

34108

T.C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
METAL EĞİTİMİ ANABİLİMDALI

# SAÇ KESME İŞLEMİNDE MALİYET ANALİZİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

İrfan ÇALIŞ

Danışman:  
Prof.Dr. İrfan YÜKLER

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İSTANBUL-1994

## **ABSTRACT**

Sheet-metal forming methods can be mainly divided into two groups: Shearing and forming. Each method can be divided into subgroups according to the machines used in the process.

Die life, die cost, operation time, consumed sheet metal weight and scrap weight varies due to sheet-metal working process. These factors directly affects production time and production cost.

In this thesis cost affecting factors are examined by technical point of view. Different processes are compared in production time of certain products.

## ÖZET

Saç işleme yöntemlerini kesme ve şekillendirme diye iki ana guruba ayırmak mümkündür. Her gurubu prosesde kullanılan makinaya göre adlandırmak da mümkündür (Giyotinde saç kesme, mekanik presde saç kesme, hidrolik presde saç kesme, v.b.)

Her prosesde işlem için gerekli işçilik süresi, kalıp ömrü, kalıp maliyeti, sarf malzeme tüketimi ve çıkan hurda miktarı farklı olmaktadır. Bütün bu faktörler maliyet ve üretim sürecine direkt olarak tesir etmektedir.

Hazırlanacak olan tezde Maliyete tesir eden faktörler teknik yönden incelenecek ve zaman etüdüleri irdelenerek Endüstriyel uygulamalarda farklı prosesler mukayese edilecektir.

## İÇİNDEKİLER

	SAYFA
<b>ABSTRACT</b> .....	II
<b>ÖZET</b> .....	III
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	IV
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Saç işleme yöntemleri .....	1
1.2. Saç işlemenin presler vasıtasıyla gerçekleştirilmesi .....	2
1.3. Amaç .....	2
<b>2. KESME</b> .....	4
2.1. Makaslarla kesme .....	4
2.1.1. Giyotin makaslarla kesme .....	4
2.1.1.1. Eğik ağızlı giyotin makasla kesme .....	6
2.1.1.2. Üst bıçak eğik konuma getirilmiş giyotin makaslarla kesme .....	6
2.1.1.3 Eğik konumla giyotin makaslarda uygun açının tespiti .....	8
2.1.1.4. Giyotin makas elemanlarına ait pratik değerler .....	9
2.1.2. Açılı bilenmiş şekil makası ile kesme .....	10
2.1.3. Ruleli makaslarla kesme .....	10
2.1.3.1. Ruleli makaslarla yapılan kesme işlemine ait uygulamalar .....	14
2.1.3.1.1. Eksenleri birbirine paralel ruleli kesme .....	12
2.1.3.1.2. Alt bıçak eğik konumlu ruleli kesme .....	13
2.1.3.1.3. Yataya göre eğik konumlu ruleli kesme .....	13
2.1.3.1.4. İki veya daha fazla ruleli paralel eksenli kesme .....	14
2.1.3.2. Ruleli Makaslarla kesmenin avantajları .....	14
2.2. Kalıplarla kesme .....	17
2.2.1. Kalıplarla kesmenin sınıflandırılması .....	17

2.2.1.1. Taslak (çevre) kesme .....	17
2.2.1.2. Delme .....	18
2.2.1.3. Artıksız kesme.....	18
2.2.1.4. Ayırma .....	18
2.2.1.5. Çentik açma .....	20
2.2.1.6. Yarma .....	20
2.2.1.7. Çapak kesme .....	21
2.2.2. Kesme ve Delme kalıpları .....	21
2.2.2.1. Kesme ve Delme kalıbını meydana getiren parçalar .....	21
2.2.2.2. Kesme ve Delme kalıbının çalışması .....	23
2.2.2.3. Kalıpla Delme veya Kesme işlemi.....	24
2.2.2.4. Kesme yüzey kalitesini etkileyen faktörler .....	26
2.2.2.4.1. Malzeme özelliklerinin kesme yüzey kalitesine etkisi.....	26
2.2.2.4.2. Kalıp özelliklerinin kesme yüzey kalitesine etkisi .....	27
2.2.2.4.2.1. Kesme Boşluğu.....	27
2.2.2.4.2.1.1. Uygun bırakılmış kesme boşluklu kalıpla kesme .....	27
2.2.2.4.2.1.2. Aşırı boşluklu kesme kalıbı ile kesme .....	28
2.2.2.4.2.1.3. Yetersiz boşluklu kesme kalıbı ile kesme.....	29
2.2.2.4.2.1.4. Kesme boşluğunun kararlaştırılması .....	31
2.2.2.4.2.2. Açısal Boşluk.....	35
2.2.2.5. İş Parçası ölçüleri ile zımba ve kalıp ölçüleri arasındaki bağıntı ...	41
2.2.3. Kalıp ömrü.....	43
2.2.4. Kalıpla kesmede ekonominin yükseltilmesi .....	51
2.2.4.1. İş parçasına uygun kalıbın seçimi .....	51
2.2.4.2. Kalıp yapımında uygun malzemenin kullanılması.....	55

2.2.4.3. Artık parça miktarının azaltılması.....	58
2.2.4.3.1. İşlenmemiş malzemelerin kalıba verilmiş şekilleri .....	59
2.2.4.3.2. Malzeme tasarrufu hakkında genel bilgiler .....	60
2.2.4.3.3. İş parçasının malzeme şeridine yerleştirilmesi .....	61
2.2.4.3.3.1. İş parçasının enine ve boyuna yerleştirilmesi.....	62
2.2.4.3.3.2. İş parçalarının malzeme şeridine iç içe yerleştirilmesi .....	64
2.2.4.3.3.3. İş parçalarının birbirine geçecek şekilde malzeme şeridine yerleştirilmesi .....	65
2.2.4.3.3.4 İş parçalarının malzeme şeridine artıksız yerleştirilmesi.....	66
2.2.4.3.4. Malzeme şeridinin verim hesabı .....	67
2.3 Kesme Kuvveti.....	71
2.3.1 Makaslarla kesmede kesme kuvveti.....	73
2.3.2. Kalıplarla kesmede kesme kuvveti.....	74
2.3.3. Kesme kuvveti ile kesme olayı arasındaki bağıntı .....	75
2.3.4. Kesme kuvvetinin azaltılması.....	76
2.4. Kesme işi .....	78
<b>3. KALIPTA KESİLEREK ÜRETİLEN BİR PARÇANIN MALİYET ANALİZİ .....</b>	<b>85</b>
3.1. Parça analizi.....	85
3.2. Üretim Planı.....	86
3.3. Malzeme .....	87
3.3.1. İş parçasının malzeme şeridine yerleştirilmesi .....	87
3.3.2. Malzeme maliyeti.....	90
3.4. İşçilik maliyeti.....	90
3.5. Kalıp maliyeti.....	91
<b>4. SONUÇLAR.....</b>	<b>93</b>
Faydalanılan Kaynaklar.....	96

## I.GİRİŞ

Düşük karbonlu ve alaşımsız çeliklerin soğuk haddelenmesiyle elde edilen ince metal levhaların, kesme ve/veya şekillendirme yöntemleriyle istenilen özelliklerde bir ürün haline dönüşmesi faaliyetlerini kısaca saç işleme olarak tanımlayabiliriz. Bu faaliyetler sırasında tüketilen değerlerin tamamı maliyeti meydana getirir. Ürün maliyetini meydana getiren bu değerler işçilik, hammadde ve takım masrafları ile işletmenin sabit ve değişken giderleri toplamıdır. Maliyeti önemli ölçüde etkileyen işçilik sürelerini kısaltıcı imalat usullerinin bulunması ve uygulanması işletmeler açısından oldukça önemlidir.

### 1.1.SAÇ İŞLEME YÖNTEMLERİ

Önceleri tamamen el becerisine dayalı ve insan gücü ile yapılan saç işleme, günümüzde preslerde kahplar vasıtası ile çok seri ve ekonomik olarak gerçekleştirilmektedir.

Genel olarak saç işleme yöntemlerini kesme, bükme, sıvama, gererek şekillendirme ve derin çekme şeklinde sınıflandırmak mümkündür. Kesme dışında diğer bütün saç işleme yöntemlerinde malzeme şekillendirme sırasında bir taraftan gerilmek suretiyle uzarken diğer taraftan sıkışarak yığılmaya zorlanmaktadır. Karmaşık şekilli parçalar, uygun kalıplar kullanılarak saç işleme yöntemlerinin birden fazlasının presin bir tek çevriminde arka arkaya uygulanmasıyla hızlı ve ekonomik olarak üretilebilir.

## **1.2. SAÇ İŞLEMENİN PRESLER VASITASIYLA GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

Preslerle yapılan üretimin en önemli özelliği birbirine özdeş parçaları, istenilen hassasiyette çok seri olarak üretilmesini sağlamasıdır. Bunun yanında kullanılan kalıpların imalindeki zorluklar ve kalıp maliyetlerinin yüksek oluşu, bu üretim şeklinin dezavantajlı yönlerini meydana getirmektedir. İhtiyaçlara cevap verebilecek kalitede bir ürün elde edilebilmesi için iyi bir kalıp dizaynı yanında hassas bir işçilik de gerekmektedir. Saç işleme atelyelerinde maliyeti etkileyen en önemli unsurlardan biri de çeşitli hatalardan dolayı kalıbın hasara uğrayarak kullanılmaz hale gelmesidir. Bu şekilde hem sözkonusu kalıp için ödenen yüksek ücret boşa gidecek hem de üretimin durmasına neden olacaktır. Kesintisiz bir üretimin gerçekleştirilebilmesi için üretimi yapılacak parçaya uygun dizayn özelliklerinde bir kalıbın tasarım ve imalinin yanında üretimde fiilen çalışacak elemanların yetişmişlik düzeylerinin de çok büyük etkisi vardır.

Son yıllarda preslere otomasyon sistemlerinin uygulanmasıyla dahili hareketlerinin, kontrollerin ve tali işlemlerin azaltılması sağlanmıştır. Önceleri muhtelif makinalar üzerinde bir kaç operasyonda yapılması gereken işlemleri bir tek makinada gerçekleştirerek, yatırımın mümkün olduğunca düşük tutulması temin edilmekte, üretim sürelerinin azaltılmasıyla maliyetin önemli bir şekilde düşürülmesi sağlanmaktadır.

## **1.3. AMAÇ**

Bütün üretim yapan işletmelerde olduğu gibi ince metal levhaları işleyen bir işletmede de maliyet işçilik, hammadde ve takım masrafları ile bu işletmenin sabit ve değişen giderleri toplamıdır. Bu araştırmanın temel amacı saç işleme yöntemlerini işlemin gerçekleştirildiği elemanları dikkate alarak incelemek ve maliyete etki eden faktörlerden işçilik, hammadde ve takım masraflarını kontrol altında tutarak üretimin düşük maliyetle gerçekleşmesine yardımcı olmaktır.

Araştırma aynı zamanda saç işleme tekniği dersinde kullanılmak üzere yukarıda bahsi geçen problemlerin çözümüne yönelik bir eğitim notu olma özelliğini de taşımaktadır.

Bu amaca ulaşmak için aşağıdaki sorulara cevap verilmeye çalışılacaktır.

1- Üretimi yapılacak parçaya uygun dizayn özelliklerinde bir parça üretimi sağlanabiliyor mu? Bu parçanın kullanım fonksiyonlarını bozmadan üretimi kolaylaştırıcı değişiklikler yapılabilir mi?

2- İşçilik zamanını kısaltıcı bir imalat dizaynı yapılmış mı?

3- Üretimi yapılacak parça adediyle, malzeme cinsi ve kalınlığı dikkate alınarak takım seçimi yapılmış mı?

4- Malzeme tasarrufuna gereken önem verilmiş mi?

## **2. KESME**

Kesme ince metalik levhalarından istenilen şekil ve boyuttaki parçaları talaş kaldırmadan elde etme işlemidir. Kesme işleminden geçen iş parçası ya son şeklini almış parça olur veya şekillendirmenin diğer kademeleri için ayrılır. Bu nedenle kesme, metalik saçların kullanıldığı imalat endüstrisinde işlemenin birinci kademesini oluşturması nedeniyle uygulama alanı çok geniş olan bir yöntemdir.

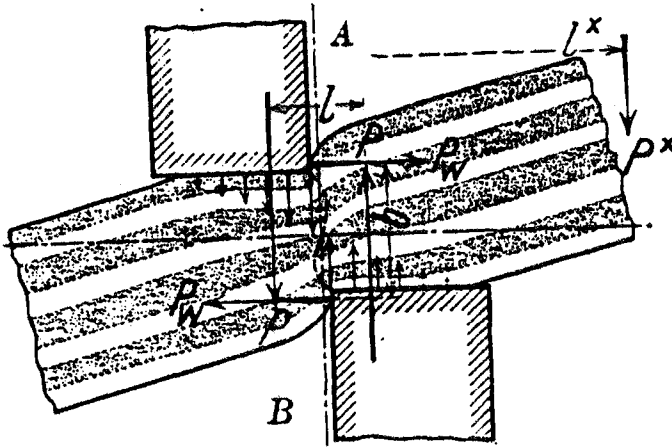
Metalik saçların talaş kaldırmadan kesilmesi makaslar ve kesme kalıpları denilen aparatlarla olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir.

### **2.1. MAKASLARLA KESME**

#### **2.1.1. Giyotin Makaslarla Kesme**

Şerit haldeki saçlardan istenilen boyda plaka elde edilmesi veya bu plakadan uygun ölçülerde parçaların fire vermeyecek şekilde düz bir hat boyunca ayrılmasını temin edecek şekilde tasarlanmış Giyotin Makaslar, altı sabit üstü hareketli iki bıçak ile baskı düzeni ve yeteri kadar hareket elemanlarından oluşur.

Kesme kuvveti hareketli bıçak vasıtasıyla malzeme üzerine uygulanır. Kesme olayının birinci safhasında makas bıçakları malzemeye temas eder ve malzemenin esnekliğinin müsaadesi nisbetinde bir miktar batar. Bunun sonucu bıçakların malzeme ile temas ettiği yüzey büyür. P kesme kuvveti Şekil.2.1.de görüldüğü gibi bıçakların değme yüzeylerine yayılır.(6) Kesme kuvvetinin devam etmesiyle kesmenin ikinci safhası meydana gelir ve bıçakların malzeme direncini yenerek dalmasıyla oluşan kayma gerilmeleri bıçak ucundaki malzemenin kesilmesine neden olur. Kuvvetin artarak devam etmesiyle oluşan basınç gerilmeleri sonucu malzeme kesmenin bu son safhasında kırılır.



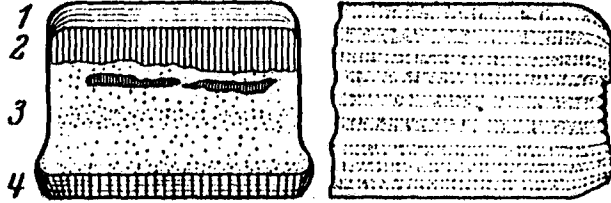
P : Kesme kuvveti  
 Pω: Tepki kuvvetleri  
 Px: Baskı kuvveti

Şekil.2.1.Giyotin makaslarla kesme (6)

Bıçakların değme yüzeylerine yayılan P bileşke kuvvetleri arasında L mesafesi bulunur. Bileşke kuvvetleri  $M_1 = P.L$  döndürme momentini meydana getirirler. Bıçakların malzemeye dalmasıyla orantılı olarak değişen bu döndürme momenti kesme öncesi yatay konumdaki malzemeyi bıçaklara doğru döndürmeye çalışır ve bıçak yan yüzeylerinde Pω ile gösterilen tepki kuvvetlerinin doğmasına neden olur. Aralarında b mesafesi bulunan Pω kuvvet çifti  $M_2 = P\omega \cdot b$  döndürme momenti meydana getirerek  $M_1$  momentini dengelemeye çalışır.  $M_1$  momentinin  $M_2$  momentinden büyük olması nedeniyle malzemenin bıçaklara doğru dönmesi önlenemez. Bu olumsuz durum malzemeyi bıçaklar arasına sıkıştırarak, bıçakları birbirinden ayırmaya zorlar, hatta bıçakların kırılmasına neden olur. Bunu önlemek için  $L_x$  uzaklığına konulan  $P_x$  değerindeki baskı kuvvetinin oluşturduğu  $M_3 = P_x \cdot L_x$  momenti ile sistem dengelenir. Malzemenin dönmesine engel olan  $P_x$  kuvveti kesme öncesi yaylı veya hidrolik düzenlerle saç malzeme üzerine uygulanır.(3)

Kesilen malzemedeki kesme sonucu meydana gelen bölgeleri Şekil.2.2. de görebiliriz 1 ve 4. bölgeler kesmenin birinci safhasında meydana gelen plastik deformasyonun sonucudur. Bu bölgede malzemenin akma sınırından önce bıçaklar kaldırılırsa malzeme tekrar eski durumuna geri döner. 2. bölge gerçek kesilmenin olduğu kesmenin ikinci safhasını göstermektedir.

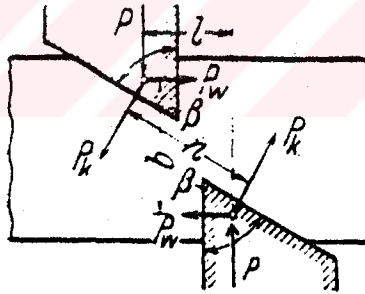
3. bölgedeki mat ve pürüzlü bölge kırılmanın meydana geldiği kesmenin üçüncü safhasıdır.



Şekil.2.2. Kesmenin safhaları (6)

### 2.1.1.1. Eğik Ağızlı Makasla Kesme

Giyotin makaslarda kesme bıçakları Şekil.2.3.de görüldüğü gibi eğik bilenirse P bileşke kuvvetleri, bıçakların dalma derinliğinin arttığı kenarlara doğru kayarak L uzaklığının küçülmesine neden olur. Bunun sonucunda  $M_1 = P.L$  döndürme momenti Şekil.2.1.dekine ( $\beta = 90^\circ$ ) göre daha düşük bir değerde gerçekleşmesi sağlanır.



$$P_k = P \cdot \sin \beta$$

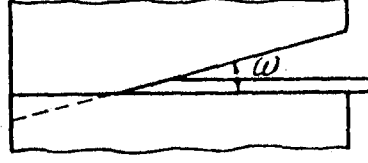
$$P_w = P \cdot \tan \beta$$

$$P.l = P_k.n - P_w \cdot b$$

Şekil.2.3. Eğik bilenmiş kesme bıçaklı Giyotin makaslarla kesme(6)

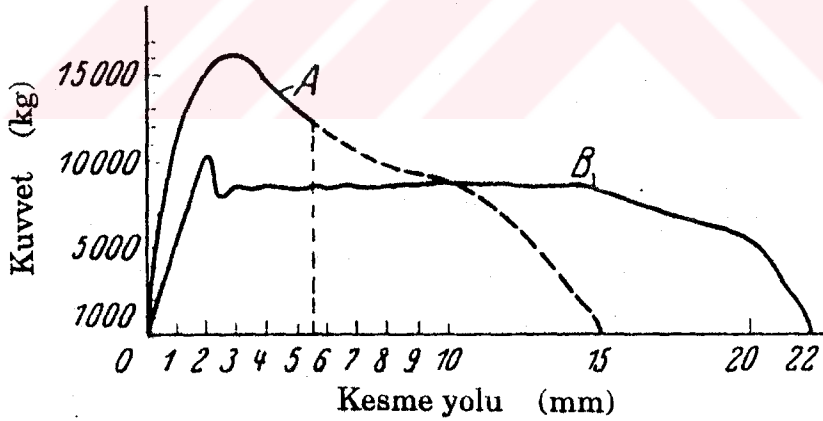
### 2.1.1.2. Üst Bıçak Eğik Konuma Getirilmiş Giyotin Makaslarla Kesme

Giyotin makaslarda daha küçük kesme kuvveti ile çalışmayı temin etmek için, üst bıçak Şekil.2.4.de olduğu gibi eğik konuma ( $\omega > 0$ ) getirilmiştir. Bu suretle aynı kalınlık ve özellikteki malzemelerin daha dü-



Şekil.2.4.Eğik konumlu giyotin makasla kesme

şük kuvvetle kesilmesi sağlanmıştır. Bahsedilen bu durumu Şekil.2.5.de farklı konumdaki makaslarla gerçekleştirilen kesmeler sonucu elde edilen diyagramlarda görebiliriz. Her iki deneyde de 15x45 mm ölçülerinde aynı kalitede sac kullanılmıştır. A deneyinde makas bıçak açıları  $\beta = 85^\circ$  dir ve iki bıçak arasındaki açı  $\omega = 0^\circ$  dir. Kesme sırasında bıçaklar malzemeye paralel olarak temas eder ve malzeme kalınlığı kadar bir yol alarak kesmeyi tamamlar. Kuvvet kırılmanın başlamasına kadar hızla yükselir. Bu noktadan sonra kesmenin tamamlanmasına kadar azalarak devam eder. B'de ise makas bıçak açıları  $\beta = 80^\circ$  ve iki bıçak arasında  $\omega = 10^\circ$  lik bir açı

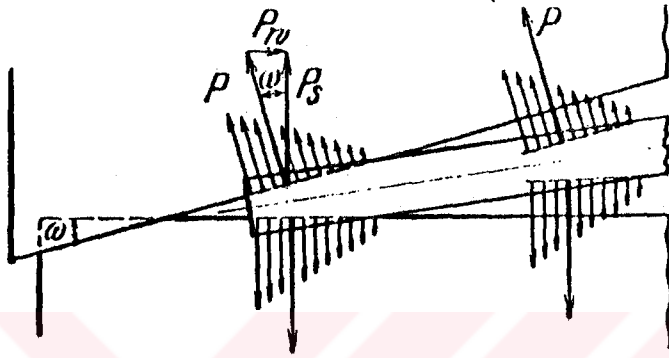


Şekil.2.5.Değişik konumdaki kesmelerde kuvvet değişimi(6)

vardır. Bu açı nedeniyle bıçağın malzemeye etki eden kesiti azalmıştır. Dolayısıyla kesme daha küçük bir kuvvetle meydana gelmiş, kesme yolu uzamıştır.(6)

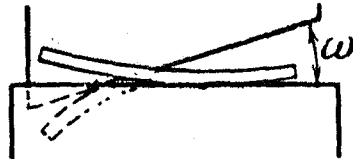
### 2.1.1.3. Eğik Konumlu Giyotin Makaslarda Uygun Açının Tespiti

Eğik konumlu giyotin makaslarda kesmeye neden olan kuvvetlerin dağılımı Şekil.2.6. da görülmektedir. Malzeme, bıçak kesici ağızları arasında  $\omega/2$ 'ye karşılık gelen bir açıda bulunmaktadır. Kuvvetler en büyük değere ulaştığı an kırılma başlar. Makasla kesmede bıçak temas yüzeylerine



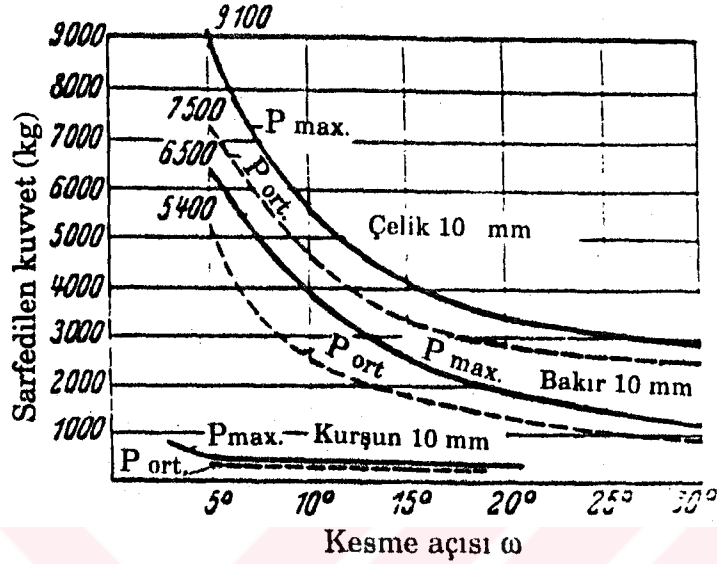
Şekil.2.6.Eğik konumlu makaslarda kuvvet dağılımı(6)

dik doğrultuda meydana gelen  $P$  kuvveti, bıçaklar arasındaki  $\omega$  açısından dolayı malzemeyi kesmeye çalışan  $P_s$  ile malzemeyi ileri doğru sürüklemeye çalışan  $P\omega$  kuvvetlerine ayrılır. Malzemeyi iten  $P\omega$  kuvveti ile malzemeyi kesmeye çalışan  $P_s$  kuvvetleri arasında; malzemenin sürtünme katsayısına ( $\mu$ ) bağlı olarak  $P\omega = P_s \cdot \mu$  bağıntısı vardır. Malzemenin sürtünme katsayısı bilindiğine göre sürüklenmenin olmaması için  $\omega$  açısının belirli bir değeri aşmaması gerekir. Bu değerin aşıldığı durumlarda makaslara malzemenin sürüklenmesine engel olacak sabit dayanakların konulması gerekir. Bu durumda gerçekleşen kesmelerde, malzemenin kesilen uçlarında aşağı ve yukarı doğru bükülmelerin arttığı görülür. (Şekil.2.7)



Şekil.2.7.Kesilen malzemenin kesme açısına bağlı olarak bükülmesi (6)

Giyotin makaslarla yapılan kesmelerde bıçaklara verilen  $\omega$  açısının kesme kuvvetini nasıl etkilediğini Şekil.2.8'deki 10 mm kalınlığında çeşitli

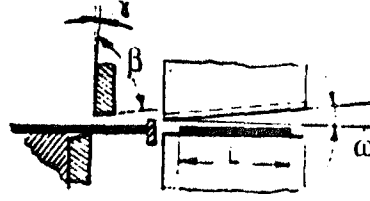


Şekil.2.8.Sarfedilen kuvvetin kesme açısına bağlı değişimi. (6)

malzemelerle yapılan deney sonuçlarının işlendiği diyagramlarda görmek mümkündür. Şekil.2.6.'da malzemeyi kesmeye çalışan  $P$  kuvveti bu açıya bağlı olarak değişir. Şöyle ki,  $P_s = P \cdot \cos \omega$  dir.  $\omega$  açısı ne kadar büyürse  $P_s$  kesme kuvveti o kadar küçülecektir. Buna karşılık  $P\omega$  kuvveti  $P\omega = P \cdot \sin \omega$  bağıntısına göre malzemeyi aynı oranda artan bir kuvvetle itmeye çalışacaktır. Sonunda  $\omega$  açısının büyümesiyle kazanılan bükme momenti vasıtasıyla parçanın kısmen koparak kolayca ayrılmasını sağlar. Pratikte  $\omega$  açısı genellikle 12°'ye kadar tercih edilir. (6)

#### 2.1.1.4. Giyotin makas elemanlarına ait pratik değerler

Metalik sac ve levhaların düz bir hat boyunca kesilmesinde kullanılan giyotin makaslarla yapılan çeşitli uygulamalar sonucu bulunmuş makas elemanlarına ve bu elemanların konumlarına ait Şekil.2.9.'daki değerler aşağıya çıkarılmıştır.(14)

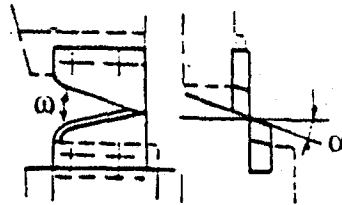


Şekil.2.9. Giyotin makasta kesme işlemi. (3)

Makasın durumuna göre 40 mm kalınlığa kadar kesme yapılabilir. Üst bıçak eğim açısı  $\omega$ 'nin değeri paralel bilenmiş bıçaklı makaslarda  $2-6^\circ$ , açılı bilenmişlerde ise  $7-12^\circ$ dir. Kama açısı  $\beta = 75-85^\circ$ , boşluk açısı  $\gamma = 2-3^\circ$  alınır. Bıçakların bilenebilmesi için  $\beta = 90^\circ$  ve  $\gamma = 0^\circ$  yapılabilir.

### 2.1.2. Açılı Bilenmiş Şekil Makası ile Kesme

Alt bıçak sabit, üst bıçak 2-3 mm kurs boyunda dakikada 2000-2500 titreşim yapan makinalardır. Bıçaklar arasındaki  $\omega$  açısı  $24-30^\circ$  ve bıçakların eğim açısı  $\alpha = 6-7^\circ$  dir. Markalamaya veya şablona göre 15 mm yarı çaplı kavislere kadar kesim yapılabilir. (Şekil.2.10)

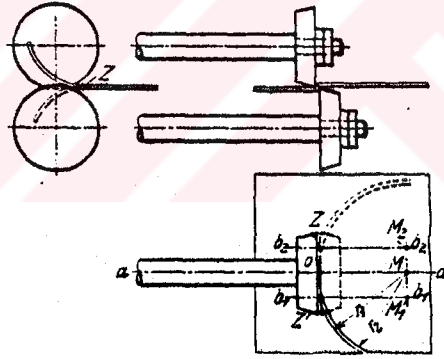


Şekil.2.10. Açılı bilenmiş şekil makası ile kesme işlemi. (3)

### 2.1.3. Ruleli makaslarla kesme

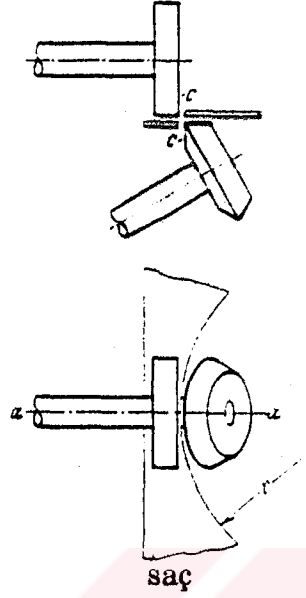
Basit serbest kesmeler üzerinde edinilen tecrübeler sonucu, düz prizmatik bıçaklar yerine birbirine değişik konumlarda yerleştirilebilen dairesel bıçaklar kullanılmasıyla çeşitli profile sahip parçaların, uzun şerit

halindeki saçların belirli ölçülerde dilinmesi sağlanmıştır. Teorik kesilme şeklini gerçekleştirmek, işlenen saçı bıçak çevresinin farklı her noktasından geçirilmesi ile mümkündür. Bunun için malzeme, yüzeyine paralel eksenle yerleştirilmiş üst bıçak ile alt bıçak arasından geçirilirken M noktasından dönebilir şekilde tespit edilmiştir. Dairesel kesmenin çap ölçüsündeki azalma sınırlı tutulmalıdır. Bunun nedeni şekil.2.11'de açıklanmaktadır. (6) Bıçak önce malzemenin "z" ile gösterilen noktasına dalar ve dönme hareketi nedeniyle bıçaklar malzemeyi düz bir hat boyunca "O" noktasına sevk eder. Böylece malzeme  $r_1$  ve  $r_2$  gibi iki farklı yarı çap üzerinde dönmek zorunda kalır. Malzeme üzerindeki M noktası sabit olduğundan ve malzeme elastik olmadığından düzgün bir kesme elde edilmez. Malzeme uzayarak bükülür. Bükülme miktarı, kesme kavis yarıçapı küçüldükçe bıçak kavrama doğrusu aynı oranda büyüyeceğinden artar. Bunu önlemenin çaresi M noktasını  $M_1$



Şekil.2.11.Paralel eksenli ruleli makaslarla kesme(6)

noktasına taşımaktır. Böylece malzeme eksen  $b_1 - b_1$  eksenine kayarak bıçak kavrama doğrusu ZO'ya paralel hale gelir. Ancak dairesel bıçak eksen  $a-a$ 'yı geçer. ZO'ara ölçüsü dairesel bıçak çapına, malzeme kalınlığına, bıçağın birbirine olan uzaklığına bağlıdır. Alt bıçak Şekil.2.12.de görüldüğü gibi eğik konumda yapılarak ZO kavrama doğrusunun boyunun kısaltılması sağlanabilir. Böylece daha küçük kavislerin daha düzgün kesilmesi sağlanır.(6)



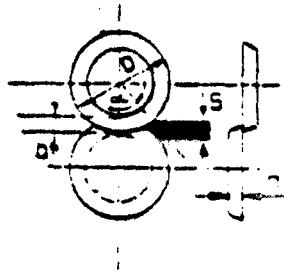
Şekil.2.12.Alt bıçak eğik konumlu ruleli makasla kesme(6)

### 2.1.3.1.Ruleli Makaslarla Yapılan Kesme İşlemine Ait Uygulamalar

Genellikle sayıları az profilli parçaların tek tek kesilmesi veya uzun bant halindeki saçların belirli ölçülerde dilinmesi ruleli makas bıçaklarının değişik şekil ve konumlarda yerleştirilmeleriyle sağlanır.(14)

#### 2.1.3.1.1.Eksenleri birbirine paralel ruleli kesme

Rulelerin durumuna göre 30 mm kalınlığa kadar levhaların şerit veya pul şeklinde kesilmesinde kullanılır. Kavrama açısı  $\alpha > 14^\circ$  ve rulelerin malzemeye dalması (0,2-0,3)..S'dir. (Şekil.2.13)



Rule ölçüler

$$S > 10 \text{ mm için : } D = (20-30) \cdot S$$

$$h = 50-90 \text{ mm}$$

$$S < 3 \text{ mm için : } D = (35-50) \cdot S$$

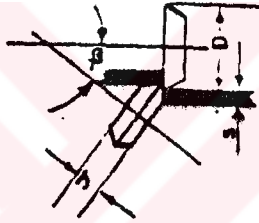
$$h = 20-25 \text{ mm}$$

Şekil.2.13.Eksenleri birbirine paralel ruleli kesme işlemi(3)

### 2.1.3.1.2.Alt bıçak eğik konumlu ruleli kesme

Kalınlıkları 30 mm. ye kadar olan metalik saçların şerit, pul veya kavisli şekilde kesilmesinde kullanılır. Eksenler arası açı  $\beta = 30-40^\circ$  dir (Şekil.2.14)

Rule ölçüleri



$$S > 10 \text{ mm için : } D = 20 \cdot S$$

$$h = 50-80 \text{ mm}$$

$$S < 3 \text{ mm için : } D = 28 \cdot S$$

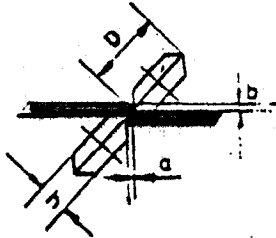
$$h = 15-20 \text{ mm}$$

Şekil.2.14.Alt bıçak eğik konumlu ruleli kesme işlemi(3)

### 2.1.3.1.3.Yataya göre eğik konumlu ruleli kesme

Dairesel plakalardan küçük kavisli parçaların veya girintili çıkıntılı parçaların kesilmesinde kullanılır. 20 mm kalınlığa kadar kesme yapılabilir. Kesme boşluğu  $a = 0,2 \cdot S$  ve rulelerin dalma mesafesi  $0,3 \cdot S$  değerindedir. (Şekil.2.15)

Rule ölçüler



$$S > 10 \text{ mm için : } D = 12 \cdot S$$

$$h = 40-60 \text{ mm}$$

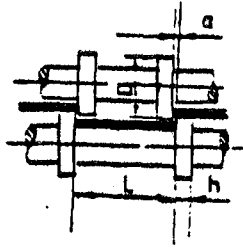
$$S < 5 \text{ mm için : } D = 20 \cdot S$$

$$h = 10-15 \text{ mm}$$

Şekil.2.15.Yatağa göre eğik konumlu ruleli kesme işlemi(3)

#### 2.1.3.1.4. İki veya daha fazla ruleli paralel eksenli kesme

Uzun şerit haldeki saçların belirli ölçülerde dilinmesi için geliştirilen, L mesafesi ayarlanabilen ve rulelerin arttırılması ile birden fazla şerit elde edilmesini sağlayan bir kesme şeklidir. Rulelerin durumuna göre 10 mm kalınlığa kadar kesme yapılabilir. Kesme açısı  $90^\circ$ , dalma miktarı  $b = 0,5.S$  ve kesme boşluğu  $a=(0,1-0,2) S$ 'dir.(Şekil.2.16)



Rule ölçüleri

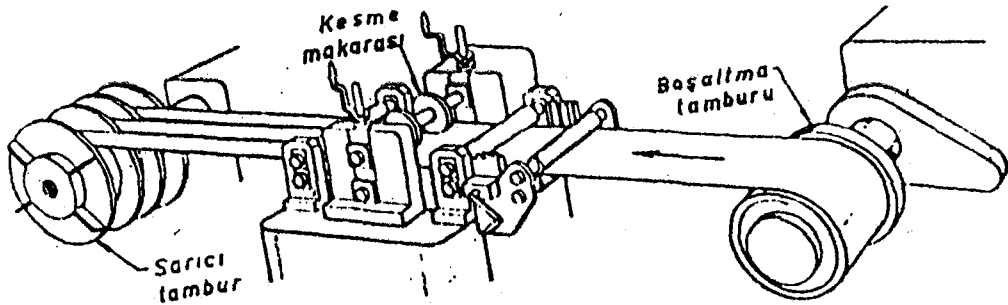
$$D = (40-125) S$$

$$h = 15-30 \text{ mm}$$

Şekil.2.16. İki veya daha fazla ruleli paralel eksenli kesme işlemi(3)

#### 2.1.3.2. Ruleli Makaslarla Kesmenin Avantajları

Bu tarz kesmelerde daha az güçteki makinalarla daha büyük kesme süratine ulaşılmıştır. Ruleli kesmelerle bir taraftan karışık şekilli parçaların tek tek kesilmesi gerçekleştirilirken, diğer taraftan uzun bant halindeki saçların çeşitli genişliklerde şeritlere kesintisiz dilinmesi sağlanmıştır.(Şekil.2.17)



Şekil.2.17. Ruleli makaslarla şerit dilme

Şerit malzeme üretilmesine paralel olarak otomatik ilerlemeli saç işleme preslerinin geliştirilmesiyle kesintisiz bir üretim gerçekleştirilmiş, çıkan hurda miktarının azaltılmasıyla önemli ölçüde malzeme tasarrufu sağlanmıştır. Otomotiv sanayiinde faaliyet gösteren bir kuruluşun şerit malzemeye geçmeyle ilgili olarak yapmış olduğu araştırma ve elde ettiği sonuçlar bu konuya ait ilginç bir örnek teşkil etmektedir.(12)

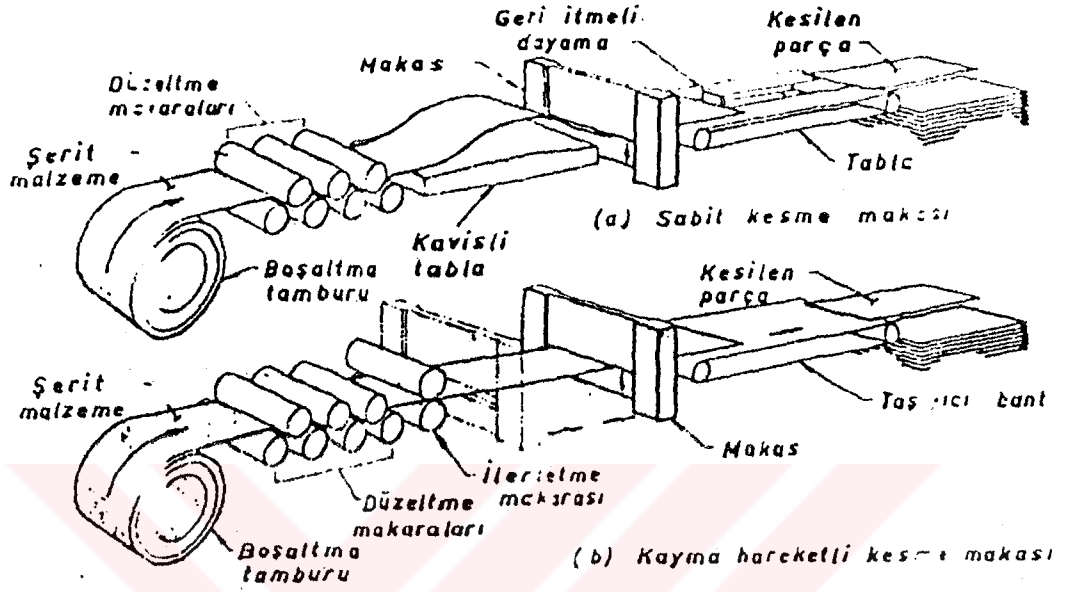
Bu kuruluş şerit malzemeye geçmekle saç tüketiminde ilave bir kazançla birlikte şerit saçın fiat farkından dolayı maliyetini düşürmeyi amaçlamıştır. 2 mm kalınlığa kadar tabaka saçtan imal edilen tüm parçaların şerit saçtan imaliyle en ve boy fireleri minimuma indirilerek brüt parça ağırlığının azalacağı görülmüştür. Ayrıca boyutları açısından 32 olan tabaka çeşidi şerit malzemeye geçilmesiyle 23'e düşürülmüştür. Tabaka ve şerit saç için ünite başına tüketilen saç miktarları kg olarak aşağıda verilmiştir. Bu miktarlar bir ünite kullanılan 2 mm kadar olan bütün saçların toplam ağırlığıdır.

Tablo.2.1.Tabaka ve şerit saç olarak tüketimin karşılaştırılması

<u>Ünite Adı</u>	<u>Ünite Kodu</u>	<u>Tabaka Saç</u>	<u>Şerit saç</u>
Escort 4 kapılı	A2	141.3	123.4
Pikap	P2	209.1	192.9
Escort sw	A5	139.3	125.9
Transit minibüs	V1	683.0	660.3
Transit van	V2	674.8	663.9
Transit kamyonet	V3	659.8	591.6
Kargo kamyon	D	214.5	173.5

Bu duruma göre yıllık imalat miktarları olan 10000 otomobil, 5000 kamyonet ve 6000 kamyon için tüketilen toplam saç miktarları tabaka saç olarak 6350 ton/yıl şerit saç olarak 5.920 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Böylece kuruluş yılda 430 ton malzeme tasarrufu sağlamıştır. Buna karşılık bu kuruluşun yapmış olduğu yatırım sadece Şekil.2.18a veya b

makinalarından biridir. Bu şekilde kullanılan şerit malzemedan istediği plakayı kendi ölçülerine uygun uzunlukta fire vermeden elde etmesi mümkün olmuştur.



Şekil.2.18.Şerit malzemedan giyotin makas vasıtasıyla tabaka kesilmesi

## 2.2.KALIPLARLA KESME

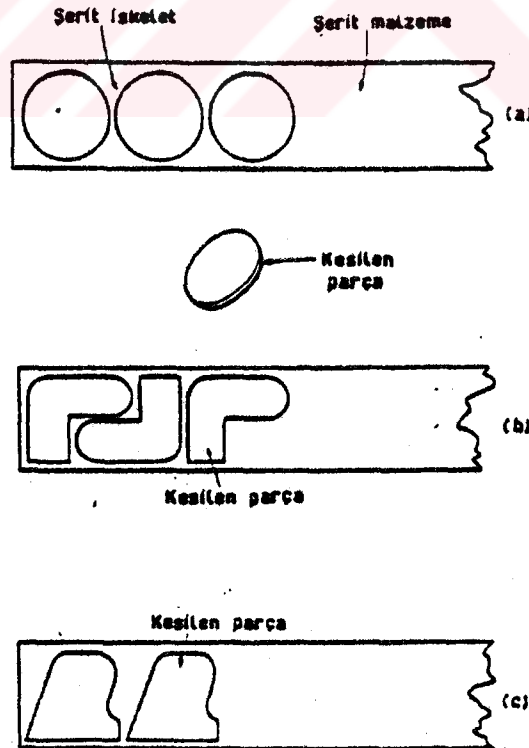
Kalıpların kullanıldığı diğer üretim şekillerinde olduğu gibi, kesmede de temel amaç birbirine özdeş parçaların, talaş kaldırılmadan, çok kısa sürede ve en az malzeme kullanılarak üretilmesini temin ederek maliyetlerin düşürülmesini sağlamaktır.

### 2.2.1.Kalıplarla Kesmenin Sınıflandırılması

Metalik sac ve levhaların kalıplar vasıtasıyla kesilmesi, arzu edilen üretim şekli ve parçanın biçimine göre taslak (çevre) kesme, delme, artıksız kesme, ayırma, çentik açma, yarma ve çapak keserek son boyutlara getirme işlemleri olarak sınıflandırılabilir.(4)

#### 2.2.1.1.Taslak (çevre) kesme

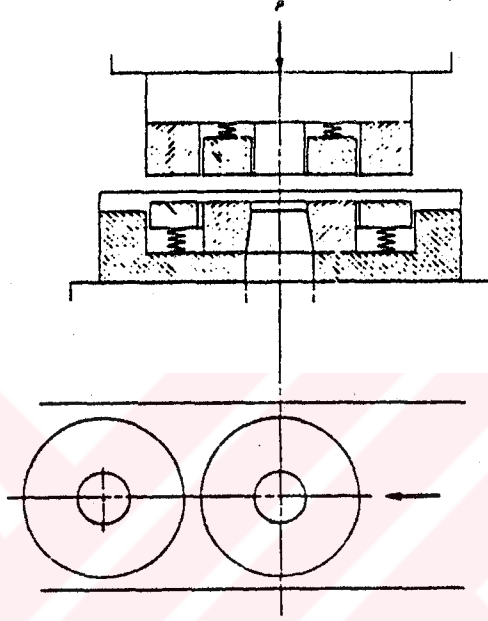
Parçanın tüm çevresince kesilmesiyle gerçekleşen bir işlemdir. Zımba tarafından kalıptan itilen parça iş parçasıdır. Bu kesme şeklinde taslak parçalar arasında kalan kısımlar atılmaktadır. (Şekil.2.19)



Şekil.2.19.Taslak (çevre) kesme işlemine ait örnekler(15)

### 2.2.1.2.Delme

Taslak kesme işlemine benzer. Ancak bu kesmede zımba tarafından itilen parça atılır. Taslak kesme ve delme işleminin beraber yapıldığı kalıp düzeni Şekil.2.20.de görülmektedir.



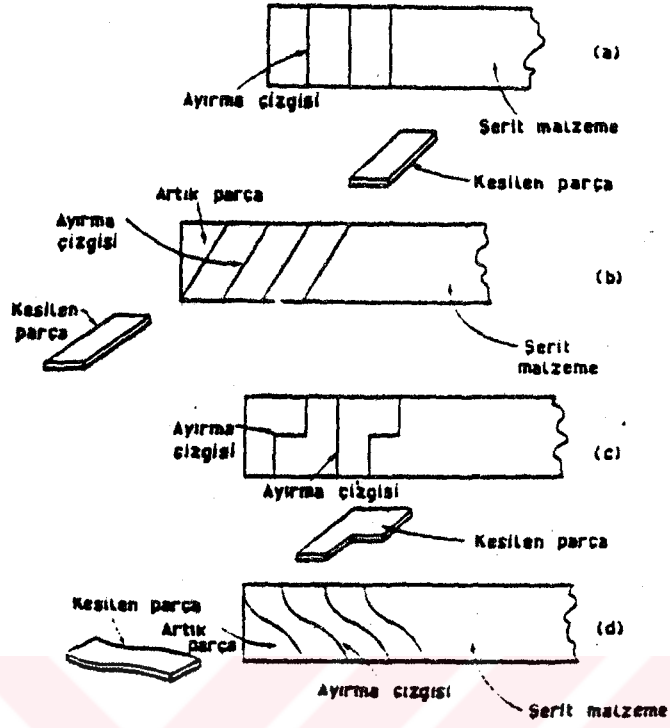
Şekil.2.20.Taslak kesme ve delme kalıbı ile kesme işlemi(4)

### 2.2.1.3.Artıksız Kesme

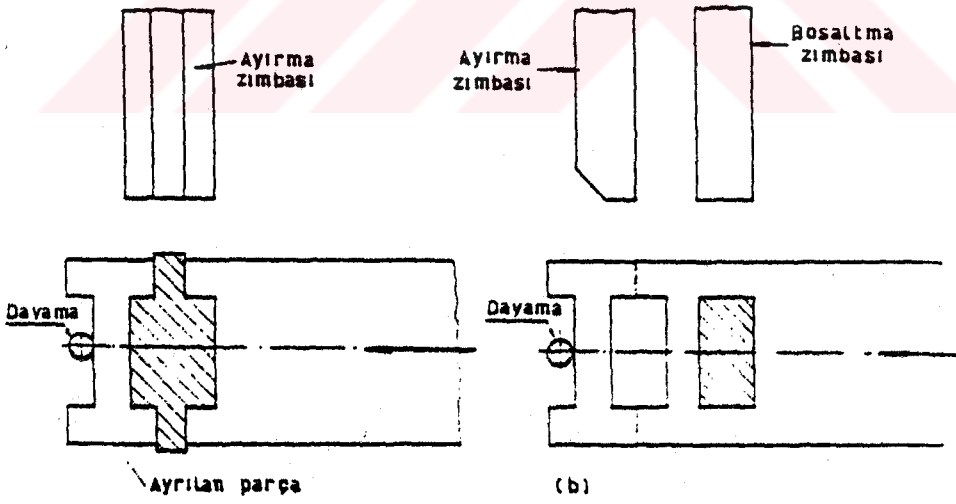
Bu kesme şeklinde şerit malzemedan belirli şekillere sahip parçalar metal kaybı olmadan ayrılır. Kesme çizgisi düz, kırık veya eğri şeklinde olabilir. Bazen artık parça şeridin iki ucunda olur.(Şekil.2.21)

### 2.2.1.4.Ayırma

Bu tip kesme işlemlerinde parça, şerit malzemedan ayırma zımbalarıyla ayrılmaktadır. Ölçü tamlığı istenmeyen ve artık malzeme sarfiyatının az olması gereken kesme işlerinde kullanılır.(15) Ayırma işleminde şerit malzemedan ayrılan iş parçasının kesilen kenarları birbiriyle uyum göstermez.(Şekil.2.22)



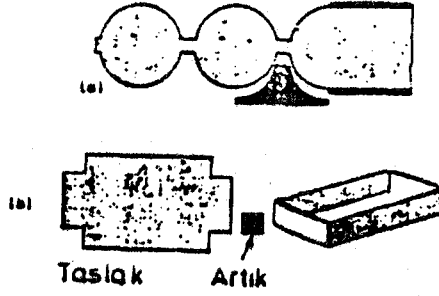
Şekil.2.21. Artıksız kesip ayırma işlemi(5)



Şekil.2.22. Ayırma işleminin şerit malzeme üzerinde gösterilişi(15)

### 2.2.1.5.Çentik Açma

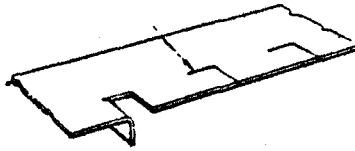
Çentik açma işleminde sac parçanın köşelerinde veya kenarlarından küçük parçalar kesilerek daha sonraki şekillendirme işlemine hazır hale getirilir.(Şekil.2.23)



Şekil.2.23.Çentik açma işlemi.(4)

### 2.2.1.6.Yarma

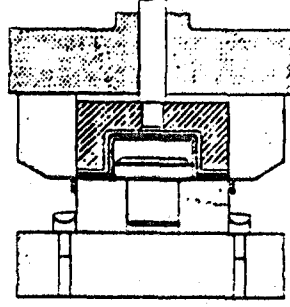
Bu kesme işleminde şerit malzemenin belirli bir yerine metal kaybı olmaksızın kesme işlemi yapılarak parçanın bundan sonraki şekillendirme işlemine hazır hale gelmesi sağlanır.(Şekil.2.24)



Şekil.2.24.Yarma işleminin şematik gösterilişi(4)

### 2.2.1.7.Çapak Kesme

Şekillendirilmiş parçanın son boyutlarına getirilmesi için uygulanan bir kesme işlemidir.(Şekil.2.25)



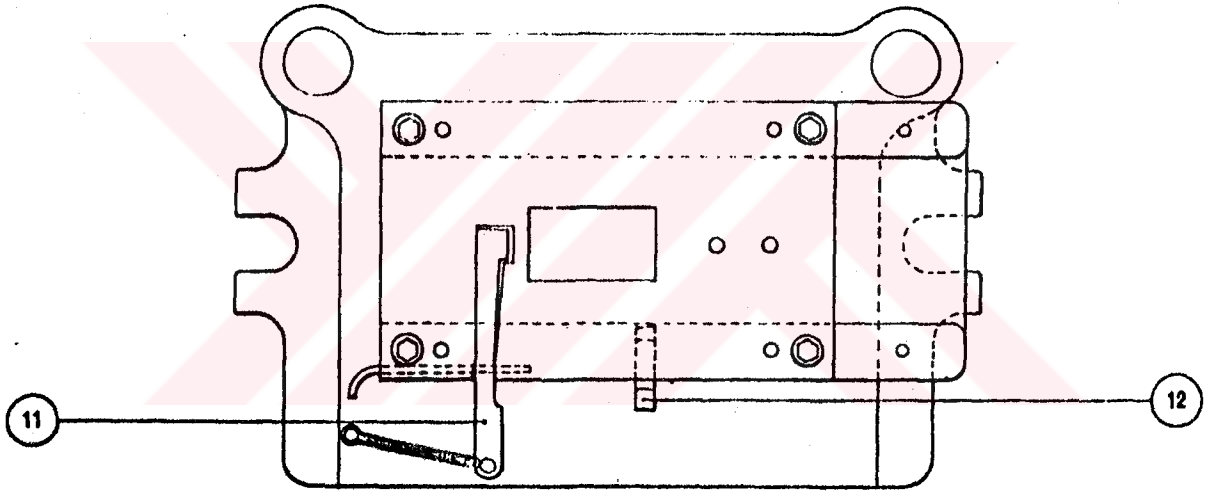
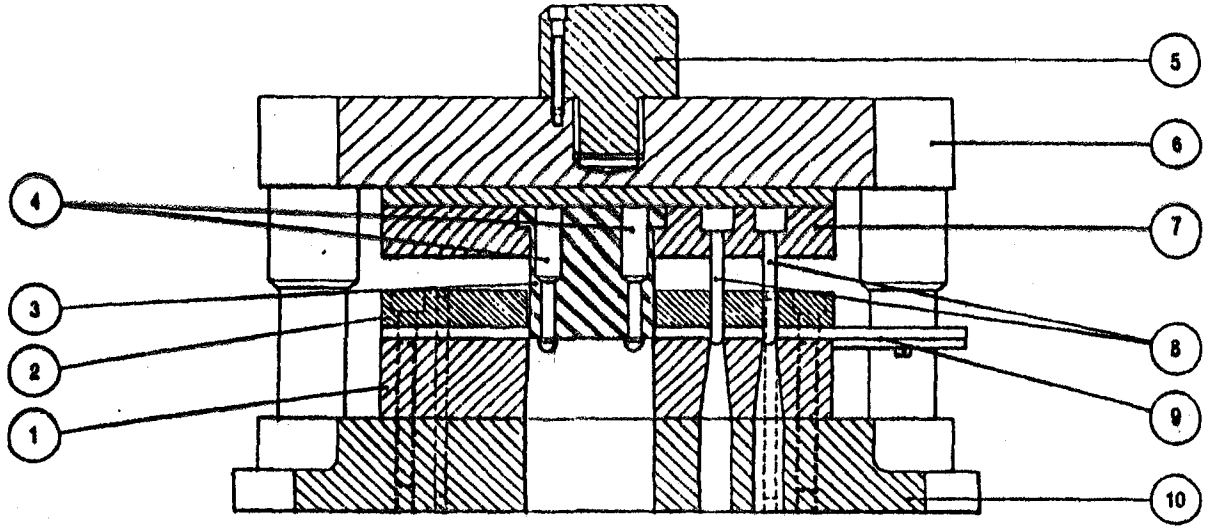
Şekil.2.25.Çapak kesme işlemi(4)

### 2.2.2.Kesme ve Delme Kalıpları

Kalıplarla kesme, kesme işleminin çeşidine göre değişik isimler almasına rağmen amaçlarındaki ortak nokta, işlemlerdeki benzerlikler, kalıp ve zımba ölçülerini belirleme özelliği ve daha sık kullanılmaları nedeniyle kesme ve delme kalıpları üzerinde durulacaktır. Kesme ve delme kalıplarına ait bir örnek Şekil.2.26.da verilmektedir.(5)

#### 2.2.2.1.Kesme ve delme kalıbını meydana getiren parçalar

Bir kesme ve delme kalıbına ait temel elemanlar Şekil.2.26.da görülmektedir. Bu elemanlar işlem sonucu elde edilecek iş parçasının profiline uygun boşlukların açıldığı kalıp gövdesi, kesme ve delme zımbaları ile ayırma plakasıdır. Ayırma plakası, klavuzlar, dayama mandalı, dayama çenesi ve kalıp gövdesi kalıp altlığına, kesme ve delme zımbaları ise zımba plakası vasıtasıyla sap tutucusuna civata ve pimler vasıtasıyla bağlanmışlardır. Bu elemanlar, zımba ve kalıp birbiriyle tam olarak uyum sağlayacak şekilde kalıp takımına tesbit edilmişlerdir.



1-Kalıp

2-Ayırma plakası

3-Kesme zımbası

4-Klavuz pim

5-Sap

6-Sap tutucusu

7-Zımba plakası

8-Delme zımbası

9-Klavuz

10-Kalıp altlığı

11-Dayama mandalı

12-Dayama çenesi

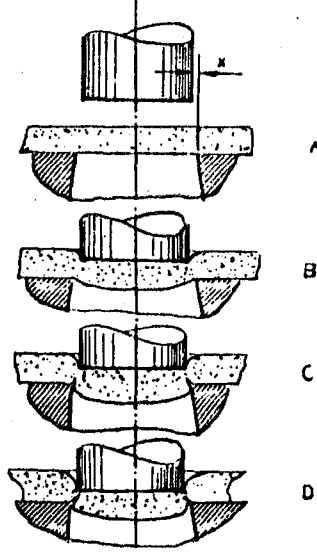
Şekil.2.26.Kesme ve delme kalıbı(5)

### 2.2.2.2.Kesme ve Delme Kalıbının Çalışması

Kalıp, sapın bağlı bulunduğu sap tutucusu vasıtasıyla pres hareketli başlığına, kalıp altlığı vasıtasıyla da pres tablasına bağlanır. Pres hareketli başlığı, pres tablasından en uzak mesafede ise üst kurs noktasındadır. Pres pedalına basıldığında hareketli başlığa bağlı kesme ve delme zımbaları pres tablasına doğru hareket eder. Şekil.2.26.daki örnek kesme ve delme kalıbında olduğu gibi kesme işleminin başlangıcında delme zımbası, dayama çenesine dayanmış olan malzeme şeridini keserek üzerinde boşluk meydana getirir ve artık parçayı kalıp gövdesindeki boşluğa iter. Kesme işlemini tamamlayan zımba başlangıç konumuna geri dönerken ayırma plakası malzemenin zımba ile beraber hareket etmesini engeller. Serbest kalan malzeme dayama mandalına gelerek durur. Bu anda zımba başlangıç konumundadır. Pres başlığının ileri veya geri hareketinde katettiği mesafe (alt ve üst ölü nokta arasındaki uzaklık) pres kursu olarak adlandırılır. Pres pedalına ikinci defa basılmasıyla delme zımbasının başlangıçta yapmış olduğu harekete ilave olarak kesme zımbası da presin başlangıç hareketinde delinen kısmı keserek malzeme şeridinden ayırır ve iş parçası olarak kesme kalıbının boşluğuna iter. İşlem bu şekilde delme kalıbı tarafından artık parça, kesme kalıbı tarafından da iş parçasının aynı anda alınmasıyla malzeme şeride bitinceye kadar devam eder. Malzeme şeridi iskelet olarak diğer taraftan çıkar.

Seçilen örnek kesme ve delme kalıbında olduğu gibi presin bir çevriminde iki veya daha fazla kalıplama işlemini yapan kalıplara ardışık kalıplar denir. Ardışık kalıpları imal etmenin zorluğu yanında üretim maliyetlerini düşürmesi nedeniyle çok büyük bir ekonomik yararı vardır. İki veya daha fazla işlemin bir defada yapılması ve otomatik çalışmaya uygun olması üretim sürelerini önemli ölçüde düşürmektedir.

### 2.2.2.3.Kalıpla Delme veya Kesme İşlemi



Şekil.2.27.Kalıpta kesmenin meydana gelmesi(3)

Kalıplarla kesme veya delme işleminde kuvvetlerin zımbalar vasıtasıyla malzeme üzerine uygulanması sonucu kesme olayı meydana gelir. Şekil.2.27A'da görüldüğü gibi zımba ile kalıp arasında, miktarı kesilen veya delinen parçanın boyutsal ölçüleri ile görünüşünü etkileyen "X" tek taraflı kesme boşluğu vardır. Kesme olayının birinci safhasında zımba malzeme ile temas ederek üzerinde basınç etkisi yapar. Malzemenin esneklik sınırı aşıldığında plastik şekil değişikliği meydana gelir ve Şekil.2.27B'de görüldüğü gibi malzemenin zımba tarafı içe çökerken kalıp tarafı da dışa doğru bir miktar kamburlaşır.(3)

Pres hareketli başlığının itici kuvveti devam ettikçe zımba malzemeyi yığılmaya zorlar ve bir miktar malzemeyi kalıp boşluğuna iter. Bu kesmede gerçek kesme (kayarak kesme) olayının oluştuğu safhadır.(11) Zımbanın malzemeye biraz daha dalmasıyla önce kalıp sonra da zımba tarafında kırılma çizgilerinin başladığı görülür.(Şekil.2.27C)

Zımba basıncının devam etmesi sonucu kesici ağızlarda başlayan kırılma çizgileri en büyük gerilme yığılmalarının sonucudur. Normal kesme



#### **2.2.2.4.Kesme Yüzey Kalitesini Etkileyen Faktörler**

Kalıplarla yapılan kesme ve delme işlemlerinde kesme yüzeyinin kalitesini kesme yüzeyi düzgünlüğü, boyutsal hassasiyet ve kesilen parçanın çarpılma miktarı belirler. Genel olarak kesme veya delme sonucu elde edilen kesme yüzeyinin saç yüzeyine mümkün olduğunca dik olması çapak ve çift kesme şeridinden yoksun olması, en az kenar kavisi ve en küçük kırılma açısına sahip olması istenir.

Kesme olayının birinci safhasında plastik şekil değiştirme sonucu meydana gelen kenar kavisi malzemenin fiziksel özelliğine, kalınlığına ve kalıp geometrisine bağlıdır.

Kesilen sacın bir yüzeyinde kenar kavisi meydana gelirken diğer yüzeyindeki kenarda genellikle çapak oluşur. Çapak yüksekliği de yine malzeme özellikleri ile kalıp geometrisine bağlıdır.

Zimba ile kalıp arasında bırakılan kesme boşluğunun çok küçük tutulduğu durumlarda, kesmenin ikinci safhasında oluşan çift kesme şeridinden de kaçınmak gerekir. Çapak, pürüzlü kırılma yüzeyi ve çift kesme şeridi malzemeye uygulanacak diğer plastik şekil verme işlemlerinde çentik etkisi göstererek erken çatlamalara neden olurlar.

Kesme yüzey kalitesine etkileyen ana faktörler malzeme özellikleri ile kalıp özellikleridir.

##### **2.2.2.4.1.Malzeme özelliklerinin kesme yüzey kalitesine etkisi**

Malzeme özellikleri arasında kesme yüzey kalitesinde en etkili olanlar malzemenin kalınlığı ile mekanik özellikleridir. Malzeme kalınlığı ve mekanik özelliğinin zimba-kalıp arasındaki kesme boşluğuna bağlı yüzey kalitesine etkisi şöyledir.

a) Belirli bir zimba-kalıp arası kesme boşluğu için malzemenin

yumuşak olması, köşelerdeki kenar kavisi miktarının artmasına neden olur. Ayrıca malzeme kalınlığı arttıkça kenar kavisi derinliği de artar.

b) Belirli bir kalınlık ve belirli bir zımba-kalıp arası boşluk için, malzeme sünekliği arttıkça, kesme şeridi genişliği artar.

c) Belirli bir zımba-kalıp arası boşluk için yumuşak malzemelerde çapak yüksekliği sert malzemelere oranla daha fazla olur. Kalınlığın artması da çapak yüksekliğini artırır.(4)

#### **2.2.2.4.2.Kalıp özelliklerinin kesme yüzey kalitesine etkisi**

Kalıp özellikleri arasında kesme yüzey kalitesine en fazla etki eden faktör zımba-kalıp arasındaki kesme boşluğudur.

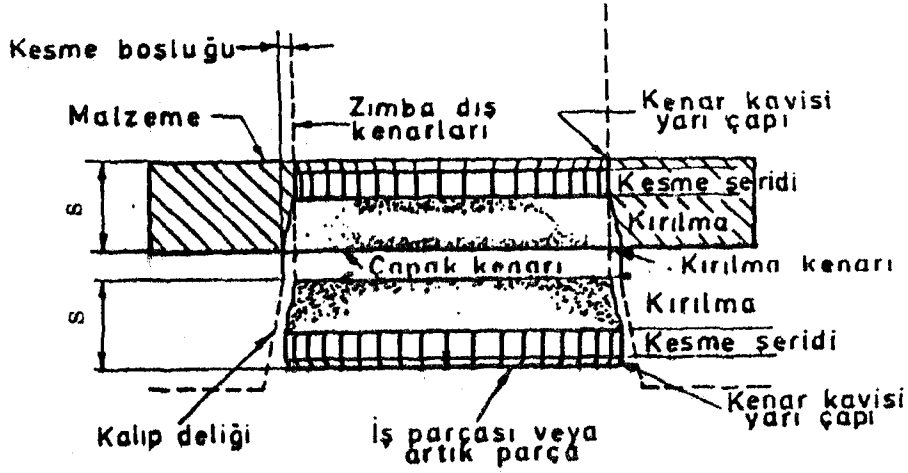
##### **2.2.2.4.2.1.Kesme boşluğu**

Kesilen veya delinen malzemenin görünüş karakteristikleri dikkate alındığında zımba ile kalıp arasında bırakılan kesme boşluğunun uygun, aşırı veya yetersiz olduğu konusunda bir fikir verir.

##### **2.2.2.4.2.1.1.Uygun bırakılmış kesme boşluklu kalıpla kesme**

Uygun kesme şartlarında elde edilen iş parçası veya artık parça, kesildiği malzemeye bağlı olarak Şekil.2.29.da görülmektedir. Kenar kavisleri, kesme olayının birinci safhasında meydana gelen plastik şekil değişmesinin sonucudur. Saçın üst yüzeyinde zımba kenarı ile alt yüzeyinde kalıp kenarının temas eden bölgelerinde meydana gelir. Kenar kavisinin miktarı kalıp geometrisi ile beraber malzemenin sertliği ve kalınlığına bağlıdır.

Kenar kavisinin oluşmasından hemen sonra zımbanın hareketine devam etmesiyle kesilecek metal kalıp boşluğuna itilir ve kesmenin ikinci safhası meydana gelir. Normal kesme şartlarında zımba, kırılma olmaksızın, metale malzeme kalınlığının yaklaşık 1/3'ü kadar batar. Parlak görünümlü bu bölgeye kesme şeridi denir.(11)



Şekil.2.29.Uygun bırakılmış kesme boşluklu kalıptan çıkan parçanın karakteristik görünüşü(11)

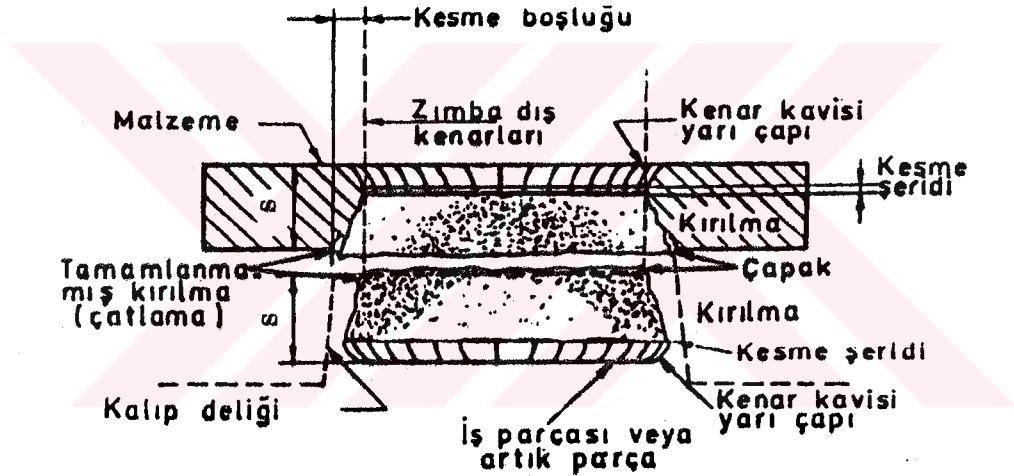
Zımbanın ilerlemeye devam etmesiyle oluşan en büyük gerilme yığılmaları nedeniyle zımba ve kalıp kesici ağızlarında kırılmalar başlar. Normal kesme şartlarında kırılmalar kalıp eksenine belirli bir açıda (Az karbonlu yumuşak çelikte yaklaşık  $7^\circ$ ) birbirlerine doğru paralel olarak uzanırlar ve bir noktada kesişirler (6). Böylece kesme olayının üçüncü safhası kırılmayla gerçekleşmiş ve kesme sona ermiş olur.

Kesilen saçın bir yüzeyindeki kenar yuvarlanırken diğer yüzeyindeki kenarda genellikle çapak oluşur. Eğer kesici ağızlar bilenmiş ve zımba ile kalıp arasında bırakılan kesme boşluğu doğru ise bu gibi uygulamalarda çapağın olmaması gerekir. Böyle bir kalıpta elde edilen parçalardaki çapağın derecesi kalıbın bilemeye hazır olup olmadığı konusunda bir fikir verir.

#### 2.2.2.4.2.1.2.Aşırı boşluklu kesme kalıbı ile kesme

Şekil.2.30 aşırı boşluk bırakılmış kesme kalıbı ile gerçekleştirilen bir kesme işleminin sonuçlarının göstermektedir. Zımba ile kalıp arasında tek taraflı bırakılan geniş boşluk, malzemenin kesilme yerine

şekillendirilmesine neden olur. Kenar kavis yarıçapı büyür ve kesme şeridi içine girer. Kesme şeridi küçülür, bazan da kenar kavis yarıçapı ile kırılma arasındaki sınır çizgileri kaybolur. Malzeme aşırı kesme boşluğuna itildiği ve kırılma meydana geldiği zaman kırılan kenarlarda büyük miktarda çapak meydana gelir. Bitmiş iş parçalarında, aşırı boşlukta meydana gelen kırılmanın tamamlanamaması nedeniyle tam teşekkül etmemiş çatlaklar oluşur. Bu olumsuzluklara karşılık aşırı boşluklu kalıplarda malzemenin kesilmesine tesir eden baskı kuvveti azalmaktadır. Bu nedenle kalın malzemelerin daha düşük kesme kuvvetleriyle kesilmesi aşırı boşluklu kesme kalıbı ile yapılmaktadır.(13)

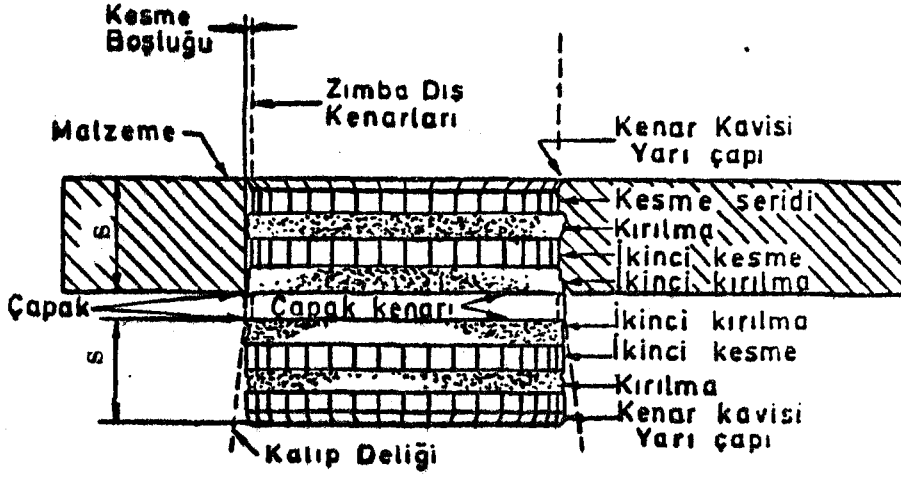


Şekil.2.30. Aşırı boşluklu kesme kalıbı ile üretilen parçanın karakteristik görünüşü(11)

#### 2.2.2.4.2.1.3. Yetersiz boşluklu kesme kalıbı ile kesme

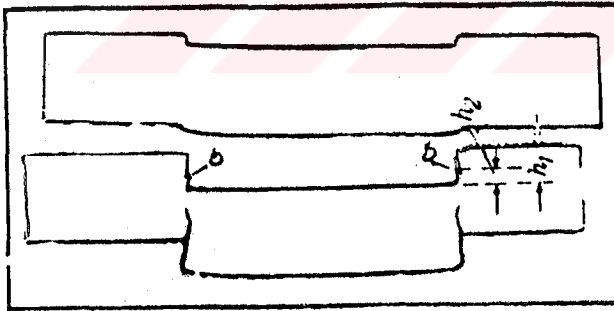
Kesme boşluğu yetersiz bırakıldığında malzeme iki veya daha fazla kesme şeridi meydana getirecek şekilde reaksiyon gösterir. Zımba ile kalıp kesici ağızlarındaki aşırı açıdan dolayı, malzemenin kırılmaya gösterdiği direnç arttırılmış olur. Basınç birikimlerinin sonucu kırılmanın başlaması kesici ağızlar yerine kesme boşluğunda meydana gelir. Kırılmaların birbiriyle kesişmemesi nedeniyle tam bir kırılma oluşmaz. Daha sonra ba-

basınç birikimleri ikinci kırılmayla sonuçlanan bir başka kesme olayının meydana gelmesine neden olur.(11)



Şekil.2.31.Yetersiz boşluk bırakılmış kesme kalıbı ile üretilen parçanın karakteristik görünüşü(11)

Şekil.2.32.de 8 mm kalınlığında ve 50 mm genişliğindeki St60-2 çelik saç çok dar tutulmuş kesme boşluklu kalıp ile delinmesi görülmektedir.(8) Üstteki şekilde zımba malzemeye kopma olmaksızın  $h_1 = 0,15 S$ , alttaki şe-



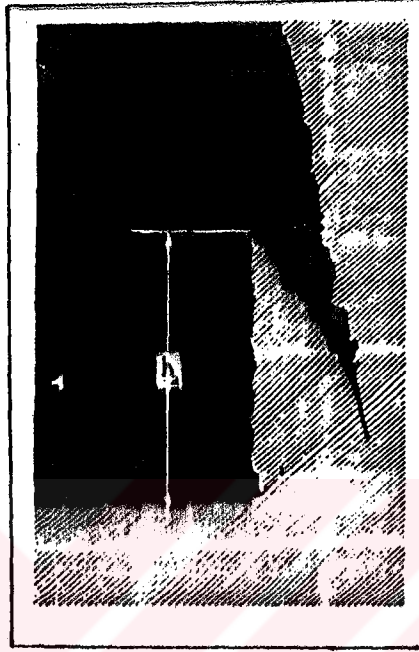
$h_1 =$  zımbanın dalma derinliği

$h_2 =$  çapak yüksekliği

Şekil.2.32.Yetersiz boşluk bırakılmış kalıpla delme

kilde ise  $h_1 = 0,4 S$  kadar dalmıştır. Delinen malzemenin aşırı sıkışmasından dolayı kırılma zımba kesici ucundan başlamamakta ve kesme boşluğunda Şekil.2.33.de daha açık olarak görüldüğü gibi  $h_2$  ölçüsünde bir tamamlanmamış kırılma meydana getirmektedir.(3) Zımba uç bölgesindeki malzemenin sıkışarak sertliği artmakta ve kırılma bu nedenle daha

yumuşak bölge olan kalıp tarafındaki kenardan olmaktadır. Sıkışmış malzeme bölgesi saçın düz bir hat boyunca kesilmesine engel olmakta ve kesilme düzensiz bir şekilde gerçekleşmektedir.



Çapak yüksekliği  
 $h_2 = 1\text{mm}$

Büyüme 36x

Şekil.2.33.Tamamlanmamış kırılmanın oluşumu(3)

#### 2.2.2.4.2.1.4.Kesme boşluğunun kararlaştırılması

Kesilecek malzemenin fiziksel özellikleri ve kalınlığı ile istenen yüzey kalitesine kuvvet ve iş gereksinimine bağlı olarak kararlaştırılan kesme boşluğu için araştırmacıların birleştiği kesin değerleri vermek malzemenin kesme ile ilgili fiziksel değerlerinin ölçülmesindeki zorluklar nedeniyle mümkün olamamaktadır. Bu nedenle iş gereksinimlerini karşılayabilecek en uygun kesme boşluğunun denemelerle kararlaştırılması gerekmektedir. Kalıp imal edilirken az kesme boşluğu verilerek işe başlanması, daha sonra uygun malzeme üzerinde yapılan deneme sonuçlarına göre boşluğun arttırılması tavsiye edilir. Böylece kalıbın aşırı boşluk nedeniyle hurdaya atılması önlenir.(11)

Uygun kesme boşluğu kalıbın ömrü ve üretilen parçanın kalitesi için gereklidir. Aşırı bırakılmış kesme boşluğu, iş parçasının deformasyonuna neden olurken yetersiz boşluk ise zımbanın aşırı zorlanmaya maruz kalmasından dolayı kesici parçalarda aşınma ve uygun olmayan gerilimler meydana getirir.(11)

Kesme boşluğunun belirlenmesinde dikkate alınacak hususları şu şekilde sıralamak mümkündür.(14):

1.Temiz kesme yüzeyi gerektirmeyen sıradan kesme uygulamalarında normal kesme boşluğu kullanılmalıdır.

2.Temiz ve parlak kesilme yüzeyi istenen kesmelerde dar tutulmuş kesme boşluğu tercih edilmelidir.

3.Kalın parçaların kesilmesinde kesilen yüzeyin durumu kullanıma engel değilse mümkün olduğunca geniş boşluk uygulanmalıdır.

4.Kalın parçalardan kesilecek küçük parçaların kesme yüzeylerinin parlak ve temiz olması gerekiyorsa dar kesme boşluğu ve kavislendirilmiş kesici kenar kullanılmalıdır.

5.Yumuşak malzemelerin kesilmesinde kırılmalar fazla görülmeyeceğinden dar kesme boşluğu kullanılabilir.

6.Parça kalınlığına oranla küçük çaplı delme işlerinde büyük kesme boşluğu seçilmelidir.

7.Hızlı çalışan preslerde (dakikada 200 kurstan fazla) takım dayanımı açısından büyük kesme boşluğu tercih edilmelidir.

Malzemelerin fiziksel özellikleri ile elde edilecek iş parçasının profili dikkate alınarak bulunan tek taraflı kesme boşluğu değerleri malzeme kalınlığı yüzdesi olarak tablo 2'de verilmektedir. (11)

Tablo 2. Kesme Boşluğu için tavsiye edilen değerler (11)

BEHER TARAF İÇİN KESME BOŞLUĞU (MALZEME KALINLIĞI YÜZDESİ)		
Malzeme	Karışık Şek	Yuvarlak
<b><u>Aluminyum</u></b>		
Yumuşak, Kalınlık 1,2 mm den az	% 3	% 2
Yumuşak, Kalınlık 1,2 mm den fazla	% 5	% 3
Sert	% 5 - % 8	% 4 - % 6
<b><u>Pirinç ve Bakır</u></b>		
Yumuşak	% 3	% 2
Yarı sert	% 4	% 3
<b><u>Celik</u></b>		
Düşük karbonlu, yumuşak	% 3	% 2
Yarı sert	% 4	% 2
Sert	% 5	% 3
Silisyumlu çelik	% 4 - % 5	% 3
Paslanmaz çelik	% 5 - % 8	% 4 - % 6

Ayrıca malzemelerin kesme dayanımlarına ve kalınlığa bağlı aşağıdaki ampirik bağıntılar kurularak kesme boşluğu değerlerini veren formüller geliştirilmiştir. (10)

3 mm kalınlığa kadar olan saçlar :

$$x = C \cdot S \cdot \sqrt{\tau_B}$$

3 mm. den kalın saçlar için :

$$x = (1.5C \cdot S - 0.015)\sqrt{\tau_B}$$

Bağıntılarda x tek taraflı kesme boşluğunu, s malzeme kalınlığını,  $\tau_B$  malzemenin kesme dayanımını, c ise kesme boşluğu faktörünü göstermektedir. "c" katsayısı 0.005 ile 0.035 arasında bir değerdedir. 0.005 değeri temiz bir kesme yüzeyine, 0.035'e kadar olan daha büyük değerleri de düşük kesme kuvveti ve iş gereksinimine karşılıktır. Kesmeden beklenen şartlara göre bu katsayı için bir değer tercihi yapılır. Kesme yüzeyinin fazla önemli olmadığı durumlarda düşük kesme kuvveti ve iş gereksinimi için 0.03.....0.04 alınabilir. "C" katsayısının 0.005 alınması halinde kesme kuvvetinde % 5 kadar bir artış olmasına karşılık kesme işinde % 70'e varan bir artış görülmektedir. Kesme yüzeyinde bir özellik aranmayan genel kesme uygulamalarında "C" katsayısı 0,01 alınması tavsiye edilir. (3)

### ÖRNEK PROBLEM (3)

2 mm kalınlığında %0.2 C'lu  $\sqrt{\tau_B} = 36$  kg/mm<sup>2</sup> kesme dayanımındaki çelik saç için kesme boşluğu değerlerini hesaplayınız.

### ÇÖZÜM

3 mm kalınlığa kadar olan saçlar için verilen  $x = C.S.\sqrt{\tau_B}$  formülünde bilinen değerler yerine konursa:

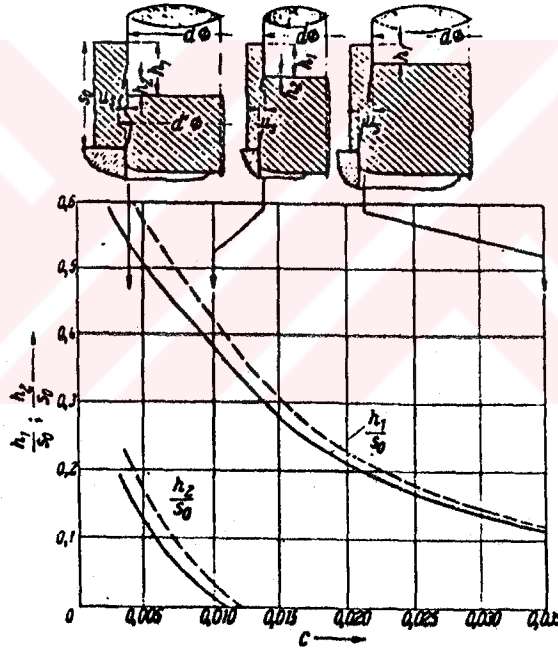
Temiz kesme yüzeyi için C = 0.005 alınırsa

$$x = 0.005 \cdot 2 \cdot \sqrt{36} = 0.06 \text{ mm}$$

Düşük kesme kuvveti için C= 0,035 alınırsa

$$x = 0.035 \cdot 2 \cdot \sqrt{36} = 0.4 \text{ mm bulunur.}$$

Kesme boşluğu değerine etki eden "C" katsayısının kesme yüzeyi şekline ve zımbanın malzemeye batma oranına etkisi Şekil.2.34.de görülmektedir. Denemede 8 mm kalınlığında ve kesme dayanımı 60-70 kg/mm<sup>2</sup> olan saç kullanılmış, delme işlemi 25 mm çaplı zımba ile yapılmıştır. Şekilden görüleceği gibi malzeme sıkışması sonucunda zımba kenarında oluşan çapaklı ve düzensiz zig-zag kesim  $C < 0.01$  gibi dar kesme boşluğu uygulamalarında meydana gelmektedir. Kesme boşluğu değerleri büyüdükçe zımbanın kesilme olmaksızın malzemeye dalma miktarı küçülmekte ve zımba önünde oluşan sivri köşe yüksekliği azalmaktadır.(3)

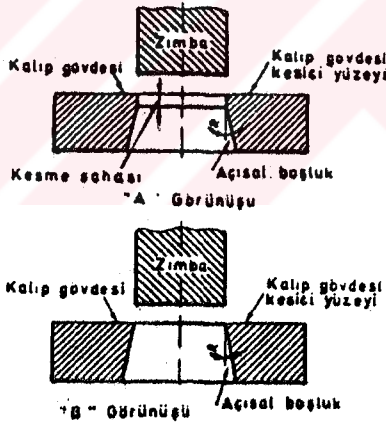


Şekil.2.34. Kesme boşluğu faktörü "C" nin  $h_1/so$  ve  $h_2/so$  oranlarına etkisi(3)

#### 2.2.2.4.2.2. Açısal boşluk

Açısal boşluk, iş parçasının veya artık parçanın kalıp deliğinden geçtiği herhangi bir taslak kesme veya delme işleminde, bu parçalar tarafından deliğin zorlanması sonucu meydana gelen basıncı serbest bırakmak için kalıp

deliğinin kenarlarına verilen konikliklerdir. Açısal boşluğun verilmediği durumlarda basınç hızla teşekkül ettiğinden malzemenin kalıp deliğinden geçerken ısınmasına ve çarpılmasına, kalıp ve zımbanın hasara uğramasına neden olur. Açısal boşluk, işlenecek parçanın cinsine, üretim ihtiyaçlarına (zorluklarına) ve kalıp konstrüksiyon metoduna bağlıdır. Kesici elemanların dayanımları da verilecek açısal boşluğun miktarına etki eder. Genellikle yumuşak malzemeler sert malzemelerden daha büyük açısal boşluğu gerektirirler. Aynı cins malzemelerden kalın malzemeler incelere nazaran daha fazla açısal boşluk gerektirirler. Genellikle kalıpta kesilecek malzemeye ve üretim ihtiyaçlarına bağlı olarak her bir tarafa  $1/4^\circ$  ile  $3/4^\circ$  arasında değişen bir boşluk açısı vermek uygun olmaktadır. Açısal boşluğun kalıp deliğine uygulanışı Şekil.2.35.de görülmektedir. A görünüşünde kalıp deliği kesici ağızlarına bitişik bir kesme sahasından sonra açısal boşluk verilerek yapılmıştır. Kesme sahasının yüksekliği malzeme kalınlığına eşit olmalı, fakat 1.6 mm. den daha küçük olmamalıdır. Kalınlığı 3 mm den daha az olan malzemeler için, kesme sahasına 3 mm lik yükseklik verilmesi iyi



Şekil.2.35. Açısal boşluğun kalıba uygulanış şekilleri

bir uygulama olarak kabul edilir. B görünüşü açısal boşluğun kesici ağızda başladığını göstermektedir. Bu metod kesilen parçada depo edilen basıncın mümkün olduğu kadar erken serbest bırakılması istenildiği zaman kullanılır. Açısal boşluğu kesici ağızda başlayan kalıplar, aşındırıcı nitelikte olan malzemelerin kesilmesinde tercih edilir. Aksi halde silisyumlu ve

paslanmaz çelikler gibi sert malzemeler kalıp deliği ağzının çok çabuk genişlemesine sebep olur. Yumuşak ve ince malzemelerin kesilmesinde de açılal boşluk kesme ağzından başlarsa daha iyi netice alınır. Bu tür kalıplarda açılal boşluk üretim kalite şartlarına uygun olarak en küçük değerde tutulmalıdır. Böylece kalıp kesici yüzeylerini bilemek için yapılan taşlama işlemleri sonucu kesme boşluğunun artması önlenmiş olur.(11)

Şekil.2.35.deki kalıp gövdesine ait kesici yüzeylerin bilenmesi sırasında "A" görünüşündeki kalıp deliğinin ölçüsü, kesici yüzeyden kesme sahasının alt ucuna kadar değişmeden kalır. Daha sonraki bilemeler kalıp deliğinin genişlemesine neden olur. Açılal boşluk kalıp deliğine "B" görünüşünde olduğu gibi verilirse genişleme ilk bilemede başlar. Kalıp deliğindeki artma miktarı açılal boşluğun derecesi ile doğru orantılıdır. Bu artış miktarı tek taraflı olarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$A = \text{tg}\alpha \cdot B$$

Bu eşitlikte:

A = Kalıp deliğindeki tek taraflı artış miktarı

B = Kesici yüzeyden taşlanarak alınan talaş miktarı

$\alpha$  = Boşluk açısı

Bilemeden önceki kesme boşluğuna "A" sonucu ilave edilirse bilemeden sonraki yeni tek taraflı kesme boşluğu bulunur.

$$\text{Yukardaki formül } \text{tg}\alpha = \frac{A}{B}$$

şeklinde yazılabilir. Bu şekildeki formül kalıp deliğine uygulanacak açılal boşluğun seçimine yardımcı eder.

### Açısal boşluğun seçimine ait örnek problem(11)

İzin verilen maksimum kesme boşluğunun artma miktarı 0.06 mm ve kalıp yüzeyinden taşlanarak alınacak miktar 6 mm. olduğuna göre kalıp deliğine kaç derecelik bir açısal boşluk verilmelidir?

Açısal boşluğun seçiminde kullanılan formülde verilenleri yerine koyarsak:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{0.06}{6} = 0.01 \text{ bulunur.}$$

Trigonometrik fonksiyonların tabii değerlerinden açısının 34' olduğu görülür. Açısal boşluk miktarının bulunmasında, hesaplama sonucu bulunan tam değerinin yerine en yakın küçük itibari değer kullanılır. Örneğimiz de bu değer 30' dir.

İtibari değer kullanılmasının iki nedeni vardır.

- a) İtibari değerle çalışmak daha kolaydır
- b) Biraz küçük açının kullanılması kalıp ömrü ile kesme boşluğu arasında bir emniyet payı verir.

Hesaplama sonunda bulunan 1/2° lik açı, verilen şartlar altında, eğer açısal boşluk Şekil.2.35.B' deki gibi başlarsa, kullanılacak maksimum boşluk açısıdır. Eğer kalıpta 2.35A' daki gibi 3 mm lik kesme sahası varsa maksimum boşluk açısı 1° olabilir.

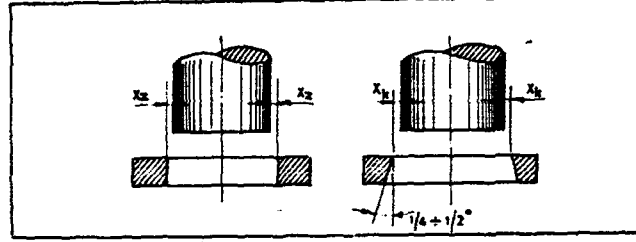
İlerde tekrar üzerinde durulacağı gibi kalıp ömrünü, kesme boşluğunu ve açısal boşluğu orantılı olarak hesaplamak için Tablo.3 hazırlanmıştır. Tablo 0.2540 mm lik bir artışla düzenlenmiştir. Bu miktar kalıp kesici yüzeylerinden her bilemede kaldırılacak talaş miktarı olarak düşünülmüştür.

Tablo.2.3.Kesme boşluğunun bilemeye bağlı artması (11)

$\alpha$ Boşluk açısı, derece					$A = B \operatorname{tg} \alpha$				
B Koniklik başlama noktasının altındaki taşlama miktarı					$\frac{A}{B} = \operatorname{tg} \alpha$				
A Beher taraftaki kesme boşluğunun artış miktarı, mm									
B mm	Boşluk açısı				B mm	Boşluk açısı			
	0° 15'	0° 30'	1°	2°		0° 15'	0° 30'	1°	2°
0.2540	0.001	0.002	0.0043	0.0086	6.6040	0.0290	0.0574	0.1156	0.2303
0.5080	0.0018	0.0043	0.0088	0.0175	6.5880	0.0300	0.0598	0.1198	0.2392
0.7620	0.0028	0.0066	0.0132	0.0267	7.1120	0.0310	0.0619	0.1241	0.2481
1.0160	0.0043	0.0088	0.0178	0.0352	7.3660	0.0320	0.0643	0.1285	0.2570
1.2700	0.0056	0.0111	0.0224	0.0441	7.6200	0.0333	0.0665	0.1328	0.2662
1.5240	0.0066	0.0132	0.0266	0.0530	7.8740	0.0343	0.0685	0.1371	0.2748
1.7780	0.0076	0.0155	0.0306	0.0620	8.1280	0.0352	0.0708	0.1417	0.2836
2.0320	0.0086	0.0175	0.0356	0.0708	8.3820	0.0365	0.0728	0.1460	0.2926
2.2860	0.0099	0.0198	0.0398	0.0797	8.6360	0.0376	0.0752	0.1506	0.3014
2.5400	0.0110	0.0220	0.0444	0.0883	8.8900	0.0389	0.0775	0.1552	0.3103
2.7940	0.0122	0.0242	0.0485	0.0973	9.1440	0.0398	0.0795	0.1595	0.3192
3.0480	0.0132	0.0264	0.0530	0.1062	9.3980	0.0409	0.0817	0.1638	0.3281
3.3020	0.0142	0.0285	0.0576	0.1151	9.6520	0.0419	0.0830	0.1684	0.3370
3.5560	0.0152	0.0305	0.0620	0.1236	9.9060	0.0428	0.0864	0.1727	0.3459
3.8100	0.0165	0.0335	0.0665	0.1328	10.1600	0.0441	0.0886	0.1773	0.3548
4.0640	0.0175	0.0354	0.0708	0.1417	10.4140	0.0452	0.0906	0.1806	0.3635
4.3180	0.0185	0.0375	0.0754	0.1506	10.6680	0.0462	0.0930	0.1862	0.3724
4.5720	0.0198	0.0389	0.0797	0.1595	10.9220	0.0474	0.0952	0.1905	0.3813
4.8260	0.0208	0.0422	0.0833	0.1684	11.1760	0.0485	0.0975	0.1947	0.3902
5.0800	0.0220	0.0445	0.0889	0.1773	11.4300	0.0498	0.0998	0.1994	0.3990
5.3340	0.0231	0.0467	0.0931	0.1895	11.6840	0.0508	0.1019	0.2037	0.4080
5.5880	0.0244	0.0490	0.0978	0.1947	11.9380	0.0518	0.1041	0.2079	0.4168
5.8420	0.0254	0.0510	0.1021	0.2037	12.1920	0.0530	0.1061	0.2125	0.4257
6.0960	0.0266	0.0533	0.1066	0.2125	12.4460	0.0542	0.1084	0.2169	0.4346
6.3500	0.0279	0.0553	0.1112	0.2214	12.7000	0.0553	0.1108	0.2214	0.4435

Kalıp deliğinin şekli dikkate alınarak düzenlenen kesme boşluğu değerleri Tablo.2.4.'de görülmektedir.(3)

Tablo.2.4.Kesme boşluğu değerleri (AWF-1507)

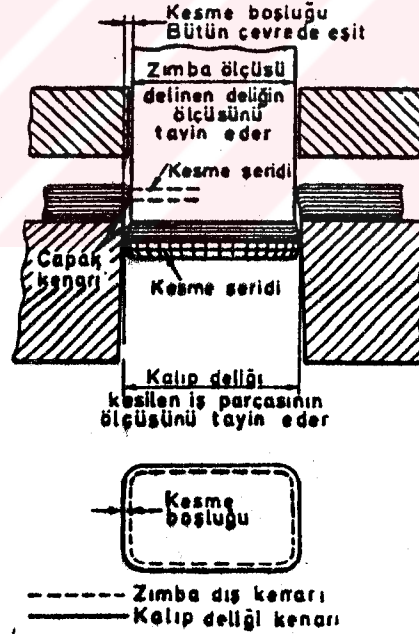


Sac Kalınlığı mm	Sac Kalınlığında Müsaade Edilen Tolerans t	Kesme boşluğu ( $\mu$ )					
		Parçanın kesme dayanımı $\tau_B$ kg/mm <sup>2</sup>					
		10-25		25-40		40-60	
		$X_k$	$X_z$	$X_k$	$X_z$	$X_k$	$X_z$
0.18	0.02	2.7	5.4	4.5	7.2	6.3	9
0.20	0.02	3	6	5	8	7	10
0.22	0.02	3.3	6.6	5.5	8.8	7.7	11
0.24	0.02	3.6	7.2	6	9.6	8.4	12
0.28	0.02	4.2	8.4	7	11.2	9.8	14
0.32	0.02	4.8	9.6	8	12.8	11.2	16
0.38	0.03	5.7	11.4	9.5	15.2	13.3	19
0.44	0.03	6.6	13.2	11	17.6	15.4	22
0.50	0.04	7.5	15	12.5	20	17.5	25
0.56	0.04	8.4	16.8	14	22.4	19.6	28
0.63	0.05	9.5	18.9	15.8	25.2	22	31.5
0.75	0.06	12	22.5	18.8	30	26.7	37.5
0.88	0.06	13.2	26.4	22	35.3	30.8	44
1.00	0.07	15	30	25	40	35	50
1.13	0.08	17	33.9	28.3	45.2	39.5	56.5
1.25	0.09	18	37.5	31.2	50	43.8	62.5
1.38	0.10	21	41	35	55	48	69
1.50	0.11	23	45	38	60	53	75
1.75	0.12	26	53	44	70	61	88
2.00	0.13	30	60	50	80	70	100
2.25	0.14	34	68	57	90	79	113
2.50	0.15	37	75	63	100	88	125
2.75	0.15	41	82	69	110	96	138
3.25	0.25	49	98	82	130	114	163
3.50	0.25	53	105	88	140	123	175
4.00	0.30	60	120	100	160	140	200
4.50	0.30	68	135	113	180	158	225
5.00	0.30	75	150	125	200	175	250
5.50	-	83	165	138	220	193	275
6.30	-	95	189	158	250	220	315
7.00	-	105	220	175	280	255	350
8.00	-	120	240	200	320	280	400
9.00	-	135	270	225	350	315	450
10.00	-	150	300	250	400	350	500

### 2.2.2.5.İş Parçası Ölçüleri İle Zımba ve Kalıp Ölçüleri Arasındaki Bağıntı

Taslak kesme veya delme sonucu elde edilen iş parçası veya artık parça ölçüsü, bu parçaların elde edildiği malzeme şeridi üzerindeki boşluklardan daha büyüktür. Kesilen parçaların gerçek kesme işlemleri kalıp boşluğunun kesici ağzlarında yapılır. Bu nedenle kalıp deliği ölçüsü, iş parçası veya artık parça ölçüsünde olmalıdır. Zımba ölçüsü ise kalıp deliği ölçüsünden, iki kesme boşluğu ölçüsünün çıkarılmasıyla bulunur.

Malzeme üzerinde açılan boşluğun gerçek kesme işlemi ise zımba tarafından yapılır. O halde delme işleminde zımba açılacak boşluğun ölçüsünden yapılır ve kalıp boşluğu ölçüsü de zımba ölçüsüne iki kesme boşluğu ilave edilerek bulunur.



Şekil.2.36.Kesilen parça ölçüleri ile zımba ve kalıp ölçüsü arasındaki bağıntı(11)

Kesme boşluğunun kesilecek parça ölçüsüne etkisi şekil 2.36.da görülmektedir.(11)

Zimba ve kalıp ölçülerinin belirlenmesinde kesme boşluğunun yanısıra dikkate alınması gereken diğer bir husus da kesilecek parçalar için tanınan toleransların ne oranda kullanılması gerektiğidir. Bu konuda kullanılan basit bir kural vardır. Delme kalıplarında zimba önce delik toleransının %25-30'u kullanılarak imal edilir, sonra zimba ölçüsüne çift taraflı kesme boşluğu ilave edilerek kalıp ölçüsü bulunur. Taslak kesme kalıplarında ise iş parçası toleransının %25-30'u kullanılarak önce kalıp imal edilir, sonra da kalıp ölçüsünden çift taraflı kesme boşluğu çıkartılarak zimba ölçüsü bulunur. Ayrıca zimba ve kalıp ölçülerinin belirlenmesinde üretim sırasındaki aşınmalar da dikkate alınmalıdır.(3)

Kesme ve delme kalıplarıyla yapılan kesme işleminde zimba kesilen parçayı kalıp boşluğu içinde sıkışmaya zorlar. Kesilen parçalar kalıp boşluğunu geçtikten sonra basınç serbest bırakılır ve bunun sonucunda parça bir miktar genişerek büyür. Tersine olarak zimba ayırma plakası vasıtasıyla malzemeden geri çekildiğinde açılan boşlukta bir miktar kapanma olur. Bir çok malzemeler bu şekilde reaksiyon gösterir. Bu nedenle dar toleranslı parçalarda genişleme ve büzülme miktarları dikkate alınmalıdır. Delik zimbasi açılan boşluğun büzüleceği dikkate alınarak arzulanan ölçüden bir miktar büyük, kalıp boşluğu da genişlemeler dikkate alınarak iş parçası ölçüsünden bir miktar küçük yapılır. Genleşme ve büzülmeler için Tablo.2.5'deki değerler kullanılabilir.(17)

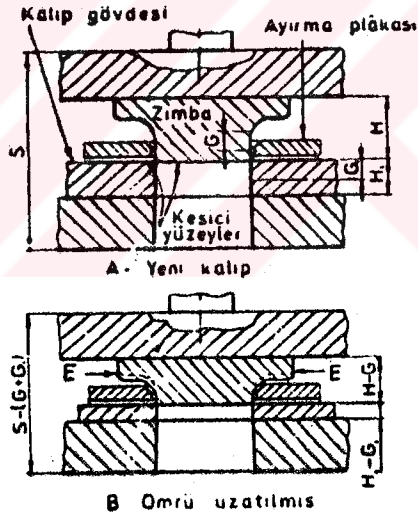
Tablo.2.5.Malzemelerin genişleme ve büzülme değerleri(17)

Saç Kalınlığı mm	Genleşme ve büzülme mm
0.80	0.025
0.80 - 1.60	0.038
1.60 - 3.20	0.050

### 2.2.3.Kalıp Ömrü

Kesme kalıplarının yeni durumundan itibaren kullanılmaz hale gelinceye kadar olan üretimde geçen süreleri kalıp ömrü olarak tanımlanabilir. Bu süre içinde üretebildiği parçaların miktarına da üretim kapasitesi denir.

Kalıp kesici ağızları üretim sırasında aşınır ve körelirler. Bu duruma bağlı olarak kesilen iş parçalarında aşırı çapak meydana gelir. İş parçalarında çapak yüksekliğinin belirli bir sınırdan olması istenir. Bunu sağlamak için körelen kesici parçalar zaman zaman kesici yüzeylerinden taşlanarak bilenir. Bu nedenle Şekil.2.37.A'da görüldüğü gibi H ve H1 yükseklikleri, kalıp ve zımbanın her bilenişinde bir miktar azalır. Tekrar



Şekil.2.37.Kalıp ömrünün şematik olarak gösterilmesi(11)

edilen bileme işlemlerinde zımbanın kullanılan kısmı G ve kalıbın kullanılan kısmı G1'e eşit olan toplam miktar, zımba ve kalıp gövdesinden kaldırılır. Bu durumda kalıp Şekil.2.37B'de gösterildiği duruma gelir. Zımba yüksekliği H-G ve kalıp gövdesi kalınlığı da H1-G1 olmuştur. S yüksekliği

G+G1 kadar azaltılmıştır. Bu durumda normal olarak kalıp ömrünü tamamlamış kabul edilir. Bazı durumlarda zımbayı E'de gösterilen kesik çizgilere kadar işlemekle zımba ömrü uzatılabilir.

Eğer bileme işlemlerinde zımba ve kalıp gövdesinden, gerektiğinden fazla miktarda talaş kaldırılırsa kalıp ömrü gereksiz bir şekilde kısalmış olur. Her bilemede kaldırılan talaş miktarı ağızların yenilenmesine yetecek en küçük değerde olmalıdır.(11)

Kesme kalıplarının kullanım sürelerini uzatmak için takım aşınmasının ve buna bağlı olarak çapak oluşumunun kontrol altında tutulması gerekir. Kesme sırasında kaçınılmaz olan çapağın meydana gelmesinin kesme şartlarına bağlı olarak çeşitli nedenleri vardır. Yumuşak ve kalın malzemelerin aşırı boşluklu kalıpla kesilmesinde Şekil.2.30'da görüldüğü gibi kopma çapağı meydana gelir. Genelde yetersiz boşluklu kesmelerde, kesme yüzey kalitesi artmakla beraber çapak denilen sivri köşelerin meydana gelmesi söz konusudur. Bu tür kesmelerde zımba önce malzemeye kesilme olmaksızın bir miktar katar. Bu batma sonucu malzeme, kalıp boşluğunda zımba tarafından sıkıştırılır. Sıkışma sonucu deformasyona uğrayan malzemede dayanım yükselmesi olur ve malzemenin kırılmaya karşı direnci artar. Bu nedenle kırılma zımba kenarından uzaktaki yumuşak bölgede meydana gelir. Zımba kenarından uzakta olan bu yırtılma (h2) yüksekliğinde sivri köşenin oluşmasına neden olmaktadır. Bu sivri köşenin yüksekliği malzemeye ve kesme boşluğu değerlerine bağlıdır. Daha kaliteli kesme yüzeyi elde etmek için kesme boşluğu küçültüldüğünde çapak yüksekliğinde de bir miktar artma olmaktadır. Yumuşak malzemelerin akma özellikleri daha fazla olduğundan zımba dalması da o oranda artmaktadır. Bu nedenle malzeme akma özelliği ne kadar çoksa çapak yüksekliği de o oranda fazla olmaktadır. Aynı kesme boşluğundaki kesmelerde, gevrek malzemelerde çapak yüksekliği sünek malzemelere oranla daha az olmaktadır. Kesme boşluğunun kalıp çevresine eşit olarak dağıtılmamış olmasının da çapak oluşumunda büyük etkisi vardır.(3)

Çapak yüksekliğini arttıran nedenlerden biri de aşınmış zımba ve kalıpların kullanılmasıdır. Aşınmış kesicilerin kenarlarında akma fazlalaşacağından çapak yüksekliği de artmaktadır. Bu nedenle üretim sırasında, parçalar üzerindeki çapağın yüksekliğini izleyerek müsaade edilen sınırı aşınca kesicilerin bilenmesi sağlanır.

İş parçası veya artık parça kalıp deliği doğrultusunda kesildiğinde, bu parçalar kalıp deliğine girer ve bu doğrultuda sürtünerek ilerlemeye devam ederler. Bu sürtünmeler kesme parçalarının aşınmasına neden olur. Zımba veya kalıp deliği ile malzeme arasındaki sürtünme miktarına tesir eden herhangi bir faktör, ayrıca kalıp parçasının ömrüne ve etkenliğine de tesir eder. Zımba ve kalıp yan cidarlarının işleme kalitesinin sürtünme derecesine doğrudan etkisi vardır. Bu nedenle yüzeyler pürüzsüz işlenmeli, hatta işleme izleri zımba hareket doğrultusuna paralel olmalıdır. Bu taktirde kalıp parçalarının ömrü ve etkenliği kaliteli işleme için maksimum olacaktır.(11)

Anormal aşınma aşağıdaki şartlardan herhangi biri tarafından meydana gelebilir(11):

- 1.Kesme boşluğu: Yetersiz veya fazla,
- 2.Giriş: Zımba kalıp deliğine fazla girmiştir,
- 3.Sıkışma: Zımbalar diğer zımbalara çok yakındır,
- 4.Zımba yüksekliği: Zımbalar kesit alanıyla orantılı olarak zımbanın düşey yüksekliği çok büyüktür,
- 5.Sertlik: Parça sertliği yeterli mi?
- 6.Yüzey kalitesi: Zımba veya kalıp deliği yan yüzeyleri pürüzsüz işlenmiş mi? İşleme izleri zımba hareket doğrultusuna paralel mi?
- 7.Malzeme uygunluğu: Kalıp parçası işlenecek malzemenin gerektirdiği uygun malzemedен yapılmış mı?

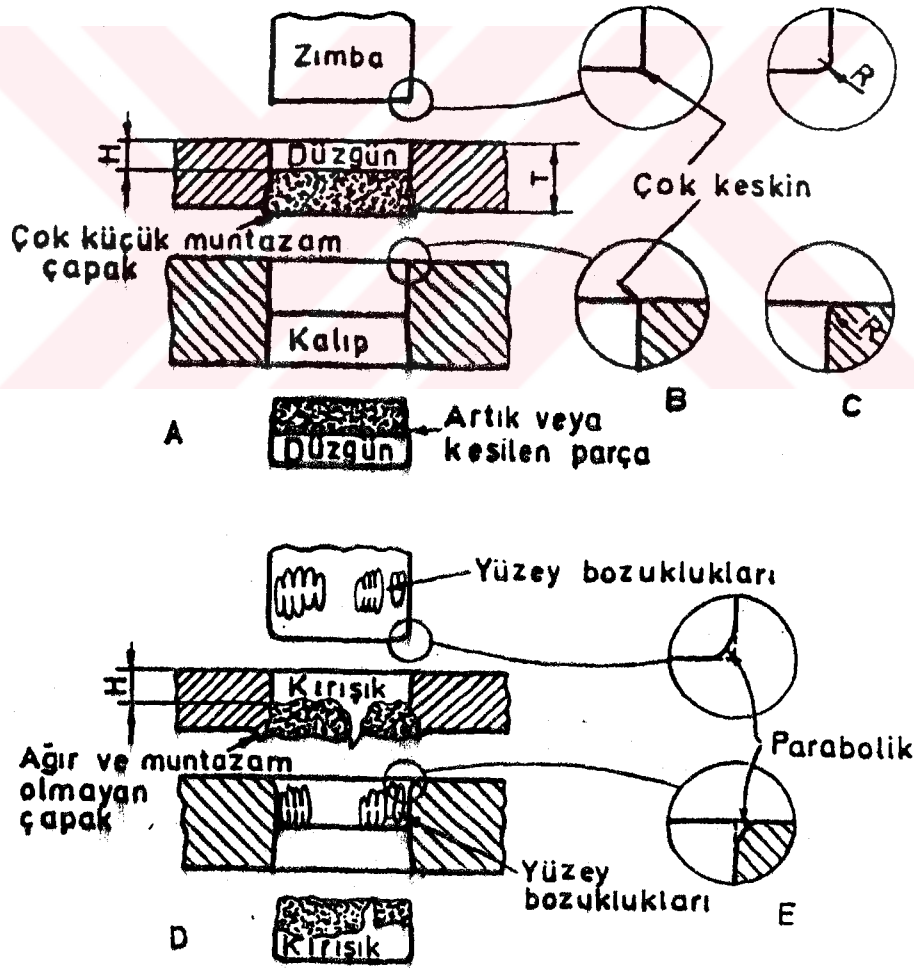
8.Bağlama: Parçalar emin bir şekilde bağlanmalıdır. Bağlama, yüzeyleri temiz ve düz olduğu kadar zimba eksenine de paralel olmalıdır. Zimbaların kendileri ile eşleşen delikleri doğru olarak alıştırılmalıdır

9.Ayırma: Ayırma işlemi muntazam mıdır?

10.Fazla çalışma: Bileme işlemleri arasında çok fazla parça üretilmemelidir,

11.Pres şartları: Presler iyi durumda değilse, kalıplardan normal üretim beklenemez.

Kesme parçalarındaki aşınmalar ve fazla aşınmanın iş parçası ile kalıp parçaları üzerindeki etkileri Şekil.2.38.de görülmektedir.(11) A, B ve C



Şekil.2.38.Kesme zımbası ile kalıbın aşınmasının malzeme üzerinde meydana getirdiği tesirler(11)

görünüşleri normal çalışma konumlarını göstermektedir. Üretilen iş parçası H yüksekliğinde düzgün ve muntazam bir kesme şeridine sahiptir. H yüksekliğine birçok faktörler etki etmektedir (Malzemenin fiziksel özellikleri, zımbanın hızı, yağlama vs.). Özellikle kesme boşluğunun bu yüksekliğe çok büyük etkisi vardır. Küçük kesme boşlukları yüksek H kesme şeridi meydana getirir. Bununla beraber daha dar olan kesme boşlukları parçaların kesici ağızlarındaki aşınmayı arttırır. En elverişli kesme boşlukları normal olarak  $H = 1/4 S - 1/2 S$  olan durumları meydana getirir.(11)

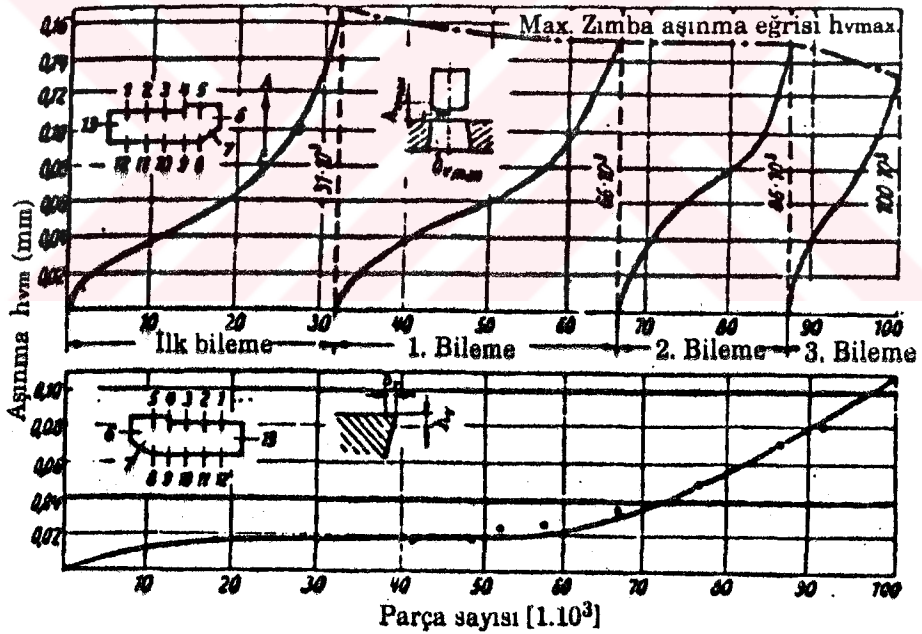
Yeni bilenmiş kesici ağızlar çok keskin köşelidir. (Şekil.2.38B) Kalıbın çalışmaya başlamasıyla beraber bu köşeler bozulmaya başlar. Kısa bir çalışmadan sonra köşeler kırılarak R yarıçapındaki çalışma kavisleri meydana gelir.(Şekil.2.38C) Bu en elverişli çalışma konumudur. Çalışma kavislerinin yarı çapları değişik olup aşağıdaki faktörlerden etkilenmektedir:

- 1.Kalıp parçasının yapıldığı malzeme cinsi,
- 2.Kalıp parçasının sertliği,
- 3.Malzemenin fiziksel özellikleri,
- 4.Malzemenin kalınlığı.

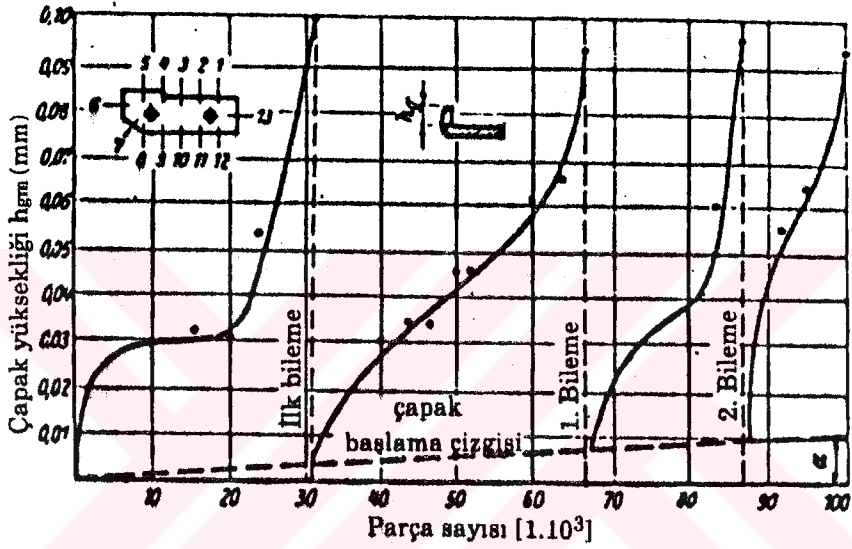
Başlangıç çalışma yarıçapı geliştikçe, kesici ağzın aşınmaya karşı olan direnci maksimum seviyeye ulaşır. Üretim devam ettikçe çalışma yarıçapının ölçüsü de artar. Daha sonra köşe profili E görünüşünde gösterildiği gibi parabolik bir şekil alır. Bu safhaya ulaşıldığında, kalıp parçasının aşınması anı olarak hızlanır. Üretim devam ederse D görünüşünde gösterilen zararlı tesirler görünmeye başlar. Kesme şeridinin H yüksekliği düzensiz hale gelir, çoğunlukla delik çevresinde muntazam olmayan çıkıntılar görünür. Malzeme ile kalıp parçaları arasında sürtünme artar. En sonunda da iş parçası bozulur ve kalıp parçaları kullanılmayacak duruma gelir. Maksimum kalıp parçası ömrü için koruyucu bakım

zorunludur. Parabolik aşınma safhası belirgin hale gelmeden önce parçalar bilenmelidir. İş parçasındaki çapak aşırı hale gelmeden önce kalıp parçaları bilenirse, fazla taşlamaya gerek kalmadan bilemek mümkün olabilir(11).

Kalıp aşınmaları ve çapak oluşumunu incelemek için 0,5 mm kalınlığında %4 silisyumlu dinamo sacı ile denemeler yapılmış, 0,1 mm çapak yüksekliğinden sonra kesiciler bilenmiştir.(3) Birinci deneyde G40 sert metal kalıp ve 210Cr46 takım çeliği zımba kullanılmıştır. Şekil.2.39.da görüldüğü gibi kalıptaki aşınma 10.000 parçaya kadar 0.015 mm 50.000 parçaya kadar 0.020 mm olmakta, bu değerden sonra aşınma hızlı artmaktadır. Zımba aşınması üstteki şekilde görüldüğü gibi kalıba göre



daha fazla olmaktadır. Zımba 31.000, 65.000 ve 85.000 parçadan sonra çapak yüksekliği 0.1 mm'ye eriştiğinden üç kere bilenmiştir. Bu kalıptaki çapak yüksekliği değişimi Şekil.2.40'da görülmektedir. İkinci deney HG60 sert metal kalıp ve 210Cr46 takım çeliği zımba ikilisi ile yapılmıştır. Bu deney



Şekil.2.40. Kalıbın kullanımında çapak yüksekliği(3)

deki kalıp ilk deneydeki HG40'tan yapılmış kalıba oranla yaklaşık 10 katı ömürlü olmuştur. Kalıp 200.000 parçaya kadar 0,13 mm, 1.000.000 parçaya kadar 0,25 mm aşınmıştır. Şekil.2.41.de görüldüğü gibi zımba kullanım esnasında 20 defa bilenmiştir. Çapak oluşumu ve zımba aşınması Şekil.2.42.de görülmektedir. Kesilen şeritte oluşan çapak yüksekliği kesilmiş puldaki çapak yüksekliğinin yaklaşık 1/2-2/3'ü kadar olduğu alt eğriden görülebilir. Yapılan kesme deneylerinden aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir(3)

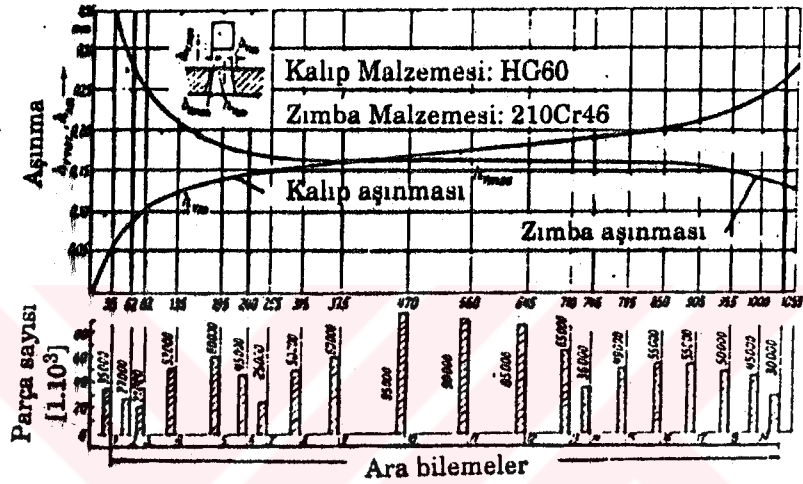
1.Sert metal kalıp ve takım çeliğinden yapılmış zımba ikilisi ile yapılan kesme takım ömrü, takım çeliğinden yapılmış kalıp ikilisinden 4-6 kat fazla olmaktadır.

2.HG60 kalıp ile dinamo sacından iki bileme arası 1.000.00 parça kesilebilmektedir.

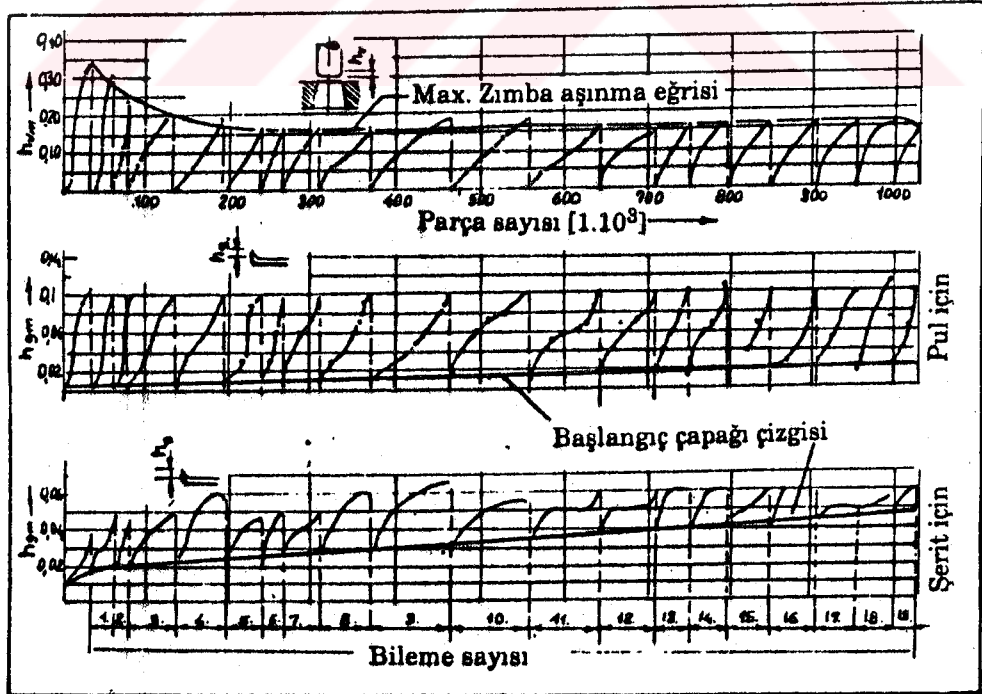
3.Kesilen pulda oluşan çapak yüksekliği şerit kısmındakinin iki katı kadar olmaktadır

4.Başlangıç çapağı her bilemeden sonra artmaktadır

5.Zimba önceleri hızla aşınmakta, daha sonra azalmaktadır.



Şekil.2.41.HG60 kalıp 210Cr46 zimba ikilisinde aşınma değerleri (3)



Şekil.2.42.Zimbadaki aşınma ve kesilen pul ile şeritteki çapak yükseliği(3)

## **2.2.4.Kalıplarla Kesmede Ekonominin Yükseltilmesi**

Saç işlemede maliyet, diğer sanayi mamullerinde olduğu gibi hammadde, tesis ve işçilik giderleri toplamıdır. Mamullerin işleme sürelerini kısaltıcı imalatın gerçekleştirilmesi maliyetlerin düşürülmesi açısından oldukça önemlidir. Talaş kaldırmadan birbirinin aynı olan parçaları çok kısa sürede keserek işleme sürelerini en aza indirmek kalıplarla mümkün olmuştur. Kalıplarla kesmede düşünülen yararlılığın temini için üretimi yapılacak parçaya uygun olarak aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.

- a.Kalıp seçimi,
- b.Kalıp yapımında uygun malzeme kullanımı,
- c.Artık parça miktarının azaltılması.

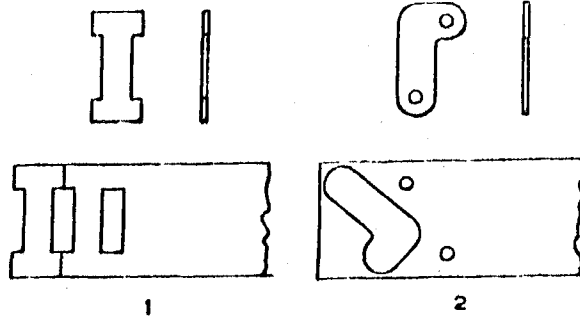
### **2.2.4.1.İş Parçasına Uygun Kalıbın Seçimi**

İş parçasının şekline, boyutlarına, toleranslarına ve miktarına bağlı olarak üretim çeşitli şekillerde gerçekleştirilmektedir. Bu faktörler dikkate alınarak üretimin yapılacağı kalıpları önceden belirlemek maliyetleri kontrol altında tutmanın ilk şartıdır.

Kesilerek elde edilen iş parçalarının iki temel tipi vardır.(13)

1.Düzgün ve paralel kenarlara sahip iş parçaları: Bu tip parçalar, parçanın şekli dikkate alınarak makaslarda veya uç kesme kalıplarında üretilirler. Bu özellikteki iş parçası Şekil.2.43.-1'de görülmektedir.

2.Muntazam olmayan çevreli iş parçaları: Bu tip parçalar malzeme şeridinde veya belirli boyda kesilen malzeme üzerinde, parça şekline uygun boşluklar oluşturacak şekilde kapalı kalıplar kullanılarak üretilirler. (Şekil.2.43-2)



Şekil.2.43.Kesilerek elde edilen parçaların iki temel şekli.(11)

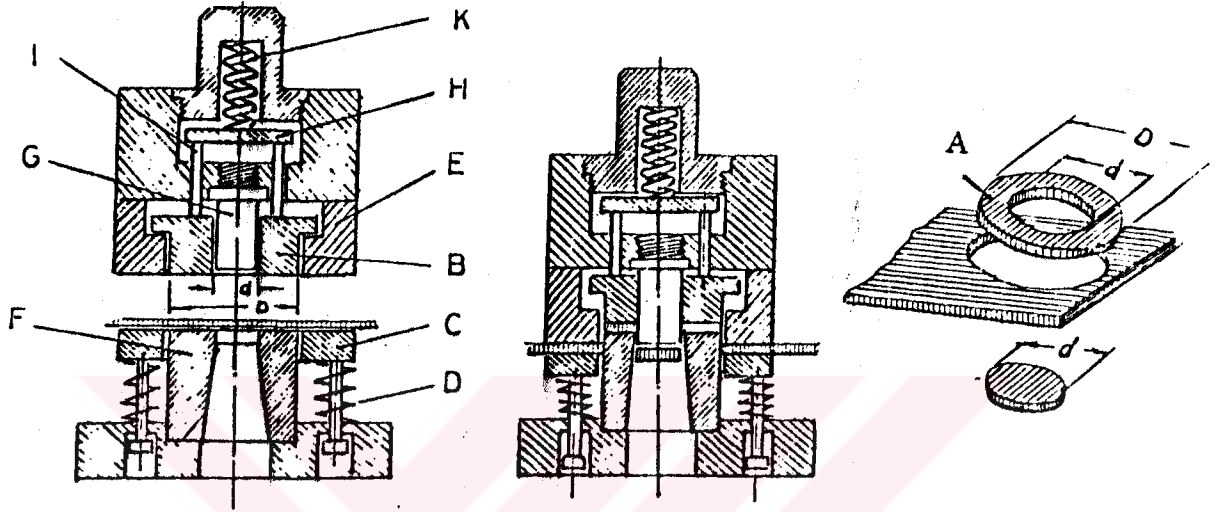
İş parçasının üretilmesindeki metod seçilirken aşağıdaki hususlar dikkate alınır.

**1.Çevre şekli:** Eğer iş parçası iki paralel kenara sahipse uç kesme yöntemiyle imal edilip edilmeyeceği kararlaştırılır. Bu karar verilirken, şerit genişliğinin hassasiyeti, iş parçasının hassasiyeti ve parçanın düzgünlüğü dikkate alınır. Kesilmiş şeritler  $\pm 0,2$  mm hassasiyeti koruyamazlar. Eğer parçanın paralel kenarları arasındaki genişlik bu hassasiyet sınırlarını gerektiriyorsa uç kesme yöntemi kullanılmamalıdır. Aynı şekilde iş parçası ölçüleri belirli bir hassasiyeti gerektiriyorsa ve parçanın düzgünlüğü önemli ise uç kesme yöntemi düşünülmemelidir. Buna karşılık uç kesme kalıbının maliyeti düşüktür, hurda malzeme miktarı minimumdur ve pres hızını, arttırmak mümkündür.

**2.Ölçü:** Büyük parçalar için yapılacak kalıpların maliyetlerinin çok fazla olması nedeniyle bu gibi durumlarda üretilecek parçaların sayıları çok önemli olmaktadır.

**3.Hassasiyet ve düzgünlük:** Karışık şekilli parçaların kapalı kalıplar kullanılarak üretilmesinde bir işlemde tam çevre kesilmesi nedeniyle parçada çarpıklık meydana gelmez. İmal edilecek parça çok karışıksa parçanın tamamı ardışık kalıpta çevresinin bir veya bir kaç kademede yan kesicilerle ilerleyerek kesilmesi sağlanır. Çok hassas işler bütün işlemlerin

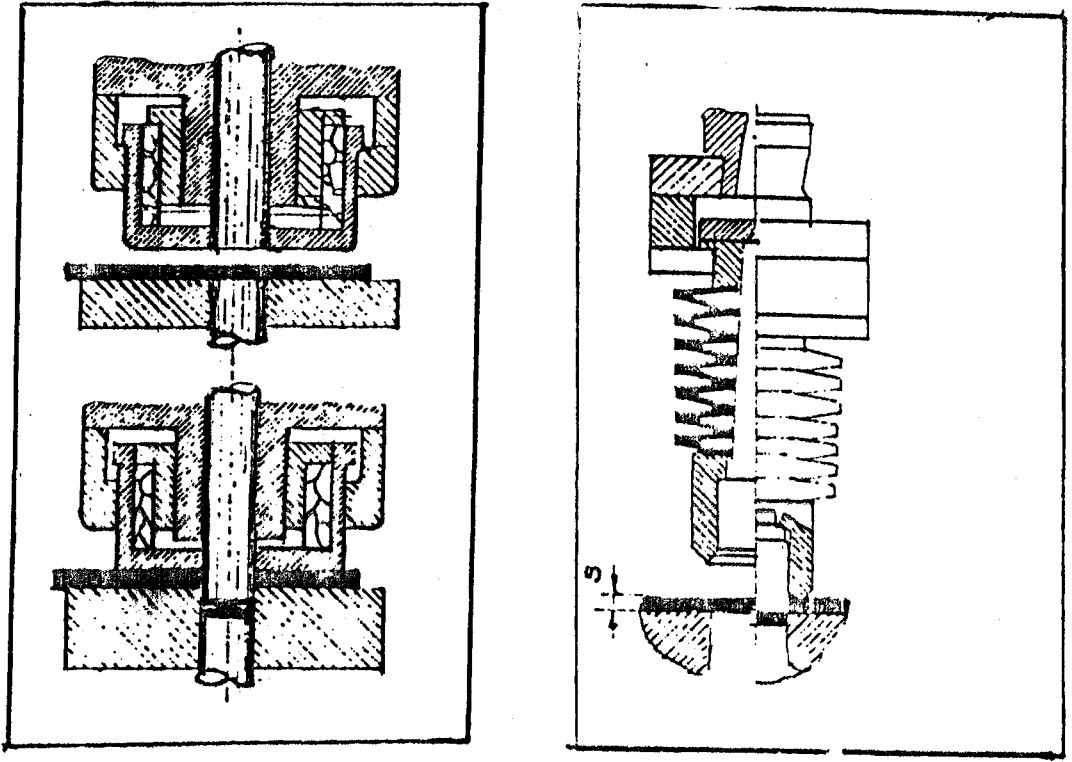
bir kademede ve aynı anda olduğu birleşik kalıplarla yapılır.(Şekil.2.44) İş parçasının daha az hassasiyet gerektiren yerlerde ekonomik olması bakımından iki kademeli kalıplar kullanılmalıdır.



- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| A İş parçası     | F Kesme         |
| B Çıkarıcı       | G Delme zımbası |
| C Sıyırıcı plaka | H Tabla         |
| D Yay            | I İtici pimler  |
| E Kalıp          | K Yay           |

Şekil.2.44.Basit bileşik rondela kalıbı(3)

**4.İş parçası sayısı:** Üretilecek parça sayıları dikkate alınarak yapılan kalıp seçiminde az sayıdaki parçalar için kalıp yapımındaki kolaylık ve ucuz olması nedeniyle açık kesme kalıpları tercih edilir. (Şekil.2.45)

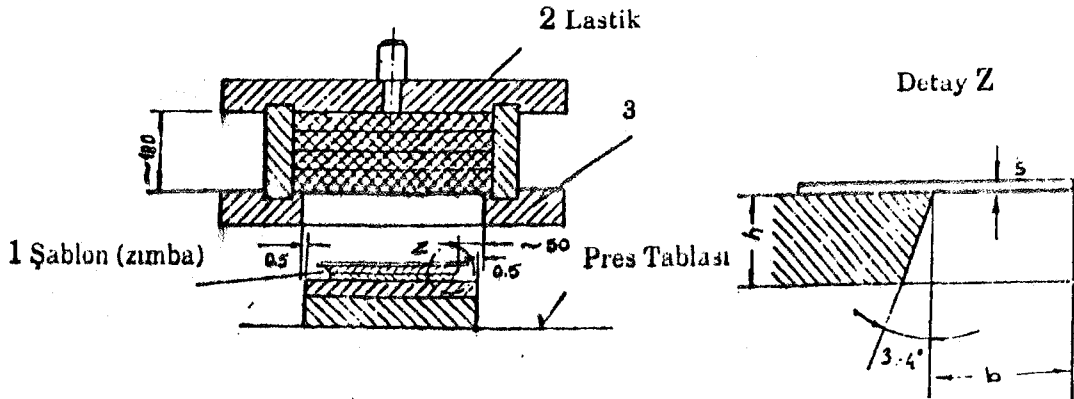


A lastik sıyrıcı kalıp

B yaylı sıyrıcı kalıp

Şekil.2.45. Açık kesme kalıpları(7)

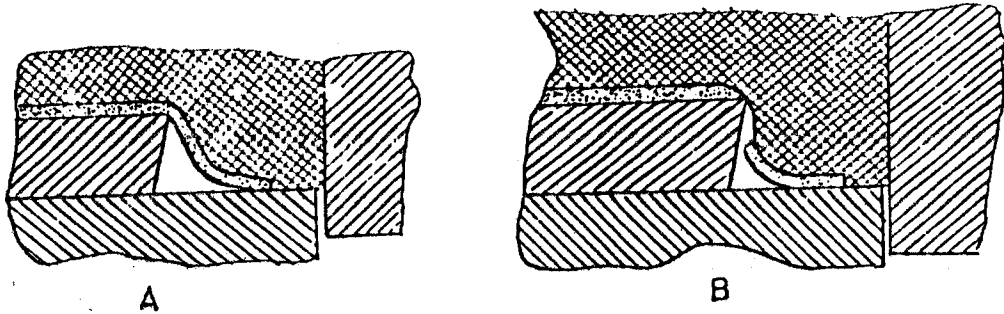
**5. Parça kalınlığı ve sayısı:** Yumuşak ve ince malzemelerden kesilecek az saydaki parçaların üretiminde kalıp maliyetini azaltmak amacıyla kauçuk kalıp yöntemi uygulanmaktadır. Şekil.2.46. da şematik olarak gösterilen kalıp tek parça halinde veya 30-50 mm kalınlığındaki



Şekil.2.46. Kauçuk kalıpla kesme(3)

tabakalardan oluşan sert kauçuğu içine alan bir çerçeveden meydana getirilmiştir. Kesilecek saç belirli bir yüksekliğe sahip, çelikten yapılmış bir zımbanın üzerine konur. Zımba kesilecek parçanın şeklindedir. Genellikle St60-70 kg/mm<sup>2</sup> dayanımındaki çelikten yapılan zımbanın yan yüzeylerine 3-4° lik açı verilmiştir. Yumuşak ve ince malzemelerden kesilecek az sayıdaki parçaların üretiminde ekonomik bir imal yöntemi olan kauçukla kesme 2 mm kalınlığa kadar alüminyum ve 1 mm kadar yumuşak çelik malzemelere uygulanabilir.(3)

Kesme kalıbı görevi yapan kauçuk takoz kesme başlangıcında Şekil.2.47A'da görüldüğü gibi kesilecek saç şablon kenarından kavrayarak aşağı doğru çektirir. Uygulanan basınç malzemenin zımba kenarındaki çekme gerilimini yendikten sonra zımba profiline uygun şekilde kopar. Kesilen kenar düzgün değildir ve kesme kenarında oldukça fazla çapak meydana gelir. Malzeme kullanımı açısından ekonomik bir yöntem değildir. Kesme kenarı ile taslak malzeme kenarı arasında 10-20 mm kadar kesme payı bıraktırmayı gerektirir. Kesme için çok büyük kuvvetlere ihtiyaç gösterir.(3)



Şekil.2.47.Kauçukla kesmenin oluşumu(3)

#### 2.2.4.2.Kalıp Yapımında Uygun Malzemenin Kullanılması

Kesme kalıbının iyi işlemesi ve ömrü herşeyden önce zımba ve kalıp için seçilen çeliğin uygunluğuna bağlıdır. Kesme kalıplarında halen kromlu

çelikler kullanılır. Kromlu çelikten yapılan bir kalıp iki bileme arasında 100.000 darbeye dayanır.(16)

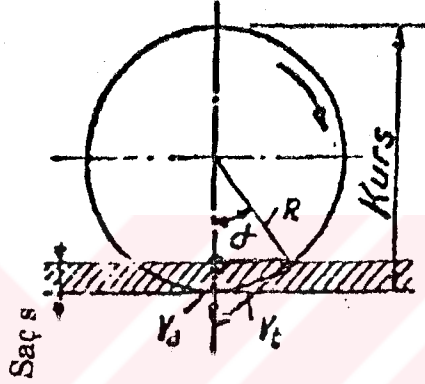
Aşınmaya karşı dayanıklı takım çeliklerinden en uygun olanı Amerikan standartlarında D2 tipi olarak bilinen yüksek karbon ve kromlu çeliklerdir. Bu çelikler içersinde %1,5 C, %12 Cr, %1 Mo ve bazen de %1 V bulunur. Bu çelikler tavlanmış durumda alaşımca düşük ferrit ve çok sayıda irili ufaklı karbitlerden meydana gelir. Bu tip çelikler katı sıcaklık noktasına kadar östenit ve karbit ihtiva ettiklerinden, bütün ısıl işlemlere rağmen karbürlerin çözünmesi hiç bir zaman gerçekleşmez. Tavlanmış çelikler %17 ağırlık olarak bu karbürleri ihtiva eder ve sertlikler 235-255 H.B arasındadır. Bu nedenle çeliklere %0,10-0,15 S ilave edilmek suretiyle işlenebilirlik kazandırılır. Bu tip çeliklerin sertleştirilmesi 1010-1040 °C arasında ve havada yapılır.(15)

Karbürlü kalıplar, çelikten olan muadillerine göre daha pahalıdır. bundan başka konstrüksiyonu, yapılması ve bakımı özel bilgiler gerektirir. Bununla beraber, çelik kalıplara nazaran üstün bir kullanım sağlar. Karbürlü kalıpların az kullanılmasının nedeni sadece ilk fiyatının yüksek olmasındandır. Yaklaşık olarak %10-25 pahalı olmasına karşılık faydalı ömrü çelik kalıplara göre 50-100 kat daha fazladır. Karbürlü çelikten yapılan bir kalıbın iki bileme arasındaki darbe sayısı 1 milyondan fazladır. iki bileme arasındaki bu süre pres üzerindeki bağlamanın rijitliği ile yakından ilgilidir.(16)

Presin dakikadaki darbe sayısı verimlilik bakımından önemli bir faktördür. Uygulama da bu sayıyı gelişi güzel arttırma eğilimi vardır. Halbuki darbe sayısı, zımbanın malzemeye dalış hızına bağlıdır. (Şekil.2.48) Dalış hızı da takım çeliğinin ve işlenecek saçın özelliğine göre belirtilmesi gereken teknolojik bir değerde olmalıdır. Bu aşğıdaki bağıntı ile ifade edilir.(16)

$$\text{Dalış hızı } V_a = \frac{\pi \cdot n}{30} \sqrt{R^2 - (R-S)^2}$$

$$\text{ve presin dalış açısı } \cos \alpha = \frac{R-S}{R}$$



Şekil.2.48.Presin malzemeye dalış hızı (16)

Formüllerde  $R = \text{Yarı kurs}$  (Şekil.2.48)

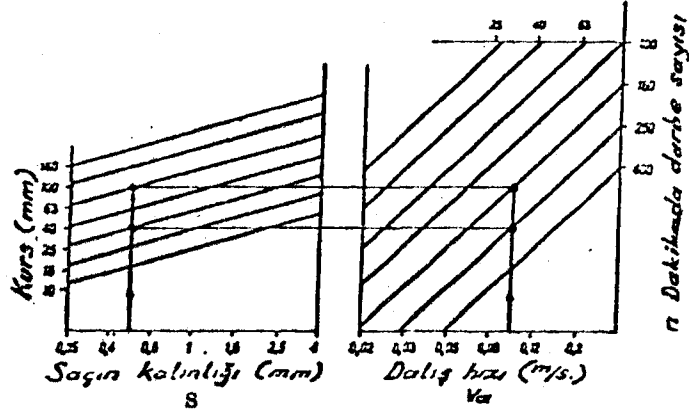
$V_a = \text{Dalma hızı}$

Çok sert çelik için  $V_a = 0.06 \text{ m/sn}$

Yumuşak çelik için  $V_a = 0.1 \text{ m/sn}$

olarak alınır(16)

Aynı dalış hızını muhafaza ederek dönme hızını değiştirmek için, presin kursunu değiştirmek gerekir. Şekil.2.49'daki nomogram bu elemanların hesabını temin eder.(16)



Şekil.2.49.Kurs ile malzeme kalınlığı ve dalma hızı arasındaki bağıntıyı veren nomogram(16)

**ÖRNEK:** Dalma hızı  $V_a = 0.1$  m/sn ve malzeme kalınlığı  $S = 0.5$  verildiğine göre  $n_1 = 160$  ve  $n_2 = 250$  için gerekli kursları tayin ediniz?

**ÇÖZÜM:** Nomogram üzerinde  $V_a = 0.1$  noktasından çizilen dikmenin dakikadaki darbe sayısını gösteren eğrileri kestiği noktalar bulunur. Bu noktalardan yatay eksene çizilen paralellerin  $S = 0.5$ 'den çıkılan dikme ile kesiştiği noktalar kurs miktarını belirler.

Buna göre :  $n_1 = 160$  darbe için 63 mm

$n_2 = 250$  darbe için 25 mm bulunur.

### 2.2.4.3.Artık Parça Miktarının Azaltılması

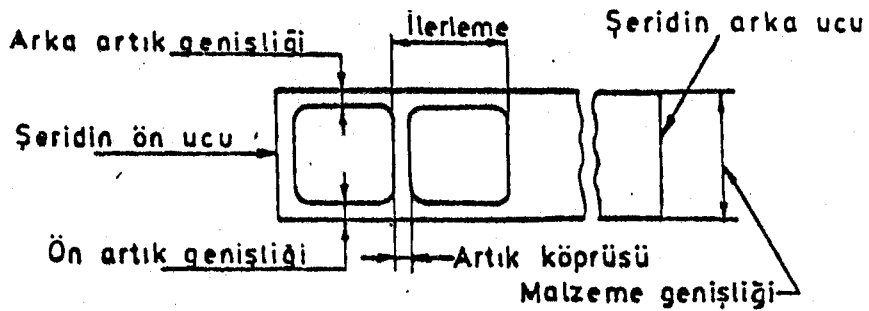
Kesme işleminde ekonominin sağlanması, iyi bir tasarımla artık parça miktarını azaltmakla gerçekleştirilebilir. Kalıpcılık tekniğinde belirli ölçülerdeki malzemedan en ekonomik şekilde faydalanmak için, parçalar önce kalıpcılık tekniğine uygun olarak tasarlanmalı sonra da bu parçaları malzeme üzerine en az artık parça verecek şekilde yerleştirilmelidir.

### 2.2.4.3.1.İşlenmemiş malzemelerin kalıba verilmiş şekilleri

İş parçasının yerleştirildiği işlenmemiş malzemeler, kalıba verilmişleri dikkate alındığında iki şekilde olduğu görülür.

**1.Tek parça:** İşlenecekleri zaman kalıplara tek tek verilen parçalar için kullanılan bir terimdir. Çok büyük kesme kalıplarında çalışırken bazen bir saç tabakasının haddeden çıktığı gibi kullanılması gerekir. Bununla beraber pek çok hallerde saç tabakalarının giyotin makaslarda istenen büyüklükteki tek parçalara bölünmesiyle, bazen de şerit malzemelerin uç kesme kalıbında kesilmesiyle elde edilir. Bazı hallerde kalıplardan çıkan artık parçalardan kesilmek suretiyle malzemeden tasarruf sağlanır.(11)

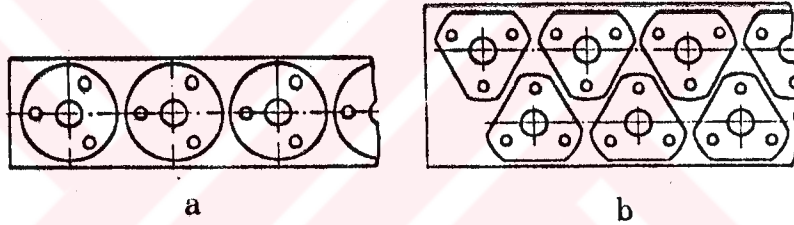
**2.Malzeme şeritleri:** Üretilcek iş parçasının boyutlarına göre, standart levhaların belirli ölçülerde makaslarla dilinmeleriyle elde edilen şerit malzemeler, işlenmek üzere kalıba sürüldüğünde, seri halde tekrarlanan işlemler için her pres kursunda belirli bir miktar ilerletilir. Şerit malzemenin boyu kesildiği standart levhanın boyuna eşit veya belirli bir uzunlukta kesilmiş olabilir. Rule olarak satılan şerit malzemeler ise ağırlıklarına göre standart hale getirilmişlerdir. Soğuk haddelenmiş bir çelik şeridin her rulesinin ağırlığı 25 mm genişlik için en az 90 kg olarak kabul edilmektedir.(11) Kalıpta işlenen malzeme şeritlerini tanımlamakta kullanılan terimler Şekil.2.50'de görülmektedir.



Şekil.2.50.Malzeme şeridi terimleri(11)

### 2.2.4.3.2. Malzeme tasarrufu hakkında genel bilgiler

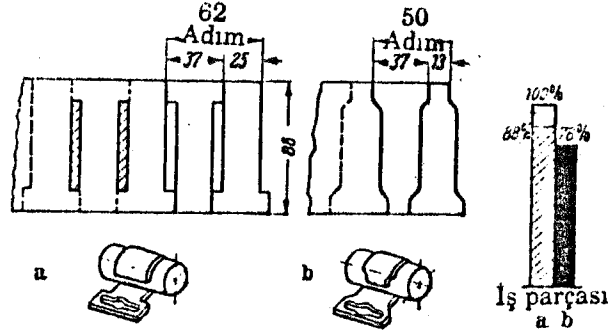
Bir şerit malzemedan veya boyutları bilinen bir levhadan az kayıp vererek faydalanma, kalıp tasarımı ile uğraşanların düşünmesi gereken en önemli konularından biridir. Belirli ölçülerdeki ham malzemedan en ekonomik şekilde faydalanmak için parçalar önce kalıplama tekniğine uygun olarak düşünülmeli, sonra da malzeme üzerinde en az fire verecek şekilde yerleştirilmelidir. Gerektiğinde parçada, fonksiyonlarını yerine getirmesini engellemeyecek değişiklikler yapılabilir. Şekil.2.51 ve 2.52.de bu değişiklikleri görmek mümkündür.



Şekil.2.51. Kalıpta üretilecek flanşın şeride yerleştirilmesi

Şekil.2.51a'da görülen parça kesme ve delme kalıbında üretilecek üzere malzeme şeridine yerleştirilmiştir. Her bir parça için 814 mm<sup>2</sup> malzeme gereklidir ve 1 metre uzunluğundaki şerit malzemeye 35 parça yerleştirilmiştir. Şekil.2.51b'de ise parçanın fonksiyonlarını bozmadan yapılan bir değişiklikle her bir parça için 612 mm<sup>2</sup> malzeme sarfedilmiş ve 1 metre uzunluğundaki şerite 70 parça yerleştirilmiştir.

Şekil.2.52.de görülen taşıyıcı parça şeride a'da olduğu gibi iki parça arasında artık parça kalacak şekilde yerleştirilmiş olup sonuçta %12 oranında artık parça meydana gelmiş, b'de ise parça profilinde yapılan değişiklikle %22 faydalanma sağlanmıştır.



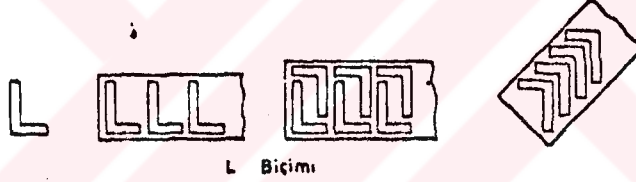
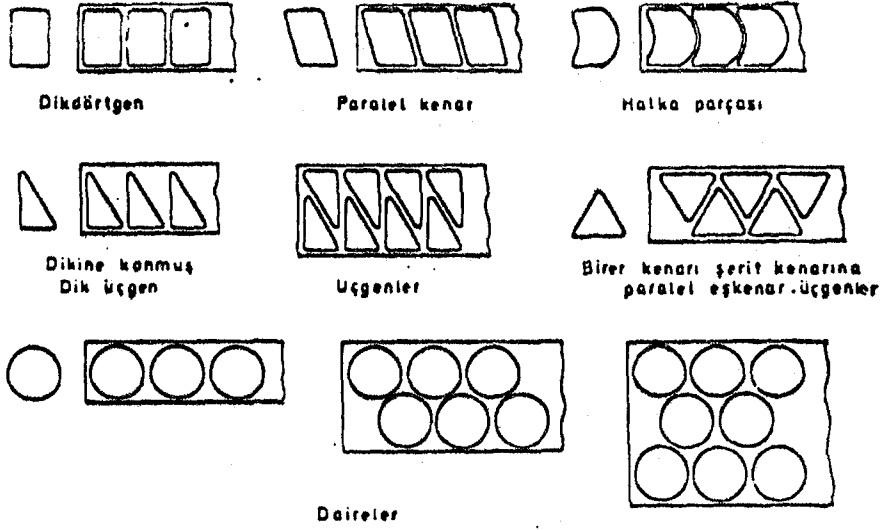
Şekil.2.52.Kondensatör taşıyıcısının seride yerleştirilmesi(1)

Genel olarak kalıpta üretilen iş parçalarının şekilleri birbirinden farklı olmalarına rağmen, bir çok iş parçası Şekil.2.53.de görülen temel şekillere uymaktadır. Üretilen iş parçalarının şerit malzemeye yerleştirme şeklinin malzeme kullanımını nasıl etkilediği bu şekilde açıkça görülmektedir.

Kalıpla gerçekleştirilen üretimde malzeme masrafları önemli bir yer tutar. Bu nedenle malzemedeki tasarruf etme kalıp yapımında dikkate alınması gereken önemli bir konudur.(11)

#### 2.2.4.3.3.İş parçasının malzeme şeridine yerleştirilmesi

İş parçasını malzeme şeridine yerleştirirken dikkate alınması gereken önemli faktörlerden biri de özellikle parçanın kesme işleminden sonra bükülmesi durumunda malzeme şeridinin haddeme yönüdür. Haddeme işlemi uygulanan saçların lifleri hadde doğrultusunda uzamaya zorlandığından, bükme eksenini doku yönüne dik olduğunda malzemenin bükme gerilimine karşı koyma kabiliyeti artar. Eğer belli bir doku yönü kullanılması şart ise, iş parçası şerit üzerine bu şartı sağlayacak şekilde yerleştirilmelidir. Bazı durumlarda iş parçasının çapak yönü de yerleştirmede dikkate alınması gereken bir husustur. Ayrıca kalıbın çalışma şekli, çalışma kolaylığı, malzemenin ekonomikliği ve kalıp konstrüksiyon



Şekil.2.53.Temel iş parçalarının malzeme şeridine yerleştirilme şekilleri(11)

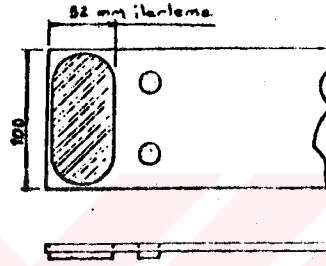
masrafları, üretim şartlarına bağlı olarak önem kazanmaktadır. Üretim miktarının düşük olduğu durumlarda kalıbı daha ucuza mal edebilmek için çalışma kolaylığı ve malzemenin ekonomikliğı dikkate alınmayabilir. Bu nedenle iş parçasının yerleştirilmesinde üretim şartları ve iş parçasının özel durumları gözönüne alınmalıdır.

### 2.2.4.3.3.1.İş parçasının enine ve boyuna yerleştirilmesi

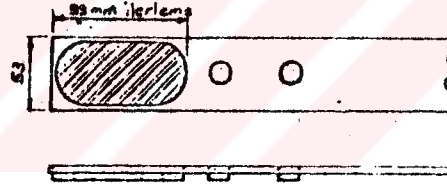
İş parçasının malzeme şeridine enine veya boyuna yerleştirilmesi iki ölçüyü belirlemesi açısından önemlidir.

**1.Şerit genişliği:** Bu ölçü şeritlerin kesileceği uygun saç genişliğini seçmede kullanılır.

**2.İlerleme:** Bu değer şeritin kesme kademeleri arasındaki hareket miktarını gösterir.(Şekil.2.54)



a. Enine



b.Boyuna

Şekil.2.54.İş parçasının enine ve boyuna yerleştirilmesi(13)

Başka şekilde yerleştirmeyi gerektiren bir durum olmaması halinde enine yerleştirme boyuna yerleştirmeye göre daha çok tercih edilmektedir. Bunun nedenini aşağıdaki gibi açıklayabiliriz.(11)

1.Enine yerleştirme daha kısa bir ilerlemeyi gerektirdiğinden kesme zamanı azalmış ve şeridin kalıba sürülüşü kolaylaşmıştır.

2.Enine yerleştirmede belirli boydaki malzeme şeridinden daha çok sayıda parça üretilmiştir. Belli sayıdaki parçaların üretimi için daha az

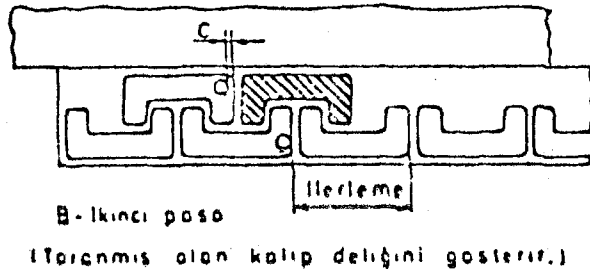
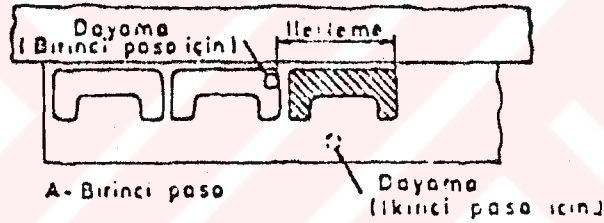
sayıda malzeme şeridine ihtiyaç vardır. Daha az şeridin taşınması ve kalıba verilmesi sürelerinin azalması üretimi hızlandırır.

3.Şeridin ön ve arkasında kalan artık parça miktarı enine yerleştirmede daha az sayıda şerit kullanılması nedeniyle daha az olacaktır.

#### 2.2.4.3.3.2.İş parçalarının malzeme şeridine iç içe yerleştirilmesi

Bazı iş parçalarının şekilleri malzeme üzerine iç içe yerleştirilmeye müsait olur. Oldukça fazla malzeme tasarrufu sağlayan bu yöntem iki şekilde uygulanır:(11)

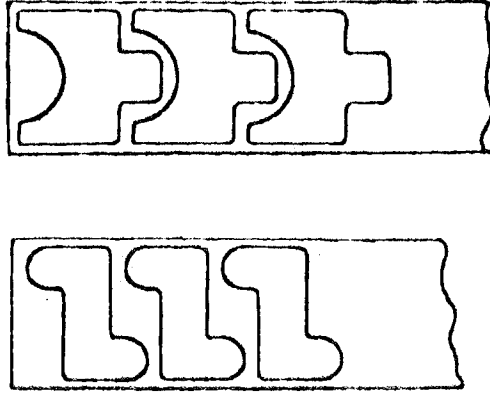
**a.İki paso metodu:** Bu usulde iş parçasının iç içe yerleştirilmesi işlemi malzeme şeridini Şekil.2.55.de görüldüğü gibi kalıptan iki defa geçirmekle mümkündür.



Şekil.2.55.İki pasolu iç içe yerleştirilmiş parçalar(11)

Birinci pasodan sonra kısmen iskelet haline gelmiş şerit alt üst edilerek veya kalıba giriş ucu, kalıptan çıkış ucu olarak kullanılmak üzere ikinci paso için tekrar kalıptan geçirilir. Bu metod iş parçasının özel şekli yüzünden oldukça fazla malzeme tasarrufu sağlanan ve üretim miktarı az

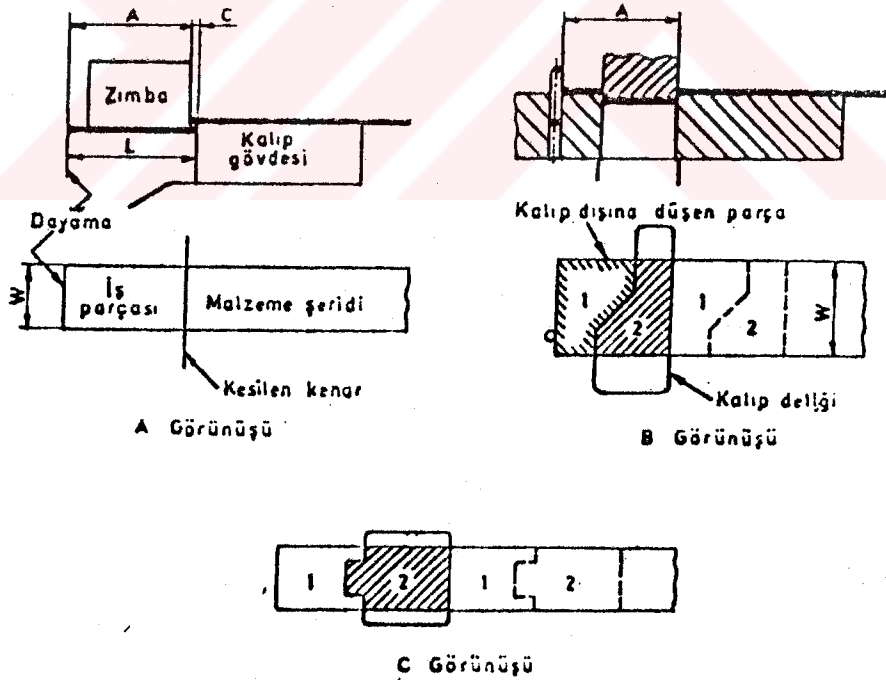




Şekil.2.57.İş parçalarının birbirine geçecek şekilde yerleştirilmesi(11)

#### 2.2.4.3.3.4.İş parçalarının şerit üzerine artıksız yerleştirilmesi

İş parçalarını artık bırakmadan üreten kalıplardır. En çok uygulanan artıksız kesme işlemi bir uç kesme kalıbının kullanılmasını gerektirir. Şekil.2.58'in A görünüşünde zımbanın kesici kenarından dayamaya olan



Şekil.2.58.İş parçalarının şerit üzerine artıksız yerleştirilmesi(11)

uzaklık şeridin ilerleme miktarına eşittir. İş parçasının L uzunluğu da zımbanın kesici kenarından dayamaya olan uzaklığına veya kesme boşluğunun c ile gösterildiği hallerde A+c ye eşittir. İş parçasının genişliği malzeme şeridinin genişliğindedir. B görünüşünde her pres kursunda iki parça üretilmektedir. Parçalardan biri uç kesme metodu ile geriye doğru itilmekte diğer parça da kalıp içinde kesilmektedir. C görünüşü ise bunlara benzemeyen diğer iş parçalarının artıksız üretim metodunu göstermektedir.

#### 2.2.4.3.4. Malzeme şeridinin verim hesabı

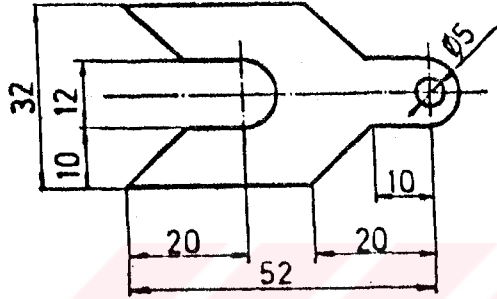
Seri üretimde malzeme tasarrufu, iş parçalarının malzeme şeridine en az kayıp verecek şekilde yerleştirilmeleriyle sağlanır. En elverişli yerleştirme şeklini karışık bir iş parçası için bulabilmek amacıyla bütün pozüsyonlar denenmeli, üretilecek iş parçası sayısı, kalıp maliyeti v.b. etkenleri de dikkate alarak faydalanma oranının en yüksek olduğu yerleştirme şekli bulunmalıdır. Üretilen iş parçasının alanı "A<sub>n</sub>" ile bir adımda kullanılan şerit malzeme miktarı "A<sub>k</sub>" ile gösterilirse:

$$\eta_f = \frac{A_n}{A_k} \cdot 100$$

oranına, malzemenin faydalanma katsayısı denir. İstatistiklere göre kesme işlerinde ortalama olarak faydalanma katsayısı % 65 civarında bulunmuştur. (16)

### ÖRNEK PROBLEM:

Şekil 2.59'daki iş parçası kesme suretiyle üretilecektir. İş parçasını malzeme şeridine en yüksek faydalanmayı sağlayacak şekilde yerleştirerek faydalanma katsayısını bulunuz? (7)



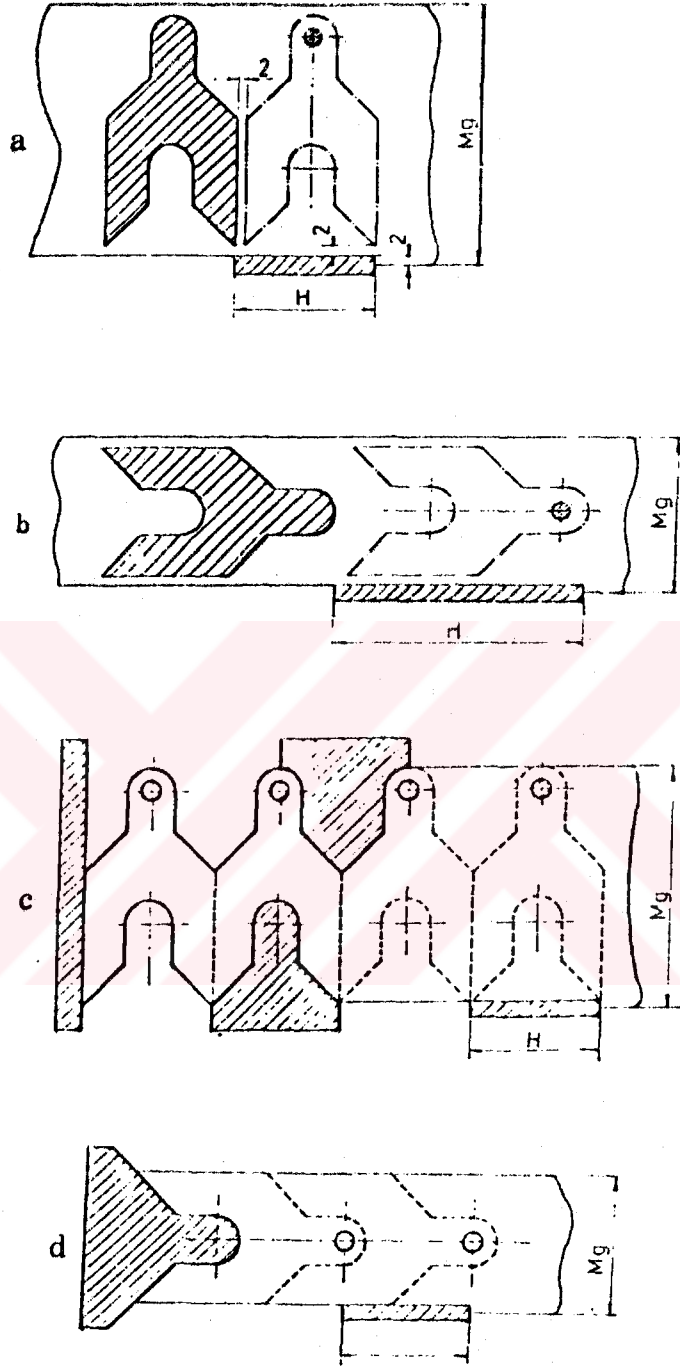
Şekil.2.59 Üretilecek iş parçası resmi

### ÇÖZÜM:

Önce iş parçasının net alanı bulunur:

$$A_n = 1004 \text{ mm}^2$$

Sonra iş parçası malzeme şeridi üzerine çeşitli şekillerde yerleştirilerek, herbiri için faydalanma katsayıları bulunur. (Şekil 2.60)



Şekil.2.60 İş parçasının malzeme şeridine yerleştirilme şekilleri

a) Enine yerleştirmeye göre :

Şerit genişliği  $Mg = 62$  ve adım  $H = 34$  olduğuna göre

$$A_k = Mg \cdot H = 62 \cdot 34 = 2108 \text{ mm}^2$$

$$\eta_f = \frac{A_n}{A_k} \cdot 100 = \frac{1004}{2108} \cdot 100 = \% 47,62$$

b) Boyuna yerleştirilmeye göre:

Şerit genişliği  $Mg = 38$  ve adım  $H = 62$  ise

$$A_k = Mg \cdot H = 38 \cdot 62 = 2356 \text{ mm}^2$$

$$\eta_f = \frac{A_n}{A_k} \cdot 100 = \frac{1004}{2356} \cdot 100 = \% 42,61$$

c) Enine uç kesmeye göre:

Şerit genişliği  $Mg = 60$  ve adım  $H = 32$  ise

$$A_k = Mg \cdot H = 60 \cdot 32 = 1920 \text{ mm}^2$$

$$\eta_f = \frac{A_n}{A_k} \cdot 100 = \frac{1004}{1920} \cdot 100 = \% 52,9$$

d) Boyuna uç kesmeye göre:

Şerit genişliği  $Mg = 34$  ve adım  $H = 32$  ise

$$A_k = Mg \cdot H = 34 \cdot 32 = 1024 \text{ mm}^2$$

$$\eta_f = \frac{A_n}{A_k} \cdot 100 = \frac{1004}{1024} \cdot 100 = \% 92$$

Bu sonuca göre "d" şekli diğerlerine göre daha verimli olduğundan kalıp bu yerleştirme şekline göre imal edilir.

### 2.3.KESME KUVVETİ

Metalik levhalardan düz veya değişik şekildeki parçaların ayrılmasını temin için kesici uçlara uygulanan kuvvete kesme kuvveti denir. Herhangi bir kesme olayında gerekli olan kesme kuvveti, işin gerektirdiği uygun tonajda bir makina seçilmesinde ve kesmeyi gerçekleştirecek kesici elemanların boyutlarının kararlaştırılmasında ana faktör olarak kullanılır.

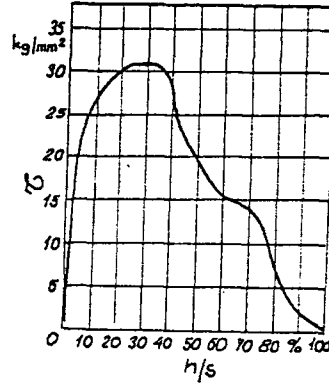
Kesici uçlar malzeme ile temas eder ve kesme şartlarına uygun olarak kalınlığın belirli bir oranında malzemeye batır. Malzeme fiziksel özellikleri ve kalınlıklar dikkete alınarak hazırlanmış zımba batma oranları Tablo.2.6.'da verilmektedir.(14) Kesici uçlar tarafından uygulanan kesme

Tablo.2.6.Normal boşluklu kesmelerde zımba batma oranları(14)

Malzeme	Malzeme kalınlığı mm			
	<1	1 - 2	2 - 4	4
Yumuşak çelik $\tau_B = 25 - 40 \text{ kg/mm}^2$	0,75 - 0,70	0,70 - 0,65	0,65 - 0,55	0,50 - 0,40
Yarı sert çelik $\tau_B = 35-55 \text{ kg/mm}^2$	0,65 - 0,60	0,60 - 0,55	0,55 - 0,48	0,45 - 0,35
Sert çelik $\tau_B = 50 - 75 \text{ kg/mm}^2$	0,50 - 0,45	0,45 - 0,40	0,40 - 0,35	0,35 - 0,20
Alüminyum Bakır	0,80 - 0,75	0,75 - 0,70	0,70 - 0,60	0,65 - 0,50

kuvvetine malzeme direnç gösterir. Malzemelerin kesilmeye karşı gösterdikleri direnç kesme kuvveti tarafından aşıldığında kesme olayı gerçekleşir. Bu nedenle kesme kuvvetinin hesaplanabilmesi için malzemelerin kesilme gerilimlerinin bilinmesi gerekir. Bir malzemenin kesilme gerilimi bu malzemenin 1 mm<sup>2</sup>' sini koparmak için gerekli olan kuvvettir. Kesme kuvveti, malzemenin kesilme direnci zımbanın batma oranı h/s'ye bağlı olarak sürekli değiştiğinden kesme işlemi boyunca değişir. Kesme direnci  $\tau$  'nın zımba batma yolu ile orantılı olarak değişimi Şekil.2.61'de görülmektedir. Yaklaşık olarak malzeme kalınlığının

%30'unda en yüksek değerine ulaşan kesilme direnci malzemenin kesme dayanımına eşittir.



Şekil.2.61.Kesme direncinin zımba batma oranına göre değişimi(3)

Tablo.2.7.Bazı malzemelerin kesme dayanım değerleri(3)

Malzeme	Kesme Dayanımı $\tau_B = \text{kg/mm}^2$	Malzeme	Kesme Dayanımı $\tau_B = \text{kg/mm}^2$
Çelik % 0,1 C	24 – 30	Karton	7 – 9
% 0.2 C	32 – 40	Klingerit	4 – 4
% 0.3 C	36 – 48	Pertinax	10 – 14
% 0.4 C	45 – 56	Textolit	9 – 12
% 0.6 C	55 – 70	Mika	5 – 8
% 0.8 C	70 – 90	Deri	0,7
Silisli Çelik	45 – 55	Sert lastik	2 – 6
Kalay	3 – 4	AlCuMg	22 – 38
Kurşun	2 – 3	AlMgSi	20 – 30
Kağıt	2 – 5	Pirinç Ms 63	22 – 40

Kesme kuvvetinin hesabında kullanılan kesme dayanımı, malzemenin şekil değişim oranı ve kesme şartlarına bağlı olarak değişmesi nedeniyle sağlıklı sonuç vermez. Bu nedenle hesaplamalarda çekme dayanımının kullanılması daha doğrudur. Kesme dayanımı ile çekme dayanımı arasında

$$\tau_B = 0,8 \sigma_B$$

bağıntısı vardır. Bu bağıntı kesme şartlarına göre şu şekilde verilebilir.(9)

$$d/s \geq 2 \text{ durumunda } \tau_B = 0.8 \sigma_B$$

$$d/s = 1 \text{ durumunda } \tau_B = \sigma_B$$

$$d/s < 1 \text{ durumunda } \tau_B > \sigma_B$$

### 2.3.1.Makaslarla Kesmelerde Kesme Kuvveti

Makaslarla kesmelerde kesme kuvveti makas kesici ağız şekillerine ve bu ağızların konumlarına göre aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir.(14)

#### Paralel konumlu giyotin makaslarda kesme kuvveti

$$P = L \cdot S \cdot \tau_B$$

#### Eğik konumlu giyotin makaslarda kesme kuvveti

$$P = 0.5 \frac{s^2}{\text{tg}\omega} \tau_B$$

#### Ruleli makaslarda kesme kuvveti

$$P = 0.5 \frac{h \cdot s}{\text{tg}\alpha} \tau_B$$

Bu formüllerde :	P kesme kuvveti	kg
	L kesme uzunluğu	mm
	$\omega$ bıçaklar arası eğim açısı	derece
	$\tau_B$ malzemenin kesme dayanımı	kg/mm <sup>2</sup>
	h bıçakların malzemeye batma derinliği	mm
	$\alpha$ rulelerin kavrama açısı	derece

Giyotin makaslarda malzemenin bıçaklar arasında dönmesine engel olmak için uygulanan  $P_x$  baskı kuvveti ile  $P$  kesme kuvveti arasında:

$$P_x = (0.1 \dots 0.2) P \text{ bağıntısı vardır. (3)}$$

Makaslarda kesme hızı, makasın cinsine göre 0.04-0.2 m/sn değerleri arasında alınır(2)

### 2.3.2. Kalıplarla Kesmelerde Kesme Kuvveti

Normal kesme şartlarında (normal kesme boşluklu, paralel ağızlı kesiciler kullanılarak) kalıplarla gerçekleştirilen taslak (çevre) kesme ve delme işlemlerinde gerekli olan kesme kuvveti, malzemenin kesilme dayanımı ve kesilen yüzey ölçüleri dikkate alınarak aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

$$P = L \cdot s \cdot \tau_B$$

Kesilecek malzemeye ait kesme dayanımının kararlaştırılmasında daha önce bahsedilen zorluklar nedeniyle çekme dayanımının kullanılması daha emniyetlidir. Buna göre normal kesmede:

$$P = 0.8 \cdot L \cdot s \cdot \sigma_B$$

bağıntısı kurulabilir (9). Bu bağıntılar delik çapı ve kesme boşluğu dikkate alınarak aşağıdaki şekillerde verilebilir.(9)

$$\frac{d}{S} < 2 \text{ oranlı küçük delmelerde } P = \frac{d \cdot \pi \cdot s \cdot \sigma_B}{3 \sqrt{\frac{d}{s}}}$$

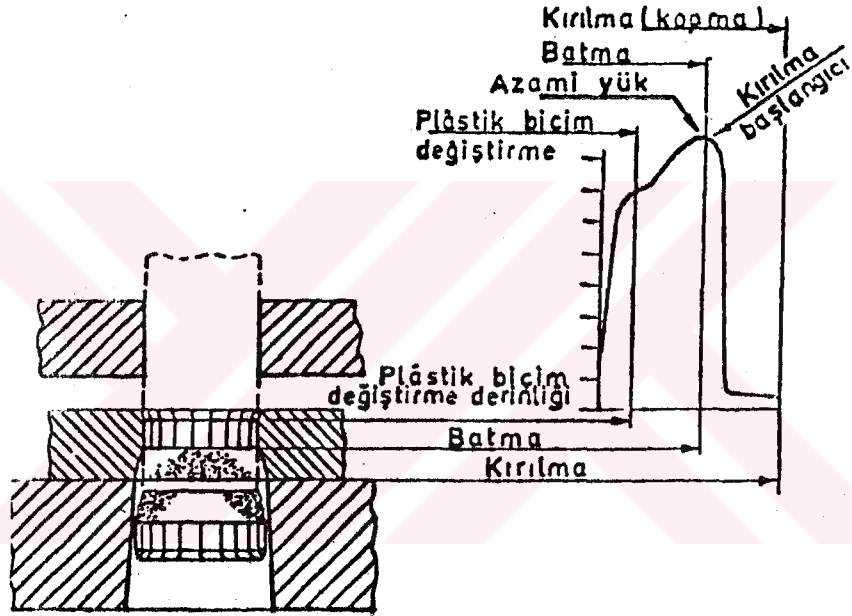
Küçük kesme boşluklu kesmelerde  $P = L \cdot s \cdot \sigma_B (0.005 \cdot s \cdot \sqrt{\tau_B})$

Bu formüllerde :	d	delik çapı	mm
	s	malzeme kalınlığı	mm
	L	kesilen uzunluk	derece
	$\sigma_B$	malzemenin çekme dayanımı	kg/mm <sup>2</sup>

Eğer bir kalıpta aynı anda çalışan birden fazla zımba varsa, bu kalıbın kesme kuvveti her bir zımba için gerekli kesme kuvvetlerinin toplamı kadardır. Ayrıca kalıp tezgahının belirlenmesinde kalıpta bulunan yay ve benzeri baskı düzenekleri için gerekli kuvvetlerin de kesme kuvvetine ilave edilmeleri gerekir.

### 2.3.3. Kesme Kuvvetiyle Kesme Olayı Arasındaki Bağıntı

Kesme olayında daha önce bahsedilen plastik şekil değiştirme, batma ve kırılma safhaları kesme kuvveti ile ilgilidir. Şekil.2.62'de görüldüğü gibi



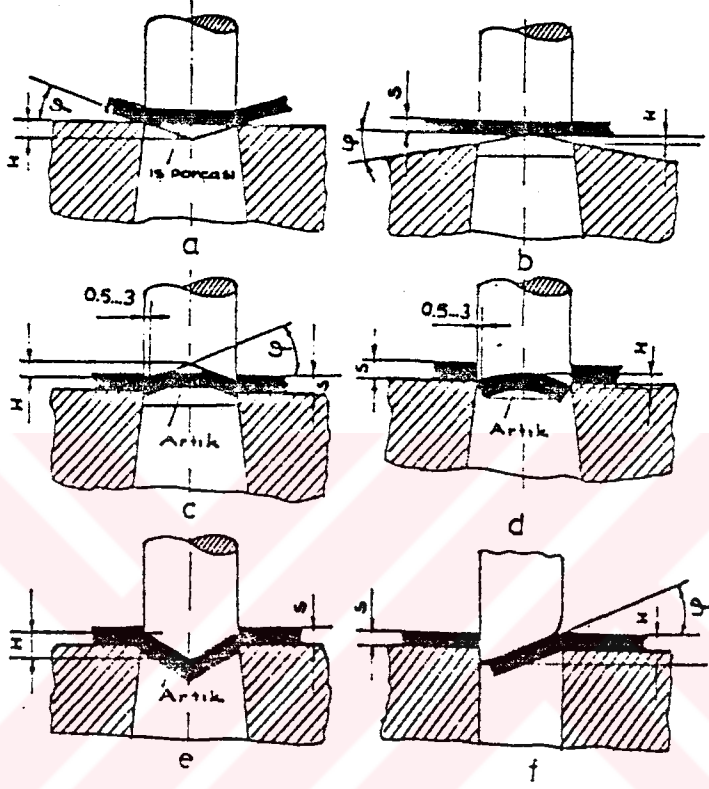
Şekil.2.62. Kesme kuvvetinin kesme olayı ile olan bağıntısı(11)

bir kesme veya delme zımbası malzeme içine itildiğinde meydana gelen kesme olayının bu üç safhası kesme kuvvetinin yük eğrisi olmaktadır.(11)

Zımba malzeme ile temas ettiğinde direnç başlar. Yük, plastik şekil değiştirme safhasını geçtikten sonra batma tamamlanıncaya kadar sürekli artar. kırılma meydana geldiğinde birikmiş yük aniden serbest kalır. Şayet zımba ile kalıp arasında uygun bırakılmış kesme boşluğu varsa, kırılmanın meydana geldiği bu noktada kesme kuvveti malzemenin kesilme gerilimine eşittir. Daha sonra eğri alt çizgi yakınına doğru süratle düşer. Yük eğrisinin son kısmı, zımba malzeme içersinde ilerlerken meydana gelen sürtünme direncini gösterir.

### 2.3.4. Kesme Kuvvetinin Azaltılması

Kesme kuvvetini azaltmak için Şekil.2.63.de görüldüğü gibi kalıp veya zımba kesici yüzeyleri eğik olarak bilenirler. Bu şekilde kesme kuvvetinin



Şekil.2.63. Kesme kuvvetini azaltmak için kesicilerin eğik bileme şekilleri(3)

daha küçük bir değerde, daha uzun kesme yolu ile uygulanması sağlanır. Bu tür uygulamalarda zımbanın tek yönlü zorlanmalarına engel olmak gerekir. Bunun için zımba veya kalıba uygulanan eğimler simetrik yapılmalıdır. Kesilecek parçaların bu eğim nedeniyle zarar görmemesi için taslak kesme işleminde eğim kalıba delme işleminde ise zımbaya verilmelidir. Eğik bilenmiş zımba ve kalıplarla yapılan kesme işlemlerinde gerekli kesme kuvveti Tablo.2.8. yardımı ile hesaplanabilir.

Tablo.2.8.Eğik bilenmiş zımba ve kalıplarda kesme kuvveti(3)

Kesme Özellikleri	Kesici Tipi Şek. 2.63	Kesme kuvveti bağıntısı
Genel hallerde uygulanan eğik bilenmiş takımlarla yapılan çevre kesme işleri	a	$P=L \cdot s \cdot k \cdot \tau_B$ k, kat sayısı $L < 200\text{mm}$ $H = s$ ise $k = 0,4 \dots 0,6$ $H = 2s$ ise $k = 0,2 \dots 0,4$
	b	
	c	
	d	
	e	
İki taraflı eğik bilenmiş takımlarla	a	$H > s$ durumunda $P = 2s \tau_B \left( a + b \frac{0,5s}{H} \right)$
	b	$H = s$ durumunda $P = 2s \tau_B (a + 0,5b)$
Dört taraflı eğik bilenmiş kesme kenarlı takımlarla yapılan karasel şekilli kesme işlemleri	c	$P = \frac{4s^2 \tau_B}{\text{tg} \varphi}$
	a	$H = s$ durumunda $P = \frac{2}{3} \pi \cdot d \cdot s \cdot \tau_B$
	b	
c		
Tek taraflı eğik bilenmiş kesme kenarlı takımlarla yapılan prizmatik şekilli kesme işlemleri	f	$H > s$ durumunda $P = s \cdot \tau_B \cdot \left( a + b \frac{s}{H} \right)$ $H = s$ durumunda $P = s \cdot \tau_B (a + b)$

Zımba ve kalıba verilebilecek eğim açıları Tablo.2.9.da görülmektedir.

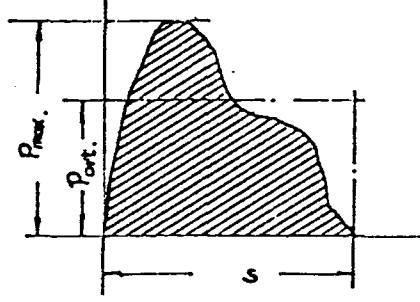
Tablo.2.9. Zımba ve kalıba verilecek eğim değerleri(14)

Malzeme kalınlığı (s) mm	Eğim Yük. (H) mm	Eğim Açısı $\varphi$	Kesme kuvvetindeki azalma %
< 3	2s	5	30-40
3 - 10	s	8	60-65

Ayrıca maksimum kesme kuvvetinin aynı anda uygulanmasını önlemek için çok sayıda zımba bulunan kalıplarda zımbalar farklı boylarda yapılır. Bu fark ince malzemelerde saç kalınlığı, kalın malzemelerde ise saç kalınlığının yarısı kadardır.

## 2.4.KESME İŞİ

Yatay eksenin kesme yolunu ve düşey eksenin ise kesme kuvvetini gösterdiği bir kuvvet-yol diyagramında kesme işi bu diyagramın alanına eşittir. Kesme kuvvetinin kesme süresince değişken olması nedeniyle bu alanın hesaplanmasında bu alana eşdeğer bir dikdörtgenin alanının hesap-



Şekil 2.64 Kesme kuvveti - kesme yolu diyagramı.

lanması yoluna gidilir. Tabanı parça kalınlığına eşit olan bu dikdörtgenin yüksekliği Şekil.2.64.de görüldüğü gibi ortalama kesme kuvvetine eşittir. Kesme kuvveti değişimi zımbanın malzemeye kesme başlangıcına kadarki dalma oranı ile ilgilidir. Bu oran  $X = P_m/P$  şeklinde gösterilirse değeri malzeme kalınlığına, malzemenin fiziksel özelliğine ve kullanılan kesme boşluğuna bağlı olarak Tablo.2.10'da verilmiştir.(14)

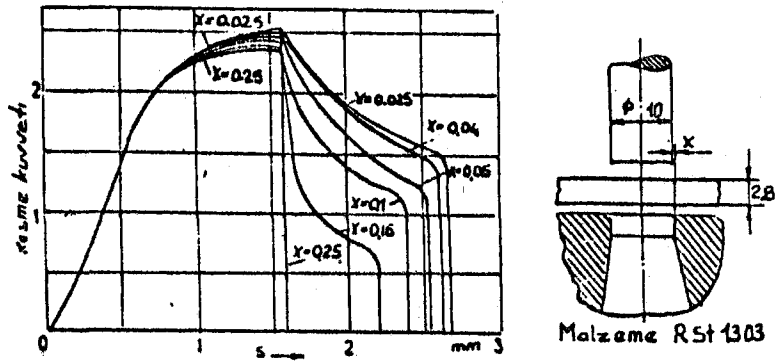
Tablo.2.10.Kesme işi için X değerleri

Malzeme	Malzeme Kalınlığı (mm)			
	< 1	1...2	2...4	> 4
Yumuşak çelik sac 25...35kg/mm <sup>2</sup>	0,70..0,65	0,65..0,60	0,60..0,50	0,45..0,35
Orta sert çelik 35...50kg/mm <sup>2</sup>	0,60..0,55	0,55..0,50	0,50..0,42	0,40..0,30
Sert çelik 50...70kg/mm <sup>2</sup>	0,45..0,42	0,42..0,38	0,38..0,331	0,20..0,30
Al. ve Bakır (tavlı)	0,75..0,70	0,70..0,65	0,65..0,55	0,50..0,40

İş bağıntısında bu katsayılar kullanılırsa iş formülü

$$A = X \frac{P.s}{1000} \text{ kg.m}$$

şeklinde yazılabilir. Dar tutulmuş kesme boşluğunda ve yumuşak malzemelerde zımbanın kesilme başlangıcına kadar ki dalma miktarı, sert malzemenin geniş boşlukla kesilmesine oranla daha fazla olduğu Şekil.2.34'de açıklanmıştır. Kuvvet kesilme başlangıcına kadar hızla yükselmekte, h1 dalma boyundan sonra kesilmiş malzemeyi kalıp boşluğuna itinceye kadar düşmektedir. Bu nedenle aynı dayanıma sahip malzemenin dar boşlukla kesilmesi ile geniş boşluk kullanılması arasında dalma oranı değişikliğinden dolayı kesme kuvvetinin etki zamanında da değişiklik olur. Dar tutulmuş kesme boşluğunda kesme kuvveti daha uzun süre yüksek değerde devam ettiğinden kesme işi de o oranda artar. Kesme boşluğunun kesme kuvvetine etkisi Şekil.2.65.de görülmektedir. Kesme boşluğu ne kadar dar tutulursa kesme kuvveti ve işi o kadar büyümektedir.  $C > 0.03$  gibi çok büyük tutulmuş kesme boşluğu değerlerinde bile kesme kuvvetindeki azalma %5...10 kadar olmasına rağmen, dar tutulmuş kesme boşluğunda zımba batma oranı büyük olduğundan kesme işinde %40' a varan bir artış olmaktadır. Araştırmalar kesme hızının yükseltilmesi ile kesme kuvvetinde bir azalma olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde



Şekil.2.65. Kesme boşluğunun kesme kuvveti ve işine etkisi (3)

yumuşak malzemelerde zımba batma oranı sert malzemelere göre daha fazla olduğundan yumuşak malzemelerin kesilmesinde kesme işi daha büyüktür.(3)

Eğik ağızlı kesiciler kullanıldığında kesme işi :

$$A_0 = X_1 \cdot P_e \cdot \frac{s + H}{1000} \text{ kg.m ile bulunur. (14)}$$

Burada:  $P_e$  eğik kesicilerde kesme kuvveti kg (Tablo.8'den)

$s$  saç kalınlığı mm

$H$  eğim yüksekliği mm

$X_1$  eğim yüksekliğine bağlı orantı katsayısı

yumuşak çelik için  $H = s$  durumunda  $X_1=0.5-0.6$

$H = 2s$  durumunda  $X_1=0.7-0.8$

Kesme için gerekli kuvvet ve iş değeri hesaplandıktan sonra bu işleme uygun presin belirlenmesi gerekir. Seçimi yapılacak pres gerek kuvvet gerekse kapasite yönünden kesme için gerekli kuvveti ve işi emniyetle karşılayabilmelidir. Kesme işlerinde genellikle kranklı presler kullanılır. Krank-biyel ve yeteri kadar hareket iletim elemanından oluşan pres tezgahında pres kuvveti kurs boyunca değişkendir. Presler, genellikle krank açısının  $30^\circ$  ile Alt ölü nokta arasında oluşacak kuvvetler gövde mukavemeti içinde kalacak şekilde yapılmışlardır. " $P_n$ " ile belirlenen bu kuvvete pres anma kuvveti denir. Bu değer krankın  $30^\circ$  ile alt ölü nokta arasında kullanılabilecek en büyük kuvvettir. Krankın diğer konumları için daha düşük kuvvetler ön görülmelidir. Krankın belli bir konumu için müsaade edilebilecek pres kuvveti  $P_0 = \frac{P_n}{2 \sin \alpha}$  bağıntısı ile bulunur. (3)

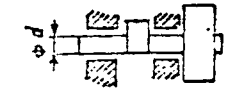

Eğer pres kuvveti, kullananlar tarafından bilinmiyorsa Bliss Müessesesi tarafından verilmiş bir kurala göre yaklaşık olarak hesaplanabilir. Buna göre yarım kursta krank milinin taşıyabileceği maksimum kuvvet:

$$P = K \cdot d^2 \text{ (16) dir.}$$

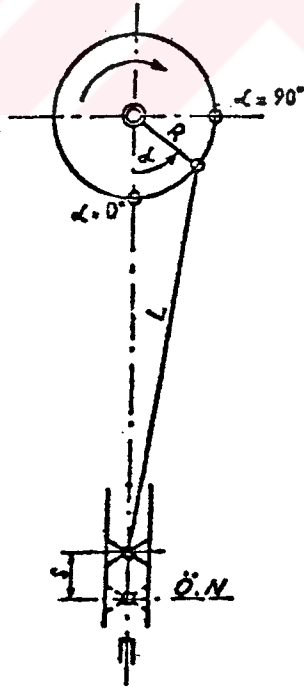
Burada,  $d$  yataklar kısmında milin çapı  
 $k$  Kurs/d oranına bağlı bir katsayı

$K$  değerleri Tablo.2.11'de verilmiştir. (16)

Tablo.2.11. Pres milinin tipine ve kursa bağlı " $k$ " değerleri

d çapına göre kurs	0.5 d	d	1.5 d	2 d	2.5 d	Mil tipi
Eksantrikli pres	6					
Kranklı Pres		5	4	3	2,5	

Eğer belirli bir krank konumu için kuvvet bilirse; bu krankın herhangi



Şekil 2.66 Mekanik Presin Şeması (16)

bir konumu için kuvvet aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır. (16)

$$P = \frac{M}{R \left( \sin \alpha + \frac{T}{2} \sin 2 \alpha \right)}$$

Burada M Pres miline tatbik edilen sabit moment

R Presin yarım kursu

T R/L oranı (L = Biyel uzunluğu)

Preslerde T değeri 0,05 – 0,2 arasında değişir. T = 0,1 için "P" kuvvetinin değişimi çeşitli "α" değerleri için tablo.2.12'de verilmiştir. (16)

Tablo.2.12. T = 0,1 için α'ya bağlı kuvvet değişimi. (16)

α °	90	75	60	45	30	15	0
P	$\frac{M}{R}$	$\frac{M}{0,991 R}$	$\frac{M}{0,896 R}$	$\frac{M}{0,757 R}$	$\frac{M}{0,543 R}$	$\frac{M}{0,261 R}$	$\frac{M}{0}$

Pres volanının kinetik enerjisi (volanın zinde kuvveti) istenen işi yapabilecek yeterlikte olmalıdır. Volanın gücü aşağıdaki formül ile tayin edilir. (16)

$$A_v = \frac{G \cdot D^2 \cdot (n_1^2 - n_2^2)}{7200} \text{ (kg.m)}$$

Burada : G volanının ağırlığı kg

D volan jantının ortalama çapı m

n1 volanın başta dönme sayısı

n2 volanın iş yaptıktan sonra dönme sayısı

Kesme işinde  $n_2 = 0,9 n_1$  dir.

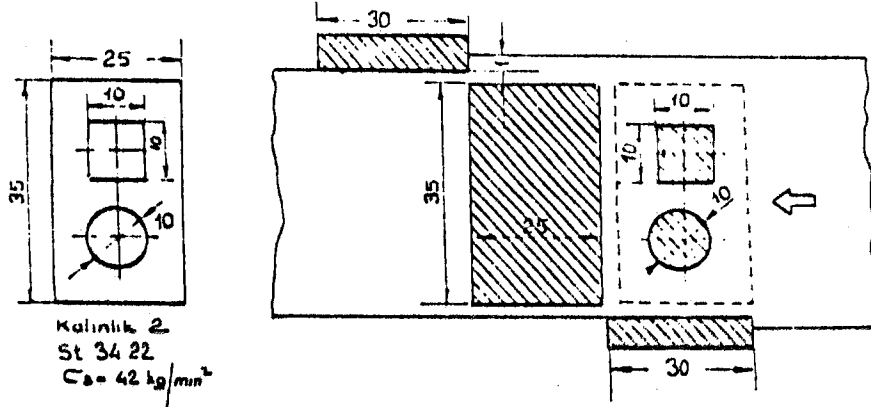
Daha önce hesaplanan kesme işi, volanın hesaplanan Av değerinden büyük olmamalıdır.

Krankın teğetsel hızına bağlı olarak volanın devir sayısı n ise zımbanın hızı

$$V = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30} \cdot \left( \sin \alpha + \frac{T}{2} \cdot \sin 2 \alpha \right) \text{ dir. (16)}$$

### ÖRNEK PROBLEM:

Şekil 2.67'de görülen parçayı kesmek için düşünülen kesme planına göre gerekli kesme kuvvetini ve işini bulunuz? (3)



Şekil 2.67. İş parçasının kesilmek üzere kalıba yerleştirilmesi (3)

### ÇÖZÜM:

Önce kesilecek çevre ölçüleri hesaplanır. Bu kalıpta 2 yan kesici zımba, 2 delik ve 1 adette çevre kesme zımbası olduğundan kesilecek çevre uzunluğu:

$$L = 2(30+1) + (35+25) \cdot 2 + 2(10+10) + \pi \cdot 10 = 235 \text{ mm}$$

Malzemenin kesme dayanımı yerine emniyetli olması için çekme dayanımı kullanılırsa:

$$P = L \cdot s \cdot \sigma_B = 235 \cdot 2 \cdot 42 = 21252 \text{ kg bulunur.}$$

Kesicilerin körelmesi, malzemede olabilecek kalınlık değişimleri v.b. nedenler dikkate alınarak %20 emniyet payı kullanılırsa.

$$P = (1,2) 21252 = 25.502 \text{ kg. bulunur.}$$

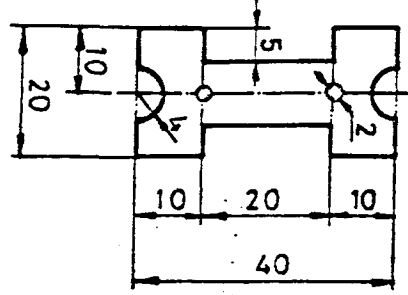
Kesme işi için (x) oranı 0.6 seçilirse

$$A = x \frac{P \cdot s}{1000} = 0.6 \cdot 21252 \cdot 0.002 = 25.5 \text{ kg. m bulunur.}$$

Bu sonuca göre bu iş için en az 25 tonluk kuvvete sahip ve 25.5 kg. m kapasiteli bir pres seçilmelidir.



### 3. KALIPTA KESİLEREK ÜRETİLEN BİR PARÇANIN MALİYET ANALİZİ



Kalınlık 1 mm

Şekil.3.1.Kesme kalıbında üretilecek iş parçası

Şekil.3.1.'de görülen iş parçasından ayda 10.000 adet üzerinden yılda toplam 120.000 adet üretilmesi planlanmıştır. İşletme yetkilileri fabrikalarında daha çok büyük kapasiteli preslerle, otomobil, kamyonet ve minibüslerin büyük parçalarının üretiminin gerçekleştirildiği, tesislerinde mevcut olan bu şekildeki küçük parçaların üretildiği bir presleri olduğunu, ancak iş yükünün fazla olması nedeniyle bundan sonra ihtiyaç duyulacak bu tür parçaları satın alma müdürlüğü vasıtasıyla yan sanayiciye yaptırmayı düşünmektedir. Kalite ihtiyaçlarına cevap verebilecek özelliklerde üretimi gerçekleştirebilecek birkaç yan sanayiciden fiyatta anlaşabildiği birine işi verecektir.

#### 3.1.Parça Analizi

Üretilecek iş parçasına ait imalat resmi Şekil.3.1.'de görülmektedir. Parça 1 mm kalınlığında soğuk çekilmiş çelik sacdan imal edilecektir.

Toplam üretim miktarı ve ölçü tamlığı dikkate alındığında üretimin bir kesme kalıbında presler vasıtasıyla gerçekleştirilmesi gerekli görülmektedir. Bunun için ihtiyaç duyulan kesme kalıbı işin verileceği üretici firma tarafından imal edilecek, ilk parça kontrol onayı alındıktan sonra seri üretime başlanılacaktır. Üretim planına uygun olarak proje ve dizayn müdürlüğü tarafından hazırlanan iş parçası ve kesme kalıbına ait imalat resimleri üretici firmaya verilerek takımın ve dolayısı ile parçanın resme uygun olarak üretilmesi sağlanacaktır.

### 3.2.Üretim Planı

Üretim Planlama müdürlüğü tarafından hazırlanan üretim planında, iş parçasının istenilen şartlara uygun bir şekilde pres tezgahında üretilmesi için gerekli üretim şekillerinden daha verimli ve ekonomik olan yöntem belirlenir. Bu amaçla imalatı yapılacak parçanın bir kesme kalıbında üretilmesi için aşağıdaki üretim metodları dikkate alınır.

- 1-Parça dış boyutlarına uygun olarak giyotin makasta kesilir, daha sonra kenarlardaki boşluklar ayrı kalıplara tek tek verilmek suretiyle açılır ve son olarak parça içindeki delikler matkap tezgahında delinmek suretiyle parça hazır hale getirilir.
- 2-Rule halindeki malzeme şeridi kesme ve delme işleminin yapıldığı birleşik kesme kalıbına otomatik olarak sürülerek parçanın tek vuruşta elde edilmesi sağlanır.
- 3-Bir ardışık kesme kalıbına malzeme şeridi elle sürülerek kesme ve delme işlemleri yapılır. Bir vuruşta iş parçasının malzeme şeridinden ayrılması sağlanırken aynı anda sonraki parçanın delme işlemi gerçekleştirilmektedir.

(1) numaralı üretim metodu seri üretime uygun olmadığından, (2) numaralı üretim metodu ise kullanılan malzeme miktarındaki önemsiz azalmaya karşılık kalıp maliyetindeki artış ve otomatik ilerletme aygıtının

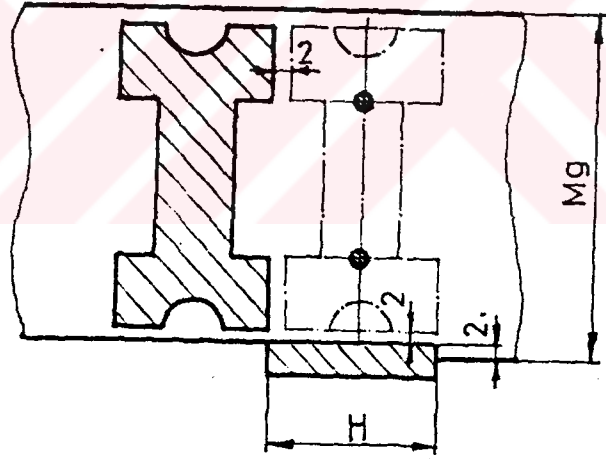
gerekli olması nedeniyle kabul görmemiştir. Üretim planlama (3). metodu en verimli metod olarak kabul etmiştir.

### 3.3.Malzeme

Pres tezgahında üretilen parçalar için malzeme düşünülmesi gereken en önemli konulardan biridir. Kesme işleminde ekonominin sağlanması iyi bir tasarımla artık malzeme miktarını azaltmakla gerçekleştirilir. Bu nedenle seçilen üretim metodunun başarılı olabilmesi için iş parçasının malzeme şeridinde yerleştirilmesinde mümkün olan bütün konumları deneyerek en az artık malzeme bırakacak şeklinin belirlenmesi gerekir.

#### 3.3.1.İş parçasının malzeme şeridinde yerleştirilmesi

a) Malzeme şeridinde artık parça köprüsü kalacak şekilde iş parçasının enine yerleştirilmesi :



Şekil.3.2.a.

İş parçası net alanı:

$$A_n = 20 \cdot 40 - (2 \cdot \pi \cdot 1^2 + \pi \cdot 4^2 + 2 \cdot 5 \cdot 20) = 543.48 \text{ mm}^2$$

$$M_g = 40 + 2 \cdot 3 = 46 \text{ mm}$$

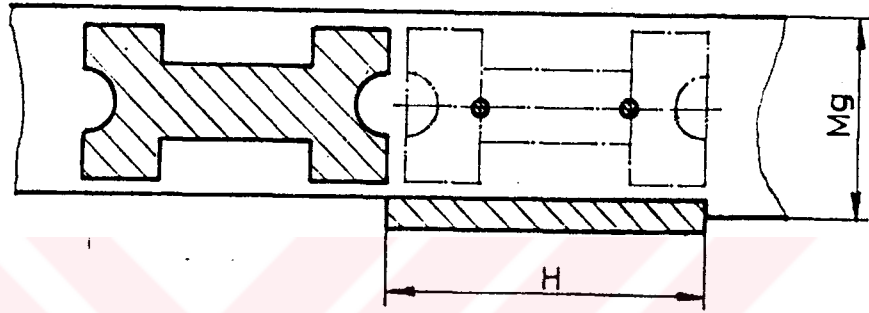
$$H = 20 + 2 = 22 \text{ mm}$$

$$A_k = M_g \cdot H = 46 \cdot 22 = 1012 \text{ mm}^2$$

$$\eta_f = \frac{A_n}{A_k} \cdot 100 = \frac{543.48}{1012} \cdot 100 = \% 53.7$$

$$\eta_f = 100 - \eta_f = 100 - 53.7 = \% 46.3$$

b) Malzeme şeridinde artık parça köprüsü kalacak şekilde iş parçasının boyuna yerleştirilmesi :



Şekil.3.2.b

$$M_g = 20 + 2.3 = 26 \text{ mm}$$

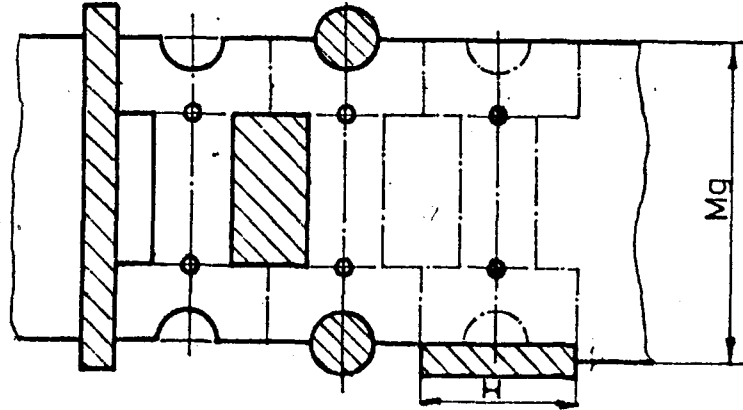
$$H = 2 + 40 = 42 \text{ mm}$$

$$A_k = M_g \cdot H = 26 \cdot 42 = 1092 \text{ mm}^2$$

$$\eta_f = \frac{A_n}{A_k} \cdot 100 = \frac{543.48}{1092} \cdot 100 = \% 49.76$$

$$\eta_f = 100 - \eta_f = 100 - 49.76 = \% 50.24$$

c) Uç kesme yöntemiyle iş parçasının enine yerleştirilerek kesme :



Şekil.3.2.c

$$Mg = 40 + 2 = 42 \text{ mm}$$

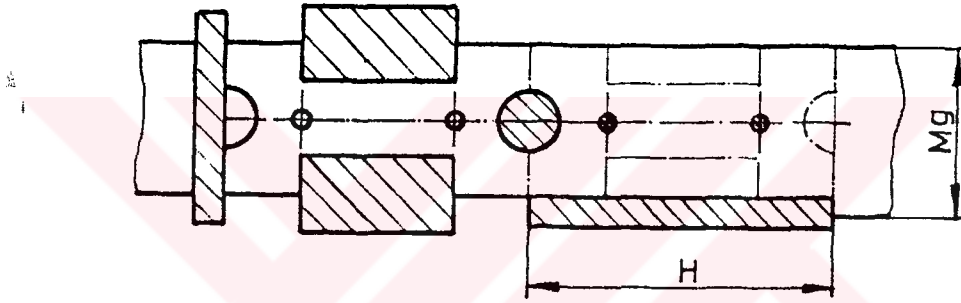
$$H = 20 \text{ mm}$$

$$Ak = Mg \cdot H = 42 \cdot 20 = 840 \text{ mm}^2$$

$$\eta_f = \frac{An}{Ak} \cdot 100 = \frac{543.48}{840} \cdot 100 = \% 64.7$$

$$\eta_f = 100 - \eta_f = 100 - 64.7 = \% 35.3$$

d) Uç kesme yöntemiyle iş parçasının boyuna yerleştirerek kesme :



Şekil.3.2.d

$$Mg = 20 + 2 = 22$$

$$H = 40 \text{ mm}$$

$$Ak = Mg \cdot H = 22 \cdot 40 = 880 \text{ mm}^2$$

$$\eta_f = \frac{An}{Ak} \cdot 100 = \frac{543.48}{880} \cdot 100 = \% 61.75$$

$$\eta_f = 100 - \eta_f = 100 - 61.75 = \% 38.25$$

Şekil.3.2.a-b-c-d'de daha önce belirlenen üretim metodunun yerleştirme konumları görülmektedir. a ve b görünüşlerinde artık parça köprüsü nedeniyle artık parça miktarları fazla olmaktadır. c ve d görüşlerinde uç kesme yönteminin kullanılması nedeniyle ayırma sırasında artık malzeme

sadece boşaltılan kısımlarda olmaktadır. Bu iki yöntemden c görünüşündeki yöntem, artık malzeme miktarı daha az olduğundan ve ayrıca enine yerleştirmenin daha önce bahsedilen üstünlüklerinden dolayı tercih edilmiştir. Enine yerleştirmenin üstünlüğünü tekrarlırsak daha kısa bir ilerleme nedeniyle kesme zamanı azalmış, aynı uzunluktaki şerit malzemedan daha fazla parça üretilmiş, dolayısıyla daha az sayıda şerit malzeme kullanılmış ve şerit başı ile sonundaki artık parça miktarı azalmıştır. c görünüşünde 2000 mm uzunluktaki şerit malzemedan 100 adet iş parçası üretilmektedir. 1000 mm enindeki plakadan 23 adet şerit çıkmaktadır.

### 3.3.2.Malzeme maliyeti

Saç kalınlığı	1 mm
Kalite (Ereğli-İthal)	Ereğli
Parça boyu (Mg)	42 mm
Parça eni (H)	20 mm
	0.1 x 100 x 200 x 7.8
Kullanım	----- = 6.78 gr
	100 x 23
Malzeme fiati	13204 TL/kg
Saç malzeme maliyeti	89.52 TL/ad

### 3.4.İşçilik maliyeti

Operasyonlar	İm. Süresi (sn)	Makina
1.Bant kesme	10	B.Açma + G.Makas
2.Şerit kesme	175	Giyotin Makas
3.Çevre kesme	11500	20 T.Mekanik pres
Toplam (2300 parça için)	11685	

Satın alma müdürlüğünün elindeki mevcut verilere göre imalat süreleri yaklaşık olarak alınmıştır. Kalıp bağlama ve ayar süreleri toplam süreye dahil edilmiştir. 2300 parça için toplam imalat süresi 11685 sn olduğuna göre 1 parça için 5.08 sn olur. Yine mevcut verilere göre yan sanayicide bu şekildeki bir üretimin işçilik maliyeti 1.380 TL/dak. dır. Yan sanayici işçilik maliyeti ile işçilik süresinin çarpımı işçilik tutarını vermektedir.

İşçilik maliyeti	1380 TL/dak
İşçilik süresi	5.08 sn
İşçilik tutarı	116.84 TL/adet bulunur.

Parça maliyetini bulmak için:

Malzeme maliyeti	: 89.52
İşçilik tutarı	: <u>116.84</u>
Toplam	: 206.36
% 15 kar	: <u>30.95</u>
Toplam	: 237.31
%10 Genel gider faktörü	: <u>23.73</u>
Satış fiyatı	: 261.04

Üretim miktarının tamamı 120.000 adet olduğuna göre tamamı

$$261.04 \cdot 120.000 = 31.324.800 \text{ TL bulunur}$$

### **3.5.Kalıp Maliyeti**

Proje ve dizayn müdürlüğü tarafından hazırlanan kalıp çizimlerinden alınan değerler dikkate alınarak kalıbın brüt ağırlığı üzerinden maliyet hesaplanır.

Tablo.3.1.Kesme Kalıbı Maliyet Fiyat Analizi

Kalıp		Zimba	
Kalıp altlığı		Zimba tutucusu	
Alt tabla yüksekliği	36mm	Üst tabla yüksekliği	15mm
Alt tabla boyu	215mm	Üst tablo boyu	155mm
Alt tabla eni	125mm	Üst tabla eni	125mm
Kalıp gövdesi		Zimba tutucusu	
Kalıp gövdesi yüksekliği	20mm	Zimba tutucusu yük.	15mm
Kalıp gövdesi boyu	185mm	Zimba tutucusu boyu	155mm
Kalıp gövdesi eni	125mm	Zimba tutucusu eni	125mm
Klavuz tablası		Zimbalar	
Klavuz tablası yük.	15mm	İlerleme zımbası	4x20x58mm
Klavuz tablası boyu	155mm	Ayırma zımbası	5x60x58mm
Klavuz tablası eni	125mm	Delme zımbası	10x20x45mm
		Delme zımbası	2x8x8x45mm
Maliyet		Delme zımbası	2x12x12x45mm
Parça adı	(Brüt)	TL/Kg	Toplam
Alt ve üst tabla	10	15.000	150.000
Kalıp+Zimbalar	4	130.000	520.000
Zimba tutucusu	2.5	25.000	62.500
Klavuz tablası	2.5	25.000	62.500
Delik adedi	5	200.000	1.000.000
Diğer+Gen.Gid+Fire(%10)			179.500
Toplam brüt ağırlık	24kg		
Toplam maliyet fiyatı			1.974.500
İşçilik katsayısı			1.63
Kalıp fiyatı			3.218.435

120.000 adet parça için işin tamamının maliyet i

$$31.324.800 + 3.218.435 = 34.543.235 \text{ dir.}$$

#### 4.SONUÇLAR

Düşük karbonlu ve alaşımsız çeliklerin soğuk haddelenmesiyle elde edilen ince metal levhaların işlenmesinde en sık kullanılan ve çeşitli şekil ve boyuttaki parçaların talaş kaldırılmadan elde edilmesini sağlayan bir yöntem olan kesme konusunda teknik açıdan yeterli araştırma yapılmış olmasına rağmen, konunun maliyeti ilgilendiren kısmı ile bütünleştirilmemiştir. Oysa genel olarak yapılan araştırmalar daha az hammadde ve daha az iş gücü kullanımı ile ihtiyaçların giderilmesi amacını gütmektedir.

Bu nedenle sözkonusu tez saç kesme işleminde, uygulanan yöntemlerle birlikte kesmeye özgü maliyeti de içermektedir. Bu konuda aşağıda özetlenen sonuçlara ulaşılmıştır.

1-Saç kesme yöntemlerinden herhangi birinin tercihinde üretilecek parça adedi, kalınlık ve mekanik özellikler çok büyük bir öneme sahiptir. Üretim miktarı az olan parçalar elde tek tek, ruleli makaslarda veya şekil makasında elde edilirken, miktarın biraz arttırılması basit bir kalıbı gerektirebilir. Kalınlık ve mekanik özelliklerin uygun olması ve elde edilen ürün, ihtiyaçlara cevap verebilecek kaliteye sahipse üretim kauçuk kesme kalıbında ekonomik olarak gerçekleştirilebilir.

2-Giyotin Makaslarla yapılan kesme işlemlerinde kesme kuvvetinin azaltılması üst bıçağın eğim miktarının arttırılmasıyla sağlanabilir. Bu durumda P kesme kuvveti bıçaklar arasındaki  $\omega$  açısından dolayı malzemeyi kesmeye çalışan  $P_s$  kuvveti ile malzemeyi ileri doğru sürüklemeye çalışan  $P_\omega$  kuvvetlerine ayrılır.  $\omega$  açısı büyüdükçe  $P_s$  kuvveti küçülecektir. Buna karşılık  $P_\omega$  kuvveti açı büyüdükçe malzemeye aynı oranda artan bir kuvvetle itmeye çalışacaktır. Pratikte bu açı 12 'ye kadar tercih edilir.

3-Preslerde, kalıplar vasıtasıyla gerçekleştirilen üretimden düşünölen yararlılığın sağlanabilmesi için parça çok yönlü olarak analiz edilmeli, üretim miktarları ve parça şekilleri dikkate alınarak mümkün olduğunca presin bir çevriminde parça kesilirken, ondan sonra gelen parçanın delme işlemini sağlayan ardışık kesme kalıpları veya kesme ve delme işleminin aynı anda gerçekleştirildiği birleşik kesme kalıpları kullanılmalıdır. Bu kalıpları imal etmenin zorluğu yanında üretimi otomatik çalışmaya uygun hale getirerek üretim sürelerini düşürmesi ve iki veya daha fazla işlemin bir defada yapılmasını sağlaması gibi çok büyük ekonomik bir yararı vardır.

4-Kalıplarla yapılan kesme işlemlerinde kalıpla zımba arasında bırakılan kesme boşluğunun belirli bir değerde olması kalıp ömrü, kesme kuvveti ve elde edilen ürün kalitesi açısından çok önemlidir. Bütün bu unsurlar dolaylı veya dolaysız yollardan maliyeti etkilemektedir. Uygun miktarda bırakılan kesme boşluğu kalıbın ömrü ve üretilen parçanın kalitesi için gereklidir. Aşırı bırakılmış kesme boşluğu iş parçasının deformasyonuna neden olurken yetersiz boşluk ise zımbanın aşırı zorlanmaya maruz kalmasından dolayı kesici parçalarda aşınma ve uygun olmayan gerilimler meydana getirir.

5-Kalıpla kesme işleminde, iş parçasının genişmesi sonucu ani olarak meydana gelen basınç malzemenin kalıp deliğinden geçerken ısınmasına ve çarpılmasına, kalıp ve zımbanın hasara uğramasına neden olur. Bu olumsuzluğu önlemek için kalıp deliği kenarlarına açısal boşluk verilir. Açısal boşluk işlenecek malzemenin cinsine, kalınlığına, kesici elemanların dayanımlarına ve kalıbın konstrüksiyonuna bağlı olarak  $1/4^{\circ}$  ile  $3/4^{\circ}$  arasında seçilir. Açısal boşluğun uygun bırakılması sonuçta parça kalitesi ile kalıp ömrünü etkilemesi nedeniyle maliyete olumlu katkısı olmaktadır.

6-Kesme kalıplarının yeni durumundan itibaren kullanılmaz hale gelinceye kadar üretimde geçen süreleri olarak tanımlanan kalıp ömrü, bu süre içinde ürettiği parça miktarına bağlı olarak ürün maliyetini arttırmakta veya azaltmaktadır. Kalıp ömrü, kalıp yapılan malzemenin cinsi, üretilen malzemenin fiziksel özellikleri ve kalınlığı ile kalıp konstrüksiyonuna bağlıdır.

7-Kalıplarla kesmede ekonominin yükseltilmesi, iş parçasına uygun kalıbın seçilmesi, kalıp yapımında uygun malzemenin kullanılması ve artık parça miktarının azaltılmasıyla gerçekleştirilebilir. İş parçasının üretilmesindeki metod seçilirken parçanın çevre şekli, ölçü, hassasiyet ve düzgünlük ile parça sayısı ve kalınlığı dikkate alınmalıdır.

8-Kalıplarla yapılan kesmelerde iş parçasının malzeme üzerine yerleştirilmesi, kalıp tasarımı ile uğraşanların düşünmesi gereken en önemli konulardan biridir. Belirli ölçülerdeki ham malzemedan en ekonomik şekilde faydalanmak için parçalar önce kalıplama tekniğine uygun olarak düşünölmeli sonra da malzeme üzerinde en az fire verecek şekilde yerleştirilmelidir. Gerektiğinde parçanın fonksiyonlarını yerine getirmesini engellemeyecek değişiklikler yapılarak, faydalanma oranları arttırılmalıdır. Saç işleme alanında faaliyet gösteren işletmeler için ham malzemedan faydalanma oranı ortalaması %65 civarında kabul edilmektedir.

## FAYDALANILAN KAYNAKLAR

- 1- Grobner, Hans J, Wirtschaftliche Stanztechnik. Berlin: Springer-Verlag, 1961
- 2- Güneş, A. Turhan, Pres Takımları. Ankara: TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 1975
- 3- Güneş, A. Turhan, Pres İşleri Tekniği Bölüm I. Ankara: TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 1989
- 4- Kayalı, E Sabri ve Cahit Ensari, Metallere Plastik Şekil Verme İlke ve Uygulamaları. İstanbul: İ.T.Ü Kimya -Metalurji Fakültesi Ofset Atelyesi, 1991
- 5- Kırmızı, Çoşkun, Pres Kalıpları. Konya: 1982
- 6- Krabbe, Erich, Stanztechink 1. Teil. Berlin: Verlag von Julius Springer, 1961
- 7- Kurt. Hüseyin, Kalıpcılık Tekniği ve Konstrüksiyonu. İstanbul: Orkun Yayınevi, 1988
- 8- Oehler, G. Schwierigkeiten beim Lochen dicher unal harter Stahlbleche Werkstattstechnik Hll Berlin: Springer-Verlag, 1960
- 9- Oehler, G, Die Hydraulischen Pressen. Munchen: Carl Hanser Verlag, 1962
- 10- Oehler/Kaiser, Schnitt-Stanz und Ziehwerkzeuge Berlin: Springer. Verlag, 1966
- 11- Ostergaard, D.Eugene, Basic Die Making. New York, Mc Graw. Hill Book Company, 1963

- 12- Otosan Bilgi İşlem Yaprakları, İstanbul: 1984
- 13- Paquin, J.R, How to Design Automatic Stops American Machinist 11, 1957
- 14- Romanowski, W.P, Handbuch der Stanzereitechnik, Berlin: VEB Verlag Technic, 1965
- 15- Uzun. İbrahim ve Yakup Erişgin, Saç Metal Kalıp Konstrüksiyonu, Ankara: Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Matbaası, 1981
- 16- Wassilieff. B. Çeviren Sıtkı Lalik, Pres İşleri ve Takımları, Ankara: Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Yayınları
- 17- Wilson, F.W, Die Design Handbook, Mc Graw-Hill Book Company, 1955

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**