

**MIKELL P. GROOVER**

Çeviri Editörleri: Mustafa Yurdakul - Yusuf Tansel İç

4<sup>th</sup> EDITION

4. BASIMDAN ÇEVİRİ



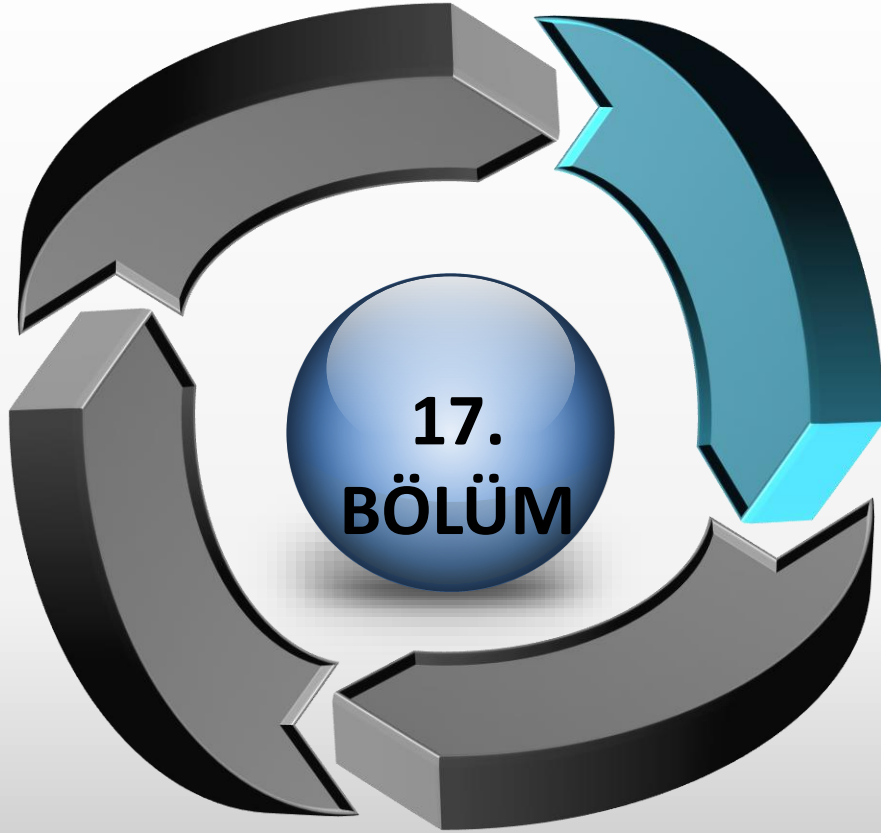
*PRINCIPLES* of **MODERN MANUFACTURING**

**MODERN İMALATIN**

*PRENSİPLERİ*

Gözden Geçirilmiş Yeni Basım





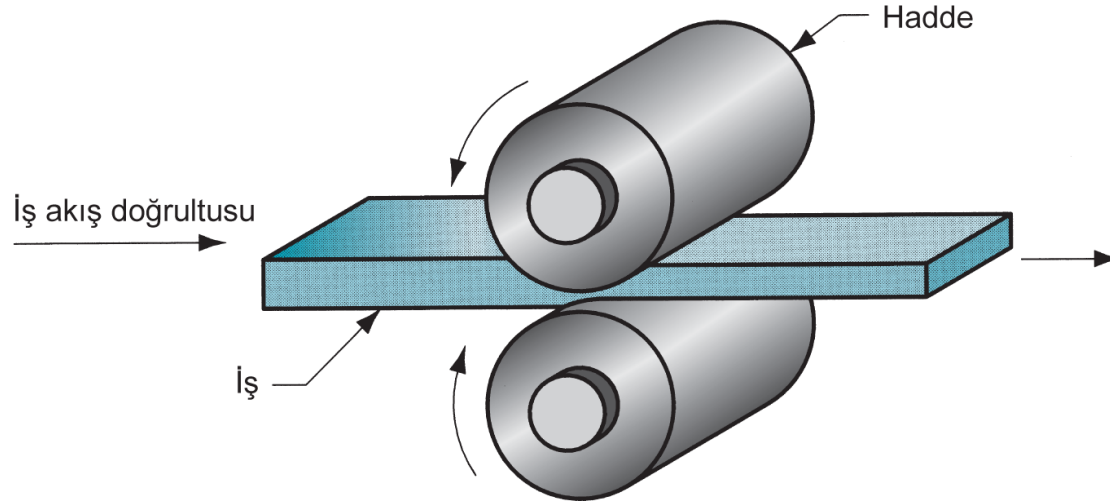
# Metal İşlemede Kütle Şekillendirme İşlemleri

# Kütle Şekillendirmenin Teknolojik ve Ticari önemi

- ✓ Sıcak işlem → iş parçası şeklinde önemli değişiklik elde edilir
- ✓ Soğuk işlem → ürüne hem şekil verir hem de uzama sertleşmesi ile mukavemeti artar.
- ✓ İşlem sonucu az ya da hiç atıksız ürün üretilir.

# HADDELEME

Haddeleme iki zıt merdane tarafından meydana getirilen basınç kuvvetleri ile işin kalınlığının azaltıldığı şekillendirme işlemidir.

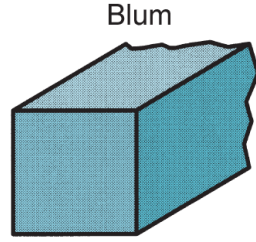


Haddeleme işlemi (Özellikle, düz haddeleme)

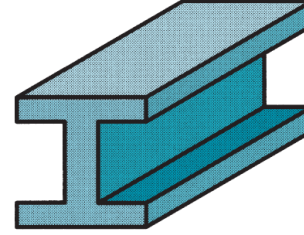
Ara haddelenmiş şekil

Son haddelenmiş şekil

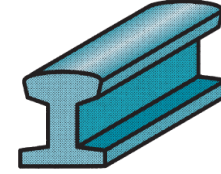
- Büyük Kare Kütük(Bloom)  
150x150 mm



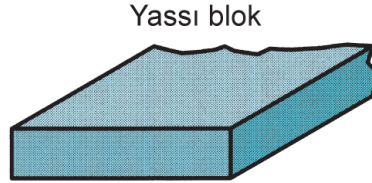
Profiller



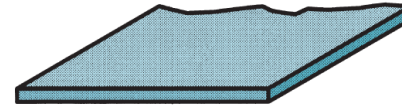
Raylar



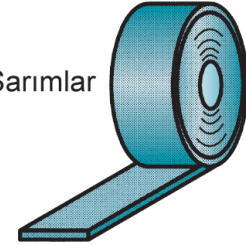
- Yassı Blok (Slab)  
G=>250 mm  
K=>40 mm



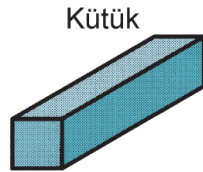
Platinalar, saclar



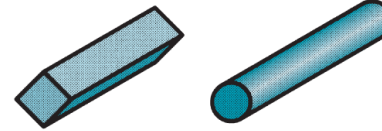
Sarımlar



- Billet  
40x40 mm veya >

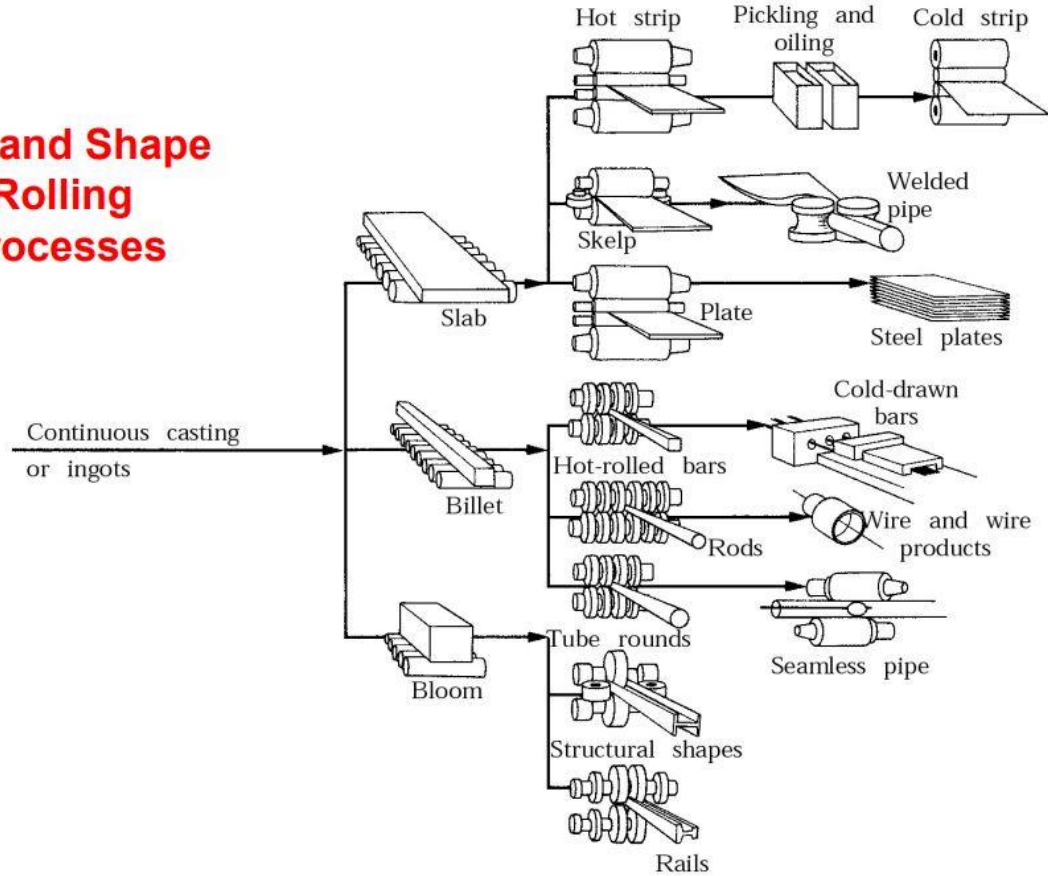


Çubuklar

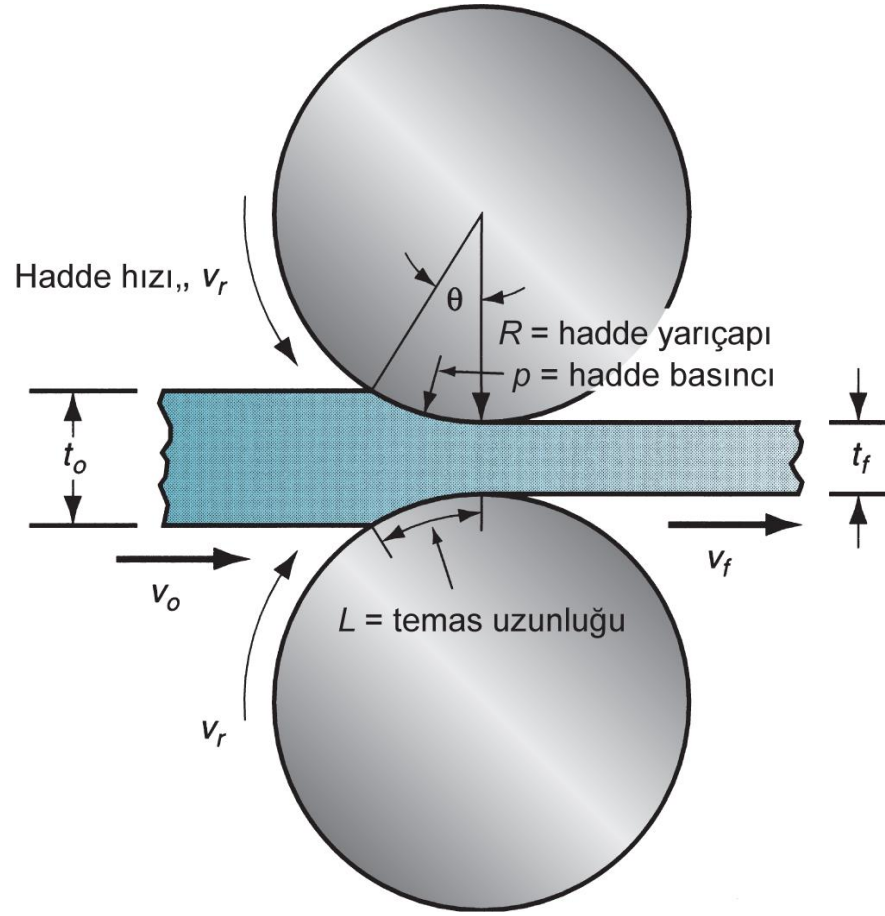


Bir haddeleme tesisinde yapılan bazı çelik ürünler

## Flat and Shape Rolling Processes

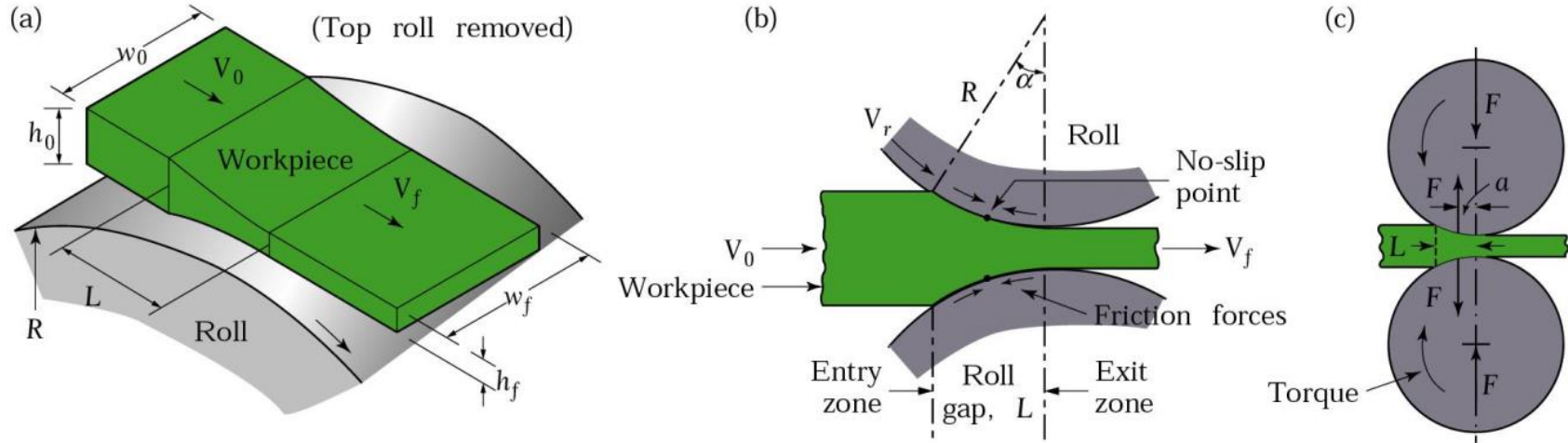


Bir haddeleme tesisinde yapılan bazı çelik ürünler



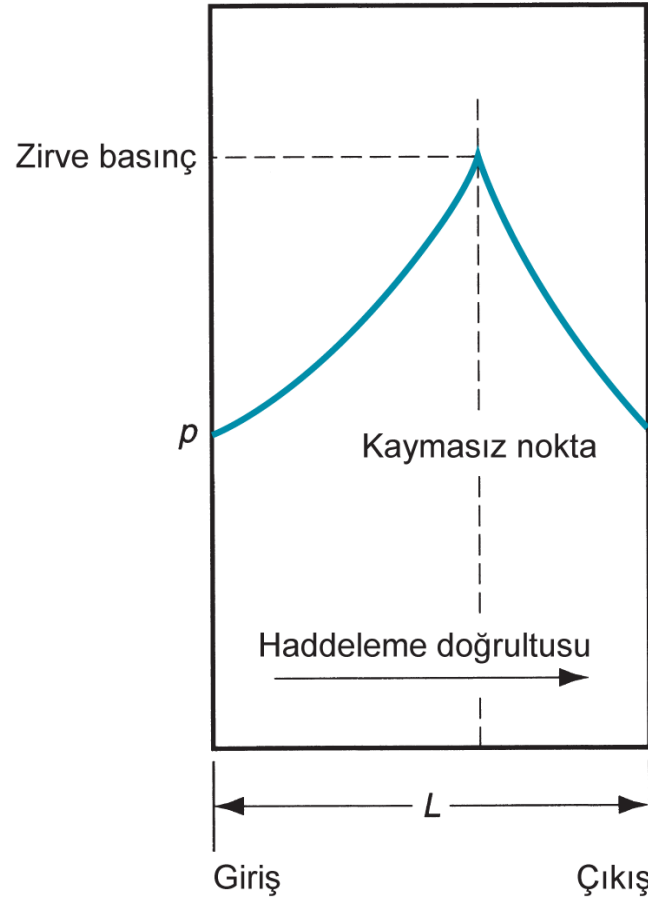
Haddeleme öncesi ve sonrası kalınlıklar, iş hızları, temas açısı ve diğer özellikleri gösteren düz haddelemenin yandan görüşü





Haddeleme öncesi ve sonrası kalınlıklar, iş hızları, temas açısı ve diğer özellikleri gösteren düz haddeleme



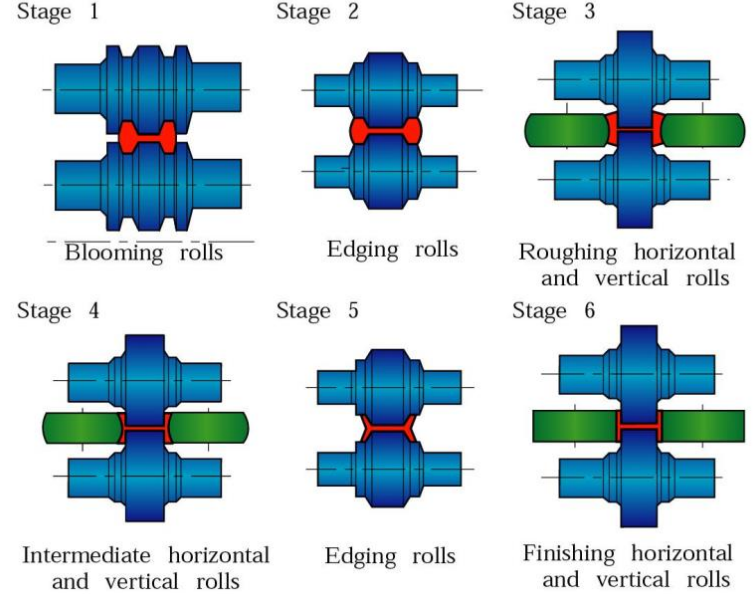


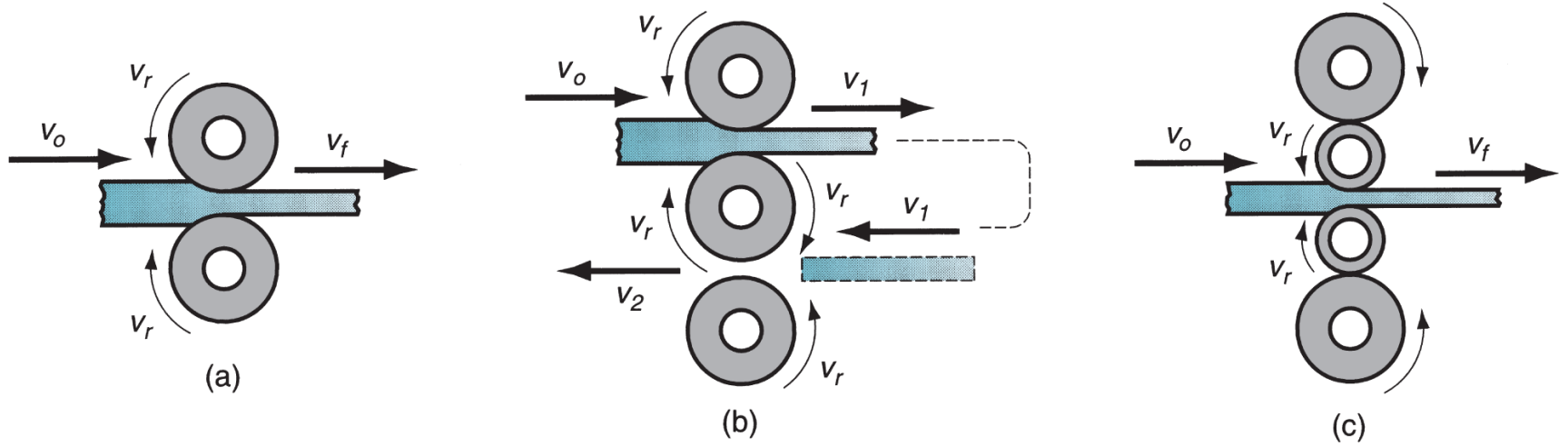
Düz haddelemede temas uzunluğu boyunca basıncın tipik değişimi. Zirve basınç nötr noktada bulunur. Eğrinin altında kalan alan, Denklem (17.9)'da integrasyonu temsil eden hadde kuvveti  $F'$ 'dir.

# PROFİL HADDELEME

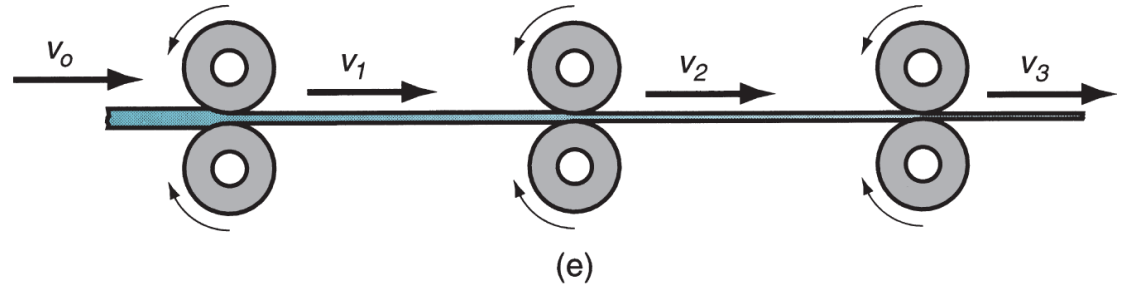
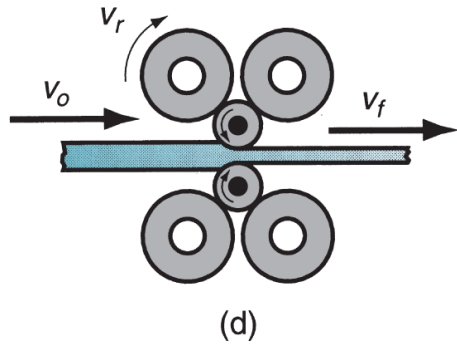
- Profil haddelemede; iş, kapalı şekle sahip bir kesite deforme edilir.
- Profil haddelemeyle yapılan ürünler, I-Kiriş, L-kiriş, U-kiriş gibi yapı şekilleri, tren rayları ve yuvarlak ve kare çubuk ve rodları içerir.
- Ara şekillerin sırası ve karşılık gelen merdanelerin tasarımı **hadde paso tasarımı** olarak adlandırılır.

## Shape Rolling

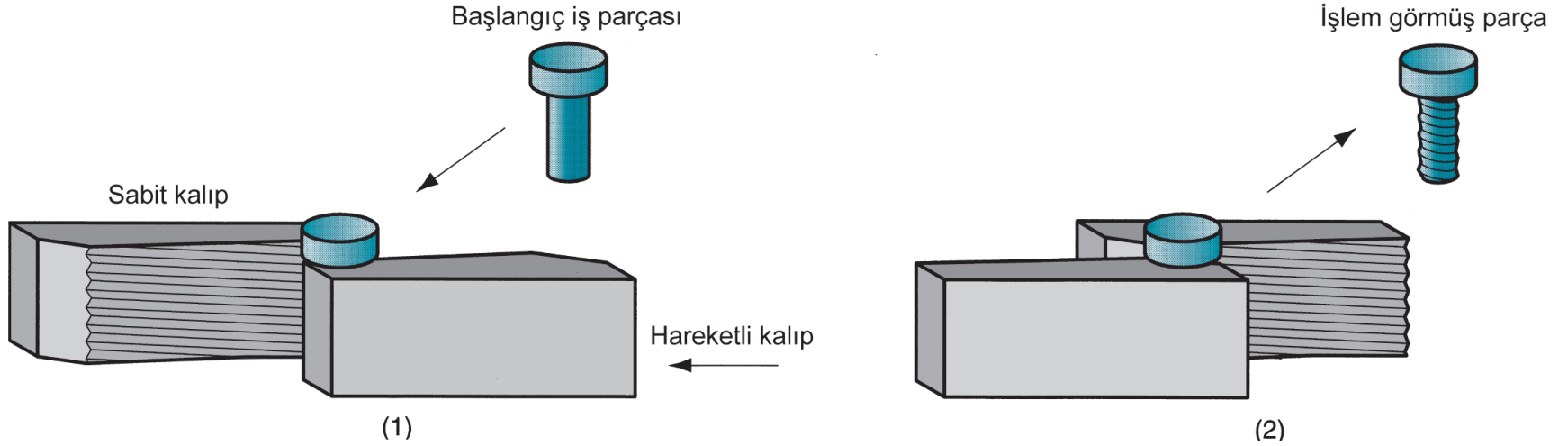




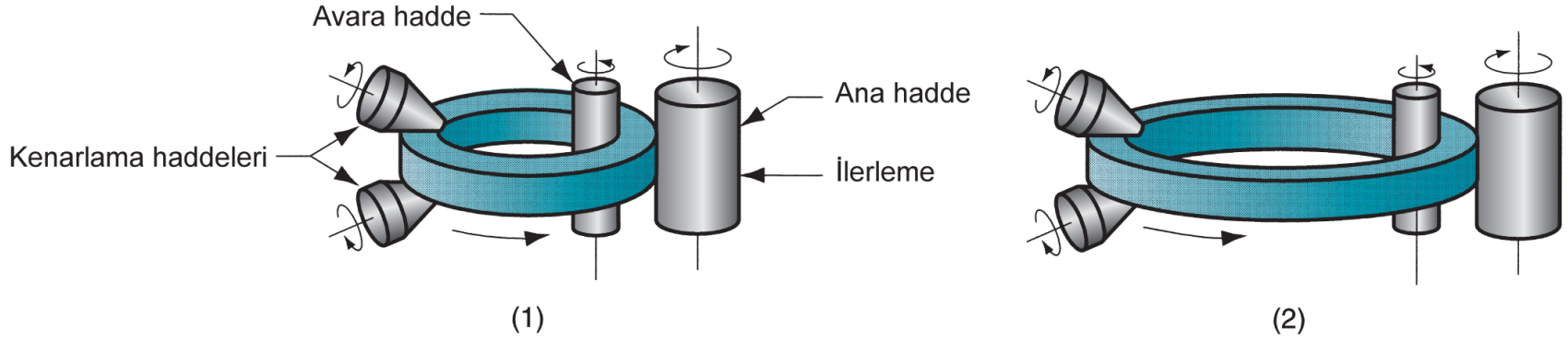
Çeşitli haddeleme düzen konfigürasyonları: (a) ikili, (b) üçlü, (c) dörtlü



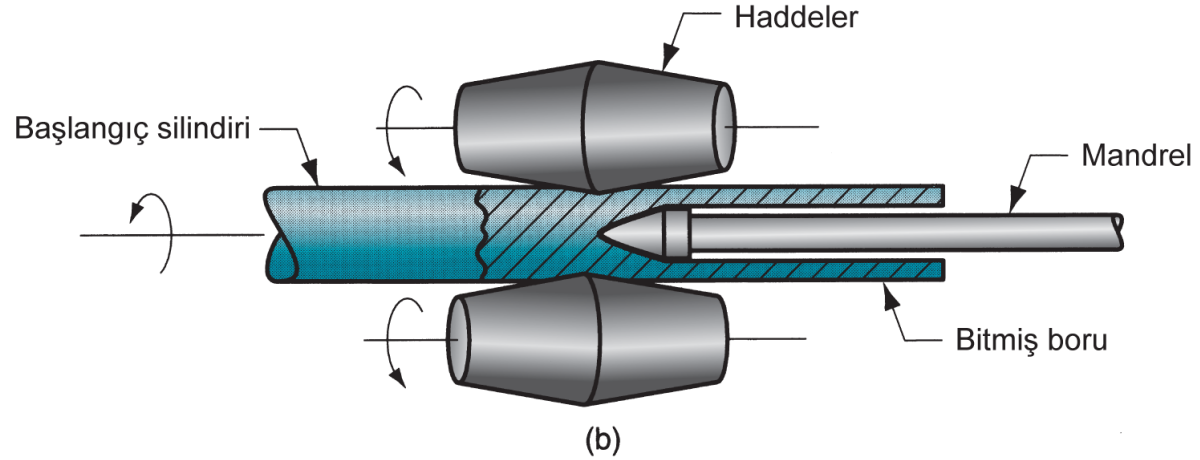
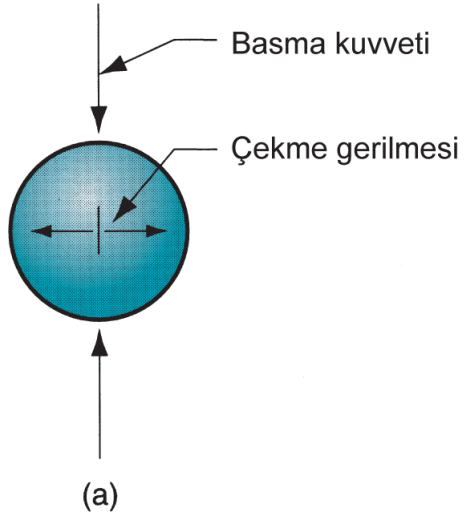
Çeşitli haddeleme düzen konfiğürasyonları: (d) altı merdaneli (Salkım), (d) tandem haddeleme düzenleri



Düz kalıpla diş haddeme: (1) çevrim başlangıcı, (2) çevrim sonu



Halkanın çapını artırmak ve et kalınlığını azaltmak için kullanılan halka haddeleme:  
İşlemin (1) başlaması (2) tamamlanması

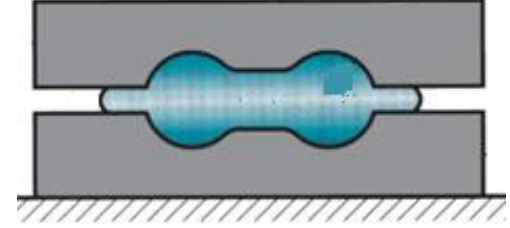


Haddeyle delme: (a) silindirik parçaya basınç uygulanmasıyla boşluk ve iç gerilmenin formasyonu;  
(b) dişiksiz boru üretmek için Mannesman hadde düzeni kurulumu

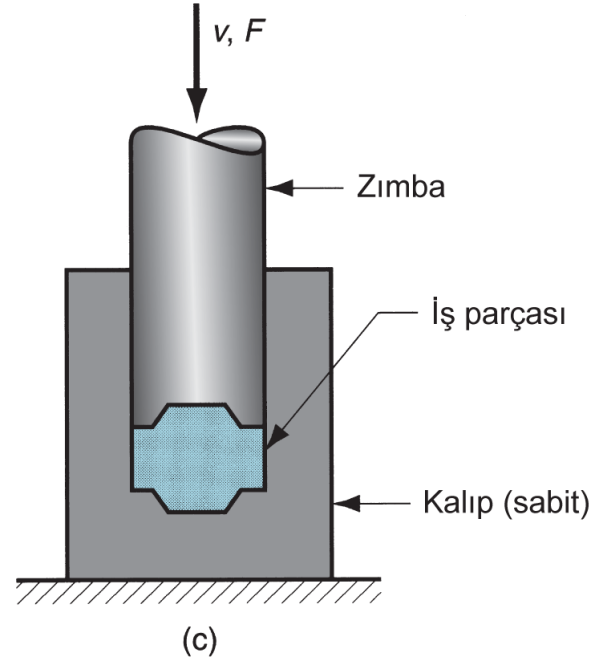
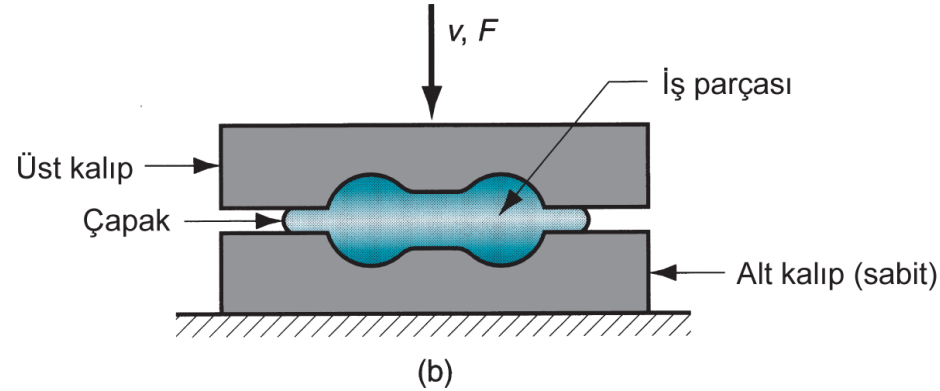
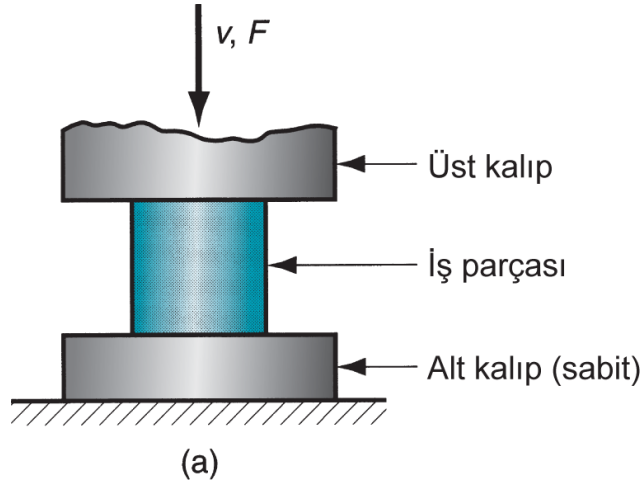


# DÖVME

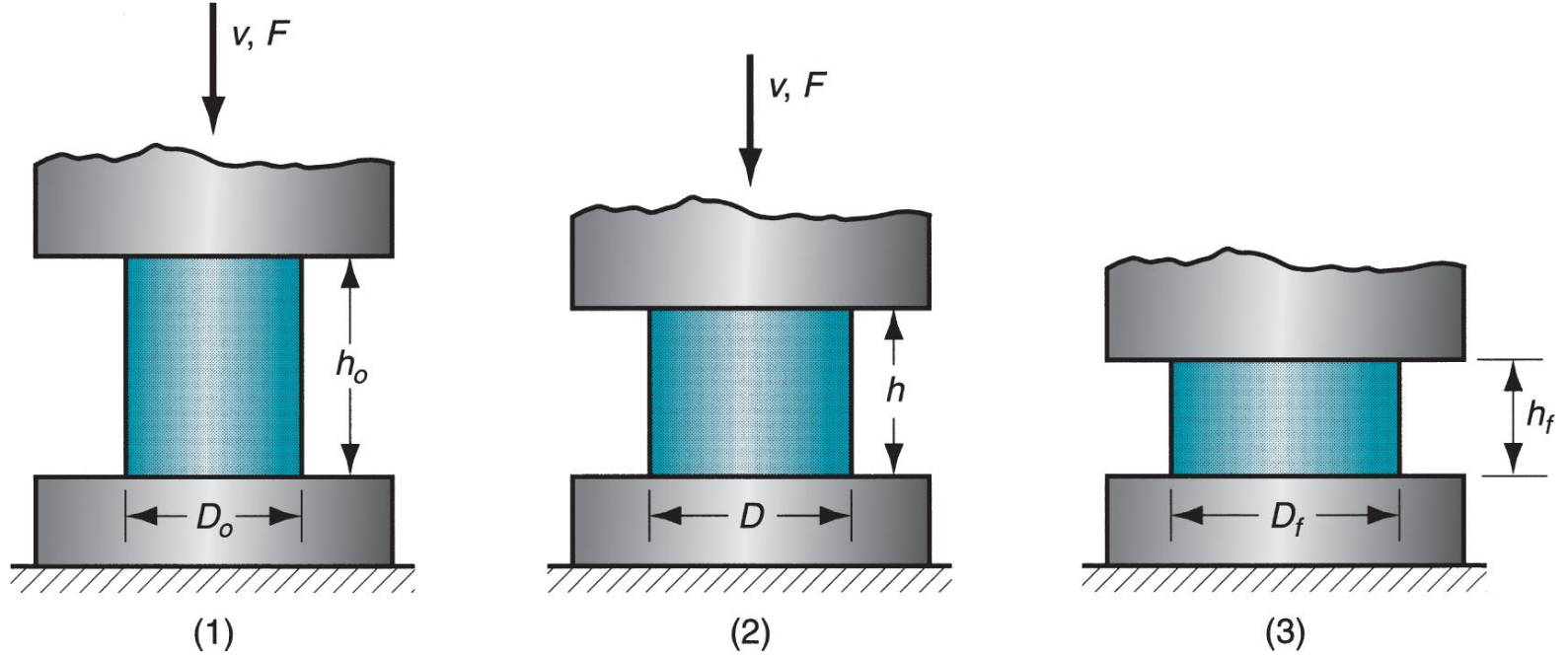
İki kalıp arasında işe, basınç uygulandığı şekillendirme işlemidir.



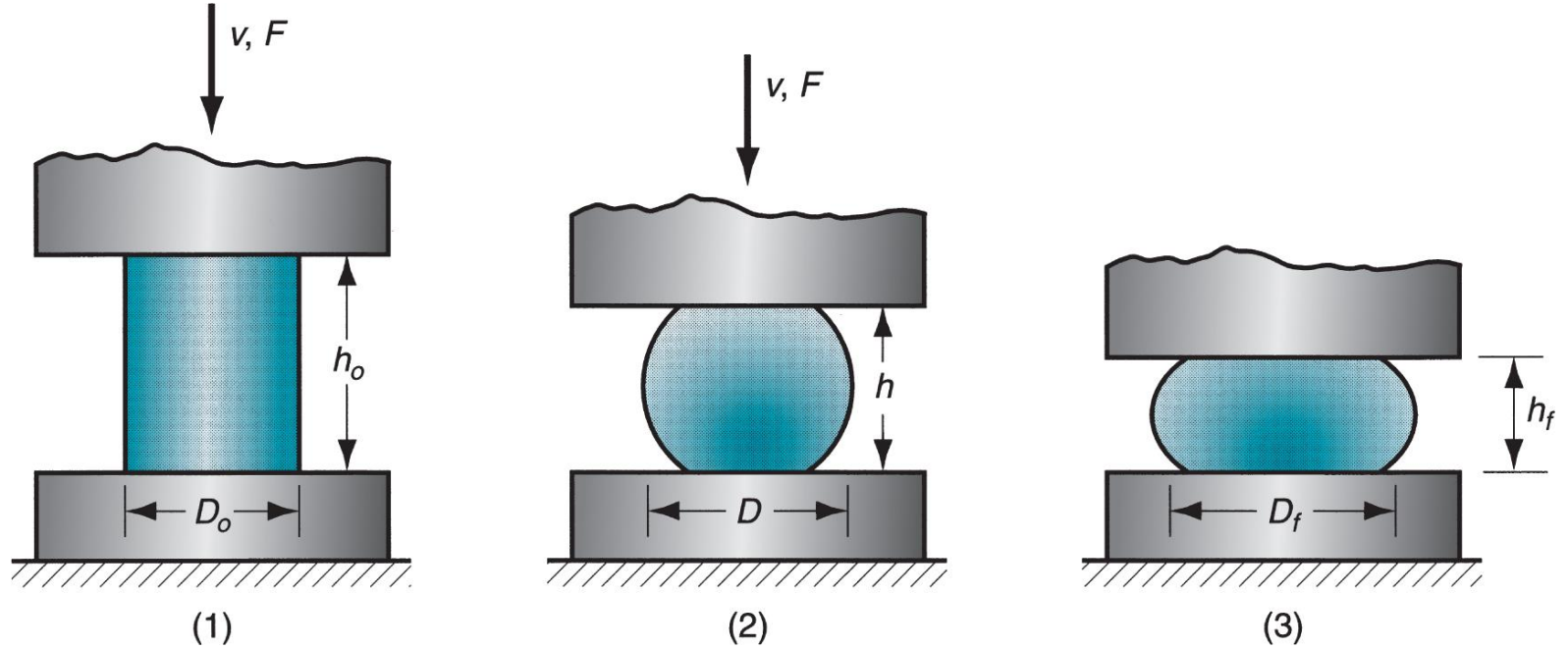
1. Çalışma Sıcaklıklarına göre
  - Sıcak , Yarı Sıcak, Soğuk (Uzama sertleşmesinden dolayı mukavemet artışı)
2. Dövme teknolojisi
  - Darbe yükü uygulayan dövme makinası, **Dövme Çekici**
  - Giderek artan basınç uygulayan makine, **Dövme Presi**
3. Malzeme akışının kalıplarla kısıtlanma derecesi
  - Açık kalıpta dövme, kapalı kalıpta dövme, çapaksız dövme



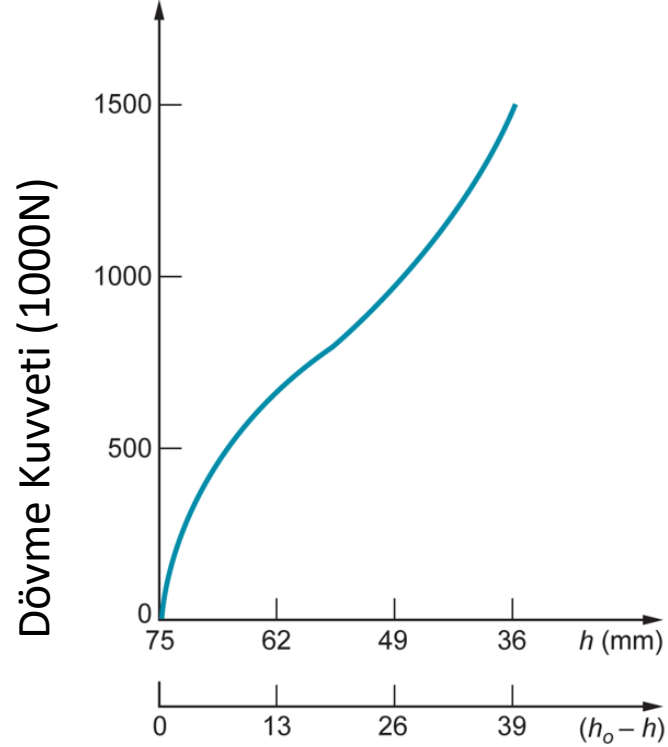
Enine kesit eskizleri ile gösterilen üç tip dövme operasyonu: (a) açık kalıpta dövme, (b) kapalı kalıpta dövme, (c) çapaksız dövme



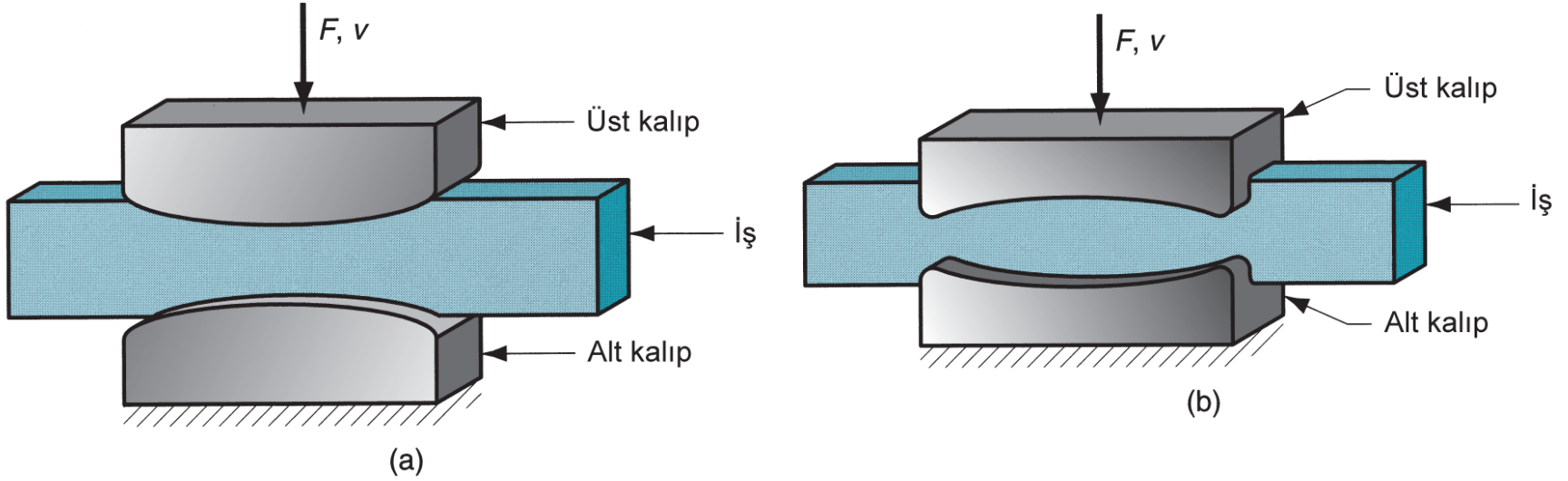
Açık kalıpta dövme işleminde ideal koşullar altında silindirik bir iş parçasının homojen deformasyonu: (1) Başlangıç uzunluk ve çaptaki iş parçası ile işlemin başlaması, (2) kısmi deformasyon, ve (3) son ölçü



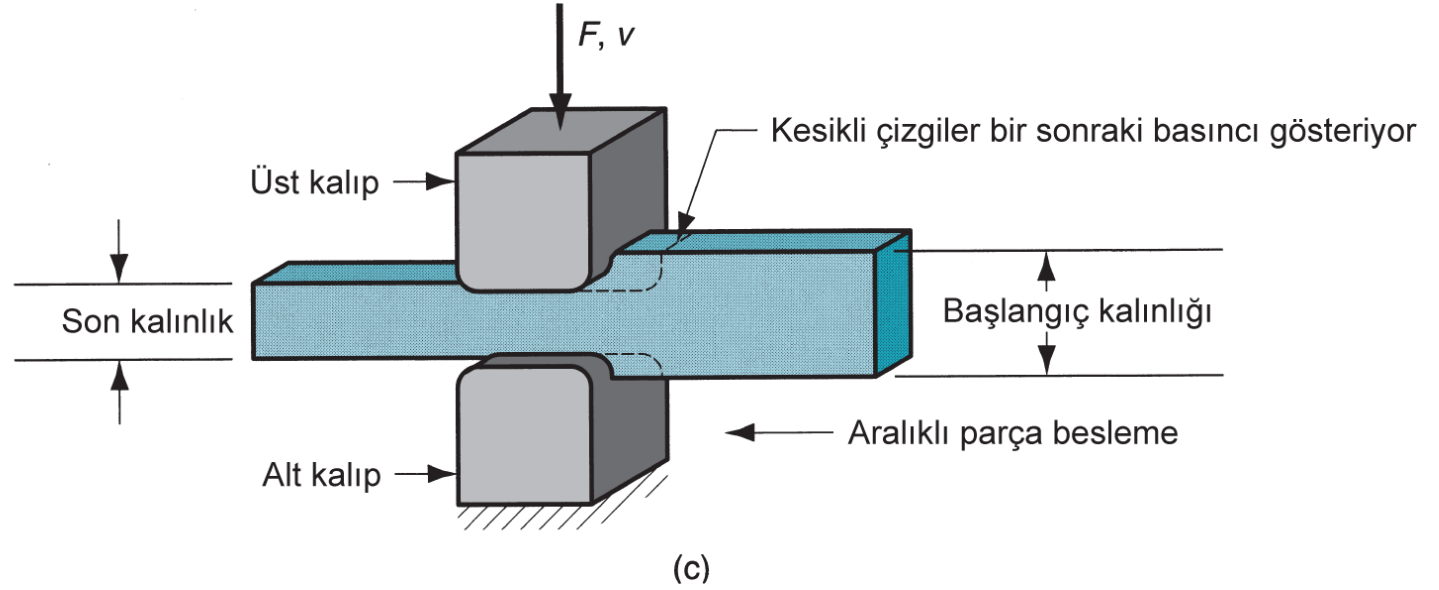
Fıçılşmayı gösteren açık kalıpta dövmede bir silindirik iş parçasının gerçek deformasyonu:  
(1) işlem başlangıcı, (2) kısmi deformasyon, (3) son şekil



Yükseklik azalması ( $h_o - h$ ) ve yüksekliğin  $h$  azalmasının fonksiyonu olarak yığıma kuvveti. Bu çizim yük strok eğrisi olarak adlandırılır.

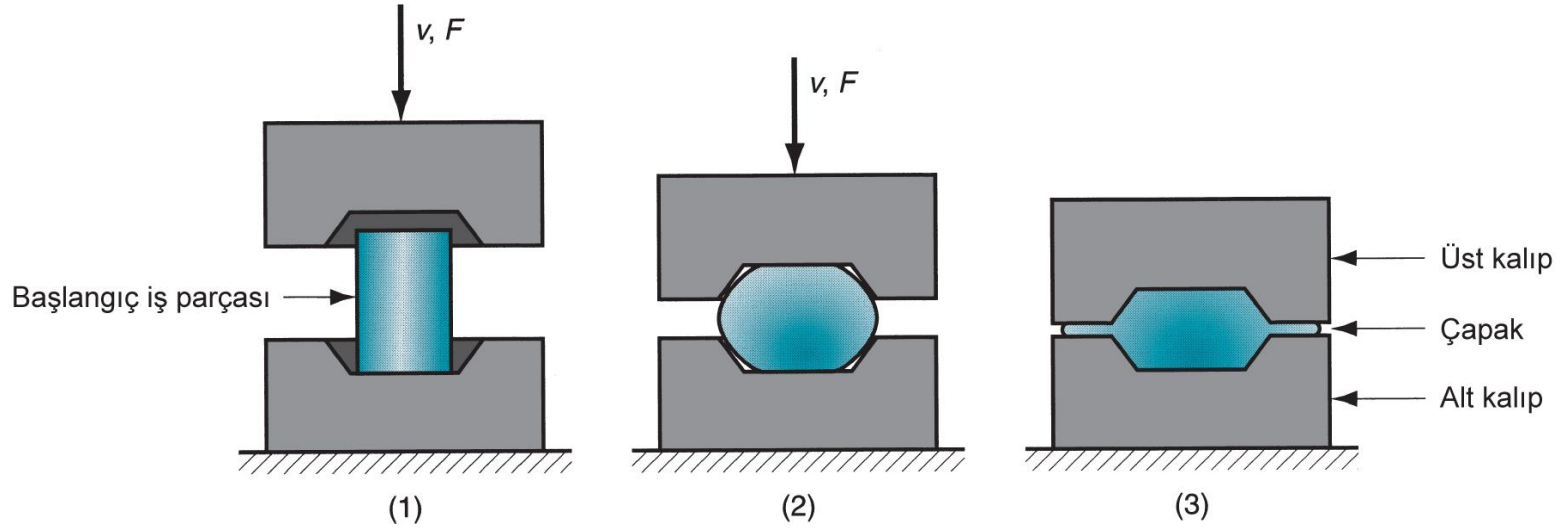


Çeşitli açık kalıpta dövme operasyonları: (a) iç bükey şekillendirme, (b) dış bükey şekillendirme



Çeşitli açık kalıpta dövme operasyonları: (c) uzatma

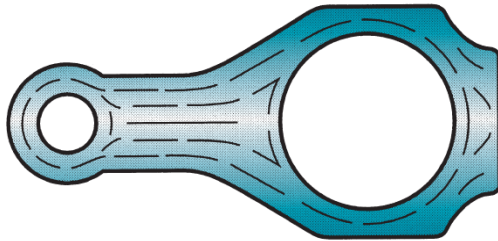




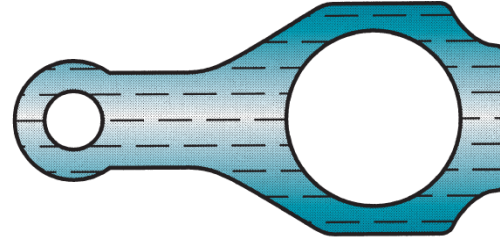
Kapalı kalıpta dövmede sıra: (1) ham iş parçası ile temas öncesi, (2) kısmi basma, (3) kalıp plakaları arasında boşlukta şekil vermek için çapak oluşumuna neden olan son kalıp kapanışı

## Dövmenin Avantajları(talaş kaldırmayla karşılaştırıldığında)

1. Daha yüksek üretim hızı
2. Metal korunumu
3. Daha yüksek mukavemet
4. Metal tane yönlenmesi

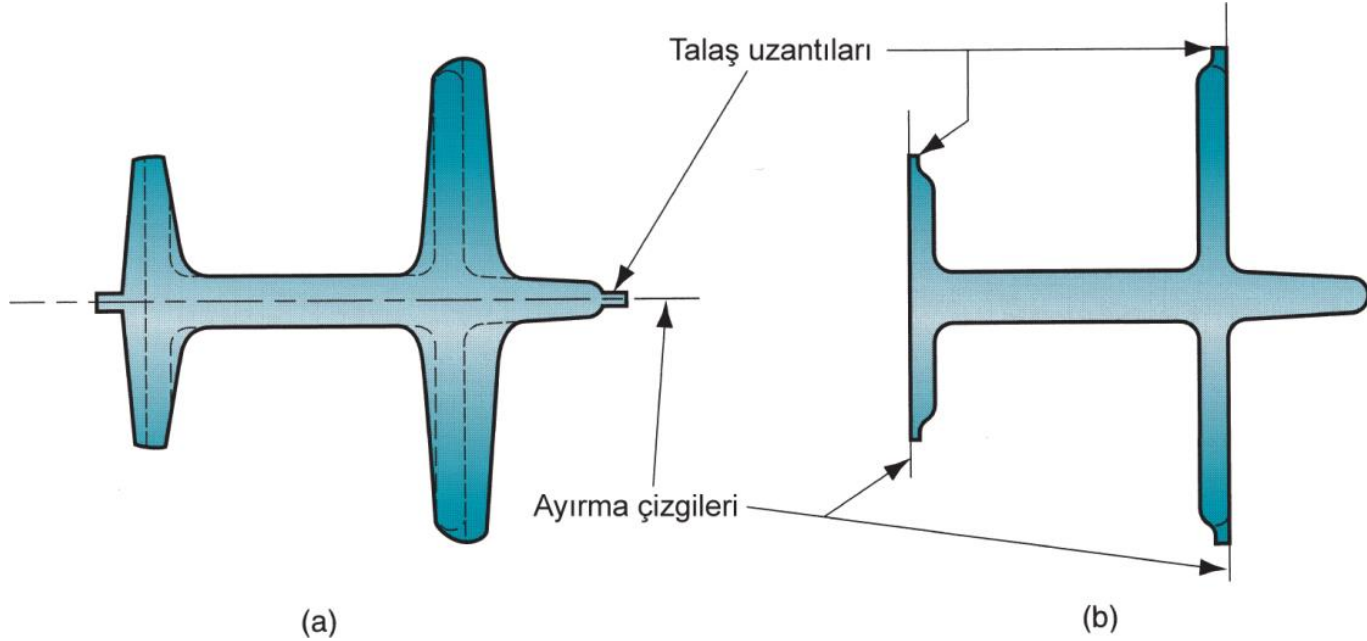


(a)

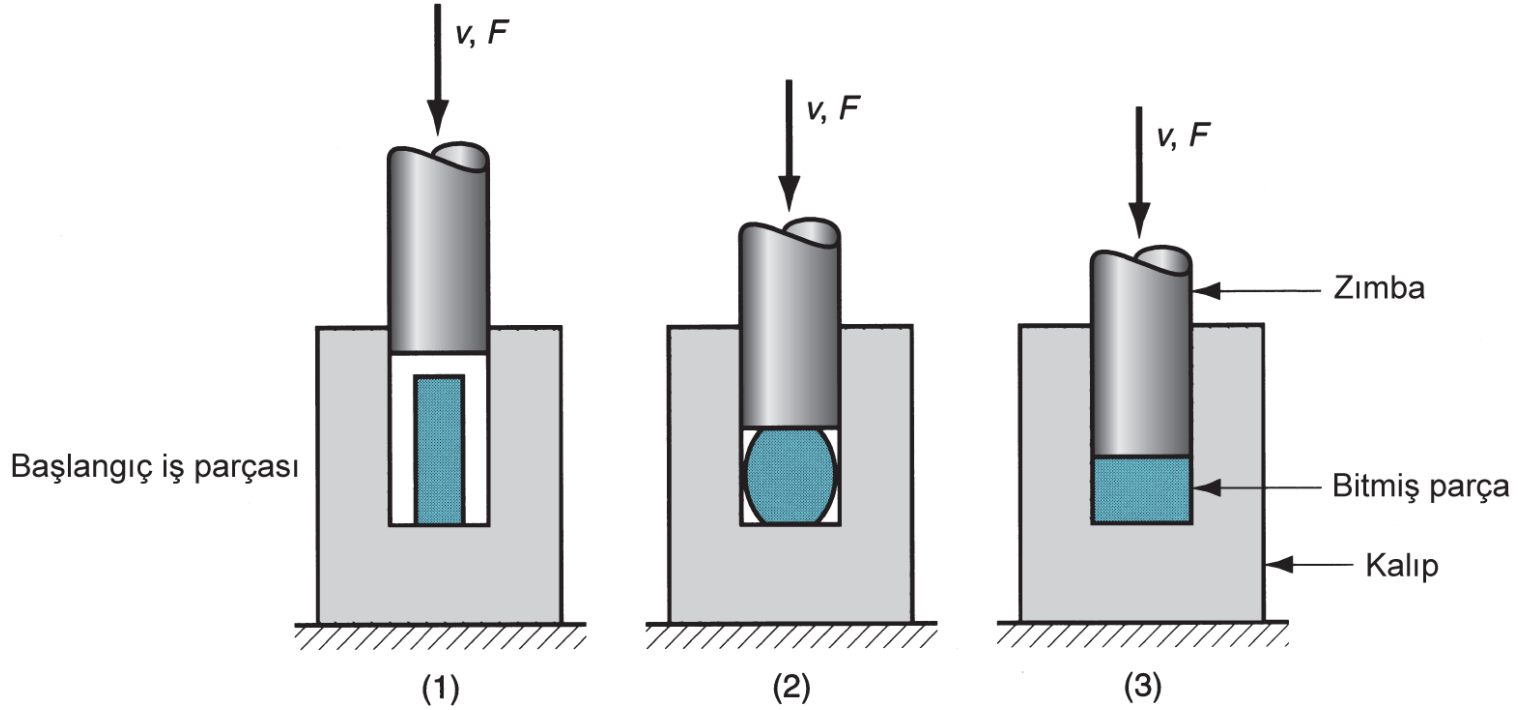


(b)

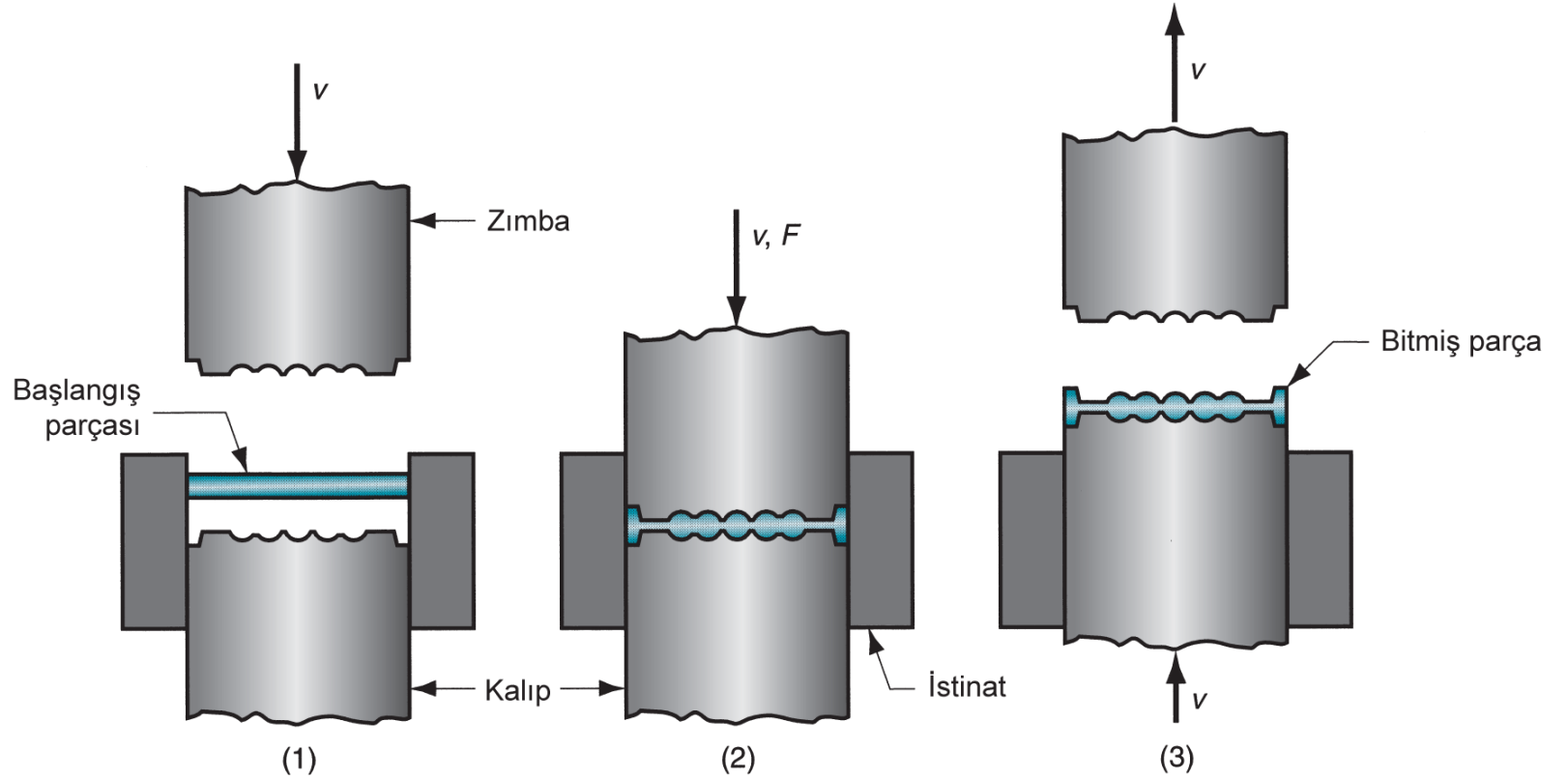
(a) Sıcak dövme ile yapılmış ve son talaş kaldırma yapılan,  
(b) tamamıyla talaş kaldırma ile yapılan bir parçada metal tane akışının kıyaslaması



(a) konvansiyonel, (b) hassas dövmelemin kesitleri. (a) da kesikli çizgiler hassas dövmeyle eşdeğer geometride konvansiyonel dövme yapmak için sonra yapılan işlemi gösterir. Her iki durumda çapak uzantıları kesilmelidir.

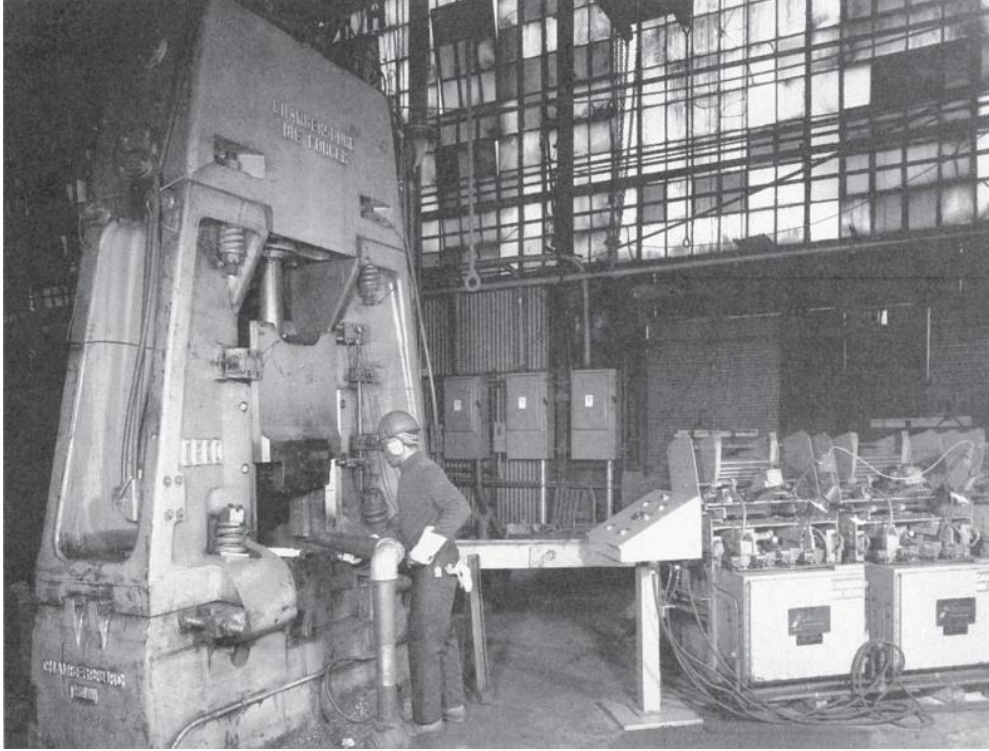


Çapaksız dövme: (1) iş parçası ile ilk temas öncesi, (2) kısmi basınç uygulaması, (3) son zımba ve kalıp kapanışı.  $v$  ve  $F$  sembolleri hareket ( $v = \text{hız}$ ) ve uygulanan kuvveti, sırasıyla gösterir.



Damgalama operasyonu: (1) çevrim başlangıcı, (2) basma stroku ve (3) bitmiş parçanın çıkarılması

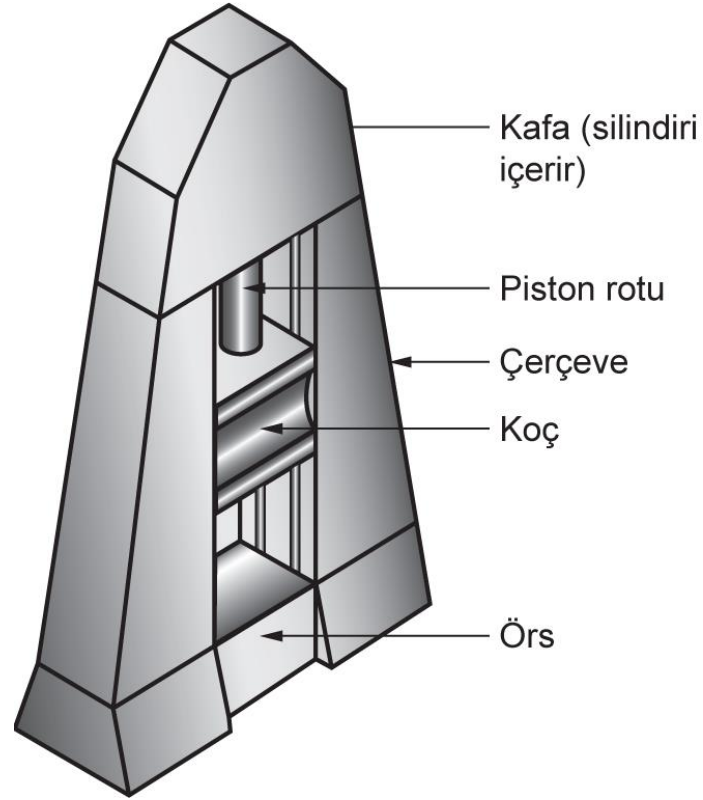
## Dövme Çekiçleri, Dövme Presleri



Düşme çekici. Konveyörle ve sağ tarafta görülen ısıtma üniteleri ile beslenir



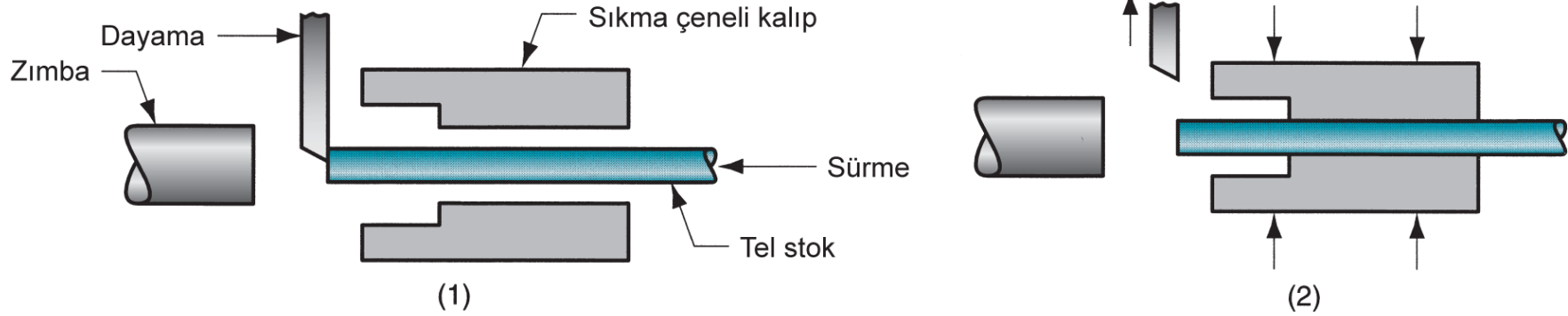
2000 tonluk açık kalıp dövme presi



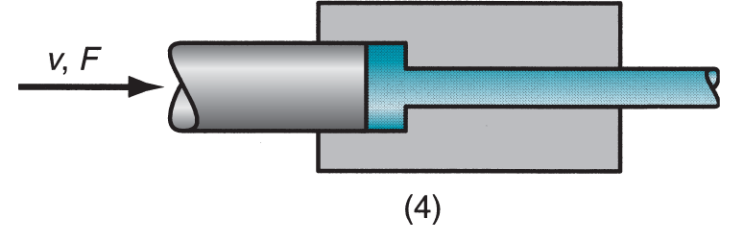
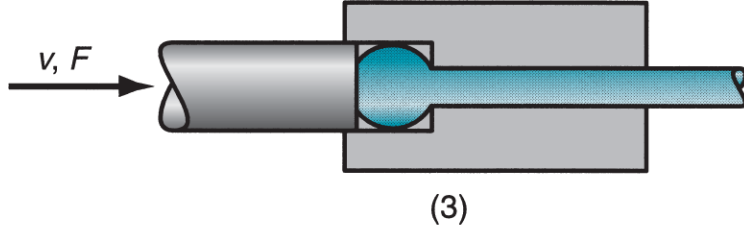
Kapalı kalıpta dövme için bir düşme çekicinin detayları



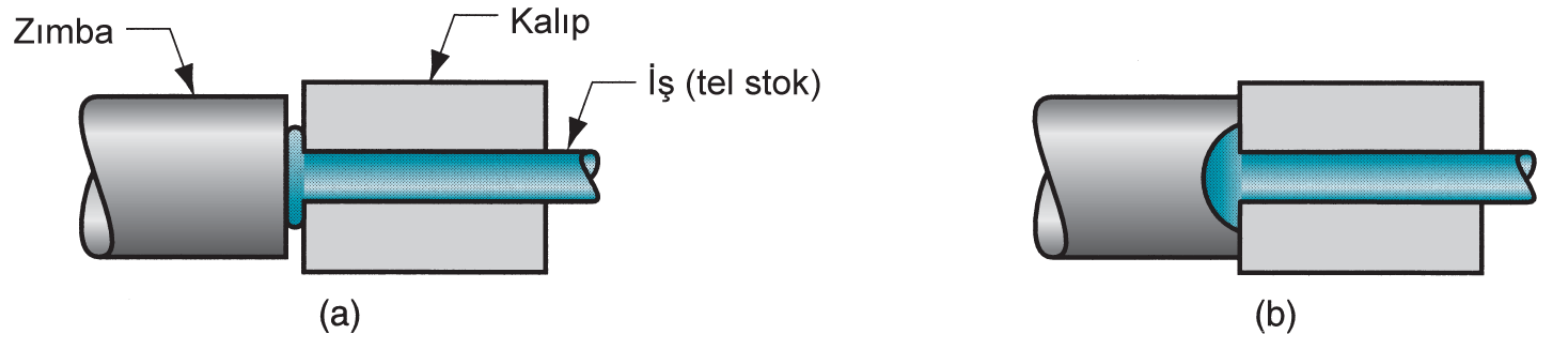




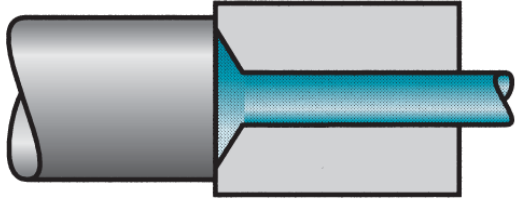
Bir civata veya benzer parça başına şekil vermek için bir yığıma operasyonu. Çevrim aşağıdaki gibidir:  
(1) tel stok dayamaya sürülür; (2) Çeneli kalıp stok üzerine kapanır ve dayama çekilir;



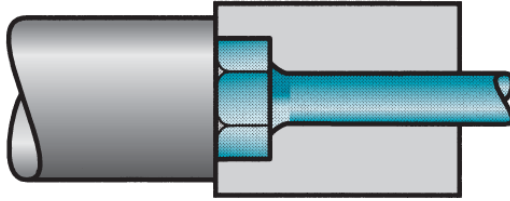
Bir civata veya benzer parça başına şekil vermek için bir yığıma operasyonu. Çevrim aşağıdaki gibidir:  
(3) zimba ileri hareket eder ve (4) kafaya şekil vermek için baskı uygulanır.



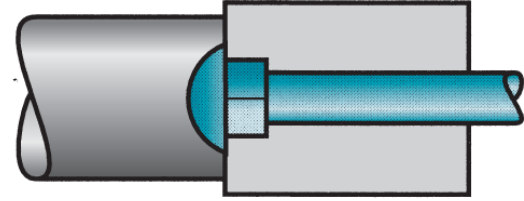
Baş yapma (yığıma) operasyonları örnekleri: (a) açık kalıp kullanarak bir çivi başı yapma, (b) zimba ile şekil verilen yuvarlak baş,



(c)

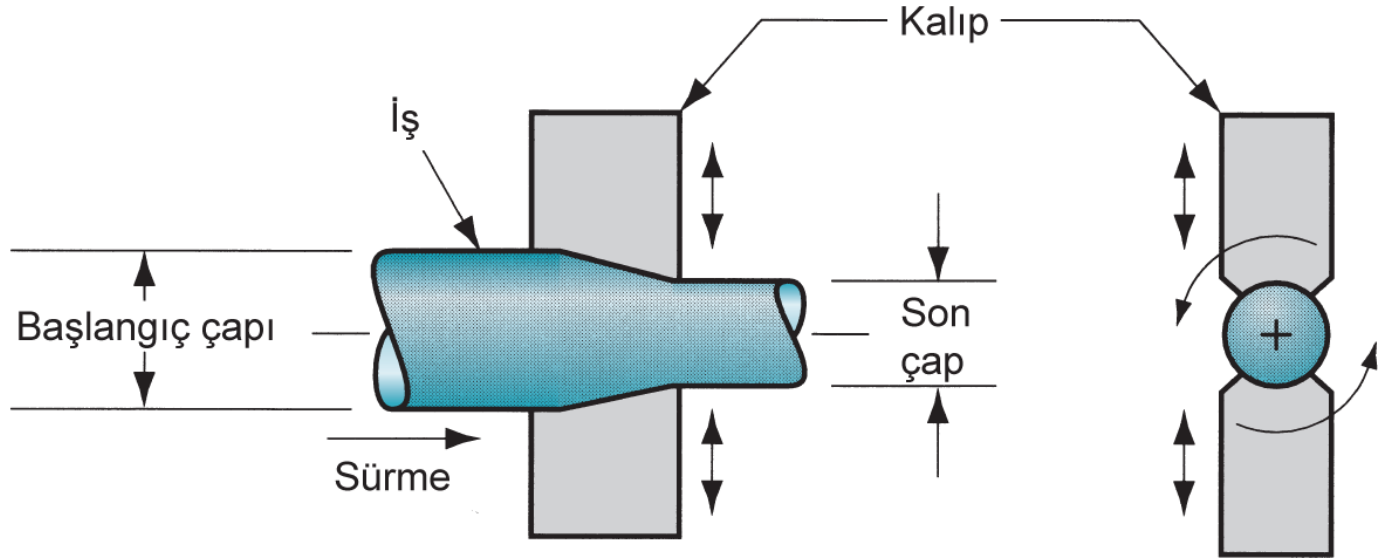


(d)

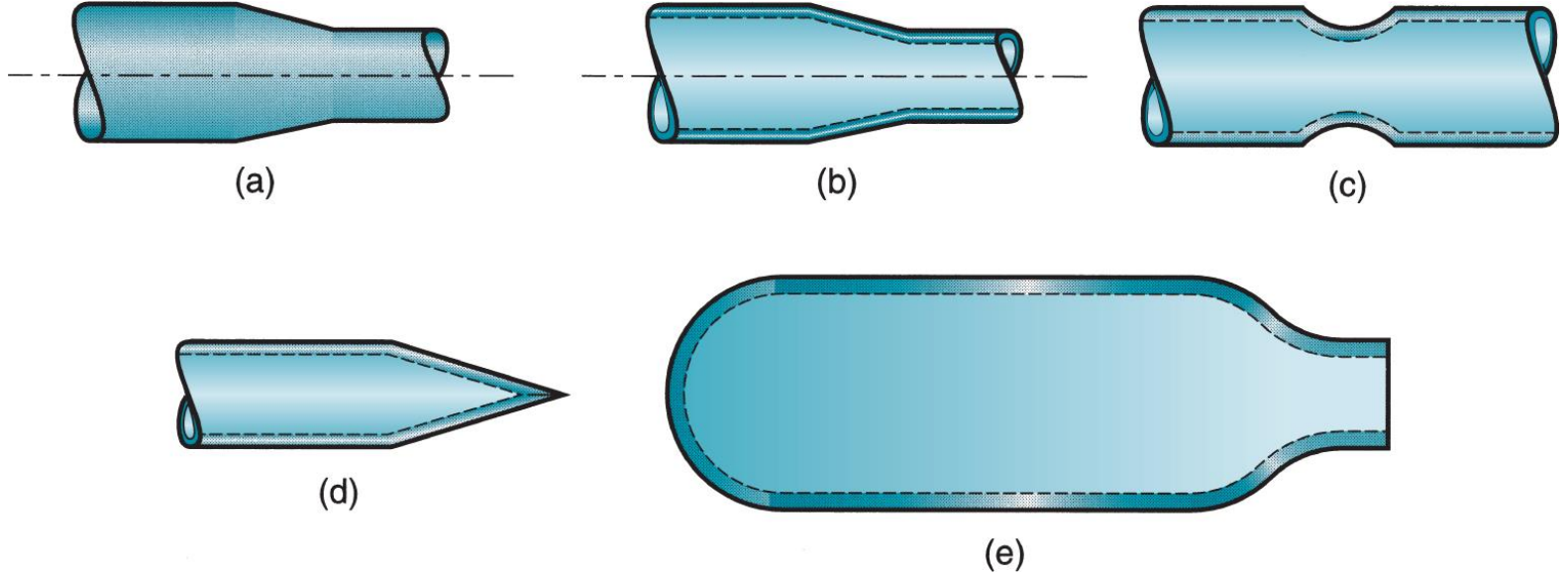


(e)

Baş yapma (yığma) operasyonları örnekleri: (c) ve (d) kalıpla yapılan başlar, (e) kalıp ve zımba tarafından form verilen civata başı

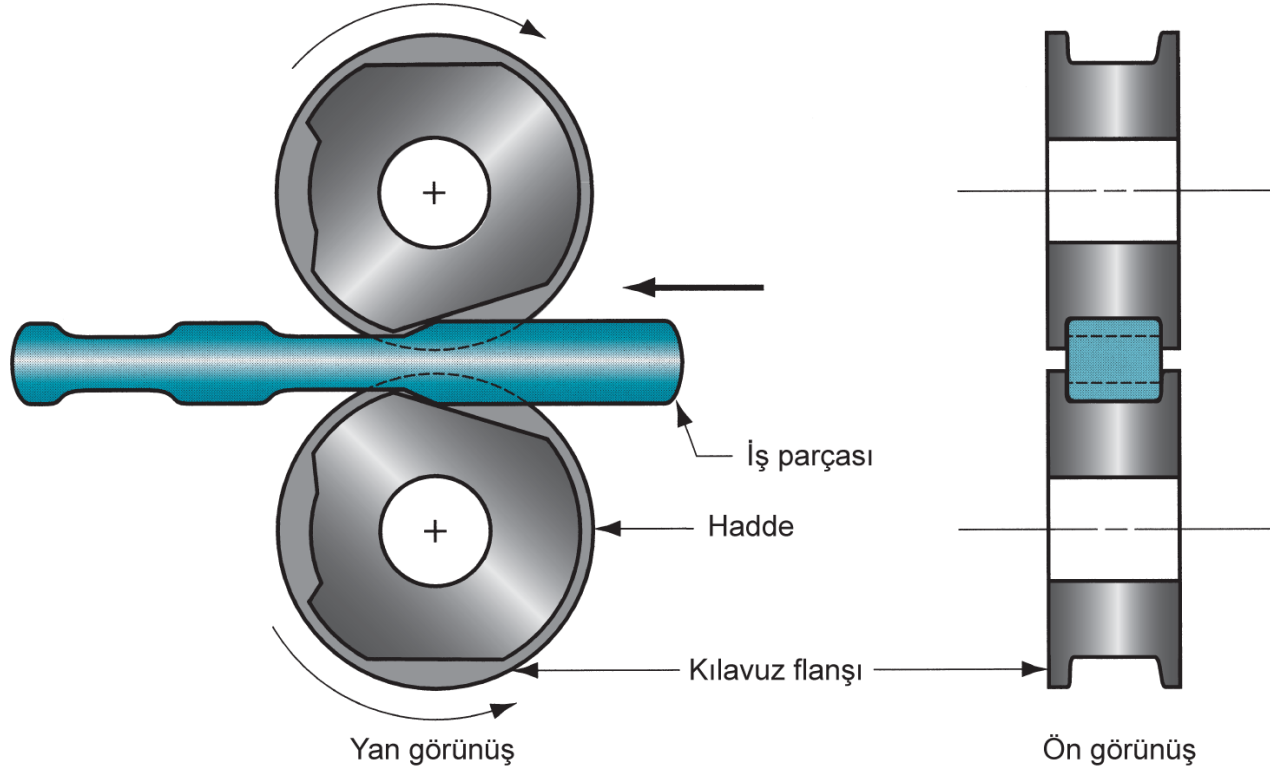


Radyal dövme ile redüksiyon dolu yuvarlak bloğun çapını azaltılır; Döner kalıplı radyal dövmede; kalıplar işi döverken, dönerler. Sabit kalıplı radyal dövmede; kalıplar işi döverken sabit bir oryantasyonda kalırken, iş döner.

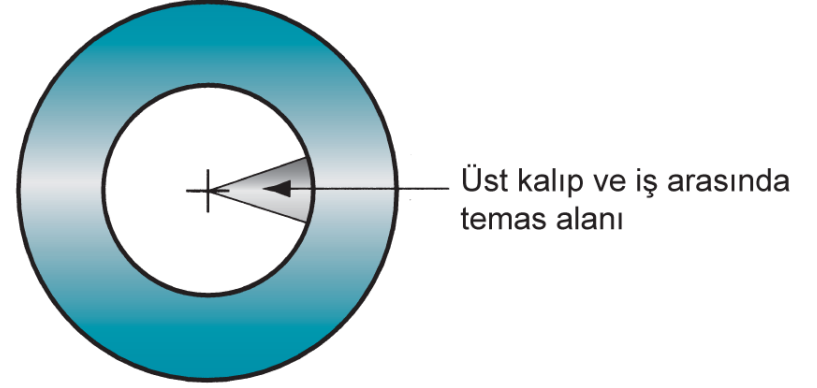
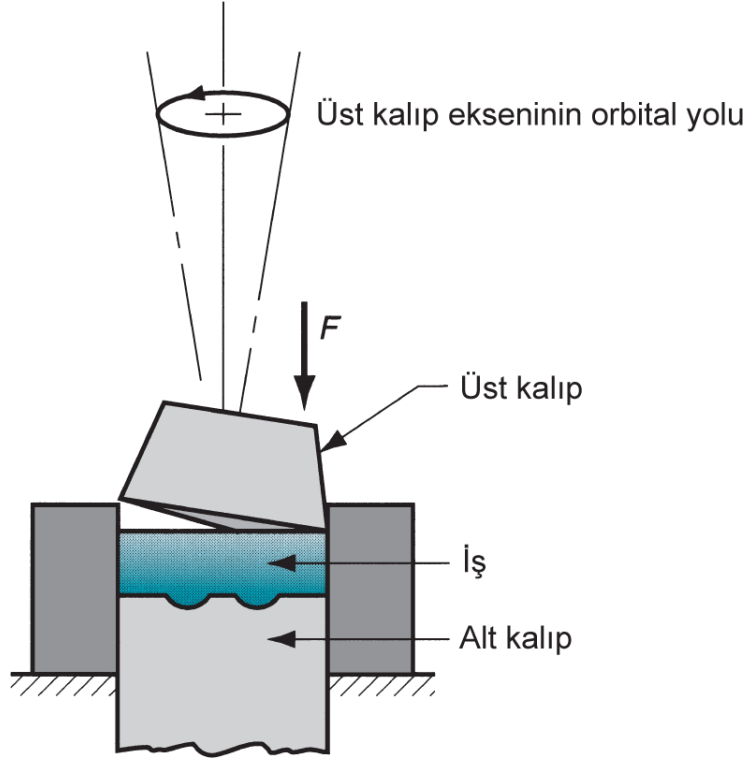


Radyal dövme ile yapılan parça örnekleri: (a) katı dolu stok redüksiyonu, (b) bir borunun konikleştirilmesi, (c) bir boru üzerinde bir kanal şekli vermek için radyal dövme, (d) bir borunun ucunu sivrileştirilmesi, ve (e) bir gaz silindiri üzerinde boyun verme

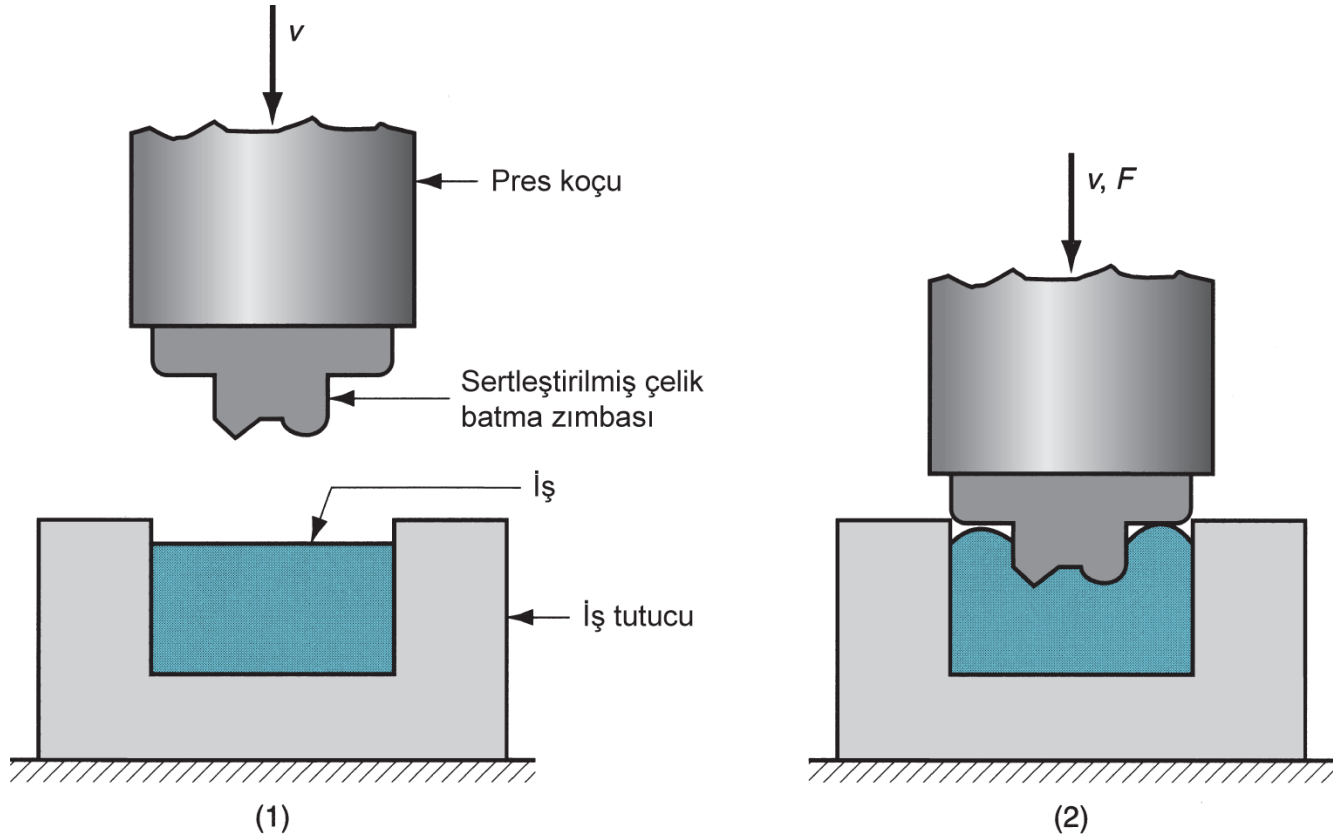




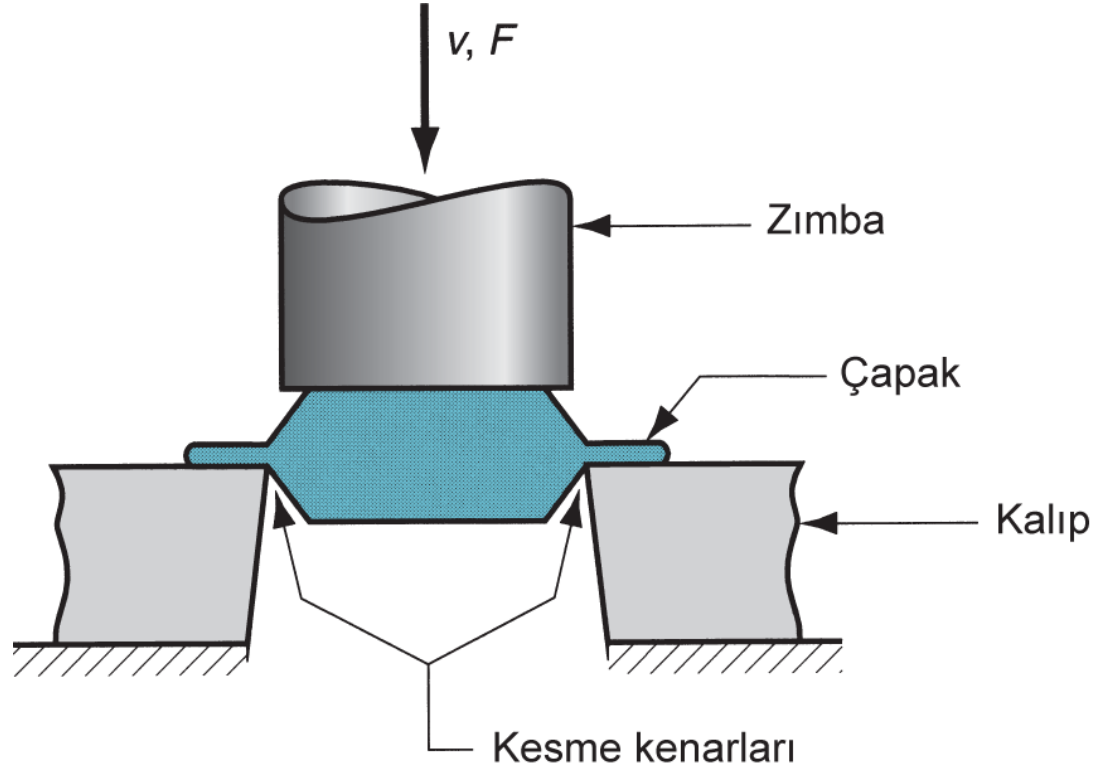
Haddeyle dövme



Orbital dövme. Deformasyon çevrimi sonunda, alt kalıp parçayı çıkarmak için kalkar



Batma: (1) deformasyon öncesi ve (2) işlem tamamlanırken. Batıcı zımbanın nufuze edilmesiyle şekil alan fazla malzeme işlemeye uzaklaştırılmalıdır



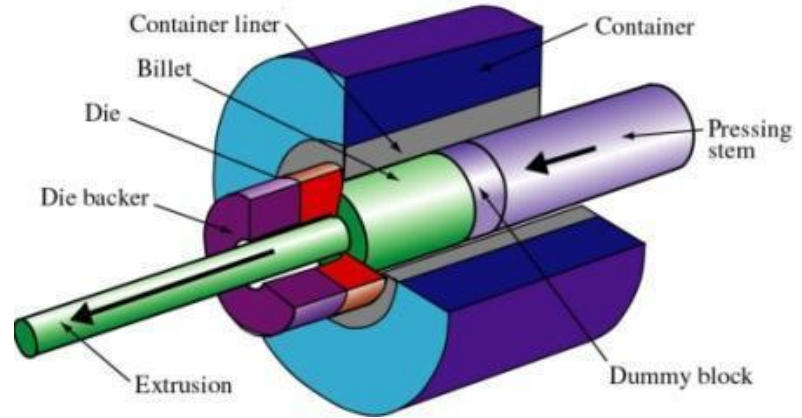
Kapalık kalıpta dövme sonrası çapak kaldırmak için çapak alma operasyonu (kesme işlemi)



Dövme ; Örnek Parçalar

# EKSTRÜZYON

- İstenilen bir kesit şeklini üretmek için bir kalıp açıklığından iş malzemesinin zorlandığı basma işlemidir.
- Bir diş macunu tüpünden, diş macununu sıkma işlemine benzetilebilir.



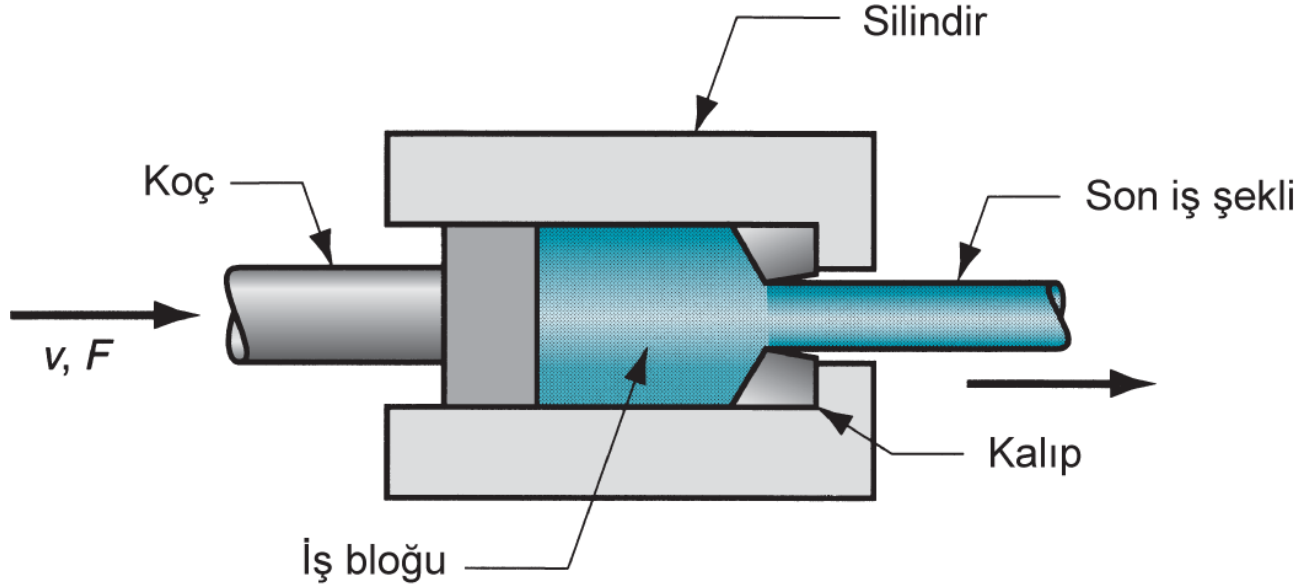
# EKSTRÜZYON

## Avantajları

1. Şekil değişkenliği mümkündür(özellikle sıcak ekstrüzyonda)
2. Tane yapısı ve mukavemet özellikleri; soğuk ve yarı-sıcak ekstrüzyonla artırılır.
3. Dar toleranslar mümkündür (özellikle soğuk ekstrüzyonda)
4. Az ya da hiç atık malzeme oluşturulur.
5. Yüksek üretim hızı

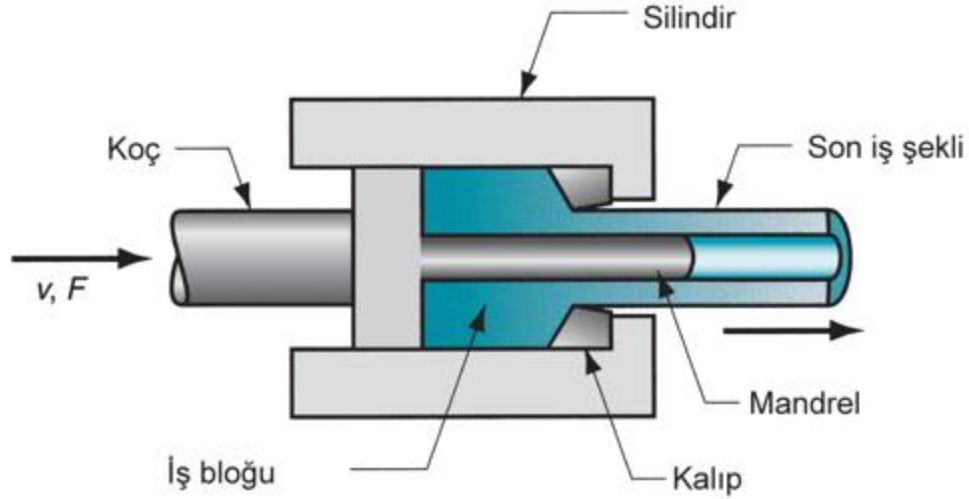
## Kısıtları

1. Uzunluğu boyunca ekstrüze edilen parçanın kesiti uniform olması gerekir.



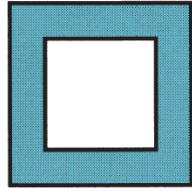
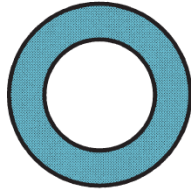
## Direkt Ekstrüzyon



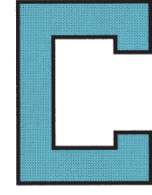
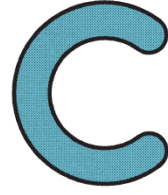


(a) Kapalı kutu ve açık kesitli profiller üretmek için **Direkt Ekstrüzyon**





(b)

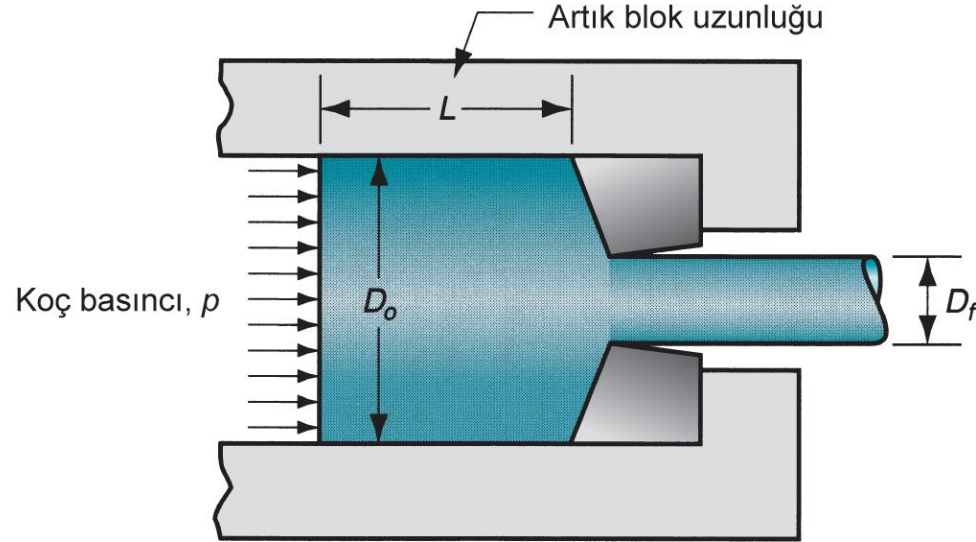


(c)

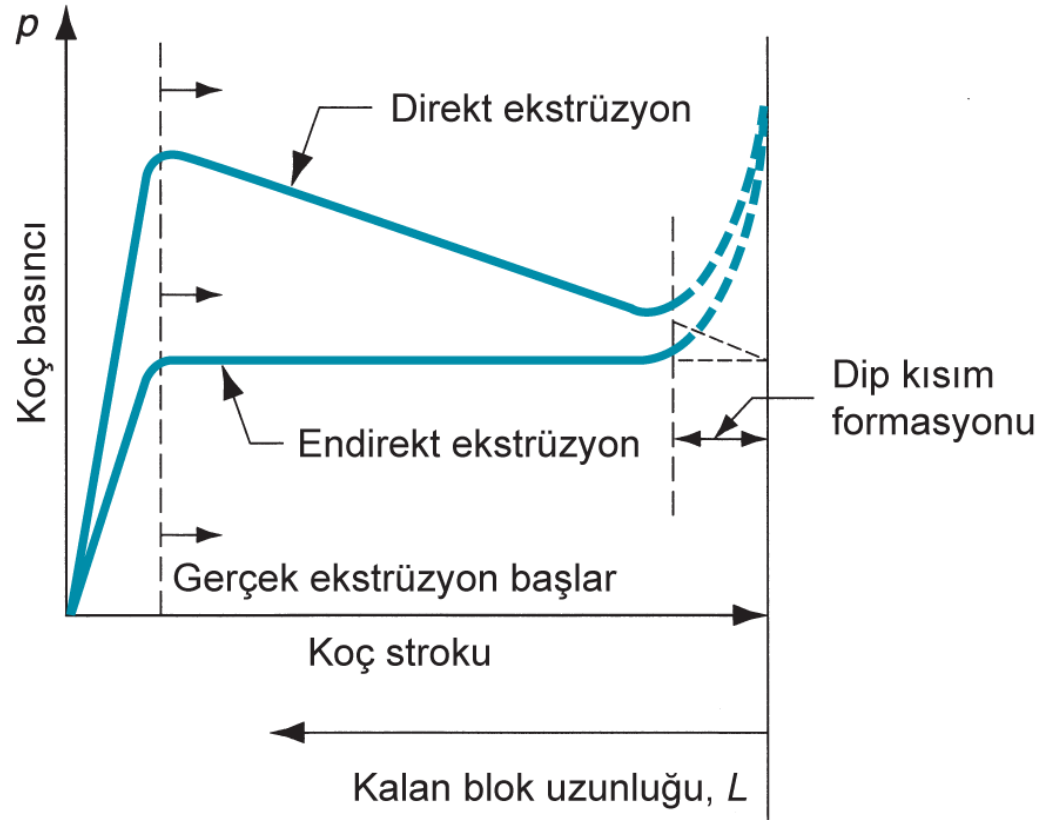


(b) kapalı kutu, (c) açık profil kesitler, d) örnek parçalar

## 17.5.2 EKSTRÜZYON ANALİZİ

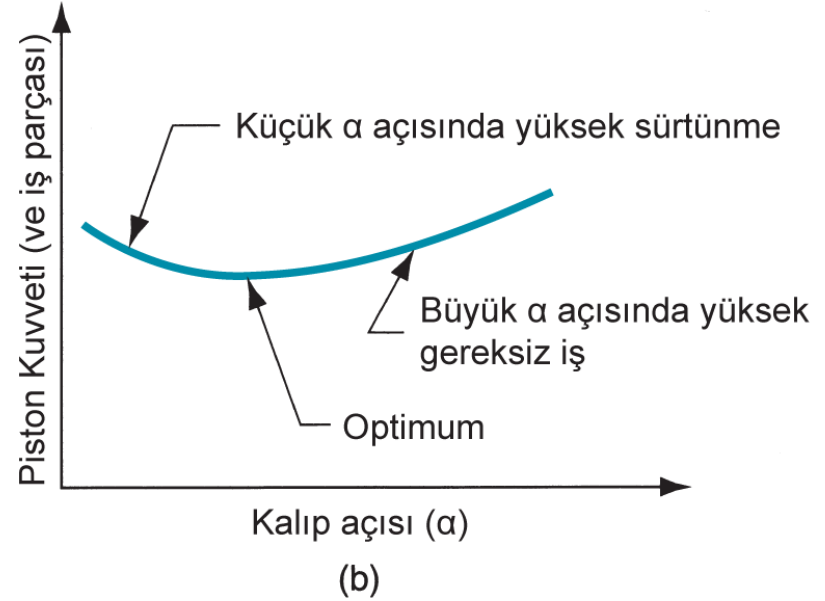
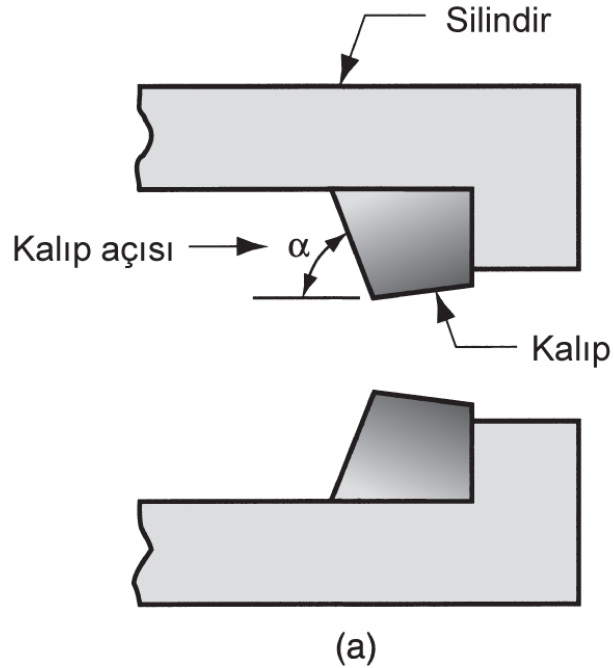


Direkt ekstrüzyonda basınç ve diğer değişkenler

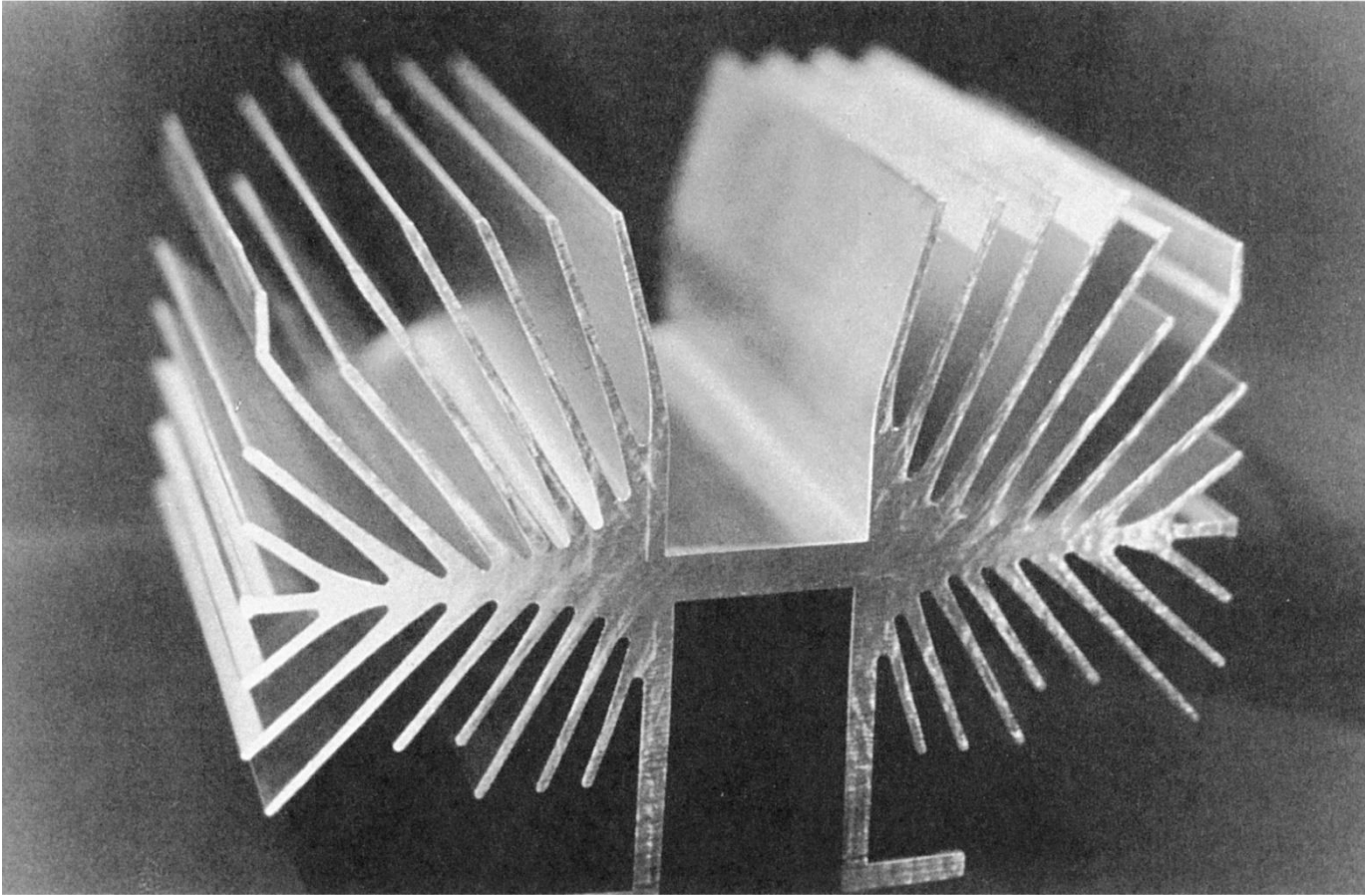


Direkt ve endirekt ekstrüzyon için koç stroku (ve kalan blok uzunluğu) ve koç basıncı ilişkisi. Direkt ekstrüzyonda daha yüksek değerler kovan silindir iç yüzeyinde sürtünmeden kaynaklanır. Çizim başlangıcında basınç artışı şekli kalıp açısına bağlıdır (daha yüksek kalıp açısı kademeli basınç artışına neden olur). Stok sonunda basınç artışı dip kısmının formasyonu ile ilgilidir.

## 17.5.3 EKSTRÜZYON KALIPLARI VE PRESLERİ



- (a) Direkt ekstrüzyonda kalıp açısının tanımı;  
 (b) Piston kuvveti üzerinde kalıp açısının etkisi



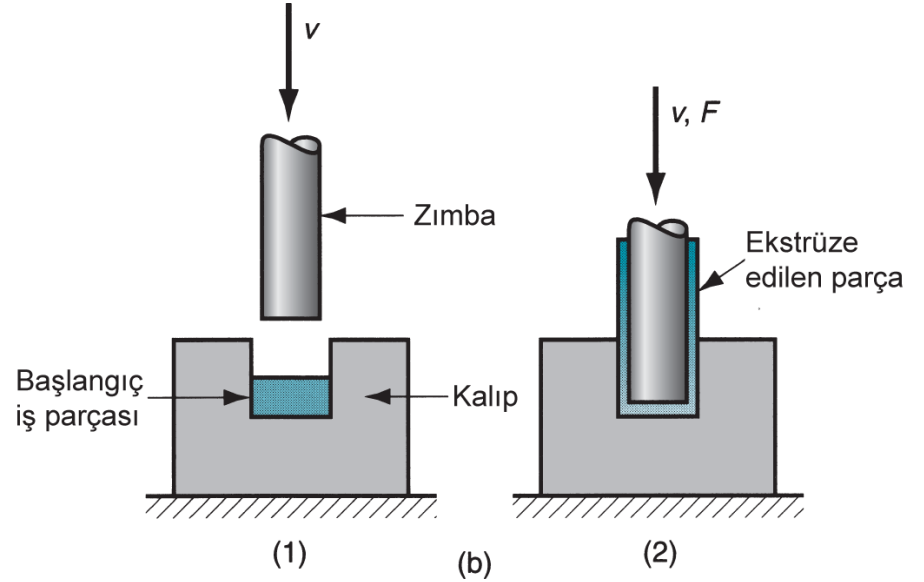
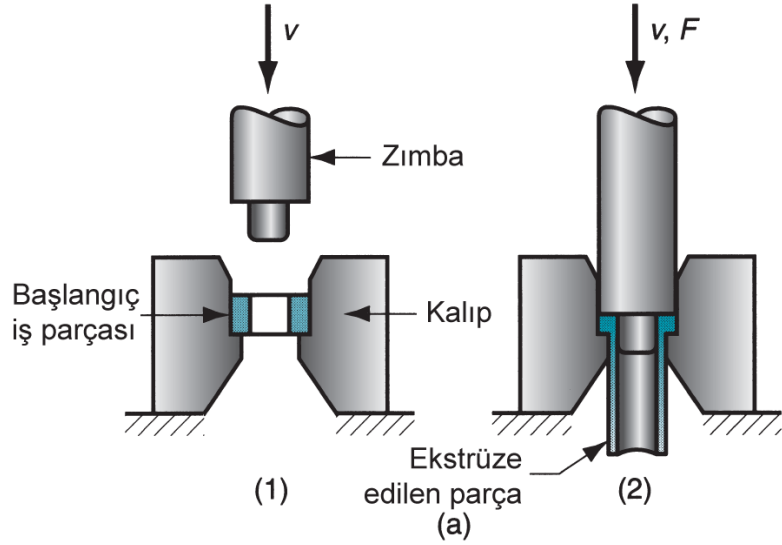
Isı emici için karmaşık ekstrüze edilmiş kesit[

## 17.5.4 DİĞER EKSTRÜZYON İŞLEMLERİ

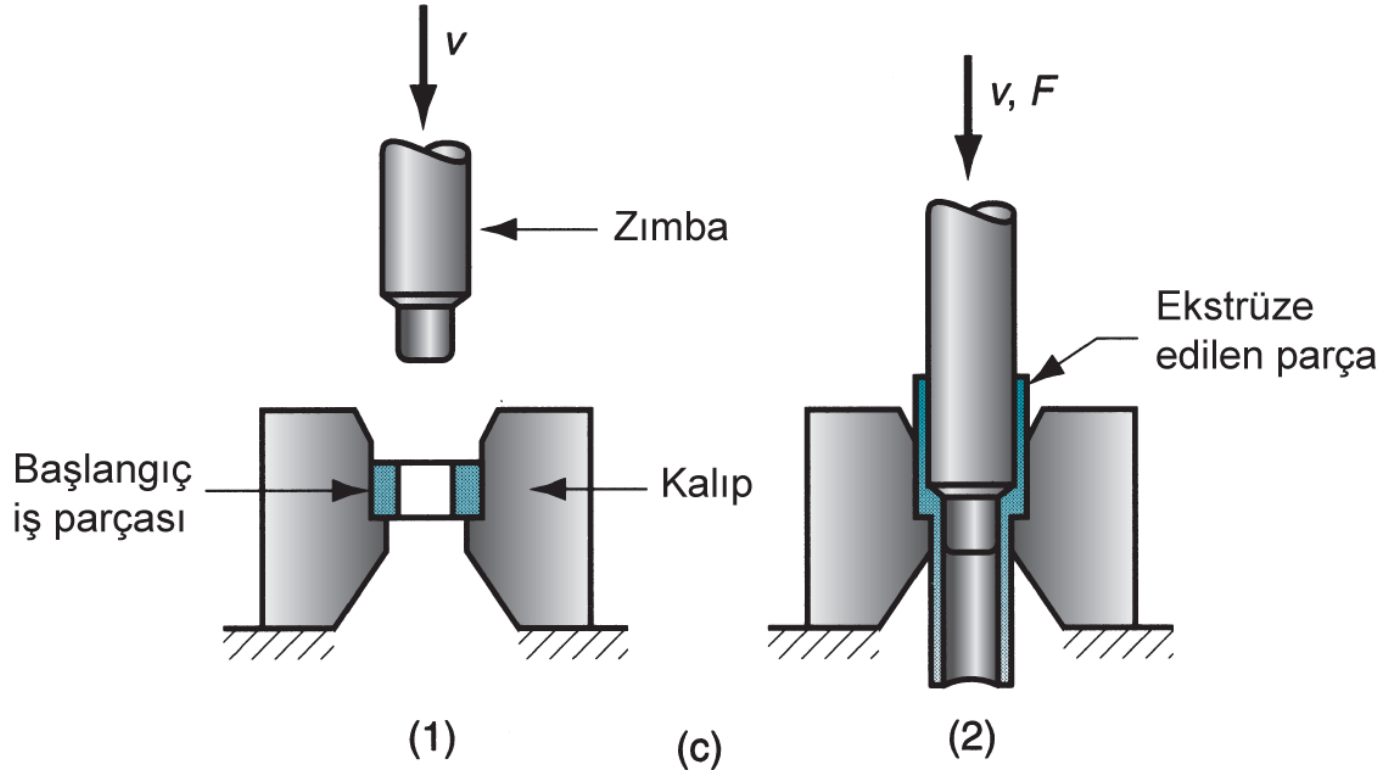
### Darbe ekstrüzyon

Darbe ekstrüzyon alışılmış ekstrüzyondan daha yüksek hızlar ve daha kısa stroklarda yapılır. Münferit parçalar yapmak için kullanılır.

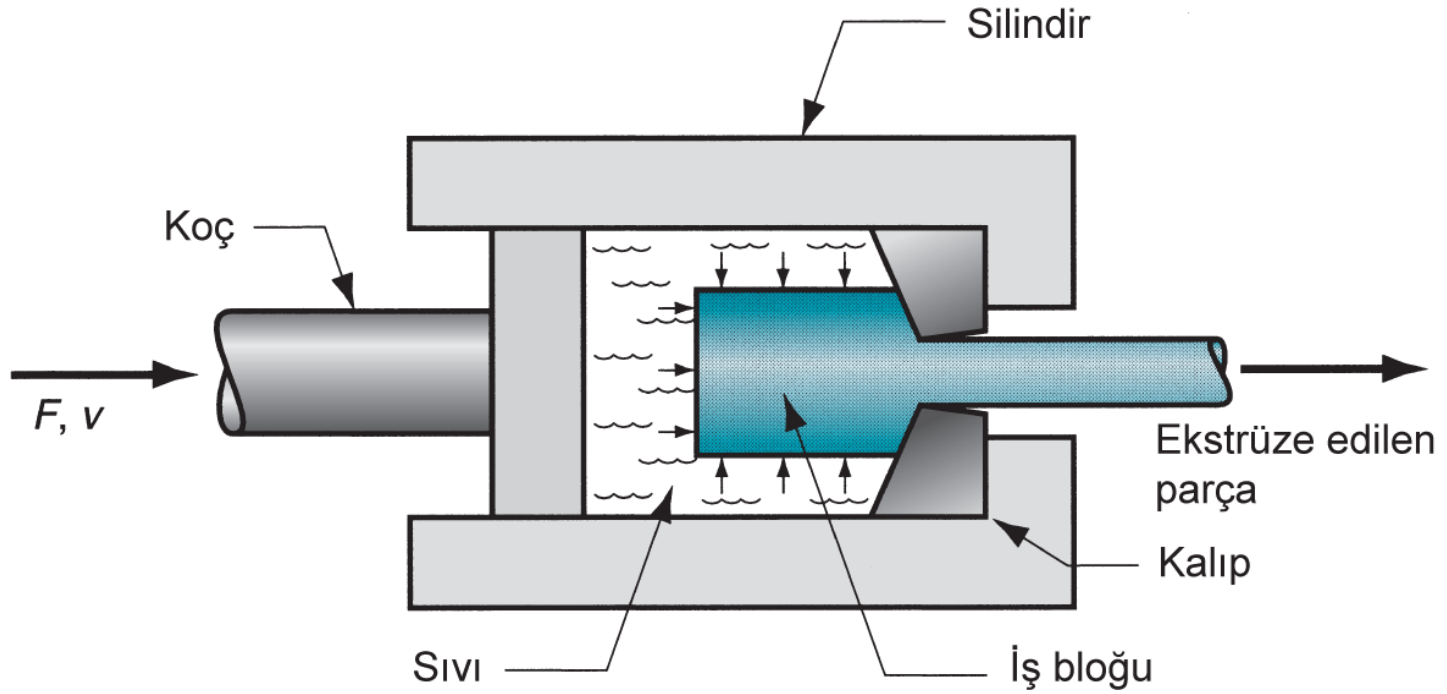




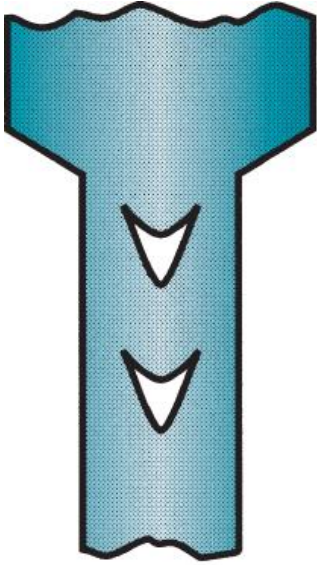
Darbe ekstrüzyonun çeşitli örnekler: (a) ileri, (b) geri, ve (c) ileri ve geri kombinasyonu



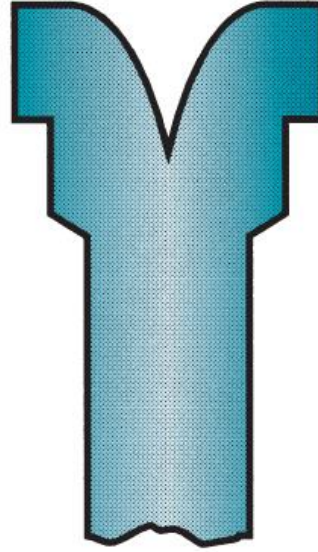
Darbe ekstrüzyonun çeşitli örnekler: (a) ileri, (b) geri, ve (c) ileri ve geri kombinasyonu



Hidrolik ekstrüzyon



(a)



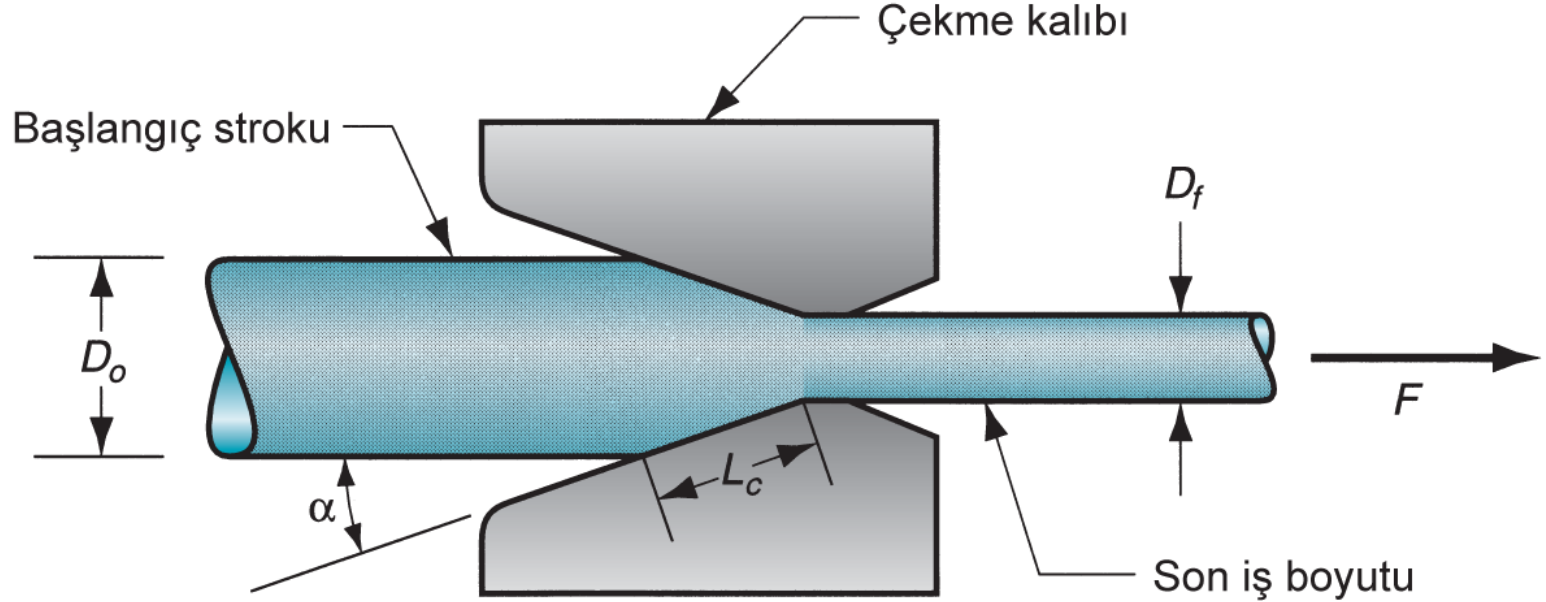
(b)



(c)

Ekstrüzyonda bazı olağan kusurlar: (a) merkez patlaması, (b) borulama, (c) yüzey çatlama

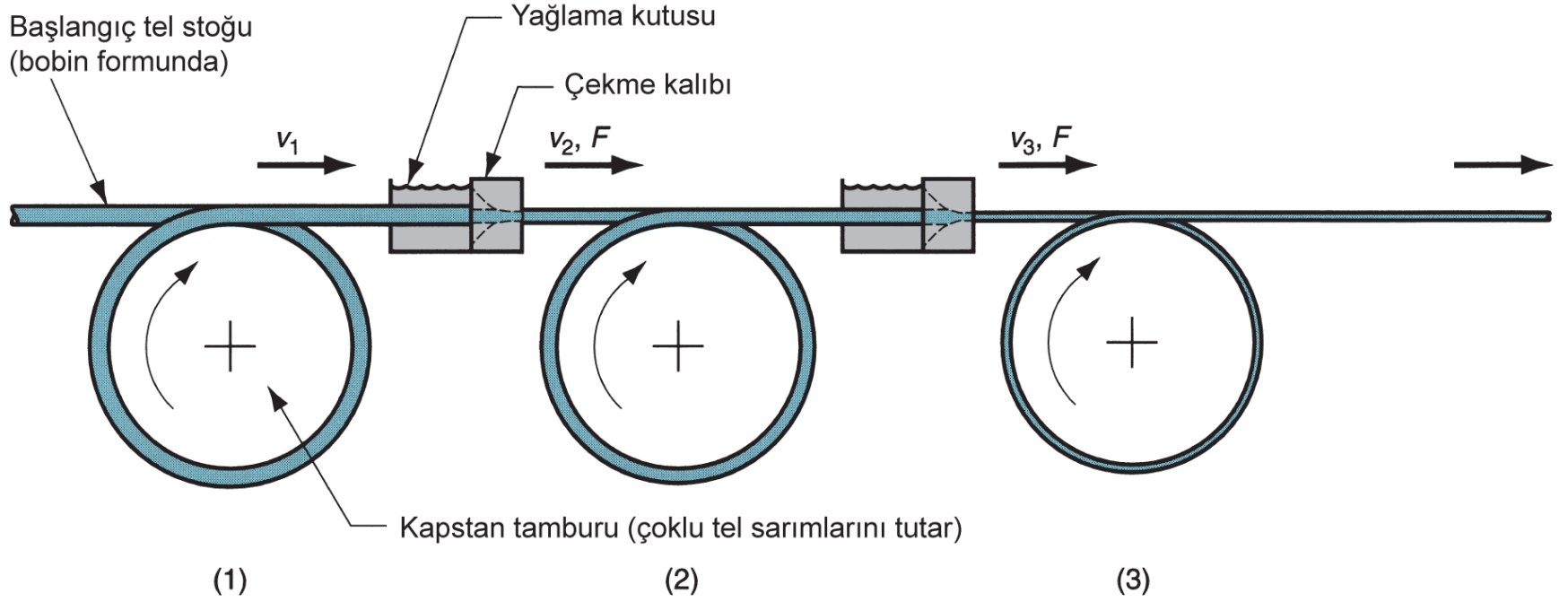
# 17.6 TEL VE ÇUBUK ÇEKME

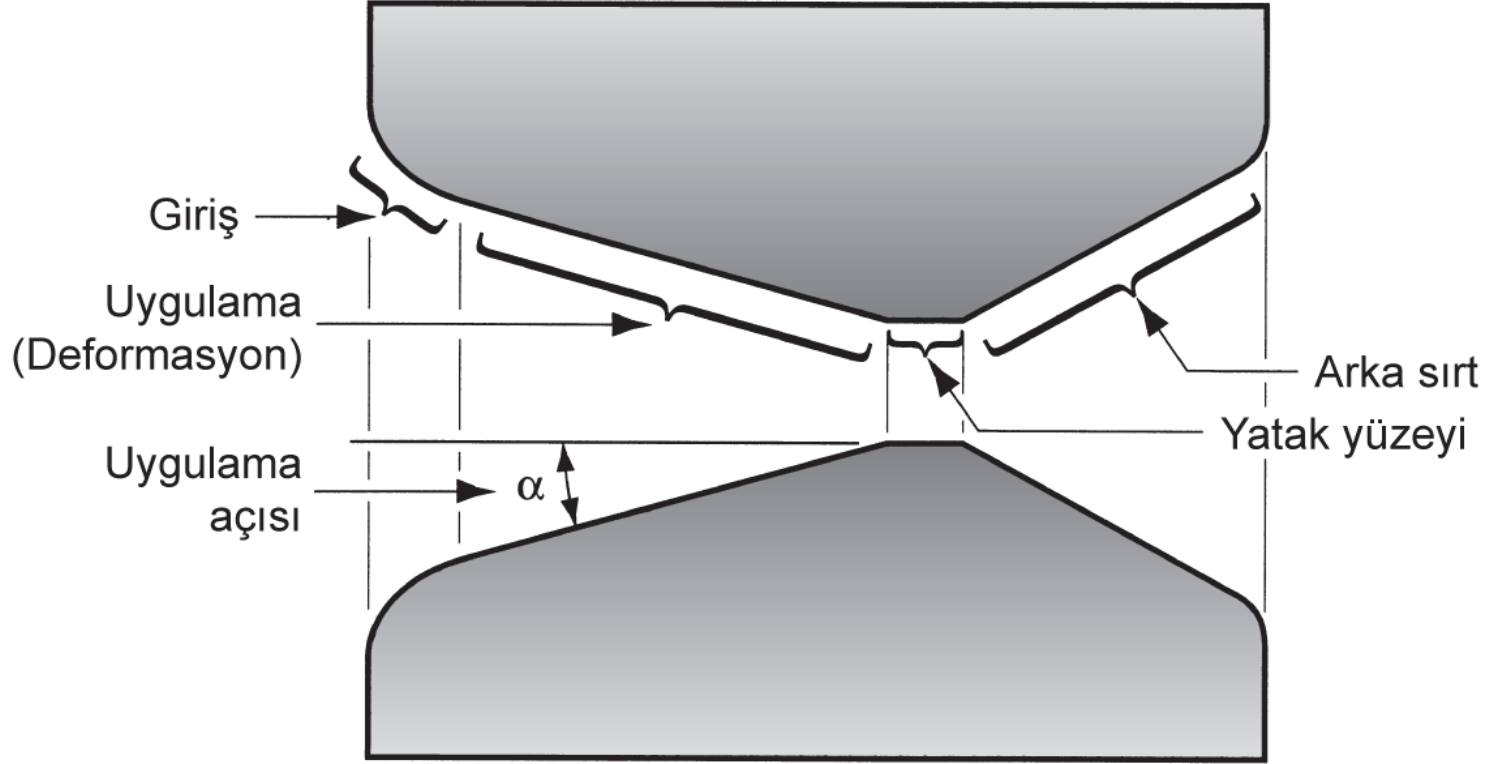


Çubuk veya tel çekme



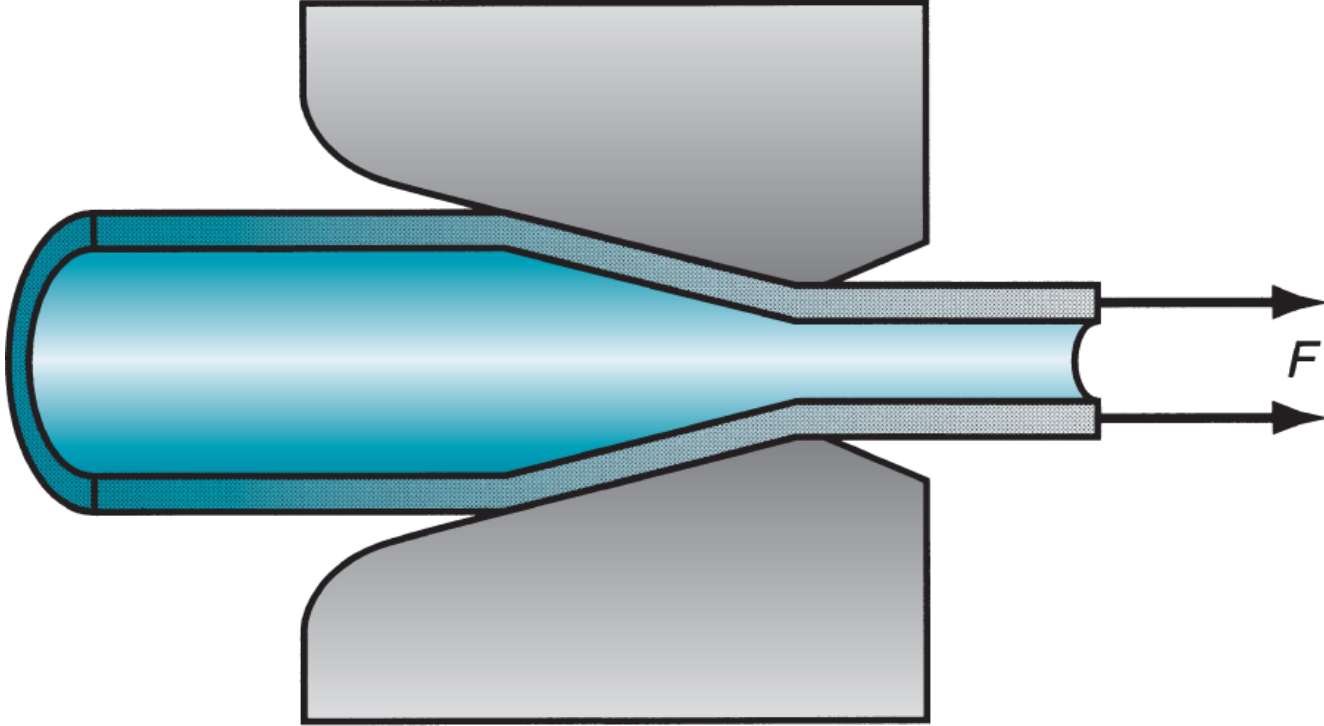
# Çekme Kalıpları



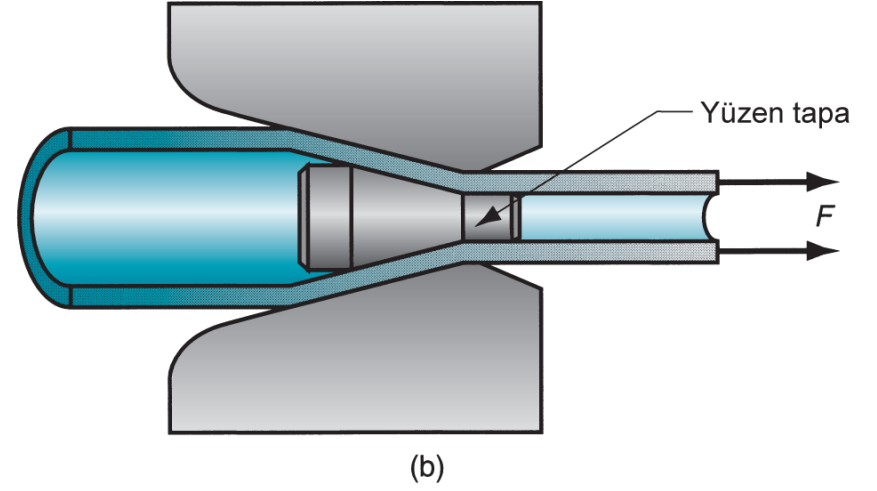
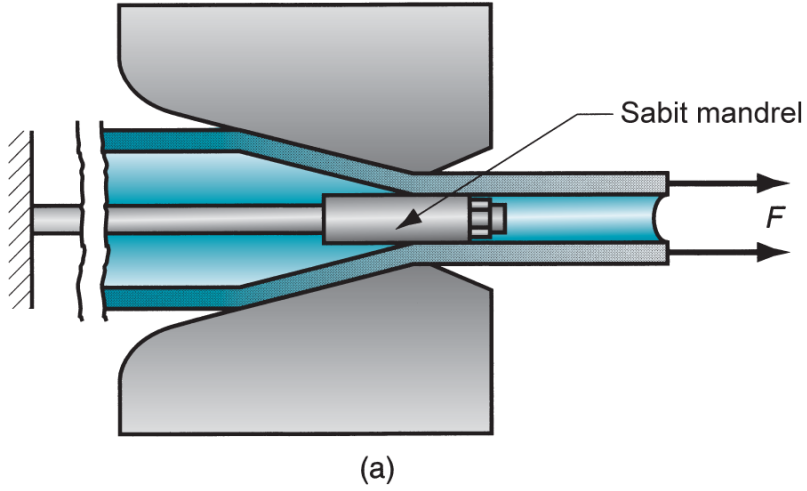


Çubuk veya tel çekme için çekme kalıbı





Mandrelsiz boru çekme (boru redüksiyon)



Mandrelli boru çekme: (a) sabit mandrel, (b) yüzen tapa