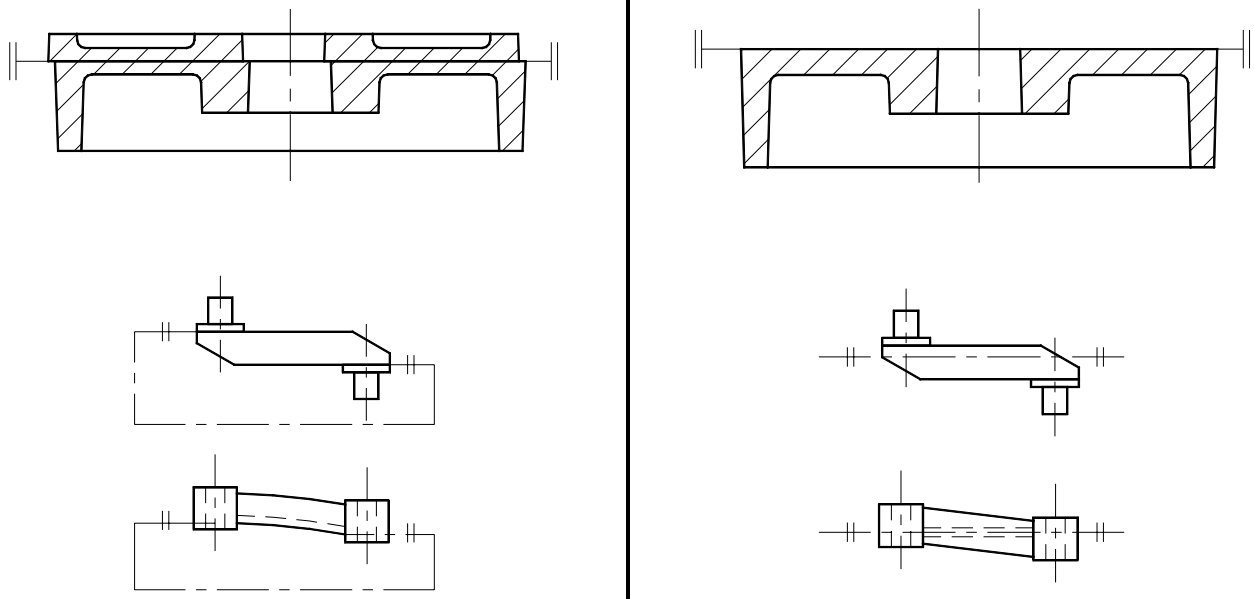


Döküm tekniğine uygun

Şekil 16, Şekil verme varyantları

0.3.2 Derece ve form ayrılması

Döküm parçasının ayrılmasının iyi seçilmesi parçanın ıskartaya çabuk çıkıp çıkmamasına, buda dolaylı olarak maliyetine etki eder.

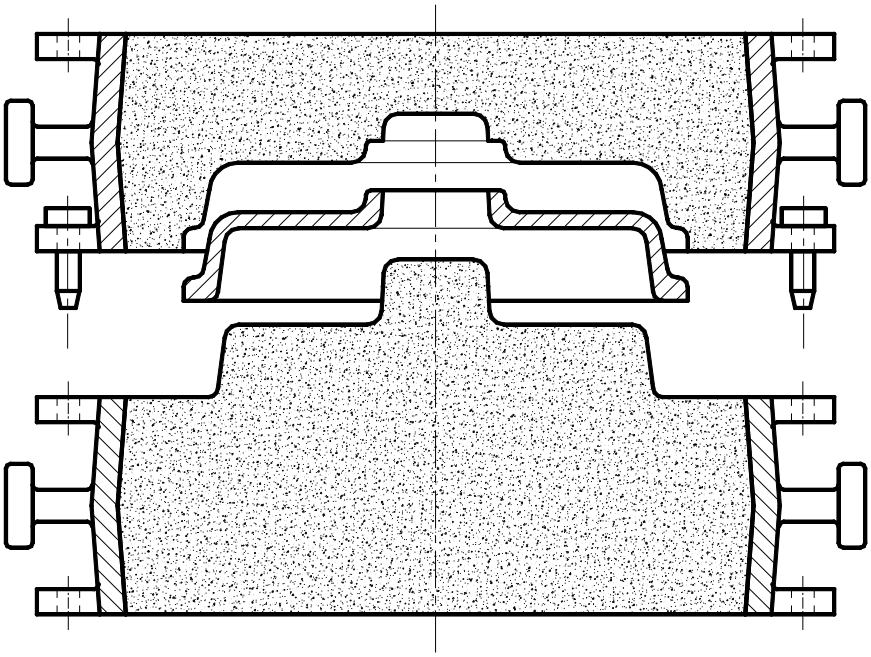


Döküm tekniğine uygun değil

Döküm tekniğine uygun

Şekil 17, Derece ve form ayrılması

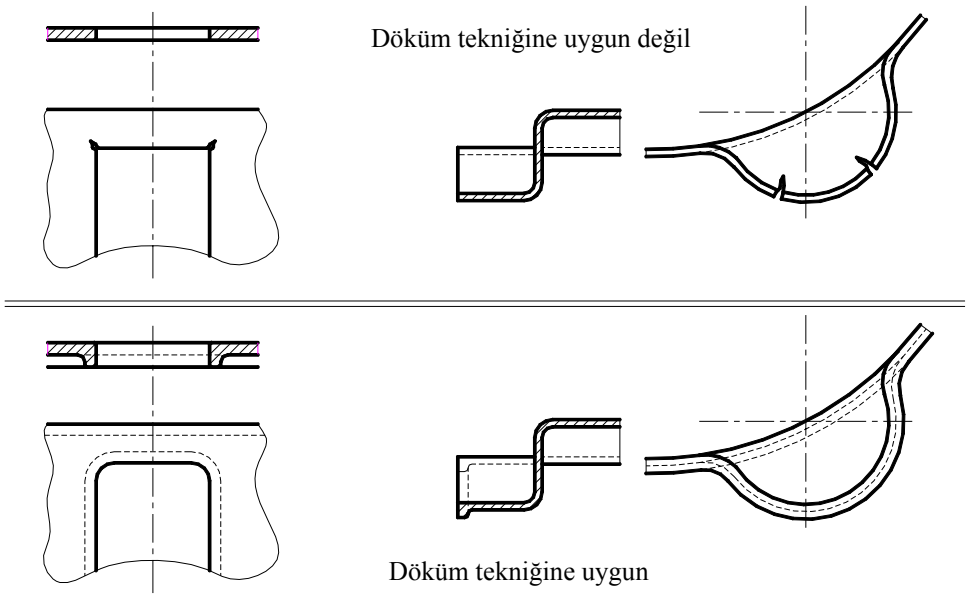
Basamaklı form ayrılması veya yay şeklindeki temel plaka maliyeti oldukça arttırır. Düz ve basit form ayrılığı makina ile şekil vermede rahat kullanılacağından ekonomik olarak büyük avantaj sağlar.
Örnek olarak; bak Şekil 17 ve Şekil 18 .



Şekil 18, Derece ve form ayrılması

0.3.3 Duvar uçları ve delik çevreleri

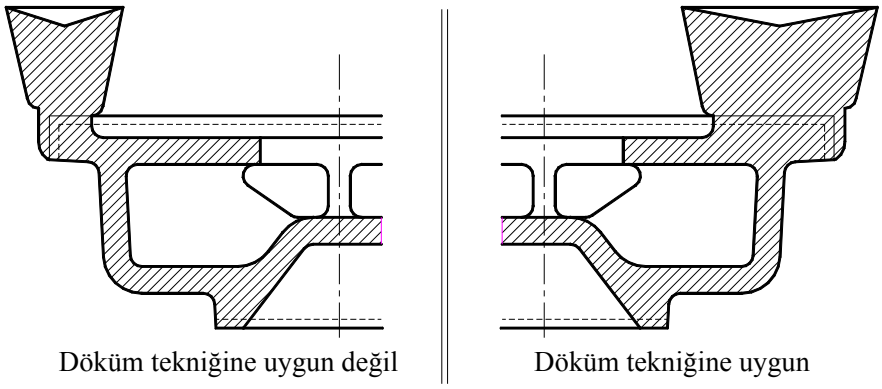
Duvar uçları veya delik çevreleri özellikle küçük yarıçap ile çatlamaya çok elverişlidir. Bak Şekil 19 Çatlamaları önlemek için Tablo 6 ve Tablo 8 deki önerilerden faydalanılır.



Şekil 19, Duvar uçları veya delik konstrüksiyonu

0.4 Besleme tekniği

Döküm parçalar mukavemet yönünden kapalı ve rijit yapılırlar. Çoğu döküm parçalarına işleme operasyonunu kolaylaştırmak ve parçayı takım tezgahına bağlayabilmek için yardımcı tutanak ökçeleri yapılır. Bu yardımcı ökçeler çoğu zaman parça işlendikten sonra ortadan kaldırılır. Kaburgalar oldukça büyük yarı çapla döküm parçanın gövdesine bağlanmalıdır. Kaburgaların büyüklüğü yüzey işlemelerinin rahatça yapılıp, kaburgaya değmeyecek şekilde seçilmelidir. Kaburga kenarlarını yuvarlarken en optimal yarıçap olarak, kaburga kalınlığının yarısı seçilir; $R_K = S_K/2$, bak Tablo 6. Isı etkisinde çalışan döküm parçalarında, kaburgalar kavisli yapılarak, ısı genişlemesinden doğacak gerilimler en iyi şekilde karşılanır. Her türlü önleme rağmen parçada Heuver çember metoduna uymayan, duvar kalınlıkları farklı ise, bu optimal besleme konstrüksiyonu ile kabarcık veya boşlukların parça içinde oluşması önlenebilir. Bu hedefe ulaşabilmek için, önlem olarak yapılan konstrüksiyon beslemeye göre değiştirilir. Besleme ve çıkış kanallarıda döküm parçasının bir kısmıdır ve Heuver çember metodu besleme ve çıkış kanallarınada uygulanır. Kostrüktör besleme ve çıkış kanallarının nereye geleceğini ve sağlıklı döküm parçası elde etmekı için ne büyüklükte olacaklarını önceden belirler. Böylece kabarcıkların veya boşlukların besleme veya çıkış kanallarına kaydırılması sağlanır. Bak Şekil 20



Şekil 20, Besleme ve çıkış kanalları konstrüksiyonu

0.5 Maliyet

Döküm parçasına ve modeline etki eden maliyet faktörlerini şu şekilde sıralayabiliriz. Ham döküm parçanın maliyeti iki grupta görülür. Birinci grup sabit masraflar ve ikinci grup değişken masraflardır. Sabit masraflar; Bina, Makinalar ve Model olarak tanımlanır. Değişken masraflar; aşağıda Tablo 1 de verilmiştir. Burada biz birinci gruptan model masrafları ile ikinci grubu ele alacağız.

Tablo 1, Maliyeti etkileyen faktörler

Maliyet faktörleri	< Maliyet <	
Döküm şekli ve şekil verme tekniği	Kumda döküm	Metal kalıpta döküm
Modelin sınıfı	> H2	< H2
Ham dökümün konstruksiyonu	Maçasız	Maçalı
Parçanın boyutları	Dereceli döküm	Serbest döküm
Kalıplama sayısı	< 200	> 200
Modelin kullanılma hayatı	< 3 Sene	> 3 Sene

0.5.1 Modelin maliyeti

0.5.1.1 Döküm şekli ve şekil verme tekniği

Döküm şekli ve şekil verme tekniği birbirine bağlıdır. Şekil verme tekniğini; Parçanın ağırlığı, dökülecek parça adedi, malzeme ve toleransların hassaslığı oluşturur. Döküm parçasının maliyeti, tutulacak konstrüksiyon şekline göre çok farklı olacağından, tasarım esnasında dökümü iyi bilen uzman kişilerle problemi konuşmak yararlı olur. Dökümün yaptırılacağı firmanın veya dökümhanenin seçimi, her firmanın kendine has döküm metodu olduğu düşünülürse, maliyete oldukça ağırlıklı etki eder. Otomatik, yani çok büyük sayıda parçaların dökümünü yapan firmada, modell ve ön hazırlık masrafları tahminlerin çok üstünde olur. Böyle bir firmada küçük sayıdaki döküm işi, parçaların sanki altınla kaplanması kadar, pahalıya mal olur. Buna karşın elle kalıplanan ve kumlu derecede döküm çok daha ucuza mal olur.
Genelde az sayıdaki döküm için basit malzemeden yapılacak ucuz model yeterlidir. Metal ve benzeri devamlı modeller pahalı olmalarına rağmen 50'000 parça döküm yapma imkanı olduğundan bazı üretimde ucuza gelir.

0.5.1.2 Modelin sınıfı

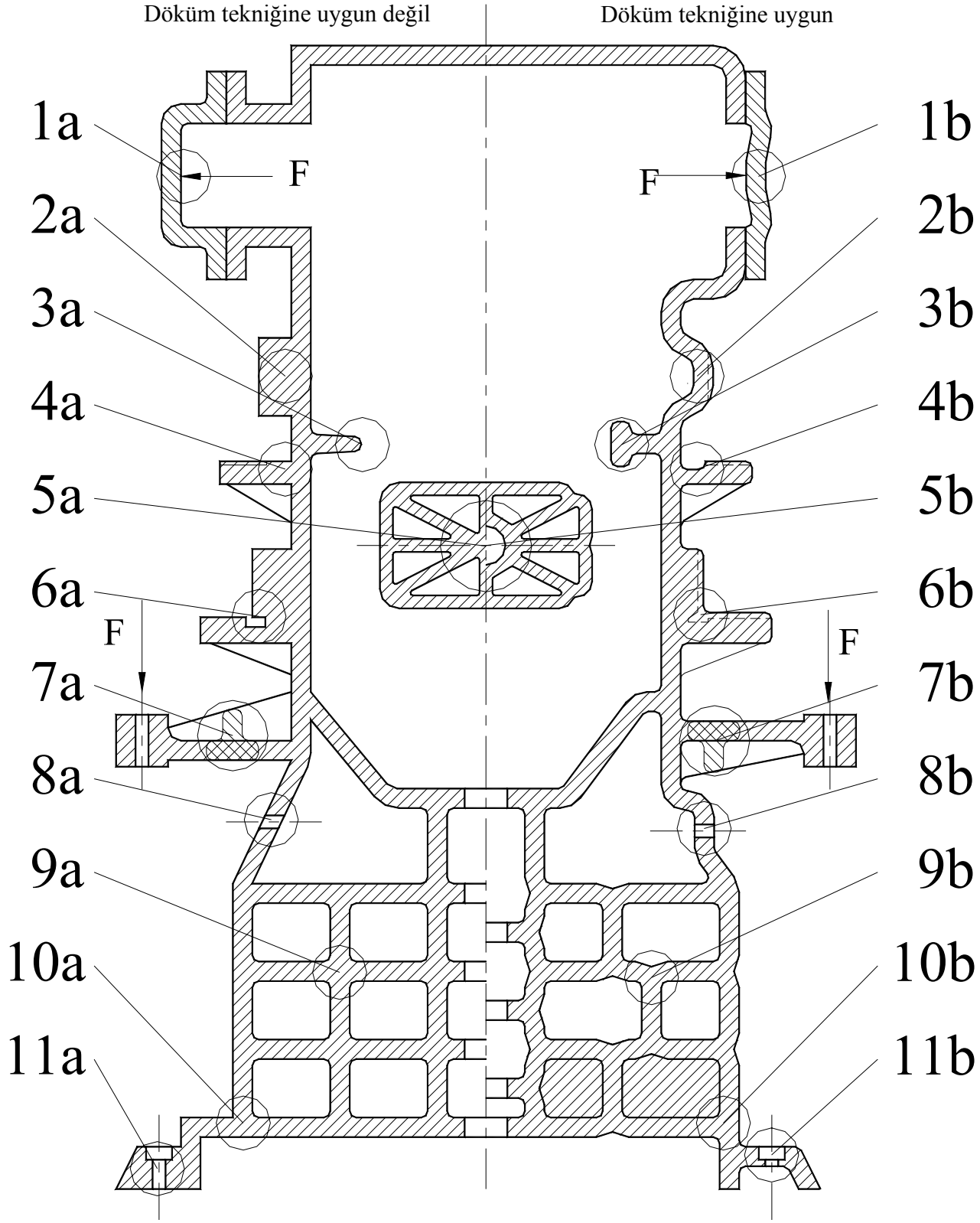
Modelin sınıfına şu faktörler etki eder:

- Ölçü ve form toleransları,
- Ham dökümün boyutları ve konstrüksiyonu,
- Döküm metodu,
- Dökümcünün şekillendirme metodu,
- Dökülecek parçanın döküm adedi,
- Modelin hayatı.

Modelin sınıfına ait daha etraflı bilgi DIN 1511 ve SN 216 501 sayılı standartlardan alınabilir.

0.5.1.3 Ham dökümün konstruksiyonu

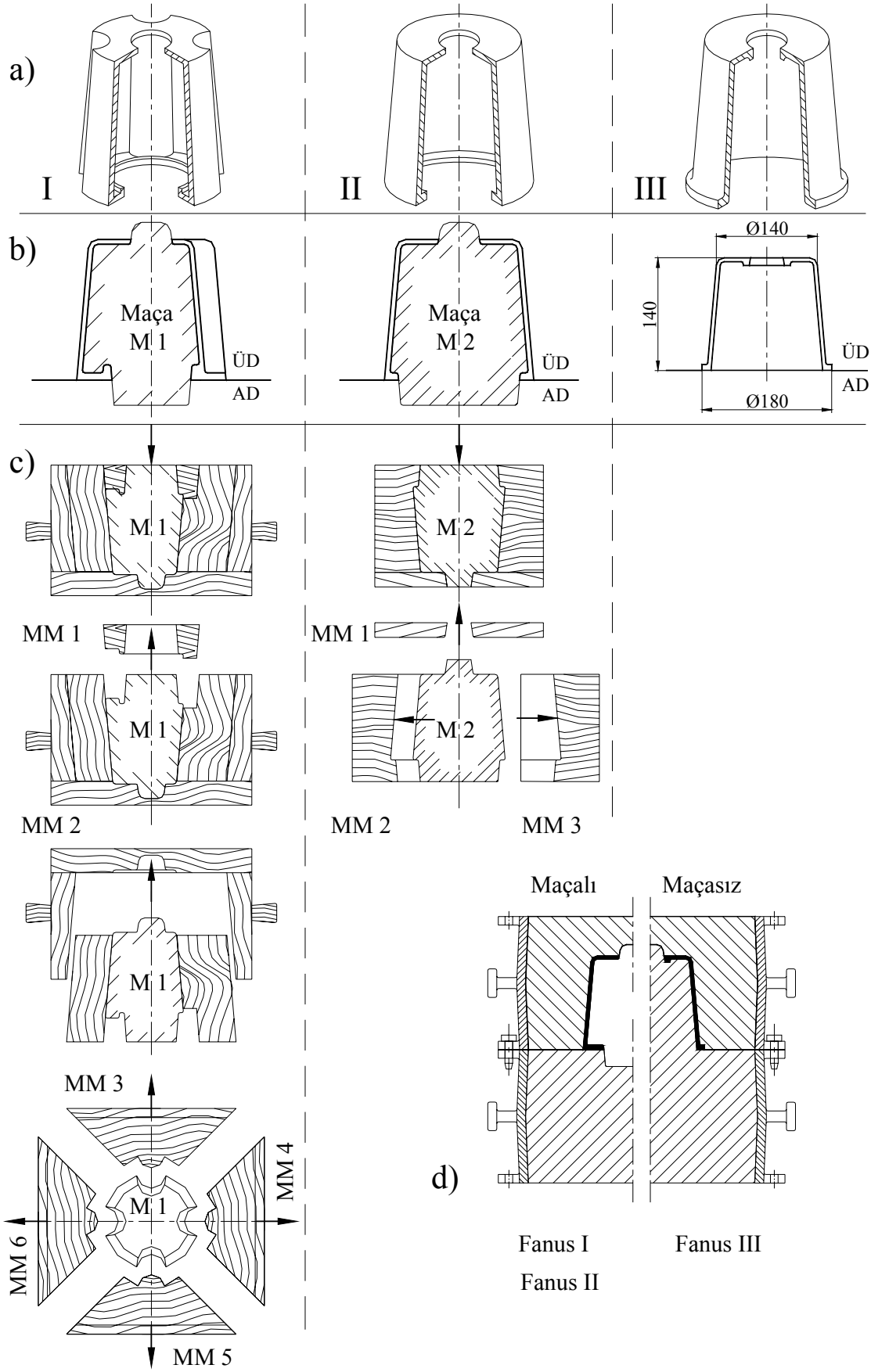
Döküm parçasına konstrüksiyonda şekil verilirken bir çok yönden doğabilecek zorluklar önlenir. Bak Şekil 21. Konstrüksiyonda model ve döküm tekniğine göre düşünülerek döküm parçasının ve modelinin maliyeti oldukça geniş bir şekilde yönlendirilir. Bak Şekil 22.



Şekil 21, Ham dökümün konstruksiyonu, ZGV Mitteilungen, Düsseldorf 1976

Tablo 2, Şekil 21 in açıklanması

No	Anlatım	No	Anlatım
1a	Yüksek basınç altında döküm parçası çekiye zorlanır.	1b	Yüksek basınç altında döküm parçası basıya zorlanır.
2a	Gereksiz malzeme yığılması. Kabarcık veya boşluk oluşmasını doğurur.	2b	Malzeme yığılması önlenmiş durumda. Sihhatli bir kontrüksiyon.
3a	Kötü konstrüksiyon. Gevrek malzemede kaburga uçları çekiye zorlanır. Çatlakların oluşması an meselesidir.	3b	Zorlanmaya göre iyi yapılmış konstrüksiyon. Gevrek malzemede basıya zorlanmasına göre yapılmış.
4a	İşlemede zorluklar çıkacak, Çünkü; takım ilerleme yeri yok.	4b	Takım ilerleme yeri dökümde düşünülmüş. Fakat maça problemi olabilir.
5a	Bir çok kaburganın bir noktada birleşmesi malzeme yığılmasını, boşlukların oluşmasını doğurur.	5b	Bir çok kaburganın daire şeklindeki kaburgada toplamak malzeme yığılmasını ve boşlukların oluşmasını önler.
6a	İki taraftan takım ilerleme yeri ön görmek döküm şekli olarak yapmak oldukça imkansızdır.	6b	İki taraftan takım ilerleme yeri işleme esnasında daha kolay elde edilir.
7a	Kaburga çekiye zorlanan tarafa konulmuş. Büyük kuvvette mukavemet yönünden sakıncalı olabilir.	7b	Kaburga basıya zorlanan tarafa alınırsa. Büyük kuvvette mukavemet yönündende avantajlı olabilir.
8a	Takım giriş ve çıkış düzlemleri işleme eksenine dik değil. İşleme zorluğu ve takım ıskarta problemleri olabilir.	8b	Takım giriş ve çıkış düzlemleri işleme eksenine dik. İşleme ve takım dayanması problemsiz.
9a	Kaburgaların dört veya daha fazla yol ağızı olarak birleşmesi gereksiz malzeme yığılmasını sağlar.	9b	Kaburgaların kaydırılarak birleştirilmesi gereksiz yere malzeme yığılmasını önler.
10a	Malzeme gereksiz yere eğilme gerilimine zorlanıyor.	10b	Küçük bir konstrüksiyon değişikliği ile zorlama basıya çevrilir.
11a	Gereksiz malzeme yığımı ve işleme zorluğu.	11b	Malzeme yığımı önlenmiş ve işleme dahada basite indirilmiştir.



Şekil 22, Döküm parça konstrüksiyon varyantları

Şekil 22 deki örnekte, fanus olarak kullanılacak bir parçanın olabilecek üç konstrüksiyon varyantı ele alınmıştır. Bu örnekle şekil vermenin döküm parçanın ve modelinin maliyetinin nasıl değiştirdiği görülmektedir.

Fanus I, II ve III aynı fonksiyonu yapmaktadır. Birinci varyant Fanus I için Maça 1 "M 1" ve 6 parçalı Maça-Modeli "MM x" gereklidir. Fanus II için Maça 2 "M 2" ve 3 parçalı Maça-Modeli gereklidir. Bunlara karşın Fanus III için maçaya vede maça modeline gerek yoktur. Bu tabii döküm ile elde edilen bir parçadır.

Model maliyetini göreceli olarak kıyaslarsak ve Fanus I için değeri %100 olarak kabul edersek; Fanus II için değer %70, ve Fanus III için değer %30 olarak bulunur.

Bundan başka kalıplama masrafıda aynı orantıda ortaya çıkar; %100 , %70 ve %30 .

0.5.1.4 Modelin üretim süresi

Kısa zamanda istenilen modeller, modelcinin ek ve fazla mesai ile modeli yetiştireceğinden, normal olarak model maliyetini arttırır.

0.5.1.5 Kuma dökümde kullanılan kum hacmi

Kullanılan kum miktarının döküm parçanın ağırlığına oranı "Kumun faydalı kullanılması" olarak adlandırılır. Bu oran parçanın büyüklüğü ile derece büyüklüğü (dökümhaneye göre değişir) ile bağıntılıdır. Bu oran parçanın maliyetine oldukça fazla etkiler. Bu oran optimal olursa döküm parçanın maliyetide o kadar düşük olur. Unutmayın kullanılan döküm kumu dökülen malzeme kadar pahalıdır.

0.5.1.6 Besleme ve besleme tekniğinin etkisi

Besleme tekniğinin görevi sıcak ve sıvı olarak dökülen malzemenin soğurken ve katılaşırken oluşan hacim değişikliklerini dengelemektir.

Her metal ısınırken genişler, soğurken çeker. Genişleme ve çekme malzemenin karışımı ile bağıntılıdır. Döküm esnasındaki genişleme ve çekmeler herhangi bir şekilde dengelenmelidir. Kır döküm ve demir döküm (çubuk ve yuvarlak grafitli demir dökümler) soğurkende bir ara hacim büyümesi gösterirler (genişleme fazı). Hacim değişmeleri besleme ve çıkış kanallarının adedi ile dengelenir. Hacim küçülmesi sıvı ve katı hal çekmesi olarak iki kısımda görülür. Döküm besleme tekniği için "***sıvı hacim küçülmesi*** " önemlidir. Hacim değişikliği besleme tekniği ile dengelenebilir ve hacim değişikliği kanallara çekilir.
Modelciler için ise ***"katı hacim küçülmesi*** " önemlidir. Çünkü bu değişiklik model yapımında, gereken oranda modelin büyük yapılmasıyla, dengelenir.

Besleme tekniği iki ana grupta düşünülür:

- Kontrollu soğutma,
- Basınç ayarlama metodu.

Genel olarak bir çok malzeme ve alaşımlarında besleme ve çıkış kanalının hesabı ***"Kontrollu soğutma"*** metoduna göre yapılır. Çelik döküm, Aluminyum, Bronz ve prinç dökümde bu metot kullanılır ve optimal döküm elde edilir. ***"Basınç ayarlama metodu"*** ise kır ve demir dökümde kullanılır (çubuk ve yuvarlak grafitli demir dökümler). Bu malzemelerin dökümünde ara genişlemesi oluşur ve pratikte bazı durumlarda beslemesiz döküm yapma imkanı olmaktadır. Bu özelliklerinden ötürü çubuk ve yuvarlak grafitli demir döküm malzemesi, çelik döküm ve diğer malzemelere karşı daha ekonomik malzemelerdir.

Döküm operasyonunda ***"faydalanma oranı*** " döküm parçasının net ağırlığının derece içindeki toplam döküm ağırlığına oranıdır. Kırdökümde faydalanma oranı %80, çelik dökümde ise % 40 ile 50 arasıdır. Dökümde faydalanma oranı basit olarak şu formülle gösterilir:

$$K_f = \frac{G_{DP}}{G_{top}}$$

K_f	1	Faydalanma oranı
G_{DP}	kg	Döküm parçasının net ağırlığı
G_{top}	kg	Derece içindeki toplam döküm ağırlığı

Beslemenin hesaplanması:

Beslemenin hesaplanması için soğuma zamanı ve soğuma şeklinin bilinmesi gerekmektedir. Hesaplamada yardımcı olarak ***"Modül"*** faktoru kullanılır. Böylece parçanın her yerindeki soğuma hesaplanır. Buradaki modül parçadaki hacmin yüzey alanına olan oranıdır.

$$M_D = \frac{V_{DP}}{A_{DP}}$$

M_D	m	Modül
V_{DP}	m^3	Döküm parçasının hacmi
A_{DP}	m^2	Döküm parçasının alanı

Pratikte son sıvının besleme kanalında kalacağı kabul edilir. Genelde döküm parçanın ağırlığının %20 besleme kanalı için kabul edilir ve şu formülle basit olarak gösterilir:

$$G_{top} = 1{,}2 \cdot G_{DP}$$

G_{DP}	kg	Döküm parçasının net ağırlığı
G_{top}	kg	Derece içindeki toplam döküm ağırlığı

Döküm esnasındaki zaman ve ısıya bağlı hacim değişiklikleri besleme tekniği ile dengelenir. Dökümde metalin en son sıvı hali besleme yolluğunda kalmalıdır. Buda besleme yolluğunun parçadaki en büyük döküm modülüne "M_D" sahip olması gerektiğini gösterir. En büyük modül parçadaki en büyük kesit demektir. Bu mantık besleme için oldukça fazla sıvı döküm malzemenin kullanılacağını ve parçanın pahalıya mal olacağını gösterir.

Dökülen parçanın modülünün büyük olması için yüzey alanının küçük ve kalınlığının göreceli büyük olmasını gerektirir. Bu malzeme kazanılması yönünden faydalıdır. Fakat parçada ağırlık azaltacağız diye beslemede ağırlığı arttırmak hiçte ekonomik bir düşünce olmayacağından, döküm tekniğini optimal kullanmak en mantıklı tutum olur.

Bir çok zor parçada besleme tekniğine yardımcı olarak ***"soğutma metalleri"*** kullanılır. Bunlar kaçınılmaz malzeme yığılmalarının bulunduğu yere konularak dökülen malzemenin ısı verme kapasitesini arttırırlar ve dökümün bu kısmındaki soğumasını diğer kısımlarına uydururlar.

0.5.1.7 Döküm sonrası işlemler

Bütün döküm parçaları döküldükten sonra, dökümhaneyi terketmeden önce, bir sürü işlem görürler. Bu işlemler maliyetin %25 i kadar olmasına rağmen konstrüktörler tarafından pek hafife alınır. Bu işlemlerde konstruksiyon sırasında düşünülecek olursa, parça dahada ucuza mal olur. Konstrüktör şu önemli iki soruya cevap vermelidir;

1. *Standart işlemler, kullanılan döküm parçası için muhakkak gerekli midir?*
2. *Bu işlemler yapılmasada olur mu?*

Dökümden sonra yapılan standart işlemler aşağıda sıra ile verilmiştir.

0.5.1.7.1 Temizleme

Parçanın kumdan çıkarılması, maçalar, maça telleri, soğutma metalleri ve parçaya yapışmış kumun temizlenmesi.

İşlem: ***Kuru temizleme;*** Kum veya küçük saç parçalarının parçanın yüzeyine püskürtülerek, veya tel fırçalarla temizlemek.
Yaş temizleme; Tazyikli su ile temizleme.

Dikkat edilecek işler:

- Zor ulaşılan maça boşlukları,
- Komplike ve karışık maçalar,
- Komplike şekil verme.

0.5.1.7.2 Besleme sisteminin ayrılması

Döküm için yapılmış besleme yolluk ve çıkış kanallarının parçadan ayrılması.

İşlem: Taşlama veya tezgahta işleme ile ayırma.

Dikkat edilecek işler:

- Zor ulaşılan besleme yolluk ve çıkış kanalları,
- Tehlikeli konumdaki besleme yolluk ve çıkış kanalları.

0.5.1.7.3 Çapakların temizlenmesi

Derece veya model ayrımında, maça sınırlarında oluşan çapakların temizlenmesi.

İşlem: Taşlama veya keski ile çapakların alınması.

Dikkat edilecek işler:

- Gerektiğindan fazla maça,
- Zor ulaşılan komplike ve karışık maçalar,
- Basamaklı derece veya model ayrımı,
- Çapağın konumu. Örneğin; silindir veya herhangi bir şekilde çapak yan yüzeye dik değilde paralel olursa taşlamak kolaydır. Eğer çapak yan yüzeye dik ise çapak zor taşlanır.

0.5.1.7.4 Isıl işlemler

Konstruktif olarak önlenemiyen iç gerilimleri yok etmek için, döküm parçalar ısıl işlemlere tabi tutulurlar.

İşlem: Tavlamak, normal tavlamak, islah etmek, sulayıp tavlamak,

Dikkat edilecek işler:

- Yapılacak işlem veya işlemleri tam ve kesin olarak belirlemek. Gereksiz işlemleri katiyen yapmamak.

0.5.1.7.5 Kontroller

Döküm parçaları kontrol edilmeden katiyen sevk edilmemelidirler. Fakat kontrol dökümhane ve müşteri arasında nerede yapılması kararlaştırılması gereken bir işlemdir. Fakat minimum kontrol dökümhanede yapılmalıdır.

İşlem:

- Bakarak kontrol,
- Toleranslar dahil ölçü kontrolleri,
- Ultraşal kontroller,
- Rontgenle kontroller.

Dikkat edilecek işler:

- Kontrol sınırlarını tam ve kesin olarak belirlemek. Gereksiz işlemleri katiyen yapmamak.

0.5.1.7.6 Korozyona karşı koruma

Döküm parçalar dökümden sonra, bilhassa deniz kenarında tuzlu rutubetin bulunduğu yerde, paslanırlar. Bu olayı önlemek için şu işlemlerin yapılması gereklidir.

İşlem:

- Astar boyama,
- Yağlama.

Dikkat edilecek işler:

- Astar boyama ve yağlamayı tam ve kesin olarak belirlemek. Gereksiz işlemleri katiyen yapmamak.

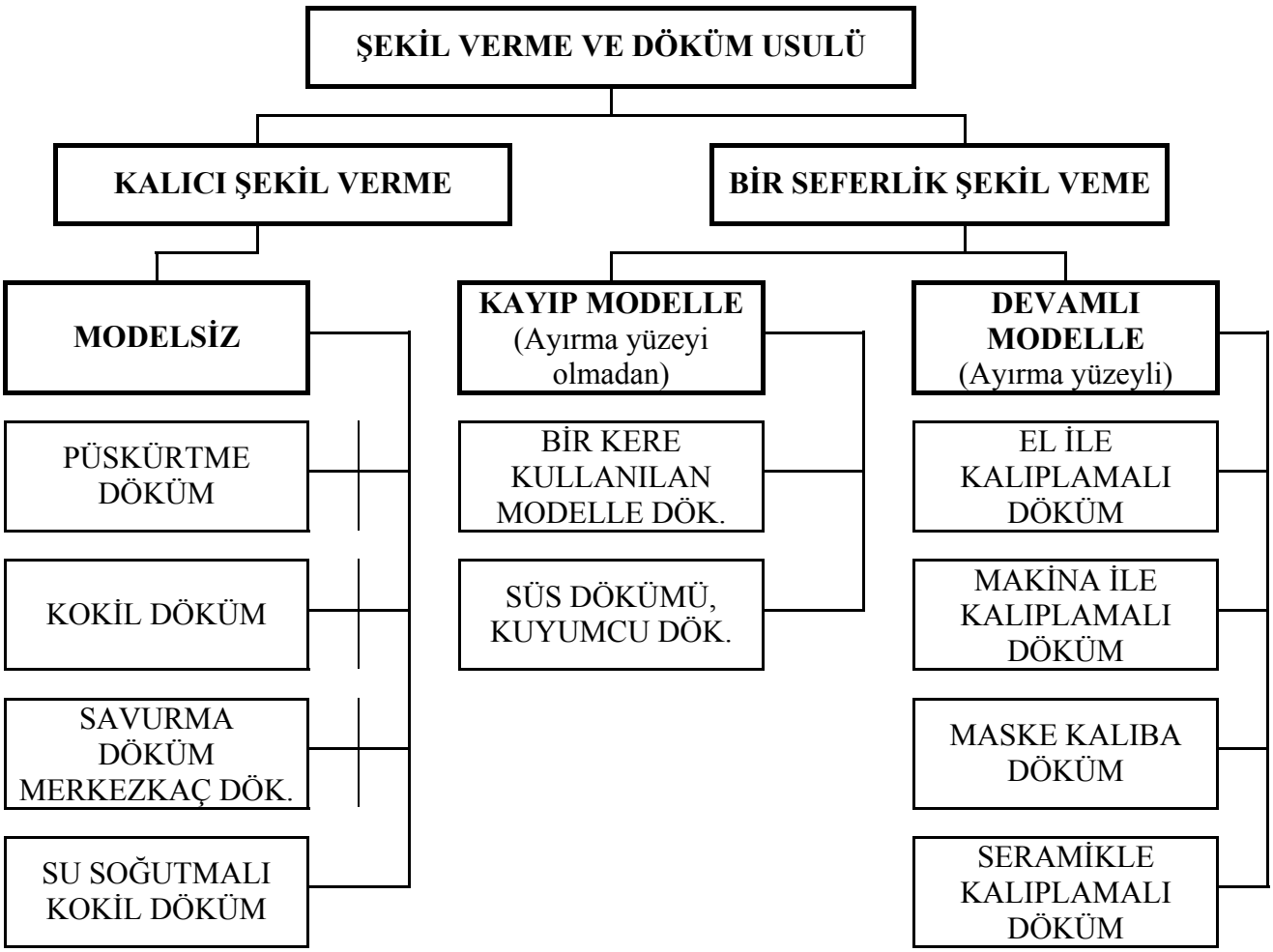
0.6 Döküm teknik resminin kontrol listesi

- Geçerli standartlara dikkat edildi mi?
- Döküm tekniğinin önerileri tutuldu mu?
- Tolerans sınıfı ekonomik olarak seçildi mi?
- Döküm parçasının kotu satandarta uygun büyüklükte ve iyi mi yerleştirilmiş?
- Konstruksiyon esnasında döküm uzmanıyla konuşulmuş mu?
- Derece ayrımı ve model eğiklikleri doğru mu?
- İşleme payları toleranslara göre doğru mu seçilmiş?
- Ölçülendirmeler tam ve isteye göre mi?
- Temel yüzeyler belirtilmiş mi?
  - Ölçülerin çıkış yüzeyi,
  - Tezgaha bağlama yüzeyi,
  - Cıvata veya somun temas yüzeyleri, v.s.
- Gerekli talimatlar yapılmış mı?
  - Sevk talimatı,
  - Kontrol talimatı,
  - Analiz talimatı, v.s.
- Özel istekler belirlenmiş mi?
  - Dökümhanede yapılacak işlemler,
  - Kontrol çubuğu doneleri ve yeri,
  - Şarj ve kontrol numaraları, v.s.
- Temizleme şekli belirlenmiş mi?
  - Kum veya saçma püskürtme,
  - Fırçayla temizleme.

0.7 Şekil verme döküm usülleri

Şekil verme döküm usülleri aşağıda genel bilgi olarak tablo halinde verilmiştir.

Tablo 3, Şekil verme döküm usülleri



Yukarıda Tablo 3 de verilmiş olan döküm usulleri kabadan hassasa doğru şu şekilde sıralanabilir:

1. El ile kalıplanan döküm
2. Makina ile kalıplanan döküm
3. Emme ile kalıplanan döküm
4. Folyeyle vakum kalıplama döküm
5. Kayıp model dökümü
6. Maske kalıba döküm
7. Keramik içine kalıplama döküm
8. Vakumda döküm
9. Hassas döküm
10. Yüksek basınç dökümü
11. Metal kalıba dökmü
12. Savurma dökümü

0.7.1 El ile kalıplanan döküm

Form: Bir kere dökülür, sonra bozulur. Kum ve suni kum şekil vermede kullanılır. İşlem elle yapılır.

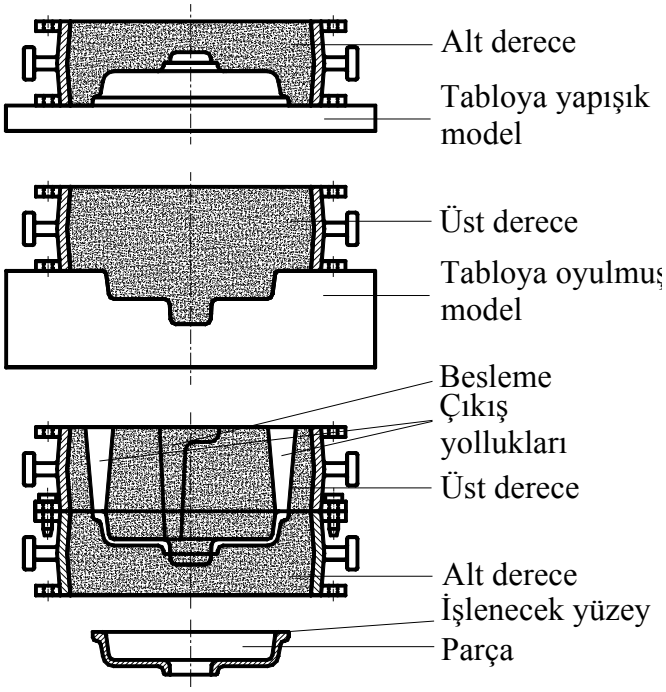
Model: Çok sayıda döküm için yapılır. Model ve maça kalıplarının malzemesi ağaç olarak seçilir. Bazı özel hallerde hafif metal (Al) kullanılır.

İşlemin özelliği: Hiçbir makina kullanmadan tam el ile şekillendirmedir. Parçanın şekli iç ve dış profilini içeren dereceler içindeki kum kalıbından ve gerekli maçalardan oluşur. İlk önce bir tabloya yapışık parçanın alta gelecek kısmının modeli ile alt derecedeki kalıplama yapılır. Sonra üst derecedeki şekli kalıplanır. Burada besleme yolluğu ve çıkış kanalları yerleştirilir. Eğer varsa maçalar yerleştirilir. Modeller derecelerden alınıp dereceler karşılıklı kapanır. Sonra döküm yapılır.

Malzeme: Bu günün tekniğine göre dökülebilen her malzeme ve bileşimleri.

Parça ağırlığı: Nakliye imkanları ve eritme kapasitesi parça ağırlığını belirler.

Döküm adedi: Küçük seriler ve tek tek parçalar.



Şekil 23, El ile kalıplanan döküm

0.7.2 Makina ile kalıplanan döküm

Form: Bir kere dökülür, sonra bozulur. Kum ve suni kum kullanılır. Şekil verme makinalarla yapılır.

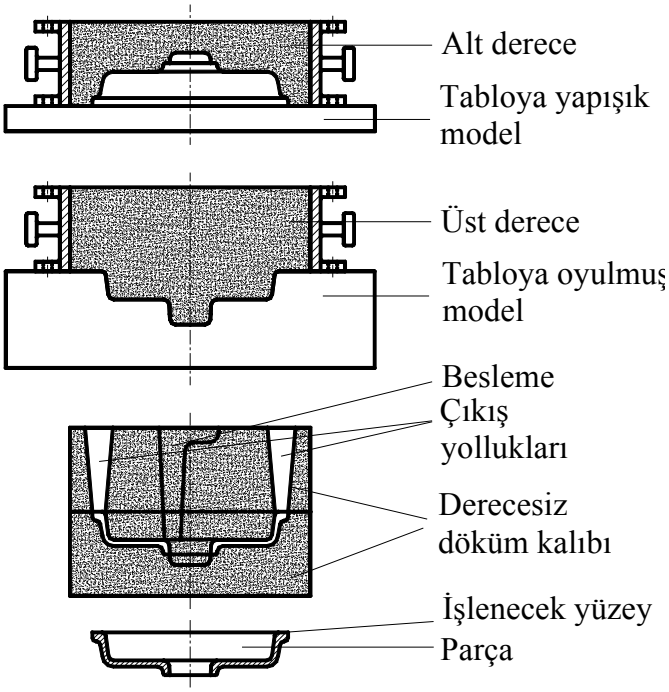
Model: Çok sayıda döküm için yapılır. Model ve maça kalıplarının malzemesi ağaç olarak seçilir. Bazı özel hallerde hafif metal (Al) kullanılır.

İşlemin özelliği: Makina ile kalıplanan döküm şekli yarı veya tam otomatik olarak yapılır. Parçanın şekli iç ve dış profilini içeren dereceler içindeki kum kalıbından ve gerekli maçalardan oluşur. Alt ve üst derecedeki kalıplama yapılır. Sonra besleme yolluğu ve çıkış kanalları yerleştirilmiş ve dereceye sıkıştırılmış kum kalıbı derecesiz olarak döküm bandına konulur. Sonra döküm yapılır.

Malzeme: Bu günün tekniğine göre dökülebilen her malzeme ve bileşimleri.

Parça ağırlığı: Nakliye imkanları ve eritme kapasitesi ve şekil verme kapasitesi parça ağırlığını belirler.

Döküm adedi: Büyük seriler. ≈ 1'000 parça.



Şekil 24, Makina ile kalıplanan döküm

0.7.3 Emme ile kalıplanan döküm

Form: Bir kere dökülür,sonra bozulur. Yaş suni kum kullanılır. Şekil verme hava emici, vakum makinaları ile yapılır.

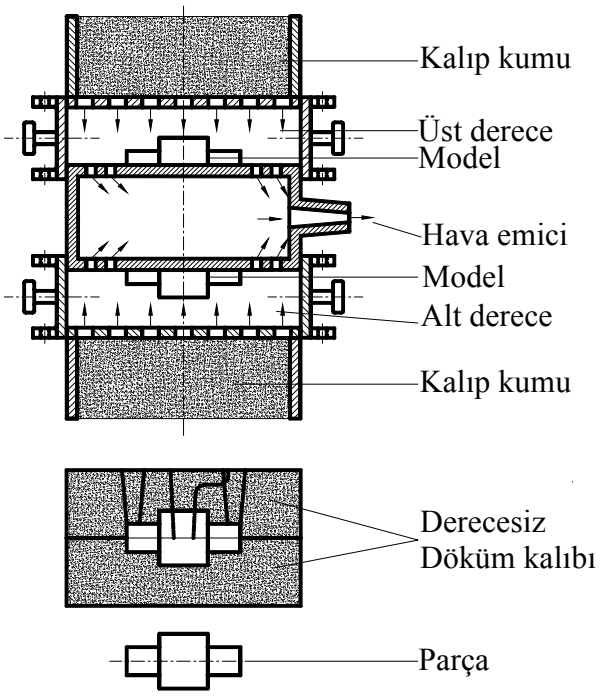
Model: Çok sayıda döküm için yapılır. Model ve maça kalıplarının malzemesi ağaç, sentetik malzeme ve metalden seçilir.

İşlemin özelliği: Makina ile kalıplanan döküm şekli yarı veya tam otomatik olarak yapılır. Parçanın şekli iç ve dış profilini içeren dereceler içindeki kum kalıbından ve gerekli maçalardan oluşur. Alt ve üst derecedeki kalıplama derecede kumun geleceği yerin, havasının emilerek kumla doldurulması demektir. Sonra besleme yolluğu ve çıkış kanalları yerleştirilir. Kalıp dereceli veya derecesiz olarak döküm bandına konulur ve döküm yapılır.

Malzeme: Bu günün tekniğine göre dökülebilen her malzeme ve bileşimleri. Örneğin: GS, GG, GGG, GGL ve G-Al.

Parça ağırlığı: ≈ 0,1 ile 120 kg

Döküm adedi: Her türlü seriler.



Şekil 25, Emme ile kalıplanan döküm

0.7.4 Folyeyle vakum kalıplama döküm

Form: Bir kere dökülür,sonra bozulur. Yaş suni kum kullanılır. Şekil verme ısı ve hava emici, vakum (0,3 ile 0,6 bar) makinaları ile yapılır.

Model: Çok sayıda döküm için yapılır. Model ve maça kalıplarının malzemesi ağaç, sentetik malzeme ve metalden seçilir. Model üstü sentetik madde folyesiyle kaplanır.

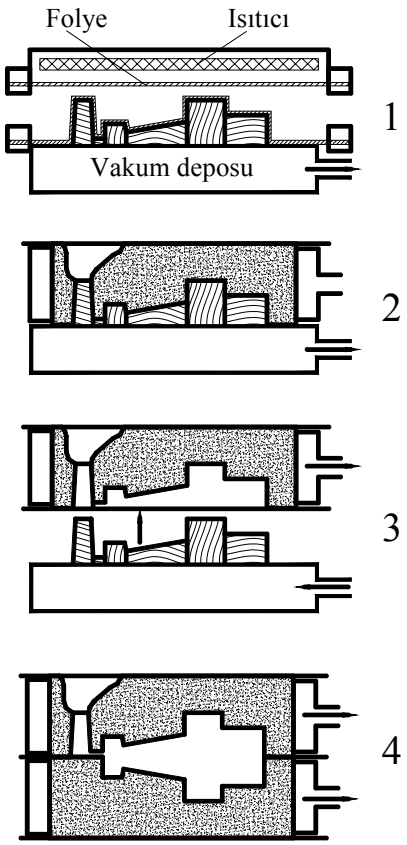
İşlemin özelliği: Makina ile kalıplanan döküm şekli yarı veya tam otomatik olarak yapılır.

1. Isınarak yumuşamış folye düşük basınçla modelin üzerine kaplanır.
2. Derece konulup kumla doldurulur. Ön sıkıştırma yapıldıktan sonra derecenşn üstü folyeyle kapanır.
3. Derecedeki hava emilerek kumun daha sıkılaşması sağlanır. Vakum deposuna hava verilerek derece modelden ayrılır.
4. Döküm esnasında derecede alçak basınç tutulur

Malzeme: Bu günün tekniğine göre dökülebilen her malzeme ve bileşimleri.

Parça ağırlığı: Döküm metoduna bağlı olmayıp, dökümhanenin kapasitesine bağlıdır.

Döküm adedi: Küçük ve orta seriler.



Şekil 26, Folyeyle vakum kalıplama döküm

0.7.5 Kayıp model dökümü

Form: Bir kere dökülür,sonra bozulur. Yaş suni kum kullanılır.

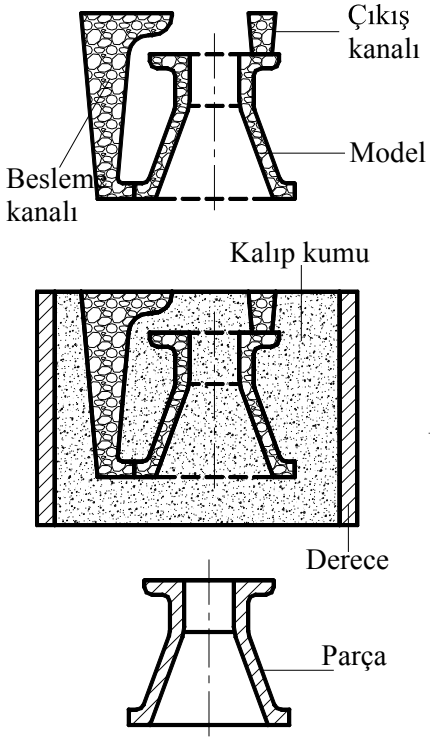
Model: Suni madde. Bir kere dökülür ve eriyip kaybolur.

İşlemin özelliği: Tek parçalı suni malzemeden (genelde Polistirol) yapılmış model dereceye konur ve kalıplanır. Model besleme kanalı ve çıkış kanalınıda içermektedir. Normal kuma döküm yapılıyormuş gibi besleme kanalına sıcak malzeme dökülür. Suni malzeme eriyerek yerini döküm malzemesine bırakır. Böylece döküm yapılmış olur. Basit şekilli parçalar daha ekonomik olarak dökülür.

Malzeme: Bu günün tekniğine göre dökülebilen her malzeme ve bileşimleri. Özel olarak yüksek ısı derecesinde dökülen malzeme avantajlıdır.

Parça ağırlığı: 50 kg ve daha ağır parçaların dökümü çok ekonomiktir. Dökümhanenin kapasitesi parça ağırlığının sınırını belirler.

Döküm adedi: Tek tek parçalar için kullanılır, seri döküm ekonomik olamaz.



Şekil 27, Kayıp model dökümü

0.7.6 Maske kalıba döküm

Form: Bir kere dökülür,sonra bozulur. Sentetik reçineli kum kullanılır.

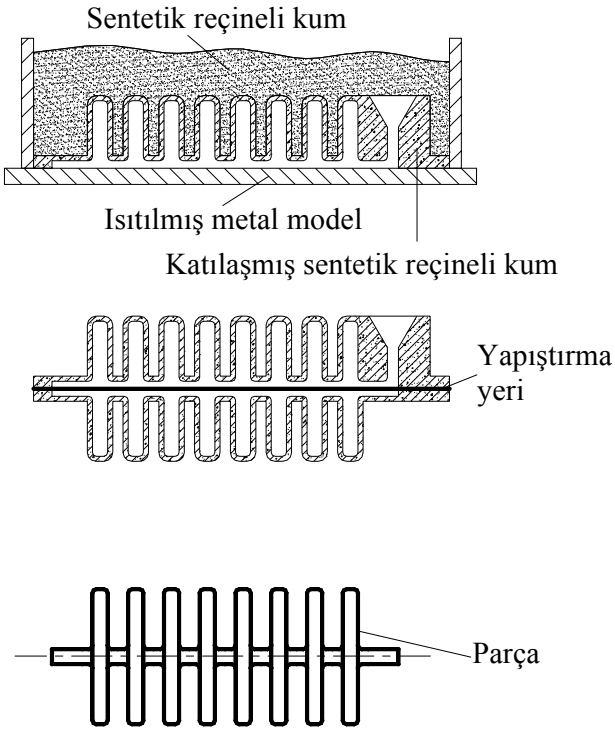
Model: Isıtılabilinen metal model. Bir çok kere kullanılması için yapılır.

İşlemin özelliği: Maske kalıb bir kaç mm kalınlığında ince sertleşmiş sentetik reçine ile kum karışımıdır. Kalıp malzemesi ısıtılmış metal modelin üzerine dökülür. Malzemedeki sentetik reçine modelin üzerinde katılaşarak kalıbı ortaya çıkarır. Bu deforme olmayan rijit bir kalıptır. Genelde iki parça olarak hazırlanan kalıp yapıştırılarak döküme hazır hale getirilir. Maske kalıba döküm metodu çeşitli şekillerde ya yarı veya tam otomatik olarak yapılır.Bu metot maça yapımındada geniş çapta kullanılır. Bu metotla yapılan dökümlerde şahane yüzey satıhları ve gayet hassas ölçüde parçaların dökülme imkanı vardır.

Malzeme: Bu günün tekniğine göre dökülebilen her malzeme ve bileşimleri.

Parça ağırlığı: Aşağı yukarı 150 kg kadar.

Döküm adedi: Orta ve büyük seriler.



Şekil 28, Maske kalıba döküm

0.7.7 Seramikle kalıplanan döküm

Form: Bir kere kullanılır, sonra bozulur. Hassas döküm şeklidir.

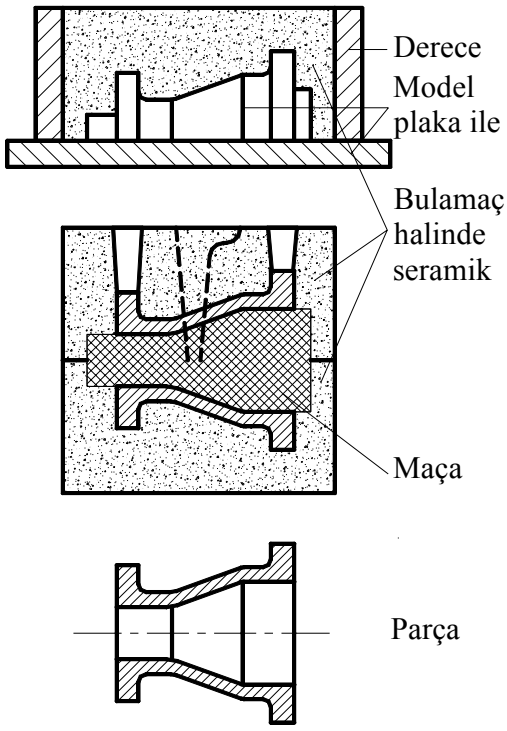
Model: Tekrar tekrar kullanılabilinir. Suni madde veya cilalanmış özel tahta.

İşlemin özelliği: Bu gün için pahalı bir yöntemdir. Pratikte kalıbın üzerine ince bir tabaka ile seramik kaplanır ve derecenin geri kalan kısmı normal kalıp kumu ile doldurulur. Model kalıptan ayrıldıktan sonra seramik kısmı fırınlanır. Bu metot işlenmeden doğrudan kullanılacak döküm parçalarda kullanılır. Bu parçalar akışkanlar makinasında, Turbo pompa (Turbolader) makinasında kullanılan parçalar gibi, yüzey korosyonuna maruz parçalardır.

Malzeme: Bu günün tekniğine göre dökülebilen her malzeme ve bileşimleri. Özel olarak demir kökenli malzeme.

Parça ağırlığı: ≈ 0,1 den 2500 kg kadar. Dökümhanenin kapasitesi parça ağırlığının sınırını belirler.

Döküm adedi: Tek tek parçalar veya küçük seriler için kullanılır.



Şekil 29, Seramikle kalıplanan döküm

0.7.8 Vakumda döküm

Form: Bir kere kullanılır, sonra bozulur, özel şekil malzemesi kullanılır. Hassas döküm şeklidir.

Model: Hassas döküm mumundan, metalden veya sentetik malzemeden yapılmadır.

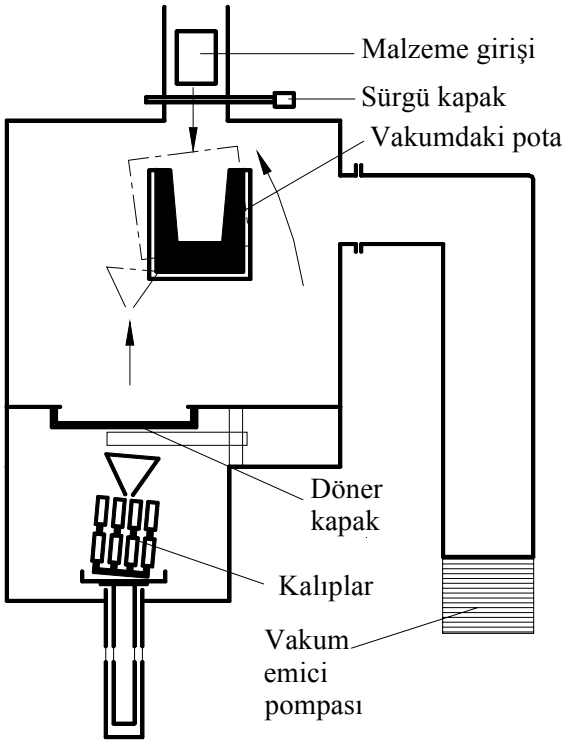
İşlemin özelliği: Titan ve Zirkonium, az miktarda bileşim malzemesi dahi olsalar, erimiş durumda oksijen, azot ve hidrojenle birleşme isteyen metallerdir. Bu metaller veya bileşimleri özel şekilde dökülmelidir. Buda vakumda döküm yapılması demektir.

Bu metotla en çok Nikel ve Titan bileşimleri dökülmektedir.

Malzeme: Nikel, titan kobalt, demir ve zirkonium bileşimleri. Ökonium bileşimli malzemeler.

Parça ağırlığı: ≈ 0,1 den 100 kg kadar. Dökümhanenin kapasitesi parça ağırlığının sınırını belirler.

Döküm adedi: Küçükten büyüğe kadar serilerin dökümü için kullanılır.



Şekil 30, Vakumda döküm

0.7.9 Hassas döküm

Form: Bir kere kullanılır, sonra kaybolur. Isıya ve ateşe dayanıklı seramikten salkım veya ağaç şeklinde oluşur.

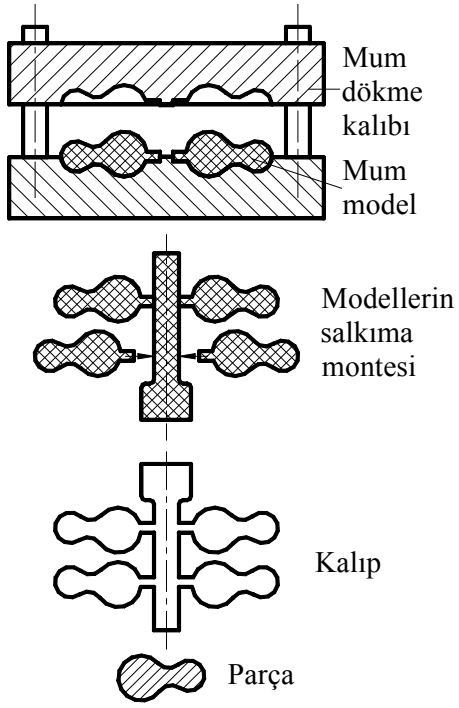
Model: Özel mum veya termoplastik malzemeden yapılır.

İşlemin özelliği: Demir veya çelik dökümde yüzeyde oluşan ince sert deri bu metotla yapılan dökümde oluşmaz. Modeller tek veya çok sayıda hazır kalıplara püskürtülerek yapılır. Model kalıbı genelde çelik, aluminyum veya hafif metalden yapılır. En eski dşküm şeklidir. Mücevher ve süs eşyası dökümünde çok kullanılır.

Malzeme: Normal ve vakumda eriyen çelik ve alaşımları, Nikel, titan kobalt, demir, bakır, magnezyum veya zirkonium bileşimleri ve uzayda kullanılan malzemeler.

Parça ağırlığı: ≈ 0,001 den 100 kg kadar. Dökümhanenin kapasitesi parça ağırlığının sınırını belirler. 150 kg kadar dökülebilir.

Döküm adedi: Küçükten büyüğe kadar serilerin dökümü için kullanılır.



Şekil 31, Hassas döküm

0.7.10 Yüksek basınçla döküm

Form: Devamlı kullanılır, genelde ısıya dayanıklı çelikten veya özel malzemeden yapılır.

Model: Modele gerek yoktur.

İşlemin özelliği: Bu metodun özelliği sıvı halindeki malzemenin yüksek basınçla ve çok hızlı olarak iki parçadan oluşan devamlı kalıbın içine basılmasıdır.

Bu metotta iki ayrı şekilde çalışma imkanı vardır:

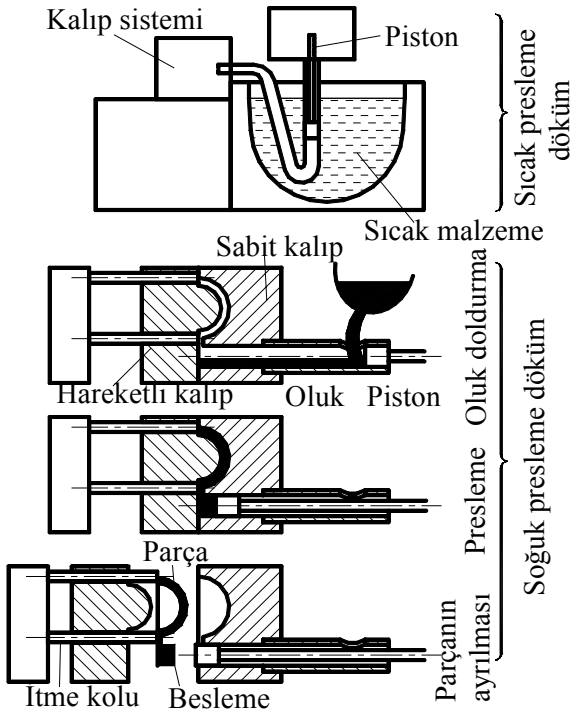
1. Sıcak presleme döküm.
2. Soğuk presleme döküm.

Metotlar Şekil 32 de görülmektedir.

Malzeme: Demir çelik hariç bütünmetal ve alaşımları.

Parça ağırlığı: Basınçlı döküm makinasının kapasitesine göre değişir.

Döküm adedi: Dökülen malzemeye göre değişir. Örneğin: Zn.alaşımlarında 500'000 adede kadar dökülebilir.



Şekil 32, Yüksek basınçla döküm

0.7.11 Metal kalıba dökm

Form: Devamlı kullanılır, genelde ısıya dayanıklı çelikten veya özel malzemeden yapılır.

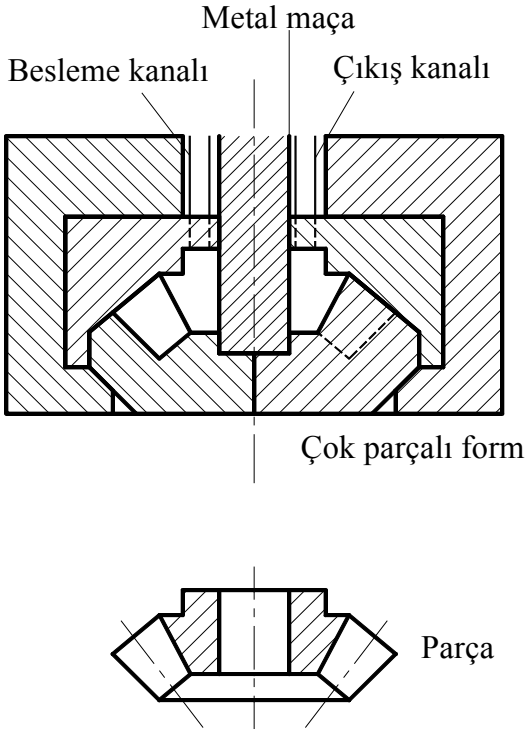
Model: Modele gerek yoktur.

İşlemin özelliği: Döküm yerçekimi kuvveti ile oluşur. Metalden yapılma form iki veya daha fazla parçadan oluşur. Metalin ısı iletmesi kumdan daha büyük olduğundan dökülen parça daha çabuk soğur. Bundan dolayı daha sıkı ve molükül yapısı daha ince malzeme oluşur. Buda döküm parçasının mukavemet değerini dahada arttırır. Bu metotla dökülen parçalar ya talaşlı işleme tabi tutulmadan veya çok az işlenerek kullanılırlar.

Malzeme: Çelik ve alaşımları, Nikel, titan kobalt, demir, bakır, magnezyum veya zirkonium bileşimleri.

Parça ağırlığı: Demir olmayan malzeme ve alaşımları ≈ 100 kg kadar veya Dökümhanenin kapasitesine göre dahada ağır. Özel yerlerde kullanılan demir döküm parçalar 20'000 kg kadar dökülebilir.

Döküm adedi: Dökülen malzemeye bağlı 1'000 ve daha fazla. Örneğin; Al ≈ 100'000 adet.



Şekil 33, Hassas döküm

0.7.12 Savurma döküm

Form: Devamlı kullanılır, genelde soğutma sistemli çelikten veya özel malzemeden yapılır.

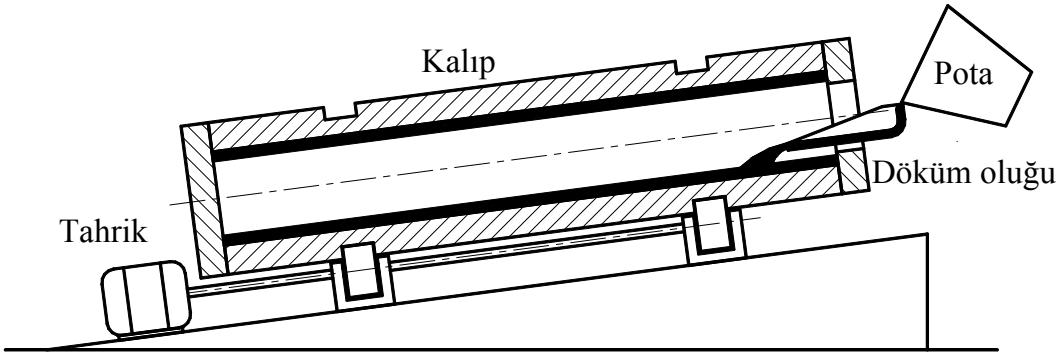
Model: Modele gerek yoktur.

İşlemin özelliği: Dökülecek parça rotasyon simetrik parçadır ve dış şekli dönen kalıpla belirlidir. İç şekil satrafuj kuvvetle oluşan silindirdir. Parçanın kalınlığını konulan malzeme hacmi belirler.

Malzeme: Çelik, demir, ağır ve hafif metaller ve alaşımları.

Parça ağırlığı: 5'000 kg kadar.

Döküm adedi: 5'000 den 100'000 den daha fazla parça.



Şekil 34, Savurma döküm

0.8 Çeşitli çelik döküm malzemesi

0.8.1 Semantasyon çeliği, döküm

W.-No.	DIN- Kısa adı	Sertlik	$R_{p0,2}$ N/mm^2	R_m N/mm^2	A_5 %	Standartlar
1.7131	GS-16 Mn Cr 5	59-64 HRC				
1.7242	GS-16 Cr Mo 4	59-64 HRC				
1.5919	GS-15 Cr Ni 6	59-64 HRC				

0.8.2 İslah çeliği, döküm

1.0443	GS- 45		230	450	22	DIN 1681
1.0553	GS- 60		300	600	15	DIN 1681
1.7219	GS- 26 Cr Mo 4		340	550	16	SEW 685
1.7225	GS- 42 Cr Mo 4		750	1'050	7	SEW 510/515
1.6582	GS- 34 Cr Ni Mo 6		800	1'100	7	SEW 515

0.8.3 Nitrat çeliği, döküm

1.8519	G – 31 Cr Mo V 9		800	1’000	9	

0.8.4 Soğuk işlenen çelikler, döküm

1.2241	G – 51 Cr V 4	40-55 HRC				
1.2542	G – 45 W Cr V 7	50-56 HRC				
1.2601	G – X 165 Cr Mo V 12	58-60 HRC				
1.2842	G – 90 Mn CrV 8	58-60 HRC				

0.8.5 Sıcak işlenen çelikler, döküm

1.2344	G – X 40 Cr Mo V 5 1	42-54 HRC				

0.8.6 Çabuk işlenen çelikler, döküm

1.3343	G – S 6 – 5 - 2	62-64 HRC				

0.8.7 Antimanyetik çelikler, döküm

1.3952	G–X 2 Cr Ni Mo N 18 14		240	490	30	SEW 395

0.8.8 Paslanmaz ve asite dayanıklı çelikler, döküm

1.4008	G–X 8 Cr 13	170 - 240 HB	400	650	15	DIN 17 445
1.4059	G–X 22 Cr Ni 17	230 - 300 HB	600	900	4	DIN 17 445
1.4112	G–X 90 Cr Mo V 18	50 – 59 HRC				
1.4122	G–X 35 Cr Mo 17	40 – 50 HRC				
1.4313	G–X 5 Cr Ni 13 4	230 - 285 HB	650	800	15	SEW 410
1.4540	G–X 4 Cr Ni Cu Nb 16 4		900	1'030	6	
1.4308	G–X 6 Cr Ni 18 9	130 - 200 HB	180	450	20	DIN 17 445
1.4408	G–X 6 Cr Ni Mo 18 10	130 - 220 HB	185	450	20	DIN 17 445
1.4460	G–X 8 Cr Ni Mo 27 5	170 - 200 HB	400	600	20	
1.4490	G–X 5 Cr Ni Mo Cu 25 7	200 - 260 HB	450	700	25	
1.4500	G–X7NiCrMoCuNb2520	130 - 180 HB	200	450	15	SEW 410
1.4552	G–X 5 Cr Ni Nb 18 9	130 - 200 HB	180	450	20	DIN 17 445
1.4582	G–X 5 CrNiMoNb 18 10	130 - 200 HB	190	450	20	DIN 17 445

0.8.9 Isıya dayanıklı çelikler, döküm

1.4776	G–X 40 Cr Si 29	200 - 300 HB				DIN 17 465
1.4848	G–X 40 CrNiSi 2520	150 - 220 HB	250	450	10	SEW 471
1.4849	G–X 40 NiCrSiNb 38 18			400	8	SEW 471
1.4813	G– Ni Cr 50 Nb		270	540	8	SEW 595

0.8.10 Isıya dayanıklı çelikler, döküm

1.4931	G–X 22 Cr Mo V 121		500	690	15	DIN 17 245

0.9 Demir döküm malzeme

0.9.1 DIN 1691 Çubuk grafitli demir döküm, pik veya kır döküm, GG

Malzeme			GG-15	GG-20	GG-25	GG-30	GG-35	GG-40
Temel molükül dokusu			per/fer	perlit	perlit	perlit	perlit	perlit
çekme mukavemeti	R_m	N/mm^2	150-250	200-300	250-350	300-400	350-450	400-500
% 0,1 mukavemeti	$R_{p0,1}$	N/mm^2	98-165	130-195	165-228	195-260	228-285	260
kopma uzaması	A_5	%	0,3-0,8	0,3-0,8	0,3-0,8	0,3-0,8	0,3-0,8	0,3-1,0
basma mukavemeti	R_{dB}	N/mm^2	600	720	840	960	1080	1200
% 0,1-ezilme sınırı	$R_{b0,1}$	N/mm^2	195	260	325	390	455	520
eğilme mukavemeti	$R_{eğ}$	N/mm^2	250	290	340	390	490	570
kesme mukavemeti	R_k	N/mm^2	170	230	290	345	400	460
torsiyon mukavemeti	R_t	N/mm^2	170	230	290	345	400	460
Elastiklik modülü	E	kN/mm^2	78-103	88-113	103-118	108-137	123-143	145
Poisson Sayısı	ν	1	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Birinell-sertliği	HB	30	125-205	150-230	180-250	200-275	220-290	250-310
değişken eğilme muk.	$\sigma_{Değ}$	N/mm^2	± 70	± 90	± 120	± 140	± 145	± 152
değişken ç mukavemeti	$\sigma_{çbw}$	N/mm^2	± 40	± 50	± 60	± 75	± 85	± 100
kopma sünekliği	K_{IC}	$N/mm^{3/2}$	320	400	480	560	650	
özgül ağırlığı	ρ	g/cm^3	7,05	7,10	7,20	7,25	7,30	7,30
özgül ısı (20-400°C)		J/kg.K	400	440	505	505	505	505
Isı genişleme katsayısı	α	$10^{-6}K^{-1}$	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	16,5
Isı iletme özelliği	λ	W/m/K	52,5-49,5	51,5-48,5	48,8-45,8	47,4-44,4	45,7-42,7	44,0-41,0
özgül elek-trik direnci	ρ	$\Omega mm^2/m$	0,89	0,78	0,73	0,70	0,67	0,64

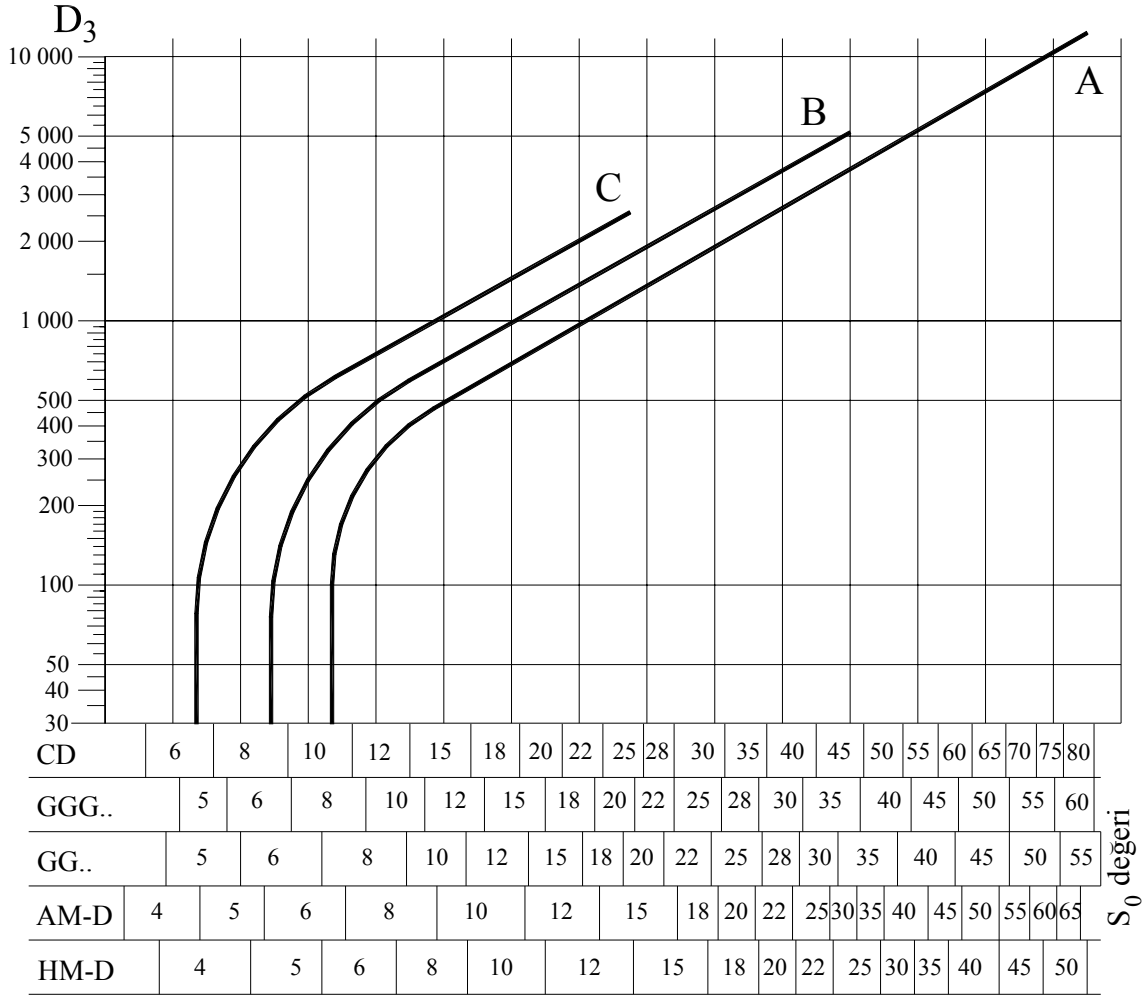
0.9.2 DIN 1691 Yuvarlak grafitli demir döküm, sfero döküm, GGG

Malzeme			GGG-35	GGG-40	GGG-50	GGG-60	GGG-70	GGG-80
Temel molükül dokusu			ferrit	ferrit	fer/per	fer/per	perlit	per/mart
çekme mukavemeti	R_m	N/mm^2	350	400	500	600	700	800
% 0,2 mukavemeti	$R_{p0,2}$	N/mm^2	220	250	320	380	440	500
kopma uzaması	A_5	%	22	15	7	3	2	2
çekme mukavemeti	$\sigma_{DEç}$	N/mm^2	± 100	± 110	± 150	± 175	± 200	
eğilme mukavemeti	$\sigma_{DEeğ}$	N/mm^2	± 185	± 200	± 220	± 250	± 280	± 300
Birinell-sertliği	HB		110-170	120-180	170-240	180-260	220-300	240-320
Elastiklik modülü	E	kN/mm^2	172	172	172	175	180	180
Poisson Sayısı	ν	1	0,28 - 0,29					
özgül ağırlığı	ρ	g/cm^3	7,1	7,1	7,1	7,15	7,2	7,2
özgül ısı		J/kg.K	20-200°C = 461		20-200°C = 507		20-200°C = 536	
Isı genişleme sayısı <100°	α	$10^{-6}K^{-1}$	12,8	12,8	12,6	12,4	14,4	12,4
Isı iletme özelliği<100°	λ	W/m/K	38	38	34	31	31	33
özgül elek-trik direnci	ρ	$\Omega mm^2/m$	0,500	0,500	0,510	0,530	0,540	>0,540
Talaşlı işleme			+	++	+	+	+	+
Aşınmaya dayanıklığı			–	–	o	o	+	+
Yüzey sertleştirmesi			–	–	o	+	++	++
Kaynaklama işlemi			+	+	+	o	o	o
Korosyona dayanıklığı			–	–	–	–	–	–

++ çok iyi + iyi o yeterli – yetersiz

0.10 Döküm parçalarının ölçülendirilmesinde yardımcı Tablolar

Tablo 4, Döküm parçalarında duvar (cidar) kalınlığı



S_O	Döküm parçasının cidar kalınlığı	GG..	kır döküm, yassı grafitli demir döküm
D_3	Hacim köşegeni mm olarak bak Tablo 11	GGG ..	Küre grafitli demir döküm
		AM-D	Ağır metal alışımlı döküm
Ç	Çelik döküm	HM-D	Hafif metal alışımlı döküm

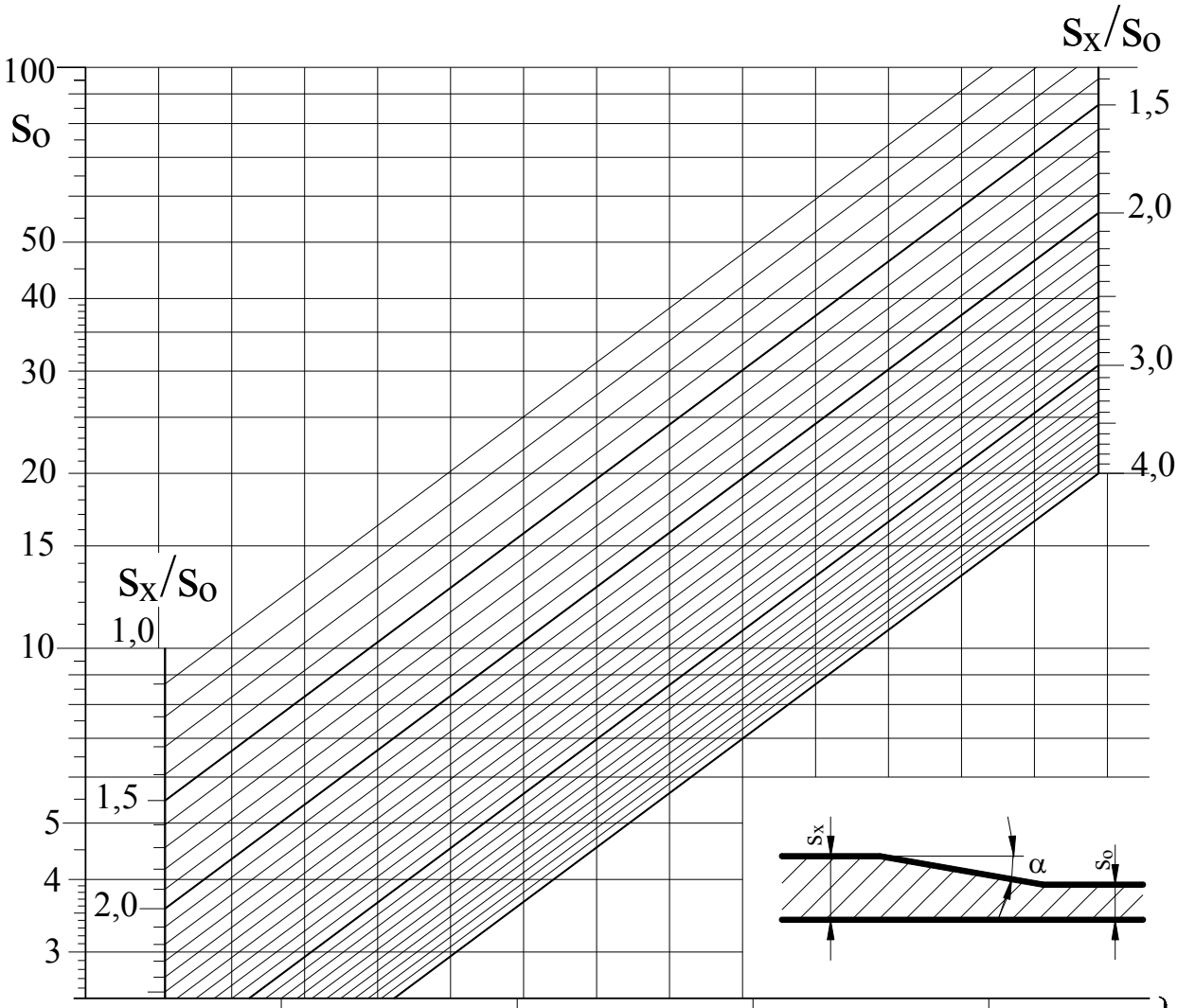
Döküm toleranslarının seçimi için bak Tablo 13 dan Tablo 18 kadar.

Döküm parçası için önerilen tolerans sahası

Döküm usulü	Şekil verme usulü ve hassasiyet derecesi	Eğri	Döküm parçası için tolerans sahası		
			ÇD	GG .. , GGG ..	AM-D, HM-D
kum döküm	el ile normal hassas kalıplama	A	≥ DTB18	≥ DTB18	≥ DTB18
kum döküm	el ile çok hassas kalıplama	B	DTB16-DTB17	DTB16-DTB17	DTB16-DTB17
kum döküm	makina ile normal hassas kalıplama	B	DTB16-DTB17	DTB16-DTB17	DTB16-DTB17
*)1	makina ile çok hassas kalıplama	C	- - -	≤ DTB15	≤ DTB15

*)1 kum döküm, kır döküm GG için, kokil döküm, hafif metal alışımlı döküm HM-D için

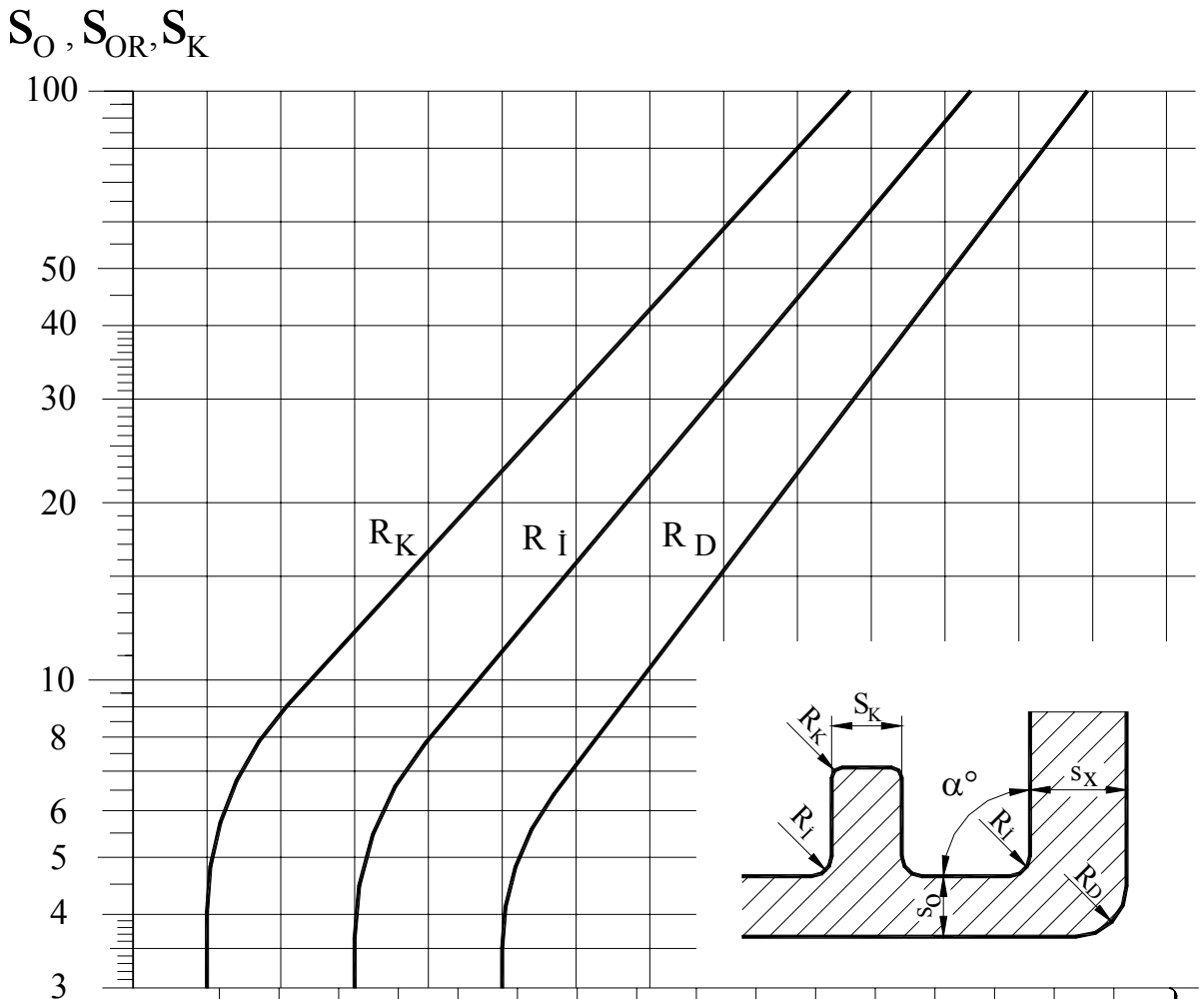
Tablo 5, Döküm parçalarında cidar kalınlığı değişiminde bağlantı açısı



CD	6	8	10	12	15	α°
GGG..	8	10	12	15		
GG..	8	10	12	15	20	
AM-D	8	10	12	15	20	
HM-D	10	12	15	20		

S_O	Döküm parçasının cidar kalınlığı	GG..	kır döküm, yassı grafitli demir döküm
S_X	S_O dan değişik cidar kalınlığı	GGG ..	Küre grafitli demir döküm
α	bağlantı açısı	AM-D	Ağır metal alışımlı döküm
ÇD	Çelik döküm	HM-D	Hafif metal alışımlı döküm

Tablo 6, Döküm parçalarında optimal köşe yuvarlaklıkları



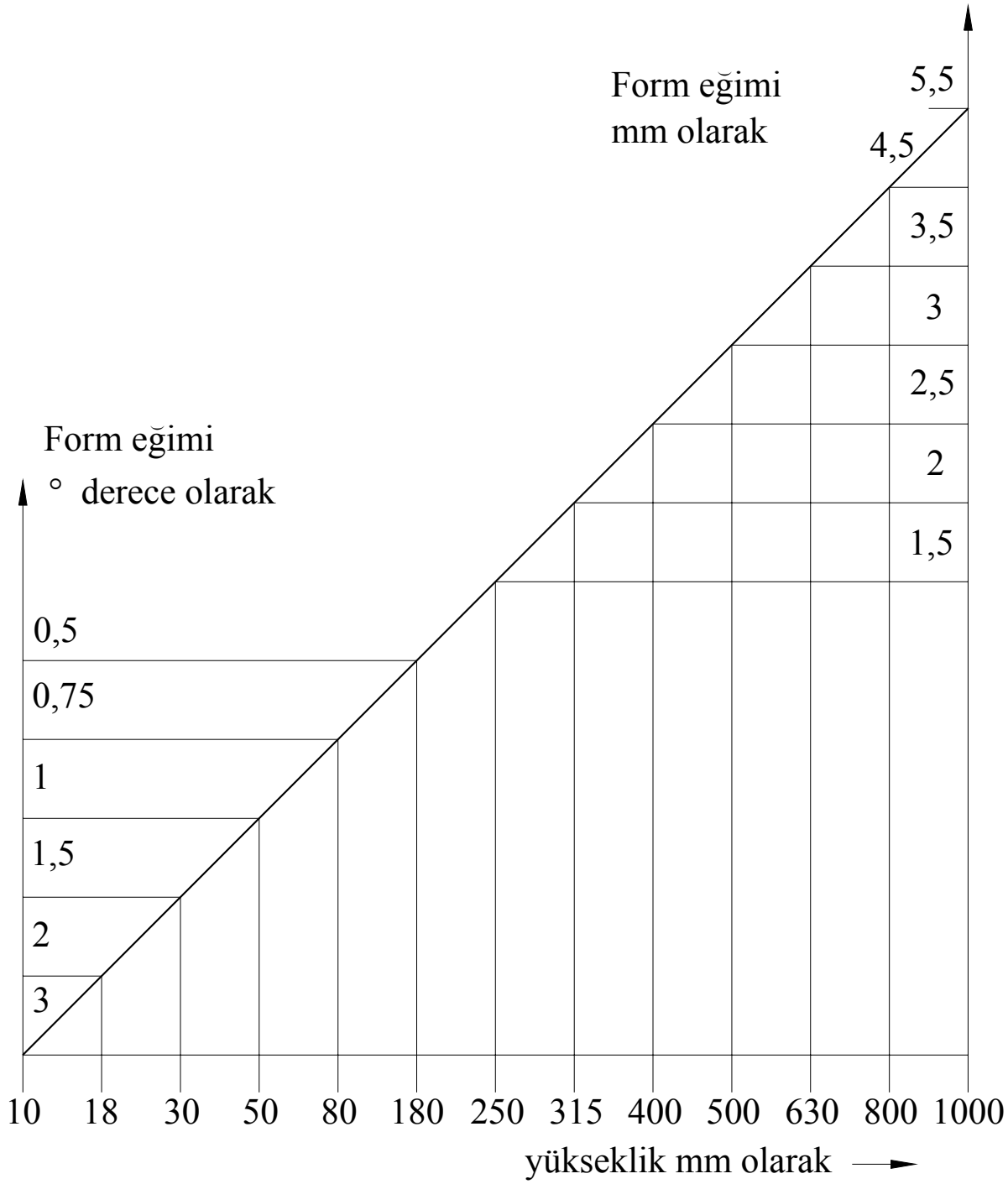
CD	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	60	80	
GGG..	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	60		R_K
GG..	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50			$R_İ$
AM-D	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40				R_D
HM-D	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30					

R_K	Kaburga yarı çapı	ÇD	Çelik döküm
$R_İ$	iç köşe yarı çapı	GG..	kır döküm, yassı grafitli demir döküm
R_D	dış köşe yarı çapı	GGG ..	Küre grafitli demir döküm
S_O	Döküm parçasının cidar kalınlığı	AM-D	Ağır metal alışımlı döküm
S_X	S_O dan değişik cidar kalınlığı	HM-D	Hafif metal alışımlı döküm

$S_{OR} = (S_O + S_X)/2$ ortalama cidar kalınlığı

Tablo 7, Döküm parçalarında form (yüzey) eğimi

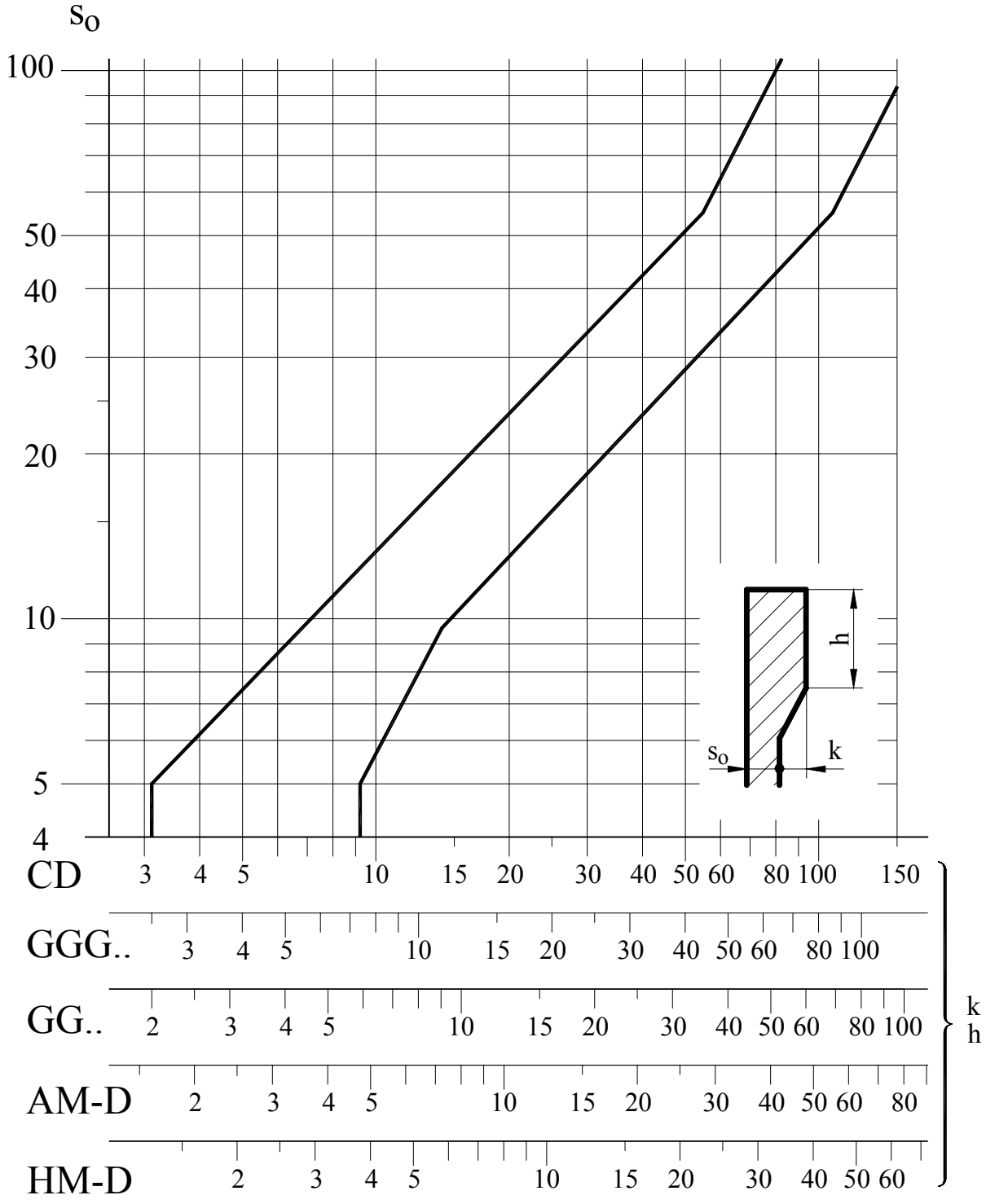
İç ve dış yüzeyler için eğimler



Kaburga eğimleri için eğim değerleri iki misli alınmalıdır.

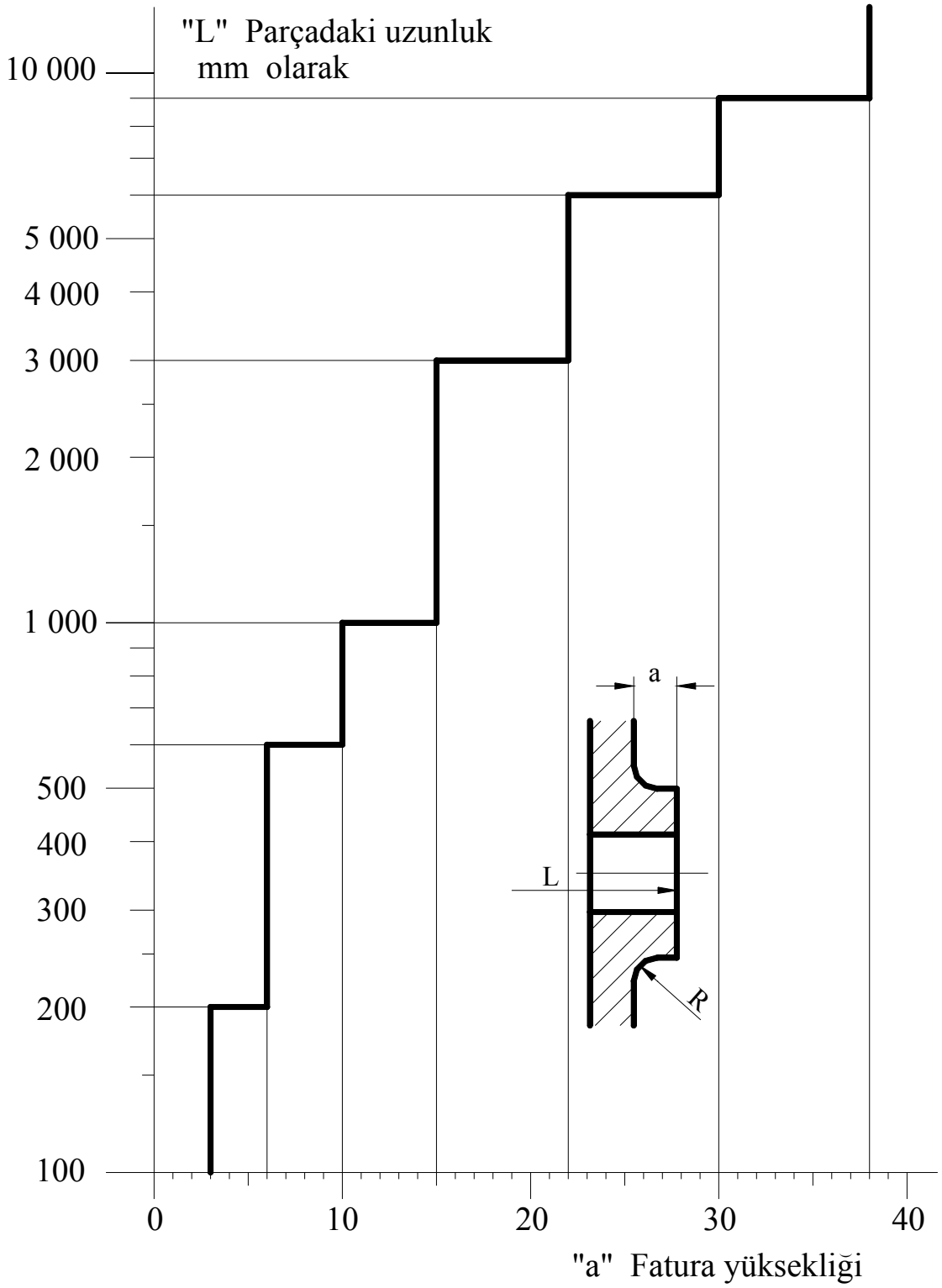
Burada verilen değerler bir öneridir. Pratikte dökümcü ile konuşup anlaşma yapılır.

Tablo 8, Döküm parçalarında kenar takviyesi



h	takviyenin boyu veya yüksekliği	ÇD	Çelik döküm
k	takviyenin normal cidar kalınlığı S_O dan fazlalığı	GG..	kır döküm, yassı grafitli demir döküm
		GGG ..	Küre grafitli demir döküm
S_O	Döküm parçasının cidar kalınlığı	AM-D	Ağır metal alışımlı döküm
		HM-D	Hafif metal alışımlı döküm

Tablo 9, Döküm parçalarında fatura konstrüksiyonu



R ölçüsü bak Tablo 6

Okuma örneği: L = 650 mm ve cidar kalınlığı 10 mm GG20 den bir redüktör kasasında fatura yüksekliği ne olmalıdır?

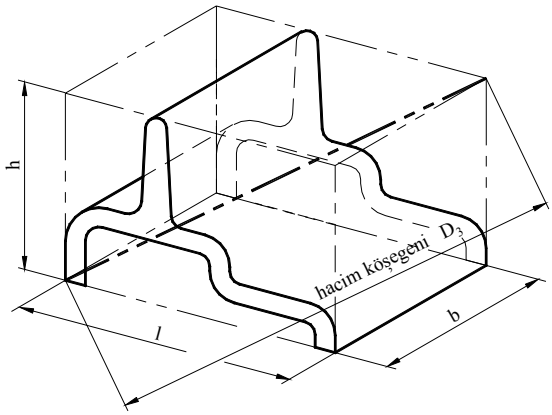
Tablo 9 dan a = 10 mm okunur, ve geçiş yarı çapı Tablo 6 den S_{OR} = 15 mm için iç yarıçap Ri = 6 mm okunur.

Tablo 10, Dökümde soğumaktan doğan çekmeler

Döküm malzemesi	çekme sınırları % olarak	önerilen değer % olarak
Kır döküm, yassı grafitli demir döküm, GG ..	0,5 ... 1,3	1
Küre grafitli demir döküm, GGG ..	0 ... 1,5	1
Çelik döküm, GS	0,8 ... 2,5	2
Temper döküm, GTW	1,0 ... 2,0	1,6
Temper döküm, GTS	0,5 ... 1,2	0,5
Aliminyum alışımlı döküm	0,5 ... 1,8	1,2
Magnezyum alışımlı döküm	0,8 ... 1,5	1,2
Bakır döküm	1,5 ... 2,0	1,9
Cu Sn alışımlı döküm (tunç döküm)	1,2 ... 1,8	1,5
Cu Sn Zn alışımlı döküm (kızıl döküm)	1,2 ... 1,8	1,5
Cu Zn alışımlı döküm (pirinç döküm)	1,2 ... 1,8	1,5
Cu Zn (Mn, Fe, Al) alışımlı döküm (özel pirinç döküm)	1,5 ... 2,0	2
Cu Zn (Ni, Fe, Mn) alışımlı döküm (çok çeşit malzemeli döküm)	1,5 ... 2,2	1,8
Çinko döküm	0,5 ... 1,5	1,3
Kurşun döküm		1

Çekme sınırları çok dağınık olduğundan, pratikte modelcinin dökümcü ile beraber konuşup, aldığı bilglere göre ölçüleri tesbit etmesi gerekir.

Tablo 11, Döküm parçalarında tanımlama ve toleranslar



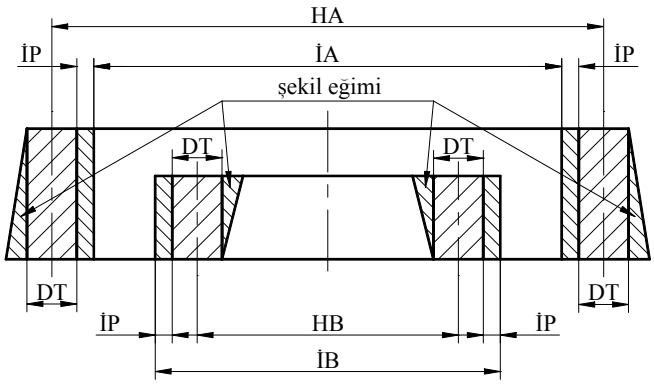
Hacim köşegeni D_3 ün hesaplanması:

$$D_3 = \sqrt{l^2 + b^2 + h^2}$$

Parça silindir şeklinde olursa:

$$D_3 = \sqrt{2 \cdot d^2 + h^2}$$

sonuç tam sayıya yuvarlanır.



H = Ham İ = İşlenmiş

DT = Döküm Toleransı

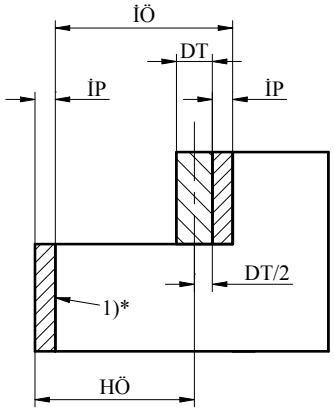
İP = İşleme payı

Dış ölçüler için:

$$HA = İA + 2 \cdot İP + DT/2$$

İç ölçüler için:

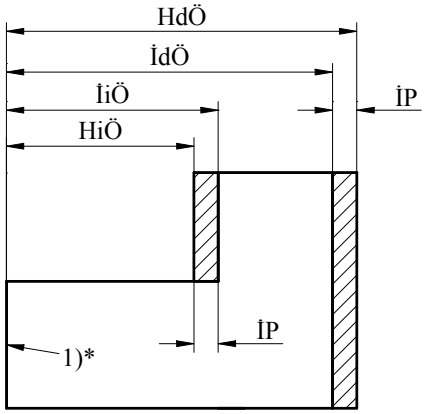
$$HB = İB - 2 \cdot İP - DT/2$$



Eğer ölçülendirilen kısımda iki ölçü çıkış yüzeyide işlenecekse:

$$HÖ = İÖ - DT/2$$

1)* İşleme için çıkış yüzeyi



Eğer ölçülendirilen kısımda yalnız bir ölçü yüzeyi işlenecekse:

Dış ölçüler için:

$$HdÖ = İdÖ + 1 \cdot İP$$

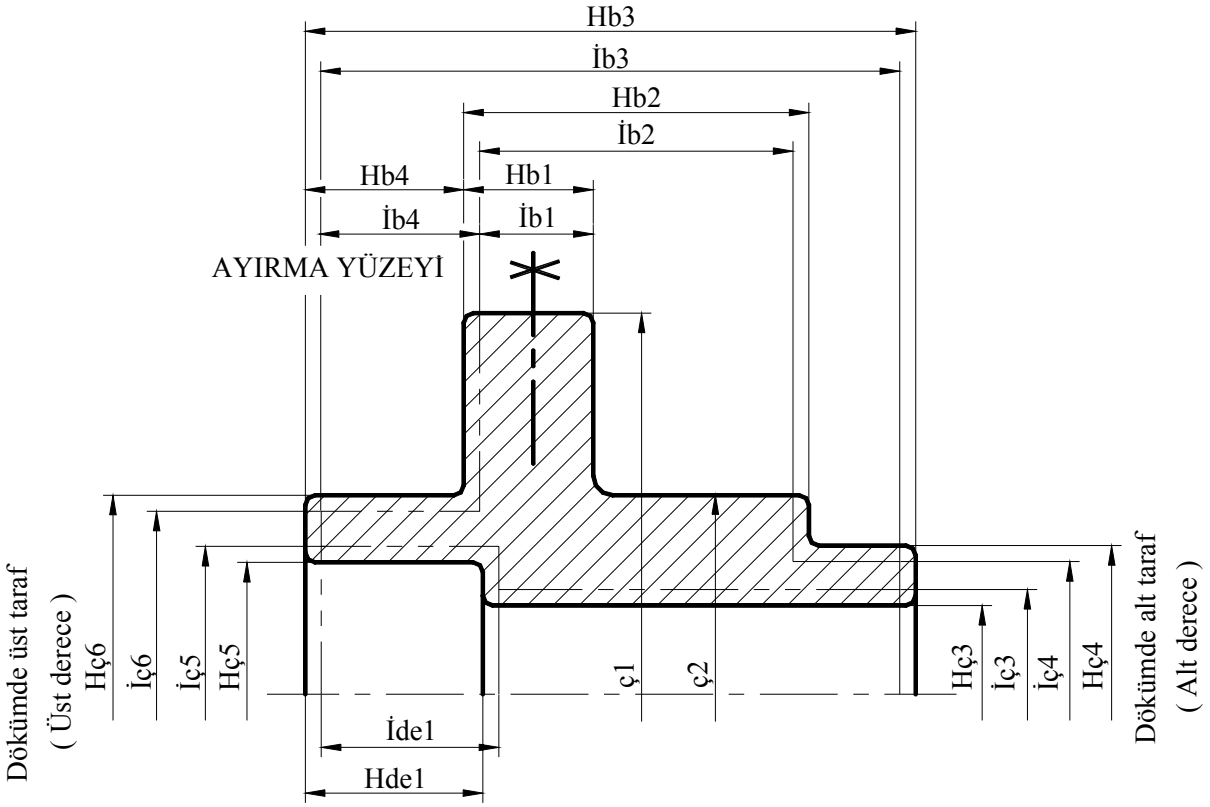
İç ölçüler için:

$$HiÖ = İiÖ - 1 \cdot İP$$

1)* İşleme için çıkış yüzeyi

Tablo 12, Döküm parçasının ölçülendirilmesi

H = Ham İ = İşlenmiş İP = İşleme payı İPa = İşleme payı, alt İPü = İşleme payı, üst
DT = Döküm toleransı ç = çap b = boy de = derinlik



Sem-bol	İşlenmiş ölçü	İP		DT	Ölçü			Döküm ham parçasının ölçülendirilmesi
		İPa	İPü	*)1	min	Tanım	max	
ç1	200	---	---	5,4	194,6	200	205,4	$Hç_1 = ç_1$
ç2	100	---	---	4,6	97,7	100	102,3	$Hç_2 = ç_2$
ç3	50	2,5	---	4,0	41	43	45	$Hç_3 = İç_3 – 2 \times İPa – DT/2$
ç4	60	2,5	---	4,2	67,1	69,2	71,3	$Hç_4 = İç_4 + 2 \times İPa + DT/2$
ç5	50	2,5	---	4,0	41	43	45	$Hç_5 = İç_5 – 2 \times İPa – DT/2$
ç6	95	2,5	---	4,6	100	102,3	104,6	$Hç_6 = İç_6 + 2 \times İPa + DT/2$
b1	20	---	3	3,8	21,1	23	24,9	$Hb_1 = İb_1 + İPü$ *)2
b2 *)2	70	2,5	3	4,2	75,5	77,6	79,7	$Hb_2 = İb_2 + İPa + İPü + DT/2$
b3	130	2,5	3	5,0	135,5	138	140,5	$Hb_3 = İb_3 + İPa + İPü + DT/2$
b4	35	---	3	4,0	33	35	37	$Hb_4 = İb_4$
de1	40	2,5	3	4,2	35,8	37,9	40	$Hde_1 = İde_1 – DT/2$

*)1 Yukarıdaki Tablodaki değerler; Döküm toleransı DTB 17 ve malzeme GG 20 için geçerlidir.
Tablo 15, Çubuk grafitli demir dökümde toleranslar, kır döküm GG..
deki döküm toleransları DT/2 olarak verildiği için, değerler ona göre aktarılmıştır.
*)2 Bazı özel hallerde işleme payı ve döküm toleransları arasındaki bağıntı kontrol edilmeli ve gerekirse DT/2 kadar bir ölçü eklemesi yapılmalıdır

Tablo 13, Çelik döküm toleransları, ÇD

Teknik resimde toleransın verilmesi:

Tolerans ve İşleme payı DTB 17 - İP 5

a) Boyut ölçüleri için toleranslar (Boy, en, yükseklik, eksen mesafesi, çap ve yuvarlaklık)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1													
	≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	80 ≤ 120	120 ≤ 180	180 ≤ 250	250 ≤ 315	315 ≤ 400	400 ≤ 500	500 ≤ 630	630 ≤ 800	800 ≤ 1000	1000 ≤ 1250	1250 ≤ 1600
DTB 20	±7,5	±8	±8,5	±9	±10	±11	±11	±12	±13	±14	±15	±16	±18	±19
DTB 19/5	±6,0	±6,5	±7	±7,5	±8	±9	±9,5	±10	±11	±11	±12	±13	±14	±16
DTB 19	±4,7	±5	±5,5	±6	±6,5	±7	±7,5	±8	±8,5	±9,5	±10	±11	±12	±13
DTB 18/5	±3,7	±3,9	±4,2	±4,5	±5	±5,5	±6	±6,5	±7	±7,5	±8	±8,5	±9,5	±10
DTB 18	±3,0	±3,2	±3,4	±3,7	±4,1	±4,4	±4,7	±5	±5,5	±6	±6,5	±7	–	–
DTB 17/5	±2,4	±2,5	±2,7	±2,9	±3,2	±3,5	±3,7	±4	±4,3	±4,6	±5	–	–	–
DTB 17	±1,9	±2	±2,1	±2,3	±2,5	±2,7	±2,9	±3,1	±3,3	–	–	–	–	–
DTB 16/5	±1,5	±1,6	±1,7	±1,8	±2	±2,2	–	–	–	–	–	–	–	–

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

b) Kalınlık ölçüleri için toleranslar (cidar, kaburga ve birleştirme perdesi)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1									
	≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 120	> 120 ≤ 180	> 180 ≤ 250	> 250 ≤ 315	> 315 ≤ 400	➢ 400 ≤ 500
DTB 20	±4,5	±7,5	±11	±12	±13	±14	±15	±17	±18	±19
DTB 19/5	±4,5	±7,5	±9,5	±10	±11	±12	±13	±14	±15	–
DTB 19	±4,5	±7,5	±8	±8,5	±9	±10	±11	±11	–	–
DTB 18/5	±4,5	±6,0	±6,5	±7	±7,5	±8	±9	–	–	–
DTB 18	±4,5	±4,7	±5	±5,5	±6	±6,5	–	–	–	–
DTB 17/5	±3,6	±3,7	±3,9	±4,2	±4,5	–	–	–	–	–
DTB 17	±2,9	±3,0	±3,2	±3,4	–	–	–	–	–	–
DTB 16/5	±2,3	±2,4	±2,5	–	–	–	–	–	–	–

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

c) İşleme payı İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 50	> 50 ≤ 120	>120 ≤250	>250 ≤400	>400 ≤500	>500 ≤800	>800 ≤1000	>1000 ≤1600	>1600 ≤2500	>2500 ≤4000
İşleme payı	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

d) İşleme payı özel İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 50	> 50 ≤ 120	>120 ≤250	>250 ≤400	>400 ≤500
İşleme payı	1	1,5	2	2,5	3

İşleme payı özel İP, dökümcü ile yapılacak özel anlaşma ile mümkündür.

Tablo 14, Küresel grafitli demir döküm de toleranslar, GGG ..

Teknik resimde toleransın verilmesi:

Tolerans ve İşleme payı DTB 17 – İP 4/3

Boyut ölçüleri için toleranslar (Boy, en, yükseklik, eksen mesafesi, çap ve yuvarlaklık)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1													
	≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	50 ≤ 80	80 ≤ 120	120 ≤ 180	180 ≤ 250	250 ≤ 315	315 ≤ 400	400 ≤ 500	500 ≤ 630	630 ≤ 800	800 ≤ 1000	1000 ≤ 1250
DTB 20	±4,5	±7,5	±8,0	±8,5	±9,0	±10	±11	±11	±12	±13	±14	±15	±16	±18
DTB 19	±4,5	±4,7	±5,0	±5,5	±6,0	±6,5	±7,0	±7,5	±8,0	±8,5	±9,5	±10	±11	±12
DTB 18	±2,9	±3,0	±3,2	±3,4	±3,7	±4,1	±4,4	±4,7	±5,0	±5,5	±6,0	±6,5	±7,0	±7,5
DTB 17	±1,8	±1,9	±2,0	±2,1	±2,3	±2,5	±2,7	±2,9	±3,1	±3,3	±3,5	±3,8	±4,1	±4,4
DTB 16	±1,1	±1,2	±1,3	±1,4	±1,5	±1,6	±1,8	±1,9	±2,0	±2,1	±2,3	±2,4	±2,6	±2,8
DTB 15	±0,8	±0,9	±1,0	±1,1	±1,7	±1,3	±1,4	±1,5	±1,6	±1,7	±1,8	±1,9	–	–

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

b) Kalınlık ölçüleri için toleranslar (cidar, kaburga ve birleştirme perdesi)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1							
	≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 120	120 ≤ 180
DTB 20	–	–	–	±7,5	±11	±12	±13	±14
DTB 19	–	–	±4,5	±7,5	±8	±8,5	±9	±10
DTB 18	–	±2,5	±4,5	±4,7	±5	±5,5	±6	±6,5
DTB 17	±1,5	±2,5	±2,9	±3,0	±3,2	±3,4	±3,7	–
DTB 16	±1,5	±1,8	±1,8	±1,9	±2	±2,1	±2,3	–
DTB 15	±0,95	±1,0	±1,1	±1,2	±1,3	±1,4	–	–

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

c) İşleme payı İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

işleme yüzeyinin yeri	nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 50	> 50 ≤ 120	>120 ≤250	>250 ≤400	>400 ≤500	>500 ≤800
alt veya yan	işleme payı	2	2,5	3	3,5	4	6
üst		2,5	3	4	5	7	8

d) İşleme payı özel İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

işleme yüzeyinin yeri	nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 50	> 50 ≤ 120	>120 ≤250	>250 ≤400
alt veya yan	işleme payı	1	1	1,5	1,5
üst		1,5	1,5	1,5	2

İşleme payı özel İP, dökümcü ile yapılacak özel anlaşma ile mümkündür.

Tablo 15, Çubuk grafitli demir dökümde toleranslar, kır döküm GG..

Teknik resimde toleransın verilmesi:

Tolerans ve İşleme payı DTB 17 - İP 3/2,5

a) Boyut ölçüleri için toleranslar (Boy, en, yükseklik, eksen mesafesi, çap ve yuvarlaklık)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1													
	≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	80 ≤ 120	120 ≤ 180	180 ≤ 250	250 ≤ 315	315 ≤ 400	400 ≤ 500	500 ≤ 630	630 ≤ 800	800 ≤ 1000	1000 ≤ 1250
DTB 20	±4,5	±7,5	±8,0	±8,5	±9,0	±10	±11	±11	±12	±13	±14	±15	±16	±18
DTB 19	±4,5	±4,7	±5,0	±5,5	±6,0	±6,5	±7,0	±7,5	±8,0	±8,5	±9,5	±10	±11	±12
DTB 18	±2,9	±3,0	±3,2	±3,4	±3,7	±4,1	±4,4	±4,7	±5,0	±5,5	±6,0	±6,5	±7,0	±7,5
DTB 17	±1,8	±1,9	±2,0	±2,1	±2,3	±2,5	±2,7	±2,9	±3,1	±3,3	±3,5	±3,8	±4,1	±4,4
DTB 16	±1,1	±1,2	±1,3	±1,4	±1,5	±1,6	±1,8	±1,9	±2,0	±2,1	±2,3	±2,4	±2,6	±2,8
DTB 15	±0,8	±0,9	±1,0	±1,1	±1,7	±1,3	±1,4	±1,5	±1,6	±1,7	±1,8	±1,9	–	–

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

b) Kalınlık ölçüleri için toleranslar (cidar, kaburga ve birleştirme perdesi)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1							
	≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 120	> 120 ≤ 180
DTB 20	–	–	–	±7,5	±11	±12	±13	±14
DTB 19	–	–	±4,5	±7,5	±8	±8,5	±9	±10
DTB 18	–	±2,5	±4,5	±4,7	±5	±5,5	±6	±6,5
DTB 17	±1,5	±2,5	±2,9	±3,0	±3,2	±3,4	±3,7	–
DTB 16	±1,5	±1,8	±1,8	±1,9	±2	±2,1	±2,3	–
DTB 15	±0,95	±1,0	±1,1	±1,2	±1,3	±1,4	–	–

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

c) İşleme payı İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

işleme yüzeyinin yeri	nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 50	> 50 ≤ 120	>120 ≤250	>250 ≤400	>400 ≤500	>500 ≤800
alt veya yan	işleme payı	2	2	2,5	2,5	3,5	4
üst		2,5	2,5	3	3	4,5	5

d) İşleme payı özel İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

işleme yüzeyinin yeri	nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 50	> 50 ≤ 120	>120 ≤250	>250 ≤400
alt veya yan	işleme payı	1	1	1,5	1,5
üst		1,5	1,5	1,5	1,5

İşleme payı özel İP, dökümcü ile yapılacak özel anlaşma ile mümkündür.

Tablo 16, Ağır metal döküm parçalarında toleranslar, $\rho > 5$ kg/dm^3
(Bakır, çinko, nikel, kalay ve kurşun)

Teknik resimde toleransın verilmesi:

Tolerans ve İşleme payı DTA 17 - İP 4/3

a) Boyut ölçüleri için forma bağlı toleranslar (Boy, en, yükseklik, eksen mesafesi, çap, yuvarlaklık ve cidar, kaburga ve birleştirme perdesi)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1													
	≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	80 ≤ 120	120 ≤ 180	180 ≤ 250	250 ≤ 315	315 ≤ 400	400 ≤ 500	500 ≤ 630	630 ≤ 800
DTA 20	–	–	±4,2	±4,2	±5,0	±6,0	±7,0	±8,0	±9,0	±10	±11	±12	±14	±16
DTA 19	–	±2,5	±2,6	±2,6	±3,1	±3,7	±4,3	±5,0	±6,0	±6,5	±7,0	±8,0	±8,5	±10
DTA 18	±0,9	±1,1	±1,4	±1,7	±2,0	±2,3	±2,7	±3,2	±3,6	±4,1	±4,5	±5,0	±5,5	±6,5
DTA 17	±0,6	±0,7	±0,9	±1,1	±1,3	±1,5	±1,8	±2,0	±2,3	±2,6	±2,9	±3,2	±3,5	±4,0
DTA 16	±0,4	±0,5	±0,6	±0,7	±0,8	±1,0	±1,1	±1,3	±1,5	±1,6	±1,8	±2,0	±2,2	±2,5

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

b) Boyut ölçüleri için forma bağlı olmayan toleranslar (Boy, en, yükseklik, eksen mesafesi, çap, yuvarlaklık ve cidar, kaburga ve birleştirme perdesi)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1													
	≤ 6	> 6 ≤ 10	>10 ≤ 18	>18 ≤ 30	>30 ≤ 50	>50 ≤ 80	80 ≤ 120	120 ≤ 180	180 ≤ 250	250 ≤ 315	315 ≤ 400	400 ≤ 500	500 ≤ 630	630 ≤ 800
DTA 20	–	–	±4,4	±4,4	±5,2	±6,2	±7,2	±8,2	±9,2	±10,	±11,	±12,	±14,	±17
DTA 19	–	±2,5	±2,8	±2,8	±3,3	±3,9	±4,5	±5,2	±6,2	±6,7	±7,2	±8,2	±9,0	±11
DTA 18	±1,1	±1,3	±1,6	±1,9	±2,2	±2,5	±2,9	±3,4	±3,8	±4,3	±4,7	±5,2	±6,0	±7,0
DTA 17	±0,8	±1,0	±1,1	±1,3	±1,5	±1,7	±2,0	±2,2	±2,5	±2,8	±3,1	±3,4	±4,0	±4,5
DTA 16	±0,6	±0,7	±0,8	±0,9	±1,0	±1,1	±1,3	±1,5	±1,7	±1,8	±2,0	±2,2	±2,7	±3,0

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

c) İşleme payı İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 50	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 120	>120 ≤ 180	>180 ≤ 250	>250 ≤ 350	>350 ≤ 500	>500 ≤ 1000
İşleme payı	2	2	2,5	2,5	3,5	3,5	4	6

Tablo 17, Hafif metal döküm parçalarında toleranslar $\rho < 5$ kg/dm^3 , kokil döküm (Alüminyum ve mağneziyum alışımları)

Teknik resimde toleransın verilmesi:

Tolerans ve İşleme payı DTA 14 – İP 2

Boyut ölçüleri için toleranslar (Boy, en, yükseklik, eksen mesafesi, çap, yuvarlaklık)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1													
	≤ 18	18 ≤ 30	30 ≤ 50	50 ≤ 80	80 ≤ 120	120 ≤ 180	180 ≤ 250	250 ≤ 315	315 ≤ 400	400 ≤ 500	500 ≤ 630	630 ≤ 800	800 ≤ 1000	1000 ≤ 1250
DTA 15/5	±0,5	±0,6	±0,7	±0,8	±1,0	±1,2	±1,3	±1,4	±1,6	±1,8	±2,0	±2,3	±2,5	±3,0
DTA 15	±0,4	±0,5	±0,6	±0,7	±0,8	±0,9	±1,1	±1,2	±1,3	±1,5	±1,6	±1,8	±2,0	±2,3
DTA 14/5	±0,3	±0,4	±0,5	±0,6	±0,7	±0,8	±0,9	±1,0	±1,1	±1,2	±1,3	±1,4	±1,6	±1,8

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

b) Kalınlık ölçüleri için toleranslar (cidar, kaburga ve birleştirme perdesi)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1		
	≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18
DTA 15/5	±0,5	±0,6	±0,7
DTA 15	±0,4	±0,5	±0,6
DTA 14/5	±0,3	±0,4	±0,5

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

c) İşleme payı İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 30	> 30 ≤ 50	>50 ≤ 120	>120 ≤ 180	>180 ≤ 250	>250 ≤ 350	>350 ≤ 500	>500 ≤ 1000	>1000 ≤ 1250
İşleme payı	1	1,5	1,5	2,0	2,5	2,5	3,0	4,0	4,0

d) İşleme payı özel İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 30	> 30 ≤ 50	>50 ≤ 120	>120 ≤ 180	>180 ≤ 250	>250 ≤ 350
İşleme payı	0,5	0,8	0,8	1,0	1,5	1,5

İşleme payı özel İP, dökümcü ile yapılacak özel anlaşma ile mümkündür.

Tablo 18, Hafif metal döküm parçalarında toleranslar $\rho < 5$ kg/dm^3 , kum döküm
(Alüminyum ve mağneziyum alışımları)

Teknik resimde toleransın verilmesi:

Tolerans ve İşleme payı DTA 14 - İP 2

a) Boyut ölçüleri için toleranslar (Boy, en, yükseklik, eksen mesafesi, çap, yuvarlaklık)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1											
	≤ 50	> 50 ≤ 80	80 ≤ 120	120 ≤ 180	180 ≤ 250	250 ≤ 315	315 ≤ 400	400 ≤ 500	500 ≤ 630	630 ≤ 800	800 ≤ 1000	1000 ≤ 1250
GTA 16/5	±1,1	±1,3	±1,6	±1,8	±2,0	±2,3	±2,6	±2,8	±3,1	±3,5	±4,0	±5,0
GTA 15/5	±0,7	±0,8	±1,0	±1,1	±1,3	±1,5	±1,6	±1,8	±2,0	±2,2	±2,6	±3,0

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

b) Kalınlık ölçüleri için toleranslar (cidar, kaburga ve birleştirme perdesi)

tolerans sınıfı	nominal ölçü sınırı *)1		
	≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18
GTA 16/5	±1,4	±2,0	±2,5
GTA 15/5	±0,7	±1,4	±2,0

*)1 Döküm parçasında tolerans hiçbir zaman nominal ölçünün ±%25 ini geçemez.

c) İşleme payı İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

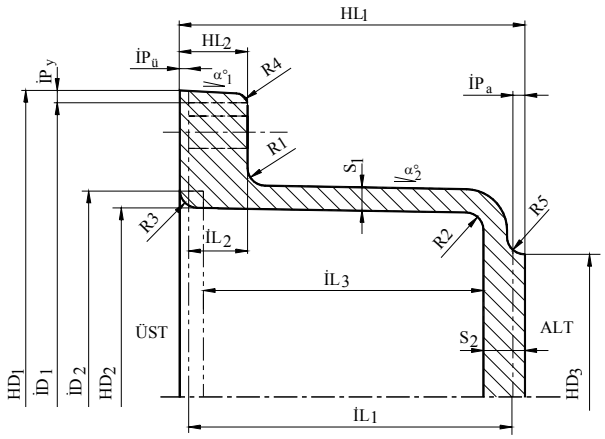
nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 30	> 30 ≤ 50	>50 ≤ 120	>120 ≤ 180	>180 ≤ 250	>250 ≤ 350	>350 ≤ 500	>500 ≤ 1000	>1000 ≤ 1250
İşleme payı	2	2	2,5	3,5	3,5	4	4	6	8

d) İşleme payı özel İP, nominal ölçü sınırı; parçadaki en büyük boyutur.

nominal ölçü sınırı mm olarak	≤ 30	> 30 ≤ 50	>50 ≤ 120	>120 ≤ 180	>180 ≤ 250	>250 ≤ 350	>350 ≤ 500
İşleme payı	1	1	1,5	2	2	2	2

İşleme payı özel İP, dökümcü ile yapılacak özel anlaşma ile mümkündür.

0.11 Döküm parçasının ölçülendirilmesine örnek



Malzeme: GGG 40, M.Nr: 0.7040
İmalat adedi : 3 x 40 = 120 senede
Koruma fanusu. Kuvvet taşımıyor.

Ölçüler:

$İL_1$ = 110 mm

$İL_2$ = 20 mm

$İL_3$ = 95 mm

$İD_1$ = 200 mm

$İD_2$ = 140 mm

HD_3 = 100 mm

1. Tablo 4 den : Kum döküm, el ile kalıplama, çok hassas: DTB 16, temel eğri B

2. Hacim köşegeni: Tablo 11
   $D_3 = \sqrt{FD1^2 + FD1^2 + FL1^2}$ $D_3 = \sqrt{200^2 + 200^2 + 110^2} = 303{,}47$ D_3 = 310 mm,
   Tablo 4 den cidar kalınlığı S_1 = 8 mm,

3. İşleme payları, bak Tablo 14, parçadaki en büyük boyut = 200 mm ve Tablo 14c den
   İPy = İPa = 3 mm ve İPü = 4 mm, Resimde toleransın verilmesi DTB 16 . İP 3/4

4. S2 = S1 + İPü + x mm = 8 + 3 + 2 = 13 S_2 = 13 mm

5. Boy ölçüleri: HL_1 iki tarafıda işlenmiş
Tablo 12, Döküm parçasının ölçülendirilmesi

   $HL_1 = İL_1 + İPa + İPü + DT/2$
   bak Tablo 14 $DT/2_{110}$ = 1,5 mm, HL_1 = 110 + 4 + 3 + 1,5 = 118,5, HL_1 = 118,5 mm
   $HL_2 = İL_2 + İPa$ HL_2 = 20 + 3 = 23 HL_2 = 23 mm

6. Çap ölçüleri: $HD_1 = İD_1 + 2 \times İPy + DT/2$ $DT/2_{200}$ = 1,8 mm
   HD_1 = 200 + 2 x 3 + 1,8 HD_1 = 207,8 mm
   $HD_2 = İD_2 - 2 \times İPy - DT/2$ $DT/2_{140}$ = 1,6 mm
   HD_2 = 140 - 2 x 3 - 1,6 = 132,4 HD_2 = 132,4 mm
   $HD_3 = İD_3$ = 100 mm HD_3 = 100 mm

7. Köşe yuvarlaklıkları, yarıçaplar: bak Tablo 6 $R_1 = R_2 = R_5$ iç çap
   S_1 = 8 mm, S_1 = 23 mm S_m = 15 mm ve 8 mm fakat ortalama çap olarak
   $R_1 = R_2 = R_5$ = 6 mm
   $R_3 = R_4$ köşe yuvarlağı, köşe yarı çapı $R_3 = R_4$ = 4 mm
   Böylece bütün yarı çaplar standart sayıları R5 sırasından alınmış olunur.

8. Yüzey eğimleri: bak Tablo 7 $\alpha_1°$ 23 mm boy için eğim $\alpha_1° = 2°$
   $\alpha_2°$ ≈100 mm boy için eğim $\alpha_2° = 0{,}75° = 1°$

1 Kaynaklar

1.1 Literatür

Barttsch, H-J.	Taschenbuch mathematischer Formeln Verlag Harri Deutsch, Thun und Frakfurt /Main, 9. Auflage1986
Das Techniker Handbuch	Grundlagen und Anwendungen der Maschinenbau-Technik Friedr.Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden, 16. Auflage 2000
Dörrenberg Edelstahl GmbH	Çeşitli katalog ve teknik yayınları Engelskirchen, Almanya
Dubbel, H.	Taschenbuch für den Maschinenbau, Springer Verlag,Berlin/Heidelberg/New York, 14. Auflage 1981
Felber/Felber,	Toleranz-und Passungskunde, Fachbuchverlag, Leipzig 1976
Gieck	Technische Formulsammlung Gieck Verlag, 27. Auflage 1981
Hütte	Die Grundlagen der Ingenıeurwisssenschaften Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 29.Auflage 1991
KraftfahrTechnischer Taschenbuch	Firma BOSCH, Düsseldorf VDI Verlag, 22. Auflage, 1995
Pahl, G./Beitz, W.	Konstruktionslehre Springer-Verlag, 1976
Richter,R.	Form- und giessgerechtes Konstruieren VEB Deutscher Verlag, Leipzig- 4.Auflage,1984
Roller, R.	Grund- und Fachkenntnisse Giessereitechnischen Berufe Technologie des Formens und Giessens Verlag Handwerk und Technik
Roloff/Matek	Maschinenelemente Friedr. Vieweg & Sohn Braunschweig/Wiessbaden
Roth, K.	Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Springer-Verlag, 1982
SULZER	Seminarunterlagen " Konstruieren mit Gusswerkstoffen" 978 / SULZER AG
Technisches Taschenbuch	INA Wälzlager, D-91074 Herzogenaurach 6. überarbeiteter Nachdruck, 2000
ZGV-Mitteilungen	

1.2 Standartlar

Aşağıda verilmiş olan standartların en son baskısı geçerlidir.

VSM 6500		Holzmodelle für Giessereien, Anstrich und Beschriftung (zurück gezogen, ohne Ersatz)
SN 216501	Februar 1979	Formeinrichtungen für die Herstellung von in Sandformen gegossenen Gussstücken
DIN 250	Juli 1972	Rundungshalbsmesser
DIN 1511	April 1978	Giesserei-Modelleinrichtungen Herstellung und Güte
DIN 1680 T1	Oktober 1980	Gussrohteile Allgemeintoleranzen und Bearbeitungszugaben Allgemeines
DIN 1680 T2	Oktober 1980	Gussrohteile Allgemeintoleranz-System
DIN 1683 T1	Oktober 1980	Gussrohteile aus Stahlguss Allgemeintoleranzen und Bearbeitungszugaben
DIN 1684 T1	Oktober 1980	Gussrohteile aus Temperguss Allgemeintoleranzen und Bearbeitungszugaben
DIN 1685 T1	Oktober 1980	Gussrohteile aus Gusseisen mit Kugelgraphit Allgemeintoleranzen und Bearbeitungszugaben
DIN 1686 T1	Oktober 1980	Gussrohteile aus Gusseisen mit Lamellengraphit Allgemeintoleranzen und Bearbeitungszugaben
DIN 1687 T1	Oktober 1980	Gussrohteile aus Schwermetallegierungen Sandguss, Allgemeintoleranzen, Bearbeitungszugaben
DIN 1687 T3	Oktober 1980	Gussrohteile aus Schwermetallegierungen Kokillenguss, Allgemeintoleranzen, Bearbeitungszugaben
DIN 1687 B4	August 1974	Gussrohteile aus Schwermetallegierungen Freimasstoleranzen, Druckguss
DIN 1688 T1	Oktober 1980	Gussrohteile aus Leichtmetallegierungen Sandguss, Allgemeintoleranzen, Bearbeitungszugaben
DIN 1688 T3	DIN 1688 T3	Gussrohteile aus Leichtmetallegierungen Kokillenguss, Allgemeintoleranzen, Bearbeitungszugaben
DIN 1688 B4	August 1974	Gussrohteile aus Leichtmetallegierungen Freimasstoleranzen, Druckguss
DIN 1691 T1	August 1964	Gusseisen mit Lamellengraphit (Grauguss)
DIN 1691 BB	August 1964	Gusseisen mit Lamellengraphit Erlaeuterungen ueber die Festigkeitseigenschaften in Gussstücken

DIN 1693 B1	Oktober 1973	Gusseisen mit Kugelgraphit Werkstoffsorten, unlegiert und niederlegiert
DIN 1693 T2	Oktober 1977	Gusseisen mit Kugelgraphit unlegiert und niederlegiert. Eigenschaften im angegossenen Probestück

2 Konu İndeksi

A

Ağır metal toleransları ... 45
Alt derece ... 3
Ayırma yüzeyi ... 3

B

Besleme sisteminin ayrılması ... 21
Besleme tekniği ... 14
Beslemenin hesaplanması ... 20

Ç

Çapakların temizlenmesi ... 21
ÇD .. toleransları ... 42

D

Değişik kalınlıklarda geçiş ... 9
Demir döküm malzeme ... 32
Derece altı plakası ... 3
Derece ve form ayrılması ... 13
Dökülen parça ... 3
Döküm ağızı ... 3
Döküm çukuru ... 3
Döküm deliği ... 3
Döküm kepçesi ... 3
Döküm kumu ... 3
Döküm parça konstrüksiyon varyantları ... 18
Döküm parçalarında cidar kalınlığı ... 33
Döküm parçalarında tanımlama ve toleranslar ... 40
Döküm parçasının ölçülendirilmesi ... 41, 48
Döküm şekli ve şekil verme tekniği ... 15
Döküm sonrası işlemler ... 20
Döküm teknik resminin kontrol listesi ... 22
Döküm Toleransı ... 40
Döküm toleransları ... 4
Döküm usulleri ... 4
Dökümde bağlantı açısı ... 34
Dökümde çekmeler ... 39
Dökümde fatura konstruksiyonu ... 38
Dökümde kenar takviyesi ... 37
Dökümde köşe yuvarlaklıkları ... 35
Dökümde yüzey eğimi ... 36
Duvar uçları ve delik çevreleri ... 14

E

El ile kalıplanan döküm ... 24
Emme ile kalıplanan döküm ... 25

F

Faydalanma oranı ... 19
Folyeyle vakum kalıplama döküm ... 25
Form tekniği ... 10

G

GG .. toleransları ... 44
GGG .. toleransları ... 43

H

Hacim köşegeni ... 40
Hafif metal kokil döküm toleransları ... 46
Hafif metal kum döküm toleransları ... 47
Ham dökümün konstruksiyonu ... 17
Hassas döküm ... 28
Heuver metodu ... 7

I

Isıl işlemler ... 21
İşleme imkanları ve şekilleri ... 10

K

Katı hacim küçülmesi ... 19
Kayıp model dökümü ... 26
Kontroller ... 22
Kontrollu soğutma ... 8
Korozyona karşı koruma ... 22
Kuru temizleme ... 21

M

Maça ... 3
Maça yuvası ... 3
Makina ile kalıplanan döküm ... 24
Maliyet ... 15
Maliyeti etkileyen faktörler ... 15
Maske kalıba döküm ... 26
Merkezleme pimi ... 3
Metal kalıba dökm ... 29
Modelin maliyeti ... 15
Modelin sınıfı ... 15
Modül ... 20

S

Savurma döküm ... 29
Şekil verme döküm usülleri ... 23
Şekillendirme tekniği ... 10
Seramikle kalıplanan döküm ... 27
Sıvı hacim küçülmesi ... 19

T

Temizleme ... 21

U

Üst derece ... 3

V

Vakumda döküm ... 27

Y

Yaş temizleme ... 21
Yolluk ... 3
Yüksek basınçla döküm ... 28

www.guven-kutay.ch