PLASTİK ŞEKİL VERME YÖNTEMLERİ

Yrd. Doç. Dr. Afşın Alper Cerit
Erciyes Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü

Giriş

Malzemelerde kalıcı şekil değişimi sağlayacak biçimde kuvvet uygulanarak yapılan şekil vermeye, plastik şekil verme veya plastik deformasyon denir. Malzemelerin bu özelliklerinden faydalanılarak istenilen şekle sokulabilir. Talaşlı imalat ihtiyacını azaltır yada ortadan kaldırabilir.

Bağımsız değişkenler

- Malzeme
- Malzeme geometrisi
- Yağlama
- Takım ve kalıp geometrisi
- İşlem sıcaklığı
- İşlem hızı
- Deformasyon miktarı

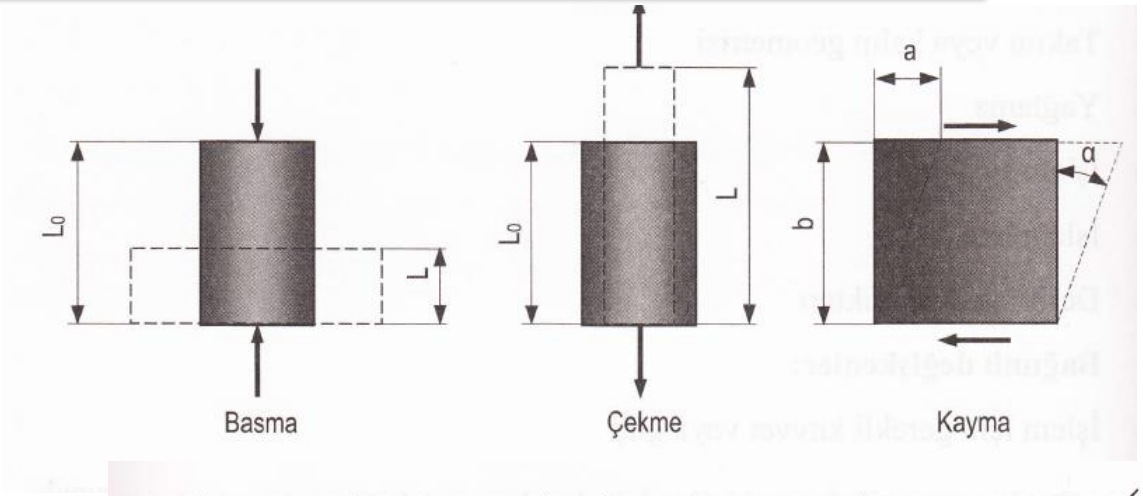
Bağımlı değişkenler

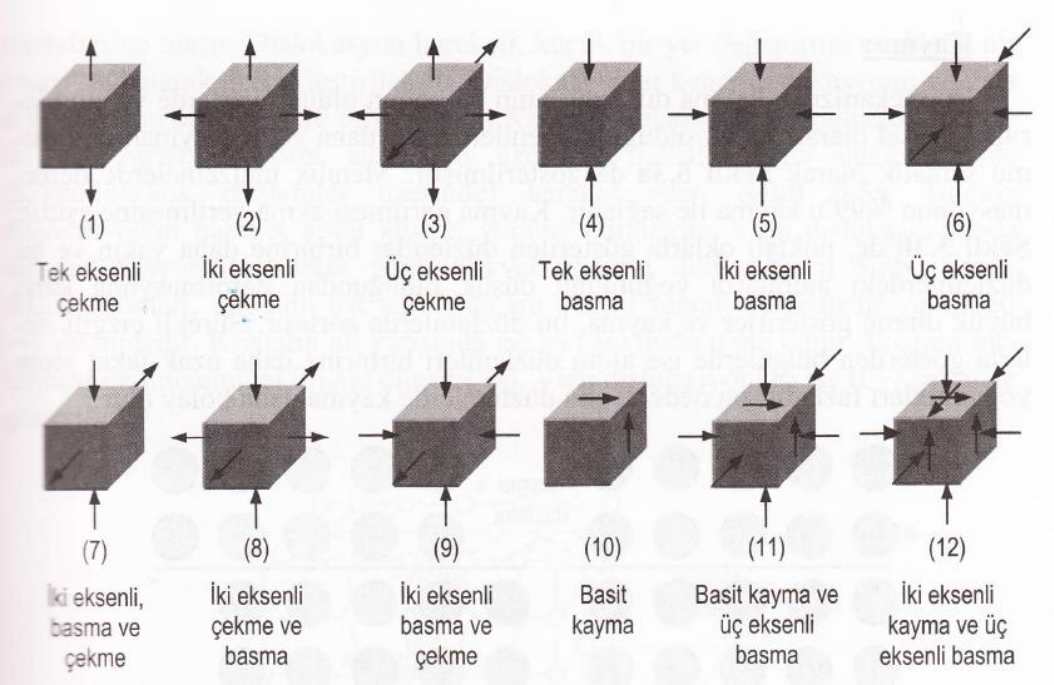
- İşlem için gerekli kuvvet veya güç
- Yüzey kalitesi ve boyut hassasiyeti
- Deformasyon esnasındaki metal akışı
- Üretilen parçanın mekanik özellikleri, parçanın üretildiği andaki son sıcaklığı

Bağımlı değişkenler işlem esnasında belirlenir, sonuçta bu değişiklikler bağımsız değişkenleri etkiler. Bunun için mühendisler, bağımlı değişkenlerin değişmesi ile hangi bağımsız değişkenin ne kadar değişeceğini bilmesi gerekir.

Plastik Deformasyonun Esasları

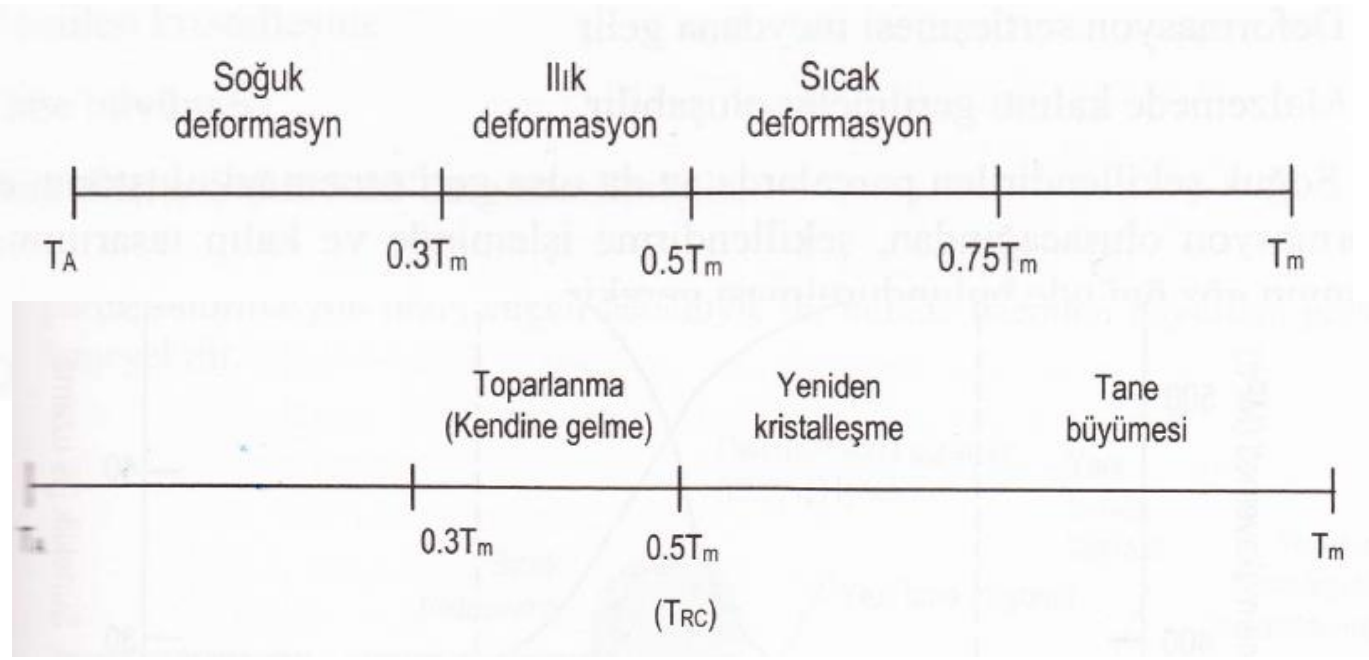
- Elastik deformasyon
- Plastik deformasyon





İşlem Sıcaklığına Bağlı Deformasyon Çeşitleri

- Soğuk deformasyon
- Sıcak Deformasyon
  - Yeniden kristalleşme tavlaması
- Ilık deformasyon
- İzotermal deformasyon



Plastik Deformasyonun Esasları
Soğuk Deformasyon (0.3 Tergime)

Avantajları:

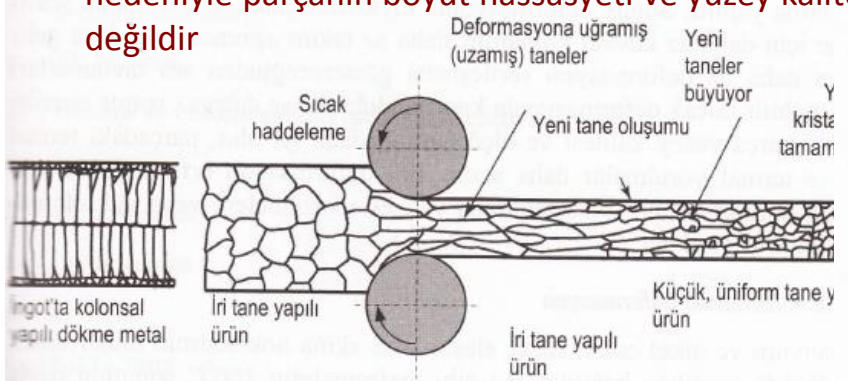
- Parçanın tavlanması gerekmez.
- Daha iyi bir ölçü tamlığı ve yüzey kalitesi elde edilir.
- Malzemenin mukavemeti, akma gerilmesi, çekme gerilmesi artar,
- Yorulma ve aşınma özellikleri iyileşir.
- Yabancı elementlerin malzeme ile reaksiyona girme ihtimali minimuma
- indirgenmiş olur.
- Ürünler yeniden üretilebilme/değerlendirilebilme özelliğine sahiptir.
- Hurda malzeme miktarı ve dolayısıyla talaşlı üretim işçiliği azaltılır veya
- sıfıra indirilebilir.
- Uzun periyotlu üretimler için uygundur.

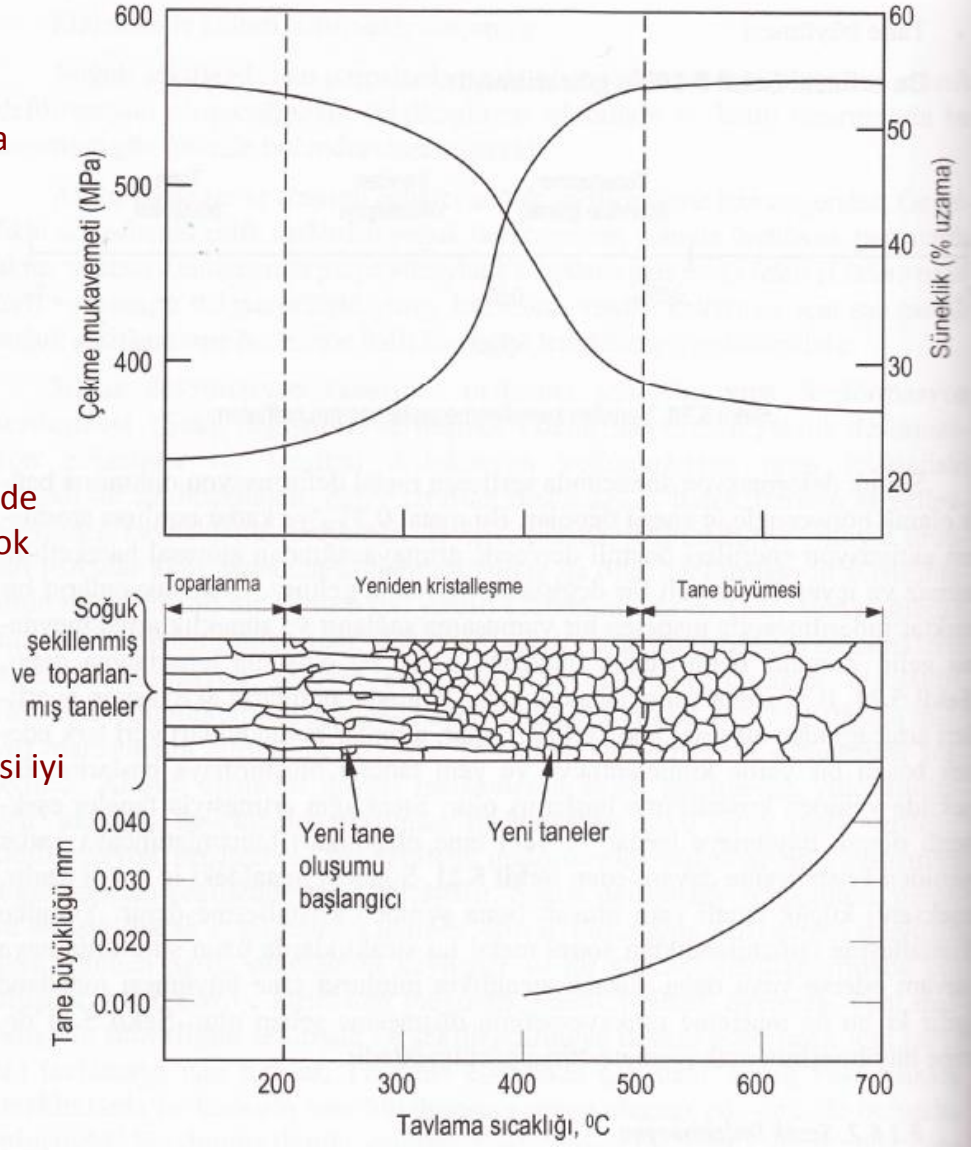
Dezavantajları:

- Deformasyon için büyük kuvvetler, buna bağlı olarak da daha büyük ve dayanıklı takımlar gerekir
- Deformasyon serleşmesi meydana gelir
- Malzemede kalıntı gerilmeler oluşabilir

Plastik Deformasyonun Esasları
Sıcak Deformasyon (0.5-0.6 Tergime)

- Sıcak deformasyon sonrasında malzemede meydana gelen değişiklikler:
- Deformasyon sertleşmesi meydana gelmez.
- Akma gerilmesi, çekme gerilmesi artmaz.
- Sertliği artmaz.
- Süneklik azalmaz.
- Büyük kuvvetler kullanılmadan ve yırtılma olmadan malzeme kolayca şekillendirilebilir
- Yüksek sıcaklıklar difüzyonu arttırdığından malzemede kimyasal homojensizlikler giderilebilir, gözenekler yok edilebilir veya minimuma indirilebilir
- Yüksek sıcaklıklar metalin, bulunduğu ortam ile reaksiyona girmesine sebep olabilir
- Termal büzülmeler ve uniform olmayan soğumalar nedeniyle parçanın boyut hassasyeti ve yüzey kalitesi iyi değildir





Plastik Deformasyonun Esasları

Ilık Deformasyon (0.3-0.6Tergime)

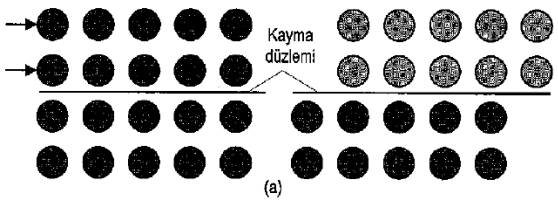
- Soğuk deformasyona kıyasla daha az kuvvet ihtiyacı duyar
- Daha az takım aşınması meydana gelir
- Daha az deformasyon sertleşmesi göstereceğinden ara tavlama gerekmeyebilir.

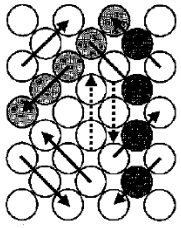
İzotermal Deformasyon

- Titanyum ve Nikel esaslı süper alaşımların akma noktalarının mukavemeti büyük ölçüde bu sıcaklığa bağlıdır.
- Bu gibi malzemelerin 100 C sıcaklığa ısıtılmasıyla mukavemetleri yaklaşık iki kat artar.
- Deformasyon esnasında, deformasyonun meydana getirdiği sıcaklık artışını elemine etmek ve işlem boyunca sıcaklığı sabit tutmak için deformasyon düşük hızlarda gerçekleştirilir.

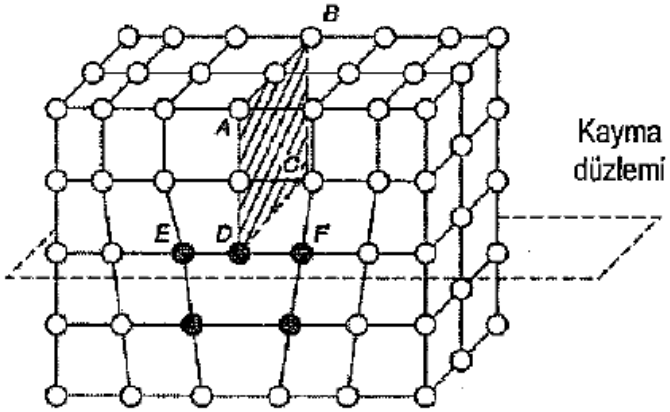
Plastik Deformasyon Mekanizmaları

Kayma

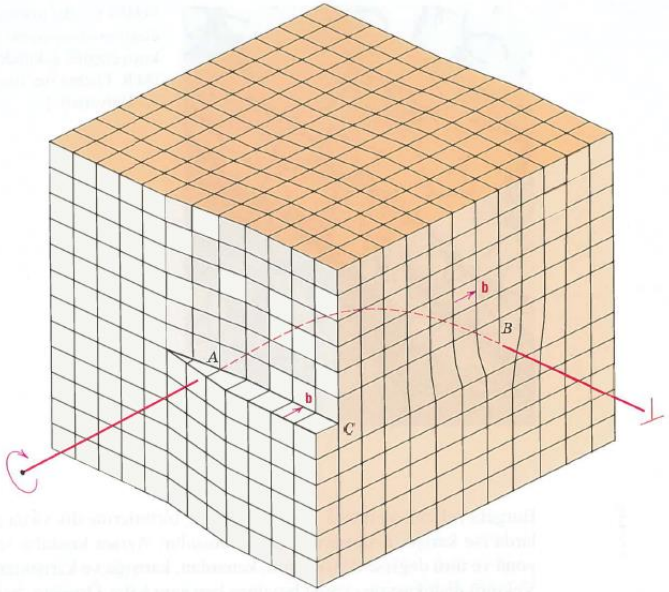


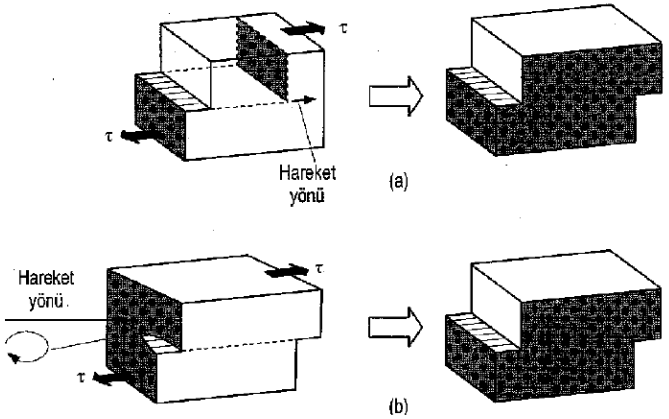


a) Kayma oluşumunun şematik gösterimi, b) düşük atom yoğunluğuna ve daha yakın düzlemler arası mesafeye sahip atom düzlemlerinin daha büyük deformasyon direnci göstermesinin şematiği



ABCD yarım atom düzleminin meydana getirdiği DC kenar dislokasyonu. Burada DC pozitif (⊥) dislokasyondur.

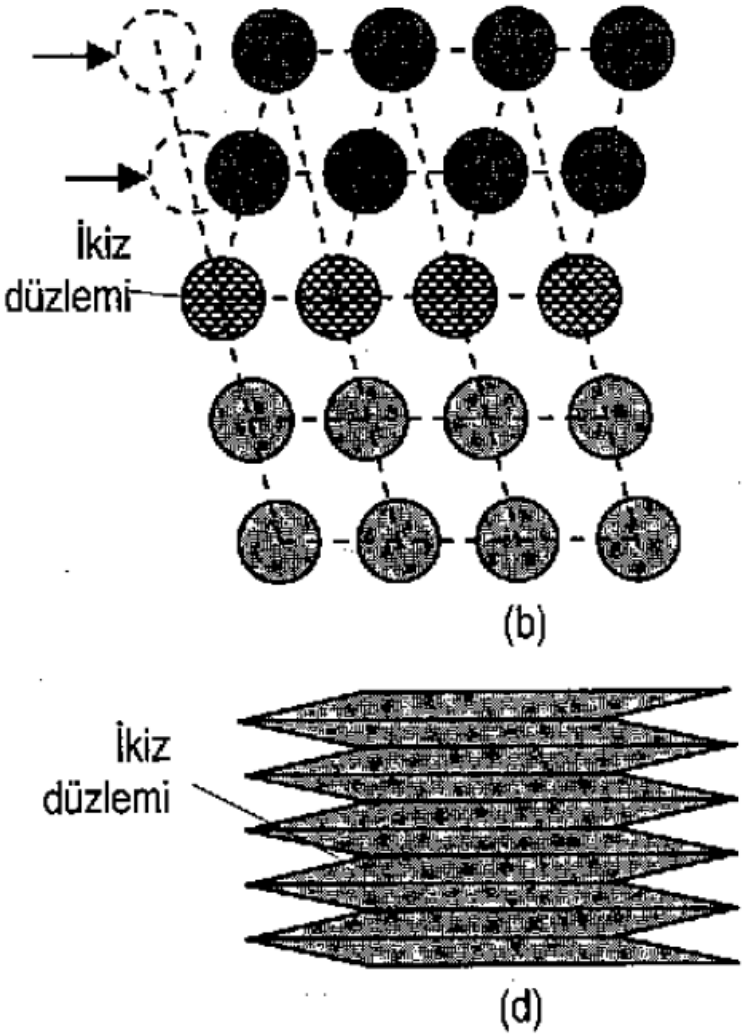




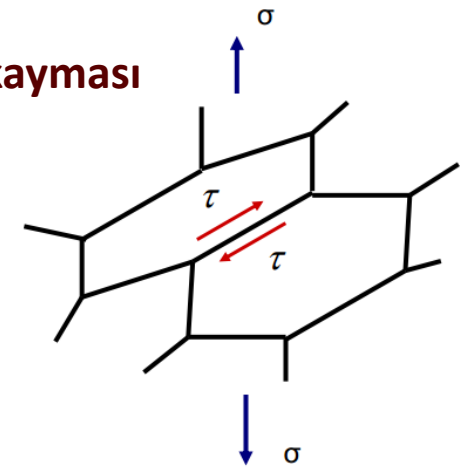
Dislokasyonlar ve hareket yönleri. (a) Kenar dislokasyonu, (b) vida dislokasyonu.

Plastik Deformasyon Mekanizmaları

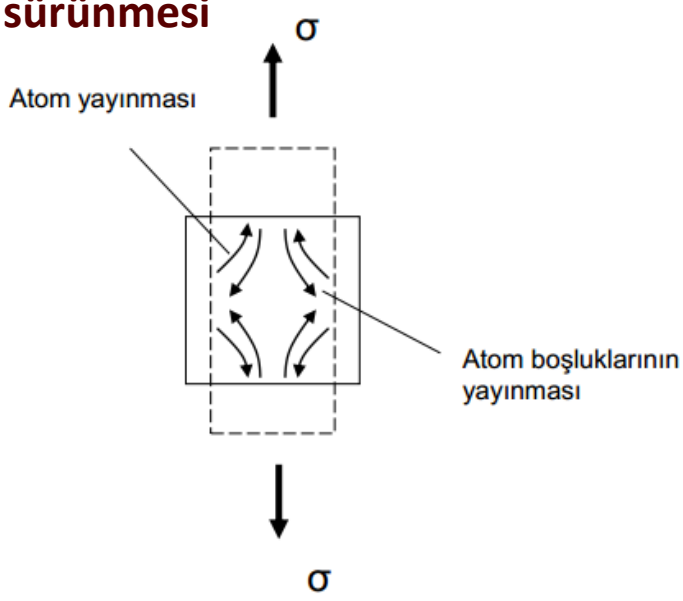
İkizleme



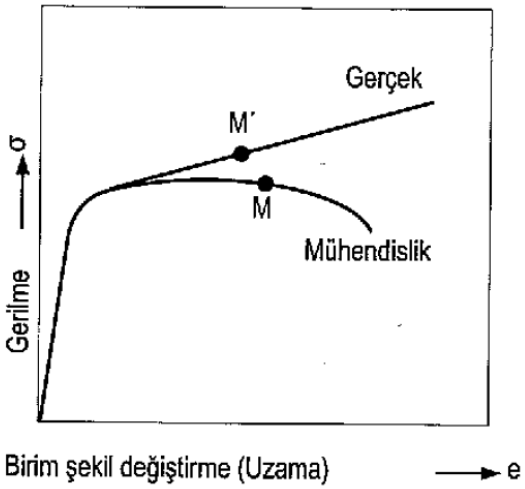
Tane sınırı kayması

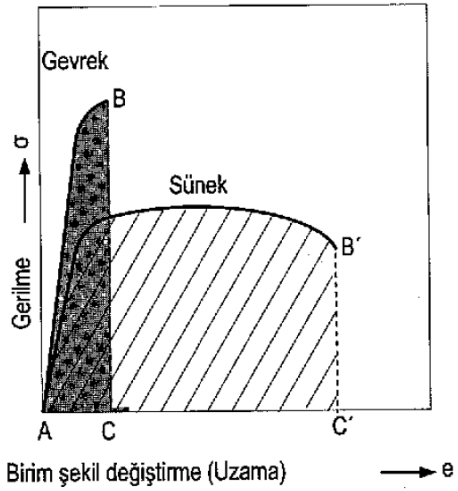


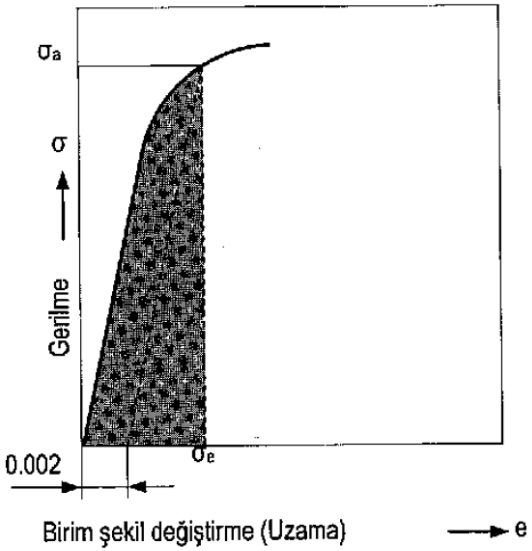
Yayınma sürünmesi

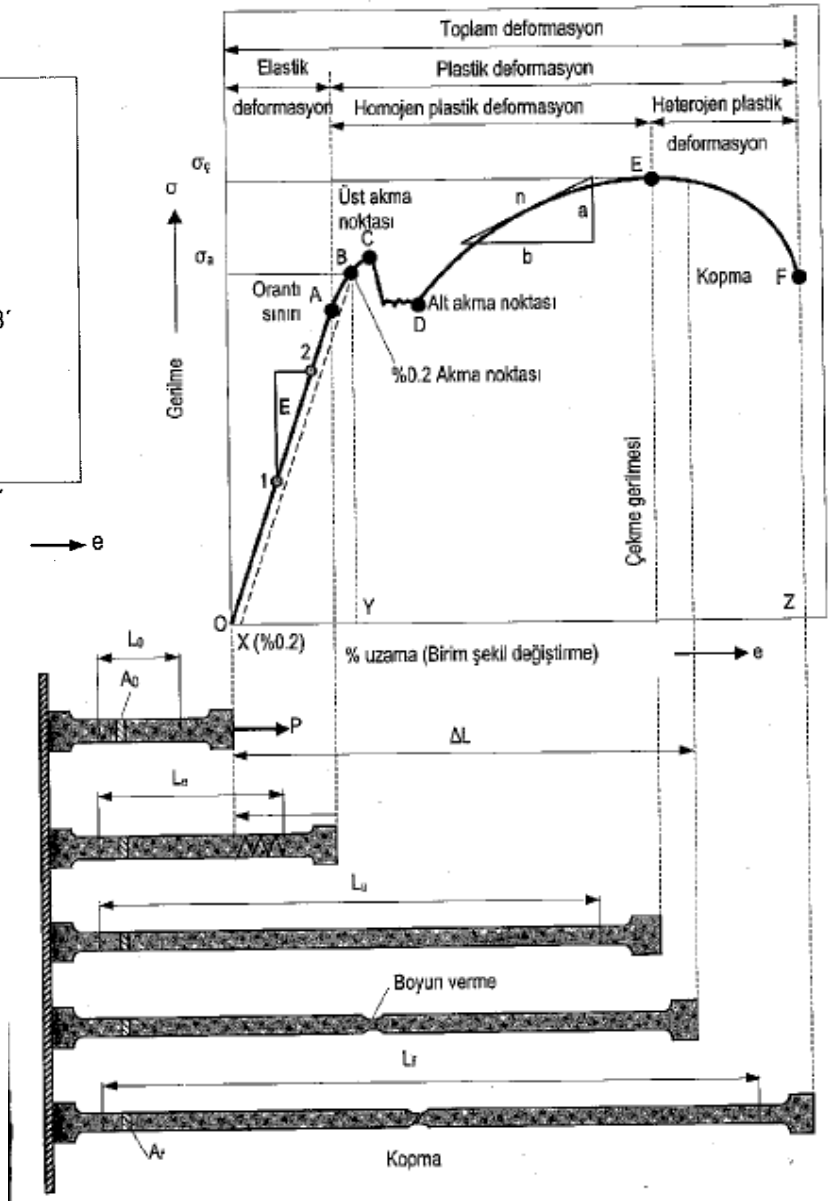


Çekme Testi


Gerçek
M´
M
Mühendislik
σ
Gerilme
Birim şekil değiştirme (Uzama)
e


Gevrek
B
Sünek
B´
σ
Gerilme
A
C
C´
Birim şekil değiştirme (Uzama)
e


σa
σ
Gerilme
0.002
σe
Birim şekil değiştirme (Uzama)
e


Toplam deformasyon
Elastik deformasyon
Plastik deformasyon
Homojen plastik deformasyon
Heterojen plastik deformasyon
σf
σa
σ
Gerilme
Üst akma noktası
Orantı sınırı
Alt akma noktası
%0.2 Akma noktası
Kopma
Çekme gerilmesi
O
X (%0.2)
Y
Z
% uzama (Birim şekil değiştirme)
e
P
ΔL
Boyun verme
Kopma

Plastik Şekillendirme Yöntemleri

Döverek Şekillendirme
- Haddeleme
- Açık Kalıpta Şekillendirme
- Kapalı Kalıpta Şekillendirme
- Damgalama
- Ekstrüzyon

Basma ve Çekme Şartlarında Şekillendirme
- Sıyırma
- Derin Çekme
- Flanş yapma
- Sıvama
- Kulaklama

Çekerek Şekillendirme
- Uzatarak şekillendirme
- Gererek Şekillendirme
- Genişleterek Şekillendirme

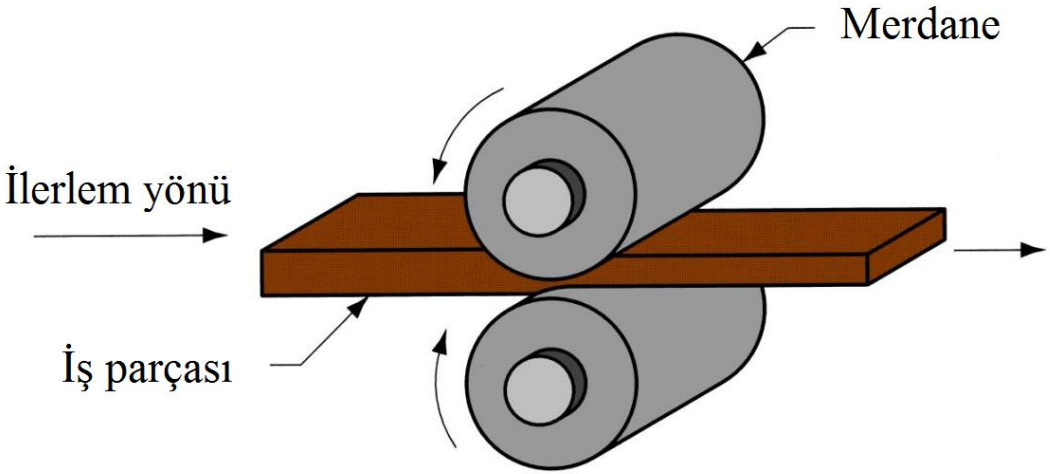
Bükerek Şekillendirme
- Kalıbın Doğrusal Hareketi ile eğme
- Kalıbın Dönme hareketiyle eğme

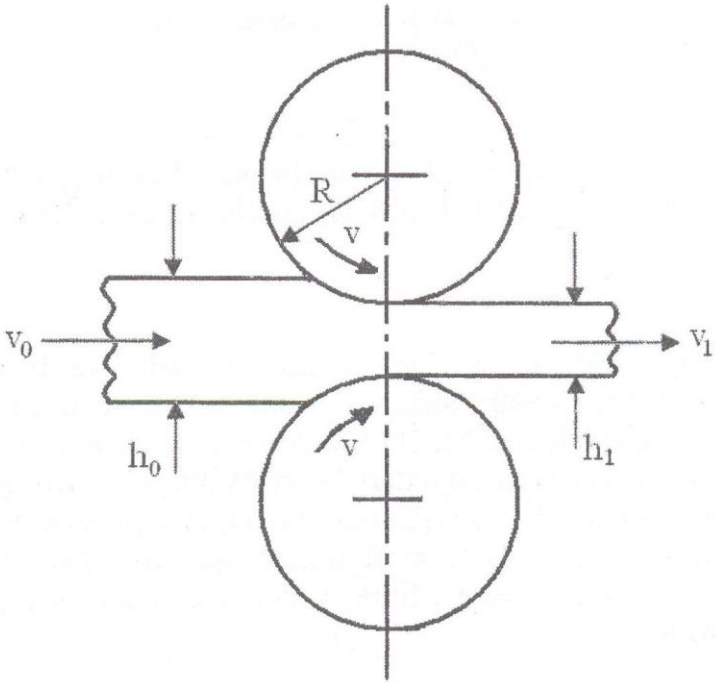
Kaydırma Yöntemiyle Şekillendirme
- Deplasman
- Burma

İnkremental Şekillendirme

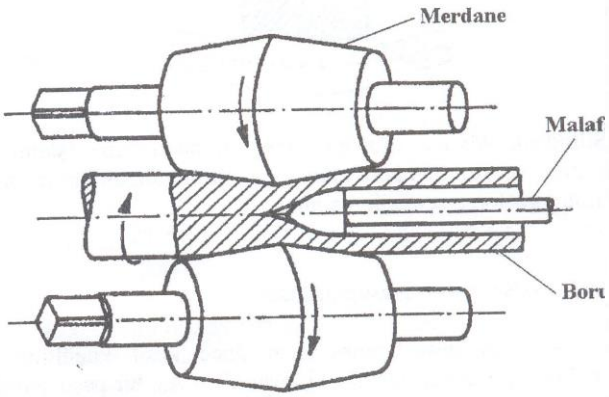
Haddeleme

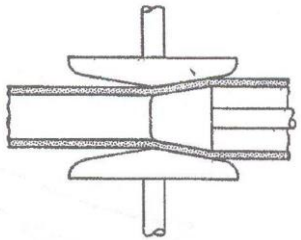
- İki ayarlanabilir merdane
- Uzun yada yassı parçaların üretimi
- Sıcak ve Soğuk haddeleme
- Sıcak haddelemede deformasyon sertleşmesi meydana gelmez
- Metallerin kalınlıkları folyo seviyesine kadar getirilebilir
- Yüzey kalitesi oda sıcaklığında haddeleme yapılarak arttırılabilir

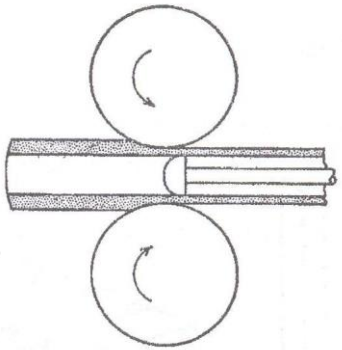


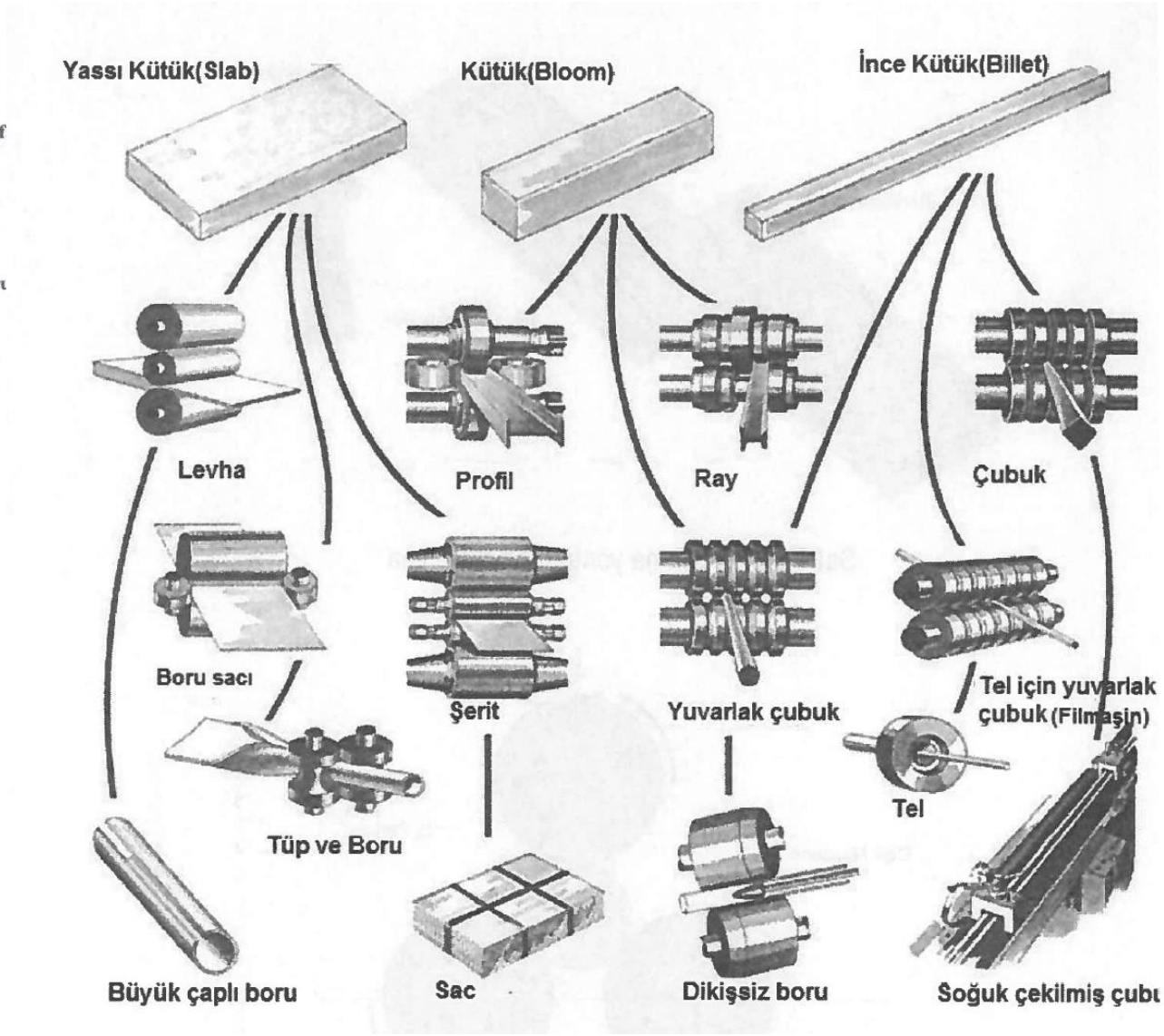


Haddeleme

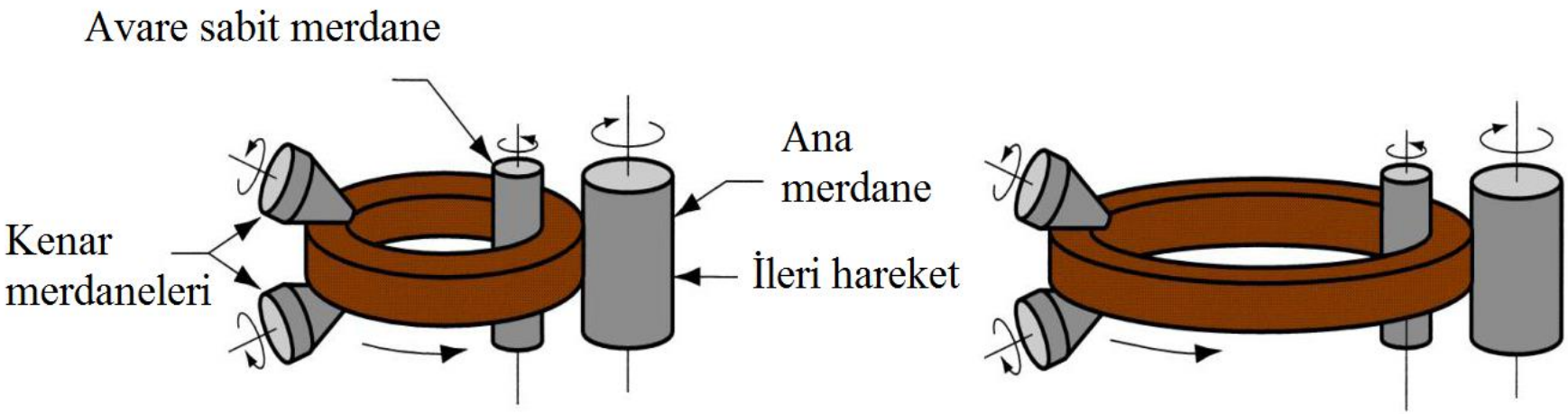

Merdane
Malaf
Boru

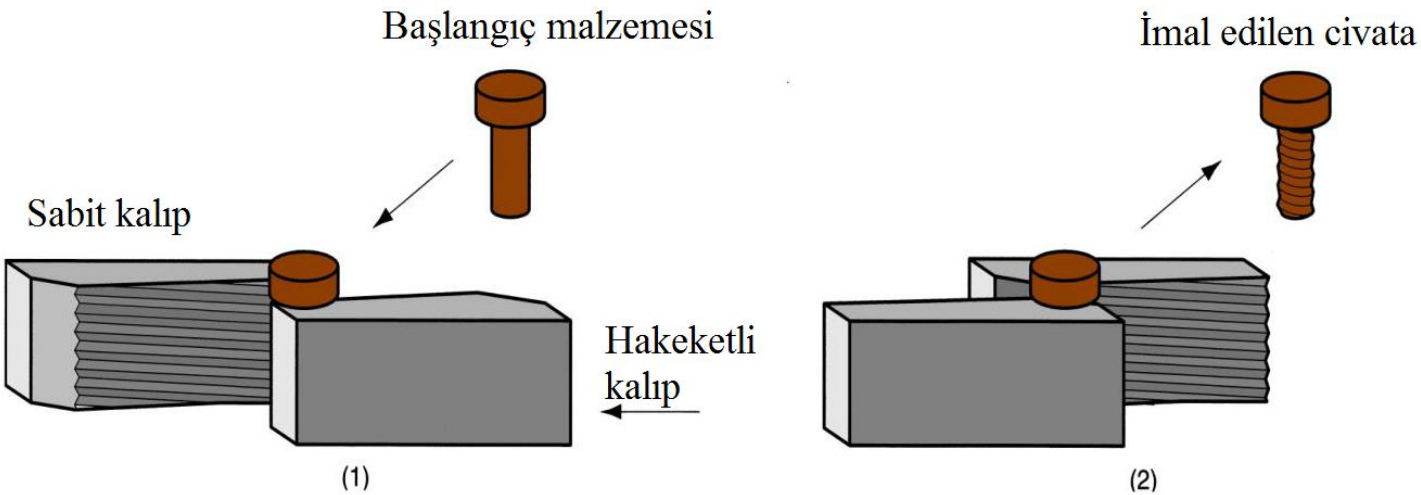





Yassı Kütük(Slab)
Kütük(Bloom)
İnce Kütük(Billet)
Levha
Profil
Ray
Çubuk
Boru sacı
Şerit
Yuvarlak çubuk
Tel için yuvarlak çubuk (Filmaşin)
Tel
Tüp ve Boru
Büyük çaplı boru
Sac
Dikişsiz boru
Soğuk çekilmiş çubu

Plastik Deformasyonun Esasları

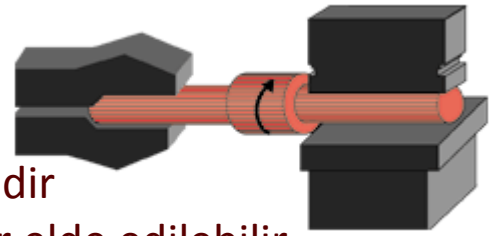


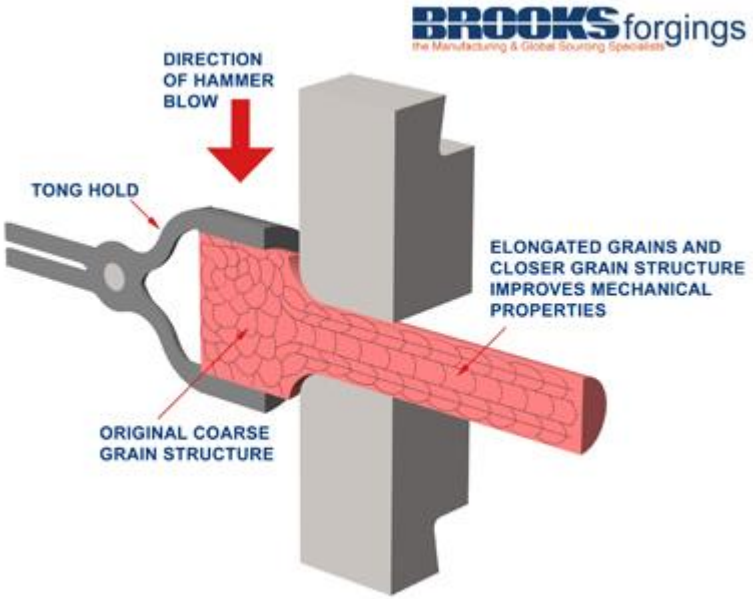


PLASTİK ŞEKİL VERME YÖNTEMLERİ

Dövme

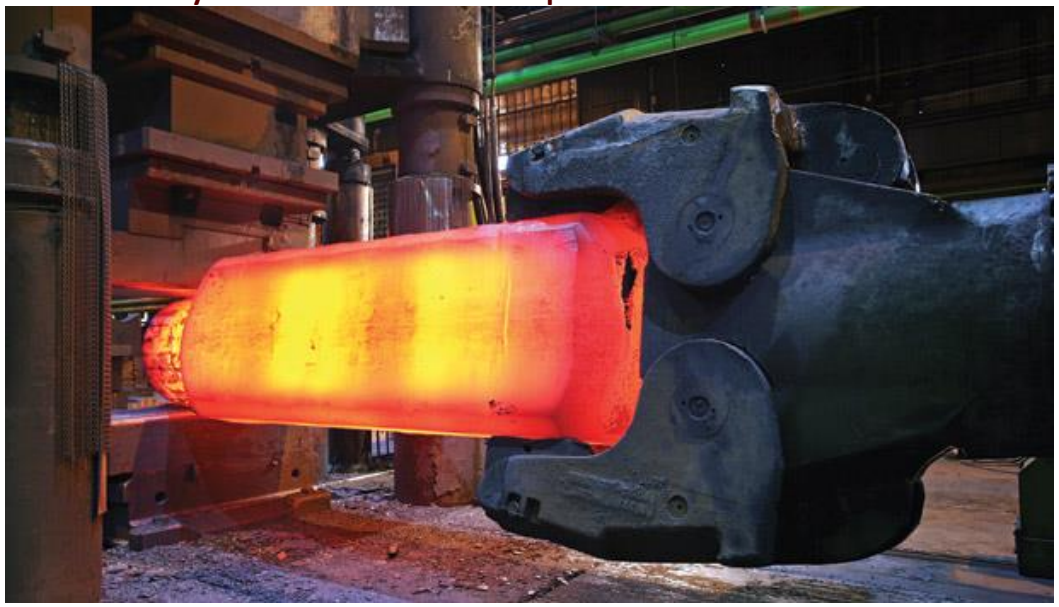
- İstenilen şekil çekiç, pres vb. takım ve makineler kullanılan şekillendirme işlemidir.
- Genel olarak sıcak yapılır.
- Talaşlı imalata göre %76 malzeme tasarrufu var.

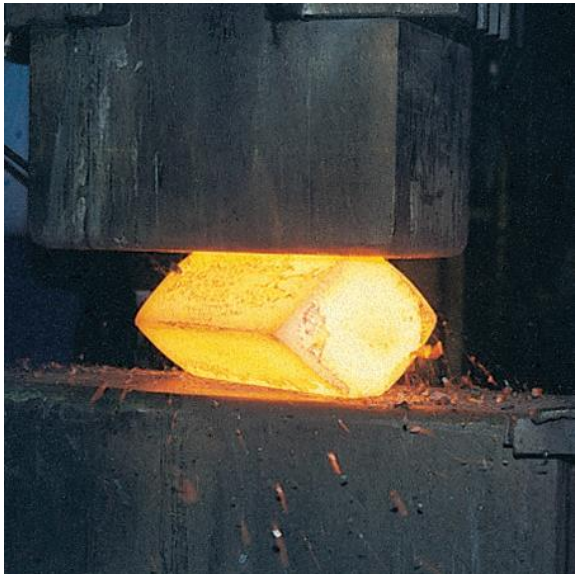




Açık Kalıpta Dövme

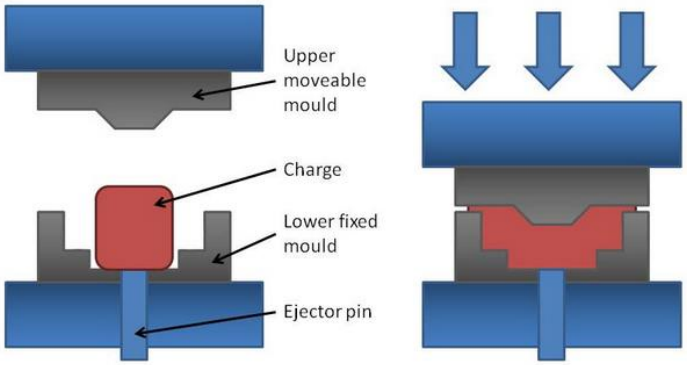
- Ölçü hassasiyeti iyi değildir
- Farklı çaplarda kalınlıklar elde edilebilir
- Pahalı olmayan makine ve kalıplar kullanılır.

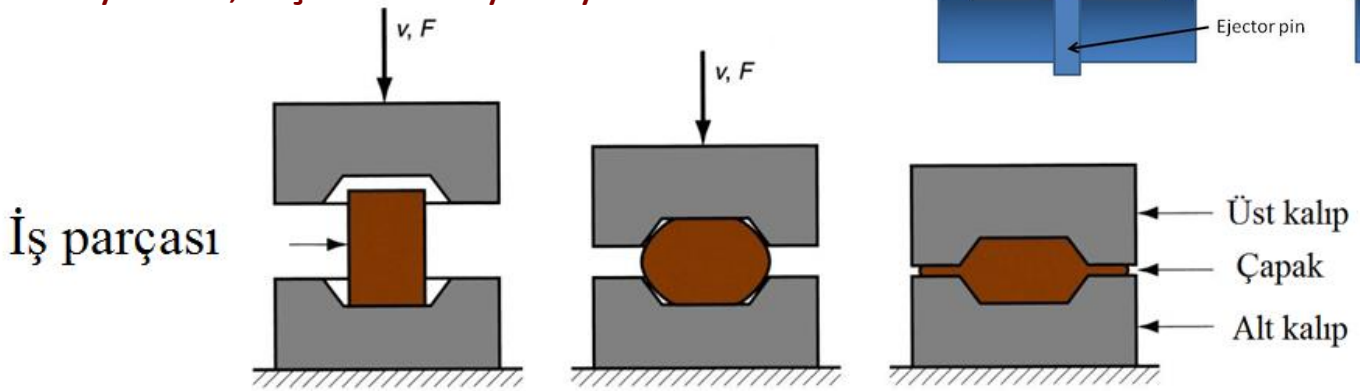


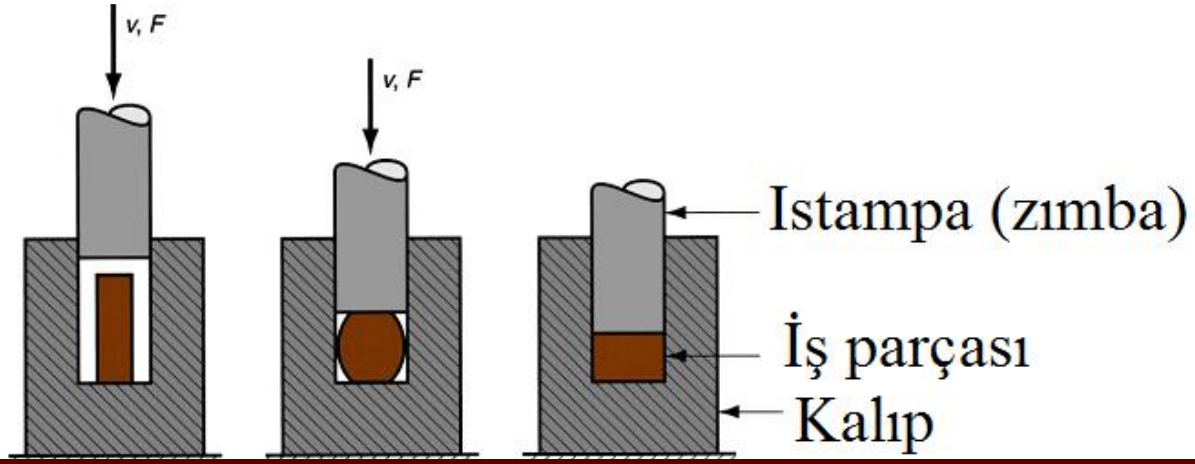


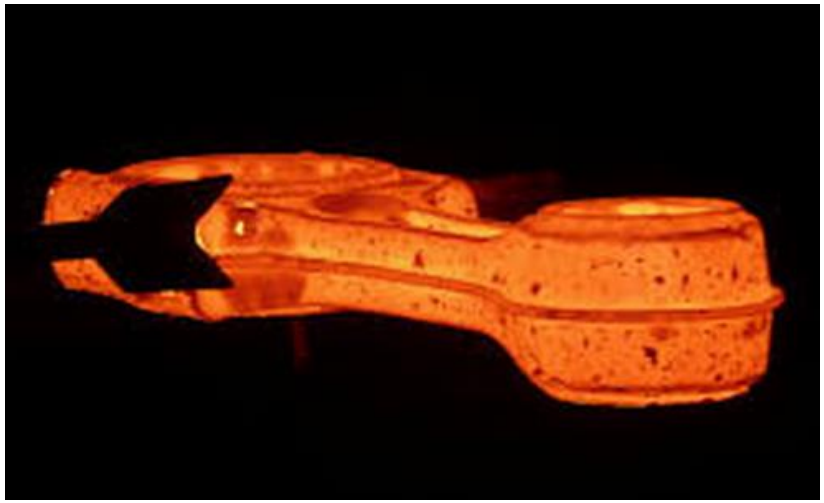
Kapalı Kalıpta Dövme

- İş parçasını tamamen kaplayacak kalıp tasarlanır.
- Malzeme özellikleri iyidir.
- Kalıp hacmine göre malzeme miktarı belirlenmelidir.
- Üretim hızı yüksek, ölçü hassasiyeti iyidir.



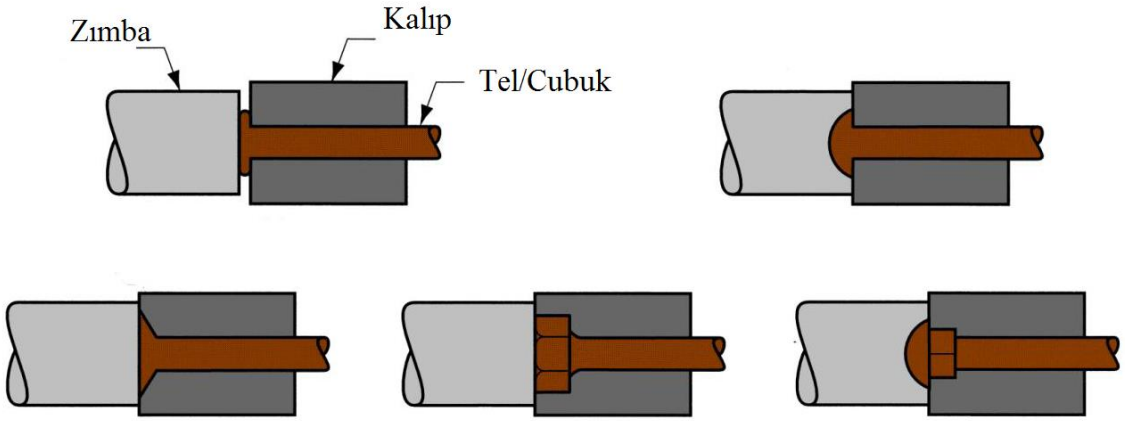






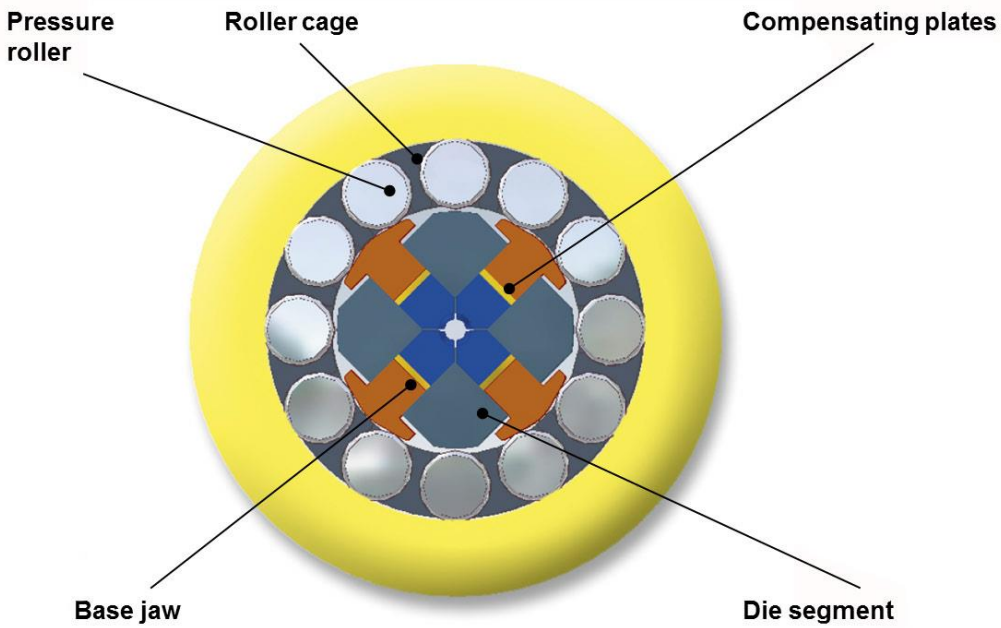
Yığma (Başlık oluşturma)

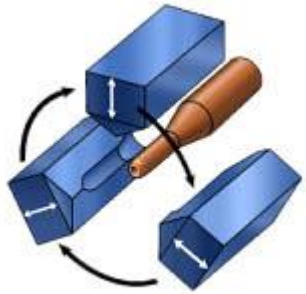
Cıvata, perçin, subap

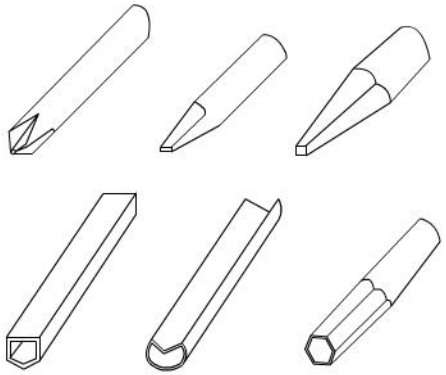


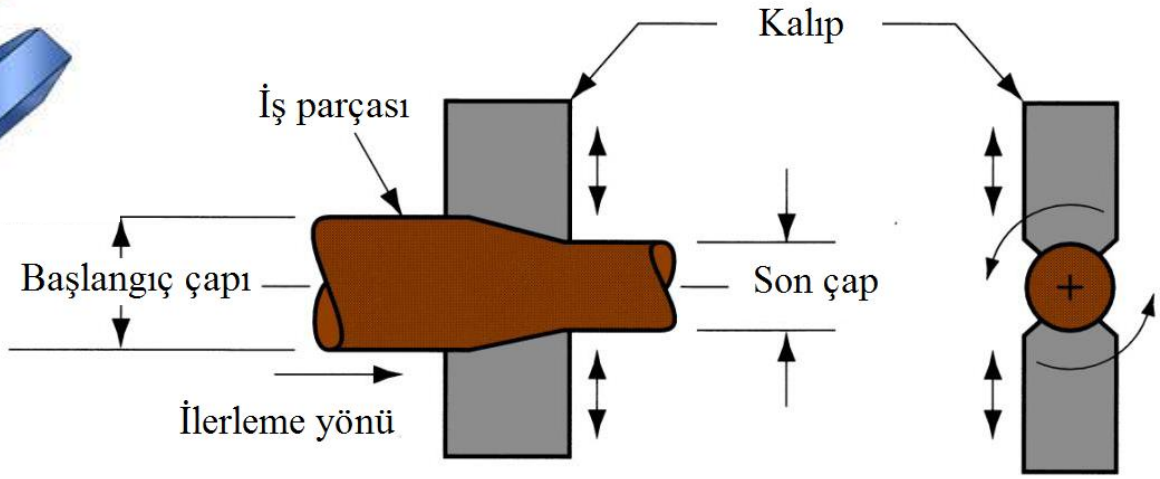
Raydal Dövme (Tokaçlama)

yuvarlak çubuk ve borulara koniklik vermek için geliştirilmiş bir tekniktir. Karşılıklı iki kalıbın yuvarlak malzemeye radyal olarak karşılıklı ve tekrarlı bir şekilde vurmasıyla gerçekleştirilir. Boruların tokaçlanmasında belirlenen iç çap değerinin sağlanması için mandrel kullanılır

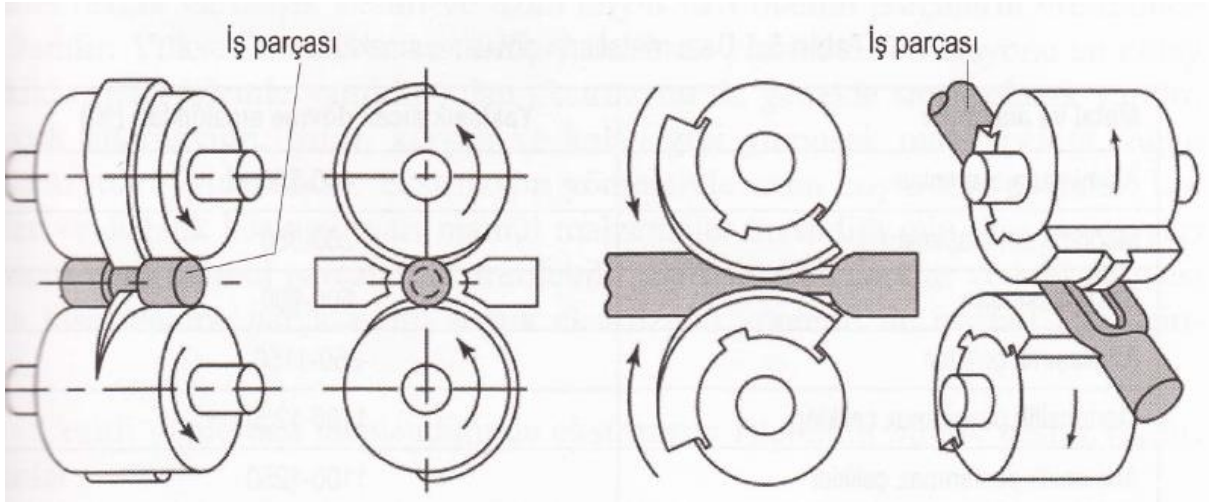








Haddeleyerek Dövme



Damgalama

Kalıp içerisine oyulmuş yazı veya şeklin baskı yöntemiyle iş parçası üzerine işlenmesidir. Para üzerine yada madalyona basım

Ektrüzyon

Çeşitleri

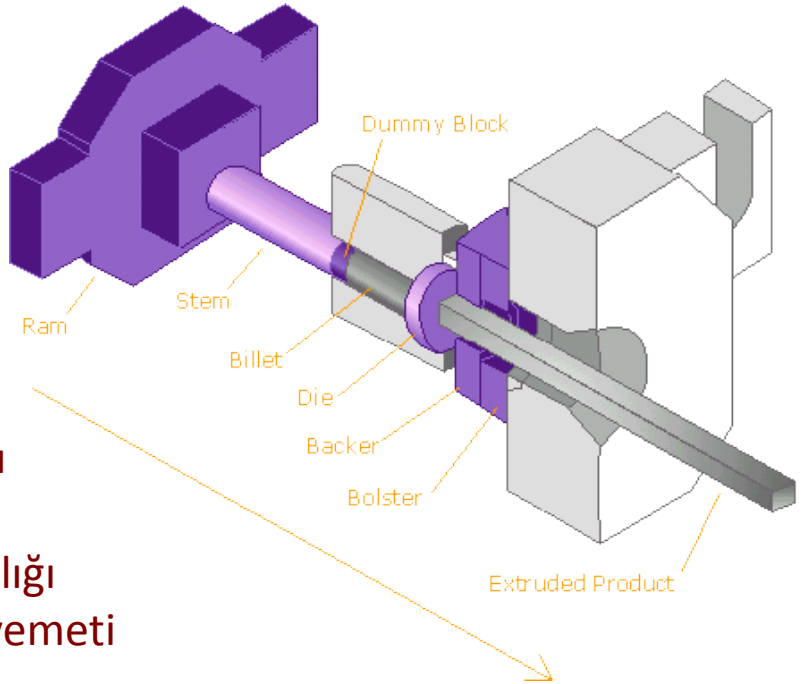
- Direk ekstrüzyon
- İndirek ekstrüzyon
- Hidrostatik ekstrüzyon
- Darbeli ekstrüzyon
- Serbest ekstrüzyon

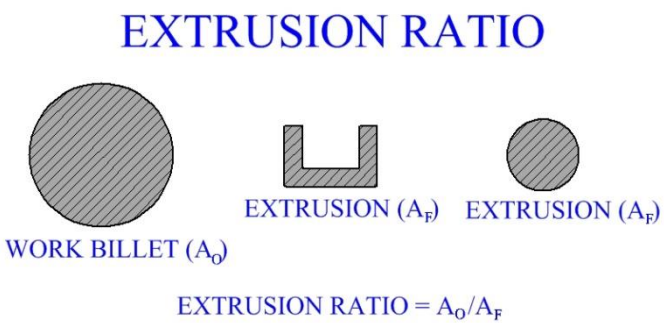
- Sıcak ekstrüzyon
- Soğuk ekstrüzyon

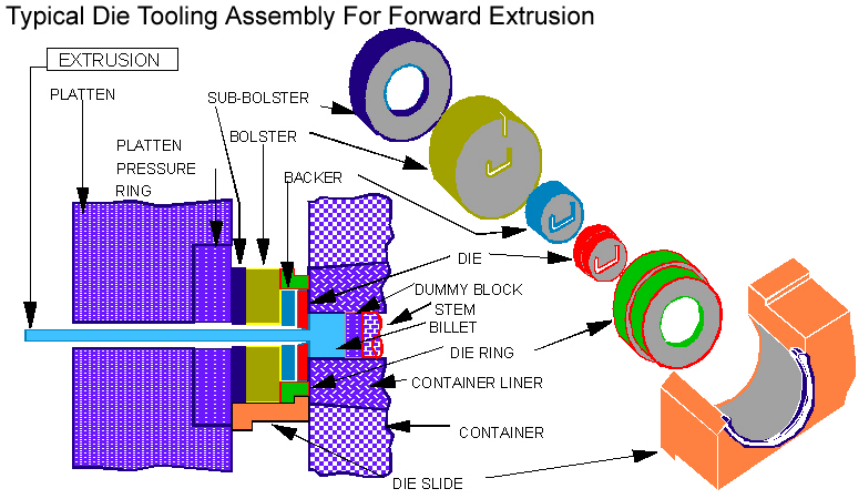
- Alüminyum
- Bakır
- Kurşun
- Kalay

Etkenler

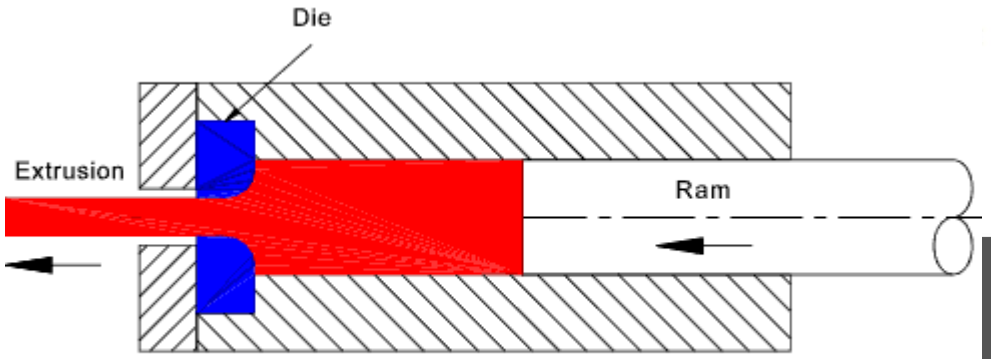
- Kalıp açısı
- Ekstrüzyon oranı
- Ekstrüzyon hızı
- Ekstrüzyon sıcaklığı
- Malzeme mukavemeti
- Yağlama şartları



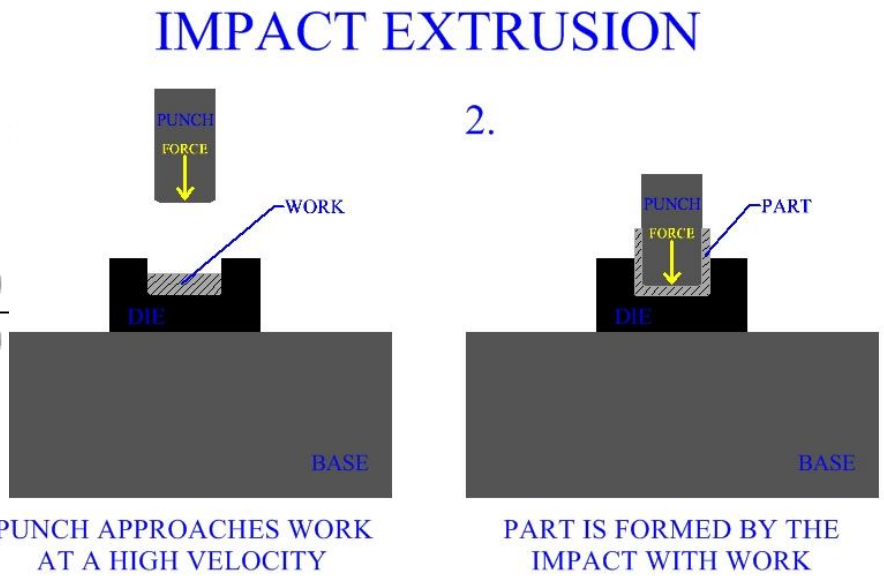


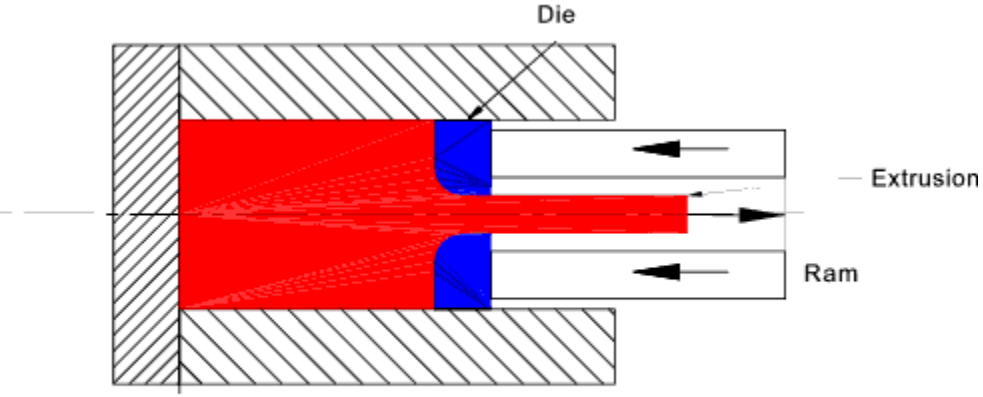


Ektrüzyon

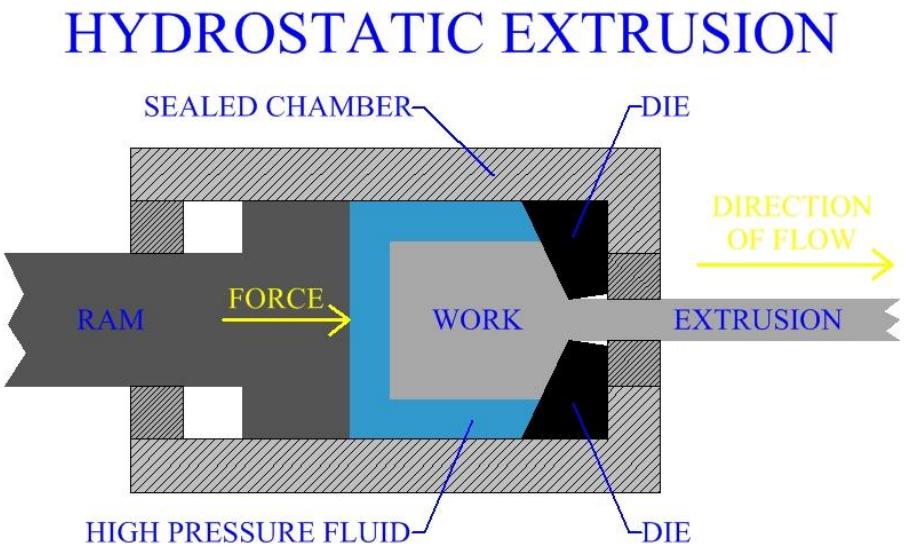


Direct Extrusion

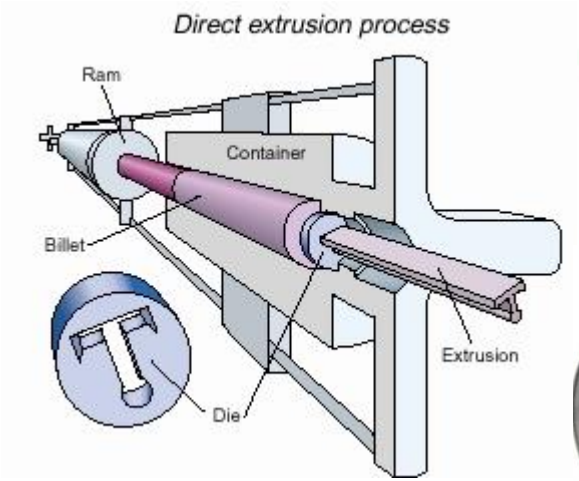


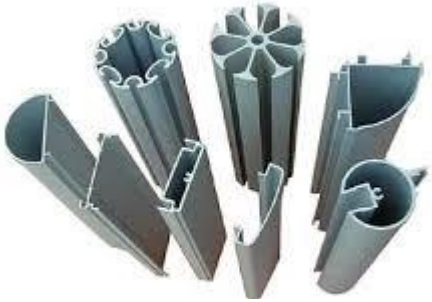


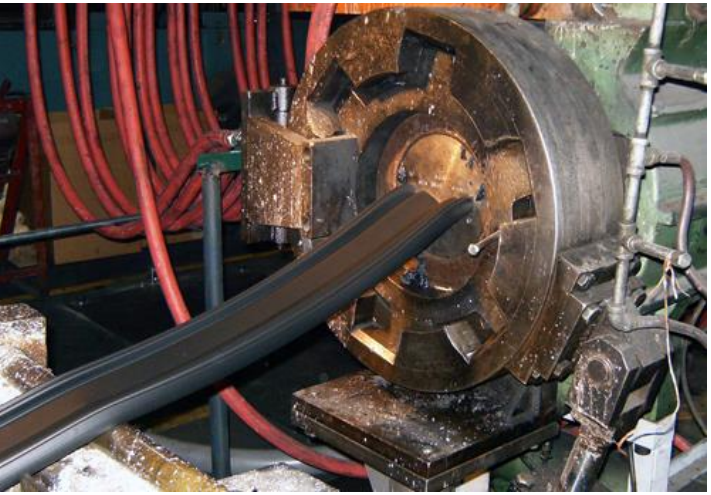
Indirect Extrusion



Ektrüzyon


Direct extrusion process
Ram
Container
Billet
Extrusion
Die





Derin Çekme

Sac metalden silindirik, dikdörtgen, kare vb içi boş kaplar üretme metodudur.

- Sığ çekme
- Derin çekme

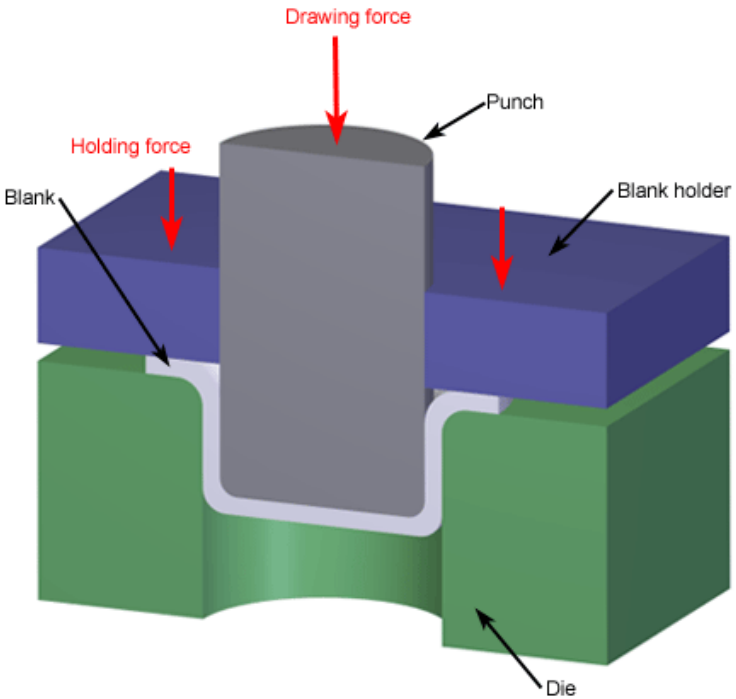
Derin çekme işlemiyle parça elde etmek için

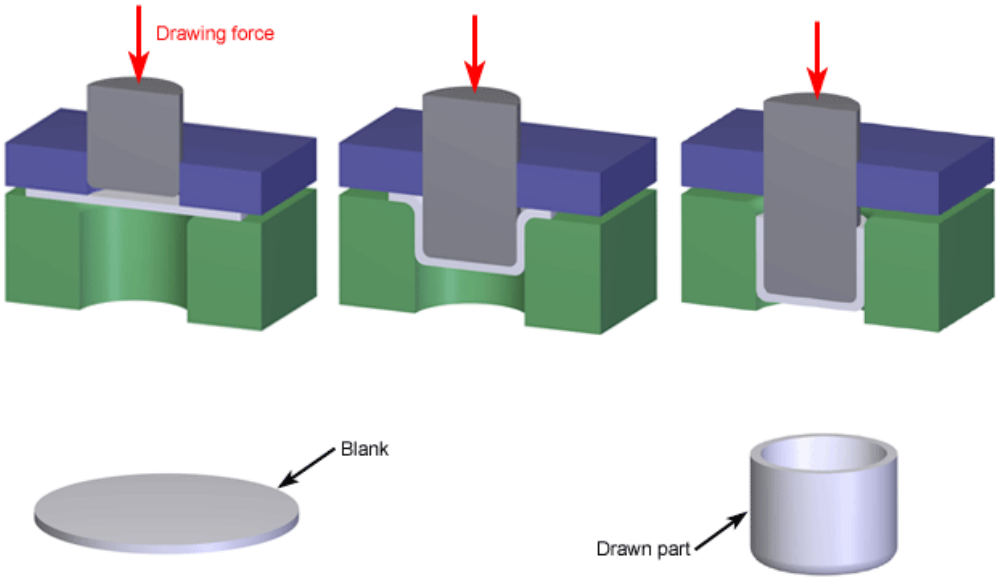
- Taslak malzemenin hazırlanması
- Derin çekme işleminin gerçekleştirilmesi
- Tıraşlama işleminin yapılması

Derin çekme işlemi ise;

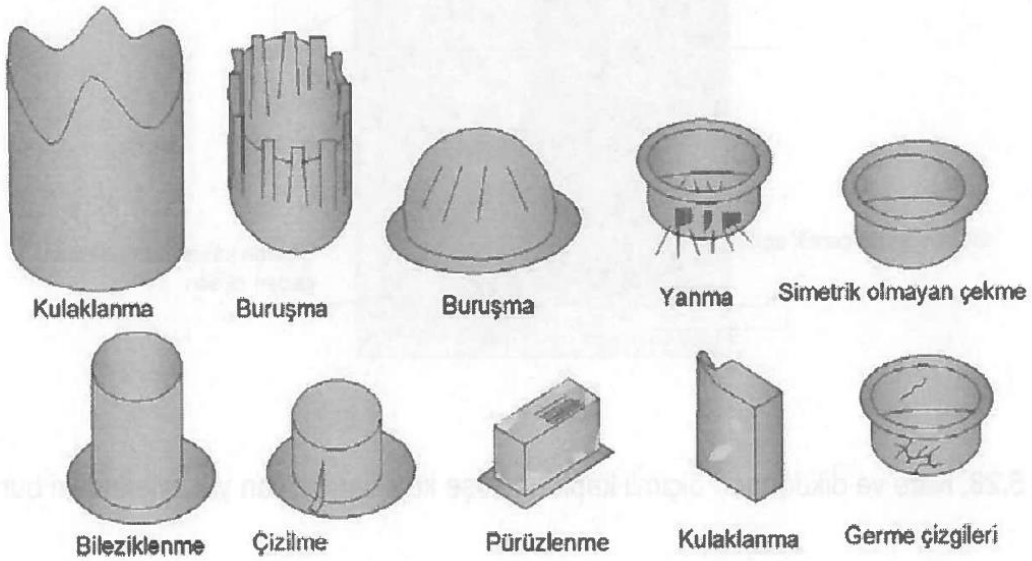
- Taslak malzemenin kalıba yerleştirilmesi
- Zımbanın taslak malzemeye temas ederek çekme işleminin başlaması
- Çekme işleminin tamamlanması
- Zımba yukarıya çıkarken bitmiş parçanın zımbadan ayrılması.

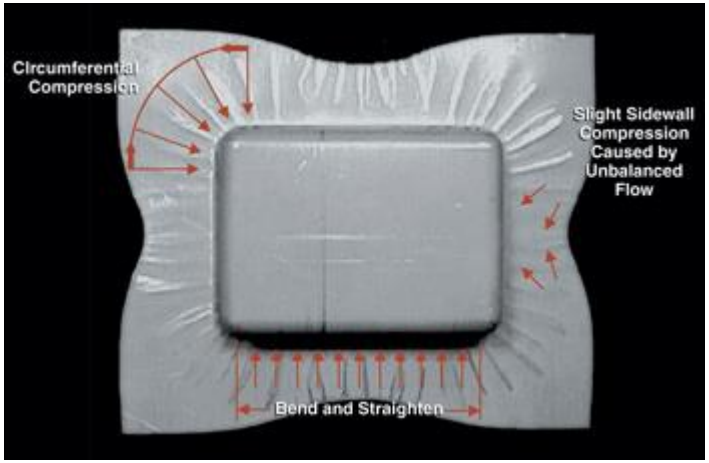
Derin Çekme


Drawing force
Punch
Holding force
Blank
Blank holder
Die

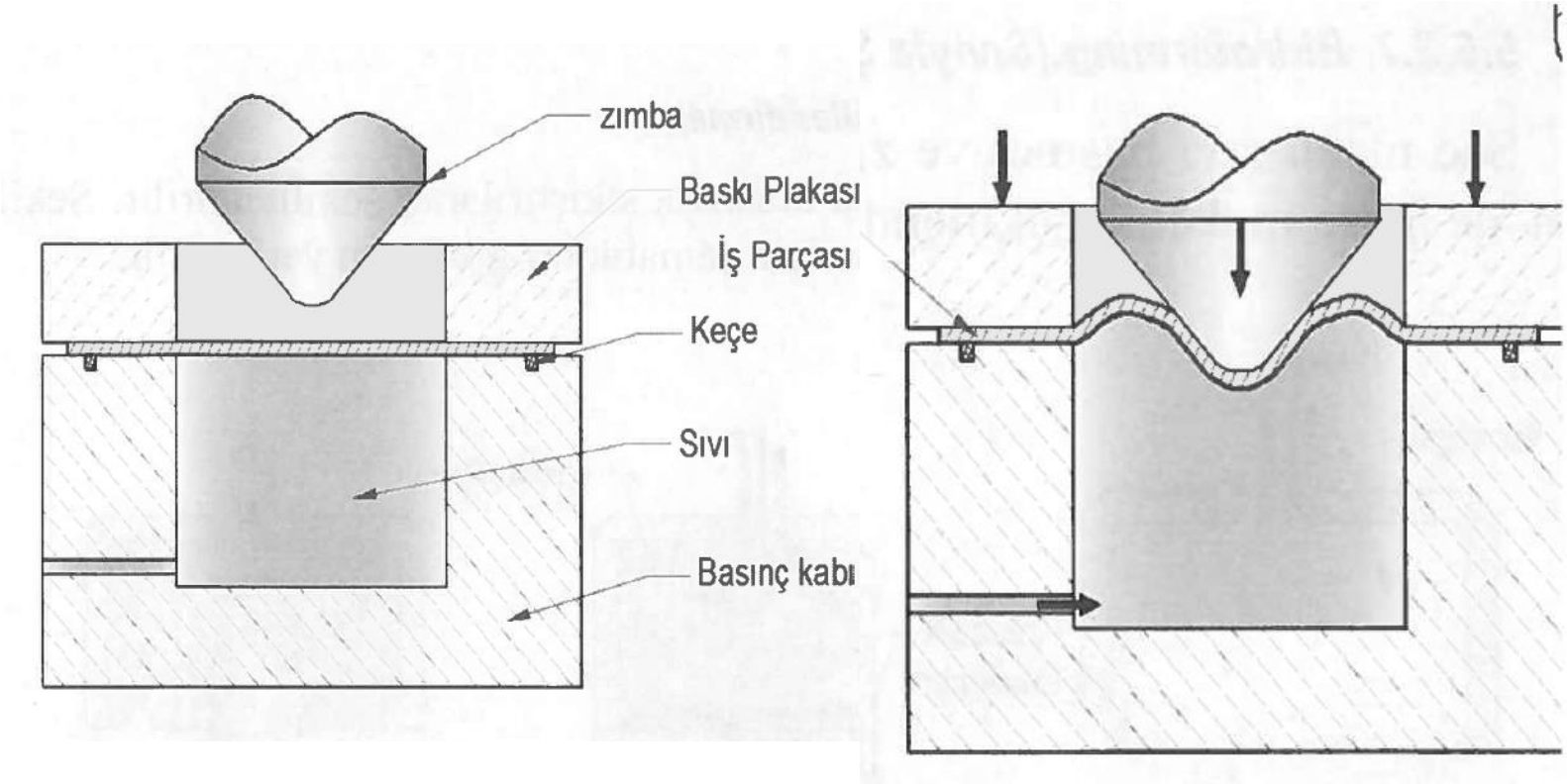

Drawing force
Blank
Drawn part

Derin Çekme - Hatalar



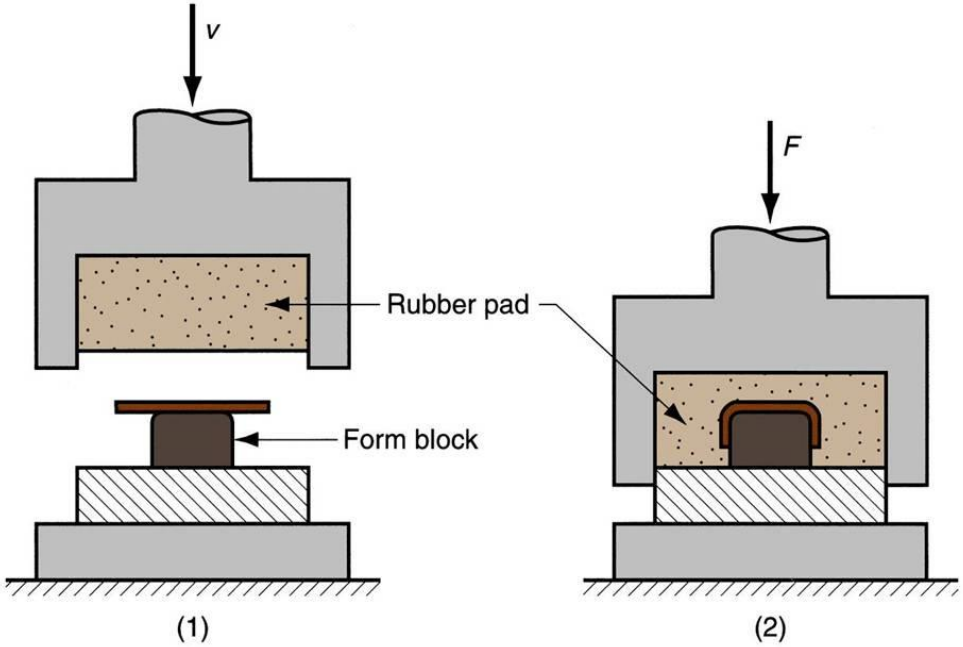


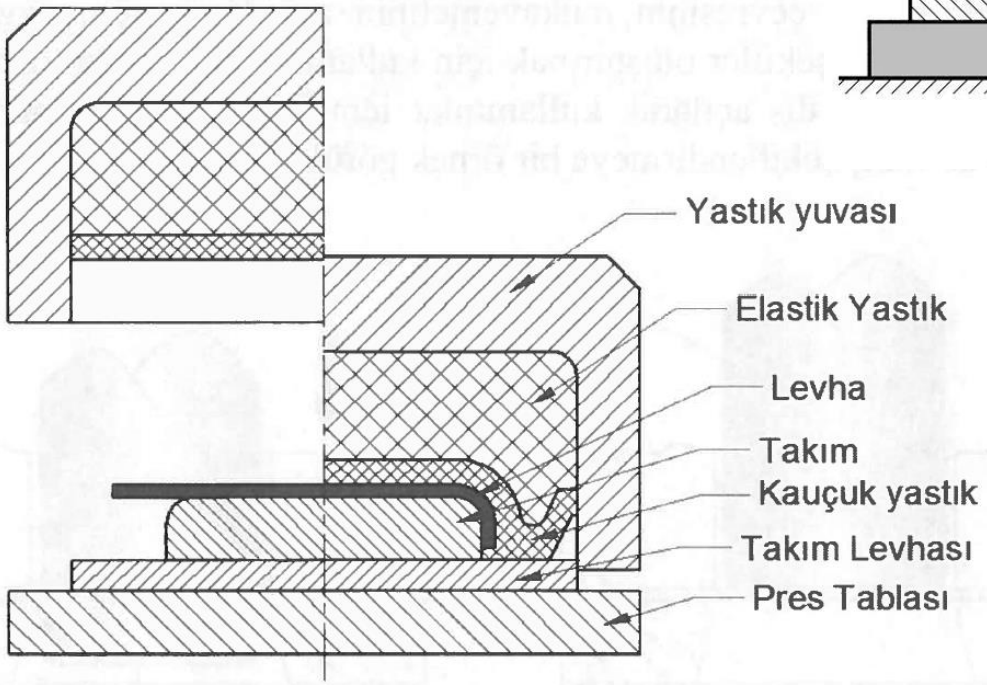
Hidromekanik Şekillendirme



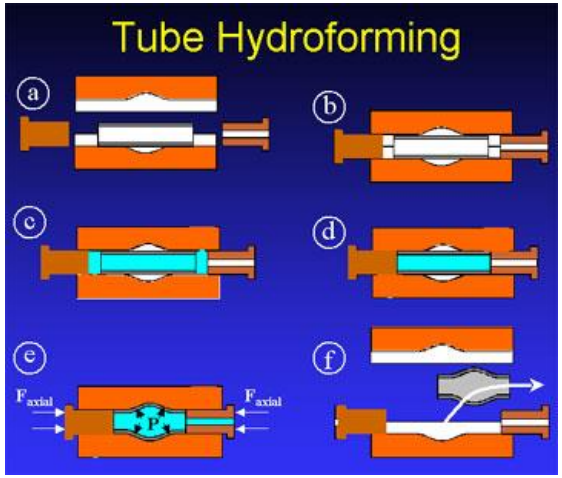
Paslanmaz çelik sacların şekillendirilmesinde yaygın olarak kullanılır.

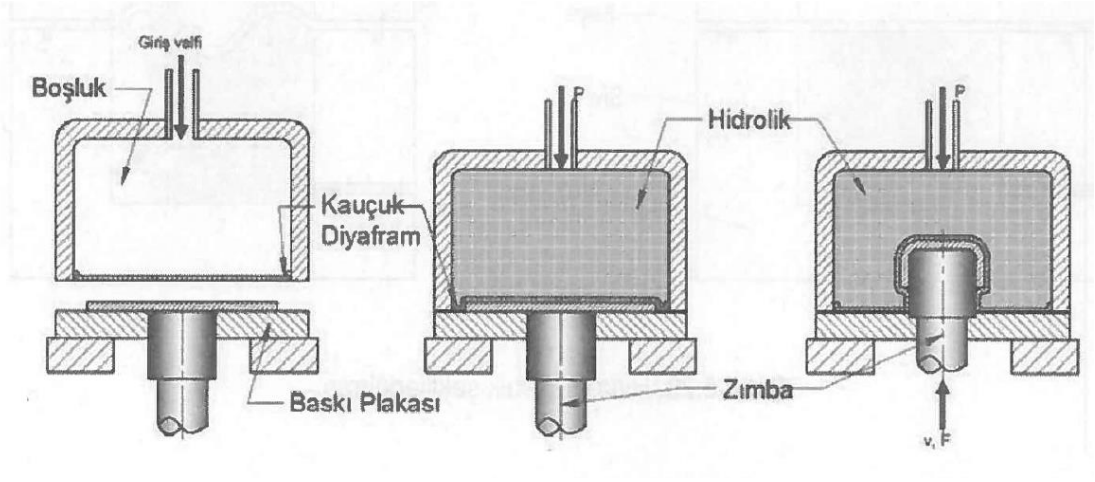
Guerin Şekillendirme İşlemi

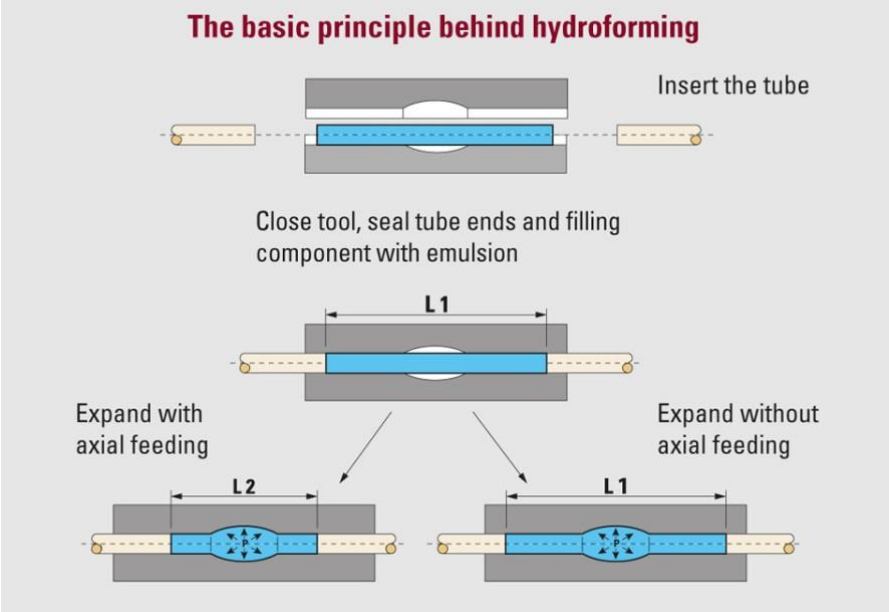


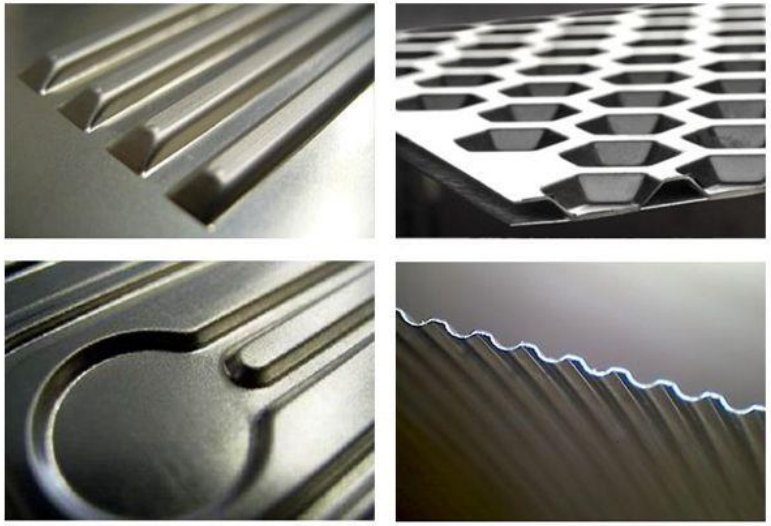


Hidrolik Şekillendirme

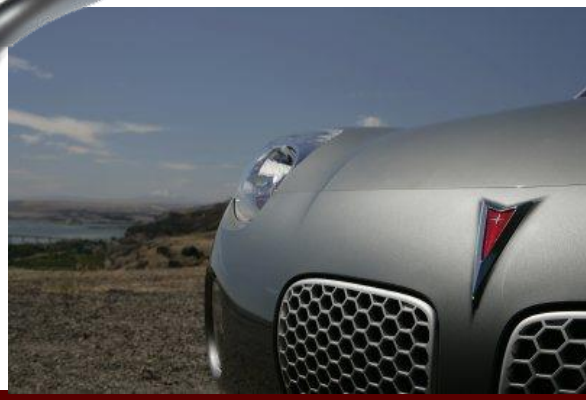




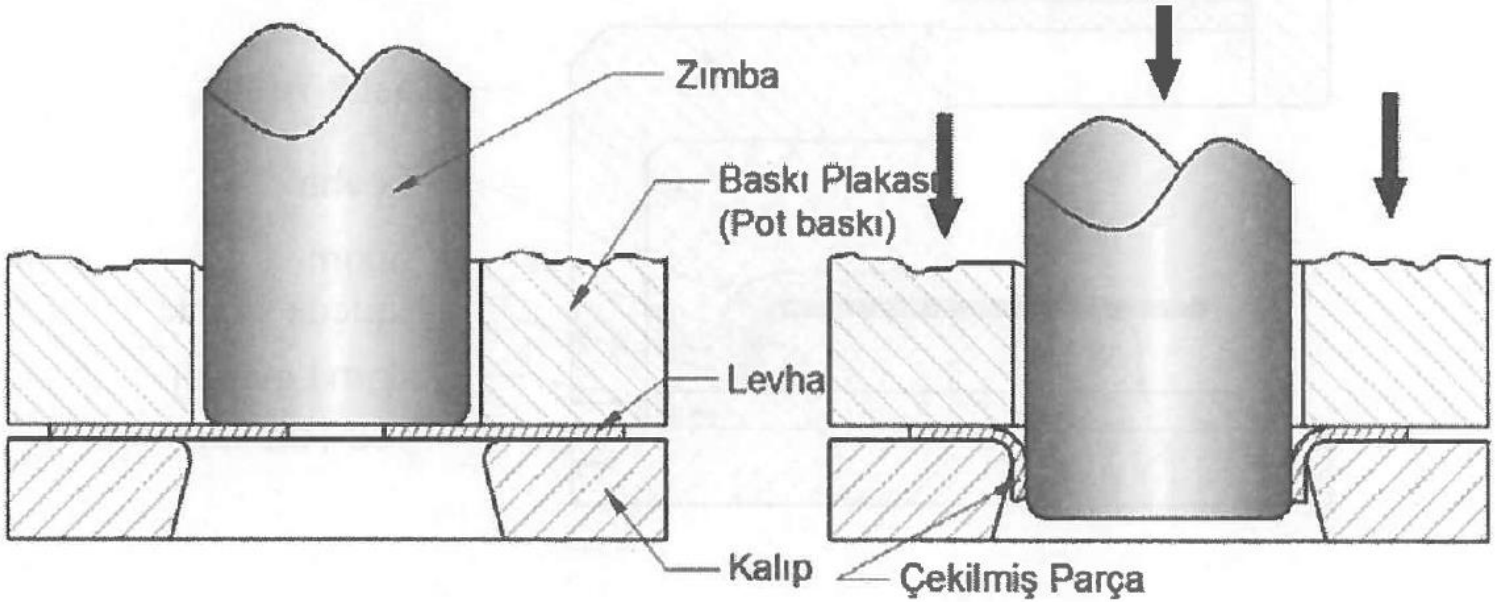




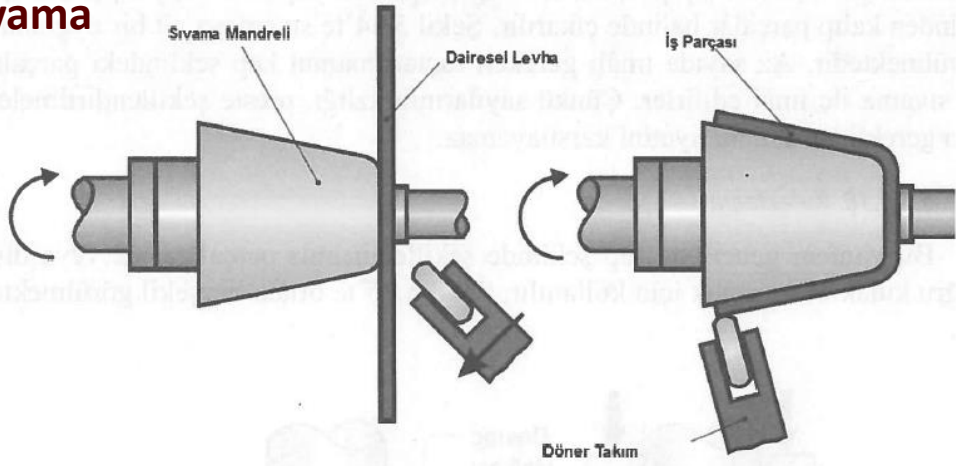
Hidrolik Şekillendirme



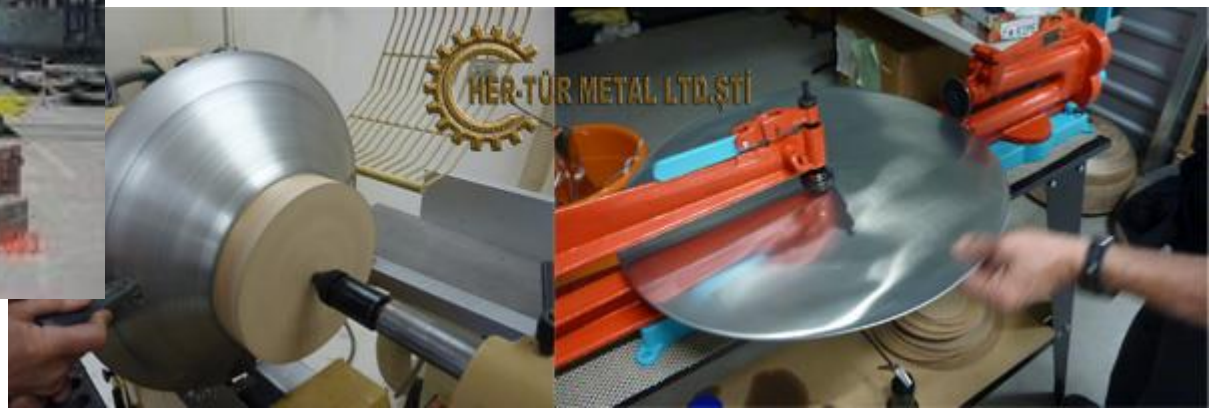
Flanş Yapma



Sıvama

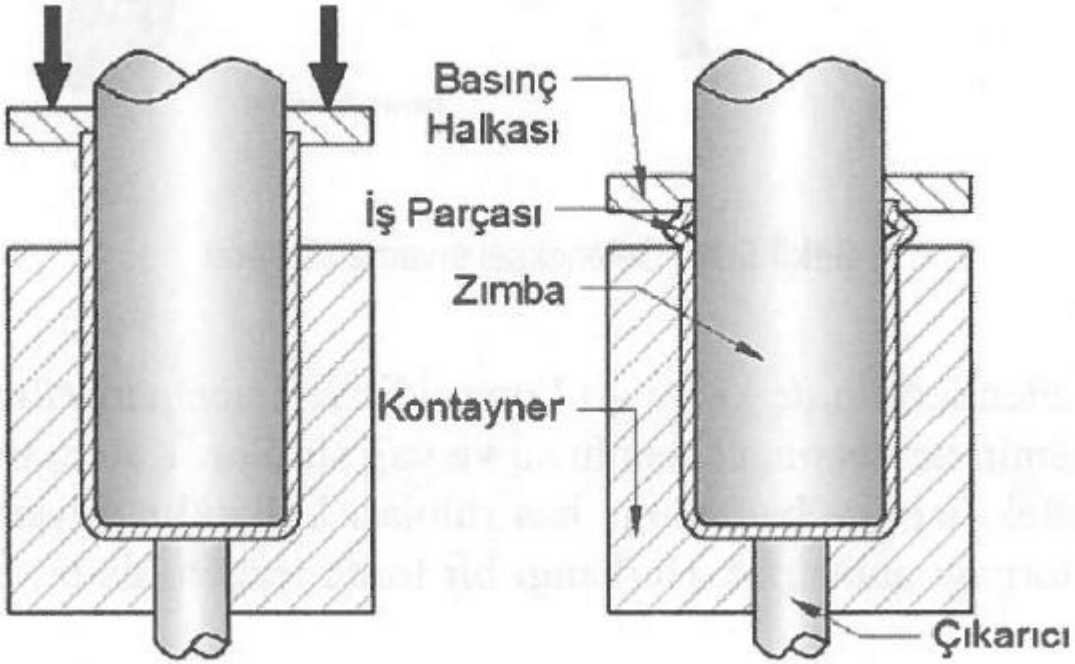

Sıvama Mandreli
Dairesel Levha
İş Parçası
Döner Takım

HER-TÜR METAL

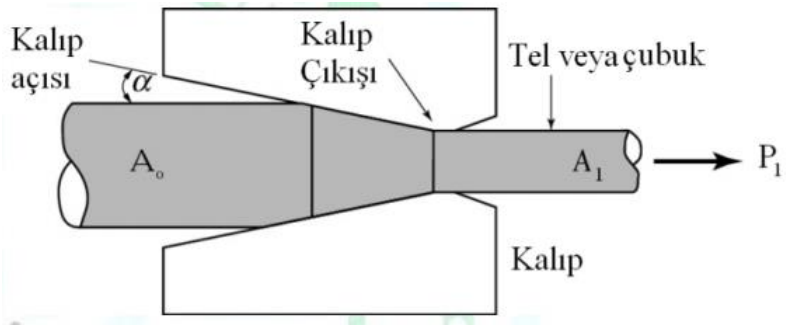

HER-TÜR METAL LTD.ŞTİ

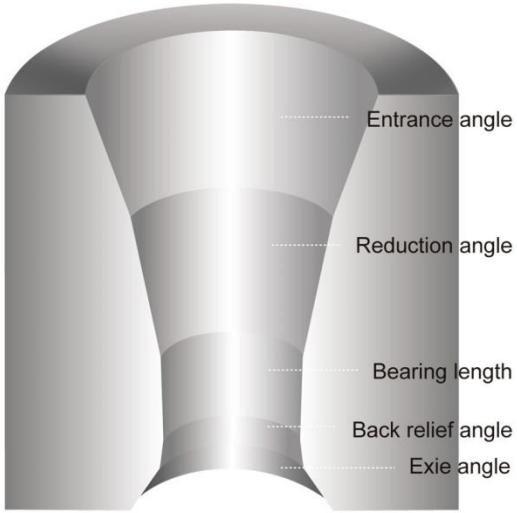
Kulaklama

Bu yöntem genellikle tüp şeklinde biçimlendirilmiş parçalara içe veya dışa doğru mukavemet arttırıcı kulak oluşturmak için kullanılır.

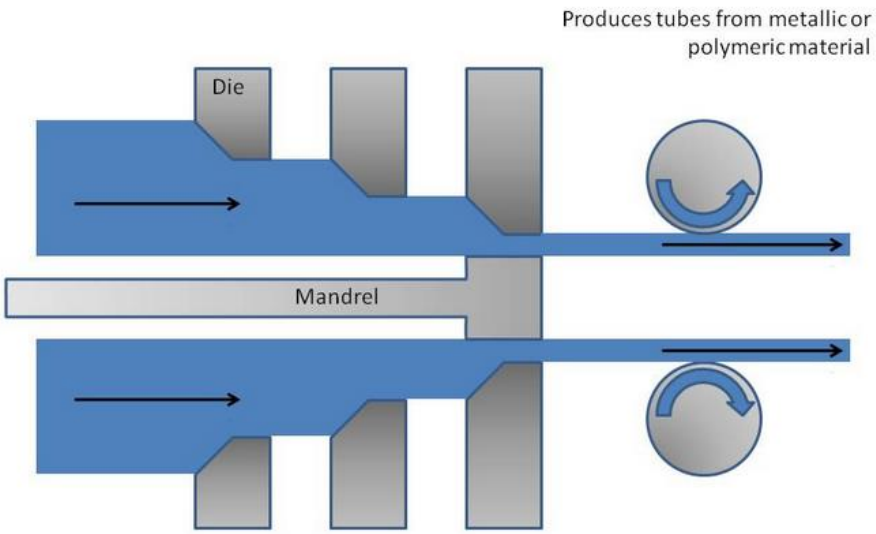


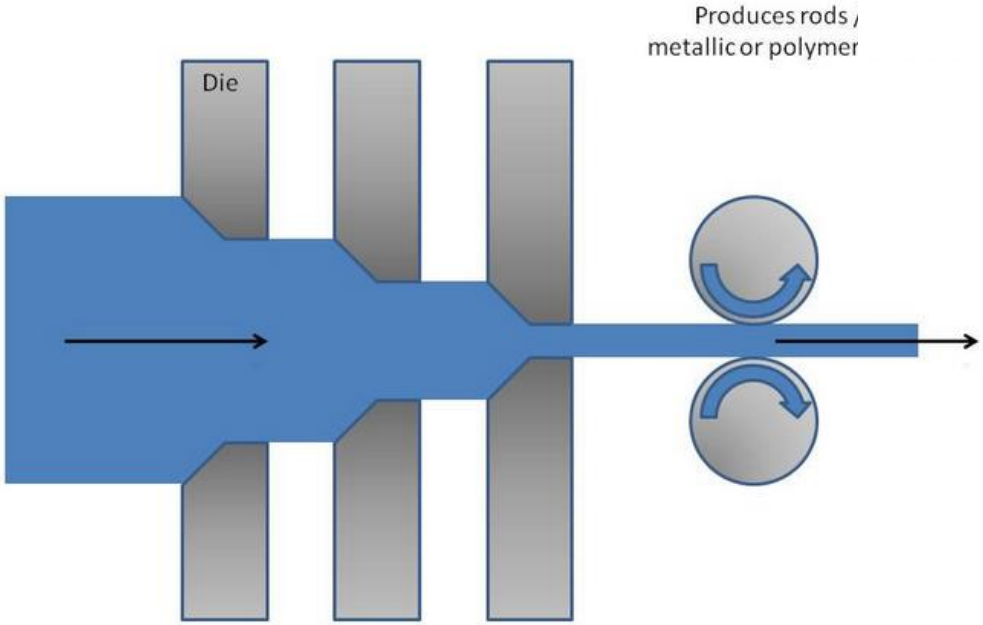
Çubuk ve Tel Çekme

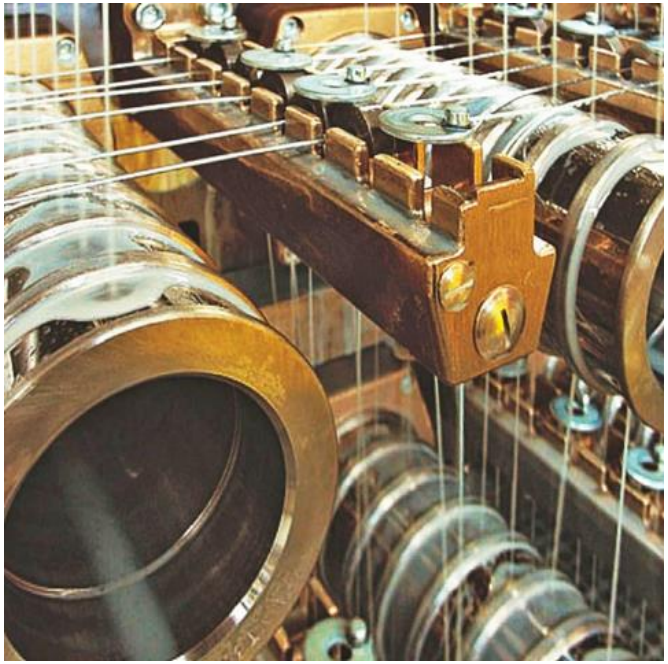




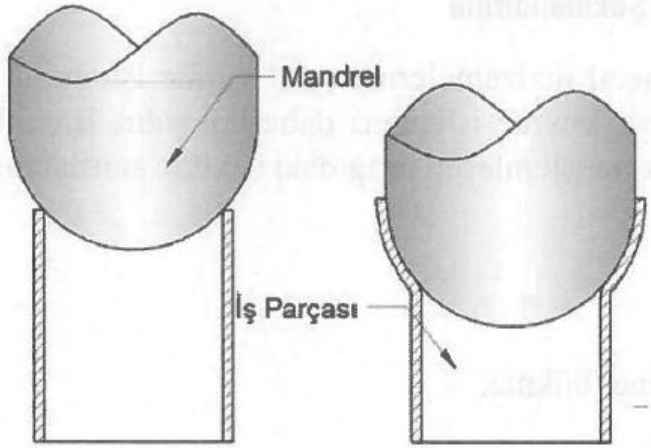
Çubuk ve Tel Çekme



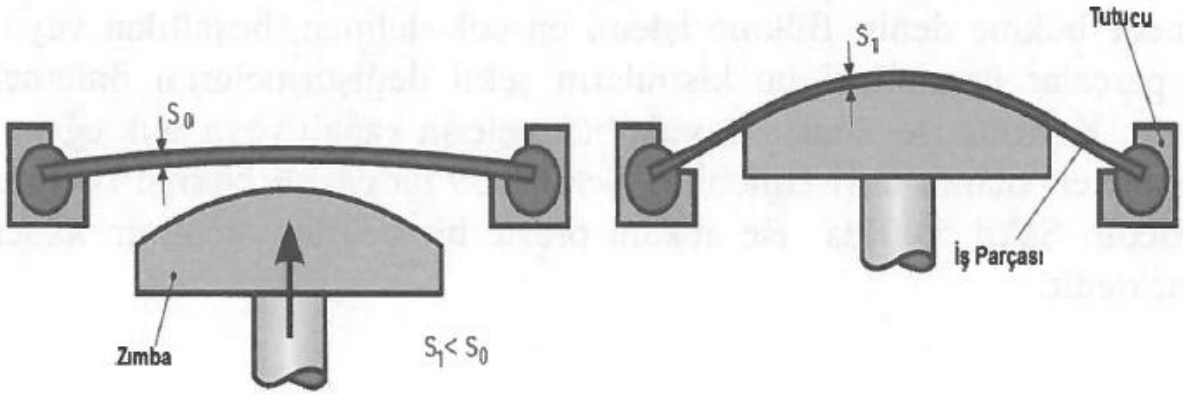




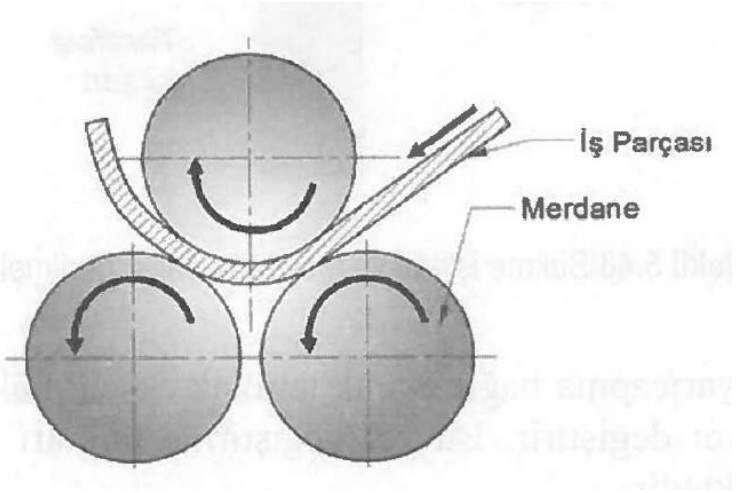
Genişleterek Şekillendirme

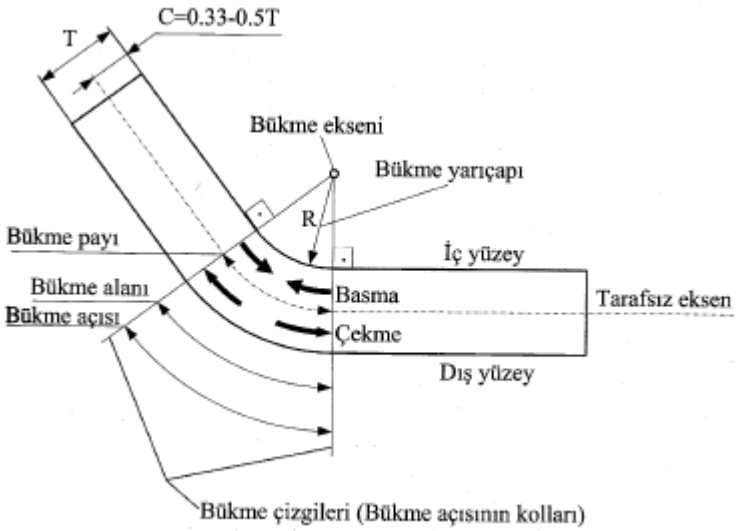


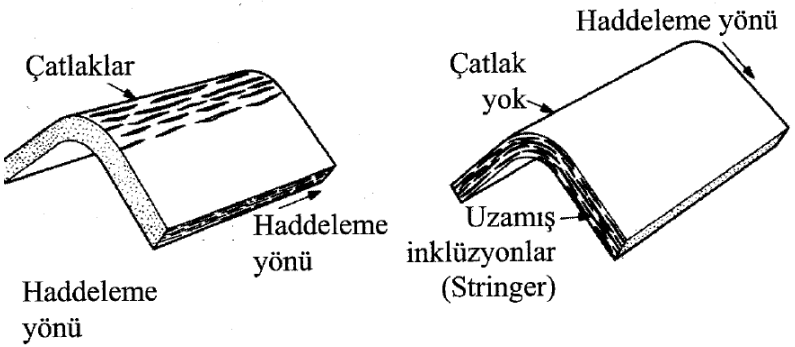
Gererek Şekillendirme



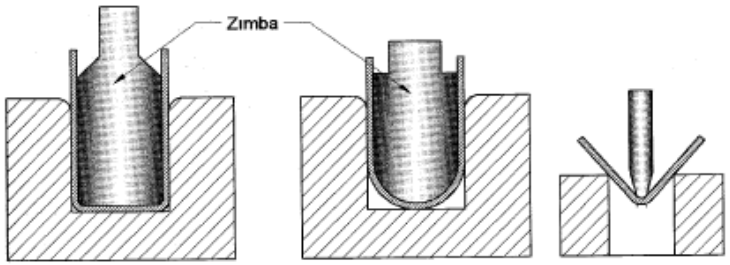
Bükme


İş Parçası
Merdane

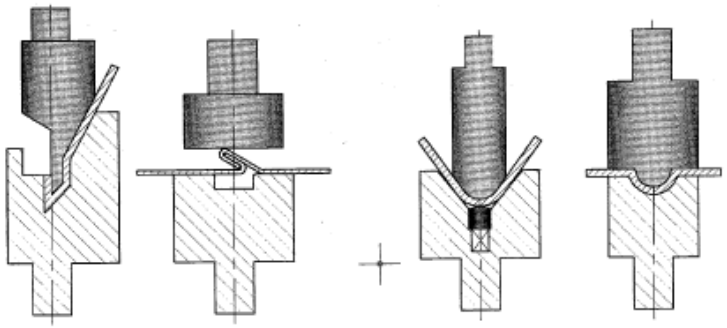

C=0.33-0.5T
T
Bükme ekseni
Bükme yarıçapı
R
Bükme payı
İç yüzey
Bükme alanı
Bükme açısı
Basma
Tarafsız eksen
Çekme
Dış yüzey
Bükme çizgileri (Bükme açısının kolları)


Çatlaklar
Haddeleme yönü
Haddeleme yönü
Haddeleme yönü
Çatlak yok
Uzamış inklüzyonlar (Stringer)

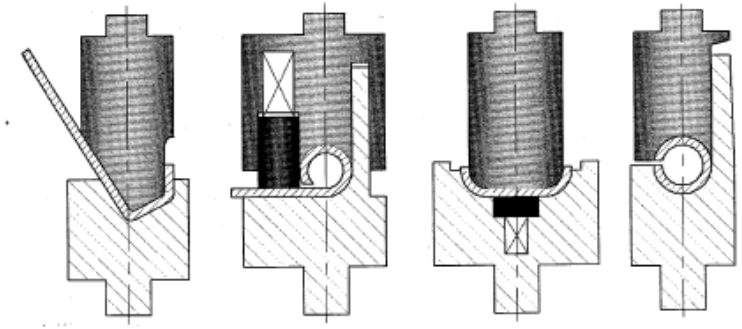
Bükme

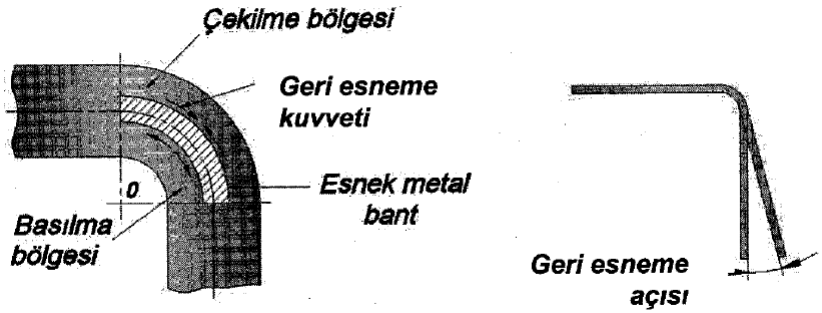


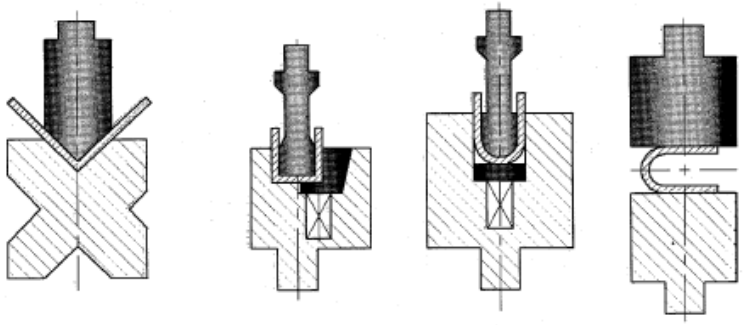
Kanal Bükme U Bükme Hava Bükme



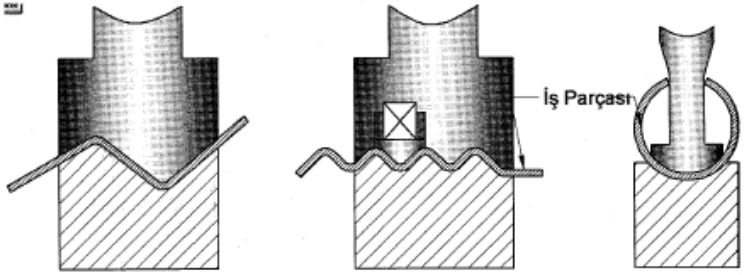
(a) Kenet bükme (b) U - bükme





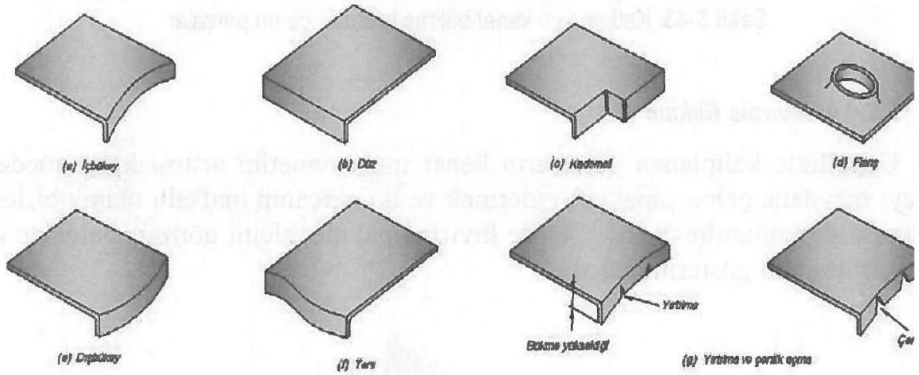


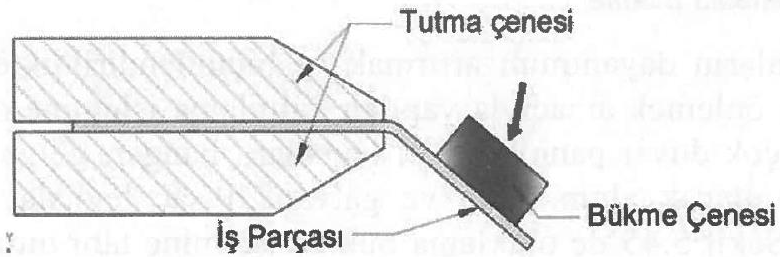
V - Bükme U - Bükme

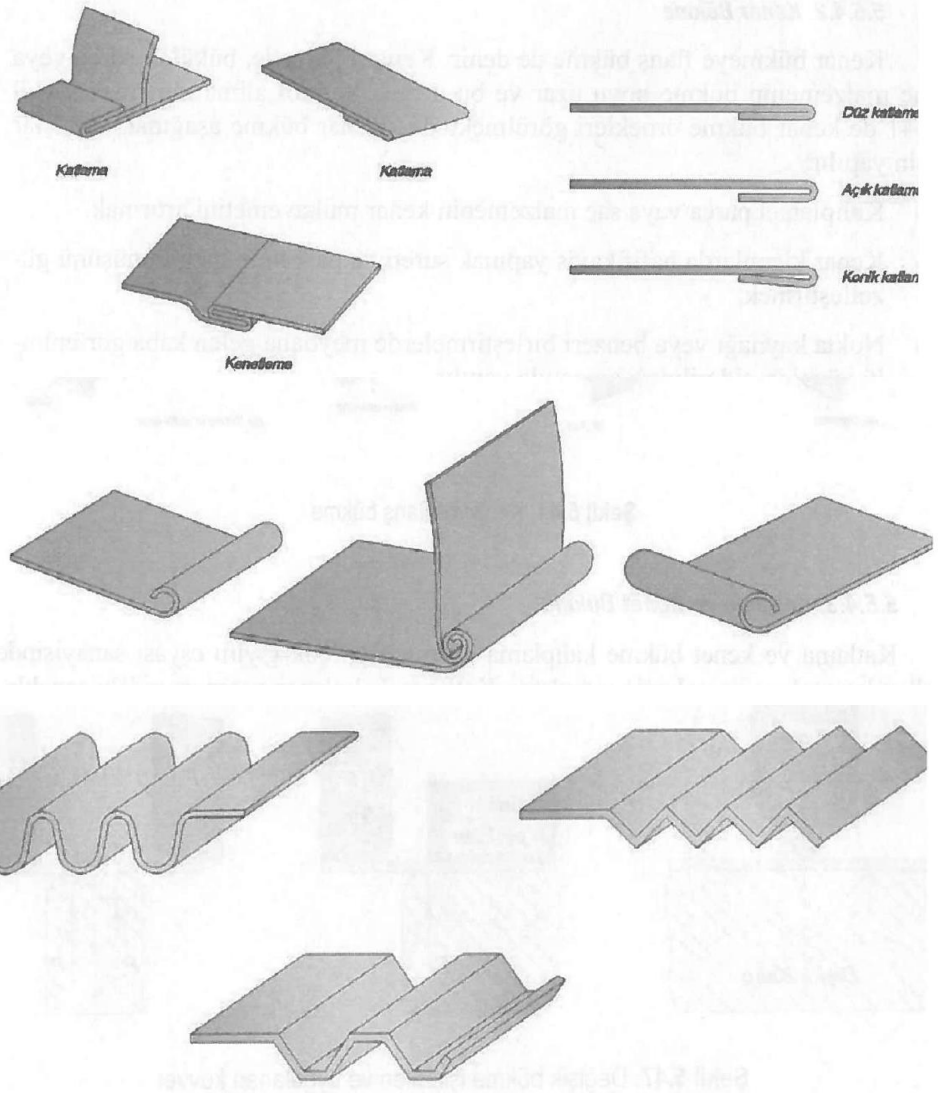


Ofset Bükme Oluklu Bükme Boru Bükme

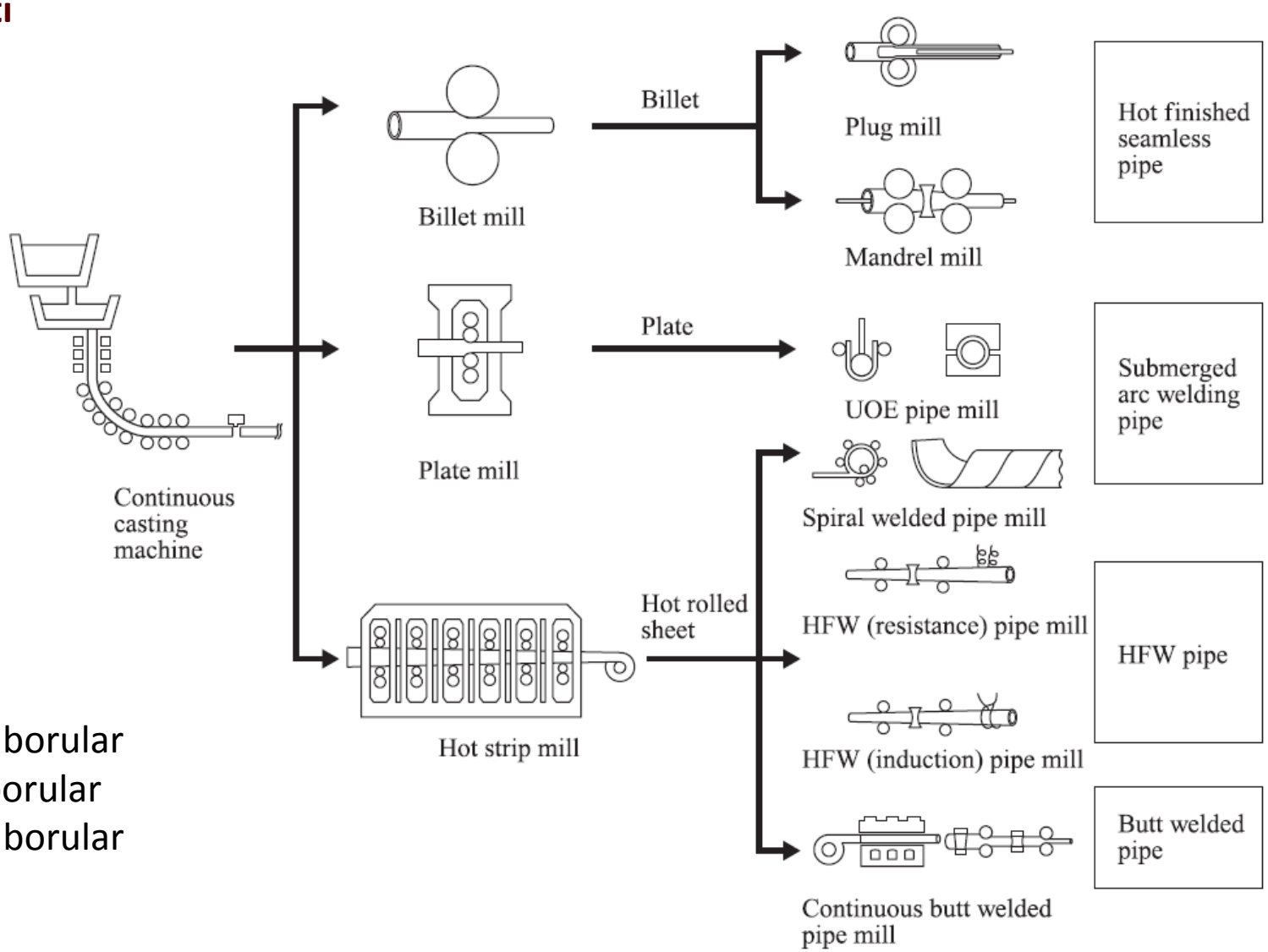
Bükme


(a) İçbükey
(b) Düz
(c) Kademeli
(d) Flanş
(e) Dışbükey
(f) Ters
Yırtılma
Bükme yüksekliği
(g) Yırtılma ve çentik açma


Tutma çenesi
İş Parçası
Bükme Çenesi

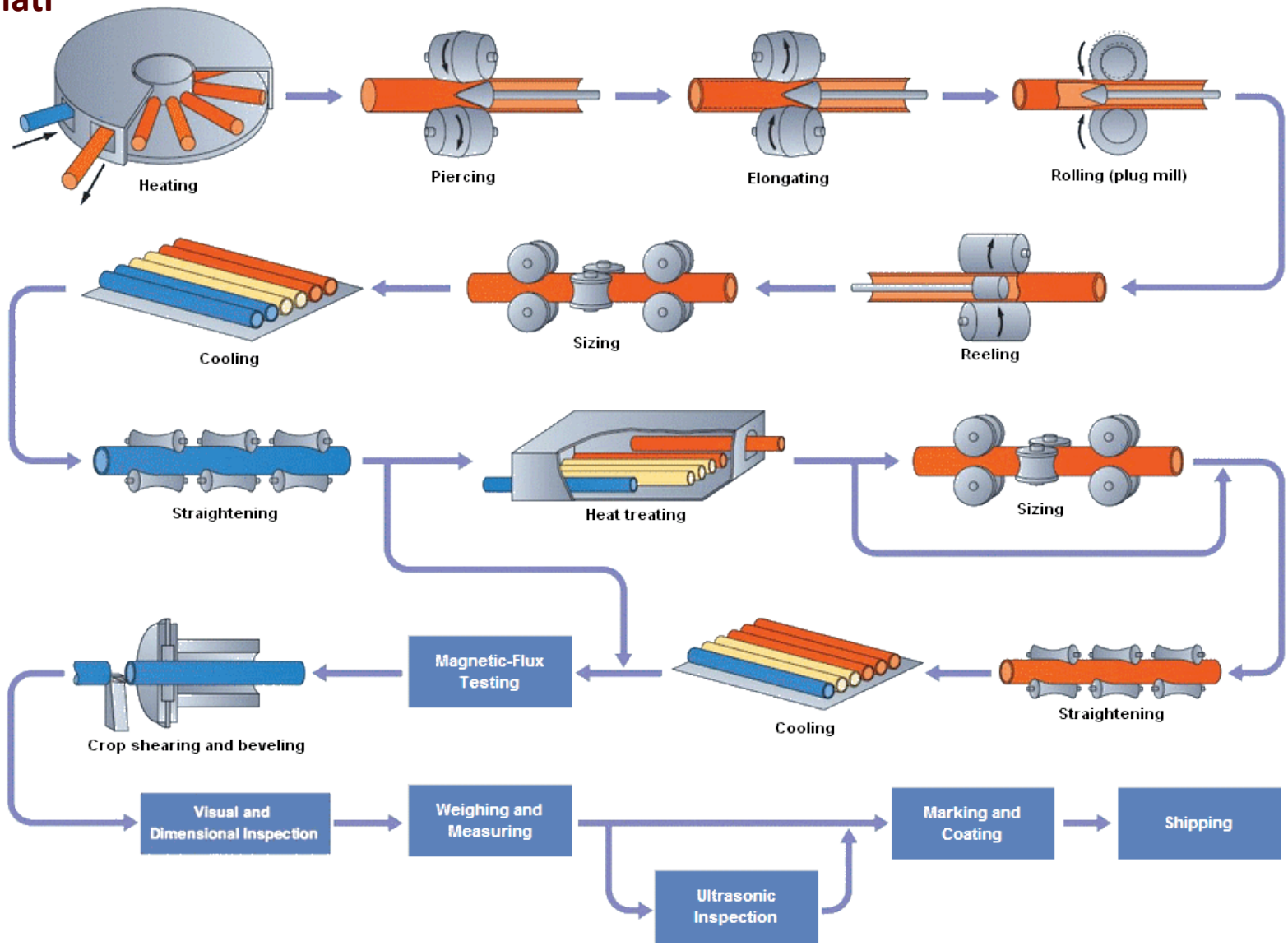

Katlama
Katlama
Düz katlama
Açık katlama
Konik katlama
Kenetleme

Boru İmalatı

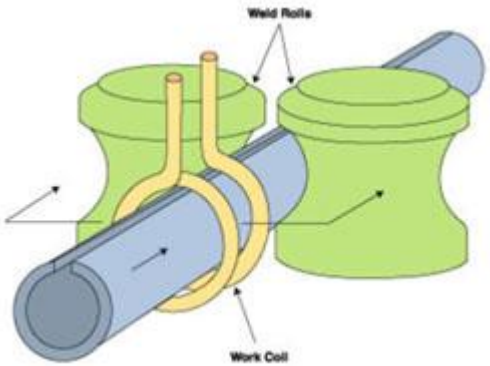


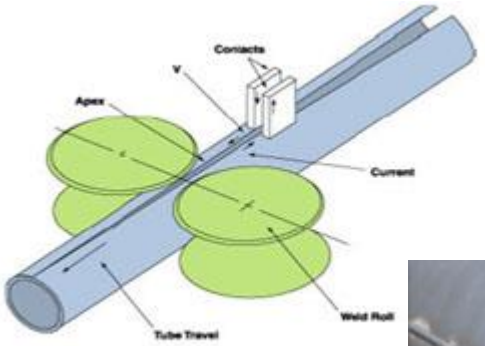
- Döküm borular
- Dikişli borular
- Dikişsiz borular

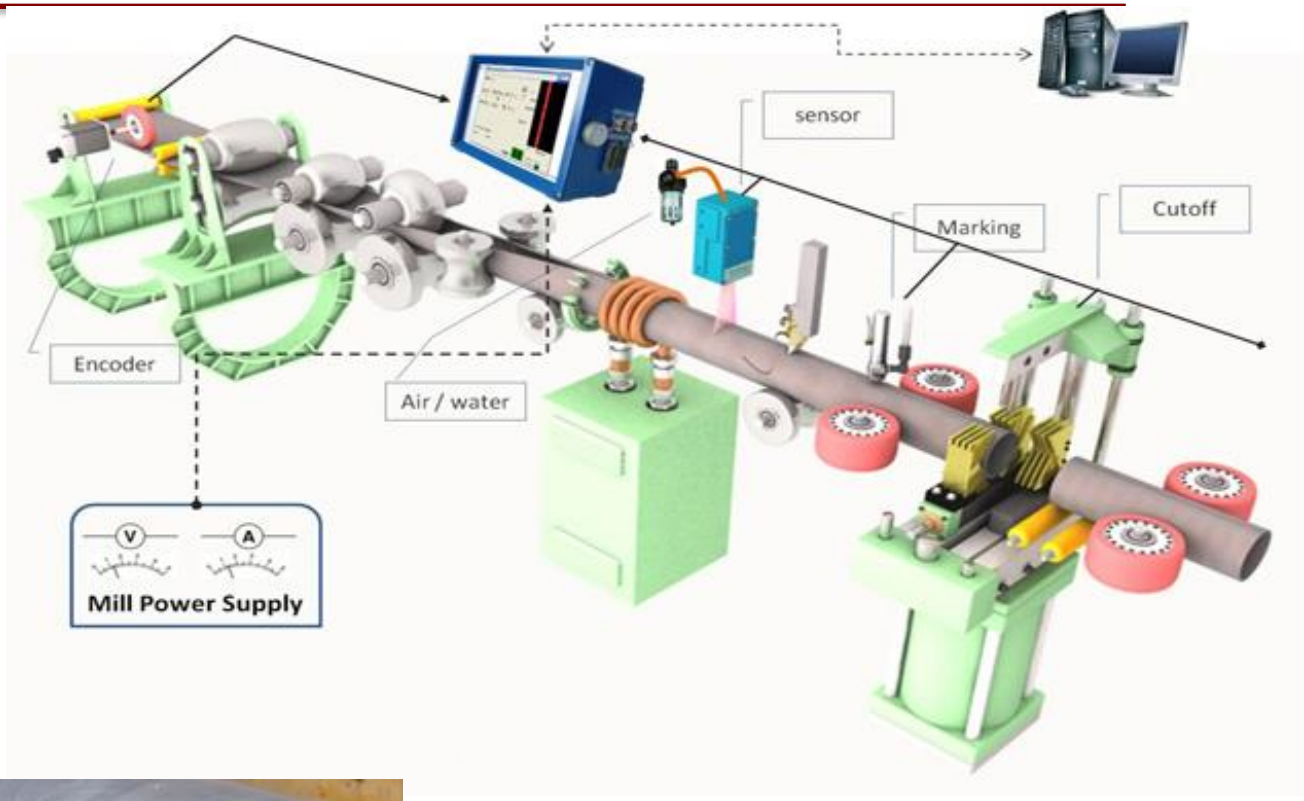
Boru İmalatı

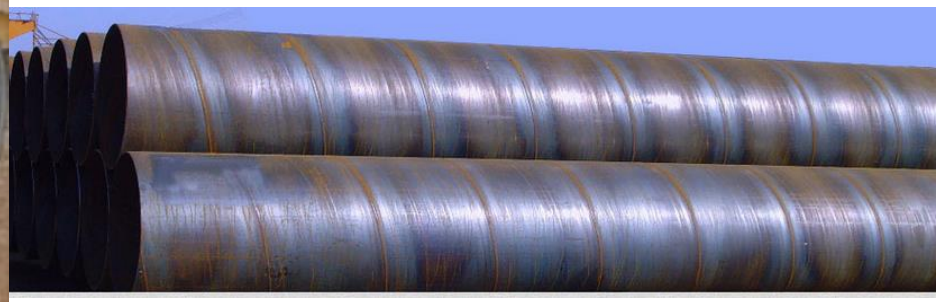
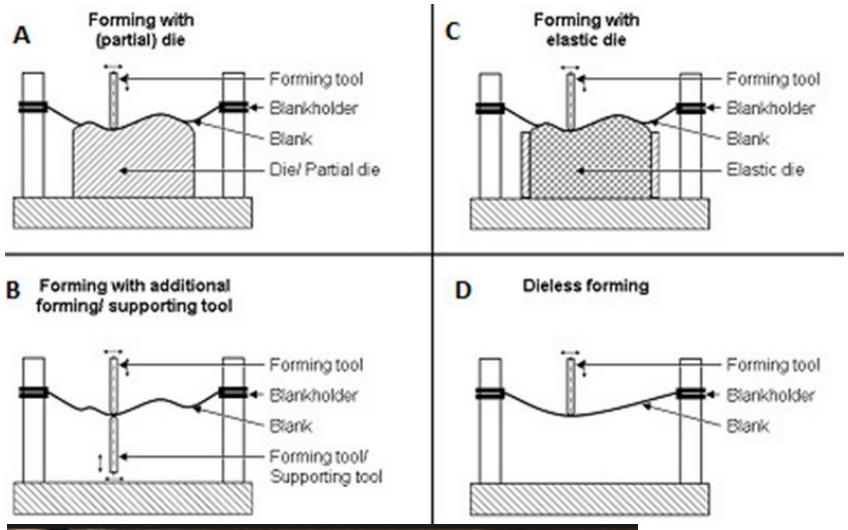
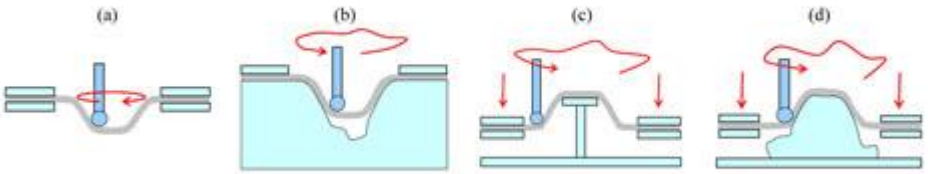
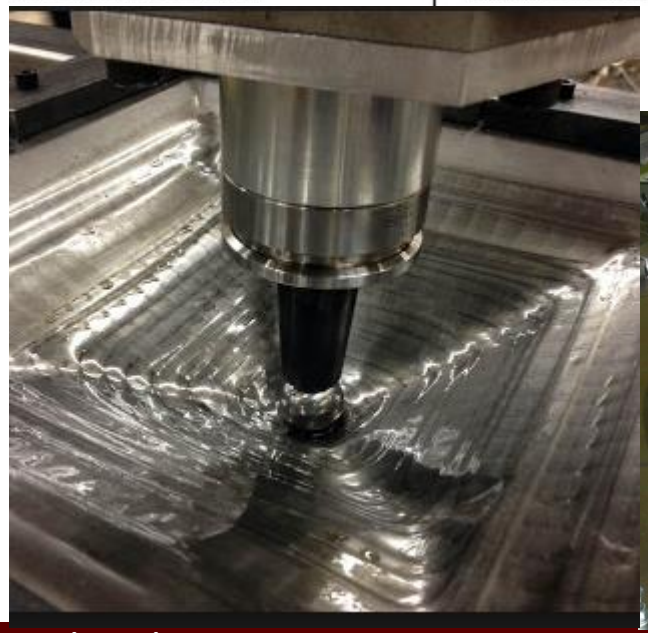


Boru İmalatı









Incremental Şekillendirme