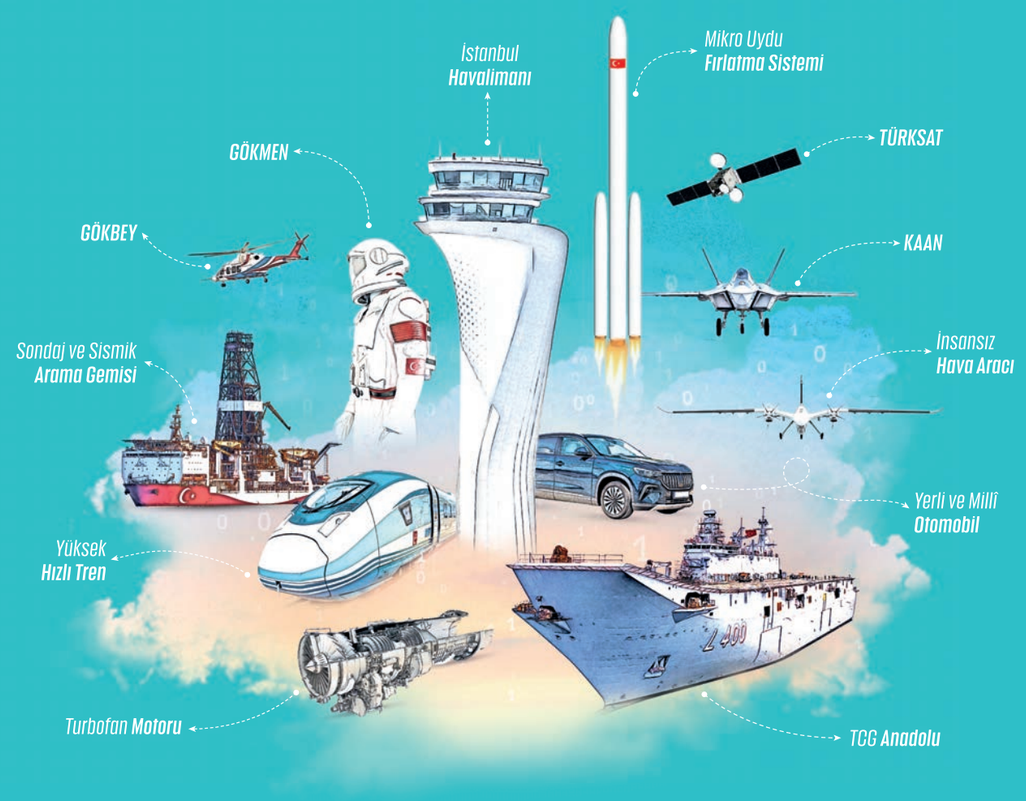
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-6386-8

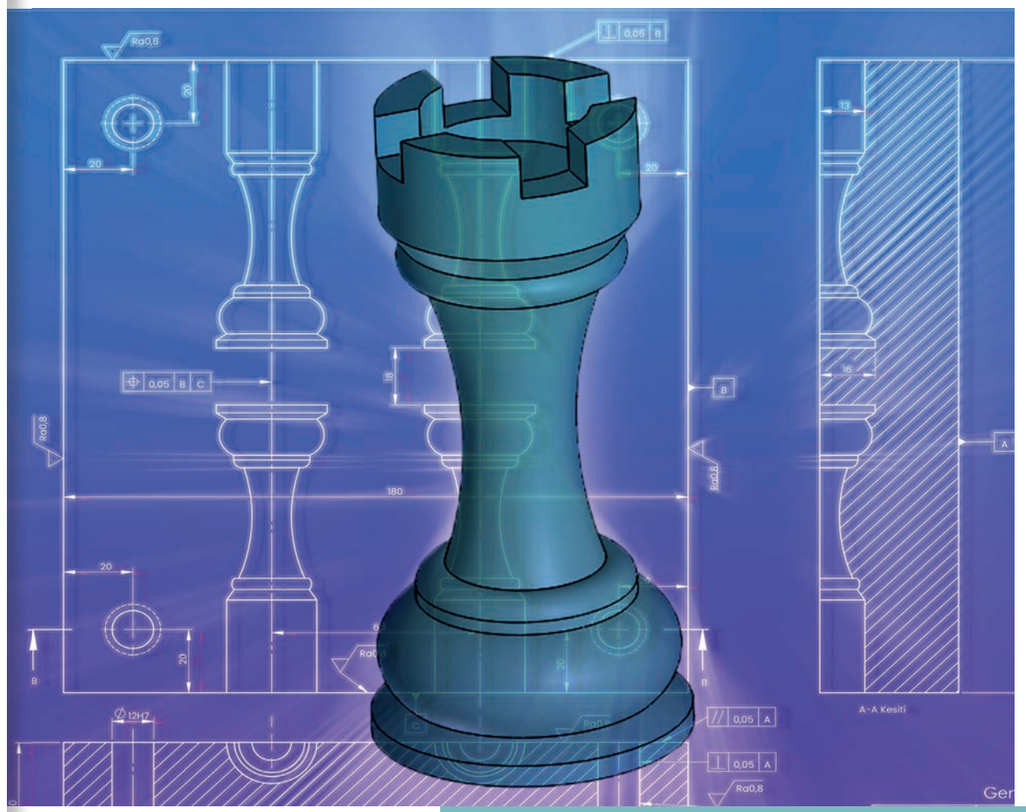
Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI **KALIP MESLEK RESMİ 10** DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

10
DERS MATERYALİ



KALIP MESLEK RESMİ

MEB__209880 - KALIP MESLEK RESMI 10

DİKKAT - 7 SAYFADA DÜZELTME VAR - DÜZELTMEDEN SONRA KAPAK TAKILACAK

MEB__209880 - KALIP MESLEK RESMI 10

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

KALIP MESLEK RESMİ

10

DERS MATERYALİ

Yazar

Önder ATAŞÇI

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 7979
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ ..... : 1907

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

Dil Uzmanı

Alpaslan KURT

Görsel Tasarım Uzmanı

Necip Eser AKSEL

ISBN: 978-975-11-6386-8

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

BASKI

Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

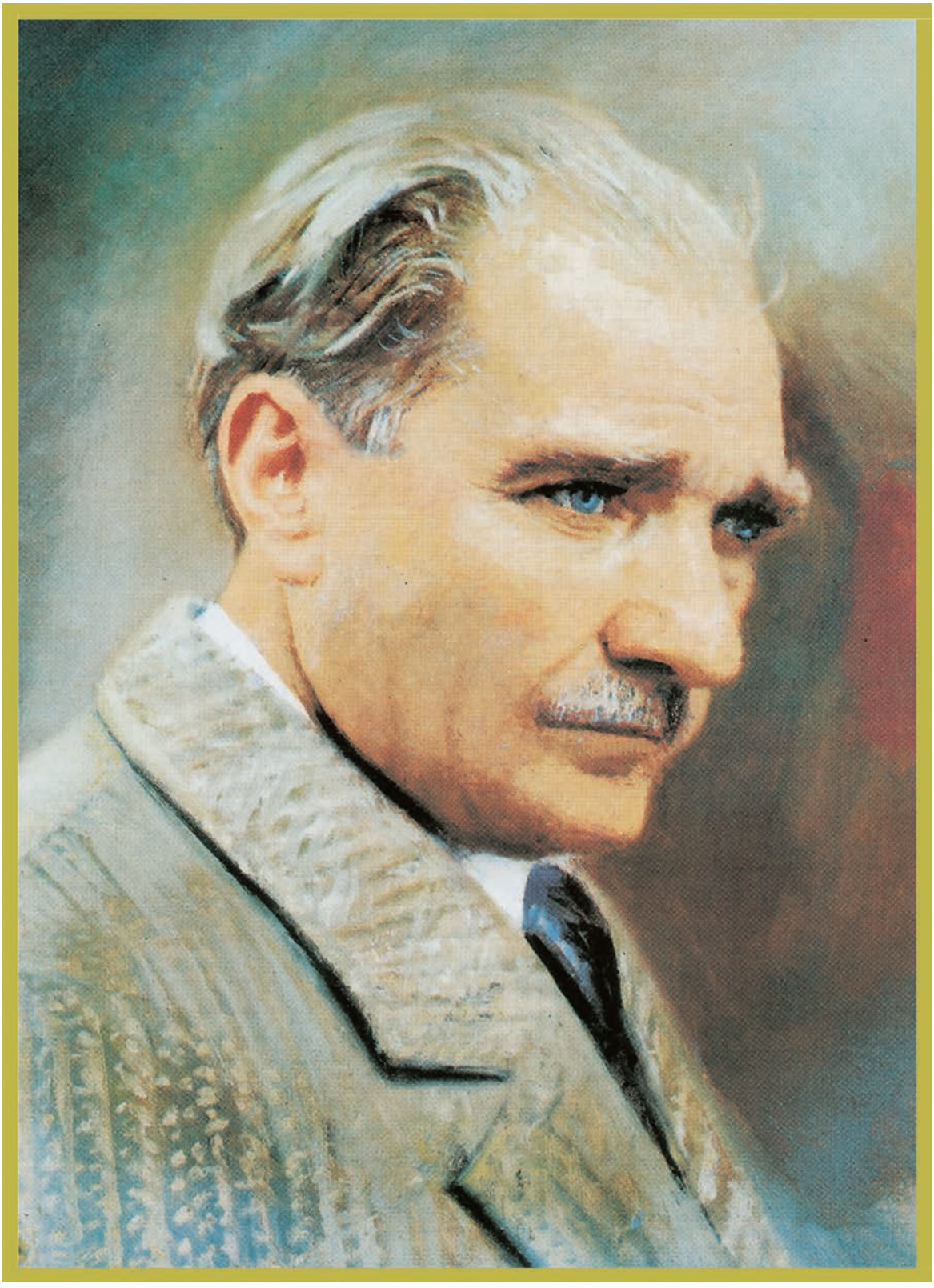
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 12

1. ÖĞRENME BİRİMİ - DELME KESME KALIPLARI 14

1.1. DELME KESME KALIPLARINA GİRİŞ 16
1.1.1. Kalıpla Kesme İşleminin Oluşumu 16
1.1.2. Kesme Kuvveti 17
1.1.3. Pres Kuvvetini Hesaplama 18
1.1.4. Kalıpta Kesme Boşluğu 20
1.1.5. Kenar Boşlukları 21
1.1.6. Adım Hesabı 24
1.1.7. Şerit Malzeme Genişliğini Belirleme 25
1.1.8. Verim Hesaplama 27
1.1.8.1. Şerit Malzeme Yerleşim Planının Verim Açısından Örneklerle Değerlendirilmesi 29
1.1.9. Kalıp Sap Yerinin Tespiti 32

1.2. KILAVUZ PLAKASIZ BASİT DELME KESME KALIPLARI 34
1.2.1. Kılavuz Plakasız Basit Delme Kesme Kalıp Tasarımı 35

1.3. KILAVUZ PLAKALI KESME KALIPLARI 41
1.3.1. Kılavuz Plakalı Delme Kesme Kalıbı Tasarımı 41

1.4. YAN ÇAKILI DELME KESME KALIBI 54
1.4.1. Yan Çakılı Delme Kesme Kalıbı Tasarımı 55

1.5. KILAVUZ KOLONLU DELME KESME KALIBI 71
1.5.1. Kılavuz Kolonlu Delme Kesme Kalıbı Tasarımı 71

SIRA SİZDE 93

2. ÖĞRENME BİRİMİ - BÜKME KALIPLARI 94

2.1. TARAFSIZ EKSEN KABULÜ 96
2.2. BÜKME İŞLEMİ SIRASINDA MEYDANA GELEN GERİLMELER 99
2.2.1. Akma Gerilmesi 99
2.2.2. Çekme Gerilmesi 99
2.2.3. Basma Gerilmesi 99

2.3. BÜKME İŞLEMİNDE GERİ YAYLANMA OLUŞUM SEBEPLERİ VE ÇÖZÜMLER 100
2.3.1. Geri Yaylanma Miktarı Faktörünün (K) Hesaplanması 100

2.4. GERİ YAYLANMA MİKTARININ GİDERİLMESİ 101

İÇİNDEKİLER

2.5. BÜKME İŞLEMİ ÇEŞİTLERİ 103
2.5.1. Bükülecek Malzemenin Açınım Boyunun Hesaplanması 105
2.5.1. Bükülen Parçanın Toplam Açınım Boyu 106
2.6. BÜKME KAVİS YARIÇAPLARININ BELİRLENMESİ 108
2.7. BÜKME BOŞLUĞUNUN BULUNMASI 108
2.8. BÜKME KALIP TASARIM UYGULAMASI 109
2.9. AÇINIM BOYU HESAPLAMA İŞLEMLERİ 124
2.9.1. Soğuk Bükme Geometrik Boyutların Ölçülerinin (DIN 6935'e Göre) Hesaplanması 124
2.9.2. Sıcak Kıvırmada Geometrik Boyutların Ölçüleri 124
SIRA SİZDE 129

3. ÖĞRENME BİRİMİ - BİLEŞİK (ARDIŞIK) KALIP 130

3.1. BİLEŞİK KALIPLARIN ÖZELLİKLERİ 132
3.2. BİLEŞİK KALIPLARIN ZAYIF YÖNLERİ 133
3.3. BİLEŞİK KALIPLARIN TASARIMI 133
3.4. BİLEŞİK KALIP TASARIMI UYGULAMASI 135

4. ÖĞRENME BİRİMİ - ÇEKME KALIPLARI 158

4.1. ÇEKME KALIPLARI ÇEŞİTLERİ 160
4.2. TIRAŞLAMA 160
4.3. ÇEKME İŞLEMİ 161
4.4. ÇEKME KALIPLARI İLE ELDE EDİLEN İŞ PARÇALARINA AİT ÖRNEKLER 162
4.5. PARÇA AÇINIMLARININ (İLKEL ÇAP) HESAPLANMASI 165
4.5.1. Alan Yöntemi ile İlkel Çapın Bulunması 166
4.5.2. Geometrik (Çizim) Yöntem ile İlkel Çapın Bulunması 172
4.6. ZIMBA VE ÇEKME KALIBI KALIP ALT PLAKASI VERİLEN ÇEKME KAVİSİ 174
4.7. ÇEKME BOŞLUĞU 174
4.8. ÇEKME KUVVETİ 177
4.7. ÇEKME KALIBI TASARIMI 180
SIRA SİZDE 189

5. ÖĞRENME BİRİMİ - STANDART KALIP ELEMANLARINI SEÇME 190

İÇİNDEKİLER

6. ÖĞRENME BİRİMİ - PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLARI 212

6.1. PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLARININ ÖZELLİKLERİ 214
6.1.1. Plastiklerin Sınıflandırılması 214
6.1.1.1. Termoplastikler 215
6.1.1.2. Termosetler 215
6.1.1.3. Elastomerler 215
6.1.2. Plastiklerin Özellikleri 216
6.1.3. Plastik Enjeksiyon Kalıpları 216
6.1.3.1. Plastik Enjeksiyon Kalıplarında İzlenmesi Gereken İşlem Sırası 216
6.1.3.2. Plastik Enjeksiyon Kalıplarının Tasarımında Göz Önünde Bulundurulması Gereken Durumlar 217
6.1.3.3. Plastik Enjeksiyon Kalıp Elemanlarının Tanıtılması 218
6.2. BASİT (MAÇASIZ) ENJEKSİYON KALIPLARI 220
6.3. MAÇALI ENJEKSİYON KALIPLARI 250
6.4. MAÇALI KALIP TASARIMI VE MONTAJI 251
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 281

7. ÖĞRENME BİRİMİ - DÖVME KALIPLARI 282

7.1. DÖVME KALIPLARININ ÖZELLİKLERİ 284
7.1.1. Soğuk Dövme İşlemi 284
7.1.2. Sıcak Dövme İşlemi 284
7.1.3. Dövme İşleminde Faydalanılan Makineler 285
7.1.3.1. Hava Çekiçleri (Şahmerdan) 286
7.1.3.2. Düşme Çekiçler 286
7.1.3.3. Vidalı Presler 286
7.1.3.4. Eksantrik Presler 286
7.1.3.5. Hidrolik Presler 287
7.1.4. Ilık Dövme İşlemi 287
7.1.5. Dövme Kalıp Tasarımı Yapılırken Dikkat Edilmesi Gereken Bazı Durumlar 287
7.2. DÖVME KALIPLARININ TASARIMI VE MONTAJI 287
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 304
CEVAP ANAHTARI 305
KAYNAKÇA 306

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme birimi numarası

Etkileşimli karekod ve içerik bağlantısı

Öğrenme birimi başlığı

Öğrenme birimi kazanımları

Hazırlık çalışması

Alt başlık

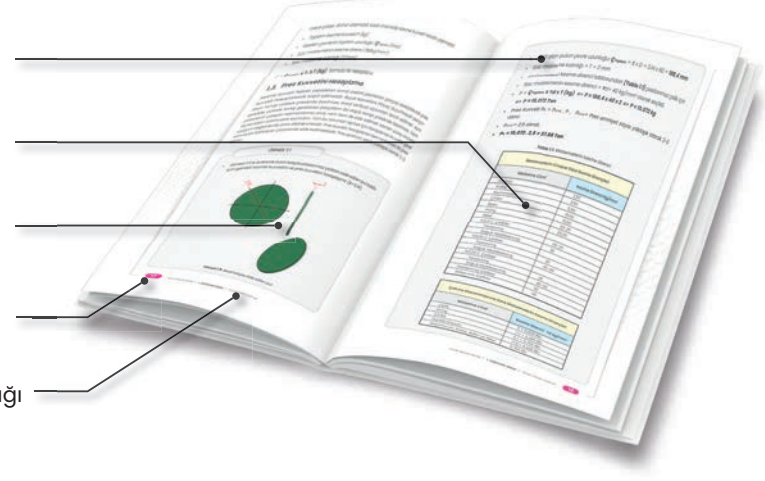
Kazanıma ait görsel

Metin alanı

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=16401

Etkileşimli kitap, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir. Daha fazlası için http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD= adresini karekod numarasını ekleyerek ziyaret edebilirsiniz.

DERS MATERYALİNİN TANITIMI



Not: Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

https://www.eba.gov.tr

ÖĞRENME BİRİMİ

DELME KESME KALIPLARI

KONULAR

1.1. DELME KESME KALIPLARINA GİRİŞ
1.2. KILAVUZ PLAKASIZ BASİT DELME KESME KALIPLARI
1.3. KILAVUZ PLAKALI KESME KALIPLARI
1.4. YAN ÇAKILI DELME KESME KALIBI
1.5. KILAVUZ KOLONLU DELME KESME KALIBI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Delme kesme kalıp elemanlarının hesaplarını yapma
- Delme kesme kalıp tasarımı yapma
- Kalıp standart çizelge ve katalogları kullanma
- Kalıp teknik ve meslek resimlerini çizme

TEMEL KAVRAMLAR

Kesme işlemi, kesme kalıbı, kesme kuvveti, pres kuvveti, kesme boşluğu, kesme aralığı, adım, şerit malzeme, yan çakı

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Sac metaller sizce nasıl şekillendirilir?
2. Delme kesme kalıplarının kullanım alanları hakkında düşünceleriniz nelerdir?

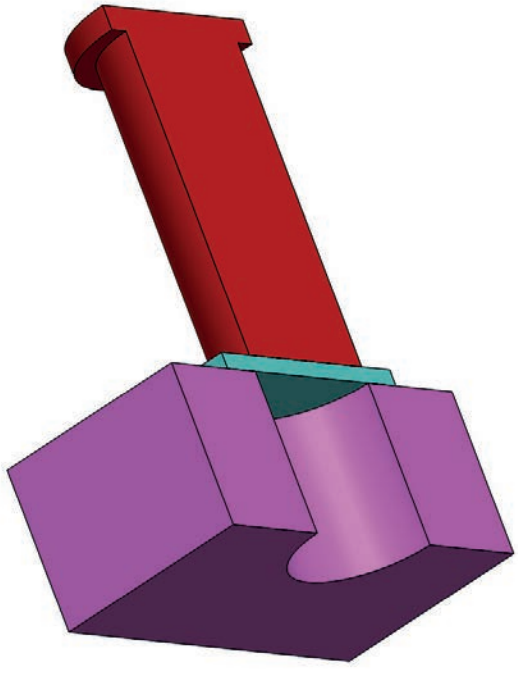
1.1. DELME KESME KALIPLARINA GİRİŞ

Levha veya şerit şeklindeki sac malzemeden arzu edilen ölçü ve şekildeki parçaların talaş kaldırılmadan presler yardımıyla elde edilmesinde kullanılan düzeneklere **delme ve kesme kalıbı** adı verilmektedir.

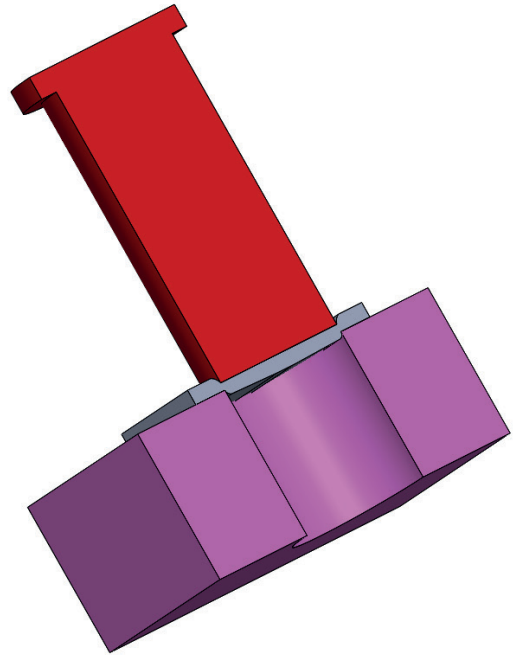
Delme ve kesme kalıplama işlemleri; elde edilmek istenen ürünün şekline, kullanılacak malzemenin cinsine ve kalınlığına göre farklılık göstermektedir. Kesme işlemini gerçekleştirmek için bazen kesme makasları yeterli olurken bazen de kesme delme kalıbı tasarımı zorunlu bir hâl almaktadır. Delme kesme kalıpları; imalatı yapılacak parçanın şekline, boyutlarına ve üretim adedine göre farklı tip ve işlevsellikte yapılır. Kalıbın işlevselliği arttıkça maliyeti de artmaktadır. Kalıp tasarımı sırasında üretim adedi, talep edilen ürün kalitesi ve ürünün üreticiye teslim edilme süresi göz önünde bulundurulur. Koşullar çerçevesinde ilgili üretimi planlayacak yetkili kişi; kılavuz plakasız, kılavuz plakalı, yan çakılı, kılavuz kolonlu delme kesme kalıplarından birine karar verir ve ilgili kalıbın tasarımını gerçekleştirir.

1.1.1. Kalıpla Kesme İşleminin Oluşumu

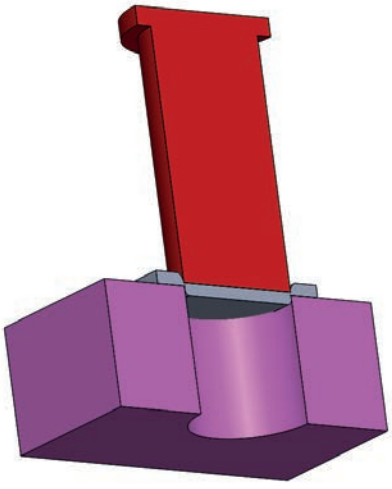
Kesme işlemi, levha veya şerit biçimindeki saclardan elde edilmek istenen profil ve ölçüdeki parçaları talaş kaldırmadan üretme işlemidir. Delme kesme kalıpları, seri üretim ile eş parçalar üretmek ve maliyeti düşürmek üzere tasarlanır ve imalatta kullanılır **(Görsel 1.1-1.4)**.



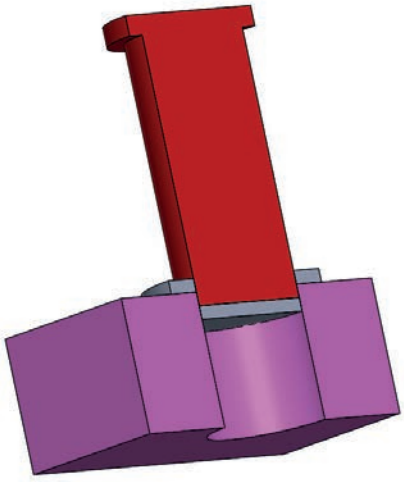
Görsel 1.1: Kalıpla kesme oluşumu



Görsel 1.2: Kalıpla kesme oluşumu



Görsel 1.3: Kalıpla kesme oluşumu



Görsel 1.4: Kalıpla kesme oluşumu

Delme kesme kalıplarında kesme işlemi kademeli olarak gelişen bir süreçtir **(Görsel 1.1-1.4)**. Kesme olayının birinci kademesinde zımba, malzemenin cinsine ve kalıptaki kesme boşluğuna bağlı olarak ilkel saca bir miktar batar **(Görsel 1.2)**. Fakat malzemede bir kopma olmaksızın sadece malzemenin zımba tarafından kesilmeye zorlanan kısmında bir miktar içe doğru çökme, dişi kalıp içinde ise dışa doğru bir miktar kamburlaşma ve sacın kesilmeye zorlanan bölgesinde yırtılma oluşmaya başlar **(Görsel 1.3)**. Yırtılma çizgileri basınç gerilmelerinin üzerine uyguladığı etki ile birleşerek kesme yüzeyini meydana getirir **(Görsel 1.3)**. Zımba, malzemeden kesilen numuneyi dişi kalıp içerisinde aşağı doğru iterek kalıp boşluğundan aşağıya düşürür ve delme kesme kalıbında kesme işlemi tamamlanmış olur **(Görsel 1.4)**.

1.1.2. Kesme Kuvveti

Üretimi gerçekleştirilmek üzere tasarlanıp imal edilmiş olan kalıbın kalıplama işlemini gerçekleştirmesi sürecinde parçanın şerit malzemeden ayrılırken göstermiş olduğu toplam direnç **kesme kuvveti** denir.

Çevre kesme ve delme işlemi sırasında kesme kuvveti ile malzemenin kesilme direnci, zımbanın malzemeye batma miktarına bağlı olarak sürekli değiştiğinden kesme işlemi boyunca değişir.

Delme kesme kalıplarında kalıplama işlemi sırasında gerekli olan kalıplama kuvveti hesaplanırken kesilen parçanın çevre uzunluğu, sac malzeme kalınlığı ve kesme direnci değişkenlerinin bilinmesi gerekir. Güvenli bir kesme işlemi gerçekleştirebilmek için pres emniyet katsayısını da (EKS) hesaplarda kullanmak gerekir. Kesme delme kalıplarında genellikle pres emniyet katsayısının 1,5-4 arasında alınması önerilir.

Delme kesme kalıbı tasarlama sürecinde kesme kuvveti hesaplanmalıdır. Çünkü kesme kuvveti hesabı sonrası, sağlıklı bir kesme işlemi için hesaplanan kuvveti karşılayacak bir pres tezgâhına sahip olmak gerekir. İmalatçı, bir ürünü ucuza mal edebilmek için kendi imkânları çerçevesinde gerçekleştireceği bir üretim süreci planlar. Dolayısıyla hesaplanan kuvveti karşılayacak bir prese sahip değilse alternatif çözümler üretmeye çalışır. Birinci alternatif, kalıbı imal edip kesme kuvveti hesabı yapmaktır.

- Toplam kesme kuvveti P (kg)
- Kesilen çevrenin toplam uzunluğu (**Ç**Toplam /mm)
- Sac malzemenin kesme direnci (**τ**dkg/mm²)
- Sac malzeme kalınlığı (T/mm)

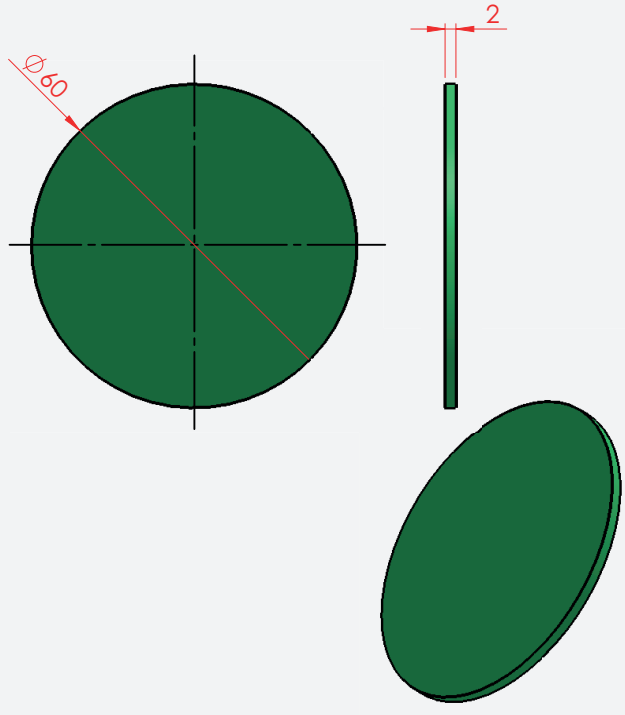
P = **Ç**Toplam · **τ**d · **T (kg)** formülü ile hesaplanır.

1.1.3. Pres Kuvvetini Hesaplama

Kesme kuvveti hesabı yapıldıktan sonra üretimi planlanan parçayı basabilecek pres kuvveti hesaplanarak tespit edilmelidir. Büyük kuvvetlere ihtiyaç duyulmayan parçaların tonajı yüksek preslerde basılması, enerji sarfiyatı açısından tercih edilmez. Aynı şekilde yüksek tonaj gerektiren parçaların da düşük tonajlı preslerde basılması, hem preslerin çalışan elemanlarına zarar verir hem de elde edilmek istenen yüzey kalitesi açısından sakıncalar barındırır. Tüm bu sorunları aşmak için hesaplanan kuvvete göre uygun değerlerde pres belirlenmelidir. Pres kuvveti, hesaplanan kesme kuvveti ile pres emniyet katsayısı çarpılarak elde edilmektedir. Pres emniyet sayısı yaklaşık olarak 2~3 alınır.

1.1. ÖRNEK

- **Görsel 1.5'e bakarak basit kalıpla paslanmaz çelikten elde edilen pul kalıbı için gerekli kesme kuvvetini ve pres kuvvetini hesaplayınız (π=3,14).**



Görsel 1.5: Basit kalıpla elde edilen pul

- Ø60 olan pulun çevre uzunluğu: **$Ç_{Toplam}$** = π · D = 3,14 · 60 = **188,4 mm**
- Sac malzeme kalınlığı = T = 2 mm
- Malzemelerin kesme direnci tablosundan **(Tablo 1.1)** paslanmaz çelik için sac malzemenin kesme direnci = **τd**= 40 kg/mm² olarak seçildi.
- P = **$Ç_{Toplam}$ · τd · T (kg) => P = 188,4 · 40 · 2 => P = 15.072 kg**
  => P = 15,072 Ton
- Pres kuvveti P_k = P_{Emk} · P , P_{Emk} = Pres emniyet sayısı yaklaşık olarak 2~3 alınır.
- P_{Emk} = 2,5 alındı.
- **P_k = 15,072 · 2,5 = 37,68 Ton**

Tablo 1.1: Malzemelerin Kesme Direnci

Malzemelerin Cinsine Göre Kesme Dirençleri	
Malzeme Cinsi	**Kesme Direnci kg/mm²**
Kurşun	2,50
Kalay	3,50
Alüminyum	5,60
Çinko	10,00
Bakır	15,50
Pirinç	20-25
Nikel	25,00
%0,10 C Çelikler	
Tavlanmış	25-30
Soğuk Haddelenmiş	30
%0,20 C Çelikler	
Tavlanmış	30
Soğuk Haddelenmiş	35-40
%0,30 C Çelikler	
Tavlanmış	35
Soğuk Haddelenmiş	45-50
Paslanmaz Çelikler	40
Silisyumlu Çelikler	45

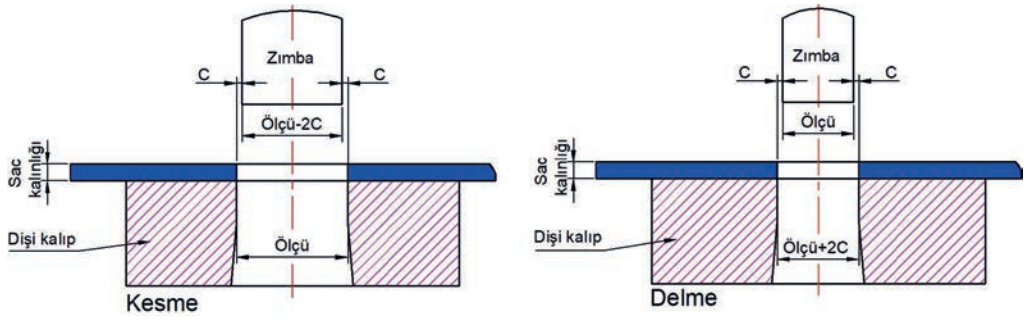
Çekme Dayanımlarına Göre Malzemelerin Kesme Dirençleri	
Malzeme Cinsi	**Kesme Direnci τd kg/mm²**
Çelik	11 + 0,560 σb
Pirinç	17,1 + 0,285 σb
Çinko	0,7 + 0,750 σb
Duraliminyum	17,3 + 0,230 σb
Alüminyum, Kalay, Bakır ve Nikel	0,750 σb

1.1.4. Kalıpta Kesme Boşluğu

Delme kesme kalıplarında sac malzemeyi kolaylıkla kesmek, çapaksız ve arzu edilen bir yüzey elde edebilmek için dişi kalıp ile kesme zımbası arasında oluşturulan ölçü farklılığına **kesme boşluğu** adı verilir. Zımba ile dişi kalıp arasındaki eşit mesafeye **kesme aralığı** denir. Kesme boşluğu ise iki kesme aralığının toplamına eşittir.

Sağlıklı bir kesim işlemi için kesme zımbası ile dişi kalıp (matris) arasında kesme boşluğunun olması gerekmektedir. Bırakılacak kesme boşluğu mesafesi; malzemenin kalınlığına, malzemenin kesme işlemine göstereceği direnç (kesme mukavemetine), üretim adedine ve kesme işlevini üstlenecek olan aygıtların (zımba ve dişi kalıp) kesici ağız yüzeylerinin kalitesine bağlı olarak değişmektedir. Hassas kesme işlemlerinde kesme aralığı, genel olarak kesilen sac malzemenin kalınlığının %0,5'i kadardır. Diğer kesme işlemlerinde kesme işleminin hassasiyetine bağlı olarak (Hassasiyet azaldıkça bu değer artar.) bu değer %5'e kadar çıkabilir. Kalıpta oluşturulan kesme boşluğu ölçüsünün yeterli olup olmadığı, kesme yüzeylerinde elde edilen yüzey kalitesinden anlaşılır. Kesme yüzeyleri kaba, gevrek veya çapaklıysa kesme boşluğu ölçüsünün fazla olduğu kabul edilir.

Kesme aralığı, bir kalıptaki tüm matrislerde (dişi kalıpta kesme işleminin gerçekleştirildiği her bir boşluk) ve kesme zımbalarında eşit olmalıdır. Böylece yük dengesinin (kuvvet dağılımı) tüm yüzeylere eşit olarak dağıtımı yapılmış olacaktır. Yükün eşit dağıtılması, imalatta kullanılan kalıbın ömrünü artırır ve üretilen parçanın daha kaliteli olmasını sağlar.



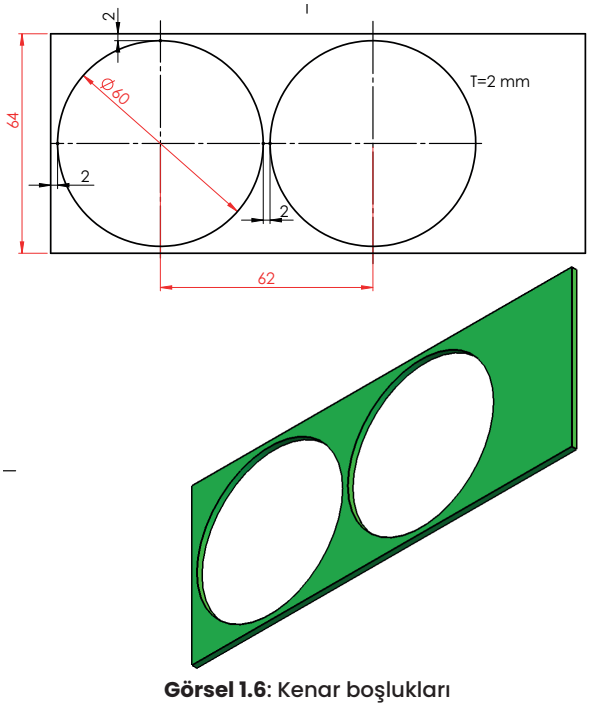
Tablo 1.2: Çift Taraflı Kalıp Kesme Boşluğu

Sac Kalınlığı mm	Malzeme Çekme Dayanımları τb=kg/mm²										
	5~10	15	20	5	30	35	40	45	50	60	70
	Çift Taraflı Kalıp Kesme Boşlugu (2.C)										
0,25	0,008	0,010	0,011	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	0,021
0,50	0,016	0,019	0,022	0,025	0,027	0,030	0,030	0,034	0,035	0,039	0,042
0,75	0,024	0,029	0,034	0,038	0,041	0,044	0,047	0,050	0,053	0,058	0,063
1,00	0,032	0,039	0,045	0,050	0,055	0,059	0,063	0,067	0,071	0,078	0,084
1,25	0,040	0,048	0,056	0,063	0,069	0,074	0,079	0,084	0,088	0,097	0,105
1,50	0,047	0,058	0,067	0,075	0,082	0,089	0,091	0,099	0,106	0,116	0,126

Sac Kalınlığı mm	Malzeme Çekme Dayanımları τb=kg/mm²										
	5~10	15	20	5	30	35	40	45	50	60	70
	Çift Taraflı Kalıp Kesme Boşlugu (2.C)										
1,75	0,055	0,068	0,078	0,088	0,096	0,104	0,111	0,117	0,124	0,136	0,147
2,00	0,063	0,077	0,089	0,100	0,110	0,118	0,126	0,134	0,141	0,155	0,167
2,25	0,071	0,087	0,100	0,113	0,123	0,133	0,142	0,151	0,159	0,174	0,188
2,50	0,079	0,097	0,112	0,125	0,137	0,148	0,158	0,168	0,177	0,194	0,210
2,75	0,087	0,107	0,123	0,138	0,151	0,163	0,174	0,185	0,195	0,213	0,230
3,00	0,095	0,106	0,124	0,150	0,164	0,178	0,190	0,201	0,212	0,232	0,250
3,50	0,127	0,155	0,179	0,200	0,219	0,237	0,253	0,268	0,283	0,310	0,335
4,00	0,158	0,194	0,224	0,250	0,274	0,296	0,316	0,336	0,354	0,388	0,420
4,50	0,190	0,232	0,268	0,300	0,329	0,355	0,379	0,400	0,424	0,465	0,500
5,00	0,220	0,270	0,313	0,350	0,384	0,415	0,442	0,470	0,495	0,543	0,586
6,00	0,285	0,350	0,400	0,450	0,493	0,533	0,569	0,650	0,636	0,698	0,750
7,00	0,348	0,425	0,490	0,550	0,603	0,651	0,695	0,738	0,778	0,850	0,920
8,00	0,410	0,500	0,580	0,650	0,710	0,780	0,820	0,920	1,008	1,050	1,100
10,00	0,540	0,658	0,760	0,850	0,970	1,008	1,075	1,140	1,202	1,318	1,423
12,00	0,665	0,812	0,940	1,050	1,150	1,243	1,327	1,410	1,485	1,625	1,750
15,00	0,853	0,990	1,200	1,350	1,480	1,600	1,710	1,812	1,910	2,090	2,260
18,00	1,040	1,276	1,475	1,650	1,810	1,954	2,086	2,213	2,334	2,556	2,763
22,00	1,300	1,580	1,830	2,050	2,250	2,425	2,590	2,750	2,900	3,180	3,430
25,00	1,485	1,820	2,100	2,350	2,580	2,780	2,970	3,150	3,325	3,640	3,890

1.1.5. Kenar Boşlukları

Delme kesme kalıplarında sac malzemenin sağlıklı bir şekilde kesilebilmesi ve şerit malzemenin kendisine ayrılmış alanda kolay bir şekilde ilerleyebilmesi için elde edilmek istenen ürünün kenarında uygun boşluklar bırakılır **(Görsel 1.6)**. Bu boşluk miktarı, sacın kalınlığı ve kesme direnci göz önünde bulundurularak hesaplanır. Teorik hesaplamalardan çok deneysel değerler tercih edilir. Şerit malzeme kalınlığı **Tablo 1.4**'e göre seçilir. Delme kesme kalıplarında kesme boşlukları uygun seçilmezse elde edilmek istenen üründe çapaklar oluşur.



Görsel 1.6: Kenar boşlukları

Tablo 1.3: Kenar Boşlukları (Orta Sertlikte Malzemeler İçin)

Yan Kesicisiz Kesme								
Sac Kalınlığı s (mm)	"b" Mesafesi Kesilen Genişlik B1 veya Şerit Genişliği B (mm)							
	10	50	100	150	250	350	500	1000
0,10	1,2							
0,18	1,2	1,5						
0,20	1,2	1,5	1,8					
0,22	1,2	1,6	1,9					
0,24	1,3	1,6	2,0	2,5				
0,28	1,3	1,7	2,0	2,7				
0,32	1,3	1,7	2,4	2,9	3,3			
0,38	1,4	1,8	2,6	3,1	3,5			
0,40	1,4	1,9	2,8	3,3	3,7	4,0		
0,50	1,5	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5		
0,56	1,4	1,9	2,8	3,3	3,8	4,3	5,0	
0,63	1,3	1,8	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	
0,75	1,2	1,7	2,4	3,9	3,4	3,9	4,4	
0,88	1,1	1,6	2,2	2,7	3,2	3,7	4,2	
1,00	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	6,0
1,13	1,2	1,7	2,2	2,7	3,2	3,7	4,2	6,0
1,25	1,4	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,3	6,0
1,38	1,5	1,9	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	6,2
1,50	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	6,5
1,75	1,8	2,2	2,7	3,2	3,2	4,2	4,7	6,7
2,00	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	7,0
2,25	2,0	2,8	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	7,2
2,50	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	7,0
2,75	2,0	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	7,7
3,0	2,0	3,5	4,8	4,5	5,0	5,5	6,0	8,0
3,5	2,5	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,5	8,0
4,0	2,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0
4,5	3,0	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	7,0	8,5
4,75	3,0	4,5	4,7	5,2	5,7	6,2	7,0	8,5
5	3,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	9,0
6	3,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	10
7	4,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0
8	S	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0	11
9	6	7,0	7,5	8,0	06	10,0	11,0	12,0
10	7	8	8,5	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0

Yan Kesicili Kesme			
b1 Mesafesi Şerit Genişliği B (mm)			
20	50	75	100
1,0	1,2	1,5	1,9
1,0	1,2	1,5	1,9
1,0	1,2	1,5	1,9
1,0	1,3	1,6	2,0
1,0	1,3	1,6	2,0
1,0	1,3	1,6	2,0
1,0	1,4	1,7	2,1
1,0	1,4	1,7	2,1
1,0	1,4	1,7	2,1
1,2	1,5	1,8	2,2
1,2	1,5	1,8	2,2
1,3	1,6	1,9	2,3
1,3	1,6	1,9	2,3
1,4	1,7	2,0	2,4
1,5	1,8	2,0	2,4
1,5	1,9	2,1	2,4
1,6	2,0	2,2	2,6
1,7	2,1	2,3	2,8
1,8	2,2	2,5	3,0
2,1	2,5	2,8	3,2
2,4	2,8	3,0	3,3
2,6	3,0	3,3	3,6
2,8	3,3	3,6	4,0
3,0	3,5	4,0	4,5

Tablo 1.4: Şerit Malzeme Genişliği (Sert Malzemeler İçin)

Şerit Malzeme Genişliği (mm)	Maksimum Parça Boyu	Kesim Payı 'a' ve 'b'	Şerit Malzeme Genişliği 'S' (mm)										
			0	0	1	0,75	1	1,3	2	1,8	2	3	3
100 mm'ye kadar	10	a	1	1	1	0,9	1	1,2	1	1,5	2	2	2
		b	1	1	1								
	11 - 50	a	2	1	1	1	1	1,4	1	1,6	2	2	2
		b	2	2	1								
	51 - 100	a	2	1	1	1,2	1	1,5	2	1,8	2	2	3
		b	2	2	1								
	100 ve daha yukarı	a	2	2	1	1,4	2	1,8	2	2	2	2	3
		b	2	2	2								
	Yan Çakı Kesme Payı		1,5					1,8	2	2,5	3	4	5
100'den 200 mm'ye kadar	100 - 110	a	1	1	1	1	1	1,3	1	1,6	2	2	2
		b	1	1	1								
	111 - 150	a	2	1	1	1,2	1	1,6	2	1,8	2	2	3
		b	2	2	1								
	151 - 200	a	2	2	1	1,4	2	1,8	2	2	2	2	3
		b	2	2	2								
	200 ve daha yukarı	a	2	2	1	1,6	2	2	2	2,2	2	3	3
		b	3	2	2								
	Yan Çakı Kesme Payı		1,5					1,8	2	2,5	3	4	4
Sert kâğıt, kumaşlarda veya ketenlerde a ve b değeri %50 artırılır.													

1.1.6. Adım Hesabı

Üretilmek istenen ürünün elde edileceği şerit malzemenin ritmik olarak her seferinde ilerleyeceği miktarına **adım** denir. Şerit malzemenin presin her baskısı sonrasında ilerleyeceği miktar sabittir ve bu miktar adım kadardır. Şerit malzeme, ilk baskıda kesilen parça sonrası adım kadar ilerletilir. Kalıpta adım kadar ilerletmeyi sağlayabilmek, ilerleme miktarını her defasında ölçmeden sağlayabilmek için yan çakı, dayama veya sürücü kullanılır.

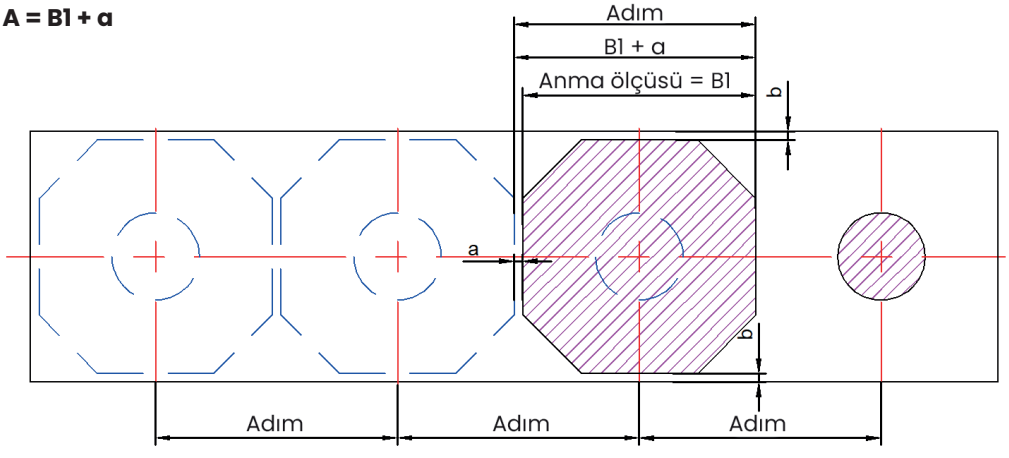
Adım hesabı, **Görsel 1.7**'ye göre A = B1 + a formülü ile hesaplanır.

Adım = A (mm)

Anma ölçüsü = B1 (mm)

Kesme boşluğu = a

A = B1 + a



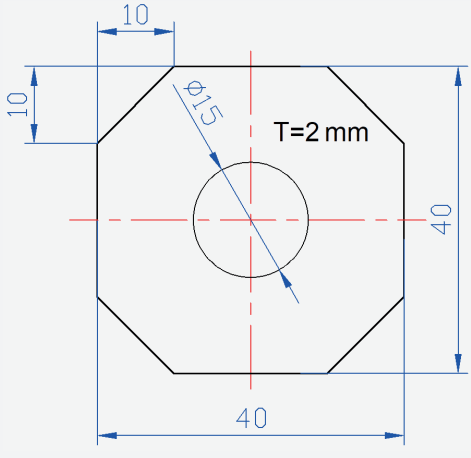
Görsel 1.7: Adım hesabı

1.2. ÖRNEK

- **Sac kalınlığı 2 mm olan, Görsel 1.8'de şekli verilen parça için kalıp adımını belirleyiniz.**

Verilenler

- Anma ölçüsü = B1 = 40
- **Tablo 1.3'e göre kesme boşluğu = a = 1,7 mm seçilir.**
- Adım= B1 + a = 40 + 1,7 = 41,7 mm olarak bulunur.



Görsel 1.8: Adım hesabı

1.1.7. Şerit Malzeme Genişliğini Belirleme

Delme kesme kalıplarında üretim gerçekleştirilirken üretilecek ürünün kesme delme zımbaları aracılığıyla üzerinden kesilerek düşürülen sac malzemeye **şerit malzeme** denir. Başka bir ifade ile seri üretim sırasında elle veya otomatik besleme mekanizmaları ile bir silindir makara üzerine sarılmış sacın belirtilen adımlarla kalıp içerisine sürülmesi işleminden dolayı şerit malzeme adı verilmektedir. Şerit malzeme genişliği, yan çakısız kalıplamalarda ürünün anma ölçüsü ve kenar boşluklarının toplamına eşittir. Yan çakılı kalıplama işlemlerinde ise ürünün anma ölçüsü, kenar boşlukları ve yan çakı payı toplamına eşittir.

Yan Çakısız Kalıplamalarda Şerit Malzeme Genişliği

(Görsel 1.9'a göre)

Anma ölçüsü = B1 (mm)
Kenarlardaki kesme boşluğu = b (mm)
Şerit malzeme genişliği = B (mm)

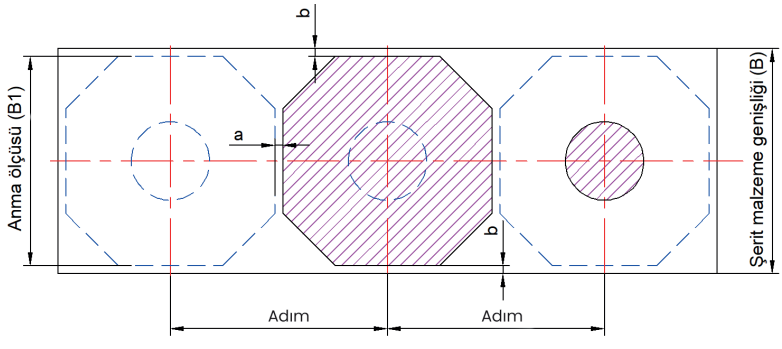
B = B1 + 2b

Yan Çakılı Kalıplamalarda Şerit Malzeme Genişliği

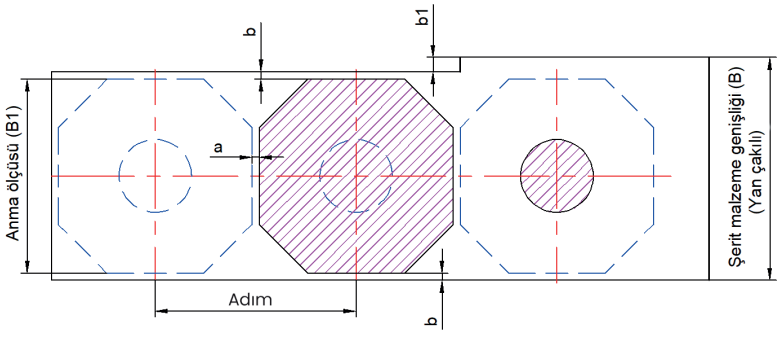
(Görsel 1.10'a göre)

Anma ölçüsü = B1 (mm)
Kenarlardaki kesme boşluğu = b (mm)
Şerit malzeme genişliği = B (mm)
Yan çakı kesme payı = b1 (mm)

B = B1 + 2b +b1



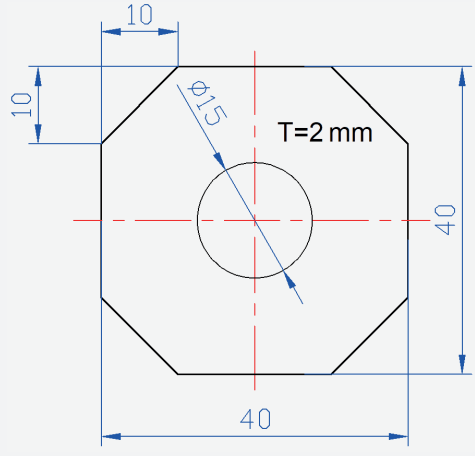
Görsel 1.9: Yan çakısız şerit malzeme yerleşim planı



Görsel 1.10: Yan çakılı şerit malzeme yerleşimi

1.3. ÖRNEK

- **Sac kalınlığı 2 mm olan, Görsel 1.11'de şekli verilen parça için şerit malzeme genişliğini yan çakısız ve yan çakılı olarak belirleyiniz.**



Görsel 1.11: Şerit malzeme genişliği hesaplama

Verilenler

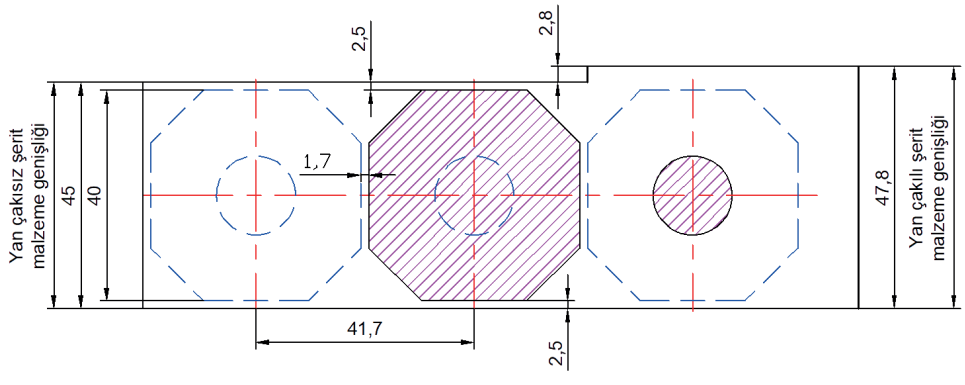
- B1 = 40 mm
- Tablo 1.3'e göre b = 2,5 mm seçilir.
- b1 = 2,8 mm seçilir.

Yan çakısız olarak şerit malzeme genişliği

- **B = B1 + 2b**
- B = 40 + 2 · 2,5 => B = 45 mm

Yan çakılı olarak şerit malzeme genişliği

- **B = B1 + 2b + b1**
- B = 40 + 2 · 2,5 + 2,8 => B = 47,8 mm

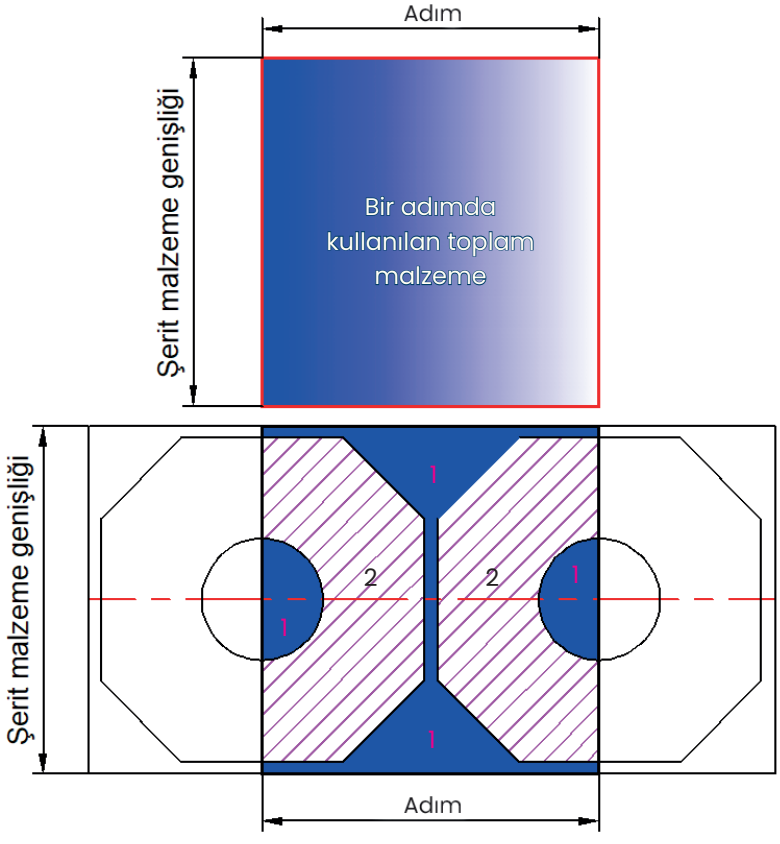


Görsel 1.12: Şerit malzeme yerleşim planı

1.1.8. Verim Hesaplama

Delme kesme kalıplarında bir adımda elde edilen ürün alanının (**Görsel 1.13**'te pembe olarak taranmış olan 2 numaralı alanların toplamı) bir adım ilerletildiğinde yer değişikliğinden dolayı oluşan toplam malzeme alanına (**Görsel 1.13**'te görüleceği üzere şerit malzeme genişliği x adım) bölünüp 100 ile çarpımı sonucunda **verim** ortaya çıkar. Özetlemek gerekirse bir adımda kullanılan toplam malzemenin yüzde kaçının ürüne (pembe ile taranmış 2 numaralı alanların toplamı) dönüştüğü, yüzde kaçının fire (maviye boyanmış 1 numaralı alanların toplamı) olarak kaldığı, verimi gösterir.

Verimin yüksek olması, fire miktarını azaltacağından ürün birim maliyetini de düşürür. Fireyi en aza indirebilmek verim açısından önemlidir. Fireyi azaltabilmenin yolu şerit malzeme planından geçer. Şerit malzeme planı yapılırken üretilecek ürünün farklı birçok şerit malzeme yerleşim planı (tek sıralı, çift sıralı veya farklı açı ve pozisyonda yerleşim) yapılır ve kalıp maliyeti göz önünde bulundurularak en yüksek verimin oluştuğu yerleşim planına göre kalıp tasarımı yapılır. Verimi artırabilmek, mümkünse fireyi azaltmak için farklı parçalar aynı anda kalıplanabilir.

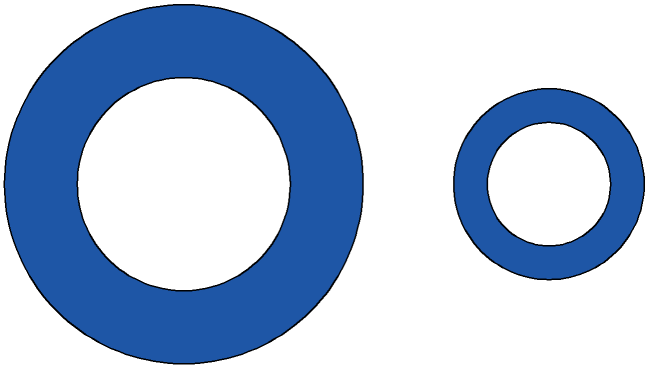


Görsel 1.13: Verim hesabı

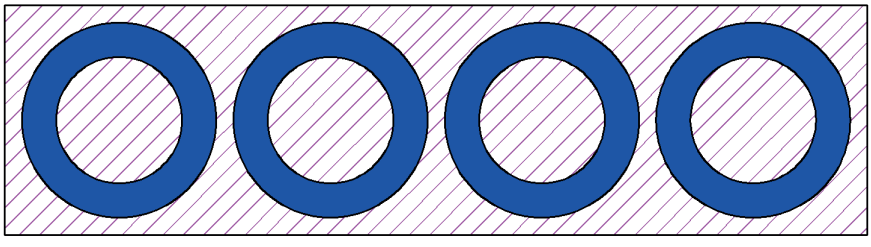
Görsel 1.14'te şerit malzemenin pres tezgâhında ürüne dönüşen ve fire kısmı görülmektedir.

Görsel 1.14: Delme kesme kalıbının prese bağlanması

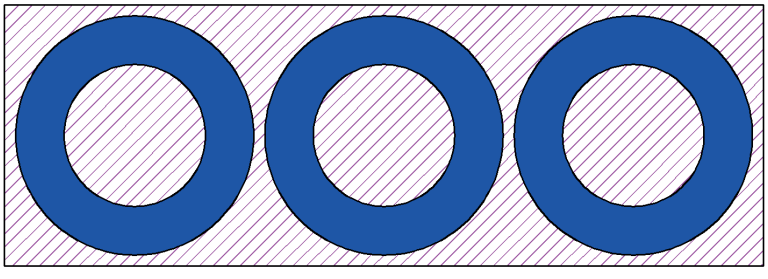
1.1.8.1. Şerit Malzeme Yerleşim Planının Verim Açısından Örneklerle Değerlendirilmesi



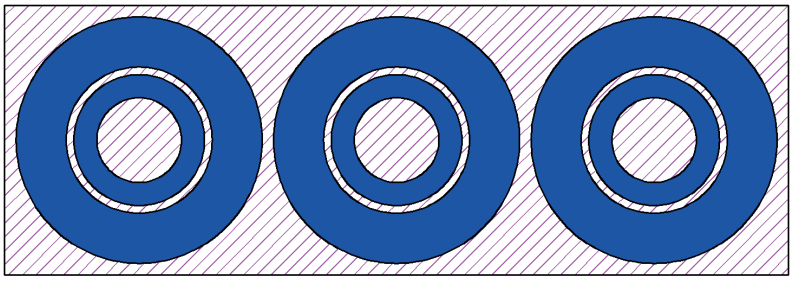
Görsel 1.15: İki farklı çaptaki pul



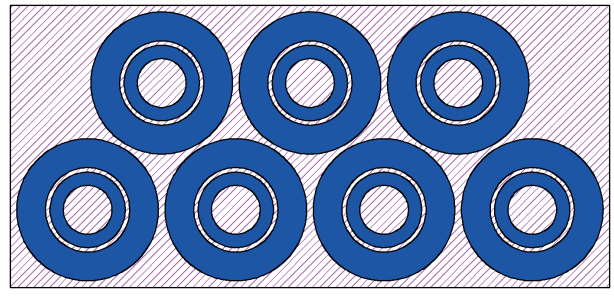
Görsel 1.16: Küçük çaplı pulun şerit malzeme yerleşim planı



Görsel 1.17: Büyük çaplı pulun şerit malzeme yerleşim planı

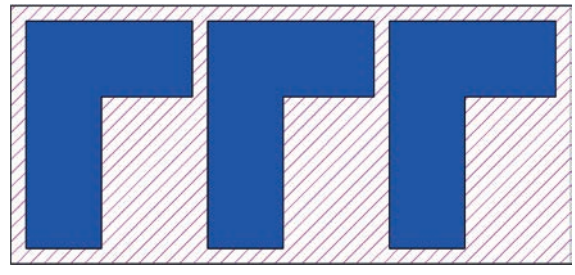


Görsel 1.18.a: İki pulun iç içe üretiminin tek sıralı şerit malzeme yerleşim planı

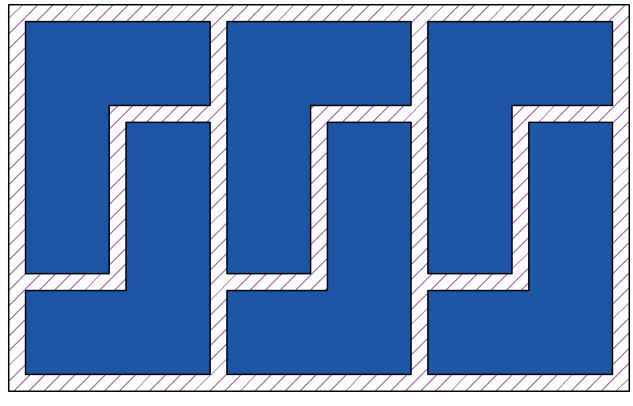


Görsel 1.18.b: İki pulun iç içe üretiminin çift sıralı şerit malzeme yerleşim planı

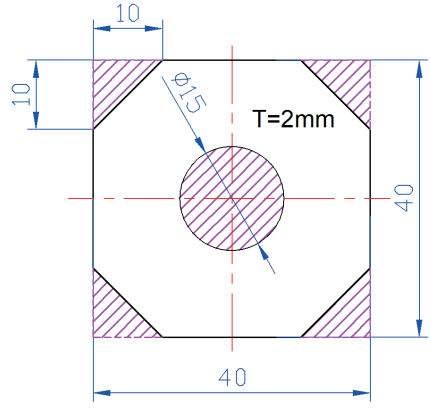
Görsel 1.19: L parçası



Görsel 1.20: L parçasının tek sıralı şerit malzeme yerleşim planı



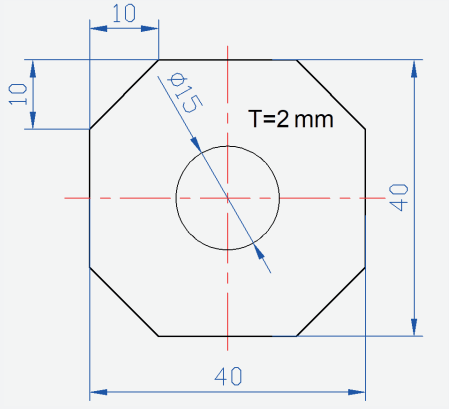
Görsel 1.21: L parçasının çift sıralı şerit malzeme yerleşim planı



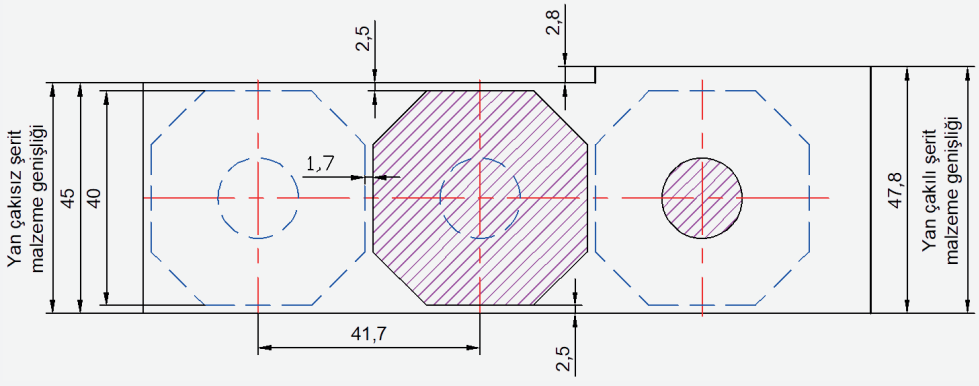
Görsel 1.22: Üretilen parça ve fire alanının gösterimi

1.4. ÖRNEK

- **Görsel 1.11'de şekli verilen parça için şerit malzeme verimini yan çakısız ve yan çakılı olarak hesaplayınız (π=3,14). Görsel 1.12'de verilen şerit malzeme yerleşim planını dikkate alınız.**



Görsel 1.11: Şerit malzeme genişliği hesaplama



Görsel 1.12: Şerit malzeme yerleşim planı

Şerit Malzeme Verimi (Yan Çakısız Olarak)

Bir adımda kullanılan toplam malzeme alanı S = Adım · Şerit malzeme genişliği = 41,7 · 45 => S = 1.876,5 mm²

Bir adımda elde edilen ürünün toplam alanı S1 = 40 · 40 olan dikdörtgen alanından pembe ile taranmış fire alanları çıkarıldığında elde edilecektir.

Taranmış fire alanları Ø15 daire ve 4 adet ikizkenar dik üçgenden (bir kenarı 10 mm) oluşmaktadır.

Ø15 Daire alanı = $\frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 15^2}{4} = 176{,}625\ mm^2$

İkizkenar dik üçgenin alanı= $\frac{10 \cdot 10}{2} = 50\ mm^2$

4 adet ikizkenar dik üçgenin alanı = $50 \cdot 4 = 200\ mm^2$

$S_1 = 40 \cdot 40 - 176{,}625 - 200 \Rightarrow S_1 = 1.223{,}375\ mm^2$

$S = 1.876{,}5\ mm^2$

% Verim= $\frac{S_1}{S} \cdot 100 = \frac{1.223{,}75}{1.876{,}5} \cdot 100 =$ **%65,21** olarak bulunur.

Şerit Malzeme Verimini Yan Çakılı Olarak Hesaplama

Kalıp yan çakılı olarak yapıldığında ve **Görsel 1.12**'de verilen şerit malzeme yerleşim planı incelendiğinde sadece şerit malzeme genişliğinin değiştiği görülecektir. Bu yüzden yukarıda yapılan hesaplamalardan birbirinin aynı olanlar tekrar yapılmayıp sadece bir adımda kullanılan toplam alan hesabı yapılacaktır.

Bir adımda kullanılan toplam malzeme alanı S = Adım . Şerit malzeme genişliği = **41,7 . 47,8** => S = 1.993,26 mm²

$S_1 = 1.223{,}375\ mm^2$

$S = 1.993{,}26\ mm^2$

% Verim = $\frac{S_1}{S} \cdot 100 = \frac{1.223{,}375}{1.993{,}26} \cdot 100 =$ **%61,39** olarak bulunur.

1.1.9. Kalıp Sap Yerinin Tespiti

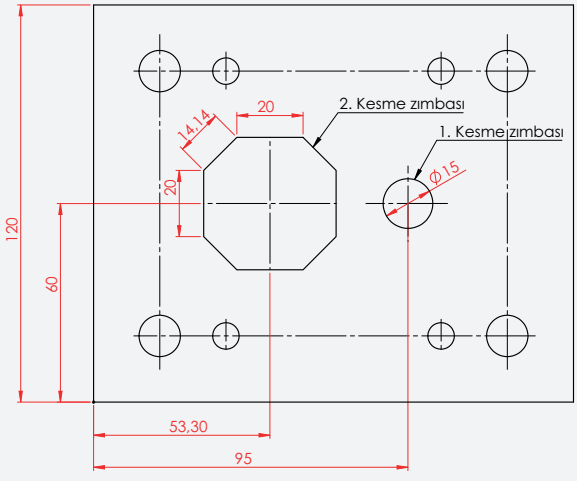
Delme kesme kalıplarında her bir zımbanın kestiği parça için gerekli olan kesme kuvvetinin kestiği geometrinin merkez noktası referans alınır. Referans alınan bu noktaya göre oluşturdukları toplam momentleri bulunur. Sonrasında bulunan toplam momentlerin toplam kuvvetlere bölünmesi (X ve koordinatlarının her biri için bu hesap yapılır.) ile bulunan kuvvet ağırlık merkezi koordinatlarına kalıp sapı yerleştirilir. Presin dengeli bir baskı yapabilmesi sağlanır.

$$x = \frac{p1 \cdot x1 + p2 \cdot x2 + p3 \cdot x3 + pn \cdot xn}{p1 + p2 + p3 + pn} \qquad y = \frac{p1 \cdot y1 + p2 \cdot y2 + p3 \cdot y3 + pn \cdot yn}{p1 + p2 + p3 + pn}$$

formülü ile hesaplanır.

1.5. ÖRNEK

- **Sac kalınlığı 2 mm ve paslanmaz çelikten yapılan τd=40 kg/mm² (Tablo 1.1'den alınmıştır.) ve Görsel 1.11'de şekli verilen parça için kalıp sap yerini tayin ediniz (π=3,14).**



Görsel 1.23: **Görsel 1.12**'de yan çakısız şerit malzeme yerleşim planı verilen parçanın dişi kalıp yerleşim planı

Ø15 olan zımbanın çevre uzunluğu: $Ç_{Toplam} = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 15 =$ **47,1 mm**
Sac malzeme kalınlığı = T= 2 mm
τd = 40 kg/mm² olarak seçildi.

$P_{Ø15} = Ç_{Toplam} \cdot \tau d \cdot T$ (Kg) => $P_1 = 47,1 \cdot 40 \cdot 2$ => $P_1 = 3.768$ kg

2. kesme zımbası için

$Ç_{Toplam} = 4 \cdot 20 + 14,14 \cdot 4 \Rightarrow Ç_{Toplam} = 136,56$ mm

$P_{2.\ kesme\ zımbası} = Ç_{Toplam} \cdot \tau d \cdot T$ (kg) => $P_2 = 136,56 \cdot 40 \cdot 2 \Rightarrow P_2 = 10.924,8$ kg

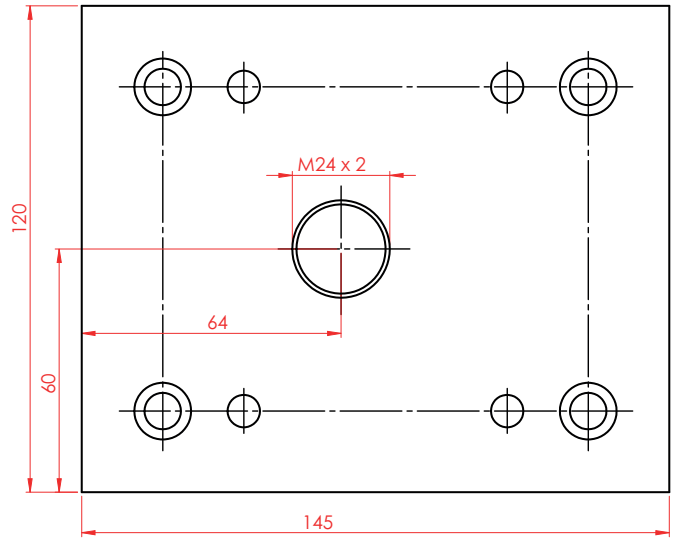
$$X = \frac{p1 \cdot x1 + p2 \cdot x2 + p3 \cdot x3 + pn \cdot xn}{p1 + p2 + p3 + pn}$$

$$X = \frac{3.768 \cdot 95 + 10.924,8 \cdot 53,30}{3.768 + 10.924,8} \Rightarrow X = 64 \text{ mm}$$

$$y = \frac{p1 \cdot y1 + p2 \cdot y2 + p3 \cdot y3 + pn \cdot yn}{p1 + p2 + p3 + pn}$$

$$y = \frac{3.768 \cdot 60 + 10.924,8 \cdot 60}{3.768 + 10.924,8} \Rightarrow y = \frac{60 \cdot (3.768 + 10.924,8)}{3.768 + 10.924,8} \Rightarrow y = 60 \text{ mm}$$

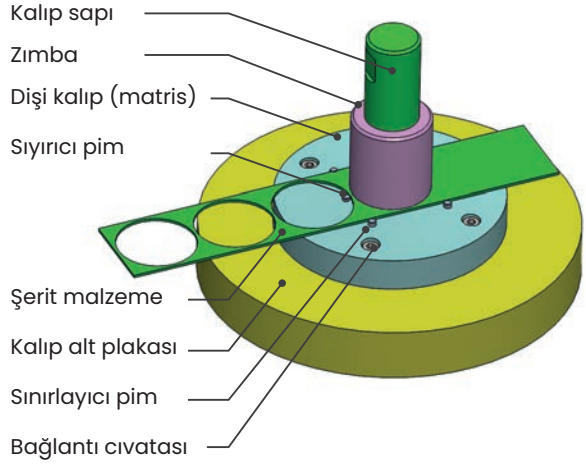
(**Görsel 1.23** incelendiğinde kuvvetlerin y eksenine simetrik olarak dağıldığı görülecektir. Simetrik dağılımlar için hesaplama gerekmemektedir.)



Görsel 1.24: Kalıp sapının yerleşimi

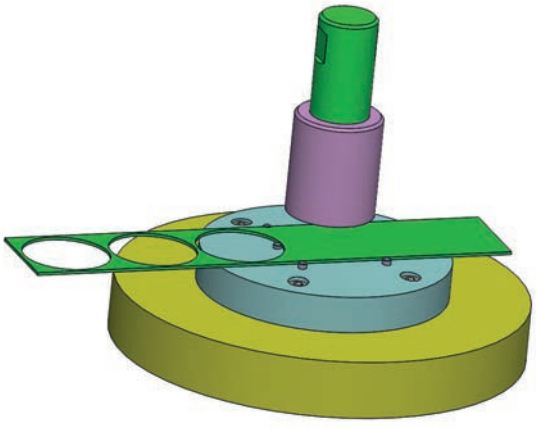
1.2. KILAVUZ PLAKASIZ BASİT DELME KESME KALIPLARI

Üretilecek parça üretim adedi düşükse ve yüzey kalitesi bir önem arz etmiyorsa parçaların kesilmesinde basit ve ucuz yapılardan faydalanılır. Bu kalıplar; **Görsel 1.25**'teki gibi zımba, dişi kalıp (matris) ve bu elemanları birleştirecek yeterli sayıda bağlantı elemanı ve sınırlayıcı pim veya sınırlayıcı mekanizmalardan oluşmaktadır. Bu kalıplarda zımba ile dişi kalıp arasında kesme boşluğunun tüm kesici yüzeylere eşit dağılmasını sağlayacak kılavuz görevi gören bir plaka olmadığından kalıpların preslere titizlikle bağlanması ve kalıpların titizlikle çalıştırılması gerekmektedir. Bu tür kalıplarda operatörün teknik bilgisi ve ustalık deneyimi önem kazanmaktadır. Çünkü pres yataklarının boşlukları kontrol edilmeli ve iyi durumda olduğundan emin olduktan sonra çalıştırılmalıdır. Kalıp pres tablasına bağlanırken kalıbın sabit bölümünün bağlandığı tabla ile presin hareketli bölümüne bağlanan kısmın (presin hareketli bölümü ile hareket kazanan kısım) eş merkezliliği kontrol edilmeli. istenilen tolerans aralıklarında olmasına özen gösterilmelidir. *Kılavuzlu kalıplarda bu işlevi kılavuz plakası gerçekleştirdiği için kalıp eş merkezliliği ve sacın zımbadan sıyrılması sorunu yaşanmamaktadır. Kılavuz plakasız basit delme kesme kalıplarında kesim sırasında ayar yapılırken zaman kaybı ve parça ölçülerinde farklılık oluşmaktadır. Ancak üretim miktarı sınırlı ve parça kalitesinin çok önemli olmadığı durumlarda bu tür kalıplar tercih edilebilir. Üretim adedi fazla ve parça yüzey kalitesinin önem arz ettiği durumlarda kesinlikle kılavuz*

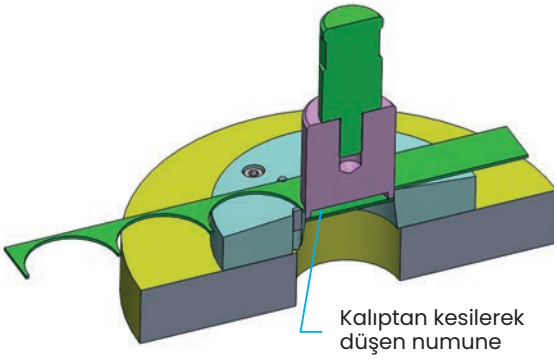


Görsel 1.25: Kılavuz plakasız basit delme kesme kalıbı

plakalı delme kesme kalıpları kullanılmalıdır. Bu sayede ürün birim maliyeti düşeceği gibi parça ölçü bütünlüğü sağlanacak ve yüzey kalitesinin istenen seviyede olması güvence altına alınmış olacaktır.



Görsel 1.26: Kılavuz plakasız basit delme kesme kalıbı

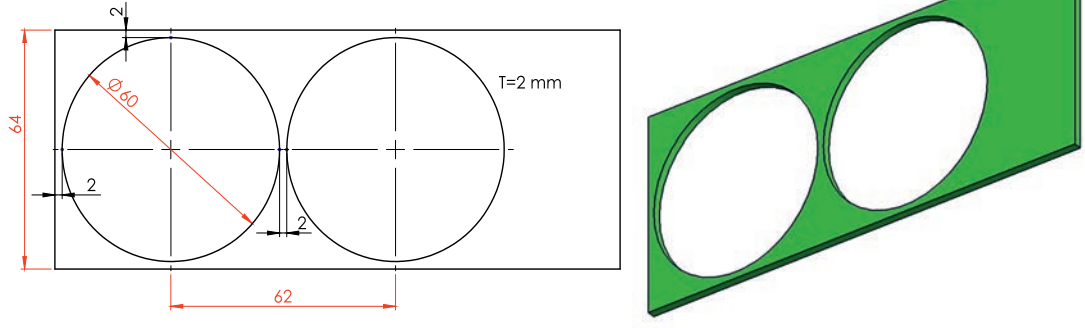


Görsel 1.27: Kılavuz plakasız basit kesme kalıbı kesit görünümü

1.2.1. Kılavuz Plakasız Basit Delme Kesme Kalıp Tasarımı

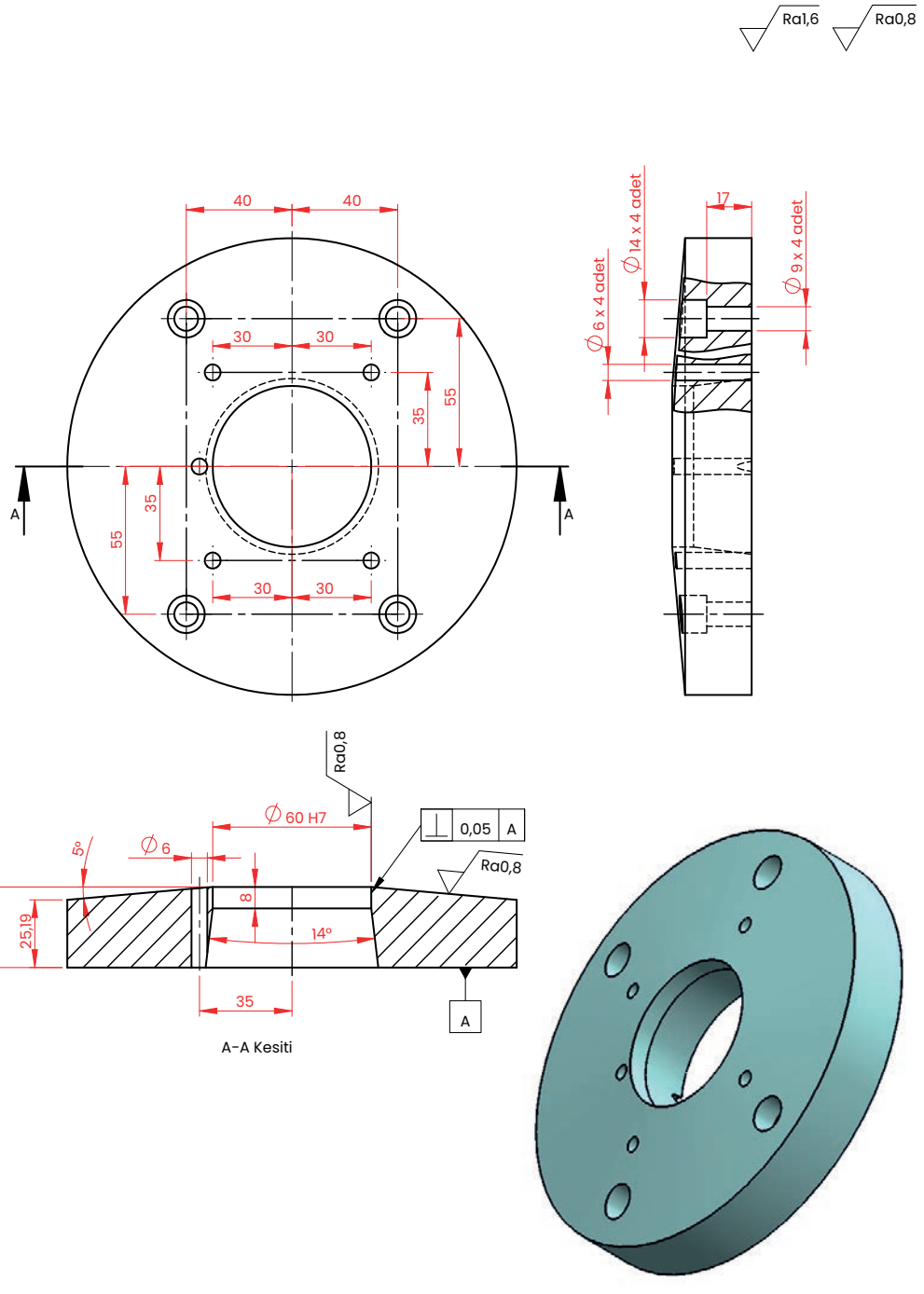
1. Şerit Malzeme Yerleşim Planının Yapılması

Anma ölçüsü = B_1 = Ø60
Kesme boşluğu = a = 2 mm
Adım = B_1 + a = 60 + 2 = **62 mm** olarak bulunur.
Kesme boşluğu = b = 2 mm
Şerit malzeme genişliği = $B_1 + 2 \cdot b = 60 + 2 \cdot 2 = 64$ mm



Görsel 1.28: Ø60 pul kalıbı şerit malzeme yerleşim planı

2. Dişi (Matris) Plaka Tasarımı

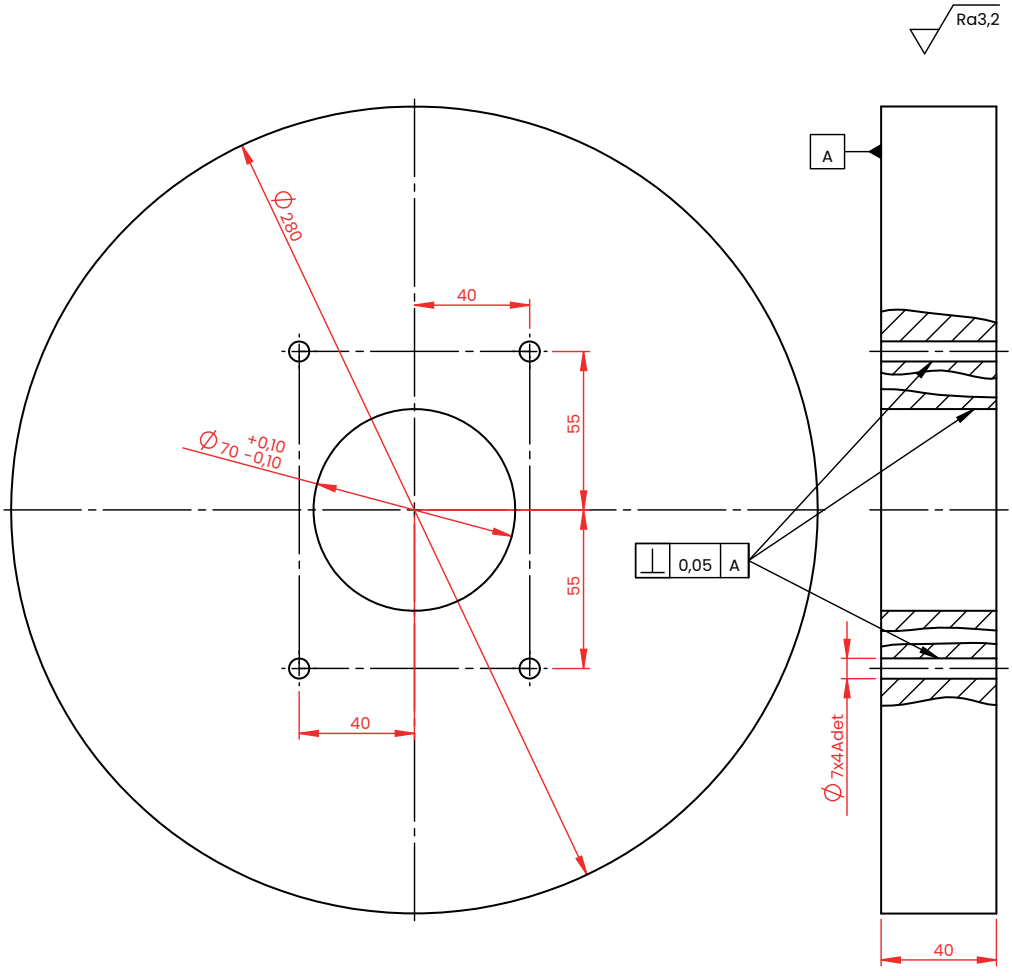


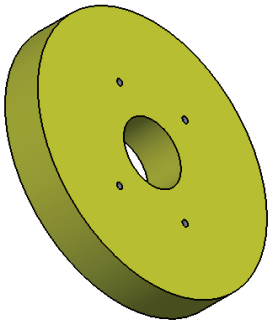
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/2	1	Dişi plaka		01-02
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

3. Kalıp Alt Plakası Tasarımı



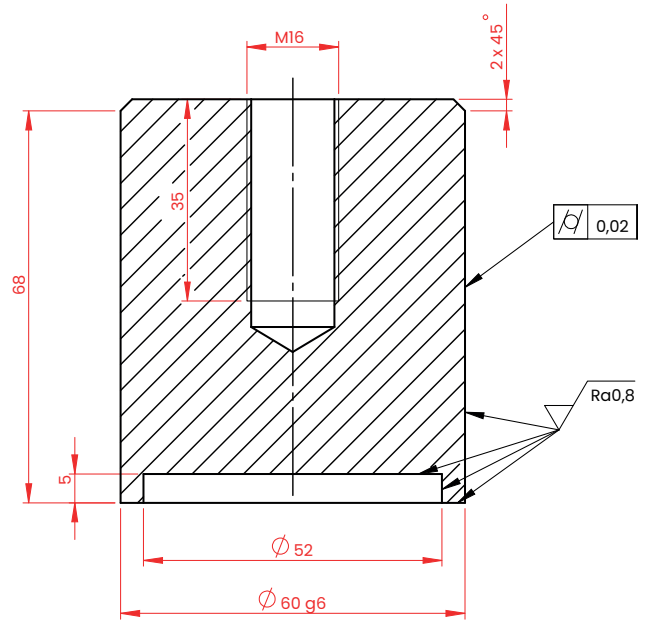


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

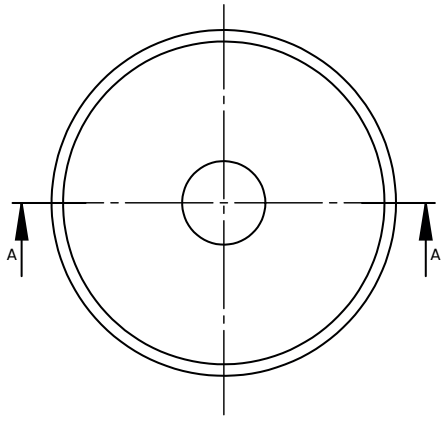
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

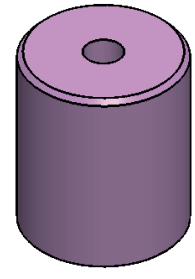
Ç1040	1/2	1	Kalıp alt plakası		01-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

4. Kesme Zımbası Tasarımı



A-A Kesiti



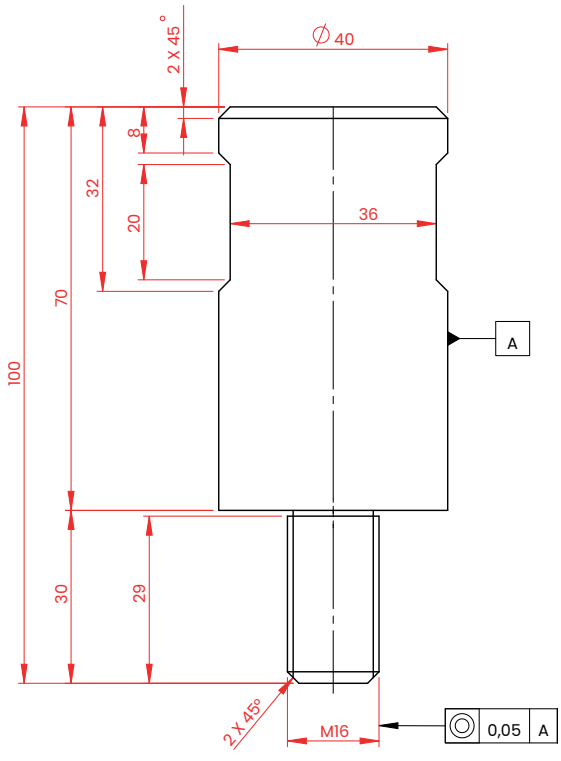


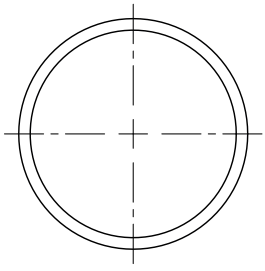
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Kesme zımbası		01-04
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

5. Kalıp Sapı Tasarımı



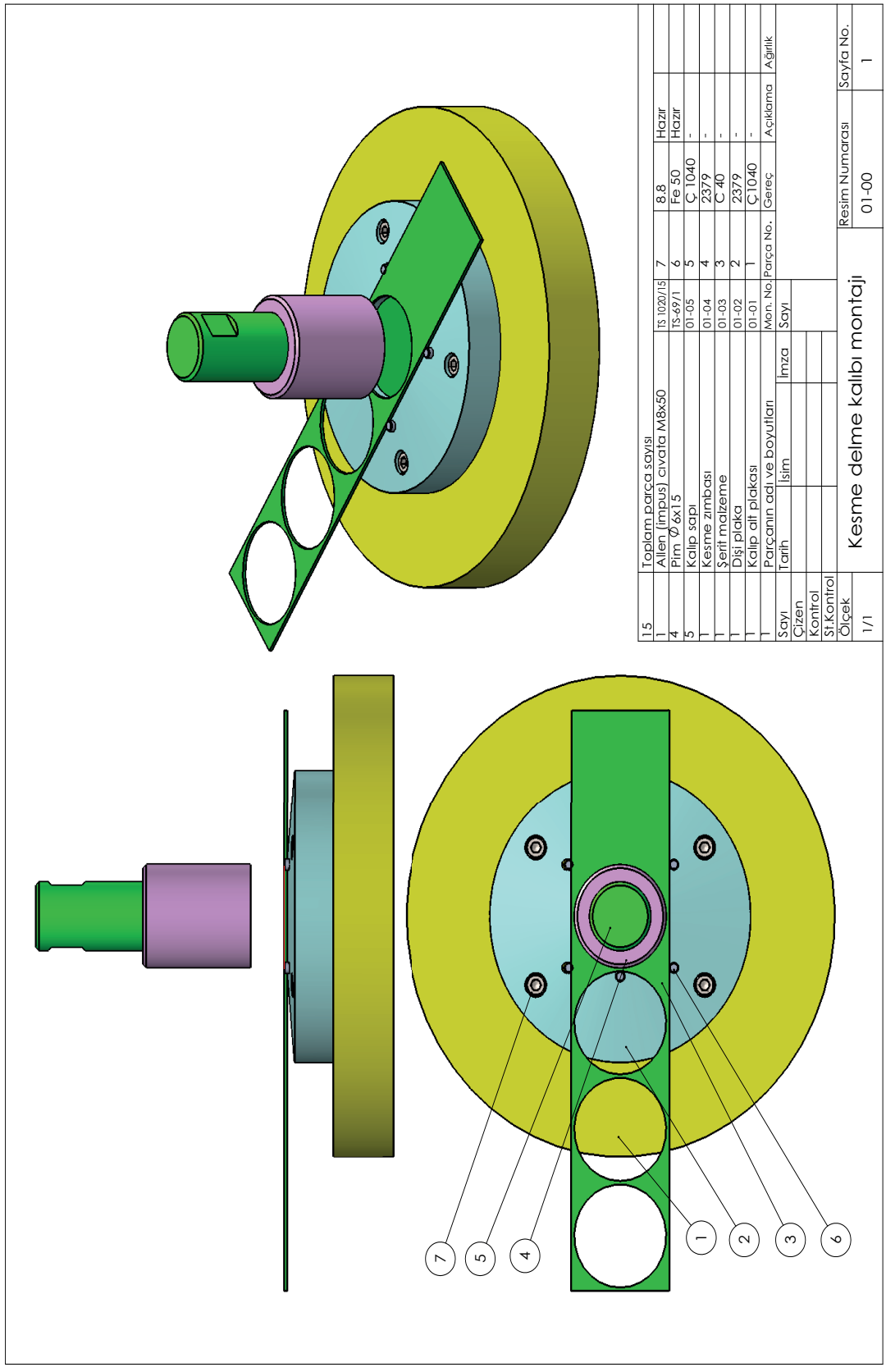


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Kalıp sapı		01-05
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

6. Kalıp Montajının Oluşturulması

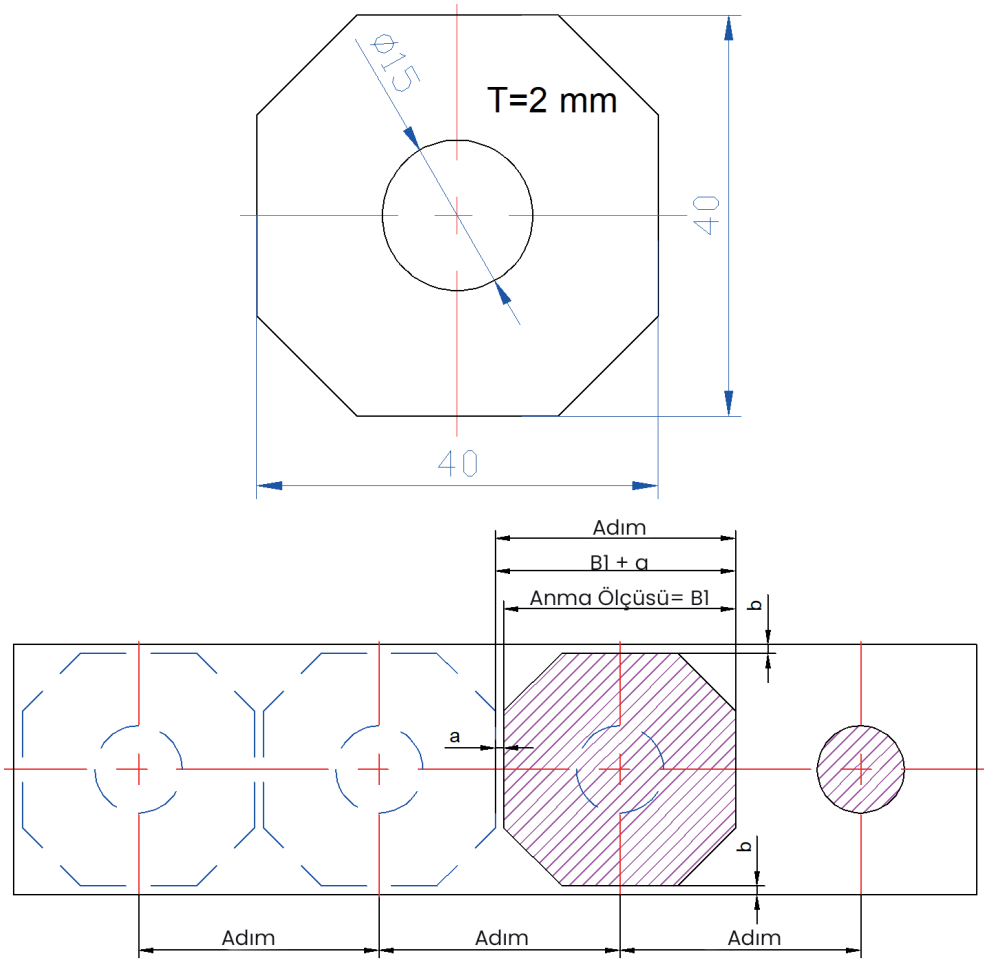


1.3. KILAVUZ PLAKALI KESME KALIPLARI

Üretilecek parçaların üretim adedi çok fazla olduğunda ve parçaların ölçü ile yüzey hassasiyetleri arttığında bu hassasiyetleri karşılamak üzere parçaların delme kesme kalıplarında kesilmesi işlemi sürecinde zımbanın kesme kalıbı içerisinde eşit kesme boşluğu ile çalışması gerekmektedir. Bu kesme boşluğunu eşit dağıtmak ve her seferinde ayar gerekmeksizin merkezî olarak yataklanmasını sağlamak üzere kılavuz plakalı delme kesme kalıpları kullanılır. Kılavuz plakası, kesme işlemini gerçekleştiren zımbaları merkezleyerek kılavuzluk yapmanın yanında üretilen parçayı da zımbadan sıyırmaktadır. Sac kalınlığı 0,5 milimetrenin altındaki parçaların yaylanma olasılıkları fazla olduğu için yay germeli hareketli kılavuz plakalar kullanılır. Sac kalınlığı 0,5 milimetrenin üzerindeki kalınlıklarda şerit malzeme sürüldüğünde şekil değiştirmesi az olduğu için sabit kılavuz plakalar tercih edilir.

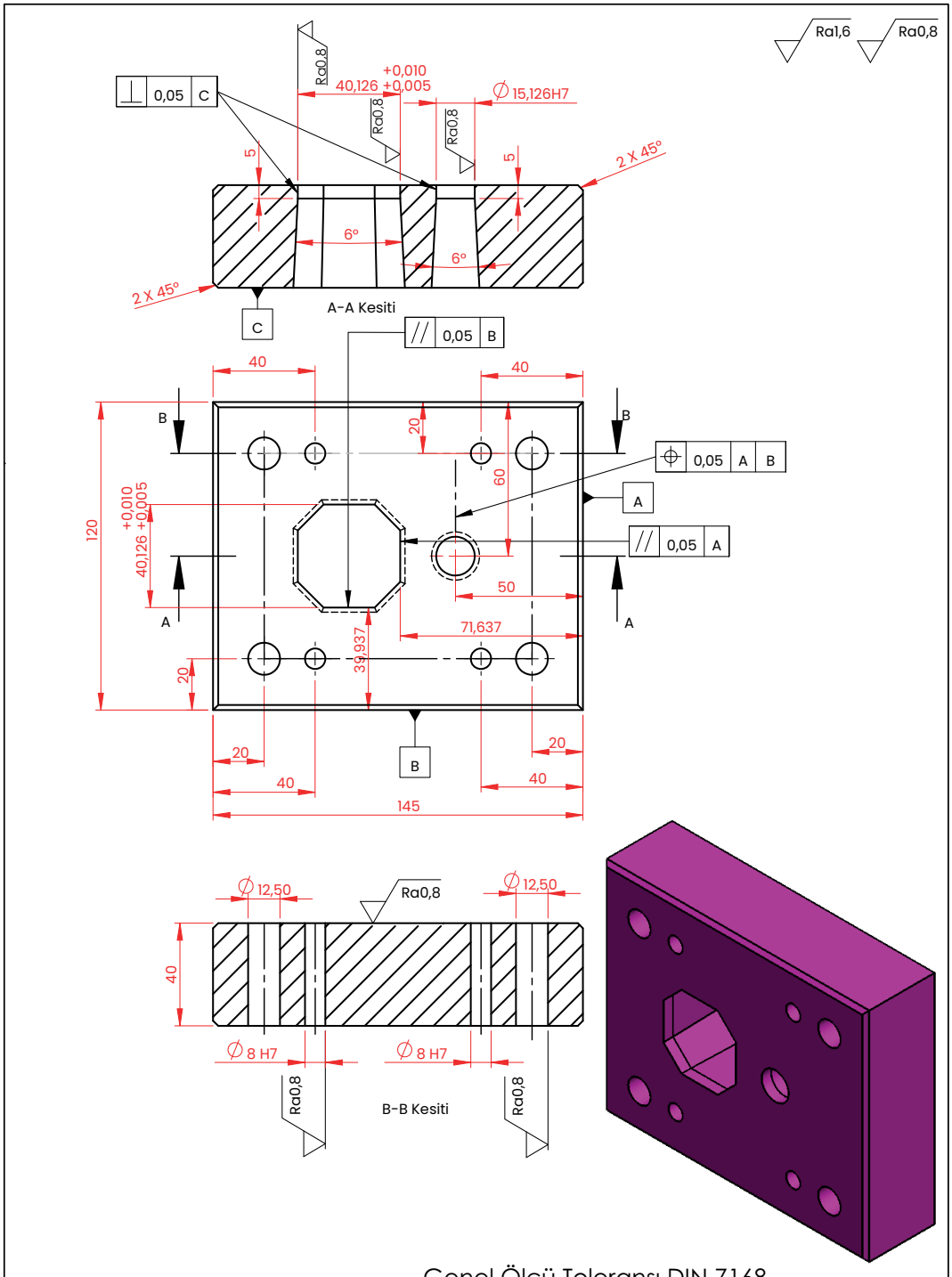
1.3.1. Kılavuz Plakalı Delme Kesme Kalıbı Tasarımı

1. Şerit Malzeme Yerleşim Planının Yapılması



Görsel 1.29: Kalıp tasarımı yapılacak parça ve şerit malzeme yerleşim planı

2. Dişi (Matris) Plaka Tasarımı

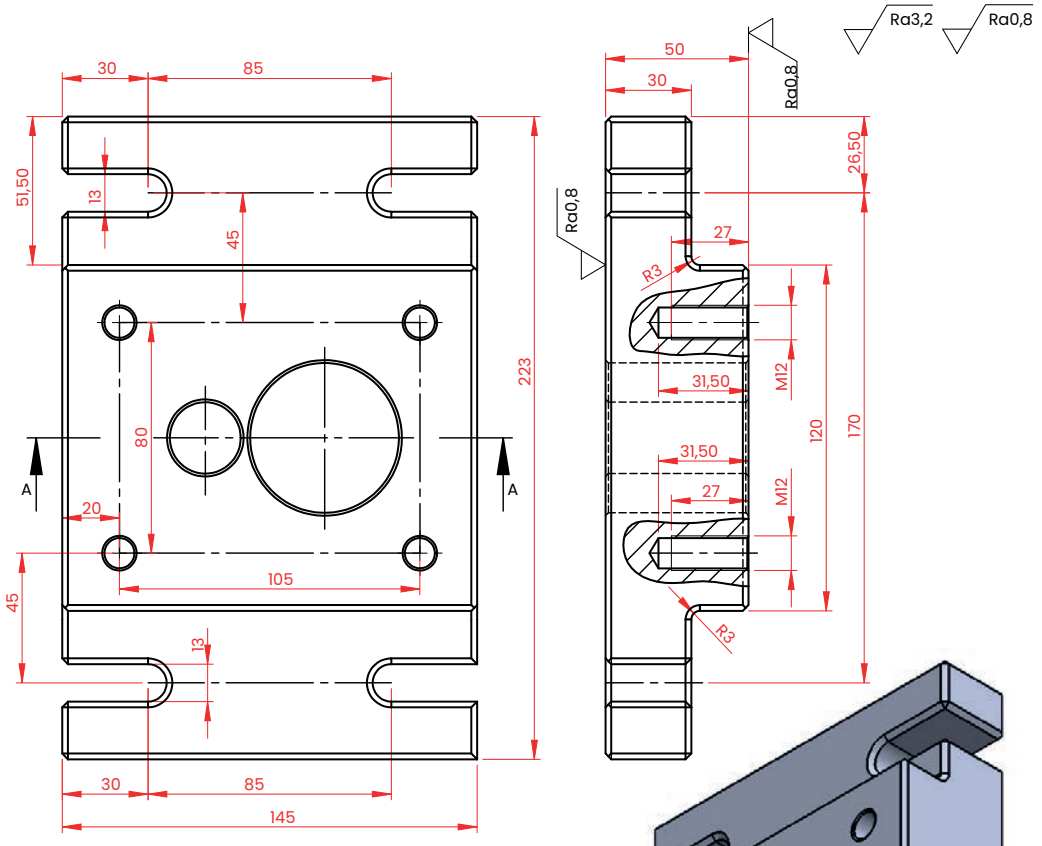


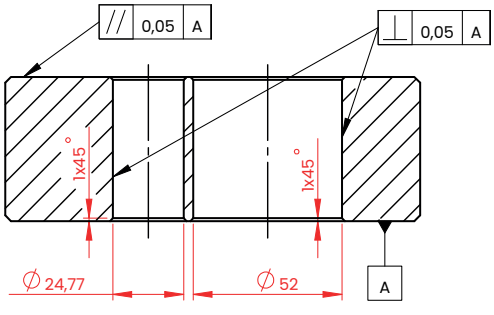
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/2	1	Dişi plaka		02-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

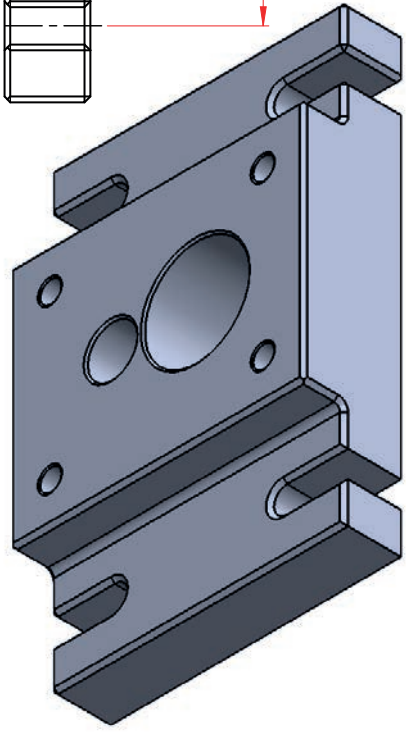
3. Kalıp Alt Plakası Tasarımı





A-A Kesiti

Not: Belirtilmeyen tüm pahlar 2 x 45 °dir.

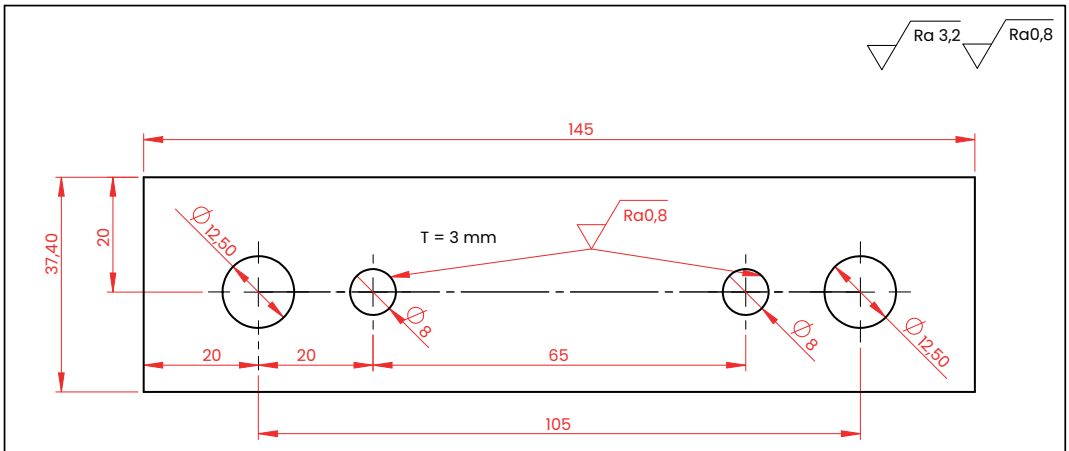


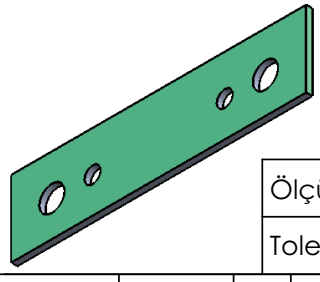
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp alt plakası		02-11
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

4. Yan Kayıt ve Merkezleme Pimi Tasarımı

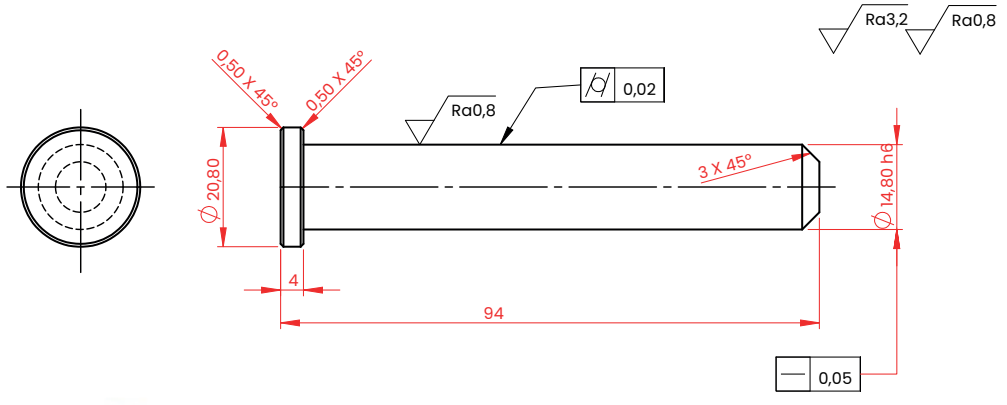


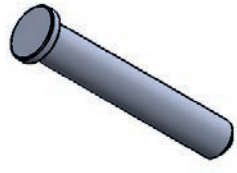


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	2	Yan kayıt		02-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



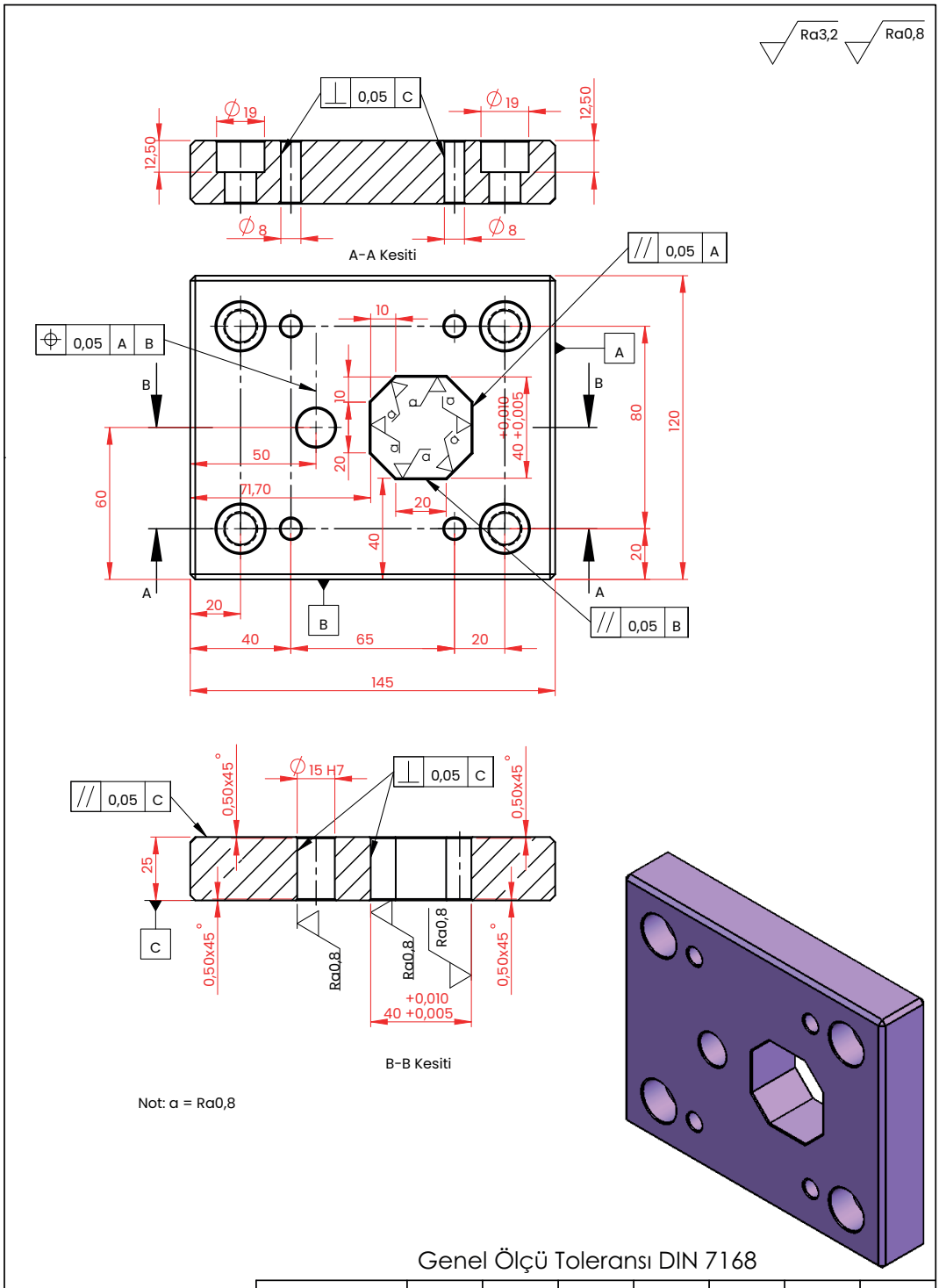


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

16MnCr5	1/1	1	Merkezleme pimi		02-06
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

5. Kılavuz Plaka Tasarımı

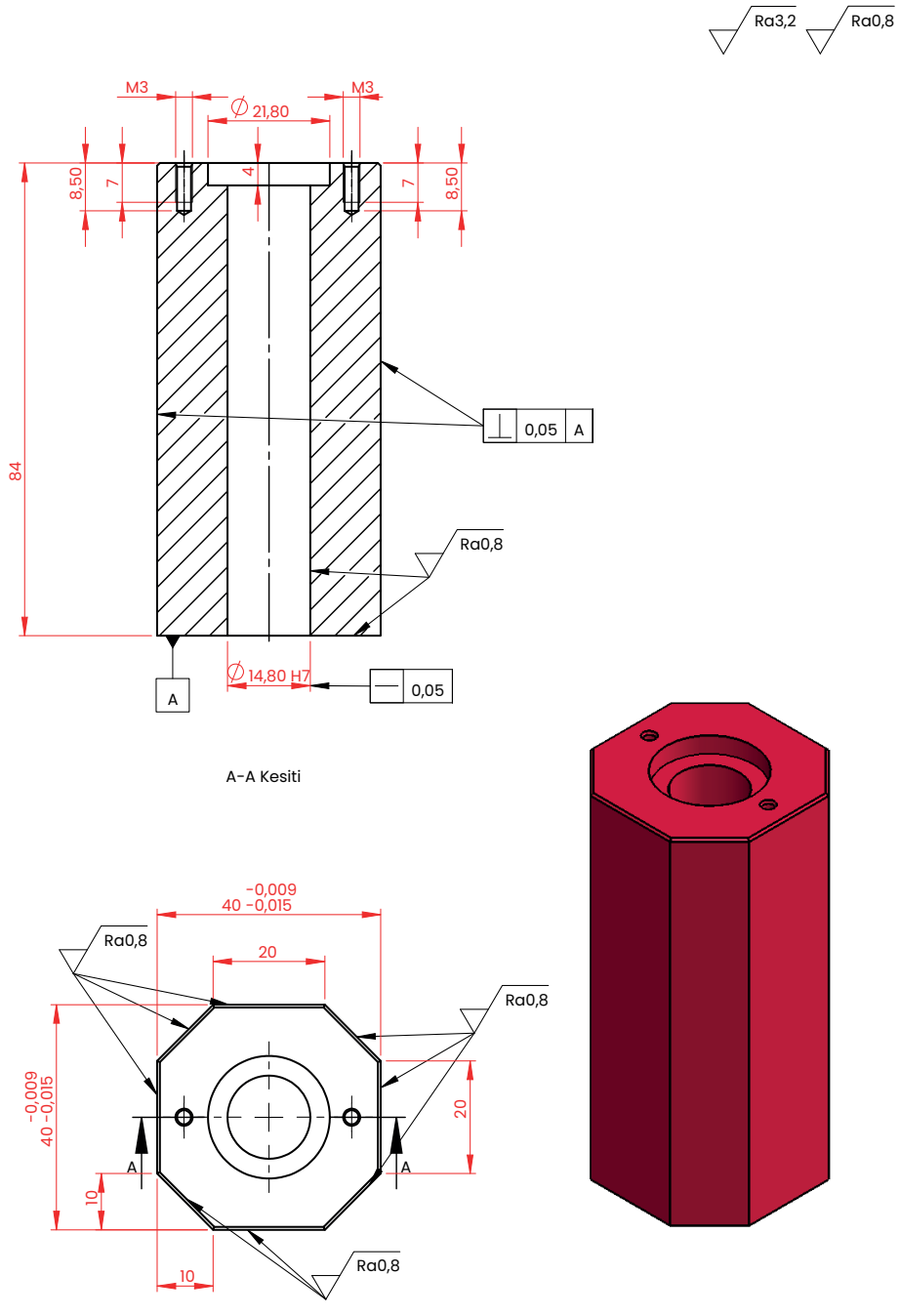


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kılavuz plaka		02-10
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

6. Kesme Zımbası Tasarımı

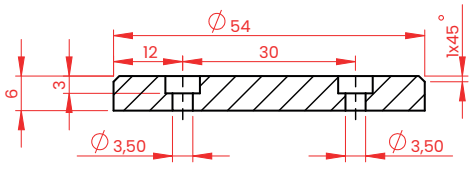


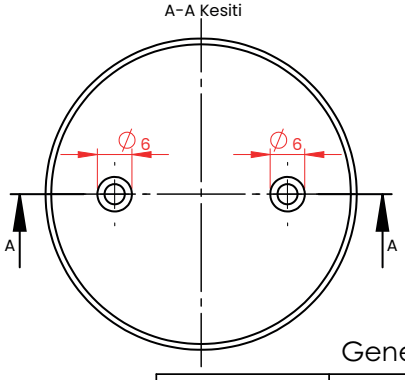
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

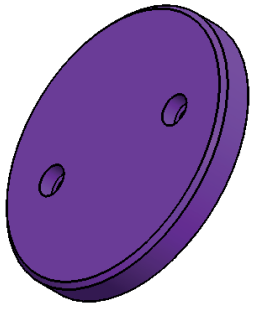
Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Kesme zımbası		02-05
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

Ra3,2





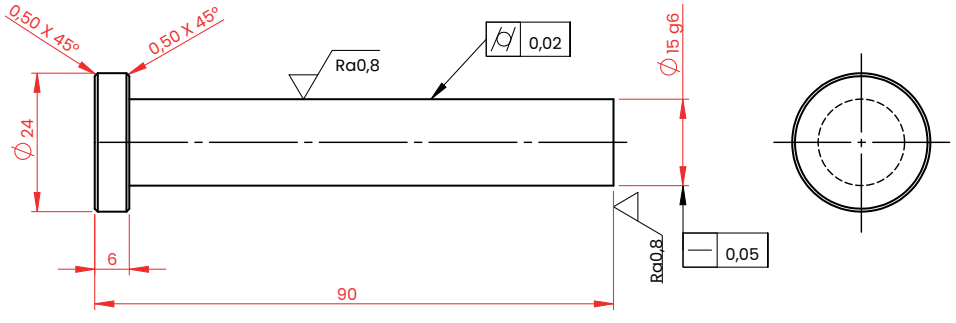


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Zımba başlığı		02-16
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

Ra3,2 Ra0,8

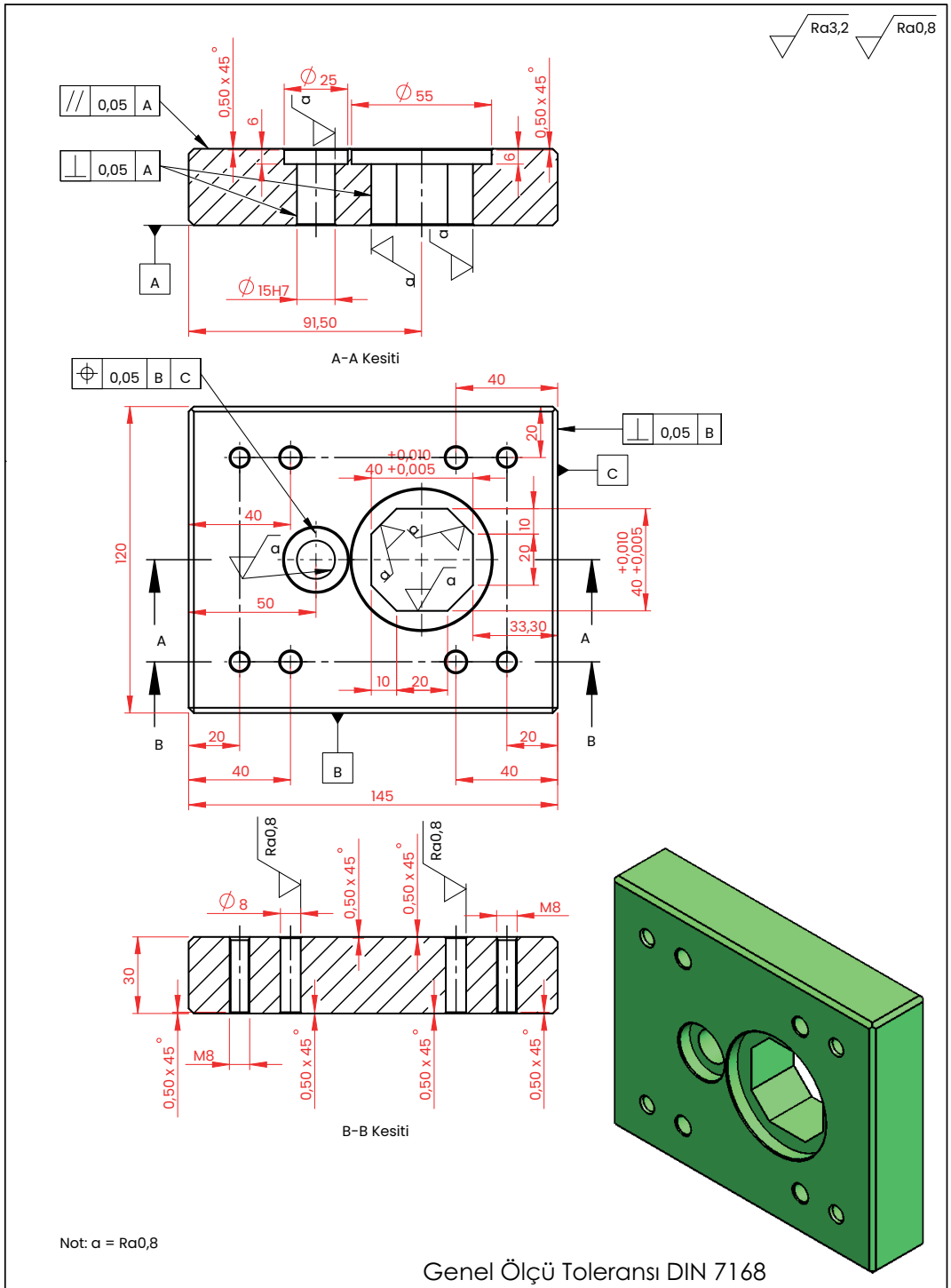


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Silindirik kesme zımbası		02-04
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

7. Zımba Tutucu Plaka Tasarımı

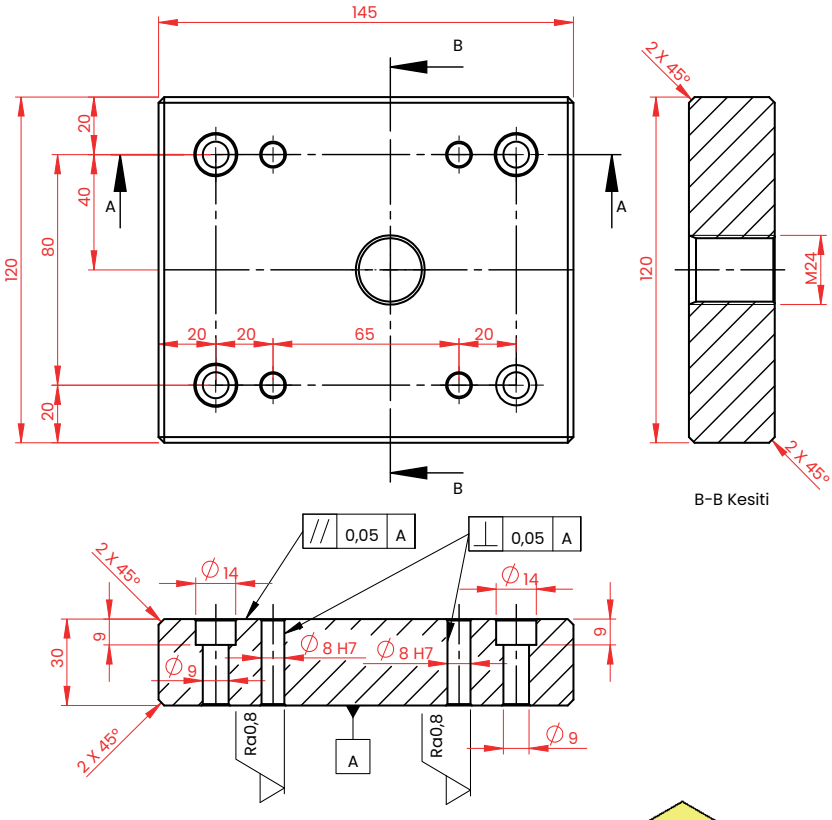


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

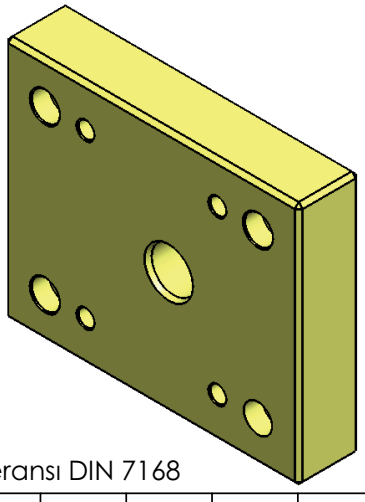
Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Zımba tutucu plaka		02-07
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

8. Kalıp Üst Plakası Tasarımı



Not: Belirtilmeyen tüm pahlar 0,5 x 45 ° dir.

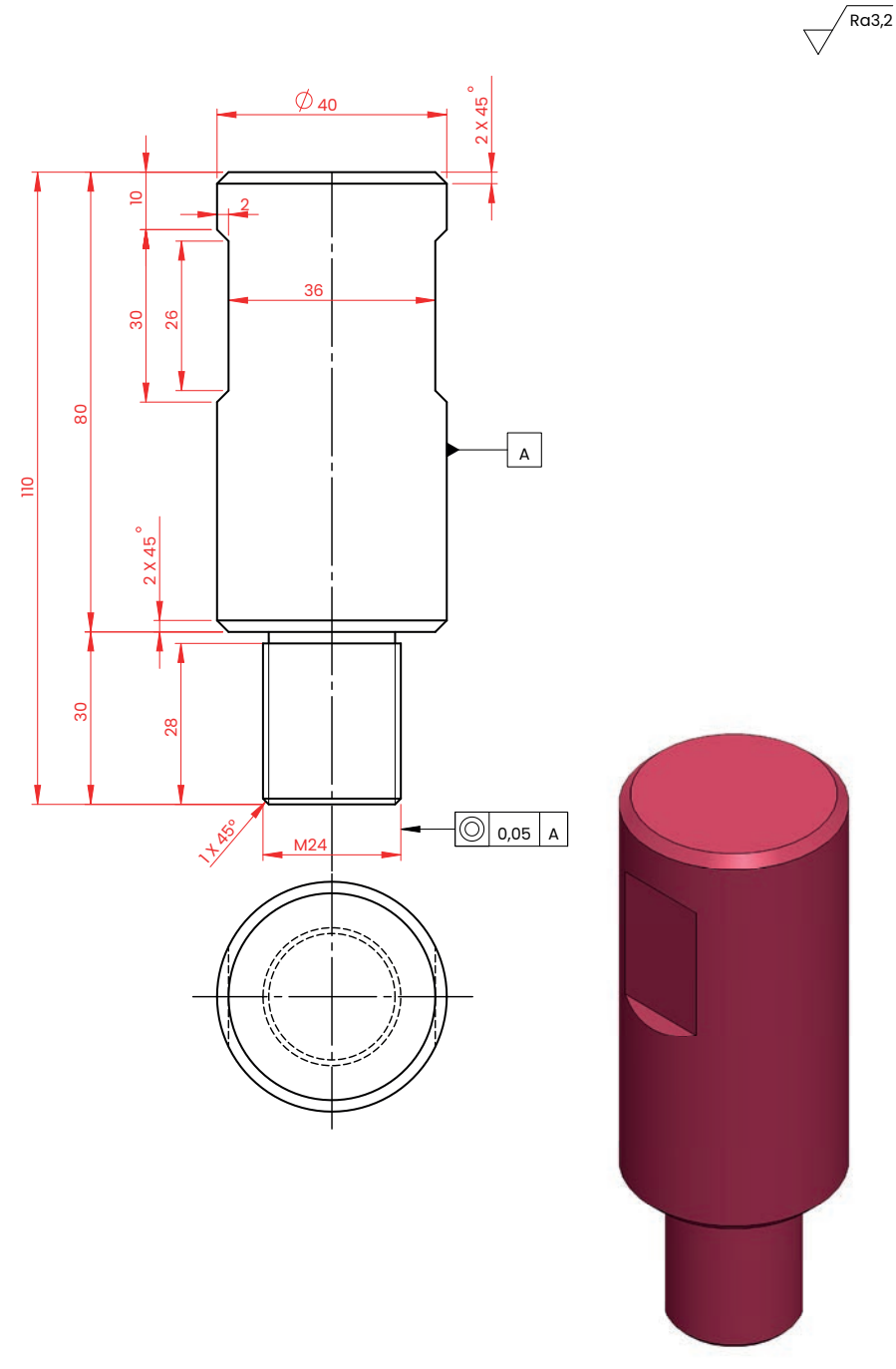


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp üst plakası		02-08
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

9. Kalıp Sapı Tasarımı

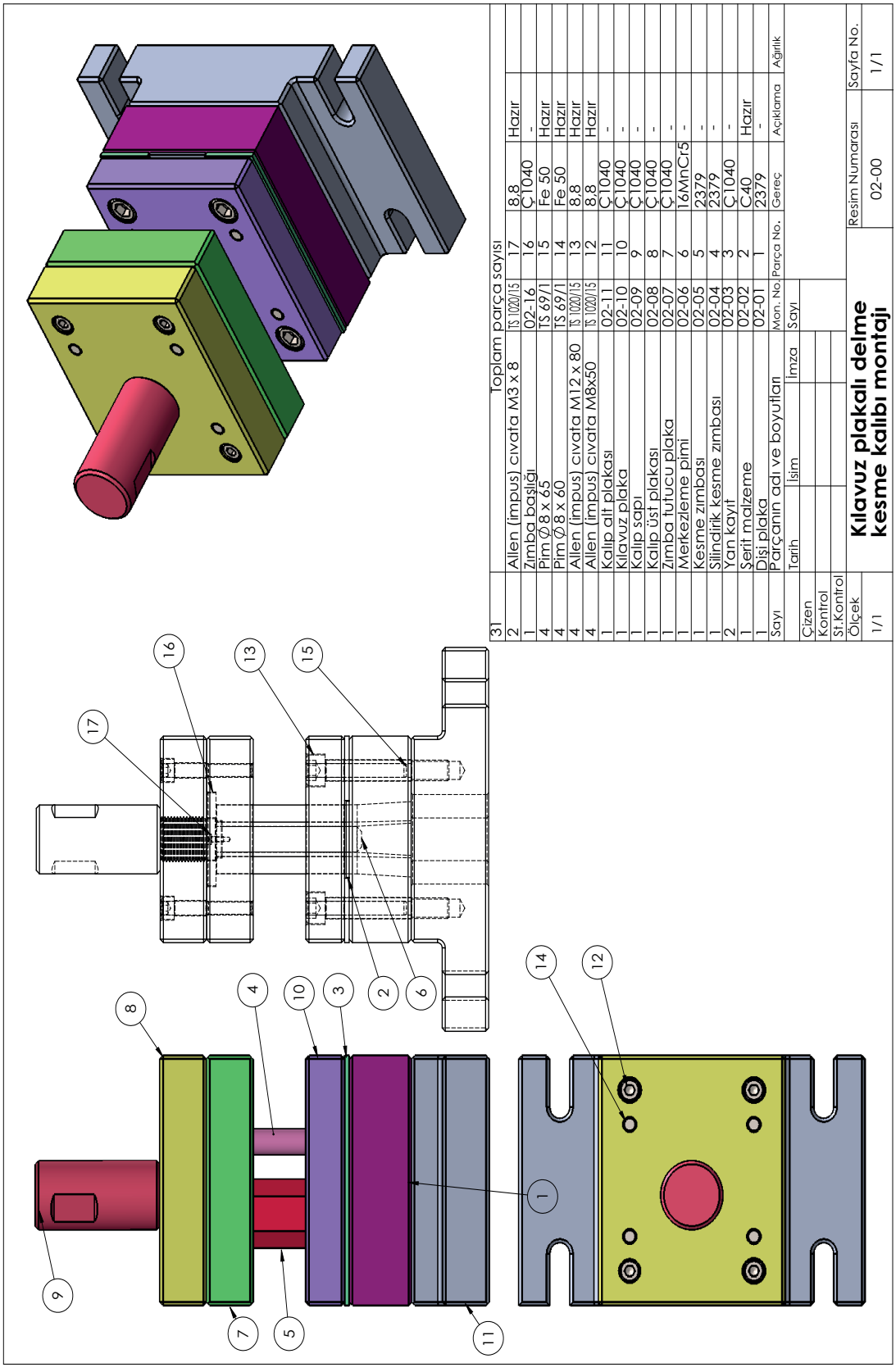


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

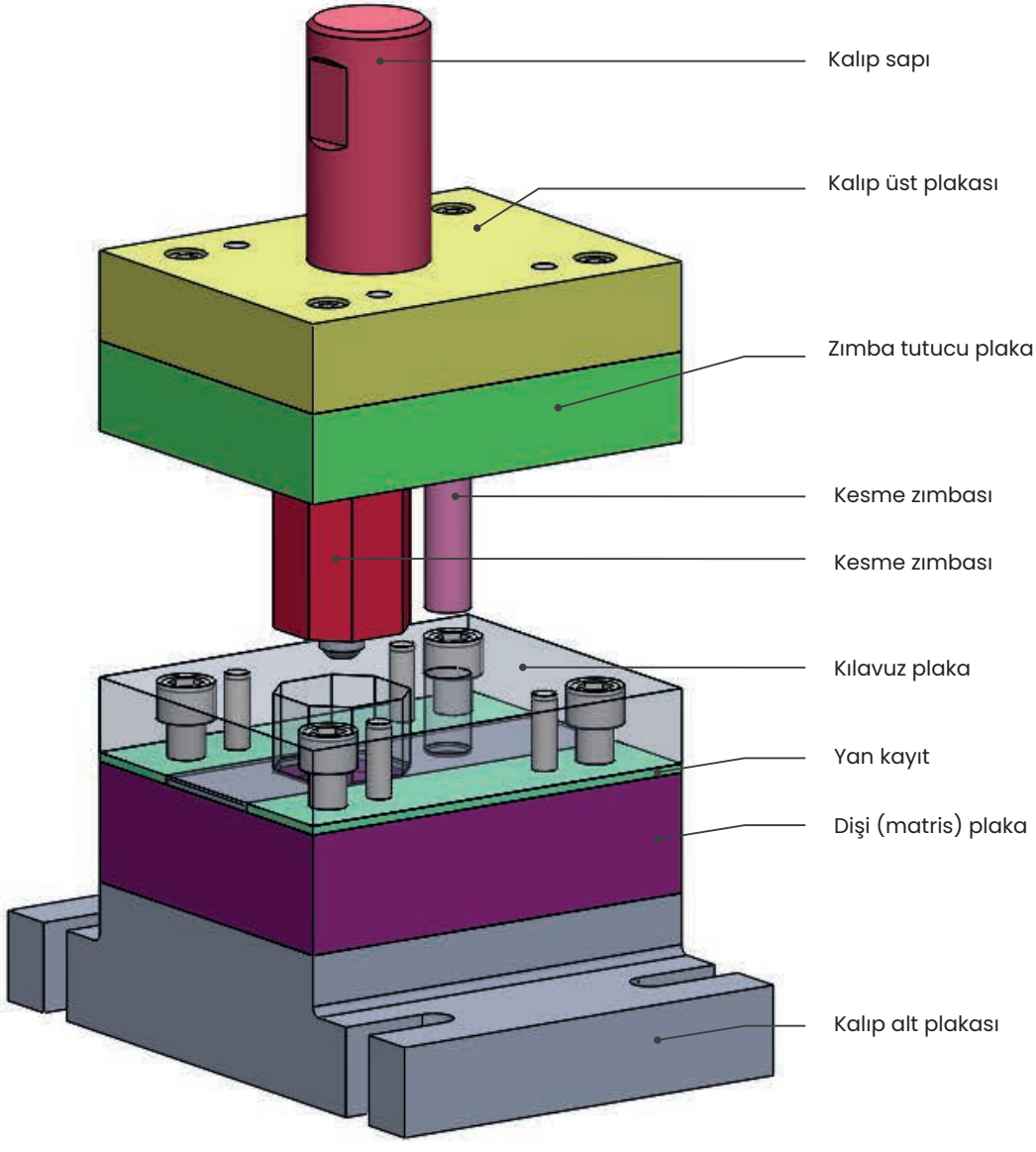
Ç 1040	1/1	1	Kalıp sapı		02-09
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

10. Kalıp Montajının Yapılması



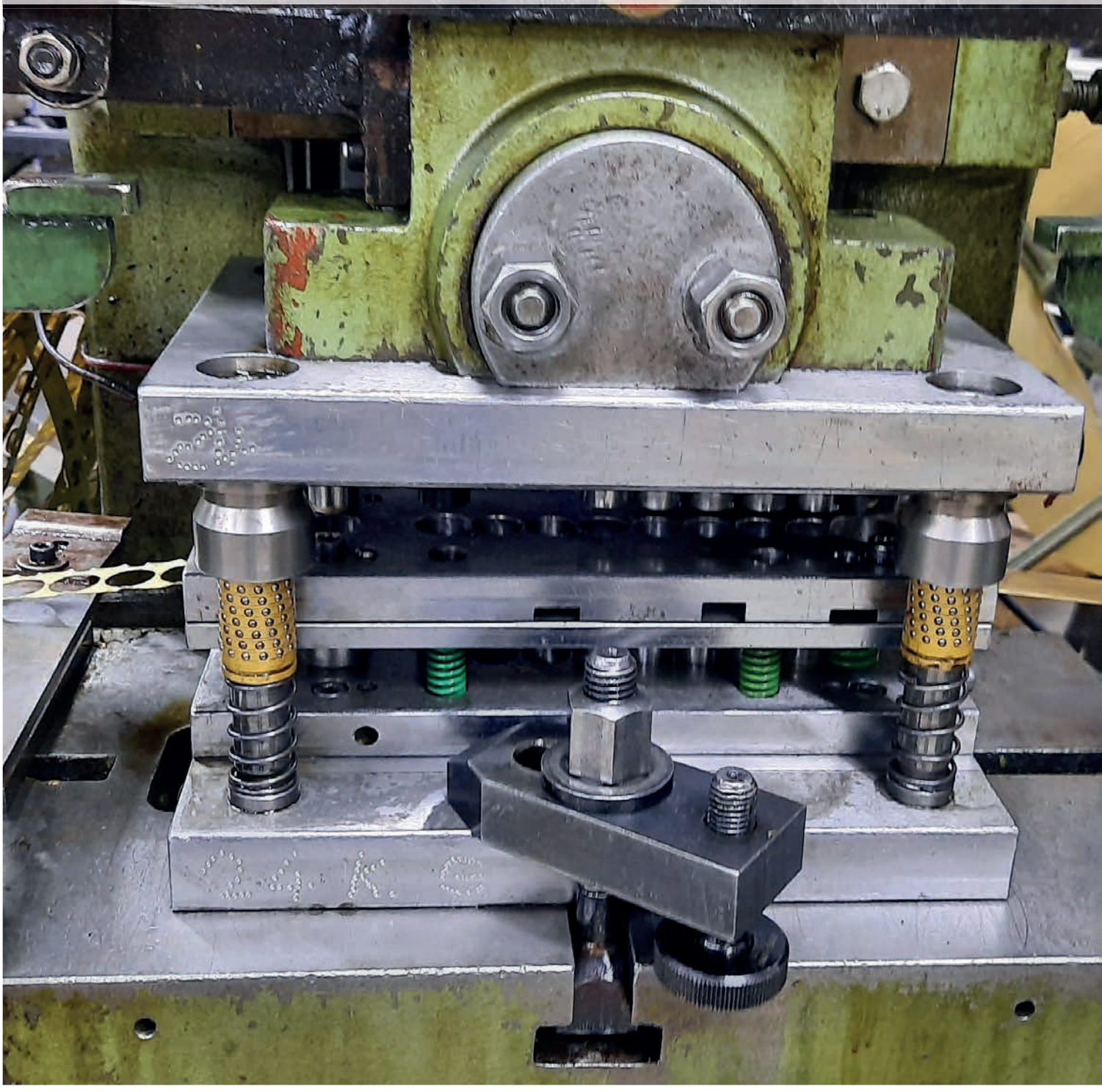
Toplam parça sayısı 31						
2	Allen (imbus) cıvata M3 x 8	TS 1020/15	17	8.8		Hazır
1	Zımba başlığı	02-16	16	Ç1040		-
4	Pim Ø 8 x 65	TS 69/1	15	Fe 50		Hazır
4	Pim Ø 8 x 60	TS 69/1	14	Fe 50		Hazır
4	Allen (imbus) cıvata M12 x 80	TS 1020/15	13	8.8		Hazır
4	Allen (imbus) cıvata M8x50	TS 1020/15	12	8.8		Hazır
1	Kalıp alt plakası	02-11	11	Ç1040		-
1	Kılavuz plaka	02-10	10	Ç1040		-
1	Kalıp sapı	02-09	9	Ç1040		-
1	Kalıp üst plakası	02-08	8	Ç1040		-
1	Zımba tutucu plaka	02-07	7	Ç1040		-
1	Merkezleme pimi	02-06	6	16MnCr5		-
1	Kesme zımbası	02-05	5	2379		-
1	Silindirik kesme zımbası	02-04	4	2379		-
2	Yan kayıt	02-03	3	Ç1040		-
1	Şerit malzeme	02-02	2	Ç40		Hazır
1	Dişi plaka	02-01	1	2379		-
Sayı	Parçanın adı ve boyutları		Mon. No.	Parça No.	Gereç	Açıklama	Ağırlık

	İsim	İmza	Sayı
Çizen			
Kontrol			
St.Kontrol			
Ölçek	**Kılavuz plakalı delme kesme kalıbı montajı**		Resim Numarası: 02-00
1/1			Sayfa No.: 1/1

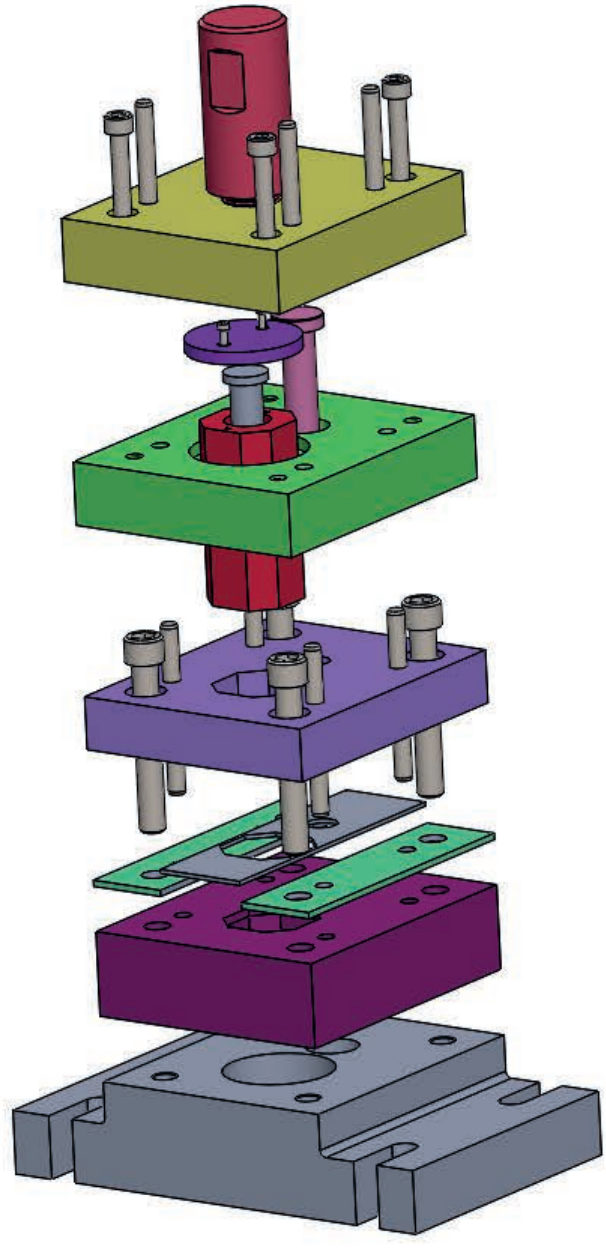


Görsel 1.30: Kılavuz plakalı delme kesme kalıbı

Görsel 1.31'de tasarımı tamamlanıp imalatı gerçekleştirilen kalıbın prese bağlanması gösterilmiştir.



Görsel 1.31: Kılavuz plakalı delme kesme kalıbının prese bağlanması



Görsel 1.32: Kılavuz plakalı delme kesme kalıbı demontajı

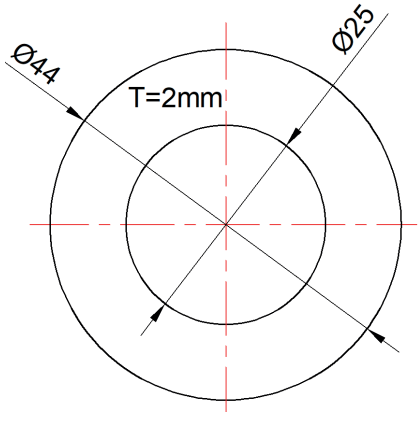
1.4. YAN ÇAKILI DELME KESME KALIBI

Yan çakılı zımba, şerit malzemenin adım kadar ilerlemesini sağlayarak dayama pimi veya otomatik ilerleme yaptıracak mekanizma işlevlerini yerine getiren bir alternatif seçenektir. Sac malzemelerde şerit malzemenin adım kadar ilerleme işlemi ince sac malzemelerde sorun oluşturabilmektedir. Çünkü ince sac malzeme, kalıp içerisine el veya bir mekanizma ile sürüldüğünde eğilebilir. Genellikle üretim adedi çok fazla olan seri imalat delme kesme kalıplarında, ince sac malzemelerin sınırlandırılmasında yan çakı kullanılmaktadır. Seri ve hassas ilerleme gerçekleştirmesi nedeniyle yan kesici zımba, kesme delme kalıplarında sıkça kullanılan bir yöntemdir. 0,3 milimetre altındaki

sac malzeme kalınlıklarında yan çakı zımbalar, diğer alternatiflerine göre daha hassas bir ilerletme sağlayabildiğinden bu kalınlıktaki malzemelerde kullanılması önerilir. Yan çakı zımbaların 4 milimetreden daha kalın malzemelerde kullanılması dayanımları açısından önerilmez.

1.4.1. Yan Çakılı Delme Kesme Kalıbı Tasarımı

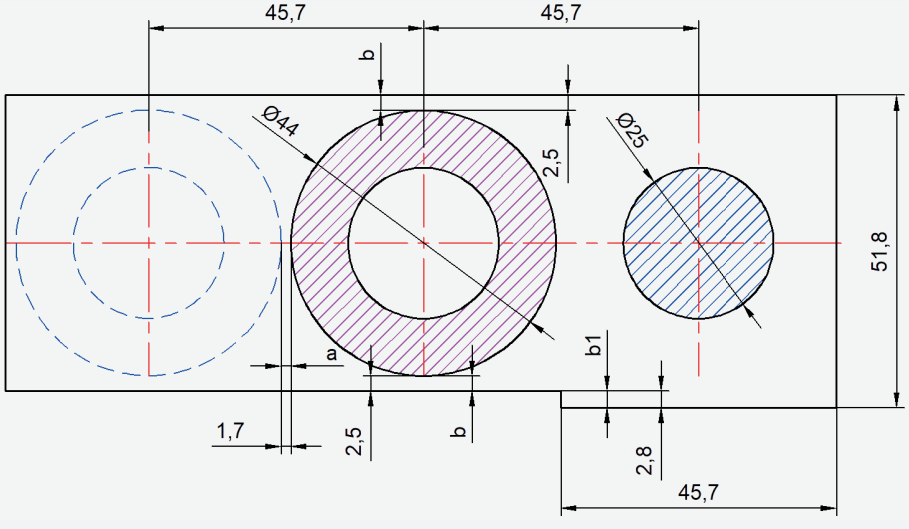
1. Gerekli Hesaplamaların Yapılarak Şerit Malzeme Yerleşim Planının Yapılması



Görsel 1.33: Ø25 rondela

1.6. ÖRNEK

- **Görsel 1.33'te şekli verilen ve paslanmaz çelikten imal edilecek olan Ø25 rondela için gerekli hesaplamaları yaparak yan çakılı delme kesme kalıbını tasarlayınız (π=3,14).**



Görsel 1.34: Şerit malzeme yerleşim planı

Adım Hesabı (**Görsel 1.34**'e göre)

Verilenler: Anma ölçüsü = B1 = **44 mm**
Tablo 1.3'e göre kesme boşluğu = a = **1,7 mm** seçilir.
ADIM= B_1 + a = 44 + 1,7 = **45,7 mm** olarak bulunur.

Şerit Malzeme Genişliği Hesabı

Kenarlardaki kesme boşluğu = b (mm)
Şerit malzeme genişliği = B (mm)
Yan çakı kesme payı = b_1 (mm)

Verilenler: B1 = **44 mm**
Tablo 1.3'e göre b = **2,5 mm** seçilir.
b_1 = **2,8 mm** seçilir.
$B = B_1 + 2b + b_1$
B = 44 + 2 · 2,5 + 2,8 => B = **51,8 mm**

Kuvvet Hesabı
(Zımba kesiti referans alınarak hesaplandı.)

Ø44 olan daire kesitin çevre uzunluğu: **$Ç_{Ø44}$** = π · D = 3,14 · 44 = **138,16 mm**
Ø25 olan daire kesitin çevre uzunluğu: **$Ç_{Ø25}$** = π · D = 3,14 · 25 = **78,5 mm**
6 · 45,7 mm yan çakı kesitinin çevre uzunluğu: **$Ç_{yan\ çakı}$** = 6 · 2 + 45,7 · 2
$Ç_{yan\ çakı}$ = 103,4 mm
$Ç_{Toplam}$ = 138,16 + 78,5 + 103,4 = **320,06 mm**
Sac malzeme kalınlığı = T = **2 mm**

Malzemelerin kesme direnci tablosundan (**Tablo 1.1**) paslanmaz çelik için sac malzemenin kesme direnci = τ_d= **40 kg/mm²** olarak seçildi.
$P = Ç_{Toplam} \cdot \tau_d \cdot T$ (kg) => P = 320,06 · 40 · 2 => P = 25.604,8 kg
=> P= 25,605 Ton
Pres kuvveti $P_k = P_{Emk}$ .P ,P_{Emk}=Pres emniyet sayısı yaklaşık olarak **2~3** alınır.
P_{Emk}= **2,5** alındı.
P_k =25,605 · 2,5= **64,013 Ton**

Verim Hesabı

Bir adımda kullanılan toplam malzeme alanı S= Adım x Şerit malzeme genişliği = **45,7 · 51,8** => S = **2.367,26 mm²**

$$A1 = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow 1 = \frac{3{,}14 \cdot 44^2}{4} \Rightarrow A1 = \textbf{1.519,76 mm²}$$

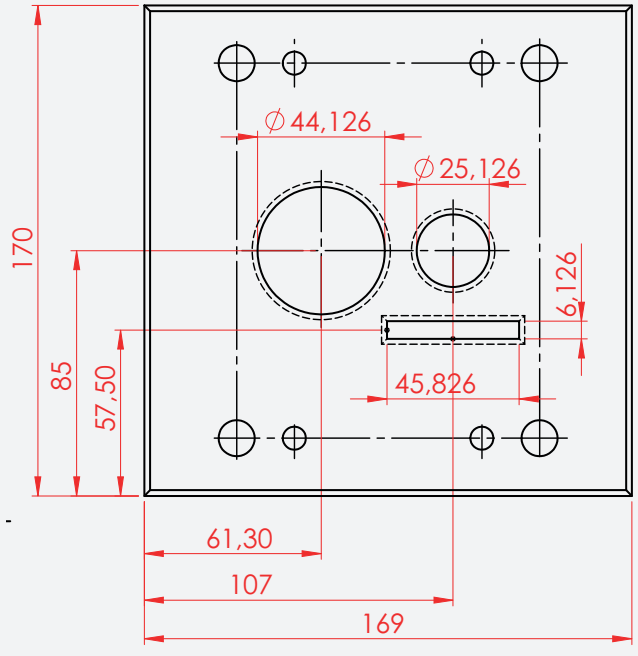
$$A2 = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow 1 = \frac{3{,}14 \cdot 25^2}{4} \Rightarrow A2 = \textbf{490,625 mm²}$$

$S_1 = A1 - A2 \Rightarrow S_1 = 1.519{,}76 - 490{,}625 \Rightarrow S_1 = \textbf{1.029,135 mm²}$

$$\textbf{\% Verim} = \frac{S_1}{S} \cdot \textbf{100} = \frac{1.029{,}135}{2.367{,}26} \cdot \textbf{100} = \textbf{\%43,47}$$ olarak bulunur.

1.7. ÖRNEK

- **Sac kalınlığı 2 mm ve paslanmaz çelikten yapılan τd = 40 kg/mm² (Tablo 1.1'den alındı.) ve Görsel 1.35'te şekli verilen Ø25 rondela için kalıp sap yerini tayin ediniz (π=3,14).**



Görsel 1.35: Dişi kalıp yerleşim planında zımbaların konumlandırılması

Not: Kesitlerin çevre uzunlukları dişi kalıp çift taraflı kesme boşlukları yansıtılarak hesaplanmıştır.

Ø25,126 kesitin çevre uzunluğu: **$Ç_{ø\,25,126}$** = π · D = 3,14 · 25,126 = **78,896 mm**
Ø44,126 kesitin çevre uzunluğu: **$Ç_{ø\,44,126}$** = π · D = 3,14 · 44,126 = **138,556 mm**
Yan çakı zımbası çevre uzunluğu: **$Ç_{yan\ çakı}$**: 6,126 · 2 + 45,826 · 2 = **103,904 mm**

Sac malzeme kalınlığı = T = **2 mm**

$τ_d$= 40 kg/mm² olarak seçildi.

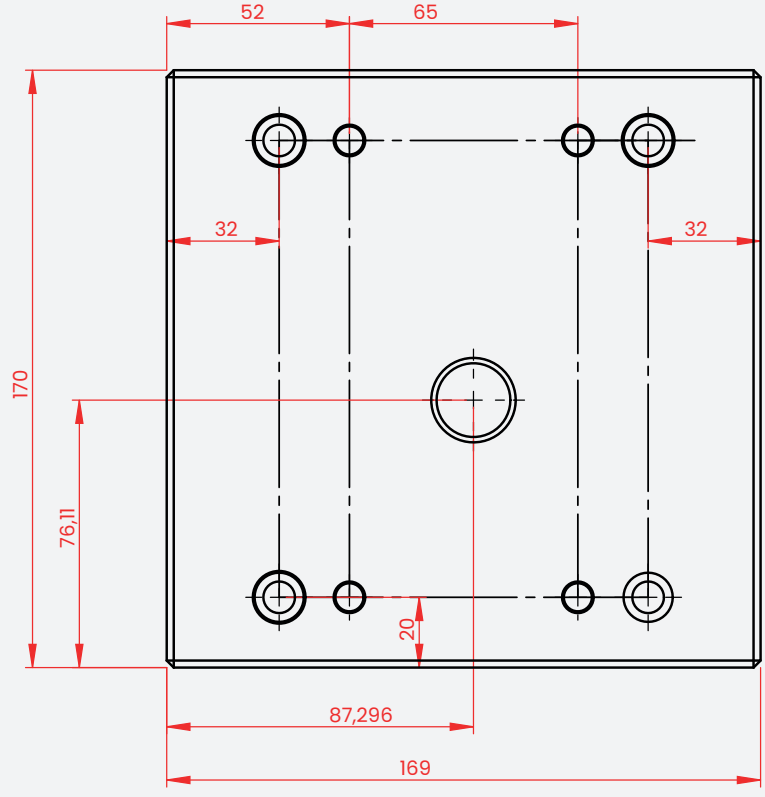
$P_{ø25,126}$ = $Ç_{ø25,126}$ · $τ_d$ · T (kg) => P_1 = 78,896 · 40 · 2 => P_1 = **6.311,68 kg**

$P_{ø44,126}$ = $Ç_{ø44,126}$ · $τ_d$ · T (kg) => P_2 = 138,556 · 40 · 2 => P_2 = **11.084,48 kg**

$P_{yan\ çakı}$ = $Ç_{yan\ çakı}$ · $τ_d$ · T (kg) => P_3 = 103,904 · 40 · 2 => P_3 = **8.312,32 kg**

$$x = \frac{6.311{,}68 \cdot 107 + 11.084{,}48 \cdot 61{,}3 + 8.312{,}32 \cdot 107}{6.311{,}68 + 11.084{,}48 + 8.312{,}32} \Rightarrow X = \mathbf{87{,}296\ mm}$$

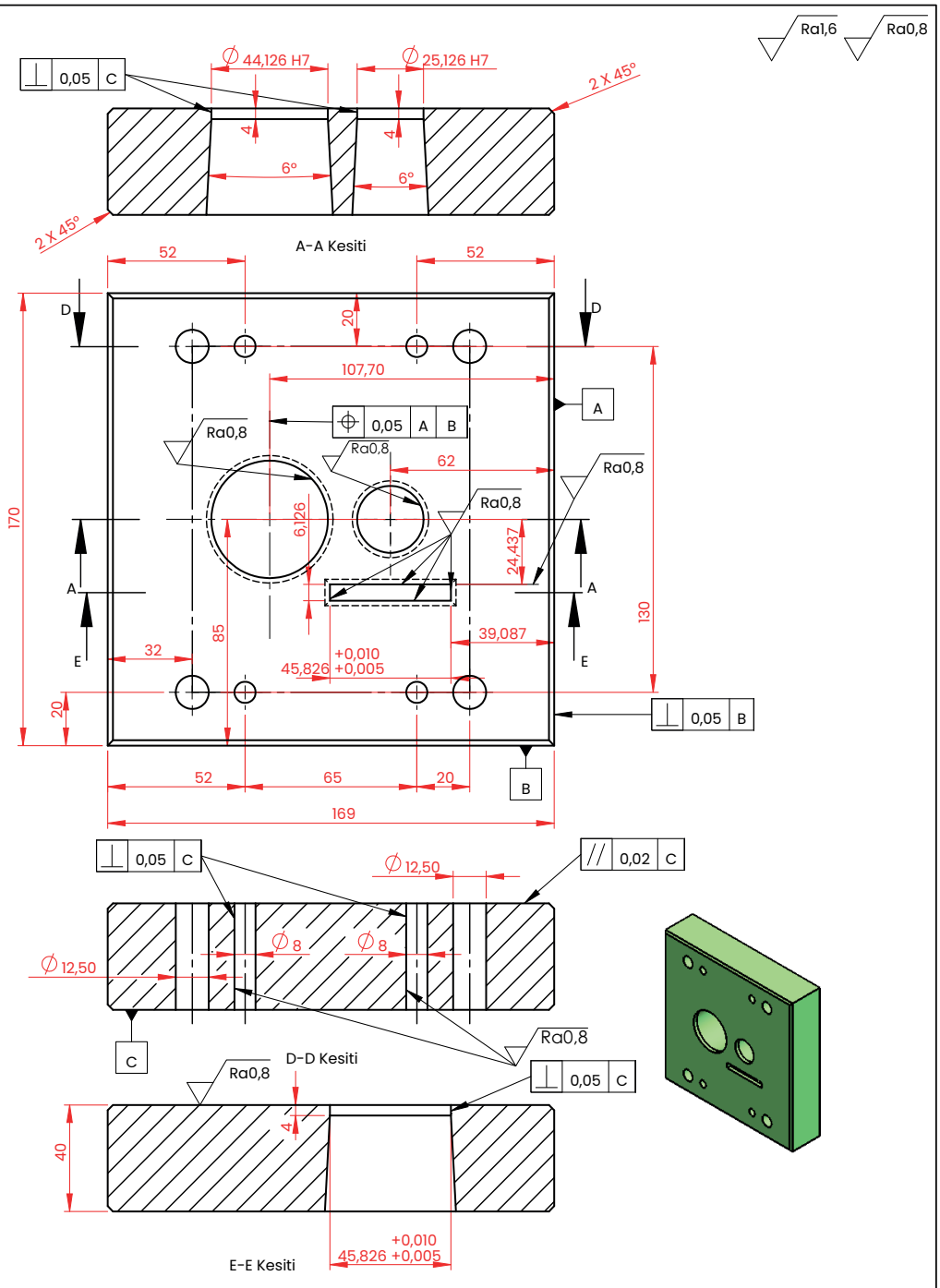
$$y = \frac{6.311{,}68 \cdot 85 + 11.084{,}48 \cdot 85 + 8.312{,}32 \cdot 57{,}5}{6.311{,}68 + 11.084{,}48 + 8.312{,}32} \Rightarrow y = \mathbf{76{,}11\ mm}$$



Görsel 1.36: Kuvvet dağılım hesaplanması sonrası kalıp sapının konumlandırılması

ACİL DURUMLARDA
TEK NUMARA
112
ACİL
ÇAĞRI

2. Dişi (Matris) Plaka Tasarımı

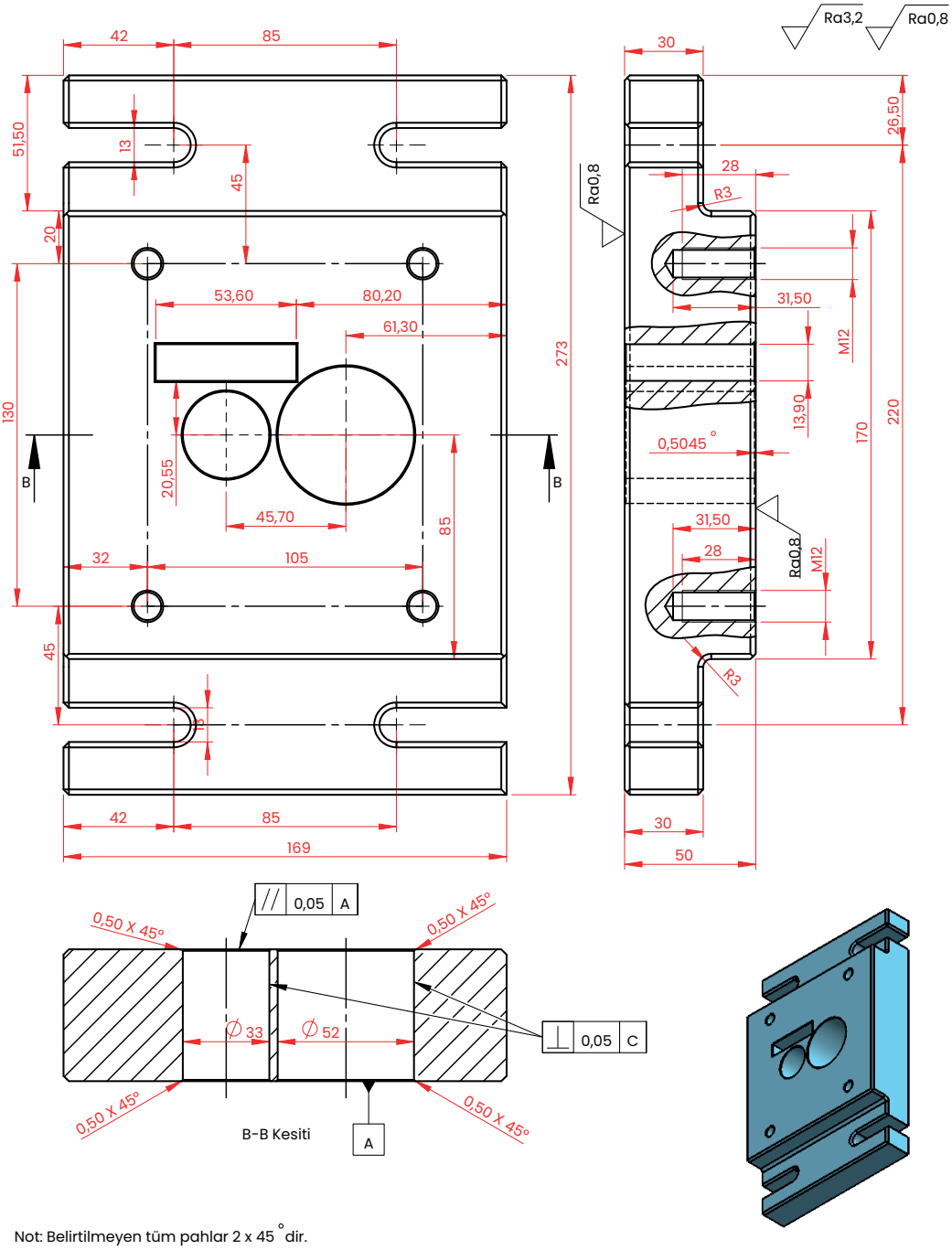


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/2	1	Dişi plaka		03-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

3. Kalıp Alt Plakası Tasarımı



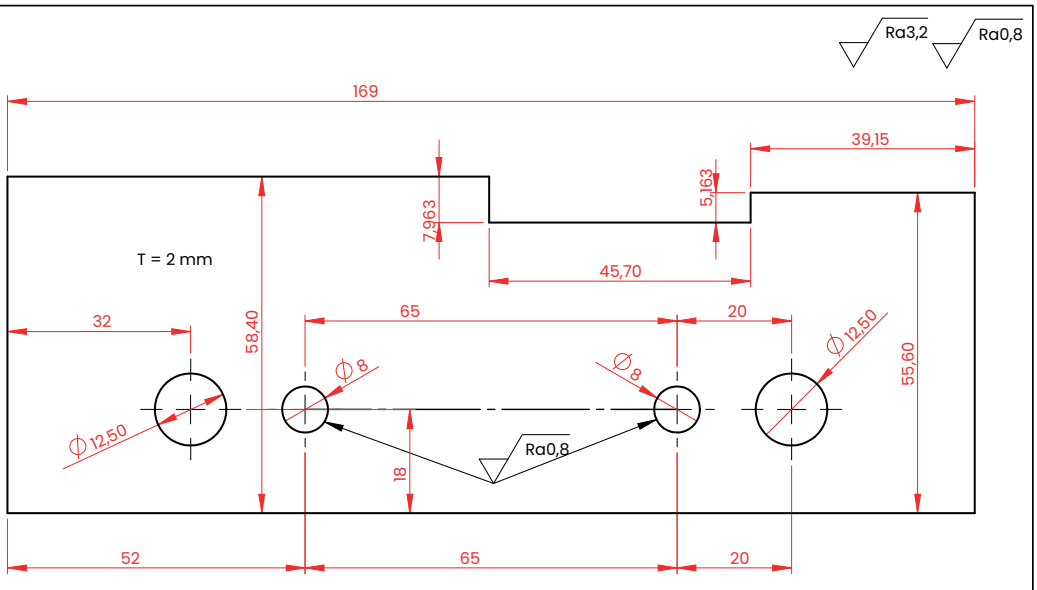
Not: Belirtilmeyen tüm pahlar 2 x 45 ° dir.

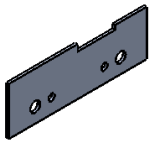
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp alt plakası		03-021
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

4. Yan Kayıt Tasarımı

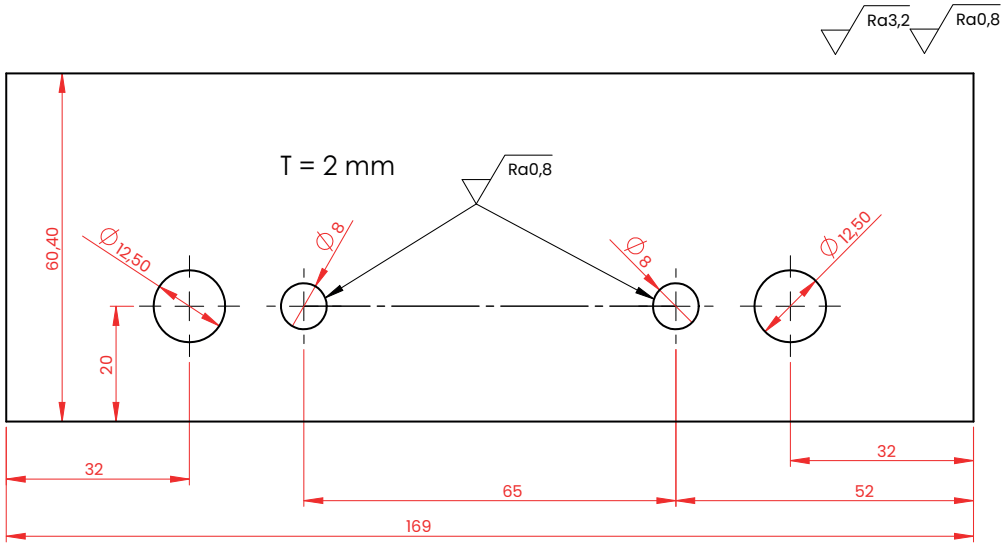


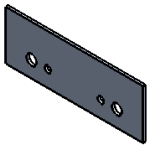


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Yan kayıt		03-11
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



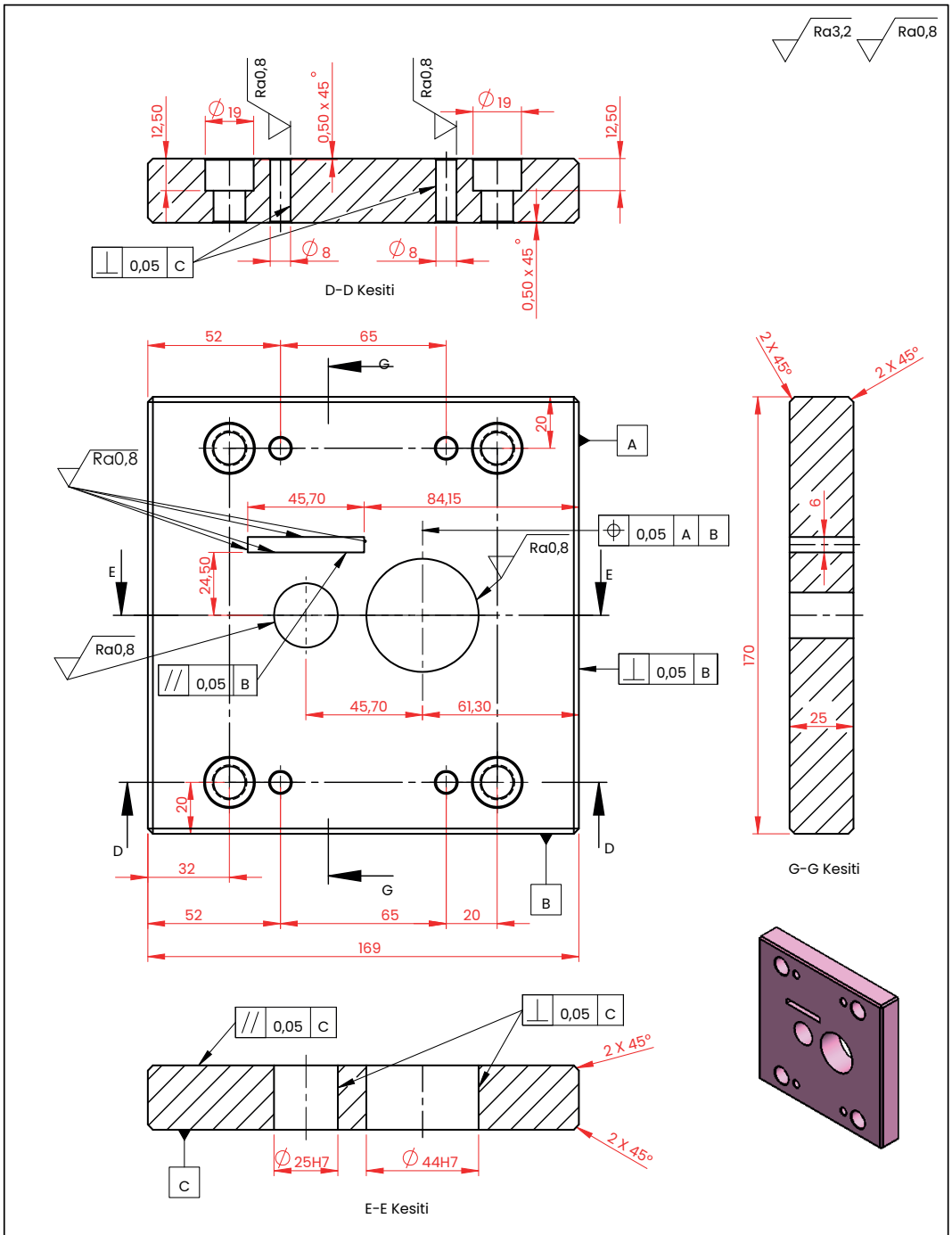


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Yan kayıt		03-12
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

5. Kılavuz Plaka Tasarımı

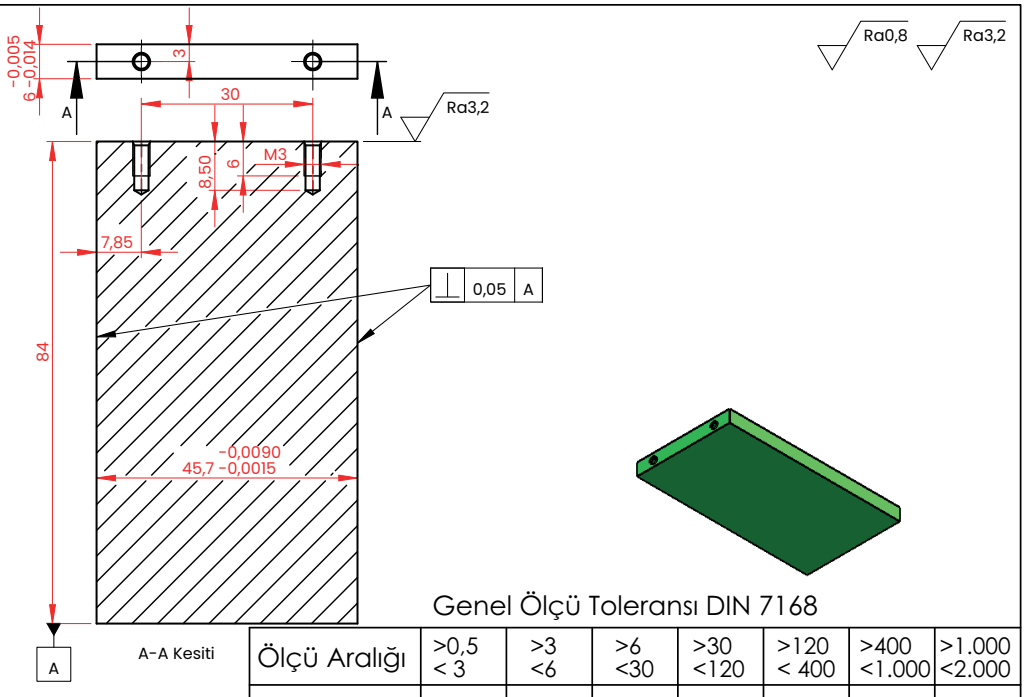


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kılavuz plaka		03-06
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

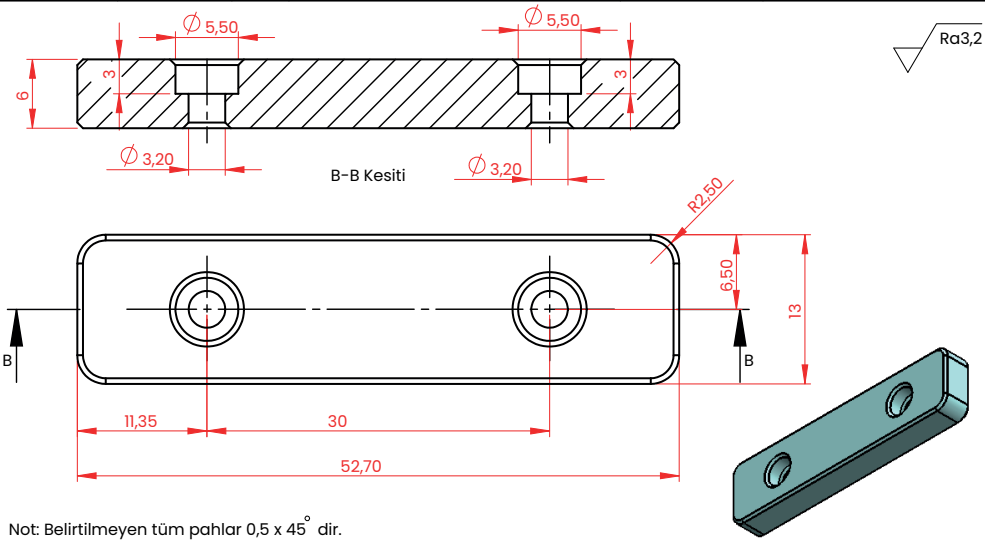
6. Yan Çakı Tasarımı



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Yan çakı		03-10
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



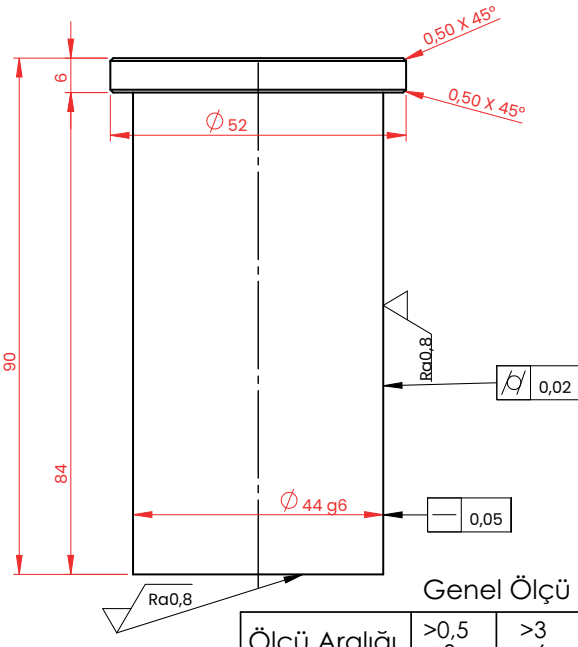
Not: Belirtilmeyen tüm pahlar 0,5 x 45° dir.

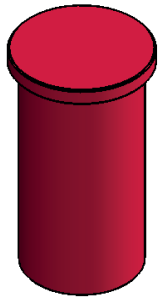
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	2/1	1	Yan çakı başlığı		03-08
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

7. Kesme Zımbaları Tasarımı

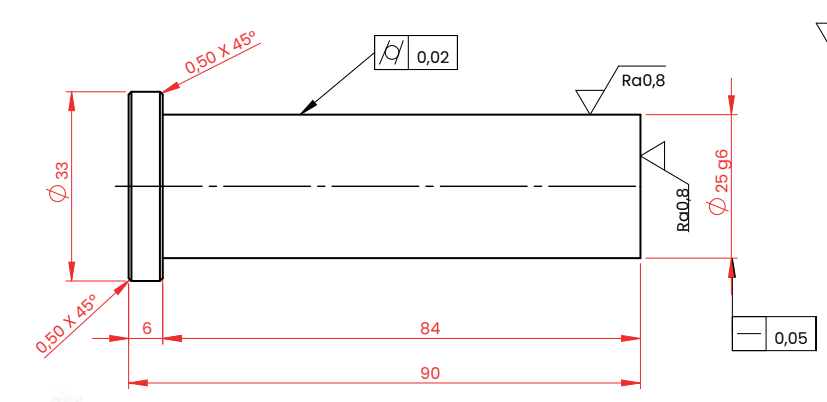


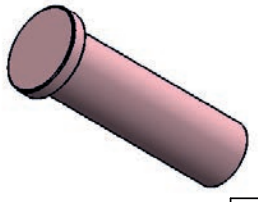


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Kesme zımbası		01-05
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



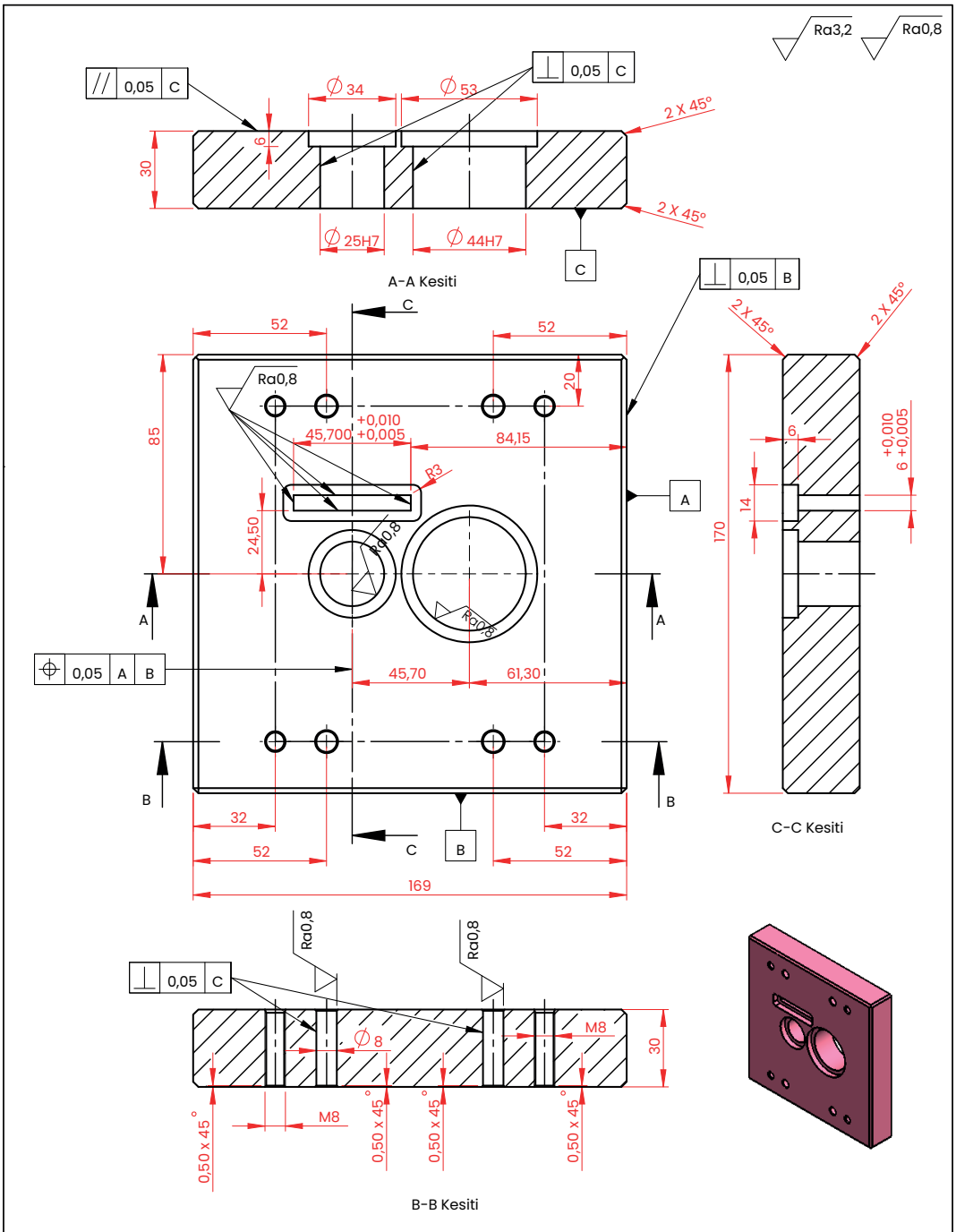


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Kesme zımbası		03-07
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

8. Zımba Tutucu Plaka Tasarımı

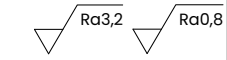


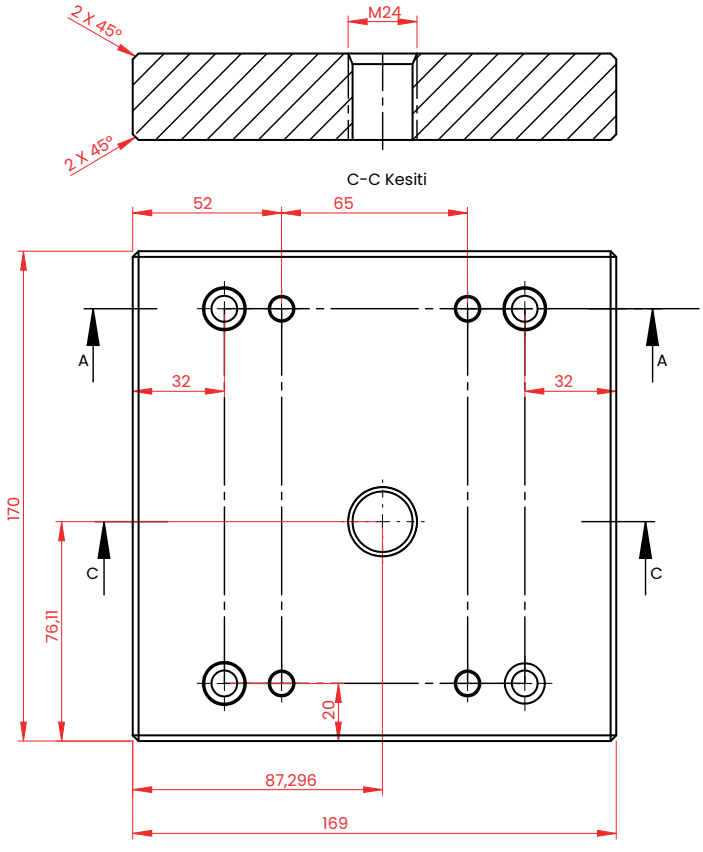
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

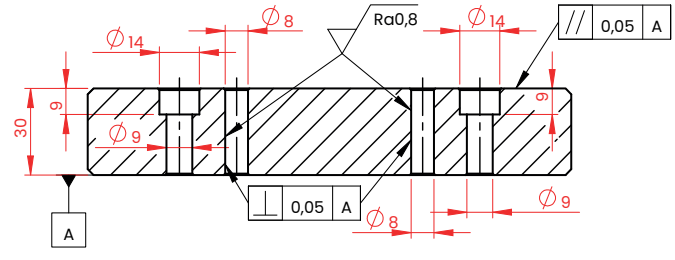
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Zımba tutucu plaka		03-09
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

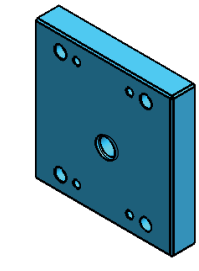
9. Kalıp Üst Plakası Tasarımı







A-A Kesiti



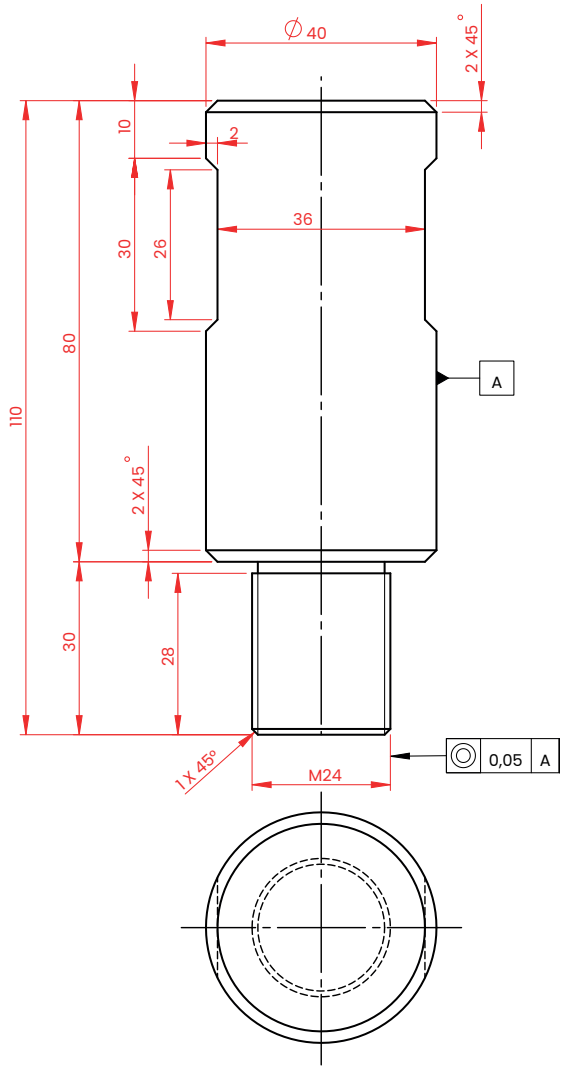
Not: Belirtilmeyen tüm pahlar 0,5 x 45 °dir.

Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp üst plakası		03-04
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

10. Kalıp Sapı Tasarımı

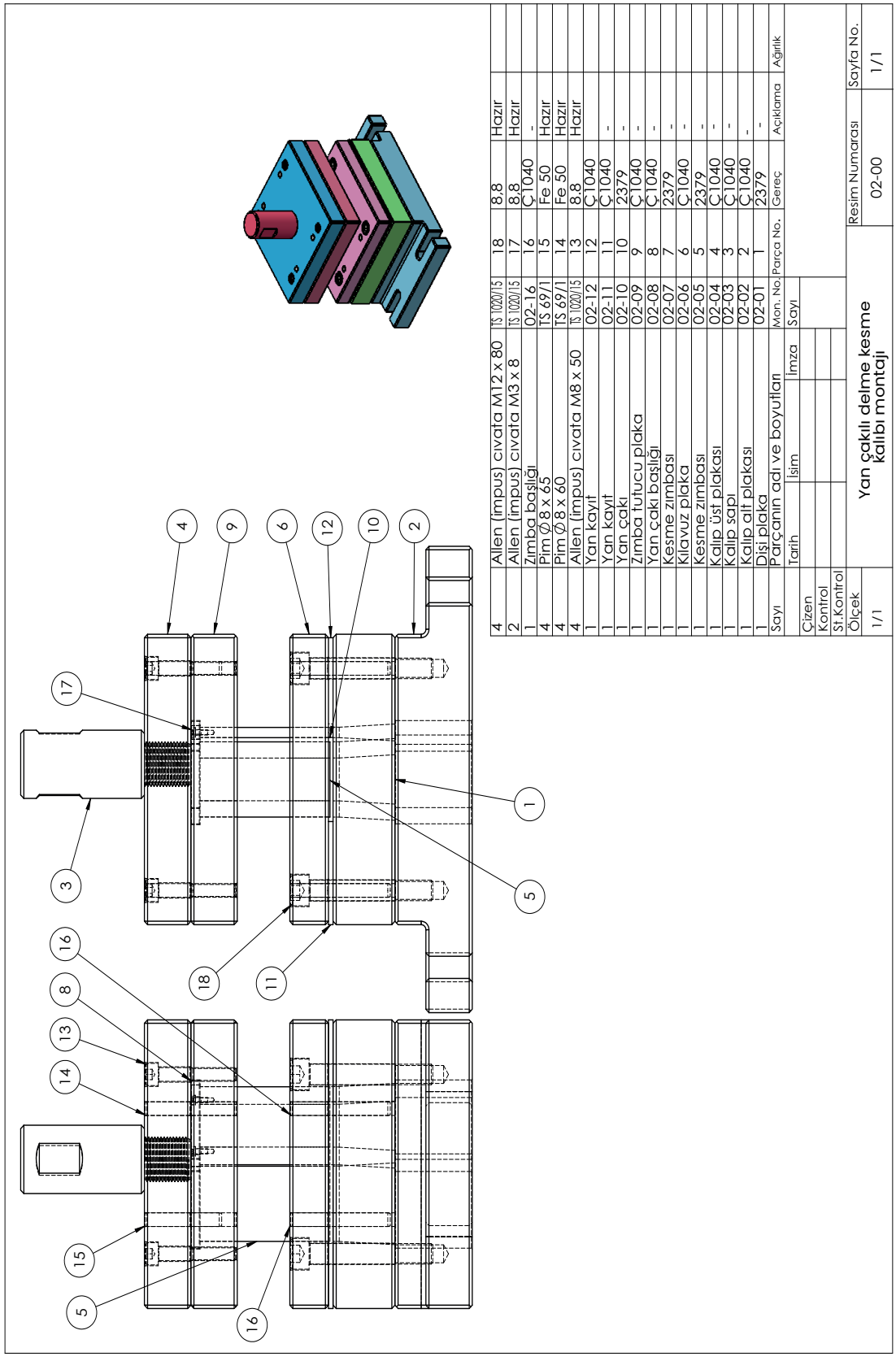


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/1	1	Kalıp sapı		03-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

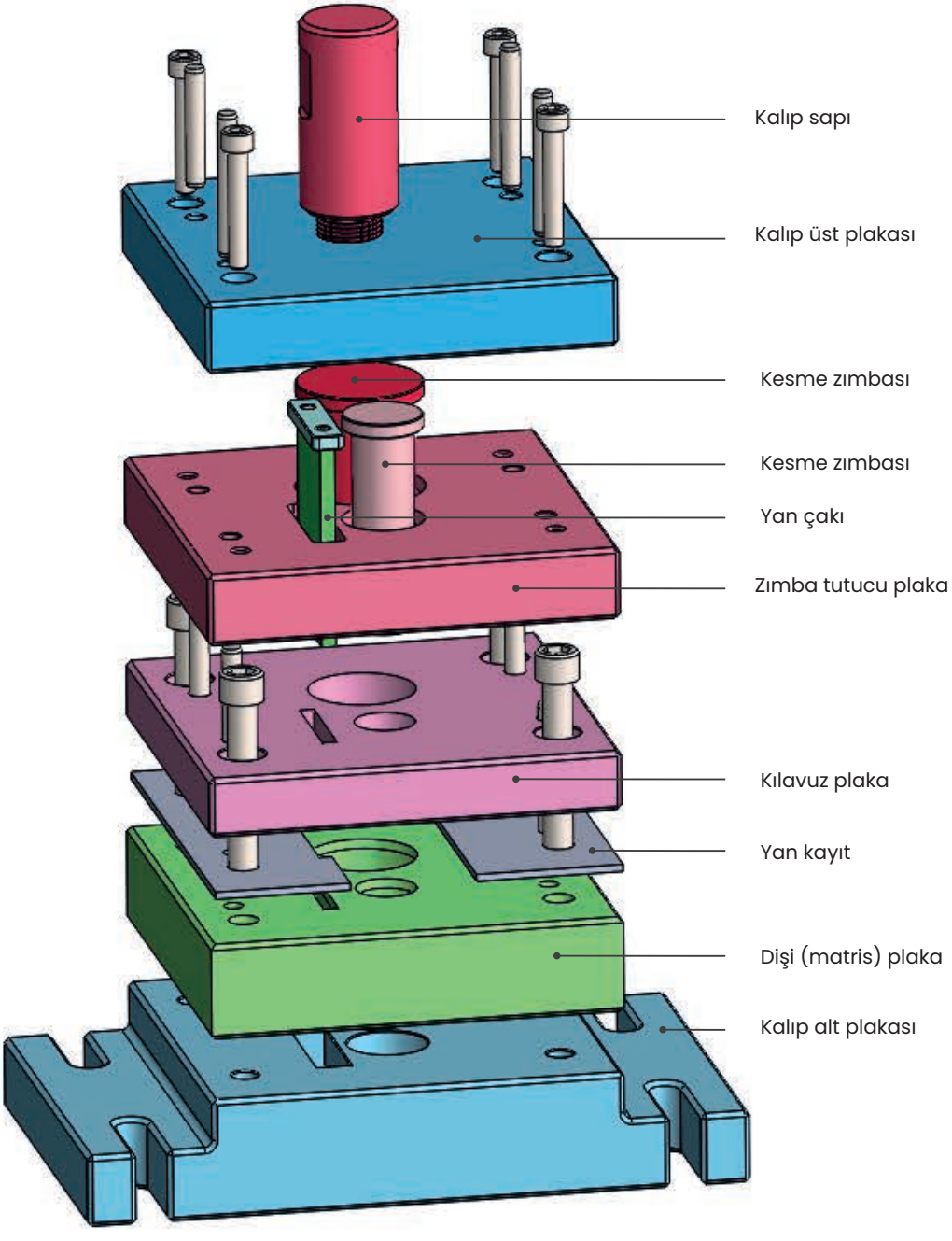
11. Kalıp Montajının Yapılması



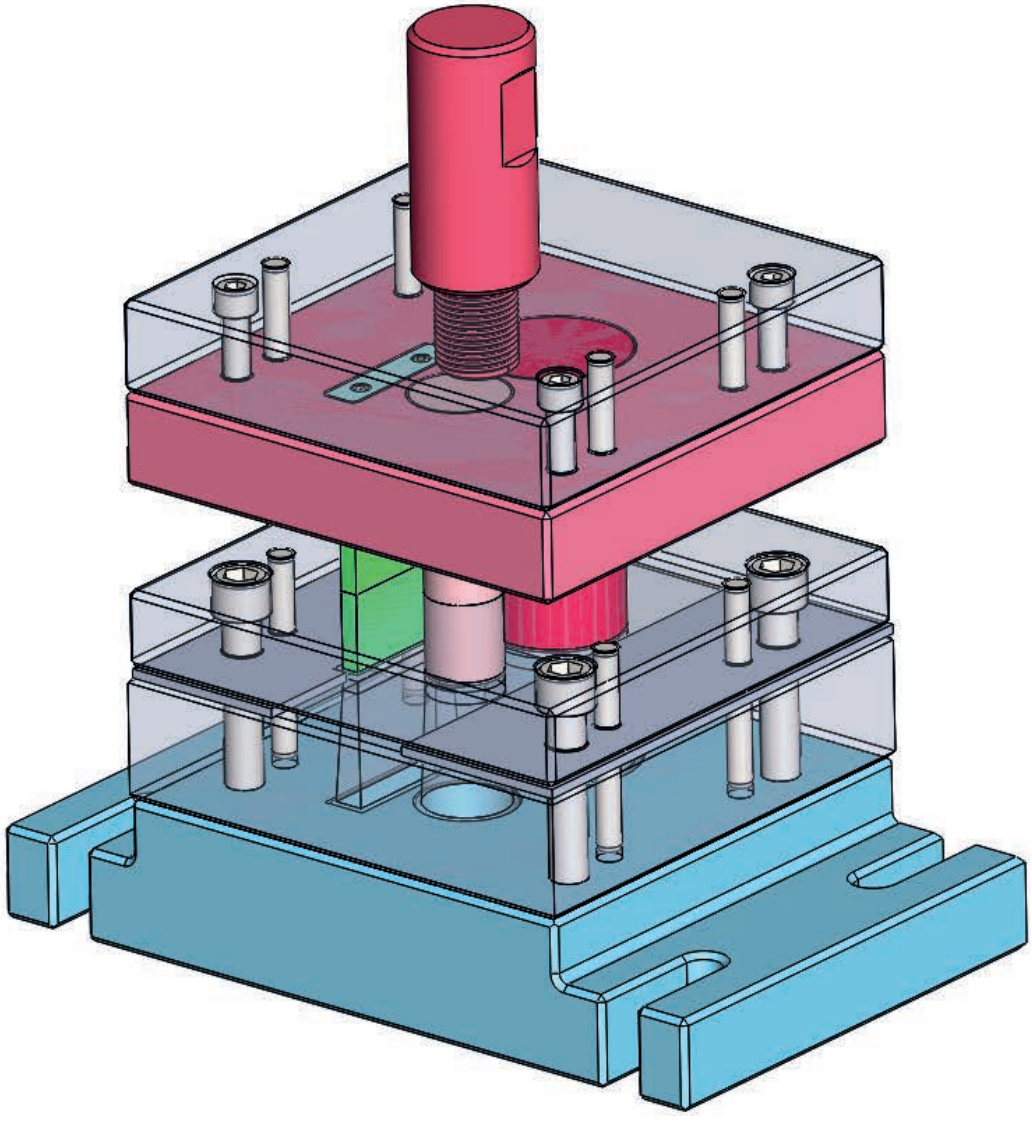
Sayı	Parçanın adı ve boyutları	Mon. No.	Parça No.	Gereç	Açıklama	Ağırlık
4	Allen (imbus) cıvata M12 x 80	TS 1020/15	18	8.8	Hazır	
2	Allen (imbus) cıvata M3 x 8	TS 1020/15	17	8.8	Hazır	
1	Zımba başlığı	02-16	16	Ç1040	-	
4	Pim Ø 8 x 65	TS 69/1	15	Fe 50	Hazır	
4	Pim Ø 8 x 60	TS 69/1	14	Fe 50	Hazır	
4	Allen (imbus) cıvata M8 x 50	TS 1020/15	13	8.8	Hazır	
1	Yan kayıt	02-12	12	Ç1040		
1	Yan kayıt	02-11	11	Ç1040	-	
1	Yan çakı	02-10	10	2379	-	
1	Zımba tutucu plaka	02-09	9	Ç1040	-	
1	Yan çakı başlığı	02-08	8	Ç1040	-	
1	Kesme zımbası	02-07	7	2379	-	
1	Kılavuz plaka	02-06	6	Ç1040	-	
1	Kesme zımbası	02-05	5	2379	-	
1	Kalıp üst plakası	02-04	4	Ç1040	-	
1	Kalıp sapı	02-03	3	Ç1040	-	
1	Kalıp alt plakası	02-02	2	Ç1040	-	
1	Dişi plaka	02-01	1	2379	-	

	Tarih	İsim	İmza	Sayı
Çizen				
Kontrol				
St.Kontrol				
Ölçek	1/1	Yan çaklı delme kesme kalıbı montajı		

Resim Numarası	Sayfa No.
02-00	1/1



Görsel 1.37: Yan çakılı delme kesme kalıbı elemanlarının gösterimi



Görsel 1.38: Yan çakılı delme kesme kalıbı montaj gösterimi

1.5. KILAVUZ KOLONLU DELME KESME KALIBI

Günümüzde tüketiciler teknolojinin sağladığı avantajlar sayesinde tedarik konusunda çok fazla seçeneğe sahiptir. Bu durum, üreticileri, ürünlerini kaliteden ödün vermeden daha ucuza mal edebilme yol ve yöntem bulmaları yönünde araştırmalar yapmaya teşvik eder. Genellikle de firmalar, bu çalışmalarını yürütmek üzere bünyelerinde AR-GE bölümü kurarlar. Bu bölümlerde amaç, verimi ve kalitesi yüksek ancak maliyeti düşük üretim gerçekleştirme yol ve yöntemleri bulmaktır. Bu anlamda kılavuz kolonlu delme kesme kalıpları; ürün kalitesinde yüksek hassasiyet, uzun sağlıklı kalıplama ömrü, imalatta zaman kazancı ve ürün birim maliyeti düşüklüğü sebebi ile tercih edilmektedir.

Kılavuz kolonlu delme kesme kalıplarında kalıp alt plakası ve kalıp üst plakası, kalıbın diğer tüm elemanlarını üzerinde taşıyan bir kalıplama yöntemidir.

Kalıp kesme işlemini kalıp alt ve üst plakası üzerine hassas bir şekilde yataklanmış olan kılavuz miller üzerinde hareket ederek gerçekleştirir. Kalıbın alt kısmı sabit, üst kısmı ise kılavuz plakanın kılavuz mili üzerinde hassas bir şekilde sabit pozisyonda hareket etmesi ile hareket etmektedir. Sabit pozisyonda hareket edebilme özelliği kesme kalıplarında hassas kesim için eşit kesme boşluğu dağılımından dolayı önemlidir. Kılavuz kolonlu delme kesme kalıplarının bir set şeklinde olması kalıbın taşınmasını ve depolanmasını kolaylaştıran bir avantajdır. Diğer delme kesme kalıpları yöntemleri ile karşılaştırıldığında;

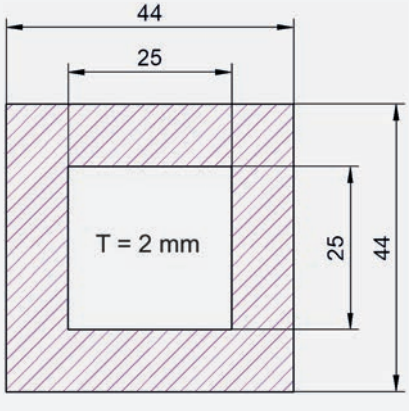
- Maliyetlerinin yüksek olması,
- Kalıp imalatını gerçekleştirecek kişilerin ustalık becerilerinin yüksek olması,
- Kalıbın montaj ve demontajının zaman alması,
- Kalıp imalatının daha uzun zamanda gerçekleşmesi gibi dezavantajlara sahiptir.

1.5.1. Kılavuz Kolonlu Delme Kesme Kalıbı Tasarımı

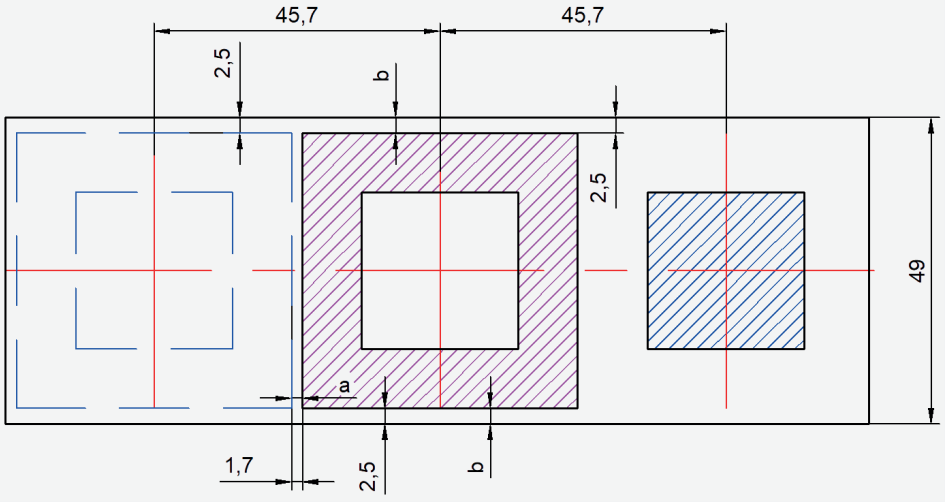
1. Gerekli Hesaplamaların Yapılarak Şerit Malzeme Yerleşim Planının Yapılması

1.8. ÖRNEK

- **Görsel 1.39'da şekli verilen ve paslanmaz çelikten imal edilecek olan kare şeklindeki sac numune için gerekli hesaplamaları yaparak kılavuz kolonlu delme kesme kalıbını tasarlayınız.**



Görsel 1.39: Kare şeklindeki sac numune



Görsel 1.40: Şerit malzeme yerleşim planı

Adım Hesabı (**Görsel 1.40**'a göre)
Verilenler: Anma ölçüsü = B1 = **44 mm**
Tablo 1.3'e göre kesme boşluğu= a= **1,7 mm** seçilir.

ADIM = B_1 + a = 44 + 1,7 = **45,7 mm** olarak bulunur.

Şerit Malzeme Genişliği Hesabı
Kenarlardaki kesme boşluğu= b (mm)
Şerit malzeme genişliği = B (mm)
Yan çakı kesme payı = b_1 (mm)

Verilenler: B1 = **44 mm**
Tablo 1.3'e göre b = **2,5 mm** seçilir.
B = B_1 + 2b
B = 44 + 2 · 2,5 + 2,8 =>B = **49 mm**

Kuvvet hesabı
(Zımba kesiti referans alınarak hesaplandı.)
44 x 44 olan kare kesitin çevre uzunluğu: **$Ç_{44 x 44}$** = 4 · 44 = **176 mm**
25 x 25 olan kare kesitin çevre uzunluğu: **$Ç_{25 x 25}$** = 4 · 25 = **100 mm**
$Ç_{Toplam}$ = 156 + 100 = **256 mm**
Sac malzeme kalınlığı = T = **2 mm**

Malzemelerin kesme direnci tablosundan (**Tablo 1.1**) paslanmaz çelik için-sac malzemenin kesme direnci = τ_d = **40 kg/mm²** olarak seçildi.

$P = Ç_{Toplam} \cdot \tau_d \cdot T$ (kg) => P = 276 · 40 · 2 => P = 22.080 kg => P = 22,08 Ton

Pres kuvveti P_k = P_{Emk} . P, P_{Emk} = Pres emniyet sayısı yaklaşık olarak **2~3** alınır.
P_{Emk} = **2,5** alındı.
P_k = 22,08 · 2,5 = 55,2 Ton

Verim Hesabı

Bir adımda kullanılan toplam malzeme alanı S = Adım · Şerit malzeme genişliği

= **45,7 · 49 => S = 2.239,3 mm²**

A1 = 44 · 44 => A1 = **1.936 mm²**

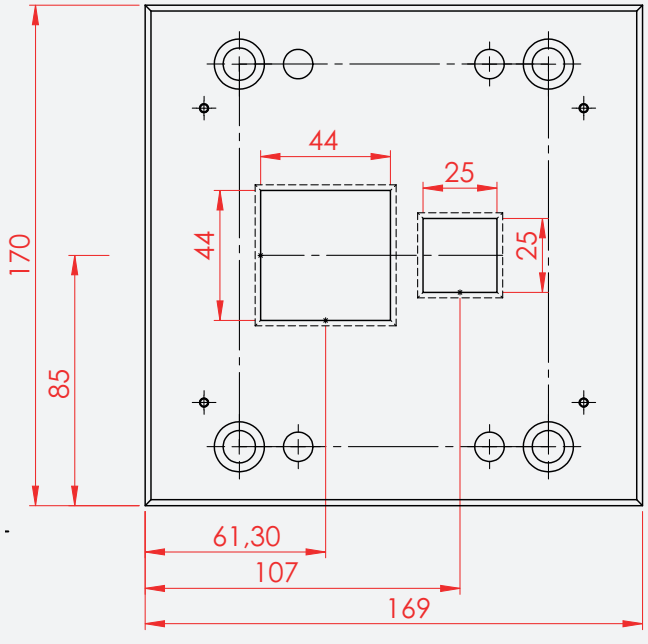
A2 = 25 · 25 => A2 = **625 mm²**

$S_1 = A1 - A2 \Rightarrow S_1 = 1.936 - 625 \Rightarrow \mathbf{S_1 = 1.311\ mm^2}$

% Verim = $\frac{S_1}{S} \cdot 100 = \frac{1.311}{2.239,3} \cdot 100$ **= %58,55** olarak bulunur.

1.9. ÖRNEK

- **Sac kalınlığı 2 mm ve paslanmaz çelikten yapılan τ_d = 40 kg/mm² (Tablo 1.1'den alındı.) ve Görsel 1.41'de şekli verilen kare şeklindeki sac numune kalıbı için kalıp sap yerini tayin ediniz.**



Görsel 1.41: Dişi kalıp yerleşim planında zımbaların konumlandırılması

Not: Kesitlerin çevre uzunlukları dişi kalıp çift taraflı kesme boşlukları yansıtılarak hesaplanmıştır.

44 x 44 olan kare kesitin çevre uzunluğu: $\mathbf{Ç_{44\,x\,44}} = 4 \cdot 44 = \mathbf{176\ mm}$
25 x 25 olan kare kesitin çevre uzunluğu: $\mathbf{Ç_{25\,x\,25}} = 4 \cdot 25 = \mathbf{100\ mm}$

Sac malzeme kalınlığı = T = **2 mm**

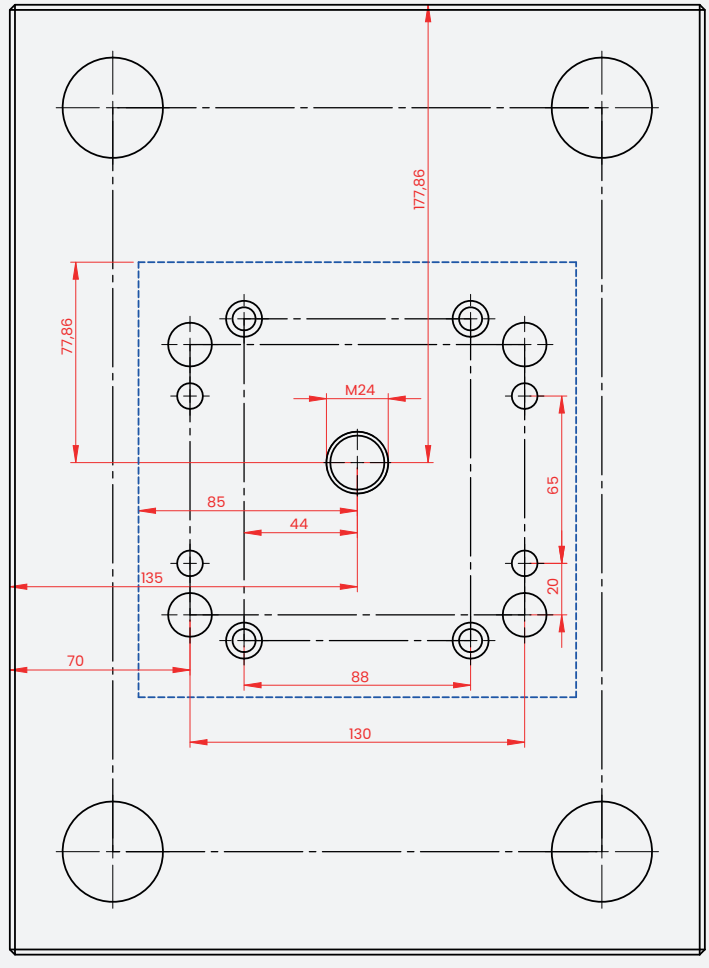
$\mathbf{\tau_d}$ = 40 kg/mm² olarak seçildi.

$$\mathbf{P_{25\,x\,25} = Ç25 \cdot \tau_d \cdot T\ (kg) \Rightarrow P_1 = 100 \cdot 40 \cdot 2 \Rightarrow P_1 = 8.000\ kg}$$

$$\mathbf{P_{44\,x\,44} = Ç44 \cdot \tau_d \cdot T\ (kg) \Rightarrow P_2 = 176 \cdot 40 \cdot 2 \Rightarrow P_2 = 14.080\ kg}$$

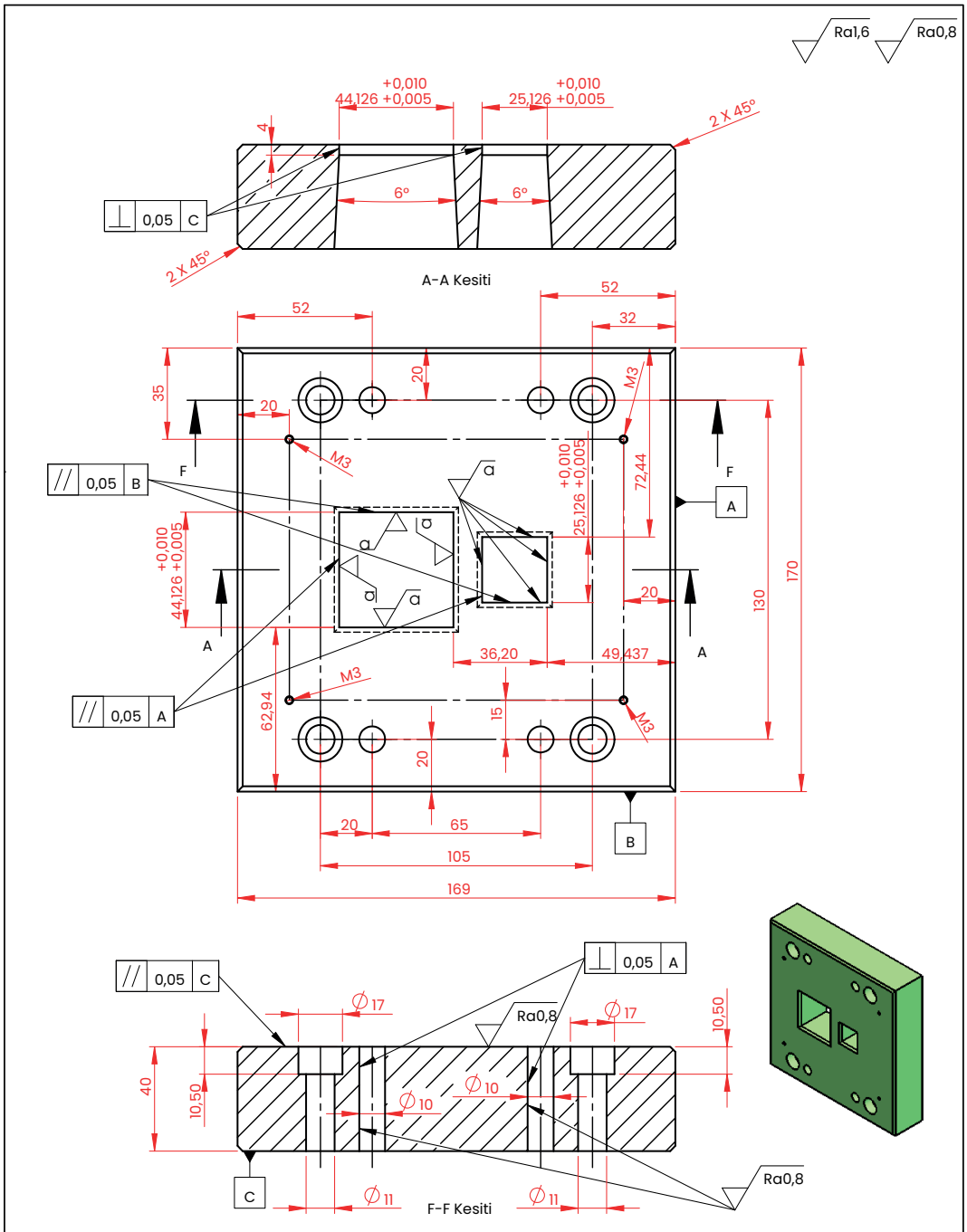
$$X = \frac{8.000 \cdot 107 + 14.080 \cdot 61{,}3}{8.000 + 14.080} \Rightarrow X = \mathbf{77{,}86\ mm}$$

$$y = \frac{8.000 \cdot 85 + 14.080 \cdot 85}{8.000 + 14.080} \Rightarrow y = \mathbf{85\ mm}$$



Görsel 1.42: Kuvvet dağılım hesaplanması sonrası kalıp sapının konumlandırılması

2. Dişi (Matris) Plaka Tasarımı



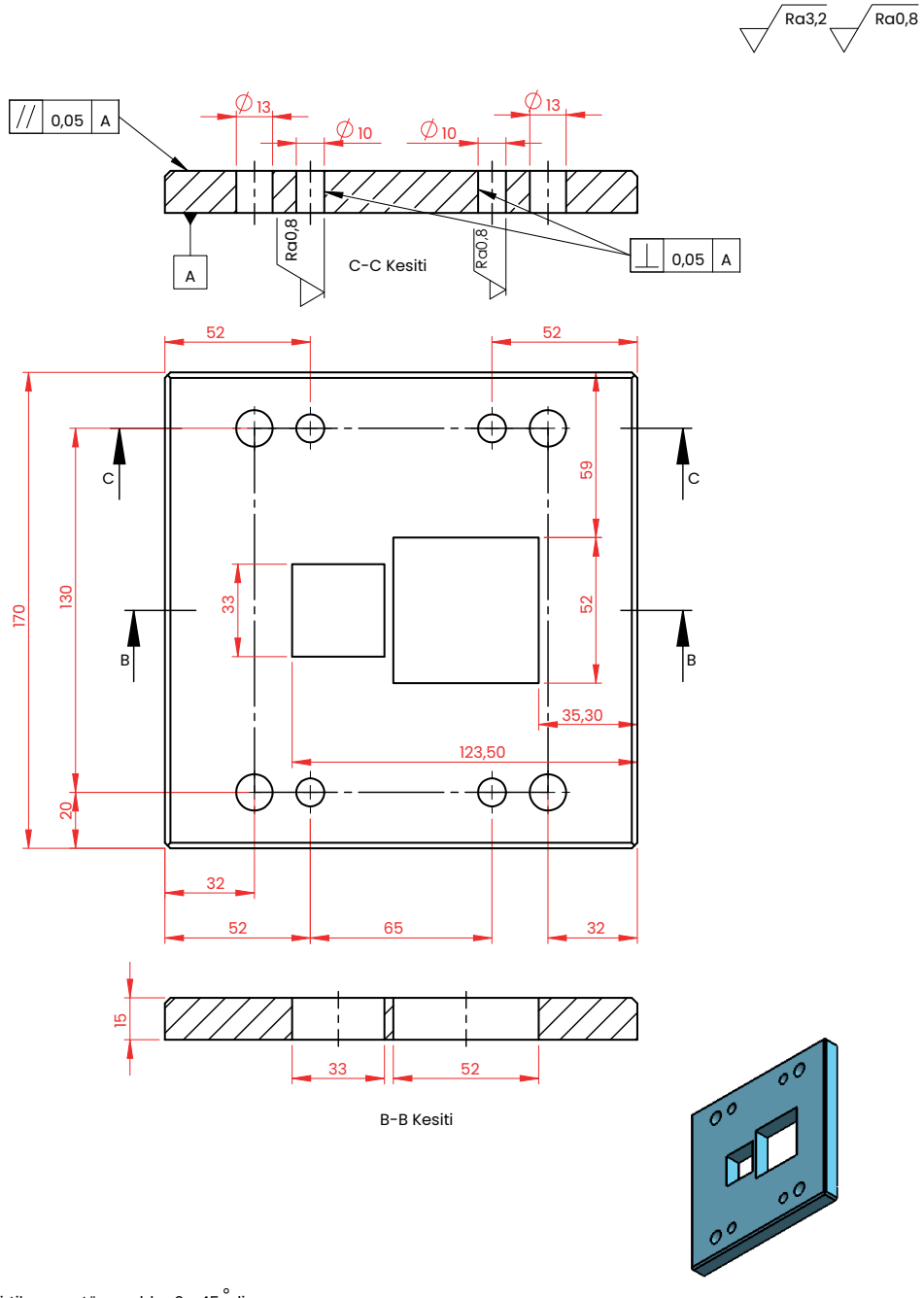
Not: a = Ra0,8

Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/2	1	Dişi plaka		04-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

3. Kalıp Alt Destek Plakası Tasarımı



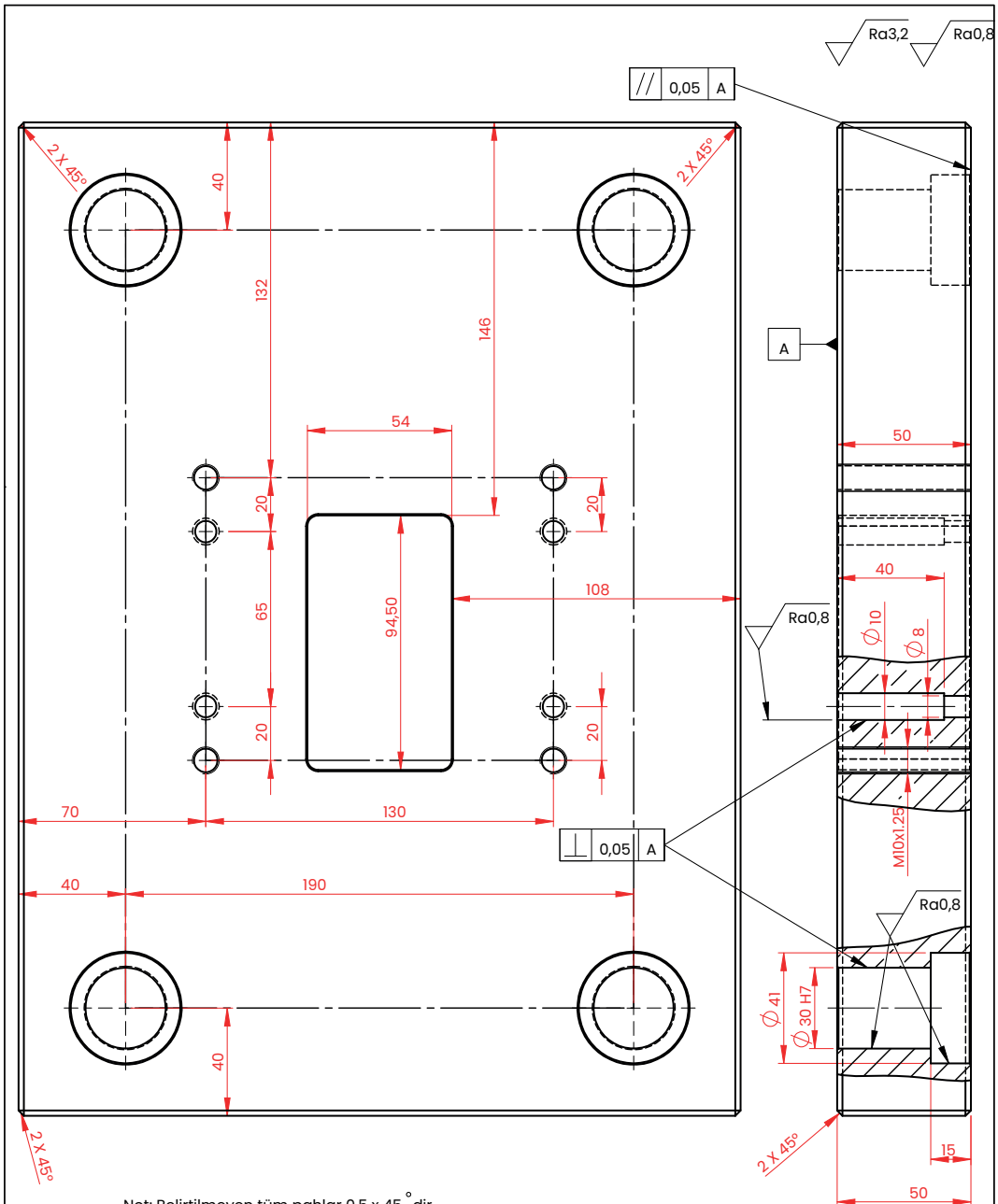
Not: Belirtilmeyen tüm pahlar 2 x 45° dir.

Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp alt destek plakası		04-02
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

4. Kalıp Alt Plakası Tasarımı



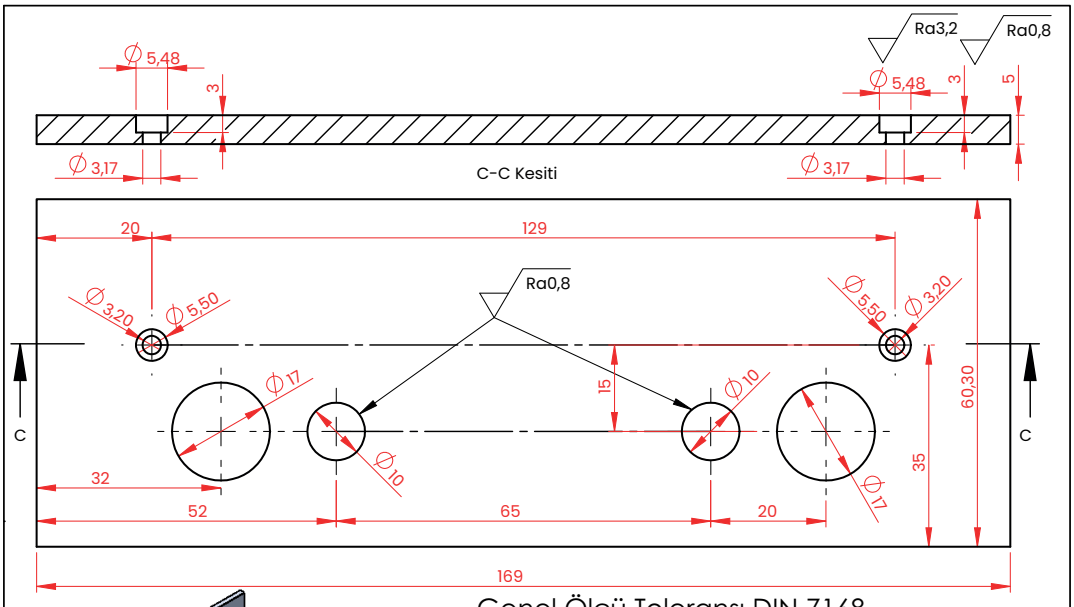
Not: Belirtilmeyen tüm pahlar 0,5 x 45 ° dir.

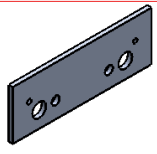
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp alt plakası		04-04
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

5. Yan Kayıt Tasarımı

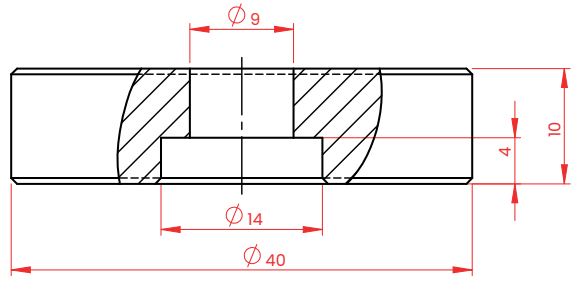


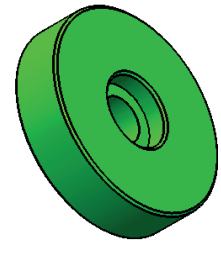


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası
Ç1040	1/1	2	Yan kayıt		04-09





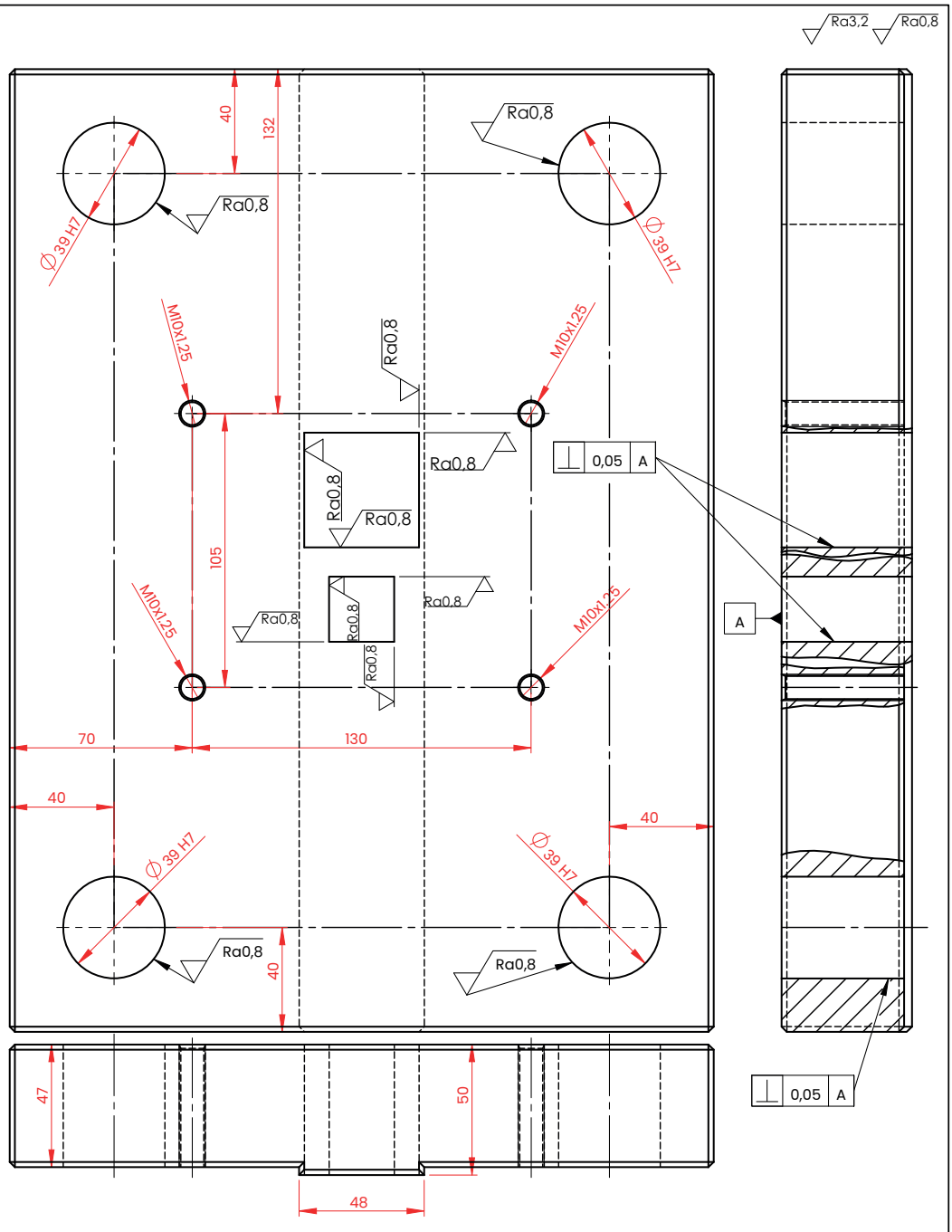
Not: Tüm keskin köşelere 0,5 x 45 °pah kırılacaktır.

Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası
Ç1040	2/1	1	Kolon kapağı		04-17

6. Kılavuz Plaka Tasarımı

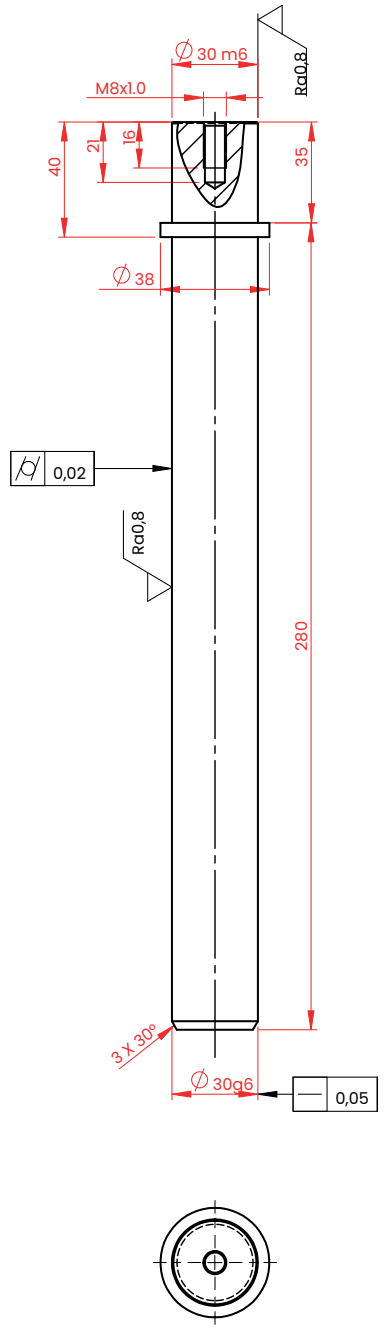


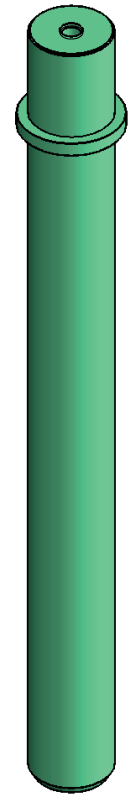
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kılavuz plaka		04-16
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

7. Kılavuz Kolon Tasarımı



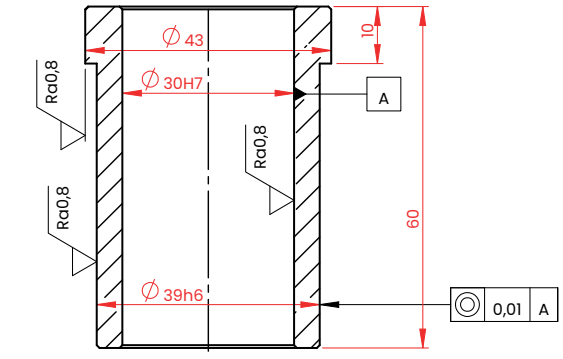


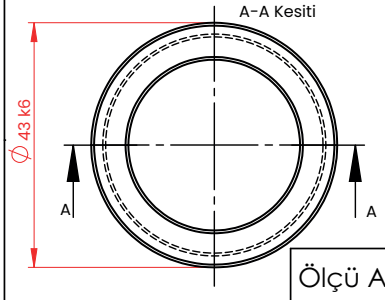
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

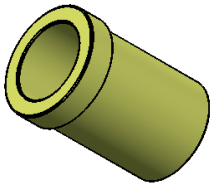
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

16MnCr5	1/2	1	Kılavuz kolon		04-16
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

8. Kılavuz Plaka Burcu Tasarımı



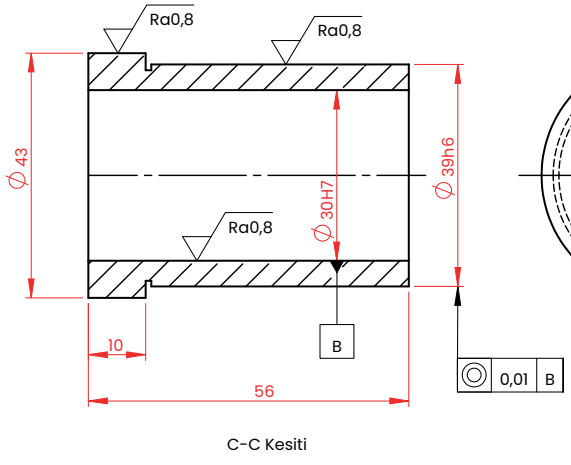




Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

100Cr6	1/1	1	Burç		04-18
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

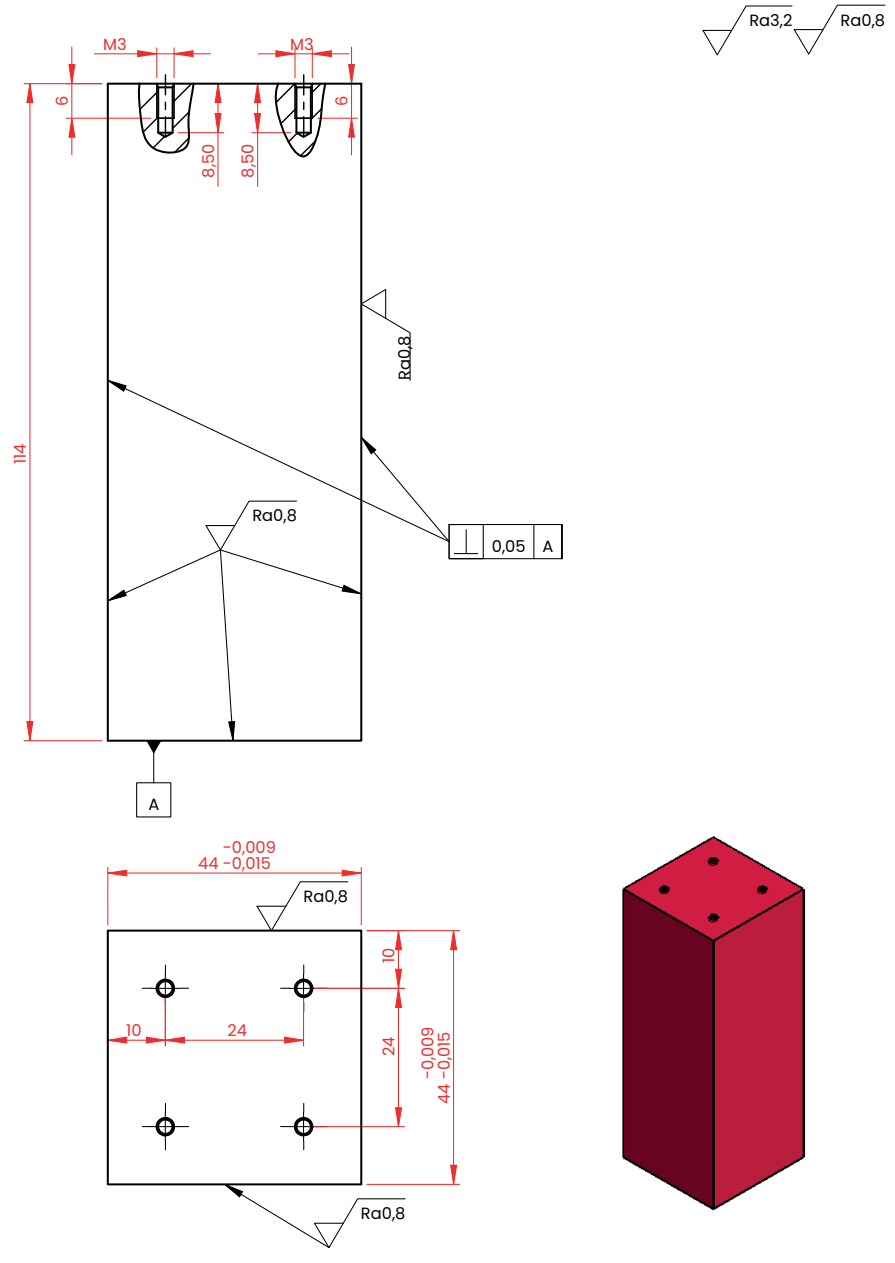


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

100Cr6	1/1	4	Burç		04-19
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

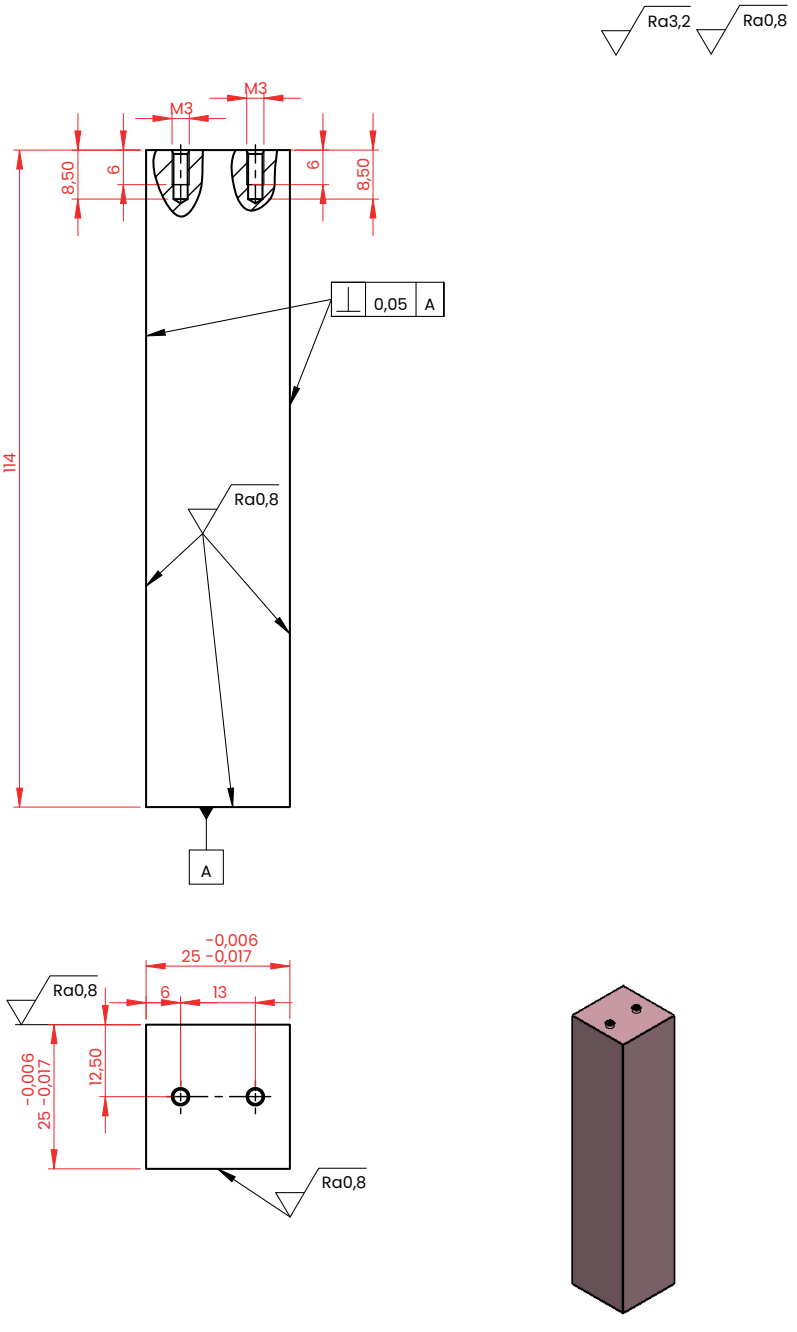
9. Kesme Zımbalarının Tasarımı



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

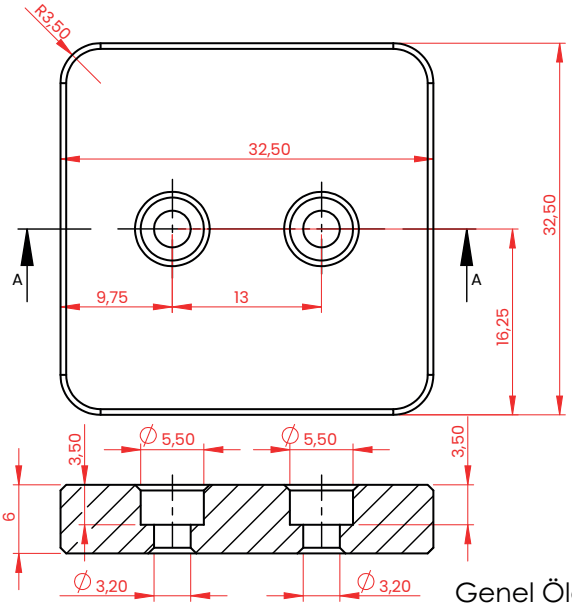
2379	1/1	1	Kesme zımbası		04-06
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

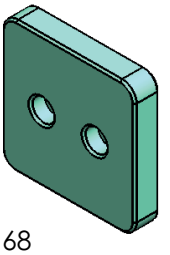
2379	1/1	1	Kesme zımbası		04-11
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



A–A Kesiti

Not: Belirtilmeyen tüm pahlar 0,5 x 45° dir.

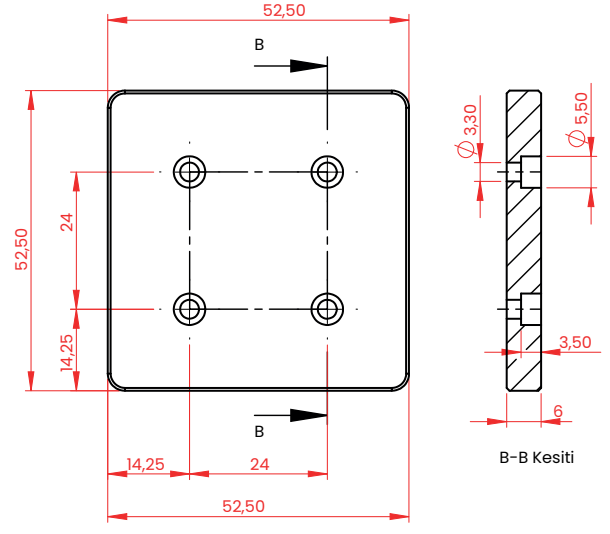
Ra3,2



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

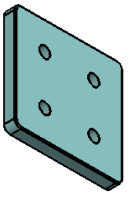
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Çelik	2/1	1	Kesme zımbası başlığı		04-05
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



B–B Kesiti

Ra3,2

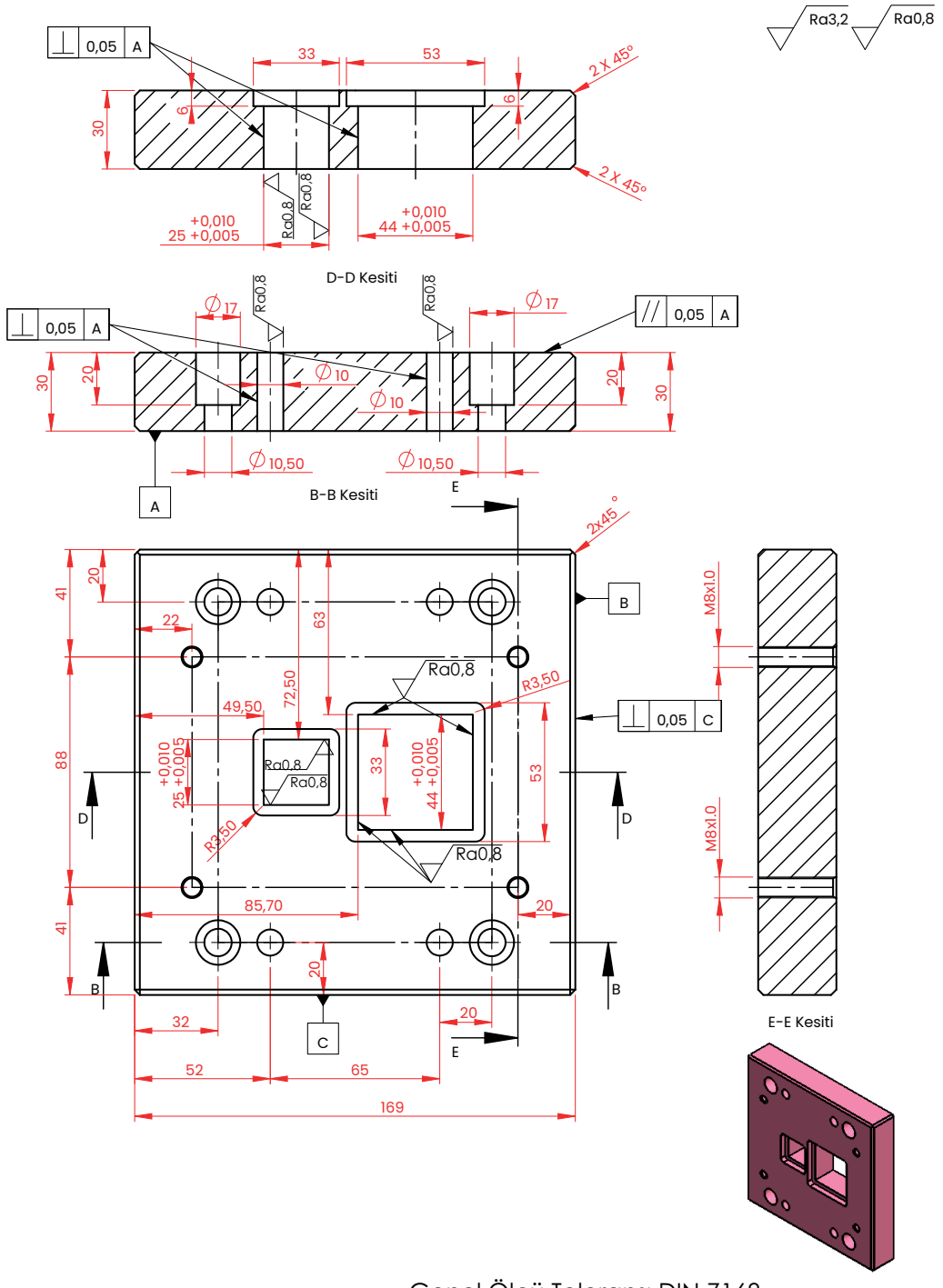


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Çelik	1/1	1	Kesme zımbası başlığı		04-12
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

10. Zımba Tutucu Plaka Tasarımı

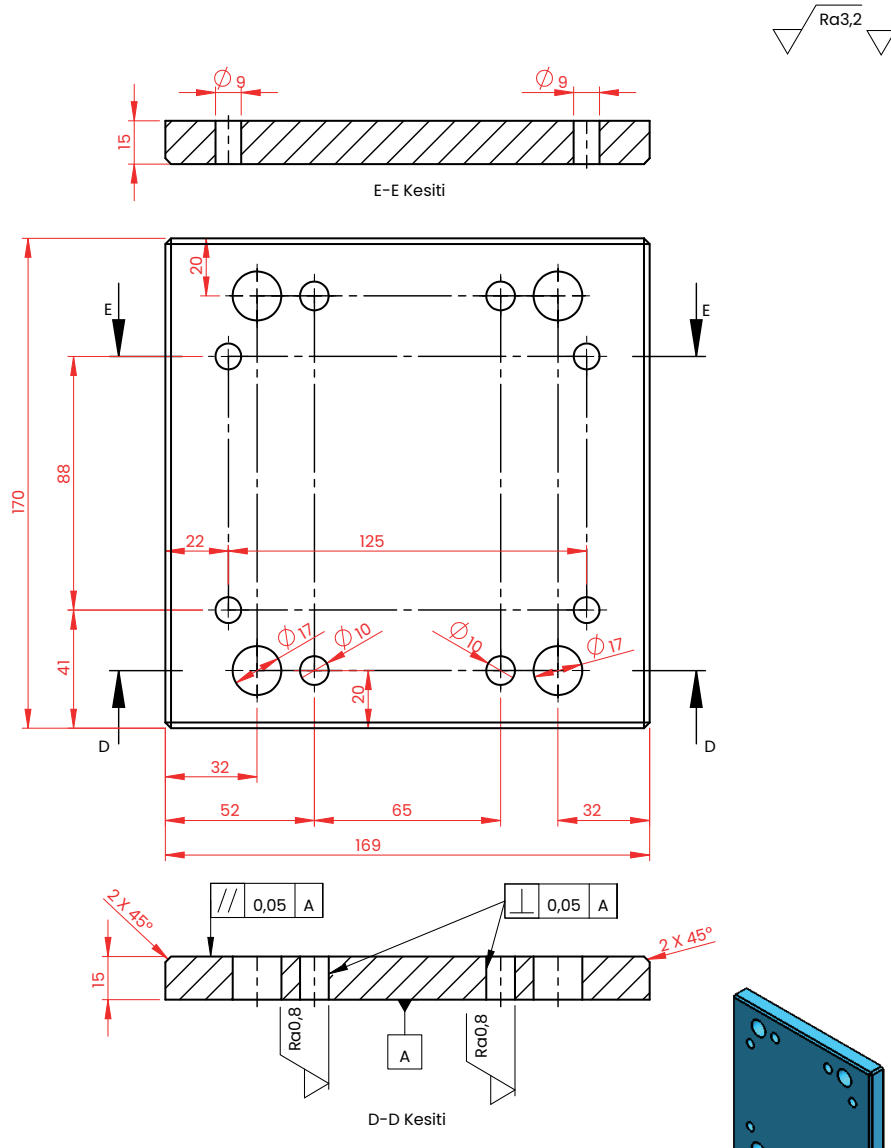


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Zımba tutucu plaka		04-10
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

11. Kalıp Üst Destek Plakası Tasarımı



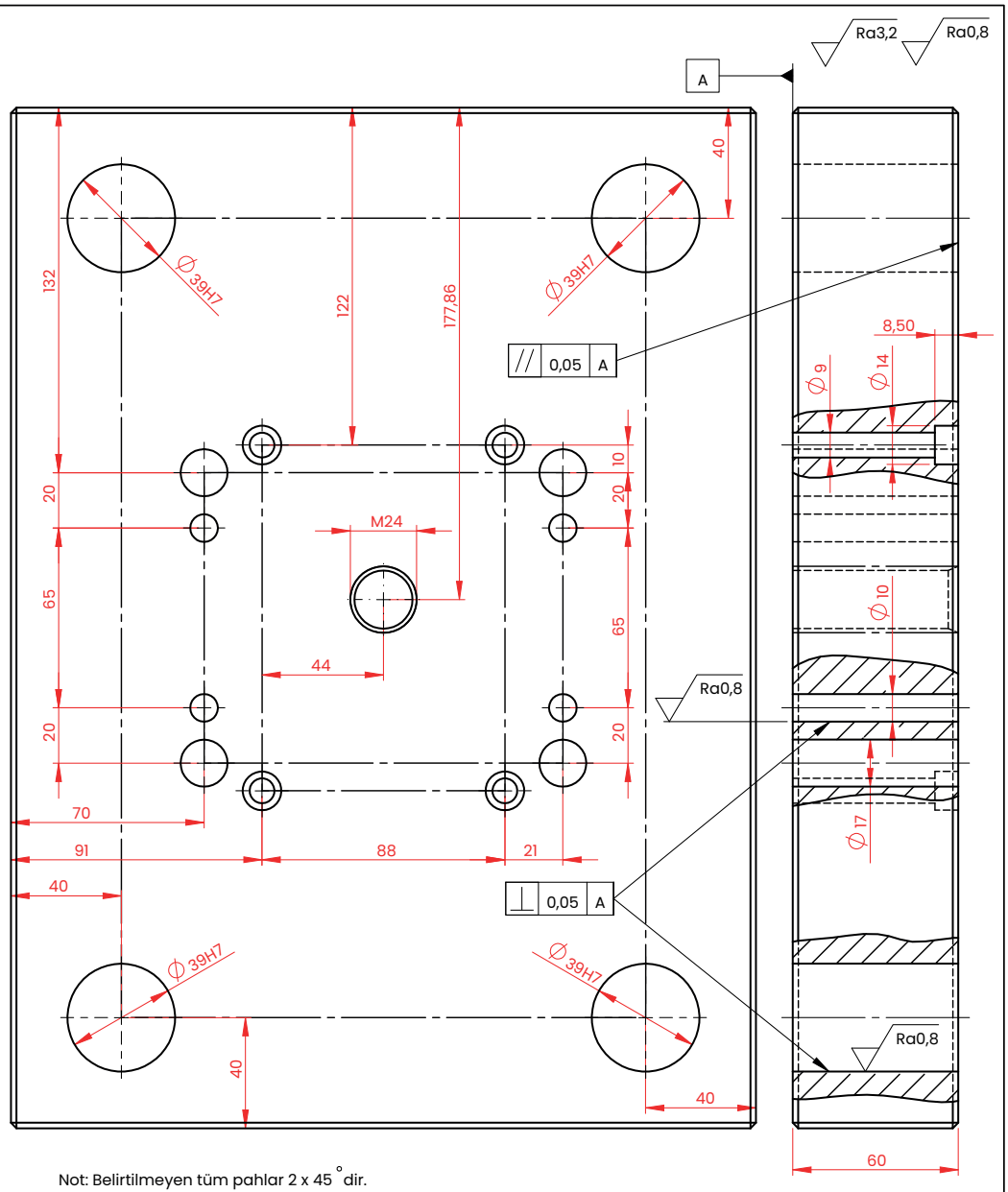
Not: Belirtilmeyen tüm pahlar 0,5 x 45 ° dir.

Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp üst destek plakası		04-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

12. Kalıp Üst Plakası Tasarımı



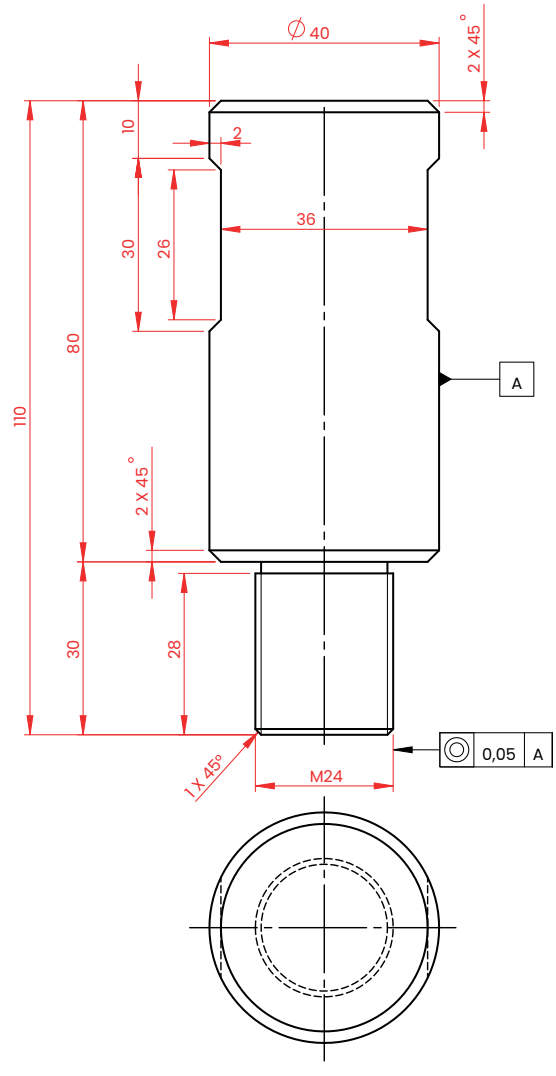
Not: Belirtilmeyen tüm pahlar 2 x 45 ° dir.

Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp üst plakası		04-13
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

13. Kalıp Sapı Tasarımı

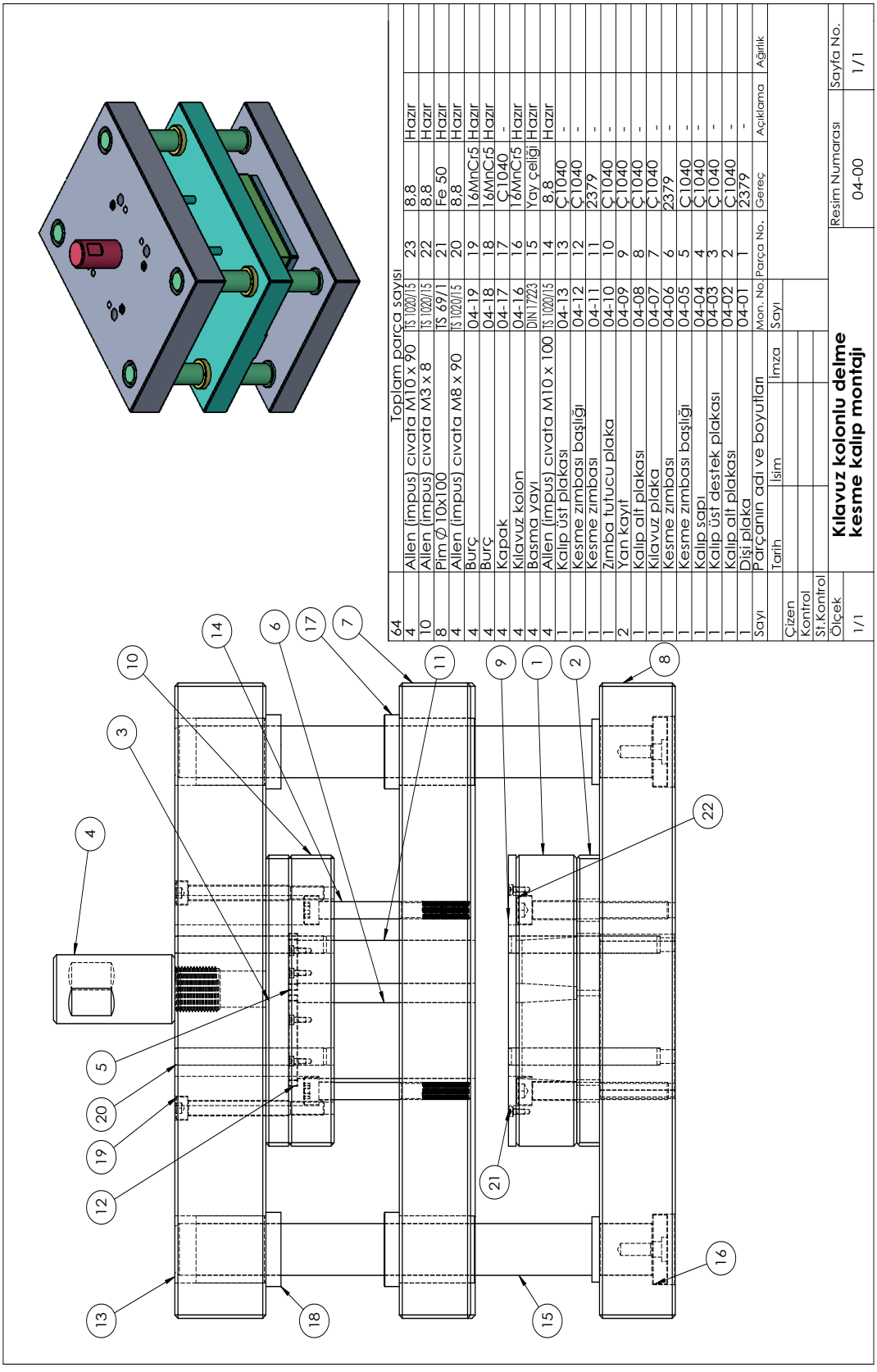


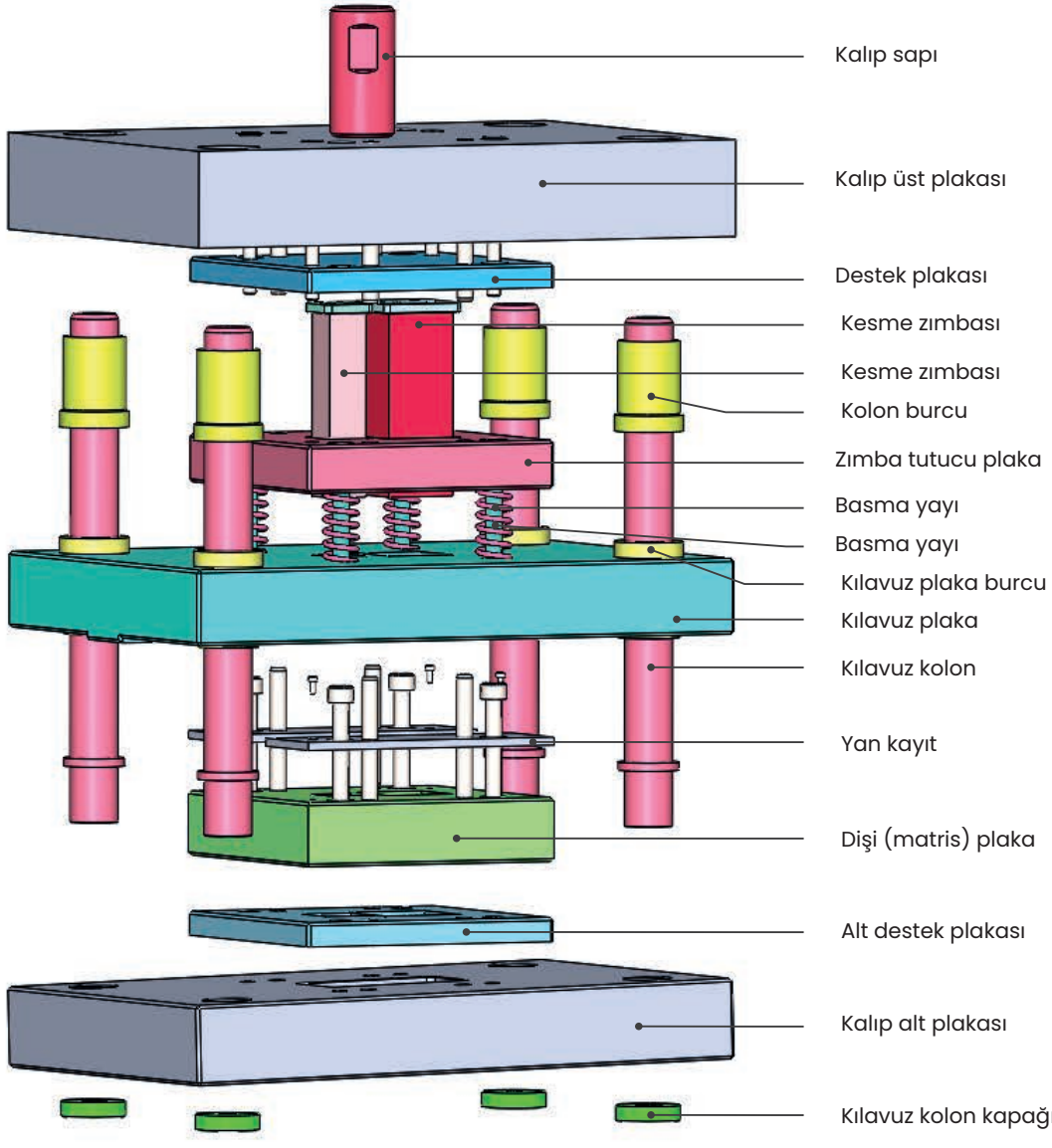
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

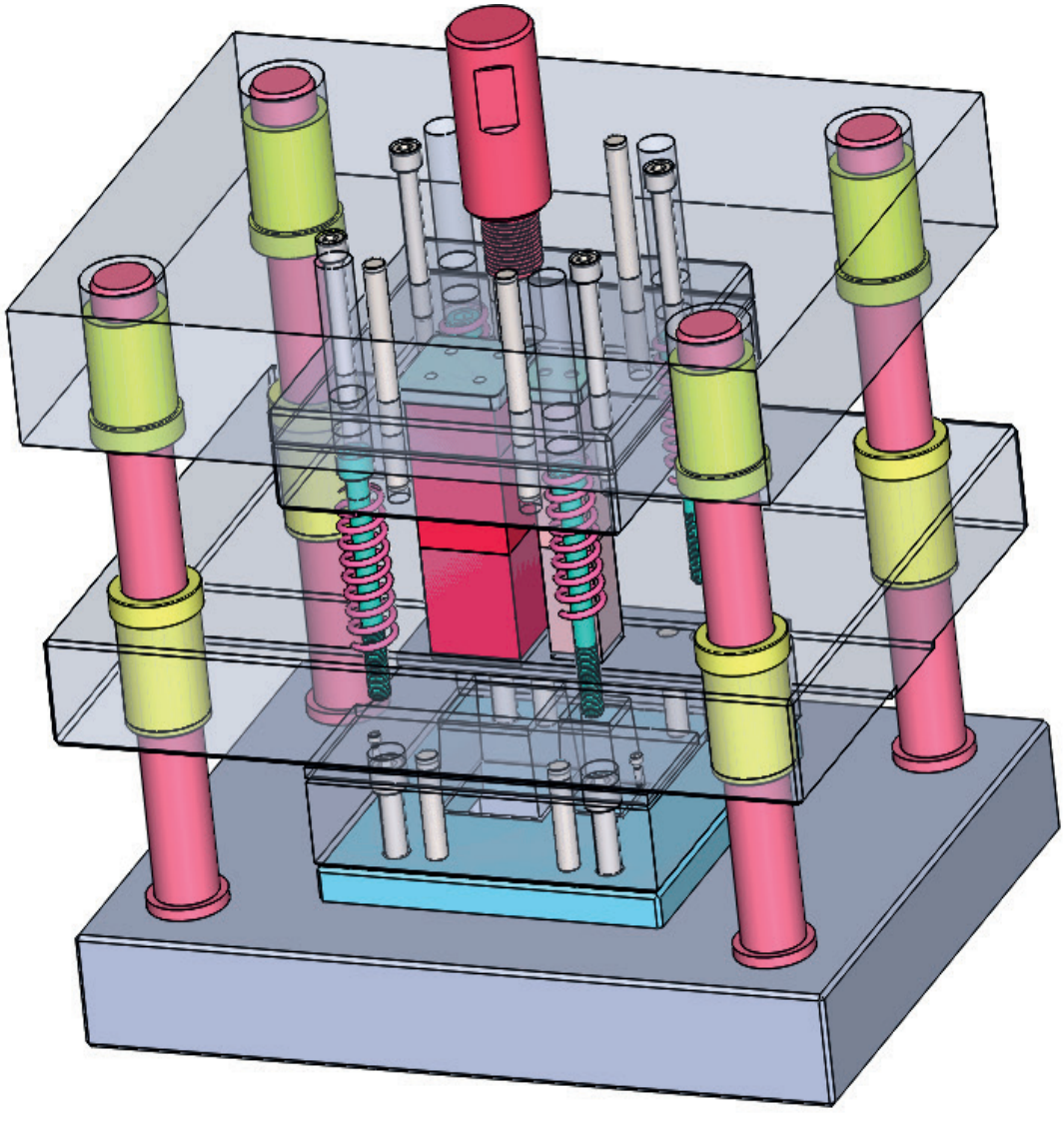
Ç 1040	1/1	1	Kalıp sapı		04-04
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

14. Kalıp Montajının Yapılması

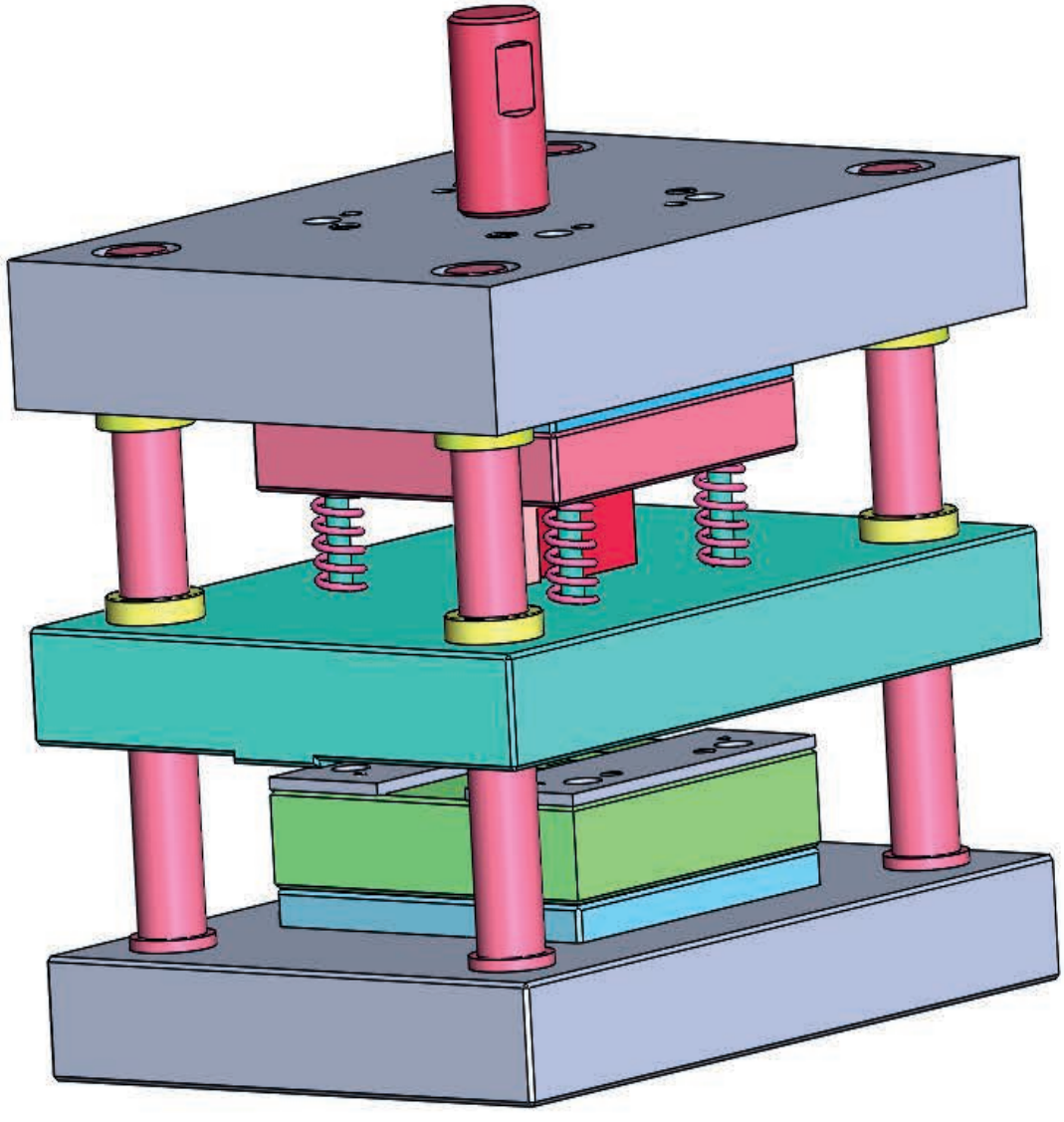




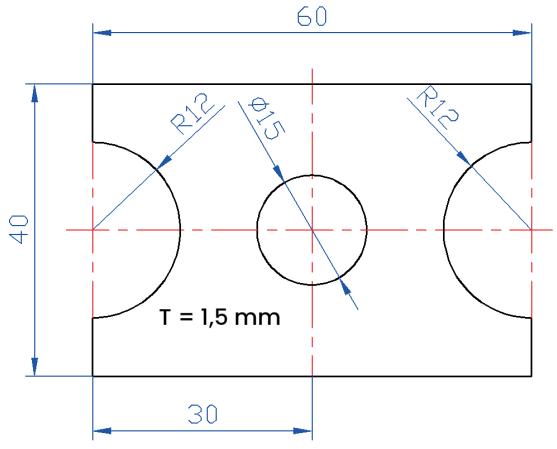
Görsel 1.43: Kılavuz kolonlu delme kesme kalıbı elemanlarının tanıtımı



Görsel 1.44: Kılavuz kolonlu delme kesme kalıbı montajı



Görsel 1.45: Kılavuz kolonlu delme kesme kalıbı montajı



Görsel 1.46: İş parçası

Görsel 1.46'da şekli verilen iş parçası için kılavuz plakalı delme kesme kalıbı tasarımı yapılacaktır.

a) Şerit malzeme genişliğini hesaplayınız.

b) Adım hesabını yapınız.

c) % verim hesabını yapınız.

ç) Toplam kesme kuvvetini hesaplayınız.

d) Pres kuvvetini hesaplayınız.

e) Dişi kalıp yerleşim planını yapınız.

f) Kalıp sapının konumlandırılması için gerekli hesaplamaları yaparak kalıp sapı yerini tayin ediniz.

g) İlgili bölümdeki örneği inceleyip, dişi kalıp tasarımından başlayarak tüm kalıp bileşenlerinin tasarımını tamamlayınız.

ğ) Standart olmayan her kalıp bileşeninin yapım resmini çiziniz.

h) Kalıp montaj resmini çiziniz.

İşlem Basamakları

1. En uygun şerit malzeme yerleşim planına karar verebilmek için farklı şerit malzeme yerleşim planına göre verim hesabı yapılmalıdır.
2. Karar verilen şerit malzeme yerleşim planına göre hesaplanan pres kuvvetine uygun presin atölyelerde olup olmadığı kontrol edilmelidir.
3. Şerit malzeme planına uygun dişi kalıp tasarımı yapılmalıdır.
4. Dişi kalıp esas alınarak diğer tüm bileşenler tasarlanmalıdır.
5. Şerit malzeme ilerletme işleminin otomatik besleme ile gerçekleştirileceği varsayılmalıdır.

2

ÖĞRENME BİRİMİ

BÜKME KALIPLARI

KONULAR

2.1. TARAFSIZ EKSEN KABULÜ
2.2. BÜKME İŞLEMİ SIRASINDA MEYDANA GELEN GERİLMELER
2.3. BÜKME İŞLEMİNDE GERİ YAYLANMA OLUŞUM SEBEPLERİ VE ÇÖZÜMLER
2.4. GERİ YAYLANMA MİKTARININ GİDERİLMESİ
2.5. BÜKME İŞLEMİ ÇEŞİTLERİ
2.6. BÜKME KAVİS YARIÇAPLARININ BELİRLENMESİ
2.7. BÜKME BOŞLUĞUNUN BULUNMASI
2.8. KALIP TASARIM UYGULAMASI
2.9. AÇINIM BOYU HESAPLAMA İŞLEMLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Bükme kalıp elemanlarının hesapları yapma
- Bükme kalıp tasarımı yapma
- Kalıp standart çizelge ve katalogları kullanma
- Kalıp teknik ve meslek resimlerini çizme

TEMEL KAVRAMLAR

Bükme, bükme kalıbı, tarafsız eksen, akma gerilmesi, çekme gerilmesi, basma gerilmesi, geri yaylanma

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Bükme kalıpları ile şekillendirilen beyaz eşya (çamaşır makinesi, buzdolabı, bulaşık makinesi vb.) parçaları nelerdir?
2. Otomobil kaportasını elde şekillendirmek seri üretim açısından nasıl bir sorun oluşturur?
3. Bükme kalıpları, üretim sürecini nasıl etkiler?

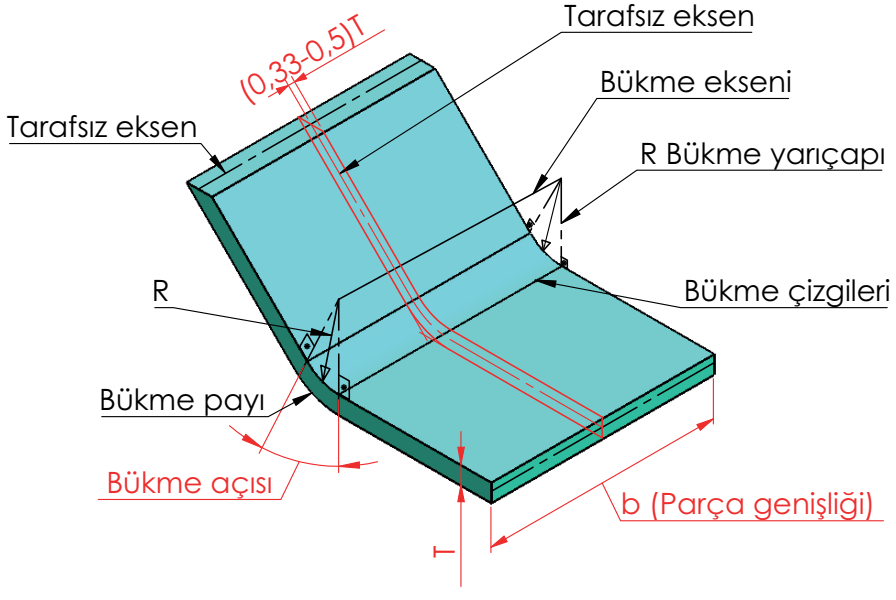
2.1. TARAFSIZ EKSEN KABULÜ

Elde edilmek istenen parçanın şekline uygun olarak yapılmış düzeneklerle malzeme üzerinde kalıcı şekil değişikliği oluşumuna **bükme**, bu olayı gerçekleştirmek üzere kullanılan kalıplara da **bükme kalıpları** denir.

Bükme olayında bükme işlemine tabi tutulan malzemenin bükme bölgesindeki ölçülerine ve bükme kavisine bağlı olarak farklı şekil değişikliği meydana gelmektedir. Malzeme dayanımlarının (akma dayanımı, çekme dayanımı, kopma gerilmesi) sınırlı olması, bükme işlemi ile oluşturulacak şekil değişimlerini (elastik ve plastik) belirli sınırlar içerisinde tutma zorunluluğu doğurur.

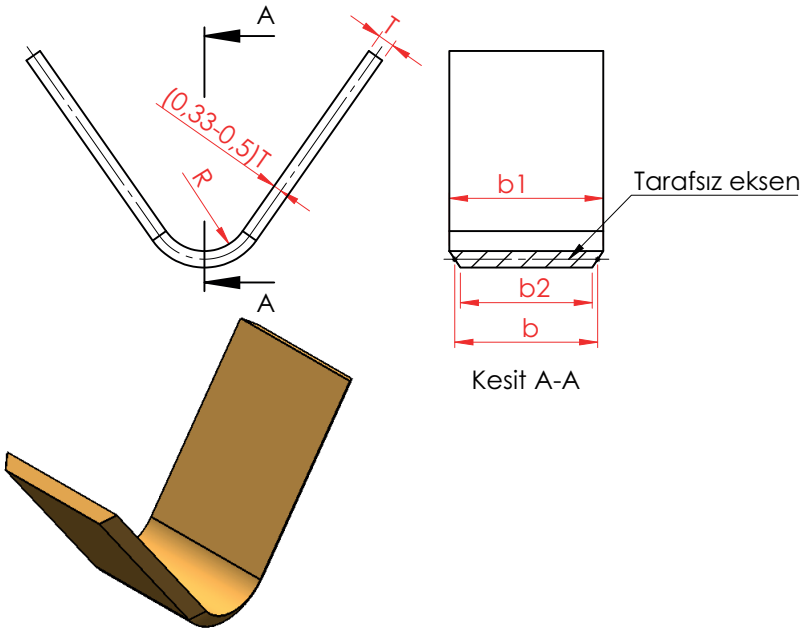
Bükme esnasında malzemenin iç bölgesindeki lifleri, kendisine dıştan uygulanan basma kuvvetinin etkisiyle iç bölgelere doğru yığılarak sıkışmakta iken dış bölgesindeki lifler, kendilerine uygulanan çekme kuvvetinin etkisiyle uzamaktadır. Dıştaki çekme kuvveti ve içteki basma kuvvetinin yarattığı etkilerden dolayı en büyük gerilmeler, parçanın iç ve dış yüzeylerinde oluşmaktadır. Bu gerilmelerin orta bölgede sıfır olduğu kabulü yapılmakta ve bu bölgede "tarafsız eksen" adı verilen bir tabaka yer almaktadır. Bükme işleminde parçanın açınım (ilkel) boyu hesabı yapılırken tarafsız eksen kabulü yapılacaktır.

Bükme işlemi yapılan malzemenin dış bölgesindeki lifler çekme gerilmesinin etkisi altında uzama, iç bölgesindeki lifler ise basma gerilmesinin altında kısalma gösterirken orta bölgesinde gerilmelerin sıfır olduğu kabulü yapılacaktır (**Görsel 2.1**). Bu bölgede uzama ve kısalmaların eşit olduğu varsayımına dayanarak bu noktadaki eksen uzun-



Görsel 2.1: Bükme olayının gösterimi

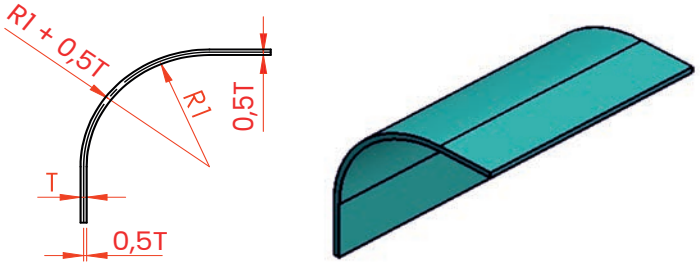
luğunun parçanın bükme işlemine tabi tutulmadan önceki ilkel boyuna eşit olduğu kabulü yapılacaktır **(Görsel 2.2)**.



Görsel 2.2: Bükme olayı gerçekleşirken parçanın iç ve dış yapısında oluşan yapının gösterimi

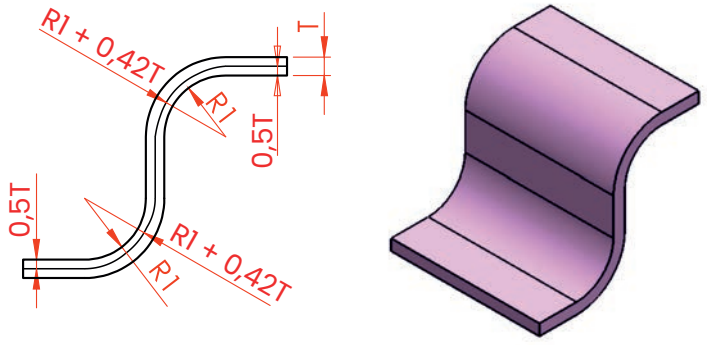
Bükme işlemi gerçekleşirken parçaya uygulanan kuvvetin etkisi altında istenilen kalıcı şekli oluşturmak üzere plastik şekil değişimi ve kuvvet etkisi ortadan kalktığında bir miktar elastik şekil değişikliğinin etkisiyle geri yaylanma meydana gelir. Parçanın bükme alanında oluşan bu gerilmeler üç boyutlu gerilmelerdir. Bu gerilmeler parçanın kesitinde şekil değişikliğine sebebiyet verir.

Tarafsız eksende gerilmelerin sıfır kabulü yapılır. Bükme olayı gerçekleşirken tarafsız eksenin iç bölgelerinde basılma gerilmeleri sebebiyle parça genişliği artarken dış bölgelerde ise çekme gerilmelerinden dolayı azalmaktadır. Bükme işleminde parça üzerinde istenilen kalıcı plastik şekil değişiminin gerçekleşmesi için geri yaylanma olayı da göz önünde bulundurularak parça üzerindeki basma ve çekilme gerilimleri sonlandırılmalıdır.



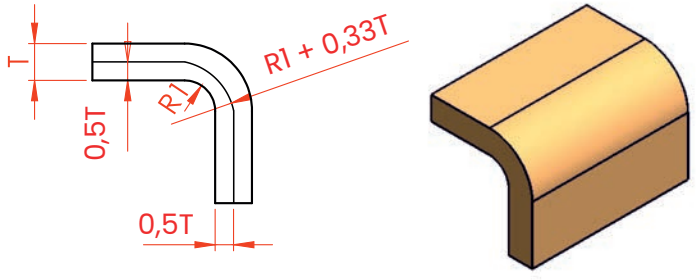
a) İnce sac ve geniş yarıçapta yapılan bükme işleminde tarafsız eksenin belirlenmesi

Görsel 2.3.a: Bükme olayı gerçekleşirken sac kalınlığı ve bükme yarıçapına göre tarafsız eksenin belirlenmesi



b) Orta kalınlıktaki sac ve orta genişlikteki yarıçapta yapılan bükme işleminde tarafsız eksenin belirlenmesi

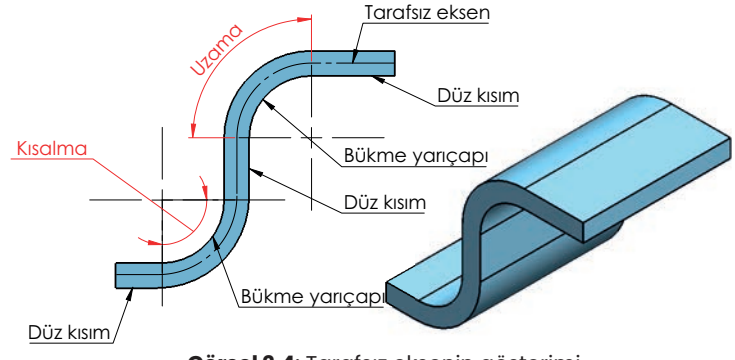
Görsel 2.3.b: Bükme olayı gerçekleşirken sac kalınlığı ve bükme yarıçapına göre tarafsız eksenin belirlenmesi



c) Sac kalınlığı fazla ve küçük yarıçapta yapılan bükme işleminde tarafsız eksenin belirlenmesi

Görsel 2.3.c: Bükme olayı gerçekleşirken sac kalınlığı ve bükme yarıçapına göre tarafsız eksenin belirlenmesi

Tarafsız eksen, bükme işlemi sırasında bükme işlemi kavis yarıçapına bağlı olarak bükmenin yapıldığı yönde bir miktar yer değiştirir. **Görsel 2.3**'te tarafsız eksenin yer değiştirme biçimi ve bağlı olduğu parametreler gösterilmiştir **(Görsel 2.4)**. Görsel incelendiğinde bir bükme işlemi gerçekleştirilirken tarafsız eksenin genellikle iç yüzey doğrultusunda yer değiştirdiği gözlenecektir (**Görsel 2.3**). Bu yer değiştirme miktarının bükme yarıçapı ve malzeme kalınlığına bağlı olarak değiştiği kabulü yapılarak pratik hesaplamalar için **Görsel 2.3**'te oranlar verilmiştir.



Görsel 2.4: Tarafsız eksenin gösterimi

2.2. BÜKME İŞLEMİ SIRASINDA MEYDANA GELEN GERİLMELER

Bükme işlemi sırasında akma, çekme ve basma gerilmesi meydana gelir **(Görsel 2.5)**.

2.2.1. Akma Gerilmesi

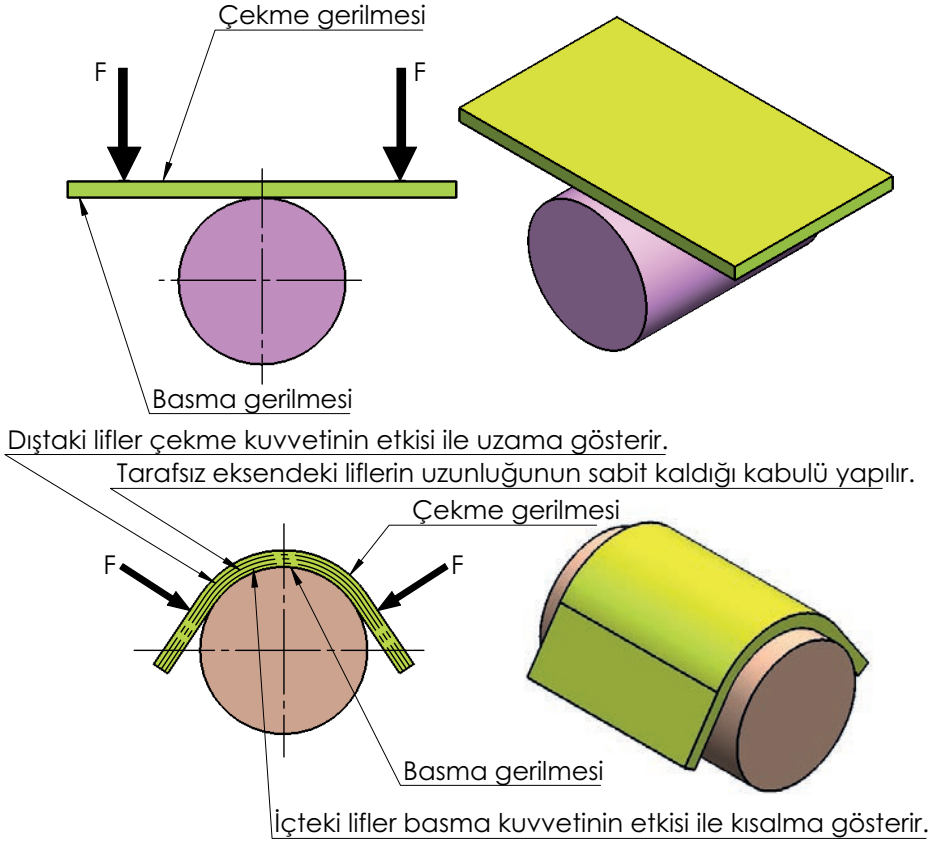
Malzemenin bükme kuvvetinin etkisi altında plastik şekil değiştirmeye başladığı noktadır.

2.2.2. Çekme Gerilmesi

Malzemeyi bükerek istenilen şekli vermek üzere uygulanan kuvvetin etkisi altında malzemenin dış yapısında oluşan gerilmeye **çekme gerilmesi** denir. Çekme gerilmesi, malzemenin çekmeye karşı gösterdiği dirençtir.

2.2.3. Basma Gerilmesi

Malzemeyi bükerek istenilen şekli vermek üzere uygulanan kuvvetin etkisi altında malzemenin iç yapısında oluşan gerilmeye **basma gerilmesi** denir. Basma gerilmesi, malzemenin basmaya karşı gösterdiği dirençtir.

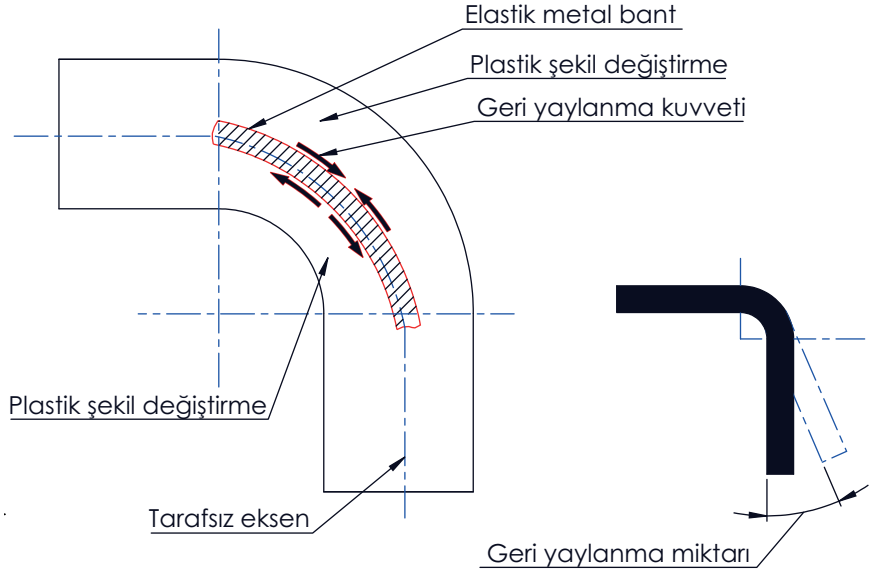


Görsel 2.5: Bükme olayı gerçekleşirken oluşan gerilmelerin etkisi

2.3. BÜKME İŞLEMİNDE GERİ YAYLANMA OLUŞUM SEBEPLERİ VE ÇÖZÜMLER

Bükme işlemine tabi tutulmuş bir sac malzeme üzerine uygulanan bükme yükü ortadan kalktığı zaman bükülmüş olan sac malzeme olduğu şekilde kalmaz. Bir miktar (malzemenin elastik şekil değişikliğine uğramış miktarı kadar) geriye esner. Bükme işleminde bu işleme **geri yaylanma** denir. Bükme işlemi sonrasında elde edilmek istenen parçada ölçü tamlığı sağlamak için bu yaylanma miktarının dikkate alınması gerekmektedir. Bükme olayında geri yaylanma değerinin bulunmasında genellikle deneysel verilerden yararlanılmaktadır. Teorik hesaplamalar genellikle kesin çözümler üretmediğinden ve çok uzun hesaplamalar gerektirdiğinden deneysel veriler tercih edilir.

Geri yaylanma olayı; malzemenin cinsine, bükme ölçülerine ve bükmenin gerçekleştirildiği şartlara bağlıdır. Sertlik değeri yüksek olan sac parçalarda geri esneme miktarı fazladır. Küçük kavis yarıçaplı bükme işlemleri gerçekleşirken geri yaylanma miktarı küçülür ve bükme işleminin gerçekleştiği bölgede kırılma oluşur **(Görsel 2.6)**.



Görsel 2.6: Bükme işleminde geri yaylanma olayı

2.3.1. Geri Yaylanma Miktarı Faktörünün (K) Hesaplanması

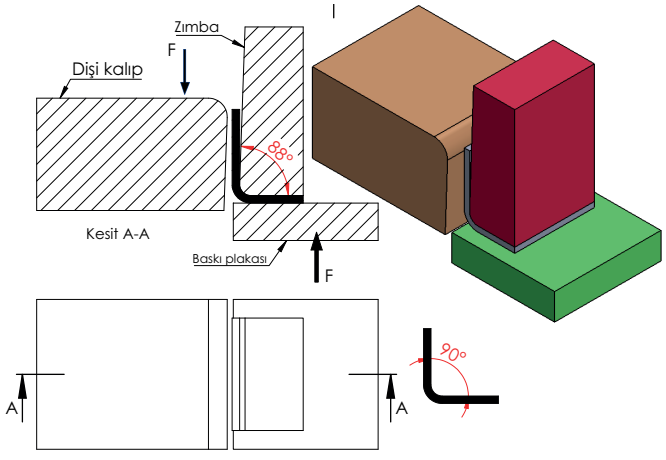
K : Geri esneme faktörü
R_1 : Parçanın bükme kavis yarıçapı (mm)
R_d : Dişi kalıp kavis yarıçapı (mm)
α : Parçanın bükme açısı (°)
α_d : Dişi kalıp açısı (°)
T : Sac malzeme kalınlığı (mm)

$$K = \frac{\alpha}{\alpha_d} = \frac{R_d + \frac{T}{2}}{R_1 + \frac{T}{2}}$$

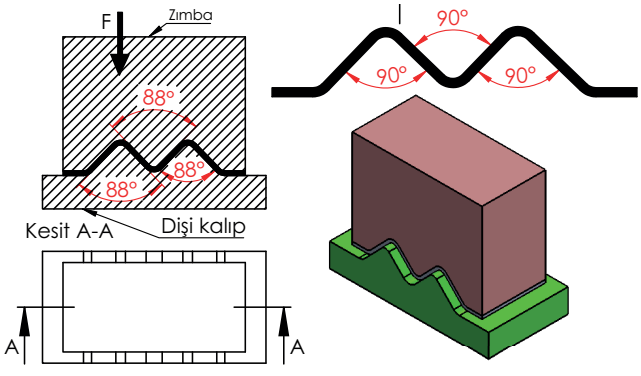
2.4. GERİ YAYLANMA MİKTARININ GİDERİLMESİ

Geri yaylanma miktarının giderilmesinde farklı birkaç metot uygulanır. Bu metotlar şunlardır:

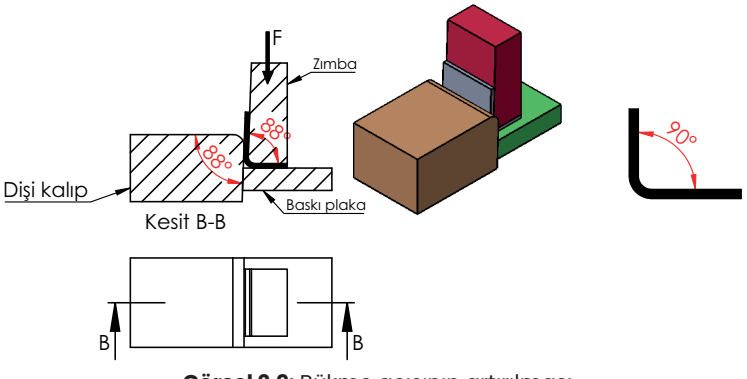
1. Bükme Açısının Artırılması: İmalatı gerçekleştirilen parçada istenilen açıda bükme işleminin gerçekleştirilebilmesi için bükme açısı, malzemenin geri yaylanma miktarı kadar artırılır (**Görsel 2.7, 2.8, 2.9, 2.10**).



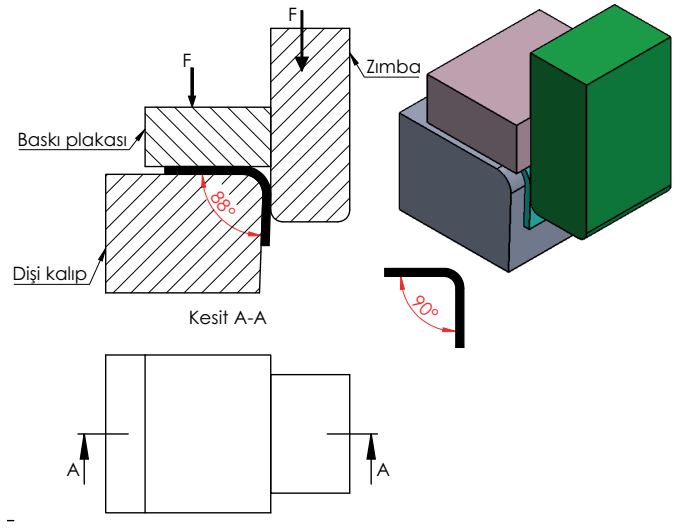
Görsel 2.7: Bükme açısının artırılması



Görsel 2.8: Bükme açısının artırılması

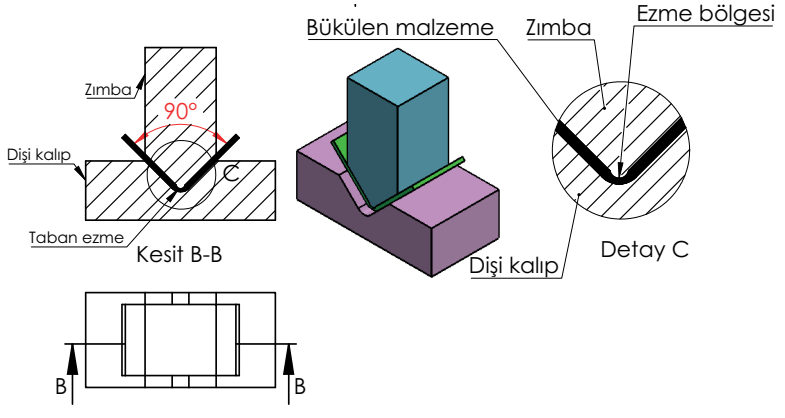


Görsel 2.9: Bükme açısının artırılması



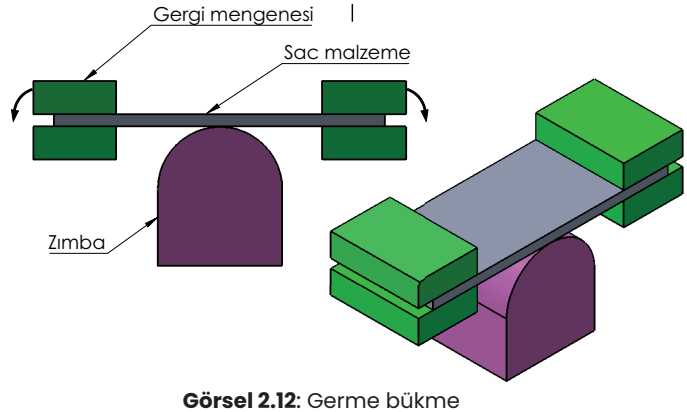
Görsel 2.10: Bükme açısının artırılması

2. Taban Bükme (Ezme): Bükme işleminin gerçekleştiği bölge, şekil değiştirmeyecek şekilde zımba ve kalıp arasında ezilerek geri yaylanma giderilir (**Görsel 2.11**).

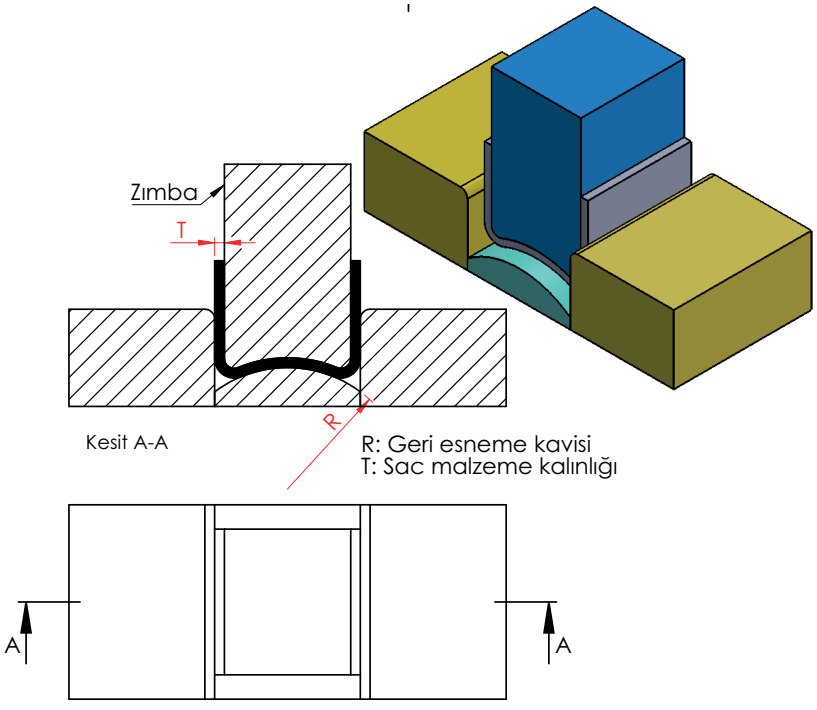


Görsel 2.11: Taban bükme (ezme)

3. Germe Bükme: Sac malzemeye, akma gerilmesi sınırına kadar çekme işlemi uygulanır ve malzeme gergin bir durumda iken zımba, sac malzeme üzerine bastırılır (**Görsel 2.12, 2.13**).



Görsel 2.12: Germe bükme

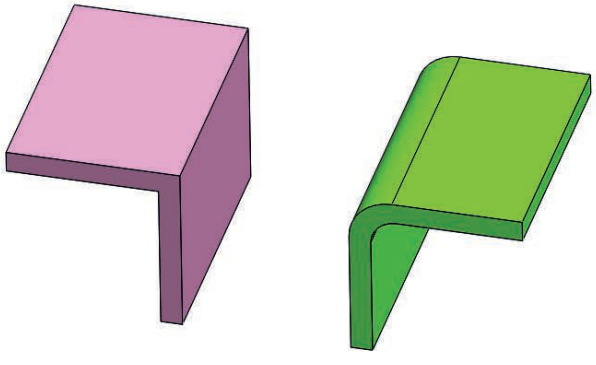


Görsel 2.13: Germe bükme

2.5. BÜKME İŞLEMİ ÇEŞİTLERİ

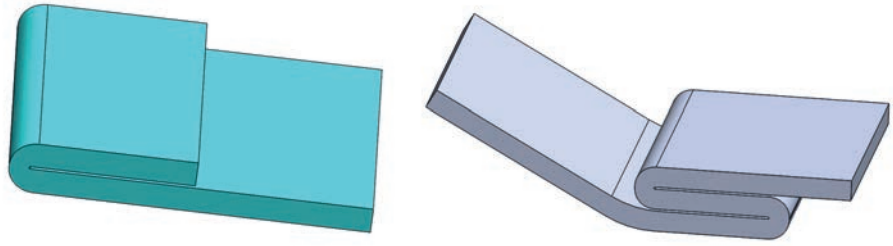
Sac malzemenin dayanımını artırmak ve süslemek, çapaklarını almak, iki ayrı parçayı mafsallı olarak birleştirmek, malzemenin biçimlendirme işlemi sonunda şekil değiştirmesine engel olmak gibi işlemleri gerçekleştirmek üzere farklı bükme işlemleri uygulanır. Bu işlemler şunlardır:

1. Kenar Bükme



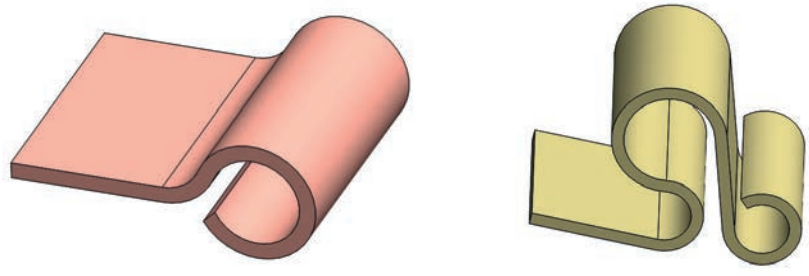
Görsel 2.14: Kenar bükme

2. Katlama ve Kenet Bükme



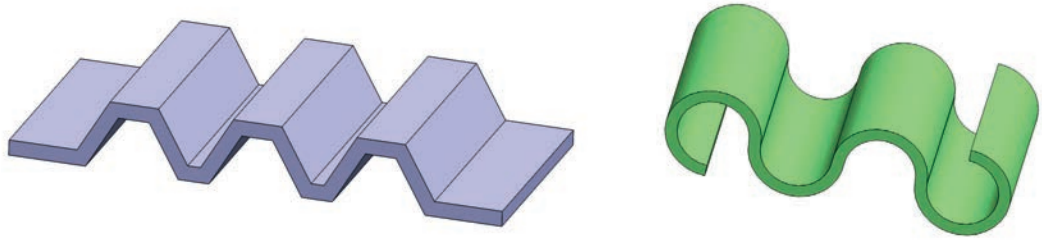
Görsel 2.15: Katlama ve kenet bükme

3. Kıvırma Bükme



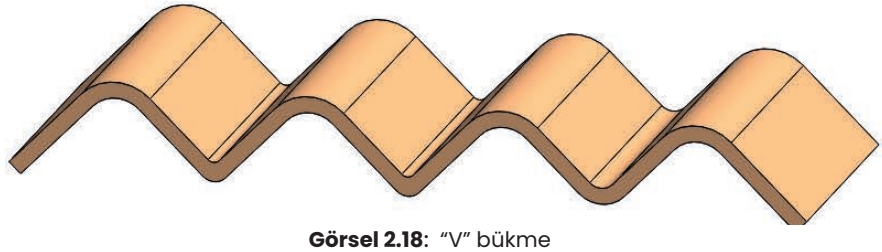
Görsel 2.16: Kıvırma bükme

4. Oluklama Bükme



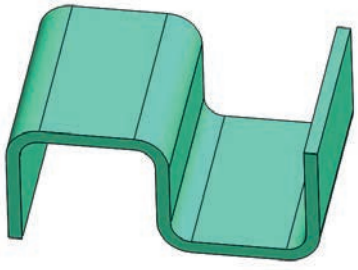
Görsel 2.17: Oluklama bükme

5. "V" Bükme



Görsel 2.18: "V" bükme

6. "U" Bükme



Görsel 2.19: "U" bükme

7. Kabartma Bükme

8. Tüp Bükme

2.5.1. Bükülecek Malzemenin Açınım Boyunun Hesaplanması

Elde edilmek istenen parçanın oluşturulmasında kullanılan malzemenin bükme işlemi öncesi ilk hâline **ilkel boy** veya **malzemenin açınım boyu** denir. Malzemenin açınım (ilkel) boyu hesabının yapılmasının ilk aşaması, tarafsız eksenin bükme merkezine mesafesi (R) olan bükme kavis yarıçapının tespit edilmesidir. Tarafsız eksen belirlenmesinde **Görsel 2.3** referans alınarak aşağıdaki kabuller yapılacaktır (Bu bölümün sonunda 2.5.2. açınım boyu hesaplama işlemleri bilgisayar destekli programlarla desteklenerek daha detaylı olarak incelenecektir.):

Bükme kavis yarıçapı ($\mathbf{R_1}$) = sac malzeme kalınlığı (**T**) ise tarafsız eksen bükme yarıçapı **0,33 · T** (sac malzeme kalınlığı) alınır.

Bükme kavis yarıçapına eklenen miktar = **k · T**, **k** = Düzeltme faktörü (sac malzeme kalınlığının çarpıldığı katsayı), **k = 0,33**

Tarafsız eksen kavis yarıçapı = **R**, $\mathbf{R = R_1 + k \cdot T}$

$\mathbf{R = R_1 + 0{,}33 \cdot T}$ (mm)

Bükme kavis yarıçapı $\mathbf{R_1 = (2 - 4)\ T}$ ise katsayı **k = 0,42** kabulü yapılır ve bükme işlemi tarafsız eksen kavis yarıçapı **(R)** $\mathbf{R = R_1 + 0{,}42 \cdot T}$ (mm) alınır.

Bükme kavis yarıçapı **R > 4T** ise katsayı **k = 0,5** kabulü yapılır ve bükme işlemi tarafsız eksen kavis yarıçapı **(R)** $\mathbf{R = R_1 + 0{,}5 \cdot T}$ (mm) alınır.

Bükme işlemi tarafsız eksen yayının uzunluğu hesaplanırken şunlara dikkat edilir:

1. Eğer sac tam bir çember şeklinde bükülmüş ise tarafsız eksenin çember uzunluğu Lç = 2πR mm olarak bulunur. R = R1 + k · T formüldeki yerine yazılırsa Lç = 2π (R1 + k · T) mm olarak belirlenir.

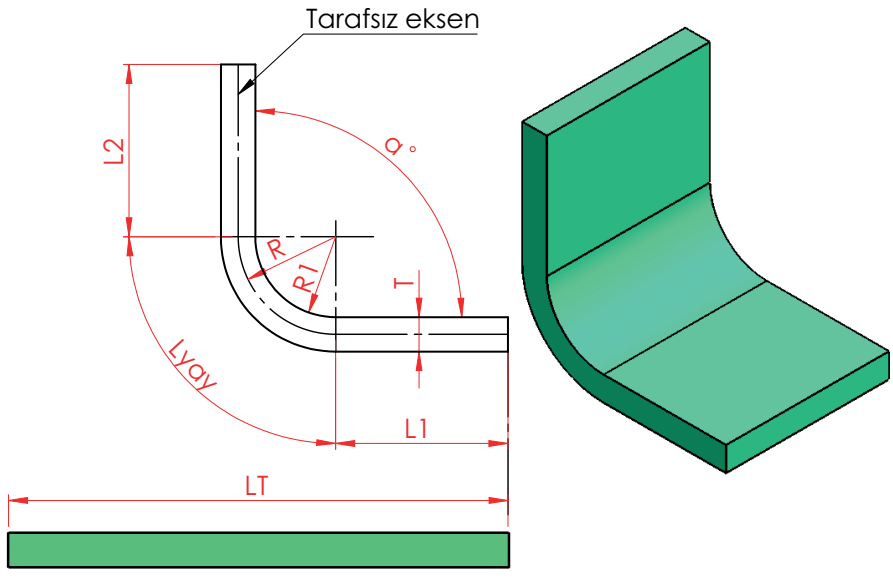
   Lç: Tarafsız eksen çemberi çevre uzunluğu

   R: Tarafsız eksen kavis yarıçapı

2. Eğer yapılan bükme işlemi tam bir çember şeklinde gerçekleşmemiş olup bir α bükme açısı kadar gerçekleşmiş ise α açısı belirlenir **(Görsel 2.20)**.

   α açısı kadar bükme işlemine tabi tutulmuş parçanın açınım boyu = ***Lyay***

$$Lyay = \frac{\alpha}{360}\, 2\pi\,(R_1 + kT)$$



Görsel 2.20: Açınım boyu hesaplanacak malzeme gösterimi

2.5.1. Bükülen Parçanın Toplam Açınım Boyu

LT = L1 + L2 + L3+ L4 + L1yay + L2yay .... + Ln + Lnyay (mm)

Lç = Tarafsız eksenin çember uzunluğu (mm)

Lyay = Bükülen yayın tarafsız eksene göre bükme boyu (mm)

LT = Toplam bükme boyu (mm)

L1, L2 ...Ln = Bükmeye uğramayan boylar (mm)

R_i = Bükme kavis yarıçapı (mm)

R = Tarafsız eksenin bükme kavis yarıçapı (mm)

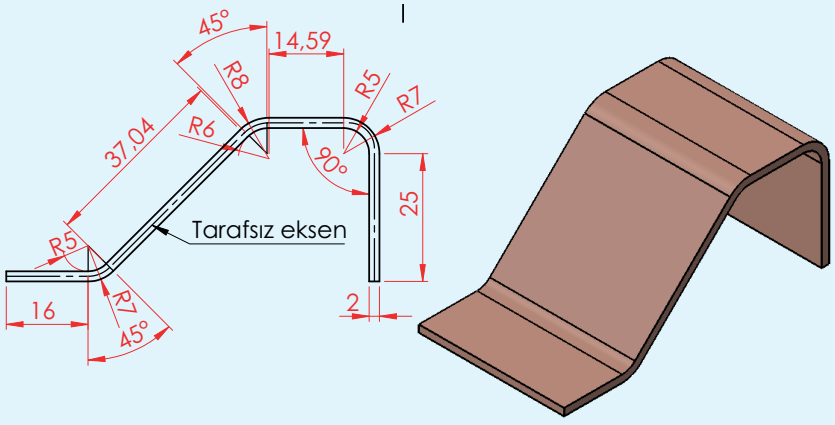
k = Düzeltme faktörü

α = Bükme açısı (°)

T = Sac malzeme kalınlığı (mm)

1. ÖRNEK UYGULAMA

Görsel 2.21'de çizimi verilen parçanın açınım boyununun hesaplanması.



Görsel 2.21: Açınım boyu hesabı yapılacak örnek uygulama gösterimi

Verilenler

$T = 2$ mm $L_1 = 16$ mm

$R_1 = 5$ mm $L_2 = 37{,}04$ mm

$R_2 = 6$ mm $L_3 = 14{,}59$ mm

$R_3 = 5$ mm $L_4 = 25$ mm

$\alpha_1 = 45°$ $L_T = ?$

$\alpha_2 = 45°$

$\alpha_3 = 90°$

$R_1 = 5$ (2 ... 4) T aralığına denk geldiğinden k = 0,42

$R_2 = 6$ (2 ... 4) T aralığına denk geldiğinden k = 0,42

$R_3 = 5$ (2 ... 4) T aralığına denk geldiğinden k = 0,42

$$Lyay = \frac{\alpha}{360} 2\pi (R_1 + kT)$$

$$L_1yay = \frac{\alpha}{360} 2\pi (R_1 + kT) = \frac{45}{360} 2\pi (5 + 0{,}42 \cdot 2) = \frac{1}{4} \pi (5 + 0{,}84) = \frac{\pi}{4} \cdot 5{,}84 = \mathbf{4{,}587}\ \text{mm}$$

$$L_2yay = \frac{\alpha}{360} 2\pi (R_2 + kT) = \frac{45}{360} 2\pi (6 + 0{,}42 \cdot 2) = \frac{1}{4} \pi (6 + 0{,}84) = \frac{\pi}{4} \cdot 6{,}84 = \mathbf{5{,}372}\ \text{mm}$$

$$L_3yay = \frac{\alpha}{360} 2\pi (R_3 + kT) = \frac{90}{360} 2\pi (5 + 0{,}42 \cdot 2) = \frac{1}{2} \pi (5 + 0{,}84) = \frac{\pi}{2} \cdot 5{,}84 = \mathbf{9{,}17}\ \text{mm}$$

$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_1yay + L_2yay + L_3yay$

$L_T = 16 + 37{,}04 + 14{,}59 + 25 + 4{,}587 + 5{,}372 + 9{,}17$

$L_T = \mathbf{111{,}759}$ mm

2.6. BÜKME KAVİS YARIÇAPLARININ BELİRLENMESİ

Bükme kavis yarıçapı, üretilecek sac malzemenin cinsine ve kalınlığına bağlı olarak değişmektedir. Bu parametreler referans alınarak bükme kavis yarıçaplarının tespit edilmesi için **Tablo 2.1** hazırlanmıştır.

Tablo 2.1: Bükme Kavis Yarıçapları Değerleri

Malzemenin Cinsi	Sac Malzeme Kalınlığı (T) mm											
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4
	Bükme Kavis Yarıçapı (R1) mm											
Yumuşak Çelik	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4
Orta Sert Çelik	1	1	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4	6	10
Düşük Alaşımlı Çelik	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10
Pirinç	0,6	0,6	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4	6	10
Saf Alüminyum	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	6
Al Cu Mg 1Pl	0,6	0,6	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4	6	10
Al Cu Mg F46	1,6	1,6	1,6	2,5	4	4	6	6	10	10	16	16
Al Mg Si F3	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10
Magnezyum Alaşımları	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10

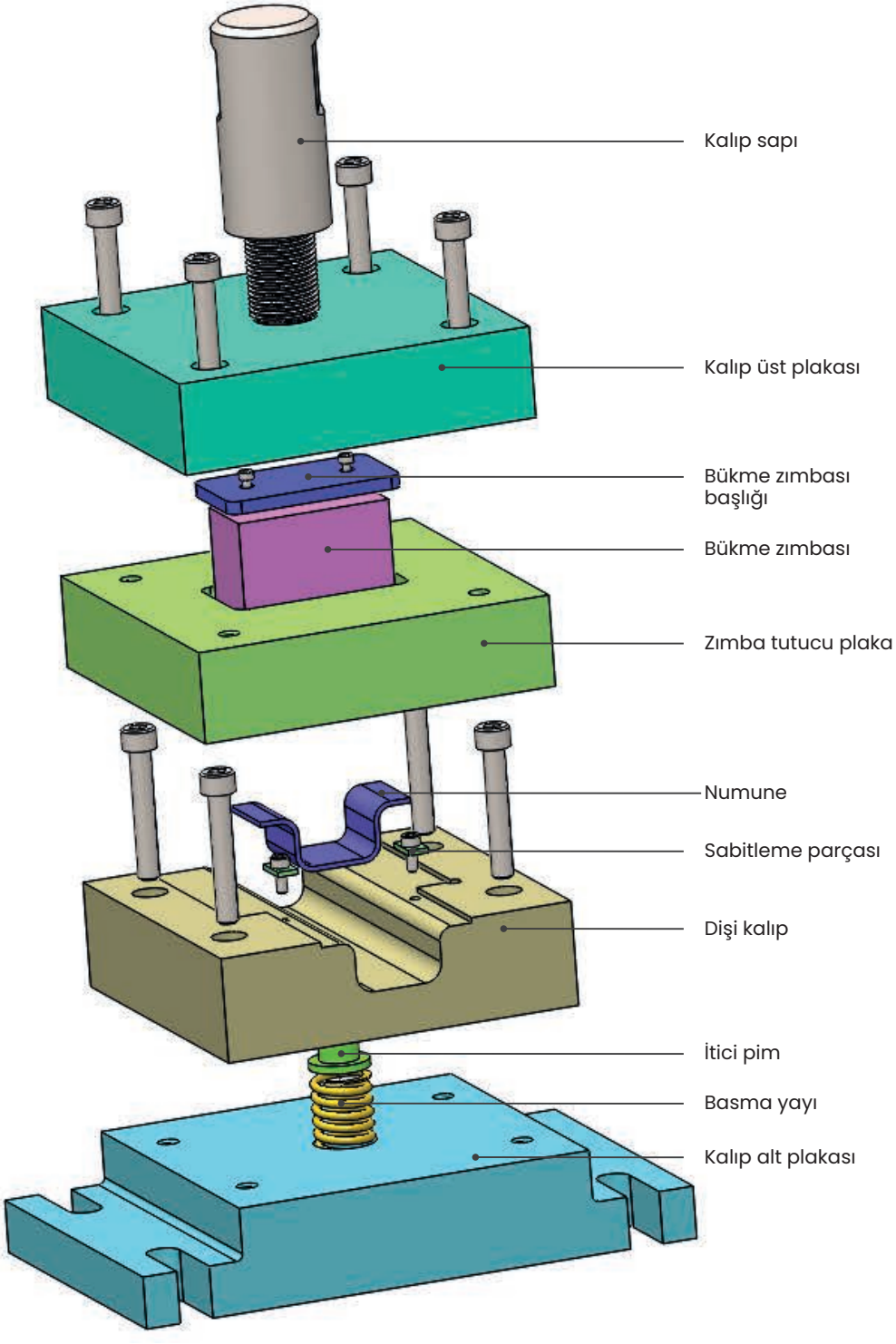
2.7. BÜKME BOŞLUĞUNUN BULUNMASI

Bükme kalıbını meydana getiren hareketli elemanlar arasındaki boşluk, tek taraflı boşluk olarak kabul edilir. Bu değer **Tablo 2.2**'de verilen sac malzeme kalınlığına bağlı olarak değişir. Pratik hesaplamalarda ilgili tablodaki değerler kullanılabilir.

Tablo 2.2: Tek Taraflı Kalıp Boşluğu Değerleri

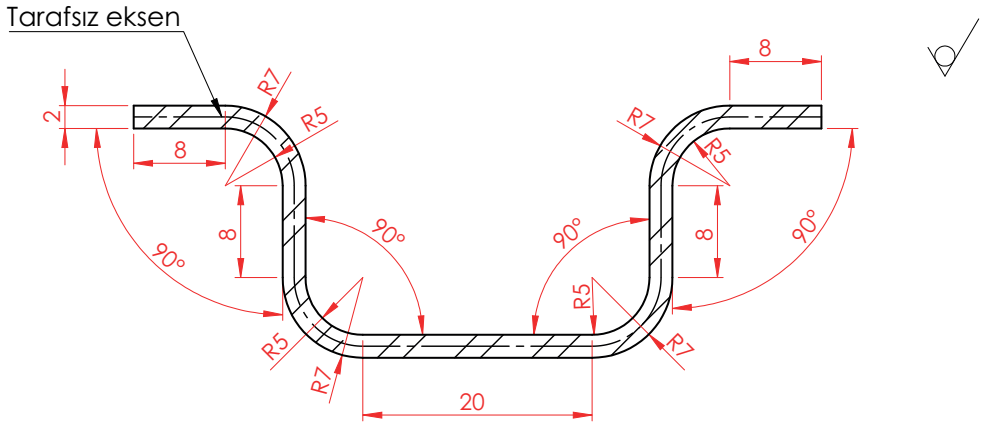
Sac Malzeme Kalınlığı T, mm	Kalıp Boşluğu
0 – 0,50	(1,07 - 1,09) T
0,50 – 1,25	(1,08 - 1,10) T
1,25 – 3,25	(1,10 - 1,12) T
3,25 ve yukarısı	(1,12 - 1,14) T

2.8. BÜKME KALIP TASARIM UYGULAMASI

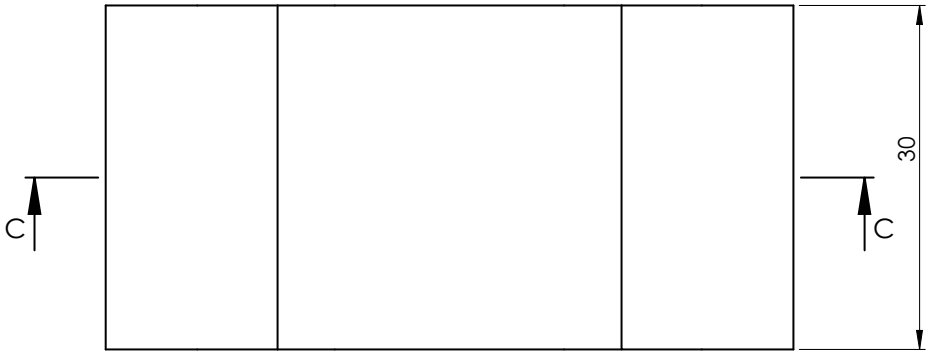


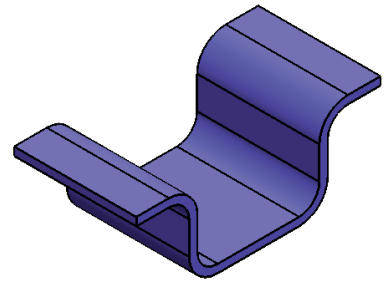
Görsel 2.22: Bükme kalıp tasarımı

1. Üretilecek Numune Tasarımı



Kesit C-C





Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

C40	2/1	1	Üretilecek numune		01-06
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

2. Üretilecek Numunenin İlkel Sac Boyunun Hesaplanması

Tasarlanan numuneye kalıp tasarlamanın ilk adımı, numunenin üretimi için gerekli olan sac malzemenin açınımının yapılarak ilkel sac boyunun bulunmasıdır.

Verilenler

T = 2 mm	L_1 = 8 mm
R_1 = 5 mm	L_2 = 8 mm
R_2 = 5 mm	L_3 = 20 mm
R_3 = 5 mm	L_4 = 8 mm
R_4 = 5 mm	L_5 = 8 mm

α_1 = 90°	R_1 = 5 (2 ... 4) T aralığına denk geldiğinden k = 0,42
α_2 = 90°	R_2 = 5 (2 ... 4) T aralığına denk geldiğinden k = 0,42
α_3 = 90°	R_3 = 5 (2 ... 4) T aralığına denk geldiğinden k = 0,42
α_4 = 90°	R_4 = 5 (2 ... 4) T aralığına denk geldiğinden k = 0,42

$R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ ve $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4$

L_T = ?

$$Lyay = \frac{\propto}{360} 2\pi(R_1 + kT)$$

Yaya ait tüm değişkenler eşit olduğundan yay boyları hesaplanırken sadece bir yayın açınım boyu hesaplanacak ve geriye kalan üç yay boyu için bu değer kullanılacaktır.

$$L1yay = L2yay = L3yay = L4yay = \frac{\propto}{360} 2\pi(R1 + kT)$$

$$L1yay = \frac{\propto}{360} 2\pi(R2 + kT) = \frac{90}{360} 2\pi(5 + 0,42 \,.\, 2) = \frac{1}{2}\pi(5 + 0,84) = \frac{\pi}{2}.\, 5,84 = 9,17 \text{ mm}$$

$$L1yay = L2yay = L3yay = L4yay = 9,17\text{mm}$$

$$LT = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L1yay + L2yay + L3yay + L4yay$$

$$LT = 8 + 8 + 20 + 8 + 8 + 9,17 + 9,17 + 9,17 + 9,17 \Rightarrow LT = 88,68 \text{ mm}$$

İlkel boy hesabı yapıldıktan sonra dişi kalıp tasarımı yapılır. Dişi kalıp tasarımı sırasında **Görsel 2.21**'deki gibi bükme kalıp tasarımının merkezinde dişi kalıp yer alır. Diğer tüm parçalar dişi kalıba bağlı olarak tasarlanır.

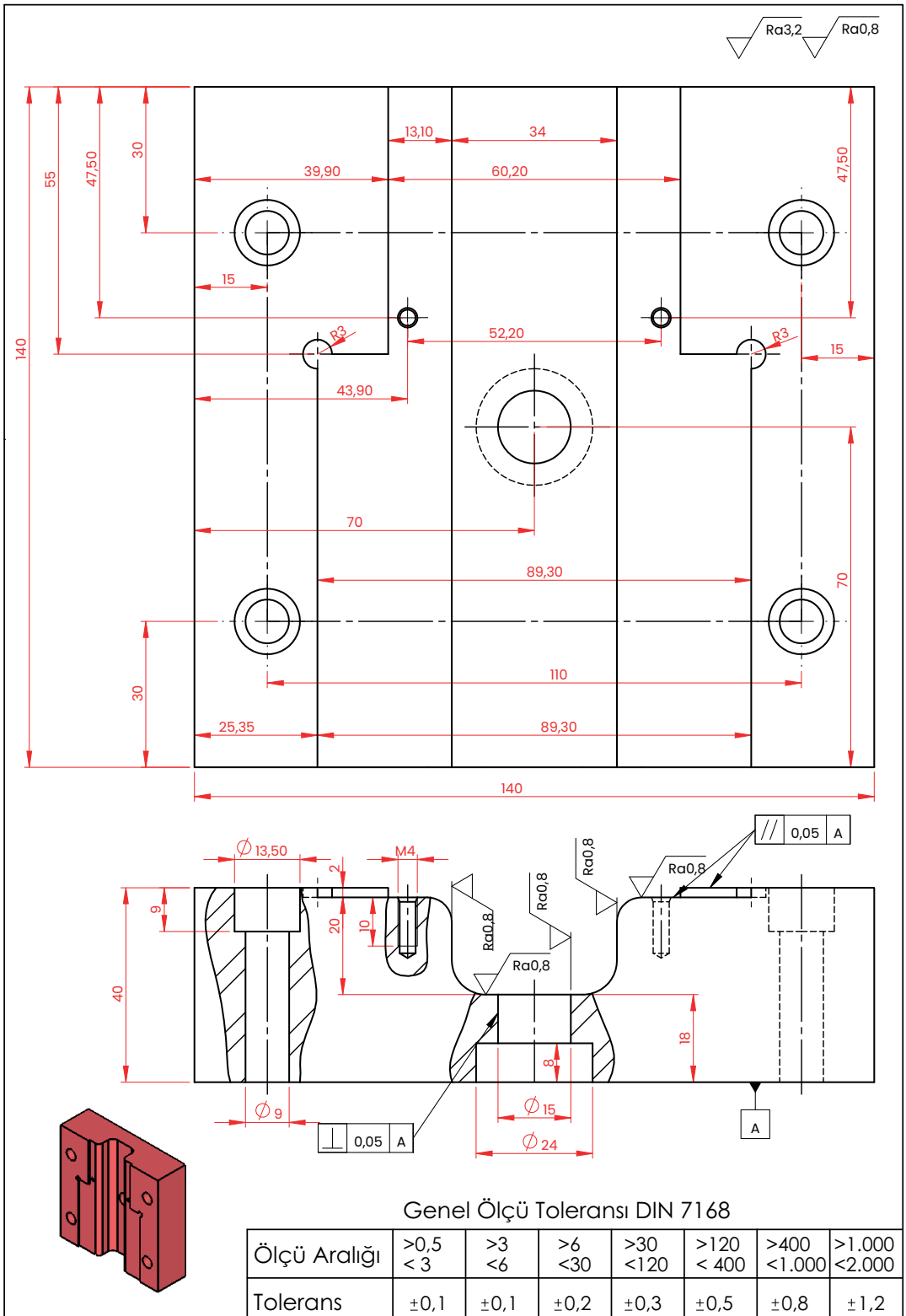
1. Dişi kalıp üzerinde bükülecek sac malzemenin hangi konumda büküleceğine karar verilir.
2. Bükme zımbasının konumu belirlenir ve dişi kalıp üzerinde bükme zımbasının malzemeyi bükmesi için gerekli boşluk oluşturulur.
3. Bükme işlemine tabi tutulacak ilkel sacın ilk konumunu belirlemek için sabitleme parçası konumlandırılır.
4. Bükme işlemi sonrasında iş parçasının dişi kalıptan dışarıya itilmesi ve operatör tarafından kolaylıkla alınabilmesi için itici pim ve baskı yayının boyutları belirlenir ve iş parçasının ortasına konumlandırılır.

5. Dişi kalıba bağlı olarak kalıp alt plakası tasarımı yapılır ve bu iki parçanın montajı için gerekli bağlantı delikleri açılır.
6. Kalıbın kurs boyu belirlenir, bükme zımbası ve zımba başlığı tasarımı yapılır.
7. Kalıp zımba tutucu plaka tasarlanır.
8. Son olarak kalıp üst plakası ve kalıp sapı tasarımı yapılarak kalıp tasarımı tamamlanır.

Not: Bu kalıp tasarımı yapılırken sac malzemenin operatör tarafından her büküm sonrası bükülen sacın alınıp yerine yenisi konulacak şekilde düşünülmüş; buna ilaveten bu kalıpta hareketli kalıp bölümü ile sabit bölümün merkezlenmesi işlemi, kalıbın manuel çalışılacağı varsayımından dolayı yapılmamıştır.

Ülkemizde farklı acil yardım çağrıları için kullanılan 7 kuruma ait acil çağrı numaralarının (İtfaiye: 110, Jandarma: 156, Polis: 155, Sağlık: 112, Orman: 177, Sahil Güvenlik: 158, AFAD: 122) tek numara (112) altında toplanması amacıyla geliştirilmiştir.

3. Dişi Kalıp Tasarımının Yapılması

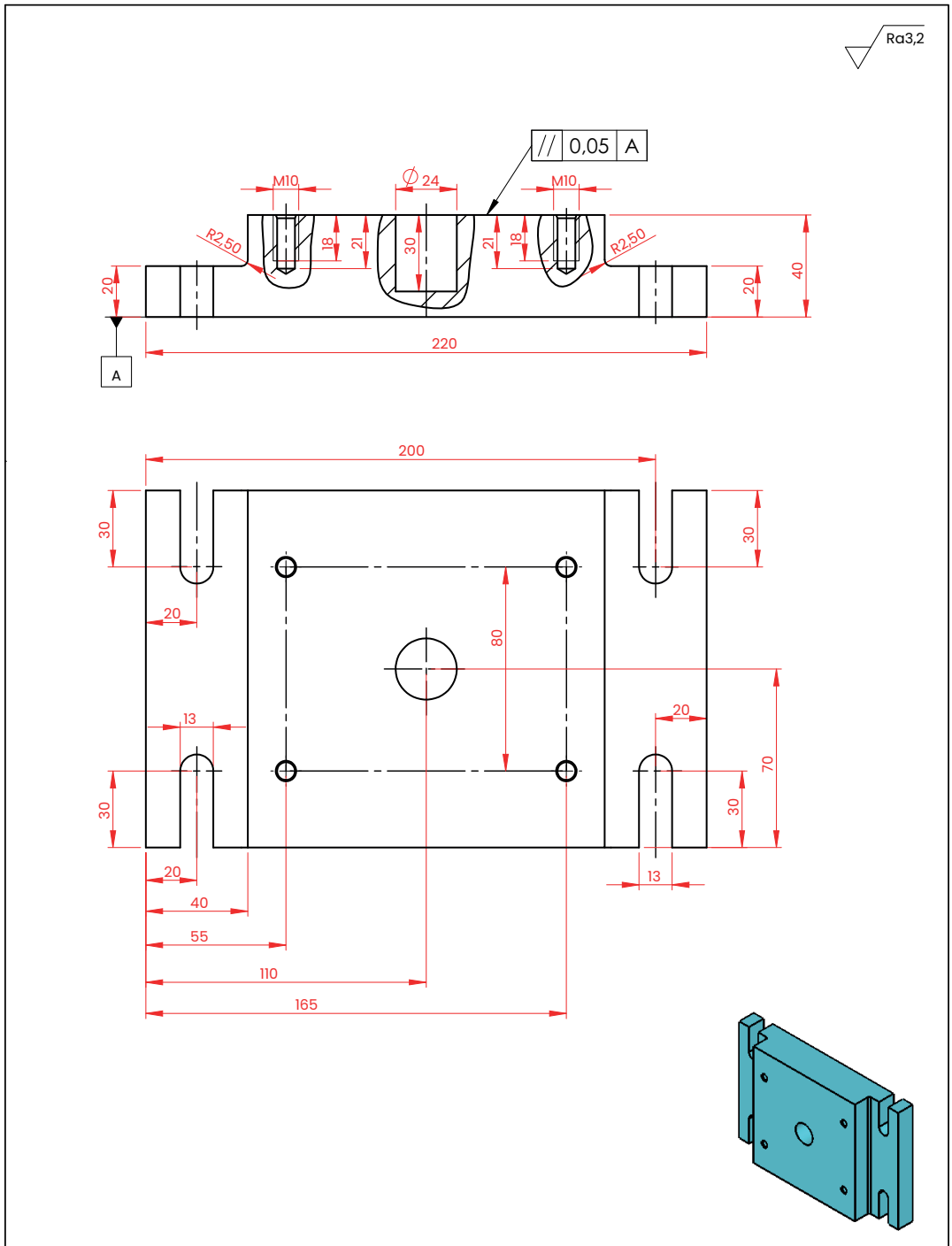


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Dişi plaka		01-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

4. Kalıp Alt Plakası Tasarımının Yapılması

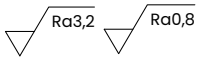


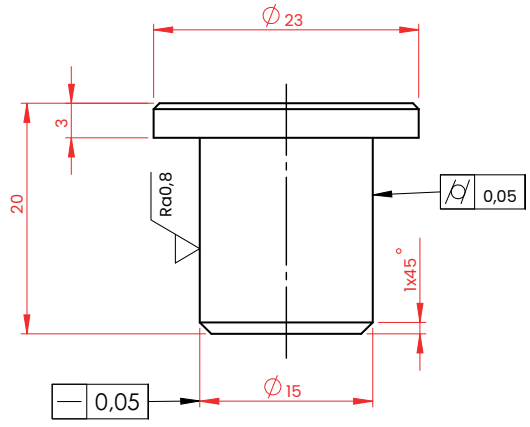
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp alt plakası		01-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

5. İtici Pim ve Sabitleme Parçası Tasarımının Yapılması

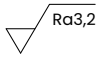


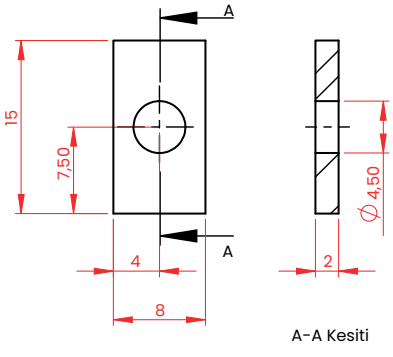


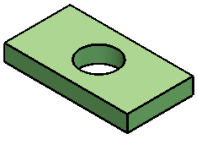
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	2/1	1	İtici pim		01-02
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası





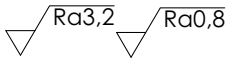


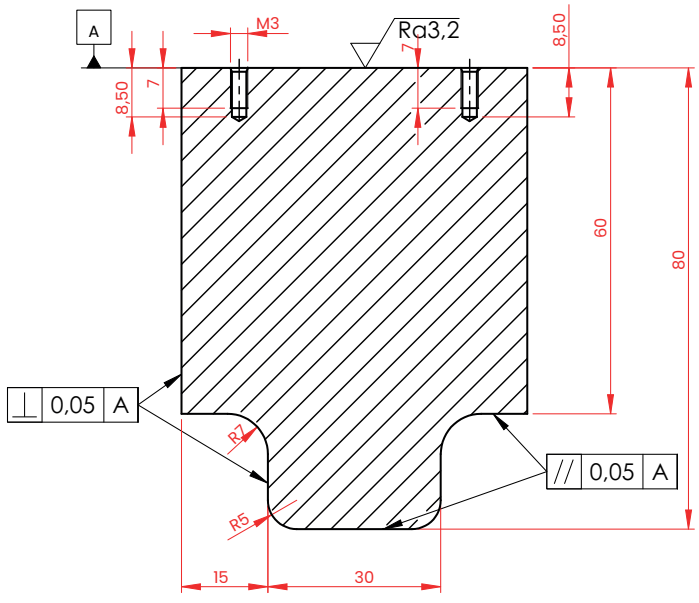
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

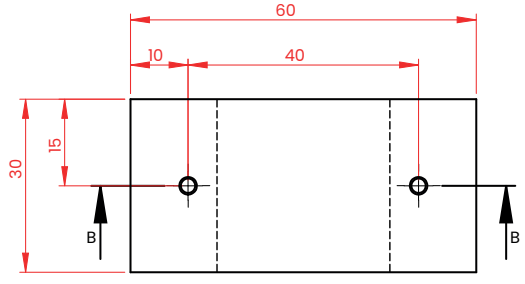
Ç1040	2/1	2	Sabitleme parçası		01-07
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

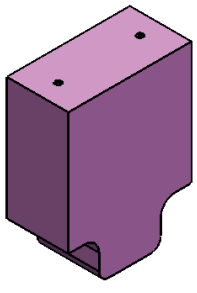
6. Bükme Zımbası Tasarımının Yapılması





B-B Kesiti



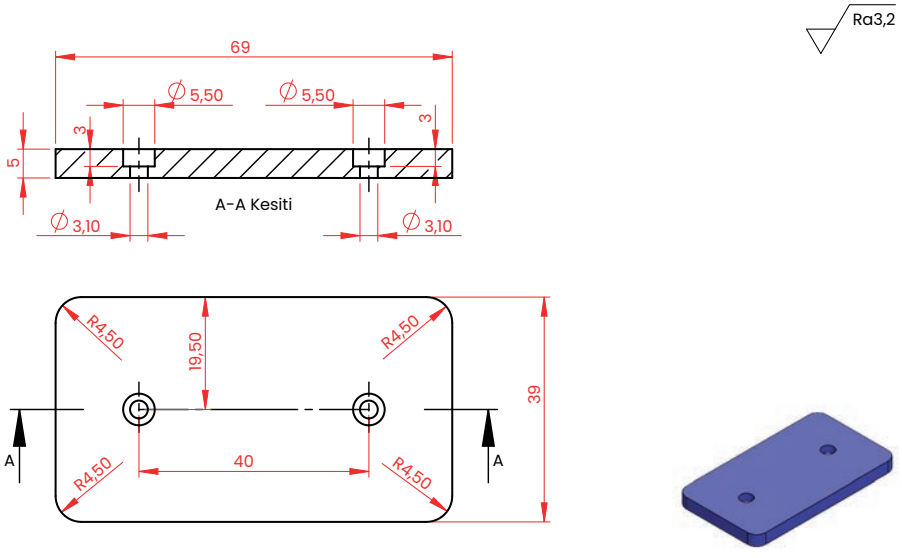


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Bükme zımbası		01-10
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

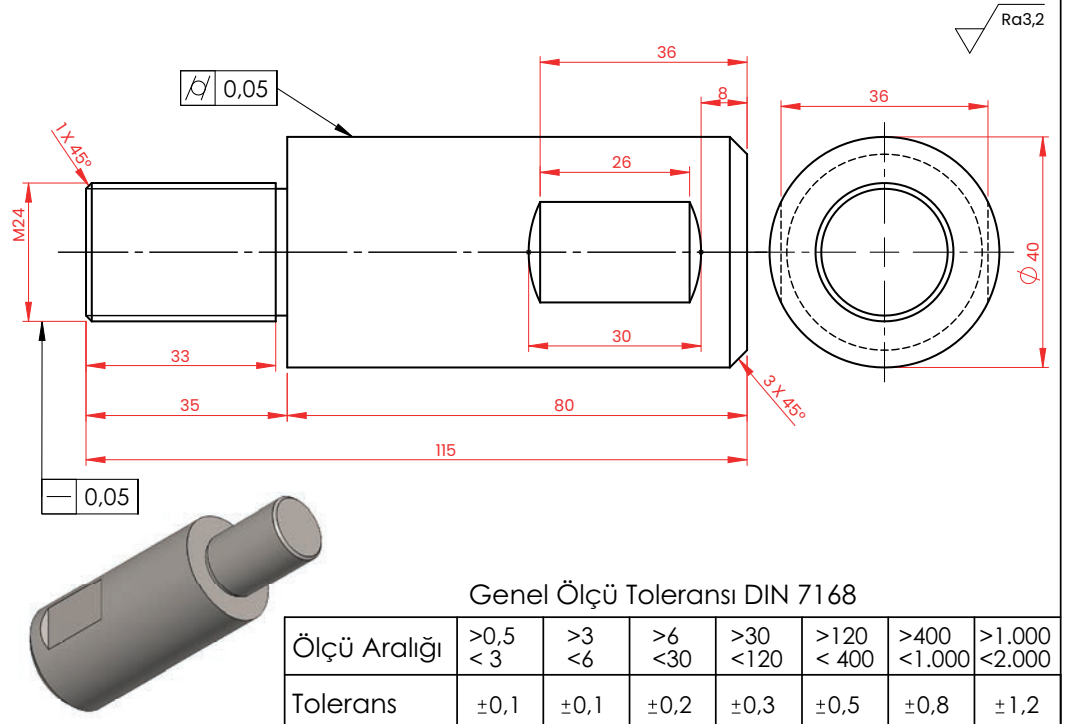
7. Bükme Zımbası Başlığı ve Kalıp Sapı Tasarımının Yapılması



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Bükme zımba başlığı		01-11
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

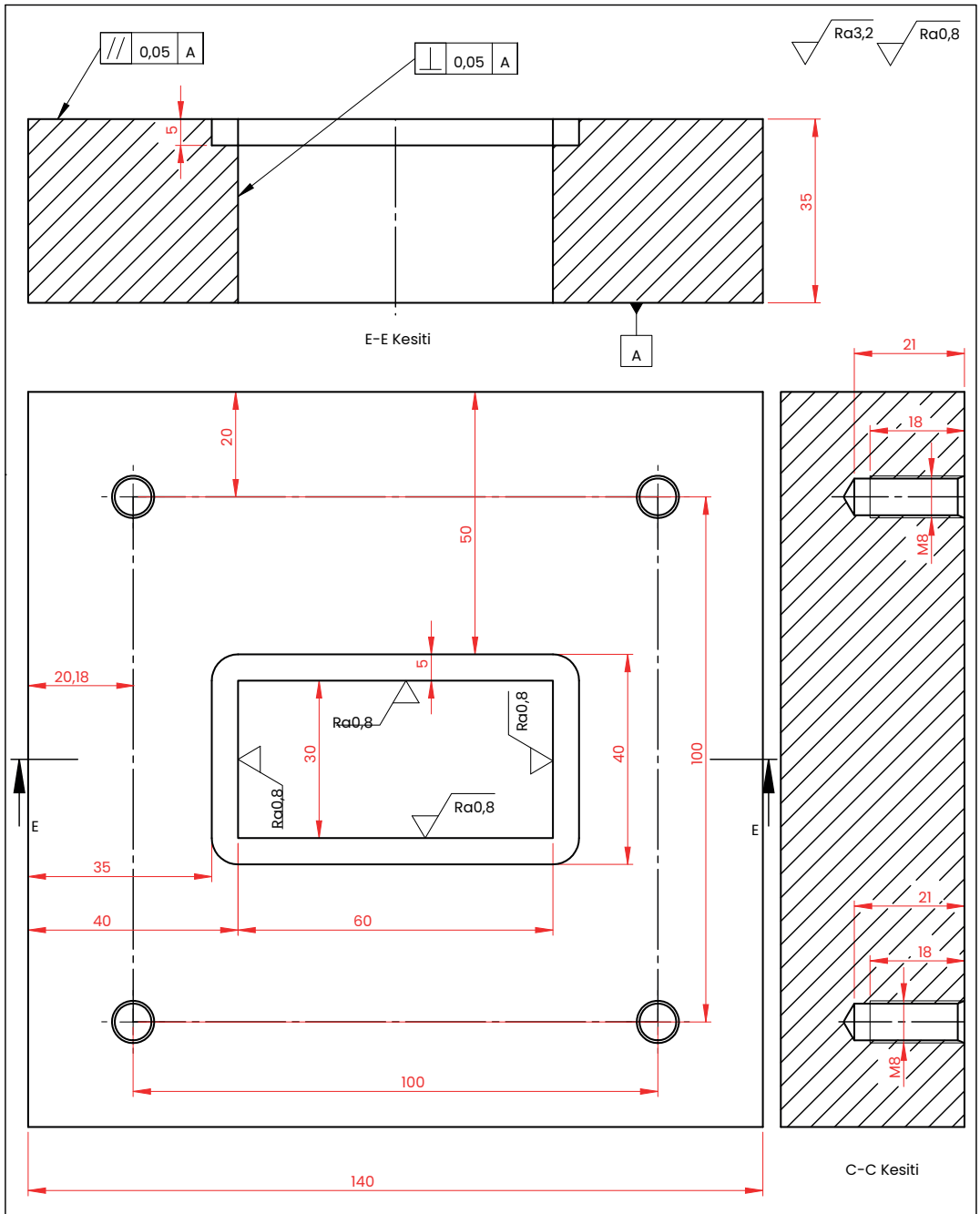


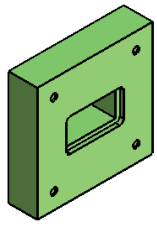
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Kalıp sapı		01-04
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

8. Zımba Tutucu Plaka Tasarımının Yapılması



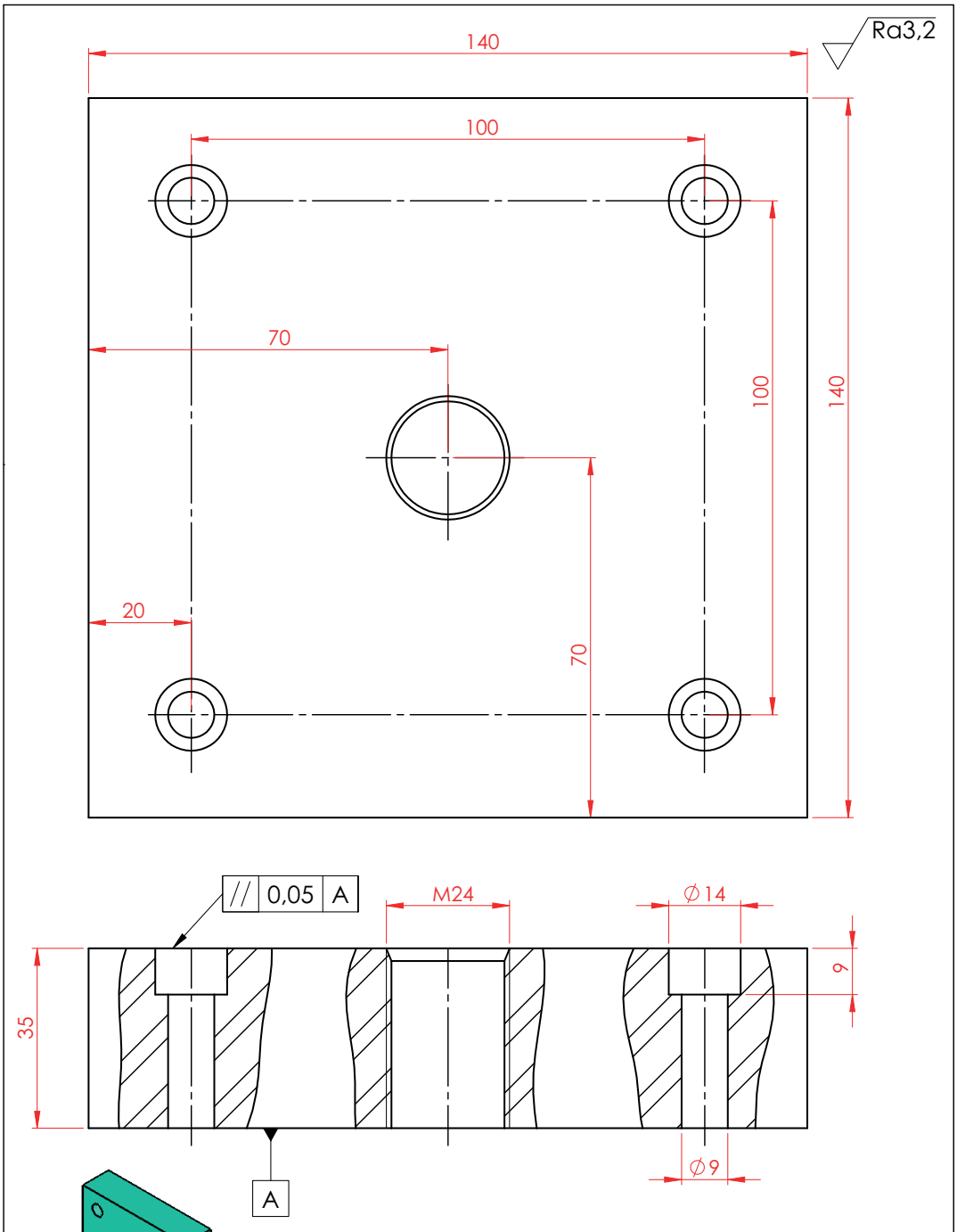


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/1	1	Zımba tutucu plaka		01-08
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

9. Kalıp Üst Plaka Tasarımının Yapılması

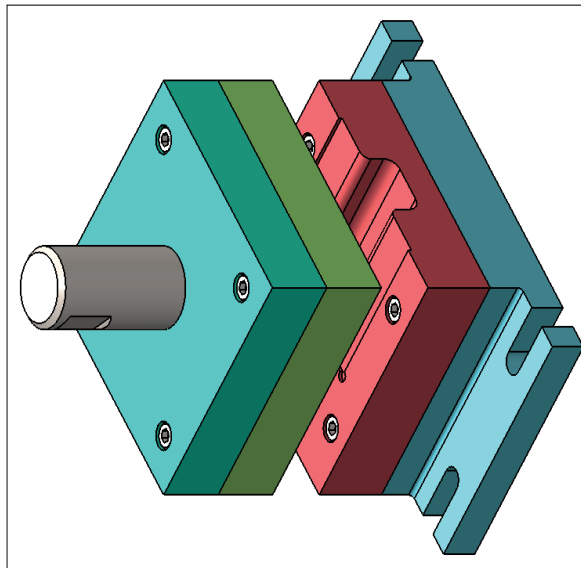


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/1	1	Kalıp üst plaka		01-05
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

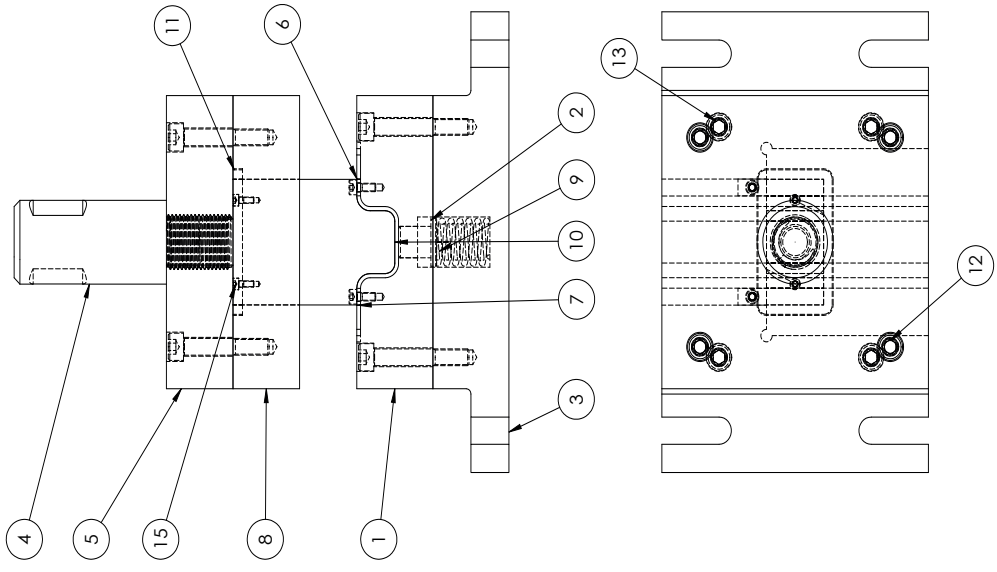
10. Kalıp Montaj Resminin Oluşturulması

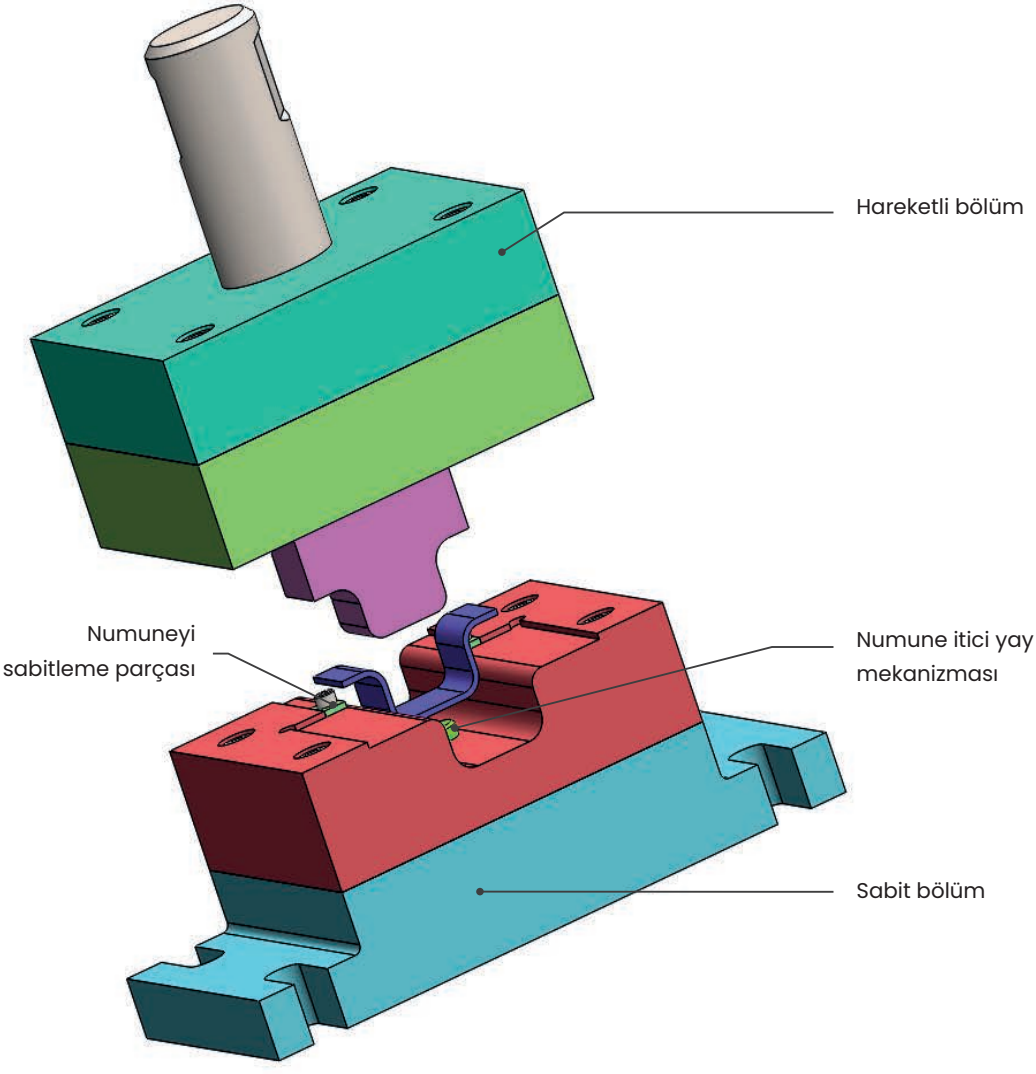


Toplam parça sayısı						
24						
2	Allen (imbus) civata M3 x 8	TS 1020/15	15	8.8	Hazır	
2	Allen (imbus) civata M4 x 10	TS 1020/15	14	8.8	Hazır	
4	Allen (imbus) civata M8 x 50	TS 1020/15	13	8.8	Hazır	
4	Allen (imbus) civata M8 x 45	TS 1020/15	12	8.8	Hazır	
1	Bükme zımbası başlığı		11	Ç1040	-	
1	Bükme zımbası		10	2379	-	
1	Basma yayı		9	Yay çeliği	Hazır	
1	Zımba tutucu plaka		8	Ç1040	-	
2	Sabitleme parçası		7	Ç1040	-	
1	Numune		6	C40	-	
1	Kalıp üst plakası		5	Ç1040	-	
1	Kalıp sapı		4	Ç1040	-	
1	Kalıp alt plakası		3	Ç1040	-	
1	İtici pim		2	Ç1040	-	
1	Dişi plaka		1	2379	-	
Sayı	Parçanın adı ve boyutları		Mon. No.	Parça No.	Gereç	Açıklama	Ağırlık

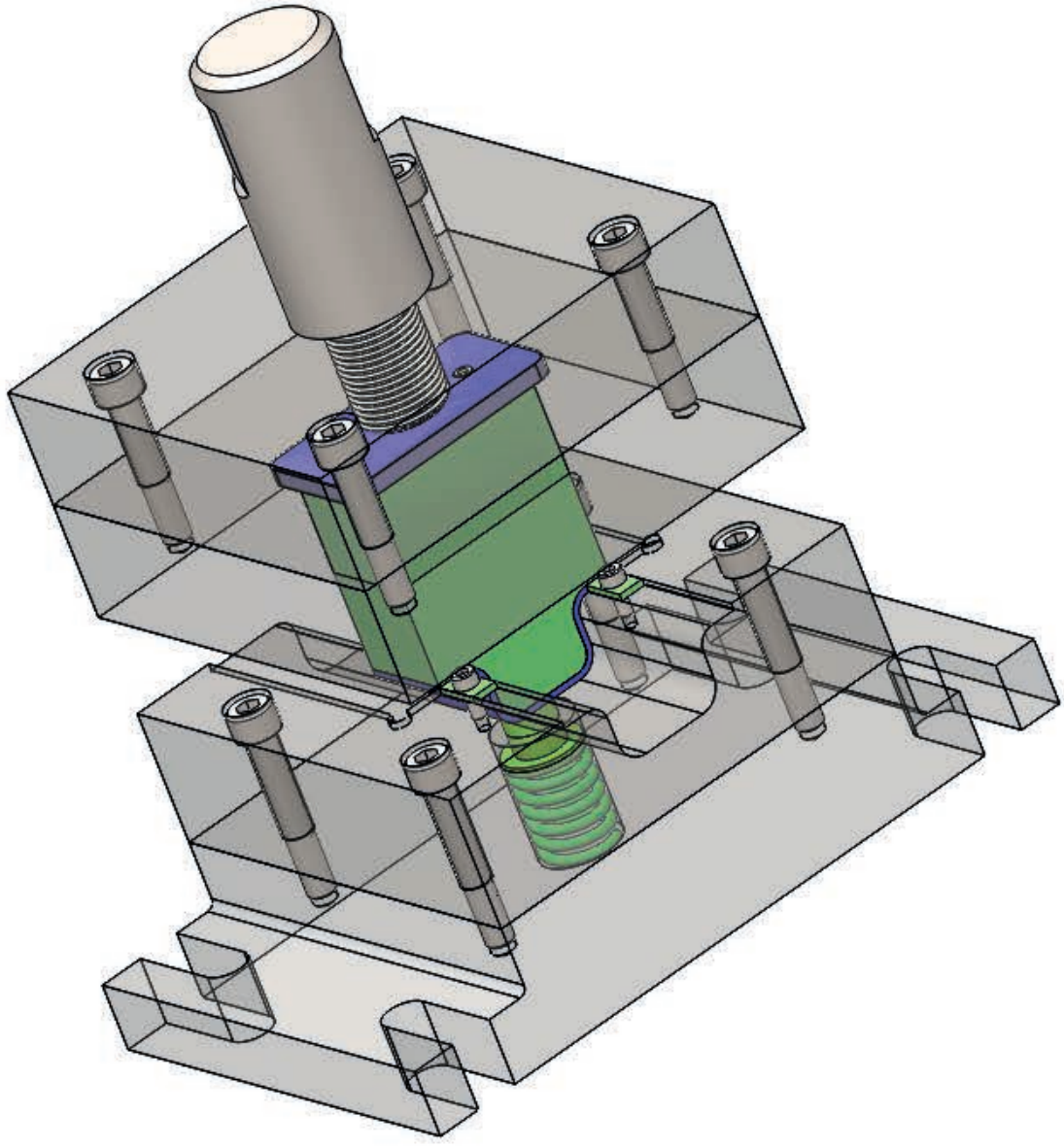
	Tarih	İsim	İmza	Sayı
Çizen				
Kontrol				
St.Kontrol				
Ölçek	1/2	Bükme Kalıbı Montajı		

Resim Numarası	Sayfa No.
01-00	1/1

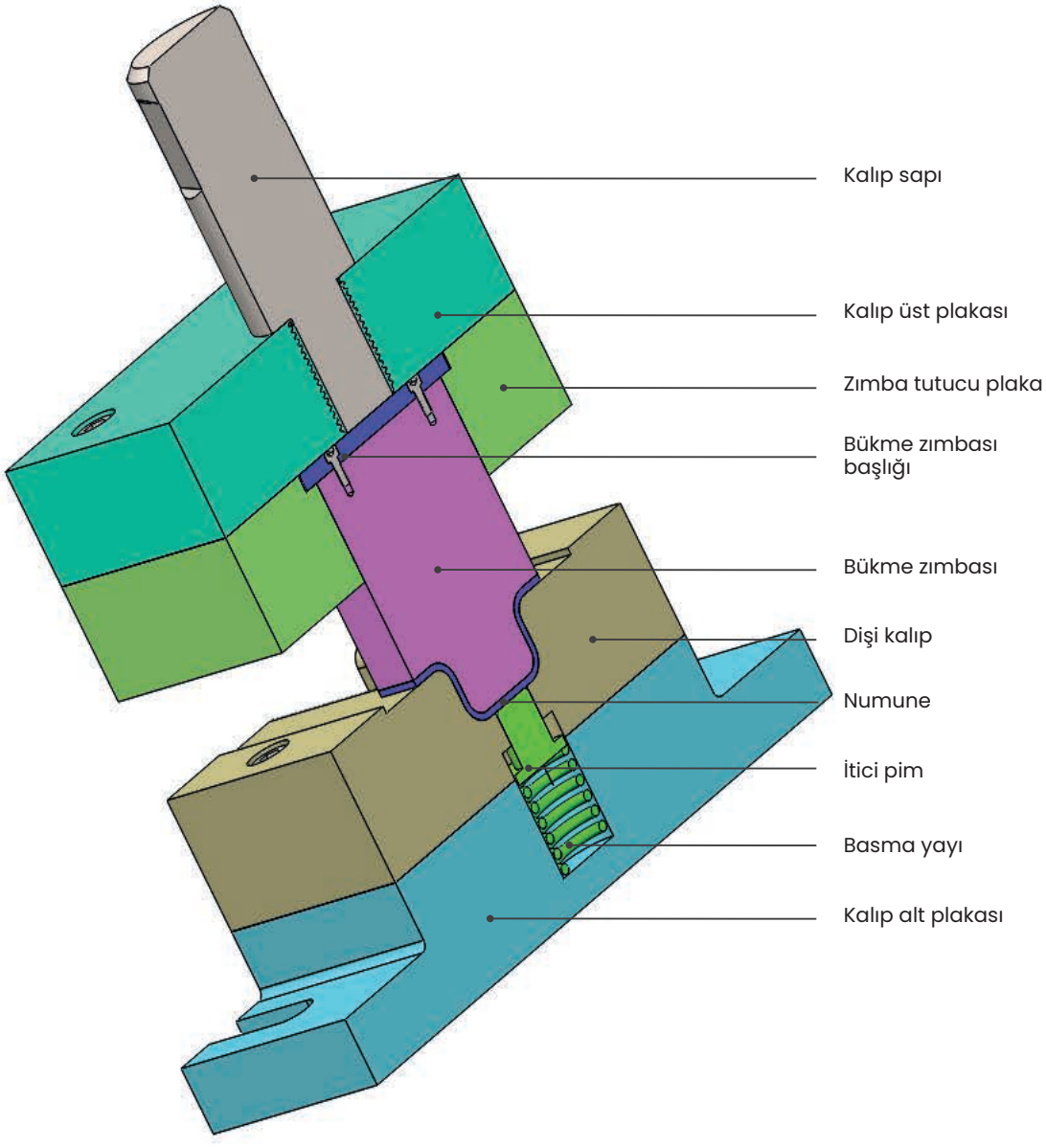




Görsel 2.23: Bükme kalıbı montaj aşamaları



Görsel 2.24: Bükme kalıbı montaj gösterimi

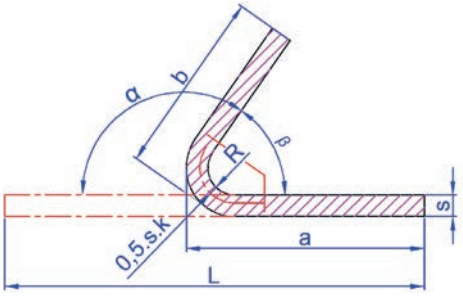


Görsel 2.25: Bükme kalıbı montaj kesit gösterimi

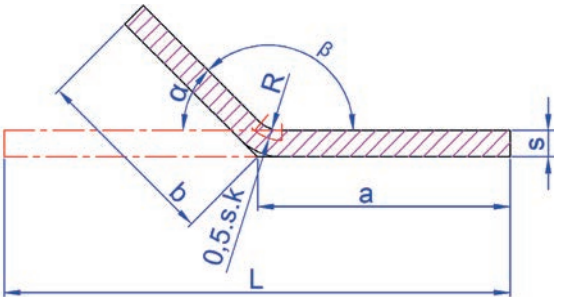
2.9. AÇINIM BOYU HESAPLAMA İŞLEMLERİ

Soğuk ve sıcak bükme işlemlerinde açınım boyunun hesaplanması farklılıklar içermektedir.

2.9.1. Soğuk Bükme Geometrik Boyutların Ölçülerinin (DIN 6935'e Göre) Hesaplanması



Görsel 2.26: Ağız açısı 0 < 90°



Görsel 2.27: Ağız açısı 165° β β> > 90°

L: Açılım boyu (mm)
a: Uzun bacak boyu (mm)
b: Kısa bacak boyu (mm)
R: Kıvırma yarıçapı (mm)
s: Sac malzeme kalınlığı (mm)

Kıvırma açısı: α (°)
Ağız açısı: β (°)
k: Düzeltme faktörü
v: Eşitleme değeri (mm)

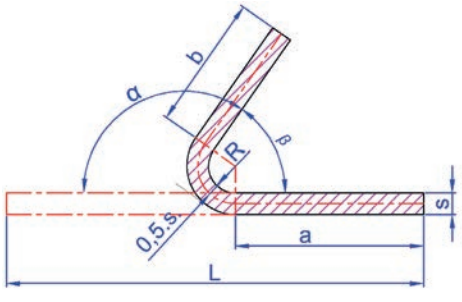
$$v = 2\cdot(R+s) - \pi\cdot\frac{180-\beta}{180}\cdot(R+0{,}5\cdot s\cdot k)$$

$$v = 2\cdot(R+s)\tan\frac{180-\beta}{180} - \pi\cdot\frac{180-\beta}{180}\cdot(R+0{,}5\cdot s\cdot k)$$

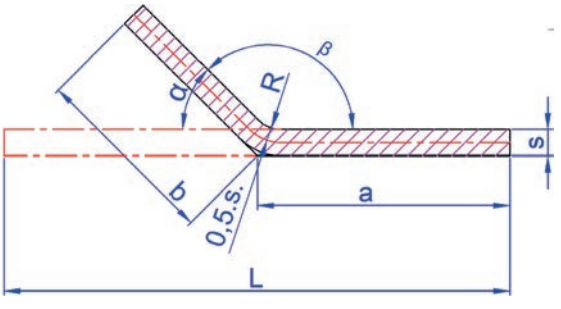
Düzeltme faktörü **k = 0,65 + 0,5.log(R/s)**

Açılım boyu **L = a + b – v**

2.9.2. Sıcak Kıvırmada Geometrik Boyutların Ölçüleri



Görsel 2.28: Ağız açısı 0 < 90°



Görsel 2.29: Ağız açısı 165° β β> > 90°

L: Açılım boyu (mm)
a: Uzun bacak boyu (mm)
b: Kısa bacak boyu (mm)

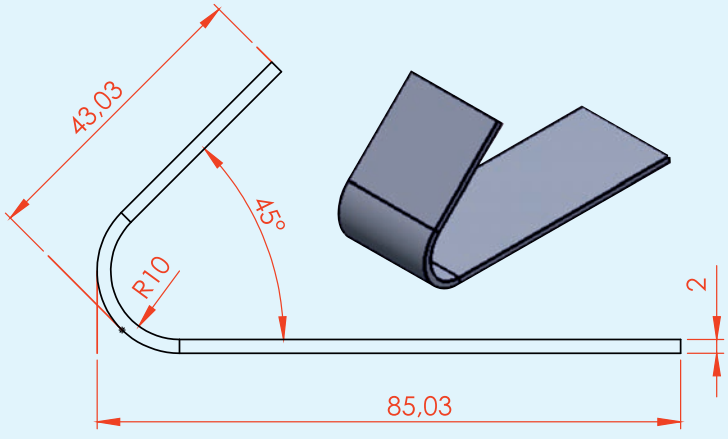
Kıvırma açısı: α (°)
Ağız açısı: β (°)
R: Kıvırma yarıçapı (mm)

Açılım boyu $L = a + b + \pi.(R + s/2).\frac{\alpha}{180}$

2. ÖRNEK UYGULAMA

- **Görsel 2.30'da şekli verilen parçayla ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

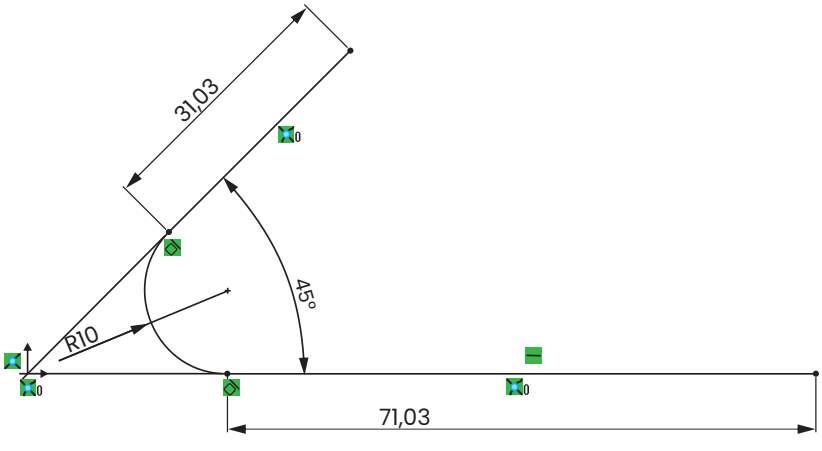
1. **Bilgisayar destekli programların Sheet metal (sac levha) komutlarından faydalanarak şekli oluşturunuz.**
2. **Sac levha komutlarını kullanıp, açınımını yaparak açınım boyunu ölçünüz.**
3. **Soğuk kıvırmada kullanılan formüllerden faydalanarak açınım boyunu hesaplayınız.**



Görsel 2.30: Açınım boyu hesabı yapılacak örnek uygulama gösterimi

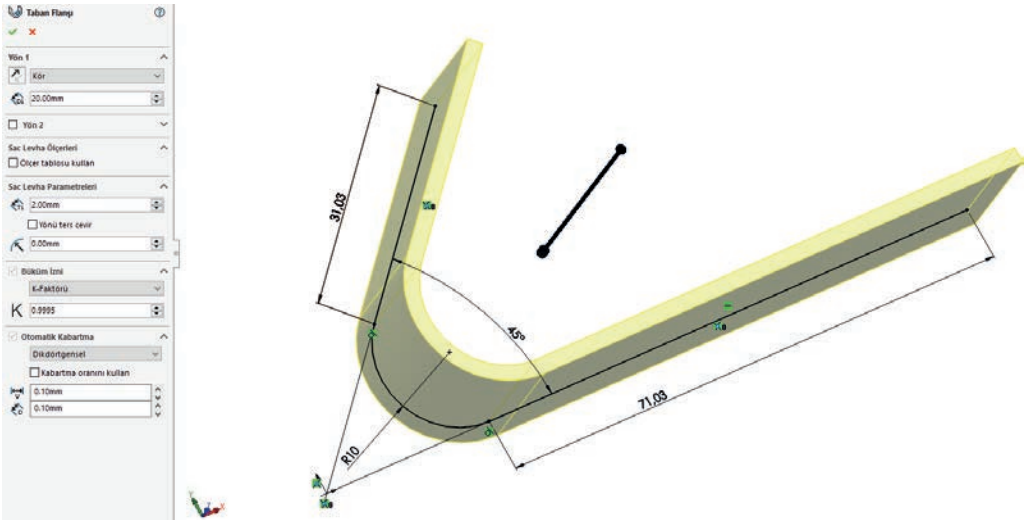
Çözüm

1. Sac levha komutları kullanılarak parça şu şekilde çizilir: Verilen parçanın dış sınırları çizilerek parça **Görsel 2.31**'deki gibi sac malzemeye dönüştürmeye hazır hâle getirilir.



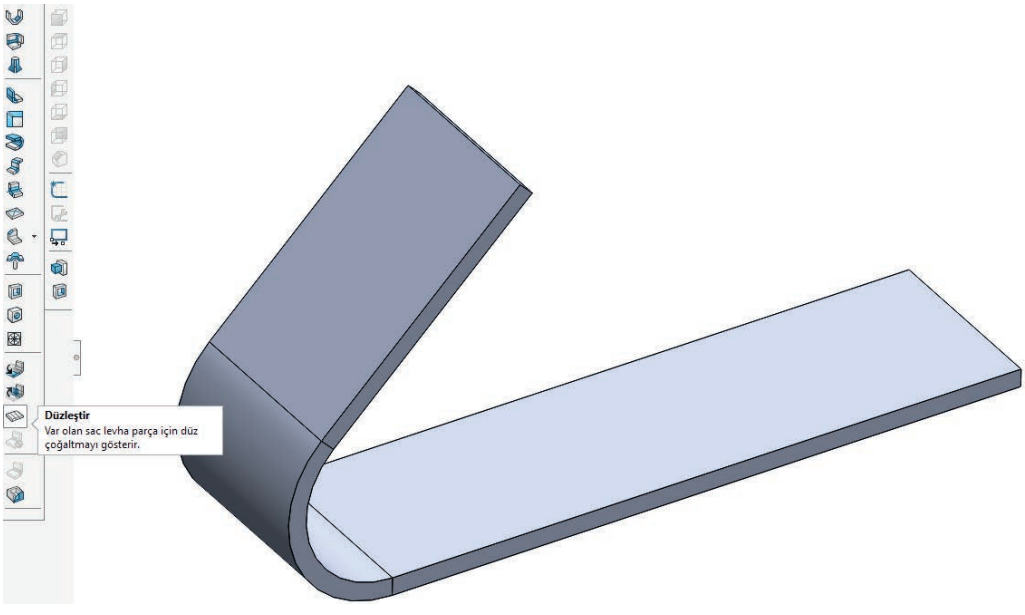
Görsel 2.31: İş parçasının sınırlarının çizilmesi

Parçaya ilgili program komutu yardımıyla sac kalınlığı, k faktörü ve diğer değişken atamaları yapılarak işlemlerin onaylanması ile nihai ürüne dönüştürme işlemi yapılır.



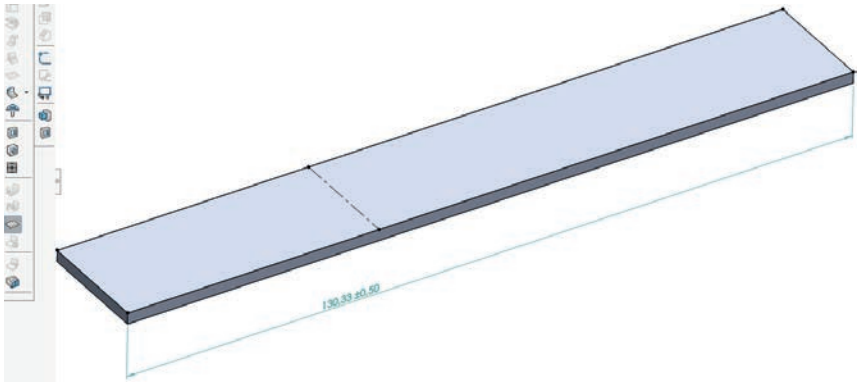
Görsel 2.32: Sınır çizgilerinin sac malzemeye dönüştürülmesi

2. Sac levha komutlarıyla açınımını yaparak açınım boyunu ölçünüz.



Görsel 2.33: Üretilmek istenen parça

3. Soğuk kıvırmada kullanılan formüllerden faydalanarak açınım boyunu hesaplayınız.



Görsel 2.34: Parçanın açınımı ve ölçüsünün gösterimi

Verilenler

s = 2 mm a = 85,03 mm
R = 10 mm b = 43,03 mm
β = 45° L = ?

k = 0,65 + 0,5.log(R/s)

k = 0,65 + 0,5.log(10/2) => k= 0,9995

$$\nu = 2\cdot(R+s) - \pi\cdot\frac{180-\beta}{180}\cdot(R+0{,}5\cdot s\cdot k)$$

$$\nu = 2\cdot(10+2) - \pi\cdot\frac{180-45}{180}\cdot(10+0{,}5\cdot 2\cdot 0{,}9995) \Rightarrow \nu = 24 - 25{,}917$$

ν = - 1,917 mm

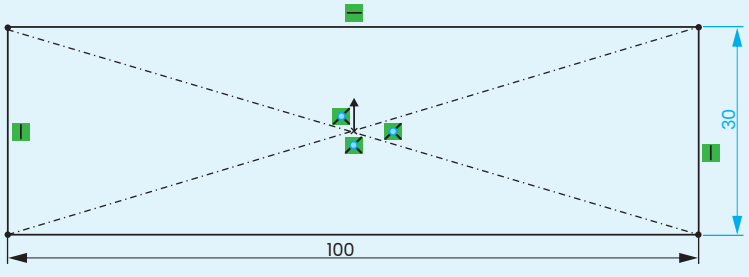
L = a + b - ν => L = 85,03 + 43,03 - (-1,917)

L = 129,97 mm

3. ÖRNEK UYGULAMA

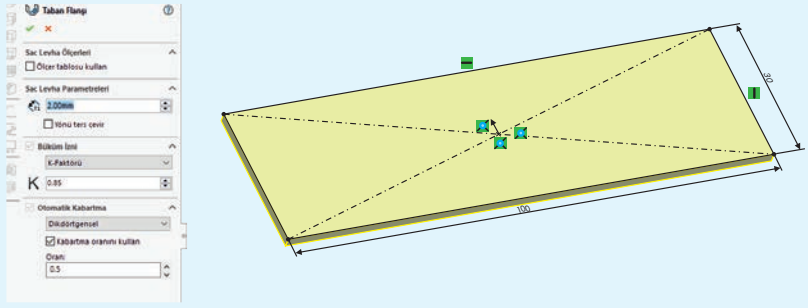
- **Görsel 2.33'teki parçanın şeklini farklı bir yol izleyerek oluşturmak.**

1. **İlgili parçaya ait 30 x 100 ölçüsündeki dikdörtgen oluşturulur.**



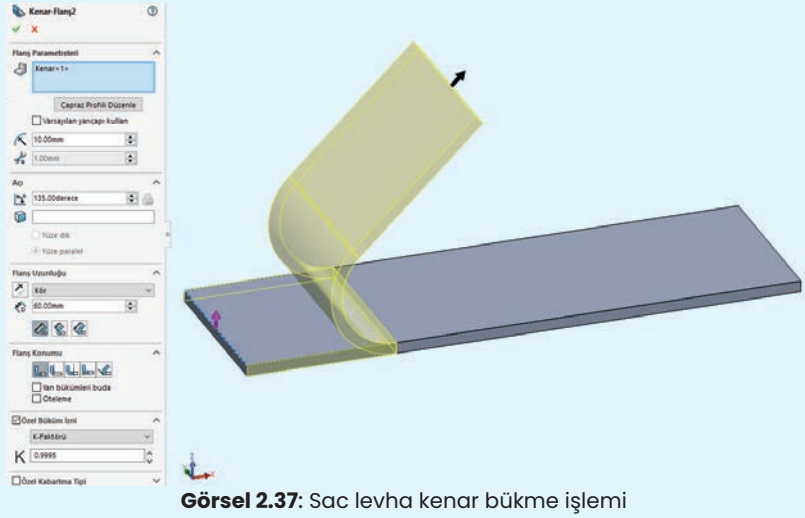
Görsel 2.35: Dikdörtgen çizimi

2. **Taban flanşı komutu yardımı ile sac kalınlığı ölçüsü girilerek dikdörtgen levha oluşturulur.**

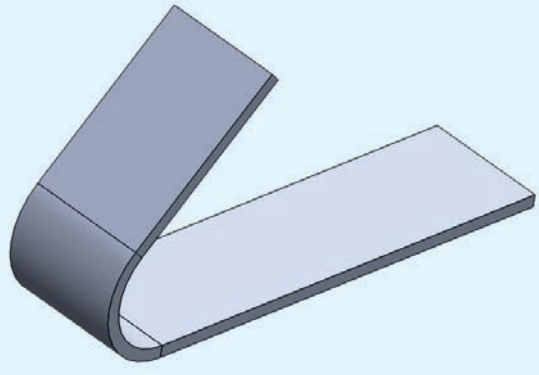


Görsel 2.36: Sac levhaya dönüştürme işlemi

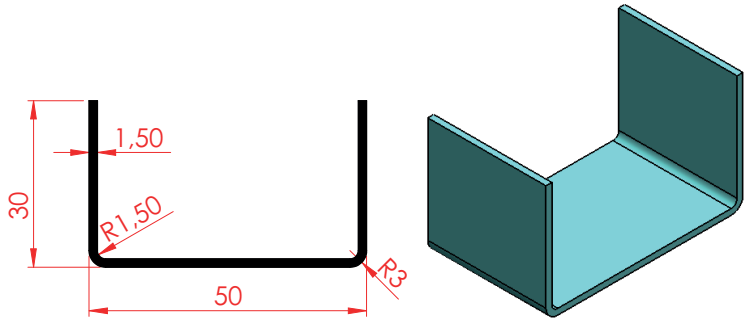
3. **Oluşturulan sac levha kenar flanşı komutu kullanılıp, 135° büküm işlemi için gerekli parametreler (kavis yarıçapı, k faktörü, flanş uzunluğu gibi) girilerek büküm işlemi gerçekleştirilir.**



Görsel 2.37: Sac levha kenar bükme işlemi



Görsel 2.38: Nihai ürün



Görsel 2.39: İş parçası

Görsel 2.39'da şekli verilen iş parçası için bükme kalıbı tasarımı yapılacaktır.

a) Üretilecek iş parçasının ilkel sac boyunu hesaplayınız.

b) İlgili bölümdeki örneği inceleyip, dişi kalıp tasarımından başlayarak tüm kalıp bileşenlerinin tasarımını tamamlayınız.

c) Standart olmayan her kalıp bileşeninin yapım resmini çiziniz.

ç) Kalıp montaj resmini çiziniz.

İşlem Basamakları

1. 2.5.B açınım boyu hesaplama işlemleri bölümündeki ilkel sac boyu hesaplama örneğini inceleyiniz.
2. Düzeltme faktörünü (k) ve eşitleme değerini (v) hesaplayınız.
3. Bulunan eşitleme değerini ilgili formülde yerine yerleştirerek ilkel sac boyunu hesaplayınız.
4. Dişi kalıp tasarımını yapınız.

ÖĞRENME BİRİMİ

BİLEŞİK (ARDIŞIK) KALIPLAR

KONULAR

3.1. BİLEŞİK KALIPLARIN ÖZELLİKLERİ
3.2. BİLEŞİK KALIPLARIN ZAYIF YÖNLERİ
3.3. BİLEŞİK KALIPLARIN TASARIMI
3.4. BİLEŞİK KALIP TASARIMI UYGULAMASI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Bileşik (Ardışık) kalıp elemanlarının hesaplarını yapma
- Bileşik (Ardışık) kalıp tasarımı yapma
- Kalıp standart çizelge ve katalogları kullanma
- Kalıp teknik ve meslek resimlerini çizme

TEMEL KAVRAMLAR

Bileşik kalıp

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Bileşik (ardışık) kalıplara bu ismin verilmesinde sizce bu kalıpların gerçekleştirdiği işlem etkili olmuş mudur?
2. Üzerinde birden fazla kalıplama işlemi bulunan parçaları tek seferde üretmek sizce mümkün müdür?

3.1. BİLEŞİK KALIPLARIN ÖZELLİKLERİ

Üretilecek sac mamul üzerinde kesme, delme, bükme gibi işlemlerden birden fazlası yapılıyorsa bu işlemlerin her biri için farklı bir kalıp tasarlamak maliyetli ve parçanın ölçü tamlığını korumak açısından sakıncalıdır. Bu yüzden mamul üzerinde birden fazla farklı kalıplama işlemi mevcut ve seri üretim gerçekleştirilecek ise bileşik kalıp tasarımı yapılır. Üzerinde birden çok kalıplama işlemi barındıran parçaları tek bir operasyonda ve aynı iş istasyonunda üreten kalıplara **bileşik kalıplar** denir.

Bileşik kalıpların özellikleri şunlardır:

1. Birden fazla kalıplama işlemi tek seferde gerçekleştirildiği için karmaşık bir yapıya sahiptir.
2. Çoklu işlemlerden dolayı normalde kalıp ebatları büyür.
3. Genelde seri üretimi gerçekleştirilen parçaların üretimi için tercih edilir.
4. Kalıp maliyetleri diğer kalıplama işlemlerine oranla daha yüksektir.
5. Üretilecek parça sayısı fazla olduğundan kalıplanan parça birim maliyeti azalır ve ürünün serbest piyasada pazarlanması kolaylaşır.
6. Farklı istasyonlarda çoklu kalıplarla yapılan işlemler, tek başına ve tek istasyonda gerçekleştiği için kalıbın pres tezgâhına bağlanması kolay ve zamandan tasarruf sağlayıcıdır.
7. Kalıplama işlemi bir pres tezgahında gerçekleştirilebileceği için kalıp tasarımı kolay ve bazı kalıp parçalarının farklı kalıplarda ortak kullanımı mümkündür.
8. Bileşik kalıplarda üretilen parça, kalıp boşluğundan aşağıya düşmez ve kalıp içerisinde kalır. Yay mekanizmalarıyla desteklenmiş itici pim ya da itici plakalar yardımıyla hem mamul hem de kalıplama işlemi gören şerit malzeme iskeleti kalıbın dışına çıkarılır. Zımba üzerinde dışarıya itilen nihai ürün operatör tarafından zımba üzerinden alınır ve şerit malzeme bir sonraki işlem için tekrardan konumlandırılır.
9. Bileşik kalıplarda işlem, tek operasyon ile gerçekleştiği için parçalarda ölçü tamlığı açısından bir sorun yaşanmaz ve parçaların ölçü toleransları kontrol altında tutulabilmektedir.
10. Bileşik kalıplar ile gerçekleşen imalatta iş parçasının iç ve dış yapısı, pres tezgâhının tek bir hareketiyle gerçekleştirilmesinden dolayı iç ve dış kısmındaki çapaklar, iş parçasının aynı tarafında kalmaktadır. Bu durum da olası çapakların alınması işlemini kolaylaştırmaktadır.
11. Şerit malzeme besleme işlemleri sırasındaki olası çeşitli operatör hataları ve ön görülemeyen başka sorunlar parçaların ölçü tamlığını etkilememektedir.
12. Bileşik kalıplarda kullanılmak üzere hazırlanan şerit malzeme ölçüleri, dişi kalıbın üzerinde hazırlanmış olan şerit malzeme ilerleme sınırlayıcı mekanizması (pim, kanal, sınırlayıcı plaka) referans ölçüleri temel alınarak hazırlanmalı ve bu ölçüler arasında farklılık olmamalıdır.

3.2. BİLEŞİK KALIPLARIN ZAYIF YÖNLERİ

1. Bileşik kalıp tasarımında çoklu işlemler planlanıp, bu doğrultuda çözümler üretildiğinden tasarımı ve imalatı zaman alır.
2. Kalıbın yapısından kaynaklı olarak tamiri zahmetlidir ve uzmanlık gerektirir.
3. Kalıbın maliyeti yüksektir.
4. Aynı anda birden fazla işlem gerçekleştirdiğinden kalıplama kuvveti yüksektir ve büyük tonajlı pres tezgâhına ihtiyaç duyulmaktadır.
5. Bileşik kalıp tasarımını yapacak olan kişilerin alanında uzman kişiler olması gerekmektedir ve bu yüzden bileşik kalıpların tasarım maliyetleri yüksektir.

3.3. BİLEŞİK KALIPLARIN TASARIMI

Bileşik kalıpların tasarımı yapılırken şu iş ve işlemler göz önünde tutulmalıdır:

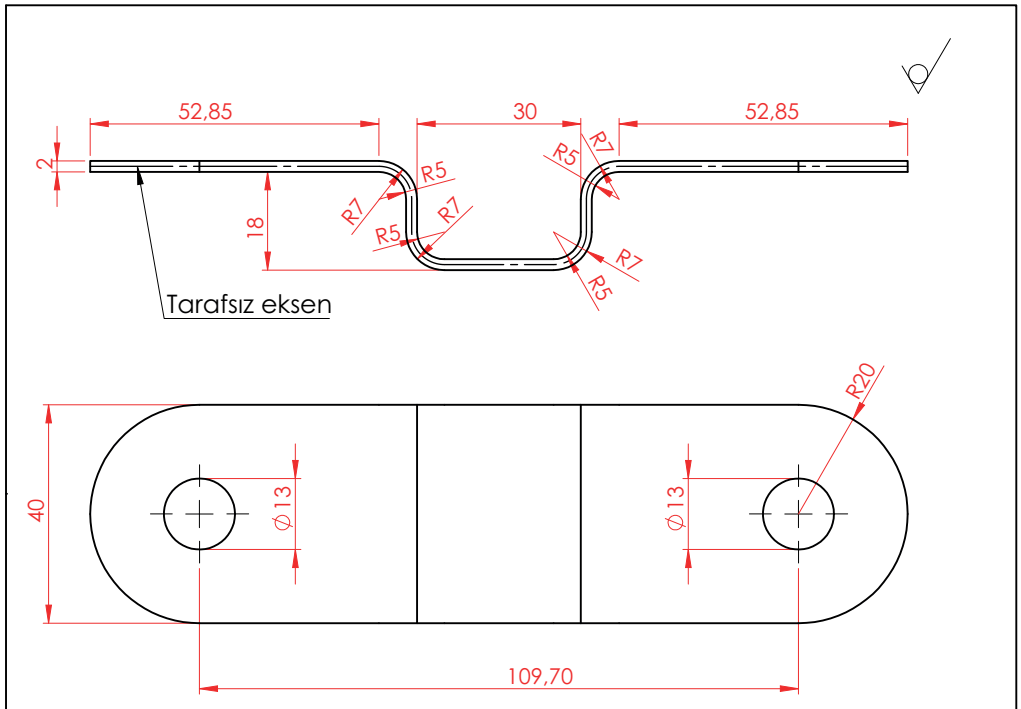
6. Öncelikle imalatı gerçekleşecek ürünün açınımı yapılarak ilkel boyu hesaplanır.
7. Ürün şerit malzeme yerleşim planı yapılır.
8. Ürün şerit malzeme yerleşim planı referans alınarak dişi kalıp tasarımı yapılır.
9. Oluşturulan dişi kalıp doğrultusunda diğer kalıp elemanları tasarlanır.
10. Daha önce tasarlanmış ve imalatta aktif olarak kullanılan bileşik kalıp tasarımları ve kalıp örnekleri incelenmelidir.
11. Bileşik kalıp tasarımını gerçekleştiren tasarımcı, eğer bileşik kalıp imalatında ve kalıbın pres tezgâhına bağlanıp çalıştırılması aşamalarında görev almamışsa ve bu aşamalara hâkim değilse kalıp tasarımını bu deneyimlere sahip teknik elemanların (mühendis, kalıp ustası, pres operatörü) gözetiminde yapması gerekir. Eğer tasarımcı bu deneyimlere sahip ise bilgi ve becerisini ortaya koymalı ayrıca çevresindeki deneyimli kişilerden de faydalanmalıdır.
12. Kalıbın bağlanacağı pres tezgâhına uygun olarak kalıp ebatları belirlenmeli, hazır kalıp setlerinden yararlanılacak ise bu setlerin pres tezgâhı ölçülerine uygun olmasına dikkat edilmelidir.
13. Bileşik kalıpta mevcut mamulü şekillendirmek üzere gerekli olan kalıplama kuvveti, mevcut pres tezgâhı tonajını aşmayacak şekilde planlanmalı ve tasarımlar bu çerçevede yapılmalıdır.
14. Kalıpta kullanılan kolon pimleri ve diğer taşıyıcı parçaların ebatları belirlenirken gerekli hesaplar yapılmalı ve malzemelerin ebatları bu çerçevede seçilmelidir.
15. Kalıp imalatında kullanılan malzemeler belirlenirken baskı adedi ve ürün kalitesinde bütünlük sağlayan, ihtiyaca cevap verecek malzemeler seçilmelidir.
16. Tasarım yapılırken şerit malzeme boyutları göz önünde bulundurulmalıdır.
17. Şerit malzemenin hareketini ve iş parçasının kalıptan alınmasını kolaylaştırıcı önlemler alınmalı, pratik çözümler üretilmelidir.

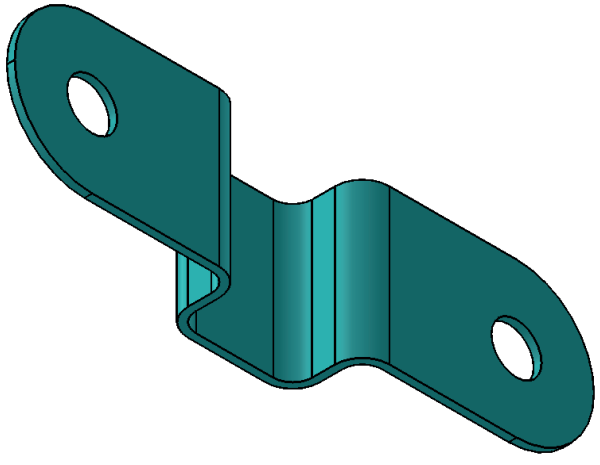
18. Kalıbın uzun ömürlü olabilmesi için dişi kalıp, sıyırıcı plaka ve zımbaların malzeme seçimi doğru yapılmalıdır.
19. Şerit malzeme ilerletme mekanizması belirlenirken kalıp tasarımı göz önünde bulundurulmalıdır.
20. Malzemeden tasarruf sağlayabilmek için farklı birçok şerit malzeme yerleşim planı yapılmalı, bu planlara ait verim hesapları, kalıp ebatları gibi kalıbın maliyetine etki eden kriterler göz önüne alınarak şerit malzeme yerleşim planı tercihi yapılmalıdır.
21. Kalıbın sıkışması, demontajı, taşınması gibi iş ve işlemler için pratik çözümler üretilmeli; bu çözümler kalıp tasarımına yansıtılmalıdır.

https://www.eba.gov.tr

3.4. BİLEŞİK KALIP TASARIMI UYGULAMASI

1. Üretilecek Numune Çizimi



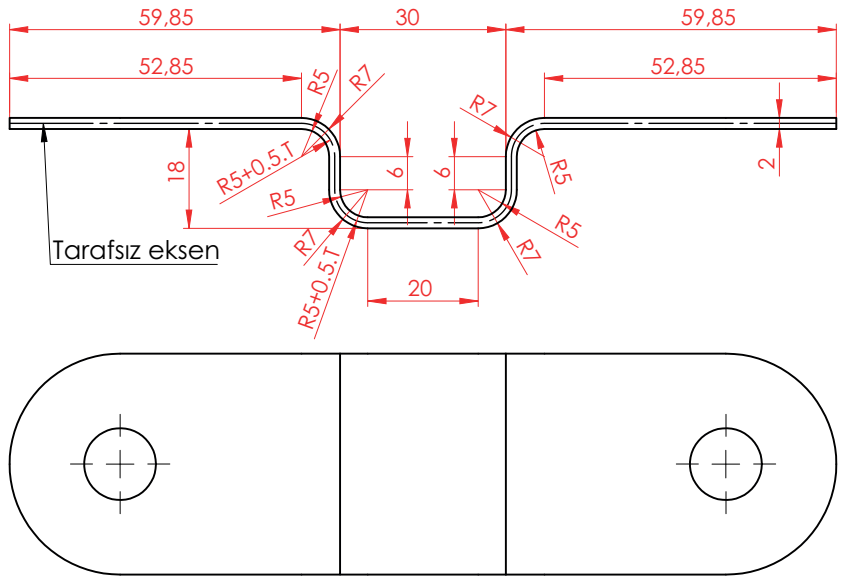


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç40	1/1	1	İş parçası		01-07
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

2. Üretilecek Parçanın İlkel Boyunun Hesaplanması



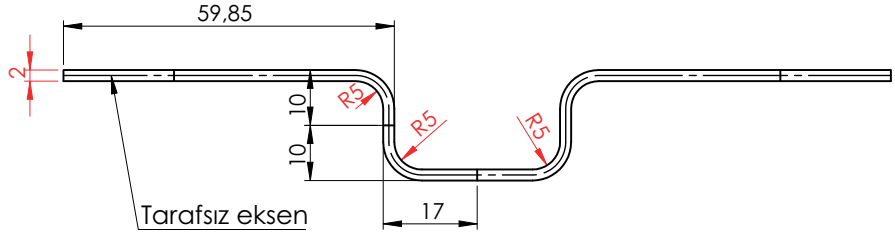
Görsel 3.1: Üretilecek parçanın çizimi

Parçanın İlkel Boyunun Hesaplanması

R1 = R2 = R3 = R4 = 5 mm

s = 2 mm

1. Yol



Görsel 3.2: İlkel boy hesabında esas alınan ölçülerin gösterimi (1. yol için)

$$v = 2\cdot(R+s) - \pi\cdot\frac{180-\beta}{180}\cdot(R+0{,}5\cdot s\cdot k)$$

Düzeltme faktörü **k= 0,65 + 0,5 . log(R/s)**

k = 0,65 + 0,5 log(5/2)

k = 0,85

$$v = 2\cdot(5+2) - \pi\cdot\frac{180-90}{180}\cdot(5+0{,}5\cdot 2\cdot 0{,}85)$$

$v = 14 - 9{,}189 \Rightarrow$ **v = 4,81 mm**

Parça simetrik ve kavis yarıçapları eşit olduğu için v, k değerleri tüm kavisler için eşittir. Bir kavis yarıçapı için bulunan değerler diğer kavisler için de kullanılacaktır. Parçanın yarısı için hesaplama yapılacak ve bulunan değerin iki katı alınacaktır.

Açılım boyu **L= (59,85 + 10 - 4,81 + 10 + 17 - 4,81) · 2**
L = 174,46 mm

2. Yol

Bükme kavis yarıçapı **R_1 = (2 - 4)T** ise katsayı **k = 0,42** kabulü yapılır ve bükme işlemi tarafsız eksen kavis yarıçapı **(R)**

$R = R_1 + 0{,}42 \cdot T$ (mm) alınır.

$$Lyay1 = \frac{\propto}{360} 2\pi(R_1 + kT)$$

$$Lyay1 = \frac{90}{360} 2\pi(5 + 0{,}42.2)$$

$$Lyay1 = 9{,}17 \text{ mm}$$

$$Lyay1 = Lyay2 = Lyay3 = Lyay4$$

L = 52,85 + 6 + 20 + 6 + 52,85 + 4 . $Lyay1$

L = 2 . 52,85 + 4 . 9,17+ 32

L = 174,38 mm

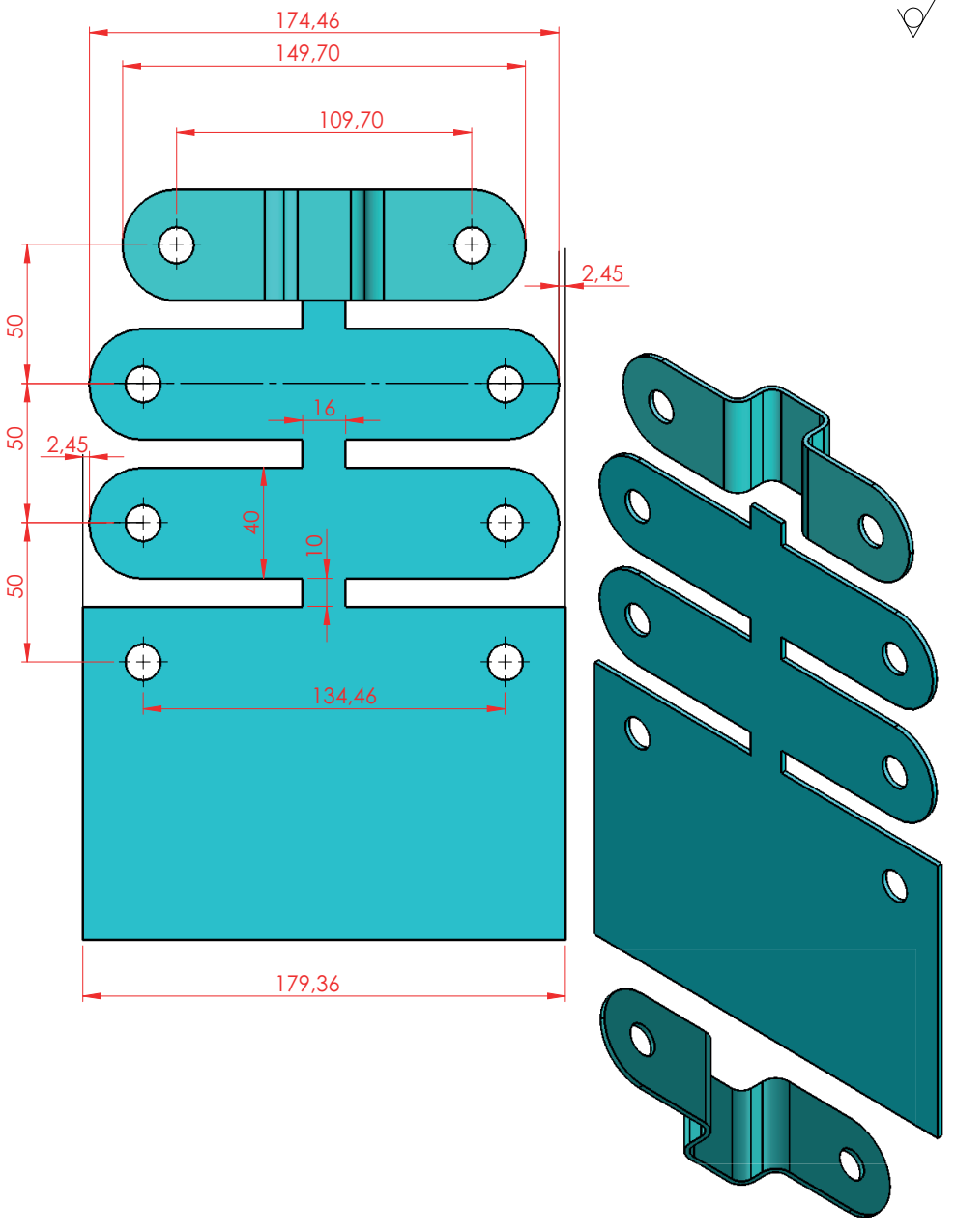
Şerit Malzeme Ölçülerinin Hesaplanması

Şerit malzeme genişliği (Lş)
Lş = İlkel boy + Kesme payları
Tek taraflı kesme payı (c) = **2,45 mm** alındı.
Lş = 174,46 + 2,45 + 2,45 **Lş = 179,36 mm**

Adım = Anma ölçüsü + Yan kesme zımbası genişliği
Anma ölçüsü = **40 mm** (Numune genişliği)

Yan kesme zımbası genişliği = **10 mm** (Şerit malzeme yerleşim planı üzerinden alındı.)
Adım = 40 + 10
Adım = 50 mm

3. Şerit Malzeme Yerleşim Planının Yapılması

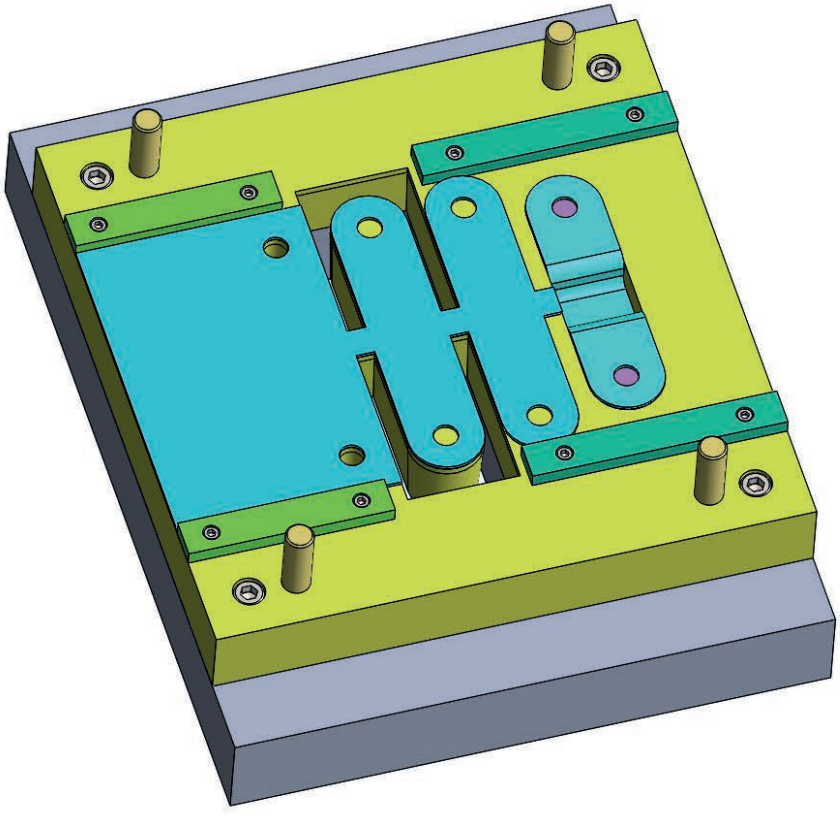


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

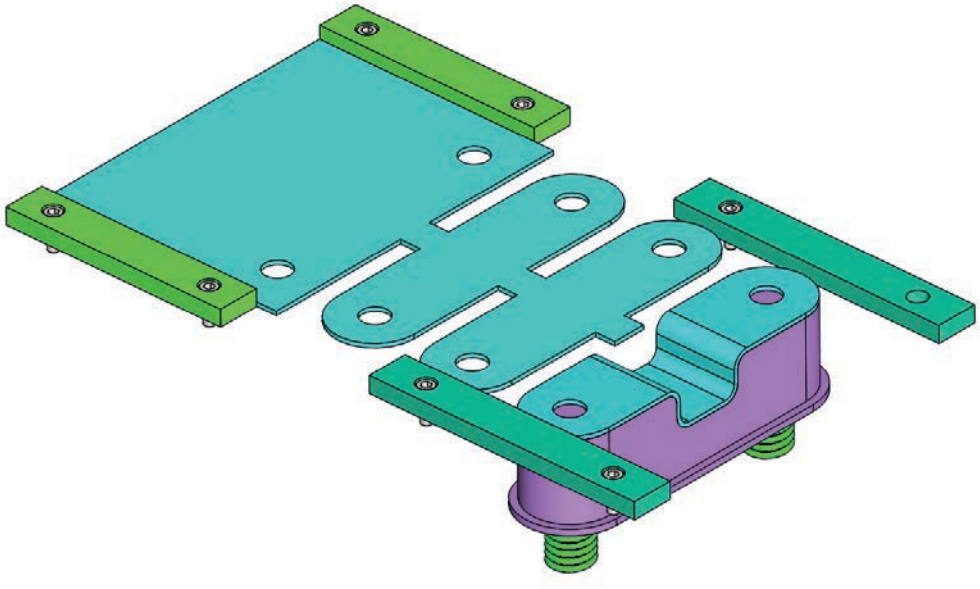
Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

C40	1/2	1	Şerit malzeme yerleşim planı		01-07-2
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

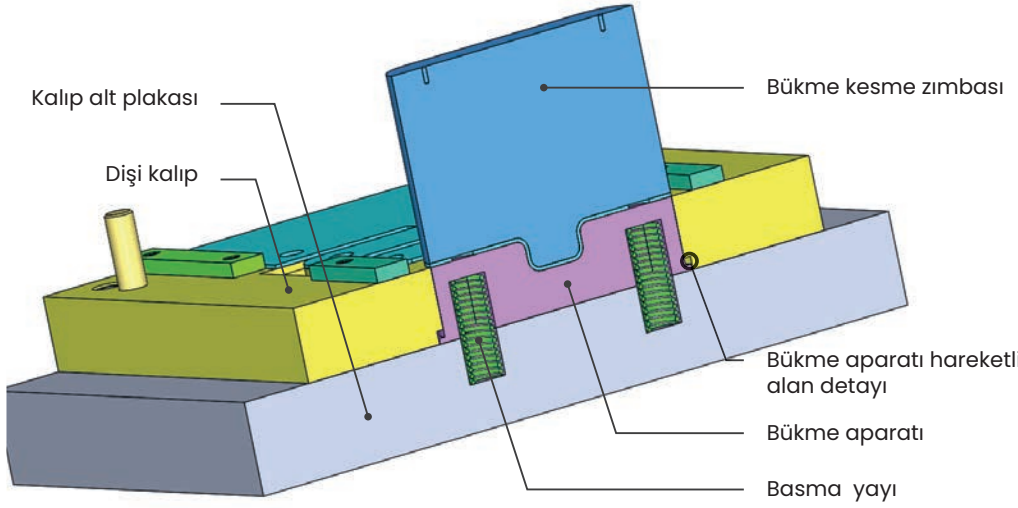
4. Dişi Kalıp Yerleşim Planının Yapılması



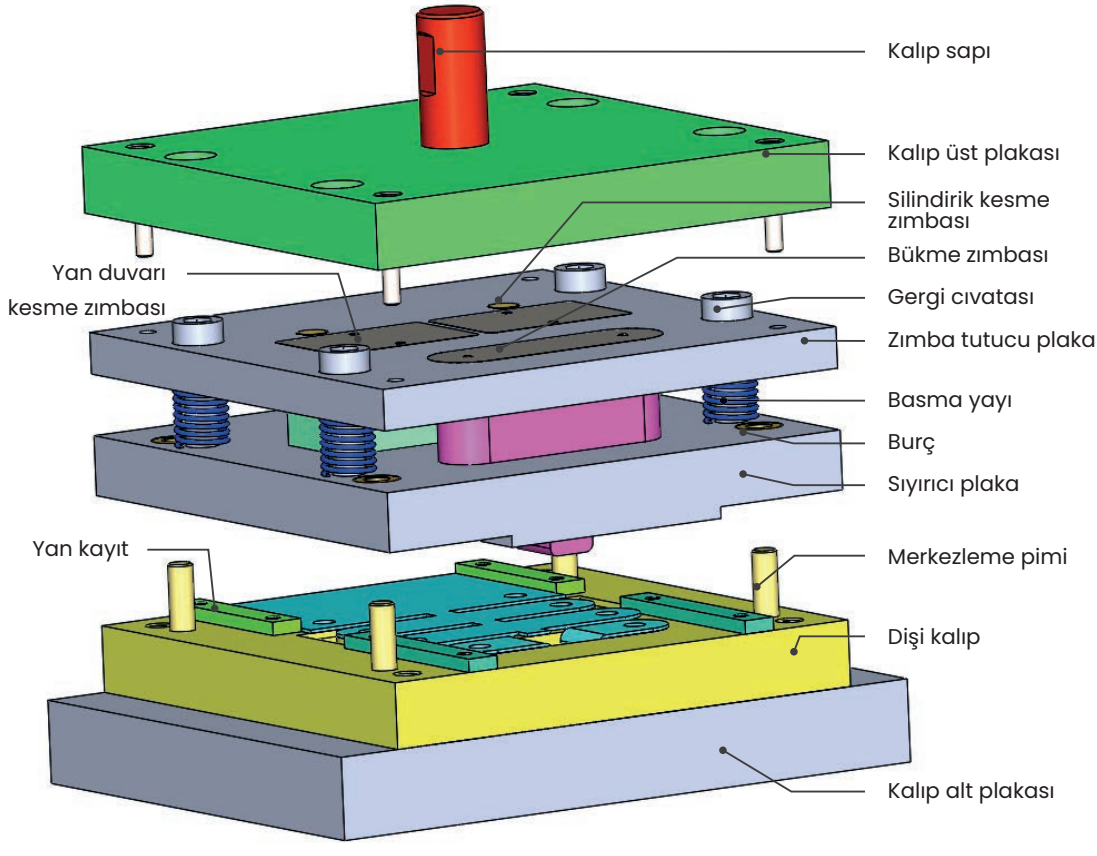
Görsel 3.3: Dişi kalıp tasarımı



Görsel 3.4: Dişi kalıp bükme aparatının çalışma prensibinin gösterimi



Görsel 3.5: Dişi kalıp bükme aparatının çalışma prensibinin gösterimi



Görsel 3.6: Bileşik kalıp montaj gösterimi

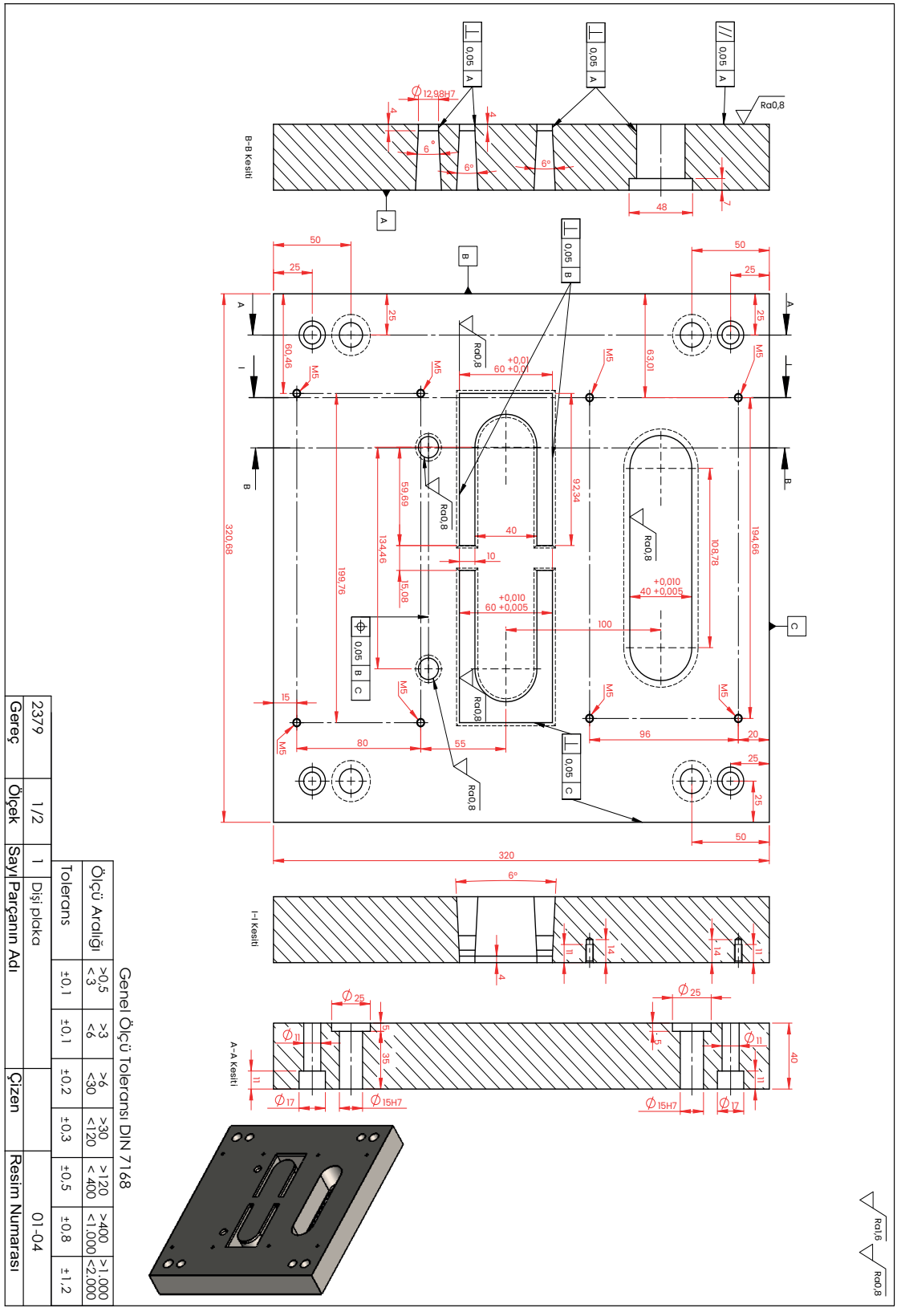
Şerit malzeme yerleşim planı yapıldıktan sonra plana uygun olarak dişi kalıp tasarımı yapılır.

Görsel 3.3'teki dişi kalıp tasarımı incelendiğinde elde edilmek istenen parçanın delikleri silindirik kesme zımbaları yardımı ile ilk adımda kesilmektedir. İkinci adımda ise parçanın kenarları, iki eş yan duvarları kesme zımbası ile kesilmekte fakat parça, şerit malzemeden koparılmamaktadır. Çünkü aksi hâlde şerit malzeme ilerlemesinde sıkıntı yaşanacaktır. Bu uygulama örneğinde ilerlemenin otomatik bir mekanizma ile yapıldığı varsayılmakta ve ayrıca sınırlayıcı pim veya yan çakı kullanılmamıştır. Üçüncü adımda bükme işlemini rahatlıkla gerçekleştirebilmek üzere ve boş alan yaratmak, aynı zamanda bükülen parçayı kalıp üzerinden kolay bir şekilde almak için boş geçilmektedir. Son adımda ise bükme işlemi ile kesme işlemi art arda gerçekleştirilmektedir. Şerit malzemenin ilerlemesini kontrollü gerçekleştirmek üzere dişi kalıp üzerine yan kayıtlar monte edilmiştir. Dişi kalıp üzerine yerleştirilen zımba boşluklarının sac malzemeyi güvenli bir şekilde kesme işlemini gerçekleştirmesinden sonra atıl malzemenin kalıptan kolayca atılması için zımba boşlukları güvenli kesme mesafesinden sonra açılı devam ettirilmiştir.

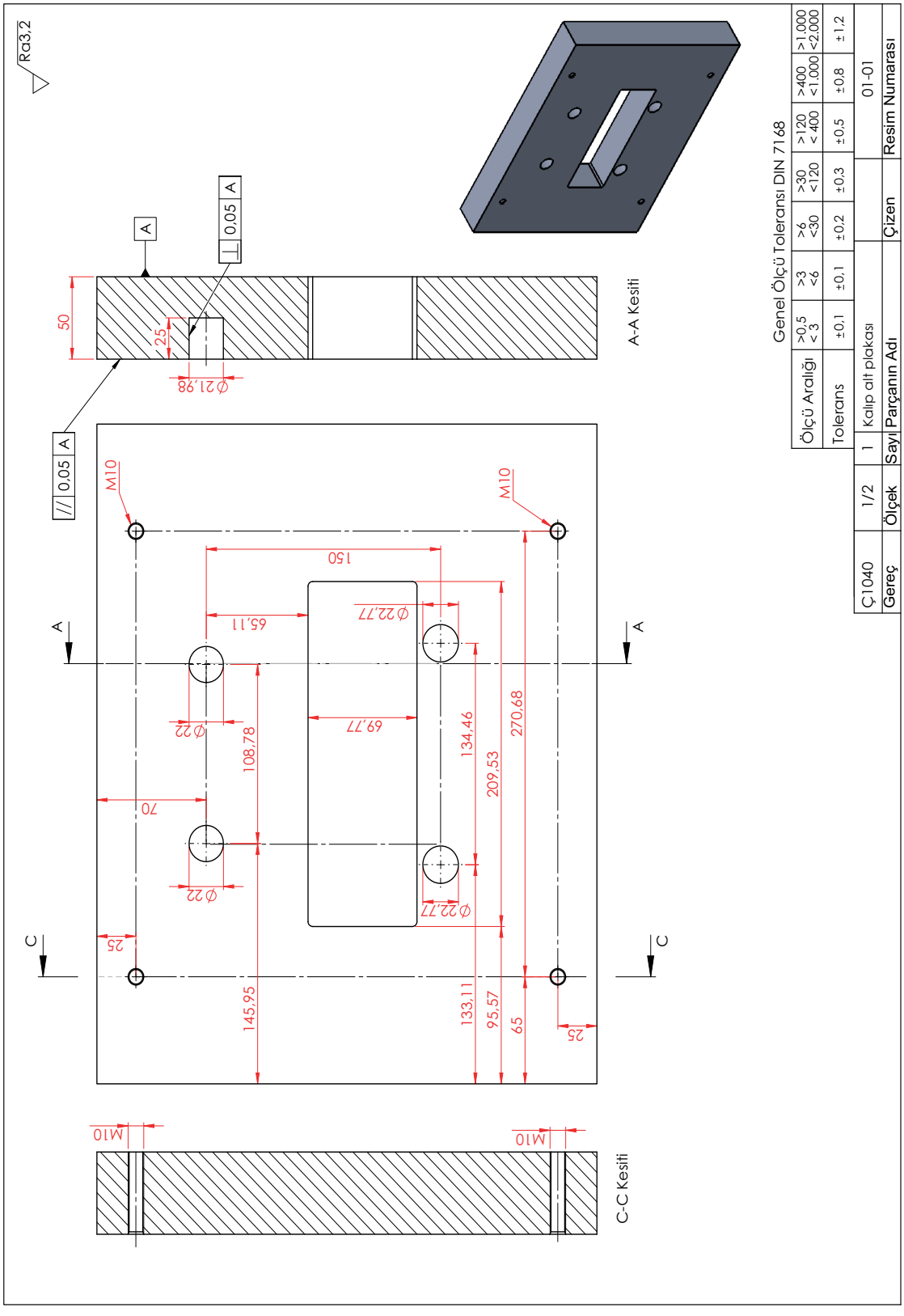
Bükme işlemi ve bileşik kesme işleminin sağlıklı yapılabilmesi için dişi kalıp üzerine **Görsel 3.4**'teki gibi bükme aparatı yerleştirilmiştir. Bu aparat üzerindeki basma yayı kontrollü bir şekilde bükme ve akabinde de kesme işlemi gerçekleştirmektedir (**Görsel 3.5**). Bükme aparatı, **Görsel 3.5**'te gösterilen dişi kalıp üzerine açılmış boşluk içerisinde yukarı ve aşağı belirli bir mesafede hareket edebilme kabiliyetine sahiptir. Bileşik kalıp işlemi sonlanınca yukarıya doğru hareket etmekte ve parçayı operatörün kolayca kalıp üzerinden alabilmesi için dışarı itmektedir. Bileşik kalıp tasarımı, dişi kalıp tasarımı ile şekillenen bir süreçtir. Bu örnekte de dişi kalıp tasarımı sonrası diğer kalıp elemanları, dişi kalıba bağlı olarak **Görsel 3.6**'daki gibi tasarlanmıştır. Görselde görüleceği üzere üç blok hâlinde yapılan montajlardan en alttaki blok, dişi kalıp yerleşim planına bağlı olarak tasarlanan sabit olan kısımdır. Ortadaki ve üstteki blok ise cıvatalar yardımı ile birbirine sabitlenen ve beraber hareket eden hareketli kısımdır.

Kalıbın merkezlenme işlemi, dişi kalıp üzerindeki merkezleme piminin sıyırıcı plaka üzerindeki burç içinde merkezlenerek hareket etmesiyle gerçekleşecektir. Zımba tutucu plaka, sıyırıcı plaka gergi cıvatası ile birleştirilmiş ve iki plaka arasına basma yayı konulmuştur. Prese bağlanan kalıp üzerine baskı kuvveti uygulandığında sıyırıcı plaka, şerit malzeme üzerine baskı yapacak ve üzerindeki yaylar sıkışacak; zımbaların işlevini gerçekleştirebilmesi için güvenli çalışma mesafesi oluşturulacaktır. Üzerindeki baskı kuvveti sonlanınca ve sıyırıcı plaka şerit malzeme üzerinden ayrıldığında zımbalar şerit malzemeden sıyrılarak yukarı itilecektir. Böylelikle şerit malzeme bir sonraki adıma devam edebilecek, en son adımda da bükme ve kesme işlemi ile parça son hâlini alarak hareketli bükme aparatı altındaki basma yayı ile dışarı itilerek süreç tamamlanacaktır.

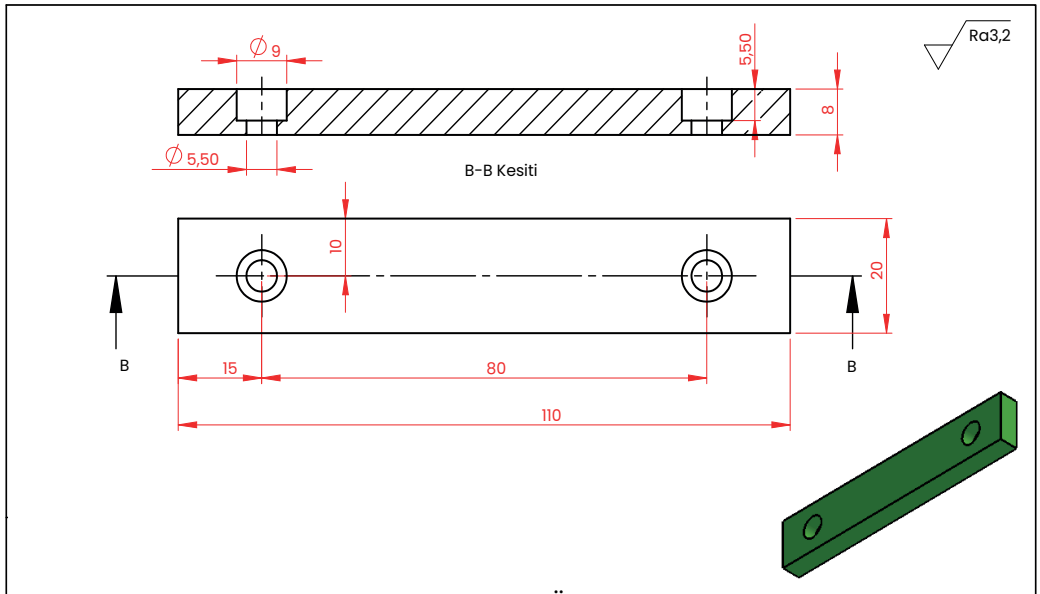
5. Dişi Kalıp Tasarımının Yapılması



6. Kalıp Alt Plakasının Tasarlanması



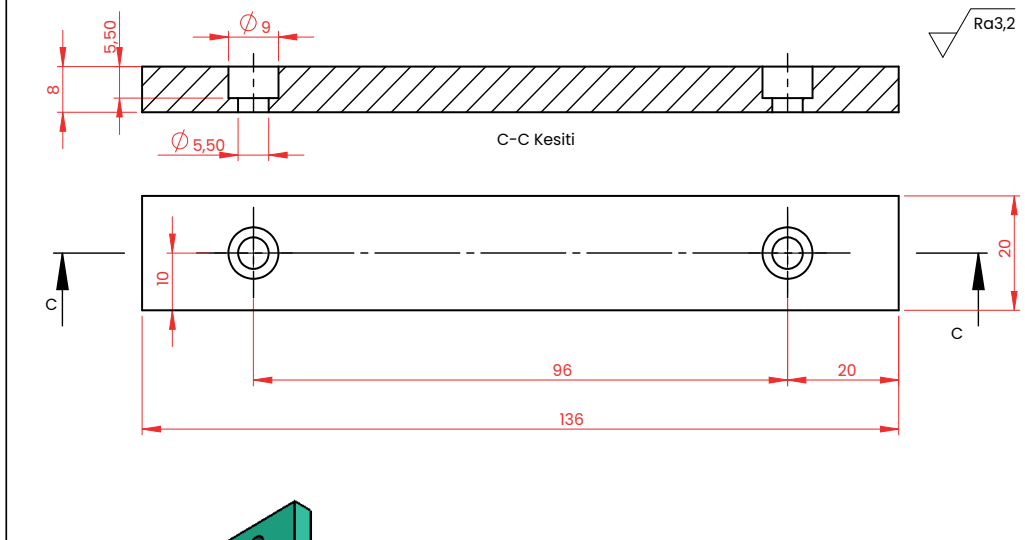
7. Yan Kayıtların Tasarlanması



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	2	Yan kayıt		01-05
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

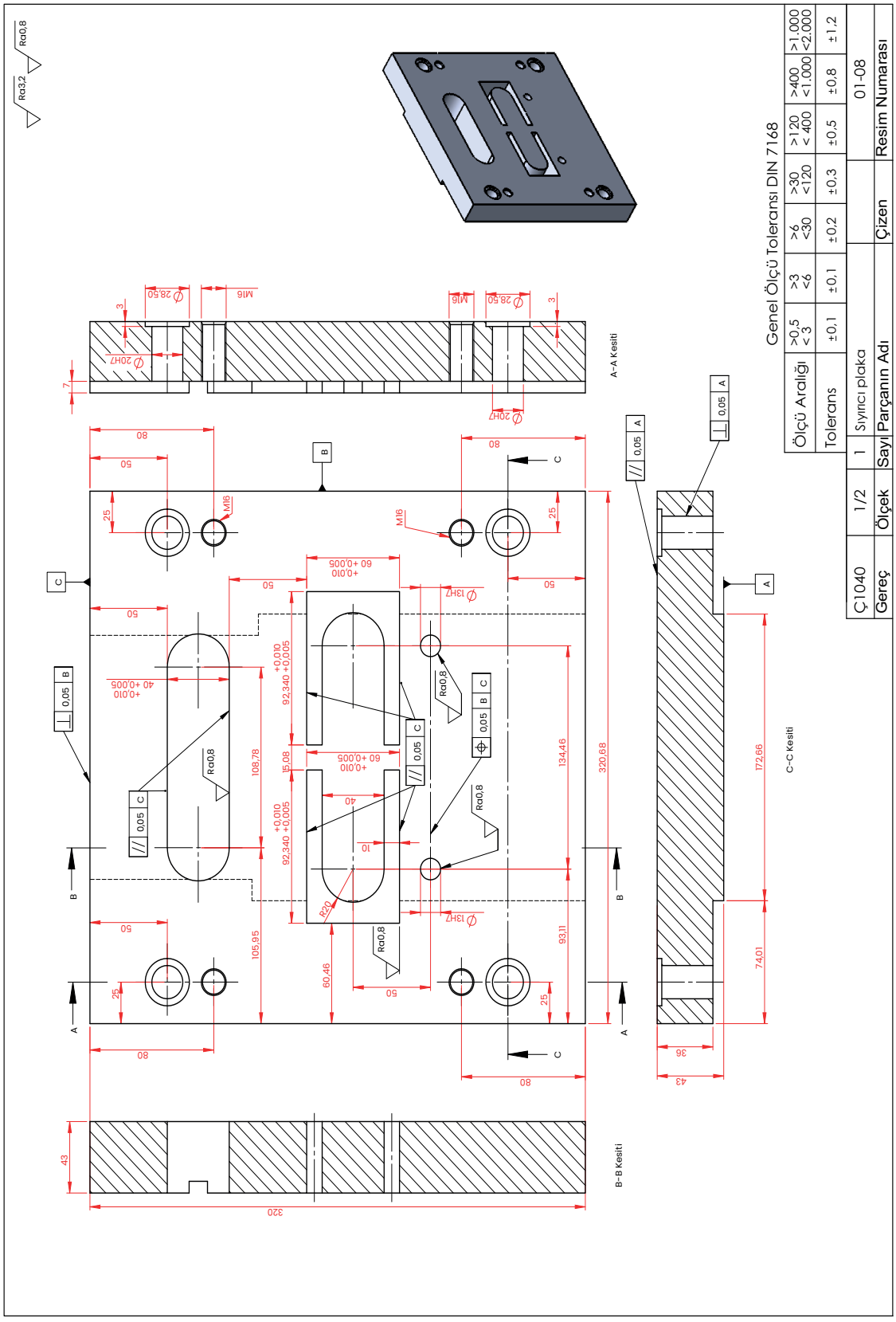


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

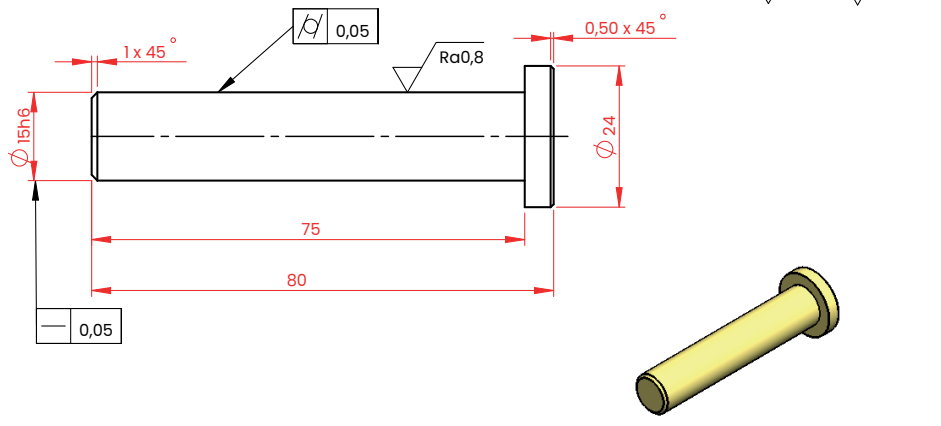
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	2	Yan kayıt		01-06
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

8. Sıyırıcı Plakanın Tasarlanması



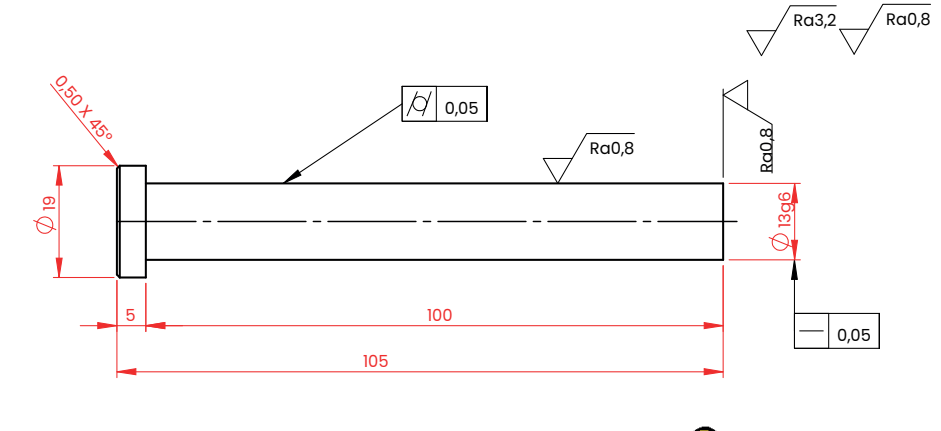
9. Silindirik Kesme Zımbası ve Merkezleme Piminin Tasarlanması



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

16MnCr5	1/1	1	Merkezleme Pimi		01-10
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

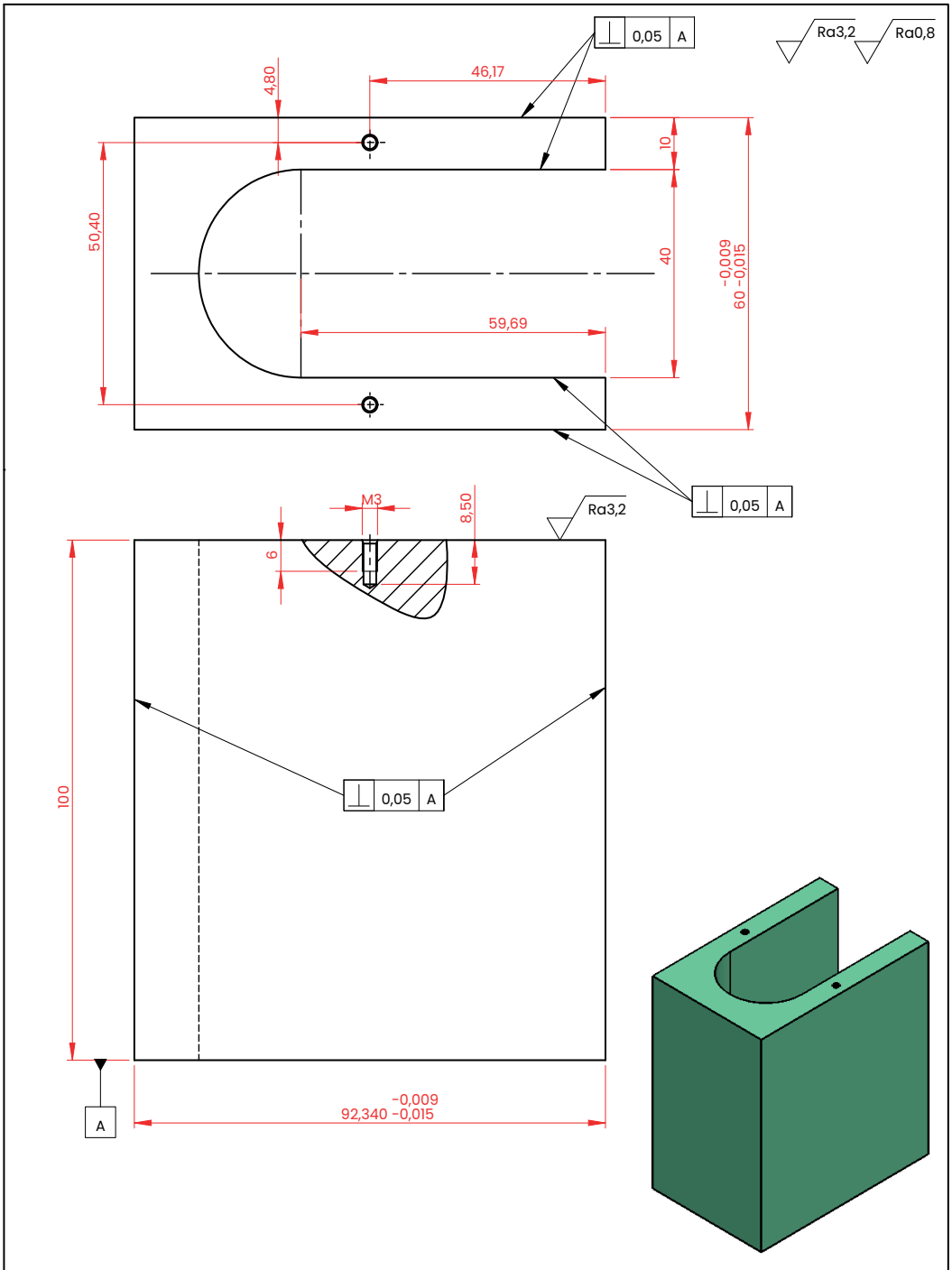


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	2	Silindirik zımba		01-13
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

10. Yan Duvarları Kesme Zımbasının Tasarlanması

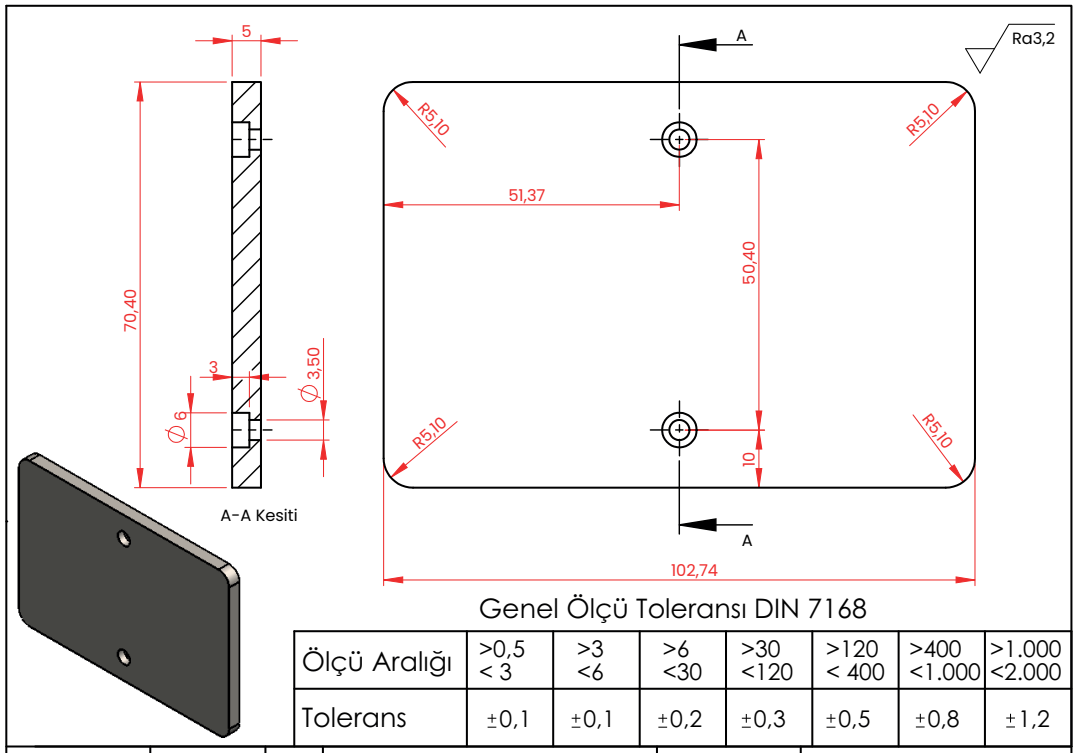


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	2	Yan duvarları kesmezımbası		01-17
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

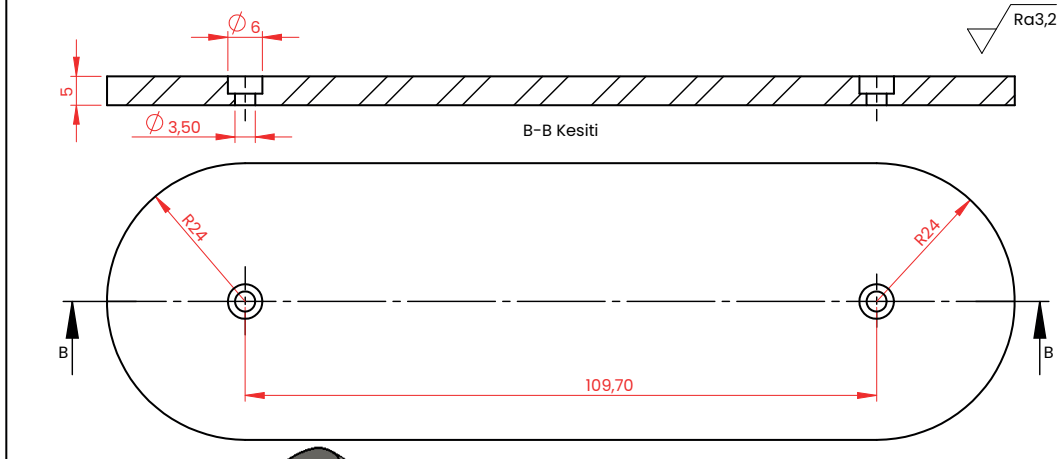
11. Yan Duvarları Kesme Zımbası ve Bükme Zımbası Başlığının Tasarlanması



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	2	Yan duvar kesme zımba başlığı		01-18
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

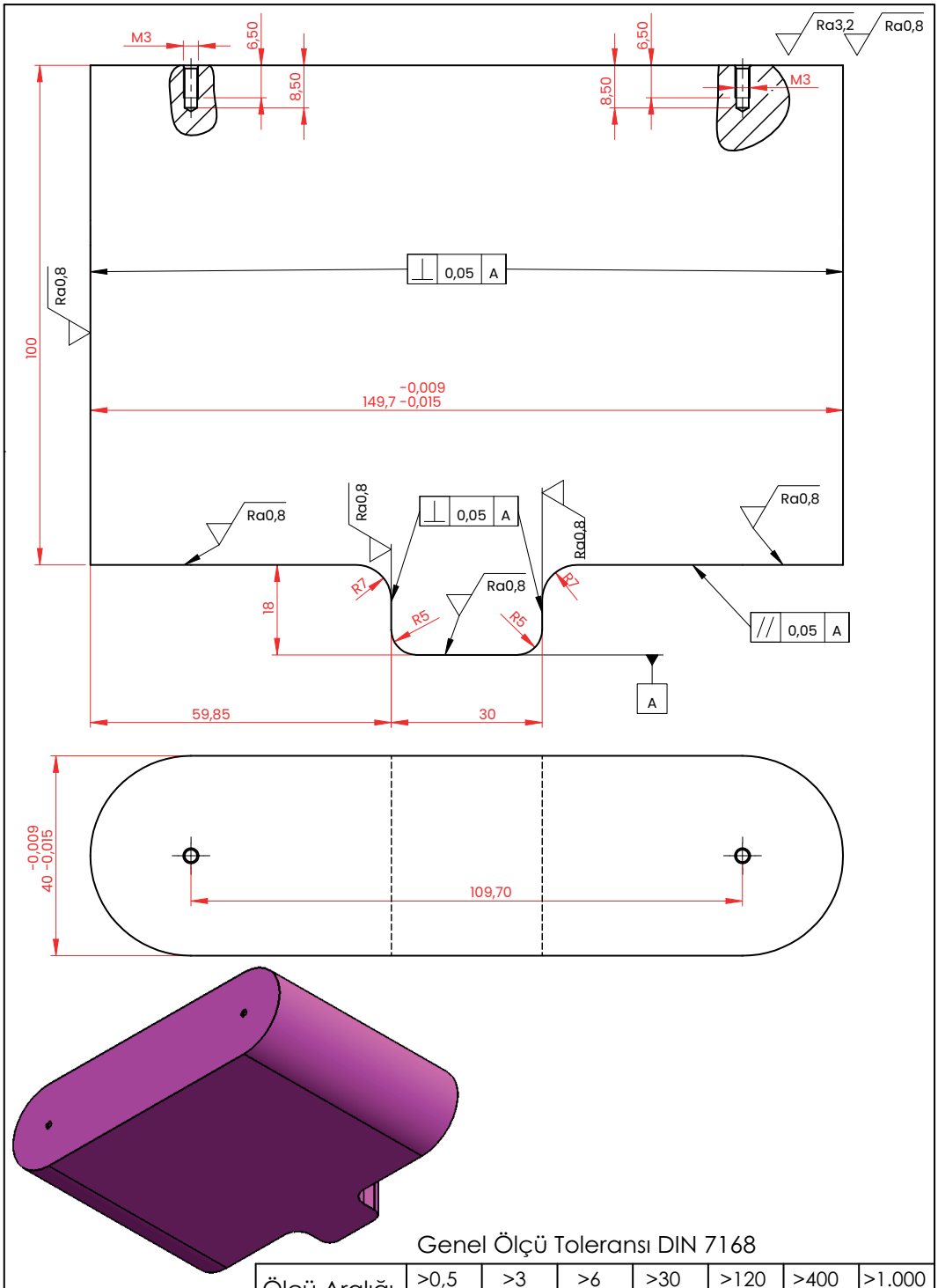


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Bükme zımbası başlığı		01-12
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

12. Bükme Zımbasının Tasarlanması

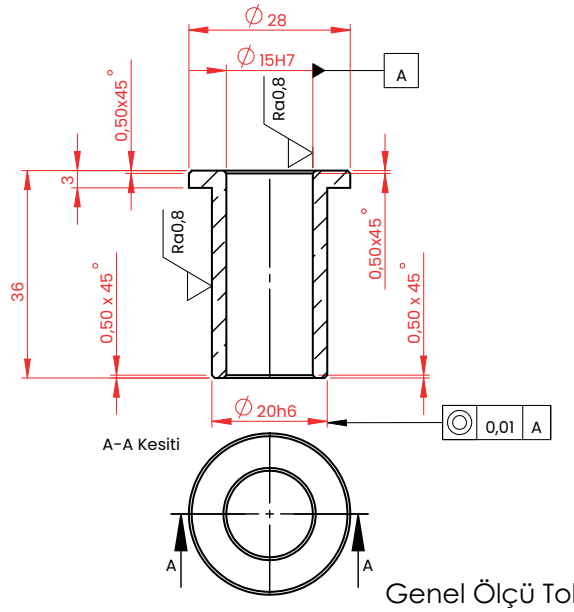


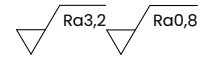
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Bükme zımbası		01-11
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

13. Burç ve Gergi Cıvatasının Tasarlanması

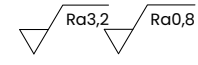


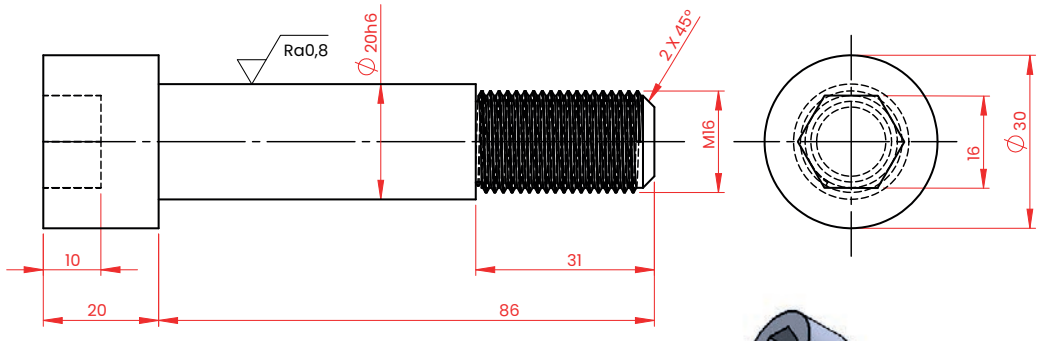


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

100Cr6	1/1	4	Burç		01-09
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



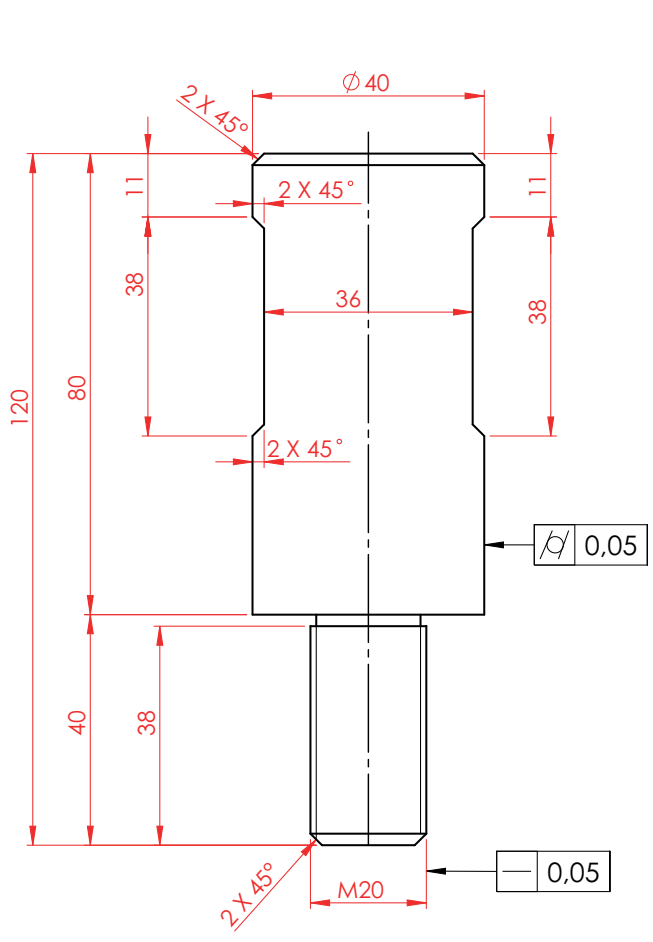


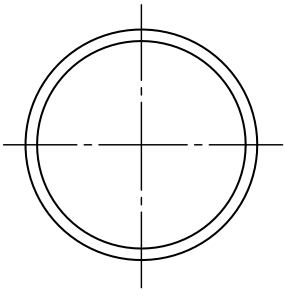
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	4	Gergi cıvatası		01-15
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

14. Kalıp Sapının Tasarlanması



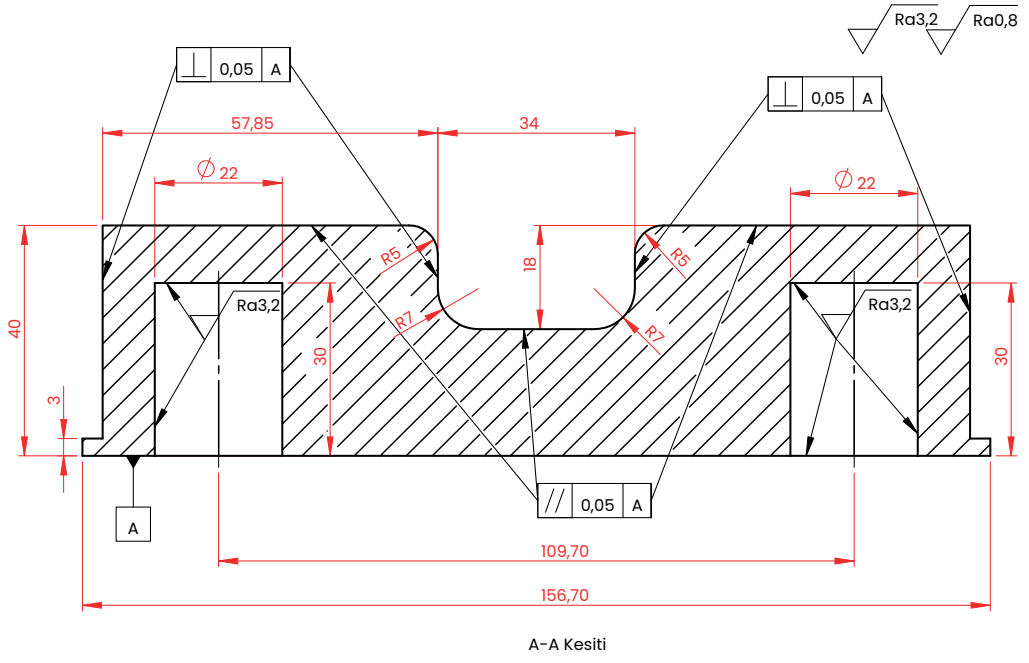


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

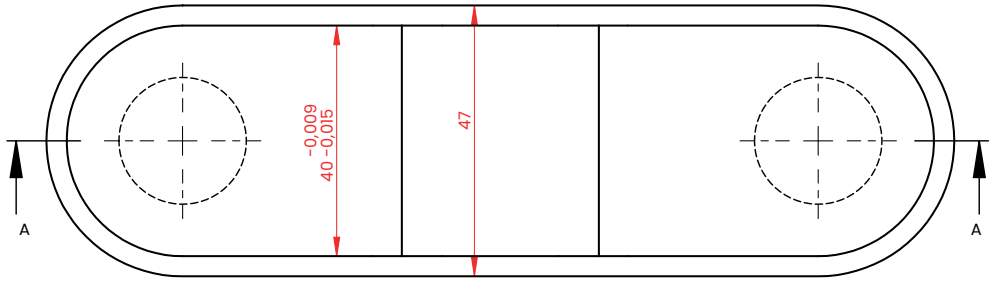
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

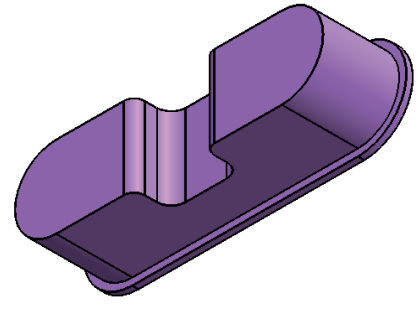
Ç 1040	1/1	1	Kalıp sapı		01-20
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

15. Dişi Kalıp Bükme Aparatının Tasarlanması



A-A Kesiti



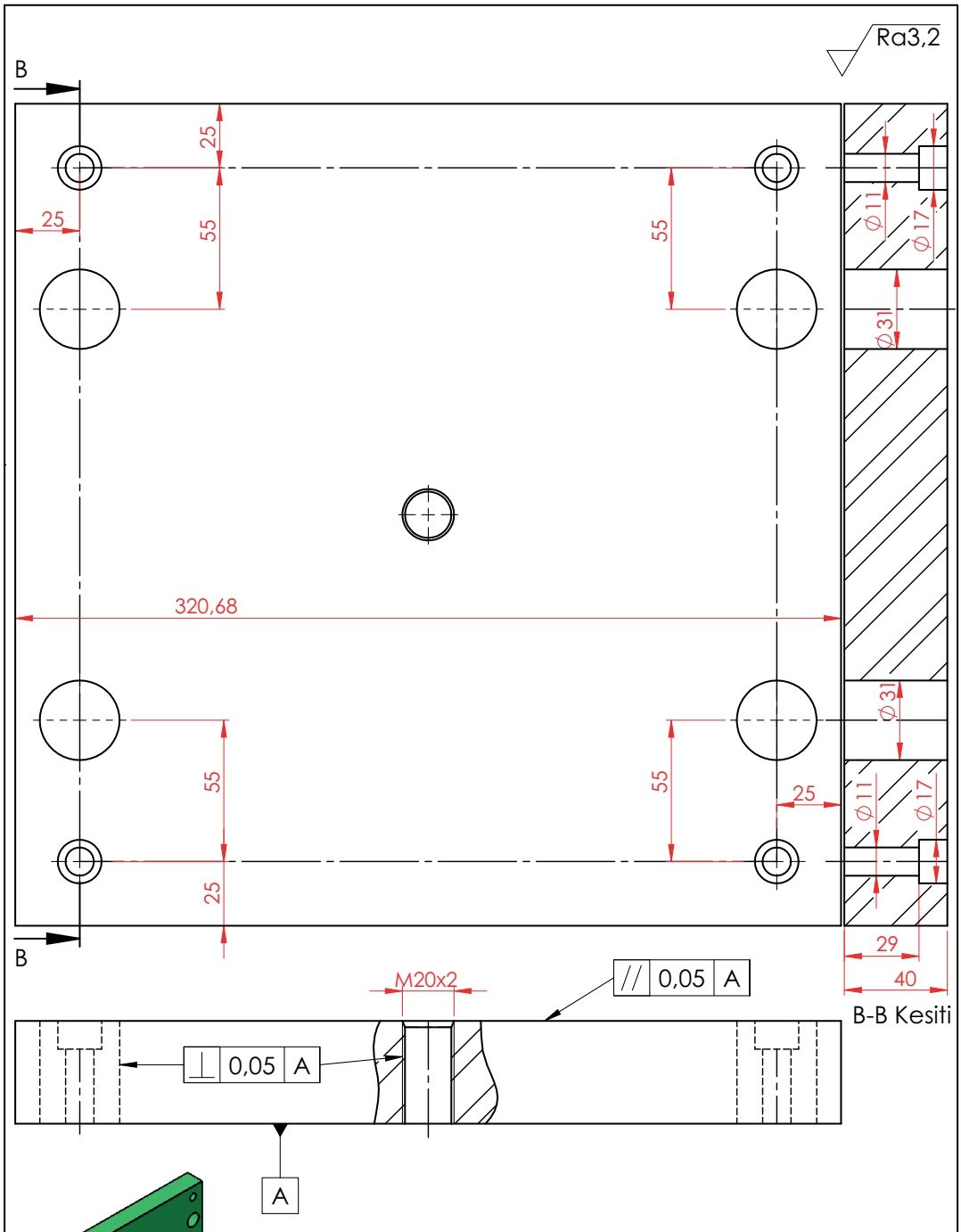


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Dişi kalıp bükme aparatı		01-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

16. Kalıp Üst Plakasının Tasarlanması

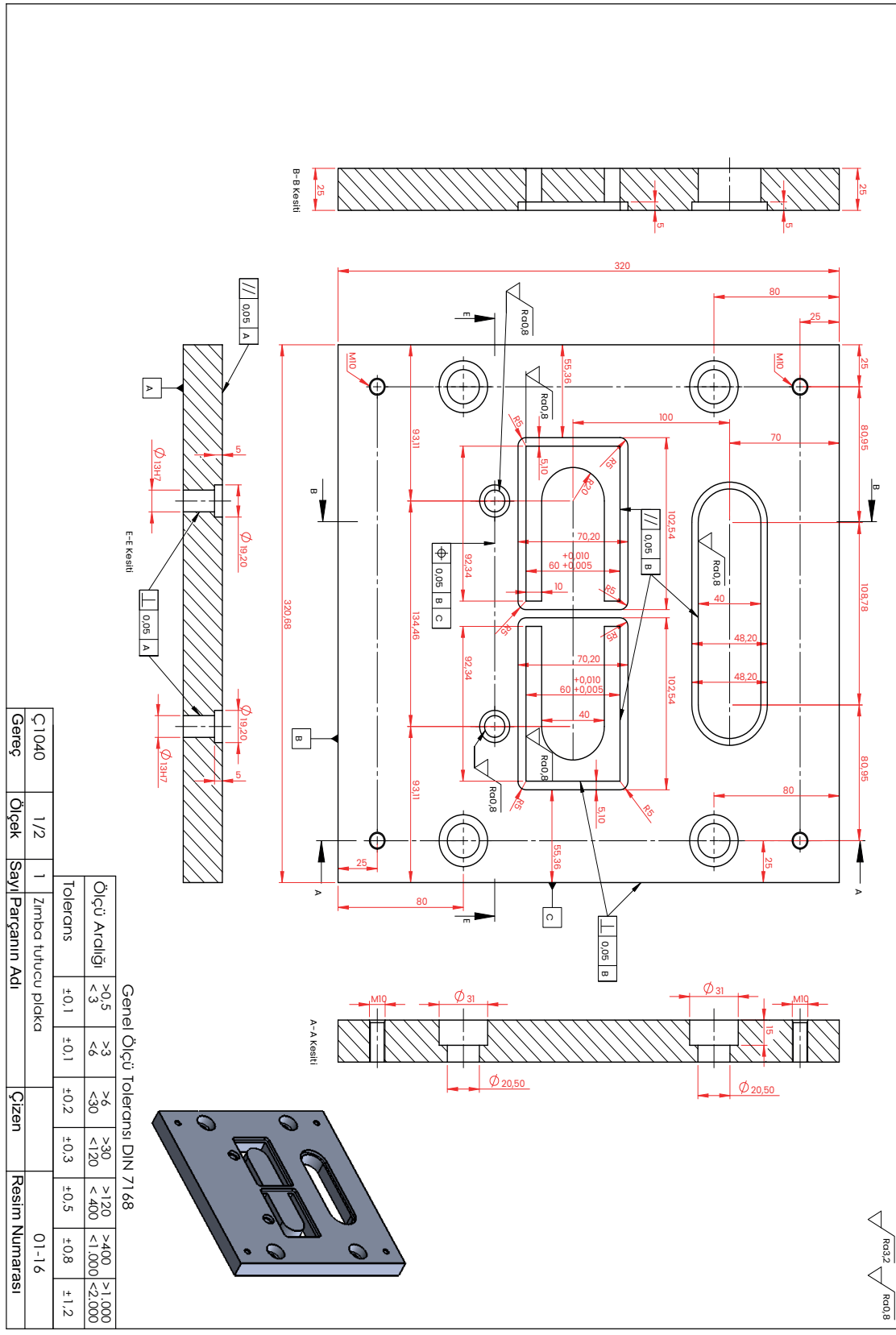


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

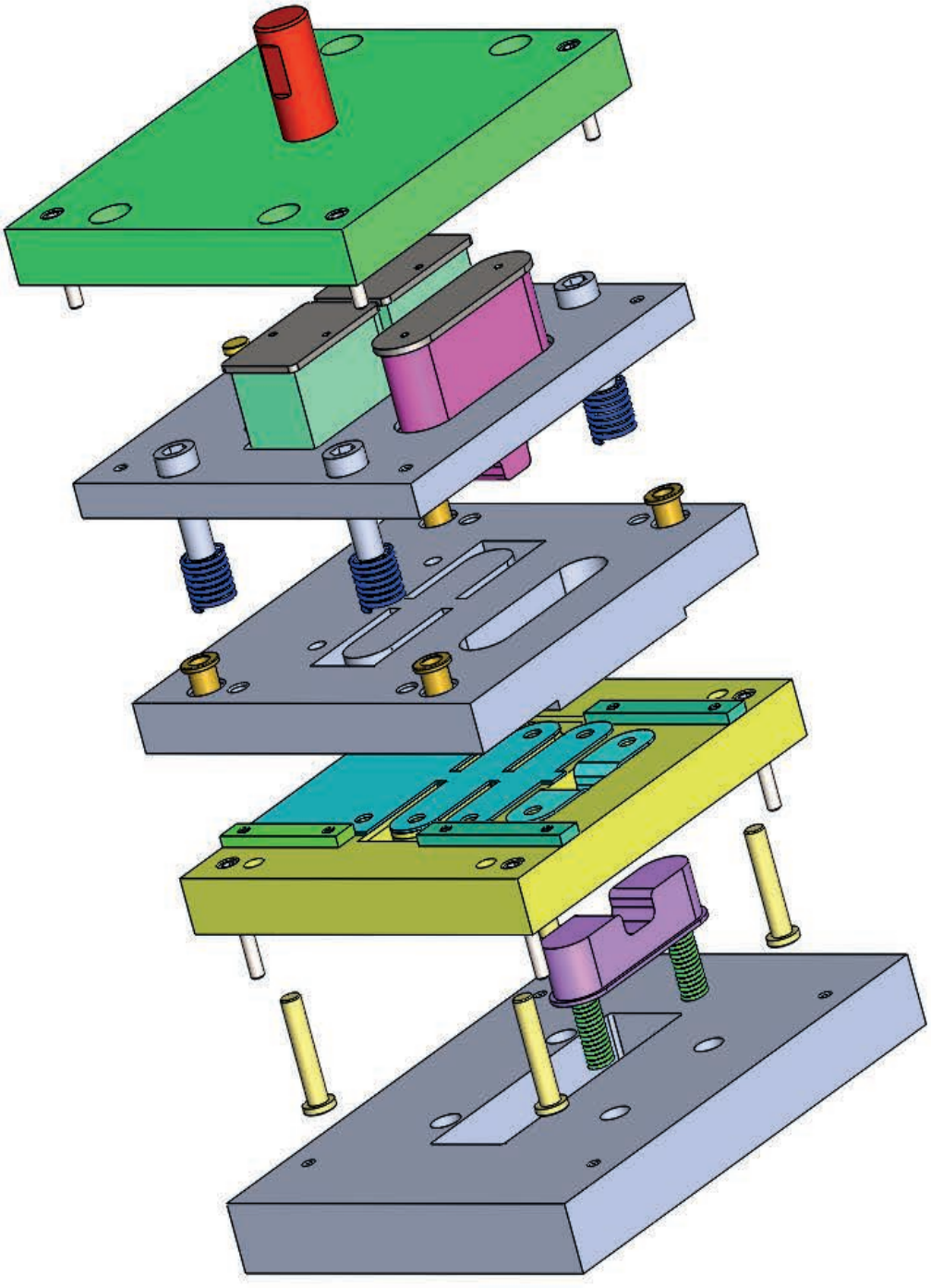
Ç 1040	1/2	1	Kalıp üst plakası		01-19
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

17. Zımba Tutucusunun Tasarlanması



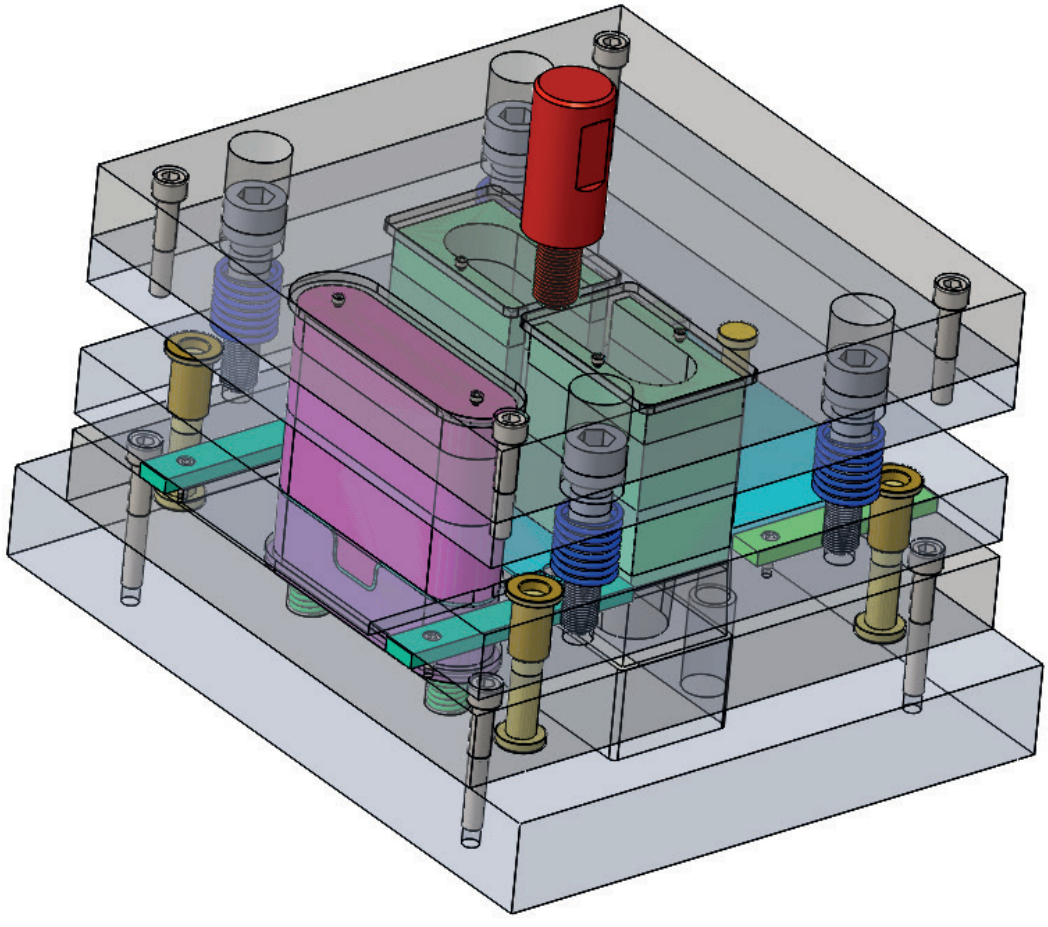
| | | |

18. Kalıp Montajında İzlenecek Sıra



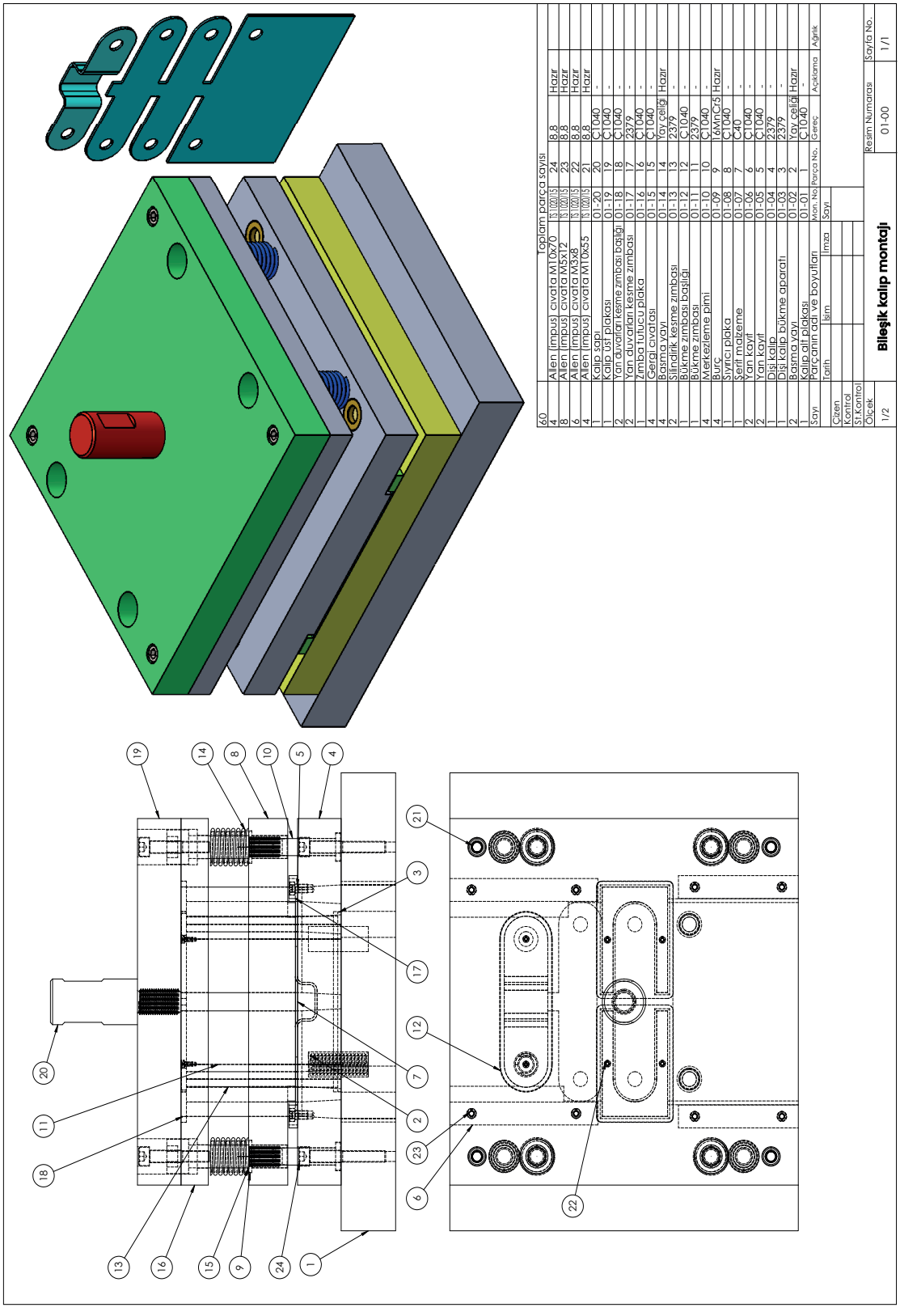
Görsel 3.7: Kalıp montajında izlenecek sıra

19. Kalıp Montajı



Görsel 3.8: Kalıp montajı

20. Kalıp Montaj Resmi



Toplam parça sayısı						
60						
4	Allen (imbus) civata M10x70	TS 1020/13	24	8.8		Hazır
8	Allen (imbus) civata M5x22	TS 1020/13	23	8.8		Hazır
6	Allen (imbus) civata M3x8	TS 1020/13	22	8.8		Hazır
4	Allen (imbus) civata M10x55	TS 1020/13	21	8.8		Hazır
4	Kılavuz sapı		20	Ç1040		-
1	Kalıp üst plakası		19	Ç1040		-
2	Yan duvarları kesme zımbası başlığı		18	Ç1040		-
2	Yan duvarları kesme zımbası		17	2379		-
1	Zımba tutucu plaka		16	Ç1040		-
4	Gergi civatası		15	Ç1040		-
4	Basma yayı		14	Yay çeliği		Hazır
2	Silindirik kesme zımbası		13	2379		-
1	Bükme zımbası başlığı		12	Ç1040		-
1	Bükme zımbası		11	2379		-
4	Merkezleme pimi		10	Ç1040		-
4	Burç		9	16MnCr5		Hazır
1	Sıyırıcı plaka		8	Ç1040		-
1	Şerit malzeme		7	Ç40		-
2	Yan kayıt		6	Ç1040		-
2	Yan kayıt		5	Ç1040		-
1	Dişi kalıp		4	2379		-
1	Dişi kalıp bükme aparatı		3	2379		-
2	Basma yayı		2	Yay çeliği		Hazır
1	Kalıp alt plakası		1	Ç1040		-
Sayı	Parçanın adı ve boyutları		Mon. No	Parça No.	Gereç	Açıklama
	Tarih	İşim	İmza	Sayı		
Çizen						
Kontrol						
Ş.Kontrol						
Ölçek	1/2	**Bileşik kalıp montajı**			Resim Numarası	01-00
					Sayfa No.	1/1

4

ÖĞRENME BİRİMİ

ÇEKME KALIPLARI

KONULAR

4.1. ÇEKME KALIPLARI ÇEŞİTLERİ
4.2. TIRAŞLAMA
4.3. ÇEKME İŞLEMİ
4.4. ÇEKME KALIPLARI İLE ELDE EDİLEN İŞ PARÇALARINA AİT ÖRNEKLER
4.5. PARÇA AÇINIMLARININ (İLKEL ÇAP) HESAPLANMASI
4.6. ZIMBA VE ÇEKME KALIBI KALIP ALT PLAKASI VERİLEN ÇEKME KAVİSİ
4.7. ÇEKME BOŞLUĞU
4.8. ÇEKME KUVVETİ
4.7. ÇEKME KALIBI TASARIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Çekme kalıp elemanlarının hesaplarını yapma
- Çekme kalıp tasarımı yapma
- Kalıp standart çizelge ve katalogları kullanma
- Kalıp teknik ve meslek resimlerini çizme

TEMEL KAVRAMLAR

Çekme işlemi, çekme kalıbı, sığ çekme, derin çekme, tıraşlama

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. **Mutfağınızda yer alan tencerenin nasıl üretildiğini biliyor musunuz?**
2. **Çekme kalıpları sizce ne işe yarar?**

4.1. ÇEKME KALIPLARI ÇEŞİTLERİ

Sac metal levhalardan farklı boyut ve özellikte içi boş, dikişsiz kap veya benzeri şekle sahip parçaların üretimini gerçekleştirmek üzere uygulanan yönteme **çekme işlemi** denir. Bu işlem sonucunda eş parçalar elde etmek, yapılan iş ve işlemleri standart bir hâle getirmek için kullanılan kalıplama yöntemine de **çekme kalıpları** denir. Çekme kalıplarının bükme ve diğer kalıplardan farkını anlayabilmek için çekme kalıpları ile elde edilen iş parçalarına ait örnekler (**Görsel 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7**) dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Bükme kalıplarında bükme işlemini gerçekleştirecek olan bükme zımbası yalnızca dikey eksende şerit malzeme üzerine basma kuvveti uygulayarak parçayı şekillendirir. Kesme kalıpları, kesme işlemlerini bükme kalıplarına benzer bir şekilde (Zımba dikey eksende ilerleyerek sac malzemeyi keser.) yerine getirir. Çekme kalıplarında ise çekme işlemini gerçekleştirecek olan zımba, çekilecek sac malzemeyi dikey eksende çekme kuvveti uygulamak koşuluyla üç boyutlu olarak çekerek şekil vermektedir.

Çekme kalıpları, üretimi gerçekleşecek parçanın biçimine göre **silindirik çekme kalıpları** ve **kare veya dikdörtgen çekme kalıpları** olarak ikiye ayrılır.

Çekme kalıpları, çekme sayısına göre ise iki başlıkta incelenir:

- **Sığ Çekme:** Tek bir çekme işlemi ile parça üretiminin gerçekleştiği kalıplamadır.
- **Derin Çekme:** Birden fazla çekme işleminin uygulanması ile parça üretiminin yapıldığı kalıplardır. Tek bir çekme işlemi ile arzu edilen kalite ve özelliklerde parça imalatı gerçekleşmiyorsa derin çekme işlemi uygulanır. Derin çekme işlemi aynı işlemlerin tekrarından oluştuğu için bu sırada çekilen parça derinliği artar ve kesit ölçüleri de küçülür.

İmalatı gerçekleştirilecek parça adedine göre çekme kalıpları imalatına karar verilir. Üretilecek parça sayısı az ise kalıp maliyetini düşürmek için kalıpların üretime cevap verebilecek en basit düzeyde tasarımı yapılır. Eğer üretilecek parça sayısı fazla ise üretimi kolaylaştırmak ve daha seri hâle getirerek ürün birim maliyetini düşürmek için kesme veya çentik açma, çekme ve düzeltme ardışık kalıbı tasarımı yapılır.

4.2. TIRAŞLAMA

Çekme kalıplarında çekme işlemleri sırasında tıraşlama veya düzeltme miktarı hesaplanır ancak teorik hesaplamalar belirli kabuller üzerinden gerçekleştiğinden çıkacak olan değerler pratik ile uyuşmayabilir. Bu yüzden bu miktar her zaman hesaplanan değerden daha fazla alınır. Tıraşlama ve düzeltme miktarı farklı parametrelere bağlı olduğundan sabit bir değere sahip değildir. Bu değer; çekilecek malzemenin cinsine, çekme derinliğine ve ilk çekme işlemi sonrasında elde edilen verilere göre belirlenir. Çekme işlemi sonucunda ürün boyutlarında ortaya uygun olmayan bir sonuç çıkmış ise malzemenin uygun olmayan plastik şekil değiştirmesi durumu söz konusudur.

Malzemede uygun olmayan plastik şekil değiştirme (kalıcı şekil değiştirme deformasyon durumu) nedenleri şunlardır:

- Çekme işleminde temas hâlinde olan yüzeylerdeki (kalıp alt plakası ağzı veya zımba ucu) kavis sorunu

- Kalıp alt plakası, çekilen malzeme ve zımba arasındaki sürtünme katsayısının değişimi
- Çekme kalıbında kullanılan baskı plakasının mamul üst yüzeylerine uyguladığı baskı kuvvetinin ürünün bütün yüzeylerine eşit olarak dağılmayışı
- Çekme işlemine tabi tutulacak parçanın kalıp içerisine simetrik olarak yerleştirilmeyişi
- Kademeli olarak yapılan çekme işlemlerinin her birinde ayrı hesaplamaların yapılmayışı
- Hadde yönünden dolayı uzamanın farklı olması ve bu işlemler sonucunda yırtılmaların oluşması

4.3. ÇEKME İŞLEMİ

Çekme işleminin aşamaları şunlardır:

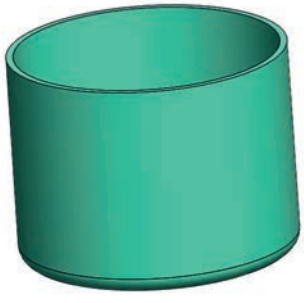
1. Nihai ürün incelenerek çekme aşamalarına karar verilir.
2. Çekme işlemi sırasında, oluşması muhtemel ürün bütünlüğünü bozacak sorunları en aza indirecek önlemleri barındıran bir çekme kalıbı tasarımı yapılır.
3. İmal edilecek ürün, derin çekme gerektiriyorsa parçanın çok kademeli olarak çekilmesi planlanır. Kalıp veya kalıplar bu doğrultuda tasarlanıp imal edilir.
4. Tasarımı yapılan kalıp veya kalıplar, imalat gerçekleştirilerek çekme işlemine hazır hâle getirilir.
5. İmalatı gerçekleştirilen çekme kalıbı, ilgili makineye bağlanır.
6. Gerekli tüm iş güvenliği önlemleri alınır.
7. Çekme kalıbında kullanılacak yarı mamuller hazırlanır.
8. İş parçasının üretimi için gerekli olan yarı mamul, kalıp boşluğu üzerine, sınırlayıcı plaka boşluğuna yerleştirilir.
9. Gerekli güvenlik önlemleri alındıktan sonra kalıp üst sabitleme plakasına sabitlenmiş olan (kalıp sapı, kalıp üst plakası, zımba ve baskılayıcı plaka) parçaların ilgili makinenin dikey doğrultudaki hareketi ile birlikte çekme işlemi başlatılır.
10. Baskılayıcı plaka, yarı mamulün kontrollü bir şekilde çekilmesine katkı sağlarken aynı zamanda mamul kenarlarının da düzgün olmasına destek sağlar.
11. Baskılayıcı plaka, parçayı tutarken zımba da yarı mamule son şeklini vermek üzere dikey olarak hareket etmektedir.
12. Yarı mamul sac malzemenin yapısında zımba, kalıp alt plakasına baskı yapana kadar herhangi bir değişim oluşmaz. Fakat zımba, kalıp alt plakası içerisinde ilerlemeye başladığı anda zımbanın yapısına bağlı olarak sac malzeme eğilmeye başlar. Bu işlem nihai mamul elde edilene kadar devam ettirilir.
13. Kalıp alt plakasının köşelerine kavis verilmelidir. Aksi hâlde sac malzeme çekilirken kesilebilir.

14. Çekme işlemi sırasında mamulde yırtılma olasılığını azaltmak, kontrollü bir çekme işlemi gerçekleştirmek üzere ve numunenin zımba ile birlikte yukarı doğru çıkması için **Görsel 4.8**'deki gibi bir basma yayı ile birlikte numune yastıklayıcısı kullanılmaktadır.

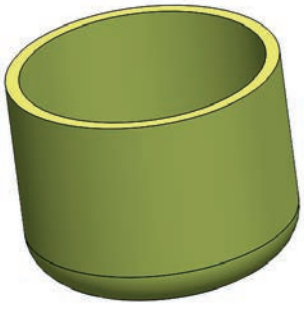
15. Çekme işlemi gerçekleşirken baskılayıcı plakanın sac malzeme üzerine uyguladığı basma kuvveti sonrası sac malzemenin dış çeperinde basılma gerilmesi oluşurken çekilen mamulün ağız kısmına yakın bölgede malzeme yığılmasından kaynaklı olarak buruşma meydana gelir. Bu buruşma sonucunda malzeme kalınlığında %15-20 oranında artış olur.

16. Çekilen malzemenin yapısı incelendiğinde mamulün taban kalınlığı sabit kalırken yan duvarlarda %25 incelme, ağız kısmında ise %15-20 oranında kalınlaşma oluştuğu gözlenir. Eğer mamul aşırı çekmeye zorlanırsa tabana yakın yan duvarlarda yırtılma oluşabilir.

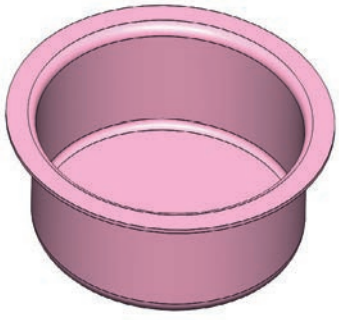
4.4. ÇEKME KALIPLARI İLE ELDE EDİLEN İŞ PARÇALARINA ÖRNEKLER



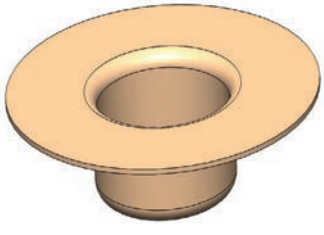
Görsel 4.1: Derin çekme



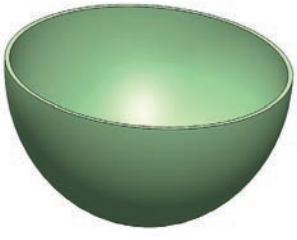
Görsel 4.2: Silindirik çekme



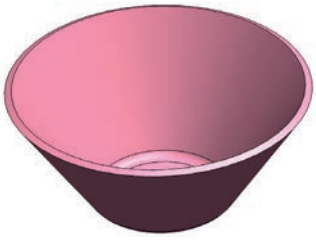
Görsel 4.3: Faturalı çekme



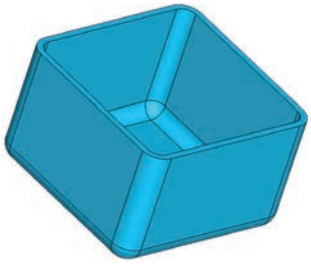
Görsel 4.4: Geniş faturalı çekme



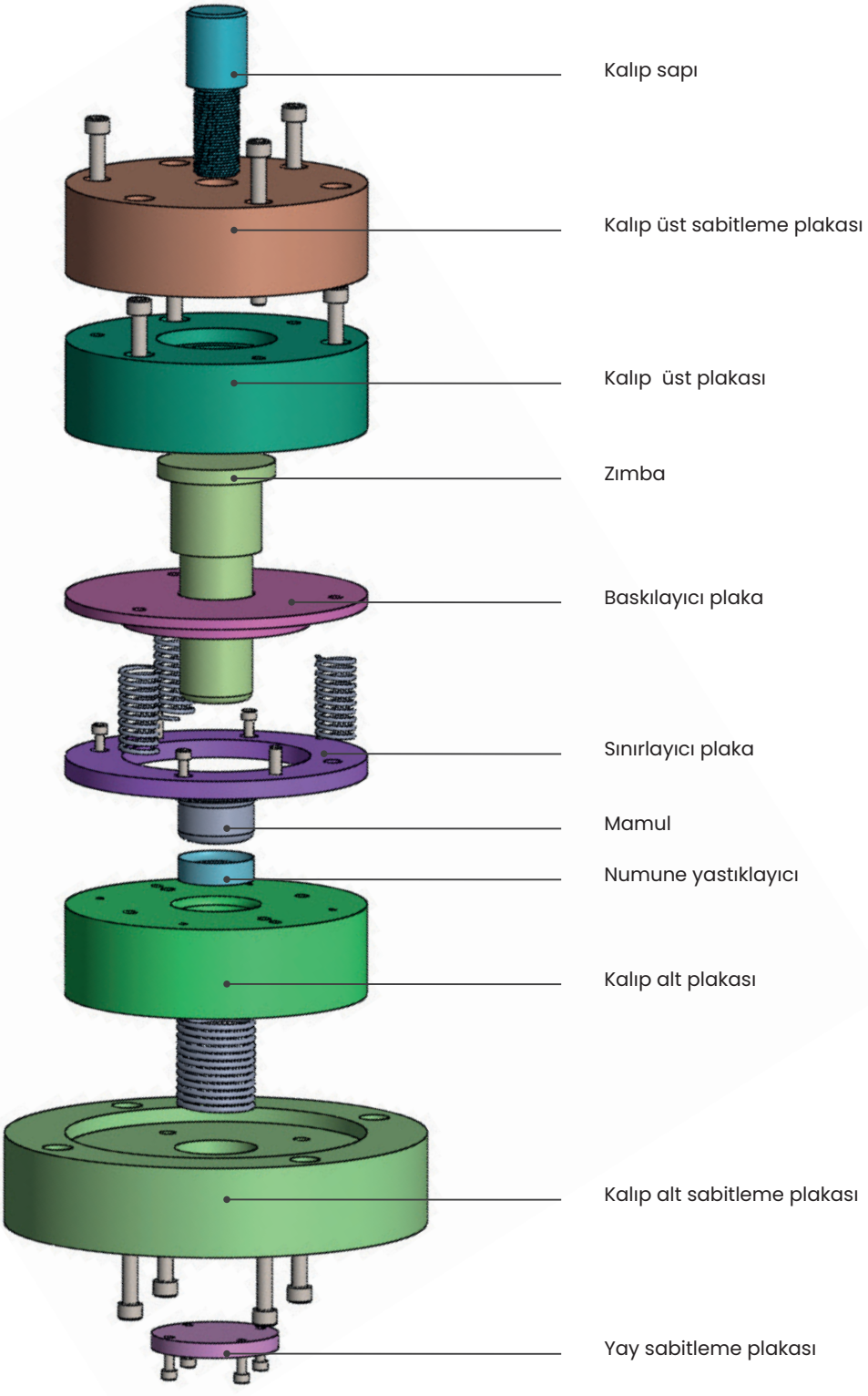
Görsel 4.5: Kavisli çekme



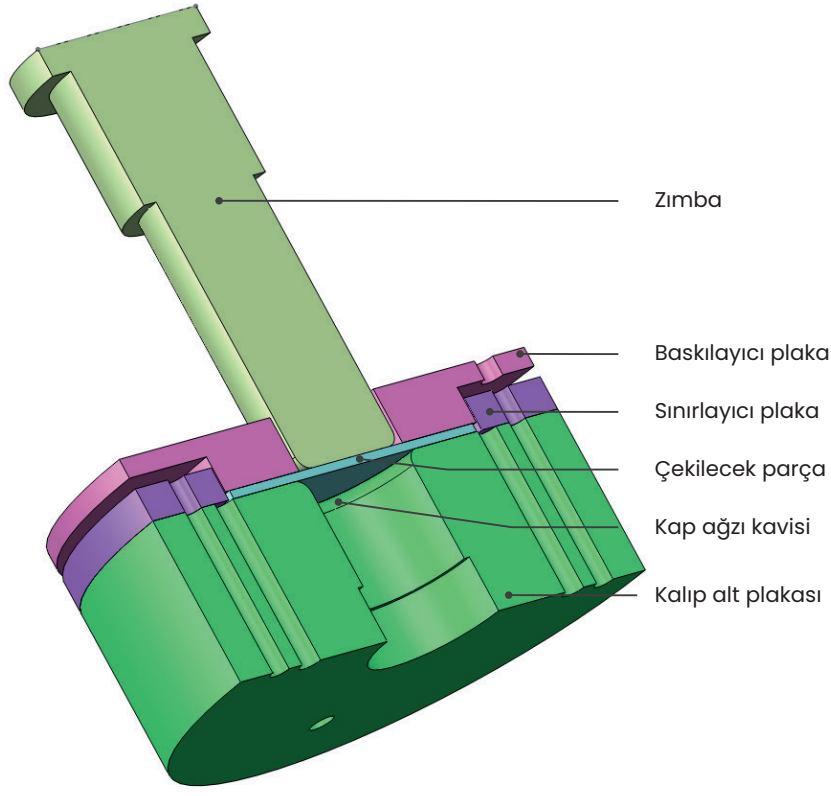
Görsel 4.6: Konik çekme



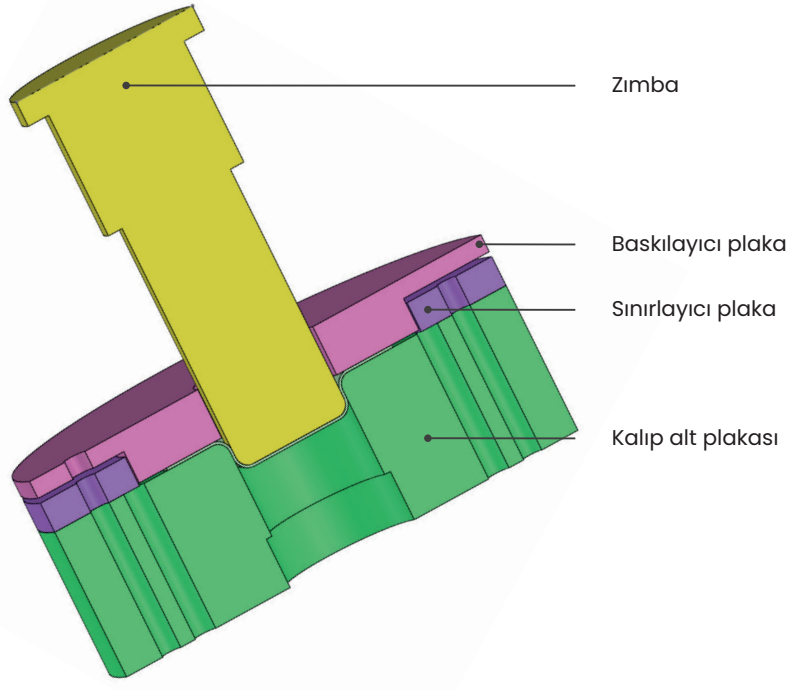
Görsel 4.7: Köşeli çekme



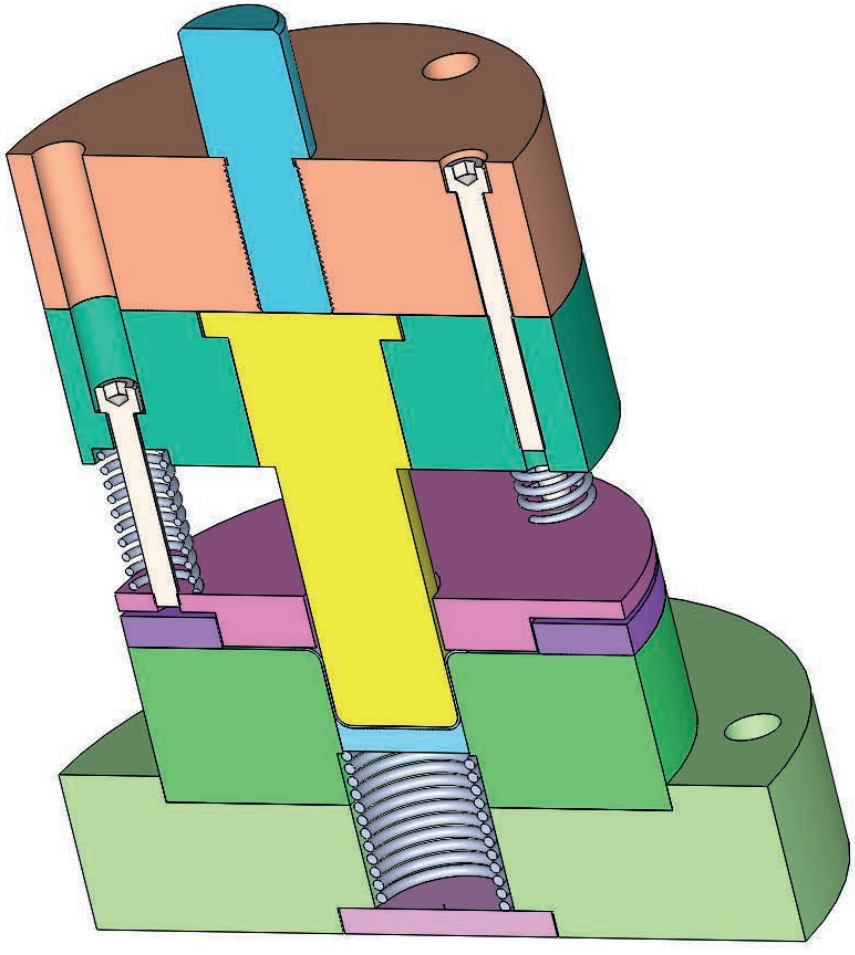
Görsel 4.8: Çekme kalıbı demontajı



Görsel 4.9: Çekme kalıbı çekme işleminin ilk aşaması (Zımba, sac malzemeye temas hâlinde)



Görsel 4.10: Çekme kalıbı çekme işlemi aşaması (Zımba kavisine uygun çekmenin devam etmesi)



Görsel 4.11: Çekme kalıbı çekme işlemi aşaması (Çekme işleminin son safhası)

4.5. PARÇA AÇINIMLARININ (İLKEL ÇAP) HESAPLANMASI

Çekme kalıplarında yapılan bir üretimde çekilecek olan ürün, silindirik bir yapıya sahip ise üretim sürecinin ilk adımı, çekilecek olan mamulün ilkel çapının hesaplanmasıdır. Çekme işlemi sırasında üretimde kullanılan yarı mamul (Çekme işleminde kullanılmak üzere açınım boyları yani ilkel boyları hesaplanarak mamul elde etmek üzere çekme kalıbına konulması ve nihai ürünün elde edilmesi için hazırlanmış olan malzeme) eğilme, basılma ve çekilme gerilimlerine maruz kalır ve malzemede elastik ve plastik şekil değişikliği oluşur. Ancak plastik şekil değişikliği, istenmeyen bir durumdur. Böyle bir durum oluşmaması için hesabın dikkatli bir şekilde yapılması gereklidir.

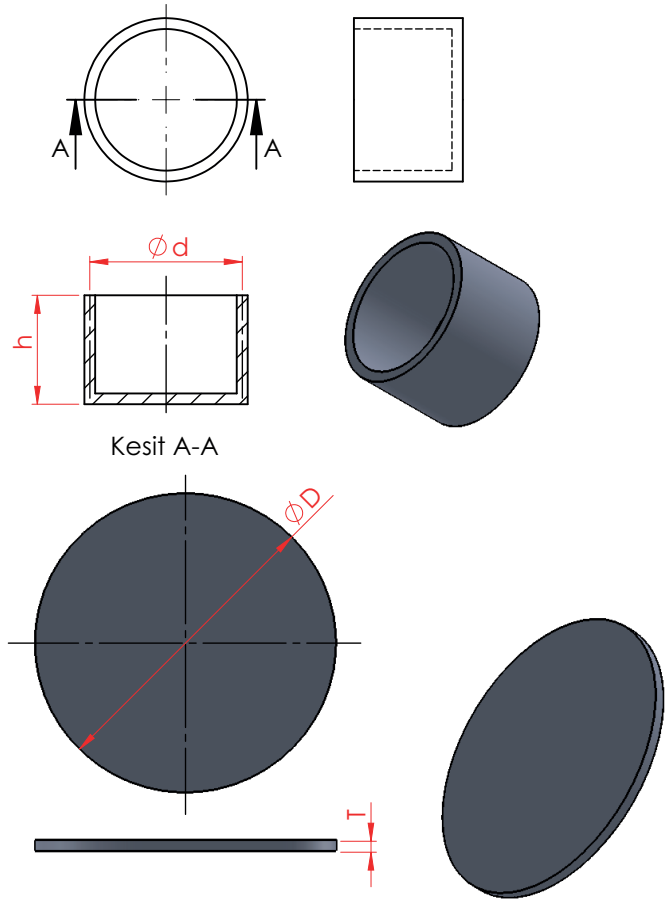
Çekme kalıplarında, çekilecek olan parçanın ilkel çapının bulunmasında farklı yollar izlenebilir:

- Alan Yöntemi: Silindirik parçanın yüzey alanı hesaplanarak bulunur.
- Çizim Yöntemi
- Uzunluk ve Ağırlık Yöntemi
- Alan Yöntemi ile İlkel Çapın Bulunması

4.5.1. Alan Yöntemi ile İlkel Çapın Bulunması

(İlkel parçanın ve çekimli parçanın alanlarının eşit olması ilkesinden hareketle)

- **Tabanı Düz Silindirik Kaplarda**



Görsel 4.12: Tabanı düz çekilmiş silindirik mamul ve yarı mamul gösterimi

D : İlkel (taslak) çap (mm)
d : Çekilen çapın ortalama çapı (mm)
h : Çekilen kabın yüksekliği (mm)

Çekilecek parça alanı $S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

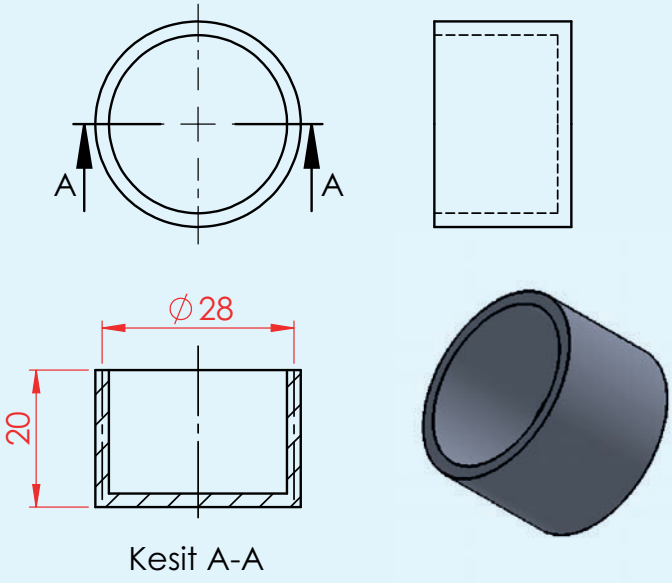
Çekilecek kap alanı $S_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} + \pi \cdot d \cdot h$

S = S_1 taban alanı yanal yüzey alanı $\frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} + \pi \cdot d \cdot h$

D=$\sqrt{d^2 + 4dh}$ bulunur.

1. ÖRNEK UYGULAMA

Görsel 4.13'te ölçüleri verilmiş olan parçanın ilkel çapını bulunuz.



Görsel 4.13: Tabanı düz silindirik kap ilkel çap hesabı

Çözüm: d1 = 28 mm h = 20 mm

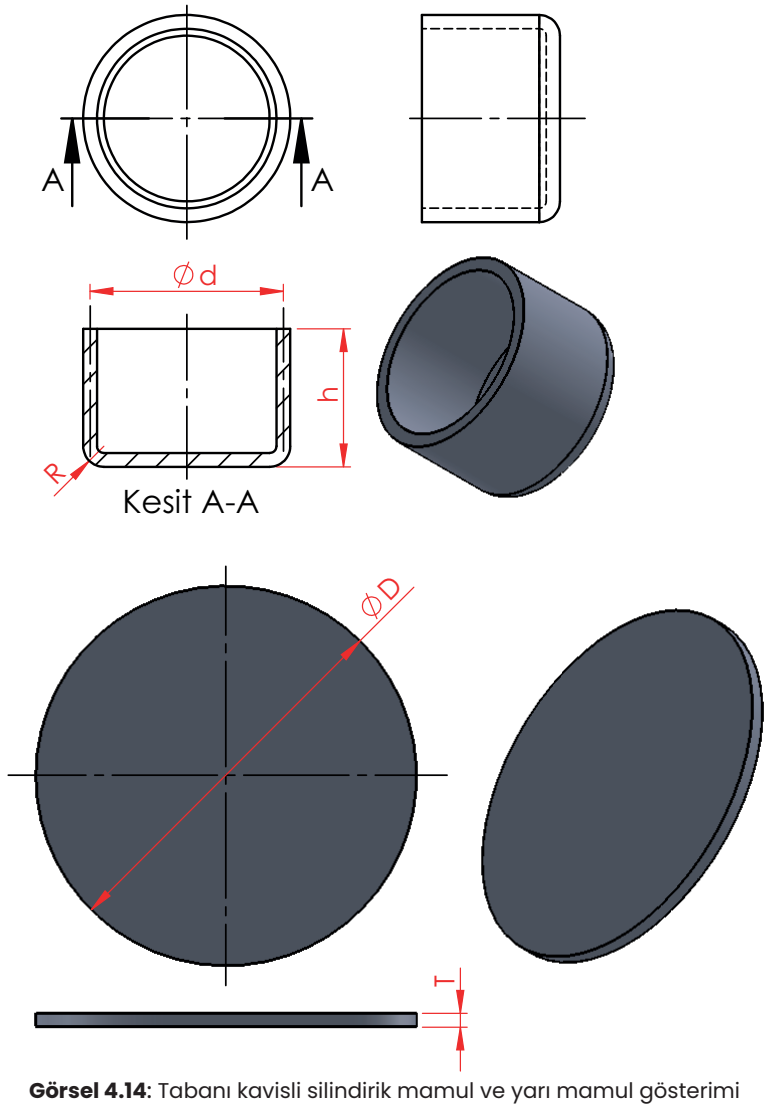
D = $\sqrt{d^2 + 4 \cdot d \cdot h}$

D = $\sqrt{28^2 + 4 \cdot 28 \cdot 20}$

D = $\sqrt{784 + 2.240}$

D = $\sqrt{3.024}$

D = **54,991** mm



Görsel 4.14: Tabanı kavisli silindirik mamul ve yarı mamul gösterimi

D : İlkel (taslak) çap (mm)
d : Çekilen çapın ortalama çapı (mm)
h : Çekilen kabın yüksekliği (mm)

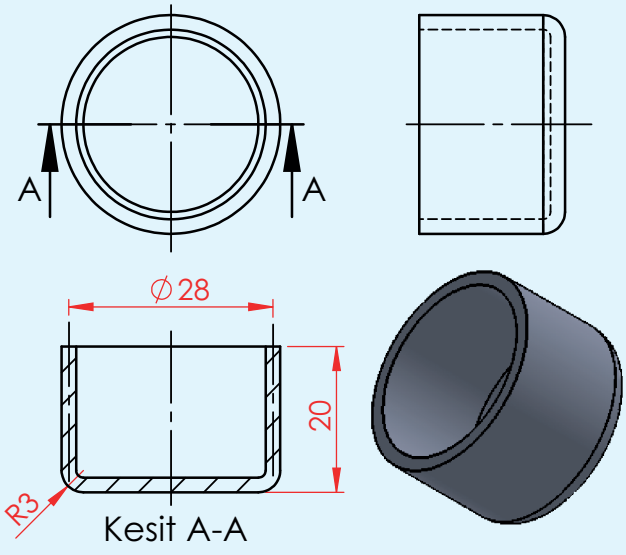
- **Tabanı Kavisli Olan Silindirik Kaplarda**

(Aynı yoldan gidilerek)

$$D = \sqrt{\boldsymbol{d^2} + 4d(h - 0{,}43r)}$$

2. ÖRNEK UYGULAMA

Görsel 4.15'te ölçüleri verilmiş olan parçanın ilkel çapını bulunuz.



Görsel 4.15: Tabanı kavisli silindirik mamul gösterimi

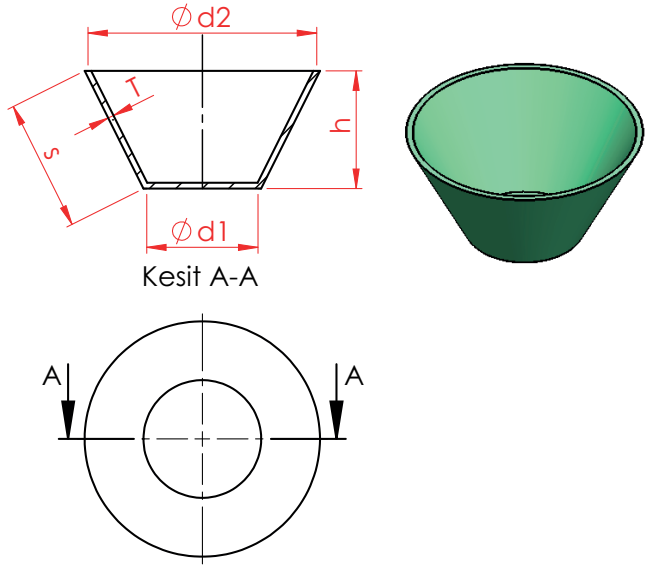
D : İlkel (taslak) çap (mm)	D	= ?
d : Çekilen çapın ortalama çapı (mm)	d	= 28 mm
h : Çekilen kabın yüksekliği (mm)	h	= 20 mm
r : Tabanı kavisli (mm)	r	= 3 mm

(Aynı yoldan gidilerek)

$$D = \sqrt{d^2 + 4d(h - 0{,}43\,r)}$$

$$D = \sqrt{28^2 + 4 \,.\, 28 \,.\, (20 - 0{,}43 \,.\, 3)}$$

$$D = 53{,}66 \text{ mm}$$



Görsel 4.16: Konik mamul gösterimi

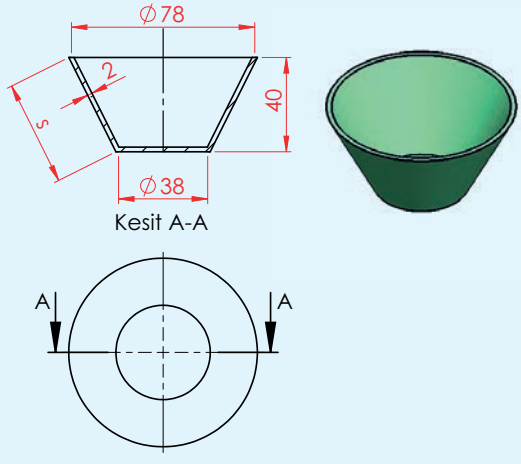
- **Konik Kaplarda (Görsel 4.16)**

$$S = \sqrt{\boldsymbol{h^2} + (d2/2 - d1/2)^2}$$

$$D = \sqrt{\boldsymbol{d1^2} + 2 . S . (d1 + d2)}$$

3. ÖRNEK UYGULAMA

Görsel 4.17'de ölçüleri verilmiş olan parçanın ilkel çapını bulunuz.



Verilenler

h = 40 mm

d2 = 78 mm

d1 = 38 mm

S = ?

D = ?

Görsel 4.17: Konik mamul gösterimi

$$S = \sqrt{\boldsymbol{h^2} + (d2/2 - d1/2)^2}$$

$$S = \sqrt{\boldsymbol{40^2} + (78/2 - 38/2)^2}$$

$$S = \sqrt{\boldsymbol{1.600} + (20)^2}$$

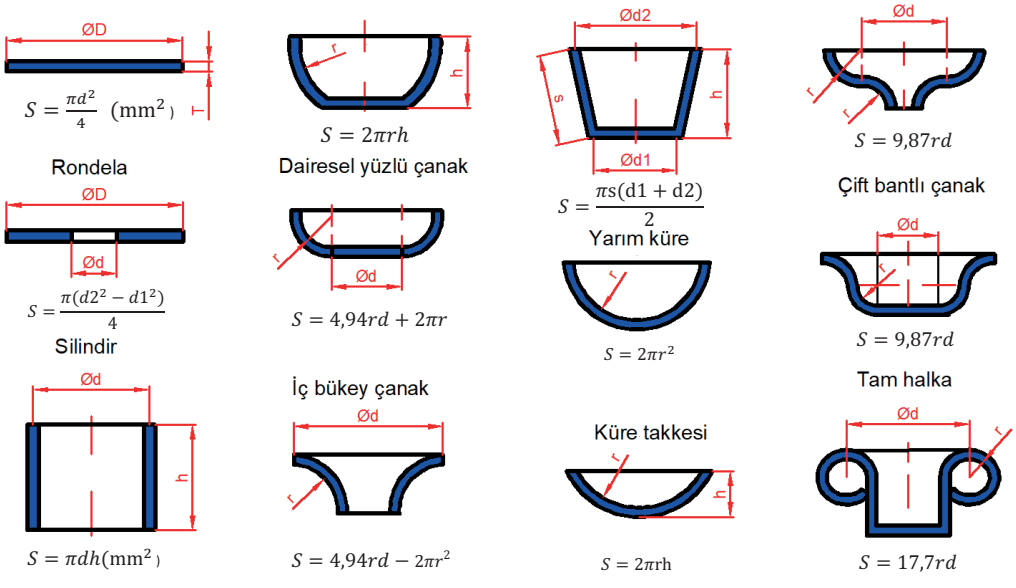
$$S = 44{,}72 \text{ mm}$$

$$D = \sqrt{\boldsymbol{d1^2} + 2 \cdot S \cdot (d1 + d2)}$$

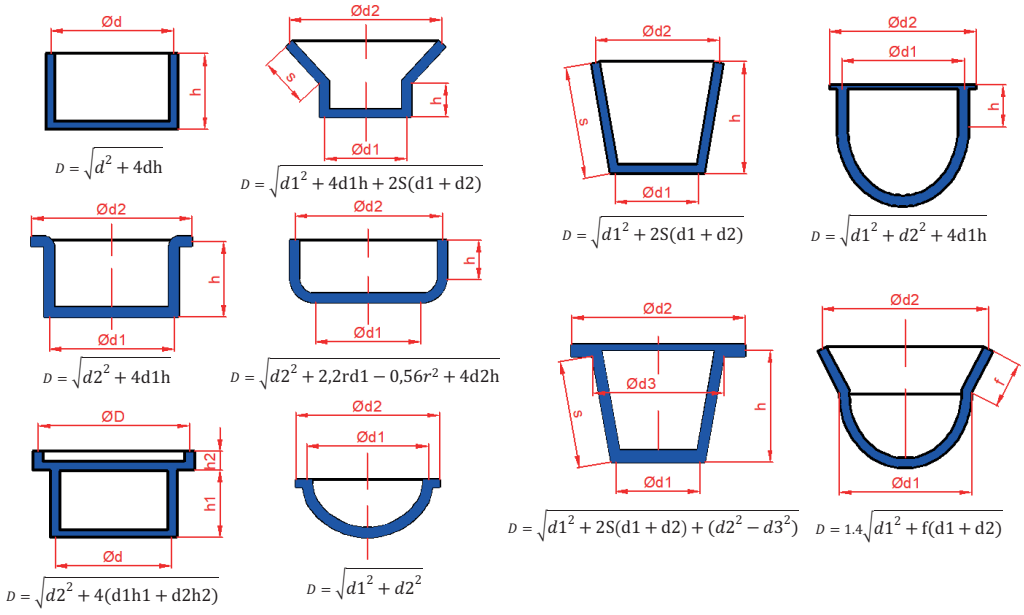
$$D = \sqrt{\boldsymbol{38^2} + 2 \cdot 44{,}72 \cdot (38 + 78)}$$

$$D = \sqrt{\boldsymbol{1.444} + 10.375{,}04}$$

$$D = 108{,}715 \text{ mm}$$



Görsel 4.18: Bazı iş parçalarının pratik alan hesabı formülleri

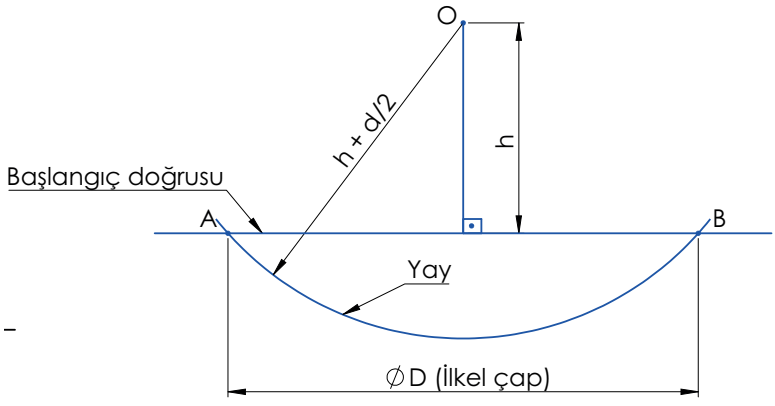


Görsel 4.19: Bazı iş parçalarının pratik ilkel çap hesabı formülleri

4.5.2. Geometrik (Çizim) Yöntem ile İlkel Çapın Bulunması

Geometrik yöntem ile ilkel çapın bulunmasında aşağıdaki işlem sırası takip edilir:

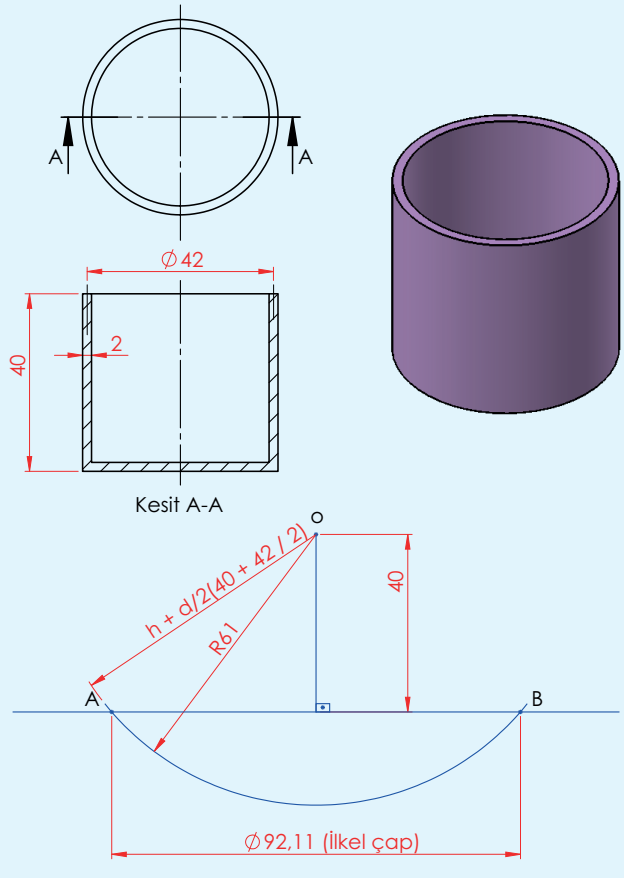
- Bir başlangıç doğrusu çizilir.
- Çizilen doğru üzerinden bir noktadan (yaklaşık olarak çizilen doğrunun ortasından) h yüksekliğinde (çekme derinliği + sac malzeme kalınlığı) bir dikme (doğru ile açısı 90° olan) çıkılır.
- Çıkılan h yüksekliğindeki dikmenin üst ucu O noktası olarak belirlenir.
- Pergelin çekilen çapının ortalama çapı d + h yüksekliği (çekme derinliği + sac malzeme kalınlığı) kadar açılır.
- Pergelin sivri ucu O noktasına batırılır.
- Çizilmiş olan doğruyu iki noktada kesecek şekilde bir yay çizilir.
- Yayın doğruyu kestiği noktalar A ve B noktası olmak üzere isimlendirilir.
- A ve B noktaları arasındaki mesafe ilkel çapı verir.



Görsel 4.20: Geometrik (çizim) yöntem ile ilkel çapın bulunması

4. ÖRNEK UYGULAMA

Görsel 4.21'de ölçüleri verilmiş olan parçanın ilkel çapını geometrik yöntem kullanarak bulunuz.



Görsel 4.21: Geometrik (çizim) yöntem ile ilkel çapın bulunması

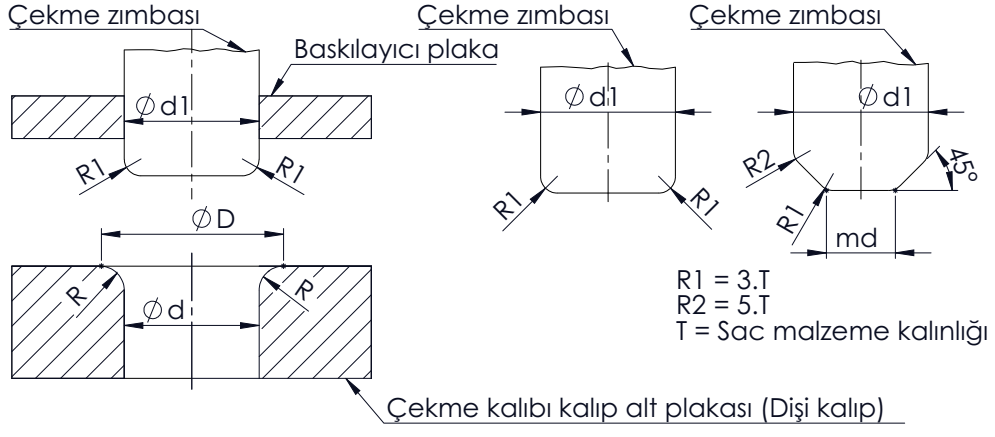
4.6. ZIMBA VE ÇEKME KALIBI KALIP ALT PLAKASI VERİLEN ÇEKME KAVİSİ

Çekme işleminin daha sağlıklı, kolay gerçekleşmesi için ve malzemenin keskin köşelerden dolayı kesme işlemine maruz kalarak deforme olmasını engellemek üzere çekme kalıbı kalıp alt plakası (dişi kalıp) ağzı ile çekme zımbasının uç kısımlarına kavis verilir. Verilen bu kavis yarıçapları mümkün olduğunca büyük verilmelidir. Ancak sac kalınlığının 20 katını da aşmamalıdır. Çekme kalıbı kalıp alt plakası kavisi (R) ve zımba uç kısmı kavisi (R1) 20'den küçük olmalıdır (R < 20 ve R1 < 20).

Çekme kalıbı kalıp alt plakası (dişi kalıp) yarıçapının en uygun değeri $(D < R < \frac{D-d}{2})$ sınırları içerisinde değişir. Kullanılan malzemenin cinsine göre şu formüller uygulanır:

- Çelik saclarda $R = 0{,}8\sqrt{(D - d) . T}$
- Alüminyum ve alaşımlarında $R = 0{,}9\sqrt{(D - d) . T}$
- Kademeli çekmelerde $Rn = dn_1 - dn_2$

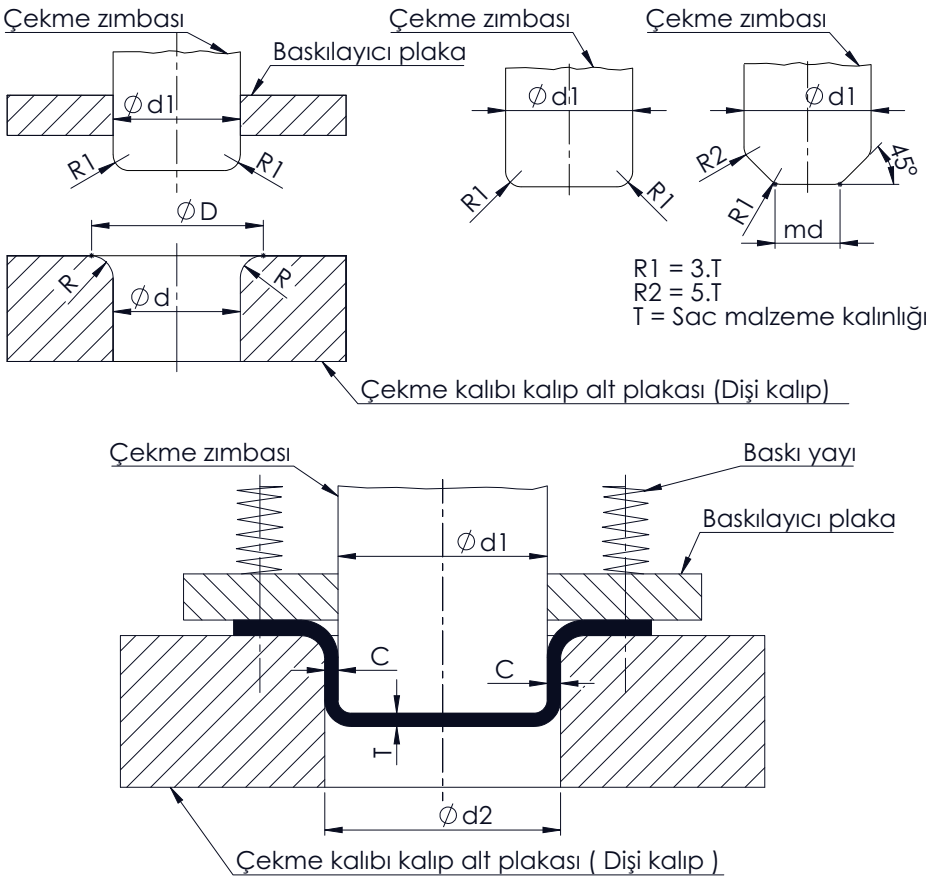
Çekme işlemini etkileyen diğer önemli bir faktör de zımba uç kavisleridir. Zımba uç kavisleri üretimde kullanılacak olan sac malzeme kalınlığının 3 ila 5 katı arasında olmalıdır.



Görsel 4.22: Çekme kalıbı kalıp alt plakası (dişi kalıp) ve çekme zımbası (erkek kalıp) uç kavisleri

4.7. ÇEKME BOŞLUĞU

Çekme kalıplarında zımba ile çekme kalıbı kalıp alt plakası (dişi kalıp) arasında sac kalınlığından (T-C) biraz daha fazla boşluk bırakılır. Bu boşluk, sağlıklı bir çekme işlemi için gereklidir. **Görsel 4.22**'de görüldüğü üzere yan duvarlarda yani zımba ile çekme kalıbı kalıp alt plakası (dişi kalıp) arasında sac kalınlığından daha fazla bir boşluk mevcuttur. Ancak bu boşluğun iyi ayarlanması gerekmektedir. Çünkü normalden fazla bırakılan boşluk, mamulün yan çeperlerinde (yüzeylerinde) sorunlara neden olurken hiç boşluk bırakılmaması da kalıbın sıkışarak sağlıklı çalışmamasına ve mamulde sorunlara neden olur.



Görsel 4.23: Çekme kalıbı çekme boşluklarının (C) gösterimi

Çekme boşluğu: $C = \frac{d2 - d1}{2}$

Boşluk Değerleri

Çelik için ..... $C = T + 0{,}07 . \sqrt{10 . T}$

Alüminyum için ..... $C = T + 0{,}02 . \sqrt{10 . T}$

Diğer gereçler için ..... $C = T + 0{,}04 . \sqrt{10 . T}$ formülü kullanılarak hesaplanır.

Tablo 4.1: Sac Kalınlığına Göre Çekme Boşluk Değerleri

Sac Kalınlığı T (mm)	Çekme Sayısı		
	1. Çekme	2. Çekme	3. Çekme
0,5	(1,07-1,09)T	(1,08-1,10)T	(1,04-1,05)T
0,5-1,25	(1,09-1,10)T	(1,09-1,12)T	(1,05-1,06)T
1,25-3,25	(1,10-1,12)T	(1,12-1,14)T	(1,07-1,09)T
3,25 ve üstü	(1,12-1,14)T	(1,15-1,20)T	(1,08-1,10)T

5. ÖRNEK UYGULAMA

Sac kalınlığı 1,2 mm olan alüminyum sacdan bir kap, çekme işlemi ile elde edilecektir. Bu işlem için gerekli olan çekme boşluğunu hesaplayınız.

Verilenler: T = 1,2 mm

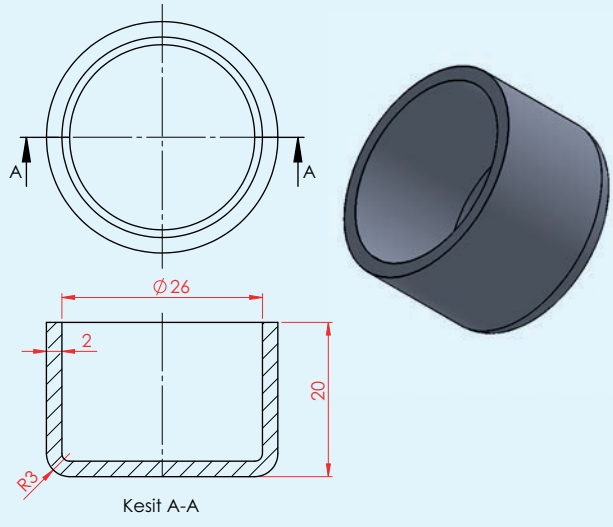
Çözüm: $C = T + 0{,}02 \cdot \sqrt{10 \cdot T} = 1{,}2 + 0{,}02 \cdot \sqrt{10 \cdot 1{,}2} = 1 + 0{,}02 \cdot \sqrt{12}$

$C = 1{,}2 + 0{,}02 \cdot 3{,}464 = 1{,}2 + 0{,}0693 =$ **1,269 mm**

6. ÖRNEK UYGULAMA

Görsel 4.24'teki parça, alüminyum malzemeden bir çekme kalıbında üretilmiştir.

Çekme boşluğunu hesaplayarak çekme zımbası ve çekme kalıbı kalıp alt plakası (dişi kalıp) ölçülerini bulunuz ve şekilde gösteriniz.



Görsel 4.24: Çekme kalıbı çekme boşlukları uygulama örneği

Verilenler

d1 = 26 mm
T = 2 mm (alüminyum)
$C = T + 0{,}02 \cdot \sqrt{10 \cdot T}$

İstenenler

C = ? d1 = ? d2 = ?

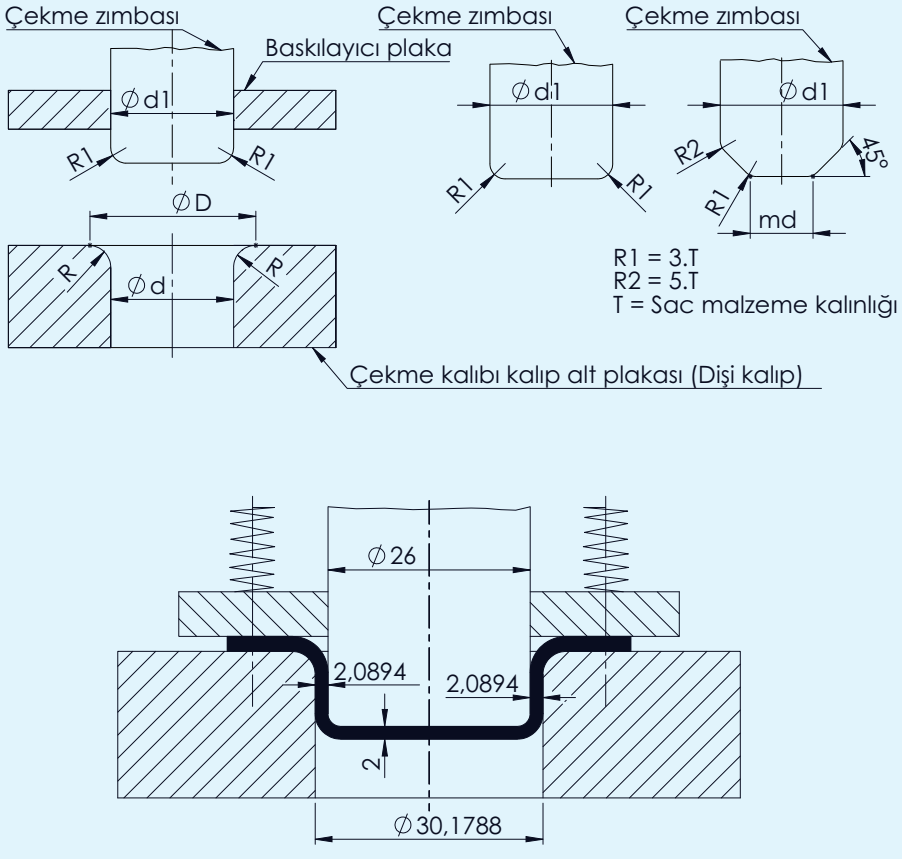
Çözüm

C = T + 0,02 · $\sqrt{10 \cdot T}$ = 2 + 0,02 · $\sqrt{10 \cdot 2}$ = 2 + 0,02 · $\sqrt{20}$ = 2 + 0,02 · 4,472 = 2,0894 mm

d1 = 26 mm (**Görsel 4.22**) $C = \frac{d2 - d1}{2}$

2 · C = d2 - d1, d2 = d1 + 2 · C , d2 = 26 + 2 · 2,0894 = 26 + 4,1788

= **30,1788 mm**



Görsel 4.25: Çekme kalıbı çekme boşluklarının şekil üzerinde gösterimi

4.8. ÇEKME KUVVETİ

Çekme kalıbında çekilerek şekillendirilmek istenen iş parçası malzemesinin işlem sırasında gösterdiği dirence **çekme kuvveti** denir.

Baskı plakasız çekme kalıplarında kuvvet: $P_ç = \pi \cdot d \cdot T \cdot \delta b \cdot m$

$P_ç$ = Çekme kuvveti (kg)

d = Çekilen işin çapı (mm)

T = Sac malzemenin kalınlığı (mm)

δb = Sac malzemenin eğilme gerilmesi (kg/mm²)

m = d / D oranına bağlı katsayı (**Tablo 4.5**'te verilmiştir.)

Baskı plakalı çekme kalıplarında toplam çekme kuvveti: $P_t = P_ç \cdot X1$

Baskı plakalı çekme kalıplarında toplam çekme kuvveti; baskı plakası kuvveti ile baskı plakasız çekme kalıplarındaki kuvvetin toplamı şeklinde de hesaplanabilir.

$P_t = P_ç + P_b$

P_b = Baskı plakası kuvveti (kg)

X1 = Çekme kuvveti faktörü (**Tablo 4.3**)

$P_b = \pi / 4 \cdot (D2 - d 2) \cdot q$ (kg)

q = Yüzey basılma gerilmesi (kg/mm²) (**Tablo 4.2**)

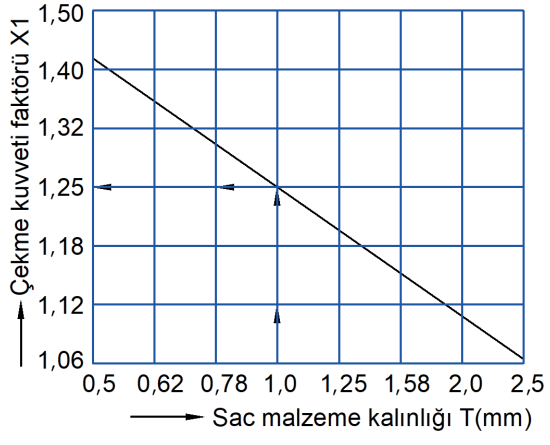
D = İlkel çap (Taslak çapı, mm)

d = İş parçasının çapı (Çekilecek çap, mm)

Tablo 4.2: Yüzey Basma Gerilimi q (kg/mm²)

Malzemenin Cinsi	Yüzey Basma Gerilimi q (kg/mm²)
Orta sertlikteki çelik (T<0,5)	0,25 – 0,30
Orta sertlikteki çelik (T>0,5)	0,20 – 0,25
Pirinç	0,15 – 0,20
Alüminyum ve alaşımları	0,08 – 0,12

Tablo 4.3: Çekme Kuvveti Faktörü



Tablo 4.4: Çekme ve Kesme Dayanımı

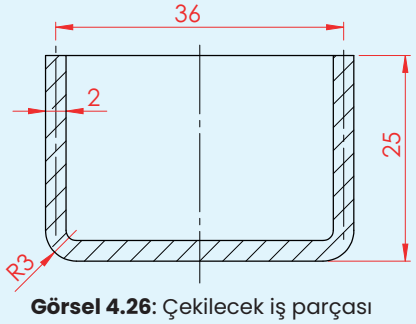
Malzeme	Sembolü	Çekme Dayanımı δb (kg/mm²)	Kesme Dayanımı δb (kg/mm²)
İnce saclar	Ç1040	28-38	22-30
Makine yapı çeliği	Ç1050	50-60	40-48
Sementasyon çeliği	Ç1080	37-45	30-36
Isıl işlem çeliği	Ç1080	60-72	48-58
Alaşım çeliği	Ç1040	25-30	20-25
Alaşım çeliği	Ç1060	48-58	40-50
Bakır	Cu	20-24	20-23
Çinko	Zn	12-14	12-14
Nikel	Ni	40-45	32-36

Tablo 4.5: d/D Oranına Bağlı Katsayı

d / D	m
0,550	1,00
0,575	0,93
0,600	0,86
0,625	0,79
0,650	0,72
0,675	0,66
0,700	0,60
0,725	0,55
0,750	0,50
0,775	0,45
0,800	0,40

7. ÖRNEK UYGULAMA

Görsel 4.26'da şekli verilen parça, Ç1040 malzemesinden çekilecektir. Çekme kuvvetini, toplam çekme kuvvetini ve baskı plakası kuvvetini hesaplayınız.



Görsel 4.26: Çekilecek iş parçası

Verilenler

T = 2 mm

d = 36 mm

İstenenler

C = ? d1 = ? d2 = ?

$D = \sqrt{d^2 + 4d(h - 0{,}43\,r)}$, $D = \sqrt{36^2 + 4 \,.\, 36 \,.\, (25 - 0{,}43 \,.\, 3)}$ => D = 68,63 mm

δb = 30 kg/mm² (Tablo 4.4)

q = 0,25 kg/mm² (Tablo 4.2)

X1 = 1,1 (Tablo 4.3)

d/D = 36/68,63 = 0,52

m = 1 (Tablo 4.5)

Pç = ?, Pb = ?, Pt = ?

Pç = π · d · T · δb · m => Pç =3,14 · 36 · 2 · 30 · 1=> Pç =**6.782,4 kg**

Pb = π / 4 · (D² – d²) · q, Pb = 3,14 / 4 · (68 · 63² – 36²) · 0,25 => **Pb = 670 kg**

1. Yol: Pt = Pç · X 1

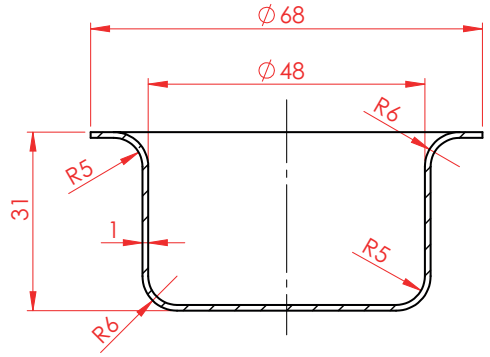
Pt = 6.782,4 · 1,1 = **7.460,64 kg**

2. Yol: Pt = Pç + Pb

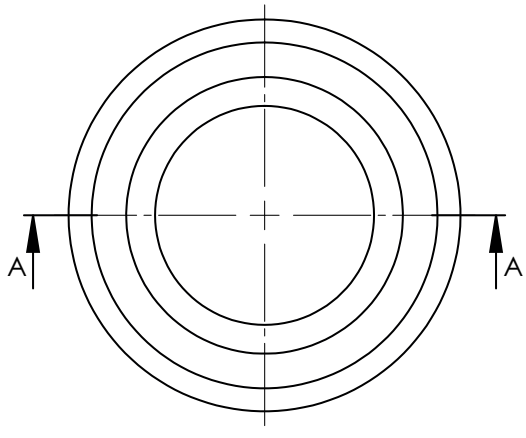
Pt = 6.782,4 + 670 = **7.452,4 kg**

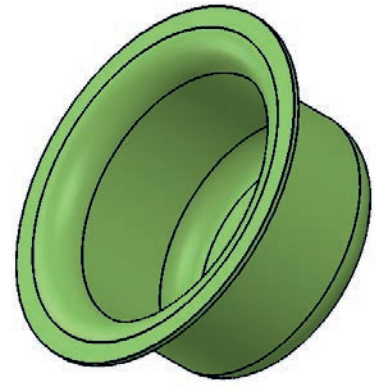
4.7. ÇEKME KALIBI TASARIMI

1. Çekilecek Mamul Tasarımı



Kesit A-A



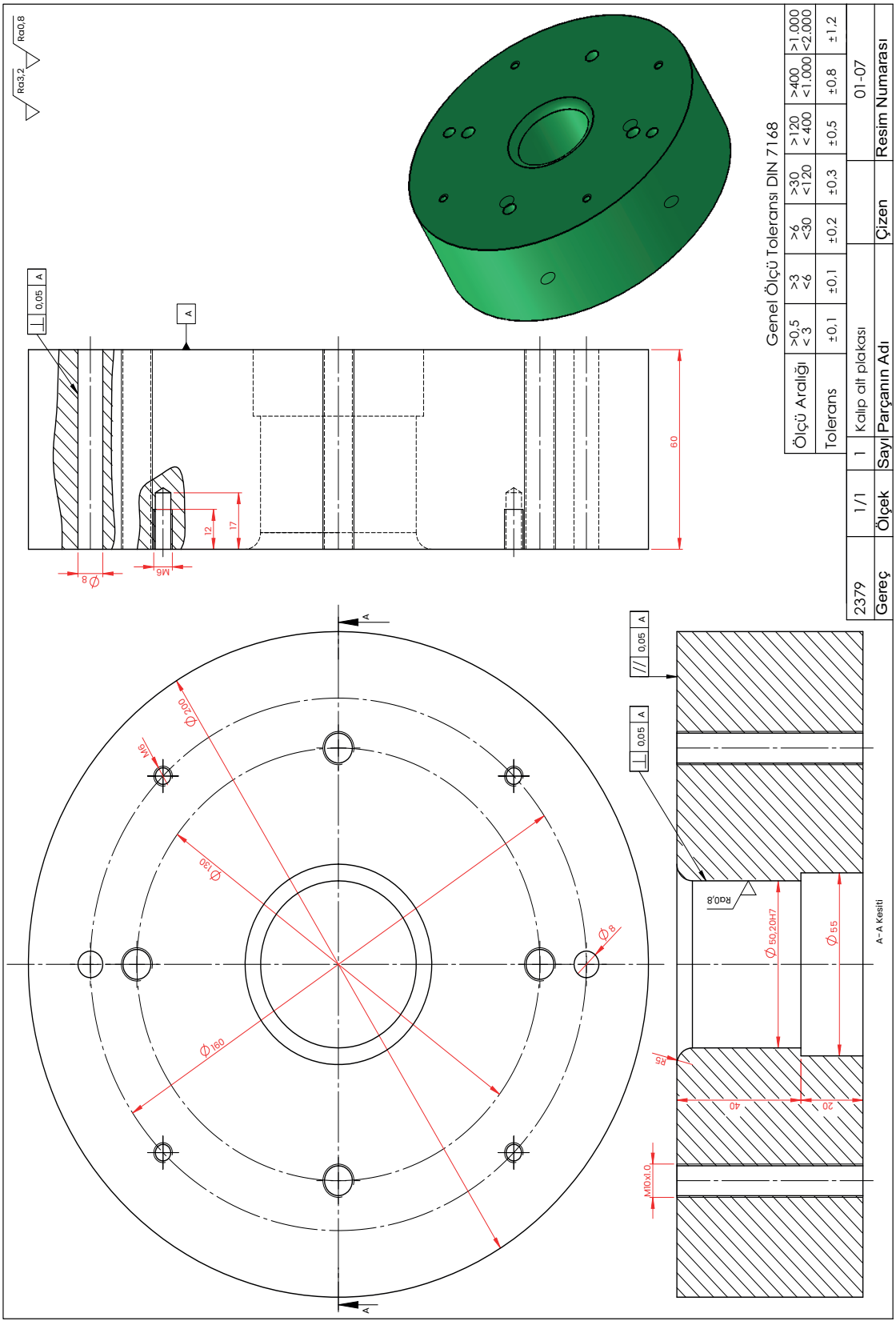


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

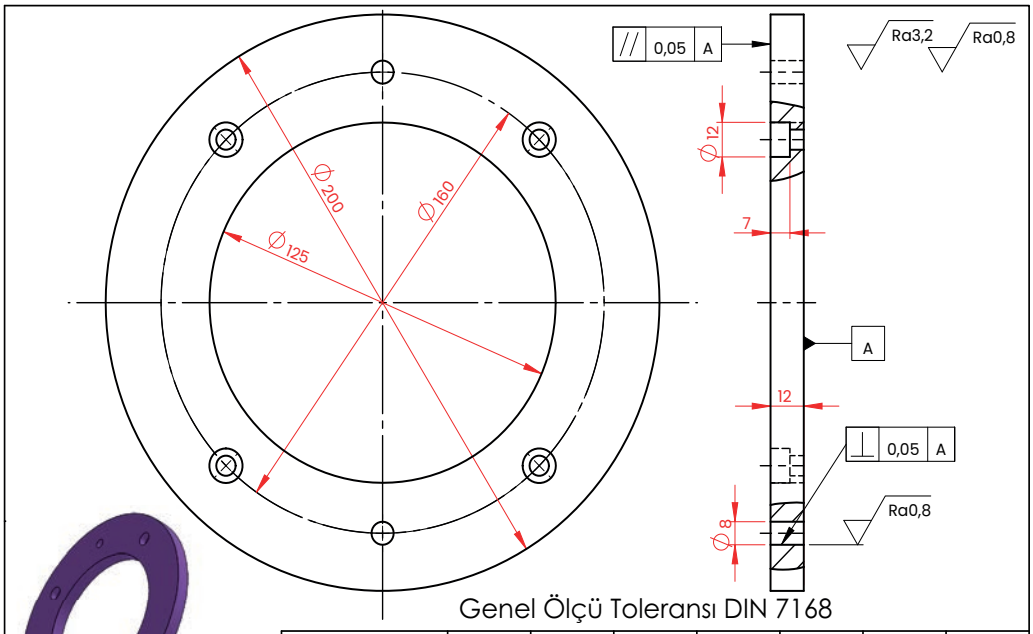
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

C40	1/1	1	Çekilecek mamul		01-18
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

2. Kalıp Alt Plakası Tasarımı



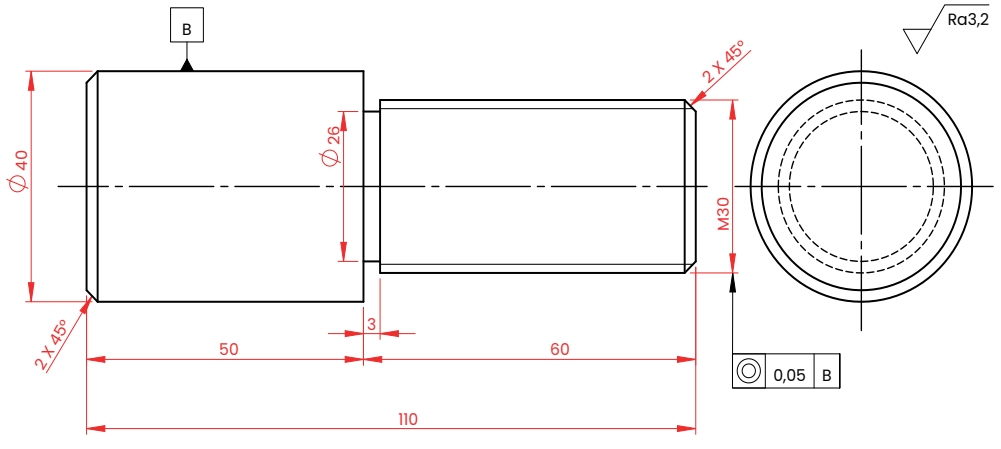
3. Sınırlayıcı Plaka ve Kalıp Sapı Tasarımı

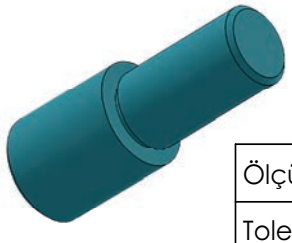


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/2	1	Sınırlayıcı plaka		01-05
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



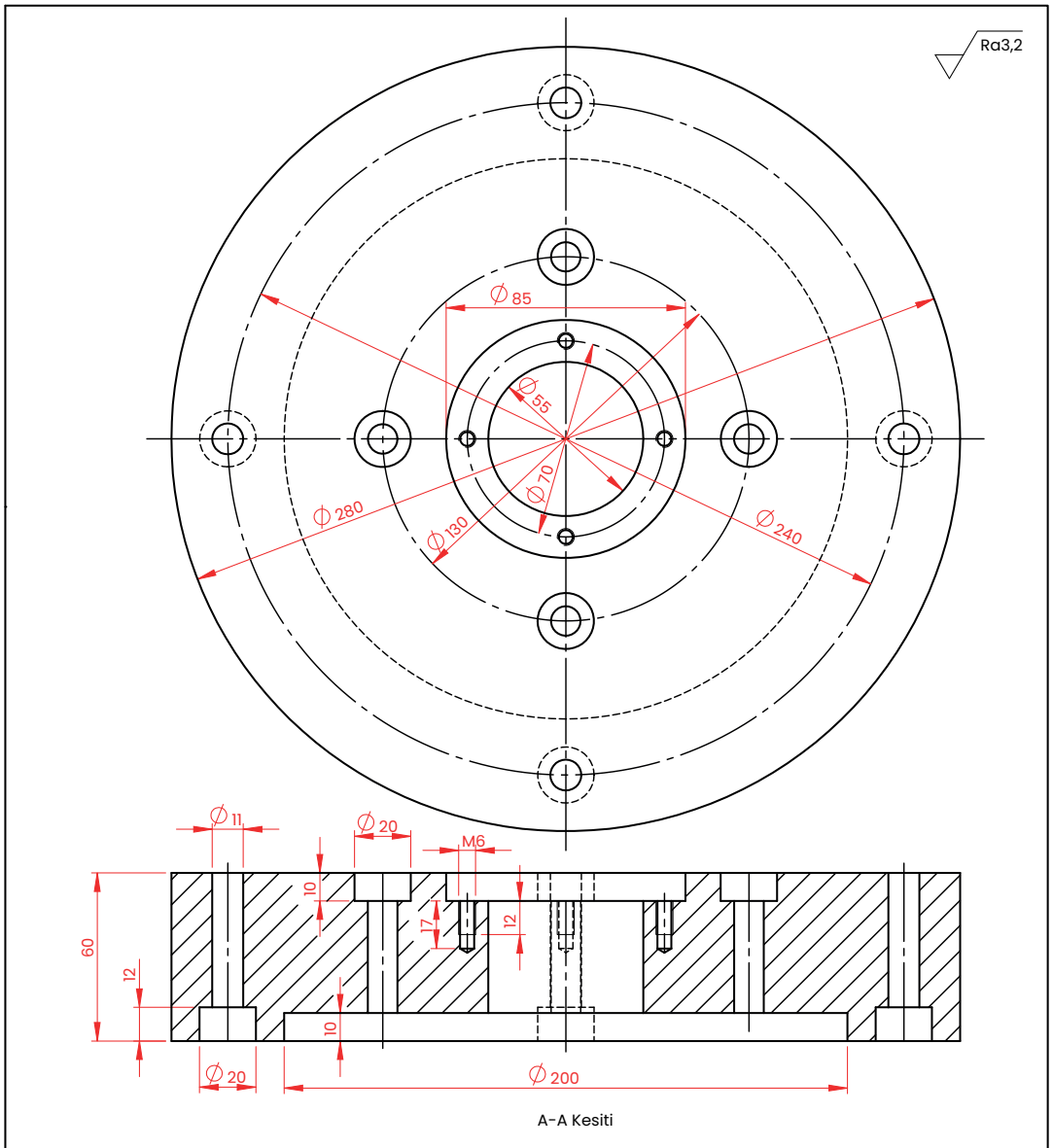


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

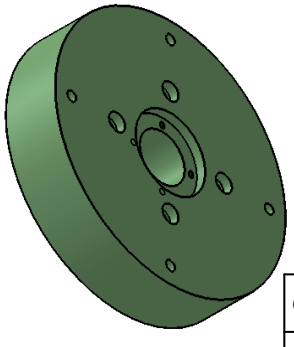
Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Kalıp sapı		01-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

4. Kalıp Alt Sabitleme Plakası Tasarımı



A-A Kesiti

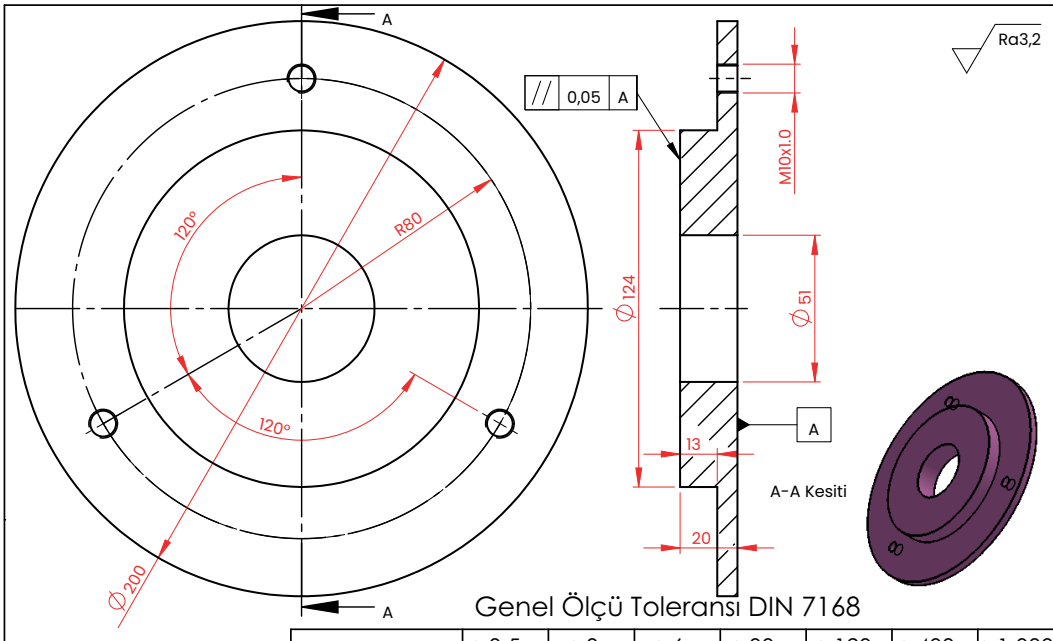


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp alt sabitleme plakası		01-06
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

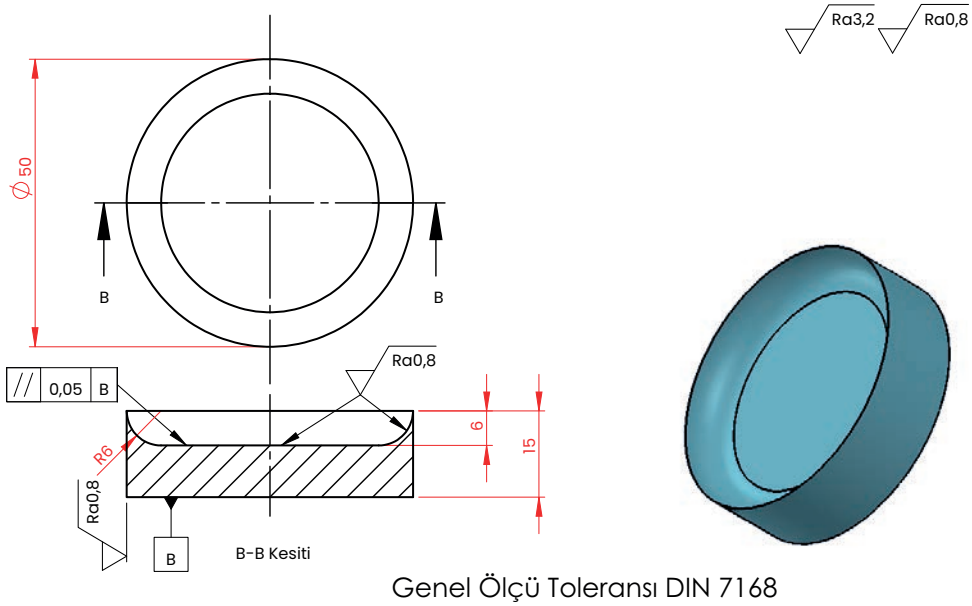
5. Baskılayıcı Plaka ve Numune Yastıklayıcı Tasarımı



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/2	1	Baskılayıcı plaka		01-16
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

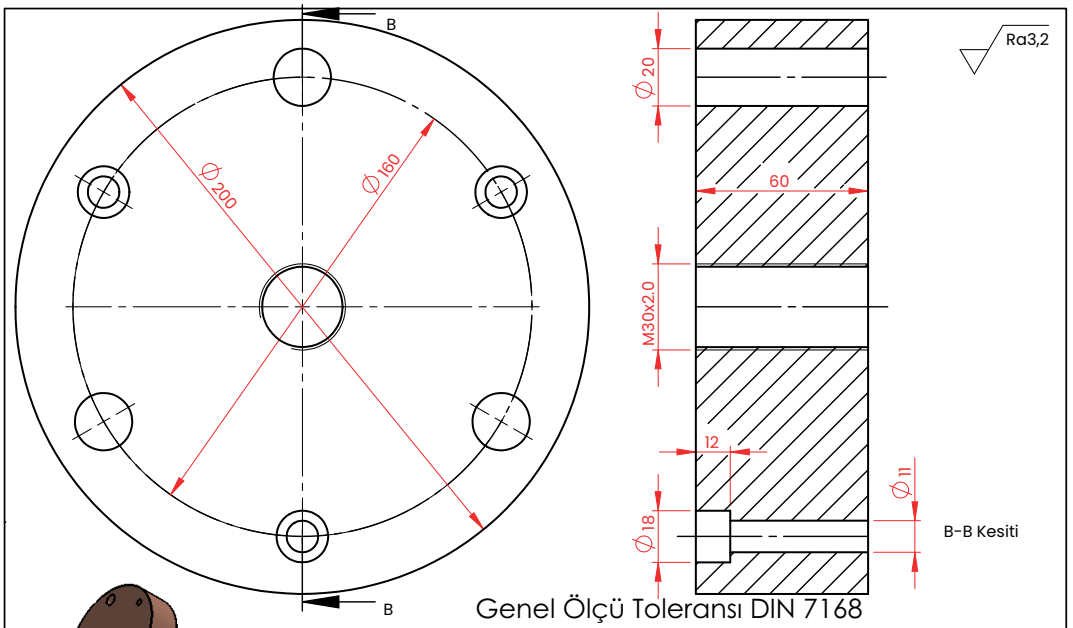


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Numune yastıklayıcı		01-19
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

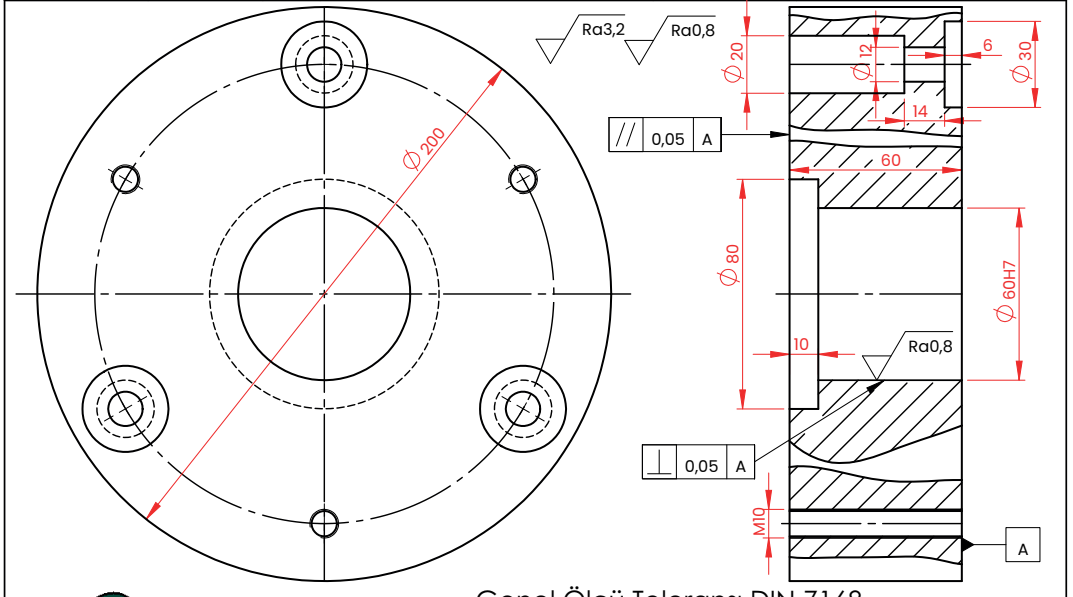
6. Kalıp Üst Sabitleme Plakası ve Kalıp Üst Plakası Tasarımı



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/2	1	Kalıp üst sabitleme plakası		01-02
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

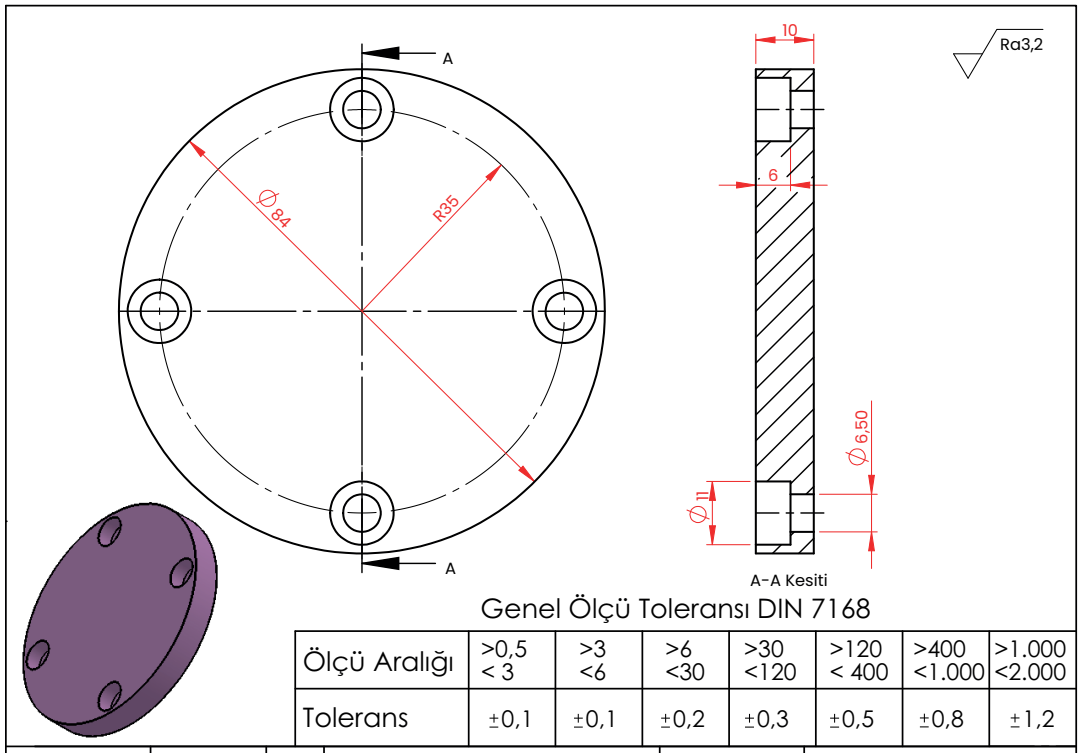


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/2	1	Kalıp üst plakası		01-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

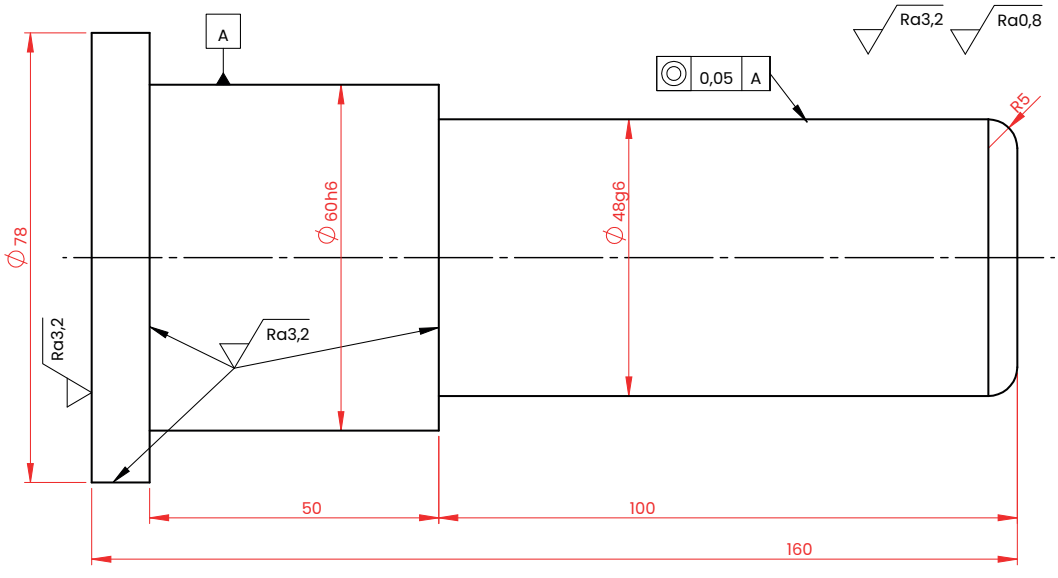
7. Yay Sabitleme Plakası ve Zımba Tasarımı



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Yay sabitleme plakası		01-13
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

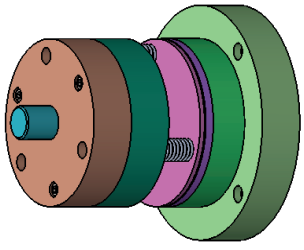


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

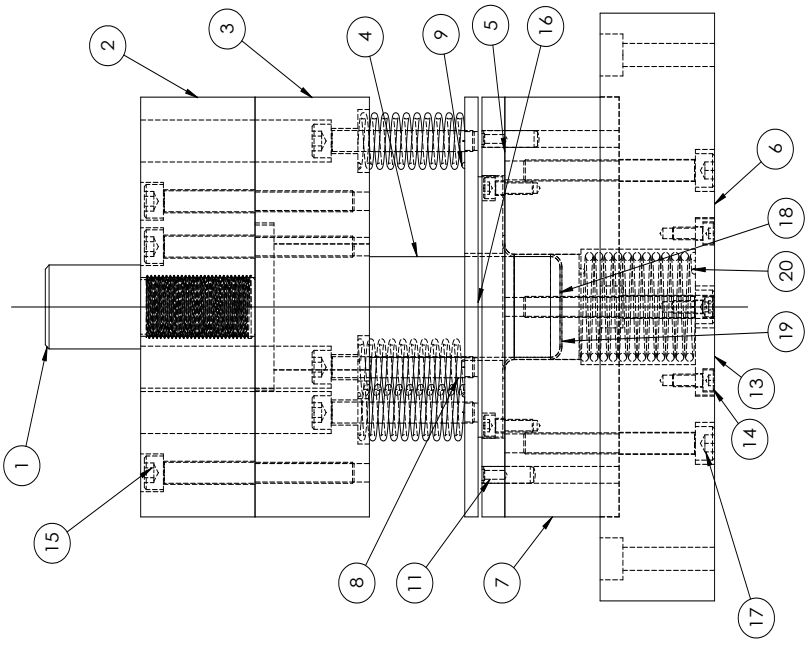
2379	1/1	1	Zımba		01-04
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

8. Çekme Kalıbı Montajı

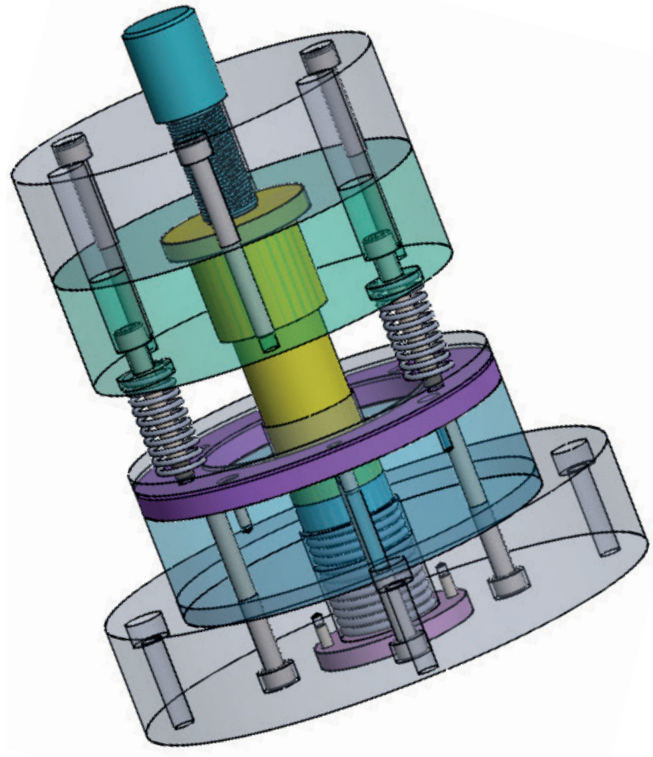


Toplam parça sayısı						
34						
1	Basma yayı	01-20	20	Yay çeliği	Hazır	
1	Numune yastıklayıcı	01-19	19	Ç1040	-	
1	Çekilecek numune	01-18	18	C40	-	
4	Allen (imbus) cıvata M10x90	TS 1020/15	17	8.8	Hazır	
1	Baskılayıcı plaka	01-16	16	Ç1040	-	
3	Allen (imbus) cıvata M10x100	TS 1020/15	15	8.8	Hazır	
4	Allen (imbus) cıvata M6x16	TS 1020/15	14	8.8	Hazır	
1	Yay sabitleme plakası	01-13	13	Ç1040	-	
1	Pim Ø8x30	TS 69/1	12	Fe 50	Hazır	
1	Pim Ø8x28	TS 69/1	11	Fe 50	Hazır	
3	Allen (imbus) cıvata M6x20	TS 1020/15	10	8.8	Hazır	
3	Basma yayı	01-09	9	Yay çeliği	Hazır	
3	Allen (imbus) cıvata M10x70	TS 1020/15	8	8.8	Hazır	
1	Kalıp alt plakası	01-07	7	Ç1040	-	
1	Kalıp alt sabitleme plakası	01-06	6	Ç1040	-	
1	Sınırlayıcı plaka	01-05	5	Ç1040	-	
1	Zımba	01-04	4	2379	-	
1	Kalıp üst plakası	01-03	3	Ç1040	-	
1	Kalıp üst sabitleme plakası	01-02	2	Ç1040	-	
1	Kalıp sapı	01-01	1	Ç1040	-	
Sayı	Parçanın adı ve boyutları	Mon. No.	Parça No.	Gereç	Açıklama	Ağırlık

	İsim	İmza	Sayı
Çizen	Tarih		
Kontrol			
St.Kontrol			
Ölçek	**Çekme kalıbı montajı**	Resim Numarası	Sayfa No.
1/1		01-00	1/1

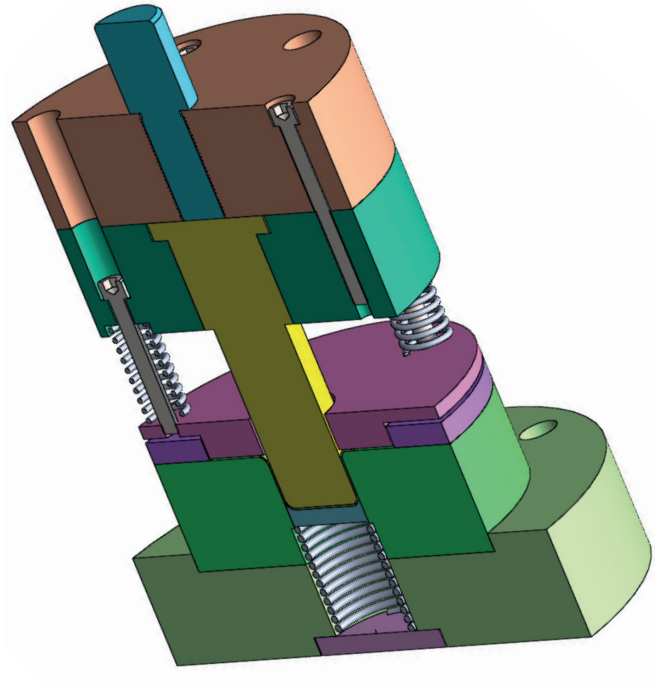


9. Çekme Kalıbı Montajında İç Detayların Gösterilmesi

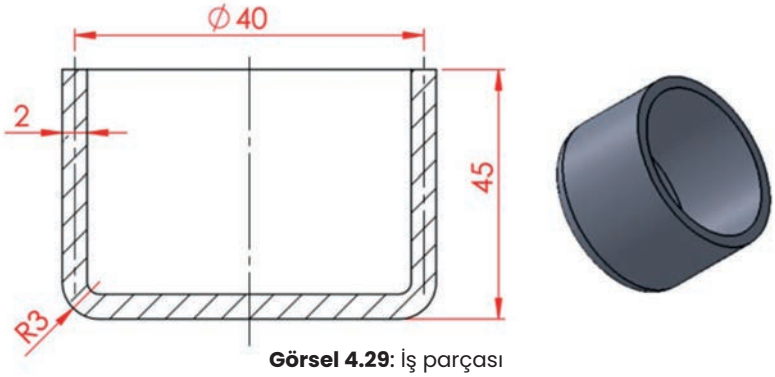


Görsel 4.27: Çekme kalıbı montajında iç detayların gösterilmesi

10. Çekme Kalıbı Montajı Kesit Görünüşü



Görsel 4.28: Çekme kalıbı montajı kesit görünüşü



Görsel 4.29: İş parçası

Görsel 4.29'da şekli verilen iş parçası için çekme kalıbı tasarımı yapılacaktır. Ç1040 malzemesinden çekilecek olan iş parçasının;

a) İlkel çapını bulunuz.

b) Çekme kuvvetini, toplam çekme kuvvetini ve baskı plakası kuvvetini hesaplayınız.

c) İlgili bölümdeki örneği inceleyip, dişi kalıp tasarımından başlayarak tüm kalıp bileşenlerinin tasarımını tamamlayınız.

ç) Standart olmayan her kalıp bileşeninin yapım resmini çiziniz.

d) Kalıp montaj resmini çiziniz.

İşlem Basamakları

1. İlgili bölümdeki örnekleri inceleyerek gerekli hesaplama işlemlerini tamamlayınız.
2. İş parçanız için kalıp alt plaka tasarımını yapınız.
3. İlgili bölümdeki örneği inceleyerek diğer kalıp bileşenlerini tamamlayınız.

01

ÖĞRENME BİRİMİ

STANDART KALIP ELEMANLARINI SEÇME

KONULAR

5. STANDART KALIP ELEMANLARINI SEÇME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

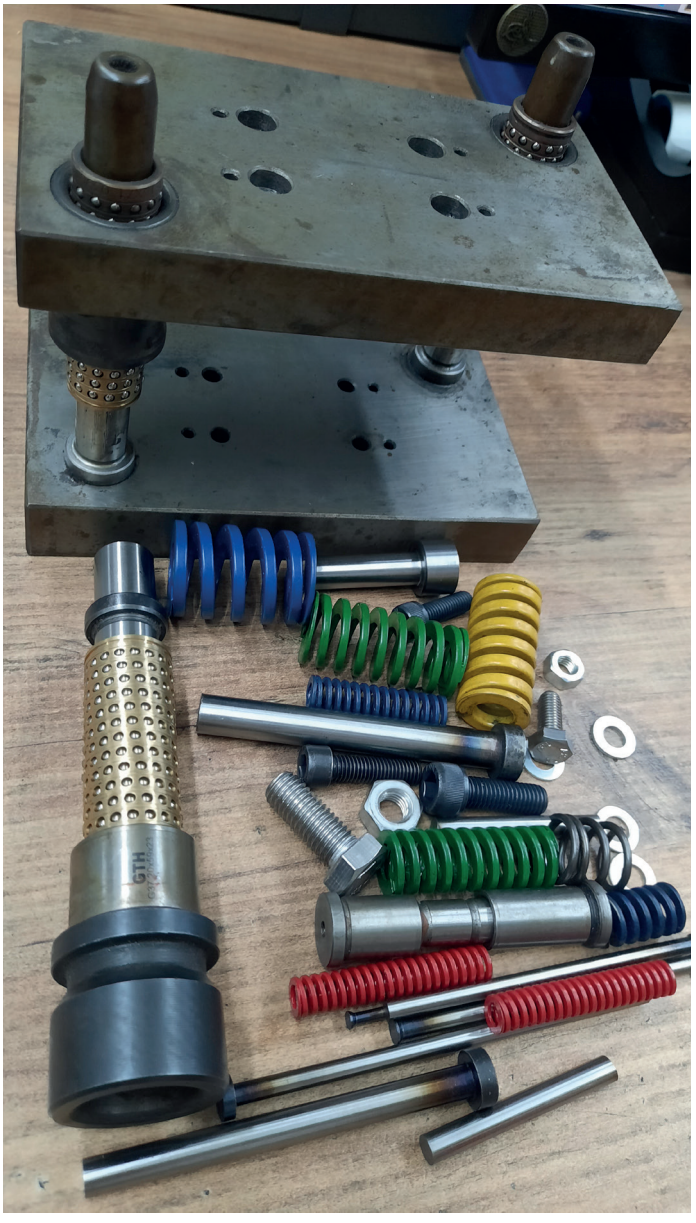
- Standart kalıp elemanlarının hesaplarını yapma
- Standart kalıp tasarımı yapma
- Kalıp standart çizelge ve katalogları kullanma
- Kalıp teknik ve meslek resimlerini çizme

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

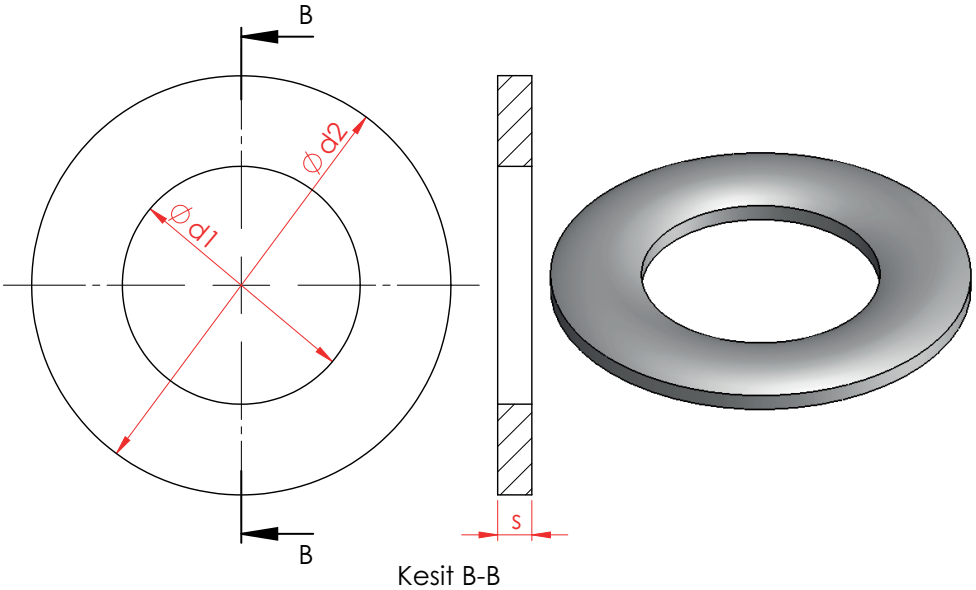
1. Tasarım yapılırken standart eleman kullanmanın avantajları nelerdir?
2. Sac metal kalıp tasarımı yapılırken standart kalıp elemanlarından hangilerine ihtiyaç duyulur?
3. Hacim kalıbı tasarımı sırasında standart kalıp elemanları kullanmak, örneğin başka bir kalıp imalatında kullanılan kalıp setlerini yeni yapılacak kalıp tasarımında da kullanmak ne gibi faydalar sağlar?

5. STANDART KALIP ELEMANLARI

Endüstriyel ilişkiler, teknolojinin getirmiş olduğu yeniliklerle küresel boyutlara ulaşmış ve üretimde küresel normlar oluşturmak, bir zorunluluğa dönüşmüştür. Bu doğrultuda üretim çıktıları, dünyanın neresinde ve kim tarafından yapıldığına bakılmaksızın standartlaştırılmaya çalışılmıştır. Bu anlamda tamir ve bakım sürecinde ortaya çıkacak yedek parça, birleştirme elemanları gibi ihtiyaçların yerelde karşılanması, zaman açısından tasarruf sağladığı gibi ekonomiye de katkı sağlar. Aynı zamanda ortaya çıkacak olumsuzlukları azaltarak müşteri memnuniyetini artırmış olur. Standart kalıp elemanları ihtiyacı da bu çerçevede ortaya çıkmış ve kalıp imalatında bir ortak dil geliştirilmiştir. Genellikle kalıp tasarımında hazır olarak kullanılan standart kalıp elamanları; yaylar, kolonlar, burçlar, döküm bloklar, pimler, cıvatalar, iticiler, kalıp maça üniteleri, kalıp taşıma mili gibi elemanlardır **(Görsel 5.1)**. Bu bölümde, kalıp tasarımı yapılırken en çok kullanılan kalıp elemanlarının standart çizelgeleri paylaşılacaktır. Fakat birçok standart eleman farklı kalıplama türlerinde kullanılabileceğinden dolayı standart elemanlar, bu bölümde sac metal ve hacim kalıpları diye ayrılmayacaktır. Standart elemanlar kitabın diğer bölümlerinde kalıp tasarımı sırasında sıkça kullanıldığından ihtiyaç duyulan standart elemanın bu bölümden seçilmesi oldukça basit bir hâl alacaktır.



Görsel 5.1 : Kalıp imalatında kullanılan standart elemanlar

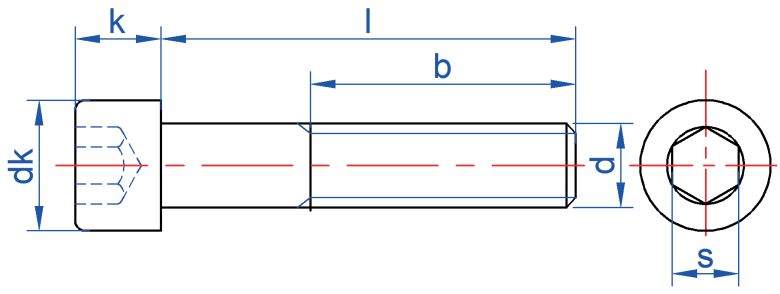


Kesit B-B

Tablo 5.1: Düz Rondela DIN 125

d1	d2	s	Ağırlık (7,85 kg/dm³) kg/1.000
1,7	4	0,3	0,024
1,8	4,5	0,3	0,031
2,2	5	0,3	0,037
2,5	6	0,5	0,092
2,7	6,5	0,5	0,108
2,8	7	0,5	0,127
3,2	7	0,5	0,12
3,7	8	0,5	0,156
4,3	9	0,8	0,308
5,3	10	1	0,443
6,4	12,5	1,6	1,14
7,4	14	1,6	1,39
8,4	17	1,6	2,14

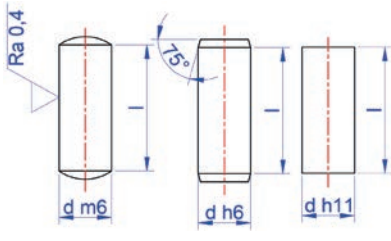
d1	d2	s	Ağırlık (7,85 kg/dm³) kg/1.000
10,5	21	2	4,08
13	24	2,5	6,27
15	28	2,5	8,6
17	30	3	11,3
19	34	3	14,7
21	37	3	17,2
23	39	3	18,4
25	44	4	32,3
27	50	4	43,7
28	50	4	42,3
29	50	4	40,9
31	56	4	53,6
33	60	5	77,5



Tablo 5.2: DIN 912 ISO 4762 İmbus Cıvata

d	M 1,6	M2	M 2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M 10	M 12
P (adım)	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	-	1,25	1,5	1,75
k (max.)	1,6	2	2,5	3	4	5	6	0	10	12
dk.(max.)	3	3,8	4.5	5,5	7	8,5	10	13	16	18
S	1.5	1,5	2	2,5	3	4	0	6	0	10
b	15	16	17	18	20	22	24	28	32	36
-	2,5-16	3-16	4-25	5-30	6-40	8-50	10-60	12-80	16-100	20-120

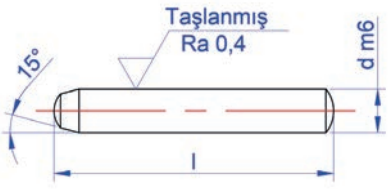
d	M 14	M16	M 20	M 24	M 30	M 36	M 42	M 48	M 56	M 64
p (Adım)	2	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
k (max.)	14	16	20	24	30	36	42	48	56	64
dk. (max.)	21	24	30	36	45	54	63	72	84	96
S	12	14	17	19	22	27	32	36	41	46
b	40	44	52	60	72	84	96	108	124	140
-	25-140	25-160	30-200	40-200	45-200	55-200	60-300	70-300	80-300	90-300



Tablo 5.3: Silindirik Pimler DIN 7 (9.81)

d	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	25	30
l den	4	4	5	5	6	8	10	10	14	16	20	24	32
kadar	20	32	40	50	60	80	100	120	160	180	200	200	200
Anma uzunluk l	4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 120, 140, 180, 200 mm												

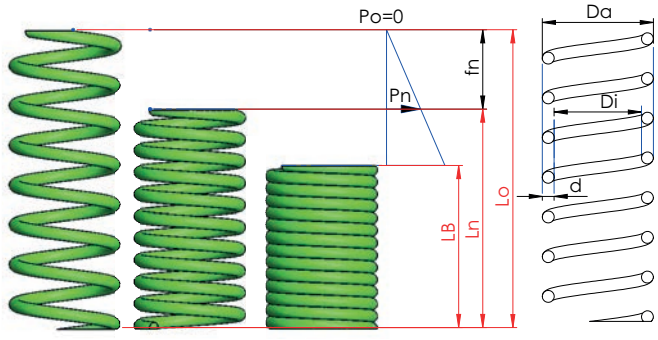
d = 4 mm, l = 20 mm, tolerans alanı h8 ve malzemesi çelik olan silindirik bir pimin tanımlanması: **Silindirik pim DIN 7 - 4 h8 . 20 - st**



Tablo 5.4: Silindirik Pimler, Sertleştirilmiş DIN 6325 (10.71)

d	1	2	3	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
l den	4	6	6	8	10	12	14	18	24	28	36	40	50
kadar	10	20	24	32	40	50	60	80	100	100	120	120	120
Anma uzunluk l	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100 mm												

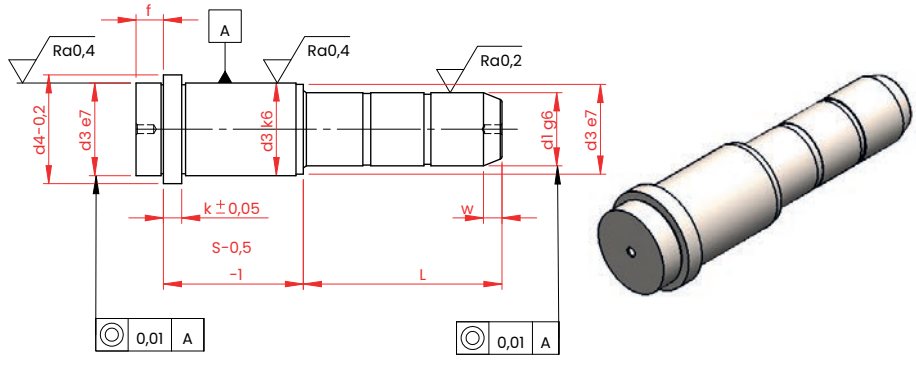
d = 4 mm, l = 20 mm, tolerans alanı m6 olan, sertleştirilmiş bir silindirik pimin tanımlanması: **Silindirik pim DIN 6325 - 4 m6 . 20**



Tablo 5.5: DIN 912 ISO 4762 İmbus Cıvata

REF.	Ln	LB	fn	Pn	d	Di	Da	Lo	REF.	Ln	LB	fn	Pn	d	Di	Da	Lo
DF 9 x 30	10,4	9,0	19,6	17	0,8	7,4	9,0	30	DF 28 x 80	50,0	46,0	30,0	618		20	2	80
DF 10 x 40	21,5	18,7	18,5	144	1,5	7,0	10,0	6	x 100	62,0	55,0	38,0	638	4			100
DF 12 x 55	25,4	21,5	29,6	108	1,5	9,0	12,0	55	DF 30 x 70	36,0	32,0	34,0	804		22	3	70
DF 14 x 40	22,4	17,5	17,6	206	2,0	10,0	14,0	6	DF 32 x 80	63,6	60,0	16,4	1452	6	20	32	80
x 50	25,0	22,5	25,0	245				0	x 100	82,0	75,0	18,0	1334				100
DF 15 x 40	20,0	17,0	20,0	216	2,0	11,0	15,0	40	x130	96,3	90,0	33,7	1884				130
x 50	24,3	21,3	25,7	215				50	x 160	116,0	109,0	44,0	2011				160
x 55	21,6	18,0	33,4	77	1,5	12,0		55	x 200	151,0	141,5	49,0	1697				200
x 60	30,8	27,0	29,2	202	2,0	11,0		9	x240	180,0	167,0	60,0	1766				240
X 70	35,6	31,2	34,4	197				70	DF 34 x110	81,6	72,6	28,4	1680		22	34	110
x 80	40,0	35,0	40,0	200				9	x130	94,3	84,6	33,7	1800				130
06 X	44,0	38,5	46,0	196				90	x150	105,6	94,6	44,4	1880				150
DF 17 x 85	41,0	32,5	44,0	255	2,25	12,5	17,0	85	x 180	122,6	114,6	51,4	1820				180
DF 17,5x 45	31,0	28,5	14,0	481	3,0	11,5	17,5	45	x200	139,0	124,3	61,0	1830				200
x 50	34,0	31,7	16,0	471				50	x 220	154,6	138,6	65,4	1840				220
DF 18 x 83	65,0	58,0	18,0	1324	4,0	10,0	18,0	83	x240	167,6	150,6	72,4	1810				240
DF 19 x 35	27,0	25,0	8,0	1334		11,0	19,0	35	DF 38 x 160	120,0	111,0	40,0	981		26	38	160
x 90	72,5	66,5	17,5	1687	4,5	10,0		90	x 200	145,0	135,5	55,0	1079				200
DF 19,5x 40	26,0	23,5	14,0	441	3,0	13,0	19,5	40	x 240	170,0	155,0	70,0	1197				240
DF 20,5x 95	46,2	36,5	48,8	196	2,5	15,5	20,5	95	x 280	190,0	173,0	90,0	1373				280

REF.	Ln	LB	fn	Pn	d	Di	Da	Lo	REF.	Ln	LB	fn	Pn	d	Di	Da	Lo
DF 21 x 40	27,8	25,5	22,2	451	3,0	15,0	21,0	40	DF 40 x110	83,0	74,5	27,0	2050	7		40	110
DF 21,5 x 45	23,3	20,7	21,7	549		15,5	21,5	45	x 130	96,0	87	34	2250				130
x 50	34,4	31,5	15,6	1138	4,0	13,5		50	x150	109,0	99,0	41,0	2310				150
DF 22 x 50	27,8	25,2	22,2	451	3,0	16,0	22,0	50	x 180	129,0	116,5	51,0	2200				180
x 70	41,1	37,5	28,9	373				70	x 200	142,0	129,0	58,0	2210				200
x 100	55,0	47,5	45,0	441				100	x220	156,0	141,0	64,0	2270				220
DF 25 x 24	16,8	14,5	7,2	942	4,0	17,0	25,0	24	x 240	168,0	151,5	72,0	2250				240
DF 26 x 40	25,0	22,6	15,0	908		18,0	26,0	40	DF 42 x200	137,7	124,0	62,3	3826	8		42	200
x 50	29,0	26,0	21,0	1010				50	DF 46 x 67	58,0	53,0	9,0	5641	10		46	67
x 60	34,4	31,0	25,6	1050				O	DF 52 x130	90,0	81,2	40,0	2120	8	36	52	130
X 70	40,5	36,5	29,5	1000				70	x 180	124,0	111,2	56,0	2340				180
x 80	43,0	39,0	37,0	1010				80	x 220	151,0	135,2	69,0	2300				220
x 90	49,0	44,5	41,0	1010				90	x240	163,0	145,2	77,0	2375				240
x 100	36,4	50,2	43,6	900				100	x280	190,0	169,2	90,0	2310				280
x 120	65,5	58,7	54,5	920				120	DF 53 x 200	157,0	145,0	43,0	6622	11	31	53	200
x 140	74,5	66,7	65,5	1000				140	DF 56 x 50	36,0	33,0	14,0	2080	8	40	56	50
x 160	85,7	76,7	74,3	1030					DF 61 x 180	137,0	122,0	43,0	5101	11	39	61	180
DF 27,8x 70	59,0	56,0	11,0	3679	7,0	13,8	27,8	70									



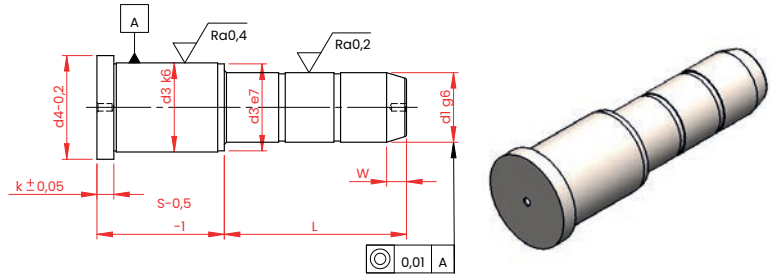
Tablo 5.6: Kuyruklu Şapkalı Kademeli Kolon Standartları

w	f	k	d3	d4	S	d1	L	d1
4	3	3	14	16	12	10	25	9
							45	
							65	
					17		20	
							30	
							50	
							70	
					22		25	

w	f	k	d3	d4	S	d1	L	d1
7	9	6	20	25	36	15	125	14
							155	
					46		35	
							45	
							65	
							85	
							105	
							125	

w	f	k	d3	d4	S	d1	L	d1
4	3	3	14	16	22	10	35	9
							55	
							75	
							95	
					27		20	
							30	
							50	
							70	
							90	
					36		25	
							45	
							65	
							85	
					46		30	
							45	
							70	
					56		35	
							60	
7	9	6	20	25	17	15	35	14
							55	
							75	
							95	
					22		30	
							50	
							70	
							90	
							110	
							125	
							150	
					27		30	
							45	
							65	
							85	
							105	
							125	
							145	
							165	
					36		35	
							55	
							75	
							95	

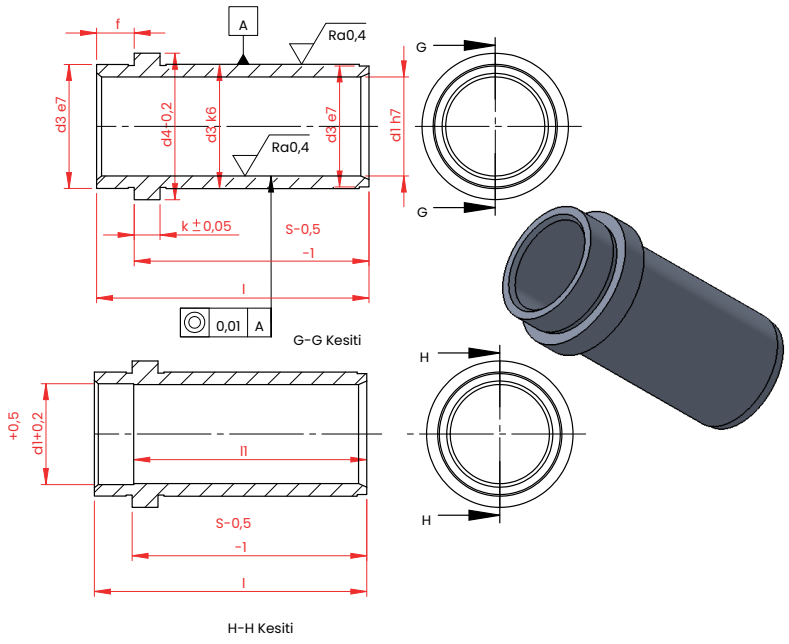
w	f	k	d3	d4	S	d1	L	d1
7	9	6	20	25	46	15	145	14
					56		35	
							55	
							75	
							95	
							135	
					66		55	
							65	
							95	
							125	
					76		55	
							95	
					86		55	
							95	
					96		55	
							95	
					116		75	
7	9	6	26	31	17	20	35	18
							55	
							75	
							120	
					22		35	
							45	
							65	
							85	
							115	
					27		35	
							45	
							65	
							85	
							105	
							125	
							165	
							225	
							245	
					36		35	
							55	
							75	
							95	
							115	
							135	



Tablo 5.7: Şapkalı Kademeli Kolon Standartları

w	k	d3	d4	S	d1	L	d1
4	3	14	16	17	10	20	9
						30	
				22		25	
						35	
						55	
				27		30	
						50	
				36		25	
						45	
				46		30	
						45	
7	6	20	25	22	15	20	14
						35	
						40	
						45	
						50	
						55	
						65	
						70	
						90	
						110	
				27		20	
						35	
						40	

w	k	d3	d4	S	d1	L	d1
7	6	20	25	27	15	45	14
						55	
						65	
						85	
						105	
				36		20	
						35	
						40	
						45	
						55	
						65	
						75	
						95	
				46		20	
						35	
						45	
						65	
						85	
						105	
				56		20	
						35	
						55	
						75	
						95	



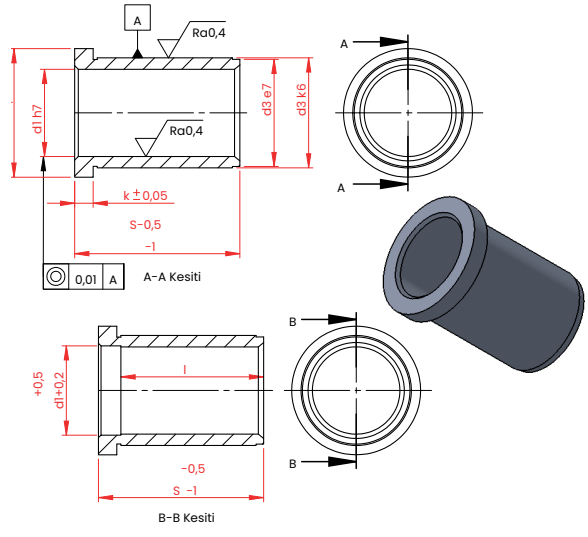
Tablo 5.8: Kuyruklu Şapkalı Burç Standartları

l	l1	f	k	d3	d4	S	d1	d1
15		3	3	14	16	12	10	9
20						17		
25						22		
30						27		
39						36		
46	49					46		
46	59					56		
46	69					66		
26		9	6	20	25	17	15	14
31						22		
36						27		
45						36		
55						46		
56	65					56		
56	75					66		
56	85					76		
56	95					86		

l	l1	f	k	d3	d4	S	d1	d1
45		9	6	30	35	36	24	22
55						46		
65						56		
75						66		
85						76		
95						86		
105						96		
96	125					116		
96	145					136		
96	165					156		
36		9	6	42	47	27	32	30
45						36		
55						46		
65						56		
75						66		
85						76		
95						86		

l	l1	f	k	d3	d4	S	d1	d1
56	105	9	6	20	25	96	15	14
56	125					116		
26		9	6	26	31	17	20	18
31						22		
36						27		
45						36		
55						46		
65						56		
75						66		
76	85					76		
76	95					86		
76	105					96		
76	125					116		
76	145					136		
26		9	6	30	35	17	24	22
31						22		
36						27		

l	l1	f	k	d3	d4	S	d1	d1
105		9	6	42	47	96	32	30
125						116		
116	145					136		
116	165					156		
116	205					196		
58		12	10	54	60	46	42	40
68						56		
78						66		
88						76		
98						86		
108						96		
128						116		
136	148					136		
136	168					156		
136	208					196		
136	258					246		



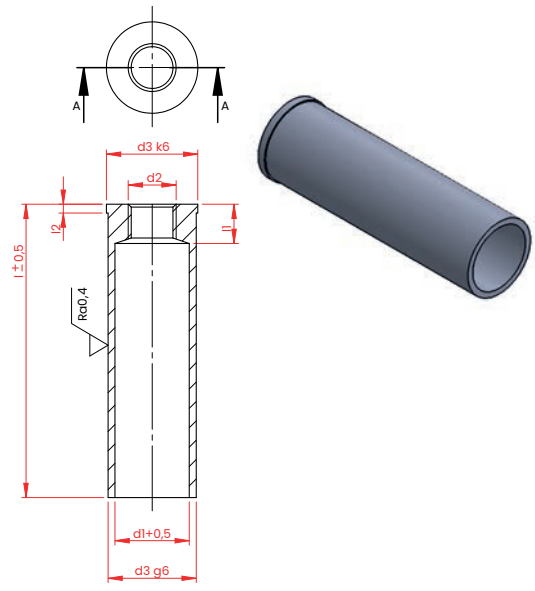
Tablo 5.9: Şapkalı Burç Standartları

l	l1	k	d3	d4	S	d1	d1
9		3	14	16	9	10	9
12					12		
17					17		
22					22		

l	l1	k	d3	d4	S	d1	d1
27		6	30	35	27	24	22
36					36		
46					46		
56					56		

l	l1	k	d3	d4	S	d1	d1
27		3	14	16	27	10	9
36					36		
46					46		
46	56				56		
46	66				66		
17		6	18	23	17	12	
22					22		
27					27		
36					36		
46					46		
56					56		
12		6	20	25	12	15	14
17					17		
22					22		
27					27		
36					36		
46					46		
56					56		
56	66				66		
56	76				76		
56	86				86		
56	96				96		
17		6	22	27	17	16	
22					22		
27					27		
36					36		
46					46		
56					56		
17		6	21	31	17	20	18
22					22		
27					27		
36					36		
46					46		
56					56		
66					66		
76					76		
76	86				86		
76	96				96		
76	116				116		
17		6	30	35	17	24	22
22					22		

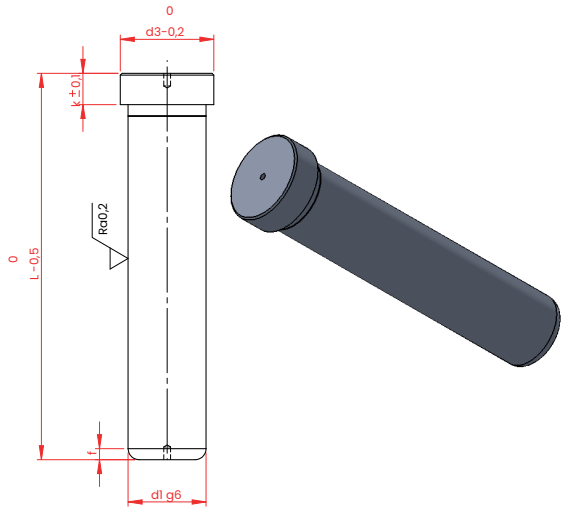
l	l1	k	d3	d4	S	d1	d1
66		6	30	35	66	24	22
76					76		
86					86		
96					96		
96	116				116		
96	136				136		
27		6	42	47	27	32	30
36					36		
46					46		
56					56		
66					66		
76					76		
86					86		
96					96		
116					116		
116	136				136		
116	156				156		
46		10	54	60	46	42	40
56					56		
66					66		
76					76		
86					86		
96					96		
116					116		
136					136		
136	156				156		
136	196				196		
136	246				246		
76		10	66	72	76	50	
96					96		
116					116		
136					136		
136	156				156		
136	196				196		
96		20	80	86	96	60	
116					116		
136					136		
136	156				156		
136	196				196		
136	246				246		



A-A Kesiti

Tablo 5.10: Tespit Burç Standartları

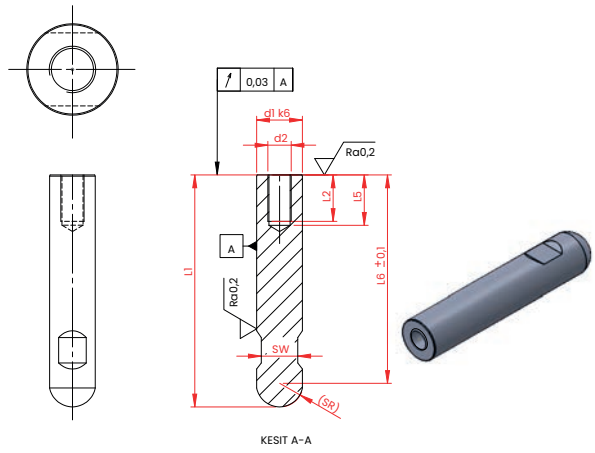
l1	l2	d1	d2	d3	l
8	2,5	11	M8	14	20
					30
					40
					50
					60
					70
					80
					100
10	2,5	16	M12	20	30
					40
					60
					80
					100
					120
					140
					160
13	2,5	21	M12	26	30
					40
					60
					80
					100
					120
					140
					160
					180
13	2,5	25	M12	30	40
					60
13	2,5	25	M12	30	80
					100
					120
					140
					160
					180
					200
					240
16	4	33	M12	42	40
					60
					80
					100
					120
					140
					160
					180
					200
					220
					260
					300
16	4	43	M12	54	60
					80
					120
					160
					200
					220
					280



Tablo 5.11: Tespit Pimi Standartları

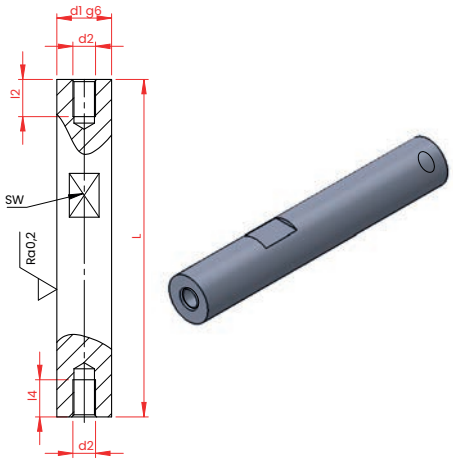
f	k	d3	d1	L
3,5	6	12	10	60
				80
				90
3,5	6	16	12	60
				80
				90
				100
				120
				140
3,5	6	18	14	60
				80
				100
				120
				140
				160
				180
4	8	20	16	60
				80
				100
				120
				140
				160
				180
4	8	22	18	60
				80
				100
				120
				140
				160
				180

f	k	d3	d1	L
5	8	24	20	80
				100
				120
				140
				160
				180
				200
				220
5	15	28	24	100
				120
				140
				160
				180
				200
				220
				240
				280
5	15	32	28	100
				120
				140
				160
				180
				200
				220
				240
				280
6	15	36	32	160
				200
				250
				300



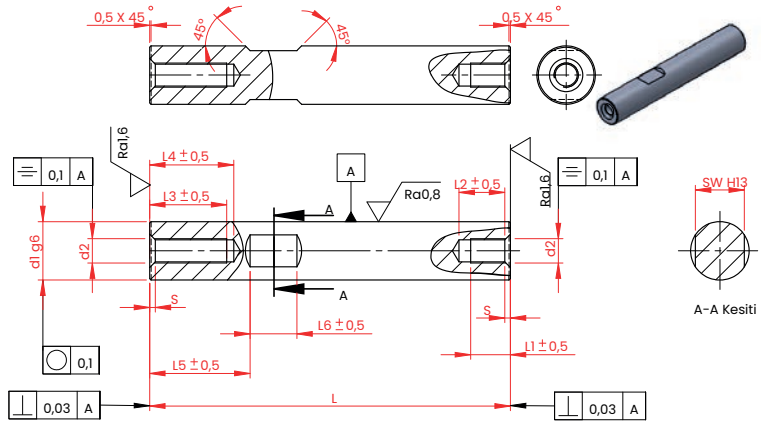
Tablo 5.12: Boynuz Pimi Standartları

d1	L1	L6	L2	L3	L4	L5	d2	SW	SR
8	40	36	10	10	8	14	M5	7	4
	50	46							
	63	59							
	80	76							
	100	96							
10	50	45	12	10	9	16	M6	8	5
	63	58							
	80	75							
	100	95							
12	50	44	12	12	9	16	M6	10	6
	63	57							
	80	74							
	100	94							
	125	119							
16	63	55	15	15	12	20	M8	13	8
	80	72							
	100	92							
	125	117							
	160	152							
	200	192							
20	63	53	20	16	15	26	M10	16	10
	80	70							
	100	90							
	125	115							
	160	150							
	200	190							
	250	240							
25	80	67,5	20	20	15	27	M12	21	12,5
	100	87,5							
	125	112,5							
	160	147,5							
	200	187,5							
	250	237,5							
32	100	54	25	25	18	34	M16	27	16
	125	109							
	160	144							
	200	184							
	250	234							



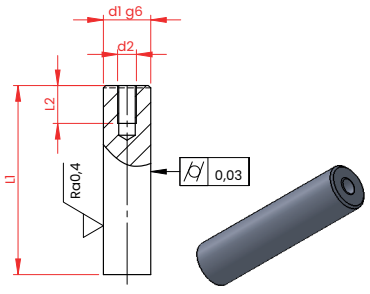
Tablo 5.13: Sıyırıcı Mil Standartları

SW	l4	l2	d2	d1	L
9	9	16	M6	10	60
					70
					80
					100
					120
					140
12	11	16	M8	14	60
					70
					80
					100
					120
					140
					160
					180
14	12	20	M10	18	100
					120
					140
					160
					180
					200
					220
					240
19	14	25	M12	20	100
					120
					140
					160
					180
					200
					220
					240
19	14	25	M12	24	120
					140
					160
					180
					200
					240
24	16	30	M16	30	180
					220
					260
					300



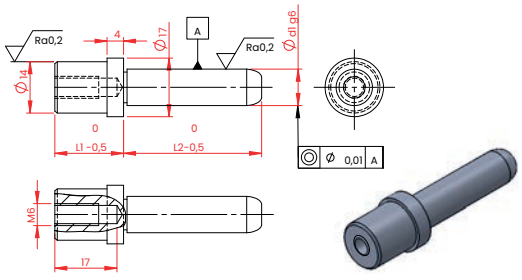
Tablo 5.14: Sıyırıcı Mil Standartları

L	SW	L1	L2	L3	L4	L5	L6	D2	D1	S
60 70 80 100 140	8	9	14	20	25	30	10	M6	10	1,5
60 80 100 120 140 180	10	12	15	20	25	32	12	M8	14	1,75
60 70 80 100 120 140 200	12	15	17	30	37	35	15	M10	16	2
100 120 140 160 180 200 220 240	14	15	17	30	37	35	15	M10	18	2
120 140 160 180 200 240	14	18	26	40	48	50	15	M12	24	2,25
120 140 160 180 200 240 260	17	18	26	40	48	50	15	M12	24	2,25
160 200 240 260 300	24	20	29	40	49	60	20	M16	34	2,5



Tablo 5.15: Eğik Mil Standartları

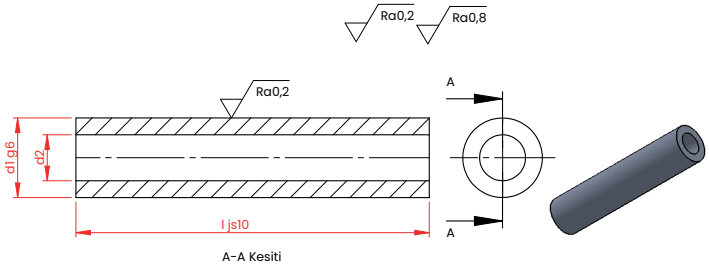
Ø	L1	L2	D2
10	180	15	M5
12	210	18	M6
16	250	22	M8



Tablo 5.16: Kademeli Kolon Standartları

d1	L1	L2
9/10	16	20
		30
		40
		60
		80

d1	L1	L2
9/10	19	20
		30
		40



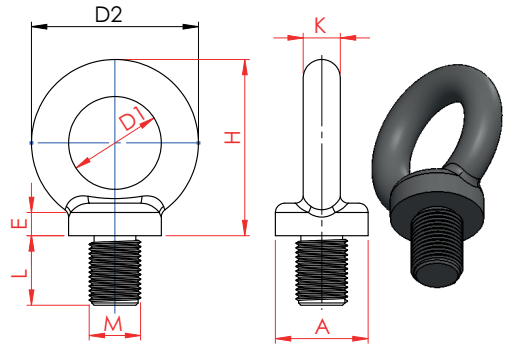
Tablo 5.17: Merkezleme Pimi Standartları

d2	d1	l
6,2	10	20
		30
		40
		50
		60
		70
		80
		100
		120
		140
8,3	14	30
		40
		50

d2	d1	l
8,3	14	60
		70
		80
		100
		120
		140
		160
		180
10,4	18	40
		60
		80
		100

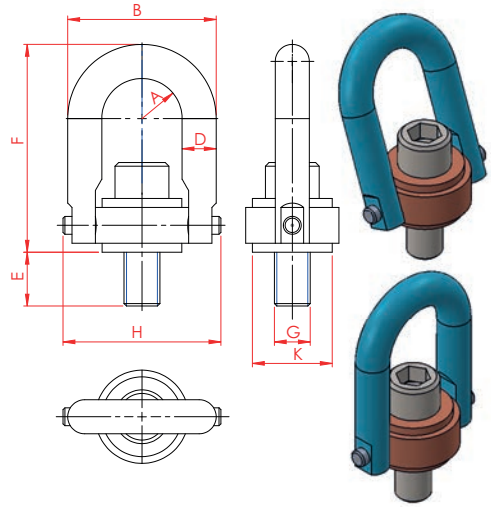
d2	d1	l
10,4	18	120
		140
		160
		180
		200
		220
		240
12,5	24	60
		80
		100
		120
		140
		160

d2	d1	l
12,5	24	180
		200
		240
16,5	30	80
		100
		120
		140
		160
		180
		220
		260
		300



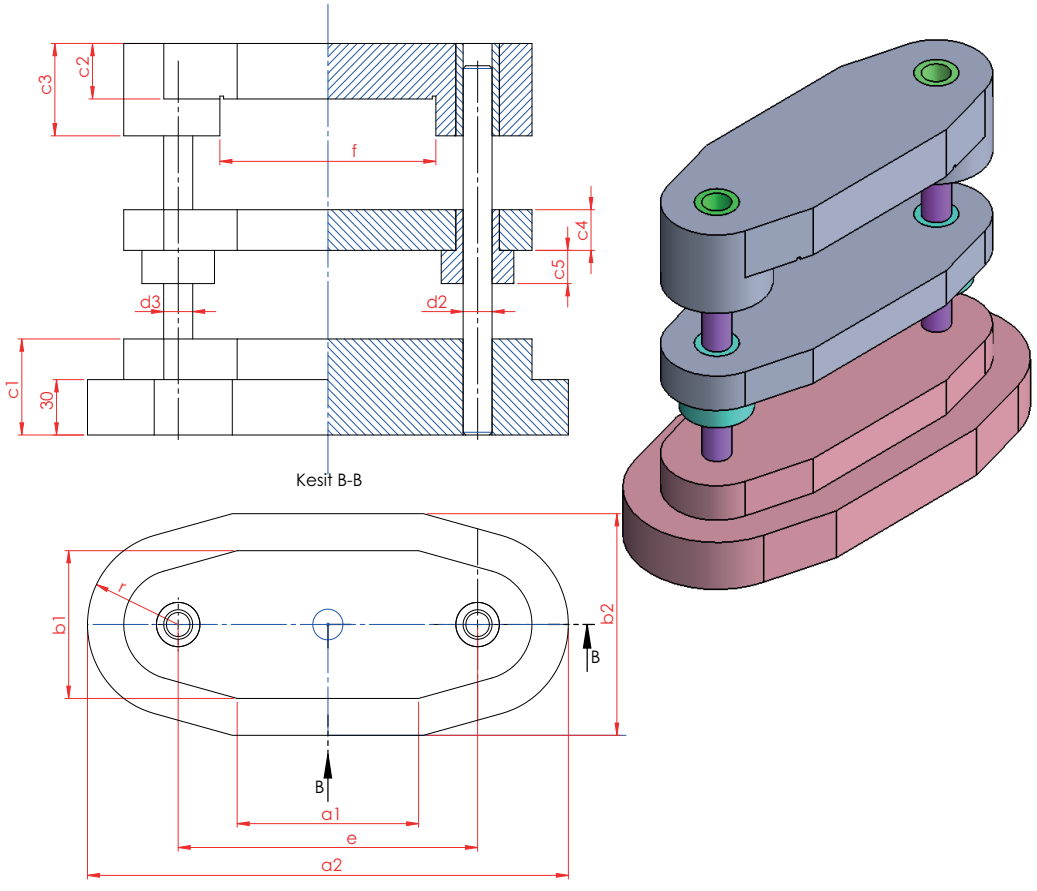
Tablo 5.18: Taşıyıcı Halka

A	D1	D2	L	H	P (kg)	K	E	M
25	25	45	17	45	230	10	8	M10 X 1,50
30	30	54	20,5	53	340	12	10	M12 X 1,75
35	35	63	27	62	490	14	12	M14 X 2,00
35	35	63	27	62	700	14	12	M16 X 2,00
40	40	72	30	71	900	16	14	M18 X 2,50
40	40	72	30	71	1200	16	14	M20 X 2,50
45	45	92	34	90	1500	18	18	M22 X 2,50
50	50	90	36	90	1800	20	18	M24 X 3,00
50	50	90	36	90	1800	20	18	M27 X 3,00
65	60	108	45	109	360	24	22	M30 X 3,50



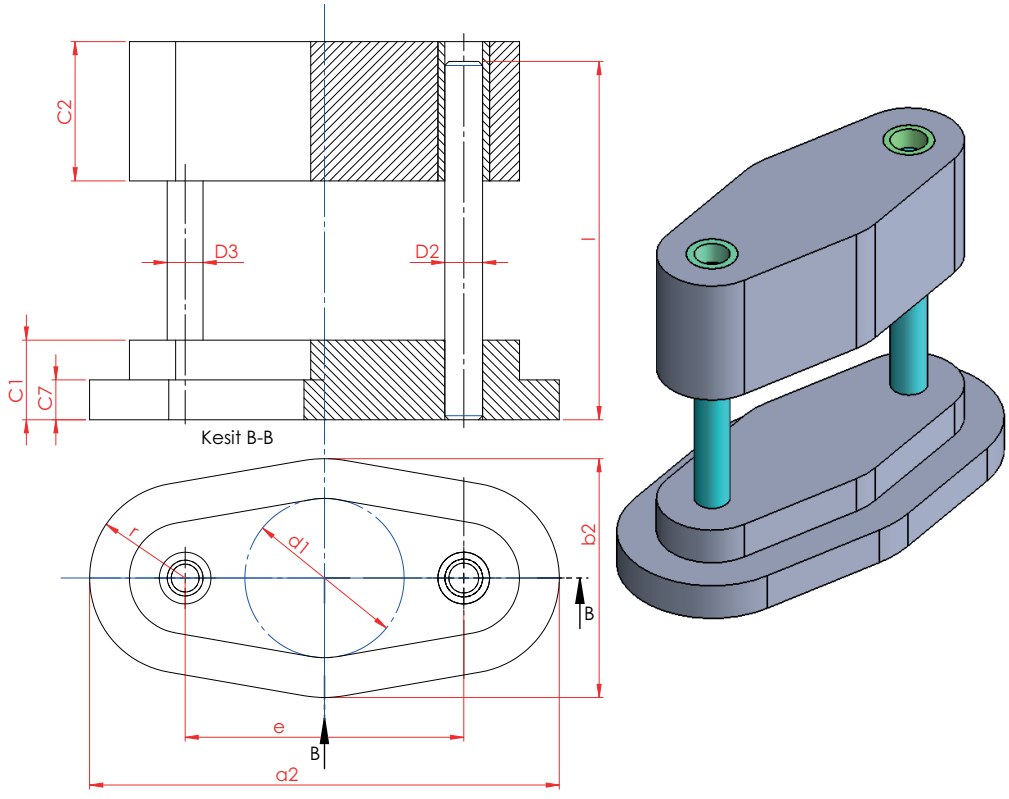
Tablo 5.19: Taşıyıcı Halka

A	B	D	E	F	G	H	K	W (kg)
25	25	45	17	45	230	10	8	M10 X 1,50
30	30	54	20,5	53	340	12	10	M12 X 1,75
35	35	63	27	62	490	14	12	M14 X 2,00
35	35	63	27	62	700	14	12	M16 X 2,00
40	40	72	30	71	900	16	14	M18 X 2,50
40	40	72	30	71	1200	16	14	M20 X 2,50
45	45	92	34	90	1500	18	18	M22 X 2,50
50	50	90	36	90	1800	20	18	M24 X 3,00
50	50	90	36	90	1800	20	18	M27 X 3,00
65	60	108	45	109	360	24	22	M30 X 3,50



Tablo 5.20: Kalıp Setleri

a1xb1	a2	b2	c1	c2	c3	c4	c5	d2	d3	e	f	l	r	
80x63	235	103	50	30	50	18	14	19	18	140	104	160	27	M 20X1.5
100x80	265	120	50	30	50	22	18	25	24	165	119	160	30	M 20X1.5
125x100	290	140	50	40	60	22	18	25	24	190	144	170	30	M 24X1.5
160x125	355	165	56	40	60	27	18	32	30	240	184	180	37	M 24X1.5
200x160	395	200	56	50	70	27	18	32	30	280	224	200	37	M 30X2
250x200	496	250	63	50	70	32	24	42	40	350	284	220	48	M 30X2

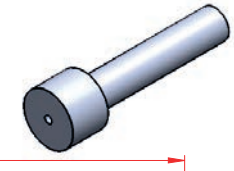


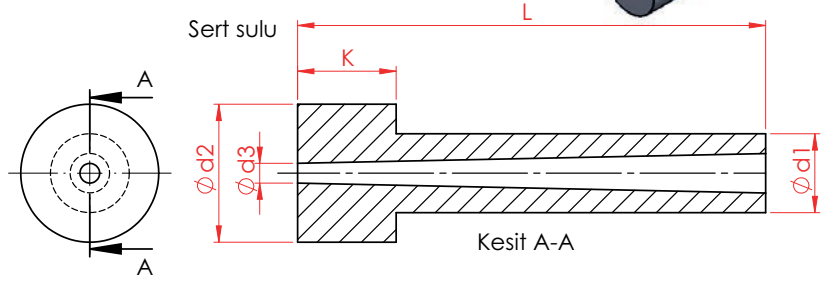
Tablo 5.21: Merkezden Sütunlu Kalıp Setleri

d1	a2	b2	c1	c2	c7	d2	d3	e	ı	r
63	182	100	40	65	20	16	15	106	140	20
80	236	120	50	70	30	19	18	140	160	28
100	275	140	50	75	30	25	24	165	160	35
125	300	165	50	80	30	25	24	190	160	35
160	360	200	56	90	30	32	30	240	180	40
200	400	240	56	100	30	32	30	280	190	40

Plastik Enjeksiyon Yolluğu

Malzemesi: 38 NCD4
Sertlik derecesi: 60/62 HRC



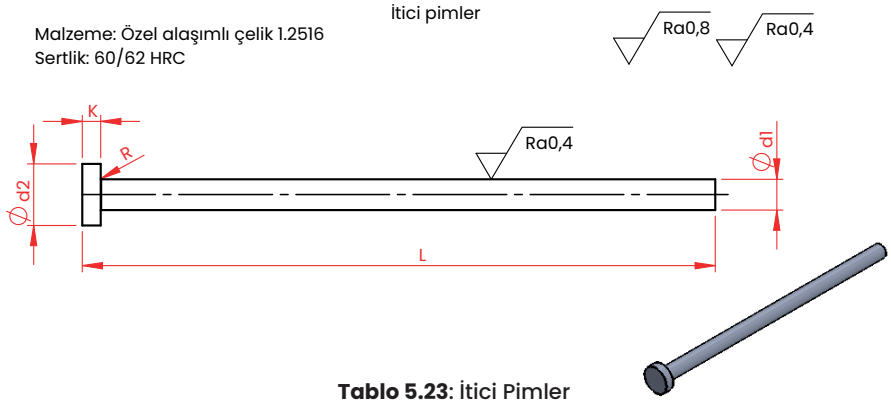


Tablo 5.22: Plastik Enjeksiyon Yolluğu

Ød1	**Ød1**	**L**	**K**	**Ød1**
Ø mm 12/14/16/18	28	50	20	3,3/4,5
Ø mm 12/14/16/18	28	65	20	3,3/4,5
Ø mm 12/14/16/18	28	75	20	3,3/4,5
Ø mm 12/14/16/18	28	85	20	3,3/4,5
Ø mm 12/14/16/18	28	95	20	3,3/4,5
Ø mm 12/14/16/18	28	105	20	3,3/4,5
Ø mm 12/14/16/18	28	115	20	3,3/4,5
Ø mm 12/14/16/18	28	125	20	3,3/4,5
Ø mm 12/14/16/18	28	135	20	3,3/4,5
Ø mm 12/14/16/18	28	150	20	3,3/4,5

İtici pimler

Malzeme: Özel alaşımlı çelik 1.2516
Sertlik: 60/62 HRC



Tablo 5.23: İtici Pimler

d1	**d2**	**K**	**R**
1,0	2,5	1,2	0,2
1,5	3	1,5	0,2
2,0	4	2	0,2
2,5	5	2	0,3
3,0	6	3	0,3
3,5	7	3	0,3
4,0	8	3	0,3
4,5	8	3	0,3
5,0	10	3	0,3
5,5	10	3	0,3
6,0	12	5	0,5
6,5	12	5	0,5
7,0	12	5	0,5
7,5	12	5	0,5

d1	**d2**	**K**	**R**
8,0	12	5	0,5
8,0	14	5	0,5
8,5	14	5	0,5
9,0	14	5	0,5
10,0	16	5	0,5
10,5	16	5	0,5
11,0	16	5	0,5
12,0	18	7	0,8
13,0	22	7	0,8
14,0	22	7	0,8
16,0	22	7	0,8
18,0	24	7	0,8
20,0	26	8	1,0
25,0	32	10	1,0

ÖĞRENME BİRİMİ

PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLARI

KONULAR

6.1. PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLARININ ÖZELLİKLERİ
6.2. BASİT (MAÇASIZ) ENJEKSİYON KALIPLARI
6.3. MAÇALI ENJEKSİYON KALIPLARI
6.4. MAÇALI KALIP TASARIMI VE MONTAJI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Plastik enjeksiyon kalıp elemanlarının hesaplarını yapma
- Plastik enjeksiyon kalıp tasarımı yapma
- Kalıp standart çizelge ve katalogları kullanma
- Kalıp teknik ve meslek resimlerini çizme

TEMEL KAVRAMLAR

Plastik, termoplastik, termoset, elastomer, plastik enjeksiyon kalıbı, maçalı kalıp, maçasız kalıp

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Plastik enjeksiyon kalıplarına neden ihtiyaç duyulur?
2. Plastik enjeksiyon kalıpları ile üretilen parçaları farklı üretim yöntemleri ile üretmek mümkün müdür?

6.1. PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLARININ ÖZELLİKLERİ

Plastik, "kalıplandırmak veya şekillendirmek" anlamına gelen Yunanca "plassein" fiilinden türemektedir. Rivayete göre 1863'te New York'taki (Niv York) bir bilardo tedarikçisi, fildişi yerine benzer özellikte bir alternatif malzeme bulabilene on bin dolarlık bir ödül vaat eden bir gazete ilanı yayımladı. New York'ta genç bir matbaacı kalfası olan John Wesley Hyatt (Vesliy Hayıt), reklamı okudu ve bu malzemeyi yapabileceğine karar verdi.

Yıllarca süren deneme yanılma sürecinden sonra, Hyatt'ın çabaları 1869'da sonuç verdi. Doğal bir polimerden (pamuktaki selülozdan) bilardo topları üretildi ancak bu malzeme, bilinen doğal plastiklerin hiçbirinin sahip olmadığı çok yönlü özelliklere sahipti.

Bu yeni malzeme için tarihçi Robert Friedel (Rabırt Fridıl) "İnsanlar bu maddelerde ahşabın, demirin ve camın can sıkıcı sınırlarını aşmanın yollarının ilk ipuçlarını gördüler." betimlemesini yaparak buluşun insanlık tarihindeki önemine vurgu yapmaktadır.

1872'de Hyatt kardeşlerin ilk plastik enjeksiyon makinesinin patentini almasıyla başlayan süreç, plastik malzemelerin gelişen teknoloji sayesinde hayatın her alanında kullanılmasıyla devam etmektedir. Termoplastik malzemelerin günümüzde çok tercih edilmesinin birçok sebebi bulunmaktadır. Bu malzemelerin kolay işlenebilmesi, hafif olması ve çeşitli kimyasal maddelere olan dayanımı, yalıtkan olma özelliği, kolay şekillenebilmesi, metallerden hafif olması ve ısı enerjisi yardımıyla tekrar tekrar şekillendirilebilme özellikleri bunların başında gelir. Termoplastik malzemeler ürünlere dönüştürülürken birçok yöntem kullanılmaktadır. Enjeksiyon metodu ile kalıplama yöntemi en önemlilerinden biridir.

Termoplastik, ısıtıldığında katı hâlden sıvı faza geçen ve soğutulduğunda ise tekrar katılaşan polimer reçinelerinden üretilen bir plastik türüdür.

Plastikler, metal ve ahşap benzeri malzemelerden farklı özelliklere sahip sentetik maddelerdir. Normal koşullarda katı hâlde bulunan, ısı ve basınç altında sıvı hâle dönüşerek mekanik veya kimyasal yöntemlerle kolaylıkla istenilen şekle dönüşebilen polimer maddelerdir.

Günlük yaşamda kullanılan plastiklerin büyük bir bölümü, petrol ve doğal gazın rafine edilmesi sonucunda elde edilen hidrokarbon moleküllerinden yapılmıştır.

6.1.1. Plastiklerin Sınıflandırılması

Plastikler; üretiminin kolay, ham madde ve üretim maliyetlerinin düşük olmasından kaynaklı olarak en çok tercih edilen malzemelerin başında gelir. Hayatın her alanında kullanılan plastikler; oyuncak sanayisinden ev eşyasına, mobilya aksesuarlarından elektronik sanayisine, otomotiv sanayisinden havacılık sanayisine kadar birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Plastiklerin bilinen 400 farklı çeşidi bulunmaktadır. Her birinin kendine göre farklı özelliklere sahip olması, malzeme çeşitliliği ve sorunlara çözüm üretmekte farklı seçenekler sunmaktadır. Plastikler; üretim yöntemleri, ısı karşısındaki davranışları, kristal yapıları, molekül yapıları gibi özellikleri göz önünde bulundurularak termoplastikler, termosetler ve elastomerler olarak üç gruba ayrılır.

6.1.1.1. Termoplastikler

Termoplastikler ısı aldığında yumuşar ve şekil verilebilir duruma gelir. Molekül yapıları genelde düz zincirli veya hafif dallanmış yapıdadır. Bu polimerler 150-175°C'ye kadar dayanım ve direngenliklerini korur.

Sıkça kullanılan mühendislik termoplastikleri şunlardır:

1. Akrilonitrilbutadienstiren(ABS)
2. Polikarbonat (PC)
3. Polimetilmetakrilat(PMMA)
4. Termoplast poliesterler(PET/PBT)
5. Polivinilklorid(PVC)
6. Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE)
7. Polisülfon (PSU)
8. Polietilen (PE)
9. Polipropilen (PP)
10. Poliasetal (POM)
11. Ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen (UHMWPE)
12. Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE)
13. Poliamid (PA,naylon)

6.1.1.2. Termosetler

Termoset polimerler, moleküler ağ yapısının bir karakteristiğinden (yüksek oranda çapraz bağ yapısına sahip olma durumu) dolayı soğutulup ısıtıldıktan sonra tekrar şekillenemeyen sert, kırılgan özelliklere sahip plastiklerdir. Termoset ürünler genellikle 200 ile 300 °C üretim sıcaklığında kalıptan çıkartılabilir. Fenol-formaldehit buna en iyi örnektir. Ancak termoplastiklerde durum farklıdır. Çünkü termoplastikler, şekil bozukluğu olmaması için kalıpta soğutulmalıdır. Termoset plastikler önemli derecede sahip oldukları dayanım ve benzeri özelliklerden dolayı bazı durumlarda metallere alternatif oluşturabilecek malzemelerdir.

Özel sentetik reçinelerden oluşturulan termosetler, yalnız başına kullanılamayan ancak başka maddeler ile karıştırıldığında üretimde kullanılmaya uygun malzemelerdir. Tıpkı termoplastikler gibi bu malzemeler de ısıtıldığında yumuşar ve akışkan hâle gelir. Bu işlem sırasında kendisine uygulanan belli bir basınç ile sıkıştırılarak kalıplara doldurulur.

6.1.1.3. Elastomerler

Elastomerlerin kauçuk gibi davranışın sergilendiği plato bölgesi belirgindir. Bu özellik malzemenin oda sıcaklığında sahip olduğu doğal davranıştır. Bu özelliğinden dolayı da malzemeye uygun olarak bir kuvvet uygulandığında kuvvetin şiddetine bağlı olarak malzeme uzayıp genişleyebilir. Uygulanan kuvvet ortadan kalkınca da ilk hâline geri döner.

6.1.2. Plastiklerin Özellikleri

- Metal malzemelere alternatif mekanik özelliklere sahiptir.
- Isı yardımıyla istenilen ürüne dönüşebilme özellikleri yüksek ve aynı zamanda işleyerek şekil vermek de diğer malzemelere oranla basittir.
- İstenilen özellikleri elde edebilmek için katkı maddelerinin kullanılmasına uygundur.
- Yalıtkan özelliği yüksek olup ısı ve elektrik iletkenliği oldukça düşüktür.
- Özgül ağırlığı düşüktür.
- Saydamdır.
- Korozyona karşı dayanıklıdır.
- Geri dönüşüm özelliğine sahiptir.
- Üretim maliyetleri düşüktür.

6.1.3. Plastik Enjeksiyon Kalıpları

Plastik malzemeleri istenilen nihai ürüne kolay ve hızlı bir şekilde dönüştürebilmek, üretimde bütünlük sağlayarak eş parçaları az zamanda daha ucuza mal etmek üzere metal malzemeler üzerinde ürün şekline bağlı olarak oluşturulan boşluklara **plastik enjeksiyon kalıpları** denmektedir. Genellikle erkek ve dişi olmak üzere iki metal setten oluşmakta fakat bazen elde edilmek istenen ürünün şekline bağlı olarak maçalar da kullanılmaktadır. Plastik enjeksiyon kalıplarının ilk aşaması, kalıp setleri ve ihtiyaç hâlinde kalıp içinde oluşturulmuş maça boşluklarına uygun maçaların hazırlanmasıdır. Plastik enjeksiyon kalıplarının üretime geçebilmesi için öncelikle hazırlanmış olan kalıp setlerinin enjeksiyon makinesine bağlanabilmesi, uygun bir kalıp kasası olarak nitelendirilen, içerisinde kalıp setlerinin olduğu, üretim için gerekli olan soğutma ve itici grubu oluşturulması işlemlerinin tamamlanıp kalıp kasasının enjeksiyon makinesine bağlanması gerekmektedir. İçerisinde erkek, dişi ve bazen de maçaların (Ürün yapısında yer alan fakat kalıpta normal şartlarda elde edilmesi mümkün olmayan figür, boşluk ve benzeri şeylerin oluşturulmasına yardımcı olan yapı birimidir.) yer aldığı kalıp setinin enjeksiyon makinesinin mengenesine bağlanabilmesi ve aynı zamanda kalıbın sağlıklı üretim yapabilmesi için izlenmesi gerekli birtakım işlem sırası mevcuttur.

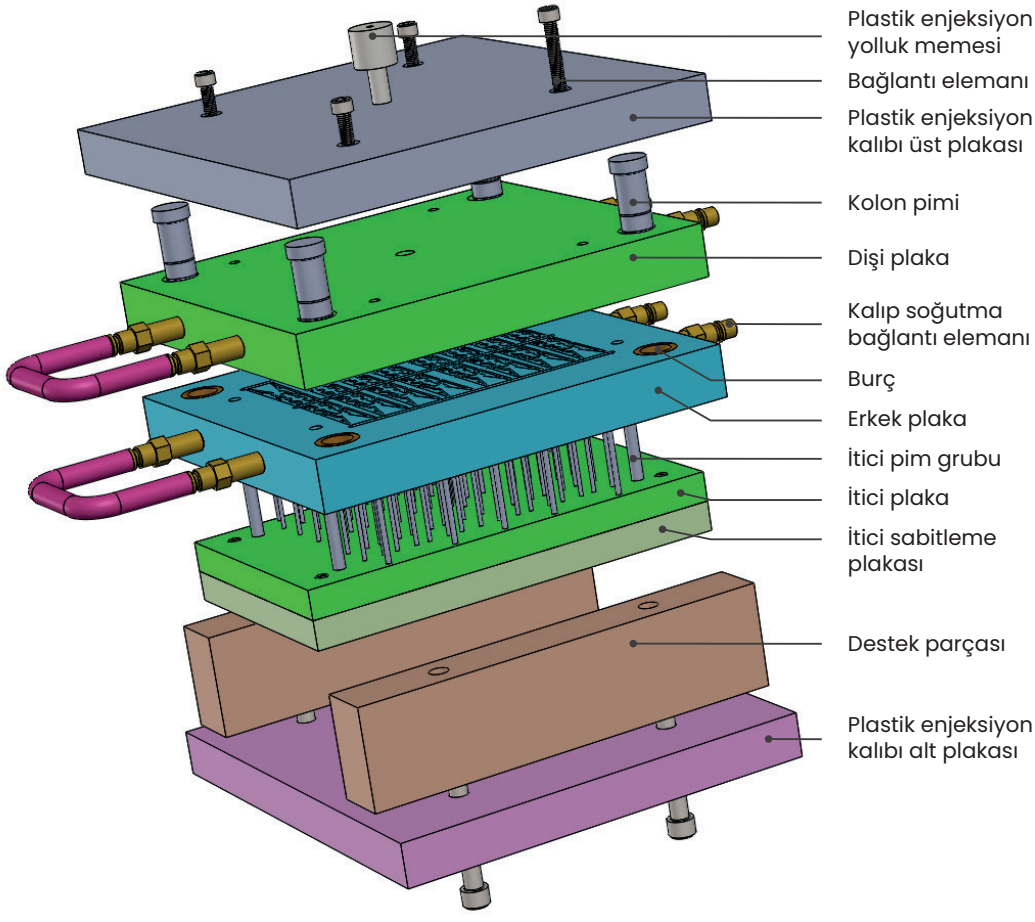
6.1.3.1. Plastik Enjeksiyon Kalıplarında İzlenmesi Gereken İşlem Sırası

1. Üretilecek nihai ürünün çiziminin yapılması
2. Ürünün erkek ve dişi kalıplarının oluşturulması
3. Üründe maça gerektirecek durumlar mevcut ise buna uygun maçaların oluşturulması ve oluşturulan maçalara uygun boşluk ve benzeri durumların erkek ve dişi kalıba yansıtılması
4. Dişi kalıp üzerinde yolluk boşluklarının ve meme deliğinin oluşturulması
5. Erkek kalıp üzerinde yolluk boşluklarının ve itici grubu deliklerinin oluşturulması
6. Kalıbın soğutma işleminin sağlıklı olabilmesi için dişi ve erkek kalıp soğutma deliklerinin açılması ve bağlantıları için vidalarının çekilmesi
7. Dişi ve erkek kalıbın içine yerleştirileceği kalıp setinin (enjeksiyona bağlanılabilmesi için gerekli olan burçlar, yaylar, itici pimler, kolon pimleri ve plakaların) hazırlanması
8. Plastik enjeksiyon kalıp montajının yapılması

6.1.3.2. Plastik Enjeksiyon Kalıplarının Tasarımında Göz Önünde Bulundurulması Gereken Durumlar

1. Nihai ürüne uygun kalıp yerleşim planı yapılmalıdır.
2. Ergitilmiş olan plastik malzemenin tüm kalıp gözlerine (ergiyik malzemenin dolarak ürünün oluşacağı boşluk) homojen bir şekilde dolabilmesi için yolluk kanalları parçaya uygun açılmalıdır.
3. Kalıba yerleştirilecek ürünün yolluk uyumuna dikkat edilmeli, parçaya ergiyik malzemenin akması için açısal olarak açılan yolluk bağlantı oyuğunun ürün üzerinde bir iz bırakmamasına dikkat edilmelidir.
4. Kalıp tasarımı sırasında ürün boyutları ve hacmi göz önünde bulundurularak kalıbın kaç gözlü olabileceği, enjeksiyon makinesinin kapasitesine uygun olarak belirlenmelidir.
5. Kalıp gözlerinde oluşan ürünün kalıp açıldıktan sonra kalıptan çıkmasını kolaylaştırmak için itici pimler doğru yerlere konmalıdır.
6. Kalıp boşluklarına dolmuş olan ergiyik malzeme, hızlı ve özdeş bir şekilde soğuması için soğutma kanallarının kalıp setinin uygun yerlerine konmalıdır.
7. Plastik enjeksiyon kalıbının, enjeksiyon makinesine bağlandığında açılıp kapanmasında sorunların oluşmaması, sağlıklı ve güvenli bir şekilde çalışabilmesi için yataklamalar düzgün yapılmalıdır.
8. Alıştırma yüzeyli kalıplarda alıştırma yüzeylerinin birbiri üzerine arada boşluk kalmayacak bir şekilde kapandığından emin olunmalıdır.
9. Ağır kalıpların iş makineleri ile taşınmasını kolaylaştırabilmek için kalıp üzerine taşıma aparatlarının sökülüp takılabileceği vida delikleri açılmalıdır.
10. Kalıbın itici pim ve yay grubunun işlevini yitirmesi veya bozulması anında kalıbın açılmasını kolaylaştırmak üzere kalıp üzerine demontajı kolaylaştırabilecek işlevler eklenmelidir.

6.1.3.3. Plastik Enjeksiyon Kalıp Elemanlarının Tanıtılması



Görsel 6.1: Kalıp elemanlarının tanıtımı

Plastik Enjeksiyon Yolluk Memesi: Enjeksiyon makinesinden gelen eriyik plastik malzemeyi dişi kalıba aktarır.

Bağlantı Elemanları: Parçaların sabitlenmesinde kullanılan sökülebilir birleştirme elemanlarıdır.

Plastik Enjeksiyon Üst Plakası: Dişi kalıba sabitlenerek kalıbın enjeksiyon makinesi mengene ünitesine bağlanması işlemini gerçekleştirir.

Kolon Pimi: Kalıbın sabit (dişi plaka bölümü) ile hareketli (erkek plaka bölümü) kısımlarının eş merkezli olarak hareketine kılavuzluk yapar.

Burç: Kolon pimlerinin çalışma esnasında zarar görmesini en aza indirmek üzere kullanılan merkezleme elemanlarıdır.

Kalıp Soğutma Bağlantı Elemanı: Çalışma sırasında kalıbın soğutulmasını sağlamak üzere kullanılan elemanlardır.

Dişi Plaka: Kalıbın sabit kısmında yer alan, ürün kalıp ayrım çizgisinin üst tarafında kalan kısmının boşluklarını üzerinde taşıyan kısımdır.

Erkek Plaka: Kalıbın hareketli kısmında yer alan, ürün kalıp ayrım çizgisinin altında kalan kısmının boşluklarını üzerinde taşıyan kısımdır.

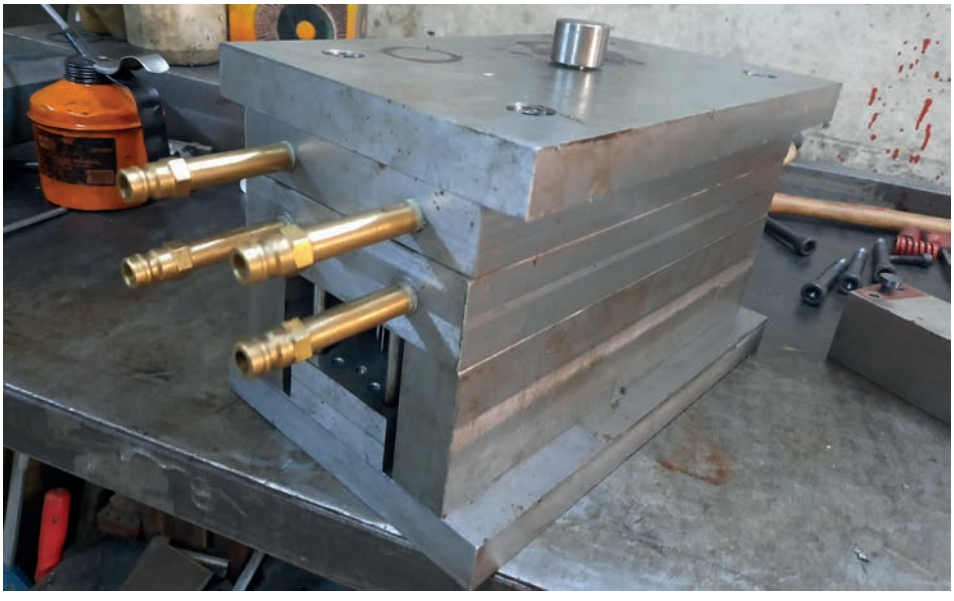
İtici Pim Grubu: Kalıp boşluğuna enjeksiyon makinesinden enjekte edilen ve ürüne dönüşen malzemenin boşluktan itilerek çıkarılmasını sağlayan elemanlardır.

İtici Plaka: İtici pimleri üzerinde taşıyan elemandır.

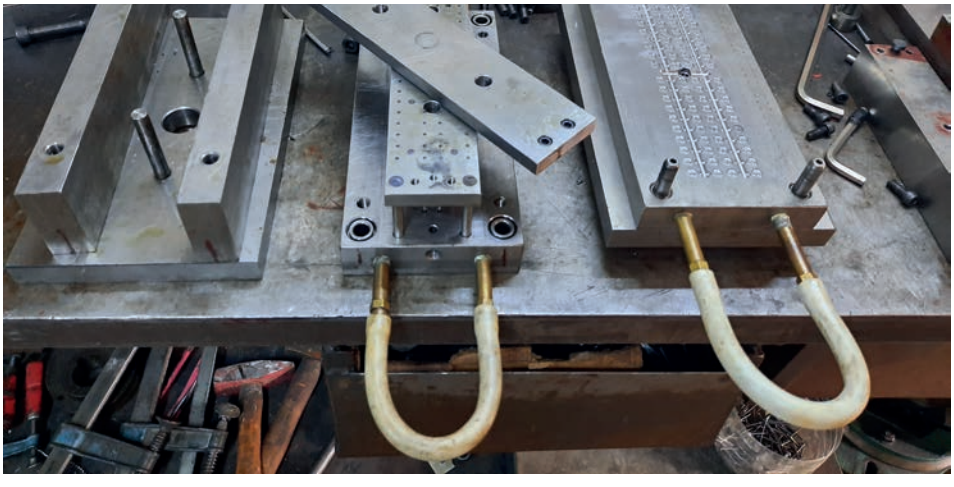
İtici Sabitleme Plakası: İtici plakaya bağlantı elemanları ile sabitlenerek itici pimlerin desteklenmesini gerçekleştiren elemandır.

Destek Parçası: Hareketli parçalara çalışma boşluğu sağlayan parçadır.

Plastik Enjeksiyon Alt Plakası: Kalıbın hareketli bölümünün mengene ünitesine bağlanmasını sağlayan bölümüdür.



Görsel 6.2: Plastik enjeksiyon kalıbı örneği



Görsel 6.3: Plastik enjeksiyon kalıbı montaj aşamaları

Görsel 6.4: Plastik enjeksiyon kalıbı montaj aşamaları

Plastik enjeksiyon kalıbı yöntemi kullanılarak üretilen ürünler ile günlük hayatın her alanında karşılaşmak mümkündür. **Görsel 6.5**'te bir evin içinde olması muhtemel ürünler görülmektedir.

Görsel 6.5: Plastik enjeksiyon yöntemi ile üretilen bazı ürünler

6.2. BASİT (MAÇASIZ) ENJEKSİYON KALIPLARI

Ürünün kalıptan çıkarılması için ek bir parça veya mekanizmaya ihtiyacın olmadığı, kalıbın işlenmesi sırasında kalıp ayrım çizgisine dik yüzeylerin olmadığı kalıplara **maçasız kalıp** denir.

Maçasız plastik enjeksiyon kalıbı tasarım aşamalarının anlatımı şeker tabağı kalıbı ör-

neği üzerinden anlatılacaktır. Bölümdeki diğer kalıp tasarımlarında da bu sıra takip edilecektir.

A) Şekerlik Tabağı Kalıbının Tasarlanması

1. Tasarımı Yapılacak Ürünün İncelenmesi

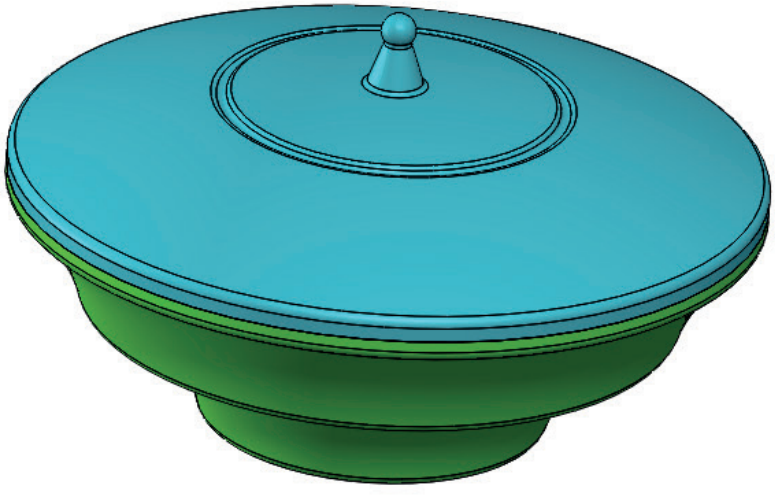
Ürün incelenmesi iki parametre üzerinden gerçekleşir: Birinci parametre, var olan bir ürüne kalıp tasarlamaktır. İkinci parametre ise yeni bir ürün tasarlayarak kalıp tasarımı gerçekleştirebilmektir.

Birinci aşama, üretimi devam eden bir ürün için kalıp yenilendiğinde veya üretimi hızlandırmak için ilave bir kalıp yapıldığında gerçekleşir. Burada dikkat edilmesi gereken konu, ürün ilk üretildiğinde karşılaşılan sorunların giderilmesi ve parçanın kolay bir şekilde kalıptan çıkması için gerekli şartların oluşturulmasıdır.

İkinci aşama ise yeni bir ürün ve kalıp tasarımının gerçekleşmesi durumudur. Muhtemel sorunları en aza indirebilmek için daha dikkatli olunması gerekmektedir. Yüzey kalitesinin önemi, kalıp ayrım yüzeyi, kalıbın maçalı veya maçasız olma durumu, kalıbın imalatı gerçekleştirmek için bağlanacağı enjeksiyon makinesinin kapasitesi dikkat edilmesi gereken durumlardır. Her iki parametreye örnek oluşturmak üzere şekerlik tabağı kalıbı ve mandal kalıbı örnekleri incelenecektir. Şekerlik tabağı kalıbı yeni bir ürün tasarımı yapılarak gerçekleşecek olan bir süreç iken mandal kalıbı, var olan ürüne ilave bir kalıp hazırlamak üzere gerçekleştirilecek bir süreçtir.

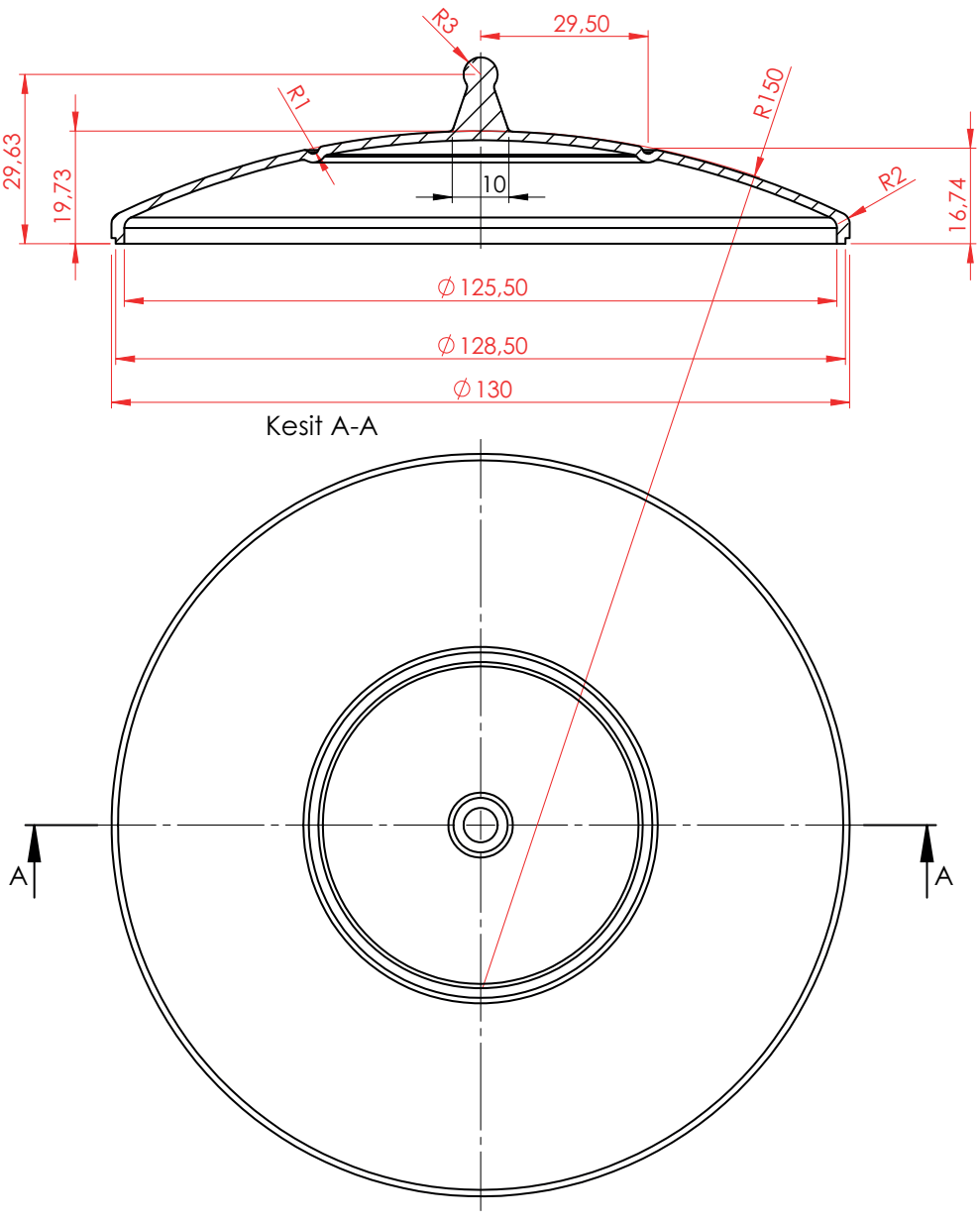
2. Şekerliğin Üç Boyutlu Tasarımının Yapılması

Yeni bir ürün tasarımının ilk aşaması, bilgisayar destekli çizim programı ortamında üretilecek ürünün üç boyutlu çiziminin oluşturulmasıdır. **Görsel 6.6**'da görüldüğü gibi ilgili ürün, çizim programı ortamında gerçeğe uygun olarak tasarlanmıştır.



Görsel 6.6: Şekerlik tabağının üç boyutlu gösterimi

3. Şekerlik Tabağı Yapım Resminin Çizilmesi

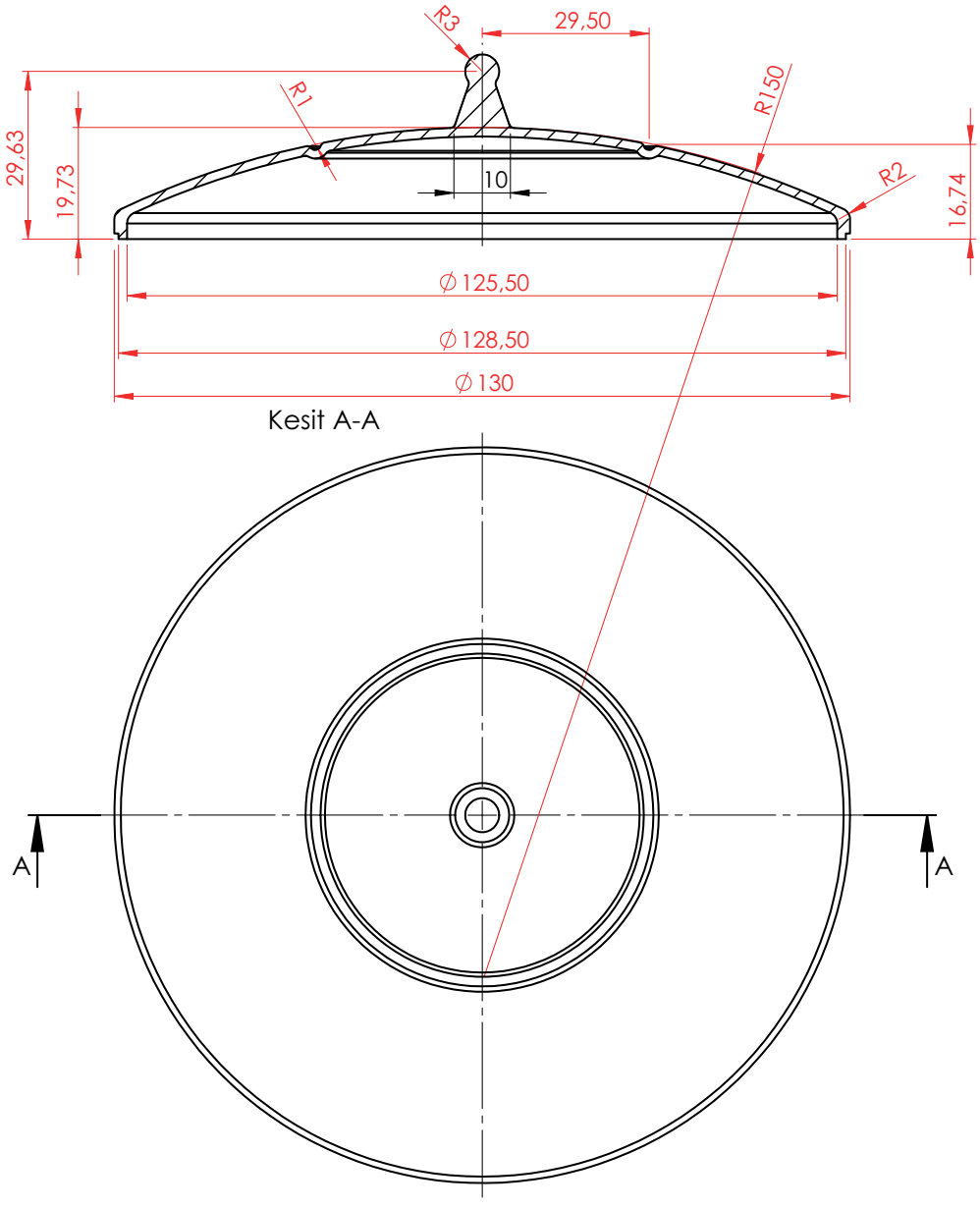


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

PA 6	1/1	1	Şekerlik tabağı kapağı		01-02
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

4. Şekerlik Tabağı Kapağının Yapım Resminin Çizilmesi



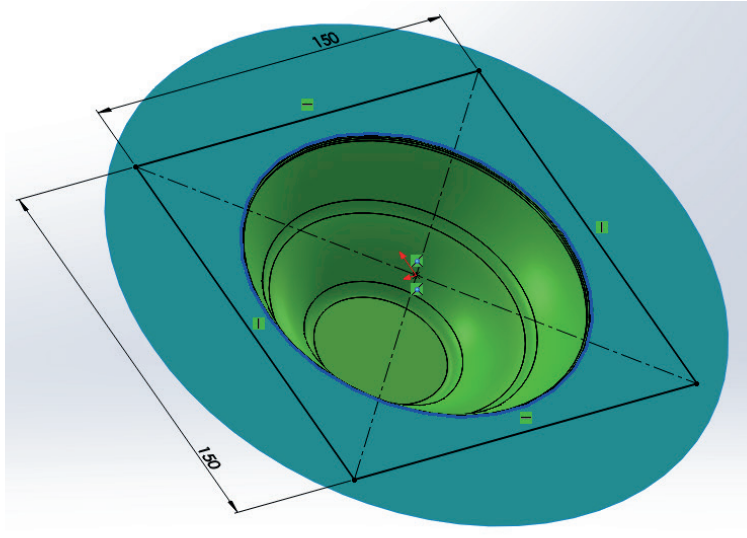
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

PA 6	1/1	1	Şekerlik tabağı kapağı		01-02
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

Şekerliğin ve şekerlik kapağının yapım resminin oluşturulması aşaması, imalatın planlanması açısından önem taşır. Bu aşamada ürün ebatları hakkında bilgi elde edilir ve ürünün üretimine uygun malzeme ölçüleri belirlenir. İmalat öncesi malzeme siparişi verilir ve temin edilen malzemelerin CNC tezgâh mengenelerine kolay ve sağlıklı bir şekilde bağlanabilmesi için freze ve taşlama tezgâhlarında ön tesviye işlemleri gerçekleştirilir.

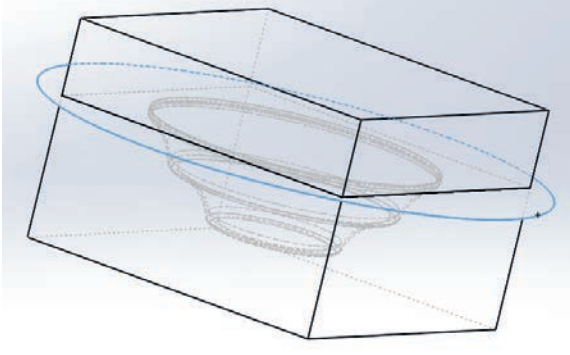
5. Şekerlik Tabağı Kalıp Ayrım Yüzeyinin Oluşturulması



Görsel 6.7: Şekerlik tabağı kalıp ayrım yüzeyinin oluşturulması

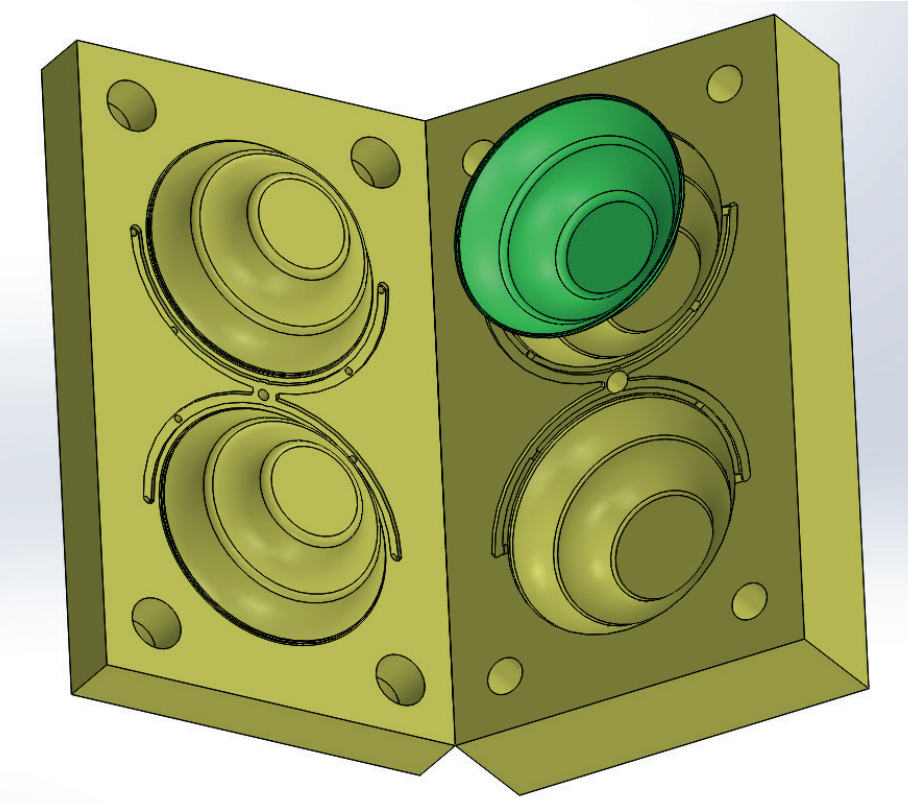
Bir ürünün üç boyutlu bilgisayar destekli çizim programlarında kalıp resmi oluşturulduğunda ilk işlem, **Görsel 6.7**'deki gibi kalıp ayrım yüzeyinin belirlenmesi aşamasıdır. Bu aşamada, üretilecek ürünün istenilen kalite ve ölçüde üretilmesi hayati önem taşır. Ürünün kalıplanması sırasında ters açıda ürün detaylarının kalmaması ve kalıptan kolay çıkması açısından kalıp ayrım yüzeyi belirlenirken dikkat edilmesi gerekmektedir.

6. Şekerlik Tabağı Erkek ve Dişi Plaka Tasarımının Yapılması



Görsel 6.8'de görüldüğü üzere kalıp ayrım yüzeyi oluşumu sonrasındaki aşama, CAD (bilgisayar destekli çizim) programında ilgili ürün ve kalıp ayrım yüzeyi kullanılarak kalıp erkek ve dişi plakalarının oluşturulmasıdır.

Görsel 6.8: Şekerlik tabağı erkek ve dişi plaka tasarımı



Görsel 6.9: Şekerlik tabağı erkek ve dişi plaka tasarımı

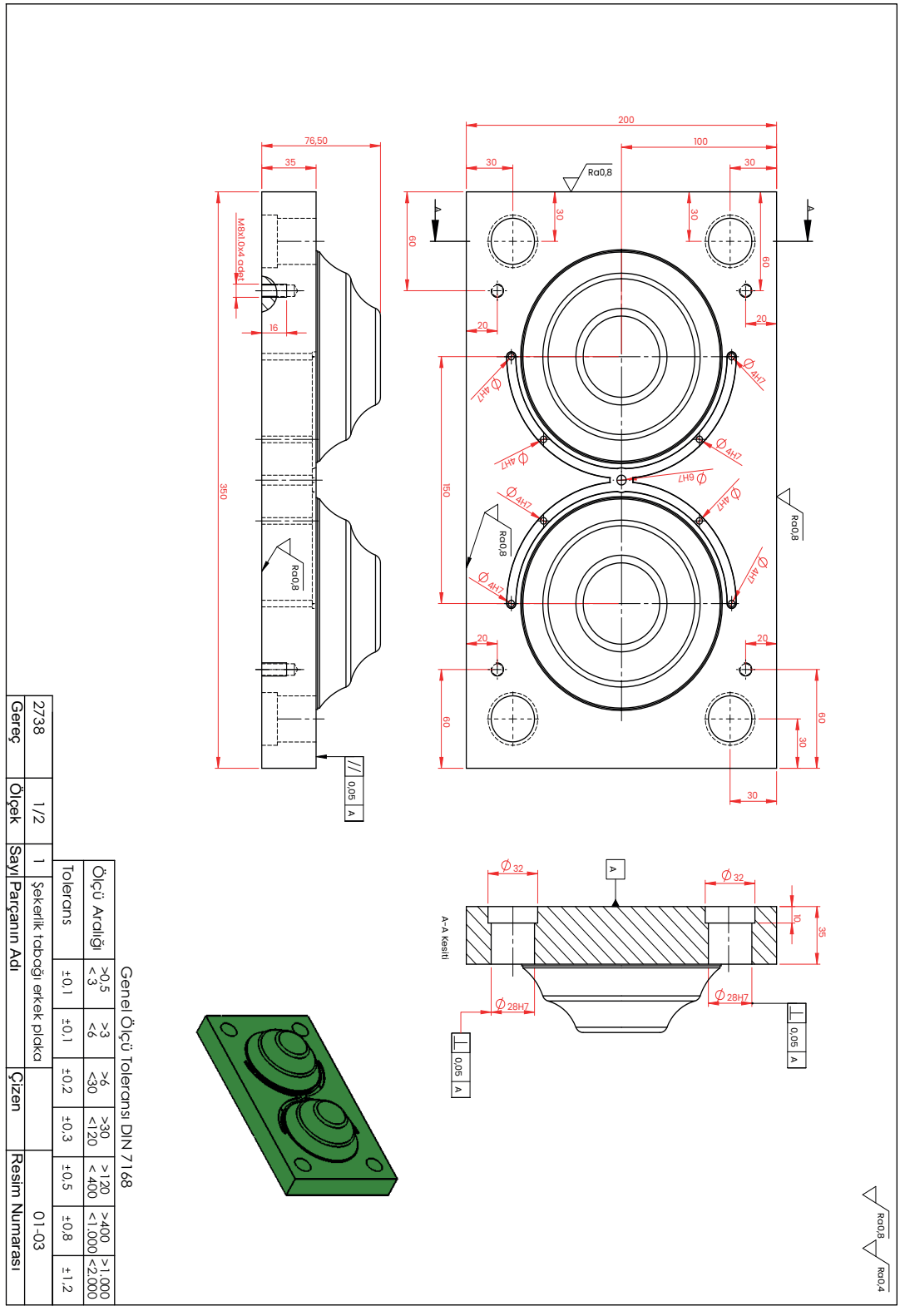
Çekirdek kalıbı **Görsel 6.8**'de oluşturulmuş olan ürünün üretim sırasında tek baskıda iki ürün elde etmek üzere yeniden şekillendirildiği aşamadır. Bu aşama erkek ve dişi plaka üzerindeki tüm detayların tamamlandığı ve plakaların son hâlini aldığı aşamadır **(Görsel 6.9)**.

Bu aşamada kalıpta yapılması muhtemel işlemler şunlardır:

1. Kalıp, baskı adedine göre şekillenir. Plakalar üzerine yolluk kanalları açılır.
2. Burç ve kolon pimlerinin delikleri, kullanılacak standart elemanlara uygun açılır.
3. Erkek plakaya ürünün kalıptan çıkmasına yardımcı olabilecek itici pim delikleri açılır.
4. Erkek ve dişi plakaların montajı için bağlantı delikleri açılır ve vidalar çekilir.
5. Kalıpta soğutma işlemini gerçekleştirmek için delikler açılır ve vidalar çekilir.
6. Dişi kalıba yolluk memesi deliği açılır.
7. Yolluk kanallarından ürüne yolluk memesi aracılığıyla enjekte edilecek ergiyik malzemenin akması için uygun yerinden kanallar açılır.*

* Malzemenin dişi plakada oluşturulan ürün boşluklarına dolması için açılan kanalların, ürünün dış kısmına açılması gerekmektedir. Çünkü ürün kalıptan çıktıktan sonra kanalların açıldığı noktada ürün üzerinde çapaklar oluşmaktadır. Bu çapakların imalattan sonra kolay bir şekilde temizlenmesi önemlidir.

7. Şekerlik Tabağı Erkek Plaka Tasarımının Yapılması

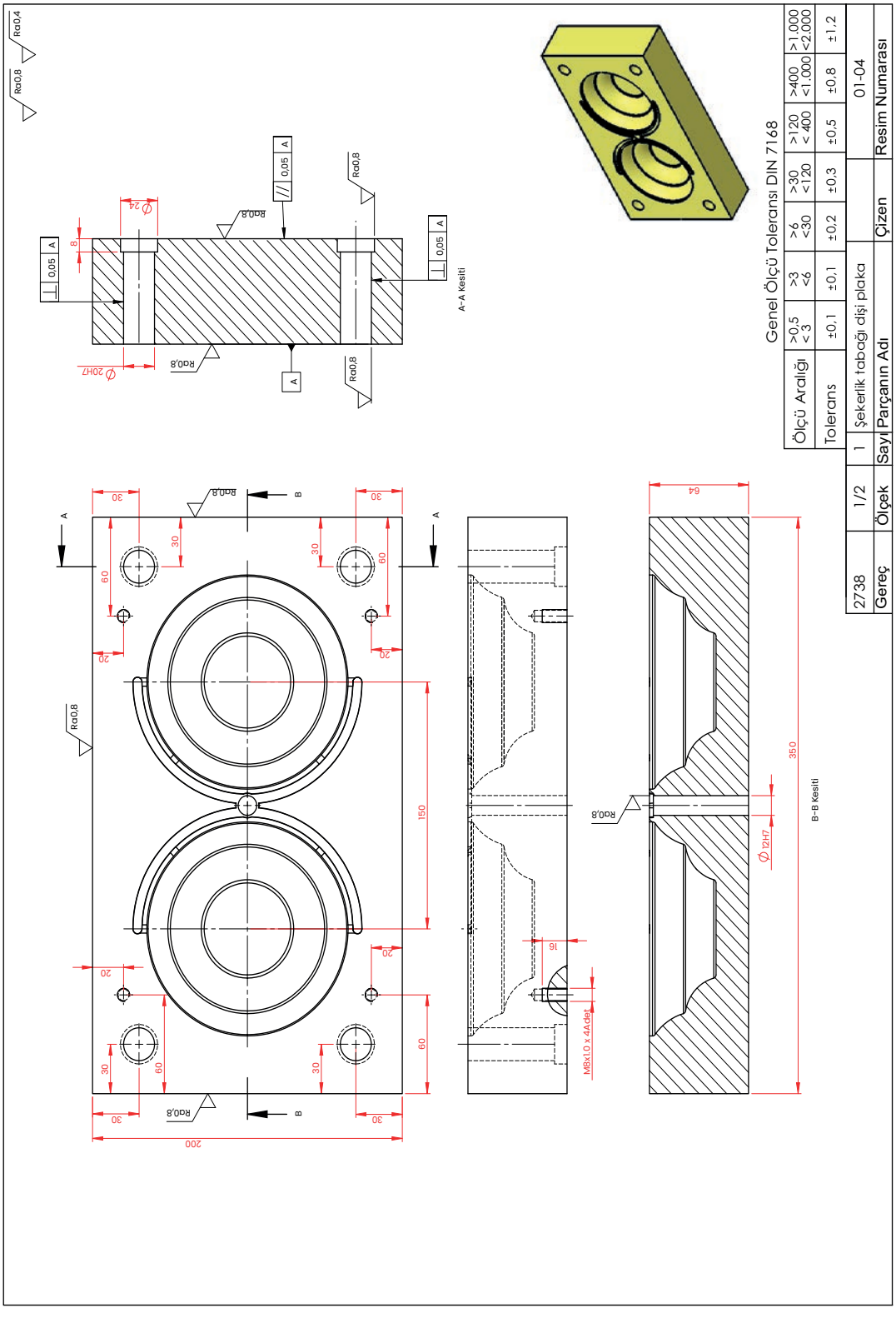


Gereç	2738
Ölçek	1/2
Sayı	1
Parçanın Adı	Şekerlik tabağı erkek plaka
Çizen	
Resim Numarası	01-03

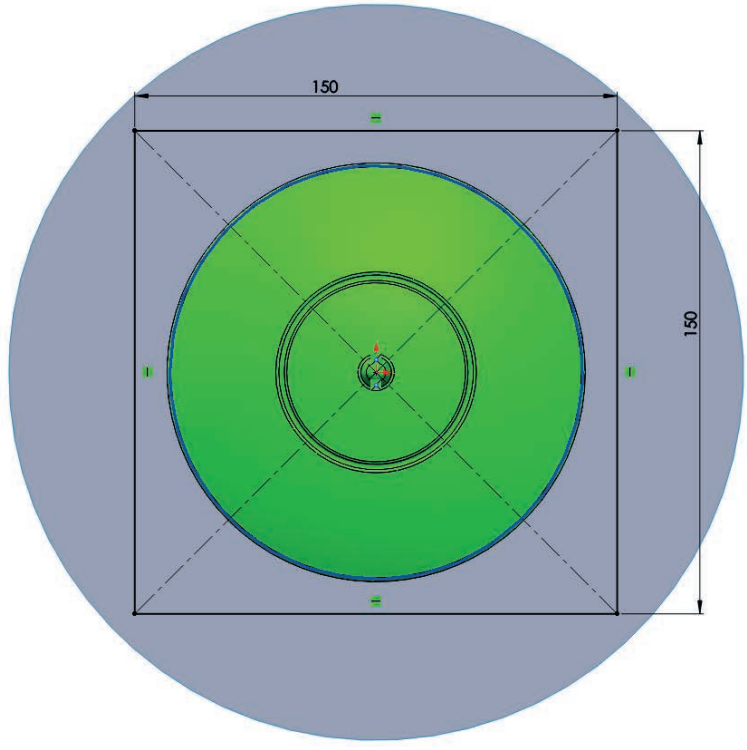
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

8. Şekerlik Tabağı Dişi Plaka Tasarımının Yapılması

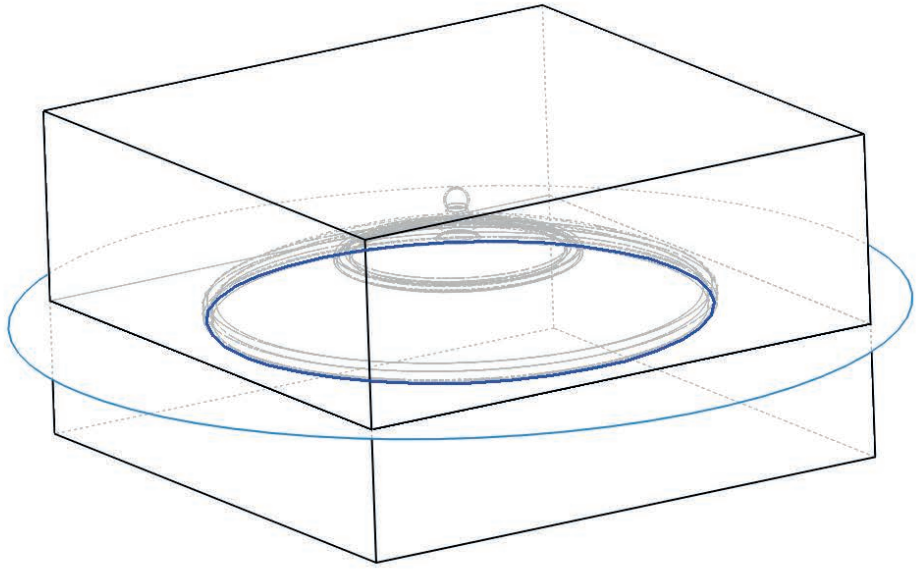


9. Şekerlik Tabağı Kapağı Kalıp Ayrım Yüzeyinin Oluşturulması

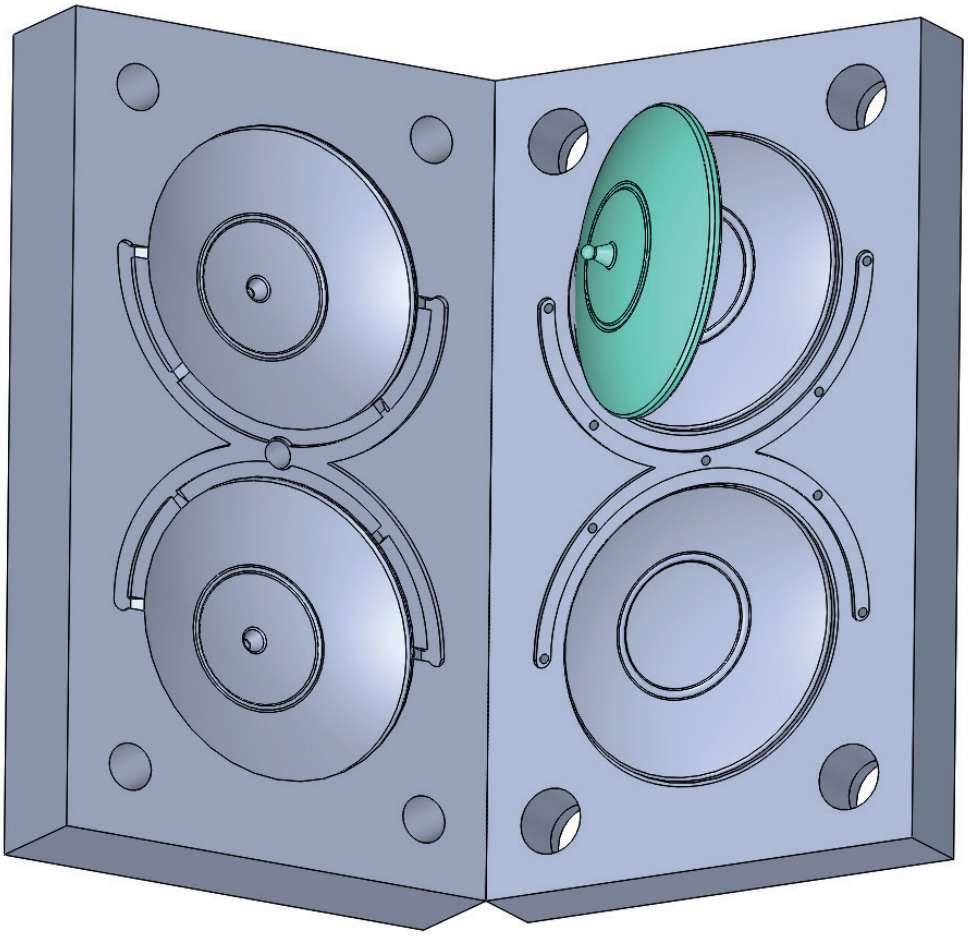


Görsel 6.10: Şekerlik tabağı kapağı kalıp ayrım yüzeyinin oluşturulması

10. Şekerlik Tabağı Kapağı Erkek ve Dişi Plaka Tasarımının Yapılması



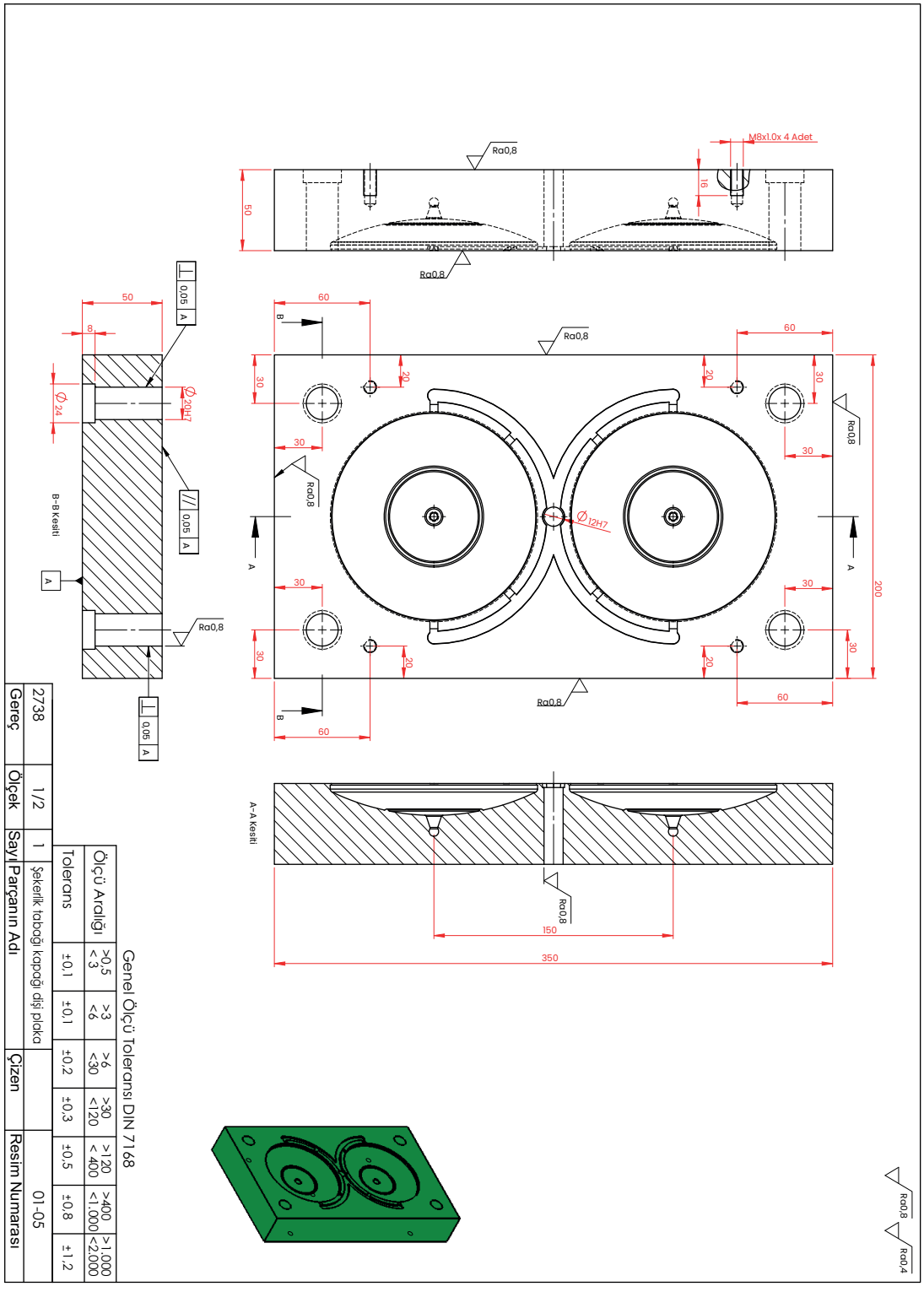
Görsel 6.11: Şekerlik tabağı kapağı erkek ve dişi plaka oluşumu



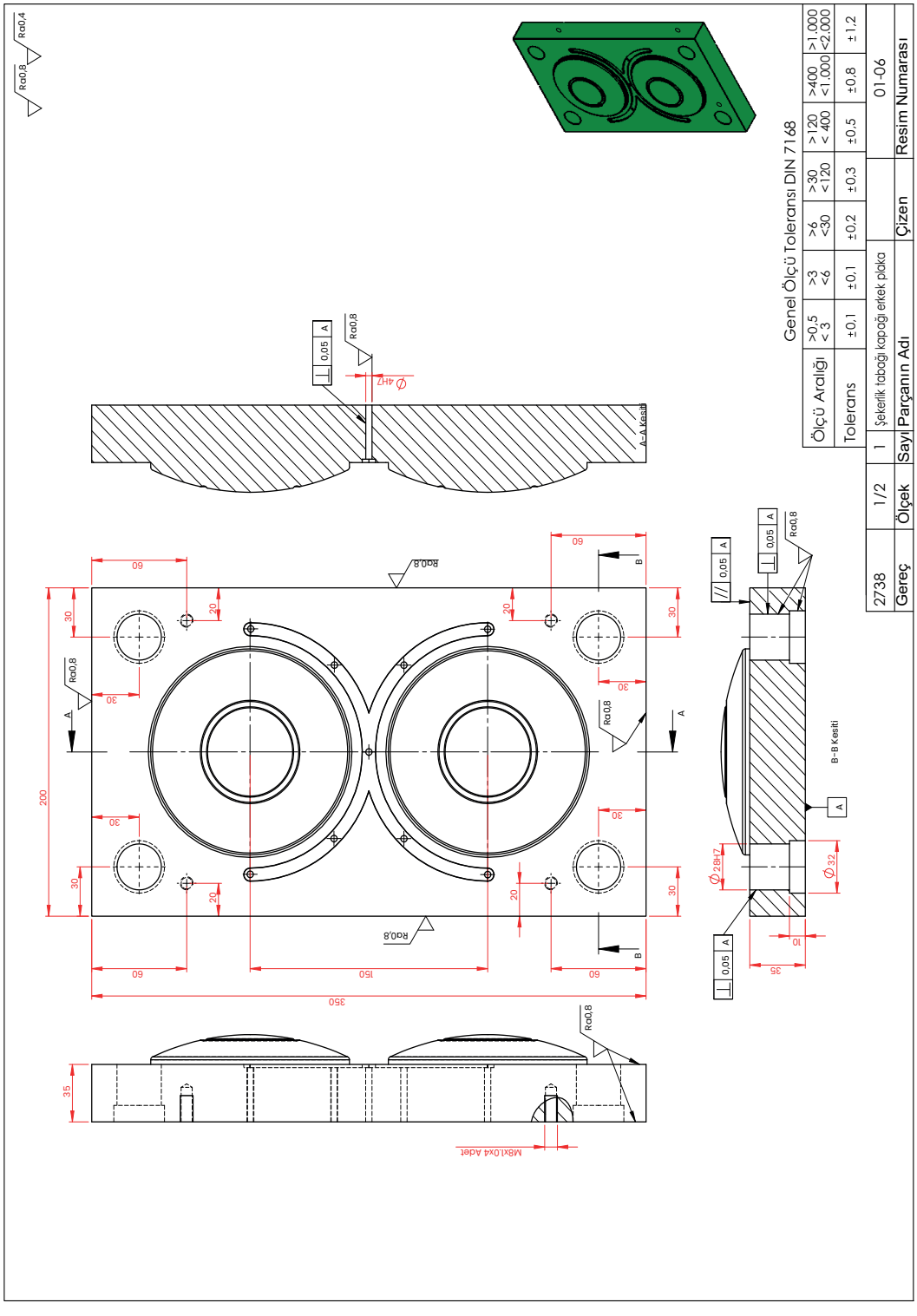
Görsel 6.12: Şekerlik tabağı kapağı erkek ve dişi plaka tasarımı

Bir anlık dikkatsizlik tüm
hayatınızı değiştirebilir.

11. Şekerlik Tabağı Kapağı Dişi Plaka Tasarımının Yapılması

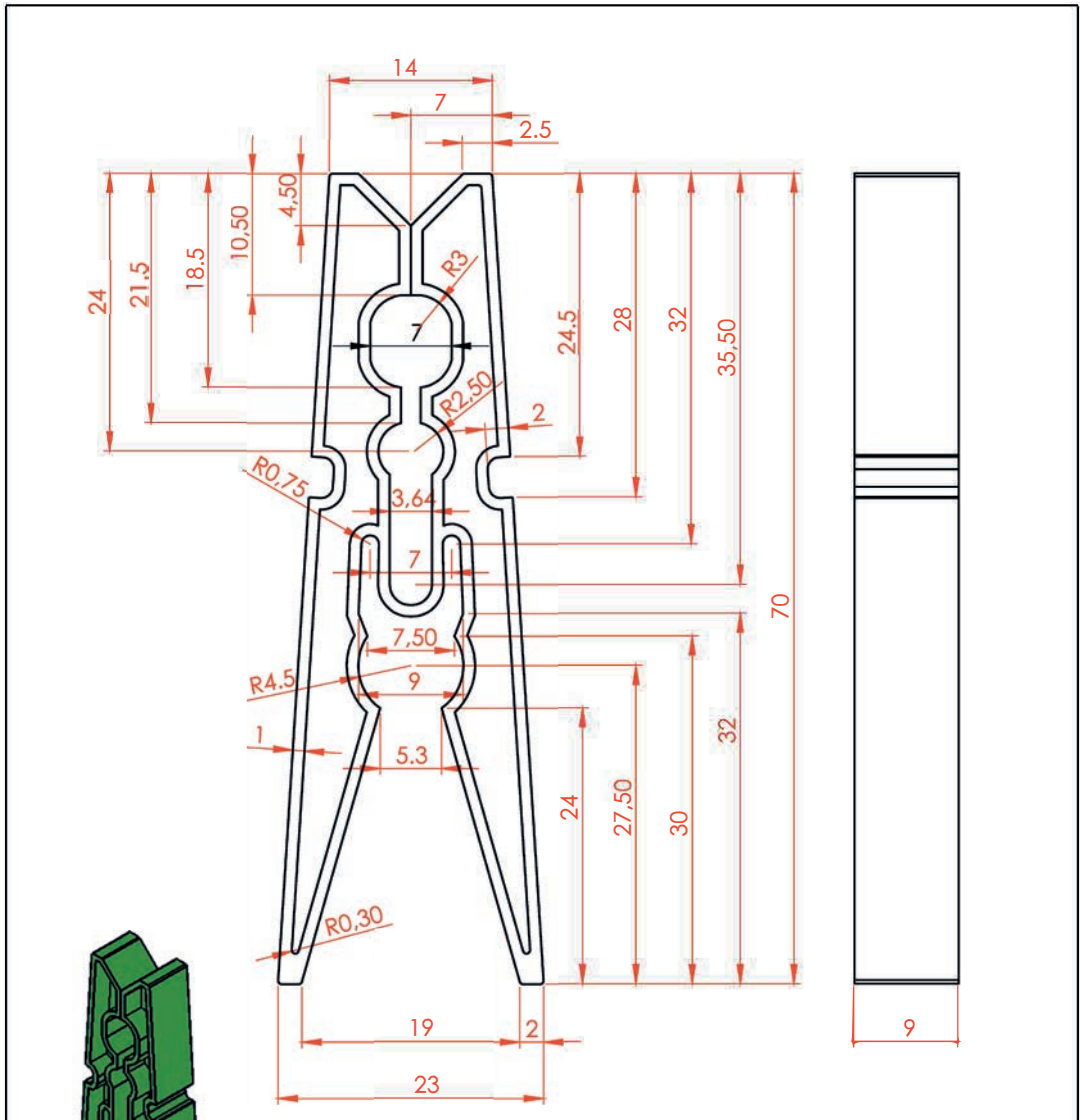


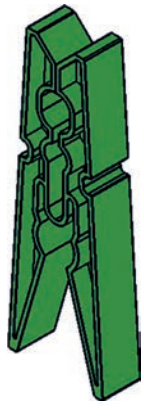
12. Şekerlik Tabağı Kapağı Erkek Plaka Tasarımının Yapılması



► **Çamaşır Mandalı Kalıbı Tasarımı**

1. Çamaşır Mandalının Yapım Resminin Çizimi



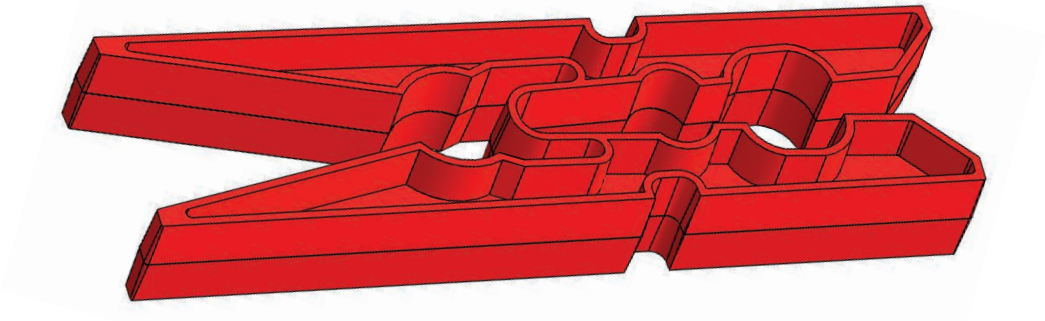


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

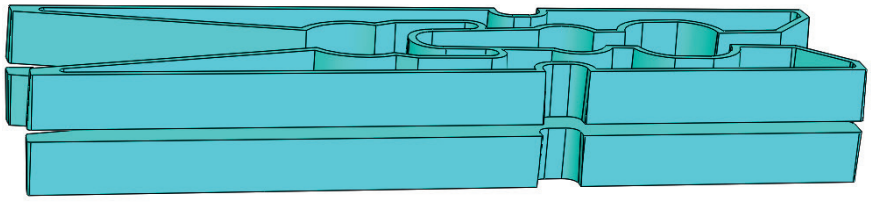
Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

PA 6	2/1	1	Çamaşır mandalı		02-00-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

Çamaşır mandalının teknik resmi incelendiğinde kalıp çıkma açısının yansıtılmadığı gözlemlenecektir. Kalıp çıkma açısının oluşturulmadığı durumlarda ürünlerin kalıptan çıkması zorlaşır. Ürünlerin kalıptan çıkmasını kolaylaştırmak için ortalama 3-5° çıkma açısı modele yansıtılır.

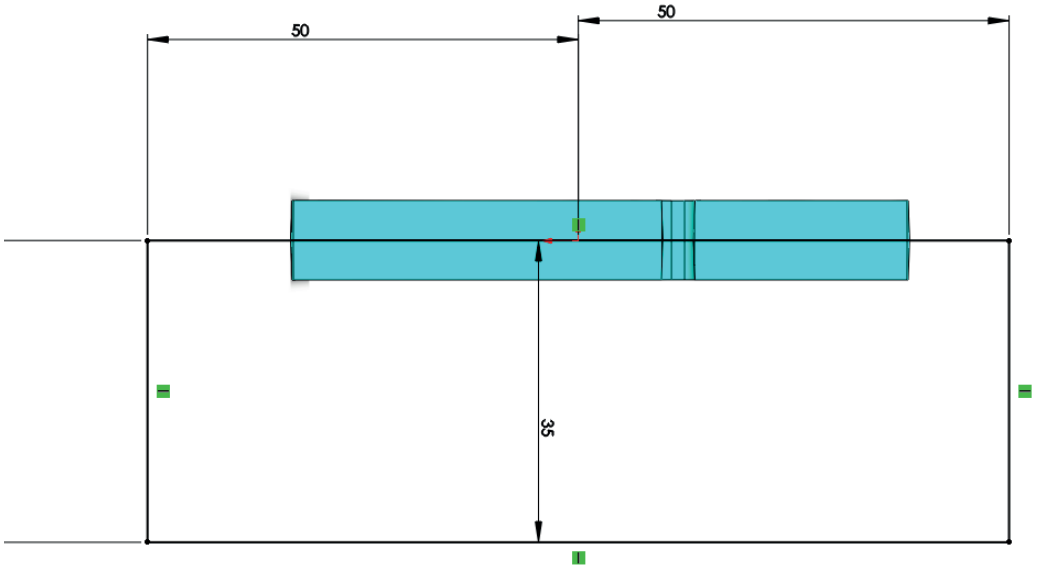


Görsel 6.13: Kalıp çıkma açılarının yansıtıldığı üç boyutlu mandal çizimi



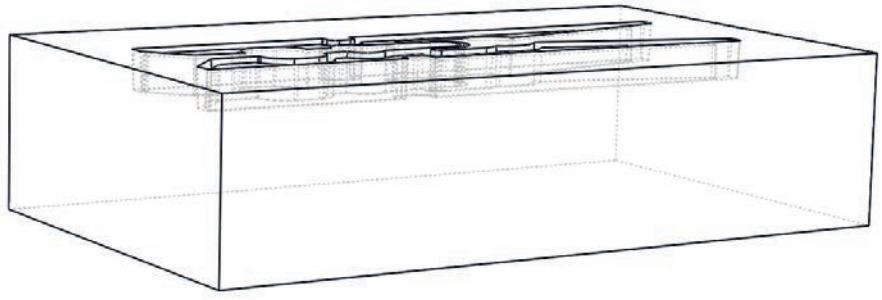
Görsel 6.14: Mandal kalıp ayrım yüzeyi çizimi

Kalıptan ürünün kolay ve sorunsuz bir şekilde çıkması için kalıp ayrım yüzeyi hayati öneme sahiptir. Kalıpta ters açıların oluşmaması ve ürün kalitesinin istenilen düzeyde olması buna bağlıdır. **Görsel 6.14** incelendiğinde kalıp ayrım yüzeyi, ilgili parçanın ortasından geçirilmiş ve ters açı oluşma ihtimali ortadan kaldırılmıştır.

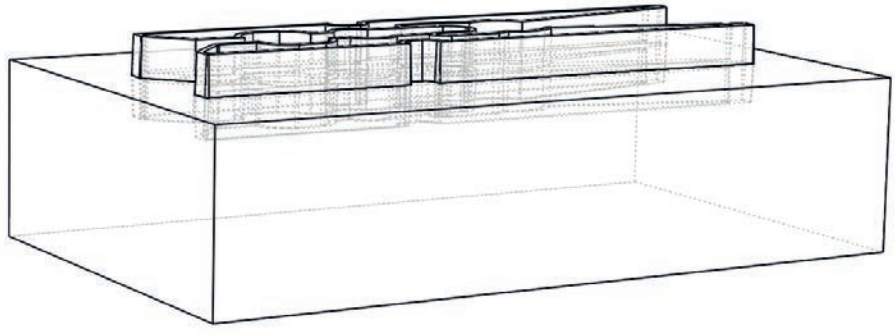


Görsel 6.15: Erkek plaka tasarımı

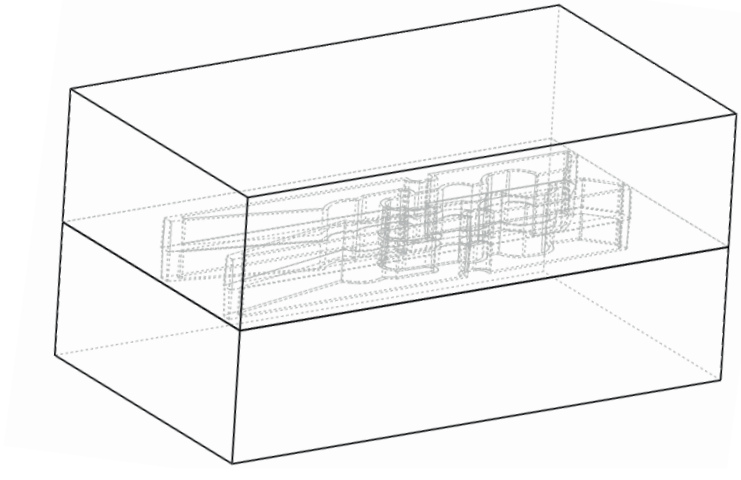
Kalıp ayrım yüzeyine karar verildikten sonra **Görsel 6.15**'teki gibi kalıp ayrım yüzeyinden geçen ve ürünü içine alan bir alan oluşturulur. Oluşturulan alanın içinde kalan ürün çıkarıldıktan sonra **Görsel 6.16**'daki gibi erkek plaka elde edilir.



Görsel 6.16: Tek göz erkek plaka üç boyutlu çizimi



Görsel 6.17: Tek göz dişi plaka oluşum aşaması

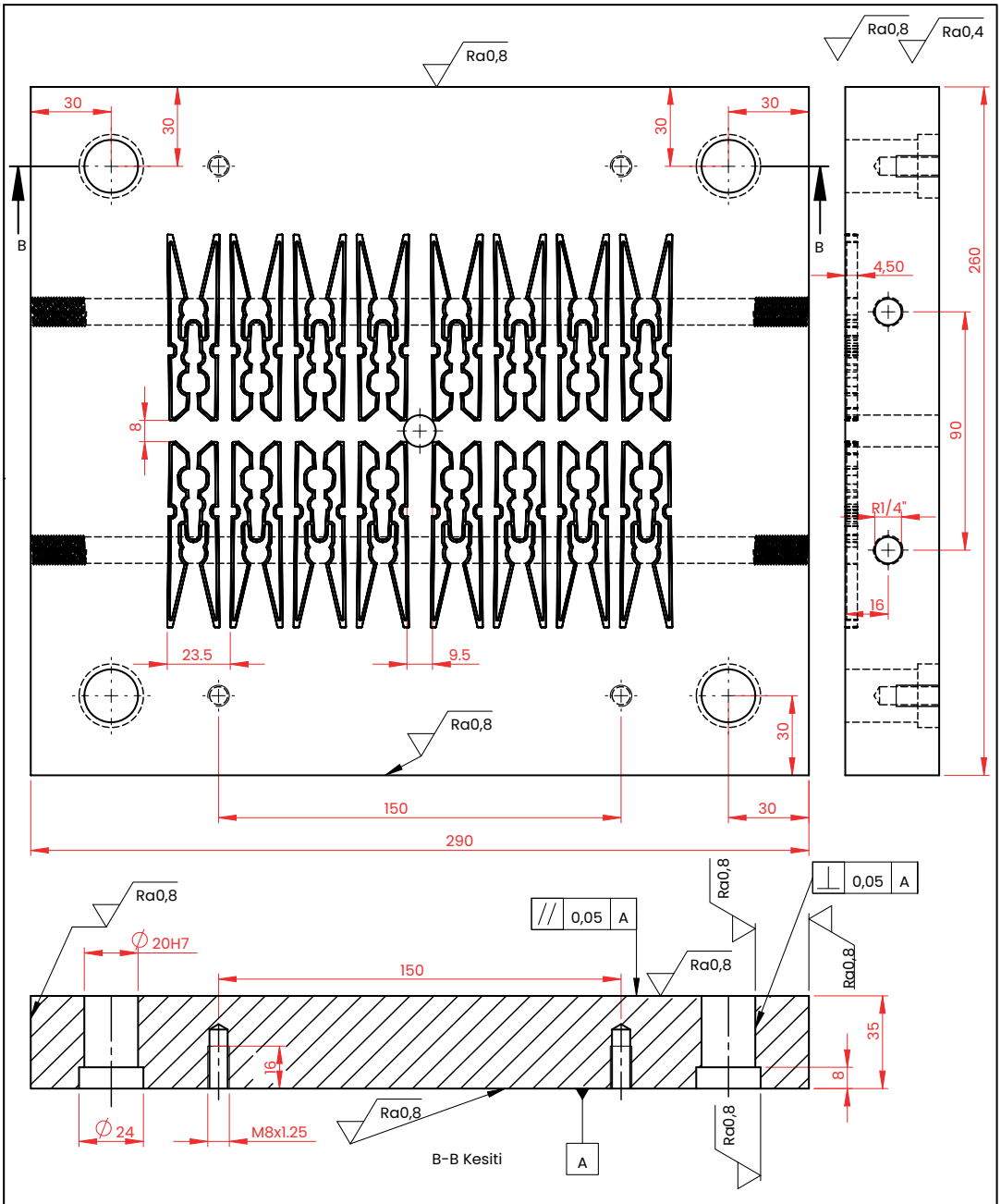


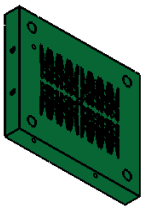
Görsel 6.18: Erkek ve dişi plakadan oluşan tek göz, üç boyutlu çekirdek kalıp çizimi

Erkek plaka elde edildikten sonra **Görsel 6.17**'deki gibi kalıp ayrım yüzeyinin üst kısmında kalmış olan ürünün kalıpta dolacağı boşluğu oluşturmak için kalıp ayrım yüzeyinin üstünde bir alan oluşturularak ürün, içinden çıkarılır. **Görsel 6.18**'deki gibi dişi ve erkek plakadan oluşan çekirdek kalıp elde edilir.

2. Dişi Plaka Tasarımının Yapılması

(Kalıp tek baskıda 16 adet üretilecek şekilde tasarlanacaktır.)



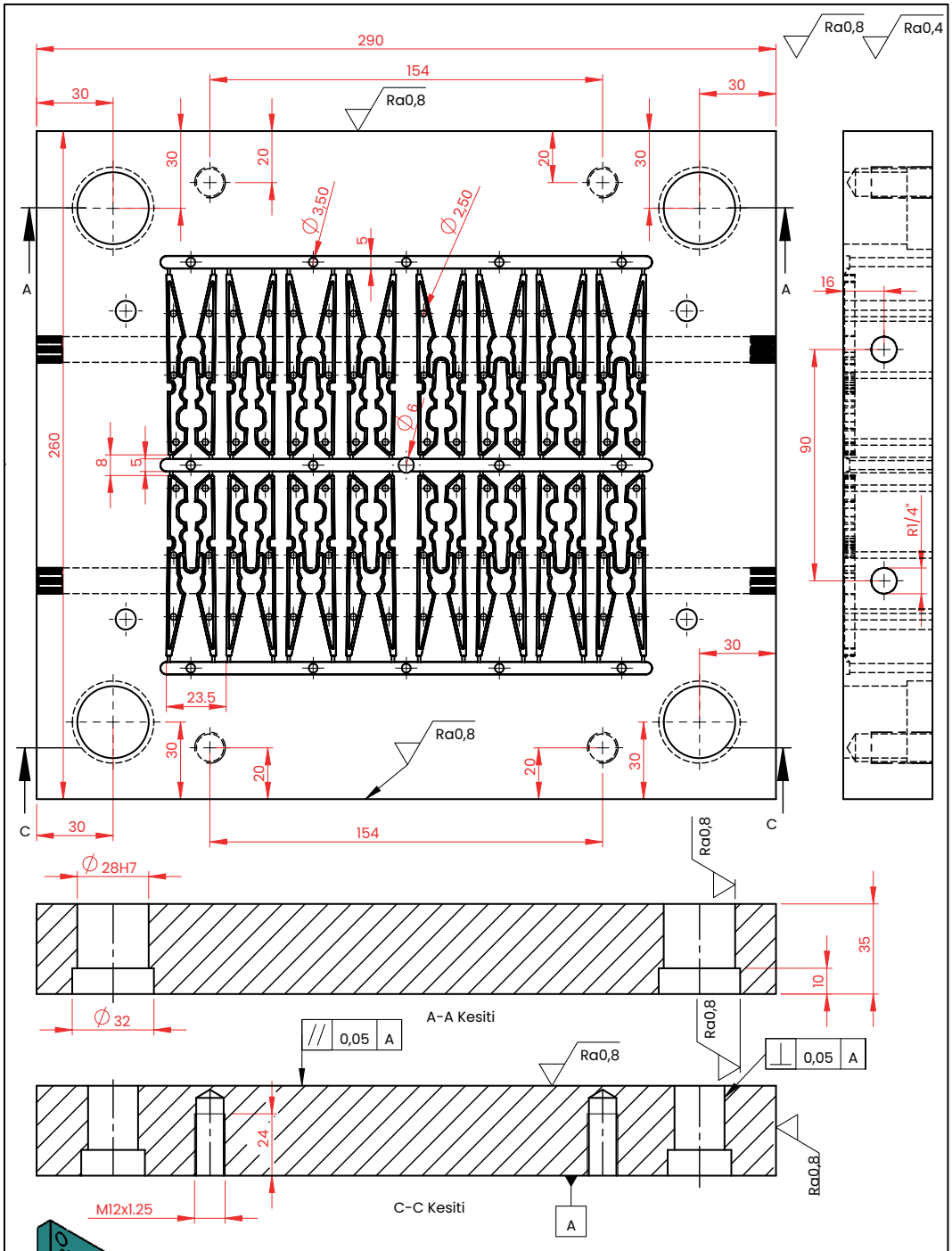


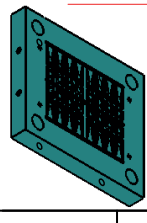
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2738	1/2	1	Dişi plaka		02-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

3. Erkek Plaka Tasarımının Yapılması



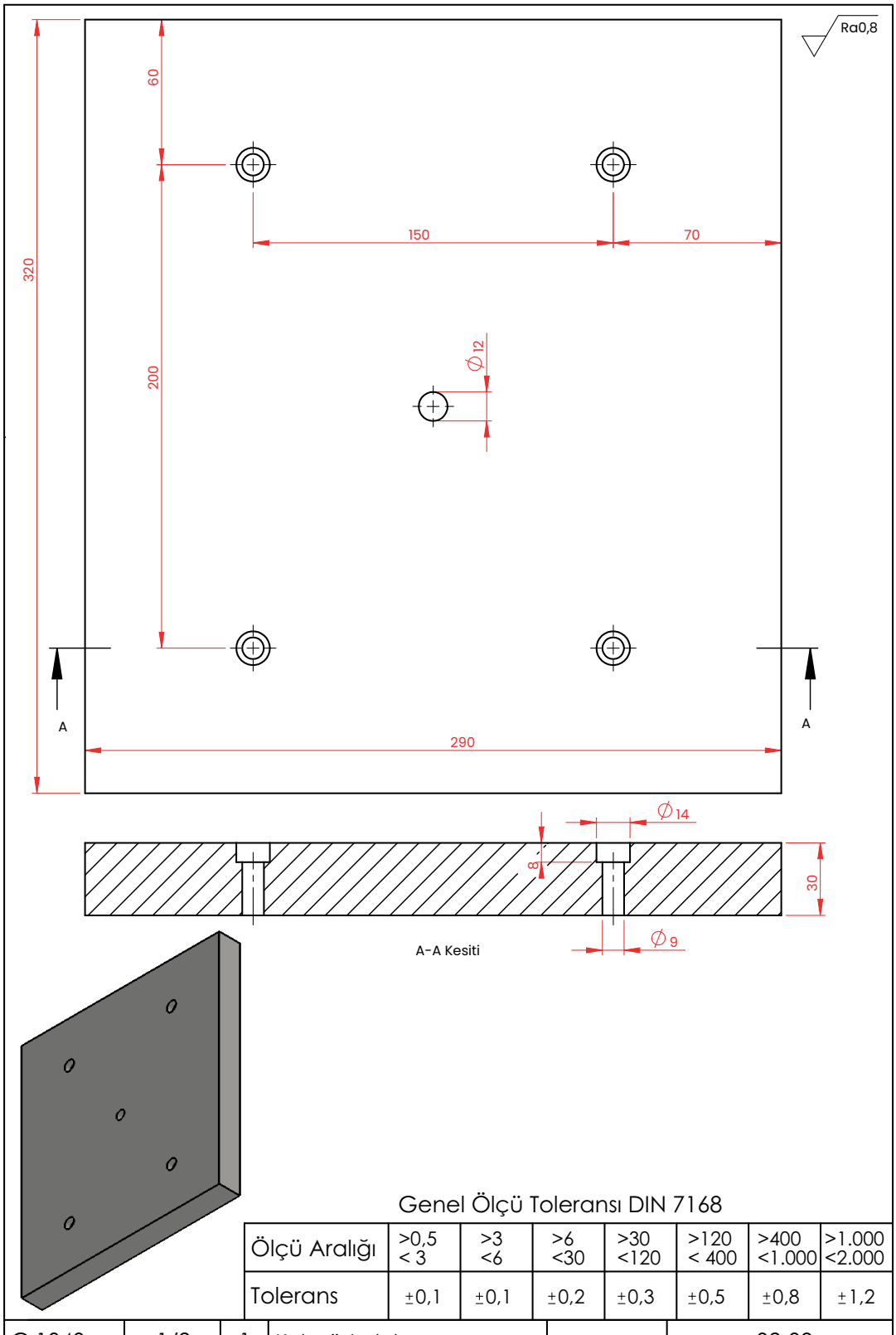


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2738	1/2	1	Erkek plaka		02-18
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

4. Kalıp Üst Plaka Tasarımının Yapılması

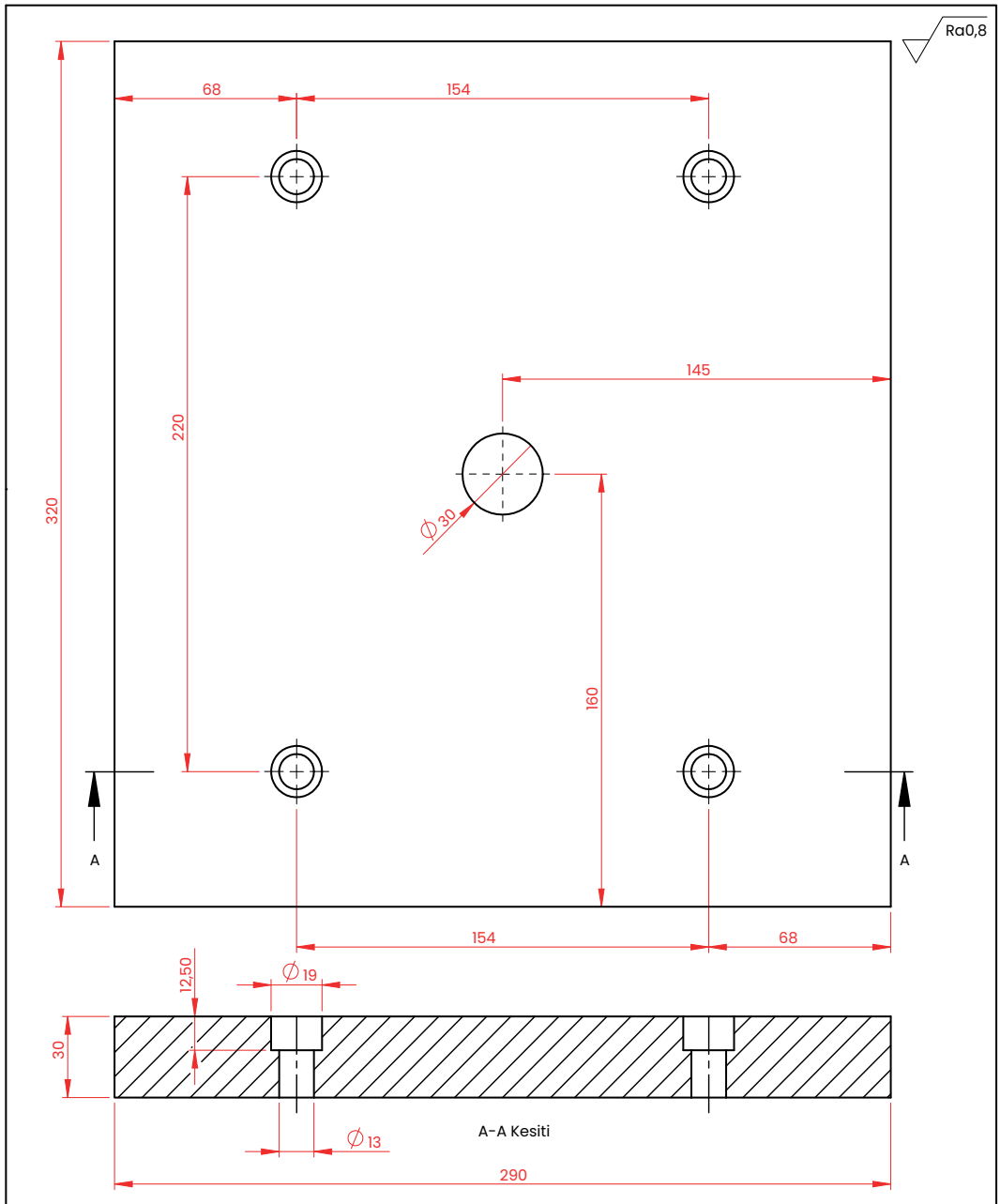


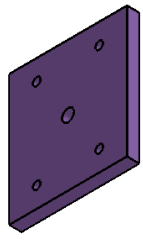
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Kalıp üst plaka		02-09
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

5. Kalıp Alt Plaka Tasarımının Yapılması



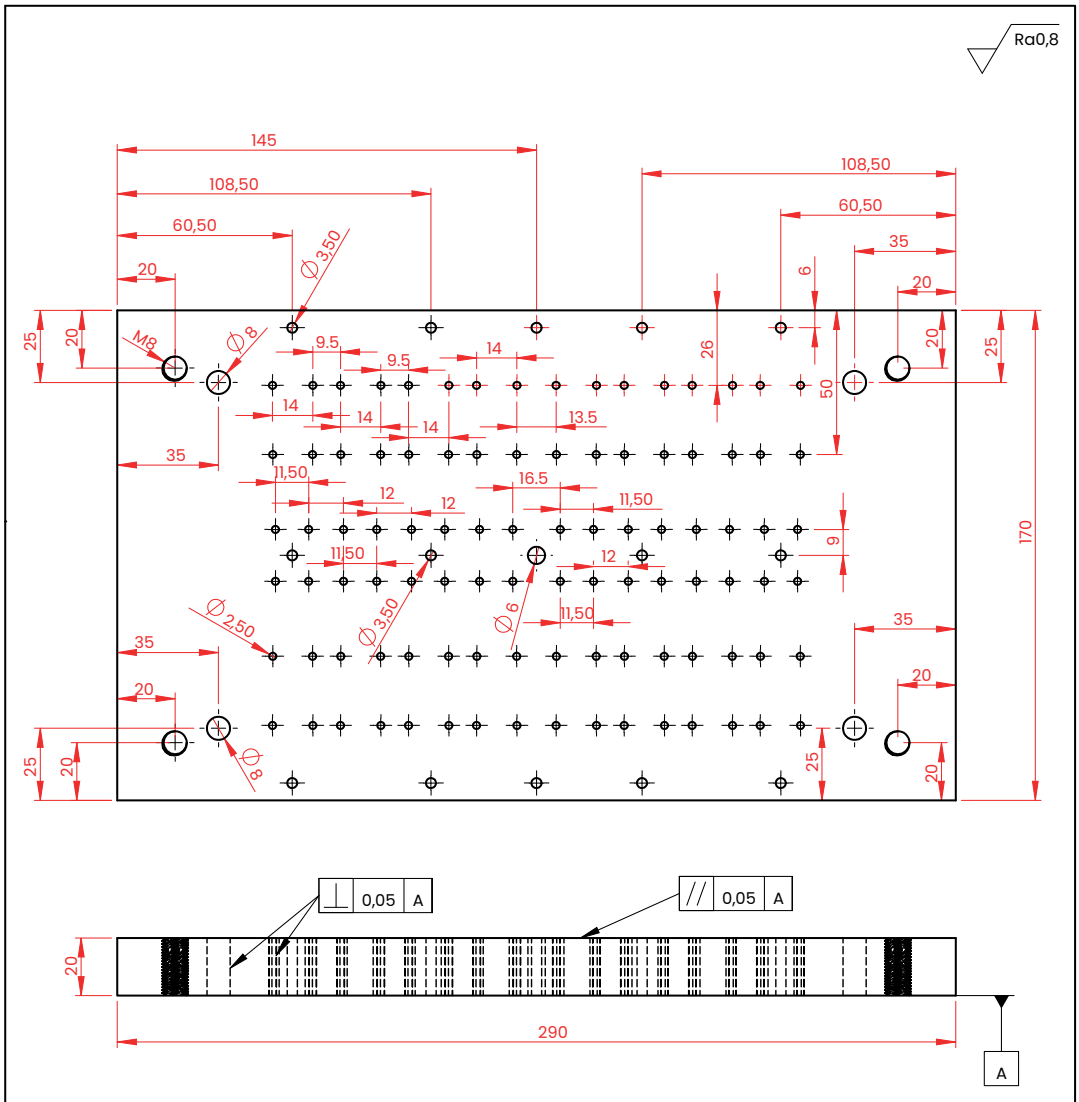


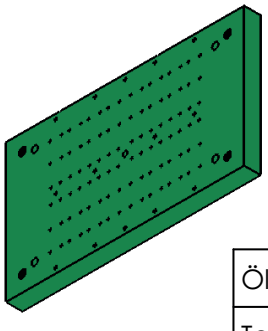
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Alt plaka		02-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

6. İtici Plaka Tasarımının Yapılması



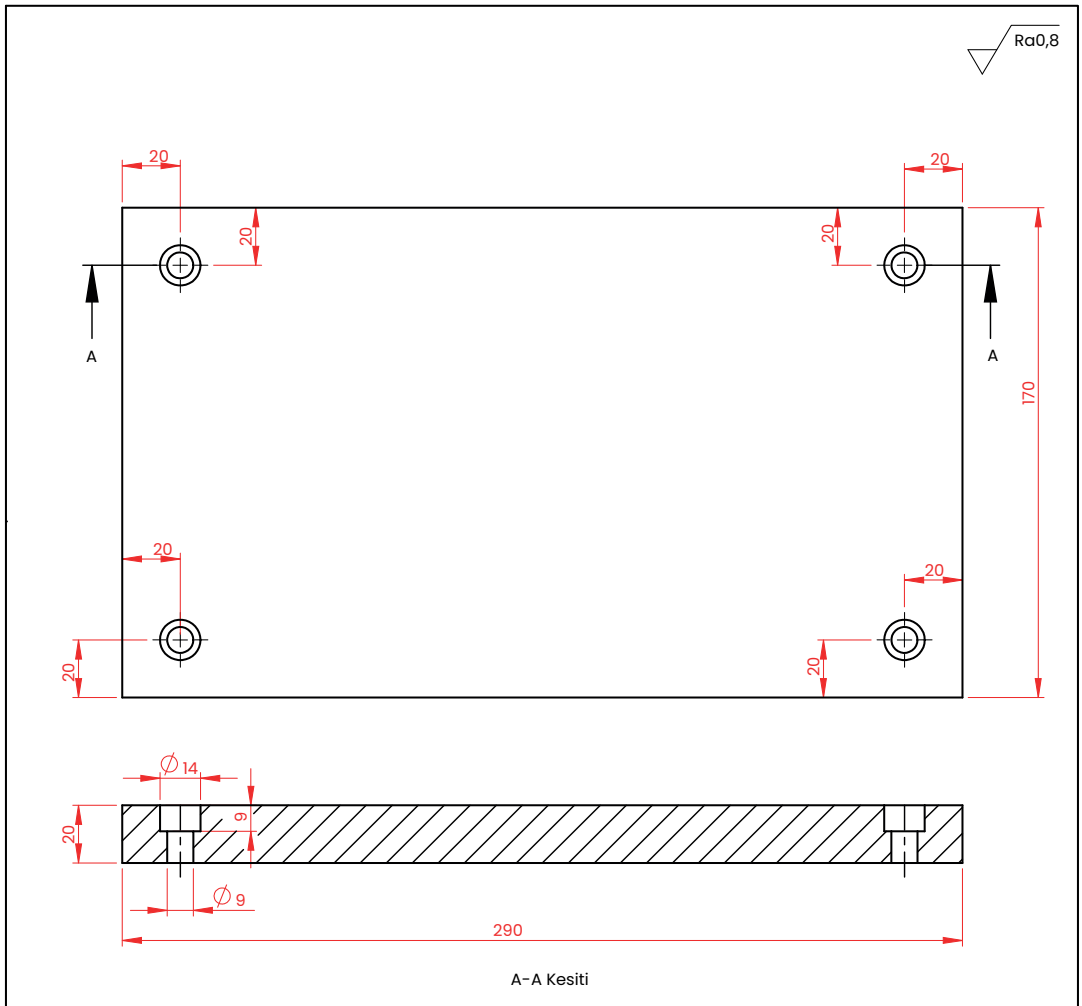


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

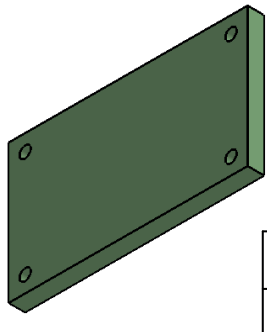
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	İtici plaka		02-11
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

7. İtici Sabitleme Plakası Tasarımının Yapılması



A-A Kesiti

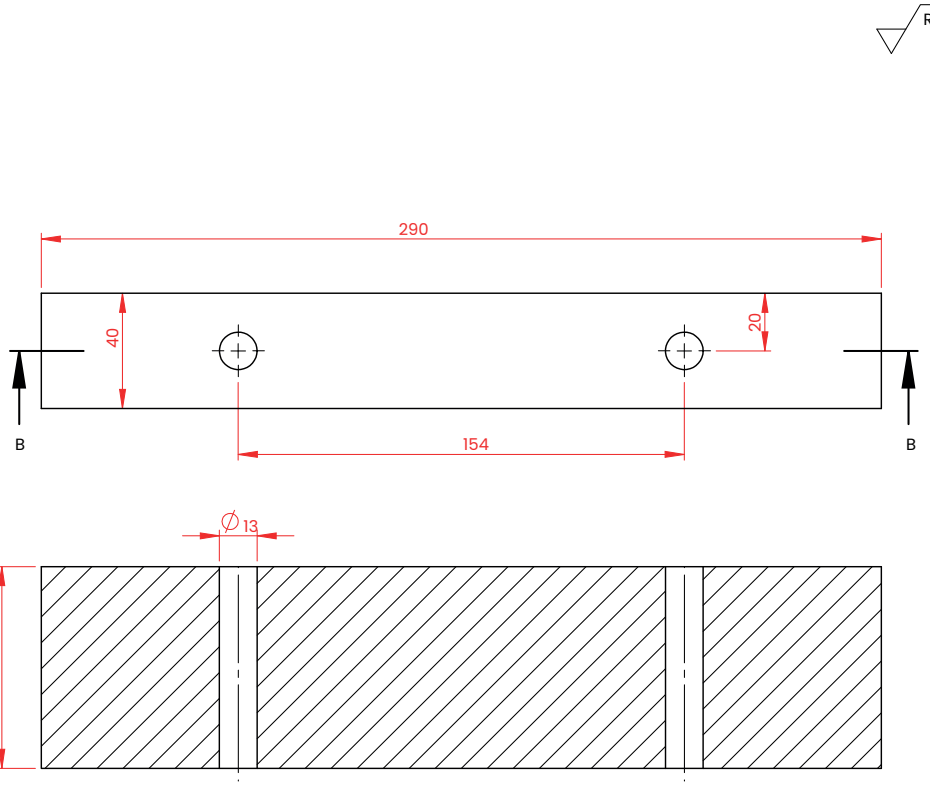


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

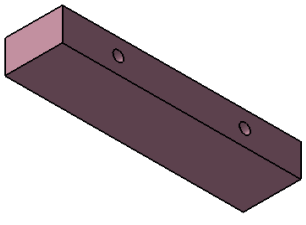
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	İtici sabitleme plakası		02-15
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

8. Destek Plakasının Tasarlanması



B-B Kesiti

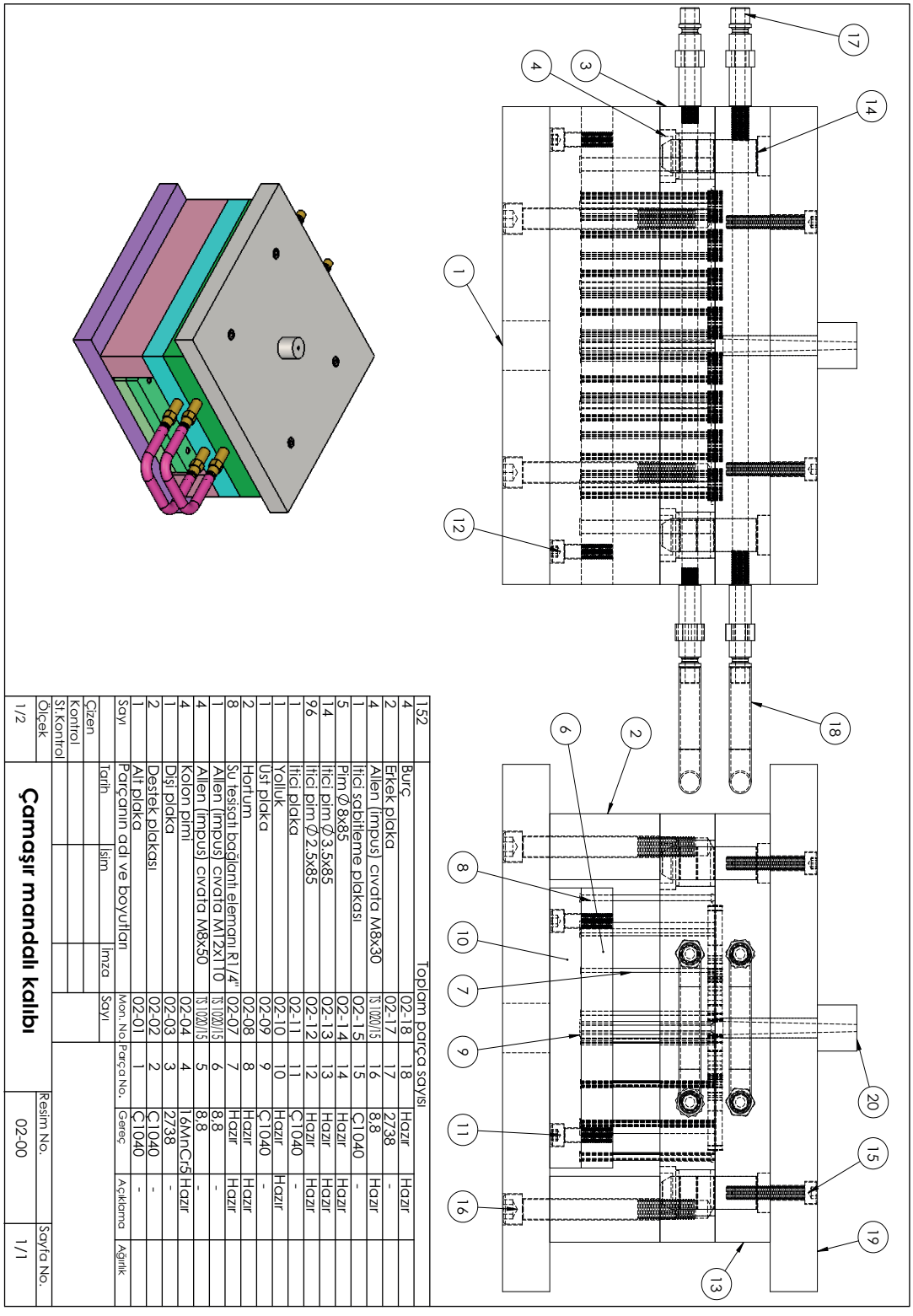


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	2	Destek plakası		02-02
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

9. Çamaşır Mandalı Kalıbı Montajının Yapılması



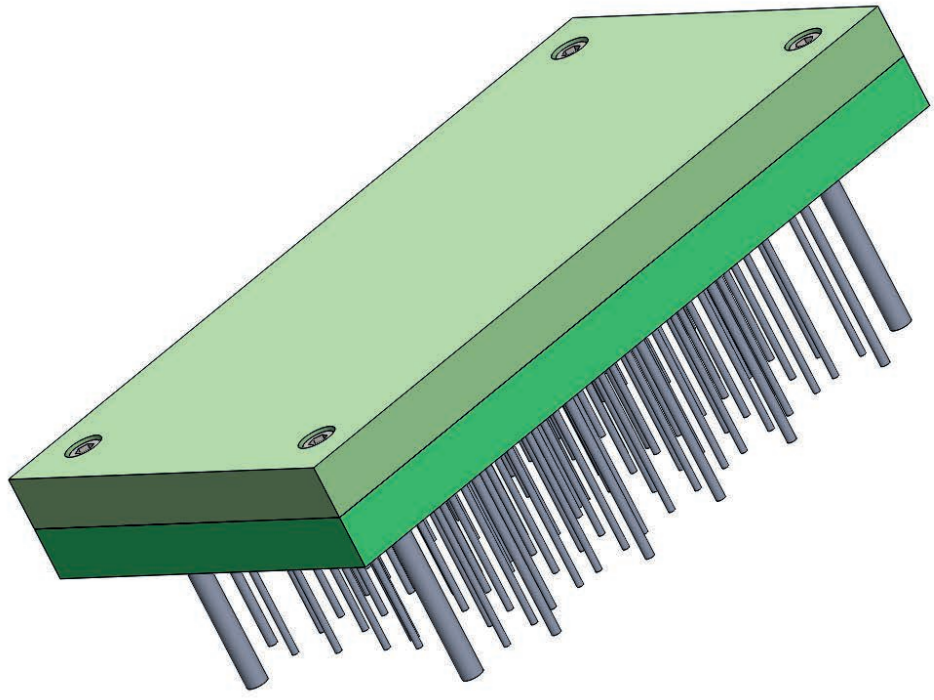
Sayı	Parçanın adı ve boyutları	Mon. No	Parça No.	Gereç	Açıklama	Ağırlık
4	Burç		18	Hazır	Hazır	
2	Erkek plaka		17	2738	-	
4	Allen (imbus) civata M8x30	TS 1020/15	16	8.8	Hazır	
1	İtici sabitleme plakası		15	Ç1040	-	
5	Pim Ø8x85	TS 1020/15	14	Ç1040	Hazır	
14	İtici pim Ø3.5x85		13	Hazır	Hazır	
96	İtici pim Ø2.5x85		12	Hazır	Hazır	
1	İtici plaka		11	Ç1040	-	
1	Yolluk		10	Hazır	Hazır	
1	Üst plaka		09	Ç1040	-	
2	Hortum		08	Hazır	Hazır	
8	Su tesisatı bağlantı elemanı R1/4"		07	Hazır	Hazır	
1	Allen (imbus) civata M12x110	TS 1020/15	6	8.8	-	
4	Allen (imbus) civata M8x50	TS 1020/15	5	8.8	-	
4	Kolon pimi		04	4	16MnCr5	Hazır
1	Dişi plaka		03	3	2738	-
2	Destek plakası		02	2	Ç1040	-
1	Alt plaka		01	1	Ç1040	-

Toplam parça sayısı 152

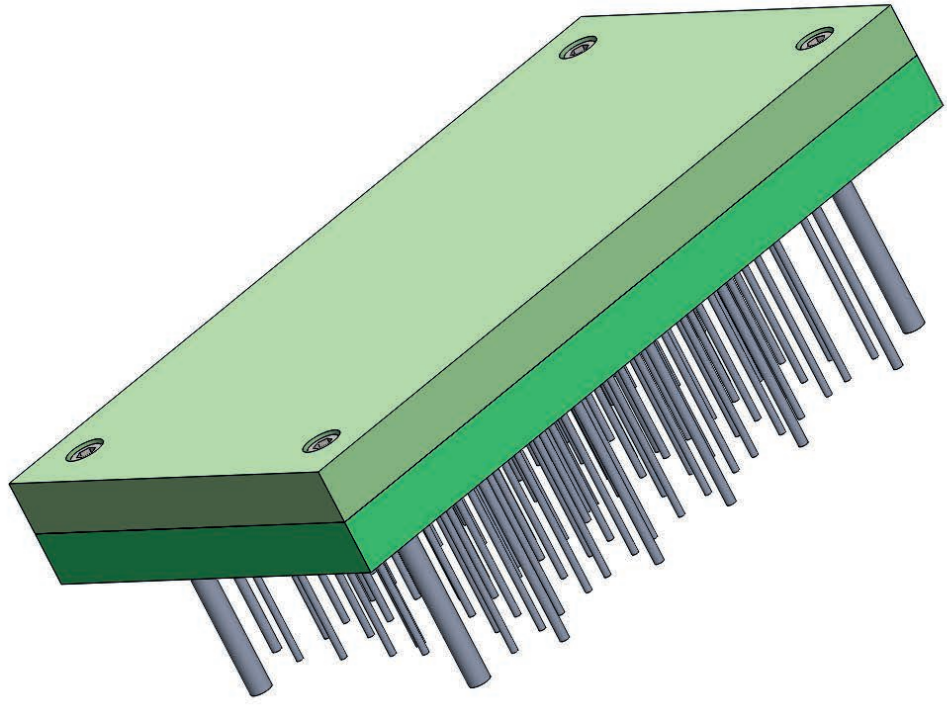
Çizen				Çamaşır mandalı kalıbı		Resim No.	Sayfa No.
Kontrol						02-00	1/1
St.Kontrol							
Ölçek	Tarih	İsim	İmza				
1/2							

Kalıp tasarımı gerçekleştirilen ürün **Görsel 6.19**'da gösterilmiştir.

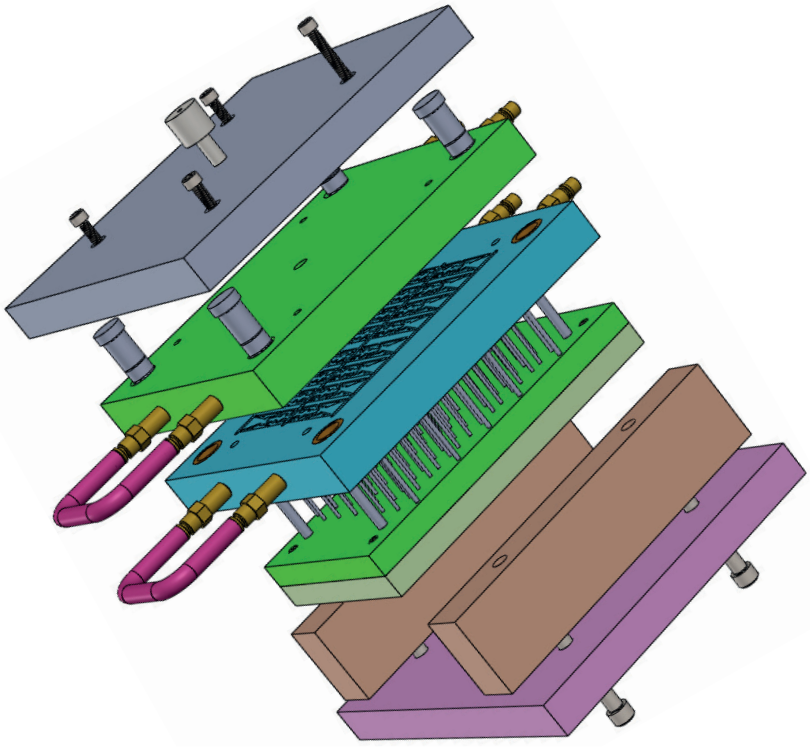
Görsel 6.19: Mandal



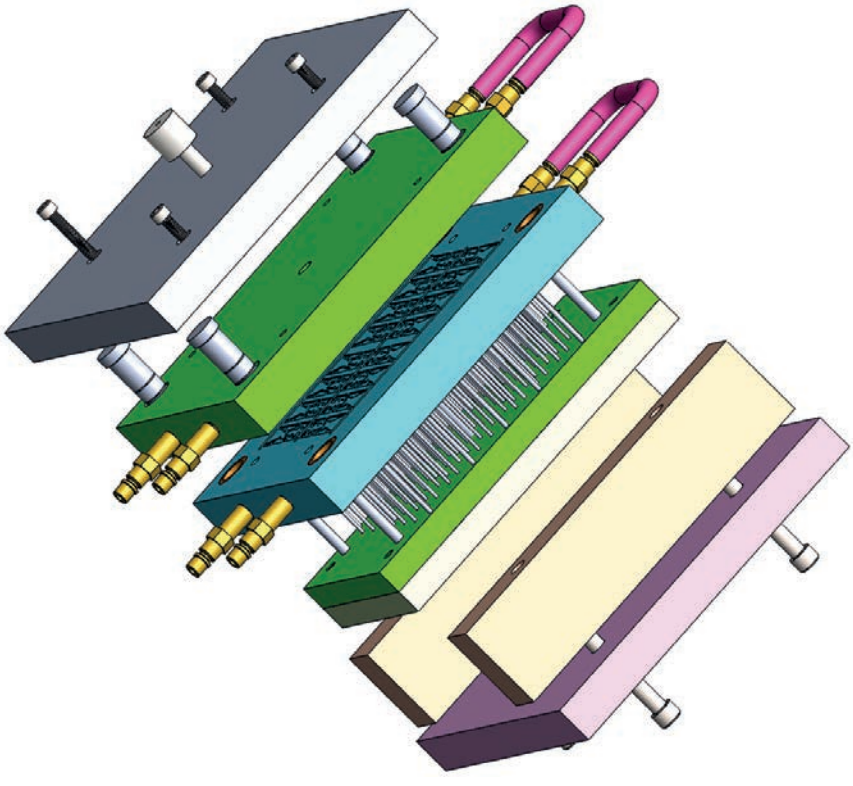
Görsel 6.20: İtici grubu montajı



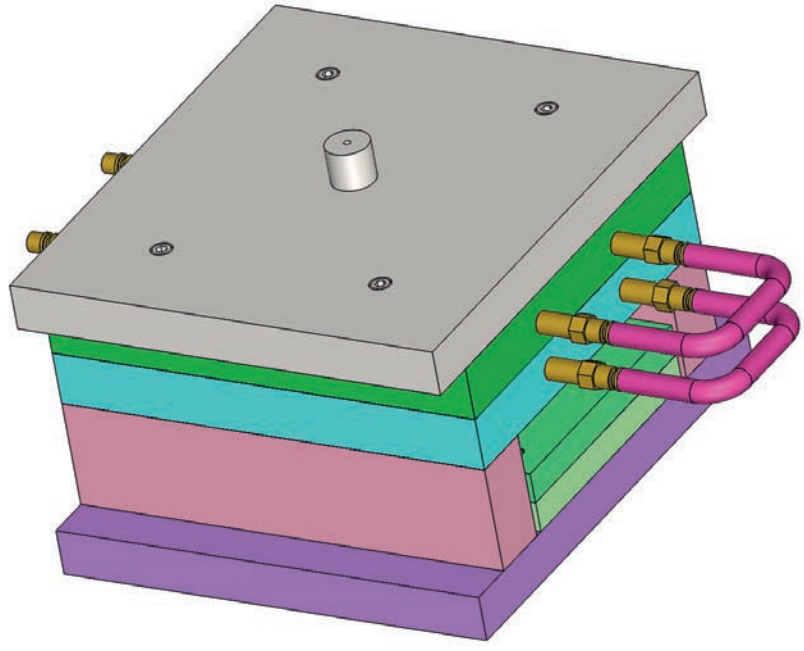
Görsel 6.21: İtici grubu montajı



Görsel 6.22: Plastik enjeksiyon kalıbı montajı



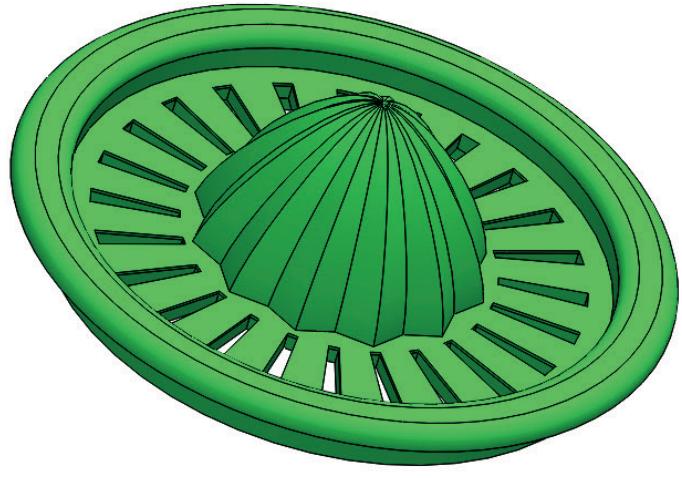
Görsel 6.23: Plastik enjeksiyon kalıbı montajı



Görsel 6.24: Plastik enjeksiyon kalıbı montajı

► **Limon Sıkacağının ve Kalıp Aşamalarının Tasarlanması**

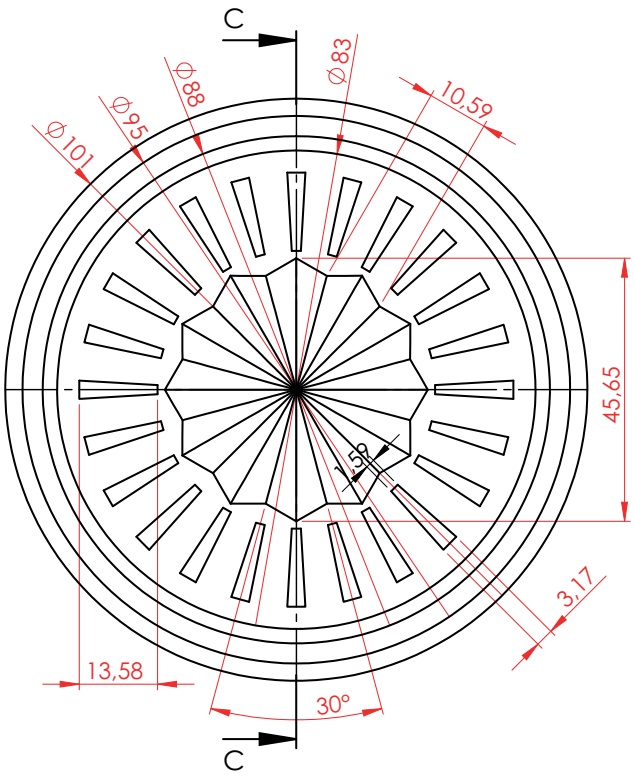
1. Limon Sıkacağının Üç Boyutlu Olarak Tasarlanması

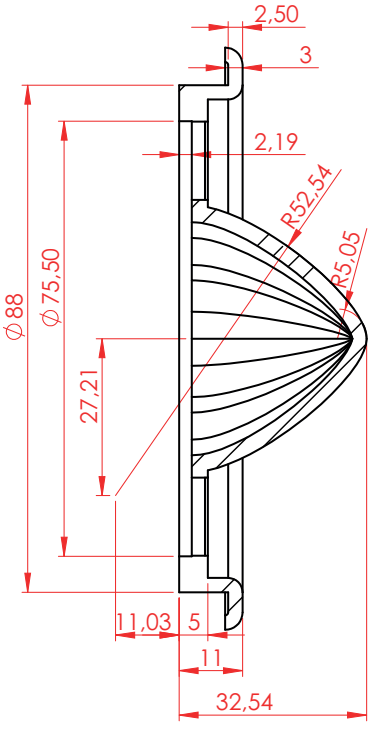


Görsel 6.25: Limon sıkacağının üç boyutlu tasarımı

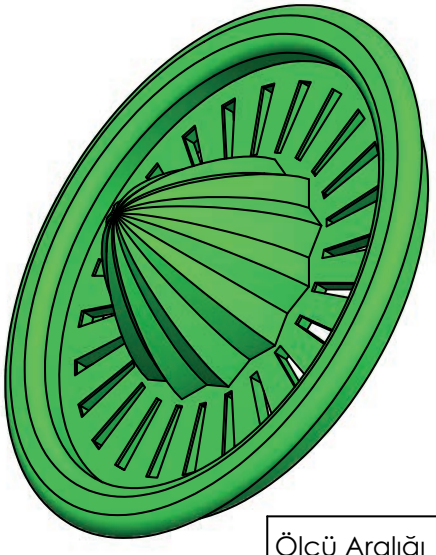
Limon sıkacağı kalıbı tasarımının ilk adımı **Görsel 6.25**'teki gibi üç boyutlu çizim oluşturmak ve sonrasında yapım resmini oluşturarak ilgili parçaya standart bir boyut kazandırmaktır. Yapım resmi oluşturulduktan sonra üretilecek ürün ebatları çerçevesinde çekirdek kalıp oluşturulur. Sonrasında tek basımdaki ürün adedine karar vermek için bazı kriterlerin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu kriterler; kalıbın bağlanacağı enjeksiyon makinesi kapasitesi başta olmak üzere kalıbın işleneceği tezgâh, basılacak ürün adedi gibi kriterlerden oluşmaktadır. Limon sıkacağı ürünü için tek basımda dört adet ürün elde edilecek şekilde dişi ve erkek plaka tasarlanmıştır.

2. Limon Sıkacağı Yapım Resminin Çizimi





Kesit C-C

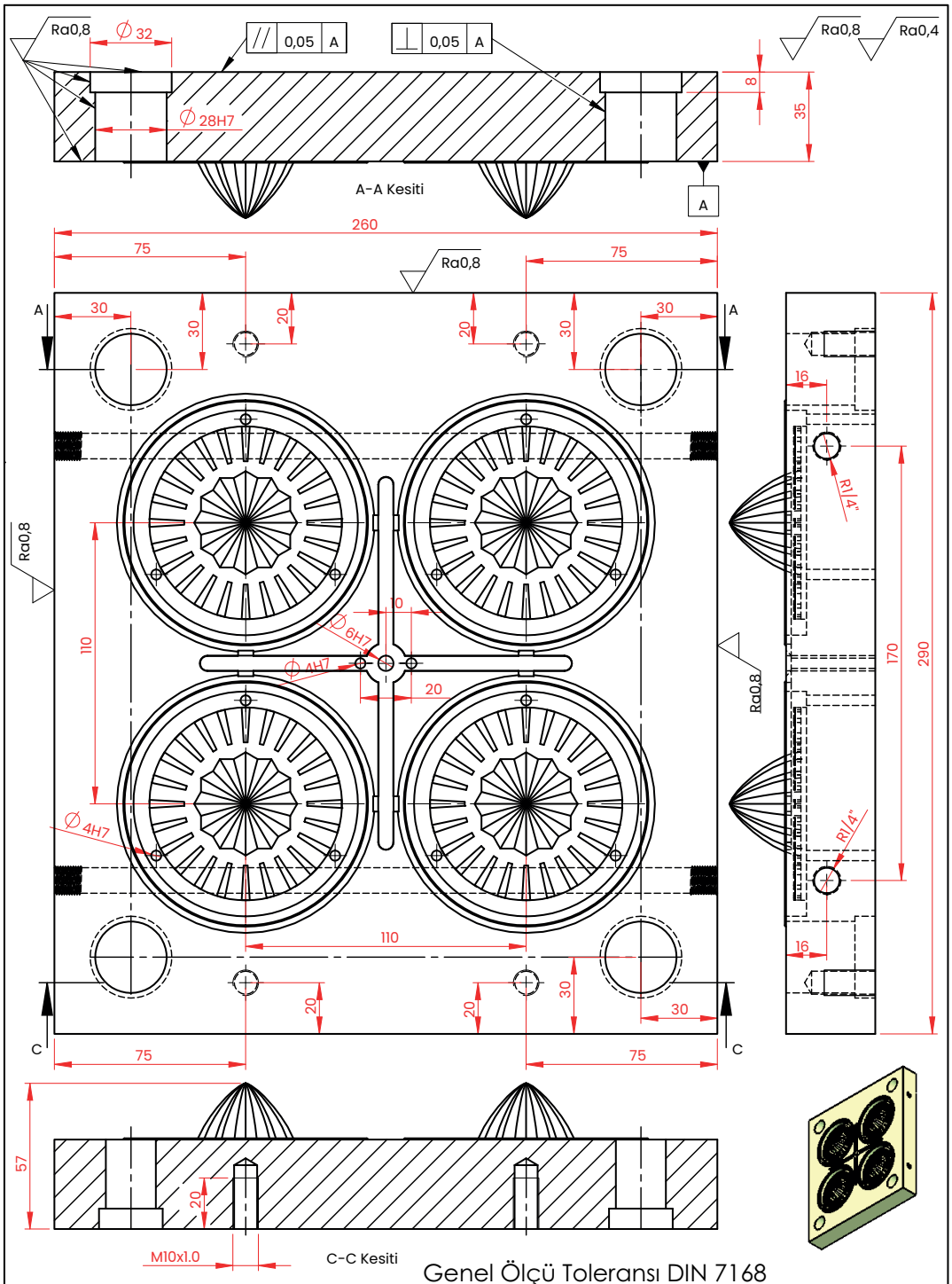


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

PA 6	1/1	1	Limon sıkacağı		03-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

3. Erkek Plaka Tasarımının Yapılması

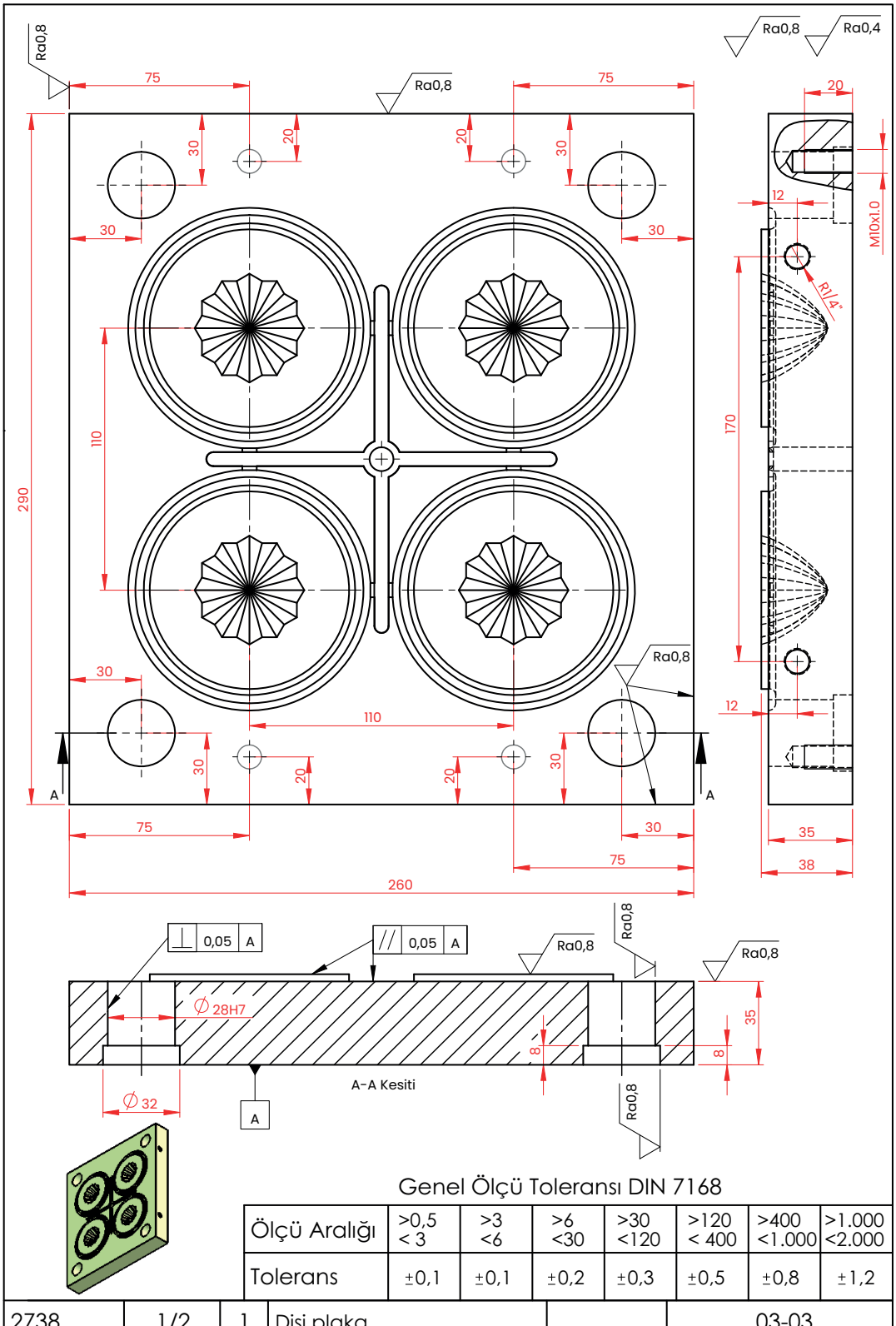


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2738	1/2	1	Erkek plaka		03-02
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

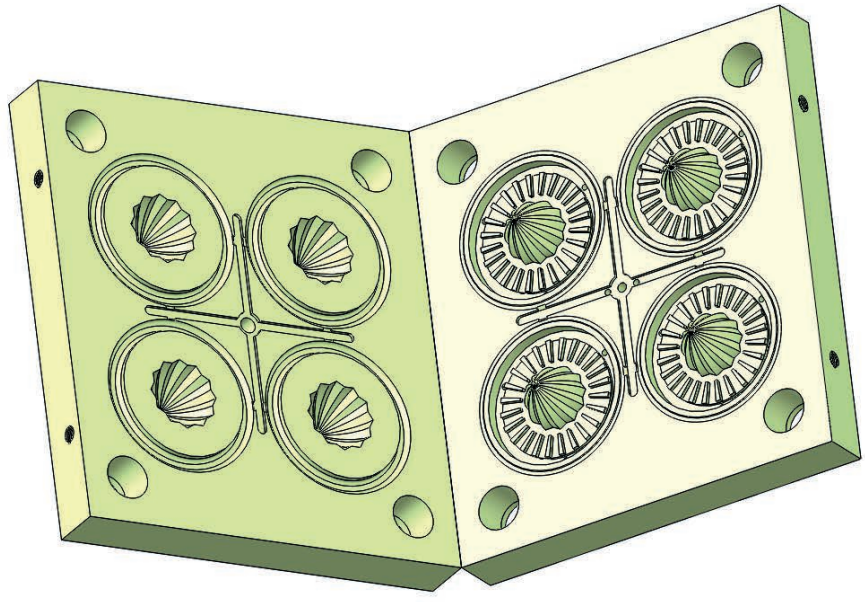
4. Dişi Plaka Tasarımının Yapılması



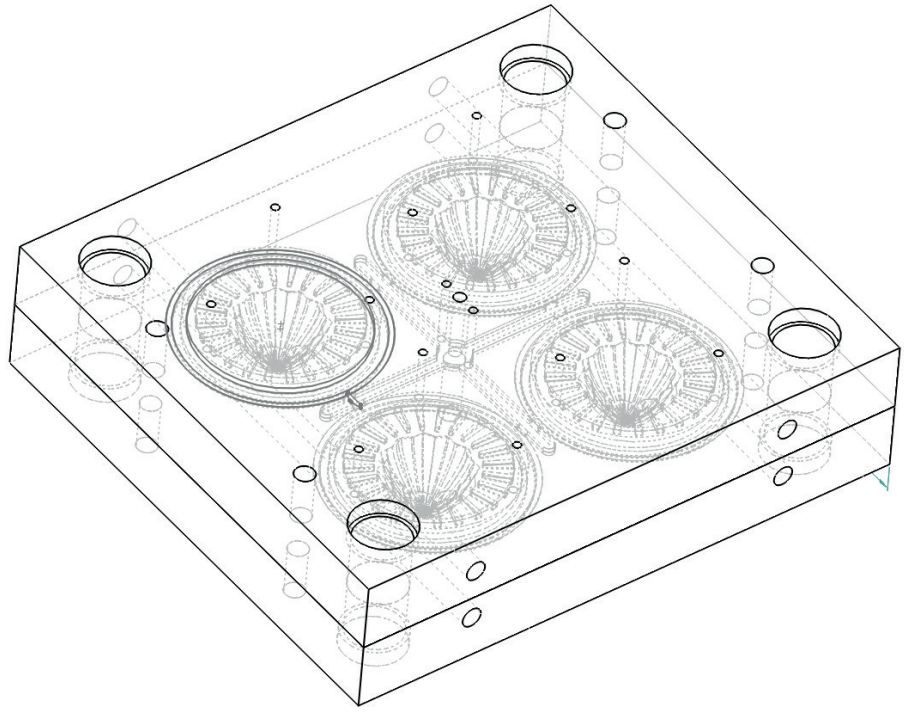
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2738	1/2	1	Dişi plaka		03-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



Görsel 6.26: Limon sıkacağı kalıbının erkek ve dişi plaka montaj aşaması



Görsel 6.27: Limon sıkacağı kalıbının erkek ve dişi plaka montajı

6.3. MAÇALI ENJEKSİYON KALIPLARI

Üretimi yapılacak üründe, kalıp ayrım yüzeyi düzlemlerine dik eksenlerde detaylar mevcut ise bu detaylar kalıpta ters açılı detaylar olarak adlandırılır. Bu detayların ürün üzerinde oluşturulabilmesi için "**maça**" adı verilen yardımcı kalıplama sistemlerinden

faydalanılır. Ürün ve kalıp geometrisi izin veriyorsa ve ters açı miktarı 0-6 mm civarında ise esnek iç maçalar kullanılabilir. Ürünün kalıptan istenilen özelliklere sahip olarak çıkabilmesi için erkek ve dişi plaka haricinde yardımcı aparat (maça) kullanılarak oluşturulan kalıplara **maçalı kalıp** denir. Yardımcı aparatlar ise maça olarak adlandırılır.

Maçaların kalıp içerisinde erkek ve dişi plaka ile uyumlu bir şekilde hareket edebilmesi için farklı mekanizmalardan yararlanılır. Bu mekanizmalara karar verilirken maçanın ya da maça mekanizmasının sağlıklı çalışabilmesi için tüm detaylar incelenir. Bu incelemede üretilecek olan çözüm; güvenlik, maliyet, çalışma prensibi ve pratikliği açısından değerlendirilir. Bu aşamada ilgili maça veya maça mekanizmasına karar verilir. Maça mekanizmalarında mekanik hareketi sağlamak üzere kam, hidrolik, pnomatik, elektrik-elektronik mekanizmalardan, sistemlerden faydalanılır.

6.4. MAÇALI KALIP TASARIMI VE MONTAJI

1. Aşama

Üretilmek istenen ürünün, istenilen ölçü ve özelliklerde bilgisayar destekli üç boyutlu çizim programları yardımı ile **Görsel 6.28**'deki gibi tasarlanmasıdır. Bu aşamada ürünün işlev ve görünümünü korumak şartıyla kalıptan daha kolay çıkabilmesi, kalıp plakalarından kolayca sıyrılabilmesi için çıkma açıları yansıtılır.

2. Aşama

İlgili ürünün yapım resmi çizilerek ürün standart bir yapıya kavuşturulur.

3. Aşama

Ürün kalıbının tasarım aşamasıdır. Bu aşamada kalıp ayrım yüzeyine karar verilir. Karar verilen kalıp ayrım yüzeyine göre terste kalan kısımlar varsa bunların üründe oluşturulması için maçalardan faydalanılır. Örneğin **Görsel 6.28**'deki gibi düğmenin elbiseye dikilebilmesi amacıyla ilgili deliğin oluşturulabilmesi için bir pim maça tasarlanmalı ve bu maçanın kalıp ile eş zamanlı hareketini sağlayabilmek için bir mekanizma tasarlanmalıdır.

4. Aşama

Erkek ve dişi plakanın tasarlanması aşamasıdır. Bu aşama; kalıp bütünlüğünü etkileyecek, kalıp ebatlarını belirleyecek ve kalıbın esas yapısını belirleyecek aşamadır. Burada ürün adedine bağlı olarak kalıpta tek baskıda kaç ürün elde edilmek isteniyorsa erkek ve dişi plakaları ona göre tasarlamak amaçlanır.

5. Aşama

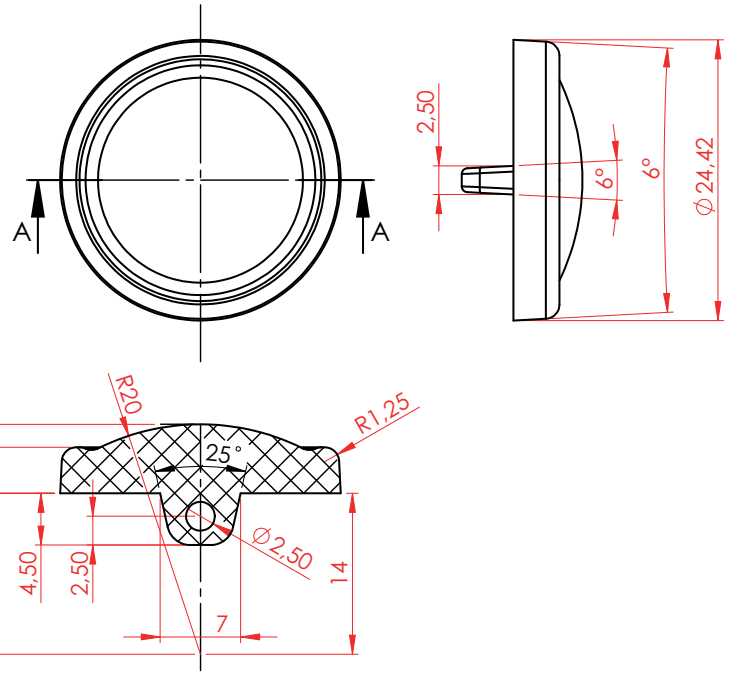
Tasarlanan kalıpta **Görsel 6.28**'deki gibi maça kullanmak gerekiyorsa maça ve maça hareketine yardımcı olabilecek hareketi sağlayacak mekanizmayı tasarlama aşamasıdır.

6. Aşama

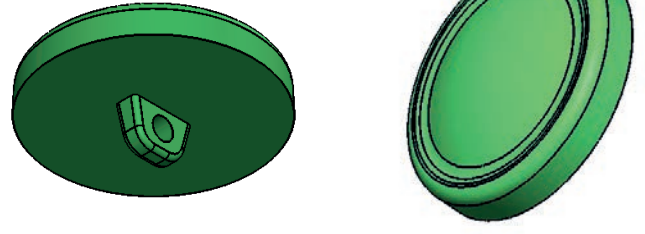
Erkek, dişi plaka ebatları belirlendikten sonra ve maça kullanılıyorsa ona bağlı olarak kalıbın diğer yardımcı parçalarının tasarlanması aşamasıdır.

B) Maçalı Kalıp Tasarımının Yapılması

1. Düğmenin Üç Boyutlu Tasarımının Yapılması ve Yapım Resmi Çizimi



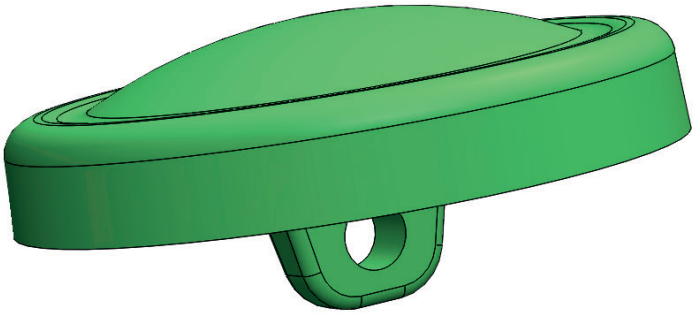
Kesit A-A



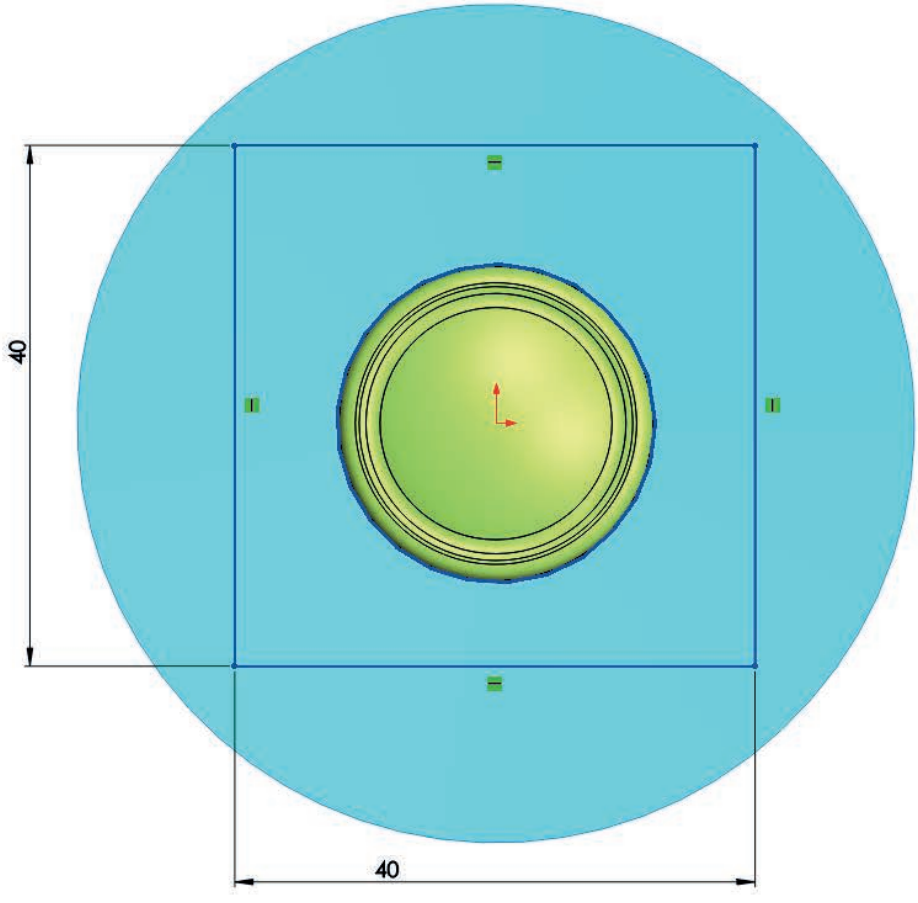
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

ABS	2/1	1	Düğme		04-00-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



Görsel 6.28: Düğme çizimi

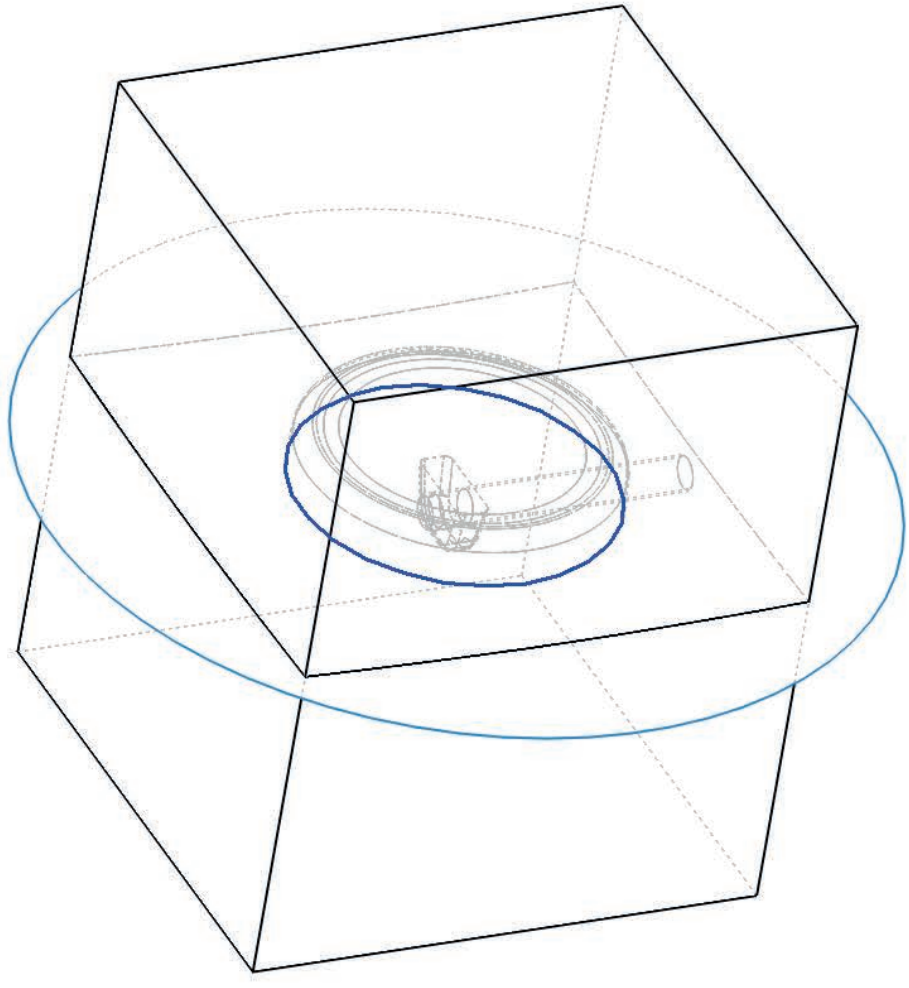


Görsel 6.29: Erkek ve dişi plaka tasarımı

Kalıp ayrım yüzeyine karar verildikten sonra **Görsel 6.29**'daki gibi kalıp ayrım yüzeyinden geçen ve ürünü içine alan bir alan oluşturulur. Oluşturulan alanın içinde kalan ürün çıkarıldıktan ve maça boşluğu oluşturulduktan sonra **Görsel 6.30**'daki gibi erkek ve dişi plakalar elde edilir.

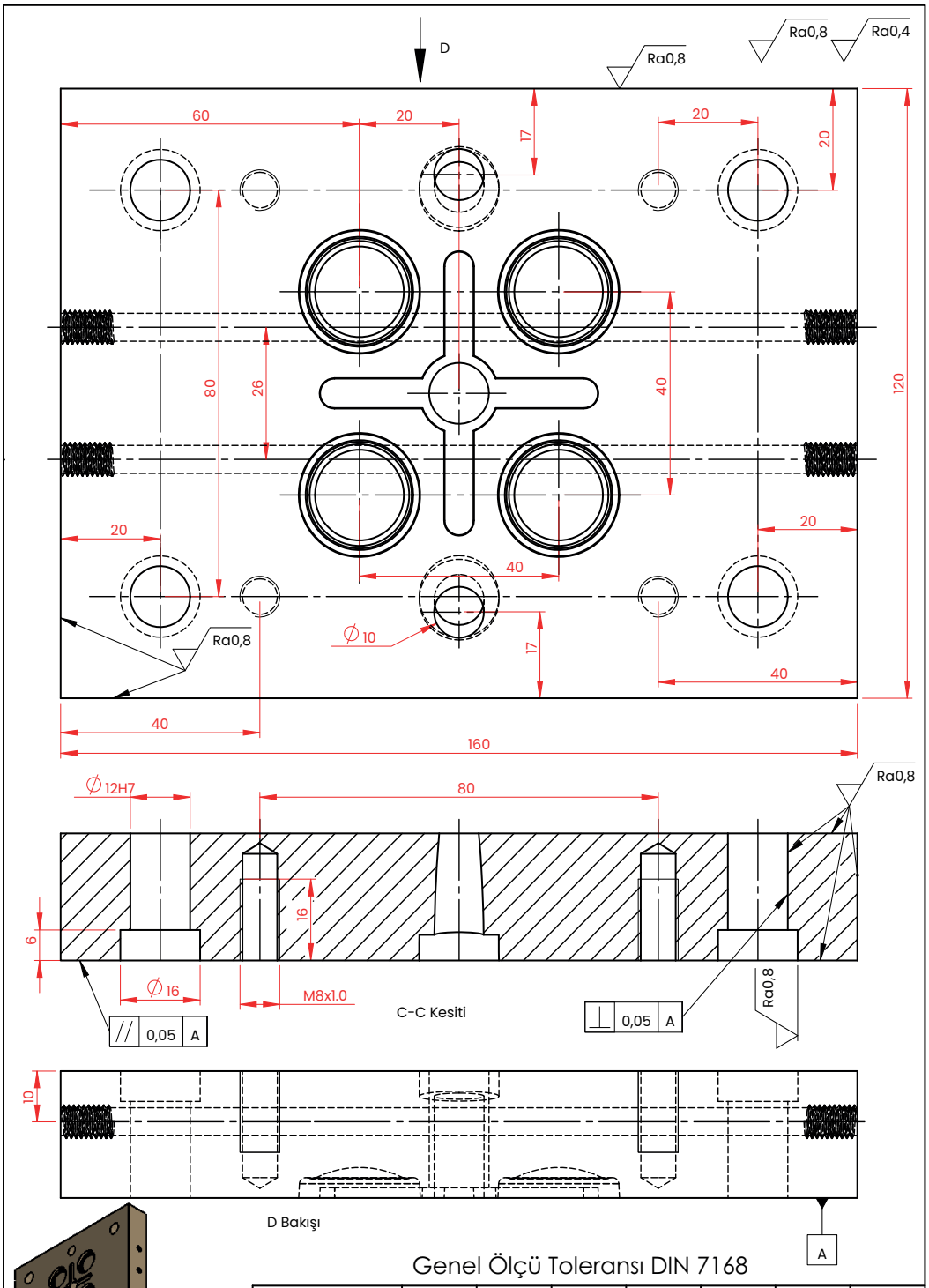
Görsel 6.29 incelendiğinde düğmenin elbiseye dikilebilmesi amacıyla erkek kalıp plakası tarafında kalacak olan deliğin boş olarak çıkması için çözüm üretilmelidir. Bu ürün

için üretilen çözüm, **Görsel 6.30**'daki gibi düğme deliği boşluğunu elde edebilmek için maça olarak bir pim kullanmaktır. Fakat baskı sırasında pimin kalıp hareketine dik bir şekilde hareket etmesi gerekmektedir. Çünkü pim, baskı sırasında ilgili alana takılmalı, baskı sonrası kalıp açılması anında ise ürün bütünlüğüne zarar vermeden geri çekilmelidir. Bu soruna üretilen çözüm, dişi ve erkek plaka içerisinde açılı olarak hareket edebilecek bir pim oluşturmaktır. Erkek ve dişi kalıp üzerinde oluşturulmuş pim, maça mekanizmasına kılavuzluk edecektir. Maça mekanizmasının hareketi, hareketli pime sabitlenerek kalıp kapanması sırasında erkek plaka üzerinde oluşturulan boşluğa takılacak, kalıp açıldığı anda ise ürüne zarar vermeden çıkacaktır.



Görsel 6.30: Erkek, dişi plaka ve maça boşluklarının oluşturulması

2. Düğme Kalıbı Dişi Plaka Tasarımının Yapılması

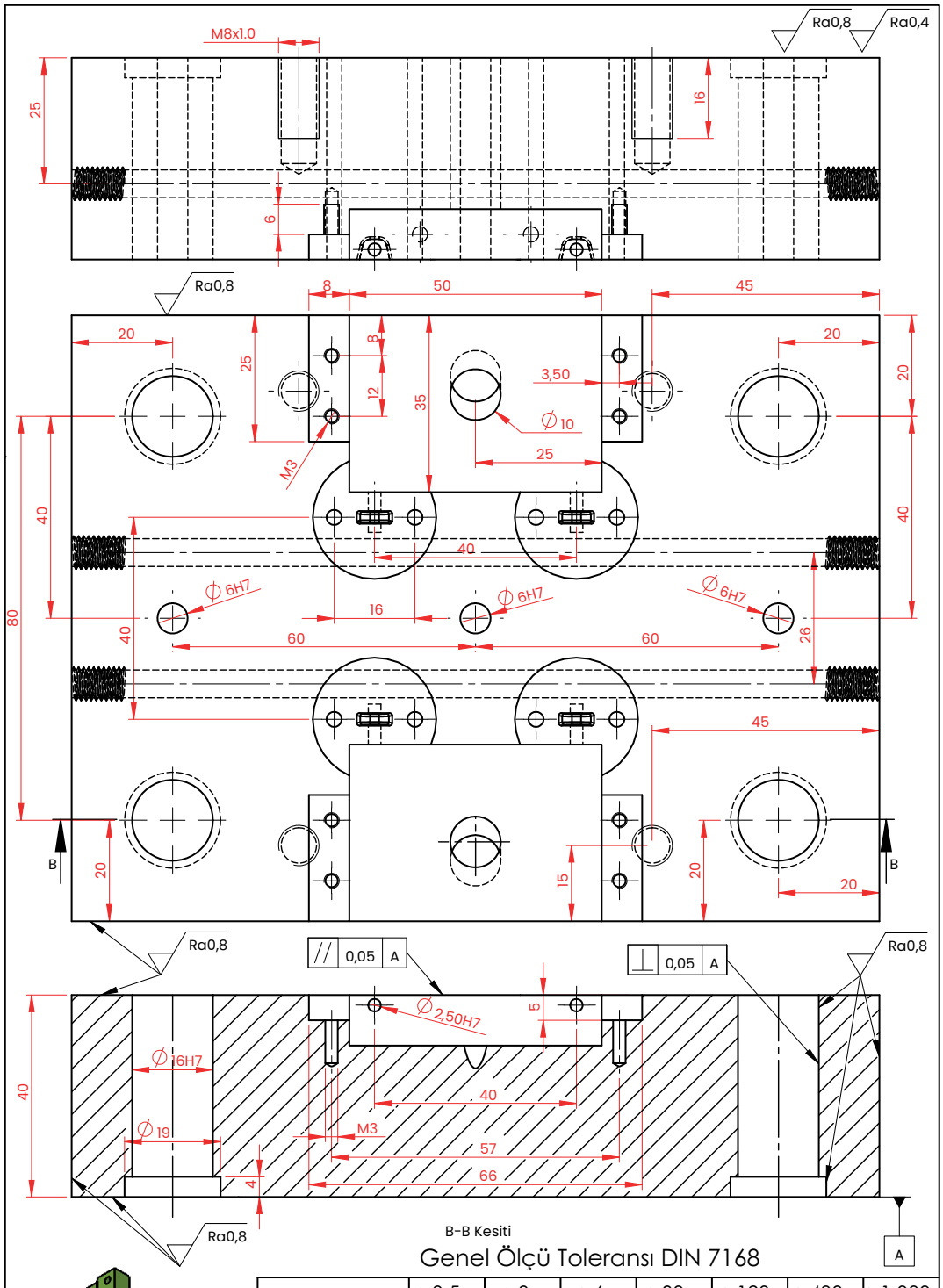


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2738	1/1	1	Dişi plaka		04-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

3. Düğme Kalıbı Erkek Plaka Tasarımının Yapılması



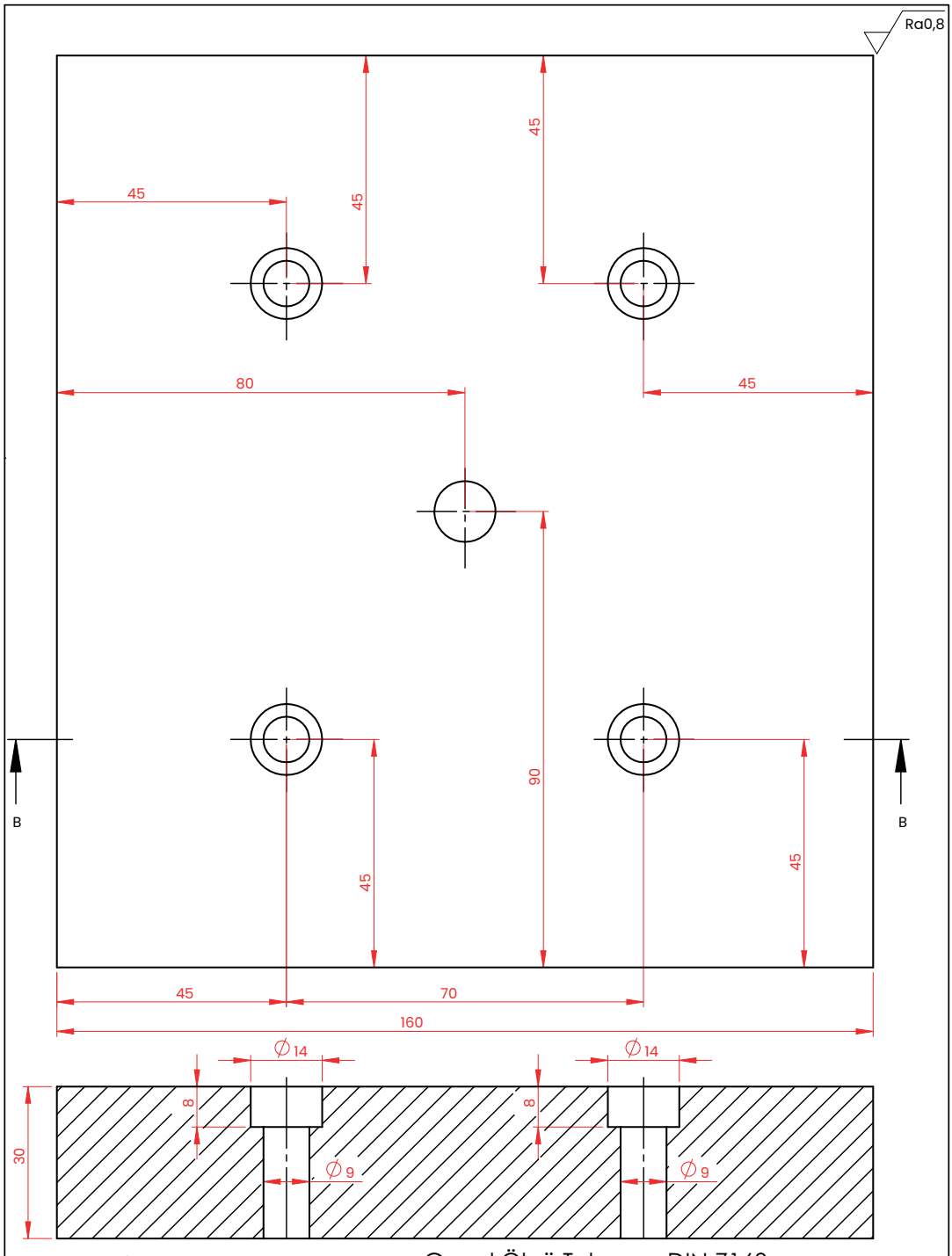
B-B Kesiti

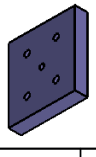
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2738	1/1	1	Erkek plaka		04-05
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

4. Düğme Kalıbı Alt Plaka Tasarımının Yapılması





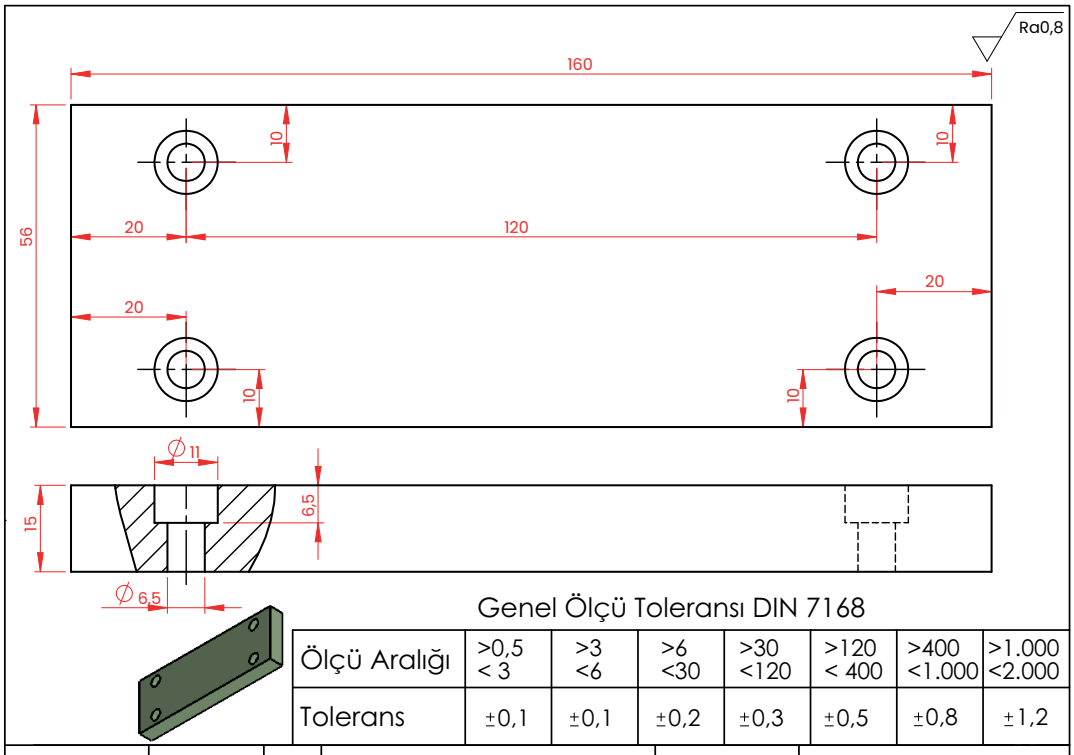
B-B Kesiti

Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Alt plaka		04-12
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

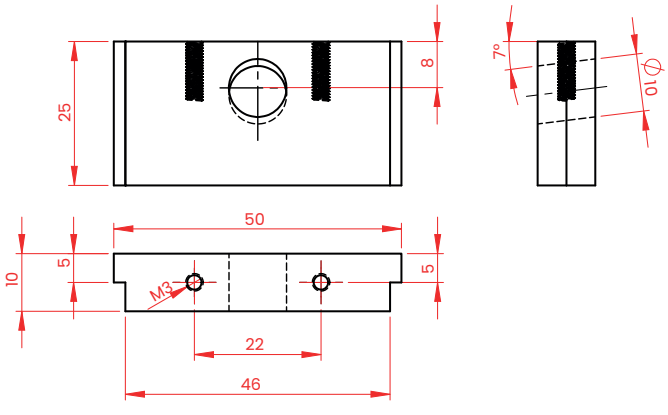
5. Düğme Kalıbı İtici Alt Plaka ve Maça Gövdesinin Tasarlanması

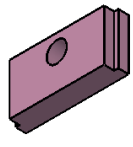


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	İtici alt plaka		04-14
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



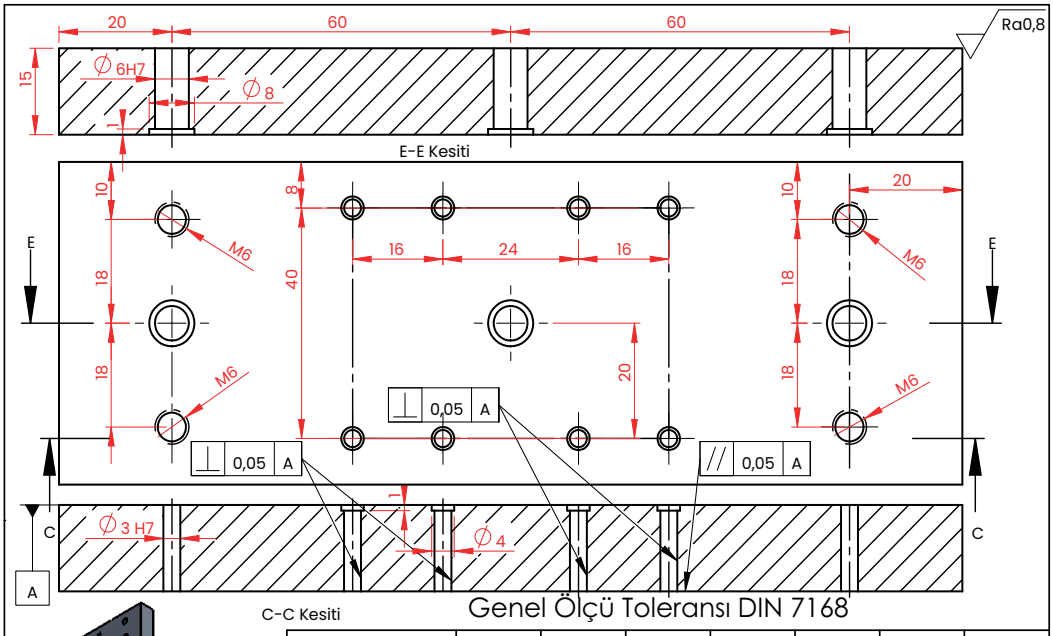


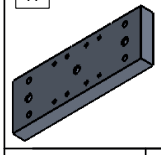
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	2	Maça gövdesi		04-07
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

6. Düğme Kalıbı İtici Plaka ve Maça Sabitleme Parçasının Tasarlanması

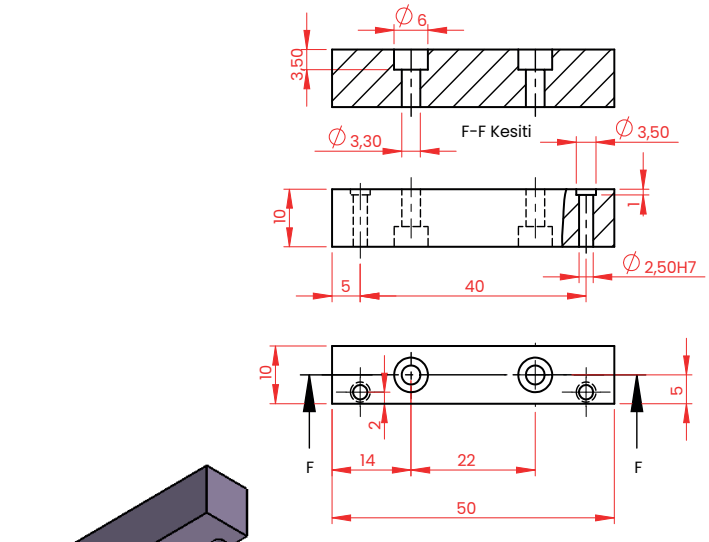


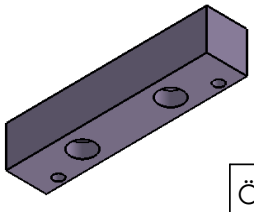


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	İtici plaka		04-13
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



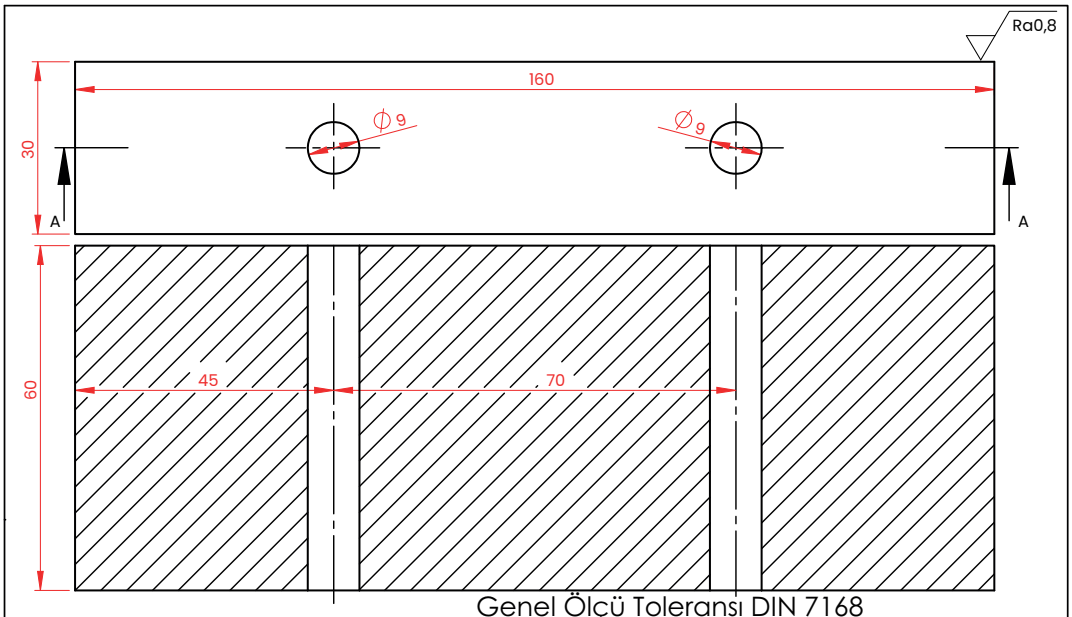


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

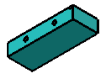
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	2	Maça sabitleme parçası		04-08
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

7. Düğme Kalıbı Maça Sabitleme Parçası ve Destek Parçasının Tasarlanması



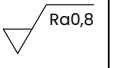
A-A Kesiti

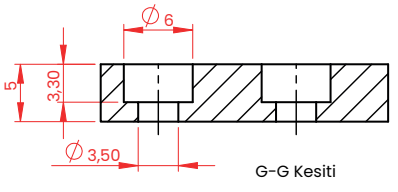


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

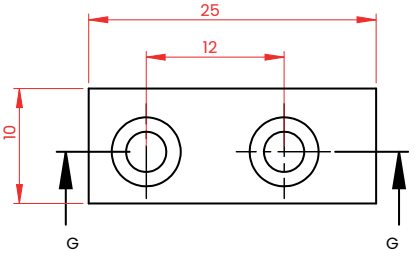
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

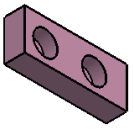
Ç1040	1/1	2	Destek parçası		04-11
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası





G-G Kesiti



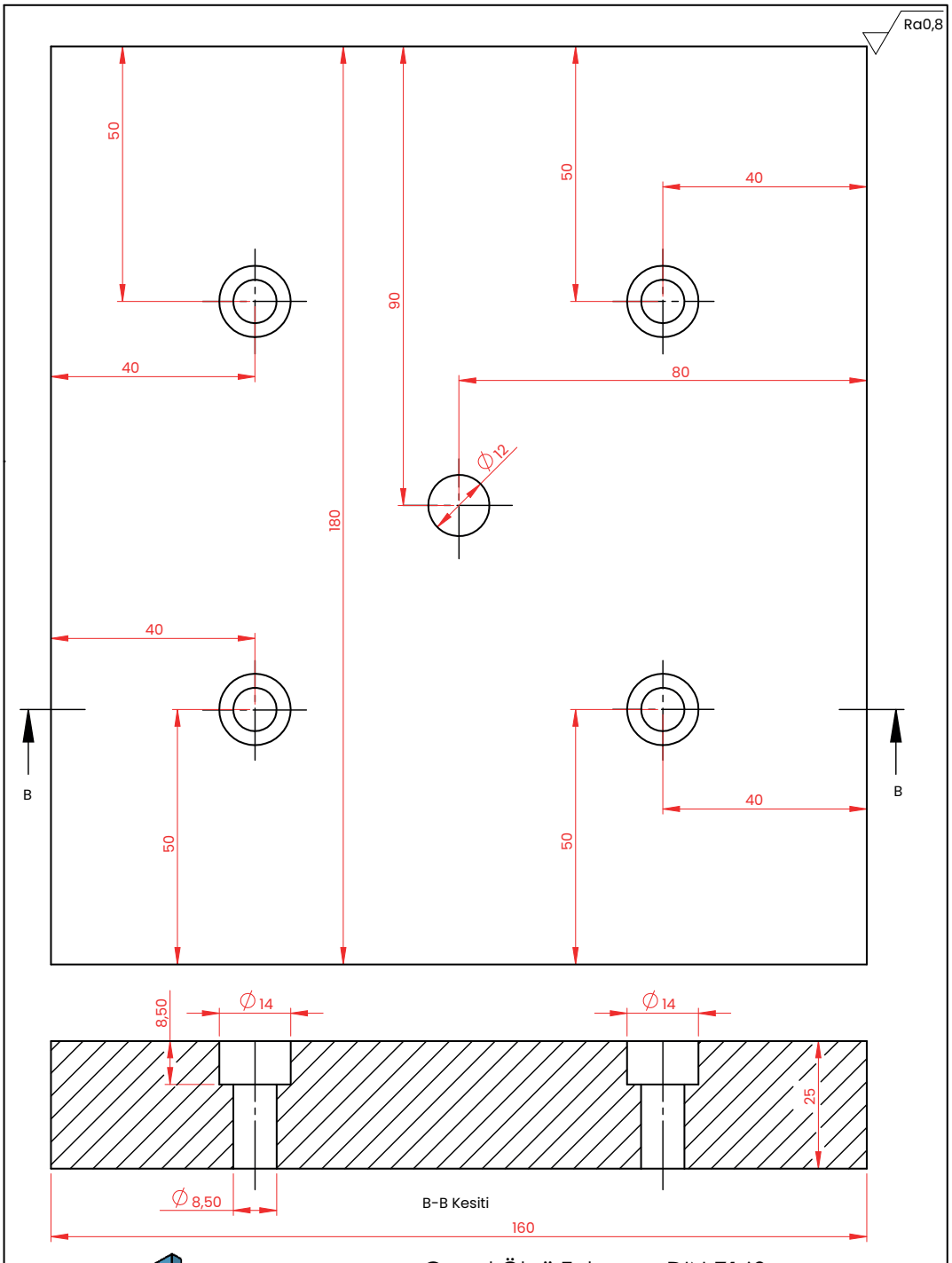


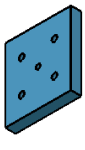
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	2/1	4	Maça sabitleme parçası		04-09
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

8. Düğme Kalıbı Üst Plaka Tasarımının Yapılması



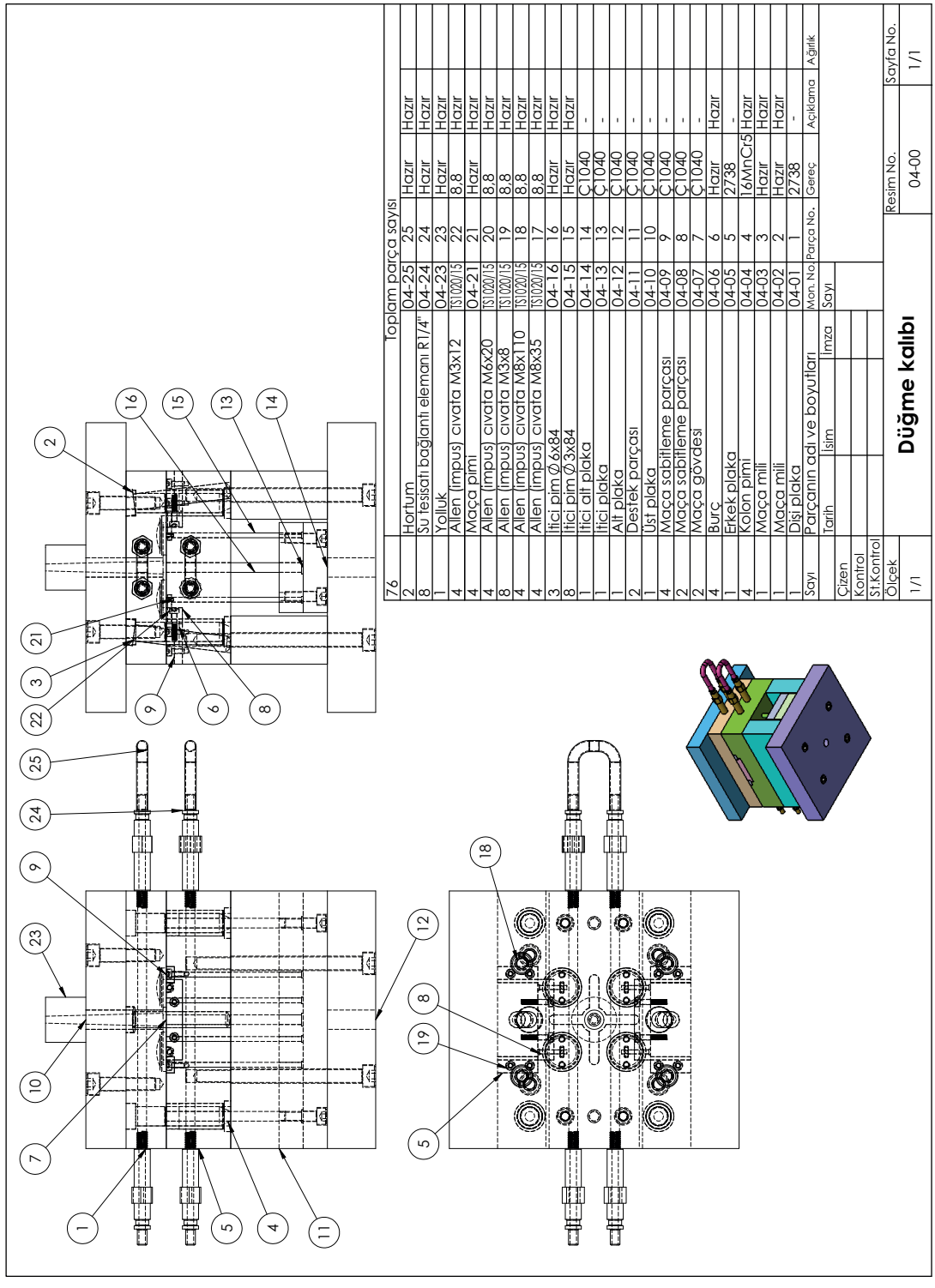


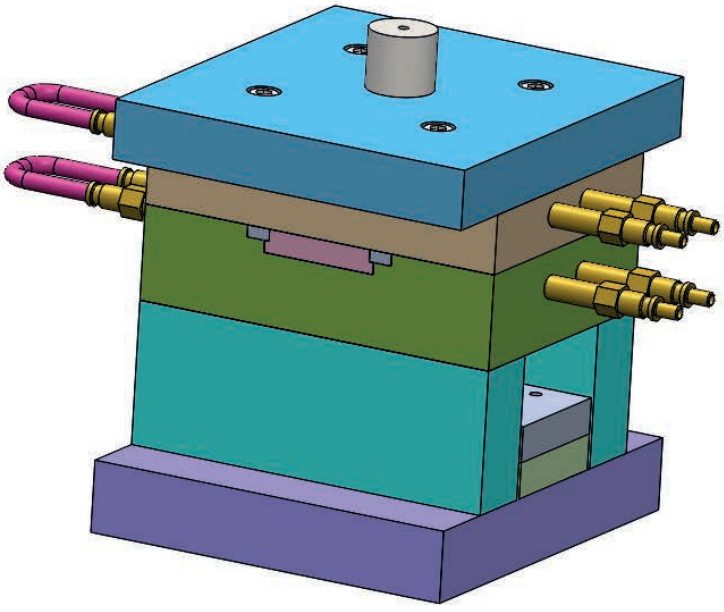
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

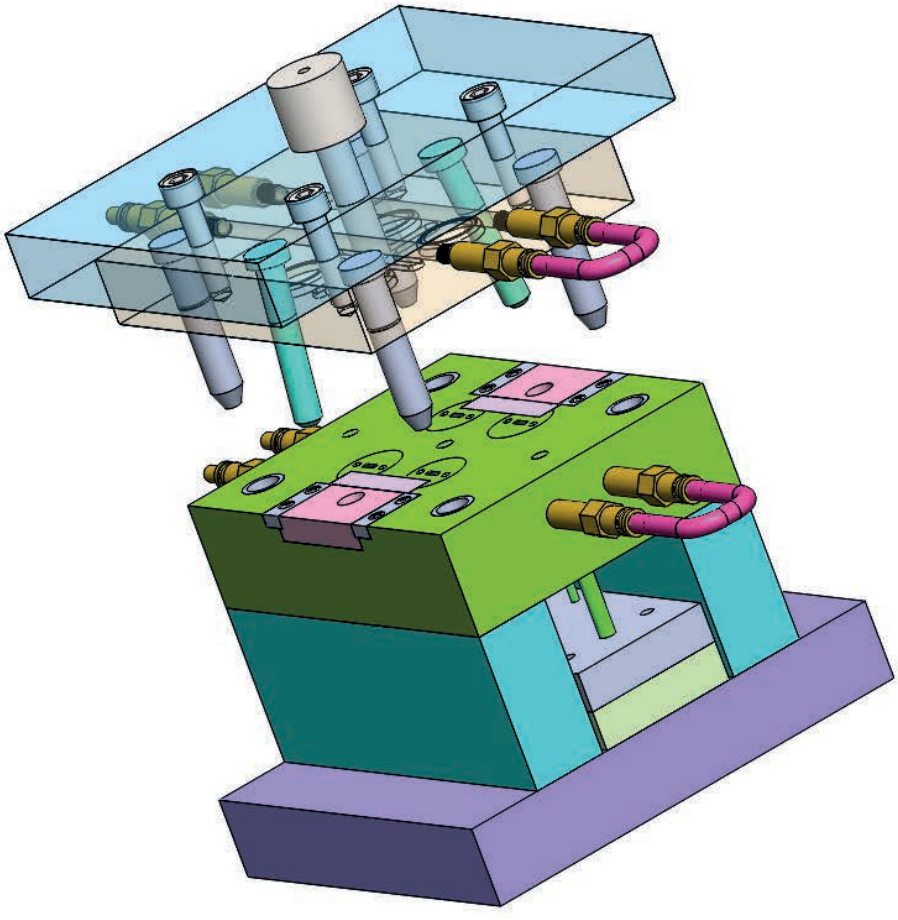
Ç 1040	1/1	1	Üst plaka		04-10
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

9. Düğme Kalıbı Montaj Resminin Çizimi

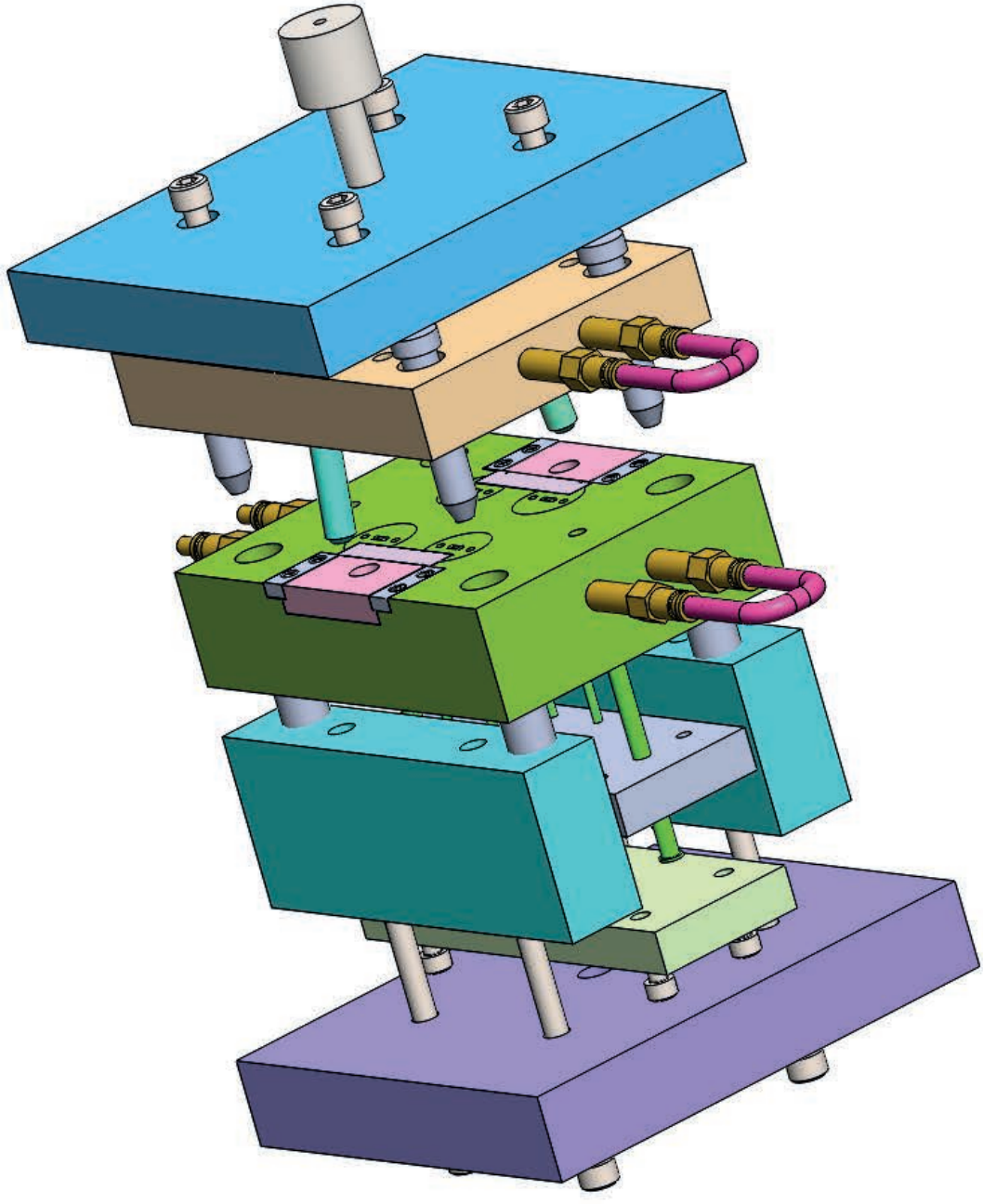




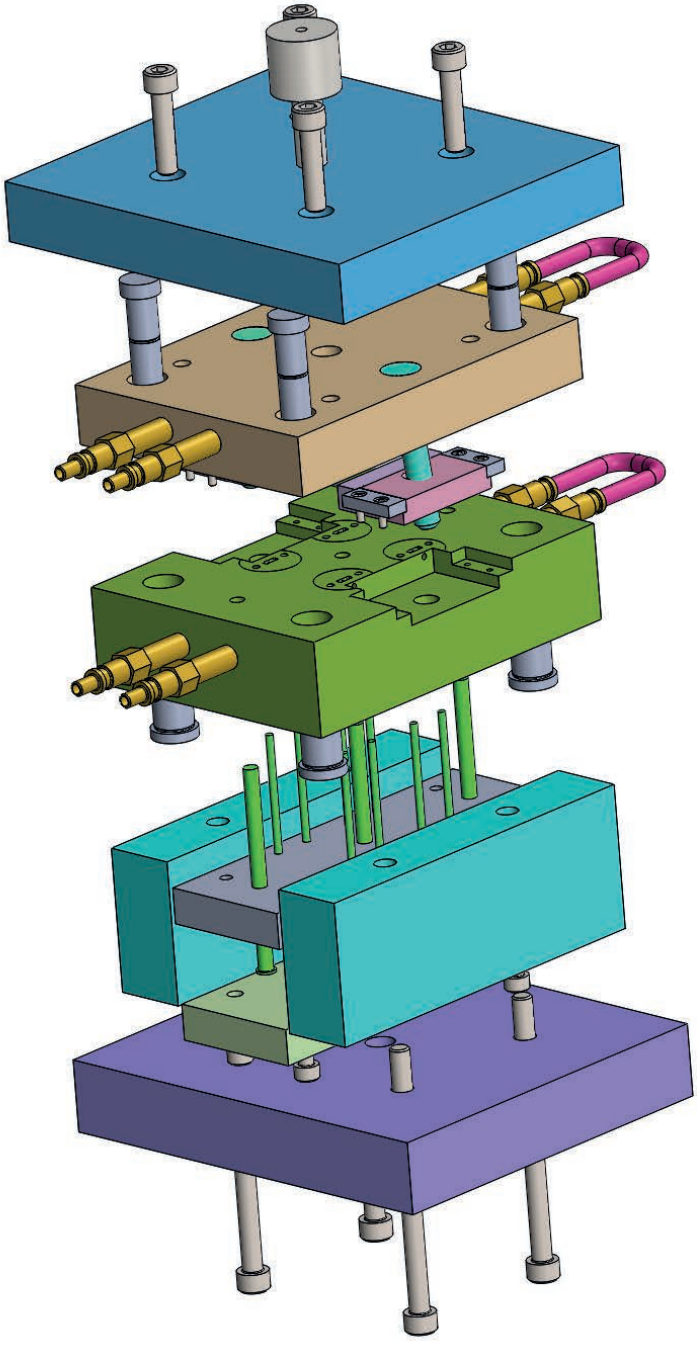
Görsel 6.31: Düğme kalıbı montajı, dış görünüş



Görsel 6.32: Düğme kalıbı montaj aşamaları



Görsel 6.33: Düğme kalıbı montaj aşamaları



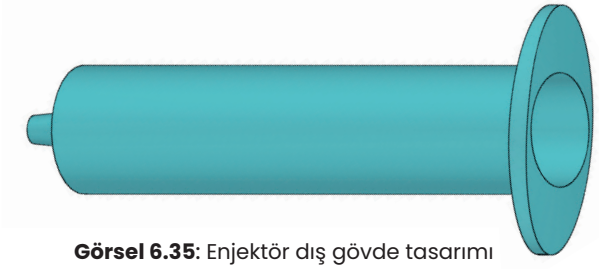
Görsel 6.34: Düğme kalıbı montaj aşamaları

► Enjektör Kalıbı Tasarımı

Bilgisayar destekli çizim programında **Görsel 6.35**'teki gibi tasarımı yapılan enjektörün iki parçadan oluştuğu görülmektedir. Ürün üretimlerinin plastik enjeksiyon kalıbı yardımı ile gerçekleştirilebilmesi için her iki parça tek kalıp üzerine yerleştirilebilir ama maçalı kalıplarda bu seçenek çok tercih edilmez. Bu yüzden iki farklı kalıp tasarlanarak üretimin gerçekleştirilmesi planlanmıştır.

1. Enjektör Dış Gövdesi Kalıp Tasarımı

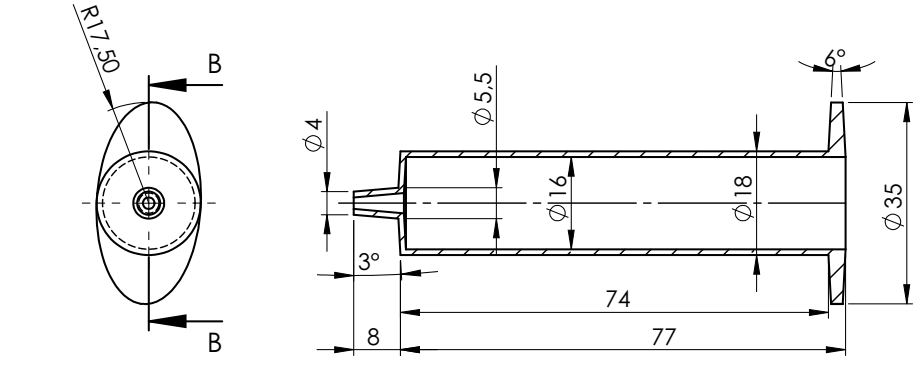
İlk olarak **Görsel 6.35**'teki enjektör dış gövdesinin yapım resmi gerçekleştirilerek tasarımı yapılacak kalıbın standart bir yapıya oturtulması sağlanır. Daha sonra basılacak ürün adedi ve enjeksiyon kapasitesi göz önünde bulundurularak kalıbın kaç gözlü olacağı kararlaştırılır. Son olarak ürün yüzey kalitesi maçalı bir kalıp olmasından dolayı maçalar için en uygun yerleşim ve hareket mekanizmasının tasarlanması, ürünün kalıptan çıkma kolaylığı gibi kriterler çerçevesinde **Görsel 6.36**'daki gibi enjektör dış gövdesi kalıp ayrım yüzeyine karar verilir. Bu çerçevede kalıp tasarımı gerçekleştirilir.



Görsel 6.35: Enjektör dış gövde tasarımı

Görsel 6.36: Enjektör tasarımı

2. Enjektör Dış Gövdesi ve Enjektör Silindiri Yapım Resimlerinin Çizilmesi

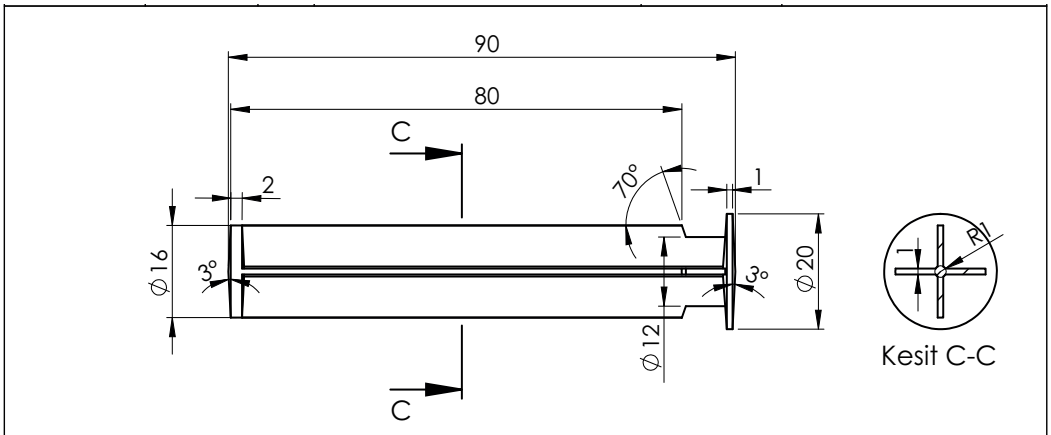


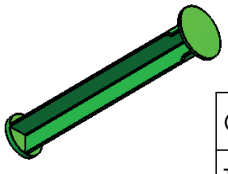
Kesit B-B

Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

PA 6	1/1	1	Enjektör dış gövdesi		05-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



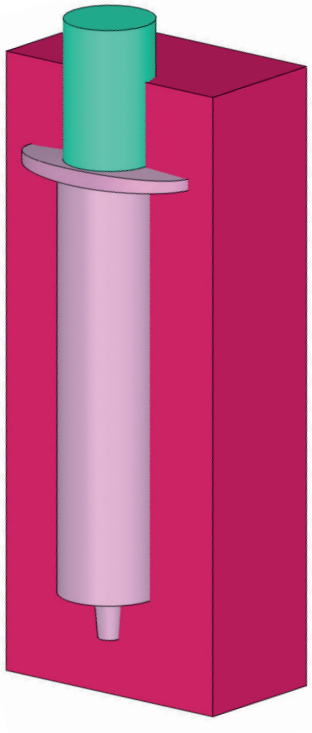


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

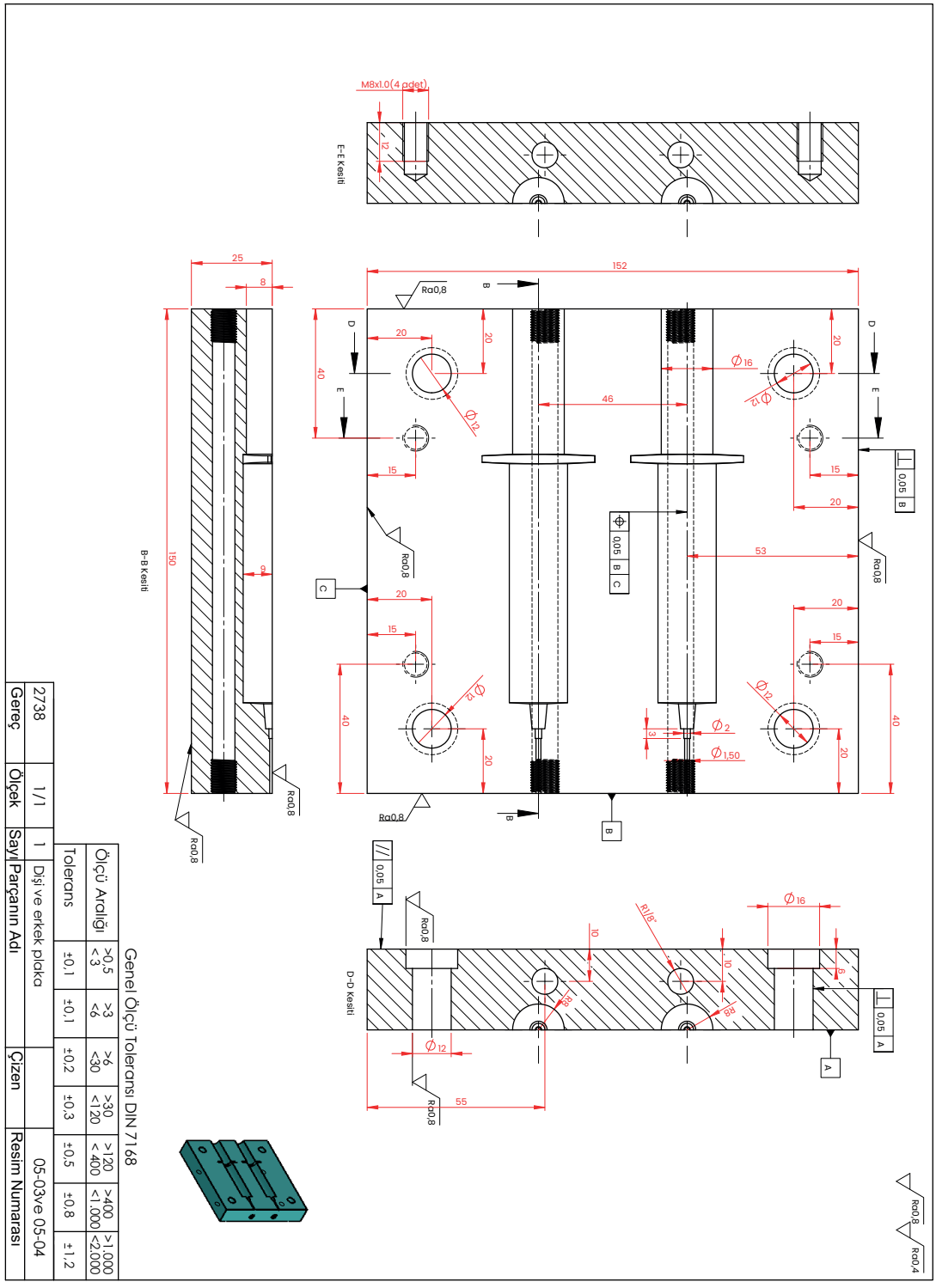
PA 6	1/1	1	Enjektör silindiri		05-02
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

Enjektör dış gövde kalıp tasarımının ilk aşaması, kalıp ayrım yüzeyi ve maçaların yerleştirilmesinin yapılmasıdır. **Görsel 6.37**'de enjektör dış gövdesi çekirdek kalıp tasarımında kalıp yüzeyi, simetrik yapıdaki parçanın ortasından geçirilmiş ve ürünün içinin boş çıkabilmesi için maça yerleştirilmiştir. Ürün ebatlarının büyük olması, maça çalışma boyunu önemli bir parametre ve çözülmesi gerekli bir soruna dönüştürür. Bu yüzden maça tasarımı kadar maçaya hareket verecek olan mekanizmanın önemsenmesi de hayati öneme sahiptir. Maça hareket mekanizması için birçok farklı yol ve yöntem mevcuttur. Tasarımcı, kalıpçının bilgi ve tecrübesine başvurarak bu seçeneklerden birine karar verir ve böylece çekirdek kalıp tasarımı tamamlanır. Eğer kalıp çok gözlü olacak ise bu çerçevede çekirdek kalıp, istenilen ölçü ve sayıda çoğaltılır ve kalıba son şekli verilir.

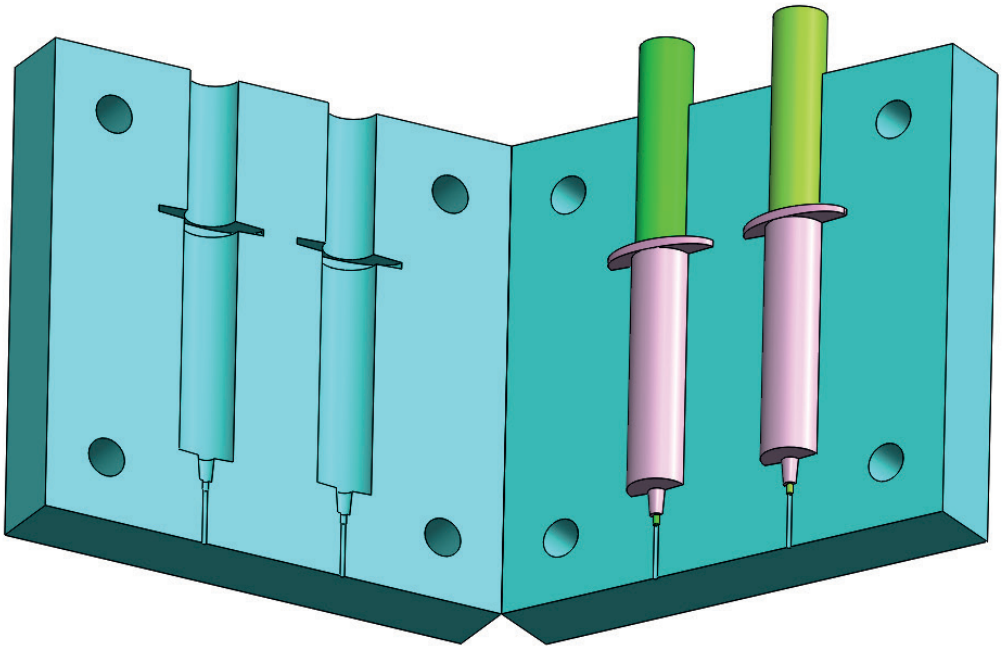


Görsel 6.37: Enjektör dış gövdesi çekirdek kalıp tasarımı

3. Enjektör Dış Gövde Maçalı Kalıbı Erkek ve Dişi Plaka Tasarımının Yapılması



| | | |



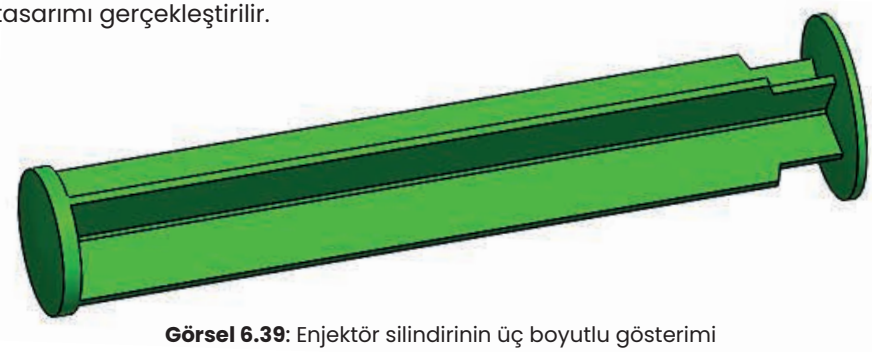
Görsel 6.38: Enjektör dış gövde maçalı kalıbı dişi ve erkek plaka montajının üç boyutlu gösterimi

Simetrik parçaların kalıpları, **Görsel 6.38'**de de görüleceği üzere genel itibarı ile simetrik yapıdan oluşmaktadır. Kalıp plaka çiftinden herhangi biri dişi veya erkek plaka olarak seçilebilir ve sonrasında gerekli tüm iş ve işlem basamakları takip edilerek kalıp, baskıya geçecek hâle getirilerek enjeksiyon makinesine bağlanır. Ürün adedi kadar baskı yapılır.

Erkek ve dişi plaka tasarımının tamamlanabilmesi için erkek plaka olarak seçilen tarafta itici pim delikleri açılır. İhtiyaç hâlinde yolluk kanalları açılır. Dişi plakaya ise yolluk memesi deliği açılır, yolluk kanalları açılır. Böylece dişi ve erkek plaka üzerinde yapılması gerekli iş ve işlemler tamamlanmış olur.

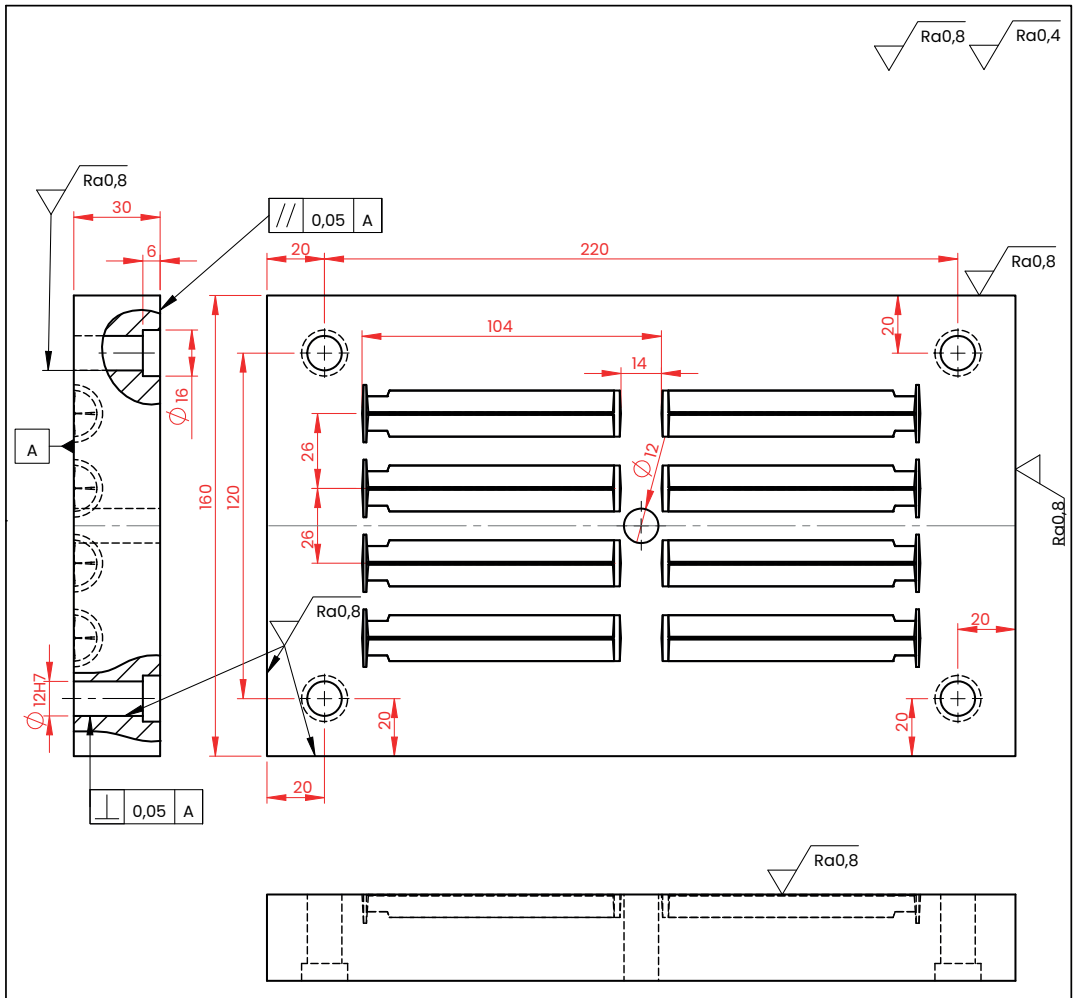
4. Enjektör Silindiri Kalıp Tasarımının Yapılması

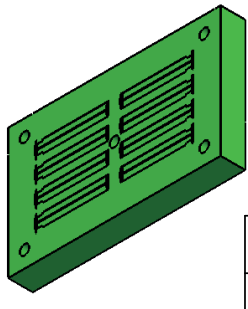
İlk olarak **Görsel 6.39**'daki enjektör silindirinin yapım resmi gerçekleştirilerek tasarımı yapılacak kalıbın standart bir yapıya oturtulması sağlanır. Daha sonra basılacak ürün adedi ve enjeksiyon kapasitesi göz önünde bulundurularak kalıbın kaç gözlü olacağı kararlaştırılır. Enjektör silindiri, simetrik bir yapıya sahip olmasından dolayı kalıplanması kolay olan bir üründür. Bu yüzden kalıp ayrım yüzeyi, ürünün ortasından geçirilerek kalıp tasarımı gerçekleştirilir.



Görsel 6.39: Enjektör silindirinin üç boyutlu gösterimi

5. Enjektör Silindiri Kalıbı Erkek ve Dişi Plaka Tasarımının Yapılması

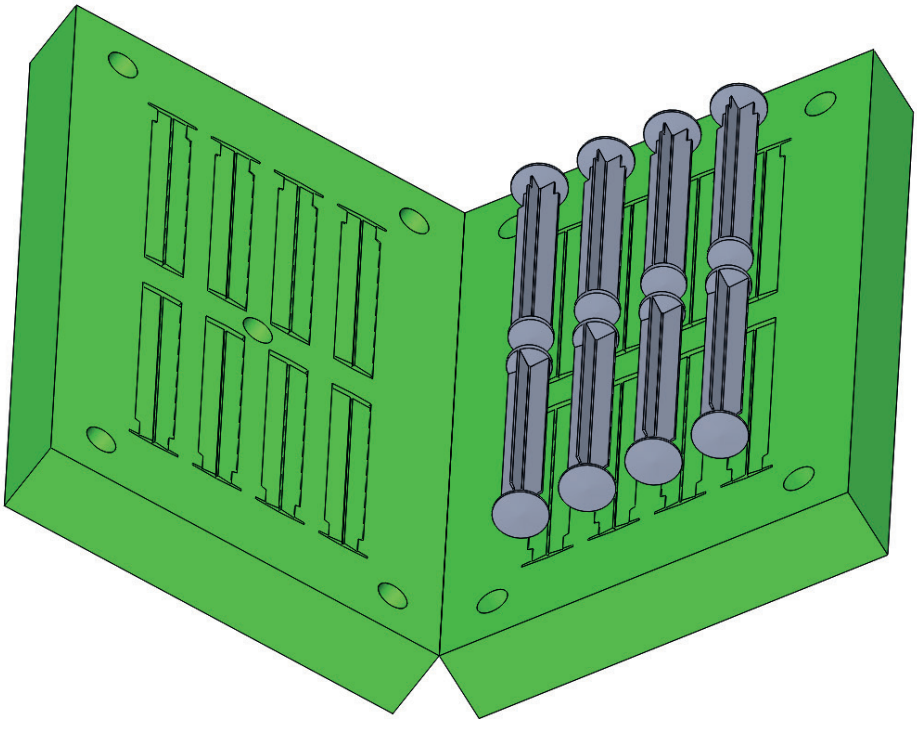




Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2738	1/2	1	Erkek ve dişi plaka		05-05 ve 05-06
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



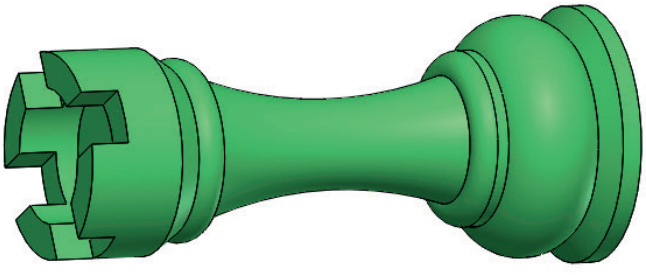
Görsel 6.40: Enjektör silindir kalıbı montajı

Üretilmek istenen ürün, simetrik bir yapıya sahip olduğundan enjektör silindir kalıbı tasarımı yapılırken kalıp plaka çiftinden herhangi biri dişi veya erkek plaka olarak seçilebilir (**Görsel 6.40**). Sonrasında gerekli tüm iş ve işlem basamakları takip edilerek kalıp baskıya geçmeye hazır hâle getirilebilir.

Erkek ve dişi plaka tasarımının tamamlanabilmesi için erkek plaka olarak seçilen tarafta itici pim delikleri açılır, ihtiyaç hâlinde yolluk kanalları açılır. Dişi plakaya ise yolluk memesi deliği açılır, yolluk kanalları açılır. Her iki plakanın bağlantı ve kalıp soğutma delikleri açılır, vidaları açılır. Böylece dişi ve erkek plaka üzerinde yapılması gerekli iş ve işlemler tamamlanmış olur.

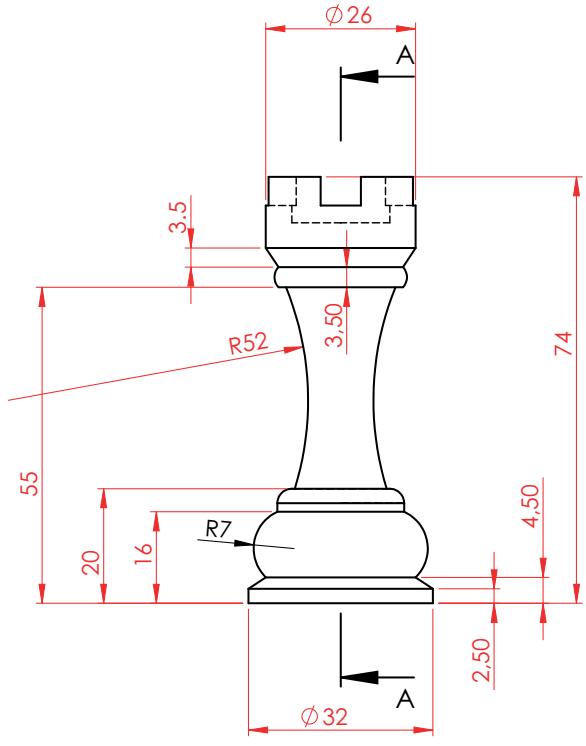
► Kale Figürü Kalıp Tasarımı

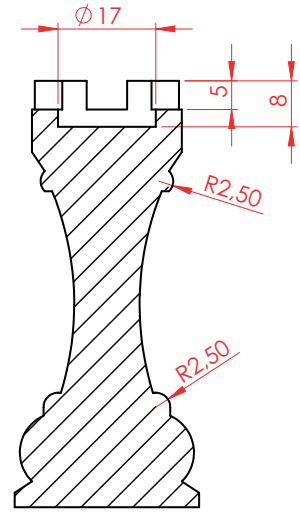
1. Kale Figürünün Üç Boyutlu Tasarımının Yapılması



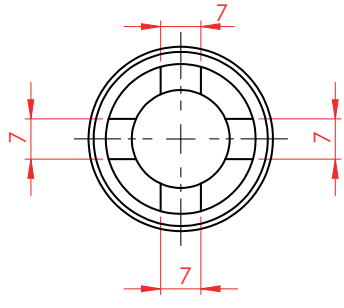
Görsel 6.41: Kale figürünün üç boyutlu çizimi

2. Kale Figürü Yapım Resminin Çizimi





Kesit A-A

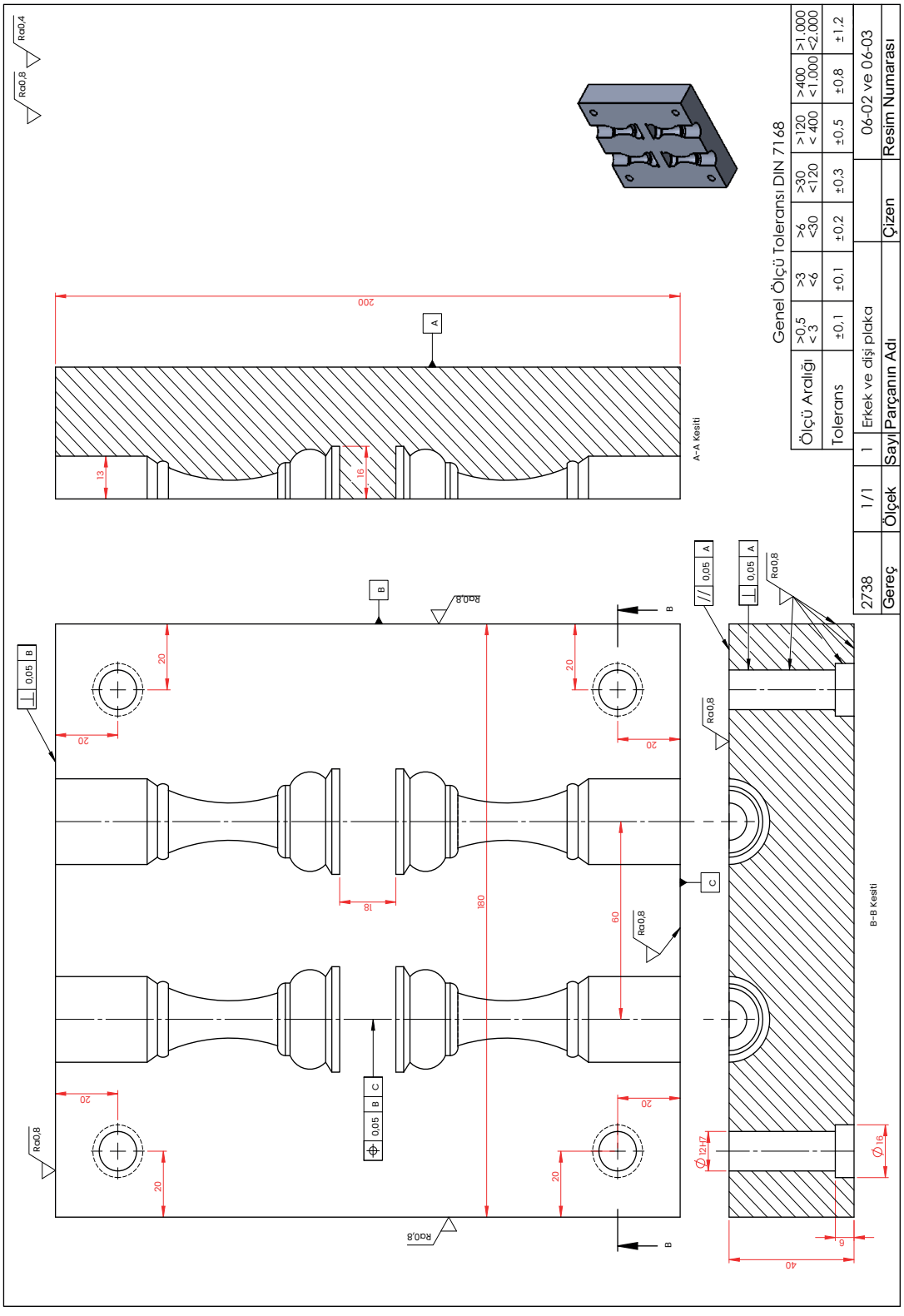


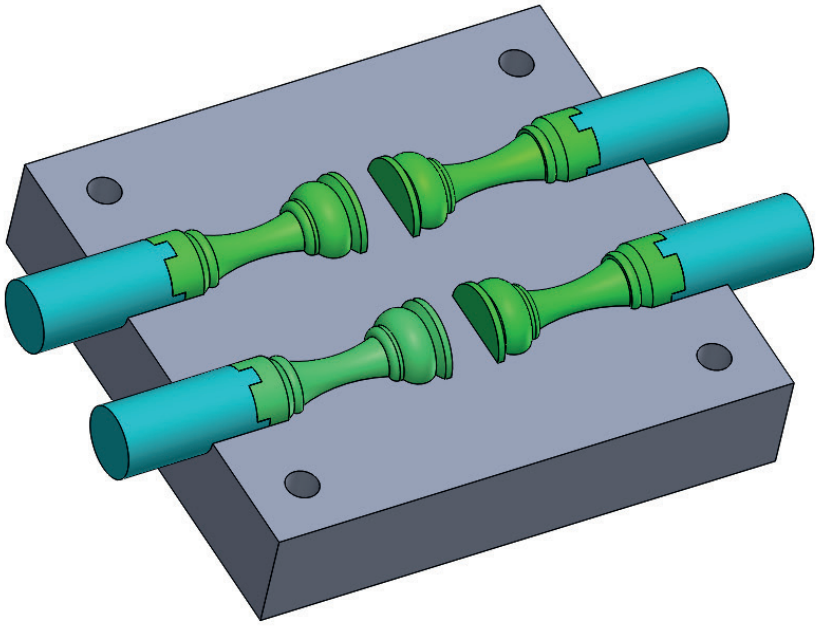
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

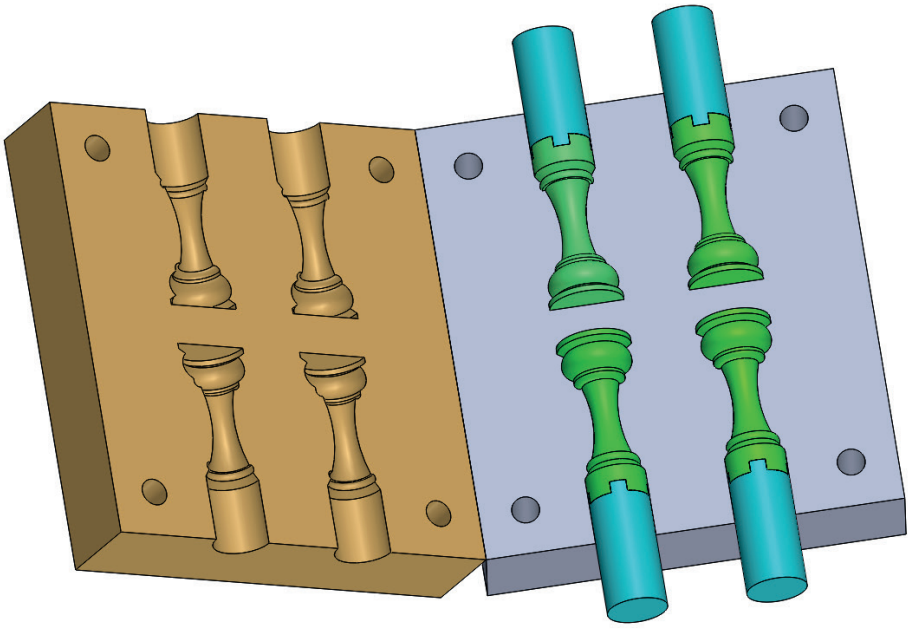
PA 6	1/1	1	Kale figürü		06-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

3. Kale Figürü Kalıbı Erkek ve Dişi Plaka Tasarımının Yapılması





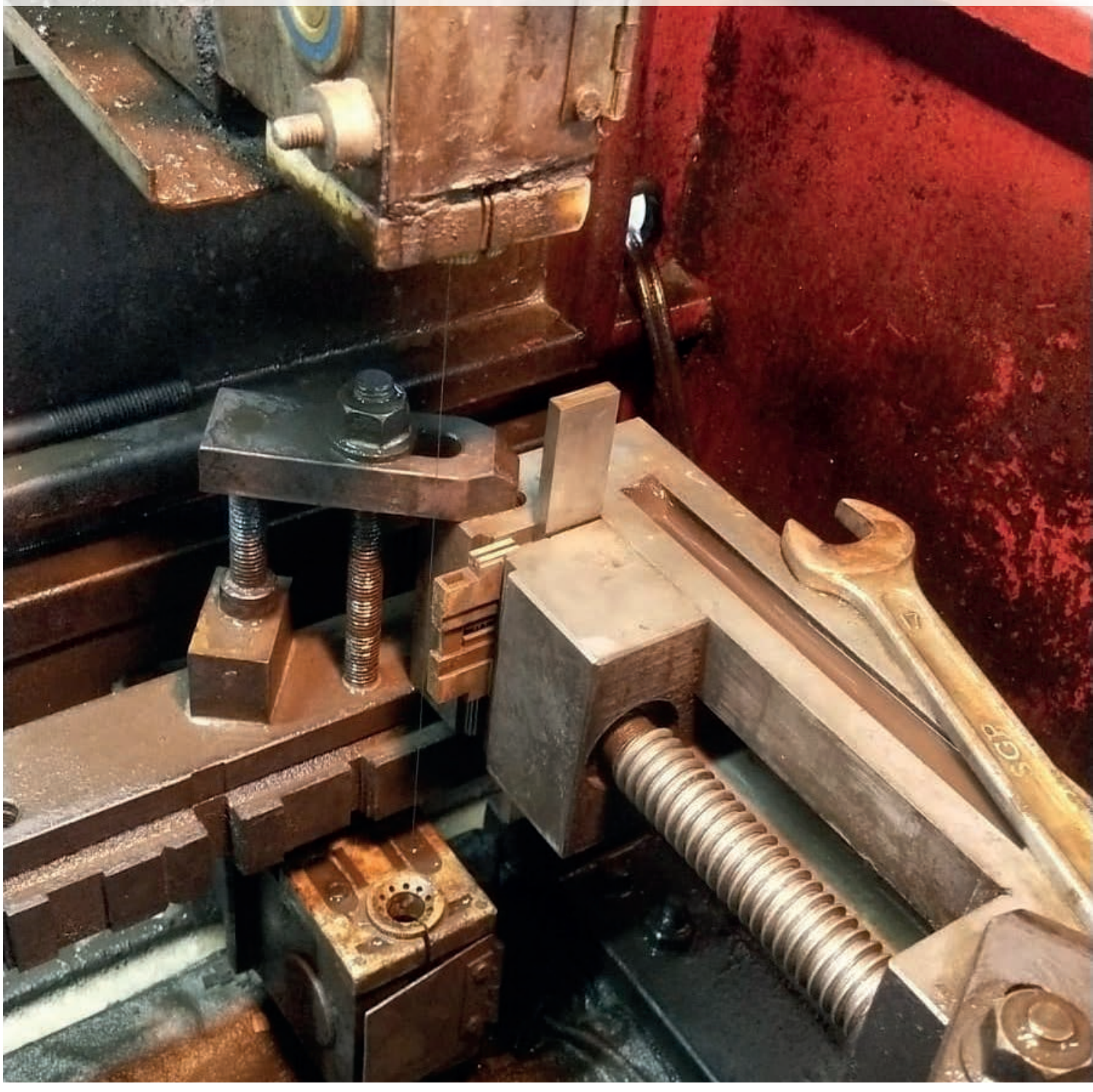
Görsel 6.42: Maçalı kale figürü kalıbının maça ve erkek plakadan oluşan montaj resmi



Görsel 6.43: Maçalı kale figürü kalıbının maça, erkek ve dişi plakadan oluşan montaj resmi

Görsel 6.43'te üretilmek istenen maçalı kale figürü simetrik bir yapıya sahiptir. Kalıp plaka çiftinden herhangi biri dişi veya erkek plaka olarak seçilir ve sonrasında ihtiyaç duyulan tüm iş ve işlemler kalıp plakalarına yansıtılarak kalıp baskıya geçmeye hazır hâle getirilir.

Alıştırma yüzeyli kalıpların (kaşık kalıbı gibi) dişi ve erkek plakaları **Görsel 6.44**'teki gibi tel erezyonda işlenir.

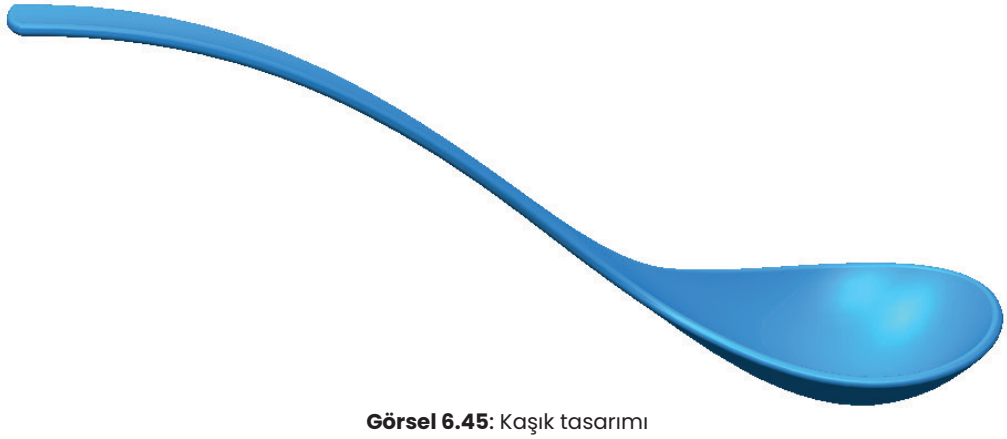


Görsel 6.44: Alıştırma yüzeyli kalıbın tel erezyon tezgâhında kesilmesi

Erkek ve dişi plaka tasarımının tamamlanabilmesi için erkek plaka olarak seçilen tarafta itici pim delikleri açılır, ihtiyaç hâlinde yolluk kanalları açılır. Dişi plakaya ise yolluk memesi deliği ve yolluk kanalları açılır. Her iki plakanın bağlantı ve kalıp soğutma delikleri ile vidaları açılır. Böylece dişi ve erkek plaka üzerinde yapılması gerekli iş ve işlemler tamamlanmış olur.

► **Alıştırma Yüzeyli Kaşık Kalıbı Tasarımı**

1. Kaşığın Üç Boyutlu Tasarımının Yapılması

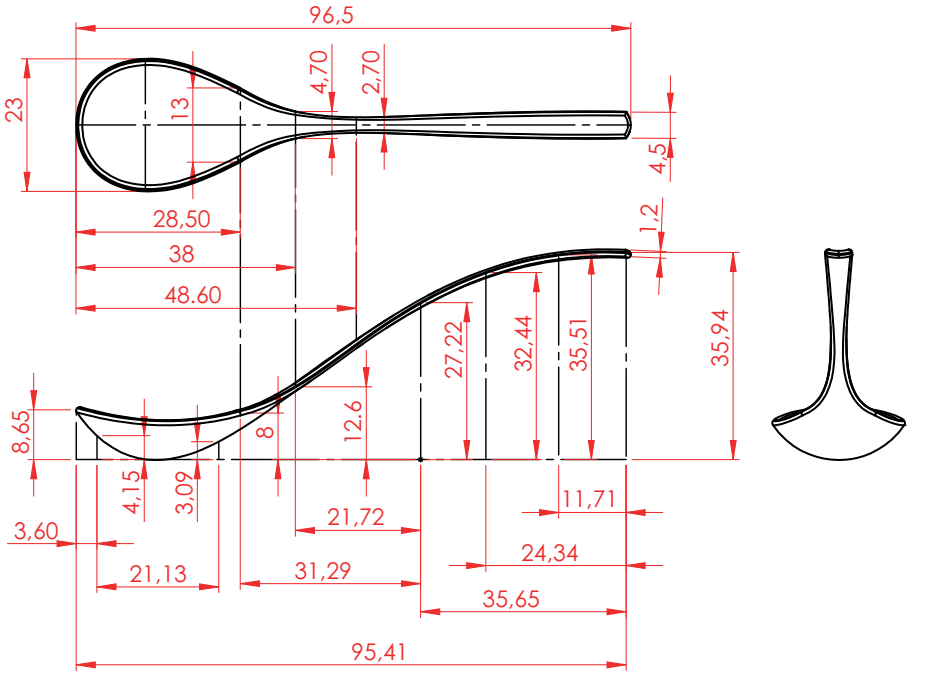


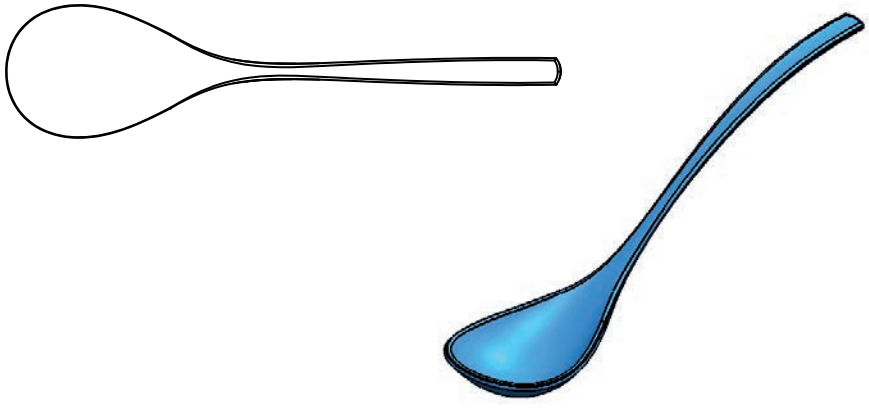
Görsel 6.45: Kaşık tasarımı

Alıştırma Yüzeyli Kalıp: Erkek ve dişi plaka ayrım yüzeyi, düzlemsel bir formda olmayıp formlu bir yapıda olan kalıplara **alıştırma yüzeyli kalıp** denir.

Kalıp tasarımlarında yüzeyin formlu olması, tasarım ve imalat sırasında çok dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Formlu kalıp plakalarının montajı sırasında ayrım yüzeylerindeki maksimum mesafe, belirtilen çalışma toleransları sınırları içerisinde olmalıdır. Aksi hâlde kalıp kapanmaz, ürün yüzeyinde istenmeyen çapaklar meydana geldiği gibi ayrım yüzeyinden ergimiş malzeme basınçlı bir şekilde dışarıya fışkırır ve istenmeyen kazalara sebebiyet verir. İş güvenliği ve ürün kalitesi açısından kalıp plakalarının belirtilen tolerans değerleri sınırları içerisinde kapanabilmesi gerekir. Kalıp tasarımına başlanırken ilk olarak ürün, üç boyutlu bilgisayar destekli çizim programlarında tasarlanır. Tasarım aşamasında kalıp ayrım yüzeyine karar verilir ve ürün buna göre tasarlanır. Çizilen ürünün standart hâle getirilmesi için yapım resmi çizilir. Daha sonra erkek ve dişi plaka tasarlanarak kalıbın oluşumundaki en önemli iki parça hazırlanır. Son olarak kalıbın diğer yardımcı parçaları oluşturularak kalıp tasarımı tamamlanmış olur **(Görsel 6.45)**.

2. Kaşık Yapım Resminin Çizimi



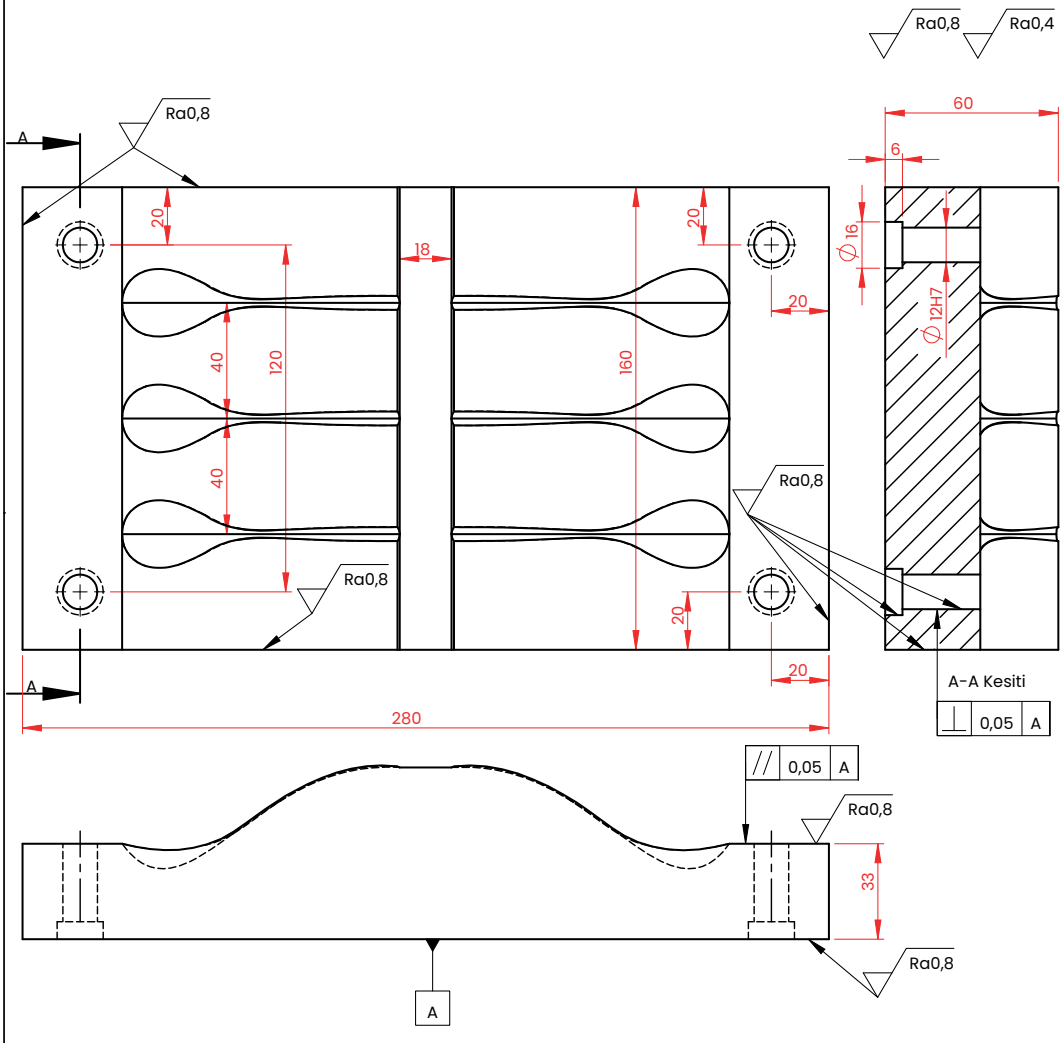


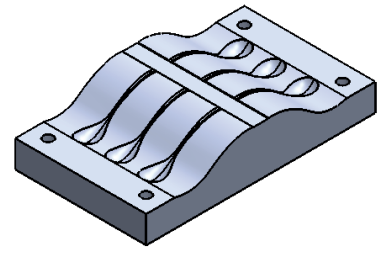
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

PA 6	1/1	1	Kaşık		07-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

3. Kaşık Kalıbı Dişi Plaka Tasarımının Yapılması



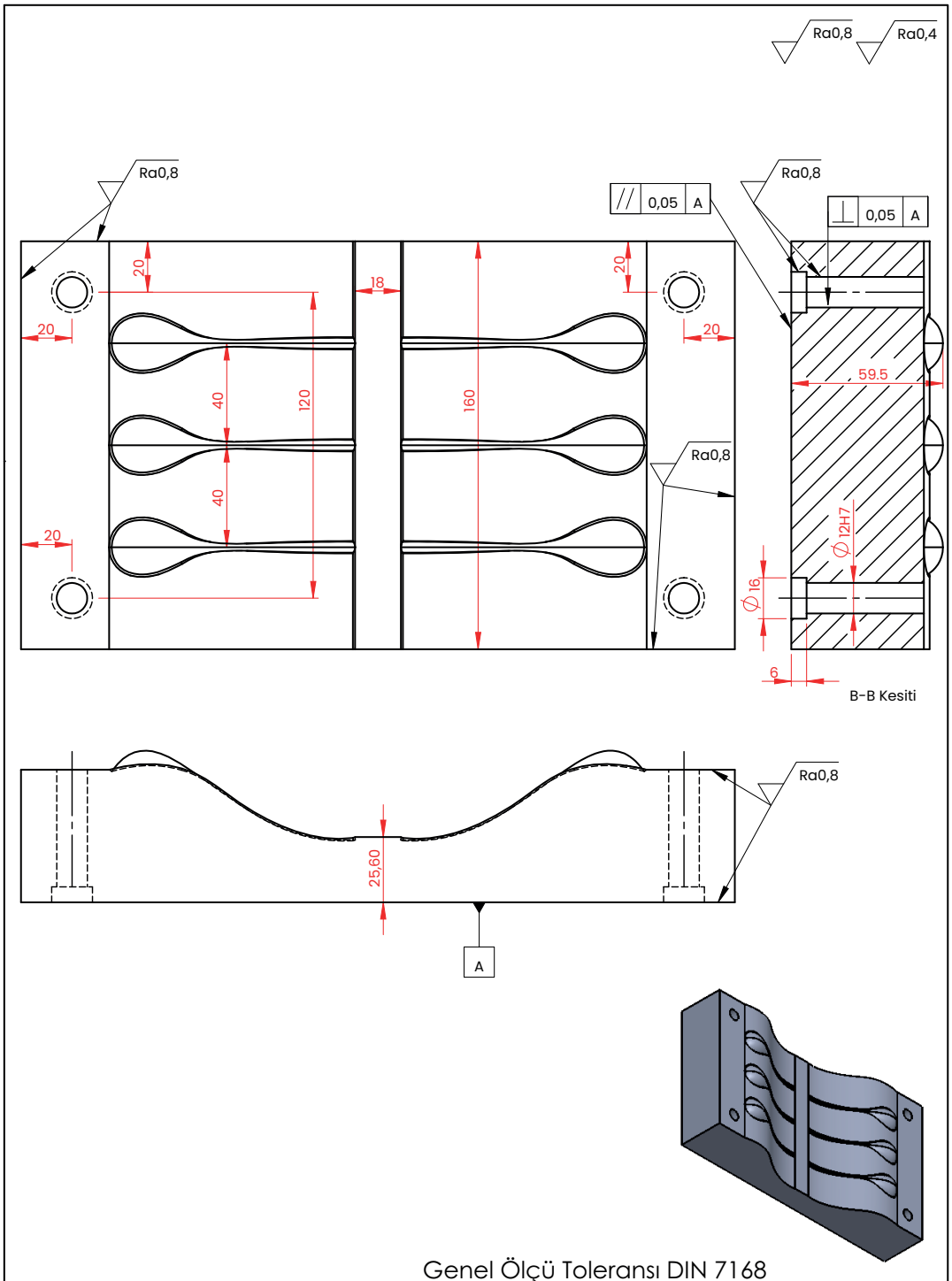


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2738	1/2	1	Dişi plaka		07-02
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

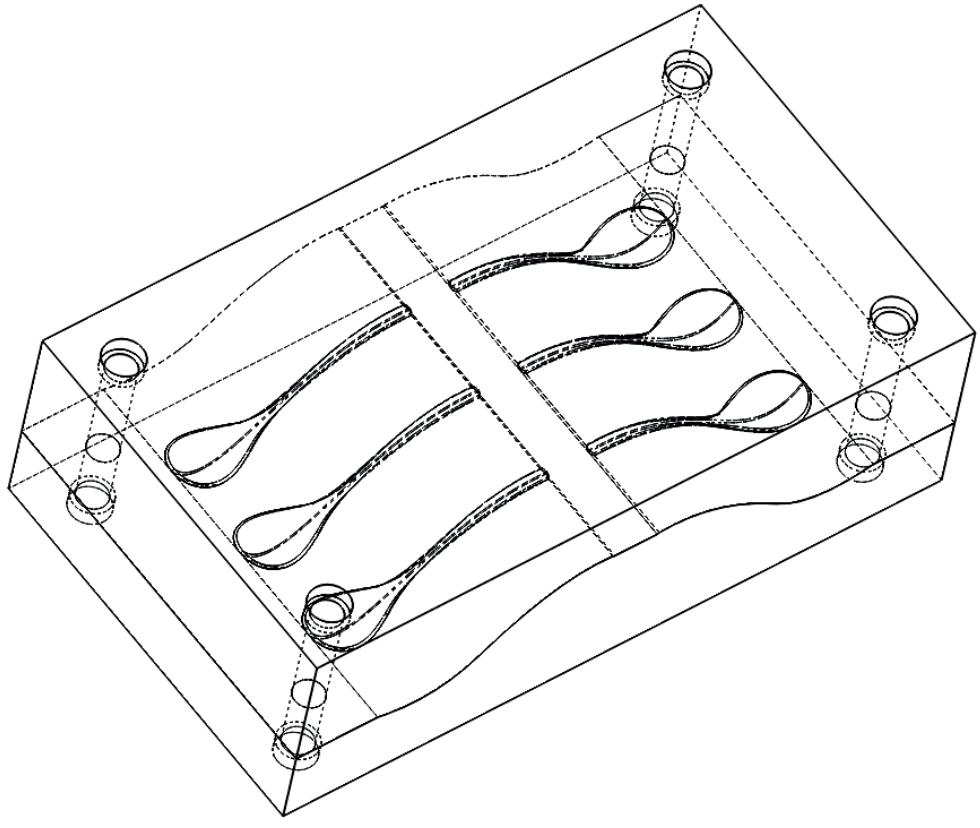
4. Kaşık Kalıbı Erkek Plaka Tasarımının Yapılması



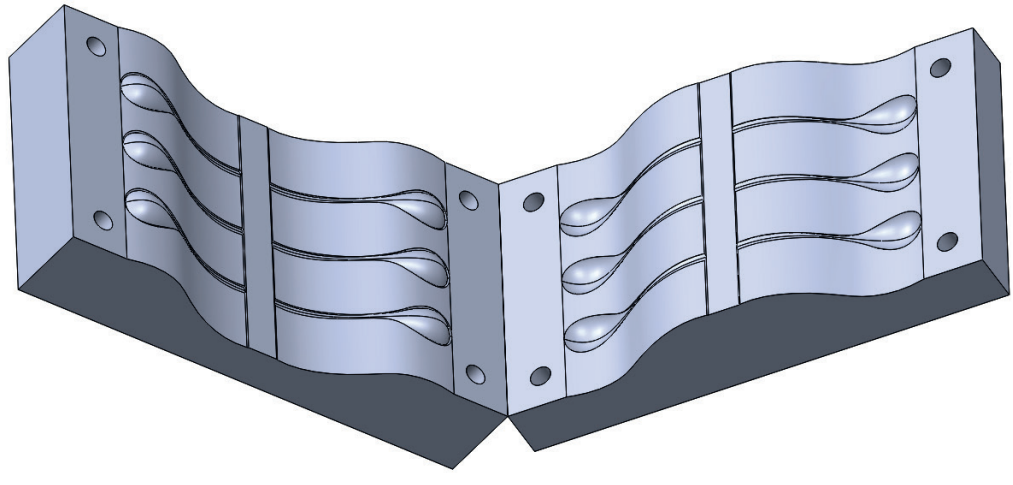
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2738	1/2	1	Erkek plaka		07-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



Görsel 6.46: Alıştırma yüzeyli kaşık kalıbı erkek ve dişi plaka montajı



Görsel 6.47: Alıştırma yüzeyli kaşık kalıbı erkek ve dişi plaka montajı

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Plastikler; üretim yöntemleri, ısı karşısındaki davranışları, kristal yapıları, molekül yapıları gibi özellikleri göz önünde bulundurularak sınıflandırılır.

Aşağıdakilerden hangisi bu sınıflandırmaya dâhil değildir?

A) Termoplastikler

B) Termotropik

C) Elastomerler

D) Termosetler

E) Termoplast poliesterler

2. **Aşağıdakilerden hangisi sıkça kullanılan mühendislik termoplastiklerinden biri değildir?**

A) Polipropilen (PP)

B) Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE)

C) Akrilonitrilbutadienstiren (ABS)

D) Termosetler

E) Polipropilen

3. **Aşağıdakilerden hangisi plastiklerin özelliklerinden biri değildir?**

A) Geri dönüşüm özelliğine sahip olmaması

B) Saydam olması

C) Korozyona karşı dayanıklı olması

D) Özgül ağırlığının düşük olması

E) Korozyona karşı dayanıklı olması

4. **Aşağıdakilerden hangisi plastik enjeksiyon kalıplarının sağladığı avantajlardan biri değildir?**

A) Plastik malzemelerin istenen nihai ürüne kolay ve hızlı bir şekilde dönüştürülebilmesi

B) Üretimde bütünlük sağlanarak eş parçaların az zamanda daha ucuza mal edilmesi

C) Diğer üretim yöntemleri ile üretilmesi çok zor parçaların bu kalıplarla kolay bir şekilde üretilebilmesi

D) Kalıp içerisine sıkışan ürünün kolaylıkla çıkarılarak üretime devam edilmesi

E) Kalıp yüzey kalitesinin artırılması için yüzey parlatma işlemlerine tabi tutulması

5. **Aşağıdakilerden hangisi plastik enjeksiyon kalıp bileşenlerinden biri değildir?**

A) Plastik enjeksiyon üst plakası

B) Dişi plaka

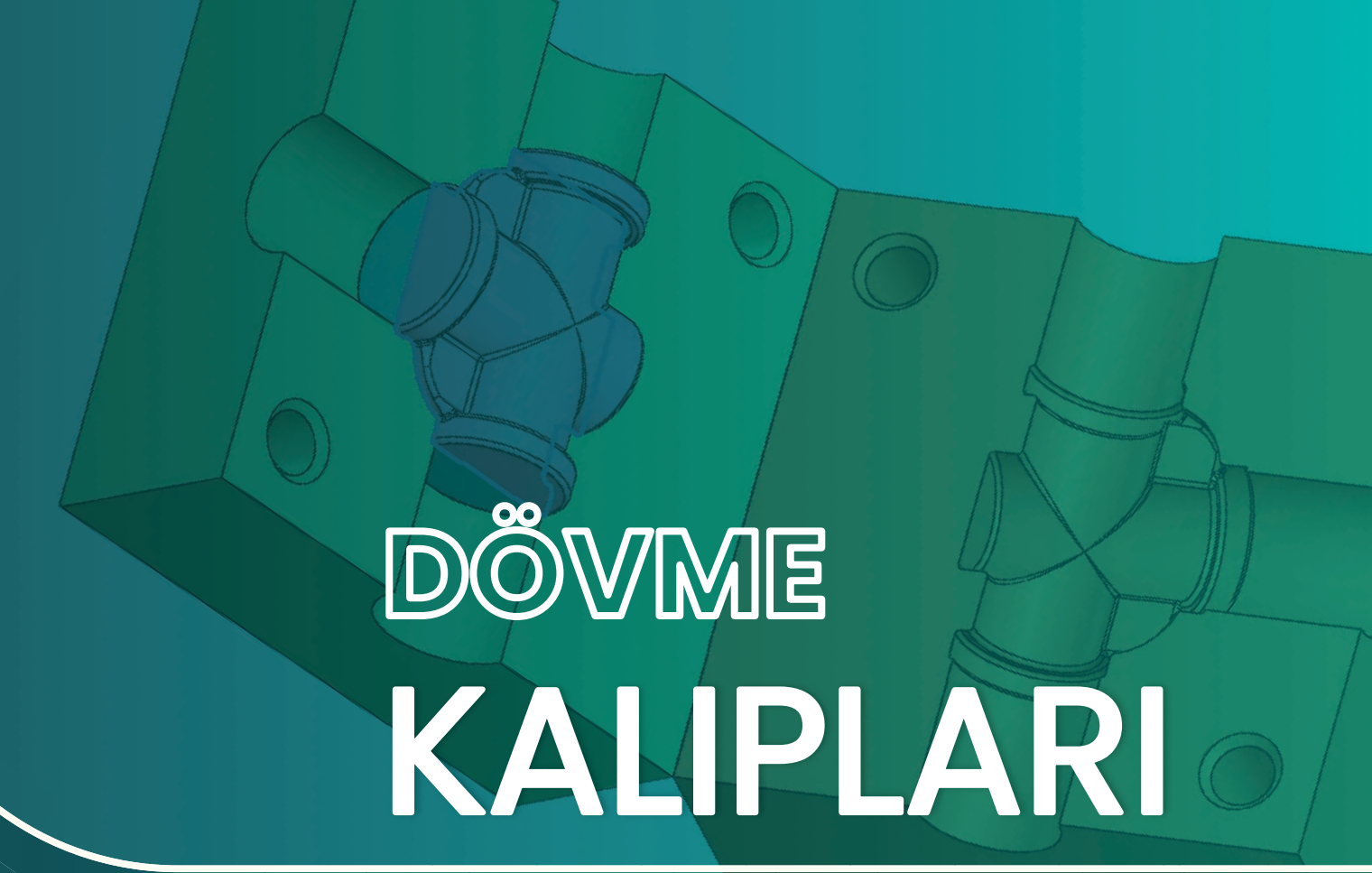
C) Delme zımbası

D) Erkek plaka

E) Kolon pimi

7

ÖĞRENME BİRİMİ



DÖVME KALIPLARI

KONULAR

7.1. DÖVME KALIPLARININ ÖZELLİKLERİ
7.2. DÖVME KALIPLARININ TASARIMI VE MONTAJI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Dövme kalıp elemanlarının hesaplarını yapma
- Dövme kalıp tasarımı yapma
- Kalıp standart çizelge ve katalogları kullanma
- Kalıp teknik ve meslek resimlerini çizme

TEMEL KAVRAMLAR

Dövme kalıbı, dövme işlemi, soğuk dövme, sıcak dövme, ılık dövme

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Paralar, madalyalar ve küçük kabartma parçalar sizce nasıl üretilmektedir?
2. Dövme kalıpları ile seri üretim gerçekleştirmek mümkün müdür?

7.1. DÖVME KALIPLARININ ÖZELLİKLERİ

Metale soğuk ve sıcak olarak şekil verme yöntemi olan dövmenin tarihi 4.000 yıldan fazlasına dayanmaktadır. Geleneksel dövme işleminin tanımlanmasında uygulama sıcaklığı belirleyici bir yere sahiptir. Şekil verme işlemi; soğuk dövme, ılık dövme ve sıcak dövme olmak üzere üç ana başlık altında toplanmaktadır. Basma kuvveti uygulayarak malzemeye sıcak, yarı sıcak veya soğuk bir şekilde istenilen şekli kalıcı olarak (plastik) verme işlemine **dövme işlemi** denir. Bir parçaya yüksek mukavemet ve tokluk özelliği kazandırılmak istendiğinde parça, dövme işlemine tabi tutulabilir. Dövülen parçaların yüzey kalitesi çok hassas bir yapıda olmadığından daha sonradan talaşlı işlem veya ısıl işlem uygulanabilir.

7.1.1. Soğuk Dövme İşlemi

Soğuk dövme işlemi, şekil verilmek istenen iş parçası malzemesinin kristalleşme sıcaklığı seviyesinin altındaki sıcaklıklarda dövülmesiyle gerçekleştirilir. Soğuk dövme işleminde diğer dövme işlemlerine oranla daha büyük bir kuvvete ihtiyaç duyulur ve aynı zamanda dövülecek malzemenin sünek bir malzeme olması gerekmektedir. Parça boyutlarında ölçü tamlığı açısından iyi sonuçlar elde edilebilir. Bu dövme işlemi orta ve küçük ebatlı parçalar için daha uygundur. Soğuk dövme işleminde ebatlar büyüdükçe ihtiyaç duyulan kuvvet de artar. Soğuk dövme işlemi sonucu elde edilen yüzey pürüzlülük değeri, yüzey kalitesi açısından elde edilmek istenen değerlerdedir.

Madenî paralar, üzerinde rölyef barındıran madalyalar ve hediyelik eşyalar genellikle soğuk kapalı bir kalıpta hassas bir şekilde soğuk dövme işlemi ile dövülerek oluşturulmaktadır. Malzemeye uygulanan kuvvet, akma dayanımının 5-6 katı kadardır. Bu yöntem ile çok hassas detaylar elde edilir. İşlem sırasında yağ kullanılmaz.

Plastik deformasyon gerçekleştiğinde dislokasyon hareketlerinden dolayı birim hacimdeki toplam dislokasyon uzunluğu veya bir kesitteki birim alanı kesen dislokasyon sayısı arttığında sınırlarda tane yığılması gerçekleşir. Atomların hareketi kısıtlandığı için malzemenin mekanik özelliklerinde iyileşmeler görülmektedir. Soğuk dövme işlemleri, çok büyük bir dövme kuvveti ile gerçekleştirildiğinden uygulanan bu kuvvet bazen şekillendirilmek istenen üründe hasar ve kırılmalara yol açabilir. Bu işlemler dinamik tekrarlı yükler altında gerçekleştirildiğinden kalıpta malzeme yorulmaları meydana gelebilir, kalıpta kırılmalar veya farklı kalıp hasarları oluşabilir.

Soğuk dövme işlemi, dar geometrik tolerans sınırları içerisinde yüksek mukavemete sahip makine parçalarının üretiminde kullanılan seri üretim yöntemlerinden biridir. Dövme teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde farklı metal alaşımlardan yüksek mukavemete sahip cıvata, somun, dişli gibi makine parçaları üretmek mümkündür.

7.1.2. Sıcak Dövme İşlemi

Sıcak dövme işlemi, şekil verilmek istenen iş parçası malzemesinin kristalleşme sıcaklığı seviyesinin üzerinde gerçekleştirilmektedir.

Sıcak dövme işleminde soğuk dövme işlemine kıyasla daha az kuvvete ihtiyaç vardır. Malzeme, dövme sırasında kolay bir şekilde şekillenirken elde edilmek istenilen parça ölçüleri arzu edilen hassaslıkta olmamaktadır. Bu yöntem ile büyük boyutlara sahip parçalar kolaylıkla şekillendirilir. Fakat bu yöntemde elde edilen yüzey kalitesi istenilen değerlerde değildir.

Sıcak dövme işlemlerinde iş parçası malzemesi belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılmak zorundadır ve bu durum ek enerji tüketimine neden olmaktadır. Ancak malzeme sıcaklığının arttırılması ile plastik deformasyon için gerekli olan dövme kuvveti önemli ölçüde azalmaktadır. Ayrıca dövülen malzemede elde edilen yüksek süneklik sebebiyle çatlak oluşum riski en aza indirilmektedir.

Makinelerin icadından önce birçok metal, çekiçler veya varyozlar ile şekillendiriliyordu. Bu tür bir işçilik, insan gücü sınırları içerisinde çok uzun süreler almaktaydı. Nitelik açısından istenilen düzeyde bir işçilik olmamasının yanında şekil verilen parçalar genelde küçük boyutlu parçalardı. Makineleşmeyle beraber sıcak dövme yöntemi ile şekillendirilme nitelik, zaman ve boyut açısından çok gelişmiştir. Boyut açısından çok küçük veya devasa parçaların şekillendirilmesi mümkün hâle gelirken zaman açısından çok kısa süre içerisinde çok fazla parçaya şekil verebilmek mümkün hâle gelmiştir. Nitelik açısından da malzemeye dayanım, tokluk ve benzeri özellikler kazandırılabilmesine ilaveten karmaşık yapıdaki parçaların benzer ölçü toleranslarında şekillendirilmesini mümkün kılan bir yönteme dönüşmüştür.

7.1.3. Dövme İşleminde Faydalanılan Makineler

Üretim gerçekleştirilirken maliyeti oluşturan parametreler önemlidir. Bu parametreler ham malzemenin fiyatı, işletme giderleri (elektrik, su, işletme kiraları, tezgâh satın alma ve bakım maliyetleri, kesici takım giderleri, işçi giderleri gibi) ve ürün maliyetine yansıtılacak maliyetler birim zamana göre hesaplanır ve kâr payı eklenerek ürün satış fiyatına yansıtılır. Maliyetleri düşürmek açısından zaman en önemli parametreye dönüşür. Üretimin hızlanması, imalatı gerçekleştirilen ürünün standart bir yapıya kavuşturulması açısından makineleşme çok önem kazanmaktadır. Eski yöntemlerle serbest piyasada rekabet etmek mümkün olmamaktadır. Dövme işleminde kullanılan makineler şu şekilde sınıflandırılır:

- Hava çekiçleri (Şahmerdan)
- Düşme çekiçler
- Vidalı presler
- Eksantrik presler
- Hidrolik presler

ebo.gov.tr

7.1.3.1. Hava Çekiçleri (Şahmerdan)

Pnomatik sistem (basınçlı hava ile dövme işlemi gerçekleşme durumu) yardımı ile dikey olarak hareket edebilen mekanizma üzerine takılı olan çekiç, örs üzerine konulmuş iş parçası üzerine seri darbeler uygulayarak şekil verilmek istenen parçanın dövülmesine yardımcı olan makinelerdir **(Görsel 7.1)**.

Görsel 7.1: Hava çekici (şahmerdan)

7.1.3.2. Düşme Çekiçler

Döküm bir gövde üzerinde belirli bir yükseklikten çekicin örs üzerine düşürülmesi ile dövme işleminin gerçekleştirildiği makinelerdir. Bu yükseklikler belirli ölçülere kadar artırılıp azaltılabilir. Yüksekliği belirleyen kriter, şekillendirilmek istenen parçaların kütleleri ile orantılıdır. Çekicin düşürülme işlemi pnömatik, hidrolik veya benzer mantık ile hareket üreten farklı mekanizmalarla gerçekleştirilebilir **(Görsel 7.2)**.

Görsel 7.2: Düşme çekiç

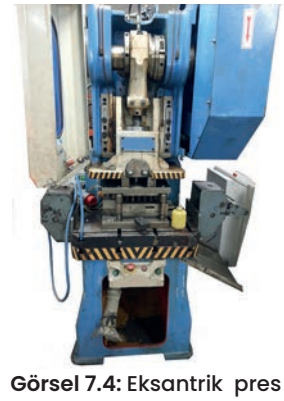
7.1.3.3. Vidalı Presler

Hareketini elektrik motorundan alan vidalı presler, vidalı mekanizma yardımı ile aşağı yukarı hareket sağlamaktadır. İş parçasını döverek şekillendirebilme işlevini aşağı doğru gerçekleştirdiği hareketi esnasında sağlayan vidalı presler ile 25 ila 2.500 tona kadar kuvvet elde edilebilmektedir **(Görsel 7.3)**.

Görsel 7.3: Vidalı pres

7.1.3.4. Eksantrik Presler

Sıcak dövme yöntemi ile şekillendirme işlemi için ihtiyaç duyulan ani ve etkili darbeleri eksantrik mili yardımıyla gerçekleştiren makinelerdir. Bu tezgâhlarda hareket, dişli ve eksantrik yardımıyla sağlanır. Preslerde elde edilebilecek maksimum kuvvet, yaklaşık 12.000 tondur **(Görsel 7.4)**.



Görsel 7.4: Eksantrik pres

7.1.3.5. Hidrolik Presler

Hidrolik presler, içerisinde yer alan yağ pompalarının sisteme basınçlı yağ göndermesi sonucunda çalışan hidrolik pistonun bir silindir içerisinde hareket etmesiyle hareket oluşturması esasına dayanır. Dövme başlığının hidrolik kumandalı bir özelliğe sahip olmasından dolayı hızı ve baskı kuvveti ayarlanabilir. Dövme başlığı istenilen noktada durdurulabilir, kurs boyu ayarlanabilir. Hidrolik dövme presleri 300 ila 50.000 ton arasında bir kapasiteye sahiptir **(Görsel 7.5)**.

Görsel 7.5: Hidrolik pres

7.1.4. Ilık Dövme İşlemi

Ilık dövme işlemi, şekil verilmek istenen iş parçasının soğuk ve sıcak dövme sıcaklıkları seviyelerinin ortalama değerlerinde uygulanmaktadır.

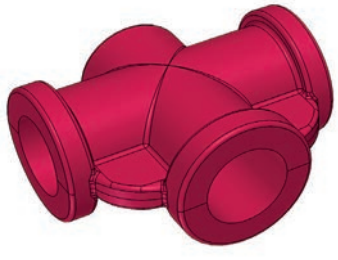
7.1.5. Dövme Kalıp Tasarımı Yapılırken Dikkat Edilmesi Gereken Bazı Durumlar

- Dövülmüş parçalarda homojen bir şekillendirme mümkün olmadığından şekil değiştirme oranı her yerde eşit değildir. Kalıp tasarlanırken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Isıl işlem sonrası aşırı tane büyümesine duyarlı olan malzemeler için şekil değiştirme oranını homojenleştirmek amacıyla kalıp tasarımı planlanmalıdır.
- Dövme sonunda ürün doğrudan kullanılacak ise kalıp boyut toleransları buna göre tasarlanmalıdır. Dövme işlemi sonrasında ürüne talaşlı imalat ile son hâli verilecek ise üründe işleme zamanını azaltmak için işleme payı, ürün tamlığı göz önünde bulundurularak minimize edilmeli veya çapak alma kalıbı tasarlanarak talaşlı işlem ihtiyacı giderilmeye çalışılmalıdır.

7.2. DÖVME KALIPLARININ TASARIMI VE MONTAJI

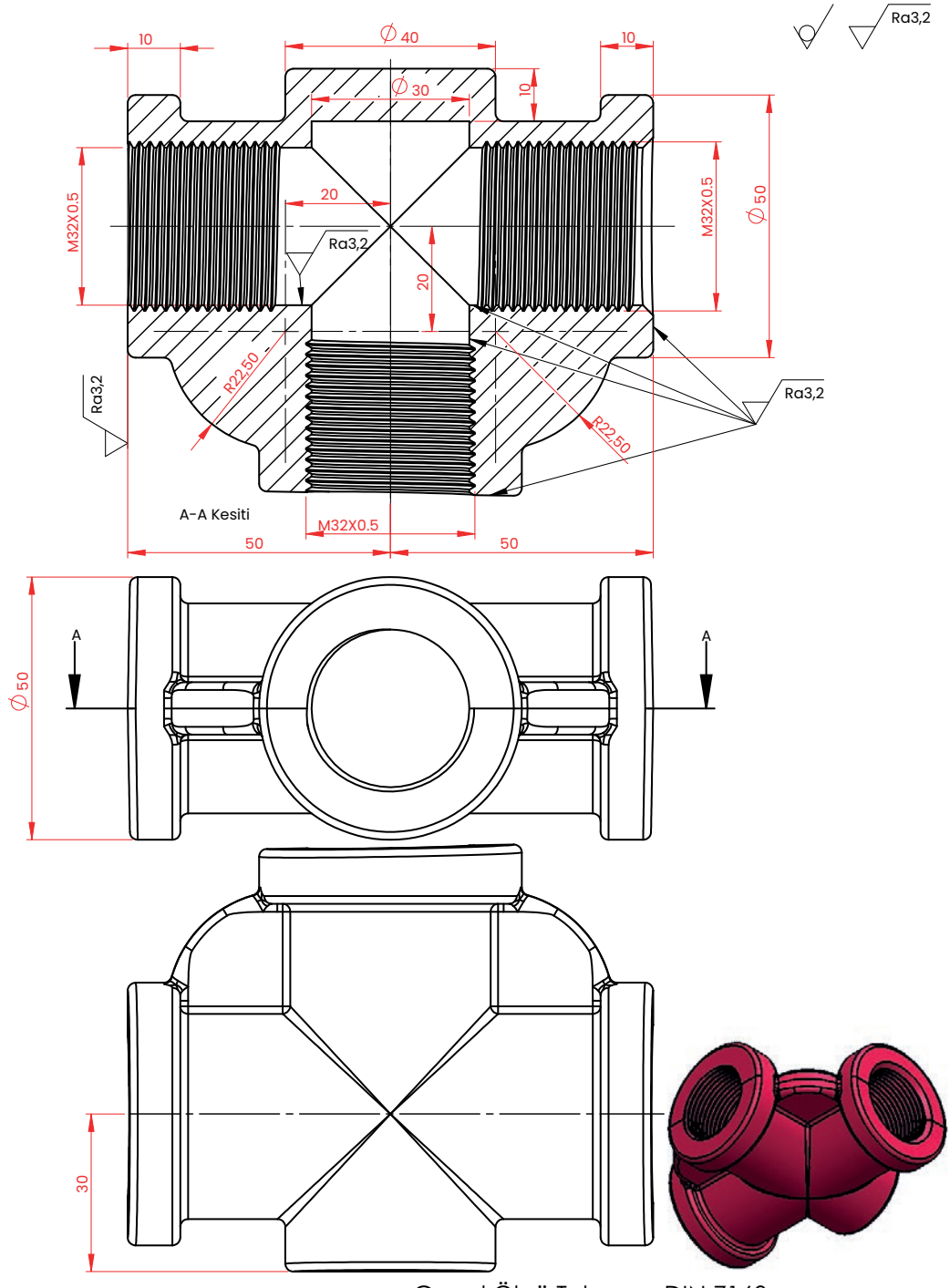
1. Bağlantı Parçasının Üç Boyutlu Tasarımının Yapılması

Görsel 7.6'da tasarımı yapılan bağlantı parçasının sıcak dövme kalıbında dövülerek elde edilebilmesi için sıcak dövme kalıbı tasarımının yapılması gerekmektedir. Sıcak dövme kalıbı tasarımına başlanırken ilk olarak ürün yapım resmi oluşturulur. Çünkü parçanın detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Ürün detaylarının hangi yöntem ile elde edileceğine karar verilir ve bu doğrultuda çözümler üretilir. Örneğin ürün elde edilirken malzemeden tasarruf sağlayabilmek için gerektiğinde maçalardan yararlanılabilir. Talaşlı imalat ile parçaya son şekli verilecekse de en az talaş bırakılmaya çalışılacaktır. Bağlantı parçasının yapım resmi oluşturulur ve parçanın ölçüleri belli tolerans değerleri içerisinde standart bir hâle getirilmek üzere sıcak dövme kalıbı tasarımına başlanır.



Görsel 7.6: Bağlantı parçasının üç boyutlu çizimi

2. Bağlantı Parçası Yapım Resminin Çizimi

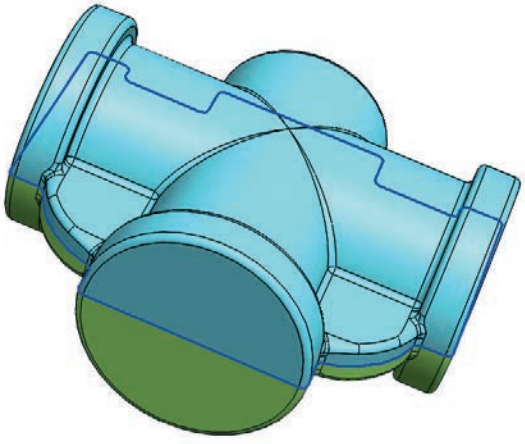


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

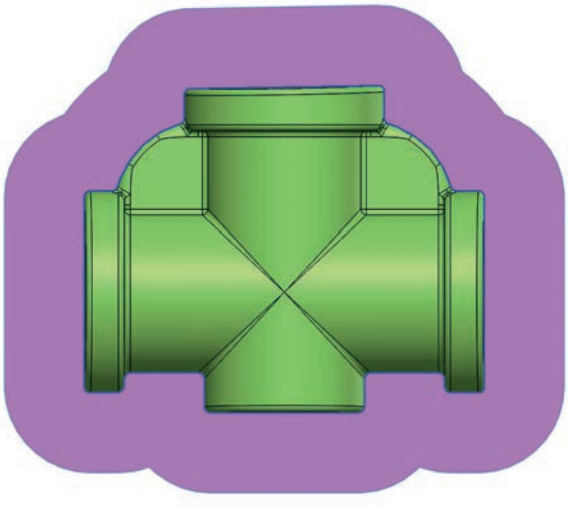
Ç 1035	1/1	1	Bağlantı parçası		01-00-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

3. Bağlantı Parçasının Kalıp Ayrım Çizgisinin Oluşturulması

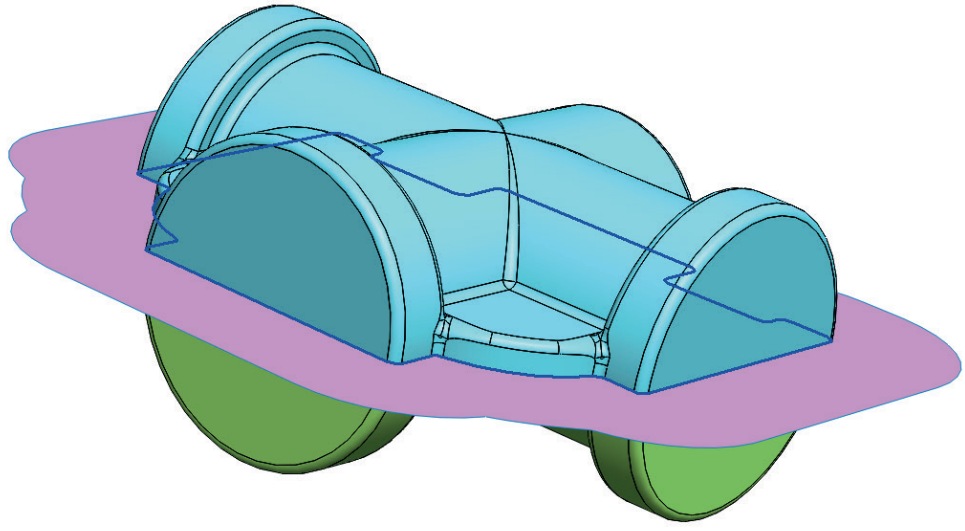


Görsel 7.7: Bağlantı parçasının kalıp ayrım çizgisinin oluşturulması

Sıcak dövme kalıbı tasarımına başlayabilmek için ürünün çiziminin kalıplanmaya uyumlu hâle getirilmiş olması gerekmektedir. Yani kalıptan çıkabilmesini kolaylaştırmak üzere dik yüzeylere açı verilmiş ve kalıp ayrım yüzeyine göre ters açı oluşumu engellenmiştir. Sonrasında ise **Görsel 7.7**'de görüldüğü üzere oluşturulacak kalıbı öngörmek ve kalıp ayrım çizgisinin hangi yüzeyler arasında oluşturulması gerektiğine karar verebilmek için ürün iki parçaya ayrılmıştır. Birleşim yüzeylerinin kesişiminde kalıp ayrım çizgisi oluşturulmuştur. Oluşturulan kalıp ayrım çizgisine **Görsel 7.8** ve **Görsel 7.9**'daki gibi yüzey örülerek bağlantı parçasının sıcak dövme kalıbı ayrım yüzeyi oluşturulmuştur. Oluşturulan kalıp ayrım yüzeylerinden sıcak dövme kalıbı alt ve üst plakalara ayrılmıştır. **Görsel 7.10**'daki gibi bağlantı parçası sıcak dövme kalıbı alt ve üst plakaları oluşturularak gerekli işlemler tamamlandıktan sonra son hâlini almıştır. Alt ve üst plakalar oluşturulduktan sonra kalıbın dövme işleminin gerçekleşeceği makineye bağlanıp istenilen kalitede bir dövme işlemi gerçekleştirilmesi için bandaj tasarımı ve diğer yardımcı parçaların tasarlanması gerekmektedir. Bu uygulamada anlatılan tüm iş ve işlemler, bağlantı parçası özelinde gerçekleştirilmeye çalışılacaktır.

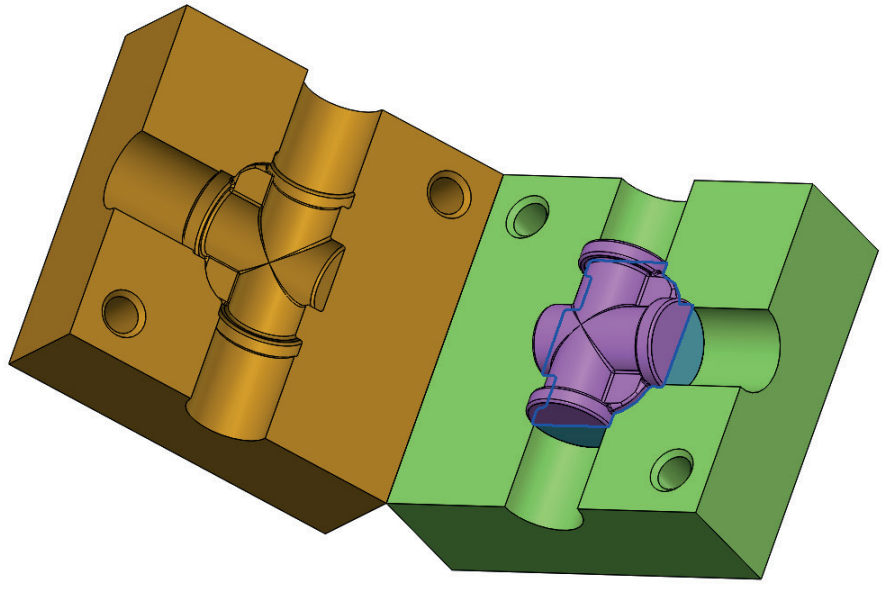


Görsel 7.8: Bağlantı parçasının kalıp ayrım yüzeyinin oluşturulması



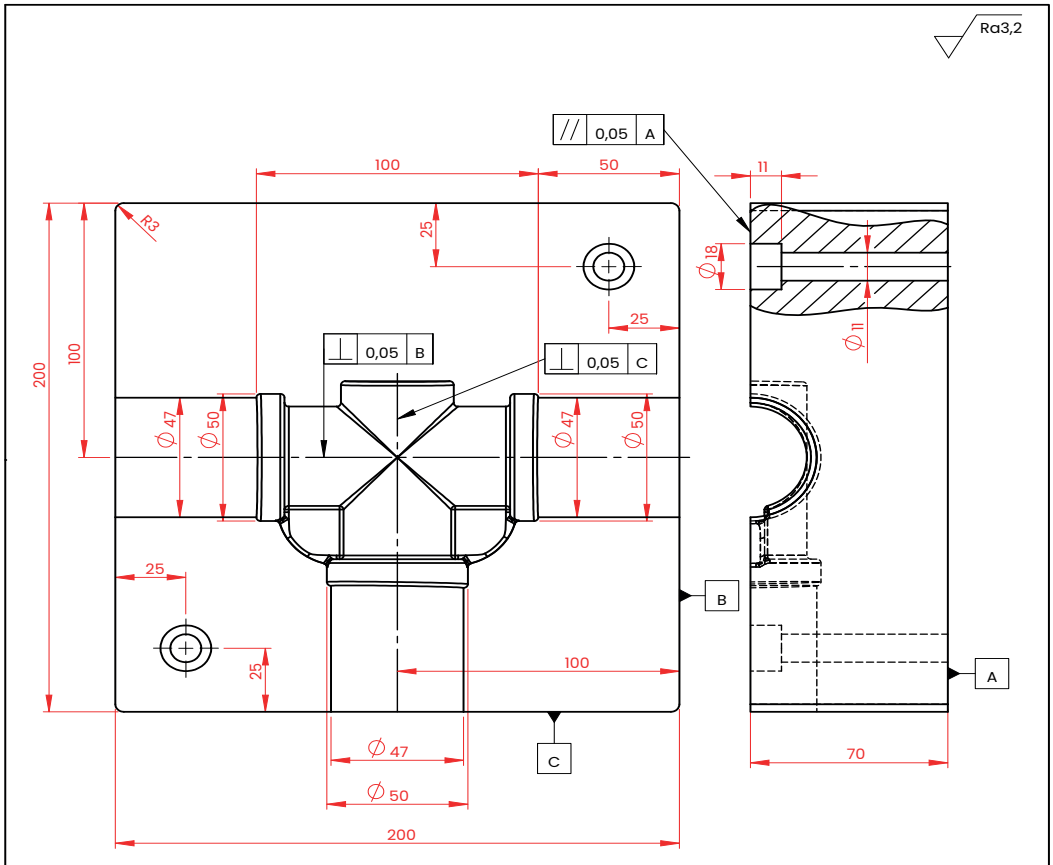
Görsel 7.9: Bağlantı parçasının kalıp ayrım yüzeyinin oluşturulması

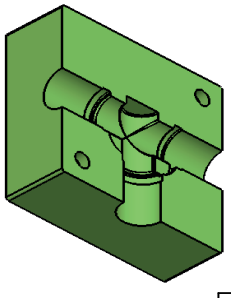
4. Bağlantı Parçası Sıcak Dövme Kalıbı Alt ve Üst Plakalarının Oluşturulması



Görsel 7.10: Bağlantı parçası sıcak dövme kalıbı alt ve üst plakalarının oluşturulması

5. Bağlantı Parçası Sıcak Dövme Kalıbı Alt Plakanın Tasarlanması



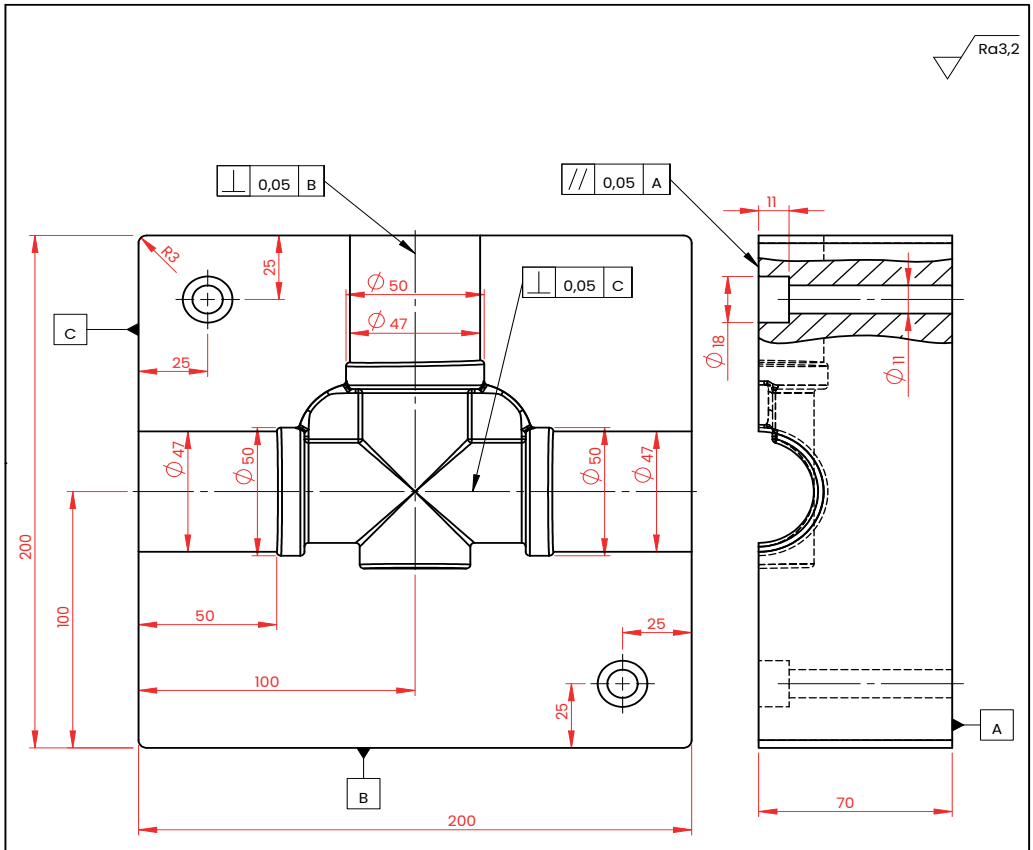


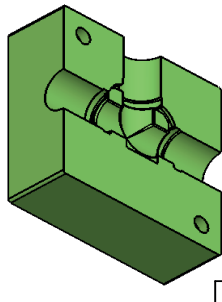
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1040	1/2	1	Alt plaka		01-12
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

6. Bağlantı Parçası Sıcak Dövme Kalıbı Üst Plakanın Tasarlanması



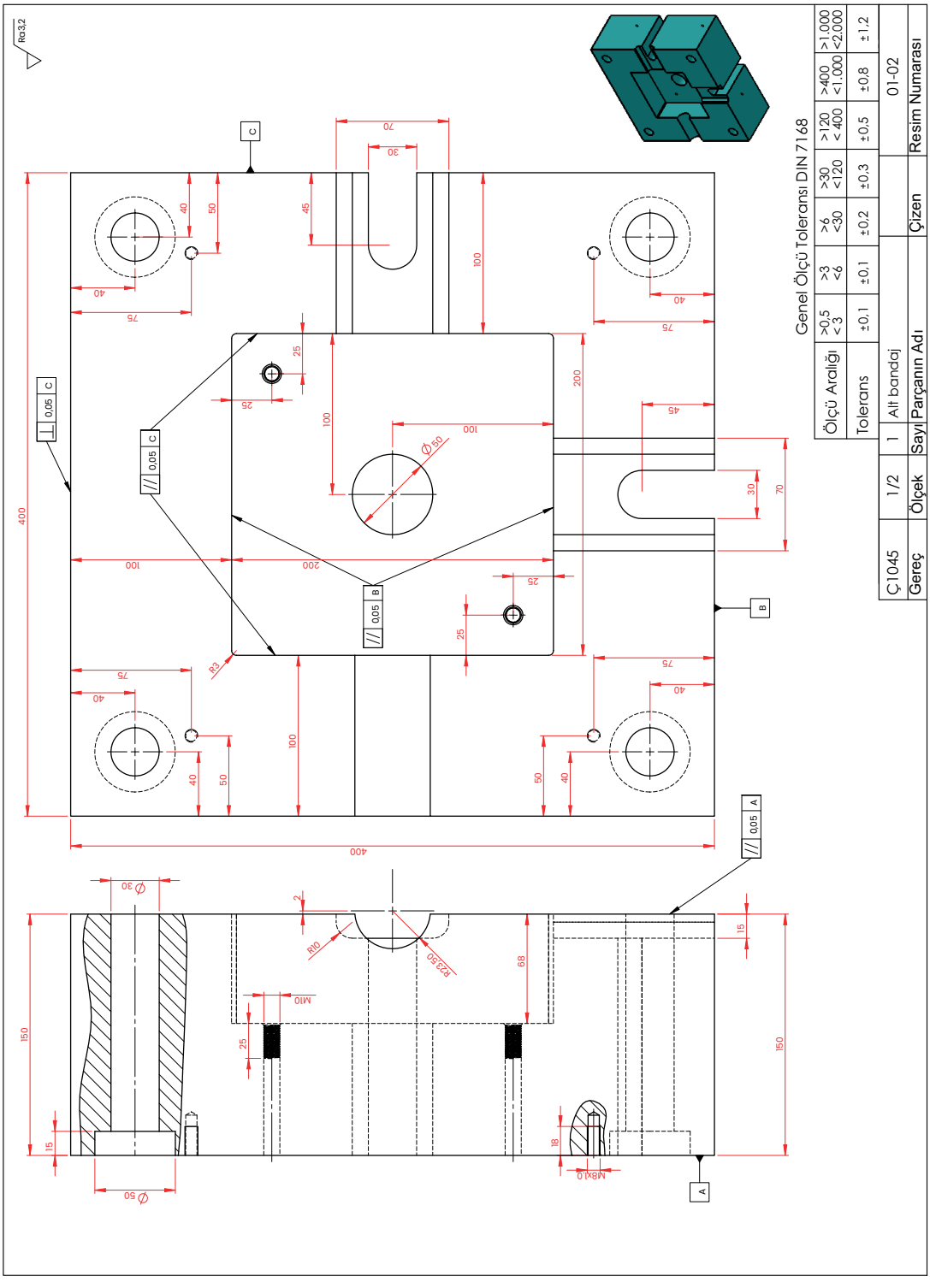


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

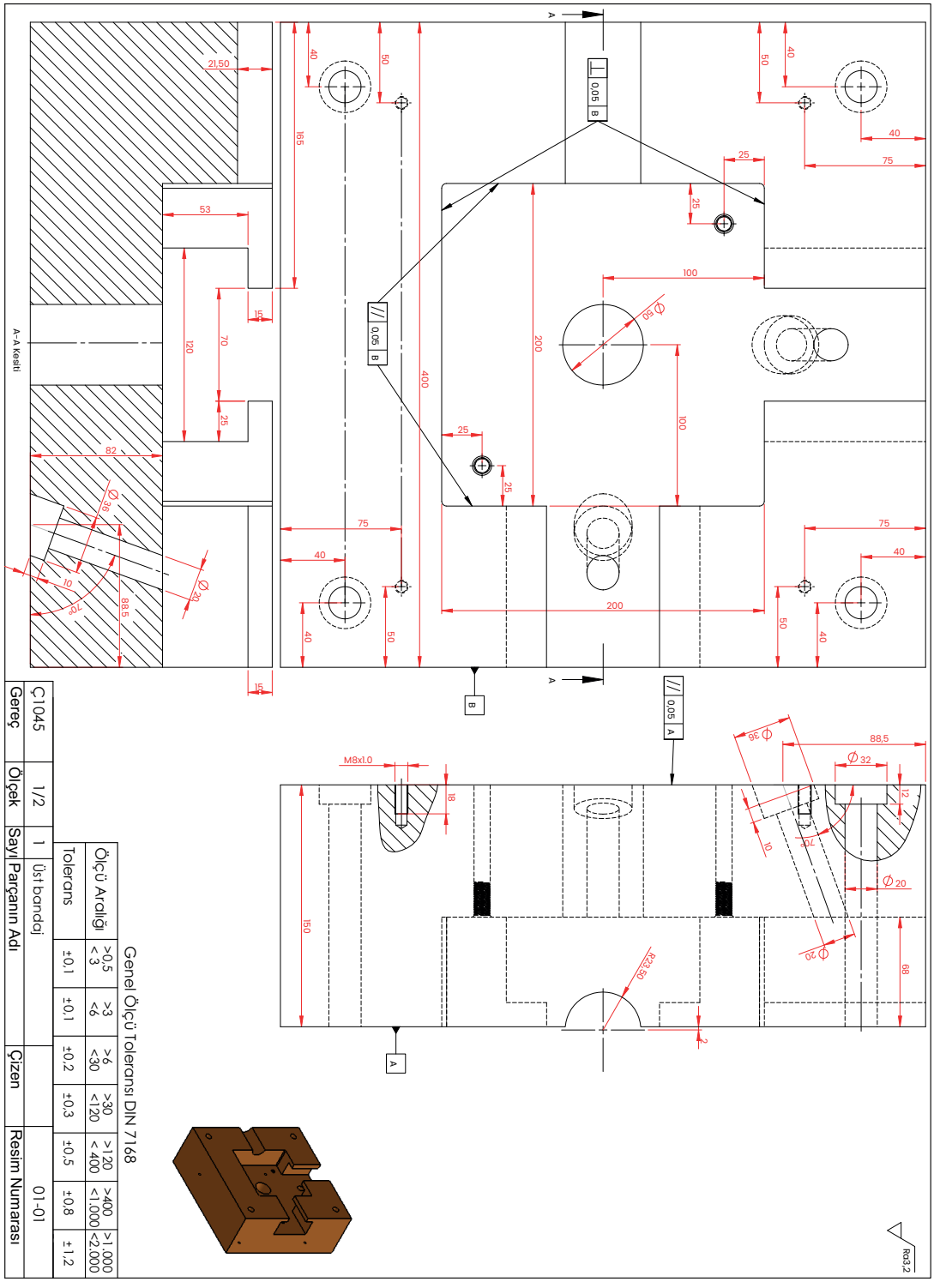
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç 1045	1/2	1	Üst plaka		01-11
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

7. Bağlantı Parçası Sıcak Dövme Kalıbı Alt Bandajın Tasarlanması

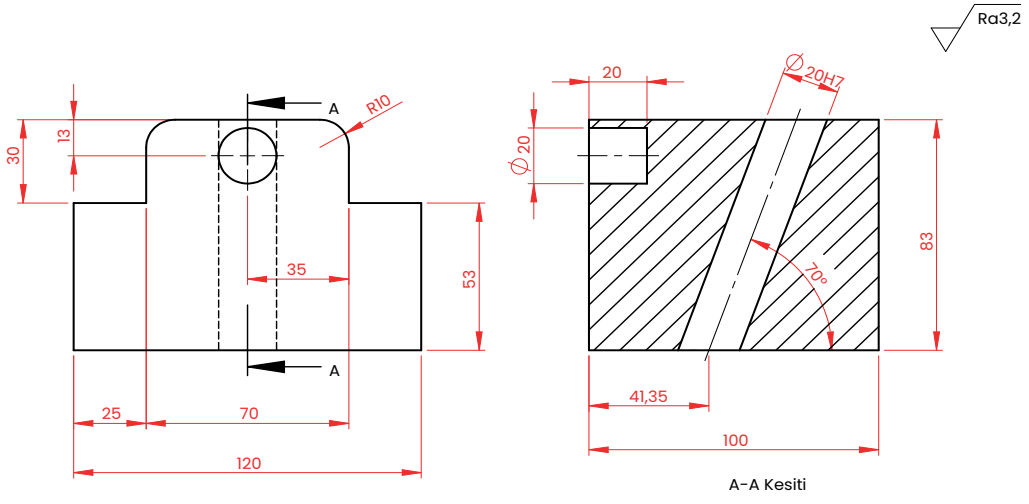


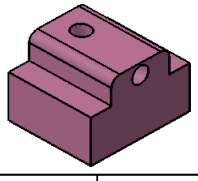
8. Bağlantı Parçası Sıcak Dövme Kalıbı Üst Bandajın Tasarlanması



| | | |

9. Maça ve Burç Tasarımlarının Yapılması

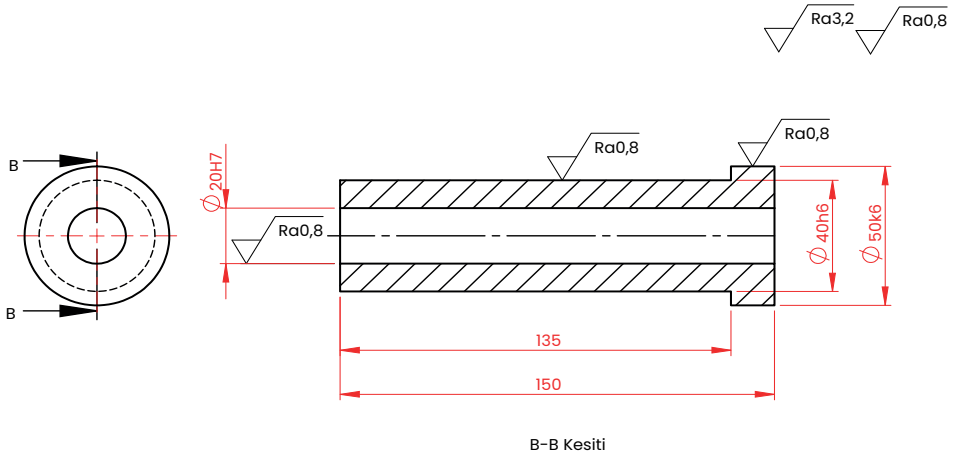




Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1045	1/2	2	Maça		01-04
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

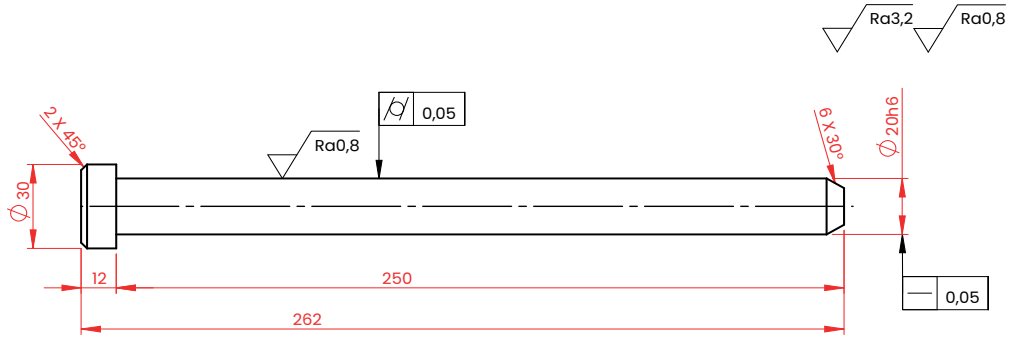


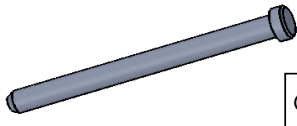
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

100Cr6	1/1	4	Burç		01-06
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

10. Pimlerin Tasarlanması

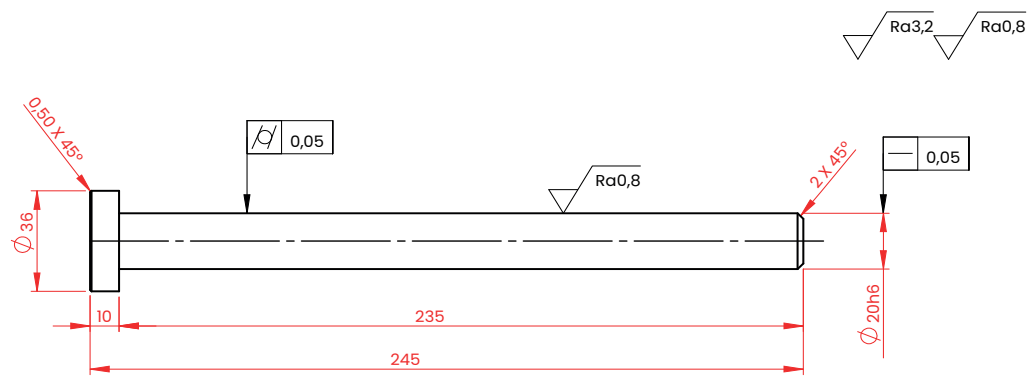


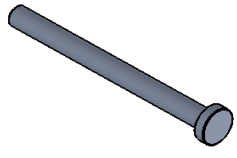


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

16MnCr5	1/2	4	Pim		01-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



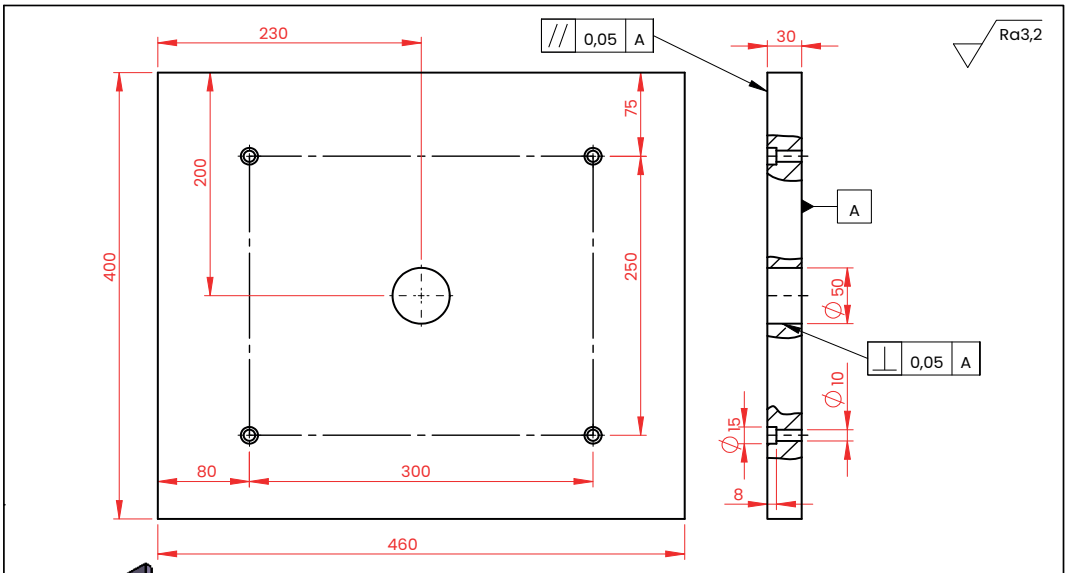


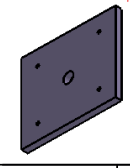
Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 <3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 <400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

16MnCr5	1/2	2	Pim		01-07
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

11. Bağlama Plakası ve Maça Tasarımlarının Yapılması

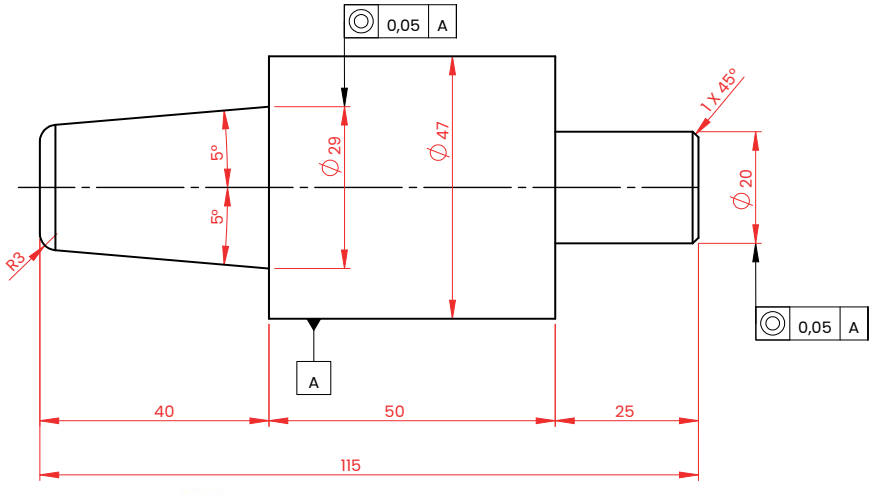




Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Çelik 1040	1/5	2	Bağlama plakası		01-08
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

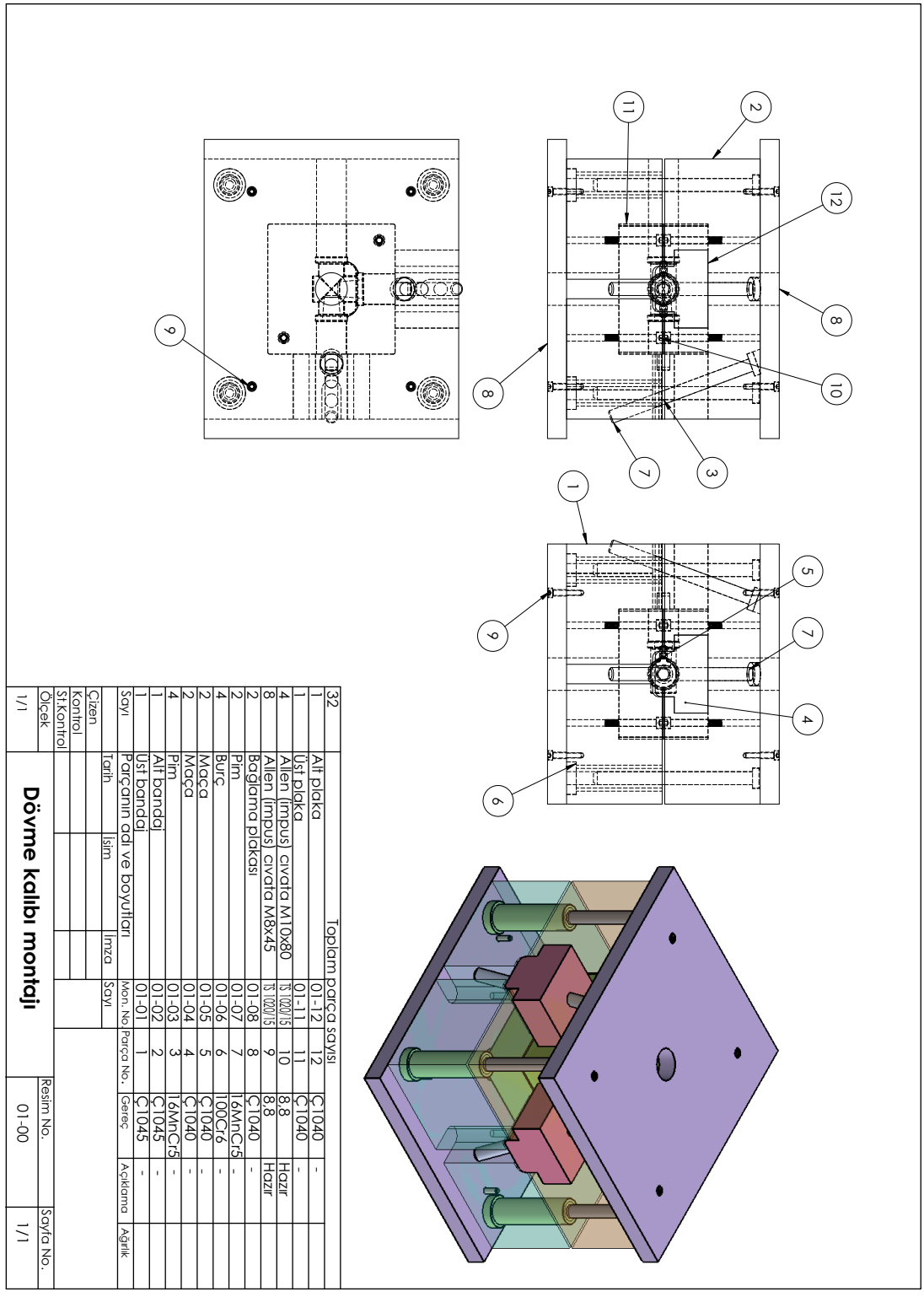


Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

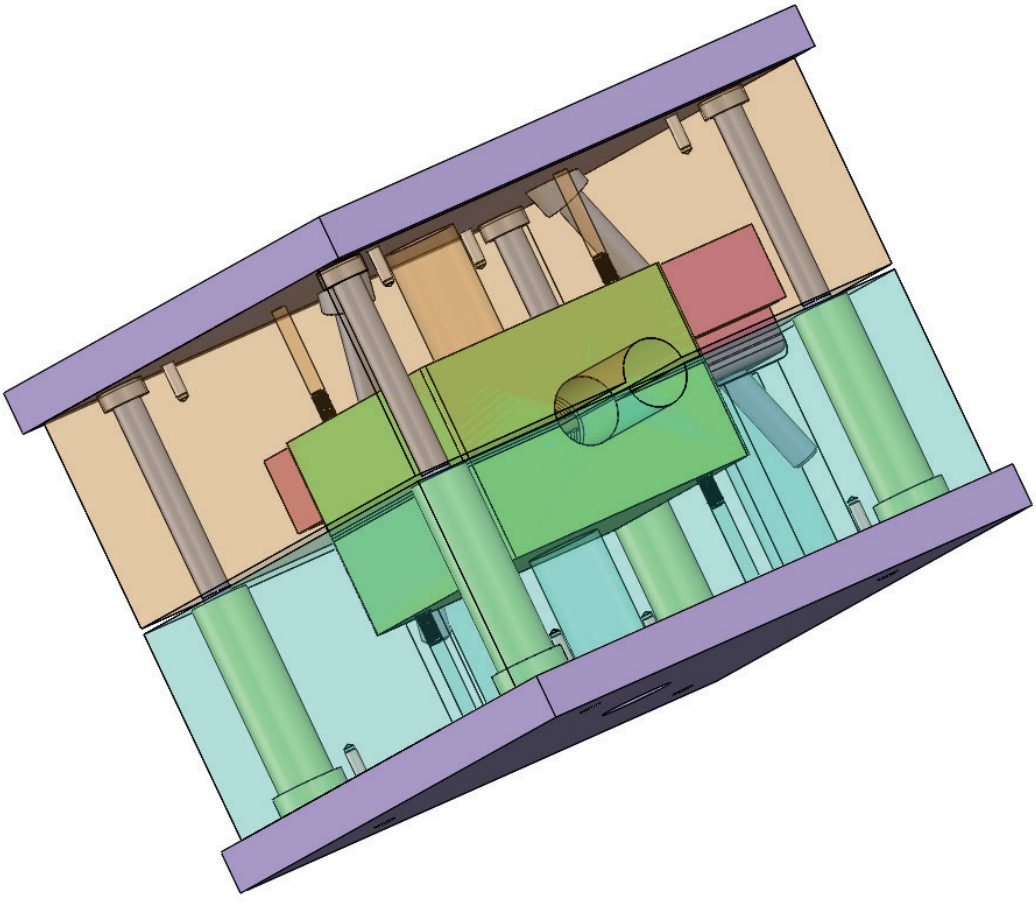
Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Çelik 1040	1/1	2	Maça		01-05
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

12. Montaj Resmi Çiziminin Yapılması



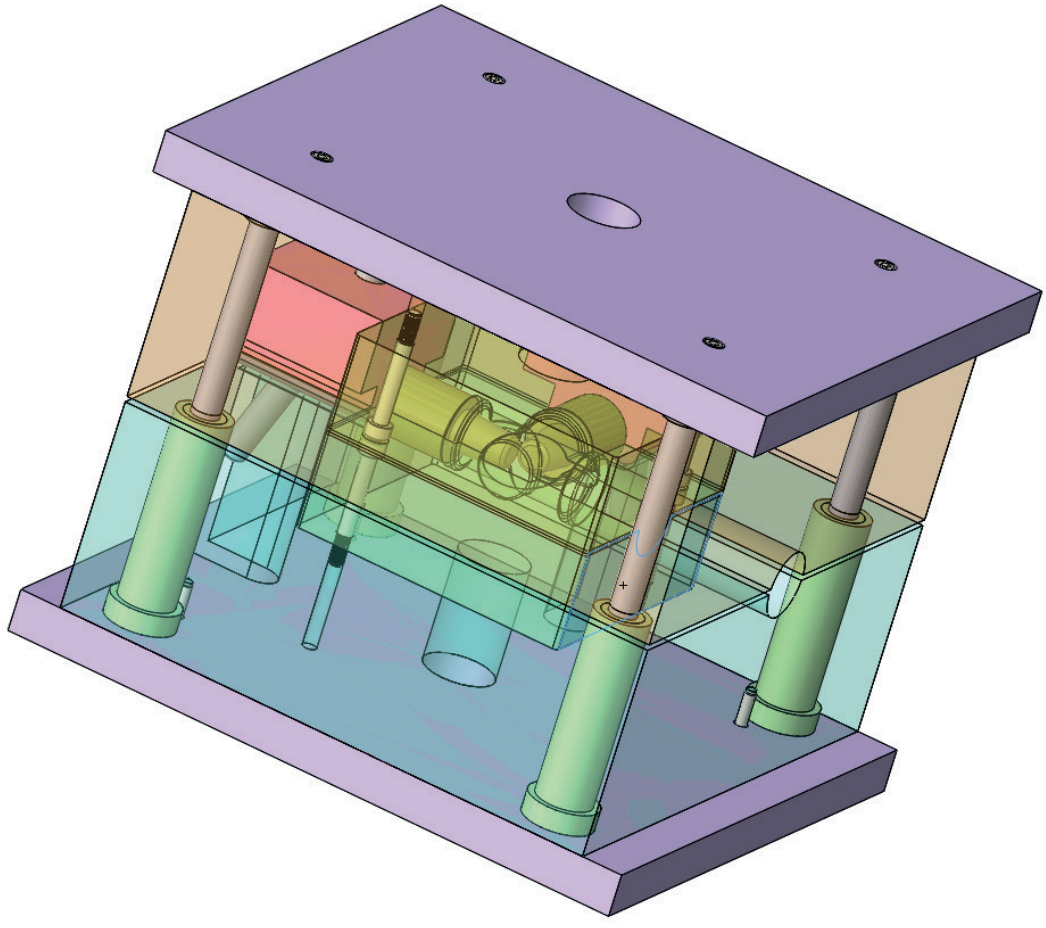
Toplam parça sayısı												32
Alt plaka	01-12	12	Ç1040	-								1
Üst plaka	01-11	11	Ç1040	-								1
Allen (imbus) civata M10x80	TS 1020/15	10	8.8	Hazır								4
Allen (imbus) civata M8x45	TS 1020/15	9	8.8	Hazır								8
Bağlama plakası	01-08	8	Ç1040	-								2
Pim	01-07	7	16MnCr5	-								2
Burç	01-06	6	100Cr6	-								4
Maça	01-05	5	Ç1040	-								2
Maça	01-04	4	Ç1040	-								2
Pim	01-03	3	16MnCr5	-								4
Alt bandaj	01-02	2	Ç1045	-								1
Üst bandaj	01-01	1	Ç1045	-								1
Parçanın adı ve boyutları	Mon. No.	Parça No.	Gereç	Açıklama	Ağırlık							Sayı
İsim	Sayı											Tarih
İmza												Çizen
												Kontrol
												St.Kontrol
Dövme kalıbı montajı				Resim No.	01-00							Ölçek 1/1
				Sayfa No.	1/1							



Görsel 7.11: Bağlantı parçası sıcak dövme kalıbı

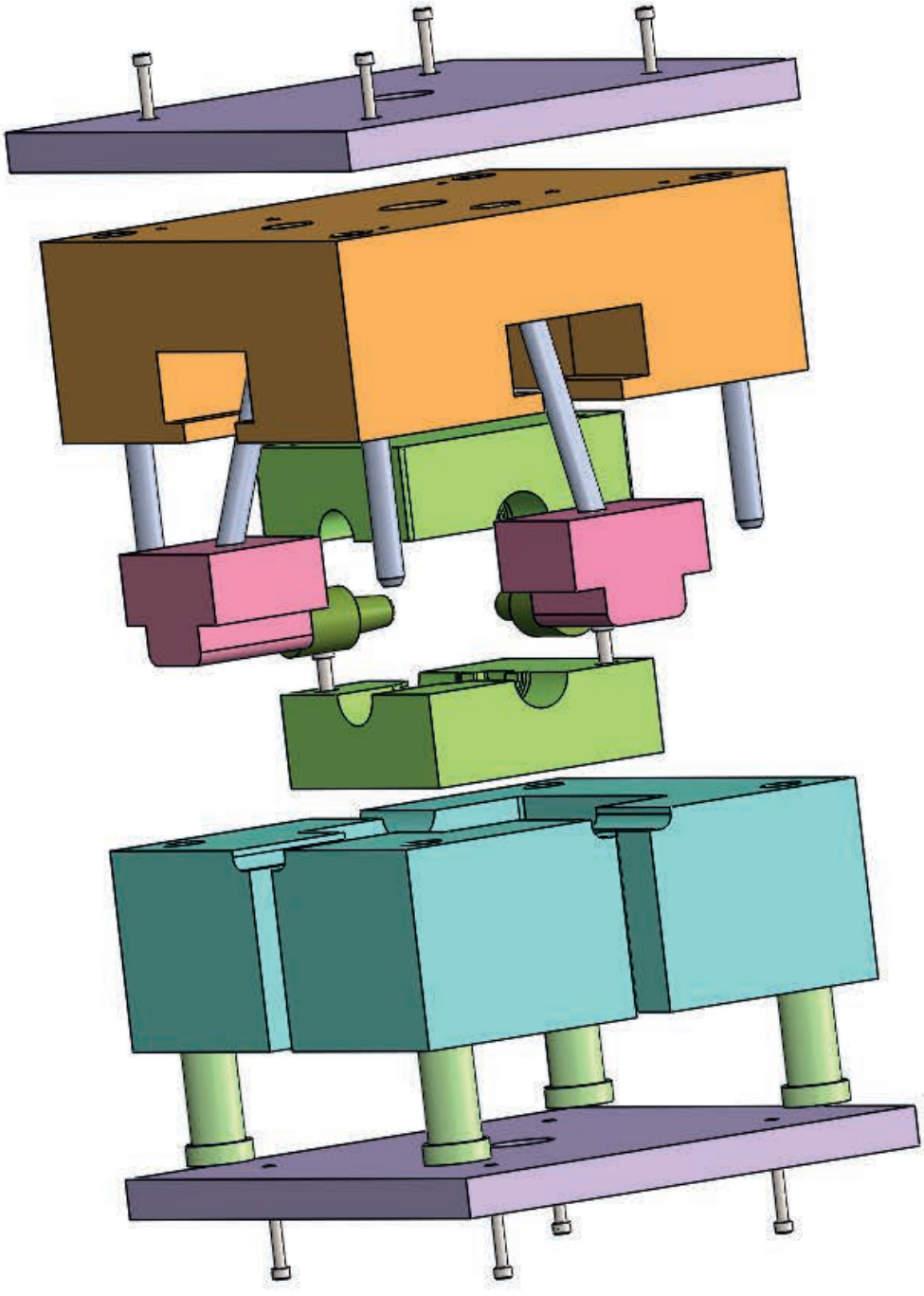
Şekil verilmek istenen iş parçası malzemesi, kristalleşme sıcaklığı seviyesinin üzerinde fırında ısıtıldıktan sonra bir kıskaç yardımıyla tutulur. **Görsel 7.11**'de kalıp açık konumda iken makinenin sabit kısmı üzerine sabitlenmiş olan kalıp plakasının üzerindeki açıklık üzerine bırakılır. Sonrasında iş parçasının bağlı olduğu makinenin hareketli kısmına bağlı olan kalıp üst bölümü, belirli bir yükseklikten iş parçasının üzerine konulduğu kalıp üzerine seri bir şekilde düşürülerek sıcak dövme işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemin sağlıklı ve kontrollü bir şekilde yapılabilmesi için şu işlemler yapılmıştır:

1. Kolon pimleri ve kolon burçları arasında hareket sınırlandırılmıştır.
2. Dövmenin istenilen şekilde yapılabilmesi ve çapaklanmayı en aza indirebilmek için bandaj ile plakalar arasında yaklaşık 2 mm bir mesafe bırakılarak kalıp plakaları arasında parçanın şekillendirilmesine çalışılmıştır.
3. Parça sınırlarını belirlemek ve malzemeden tasarruf sağlamak üzere maçalar kullanılmıştır.

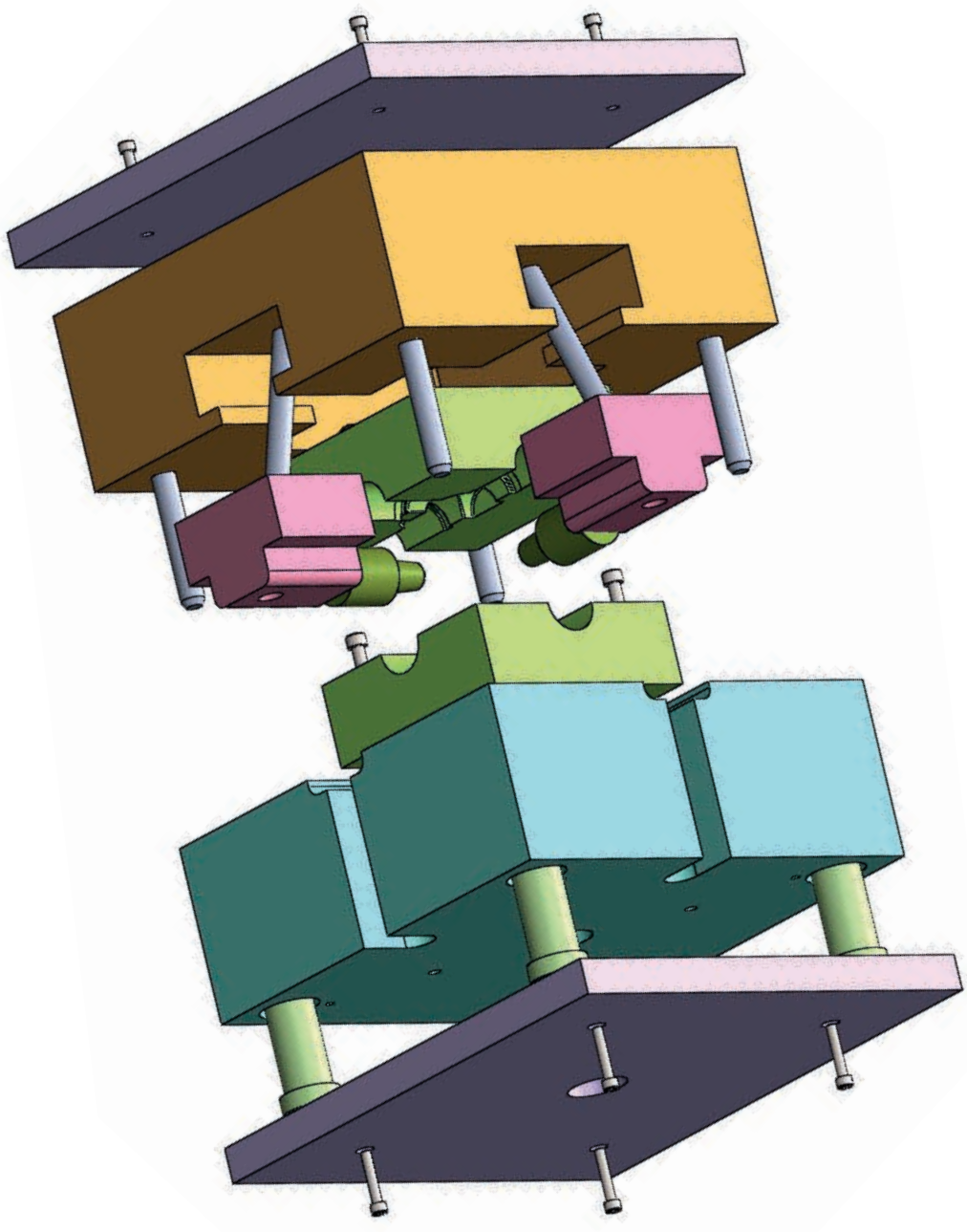


Görsel 7.12: Bağlantı parçası sıcak dövme kalıbı

Görsel 7.12 dikkatli bir şekilde incelendiğinde maçaların hareketli pim yardımıyla hareket ettiği görülecektir. Kalıp kapandığı anda hareketli olan maçalar, iş parçasının sınırlarını belirleme görevini yerine getirmesine ilave olarak parçanın iç yapısının boşluklu bir şekilde elde edilmesine de yardımcı olmaktadır. Kalıpta kullanılan maçaların iş parçasının atıl alanında oluşturduğu bu boşluklar, sıcak dövme işlemi sonrasında işleme zamanının azaltılmasına da katkı sunacaktır. Ürün kontrol edildiğinde sıcak dövme işlemi sonrasında parçada var olan üç bağlantı noktasının talaşlı işlem görmesi ve devamında vida çekilerek son hâlini alması gerektiği görülecektir. Burada kullanılan maçalar, yapılacak olan talaşlı imalatın süresini azaltacağı gibi kullanılan malzemeden de tasarruf sağlayarak maliyetin düşmesine katkı sağlayacaktır.



Görsel 7.13: Bağlantı parçası sıcak dövme kalıbı



Görsel 7.14: Bağlantı parçası sıcak dövme kalıbı

Soğuk dövme yöntemi kullanılarak şekillendirilen cıvata başları **Görsel 7.15**'te görülmektedir.

Görsel 7.15: Bağlantı parçası

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Dövme kalıplarında şekil verme işlemi üç ana başlık altında toplanmaktadır.

Aşağıdakilerden hangisi bunlardan biridir?

A) Düşme çekiçler ile dövme

B) Hidrolik presler ile dövme

C) Vidalı presler ile dövme

D) Sıcak dövme

E) Hava çekiçleri ile dövme

2. **Aşağıdakilerden hangisi dövme işleminde faydalanılan makinelerden biri değildir?**

A) Hava çekiçleri

B) Matkap tezgâhı

C) Düşme çekiçler

D) Vidalı presler

E) Eksantrik presler

3. **Döküm bir gövde üzerinde çekicin belirli bir yükseklikten örs üzerine düşürülmesi ile dövme işleminin gerçekleştirildiği makineler aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Eksantrik presler

B) Hidrolik presler

C) Düşme çekiçler

D) Vidalı presler

E) Hava çekiçleri

4. **Dövme kalıpları ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Dövülmüş parçalar homojen olarak şekillendirilebilir.

B) Isıl işlem sonrası aşırı tane büyümesine duyarlı olan malzemeler homojenleştirilebilir.

C) Dövme sonunda ürün doğrudan kullanılacak ise kalıp boyut toleransları buna göre tasarlanmalıdır.

D) Dövme işlemi sonrasında talaşlı imalat görecek malzemelerin işleme zamanını azaltmak için önlemler alınabilir.

E) Dövme işlemini gerçekleştirecek personelin uzmanlığı işin kalitesini etkiler.

5. Pnomatik sistem yardımıyla dikey olarak hareket edebilen mekanizma üzerine takılı olan çekiç, örs üzerine konulmuş iş parçası üzerine seri darbeler uygular.

Parçanın bu şekilde dövülmesine yardımcı olan makineler aşağıdakilerden hangisidir?

A) Eksantrik presler

B) Hidrolik presler

C) Düşme çekiçler

D) Vidalı presler

E) Hava çekiçleri (şahmerdan)

CEVAP ANAHTARI

Altıncı Öğrenme Birimi

1.	B	Termotropik
2.	D	Termosetler
3.	A	Geri dönüşüm özelliğine sahip olmaması
4.	E	Kalıp yüzey kalitesinin artırılması için yüzey parlatma işlemlerine tabi tutulması
5.	C	Delme zımbası

Yedinci Öğrenme Birimi

1.	D	Sıcak dövme
2.	B	Matkap tezgâhı
3.	C	Düşme çekiçler
4.	A	Dövülmüş parçalar homojen olarak şekillendirilebilir.
5.	E	Hava çekiçleri (şahmerdan)

KAYNAKÇA

- AKYÜZ, Ö. F., *Plastikler ve Plastik Enjeksiyon Teknolojisine Giriş*, Pagev Yayınları, İstanbul, 1999.
- BAĞCI, Cemil - BAĞCI Mustafa, *Teknik Resim*, 2. Cilt, Ankara, 1973.
- ERİŞKİN, Yakup, *Uygulamalı Sac Metal Kalıp Konstrüksiyonu*, Ankara, 1986.
- ERİŞKİN, Yakup, *Uygulamalı Saç Metal Kalıp Konstrüksiyonu*, Ankara, 1986.
- F. Shackelford, *Mühendisler İçin Malzeme Bilimine Giriş*, 8. Basım, Çeviri James, Kaliforniya, 2018.
- F. Shackelford, *Mühendisler İçin Malzeme Bilimine Giriş*, 8. Basım Çeviri James, Kaliforniya, 2018.
- GÜNEŞ, A. Turan, *Pres İşleri Tekniği*, Ankara, 1989.
- GÜNEŞ, A. Turan, *Pres Takımları Kesme - Bükme - Çekme Kalıpları*, TMMOB, Yayın No. 94, Ankara, 1989.
- KURT, H., *Kalıpçılık Tekniği ve Tasarımı-Kesme Kalıpları*, Birsen Yayınevi, Sayfa: 20-24, İstanbul, 1999.
- MEGEP, *Makine Teknolojisi Birleşik Sac Metal Kalıpları 1*, Ankara, 2006.
- MEGEP, *Makine Teknolojisi, Bükme Kalıpları 1*, Ankara, 2006.
- MEGEP, *Makine Teknolojisi, Bükme Kalıpları 2*, Ankara, 2006.
- MEGEP, *Makine Teknolojisi Birleşik Sac Metal Kalıpları 3*, Ankara, 2006.
- MEGEP, *Makine Teknolojisi Birleşik Sac Metal Kalıpları 4*, Ankara, 2006.
- MEGEP, *Makine Teknolojisi Bükme Kalıpları 1*, Ankara, 2006.
- MEGEP, *Makine Teknolojisi, Çekme Kalıpları 1*, Ankara, 2006.
- MEGEP, *Makine Teknolojisi, Kılavuz Plakalı Delme Kesme Kalıpları 1*, Ankara, 2006.
- MEGEP, *Makine Teknolojisi, Kılavuz Plakalı Delme Kesme Kalıpları 4*, Ankara, 2006.
- MEGEP, *Makine Teknolojisi Temel Plastik Enjeksiyon Kalıpları 1*, Ankara, 2006.
- PAQUIN J.R., *Kalıp Yapımı ve Çiziminde Temel Kurallar*, Çeviren; KIRMIZI, Coşkun, Konya, 1987.
- ŞEN, İ. Zeki - ÖZÇİLİNGİR, Nail, *Makine Meslek Resmi 1*, İstanbul, 2000.
- T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI, *Metal Teknolojisi Açık Sıcak İş Kalıpları*, Ankara, 2011.
- T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI, *Makine Teknolojisi Standart Kalıp Elemanları,* Ankara, 2013.
- T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI, *Metal Mesleğinde Tablolar*, Ankara, 1995.
- TURAÇ, H, *Enjeksiyon Kalıpları İmalatı*, Pagev Yayınları, İstanbul, 2000.
- TÜRK, Resul, *2. Plastik Enjeksiyon Kalıplarında Ergiyik Plastik Akış Hatlarında Kesit Biçimi ve Ölçü Değişiminin Kalıplanabilirliğe Etkileri*, Makine Eğitimi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
- UZUN, İbrahim - ERİŞKİN, Yakup, *Sac Metal Kalıpçılığı*, İstanbul, 1997.
- UZUN, İbrahim - ERİŞKİN, Yakup, *Sac Metal Kalıpçılığı*, İstanbul, 1983.
- UZUN, İ - ERİŞKİN, Y, *Sac Metal Kalıpçılığı*, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, Yayın No.81, İstanbul, 1983.
- ULRİCH, Fischer - VERLAG, Europa - LEHRMİTTEL, Nourney, *Tabellenbuch Metal,* Volimer GmbH& Co.1992, Çeviri; KULAKSIZ, Ö. - ÇAKIR, Ö. - ULUSOY, O., *Metal Meslek Bilgisi*, MEB Yayınları, Yayın No. 2918, Sayfa: 69, İstanbul, 2000.

Not: Kaynakça, APA 6.0 Yazım Kuralları ve Kaynakça Gösterme Biçimine göre düzenlenmiştir.

GENEL AĞ VE GÖRSEL KAYNAKÇASI