

1.GİRİŞ

Genel olarak metal şekillendirme işlemlerini imalat işlemlerinin bir parçası olarak değerlendirmek mümkündür. İmalat işlemleri genel olarak şu şekilde sınıflandırılabilir:

- 1) Temel şekillendirme, Döküm (kum kalıp ve metal kalıp), ergimiş ekstrüzyon, metal toz presleme. İlk şekil yok -----> iyi elde edilmiş son şekil.
- 2) Metal Şekillendirme: Haddeme, Ekstrüzyon, Soğuk ve Sıcak Dövme, Bükme, Derin Çekme, Çubuk ve Tüp Çekme.... Malzeme plastik deformasyon ile şekillendirilmiştir.
- 3) Metal Kesme: Testereleme, Tornalama, Frezeleme, Raybalama,yeni şeklin malzeme eksilterek elde edildiği operasyonlar
- 4) Metal İşlemler: Isıl İşlem, Anotlama-Galvanizleme, Yüzey sertleştirme. Genel şekilde değişiklik olmadan görüntü yada özelliklerde değişim olan operasyonlar.
- 5) Birleştirme:
 - a) Metalurjik: Kaynaklama, Lehimleme, Metalleri ısı ve/veya basınçla birleştirme
 - b) Mekanik: Perçinleme, Sıkı Geçme, Mekanik birleştirme (cıvata, vida, ...).

Metal şekillendirme işlemlerinde şekil değişikliği plastik defromasyon ile elde edilir. Malzeme eksilmesi olmadığından ve malzeme özelliklerinde iyileşme elde edildiğinden tercih edilir.

1.1. Metal Şekillendirme İşlemlerindeki Değişkenler, Sınıflandırmalar ve Tanımlamalar

Metal Şekillendirmede basit bir geometri karmaşık bir geometriye çevrilmiş olur. Kullanılan araçlar (kalıp) istenilen geometrik bilgiyi kapsarlar ve malzeme üzerine araç/malzeme arayüzü vasıtasıyla basınç uygularlar. Bir metal şekillendirme işlemini tanımlayan fiziksel olgu çok sayıda işlem değişkeni içerdiği için formüle edilmesi güçtür.

Örnek olarak bir şekillendirme işleminin tasarımı için aşağıdakilerin hesaba katılması gerekir:

- 1) Kinematik: metal akışı, ör. sekil, hızlar, gerinim, gerinim hızı.
- 2) Şekillendirilebilme limitleri, ör. Hangi şartlar altında malzemenin içten yada yüzeyden kırılacağı.
- 3) Kullanılacak preslerin belirlenebilmesi için gerekli kuvvet ve gerilmeler.

Metal Şekillendirme işlemleri sıcak yada soğuk olarak yapılabilir. Sıcak şekillendirme işlemleri malzemenin yeniden kristalleşme sıcaklığı üzerindeki sıcaklıklarda gerçekleşir.

Malzeme boyutlarına göre ayırmak gerekirse; Kütle (hacim) ya da Levha Şekillendirme olarak sınıflandırılabilir.

Uygulanan kuvvetler düşünülürse;

Basma kuvvetleri (sıkıştırma) uygulanan işlemler (Ör: açık ve kapalı dövme, ekstrüzyon, ...)

Çekme kuvvetleri uygulanan işlemler (Ör: Tel ve çubuk çekme, derin çekme, gererek şekillendirme, ...)

Kesit alanda moment (Bükme) uygulanan işlemler (Ör: Düz kenar kıvrırma, gererek kenar kıvrırma, ...)

Kayma yükleri uygulanan işlemler (kesme) (Ör: Delme, boşaltma, makaslama...) Şeklinde sınıflandırılabilir.

1.2. Sistem Olarak Metal Şekillendirme

Metal akışı kendi içerisinde bazı değişkenlere bağlıdır ve dolayısıyla dinamik olarak tanımlıdır. Bir metal şekillendirme sistemi şunlardan oluşur;

- 1) İş parçası (Malzeme, Geometri): verilen (ilk değerler) kompozisyon; deformasyon/ısı işlem tarihçesi (mikroyapı ile ilişkilidir)

Malzeme karakteristiği şu şekilde tanımlanır:

a) Akış gerilmesi, değişik yönlerde (anizotropi olabilir) bünye denklemleri ile ifade edilir.

b) Malzemenin şekillendirilebilirliğini etkileyen faktörler:

- İşlem değişkenleri (sıcaklık, gerilme ve gerinim ve gerinim hızı),
- Deformasyon sırasındaki metalurjik değişiklikler (boşlukların oluşmasına, kompozisyon, muhteviyatı, çökeltme, ...).

2) Takımlar (kalıplar) {Malzeme, Geometri}: Takım değişkenleri şunlara bağlıdır:

- a) tasarım ve geometri
- b) yüzey tesviyesi
- c) mekanik (sertlik, direngenlik) ve ---> malzeme, ısıl özellikler (ısı transferi)

3) Arayüz durumları (iki yüzün sürtünme karakteristiği):

Coulomb kanunu ile sürtünmeye bağlı kayma gerilmesi ifade edilir ya da akış gerilmesi ile ilişkilendirilerek arayüzdeki kayma gerilmesi normal gerilme ve sürtünme katsayısı cinsinden yazılabilir. Sürtünme katsayısı tahmini için testler yapmak gerekir.

4) Plastik deformasyon mekaniği: Metal akışı deformasyon alanında oluşur ve şunlardan etkilenir:

- a) Takımın geometrisi (Deformasyon alanı şekli),
- b) Arayüzey (Sürtünme: normal kuvvet, gerinim, yüzey durumları),
- c) Stok malzeme özellikleri,
- d) Deformasyon alanında bulunan ısıl durumlar.

Deformasyon alanında ne olduğunu analiz etmek için kullanılan modeller: dilim analizi (alt sınır, üst sınır, kayma çizgisi, gerilme çizgisi, sonlu farklar ve sonlu elemanlar modelleri olarak sıralanabilir.

5) Kullanılan teçhizat:

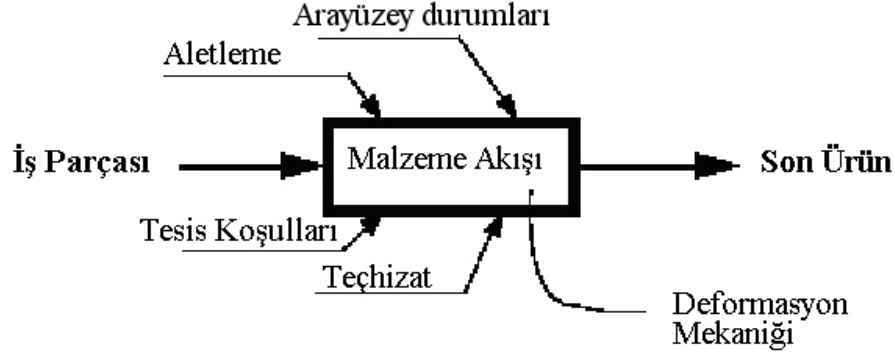
Bir işlem için teçhizat seçimi hedeflenen hassasiyet , rijitlik, üretim hızı, ürün miktarı, çevre etkileri...'ne bağlıdır.

6) Tesis-Teçhizat ortamı:

Hava, gürültü, fabrika ve üretim imkanları ve kontrolü gibi faktörlerdir.

7) Son ürün karakteristiği {Geometri, Mekanik Özellikler, Metalurjik Özellikler}

Boyutlar, yüzey işlemleri, metalurjik, mekanik özellikler (takım rijitliği) (arayüzey durumları) (mikroyapı; gerinim, gerinim hızı, sıcaklığa bağlıdır)



Şekil 1.1. İş parçasının son ürüne dönüşümünü etkileyen faktörler

Metal akışı son ürünün karakteristiğine etki eder ve kusurların oluşmasına sebep olur. (ör: çatlaklar, katlanmalar, bruşmalar)

1.3. İmalat Yöntemi Olarak Metal Şekillendirmenin Avantajları

- 1) Hemen hemen hiç artık olmaması.
- 2) Son şeklin kısa sürede elde edilebilmesi.
- 3) Daha iyi mekanik ve metalurjik özellikler elde edilmesi. (mukavemet, tokluk, tane boyutu, ...)

1.4. Metallerin Yapısı, Kristallerin Deformasyon Mekanizması

1.4.1 Metallerin Yapısı

Metaller ve alaşımlar katı durumda kristal yapıdadırlar. Hala atomların başlıbaşına komple yapıları ile ilgili davranışlarını metalin makroskopik özellikleriyle ilişkilendirmek mümkün olmamaktadır. Metallerin esas yapısı, atomların üç boyutlu uzayda belirli bir düzene göre dizilmelerinden ibarettir.

Kristal Yapı :Sıvı haldeki bir metalin katılaşması sırasında atomların düzenli bir şekilde dizilmeleri sonucunda oluşan yapıya kristal yapı denir. Düzenli diziliş tekrarlı karakterdedir.

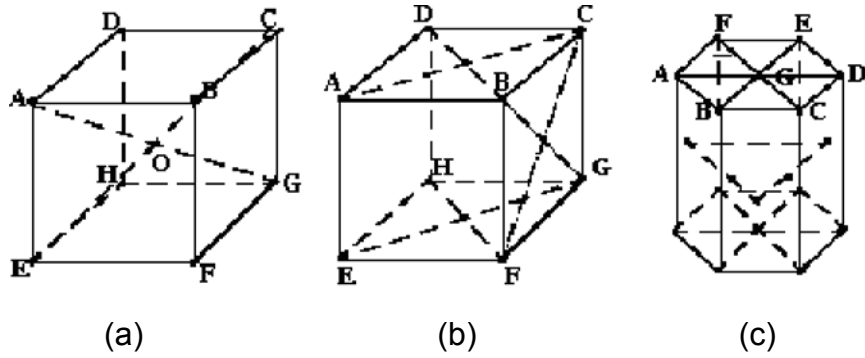
Birim Hücre (Lattice): Bir metalin karakteristik kafes yapısının özelliğinde olan en küçük atom topluluğuna birim hücre denir.

Kristal yapı, birim hücrenin tekrarlanması ile meydana gelir. Birçok metalin yapısı 3 grubun içerisine dahil edilebilir (Şekil 1.2). Bunlar:

HMK; Hacim merkezli kubik (BCC, Body-Centered Cubic): V, Cr, α Fe, δ Fe gibi

YMK; Yüzey merkezli kubik (FCC, Face-Centered Cubic): Cu, Al, γ Fe gibi

SPH; Sıkı düzenli hegzagonal (HCP, Hexagonal Closed-Packed): Zn, Ti, Mg gibi



Şekil 1.2. Birim hücre yapıları: (a) Hacim merkezli kübik, (b) Yüzey merkezli kübik, (c) Sıkı düzenli hegzagonal.

Bazı metallerin kristal yapıları Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1 Çeşitli metallerin kristal yapıları

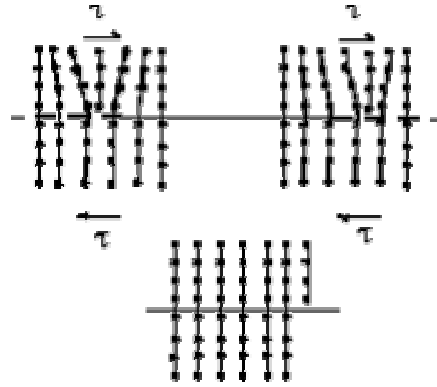
| Hacim merkezli | Yüzey merkezli | Sıkı düzenli |
|----------------|----------------|--------------|
| Krom | Alüminyum | Berilyum |
| Demir | Demir | Magnezyum |
| Molibden | Bakır | Çinko |
| Tungsten | Altın | Kobalt |
| Vanadyum | Kurşun | Titanyum |
| Tantal | Nikel | Zirkonyum |
| Titanyum | Gümüş | |
| Zirkonyum | Kobalt | |

Demir, titanyum, kobalt, krom, zirkonyum gibi bazı metaller sıcaklığa bağlı olarak kristal yapılarını değiştirirler. Bu olaya allotropi (veya polimorfizm) denir

1.4.2 Metallerin Deformasyon Mekanizmaları

Metallerde iki çeşit deformasyon mekanizması görülür:

1) Metallerin deformasyonu kristal bloklarının belirli kristalografik düzlemler boyunca birbirleri üzerinden kaymasıyla oluşur. Bu düzlemler kayma düzlemleri olarak adlandırılır. Kayma düzlemleri kristal içerisinde en çok rastlanan düzlem ve yönlerdir. Blok malzemenin kayması kayma düzlemindeki kayma gerilmeleri sonucu oluşur. Eğer kristal mükemmel olsaydı plastik deformasyonu başlatmak için gerekli kayma gerilmesi gerçeğinden yaklaşık 100 katı fazla olurdu. Kayma yapı içerisindeki hatalar (dislocations) sebebiyle mümkün olur.



Şekil 1.3. Kayma ile deformasyon oluşumu

Komple tavllanmış metal için boşluk yoğunluğu 10^6 - 10^8 boşluk çizgisi/cm² dir. Soğuk şekillendirilmiş metalde 10^{10} - 10^{12} boşluk çizgisi/cm² dir. Sıcak şekillendirmedeki sıcaklık yeniden kristallenme sıcaklığının üzerindedir. Boşluklar deformasyon sırasında bazı mekanizmalarla sayıca artarlar.

2) İkiz kristal oluşumu ile Deformasyon {Mekanik (Şok Yükleme (büyük gerinim hızı)) ve Isıl Etki}

Metallerde ikinci deformasyon mekanizmasıdır. Kristalin ikizleşmemiş örgü ile ayna simetri pozisyonu almasıyla oluşur.