

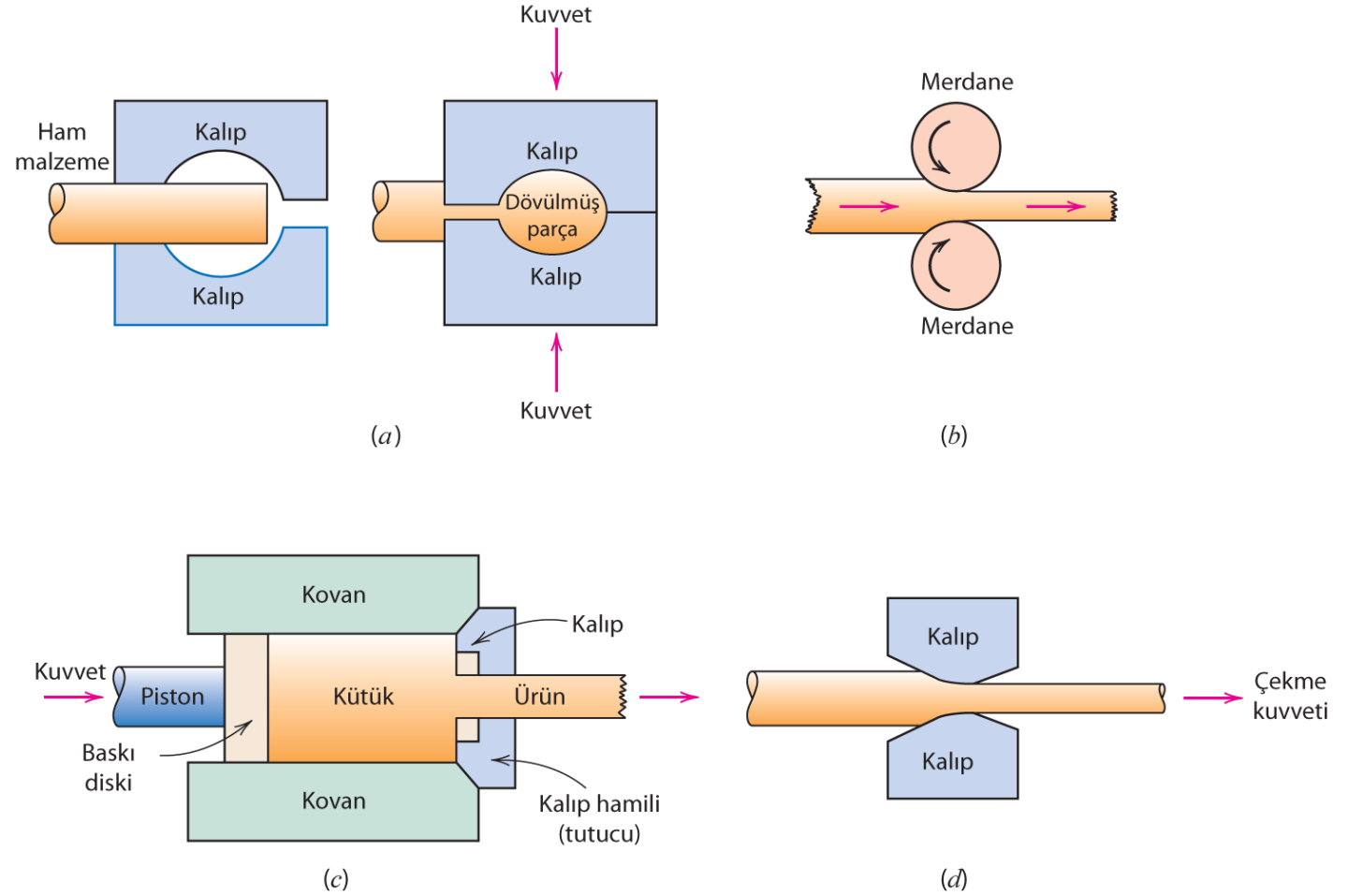
## 11.4 PLASTİK ŞEKİL VERME YÖNTEMLERİ

- Şekil değişiminin metalin yeniden kristalleşme sıcaklığının üzerinde gerçekleşmesi durumunda işlem **sıcak şekillendirme** olarak tanımlanır, bunun dışında mutlak erime sıcaklığının yaklaşık % 30'unun altında gerçekleştirilen işlemler ise soğuk şekillendirme olarak nitelendirilir.

- Sıcak koşullarda gereken şekil değişimi enerjisi, soğuk şekillendirmedekinden çok daha düşüktür. Ancak metallerin çoğu sıcak koşullarda yüzeylerinin çabuk ve fazla oksitlenmesi nedeniyle, malzeme kaybına uğrar ve dolayısıyla kötü bir yüzey görünümü kazanır. **Soğuk şekil verme** işlemi sırasında meydana gelen pekleşme nedeniyle bu işlem, sıcak şekil vermeye göre malzemenin dayanımında artışa ve bunun sonucunda da süneklikte azalmaya neden olur.

### Şekil 11.8

(a) dövme, (b) haddeleme, (c) ekstrüzyon ve (d) çubuk çekme işlemleri sırasında şekil değişimleri



# Dövme

- **Dövme**, metalleri normal olarak sıcak koşullarda mekanik olarak işleyen veya şekillendirmeye yarayan bir imalat yöntemidir.
- Dövme işlemi, açık veya kapalı kalıpta dövme olarak sınıflandırılır.

# Haddeleme

- **Haddeleme**, en çok kullanılan metal şekillendirme yöntemidir. Metal iki merdane arasından geçirilmesi sırasında ezilir ve kalınlığı merdane arasındaki boşluk değerine düşürülür.

# Ekstrüzyon

- **Ekstrüzyon** işleminde kovan içine yerleştirilmiş takoz biçimindeki metale basma gerilmeleri uygulanır ve metal bir kalıp deliğinden kesit alanını küçültülerek geçmeye zorlanır. Kalıp deliği imal edilmesi istenen ürünün kesitine sahip olup kuvvet bir piston yardımıyla ve takoz şeklindeki metalin kalıba doğru ittirilmesiyle uygulanır.

# Çubuk Çekme

- **Çubuk çekme**, bir metalin ürün kesitine sahip bir kalıp deliğinden kesiti küçültülerek çekilmesiyle gerçekleştirilir. Konik şekildeki kalıbın çıkış tarafındaki malzemenin ucundan tutularak çekme kuvveti uygulanır ve kesitteki küçülmenin sonucunda çekilen malzemenin boyu uzar.

## 11.5 DÖKÜM

- Bir parçanın dökümü ergimiş durumdaki metalin istenen geometride boşluğa sahip olan bir kalıp içine dökülmesi ve burada katılaştırılmasıyla gerçekleştirilir. Katılaşma sonrasında parça kalıbın şeklini alır ve hacmi de kalıp boşluğuna göre bir miktar küçülür.
- Döküm yöntemleri genellikle; (1) parça çok büyük ve/veya çok karmaşık bir geometriye sahipse, (2) alaşım sıcak veya soğuk şekillendirilemeyecek kadar düşük bir süneklik özelliğine sahipse ve (3) diğer imalat yöntemlerine göre daha ekonomik şartlar sunuyorsa tercih edilir.



# Kum Kalıba Döküm

- **Kum kalıba dökümde**, ergimiş metal kumdan hazırlanmış bir kalıbın içine dökülür. İki parçalı bir döküm kalıbı bir model etrafına kumun sıkıştırılmasıyla hazırlanır. Model tahtadan veya daha kolay şekillenebilir bir malzemedan hazırlanmış olup üretilmek istenen parçanın geometrisine sahiptir.

# Basınçlı Döküm

- **Basınçlı döküm**de, sıvı metal basınç yardımıyla ve nispeten daha yüksek hızlarda metal kalıp içindeki boşluğa akmaya zorlanır ve kalıp boşluğunu doldurduktan sonra orada katılaşmaya bırakılır. İşlemde çelikten hazırlanmış olan iki parçalı kokil kalıptan yararlanır.

# Hassas Döküm

- **Hassas döküm**de model, mum veya plastik gibi düşük sıcaklıklarda eriyebilen malzemedен yapılır. Mumun etrafına dökülen gevşek çamur kıvamındaki seramiğin (çoğunlukla alçı) model etrafında katılaşması sonrasında kalıp ısıtılarak içindeki mum veya plastik eritmek suretiyle ya da yakılarak dışarı atılır. Böylece kalıbın içinde geriye kalan boşluk parçanın istenen şekline sahip olarak döküm için hazır duruma getirilmiş olur.

# Strafor Modelli Kalıba Döküm (Kayıp Köpük)

- Hassas döküm yönteminin bir diğer uygulaması da içinde strafor modelin yer aldığı kum kalıba döküm yöntemidir. ***Strafor modeli kalıba döküm*** olarak isimlendirilen bu yöntemde, parçanın modeli boncuk şeklindeki polisitrenin istenen geometriyi sağlayacak şekilde sıkıştırılmasıyla elde edilir.

# Sürekli Döküm

- Bu yöntemde, kimyasal bileşimi ayarlanmış sıvı metal, yuvarlak veya dikdörtgen kesitli, uzun, sürekli ve kontrollü olarak çevresel su soğutma uygulanan kanal şeklindeki bir kalıbın içinde akıtılır ve metalin bu kalıp içinde ilerlemesi sırasında katılaşma sonrası yuvarlak veya dikdörtgen şekilli malzeme doğrudan elde edilebilir.

# 11.6 DİĞER YÖNTEMLER

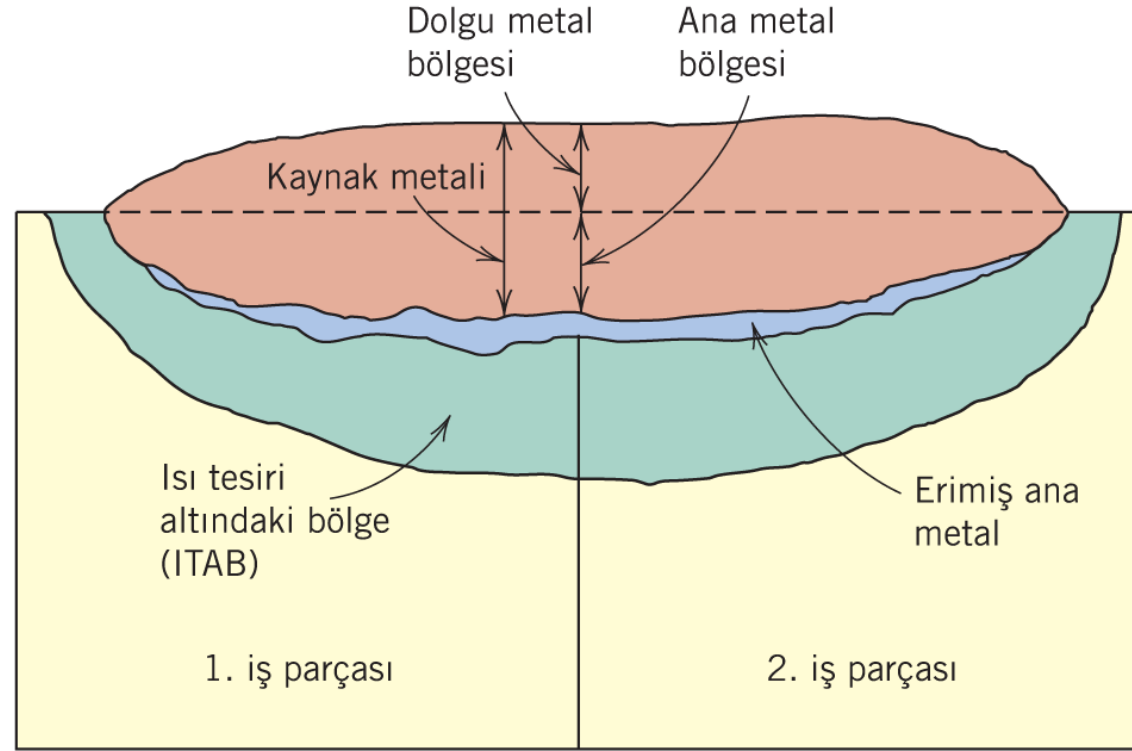
## Toz Metalürjisi

- Kullanılan diğer bir yöntemde de metal veya alaşım tozlarının istenen şekle uygun bir kalıp içinde yüksek basınç uygulanarak sıkıştırılması ve sonrasında ısı işlem uygulanarak yoğunluğunun arttırılması sağlanır. Bu yöntem, **toz metalürjisi** (T/M) veya sinterleme teknolojisi olarak isimlendirilir.

# Kaynakla Birleştirme

- Kaynakla birleştirme metallere uygulanan imalat yöntemlerinden biri olarak kabul edilir. Bir parçanın bütün halinde imalatının uygun olmadığı veya masraflı olduğu durumlarda iki veya daha çok metal parçanın birleştirilerek tek parça haline getirilmesi amacıyla **kaynakla birleştirme** yönteminden yararlanılır. Hem aynı hem de farklı metallerin kaynakla birleştirilmesi mümkündür. Birleştirme civata-somun veya perçin bağlantılarında olduğu gibi, mekanik değil metalürjik olarak (bir miktar yayınma içerecek şekilde) sağlanır.

**Şekil 11.9** Ergitme kaynağında kaynak metalinin çevresindeki bölgeleri gösteren kesitin şematik görünüşü. [Iron Castings Handbook, C. F. Walton, and T. J. Opar (Editors), 1981.]





# Metallere Uygulanan Isıl İşlemler

## 11.7 TAVLAMA YÖNTEMLERİ

- **Tavlama** terimi metallere uygulanan bir tür ısıl işlemi ifade eder; metal veya alaşımın yüksek sıcaklıklarda uzun süreyle tutulması, daha sonra oda sıcaklıklarına yavaş soğutulması işlemlerini kapsar.
- Normal olarak tavlama işleminden (1) artık gerilmelerin giderilmesinde, (2) sünekliği ve tokluğu artırıp dayanımı düşürmede ve (3) özel iç yapıların oluşturulmasında yararlanır.

# Yeniden Kristalleşme Tavı

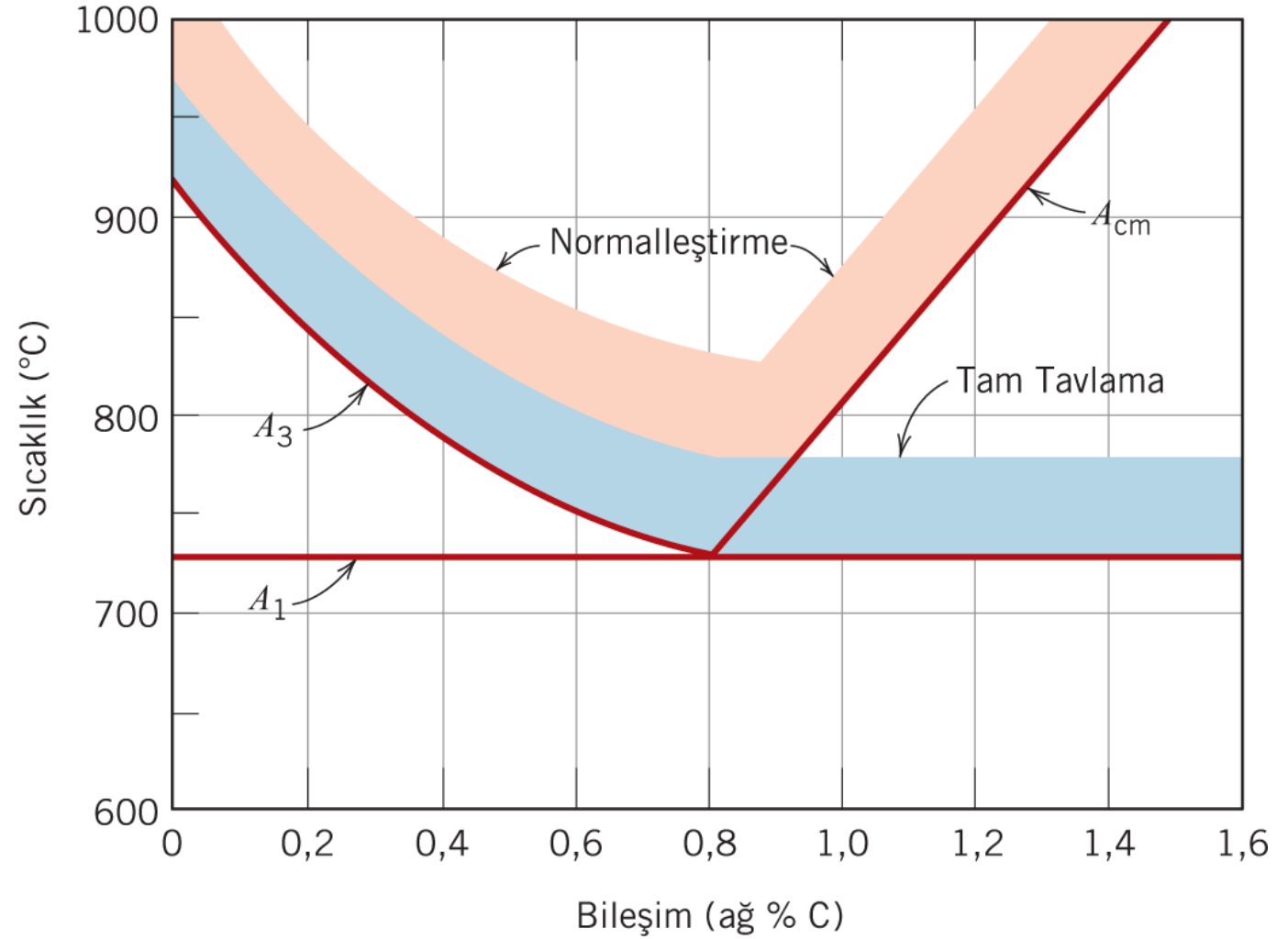
- **Yeniden kristalleşme** tavı, metal veya alaşımın daha önce gördüğü soğuk şekil değişiminin olumsuz etkilerini gidermeye yönelik bir ısıtma işlemidir. Bu işlem sayesinde pekleşmiş durumdaki malzeme yumuşatılıp sünekliği arttırılır.

# Gerilme Giderme Tavı

- Artık iç gerilmelerin giderilmemesi durumunda, parçalarda zamanla deformasyon ve çarpılmalar meydana gelir. Ayrıca artık iç gerilmeler, parçaların çalışmaları sırasındaki performanslarına olumsuz yönde etki yapabilir. **Gerilme giderme** tavından parçalardaki artık iç gerilmelerin giderilmesinde yararlanır.

# Demir Alaşımlarına Uygulanan Tavlama İşlemleri

**Şekil 11.10** Basit karbonlu çelikler için demir-sementit faz diyagramının, ısıl işlem sıcaklık aralıklarının, ısıl işlem sıcaklık aralıklarının veren ötektoid nokta civarındaki bölgesi. [Steels: Heat Treatment and Processing Principles, ASM International, 1990, p.108.]



- Ötektoid sıcaklıktan geçen yatay çizgi  $A_1$  ile belirtilip **alt kritik sıcaklık** olarak tanımlanır. Bu sıcaklığın altında ve denge şartlarında tüm ostenit fazı ferrit ve sementit fazlarına dönüşür.  $A_3$  ile ve  $A_{cm}$  ile belirtilen faz sınır çizgileri sırasıyla ötektoid altı çelikler ve ötektoid üstü çelikler için **üst kritik sıcaklık** çizgileridir. Bu çizgilerin üzerindeki sıcaklıklarda ve bileşimlerde, sadece ostenit fazı yer alır.

# ***Normalleştirme Tavl***

- Haddemele gibi plastik Şekil değişimine uğratılmış Çeliklerin mikroyapıları perlit ve çoğunlukla bir ötektoid öncesi faz (karbon miktarına göre ferrit veya sementit) iğerir. Bu faz veya fazlar düzensiz, nispeten büyük ve de farklı boyutlara sahip taneler halinde iç yapıda bulunur. **Normalleştirme** (veya normalizasyon) adı verilen bu tavlama ısığ işleminden, tanelerin inceltilmesi, daha homojen bir iç yapı ve dağılımın sağlanması amacıyla yararlanılır.

- Normalleştirme işlemi [Şekil 11.10](#)'da gösterilmiş olan çeliklerin üst kritik sıcaklık değerlerinin, yani ötektoid altı çelikler için  $A_3$  sıcaklığının ve ötektoid üstü çelikler için  $A_{cm}$  sıcaklığının en az 55°C üzerindeki sıcaklıklara kadar ısıtılmasıyla gerçekleştirilir. Bu sıcaklıkta yeteri kadar tutulan çeliğin iç yapısı tamamen ostenit fazına dönüşür. Bu işlem aynı zamanda **ostenitleme** olarak da isimlendirilir.

# ***Tam Tavlama***

- **Tam tavlama** ısıtma işlemi, daha çok önemli miktarda plastik şekil değişimine veya talaşlı imalat işlemine tabi tutulacak olan düşük veya orta karbonlu çeliklere, söz konusu işlemler öncesinde uygulanan bir ısıtma işlemidir.



## ***Küreselleştirme Tavı***

- Küreselleştirilmiş çelikler en yüksek yumuşaklığa, şekil değişimi veya talaşlı işlemeye elverişli yüksek süneklik değerine sahip olur. Sementitlerin birleşmesiyle iç yapıda küresel formu oluşturmalarını sağlayan **küreselleştirme tavı** birkaç farklı şekilde uygulanabilir.