

55906

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BÜKME VE KESME KALIPLARI, KESME KALIPLARININ
BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Mehmet Ali ÖZAYDIN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 27 MAYIS 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 13 HAZİRAN 1996

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Muzaffer ERTEN

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Mehmet DEMİRKOL

: Doç. Dr. Cem PARMAKSIZOĞLU

26.06.96
26.6.96

HAZİRAN, 1996

ÖNSÖZ

Çalışmamda bükme, kesme kalıplarını tanıtmaya, kalıp imalatı sırasında çok seneler alan tecrübe ile oluşmuş değerleri tanıtmaya çalıştım. Bu değerleri elde etmemde bana kitaplar kadar yardımcı olan Anıl İMALAT ve Ma-Pa A.Ş firmalarına teşekkür ederim.

Çalışmam sırasında, bana destek olan hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Muzaffer ERTEN'e ve adı geçen şirketlerde kalıphane bölümünde çalışan usta, kalfa ve çıraklara sonsuz teşekkür ederim. Çalışmayı ileriye götürecek, gelişmesini sağlayacak arkadaşlara başarılar dilerim.

İstanbul, 1996

Mehmet Ali ÖZAYDIN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	
SEMBOL LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	xi
TABLO LİSTESİ	xvi
ÖZET	xviii
SUMMARY	xix
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. KESME	2
2.1 Kesme Olayı	2
2.1.1 Kesme olayında gerilim ve kuvvetlerin durumu	2
2.1.2 Kesme safhaları	4
2.1.2.1 1. safha	4
2.1.2.2 2. safha	4
2.1.2.3 3. safha	4
2.1.3 Bir kesme veya delme kalıbında uygun kesme boşluğu ile elde edilen parçanın karakteristik özelliği	5
2.1.4 Kesme çapağı	6
2.1.5 Kesme boşluğu	6
2.1.5.1 Kesme boşluğunun dişiye verilmesi	6
2.1.5.2 Kesme boşluğunun zımbaya verilmesi	7
2.1.5.3 Kesme boşluğunun bozulma nedenleri	7
2.1.5.4 Kesme boşluğu ile ilgili önemli noktalar	8
2.1.6 Kesme boşluğunun belirlenmesi	8
2.1.7 Kesilen malzemede meydana gelen genleşme ve büzülme	11
2.1.8 Boşluk açısı	11
2.1.9 Kesme kuvveti ve kesme işi	12
2.1.9.1 Kesme kuvveti	12
2.1.9.2 Kesme işi	12
2.1.9.3 Kesme kuvvetinin azaltılması	13
2.1.9.3.1 Kesme ağızlarına açi vermek	13
2.1.9.3.2 Zımbaların kademelendirilmesi	14
2.2 Kesme ve Delme Kalıplarının Açıklanması	15
2.2.1 Kesme kalıbı	15
2.2.2 Delme kalıbı	16
2.2.3 Kalıpların sınıflandırılması	16
2.2.3.1 Kayıtsız kalıplar	16

2.2.3.1.1 Serbest kesme kalıpları	17
2.2.3.1.2 Serbest delme kalıpları	18
2.2.3.1.3 Kayıtsız kalıpların yapımında genel olarak işlem Sırası	19
2.2.3.2 Kayıtlı kalıplar	20
2.2.3.2.1 Plaka kayıtlı kalıplar	20
2.2.3.2.1.1 Plaka kayıtlı, adımlı (prograsif) bir kalıpta genel olarak işlem sırası	21
2.2.3.2.1.2 Plaka kayıtlı kalıplar için önemli noktalar	23
2.2.3.2.2 Sütun kayıtlı kalıplar	24
2.3 Metal Olmayan Malzemelerin Kesilmesi	25
2.4 Kalıbı Oluşturan Parçaların Detaylı İncelenmesi	27
2.4.1 Zımbalar	27
2.4.1.1 Yaptıkları işe göre zımbalar	27
2.4.1.2 Bağlama durumlarına göre zımbalar	28
2.4.1.2.1 Müstakil bağlanan zımbalar	28
2.4.1.2.1.1 Tabansız (düz) zımbalar	28
2.4.1.2.1.2 Tabanlı zımbalar	29
2.4.1.2.1.2.1 Bir taraftan tabanlı zımbalar	29
2.4.1.2.1.2.2 Tam tabanlı zımbalar	30
2.4.1.2.1.3 Silindirik merkezleyici kısmı bulunan zımbalar	30
2.4.1.2.2 Müstakil bağlanmayan zımbalar	31
2.4.1.2.2.1 Düz zımbalar	32
2.4.1.2.2.2 Düz kademeli zımbalar	33
2.4.1.2.2.3 Konik kademeli zımbalar	33
2.4.1.2.2.4 Kayıt plakası ile yataklanan zımbalar	34
2.4.1.2.2.5 Sıkma pabuçlu zımbalar	35
2.4.1.2.2.6 Delik zımbaları	35
2.4.1.2.2.6.1 Düz kademeli delik zımbaları	36
2.4.1.2.2.6.2 Düz ve çok kademeli delik zımbaları	36
2.4.1.2.2.6.3 Konik kademeli delik zımbaları	37
2.4.1.2.2.6.4 Çentikli delik zımbaları	38
2.4.1.2.2.6.5 Burçlu delik zımbaları	39
2.4.1.3 Zımbaların kamalanması	40
2.4.1.3.1 Tek taraflı boydan boya veya kısmi olarak açılmış kama kanalı ile kamalama	40
2.4.1.3.2 İki taraflı boydan boya ve kısmi açılmış kama kanalı ile kamalama	40

2.4.1.3.3 Kanala ve birbirine kamalanan zımbalar	40
2.4.1.4 Kesme zımbaları için malzemeler	41
2.4.1.5 Zimba boyunun bulunması	42
2.4.2 Dişi	43
2.4.2.1 Tek parçalı dişi	43
2.4.2.1.1 Kademesiz tek parçalı dişi	43
2.4.2.1.2 Kademeli tek parçalı dişi	45
2.4.2.2 Çok parçalı dişiler	46
2.4.2.3 Dişinin genişlik ve uzunluğunun bulunması	47
2.4.2.4 Dişinin kalınlığının bulunması	47
2.4.2.5 Dişi malzemeleri	48
2.4.3 Ayırma plakaları	48
2.4.3.1 Sabit ayırma plakaları	49
2.4.3.1.1 Tek ve iki taraftan desteklenmiş sabit ayırma plakaları	49
2.4.3.2 Hareketli tip ayırma plakaları	52
2.4.3.2.1 Hareketli tip ayırma plakalarının kayıtlanması	53
2.4.3.3 Ayırma plakasının ve tespit elemanlarının boyutlarının tayini	55
2.3.4.4 Ayırma plakası ve siper malzemeleri	56
2.4.4 Kayıt plakaları	56
2.4.4.1. Kayıt plakalarının boyutları ve malzemeleri	58
2.4.5 Zimba plakaları	58
2.4.5.1 Zimba plakası malzemeleri	59
2.4.6 Zimba baskı plakaları	59
2.4.7 Alt tablalar	60
2.4.8 Üst tablalar	61
2.4.8.1 Sap yerinin bulunması	61
2.4.9 Bağlama sapları	62
2.4.10 Merkezleme milleri	62
2.4.11 Burçlar	64
2.4.12. Yan çakılar	65
2.4.12.1 Düz yan çakılar	66
2.4.12.2 Kademeli yan çakılar	66
2.4.12.3 Kademeli ve profilli yan çakılar	67
2.4.13 Yan çakılı kalıplarda bant dayamalar	68
2.4.14 Dayamalar	69
2.4.14.1 Silindirik pim dayamalar	69

2.4.14.1.1 Düz silindirik pim dayamalar	69
2.4.14.1.2 Başlı silindirik pim dayamalar	70
2.4.14.1.3 Yaylı silindirik pim dayamalar	71
2.4.14.2 Plaka dayamalar	71
2.4.14.2.1 Düz plaka dayamalar	71
2.4.14.2.2 Kademeli plaka dayamalar	71
2.4.14.3 Parmak dayamalar	72
2.4.14.4 Otomatik dayamalar	72
2.4.15 Kalıplarda bant genişliğinin seçilmesi	73
BÖLÜM 3. BÜKME	75
3.1 Bükme	75
3.1.1 Bükme olayında gerilmeler ve malzemenin durumu	75
3.1.1.1 Bükme yerinde malzeme kalınlığında oluşan değişme	77
3.1.2 Bükme radyüsü	78
3.1.3 Hadde yönü	81
3.1.4 Açınım bulma	81
3.1.5 Geri yaylanma ve zımba radyüsünün belirlenmesi	82
3.1.5.1 Bükme radyüsünün belirlenmesi	82
3.2 V Bükme Kalıpları	84
3.2.1 V bükme kalıplarında kalıp açısının belirlenmesi	85
3.2.2 V Bükme kuvveti	85
3.2.3 Bükme yolu ve bükme işi	86
3.2.4 V bükme kalıbında dikkat edilmesi gereken noktalar	87
3.3 U bükme kalıpları	88
3.3.1 U bükme kuvveti	90
3.3.2 Büküm yolu ve büküm işi	90
3.3.3 U bükme çeşitleri	92
3.3.4 U bükme kalıbında dikkat edilmesi gereken noktalar	93
3.3.5 U bükme kalıbında sac boşluğu	94
3.3.6 U bükme kalıbında karşı sıkma parçasının durumu	95
3.3.7 U bükme kalıbında şekillendirilmiş parçayı kalıptan ayırarak	96
3.3.7.1 Kanca ile ayırarak	97
3.3.7.2 Yaylı pimlerle ayırarak	98
3.3.8 U bükme kalıplarında geri esneme	98
3.3.8.1 U bükme kalıplarında geri esnemenin giderilmesi	100
BÖLÜM 4 BİLGİSAYAR PROGRAMI	102

4.1 Program Çıktıları	102
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	113
KAYNAKLAR	114
ÖZGEÇMİŞ	115



SEMBOL LİSTESİ

P_1	:	Kesme kuvveti
P_R	:	Koparma kuvveti
P_L, P_s	:	Kayma kuvvetleri
P_T	:	Tamamlayıcı kuvvet
S_p	:	Bir taraftaki kesme boşluğu
S	:	Sac kalınlığı
τ_b	:	Malzeme kesme dayanımı
U	:	Kesilecek parçanın çevresi
A	:	Kesme işi
X	:	Düzeltilme faktörü
E	:	Elastikiyet modülü
I	:	Atalet momenti
L	:	Zımba boyu
M_{bmax}	:	Max. eğilme momenti
σ_e	:	Eğilme dayanımı
W_1	:	Mukavemet momenti
P_s	:	Ayırma kuvveti
U	:	Kesilen parça çevresi
q	:	Sıyırma mukavemeti
t	:	Ayırma plakası kalınlığı
X_s	:	Sap yerinin X eksen mesafesi
Y_s	:	Sap yerinin Y eksen mesafesi
$U_1, \dots, U_3$	:	Kesilecek parçaların çevresi
ε	:	Uzama kısalma oranı
r_1	:	Bükme radyüsü
r_{1max}	:	Max bükme radyüsü
σ_s	:	Akma dayanım

r_{min}	: En küçük bükme radyüsü
σ_b	: Malzeme çekme dayanımı
ϵ_{10}	: Kopma uzaması
S_1	: Bükmeden sonraki kalınlık
σ_φ	: Çekme gerilmesi
σ_d	: Basma gerilmesi
L_1	: Açınım boyu
a, b	: Düz hatlar(açınım bulmada)
α	: 180° - Büküm açısı
y	: Açınım bulma düzeltme faktörü
r_2	: Zimba radyüsü
K	: Bükme katsayısı (sabit)
β	: Kalıba verilmesi gereken açı
α_0	: Parçadan istenen açı (büküm açısı)
r_m	: Kalıp köşe radyüsü
W	: Kalıp açıklığı
c	: V büküm katsayısı
b_1	: Parça genişliği
P_b	: V bükme kuvveti
h	: Bükme yolu
A_1	: Bükme işi
P_d	: U bükme kuvveti
L_2	: U bükmede bükülen kenar uzunluğu
K_1	: U bükmede kol uzunluğu
A_3	: U bükme işi
y_1	: Geniş açılı U bükümlerde genişlik
z	: U bükmede sac boşluğu
S_{max}	: Max. toleranstaki sac kalınlığı
n	: U bükümlerde sac boşluğu katsayısı
z_{max}	: Max. sac boşluğu
z_{min}	: Min. sac boşluğu

- $\Delta\alpha$: U bükümdetek taraflı esneme miktarı
 L_3 : Kol uzunluğu
 m : U büküm katsayı
 r_g : U bükümde kalıp radyüsü
 r_s : U bükümde zımba radyüsü



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 Kesmede gerilmeler ve kuvvetler	2
Şekil 2.2 Kesme olayı ve kesme diyagramı	5
Şekil 2.3 Kesilen kısmın karakteristik görünüşü	5
Şekil 2.4 Kesme boşluğunun dişiye verilmesi	7
Şekil 2.5 Kesme boşluğunun zımbaya verilmesi	7
Şekil 2.6 Boşluk açısının verilmesi	11
Şekil 2.7 Kesme ağızlarının açlandırılması	14
Şekil 2.8 Zımbaların kademelendirilmesi	15
Şekil 2.9 Basit kesme kalıbı	16
Şekil 2.10 Basit delme kalıbı	16
Şekil 2.11 Serbest kesme kalıbı	17
Şekil 2.12 Zımbaya radyüs verilmesi	18
Şekil 2.13 Serbest delme kalıbı	18
Şekil 2.14 Kalıbı yapılacak parça	21
Şekil 2.15 Şekil 2.14'deki parça için düşünülmüş plaka kayıtlı kalıp (progresif)	21
Şekil 2.16 Sütun kayıtlı kalıp	25
Şekil 2.17 Zımbalama kesme için zımbaların durumu	25
Şekil 2.18 Zımbalama kesmede elastik malzemeler için zımbaların durumu	26
Şekil 2.19 Kombine zımba örnekleri	27
Şekil 2.20 Tabansız zımbalar	28
Şekil 2.21 Bir taraftan tabanlı zımba	29
Şekil 2.22 Tam tabanlı zımba	30
Şekil 2.23 Silindirik merkezleyici kısmı bulunan zımba ve bağlantı şekli	31
Şekil 2.24 Zımbaların zımba plakasına alıştırılması	31
Şekil 2.25 Düz zımba	32
Şekil 2.26. Düz kademeli zımba	33
Şekil 2.27 Konik kademeli zımba	34
Şekil 2.28 Kayıt plakası ile yataklanan zımbalar	35
Şekil 2.29 Sıkma pabuçlu zımba	36

	<u>Sayfa</u> <u>No</u>
Şekil 2.30 Düz kademeli delik zımbası	37
Şekil 2.31 Düz ve çok kademeli delik zımbası	37
Şekil 2.32 Konik kademeli delik zımbası	38
Şekil 2.33 Çentikli delik zımbası	39
Şekil 2.34 Çentikli değişik tip delik zımbası	39
Şekil 2.35 Burçlu delik zımbası	40
Şekil 2.36 Boydan boya tek taraflı açılmış kama kanallı zimba	41
Şekil 2.37 İki taraftan boydan boya açılmış kama kanallı zimba	41
Şekil 2.38 Kanala ve birbirine kamalanan zimba	42
Şekil 2.39 Tek parçalı civata ve pimlerle tespit edilmiş dişi	44
Şekil 2.40 Tek parçalı yuvaya alınmış dişi	44
Şekil 2.41 Tek parçalı kademeli dişi	45
Şekil 2.42 Çok parçalı dişi konstrüksiyonu örnekleri	46
Şekil 2.43 Dişinin uzunluk ve genişliğinin bulunması için diyagram	47
Şekil 2.44 Tek ve iki taraftan desteklenmiş kayıt plakaları	50
Şekil 2.45 Önden dayamalı ve yandan parmak dayamalı kalıp	51
Şekil 2.46 Bant yolunun belirlenmesi	51
Şekil 2.47 Siper ve dayama yüksekliklerinin tanıtılması	52
Şekil 2.48 Değişik profildeki zımbaya monte edilen hareketli tip ayırma plakası	53
Şekil 2.49 Hareketli ayırma plakasının kayıtlanması	54
Şekil 2.50 Sabit ve hareketli tip kayıt plakalı kalıplar	57
Şekil 2.51 Zımbanın yataklama boyunun arttırılması	57
Şekil 2.52 Zimba baskı plakasının kullanılması	60
Şekil 2.53 Sap yerinin bulunması örneği	61
Şekil 2.54 Bağlama sapı örnekleri	63
Şekil 2.55 Merkezleme mili	64
Şekil 2.56 Burç	65
Şekil 2.57 Yan çakı	66
Şekil 2.58 Düz yan çakı	67
Şekil 2.59 Kademeli yan çakı	67

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.60 Kademeli ve profilli yan çakılar	68
Şekil 2.61 Bant dayamalar	68
Şekil 2.62 Bir delme ve kesme kalıbında mastar olarak kullanılan dayama	69
Şekil 2.63 Düz silindirik pim dayama	70
Şekil 2.64 Başlı silindirik pim dayama	70
Şekil 2.65 Yaylı silindirik pim dayamalar	71
Şekil 2.66 Kademeli plaka dayamalar	72
Şekil 2.67 Yaylı parmak dayama	72
Şekil 2.68 Otomatik dayamalı kalıp	74
Şekil 3.1 Bükme işleminde gerilmeler	76
Şekil 3.2 Bükülen parçadaki değişiklikler	77
Şekil 3.3 Büküm yerinin boşaltılması	77
Şekil 3.4 C10 C20 Kalitesindeki malzemelerin, 90° civarındaki bükümler için sac kalınlığında meydana gelen değişimler	78
Şekil 3.5 C10 C20 Kalitesindeki malzemelerin, 180° civarındaki bükümler için sac kalınlığında meydana gelen değişimler	78
Şekil 3.6 Bükme kısmına yakın bir noktada delik bulunması	80
Şekil 3.7 Bükme kısmına yakın olan deliğin ön kısmının boşaltılması	80
Şekil 3.8 U bükümde kol yükseliği	81
Şekil 3.9 Açınım bulmada düzeltme faktörü (y)	82
Şekil 3.10 Bükmede Kfaktörünün bulunması	83
Şekil 3.11 V bükme kalıbı	84
Şekil 3.12 Zimba radyüsü, kalıp açıklığı oranının küçük olması	84
Şekil 3.13 Simetrik olmayan V bükmelerde kalıp çene radyüslerinin durumu	85
Şekil 3.14 V bükme kalıplarında konik uçlu yaylı pim kullanılması	87
Şekil 3.15 Basit V kalıp örneği	88
Şekil 3.16 Kolları simetrik olmayan parçaların bükülmesi için V kalıbı	88
Şekil 3.17 Kolları farklı olan parçaların bükülmesi için V kalıbı	88
Şekil 3.18 U bükme kalıbı	89
Şekil 3.19 U büküm safhaları (a. Sıkma parçasız b. Sıkma parçalı)	89

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.20. U bükmelerde bazı karakteristik ölçüler	91
Şekil 3.21 U büküm şekilleri	92
Şekil 3.22 Uzun kollu flanşlı U bükmenin iki operasyonda yapılması	93
Şekil 3.23 Geniş açılı U bükümlerde y_1 değeri	93
Şekil 3.24 Kademeli sıkma parçalı U kalıbı	96
Şekil 3.25 Kademesiz sıkma parçalı U kalıbı	97
Şekil 3.26 Sıkma parçasının kalıbın dışına konulan yayla hareket ettirilmesi	97
Şekil 3.27 U kalıplarında parçayı zimbada kanca ile ayırmak	98
Şekil 3.28 Yaylı pimlerle ayırmalı U kalıbı	99
Şekil 3.29 Geri esnemedeki kol mesafesi için açıklama	100
Şekil 3.30 Dişi kalıp radyüsünün büyütülmesi ile geri esnemenin giderilmesi	100
Şekil 3.31 Parça tabanının radyüslü yapılması ile geri esnemenin önlenmesi	101
Şekil 3.32 Bükme köşelerine basmak suretiyle geri esnemenin önlenmesi	101
Şekil 4.1 Kalıbı yapılacak parça	102
Şekil 4.2 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın zımbası	103
Şekil 4.3 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın dışısı	103
Şekil 4.4 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın zımba plakası	104
Şekil 4.5 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın zımba baskı plakası	104
Şekil 4.6 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın siperleri	105
Şekil 4.7 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın kayıt plakası	105
Şekil 4.8 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın alt tablası	106
Şekil 4.9 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın üst tablası	106
Şekil 4.10 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın pimleri	107
Şekil 4.11 Ortasına dikdörtgen delik delinecek olan parça	107

	<u>Sayfa</u>	<u>No</u>
Şekil 4.12 Şekil 4.11'de gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın zımbası	108	
Şekil 4.13 Şekil 4.11'de gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın dişisi	108	
Şekil 4.14 Şekil 4.11'de gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın zımba plakası	109	
Şekil 4.15 Şekil 4.11'de gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın zımba baskı plakası	109	
Şekil 4.16 Şekil 4.11'de gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın siperleri	110	
Şekil 4.17 Şekil 4.11'de gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın kayıt plakası	110	
Şekil 4.18 Şekil 4.11'de gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın alt plakası	111	
Şekil 4.19 Şekil 4.11 gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın üst plakası	111	
Şekil 4.20 Şekil 4.11 gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın pimleri	112	

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Kesme şekilleri	3
Tablo 2.2 Metal olmayan bazı malzemeler için kesme boşluğu değerleri	9
Tablo 2.3 Plastik malzemeler için kesme boşluğu değerleri	9
Tablo 2.4 Elektirikçilikte kullanılan malzemeler için kesme boşluğu değerleri	9
Tablo 2.5 Metal malzemeler için kesme boşluğu değerleri	10
Tablo 2.6 Boşluk açısı değerleri	12
Tablo 2.7 Kesme işi için X faktörünün bulunuşu	13
Tablo 2.8 Kesme ağızlarının açıldırılması için boyutlar (α , h, P_{max})	14
Tablo 2.9 Zımbalama kesme için açılar	26
Tablo 2.10 Zimba malzemeleri	42
Tablo 2.11 Kademeli dişilerde kademe yüksekliği	45
Tablo 2.12 Dişi malzemeleri	48
Tablo 2.13 Siper ve dayama yükseklikleri	52
Tablo 2.14 Ayırma kuvvet değerleri	56
Tablo 2.15 Ayırma plakası ve siperler için malzemeler	56
Tablo 2.16 Kayıt plakası malzemeleri	58
Tablo 2.17 Zimba plakası malzemeleri	59
Tablo 2.18 Zimba baskı plakası malzemeleri	59
Tablo 2.19 Alt tabla malzemeleri	60
Tablo 2.20 Bağlama sap boyutları	63
Tablo 2.21 Şekil 2.55’de tanımlanan merkezleme mili boyutları	64
Tablo 2.22 Şekil 2.56’da tanıtılan burç ile ilgili boyutlar	65
Tablo 2.23 Dayama malzemeleri	72
Tablo 2.24 Bant genişliğinin belirlenmesi	73
Tablo 3.1 Çelik levha karakteristikleri	79
Tablo 3.2 U bükümlerde r_m değerleri	91

Tablo 3.3 U bükümlerde K_1 kol uzunluğu değerleri	91
Tablo 3.4 Geniş açılı U bükümlerde y_1 mesafesi	94
Tablo 3.5 U bükümlerde sac boşluğu için n katsayısı	95
Tablo 3.6 U bükümde geri esnemedede m katsayısı için K_2 değerleri	100



ÖZET

BÜKME VE KESME KALIPLARI, KESME KALIPLARININ BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI

Seri üretimin en önemli araçlarından olan sac metal kalıpcılığının kesme ve bükme kalıplarının nasıl yapılacağını, kalıp parça boyutlarının nasıl belirleneceği tezde anlatılmaya çalışılmıştır.

İlk grupta kesme kalıpları ele alınmıştır. Kesme kalıpları ile ilgili önemli olan kesme boşluğu, boşluk açısı gibi kavramlar ve bunların etkisi ile üretilen parça üzerinde oluşan durumlar anlatılmıştır. Daha sonra kesme kalıpları sınıflandırılmıştır. Gelen adımda ise kalıp parçaları tek tek ele alınarak, nasıl boyutlandırılacağı, boyutlandırılırken nelere dikkat edileceği üzerinde durulmuş ve şekiller ile gerekli boyutlar için tablolar verilerek desteklenmiştir.

İkinci grup olarak üçüncü bölümde bükme kalıpları anlatılmaya çalışılmıştır. Daha sonra V bükme kalıpları ve U bükme kalıpları tanıtılmış ve kalıp parçalarının boyutlarının nasıl bulunulacağı anlatılmıştır.

Üçüncü grup olarak dördüncü bölümde Visual Basic'de plaka kayıtlı kalıp parçalarını boyutlandıran bir bilgisayar programı yapılmıştır. Program yapılması istenen parça durumuna göre kayıt plakalı, kalıp parçalarının boyutlarını resimlerini vermektedir.

SUMMARY

SHEARING AND BENDING DIES, COMPUTER AIDED SHEARING DIE DESIGN

Die design is very important at industry. Mass production is obtained by die. Quality of products does not belong to people.

In this thesis, it is described shearing and bending die. In addition to it is prepared a computer program about shearing die. This program gives the dimensions of tools of die. While preparing this program, Visual Basic is used.

Shearing consists of three stages. At the first stage, punch touches on the sheet and applies force to sheet. At the second stage, punch and die plate start to cut the sheet. The force applied to the sheet by punch starts to increase. The sheet is pushed into the hole of the die plate. At the third stage, punch plunged 60 % of the material thickness to the sheet. End of this stage sheet is broken.

At shearing die, die clearance is very important case. The die clearance is clearance the die plate and punch. It effects the blanked and pierced surface. There is no general rule for selecting the clearance value since parameters are very. But there is table for selecting the clearance value. The clearance value in table depends on shear stress of material which is used for producing the product and thickness of materials. In addition to there is formula for finding the die clearance value like below

$$S_p = 2 \times 0.005 \times S \times \sqrt{\tau_b} \quad (1)$$

S_p = Die Clearance (mm)

S = Material Thickness (mm)

τ_b = Shear Stress of Material (daN/mm²)

The blanking or piercing clearance can be selected on the appearance of the blank or pierced surface, inaccuracies, further operations, and functional aspects. If no special conditions are placed on the blanked surfaces, the blanking clearance is generally chosen to result in minimum force requirements.

The die clearance is applied to the punch or die plate. If it is made piercing, the die clearance is applied to the die plate. If it is made blanking, the die clearance is applied to the punch, that is, dimensions of the punch are made little as the die clearance. Figure 1 shows the die clearance.

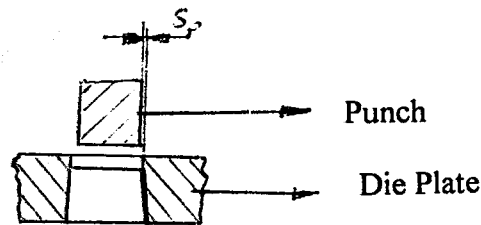


Figure 1. The die clearance

The relief angle is the second important case at shearing dies. The relief angle in the openings of shape Figure 2 reduces the friction between the cut piece and die plate and facilitates pushing the cut piece through the die opening. Guidelines concerning the height (or thickness) of the cylindrical piece and the relief angle to be selected very considerably.

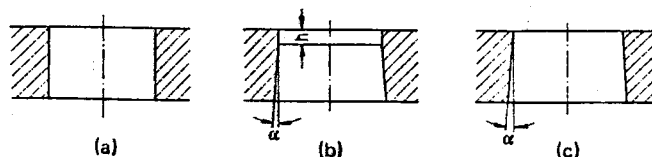


Figure 2. Opening or hole designs in die plate .

Punches and die plate are made in one piece when it is feasible from both the economically and the manufacturing standpoints. Split tooling is used for pieces with larger dimensions. In this case the various tool elements are made separately and screwed or plotted onto the supporting plate. Split tooling is also used in cases where a grinding operation is required for the tooling and the operation can not be carried out in the unsplit condition. An example of the tooling used for stator and

rotor shown in Figure 3. In this case the punch and die plate are made from separate pieces and joined together.

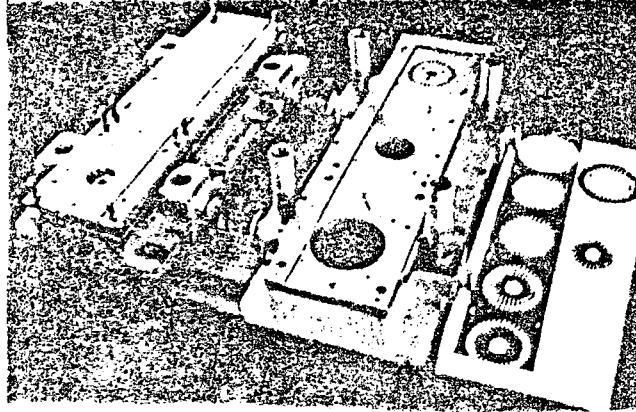


Figure 3. Sheet utilization in blanking various pieces for stator and rotor

The selection of material for punches and die plate is generally based on economical considerations and hence on various factor. The important factors are wear resistance stresses acting on the tooling, and workability of tool material. Die plates and punches made from steel are generally hardened if more than a few pieces are to be produced.

Bending belongs to the most widely applied types of sheet metal forming. It extends from the mass production of minute work pieces to the fabrication of single parts in ship building and the construction of large machinery. In addition to sheet material, pipe, strip, wire, and base stock of varied cross sectional shapes formed by bending in a multitude of processes. In the majority of cases bending is carried out at room temperature. However, for large cross sections forming at elevated temperatures is preferred in order to limit forming forces and to avoid embrittlement by work hardening.

Die bending involves bending of the sheet between punch and die plate until the work piece contacts the side of the die. Bottoming of joining, that is, pressing the sheet flat against the die side. The most important die bending process, bending in a V - shaped die and in a U - shaped die. This thesis describes U and V bending dies.

U - die bending is the bending a U - shaped part in a single die. Parts are composed of two legs or walls, usually parallel by a web Figure 4.

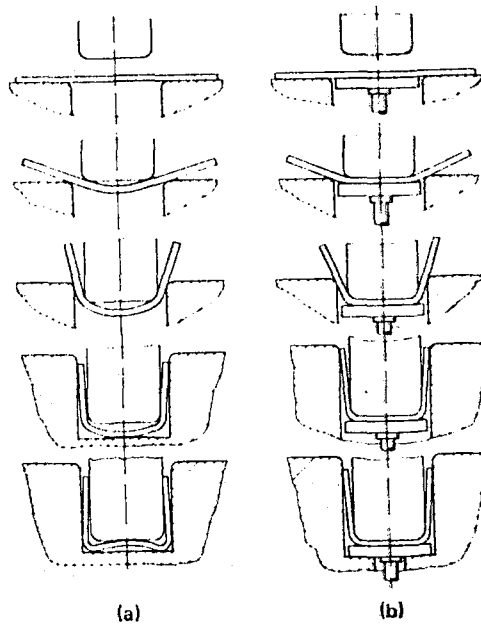


Figure 4. U - die bending (a) without pressure pad. (b) with pressure pad

U - die bending without pressure pad; in die bending, the process is characterized by different stage of deformation. The punch establish contact with the sheet and effects elastic bending, which produces a circular arc in the domain of the web due to constant moment distribution. The legs of work piece fold upward, close the punch, as it moves into the die plate, and the curvature of the web is increased. No significant deformation takes place from this point on until the web touches the bottom of the die plate on joining begins. During joining the curvature of the web changes from convex to concave.

U - die bending with pressure pad, the pressure pad is intended to keep the web from bending by pressing it against the bottom of punch throughout the entire bending process. Joining becomes superfluous as a result. Except for this difference, The bending process is identical to bending without pressure pad.

V - die bending is the bending of a V - shaped a in a single die. V - bending starts at the moment establishes contacts with the sheet, and is completed either the legs of the work pieces become tangent to the die face or when smallest internal

radius of the work piece becomes smaller of the punch. In both cases, the tool geometry effects the subsequent deformation of the sheet and than it comes coining stage. Coining has the purpose of removing the undefined geometry of the sheet curvature by forcing the sheet conform to the shape of the punch - die plate system. The shape assumed by the part during coining is determined to a considerable extent by the inner curvature of the peak of the part .

V - die bending can be carried out by closed dies; that is, the bottom of the die has a radius equal to sum of punch radius plate thickness, or by a semi closed die, in which the bottom of the die has a smaller radius plus plate thickness. Figure 5 shows 90° V - die bending with small punch radius. Figure 6 shows 90° V - die bending with large punch radius.

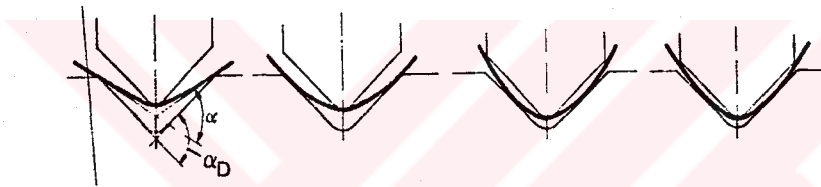


Figure 5. Shows 90° V - die bending with small punch radius.



Figure 6. Shows 90° V - die bending with large punch radius.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Çok sayıda üretimi kısa sürede yapmak günümüz sanayisinin ana uğraş konusudur. Bu konu sanayi varlığını sürdürdüğü sürece devam edecek ve gelişecektir. Kısa sürede çok sayıda üretim probleminde ilk akla gelen çözüm talaşsız imalata yönelmek olmalıdır. Bu sebeple kalıpcılık her geçen gün önemini arttırmakta ve uygulama alanını genişletmektedir.

Seri üretim için sadece kalıplarda yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda kalıplarında geliştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla adımlı kalıplar geliştirilmiştir. Adımlı kalıplarda üretim hızı artmış ve böylece bol ve ucuz ürün elde edilmiştir. Kalıplarda elde edilen ürüne insan unsurunun etkisi azdır. Böylece kalite, sadece makina ve kalıba bağlı olduğu için artmıştır.

Kalıp dizaynı uzun, üretimi zor ve öğrenilmesi zaman alan bir iştir. Son zamanlarda gelişen bilgisayar teknolojisi ile kalıp dizaynı ve üretimi kolaylaşmış, üretim hızı artmıştır. Ayrıca kalıp yapımında kullanılan elemanların bazıları standartlaştırılmıştır. Kalıp yapım zamanını kısaltan bu gelişmelerle kalıpcılık dahada ileriye gitmektedir.

BÖLÜM 2. KESME

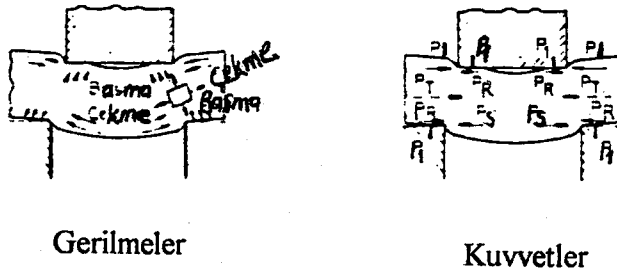
Bir makas veya bir kesme aleti ile talaş kaldırmadan malzemenin bir hat (kapalı veya kapalı olmayan kesme çizgisi) boyunca tamamen ayrılmasıdır. Tablo 2.1’de çeşitli kesme şekilleri gösterilmiştir.

2.1. Kesme Olayı

Kesme ve delme kalıplarında kuvvetlerin malzemeye etki etmesiyle bir kesme olayı meydana gelir. Kesme olayı iş parçasının ebatları, şekli ve kalitesiyle ilgilidir. Bu sebeple kesme olayını iyi anlayabilmek için şu noktaları iyi anlamak gerekir.

2.1.1. Kesme olayında gerilim ve kuvvetlerin durumu

Kesmede oluşan kuvvetler Şekil 2.1a ‘da gerilmeler ise Şekil 2.1b’ de gösterilmiştir [1].

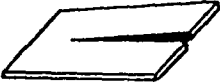
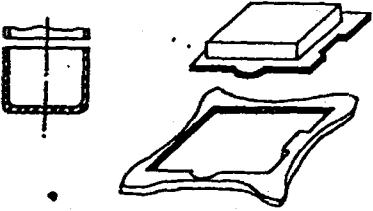
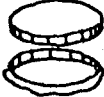
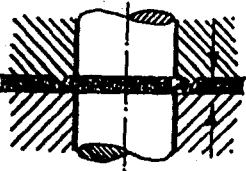
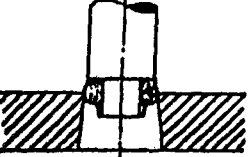


Şekil 2.1 Kesmede gerilmeler ve kuvvetler

Buradaki kuvvetler:

- P_1 : Kesme kuvveti
- P_R : Koparma kuvveti
- P_L, P_S : Kayma kuvvetleri
- P_T : Tamamlayıcı kuvvetler

Tablo 2.1 Kesme şekilleri

	1. Açık Kesme 1.1 İkiye ayırma. Kapalı bir çizgi ile yapılmayan tam ayırma.
	1.2 Yarım Kesme. Açık bir çizgi üzerinde bir kısmı kesme.
	1.3 Kenar Kesme Kapalı veya açık bir çizgi boyunca tamamen koparma. Düz veya boş parçaların lüzumsuz kısımlarının kesilmesi.
	2. Kapalı kesme 2.1 Kesilen kısım iş parçası kanalı içinde kapalı çizgi boyunca tamamen koparmak.
	2.2 Delik Delmek. Bir parçanın veya bir bandın içinden bir parçanın çıkarılması delinen parça iş parçası.
	2.3 Tekrar Kesme. Verilen ölçünün kesme ile temir etmek için ikinci defa kesmek.
	2.4 Hassas Kesme. Tekrar Kesmede elde edilen hassasiyetli tek kademe elde etmek.
	2.5 Dövme parçalarında çapak kesme. Döküm, soğuk ve sıcak döğmelerden meydana gelen çapakların parçadan tamamen koparılması.

2.1.1 Kesme safhaları

Kesmeyi üç safhada inceleyebiliriz.

2.1.2.1 1. safha

Kesmeye başlangıç safhasıdır. Zimba malzemeye temas eder ve basınç tesiri yapar. Eğer zimba basıncına devam edip, malzemenin elastikiyet sınırı aşılsa malzemede plastik deformasyon meydana gelir. Eğer zimba basınç yapmayıp geri kalkarsa malzeme yine eski durumunu alır.

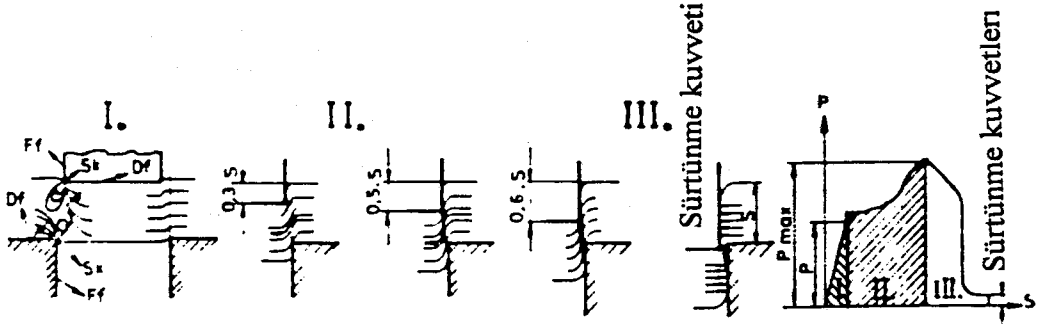
2.1.2.2 2. safha

Bu safhada gerek kesme plakası (dişi) gerekse zimba malzemeye sürekli kama tesiri yaparlar. Zimba kuvveti sürekli yükselir. Sac kalınlığının 0.3 katı kadar malzemeye daldığında, malzeme alt kalıp boşluğundan akmaya başlar. Zimba kuvveti sürekli artmaya devam eder. Malzeme kalınlığının 0.5 katı kadar malzeme akması devam eder. Bu safhada zimba malzemeyi yığmaya zorlar ve uygun miktardaki malzeme kalıp boşluğuna itilir. Esas kesme bu safhada oluşur. Sert malzemelerde malzemenin akması sert olmayanlardan daha erken başlar.

2.1.2.3 3. safha

Bu safhada zimba malzemeye malzeme kalınlığının 0.6 katı kadar dalmıştır. Artık kesme tamamlanmıştır. Bu andan itibaren zimba sadece malzemeyi kalıp deliğinden aşağıya itip düşürmektedir. Kuvvet ve kalınlık arasındaki ilişki Şekil 2.2'de gösterilmiştir [1].

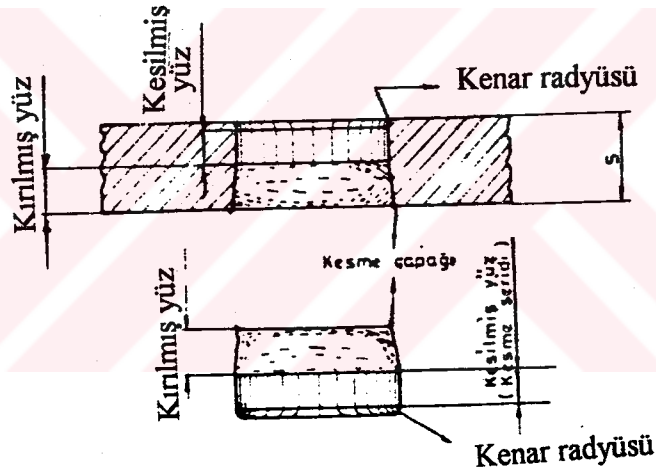
Bu üç safha kesilen veya delinen parçanın karakteristik görünüşünü etkiler. Bu karakteristik görünüşün görsel olarak kontrolü zimba ile dişi arasındaki boşluğun uygun olup olmadığını anlatır. Bunun yanısıra kalıbın genel görünüşü hakkında bilgi edinilmiş olunur.



Şekil 2.2 Kesme olayı ve kesme diyagramı

2.1.3. Bir kesme veya delme kalıbında uygun kesme boşluğu ile elde edilen parçanın karakteristik görünüşü

Kesilen parçanın kesme yüzünün karakteristik görünüşü Şekil 2.3'de gösterilmiştir [1].



Şekil 2.3 Kesilen kısmın karakteristik görünüşü

Kesme boşluğu büyük olursa kenar radyüsleride büyük olur. Bunun yanısıra kesilmiş yüzün (görünüşü parlak olur) genişliği azalır. Kopmuş yüzde yığılmalar artar. Kesme boşluğu küçük olursa kenar radyüsleri küçülür. Kesilmiş yüzün genişliği artar. Bu durumda zımba ve dişi çabuk aşınır. Kesme olayının birinci safhasında kenar radyüsü oluşur. Bu oluşan plastik deformasyonun bir sonucudur. Kesme yüzü ikinci safhada meydana gelmektedir ve malzeme kalınlığının 1/3 kadardır [2]. Kopmuş yüz üçüncü safhada oluşmaktadır.

2.1.4. Kesme apađı

Eğer kesme boşluğu uygun olur ve kesme ağızlarında iyi bilenmişse pratik olarak apağın oluşmaması gerekir. Fakat gerek pres tezgahının ve kalıbın durumu gerekse bir takım kuvvetlerin oluşması ile kesilen veya delinen parçada çok azda olsa apağın olacağı kabul edilmelidir. Kalıbın çalışmaya başladığı andan belli bir zaman sonra normalden çok apağın oluşması kalıbın bilenmesi gerektiğini gösterir. Kesilen bir parçada apak daima zımbaya yöneliktir. Delinen parçada ise deliğin çapağı dışı kalıbın boşluğuna yöneliktir.

2.1.5. Kesme boşluğu

Zimba ile dışı arasındaki boşluk kesme boşluğu olarak adlandırılır. Kesme boşluğu verilmezse zimba gerekli olanın üstünde bir zorlanmaya maruz kalır. Bu durumda kesici parçalarda istenmeyen aşınma ve gerilmeler oluşur.

Kesme boşluğu, kesme ağızları boyunca her tarafta eşit olmalıdır. Aksi takdirde, oluşan radyal kuvvetlerin dengesi bozulur, kalıbın ömrü kısılır ve apak oluşur. Kesme boşluğu şunlara bağlıdır [1]:

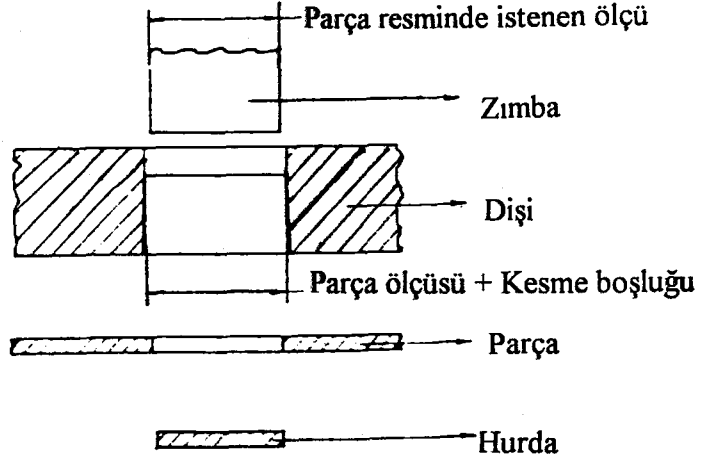
- 1- Kesilen malzemenin kalitesine
- 2- Kesilen malzemenin kalınlığına
- 3- Zımbanın boyutlarına ve şekline
- 4- Kalıbın hassasiyetine

Kesme boşluğu istenen parçanın durumuna göre zimba veya dışıye verilebilir.

2.1.5.1. Kesme boşluğunun dışıye verilmesi

Eğer malzeme üzerinde belirli çaplarda delikler açılacaksa, kesme boşluğu dışıye verilir. Dışı anma ölçüsünden boşluk kadar büyük yapılır. Burada esas kesmeyi

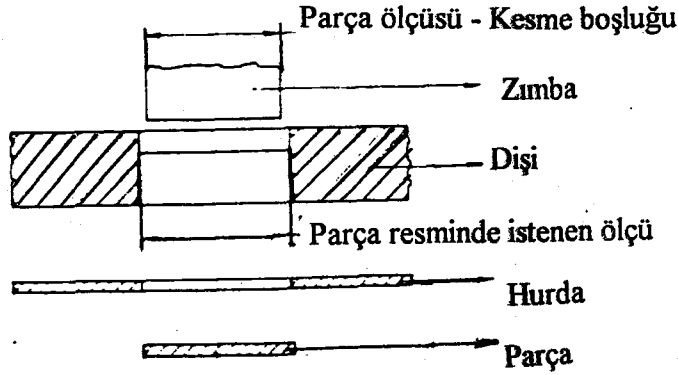
zımba yapar. Dolayısıyla parçanın ölçüsü zımbaya verilir. Şekil 2.4 bunu göstermektedir [1].



Şekil 2.4. Kesme boşluğunun dişiye verilmesi

2.1.5.2. Kesme boşluğunun zımbaya verilmesi

Eğer malzemeden belirli ebatlarda parçalar üretilecekse, kesme boşluğunun zımbaya vermek gerekir. Yani zımba kesme boşluğu kadar küçük yapılır. Burada esas kesmeyi dişi yapar. Dolayısıyla parçanın ölçüsünü dişinin ölçüsü belirler. Şekil 2.5’de detaylı açıklama gösterilmiştir [1].



Şekil 2.5 Kesme boşluğunun zımbaya verilmesi

2.1.5.3 Kesme boşluğunun bozulma nedenleri

- 1- Zımbanın düzgün durmaması
- 2- Kesim ağızlarının tek tarafa açlandırılmış olması, dolayısıyla itme kuvvetlerinin

meydana gelmesi

- 3- Dışının yeterli yükseklikte yapılmaması ve alt plakanın yetersizliği ile yaylanması
- 4- Kesim açısını yeterli olmaması
- 5- Bağlama sapının tam ağırlık merkezinde olmaması
- 6- Kayıtlı kalıplarda zımba ile kaydın iyi alıştırılmamaları
- 7- Kesim ağızlarının her tarafta eşit olarak sertleştirilmemiş olması

2.1.5.4. Kesme boşluğu ile ilgili önemli noktalar

- 1- Hassas kalıplarda kesme boşluğu önce az verilir, denemeden sonra artırılır.
- 2- Kesme boşluğu büyük olursa, parçada çapak yapar ve ölçü büyür.
- 3- Kesme boşluğu küçük olursa zımba normalden daha büyük zorlamalara uğrar.

Kesicilerde anormal aşınmalar olur.

- 4- İnce zımbalarda zorlamayı azaltmak için biraz daha büyük kesme boşluğu verilir.
- 5- Yuvarlak kesitli zımbalara daha az kesme boşluğu verilir.

2.1.6. Kesme boşluğunun belirlenmesi

Kesme boşluğu formüllerle bulunabildiği gibi kullanılan malzemeye ve malzeme kalınlığına bağlı olarak hazırlanmış tablolar yardımıyla belirlenebilir.

3mm kalınlığa kadar olan saclar için kesme boşluğu [1]:

$$S_p = 0.005 \times S \times \sqrt{\tau_b} \quad (2.1)$$

3mm' den büyük kalınlıktaki saclar için [1]:

$$S_p = (1.5 \times 0.01 \times S - 0.015) \times \sqrt{\tau_b} \quad (2.2)$$

S_p = Bir taraftaki kesme boşluğu (mm)

S = Sac kalınlığı (mm)

τ_b = Malzeme kesme dayanımı (daN/mm²)

Tablo 2.2’de metal olmayan bazı malzemeler için, Tablo 2.3’de plastik malzemeler için, Tablo 2.4’de elektirikçilikte kullanılan saclar için, Tablo 2.5’de metaller için kesme boşluğu değerleri verilmiştir [1].

Tablo 2.2 Metal olmayan bazı malzemeler için kesme boşluğu değerleri

Malzeme	Kesme boşluğu değerleri (S_p)
Presbant ve fiber için	$(0.03 \dots 0.05) \times S$
Deri, keçe, ve sert olmayan karton için	$(0.02 \dots 0.03) \times S$

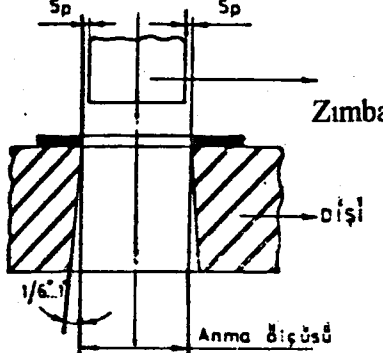
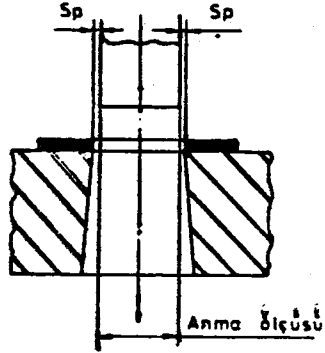
Tablo 2.3 Plastik malzemeler için kesme boşluğu değerleri

Malzeme kalınlığı (mm)	Kesme boşluğu değerleri (S_p)
0.3 ... 0.8	0.009
1 1.5	0.019

Tablo 2.4 Elektirikçilikte kullanılan malzemeler için kesme boşluğu değerleri

Malzeme	Sac kalınlıkları		
	0.4 mm	0.5 mm	0.6 mm
Rotor ve stator sacı	0.012	0.017	0.020
Dinamo sacı	0.015	0.019	0.022
Transformator sacı	0.018	0.022	0.026

Tablo 2.5 Metal malzemeler için kesme boşluğu değerleri.

KESME (Başluk erkeğe veriliyor)					DELME (Başluk dişiye veriliyor.)							
												
SAC KALINLIĞI (mm)	MALZEMENİN ÇEKME DAYANIMI G_b daN/mm^2											
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	
	KESME BOŞLUĞU (2Sp) mm											
0,25	0,008	0,010	0,011	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	0,021	
0,5	0,016	0,019	0,022	0,025	0,027	0,030	0,032	0,034	0,035	0,039	0,042	
0,75	0,024	0,029	0,034	0,038	0,041	0,044	0,047	0,050	0,053	0,058	0,063	
1	0,032	0,039	0,045	0,050	0,055	0,059	0,063	0,067	0,071	0,078	0,084	
1,25	0,040	0,048	0,056	0,063	0,069	0,074	0,079	0,084	0,088	0,097	0,105	
1,5	0,047	0,058	0,067	0,075	0,082	0,089	0,095	0,101	0,106	0,116	0,126	
1,75	0,055	0,068	0,078	0,088	0,096	0,104	0,111	0,117	0,124	0,136	0,147	
2	0,063	0,077	0,089	0,100	0,110	0,118	0,126	0,134	0,141	0,155	0,167	
2,25	0,071	0,087	0,101	0,113	0,123	0,133	0,142	0,151	0,159	0,174	0,188	
2,5	0,079	0,097	0,112	0,125	0,137	0,148	0,158	0,168	0,177	0,194	0,209	
2,75	0,087	0,107	0,123	0,138	0,151	0,163	0,174	0,185	0,195	0,213	0,230	
3	0,095	0,116	0,134	0,150	0,164	0,178	0,190	0,201	0,212	0,232	0,251	
3,5	0,127	0,155	0,179	0,200	0,219	0,237	0,253	0,268	0,283	0,310	0,335	
4	0,158	0,194	0,224	0,250	0,274	0,296	0,316	0,336	0,354	0,388	0,419	
4,5	0,190	0,232	0,268	0,300	0,329	0,355	0,379	0,403	0,424	0,465	0,502	
5	0,221	0,271	0,313	0,350	0,384	0,415	0,442	0,470	0,495	0,543	0,586	
6	0,284	0,348	0,402	0,450	0,493	0,533	0,569	0,604	0,636	0,698	0,753	
7	0,348	0,426	0,492	0,550	0,603	0,651	0,695	0,738	0,778	0,853	0,921	
8	0,411	0,503	0,581	0,650	0,712	0,780	0,822	0,872	0,919	1,007	1,088	
10	0,537	0,658	0,760	0,850	0,932	1,007	1,075	1,141	1,202	1,318	1,423	
12	0,664	0,813	0,939	1,050	1,151	1,243	1,327	1,409	1,485	1,628	1,758	
15	0,853	1,045	1,207	1,350	1,483	1,599	1,706	1,812	1,909	2,093	2,260	
18	1,043	1,276	1,474	1,650	1,808	1,954	2,086	2,213	2,334	2,556	2,763	

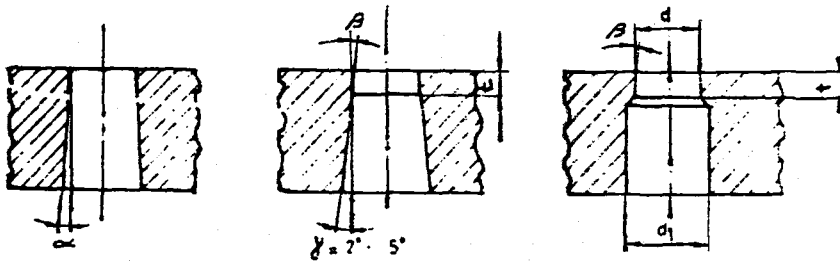
2.1.7 Kesilen malzemede meydana gelen genleşme ve büzülme

Kesme kalıbında parça kesilip yük kesilen parçanın üzerinden kalktığı zaman, parça biraz esner. Bu sebeple içeriden çıkan parça kullanılacaksa kalıbın dişisi 0.01 mm ile 0.025 mm arasında küçük yapılır. Eğer delik kullanılacaksa zımba yukarı kalkarken delik zımbaya takılır. Sıyırıcı veya kalıp plakası tarafından birbirinden ayrılır. Bu esnada delik bir miktar büzüleceği için zımba çapı 0.01 mm ile 0.025 mm arasında büyük yapılır.

2.1.8 Boşluk açısı

Daha önce açıklanmaya çalışıldığı gibi bir malzemenin kesilebilmesi için, basma ve çekme gerilmelerinin belirli bir seviyeye ulaşması gerekir. Bu koşullar altında kesilen veya artık parçanın bir takım iç basınçları bulunacaktır. İşte bu parçaların iç basınçlarını serbest bırakmak için dişi kalıp boşluğuna bir takım açılar veya koniklik verilmelidir. Buna boşluk açısı denir [3].

Boşluk açısı verilmezse, parça boşluktan geçerken dişi kalıp boşluğunu oldukça zorlar ve bunun sonucu olarak parçada ısınma çarpılma, dişide ise çarpılma olur. Boşluk açısı; üretilen parçanın kalitesine, şekline, sac kalınlığına, üretim kapasitesine ve kalıbın konstrüksiyonuna bağlıdır. Şekil 2.6 'da boşluk açısının verilmesi gösterilmiştir [2]. Tablo 2.6 ise boşluk açısının kalınlığa bağlı olarak değerlerini göstermektedir [2]. Tabloda ayrıca t yükseklik değerleri tanımlanmıştır.



Şekil 2.6 Boşluk açısının verilmesi

Tablo 2.6 Boşluk açısı değerleri

S (mm)	α
0,1 0,5	10' 15'
0,5 1	15' 20'
1 2	20' 30'
2 4	30' 45'
4 6	45' 1°

S	t	β
$\leq 0,5$	3 4	10'
0,5 3	4 6	15'
3 5	6 8	20'
5 10	8 14	30'

2.1.9 Kesme kuvveti ve kesme işi

Üretilmesi istenen parça için gerekli pres tezgahının seçilebilmesi için ve kalıp boyutlarını tayin etmek için kesme kuvvetini belirlemek gerekir.

2.1.9.1 Kesme kuvveti

Kesme kuvveti kesilecek malzemeye, kesilecek şeklin çevresine ve malzeme kalınlığına bağlıdır.

$$P_1 = S \times U \times \tau_B \quad (2.3)$$

P_1 = Kesme Kuvveti (daN)

U = Kesilecek Parçanın Çevresi (mm)

τ_B = Malzeme Kesme Dayanımı (daN/mm²)

S = Sac Kalınlığı (mm)

2.1.9.2 Kesme işi

Presdeki volan tarafından sağlanan iş şu şekilde belirlenir:

$$A = X \times P_1 \times S \quad (2.4)$$

A = Kesme işi (daNmm)

P₁ = Kesme kuvveti (daN)

X = Düzeltme Faktörü

X düzeltme faktörü Tablo 2.7'den seçilir [1].

Tablo 2.7 Kesme işi için X faktörünün bulunuşu

Malzeme kesme dayanımı (daN/mm ²)	Malzeme kalınlığı (mm)			
	< 1	1 ... 2	2 ... 4	>4
25 ... 35	0.7 ... 0.64	0.64 ... 0.6	0.6 ... 0.5	0.45 ... 0.35
35 ... 50	0.6...0.55	0.55 ... 0.5	0.5 ... 0.42	0.40 ... 0.33
50 ... 70	0.45 ... 0.42	0.42 ... 0.38	0.38 ... 0.34	0.34 ... 0.20
Al Cu	0.75 ... 0.7	0.7 ... 0.64	0.64 ... 0.55	0.5 ... 0.45

2.1.9.3 Kesme kuvvetinin azaltılması

Kesme kuvvetinin hesaplanma nedenleri anlatılırken amacın gerekli tezgahın ve kalıp boyutlarının tayini olduğu belirtilmişti. Tespit edilen kesme kuvvetini karşılayacak tezgaha sahip olmadığımız zaman, bazı metotlarla kesme kuvveti azaltılır.

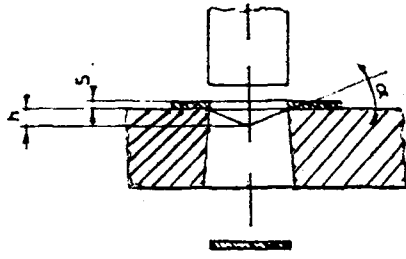
2.1.9.3.1 Kesme ağızlarına açi vermek

Kesme ağızlarına açi vererek kesme kuvvetini azaltabiliriz. Bu durumda kesme aniden değil, strokun belli kısmına dağıldığı için kuvvet ihtiyacı azalmış olur. Kesme ağızlarının açilandırılması hem dişiye hemde zımbaya yapılabilir. Oluşacak deformasyonu ortadan kaldırmak için ;

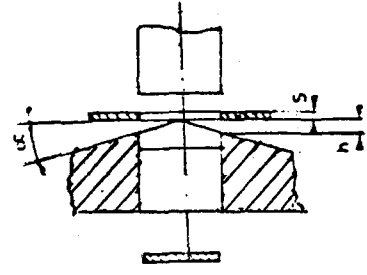
1- İçerden çıkacak parça kullanılacaksa, açilandırma dişiye yapılır.

2- Delik kullanılacaksa, açilandırma zımbaya yapılır .

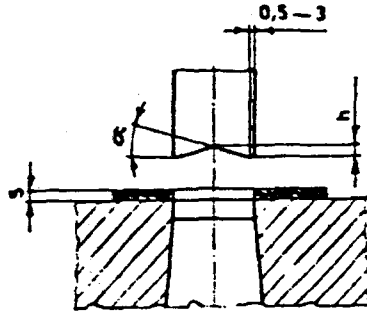
Şekil 2.7 'de kesme ağızlarına verilecek açılar gösterilmiştir . Tablo 2.8'de ise gerekli ölçüler verilmiştir [1].



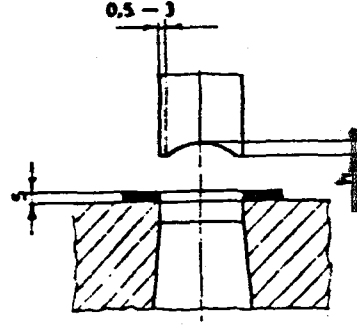
Kullanılacak parça



Kullanılacak parça



Hurda



Hurda

Şekil 2.7 Kesme ağızlarının açlandırılması

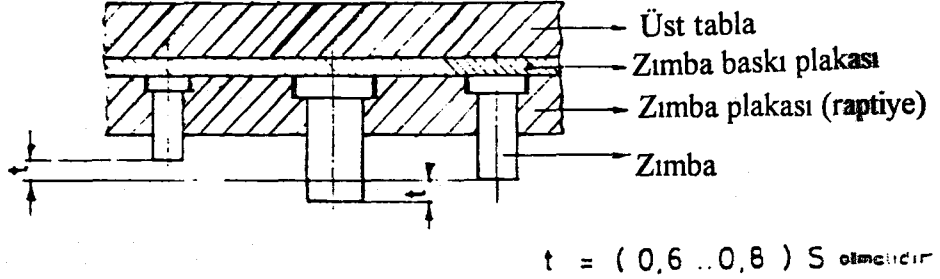
Tablo 2.8 Kesme ağızlarının açlandırılması için boyutlar (α , h , P_{max})

Sac kalınlığı (mm)	Eğiklik yüksekliği h (mm)	Eğim açısı α (°)	Ortalama kesme kuvveti % P_{max}
< 3	$2 \times S \dots 1.5 \times S$	< 5°	30 ... 40
3 ... 10	$S \dots 0.5 \times S$	< 8°	60 ... 70

2.1.9.3.2 Zimbaların kademelendirilmesi

Kesme kuvvetinin azaltılması için zimba yüksekliklerinin farklı yapılması yoluna gidilebilir. Ancak unutulmamalıdır ki bu farklar oldukça az olmalıdır. Aksi takdirde (farklar büyük olursa);

- 1- Zimba grupları malzemeye daldığında bir takım sarsıntılar oluşur.
- 2- Zimbalar çok farklı olursa, bir takım zimbalar malzemeye ve dişiye daha fazla gireceğinden sürtünme ve aşınma olur. Şekil 2.8 zimbaların kademelendirilmesini göstermektedir [1].



Şekil 2.8 Zimbaların kademelendirilmesi

Kesme kuvvetini azaltmaktan başka, birden çok zimba aynı anda çalıştığı ve zimbaların birbirlerine yakın olduğu durumlarda zimbalar kademelendirilir. Çünkü özellikle büyük zimbalar, küçük zimbaları yanal olarak yer değiştirmeye zorlar. Bu durumda zimbalar arası farklar şöyle olmalıdır:

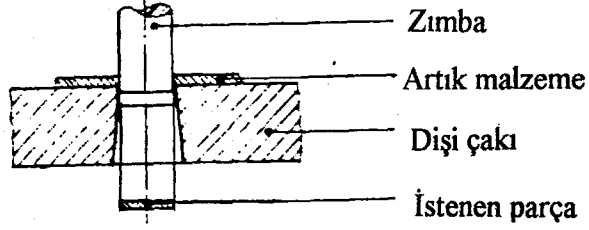
$$\begin{aligned}
 S > 5 \text{ mm} & \quad \text{ise} \quad t = 0.7 \times S \\
 S > 0.8 \dots 5 \text{ mm} & \quad \text{ise} \quad t = S \\
 S < 0.8 \text{ mm} & \quad \text{ise} \quad t = 0.8 \text{ mm} \\
 S & = \text{Sac Kalınlığı} \\
 t & = \text{Zimbalar Arası Fark}
 \end{aligned}$$

2.2 Kesme ve Delme Kalıplarının Açıklanması

Kesme ve delme kalıplarının esas elemanları zimba ve dişidir. Parça üzerinde istenen kesme ve delme işlemlerini bu iki eleman yapar. Kalıbın diğer elemanları ise bu iki elemanın en iyi şekilde çalışabilmesi için destek ve yardımcı elemanlardır.

2.2.1 Kesme kalıbı

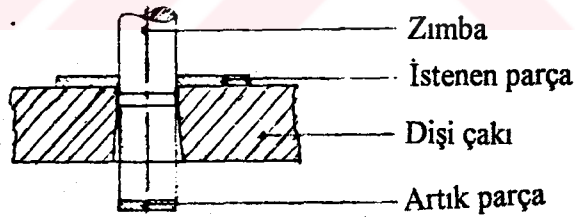
Amaç malzeme üzerinden belirli şekil ve boyutlarda parçayı kesip üretmekse, bu kalıba kesme kalıbı adı verilir. Bu durumda kesilip çıkan parça istenen parça olmaktadır. Şekil 2.9’da basit kesme kalıbı gösterilmektedir [2].



Şekil 2.9 Basit kesme kalıbı

2.2.2 Delme kalıbı

Amaç malzemeye belirli şekil ve ebatlarda delik açmaksa, bu kalıba delme kalıbı adı verilir. Bu durumda kesilen parça artık, kalan parça ise istenen parça olmaktadır. Şekil 2.10 ‘da basit bir delme kalıbı gösterilmiştir [2].



Şekil 2.10 Basit delme kalıbı

2.2.3 Kalıpların sınıflandırılması

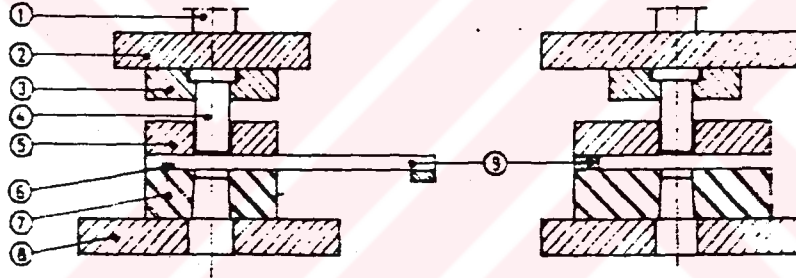
Genel olarak kalıplar kayıtlı ve kayıtsız olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

2.2.3.1 Kayıtsız kalıplar

Serbest kesme ve serbest delme kalıpları olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür. İş parçası büyükse kalıbın kayıtsız yapılması mümkündür. Eğer kayıt kullanılacaksa kalıp anormal derecede büyüyecektir. Kayıtsız kalıplarda kalıbın zımbası ya direk olarak üst plakaya veya küçük zimba olduğu zaman zimba plakasına bağlanırlar. Kayıtsız kalıplar sütun veya kayıt plakası gerektirmezler. Kayıtsız kalıplar hassasiyeti az olan az miktarda yapılması istenen parçalara uygulanır.(500- 2000 Adet)

2.2.3.1.1 Serbest kesme kalıpları

Esas kesme işlemini dişi yapar. Şekil 2.11'de serbest kesme kalıbı örneği gösterilmiştir [1].



1- Bağlama Sapı

2- Üst Plaka

3- Zimba Plakası

4- Zimba

5- Ayırma Plakası (Sıyırıcı)

6- Dayama Pimi

7- Dişi

8- Alt Plaka

9- Siper

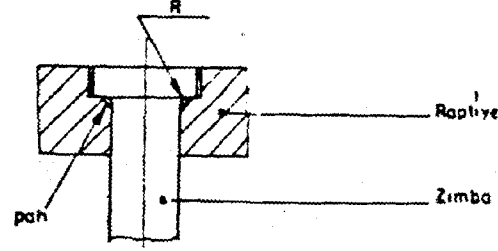
Şekil 2.11 Serbest kesme kalıbı

Serbest kesme kalıbı yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir:

1-Eğer zimba plakası kullanılacaksa, zimba, zimba plakasına çakma olarak alıştırılır.

2- Sıyırıcılar bir taraftan açık tip, iki taraftan desteklenmiş tip, yaylı tip olarak yapılabilirler.

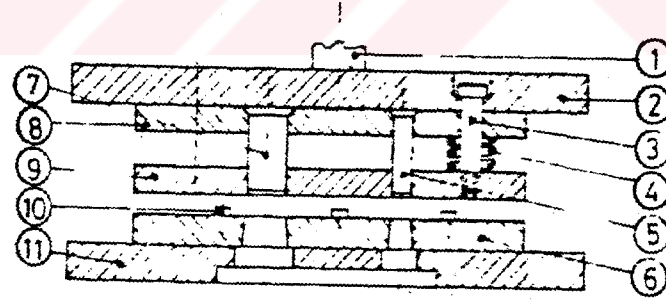
- 3- Siperlerin yükseklikleri malzemeye göre yapılmalıdır.
- 4- Zimba kademesi ile, gövdesinin birleştiği yere radyüs verilmelidir. Buna karşın zimba plakasındaki yerinde, bu radyüsü kurtaracak şekilde pahın yapılması gereklidir.
- Şekil 2.12 'de bu durum gösterilmiştir [1].



Şekil 2.12 Zimbaya radyüs verilmesi

2.2.3.1.2 Serbest delme kalıbı

Esas kesme işlemini zimba yapar. Şekil 2.13 'de serbest delme kalıbı örneği gösterilmiştir [1].



- | | |
|--------------------|------------------|
| 1- Bağlama Sapı | 7- Büyük Zimba |
| 2- Üst Plaka | 8- Zimba Plakası |
| 3- Ayırma Civatası | 9- Yaylı Sıyrıcı |
| 4- Yay | 10- Dayama Pimi |
| 5- Küçük Zimba | 11- Alt Plaka |
| 6- Dişi | |

Şekil 2.13 Serbest delme kalıbı

Serbest delme kalıbı yapılırken şu noktalara dikkat edilmesi gerekir:

1- Yaylı sıyrıcı, ayırma civataları ile tespit edilir. Pres devresi esnasında civataların presin üst tablasına vurmaması için derinliğin yeterli olması gerekir.

2- Alt plaka komple olduğu gibi ayrı ayrıda yapılabilir.

3- Yaylı ayırma plakasının iyi olan tarafı hem operatörün parçayı iyi takip etmesi hemde delmeden sonra parçanın iyi çıkmasıdır. Çünkü yaylı ayırma plakası parça üzerine baskı yapar.

4- Zımbaların fatura çapları, kendileri için açılan yerlere 1mm küçük yapılır. Bunun yanısıra fatura deliklerinin ağızları düz ve dikey olmalıdır.

5- Kesme kalıbından sonra delme kalıbına girecek olan parçalar için dayama pim yerleri, kesme kalıbından elde edilen parçaya göre tespit edilir.

6- Dayama pimleri Ø6...Ø8 mm arasında yapılır ve malzemesi karbonlu çelik olup sertleştirilir.

2.2.3.1.3. Kayıtsız kalıpların yapımında genel olarak işlem sırası

1- Alt ve üst grup parçalarının vargel, planya, freze v.b tezgahlarda işlenmesi. (Sonradan düzeltmeler için bir miktar pay bırakılır)

2- Zımbanın resime uygun olarak işlenmesi.

3- Zımbanın sertleştirilmesi ve meneviş yapılması.

4- Dişiye parça şekli, vida ve pim yerlerinin markalanması, delinmesi, vidaların çekilmesi, pim deliklerinin raybalanması, parça şeklinin makinada veya elle kenarlardan 0.1... 0.5 mm pay bırakılarak işlenmesi.

5- Tamamlanmış ve sertleştirilmiş olan zımbanın, dişi üzerindeki yerine presde vurdurulması.

6- Basma yerlerinin, kesme boşluğunda dikkate alınarak işlenip tamamlanması.

7- İşlenmesi tamamlanan dişinin ısıtılmasının yapılması.

8- Sertleştirilmiş dişi üzerindeki vida ve pim yerlerinin sıyrıcı ve siperlere aktarılması. Bu işlem esnasında parçalar işkence v.b bir aletle sıkılmalıdır.

9- Sıyrıcı ve dişinin vida ve pim yerlerinden bağlanarak, dişideki parça şeklinin sıyrıcıya aktarılması.

10- Gerekli boşluk dikkate alınarak, sıyrıcının tamamlanması.

11- Alt plakaya vida ve pim yerlerinin ve parça şeklinin aktarılması. (parçanın rahat düşmesi için parçadan büyük bir delik delinir ve işkence ile bağlamak unutulmamalıdır)

12- Alt grup parçalarının vida ve pim yerlerinden birbirlerine bağlanıp, dış yüzeylerinin düzeltilmesi.

13- İşkence ile dişi ve zimba plakasının bağlanması ve zimba şeklinin zimba plakasına nakledilmesi, zimba plakasının tamamlanması.

14- Daha önce kesilip düzeltilmiş olan üst plakaya, zimba plakası bağlayabilmek için vida ve pim yerlerinin markalanması ve işlenmesi.

15- Üst plakadaki vida ve pim yerlerinin zimba plakasına aktarılması.

16- Bağlama sapının yerinin üst plakaya işlenmesi.

17- Eksikliklerin tamamlanması ve gerekli düzeltmelerin yapılması.

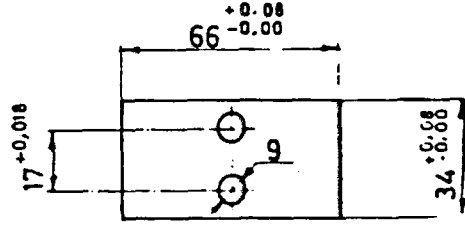
18- Kalıbın montajının yapıp denenmesi.

2.2.3.2. Kayıtlı kalıplar

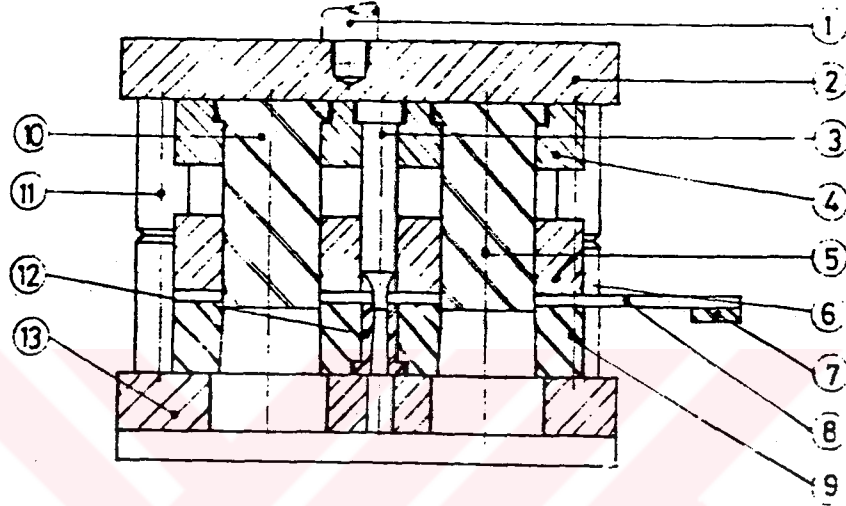
Toleransları küçük ve sayıları çok olan parça üretiminde kalıpların kayıtlanması gerekir. Kayıtlı kalıpların dayanımları ve hassasiyetleri büyük olur. Bunun yanısıra yapım zamanları uzun ve maliyetleri yüksektir. Plaka kayıtlı ve sütun kayıtlı kalıplar olarak iki kısma ayıracağız.

2.2.3.2.1. Plaka kayıtlı kalıp

Sayıları çok, toleransları küçük olan küçük ve düz parçaların üretiminde kullanılır. Plaka kayıtlı kalıplarda, zimba kayıt plakası denilen bir plakadan geçirilir. Bu tip kalıplar üzerinde bir kaç işlemi olan (hem delme hem kesme gibi) parçalara uygulanabilir. Şekil 2.14 'de gösterilen parçanın üretilmesi için düşünülen kalıp Şekil 2.15'de gösterilmiştir [1].



Şekil 2.14 Kalıbı yapılacak parça



- | | | |
|------------------|-------------------|---------------|
| 1- Bağlama Sapı | 7- Siper Köprüsü | 13- Alt Tabla |
| 2- Üst Tabla | 8- Siper | |
| 3- Delme Zımbası | 9- Dişi | |
| 4- Zımba Plakası | 10- Kesme Zımbası | |
| 5- Yan Çakı | 11- Stopper | |
| 6- Kayıt Plakası | 12- Kesme Burcu | |

Şekil 2.15. Şekil 2.14'deki parça için düşünülmüş plaka kayıtlı kalıp (prograsif)

2.2.3.2.1.1. Plaka kayıtlı, adımlı (prograsif), bir kalıpta genel olarak işlem sırası

- 1- Alt ve üst grup parçalarının vargel, planya, freze v.b tezgahlarda işlenmesi.
(Sonradan düzeltmeler için bir miktar pay bırakılır)
- 2- Zımbanın resme uygun olarak işlenmesi.
- 3- Zımbanın sertleştirilmesi ve meneviş yapılması

4- Daha önceden düzeltilmiş olan zimba plakası kayıt ve dişi üst üste konulup işkence ile tutturulur ve 2,3 veya 4 noktadan pim deliği açılır

5- Pim delikleri raybalanır ve daha önceden hazırlanmış olan pimler alıştırılır.

6- Pimlerle tespit edilmiş olan zimba plakası kayıt ve dişi tekrar dağıtılır

7- Kayıt plakası alınarak, alt yüzüne parça şekli markalanır. Gerekli kaba boşaltma yapıldıktan sonra, tazgahta veya elde kayıt plakasındaki parça şekli ince işleme tabi tutulur.

8-Kayıt plakasına daha önceden tamamlanmış ve sertleştirilmiş olan zimbalar, kaygın veya duruma göre kakma geçme olarak alıştırılır.

9-Tamamlanan kayıt plakası, dişi ile pimlerle birbirine tespit edilir ve şekil dişiye aktarılır.

10-Tekrar dağıtılarak kenarlardan 0.3...0.5 mm boşluk bırakılarak alt çakıdaki parça şekli boşaltılır.

11-Kayıt plakası ve dişi tekrar pimlenir ve bu durumda kayıt plakasından geçirilen zimbalar pres veya el presinde dişiye vurdurulur.

12-Basma yerlerinden kesme boşluğuda dikkate alınarak dişi ince işlemeye tabi tutularak tamamlanır.

13-Bu sefer kayıt plakası ile zimba plakası pimlenir. Bu durumda kayıt plakasından şekil zimba plakasına aktarılır.

14-Zimba plakası önce kaba, sonra ince işlemeye tabi tutularak tamamlanır.

15-Kayıt plakası, siperler ve alt çakı (dişi) üst üste konularak, zimbalar kayıt plakasından geçirilip dişiye ağızlattırılır. Bu pozisyonda vida ve pim yerleri delinir. İki siper aralığı için parça koyma yoluna gidilir.

16-Pim delikleri raybalanır. Vidaya diş çekilir.

17-Alt plaka ve dişi işkence ile bağlanıp pim ve vida delikleri delinir. Pim delikleri raybalanır. Vidaya diş çekilir.

18-Dişi'deki parça şekli için açılmış olunan delikten yararlanılarak, parçanın rahatlıkla düşmesi için alt plakaya daha büyük delik delinir.

19-Bütün alt grup parçaları birbirine tespit edilip, yanlardaki taşmalar düzeltilir.

20-Dişinin ısıtılması işlemi tamamlanır.

21-Siperlere yan çakının güreceği yerler işlenir.

22-Siperler bant genişliğine göre gereken ölçülere getirilir.

23-Sertleştirilmiş dişinin kesen kısmı taşlanır.

24-Zimba plakası ile üst plaka birbirlerine sıkıca tespit edilir ve pim, vida delikleri delinir.

25-Pim delikleri raybalanır. Vidaya diş çekilir.

26-Üst plakaya sap yerinin açılması.

27-Kalıbın siper desteklerinin tamamlanıp yerine takılması.

28-Bağlama sapının tamamlanıp yerine takılması.

29-Kalıbın olası eksikliklerinin gözden geçirilmesi, montaj ve deneme

2.2.3.2.1.2. Plaka kayıtlı kalıplar için önemli noktalar

1- Plaka kayıtlı kalıplarda, hassiyet ve dayanım, kayıtsız kalıplardaki gibi presin ana kaydının yatağına bağlı değildir. Kayıt plakası yataklık yapar [5].

2- Zimbanın kayıt içinde olmayan kısmı küçük olacağı için, eğilme durumu çok azalmış olur [1].

3- Kalıpta delikli parçalar kesiliyorsa bir merkezleme tertibatı düşünülmelidir. Örneğin pilot pimler. Yan kesicili kalıplarda bundan vazgeçilebilir.

4- Plaka kayıtlı kalıplarda, Zimba ile kayıt plakasındaki deliğin alıştırılması ince veya hassas olarak kakma veya kaygın geçme olmalıdır [1].

5- Plaka kayıtlı kalıplarda, kayıt plakası ve siperler dişiye ayrı pimlerle, alt plakada dişiye ayrı pimlerle tespit edilebilir.

2.2.3.2.2. Sütun kayıtlı kalıplar

Sütun kayıtlı kalıplar; toleransları düşük, sayıları çok olan basit veya karmaşık parçaların pres işlerinde kullanılır. Bu tip kalıp düzenlerinde alt ve üst gruplar sütunlarla birbirlerine yataklanırlar [5].

Sütun sayısı 2,3,4 veya bazı durumlarda dahada çok olabilir. Sütunlar daha çok alt plakaya monte edilirler. Fakat üst plakaya da monte edilebilirler. Sütunlara veya sütunların yatakladığı burçlara yağlama yivleri açılır. Eğer üst plaka gri dökümse, yivler direk olarak onun üzerine açıp, ayrıca burç kullanmaya gerek kalmaz. Sütun

kayıtlı kalıpta hareketli ayırma plakaları kullanılır. Gerekli görülen yerlerde sabit ayırma plakalarında kullanılabilir. Sütun kayıtlı kalıpların iyi olan yönleri şöyledir [1], [2], [4]:

- 1- Daha hassastır.
- 2- Yataklama boyunun uzun olması, emniyet ve hassasiyeti arttırmaktadır.
- 3- Yapılışı kolaydır. Çünkü zımbayı plaka kayıtlı kalıpta olduğu gibi hassas olarak alıştırmaya gerek yoktur. Kenardan 0.25...0.5 mm boşluk bırakılabilir.
- 4- Zımbaların tespiti kolaydır.
- 5- Düz olmayan parçaların işlenmesi mümkündür.
- 6- Kayıt plakasına girecek kısım olmadığından, zımbalar kısa yapılabilir.
- 7- Sütun kayıtlı kalıplarda daha ziyade hareketli tip ayırma plakaları kullanıldığı için, işlem operatör tarafından rahatlıkla gözlenebilir.
- 8- Kazalara karşı daha emniyetlidir.
- 9- Kesici kısımlar değiştirilerek, diğer parçalardan yararlanılarak , değişik parçaların işlenmesinde kullanılabilir.

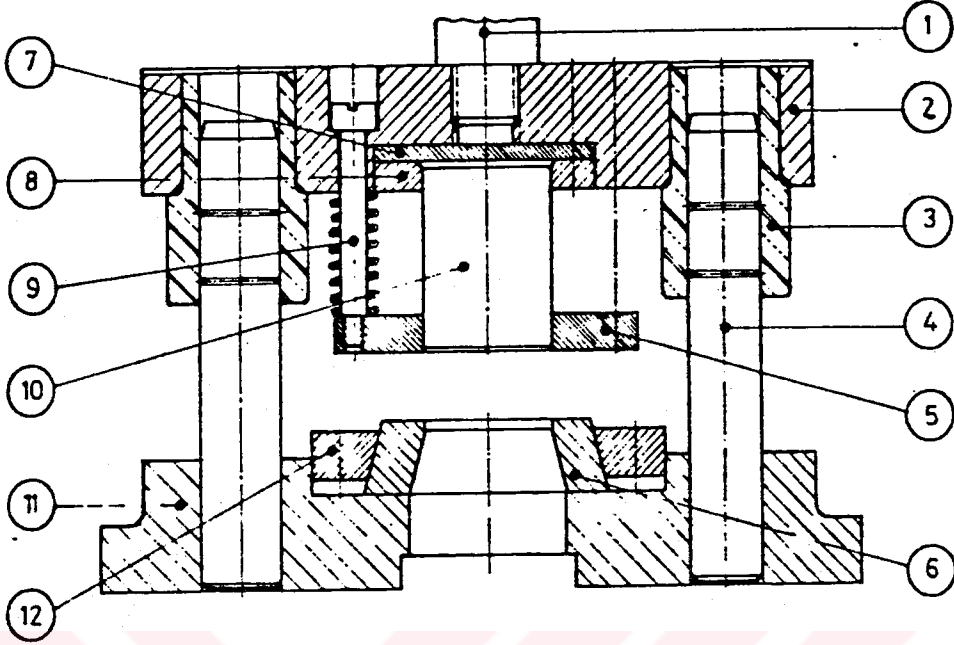
Sütun kayıtlı kalıplarda, üst kısım parçaları birbiriyle alt kısım parçaları birbiriyle pimlenip vidalandıktan sonra emniyetli bir şekilde yataklanmış olurlar. Şekil 2.16'da sütun kayıtlı kalıp örneği görülmektedir [1].

2.3. Metal Olmayan Malzemelerin Kesilmesi

Metal olmayan malzemelerin kesilmesi zımbalama kesme olarak adlandırılır. Zımbalama kesme ince ve sert olmayan malzemelere uygulanır.(Mantar, deri, keçe, lastik v.s) Zımbalama kesmede şu noktalara dikkat etmek gerekir.

- 1- Zımbalama kesmede kesme ağzı konik yapılır. İçeriden çıkacak parça kullanılacaksa koniklik dışa, delik kullanılacaksa koniklik içe verilmelidir. Şekil 2.17'de bu durum görülmektedir [1].
- 2- Lastik gibi elastikiyeti yüksek olan parçalarda koniklik iki tarafa verilir. Şekil 2.18'de bu durum görülmektedir [1].
- 3- Koniklik kesme kuvvetini azaltmış, kesme kenarlarının zorlamasını arttırmıştır.
- 4- Koniklik açısı değerleri Tablo 2.9'da gösterilmiştir.

5-Alt kısım olarak sert ağaç veya fiber kullanılır.



1- Bağlama Sapı

2- Üst Plaka

3- Burç

4- Merkezleme Mili

5- Sıyırıcı

6- Dişi

7- Zımba Baskı Plakası

8- Zımba Plakası

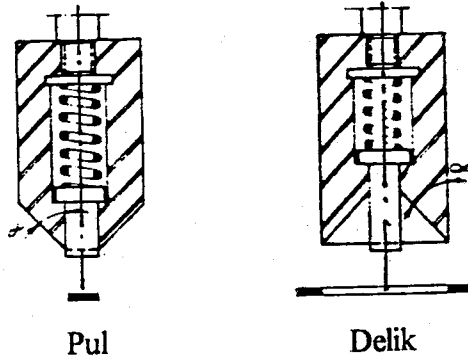
9- Askı Civatası

10- Zımba

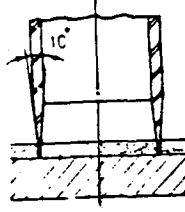
11- Alt Plaka

12- Sıkma Bileziği

Şekil 2.16 Sütun kayıtlı kalıp



Şekil 2.17 Zımbalama kesme için zımbaların durumu



Şekil 2.18 Zımbalama kesmede elastik malzemeler için zımbaların durumu

Tablo 2.9 Zımbalama kesme için açılar

MALZEME	$T_0 = \text{kg/mm}^2$	Koniklik açıları (°)
Sert fiber	17	25° - 35°
Normal fiber	11	
Sert kağıt	3 - 4	15° - 20°
Normal kağıt	2 - 3	
Normal karton	2 - 6	
Sert karton	7 - 9	
Ebonit	3	25° - 35°
Bakalit	3 - 7	
Presbant	7 - 8	15° - 20°
Sert olmayan lastik	0.7	
Sert lastik	2 - 6	
Kâsele	5.4	
Mika	5 - 10	25° - 35°
Normal deri	0.7	
İstenmiş deri	5.0	15° - 20°
Temiz (sarı) sun reçine	2 - 3	
Ağaç	1 - 3	

2.4 Kalıbı Oluşturan Parçaların Detaylı Açıklanması

Bu kısımda kalıbı oluşturan parçalar detaylı olarak ele alınıp, gerekli boyutların nasıl belirleneceği ve konstrüksiyon özellikleri gösterilecektir.

2.4.1 Zımbalar

Zımbalar genel olarak kalıbın üst kısım elemanlarıdır. Kesme, delme ve biçimlendirme kalıplarının esas elemanlarından olan zımbaların görevi, üretilmesi

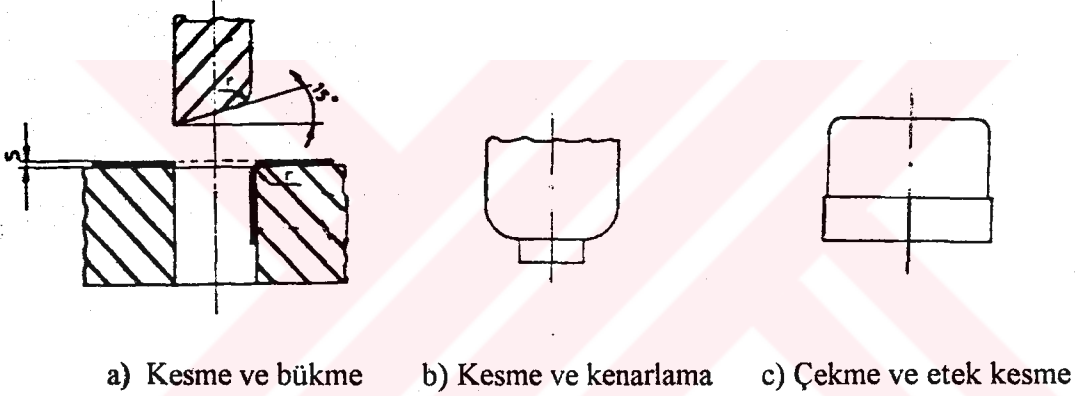
istenilen parçaların kesilmelerini ve biçimlendirilmelerini sağlar. Zımbaları yaptıkları işe göre ve bağlantı durumlarına göre sınıflandıracağız.

2.4.1.1. Yaptıkları işe göre zımbalar

1-Kesme Zımbaları: Kesme, delme, trim, ayırma zımbaları bu gruba girer.

2-Şekillendirme Zımbaları: Çekme, bükme, form, kenarlama zımbaları bu gruba girer.

3- Kombine Zımbalar: Kesme ve şekillendirme işlemlerini aynı anda yapan zımbalardır. Şekil 2.19'da kombine zımbalar için örnekler verilmiştir [1].



Şekil 2.19 Kombine zımba örnekleri

2.4.1.2 Bağlama durumlarına göre zımbalar

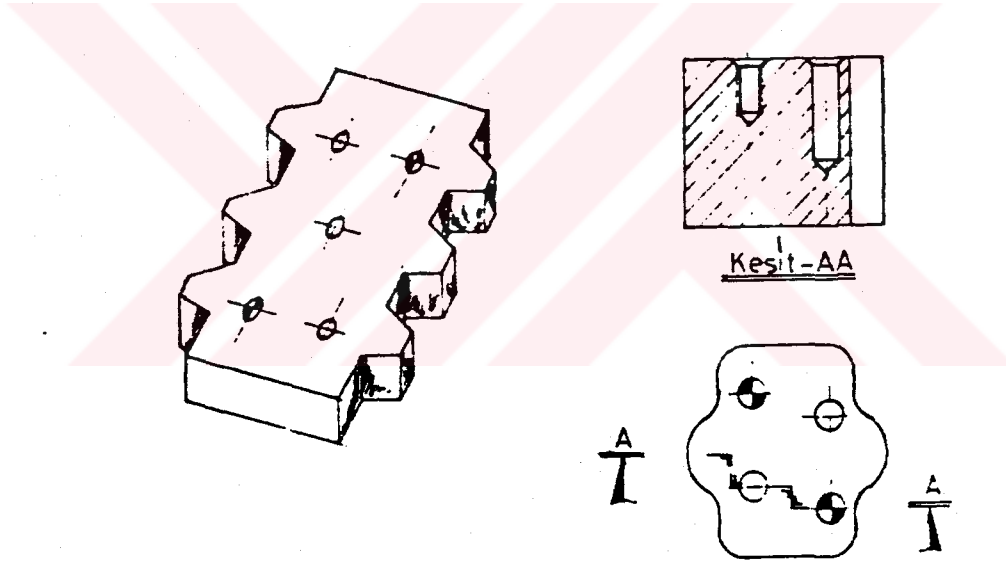
Bağlama durumlarına göre zımbalar, müstakil bağlanan ve müstakil bağlanmayan olmak üzere iki gruba ayrılır.

2.4.1.2.1. Müstakil bağlanan zımbalar

Bu tip zımbalar, zımba plakası gerektirmeyen zımbalardır. Yani direkt olarak üst plakaya zımba bağlanmaktadır.

2.4.1.2.1.1. Tabansız (düz) zimbalar

Bu tip zimbalar, kesici ağızdan bağlama yüzeylerine kadar aynı profilde giden zimbalarlardır. Üretim kapasitesi düşük olan kalıplarda, yapımı ve bağlama durumları ekonomik olduğu için kullanılırlar. Bu zimbaları yapmak için minimum miktarda malzeme yeterlidir. Gerek az talaş kaldırıldığı için, gerekse kolay yapıldığı için oldukça ekonomiktir. Bu tip zimbalarda kademe olmadığı için tezgahlarda işlenmesi gayet kolay olduğu gibi, işleme izleride arzu edildiği gibi zımbanın hareket yönünde olur. Bunun yanısıra, kalıbın diğer parçalarından olan zimba plakasına alıştırılmaları olmadığından, gerekli yerlerde oldukça elverişli zimbalarlardır. Ayrıca kısa yapıldıkları için ısı işlemleri pek sorun çıkarmaz. Şekil 2.20’de tabansız zimbalara ait örnekler görülmektedir [4].



Şekil 2.20 Tabansız zimbalar

Tabansız zimbalarından oluşmuş kalıpların yapımında şu noktalara dikkat etmek gerekir:

1- Bu tip zimbalar gerekli kalıp parçalarına vida ve pimlerle bağlandığından, bağlama yüzeyleri bu tip bir bağlantıya izin vermelidir.

2- Bu tip zimbaların boyları diğer zimbalarından daha kısa yapılmalıdır. Zaten tabansız zimbalar, düşey aralığı düşük olan yerlerde kullanılmaya elverişlidir.

3- Tabansız zımbaların yapımına geçmeden önce kullanılıp kullanılmayacağı incelenmelidir. Ebatlarda anormallik olduğu durumlarda, zımba plakası kullanma yoluna gidilmelidir.

4- Bu tip zımbalarda civata, en az $2 \dots 2.5 \times d$ kadar zımbaya girmelidir.

5- Yapımı sırasında ilk olarak vida delikleri delinir ve diş çekimi tamamlanır. Daha sonra pim delikleri delinir, raybalanır ve pimleme yapılır.

6- Pimlemeden önce zımbanın konumunu ayarlamak için yanlardan hafifçe vurulabilir.

7- Zımba ya dişiyle kontrol edilir veya örnek parça kesilir.

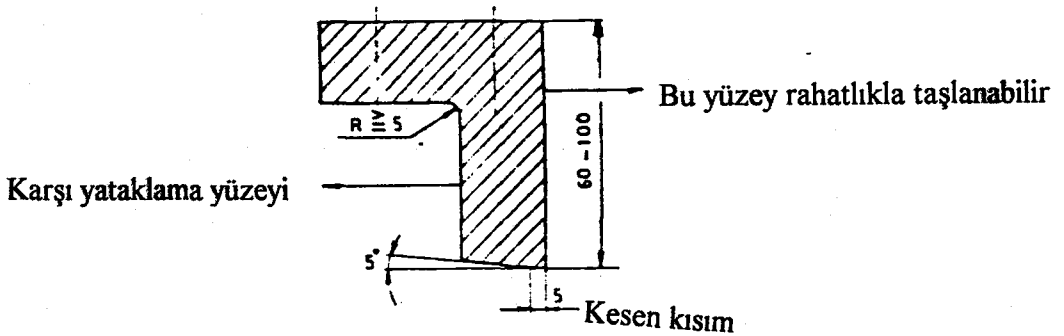
8- Bükme, form, çekme zımbalarını pimlemek için yanlardan ara parçalar kullanılır.

2.4.1.2.1.2. Tabanlı zımbalar

Bu tip zımbalarda zımba plakası gerektirmez. Bir taraftan tabanlı ve tam tabanlı olarak iki gruba ayırabiliriz.

2.4.1.2.1.2.1. Bir taraftan tabanlı zımbalar

Bu tip zımbalar, yer darlığı olan yerlerde ve işleme kolaylığı sağlamak için kullanılırlar. Şekil 2.21’de örnek gösterilmiştir [1].

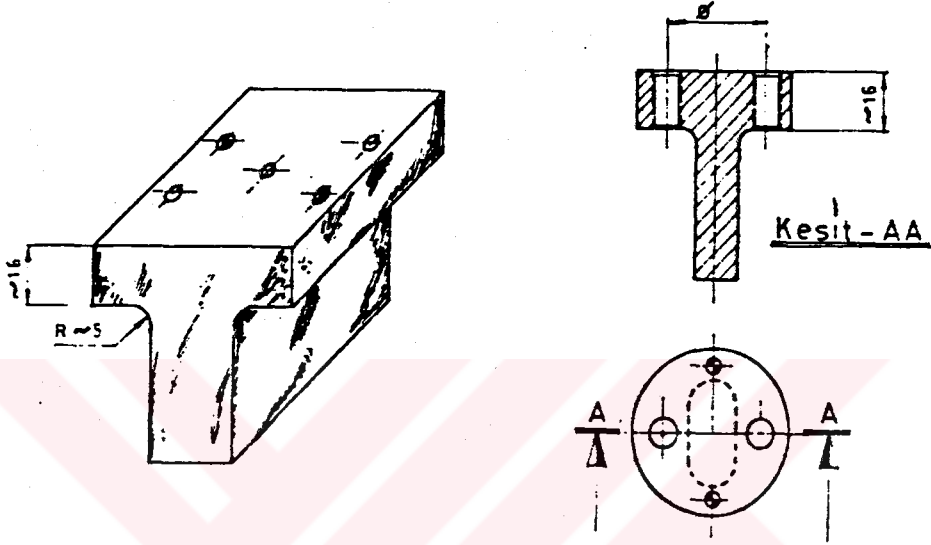


Şekil 2.21 Bir taraftan tabanlı zımba

Bu tip zımbaların ısıl işleminde sorun olabilir.

2.4.1.2.1.2.2 Tam tabanlı zimbalar

Bu tip zimbalar oldukça geniş olan bağlama yüzeyleri sebebiyle gayet dengelidir. Büyük işlerde kullanılmaları tavsiye edilmektedir. Çünkü kesim ağzının tabandan oldukça küçük olmasıyla kesme kuvveti geniş bir alana yayılır. Şekil 2.22’de bu tip bir zimba bulunmaktadır [1].

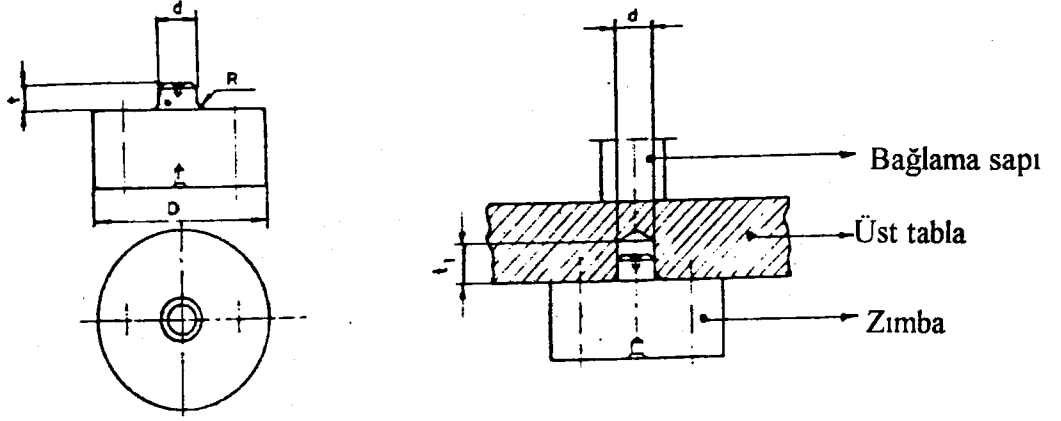


Şekil 2.22 Tam tabanlı zimba

Bu tip zimbaların kesici ağzlarını tabana birleştiren kavisler, yeterli ve pürüzsüz olmalıdır. Yetersiz ve pürüzlü kavisler ısıtılarda sorun çıkarır.

2.4.1.2.1.3 Silindirik merkezleyici kısmı bulunan zimbalar

Bu tip zimbalar mekanik bakımdan iyi olan zimbalar. Uygun şekilde yapılırsa dayanıklı ve dengeli olurlar. Bununla birlikte yapılarının zorluğu sebebiyle pek kullanılmazlar. Bu tip zimbalar silindirik kısımları sayesinde düz zimbalarından ayrılmaktadır. Şekil 2.23 örnekler görülmektedir [2].

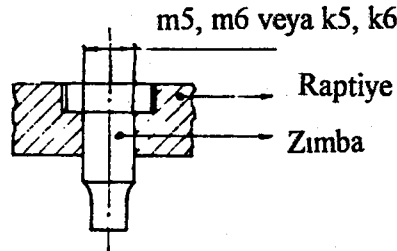


Şekil 2.23. Silindirik merkezleyici kısmı bulunan zımba ve bağlanış şekli

2.4.1.2.2. Müstakil bağlanmayan zimbalar

Bu tip zimbalar zımba plakası gerektiren zimbalar. Zımba plakası kullanmakla, yanal yer değiştirmeler önlenmiş olur. Özellikle küçük zimbalarda bu mutlaka yapılmalıdır. Bunun yanısıra delik zimbaları kural olarak zımba plakasına bağlanırlar. Ayrıca gelişigüzel birden çok zımbayı, birtek zımba plakasına bağlamaktan sakınmak gerekir. Yuvarlak saplı zimbalar bu kuralın dışındadır.

Eğer kalıp, plaka kayıtlı değilse zimbalar, zımba plakasına m5, m6, veya k5, k6 kalitesinde alıştırılmalıdır. Şekil 2.24 bu durumu göstermektedir [4].



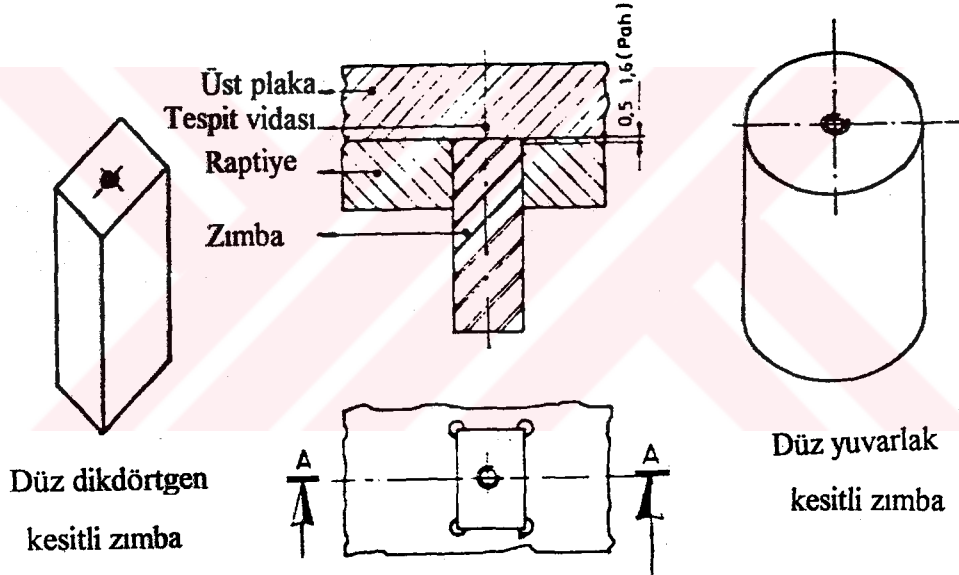
Şekil 2.24. Zimbaların zımba plakasına alıştırılması

Plaka kayıtlı kalıplarda ise zımba kayıt plakası ile yataklandığından; zımba, zımba plakasından boşluklu geçebilir. Bu durumda zımbanın arzu edilen değerde yanal hareketi gerçekleşmiştir. Müstakil bağlanmayan zimbalar şöyle sınıflandırılır:

- 1- Düz zimbalar
- 2- Düz, kademeli zimbalar
- 3- Konik, kademeli zimbalar
- 4- Kayıt plakası ile kayıtlanan zimbalar
- 5- Sıkma pabuçlu zimbalar
- 6- Delik zimbalar

2.4.1.2.2.1 Düz zimbalar

Daha önceki bölümlerde anlatılmaya çalışılan müstakil bağlanan zimbalarından düz zımbanın, zimba plakasına takılmış durumudur. Şekil 2.25’de örneklenmiştir.

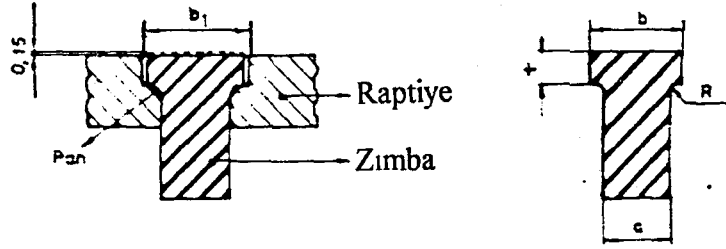


Şekil 2.25 Düz zimba

Müstakil bağlanmayan zimbaların üst plakaya tespiti civatalarla olur. Pim kullanmak gerekmez. Köşelerdeki alıştırma kolaylaştırmak için zimba plakasına uygun delik delmek gerekir. Bu delik delme işlemi, zimba yeri boşaltmadan önce, yani markalama yapıldıktan sonra yapılır. Zımbanın, sadece zimba plakasına giren kısmındaki köşelere pah kırmakda mümkündür. Zimba plakasının, üst plakaya temas eden kısmındaki zimba deliğine 0.5..1.6 mm pah kırmak uygun olur [2].

2.4.1.2.2.2 Düz kademeli zımbalar

Düz zımbalardan farkı kademeli oluşudur. Bu kademelerden, zımba plakasına tespit edildiği için ayrıca tespit civatalarına gerek yoktur. Şekil 2.26'da düz kademeli zımba gösterilmiştir [1].



Şekil 2.26 Düz kademeli zımba

Şekil 2.26'daki bazı boyutlar şöyledir:

$$t \geq 4 \text{ mm}$$

$$b \geq a + 5 \text{ mm}$$

$$b1 = b + (0.5...1 \text{ mm})$$

Bu tip zımbalar yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir:

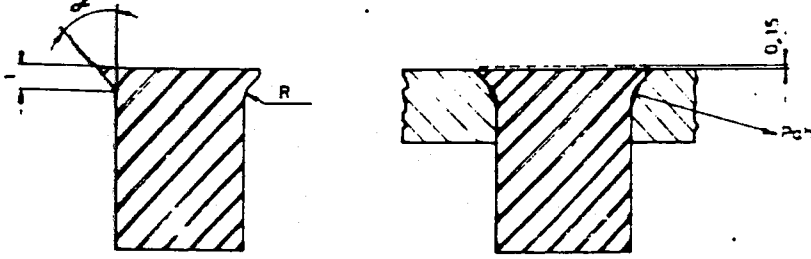
1- Kademe ile zımba gövdesini birleştiren yerdeki (R) radyüsü mutlaka verilmelidir. Buna karşılık zımba plakasında mutlaka bu radyüsü kurtaracak pah yapılmalıdır.

2- Zımba, zımba plakasının dışına 0.15 mm çıkacak şekilde alıştırılır. Bu taşlama payıdır. Sonra zımba plakası ile birlikte taşlanır. Taşlama esnasında, zımbanın kırılmasını ve zımba plakasının çarpılmasını önlemek için zımbanın yerine iyi bir şekilde pres edilmesi gerekir [4].

3- Bu tip zımbalarda, zımba plakasının kalınlığı t (zımba kademe yüksekliği) kadar fazla olur.

2.4.1.2.2.3 Konik kademeli zımba

Bu tip zımbalar, düz kademeli zımbalara benzerler. Ayrı olan yönleri ise kademelerinin konik olmasıdır. Şekil 2.27’de örnek gösterilmiştir.



Şekil 2.27 Konik kademeli zımba

Bu tip zımbalar yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir:

- 1- Koniklik açısı $30^{\circ} \dots 45^{\circ}$ olması gerekir.
- 2- Koniklik bitim yerine (R) radyüsü verilmelidir. Buna uygun olarak zımba plakasına pah kırmak gerekir.
- 3- Üst kısımda 0.15 mm taşlama payı bırakmak gerekir. (Zımba ile zımba plakasını beraber taşlamak için)
- 4- Koniklik ya tezgahta veya elle yığılarak yapılır.
- 5- Koniklik yapıldıktan sonra ısıtılmalıdır.
- 6- Zımbanın, zımba plakasına takılmasından sonra diklik mutlaka sağlanmalıdır.

2.4.1.2.2.4 Kayıt plakası ile yataklanan zımbalar

Zımbaların pres devresi esnasında, kayıt plakasından dışarı çıkmamaları gerektiğinden çok zaman hareketli kayıt plakası gerektirebilir. Şekil 2.28’de kayıt plakası ile yataklanan zımba görülmektedir [1].

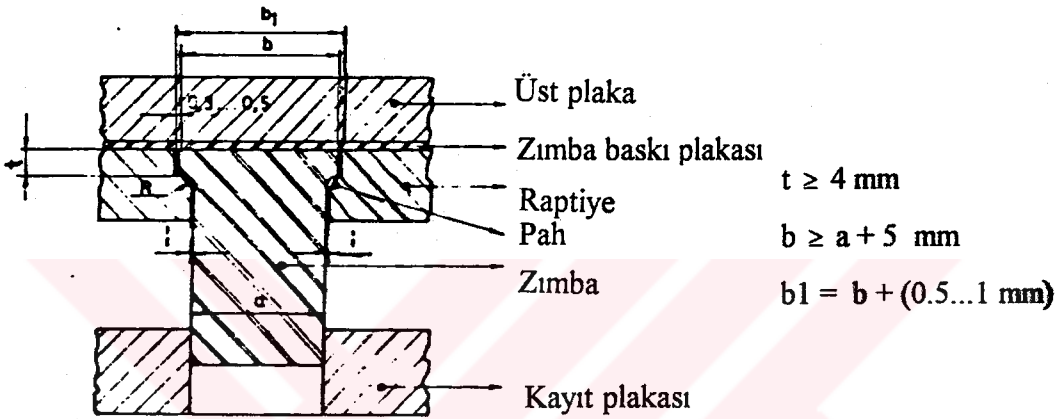
Bu tip zımbaların kullanıldığı kalıp yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir:

- 1- Pratik olarak işin durumuna göre zımba, zımba plakasına 0.1 ... 0.5 mm arasında boşluklu takılabilir.

2- Zımbanın arzu edilmeyen, düşey hareketlerine engel olmak için kademe yüksekliği kaygın geçme olarak alıştırmalıdır. Ayrıca zımba oturma yüzeyinin çok düzgün olması gerekir.

3- Zımbanın arkasına düzgün olarak işlenmiş ve alıştırmış olan baskı plakası konulması gerekir.

4- Zımba kademesinin bitimine (R) radyüsü konulması gerekir. Çalışacağı noktadaki pah unutulmamalıdır.



Şekil 2.28 Kayıt plakası ile yataklanan zımbalar

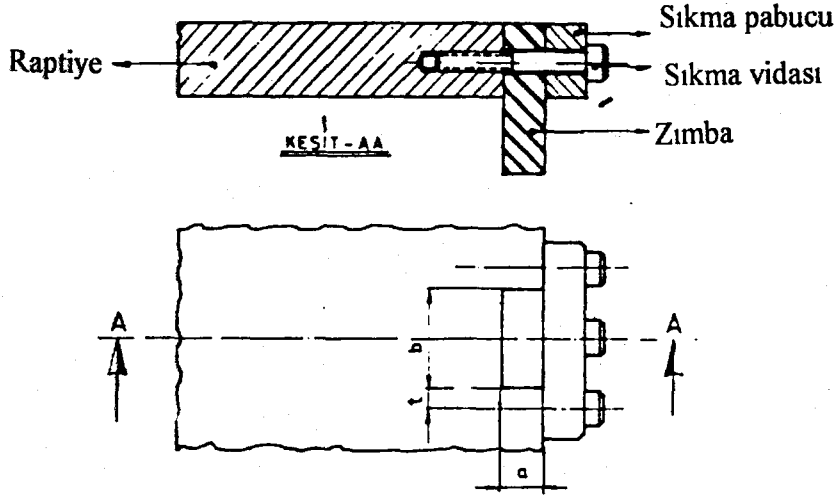
2.4.1.2.2.5 Sıkma pabuçlu zımbalar

Bu tip zımbalar birer düz zımbalardır. Yalnız bağlanmaları pabuç ve civatalarla olmaktadır. Bu tip bir montajın amacı, kalıp prese bağlı iken, kalıbı sökmeden, zımbayı kalıptan sökmektir. Şekil 2.29'da örnek gösterilmiştir [1].

Bu tip zımbaların kullanıldığı kalıp yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir:

1-Bu tip bağlamada, zımba plakasına, zımbanın girebilmesi için bir kanal açılmıştır. Zımba, sıkma pabucu ve sıkma civataları ile bu kanala tespit edilir.

2-Zımba , zımba plakasına çakma geçme olarak alıştırmalıdır [1].



Şekil 2.29 Sıkma pabuçlu zimba

2.4.1.2.2.6. Delik zımbaları

Delik zımbaları kural olarak zimba plakasına bağlanırlar. Gerek alıştırmaları, gerekse yapımlarının kolay olması bakımından bu tip zımbaların sapları mümkün olduğunca dairesel kesitli yapılırlar. Zimba , zimba plakasına boşluklu geçer. Bu durumda yataklama kayıt plakası ile olacaktır. Delik zımbaları kendi içinde sınıflara ayrılır [1].

2.4.1.2.2.6.1. Düz kademeli delik zımbaları

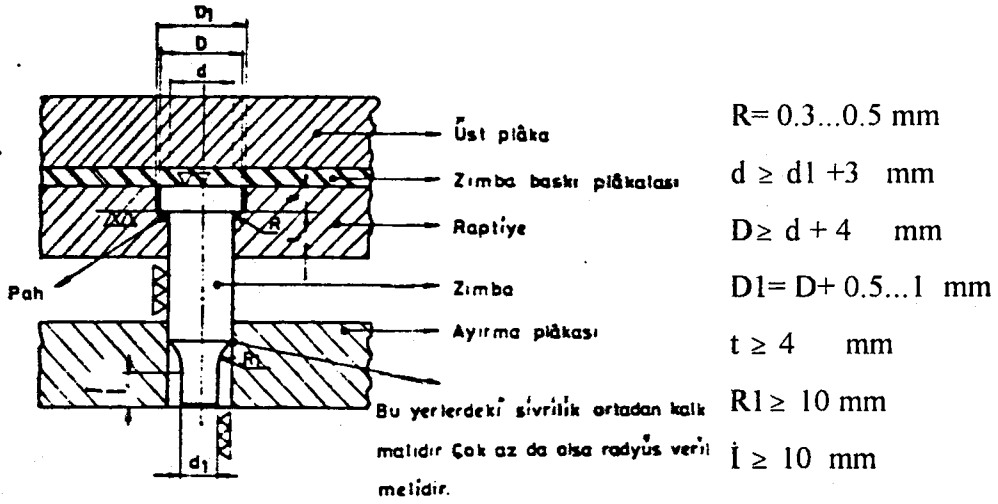
En çok kullanılan delik zımbası tipindendir. Ucu yani kesen kısmı dairesel olduğu gibi çeşitli profillerdede olabilir. Çeşitli profillerde olduğu zaman dönmeyi engellemek için zimba, zimba plakasına kamalanmalıdır. Şekil 2.30'da düz kademeli delik zımbası görülmektedir [1].

Bu tip zımbalar yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir:

1-Zımbaların sap çapı d , standart rayba çapına uygun olmalıdır.

2-Zımbaların kesen uç kısmı taşlanmalıdır. Tolerans kama geçme toleransı olmalıdır. Çok ince işlerde, kesen kısım için lepleme yoluna gidilebilir.

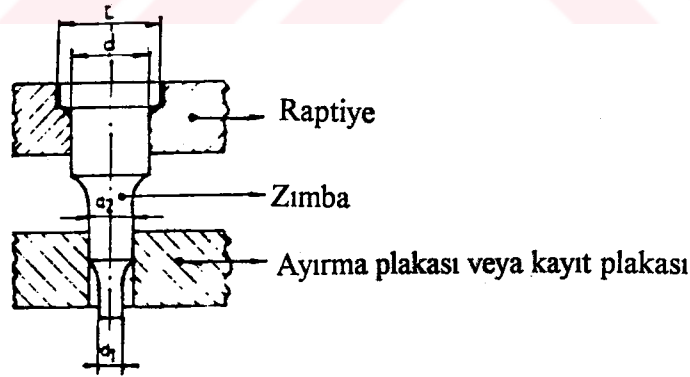
3-Zimba kademesini delik derinliğinden 0.15 mm büyük yapıp, zımbayı ,zimba plakası ile birlikte taşlamak uygun olur.



Şekil 2.30 Düz kademeli delik zımbası

2.4.1.2.2.6.2 Düz ve çok kademeli delik zımbaları

Bu tip delik zımbalarının, uç çapı küçük bunun yanı sıra zımbanın boyu büyük olduğu zaman uygulanır. Şekil 2.31’de örnek gösterilmiştir [1].



Şekil 2.31 Düz ve çok kademeli delik zımbası

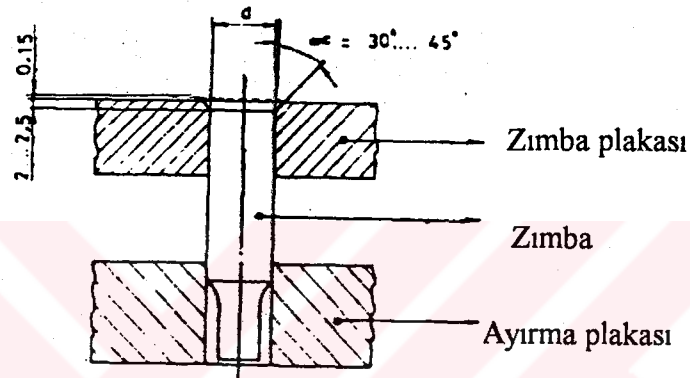
Üretim sırasında d_1 çapından, d çapına geçiş d_2 çapından sonra olmalıdır.(Şekil 2.31) Bunun sonucu olarak ısıtma işlemi iyi sonuç verir. Aynı zamanda zımba kuvvetli bir fiziki yapıya kavuşur. Bu tip zımbalar yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir:

1- d_1 çapı 3...12 mm arasında uygulanması uygun olur.

2-Zimba ucu çeşitli profillerde olabilir. Bu durumda zimba, zimba plakasına kamalanmalıdır.

2.4.1.2.2.6.3 Konik kademeli delik zımbaları

Bu zimbalar bir çok yönü ile düz kademeli delik zımbalarına benzerler. Konik kısım ya tezgahta veya çekiç ile elde yapılır. Hafif hizmet ve düşük üretim kapasitesinde kullanılır. Şekil 2.32’de örnek gösterilmiştir [1].



Şekil 2.32 Konik kademeli delik zımbası

Bu tip zımbaların kullanıldığı kalıp yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir:

1-Bu tip zımbaların, zimba plakasından boşluklu geçmesi uygun olmaz. Bundan dolayı plaka kayıtlı kalıplarda kullanılması uygun olmaz [4].

2-Konik kısım yuvasından 0.15 mm yüksek yapıp, montajdan sonra bu kısım zimba plakası ile taşlanması iyi olur.

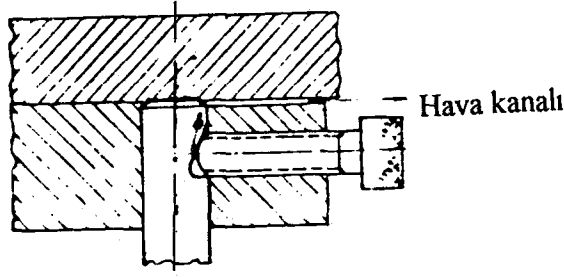
3-Koniklik açısı 30° olması daha uygundur.

4-Bu tip zımbalarda çeşitli profiller için kamalama yapılamaz.

5-Bu tip zimbalar sac kalınlığı 4 mm’den küçük olduğu zaman yapılabilir.

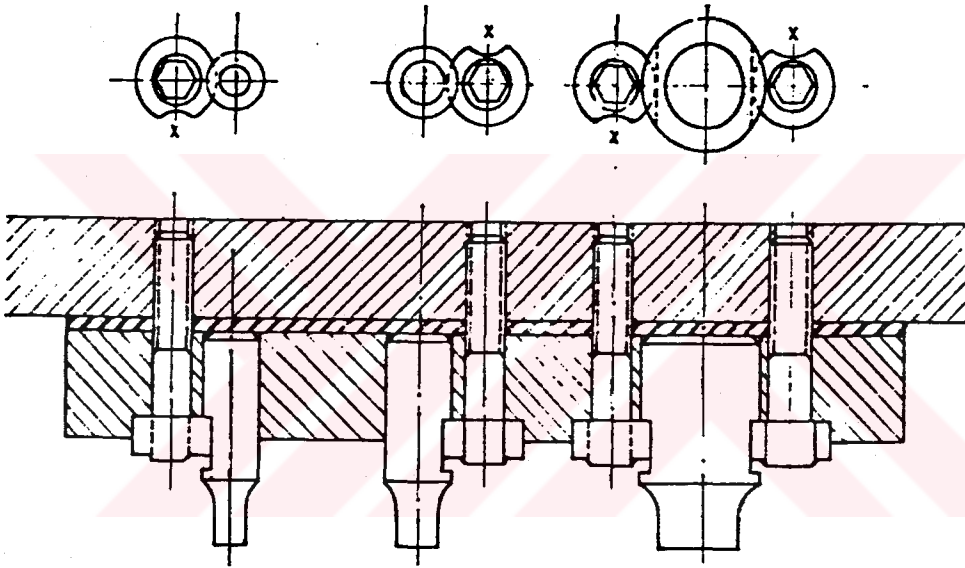
2.4.1.2.2.6.4 Çentikli delik zımbaları

Bu tip zimbalar kademesiz yapılır ve kamalı tespit bu zımbalarda kullanılamaz. Şekil 2.33’de örneklenmiştir [1].



Şekil 2.33 Çentikli delik zımbası

Şekil 2.34’de değişik tip çentikli delik zımbası görülmektedir.

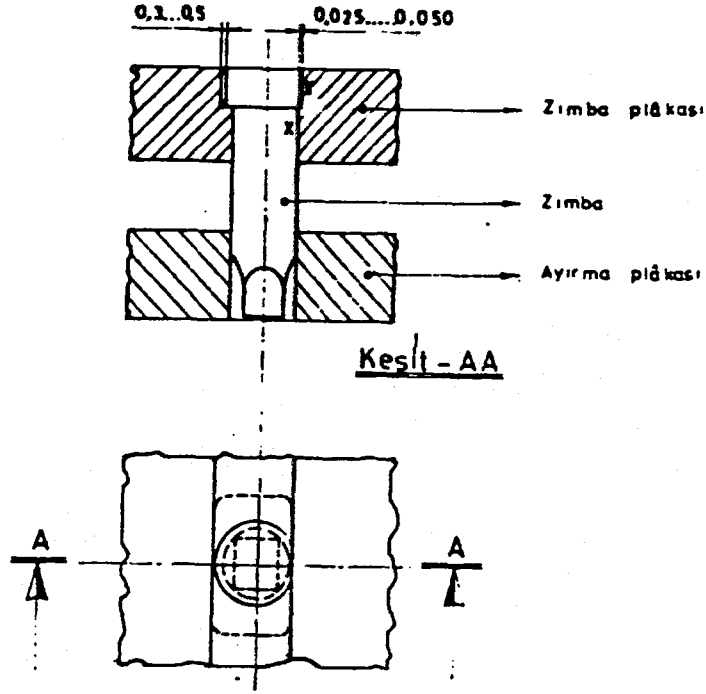


Şekil 2.34 Çentikli değişik tip delik zımbası

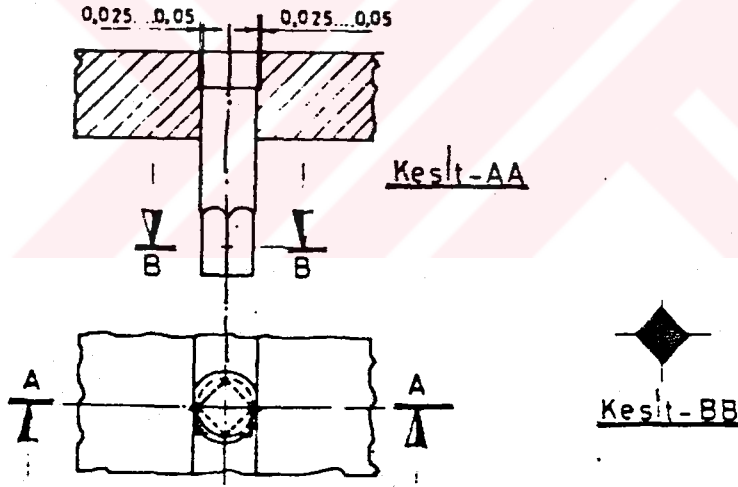
Şekil 2.34’de gösterilen çentikli delik zımbalarını tutan civataların silindirik kafa kısımlarına, şekilde X ile gösterildiği gibi, bir boşaltma yapılır. Bu zımbanın tamamen çıkarılmadan sökölmesini sağlar. Bu tip bir konstrüksiyonun iyi tarafı, zımba kınıldığı zaman veya bilenmek istendiği zaman yalnızca zımbaların sökölmesidir.

2.4.1.2.2.6.5 Burçlu delik zımbaları

Boyları uzun olan ince zımbalar burçlarla desteklenir. Burç ve zımba hassas veya kaygın geçme olarak alıştırılır. Burçların arkasında sertleştirilmiş zımba baskı plakası



Şekil 2.36 Boydan boya tek taraflı açılmış kama kanallı zimba

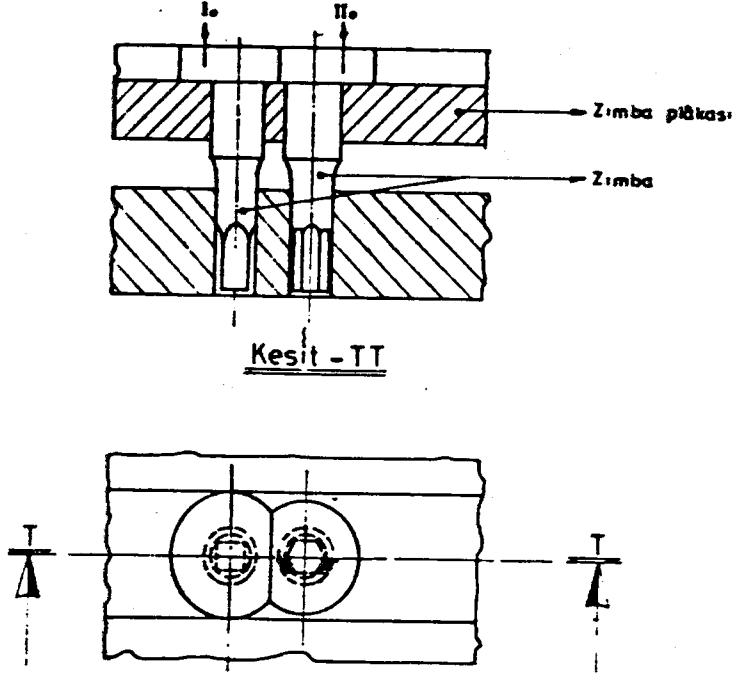


Şekil 2.37 İki taraftan boydan boya açılmış kama kanallı zimba

Ayrıca pimle ve kama ilede kamalama yapılabilir. Değişik şekiller, konstrüksiyon sırasında düşünülebilir.

2.4.1.4 Kesme zımbaları için malzemeler

Genel olarak zimba malzemeleri Tablo 2.10'da verilmiştir.



Şekil 2.38 Kanala ve birbirine kamalanan zımba

Tablo 2.10 Zımba malzemeleri

M.K.E	Malzeme Nr.	DIN	Kullanıldığı Yer
-	1.2080		Çeşitli Kesme ve Delme Kalıpları
Ç 1390	1.2842	90Mn V 8	Çeşitli Kesme, Basma ve Delme Kalıpları
-	1.2378	-	Kesme Takımları, Dinamo Sac Kalıpları
Ç 5190	1.2056	90 Cr 3	Darbeye Dayanım İsteyen Yerlerde
	1.2057	100 Cr 4	
Ç 72100	1.2419	105WCr 6	Yüksek Güçlü Kesme İşleri

2.4.1.5 Zımba boyunun bulunması

Zımbaların burkulmaya uğramamaları için boyu bulunur. Kalınlığı boyuna göre büyük zımbalarda buna gerek yoktur.

$$P_1 = (\pi^2 \times E \times I) / L^2 \quad (\text{Zımba Burç İçinde Değilse}) \quad (2.5)$$

$$P_1 = (2 \times \pi^2 \times E \times I) / L^2 \quad (\text{Zımba Burç İçinde İse}) \quad (2.6)$$

P_1 = Kesme kuvveti	(daN)
E = Elastikiyet modülü	(daN/mm ²)
I = Atalet momenti	(mm ⁴)
L = Zimba boyu	(mm)
$E = 21500 \text{ daN/mm}^2$ alınabilir [1].	

2.4.2. Dişi

Dişiler kalıplarda, zımbalarla eşleşerek çalışan parçalardır. Dişiler için durumuna göre tek parçalı veya çok parçalı olabilirler.

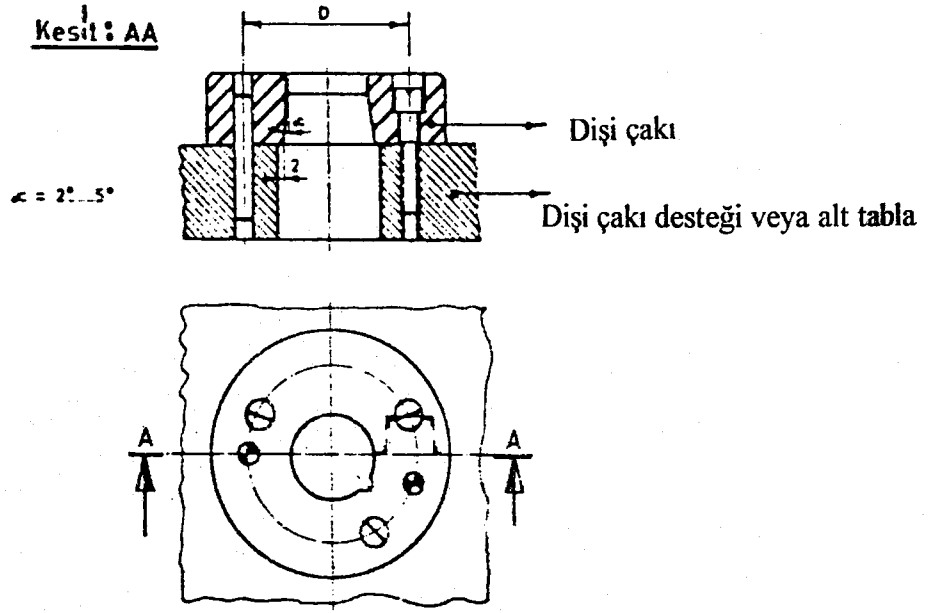
2.4.2.1. Tek parçalı dişiler

Bu tip dişiler silindirik oldukları gibi duruma göre diğer biçimlerde yapılabilirler. Yapılış şekline göre iki gruba ayrılırlar.

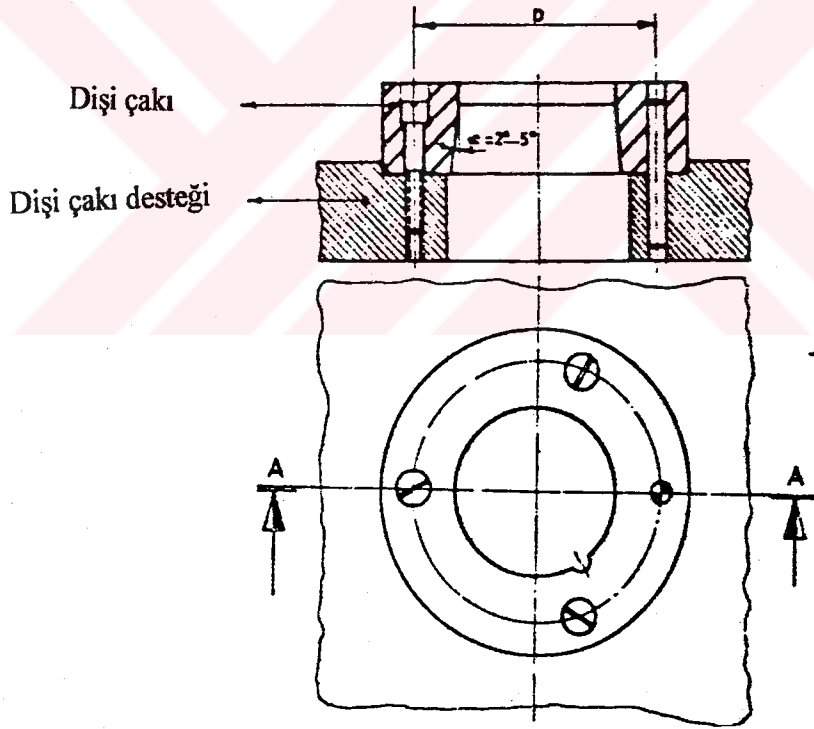
2.4.2.1.1. Kademesiz tek parçalı dişi

Dişiler tek parçalı ve kademesiz yapılmışlarsa, kalıbın diğer elemanlarına ya civata ve pimlerle veya preste geçirilmek suretiyle tespit edilirler. Daha sağlam olması açısından, yuvaya alınarak civata ile tespit etme yolunda gidilebilir. Şekil 2.39'da, tek parçalı civata ve pimlerle tespit edilmiş dişi görülmektedir [1].

Şekil 2.39'da gösterilen D çapı öyle seçilmelidir ki, kalıp parçalarının tespit elemanları konusunda saptanan, eksenden kenara olan mesafeler uygun olsun. Genel olarak iki adet pim yeterlidir. Büyük dişilerde 3, 4 bazende 5 pim kullanılabilir. Dişinin ters bağlantısını önlemek amacıyla, pimlerden birinin ekseni kaçık yapılabilir. Pim çapları farklı yapılarak da bu sorun ortadan kaldırılabilir. Fakat pek tavsiye edilmez. Çünkü bu durumda ayrı matkap ve rayba gereklidir. Vida sayısı enaz iki olmalıdır. Sağlam bir yapı için bu arttırılabilir. Şekil 2.40'da tek parçalı fakat yuvaya alınmış bir dişi görülmektedir.



Şekil 2.39 Tek parçalı civata ve pimlerle tespit edilmiş dişi

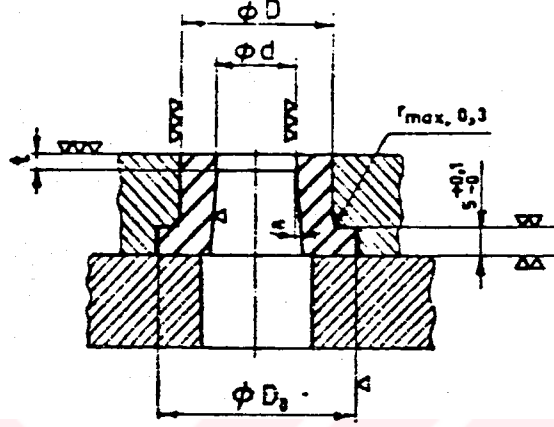


Şekil 2.40 Tek parçalı yuvaya alınmış dişi

Şakıl 40'ta dişinin alt desteğe alıştırılması kakma veya sıkı geçme şeklinde olmalıdır.

2.4.2.1.2 Kademeli, tek parçalı dişi

Dişiler kademeli ve tek parçalı yapılmışlarsa, kalıbın diğer parçalarına civata ve pimlerle bağlanmaz. Şekil 2.41'de örneklenmiştir [1].



Şekil 2.41 Tek parçalı kademeli dişi

Bu tip kesme burçları $d = 50$ mm'ye kadar olursa düşünülebilir. (Şekil 2.41)

Geçmeler şu şekilde olur:

$D < 30$ ise K6

$D \geq 30$ ise K5

Şekil 2.41'deki t yüksekliği için değerler Tablo 2.11'de verilmiştir.

Tablo 2.11. Kademeli dişilerde kademe yüksekliği

Sac Kalınlığı(mm)	t (mm)
≤ 0.5	3...4
0.5...3	4...6
3...5	6...8
5... 10	8...14

2.4.2.2 Çok parçalı dişiler

Dişi çakılar iki veya çok parçalı yapılmışsa buna çok parçalı dişi adı verilir. Dişinin çok parçalı yapıp yapılmayacağı uygulamanın analizi ile ortaya çıkar. Genel olarak parçalı konstrüksiyonun sebepleri şunlardır [4]:

1-Kırılmaya, bozulmaya ve aşınmaya müsait olan kısımlara, yalnız o kısımlara yerleştirilen parçaların değiştirilmesi ile problem çözülür. Bu şekilde malzeme, zaman ve işçilikten kazanılmış olunur.

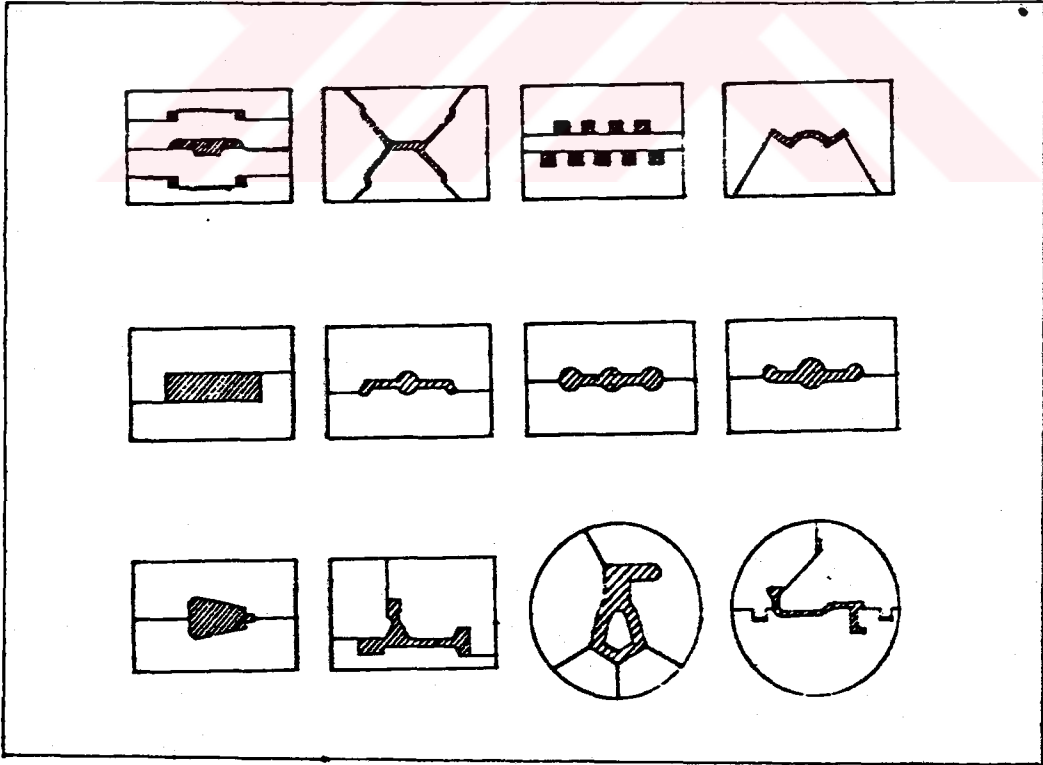
2-Dişi kalıbın boyutları büyükse parçalı konstrüksiyon yoluna gidilir.

3-Karmaşık biçimlerde işleme kolaylığı sağlamak bakımından, parçalı konstrüksiyon daha uygun olur.

4-Isıl işlemten dolayı oluşacak çarpılmalar azaltılabilir.

5-Taşlanması gerekli olan delikler, deliğin ölçü ve biçiminden dolayı taşlanamıyorsa parçalı konstrüksiyon yoluna gidilir.

Şekil 2.42'de çok parçalı konstrüksiyon örnekleri gösterilmiştir [1].

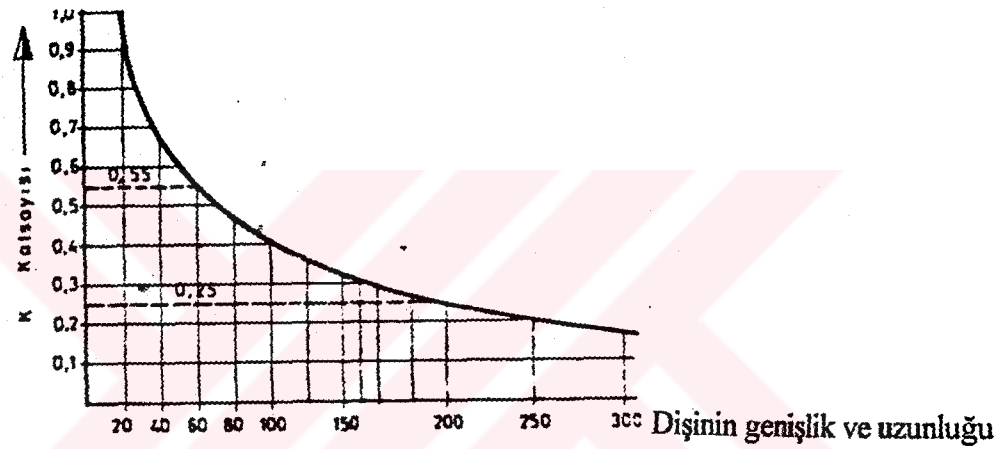


Şekil 2.42 Çok parçalı dişi konstrüksiyonu örnekleri

2.4.2.3 Dişinin genişlik ve uzunluğunun bulunması

Dişinin genişlik ve uzunlukları yapılacak parçaya, deliğin durumuna, sertleştirme tekniğine uygun olarak seçilir. Fakat genel olarak tecrübe değerleri bulunmaktadır. Bu değerler ise şöyle tanımlanabilir:

Eğer dişiye açılacak delik 20 mm'den küçükse, 10mm'den az olmamak kaydıyla en az kenarlardan delik çapı kadar mesafe bırakmak gerekir. Eğer delinecek delik 20mm'den büyükse delik çapı ile bir katsayı çarpılarak, kenarlardan bırakılacak mesafe belirlenir. Bu katsayı Şekil 2.43'de gösterilmiştir [4].



Şekil 2.43 Dişinin uzunluk ve genişliğinin bulunması için diyagram

2.4.2.4 Dişinin kalınlığının bulunması

Dişinin kalınlığı, kesme kuvvetlerinin büyüklüğüne ve dağılımına, dişinin bağlanma şekline (tek taraflı veya iki taraflı olabilir), üretim kapasitesine bağlı olarak değişir. Dişinin işlenmemiş kalınlığının, işlenmiş kalınlığından 3 veya 4 mm büyük olması gerekir. Sertleşmesi istenen plakalardan 3 veya 4 mm talaş almak gerekir. Aksi takdirde ısıtılma işlemde sorun olabilir. Dişinin kalınlığını eğme kuvvetlerinden etkilenmeyecek şekilde şu formülle bulmak gerekir [1]:

$$M_{bmax} = \sigma_e \times W_1 \quad (2.7)$$

M_{bmax} = Max. eğilme momenti

(daNmm)

σ_e = Eğilme dayanımı (daN/mm²)
W = Mukavemet momenti (mm³)

2.4.2.5. Dişi malzemeleri

Tablo 2.12’de genel olarak kullanılan dişi malzemeleri verilmiştir [1].

Tablo 2.12. Dişi malzemeleri

M.K.E	Malzeme Nr	DIN	Kullanıldığı Yer
-	1.2080		Çeşitli Kesme ve Delme Kalıpları
Ç 1390	1.2842	90Mn V 8	Çeşitli Kesme, Basma ve Delme Kalıpları
-	1.2378	-	Kesme Takımları, Dinamo Sac Kalıpları
Ç 5190	1.2056	90 Cr 3	Darbeye Dayanım İsteyen Yerlerde
	1.2057	100 Cr 4	
Ç 72100	1.2419	105WCr 6	Yüksek Güçlü Kesme İşleri

2.4.3 Ayırma plakaları

Ayırma plakaları, sütun kayıtlı, serbest ve tam kesim kalıplarında kullanılır. Parça kesilip, pres devresi tamamlanıp üst kısım geri giderken, kesilen delikte bir miktar büzülme olacağından, parça zimbaya takılır. Parçanın zimbadan ayrılması, ayırma plakaları vasıtasıyla sağlanır. Ayırma plakası ile ilgili dikkat edilmesi gerekli noktalar şöyle sıralanabilir [1], [4]:

1-Zimba ile ayırma plakaları arasındaki boşluk parça kalınlığından büyük olmamalıdır. 0.1 ... 0.6 mm olabilir. Böylece zimba dokunmaz ve ayırma plakası yapımı kolaylaşır. Dairesel deliklerde diğerlerine göre daha az boşluk bırakılır. Sert malzemeler için daha fazla boşluk verilir.

2-Sürtünme ve yapışma nitelikleri yüksek olan parçaları ayırmak zor olduğundan, ayırma plakasını daha kalın tutmak gerekir.

3-Zımbaların kesici ağızları iyi bilenmiş ve yan yüzeyleride düzgün işlenmişse, daha az bir ayırma kuvveti ile parçadan ayrılır.

4-Zımbalar birbirine yakın ise, bu zımbaları ayırmak için daha büyük ayırma kuvveti gerekir. Dolayısıyla ayırma plakası biraz daha kalın yapılır.

5-Malzeme kalitesi, kalınlığı ve üzerindeki delikleri aynı olan iki parçada kesme kuvvetleri aynı olmasına rağmen, yüzeyi büyük olan için ayırma kuvveti büyük olacaktır.

6-Ayırma plakasının parçayı zedelememesi bakımından düzgün bir şekilde işlenmesi gerekir. Çok hassas parçalarda, ayırma plakasının yüzeyi keçe, deri v.b kaplanmalıdır.

7-Ayırma plakasının uzunluk ve genişlikleri kalıp gövdesi ile aynı olur.Böylece yapım ve montaj kolaylaşır.

8-Ayırma plakasının, kalıp kesme yaptığı anda zımba plakasına olan mesafesi 16 mm civarında olmalıdır.

Ayırma plakaları, sabit ve hareketli olmak üzere iki gruba ayrılır. Sabit ayırma plakalarının yapımı kolay, basit ve ekonomiktir. Fakat bazı zorluklar hareketli ayırma plakası yapmaya sevk edebilir. Örneğin ayırma plakasının aynı zamanda parçayı tutması istendiğinde.

2.4.3.1. Sabit ayırma plakaları

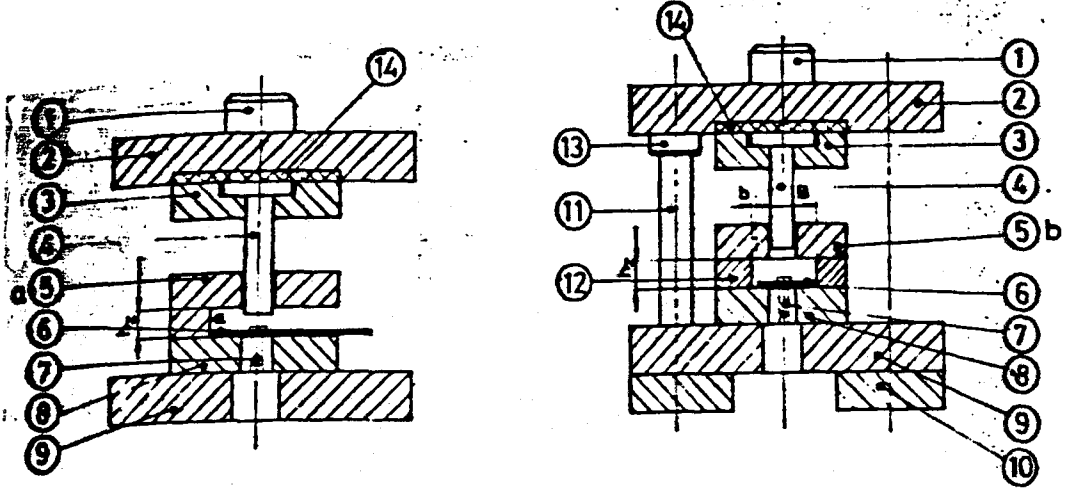
Üç gruba ayırarak incelemek mümkündür.

2.4.3.1.1. Tek ve iki taraftan desteklenmiş sabit ayırma plakaları

Bunlar sütun kayıtlı kalıplarda kullanıldığı gibi, serbest ve tam kesme kalıplarında kullanılabilir. Şekil 2.44'de örneklenmiştir [1].

Ayırma plakasının tek taraftan açık olması, pres operatörünün görüşünü kolaylaştırır. Sabit ayırma plakalarına, ara parçalarına(siper) alt tablaya aynı pim

delikleri delinir. Sabit ayırma plakaları yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir [1]:



1- Bağlama Sapı

2- Üst Tabla

3- Zimba Plakası

4- Zimba

5a-Tek Taraftan Desteklenmiş Ayırma Plakası

5b-İki Taraftan Desteklenmiş Ayırma Plakası

6-İş Parçası

7-Dayama Pimi

8-Kalıp Gövdesi

9- Alt Tabla

12-Ara Parçalar

13-Burç

14-Zimba Baskı Plakası

10-Takozlar

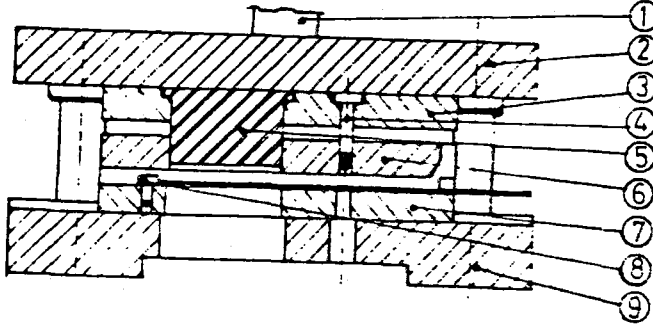
11-Merkezleme Mili

Şekil 2.44. Tek ve iki taraftan desteklenmiş kayıt plakaları

1-Eğer iki taraftan desteklenmiş sabit ayırma plakası, daha önceden kesilmiş olan bir parçaya delik açmak için yapılan bir kalıpta kullanılacaksa, parçanın elle alınıp konulması gerekir. Bu durumda ayırma plakasının bir miktar parçanın konulacağı taraftan bir oyulması gerekir.

2-Bu tip ayırma plakalarında, kanal arka yan kenarına aşınmaya dayanıklı sertleştirilmiş plakalar takılabilir.

3-Özellikle iki taraftan desteklenmiş sabit ayırma plakaları, adımlı kalıplarda kullanılacaksa, yan çakı kullanılmadan adım temin etmek için yandan parmak dayamalar ve önden dayamalar yapılabilir. Bu durum Şekil 2.45’de gösterilmiştir. Çok hassas parçalarda ise pilot pimlerle merkezleme yoluna gidilebilir.



1- Bağlama Sapı

2- Üst Plaka

3- Zimba Plakası

4- Delme Zımbası

5- Kesme Zımbası

6- Ayırma Plakası

7- Dişi

8- Ön Dayama

9- Alt Plaka

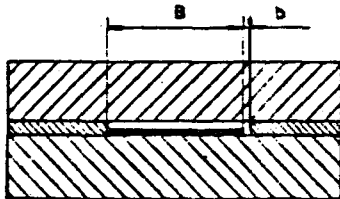
10- Yan Parmak Dayama

Şekil 2.45. Önden dayamalı ve yandan parmak dayamalı kalıp

4-Uzun bantlar için siperler, parçanın ve bantın durumuna göre dışarı çıkabilir.

5-Bantın ucunun, siperlerin dayama kenarlarına devamlı vurması sonucu siper, vurma noktasından aşınacağından, sertleştirilmiş bir malzemenin kullanılması tavsiye edilir.

6-Bant yolu genişliği, malzemenin düzgün olmayışı, gerek malzeme delindiğinde veya kesildiğinde dış yolda meydana gelen şişkinlikten dolayı, belirli toleranslar içinde tayin edilir. Şekil 2.46'da bu durum açıklanmaya çalışılmıştır.



B = Bant Genişliği (Max. Toleransta)

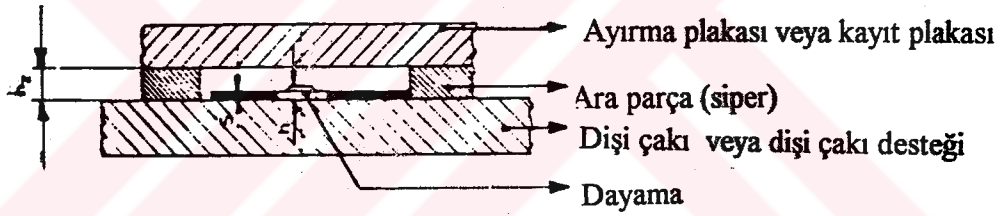
b = İlerleme Toleransı (0.1 ... 0.8 mm)

Şekil 2.46 Bant yolunun belirlenmesi

7-Bant kanalı yüksekliği (siper yüksekliği) Tablo 2.13’de gösterilmiştir. Ayrıca tabloya dayama pim yükseklikleride eklenmiştir. Konu ile ilgili şekil, Şekil 2.47’de verilmiştir.

Tablo 2.13. Siper ve dayama yükseklikleri

Sac Kalınlığı (mm)	DayamaYüksekliği (mm)	Siper Yüksekliği (mm)
0.3 ... 2	3	4 - 6
2 ... 3	4	6 - 8
3 ... 4	5	6 - 8
4 ... 6	5.5	8 - 10
6 ... 10	9	10 - 15



Şekil 2.47 Siper ve dayama yüksekliklerinin tanıtılması

2.4.3.2 Hareketli tip ayırma plakaları

Genel olarak hareketli tip ayırma plakaları şu durumlarda kullanılır [2], [4].

1-Ayrırma plakasının hem parçayı ayırması hemde operasyon esnasında parçayı tutmasını istediğimizde

2-Ters çalışan kalıplarda (Bu kalıplarda, zimba sabit, ayırma plakaları hareketli olur.)

3-Operatörün, operasyonu görmesi istendiğinde

4-Pres devresi sırasında, zimbaların devamlı olarak ayırma plakası içersinde

kalması istendiğinde

5-Üretilen parça hassas ve ince olduğu zaman

Bu tip ayırma plakası yapılırken şunlara dikkat etmek gerekir:

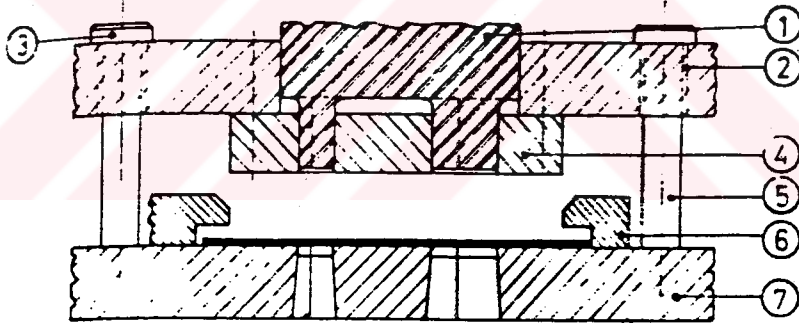
1-Hareketli ayırma plakaları, yay, lastik, hava veya hidrolikle harekete geçerler.

2-Ayrırma plakaları parça üzerine bastığı zaman, zımba ucu en az 0.15 mm ayırma plakası içinde olmalıdır.

3-Normal olarak yay ve lastikler kullanılır. Yüksek basınçlarda ayırma plakasının hareketini kontrol etmek istediğimizde, hava veya hidrolik sistemle çalışan ayırma plakaları kullanılır.

4-Yay olarak genellikle yuvarlak, oval veya dikdörtgen kesitli yaylar kullanılır. Daha büyük kuvvetlere gerek olursa, yaprak yay kullanma yoluna gidilir.

5-Eğer hareketli tip ayırma plakası, kesici kenar profilleri gelişigüzel olan zımbanın bulunduğu bir kalıpta kullanılacaksa, esas ayırma plakasına ilave plaka tespit edilerek, zımba sadece bu plakadan aynı profilden geçirilir. Şekil 2.48’de örneklenmiştir [1].



1-Zımba

4-İlave Plaka

7-Dişi

2-Esas Hareketli Tip Ayırma Plakası

5-Merkezleme Mili

3-Burç

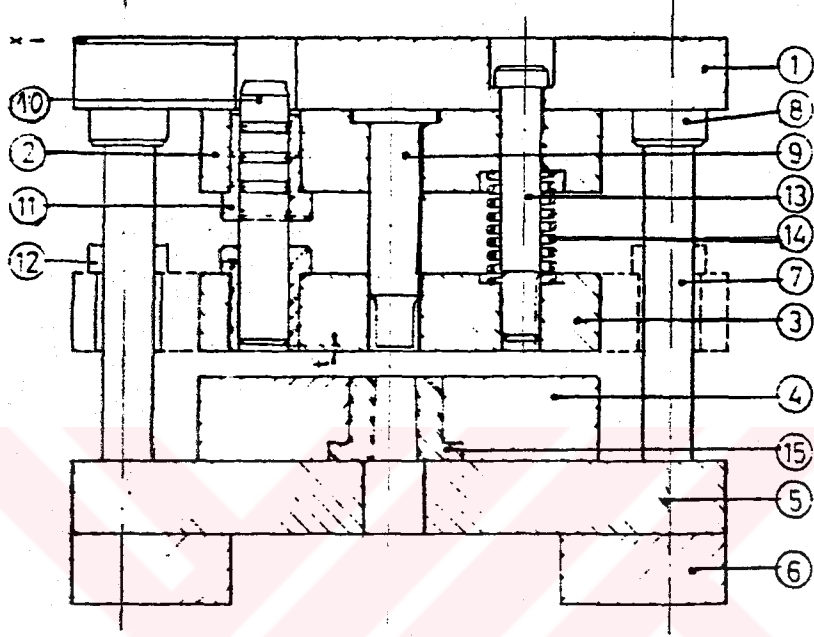
6-Siper

Şekil 2.48 Değişik profildeki zımbaya monte edilen hareketli tip ayırma plakası

2.4.3.2.1 Hareketli tip ayırma plakalarının kayıtlanması

Eğer ayırma plakaları kayıtlanmaz ve yalnız ayırma civatalarının durumuna bırakılırsa, yanıl ter değiştirmelerden dolayı zımbalar, ayırma plakalarına temas

edecek, belkide çıkışacaktır. Ayırma plakalarının kayıtlanması hassas parçalar için gerekir. Kapasitesi düşük ve hassas olmayan parçalar için uygulanmayabilir. İyi bir denge sağlamak için, yuvarlak ayırma plakaları en az üç noktadan, dörtgen ayırma plakaları enaz iki noktadan kayıtlanması gerekir. Hareketli ayırma plakalarının kayıtlanması ile ilgili bir örnek Şekil 2.49'da gösterilmiştir [1].



- | | | |
|-------------------|--------------------|------------------------------|
| 1- Üst Plaka | 6- Alt Takozlar | 11- Ayırma Plk. Kademe Burcu |
| 2- Zimba Plakası | 7- Merkezleme Mili | 12- Ayırma Plk. Burcu |
| 3- Ayırma Plakası | 8- Burç | 13- Ayırma Civatası |
| 4- Dişi Desteği | 9- Delme Zımbası | 14- Basma Yayı |
| 5- Alt Plaka | 10-Ayırma Plakası | 15- Kesme Burcu |
- Merkezleme Mili

Şekil 2.49 Hareketli ayırma plakasının kayıtlanması

Hareketli ayırma plakaları kayıtlanırken şu hususlar dikkate alınmalıdır. Şekil 2.49 dikkate alınarak [1]:

1-11 numaralı burç, zimba plakasına presde veya sıkı geçme olarak takılır. Aynı şekilde 12 numaralı burçda 3 numaralı ayırma plakasına preste veya sıkı geçme olarak alıştırlır.

2-10 numaralı ayırma plakası merkezleme mili, 12 numaralı burca preste veya sıkı geçme, 11 numaralı burca kaygın geçme veya kakma geçme olarak alıştırılır.

3-3 numaralı ayırma plakasını, daha büyük ebatlarda yapıp, kesik çizgilerle gösterilen 7 numaralı merkezleme mili ilede kayıtlamak olasıdır.

4-X ile gösterilen hava kanalı unutulmamalıdır.

5-Ayırma plakasını kayıtlamak için farklı sistemler de kullanılabilir.

2.4.3.3. Ayırma plakasının ve tespit elamanlarının boyutlarının tayini

Ayırma plakalarının, uzunluk ve genişlikler, işin durumuna bağlı olarak belirlenir. Fakat genel olarak uzunluk ve genişlikler dişi ile aynı alınır. Kalınlar ise ayırma kuvvetine göre tespit edilir. Eğer ayırma plakası doğrudan merkezleme millerine kayıtlanırsa bu durumda uzunluk üst tabla uzunluğu ile aynı olur. Kalınlık az olursa, sıyrma esnasında ayırma plakası deforme olacağından kötü sonuçlar doğabilir. Ayırma kuvveti çok sayıda faktöre bağlıdır. Bunlar:

- 1- Kesilen parça büyüklüğüne
- 2- Sacın cinsine
- 3- Sacın kalınlığına
- 4- Zımbanın şekline
- 5- Zımbanın birbirine uzak veya yakın oluşuna
- 6- Zimba ile iş parçası arasındaki sürtünme kuvvetine
- 7- Kesme boşluğuna

Ayırma kuvveti şu formülle bulunabilir:

$$P_s = U \times S \times q \quad (2.8)$$

P_s = Ayırma kuvveti (daN)

U = Kesilen parça çevresi (mm)

q = Sıyrma mukavemeti (daN/mm²)

S = Sac kalınlığı (mm)

q metaller için 3 ... 6 arası alınabilir [1]. Ayırma kuvveti için kesme kuvvetinin belli bir yüzdesi alınabilir. Bu yüzdelere Tablo2.14'de tanımlanmıştır [1].

Tablo 2.14. Ayırma kuvvet değerleri

Sac Kalınlığı	Kesmede Kesme Kuvvetinin %	Delmede Kesme Kuvvetinin %
2 mm Kadar	10 ... 15	11 ... 18
2 ... 3.5 mm	11 ... 20	20 ... 25
3.5 mm Üstü	16 ... 20	25 ... 33

Ayırma plakası kalınlığı ise,

$$t = \sqrt[3]{P_s} \quad (2.9)$$

t = Ayırma plakası kalınlığı (mm)

P_s = Ayırma kuvveti (daN)

2.4.3.4. Ayırma plakası malzemeleri

Ayırma plakası ve siper malzemeleri Tablo 2.15'de gösterilmiştir.

Tablo 2.15. Ayırma plakası ve siperler için malzemeler

M.K.E	MalzemeNr.	DIN	Kullanıldığı Yer
Ç 1020	1.0402	C 22	Düşük kapasiteli basit kalıplarda
Ç 1030	-	-	Orta kalite ve kapasitedeki kalıplarda
Ç 1035	1.0501		Yüksek kapasite ve büyük kuvvet için
Ç 1040	1.1186	Ck 40	Yüksek kapasite, hasasiyet ve büyük kuvvet için
-	-	St 52-3	Genel olarak bütün işler için

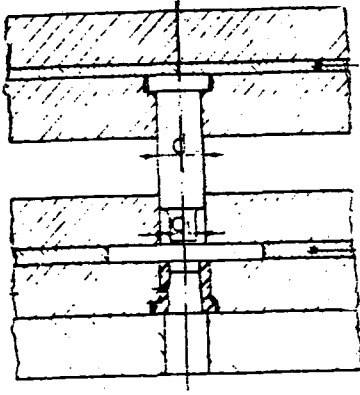
Genel olarak ayırma plakaları 14, 16, 18, 22, 28, 38, 42 mm yapılırlar.

2.4.4. Kayıt plakaları

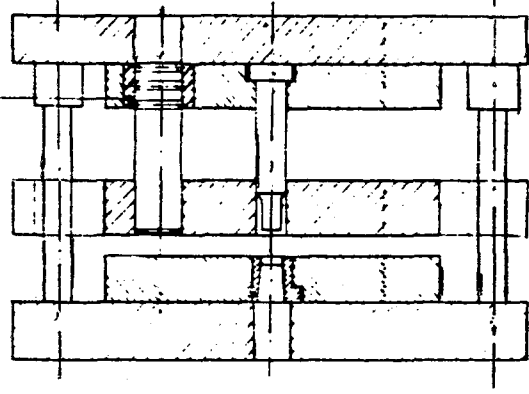
Kayıt plakaları daha ziyade kalıbın alt grup elemanlarındandır. Görevleri zumbalara yataklık yapmaktır. Bu nedenle zumbalar ile kayıt plakası özenle alıştırmalıdır. Kayıt plakaları sabit veya hareketli yapılabilir. Şekil 2.50'de her iki gruba ait örnekler gösterilmiştir [1].

Kayıt plakalı kalıp yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir:

1-Sabit kayıt plakalarının altında kullanılan siperler yerine, kayıt plakasına kanal açılabilir.



a) Sabit tip



b) Hareketli tip

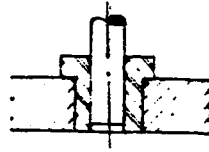
Şekil 2.50 Sabit ve hareketli tip kayıt plakalı kalıplar

2-Kayıt plakaları hareketli tip yapılırsa, merkezleme milleri ile kayıtlanması gerekir. Sistem olarak ya ayrı merkezleme milleri kullanılır yada ana merkezleme milleri ile merkezleme yoluna gidilir.

3-Kayıt plakasında, delikle zımbanın alıştırılmaları normal olarak kaygın, hassas veya kakma geçme olacak şekilde olmalıdır.

4-Bazı durumlarda kayıt plakası, sıradan bir malzemedan yapıp, zımbanın geçeceği yerlere, sertleştirilmiş yüksükler konur.

5-Şayet kayıt plakasının kalınlığı küçük ise, zımba kademesiz olarak yüksükten geçirilir ve bu şekilde yataklama boyu arttırılmış olur. Şekil 2.51'de gösterilmiştir.



Şekil 2.51 Zımbanın yataklama boyunun arttırılması

6-Kayıt plakasının, zımba kesme yaptığı anda üst gruba olan mesafesi 18 mm olmalıdır.

7-Eğer kesici ağzı gelişigüzel olan bir zımba kullanılıyorsa, kayıt plakasının alt yüzeyine bir ilave plaka tespit edilerek imalat kolaylaştırılır.

2.4.4.1 Kayıt plakalarının boyutları ve malzemeleri

Kayıt plakasının uzunluk ve genişliği, dişi ile genel olarak aynı olur. Kalınlık ise ayırma plakalarına uygulanan yöntem ile bulunur. Genel olarak 18, 22, 28, 33, 38, 42, ve 48 mm yapılır.

Kayıt plakalarında kullanılan malzeme C 15 kalitesinde semantasyon çeliğidir. Tablo 2.16'da verilen malzemelerde genel olarak kullanılır [1].

Tablo 2.16. Kayıt plakası malzemeleri

M.K.E	MalzemeNr.	DIN	Kullanıldığı Yer
Ç 1060	1.0601	C 60	Yüksek hassasiyet ve üretim kapasiteli kalıplarda
-	-	St 52-3	Genel olarak bütün işler için

2.4.5 Zimba plakaları

Müstakil bağlanmayan zımbaları tutma görevini yapan zimba plakaları, kalıbın üst grup elemanlarındanır. Zımbaları belli bir konumda tespit etmeye yararlar. Delik zımbaları kural olarak zimba plakasına tespit edilirler. Zımbalar, zimba plakasına takılırken dik olmalarına çok dikkat edilmelidir. Zimba plakaları ile ilgili şu noktalara dikkat etmek gerekir:

- 1-Zımbalar, zimba plakasındaki deliğe preste alıştırılır.
- 2-Zımbaların fatura kısımlarına verilen radyüsü kurtaracak oranda zimba deliğine pah kırılmalıdır.
- 3-Boyu uzun olan zimba plakalarının kalınlığı fazla olur.
- 4-Yapılan iş zor ve dengesiz ise kalın zimba plakası kullanılır.
- 5-Kademeli zımbalarda, kdemesizlere göre, kademe yüksekliği kadar kalın zimba kullanılır.
- 6-Zimba plakasının üzerinde ne kadar çok ve karışık zimba bulunursa, kalınlığı o

oranda arttırmak gerekir.

7-Eğer zimba, kalıbın diğer parçaları ile desteklenirse, daha ince zimba plakası kullanmak gerekir.

8-Zimba plakası kalınlığı, zimba boyunun 1/3'ü kadar olmalıdır. Genel olarak 14, 18, 22, 28, 38, 42 mm'ye kadar kalınlıklar kullanılır.

2.4.5.1 Zimba plakası malzemeleri

Tablo 2.17'de zimba plakası malzemeleri tanımlanmıştır.

Tablo 2.17 Zimba plakası malzemeleri

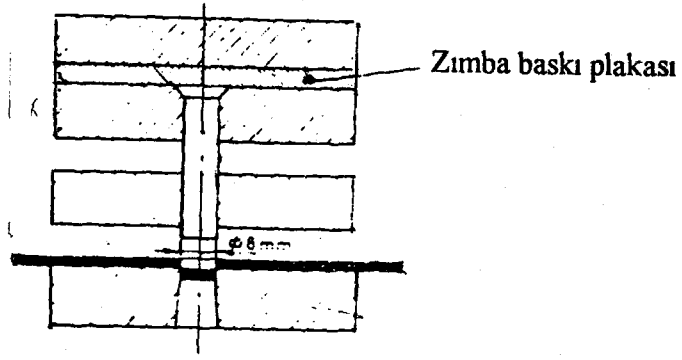
M.K.E	Malzeme Nr.	DIN	Kullanıldığı Yer
Ç 1020	1.0402	C 22	Düşük kapasiteli basit kalıplarda
Ç 1035	1.0501	C35	Üzerinde kama kanalı açılacak kalıplarda
-	-	St 52-3	Genel olarak bütün işler için
Ç 1060	1.0601	C 60	Yüksek hassasiyet ve üretimde

2.4.6 Zimba baskı plakaları

4 - 8 mm kalınlığında sertleştirilmiş ve menevişlenmiş çelik sacdır. Pres devresi esnasında zimba arka ucunun, üst plakaya batmasına engel olmak amacı ile kullanılır. Sertlik 45 - 54 HRC arasındadır. Şekil 2.52'de kullanım ile ilgili bir örnek görülmektedir. Zimba baskı plakası malzemeleri Tablo 2.18'de gösterilmiştir [1].

Tablo 2.18 Zimba baskı plakası malzemeleri

M.K.E	MalzemeNr.	DIN	Kullanıldığı Yer
Ç 1034	1.1131	CK 35	Normal üretim kapasiteli kalıplarda
Ç 1060	1.0601	C 60	Yüksek üretimde ve büyük baskı kuvvetlerinde



Şekil 2.52 Zimba baskı plakasının kullanılması

2.4.7 Alt tablalar

Kalıbın alt grup elemanlarından olan alt tablalar, alt grubu üzerinde taşır. Kalıp kesme ve delme işlemini tamamladıktan sonra, parça veya artık parça dişi ve alt tabla deliğinden düşer. Alt tablaya bu sebeple delik açılır. Açılan delik mümkünse konik olmalıdır. Alt tabla dizaynında şu noktalara dikkat etmek gerekir [4]:

- 1-Alt tablaya açılan delikler, alt tablayı gereğinden fazla zayıflatmamalıdır.
 - 2-Alt tablalara mümkün olduğu kadar basit delikler açılmalıdır. Özellikle kalın alt tablalara düz delikler açılmalıdır.
 - 3-Açılan deliklerden parçalar rahat düşmelidir.
 - 4-Dairesel olmayan iş parçaları için mümkün olduğunca alt tabla delikleri dairesel olmalıdır. Büyük boyutlu iş parçasında ise bundan kaçınılmalıdır.
 - 5-Alt tablaya açılan deliklerdeki koniklik $0.5^{\circ} \dots 2^{\circ}$ arasında olmalıdır.
 - 6-Küçük delikler için şekli ne olursa olsun yuvarlak boşaltma yapmak gerekir.
 - 7-Alt tabla kalınlıkları genel olarak 18, 23, 28, 38, 42, 48 mm olarak yapılır.
- Alt tabla yapımında kullanılan malzemeler Tablo 2.19'da tanımlanmıştır.

Tablo 2.19 Alt tabla malzemeleri

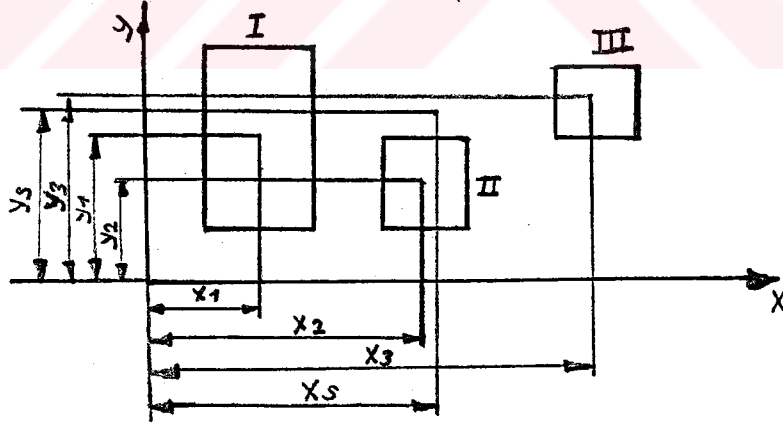
M.K.E	MalzemeNr.	DİN	Kullanıldığı Yer
Ç 1010	1.0401	C 15	Basit ve az üretim kapasiteli kalıplarda
Ç 1020	1.0402	C 22	Genel olarak bütün işler için

2.4.8 Üst tablalar

Üst tablalar, üst grubu üzerinde tutan üst grup elemanlarıdır. Üzerinde taşındığı kalıbın üst elemanlarının presin üst tablasına bağlanmasını sağlar. Bağlama sapının üst tablaya bağlanabilmesi için ve dolayısıyla büyük kuvvetlerde sıyrılmaması için, üst tabla kalınlığı en az 18 mm olmalıdır. Genel olarak üst tabla 18, 22, 28, 38, 42, 48 mm kalınlıkta yapılır. Üst tabla malzemesi ile alt tabla malzemesi genel olarak aynıdır.

2.4.8.1 Sap yerinin bulunması

Üst plakaya bağlanan sapın, bağlanacağı nokta kesim kenarlarının ağırlık merkezinde olmalıdır. Çünkü üst tabla kaldıraç koluna benzer. Eğer dikkat edilmezse, üst tabla pres devresi esnasında çarpılabilir. Ayrıca yan itme kuvvetleri oluşacağından, zımba kesici ağızları ile dişi kesici ağızları üst üste biner ve dolayısıyla kalıp körlenip kırılabilir. Sapın yeri bulunurken kesilen kenarların uzunlukları dikkate alınır. Üst tablanın bir köşesi baz alınıp, bu köşeye göre işlemler yapılır. Şimdi bir kalıbın üç parçayı kestiği düşünülerek (Şekil 2.53) sap yerini bulalım.



Şekil 2.53 Sap yerinin bulunması örneği

$$X_s = (U_1 \times X_1 + U_2 \times X_2 + U_3 \times X_3) / (U_1 + U_2 + U_3) \quad (2.10)$$

$$Y_s = (U_1 \times Y_1 + U_2 \times Y_2 + U_3 \times Y_3) / (U_1 + U_2 + U_3) \quad (2.11)$$

X_s = Sap yerinin X eksen mesafesi

Y_s = Sap yerinin Y eksen mesafesi

U_1 = 1. parçanın çevresi

U_2 = 2. parçanın çevresi

U_3 = 3. parçanın çevresi

2.4.9. Bağlama sapları

Bağlama sapları, kalıbın üst grubunu presin üst tablasına bağlanmasını sağlarlar. Sapların, üst tablaya bağlantısı vida ile olur. Dönme olasılığını ortadan kaldırmak için pimle emniyete alma yoluna gidilir.

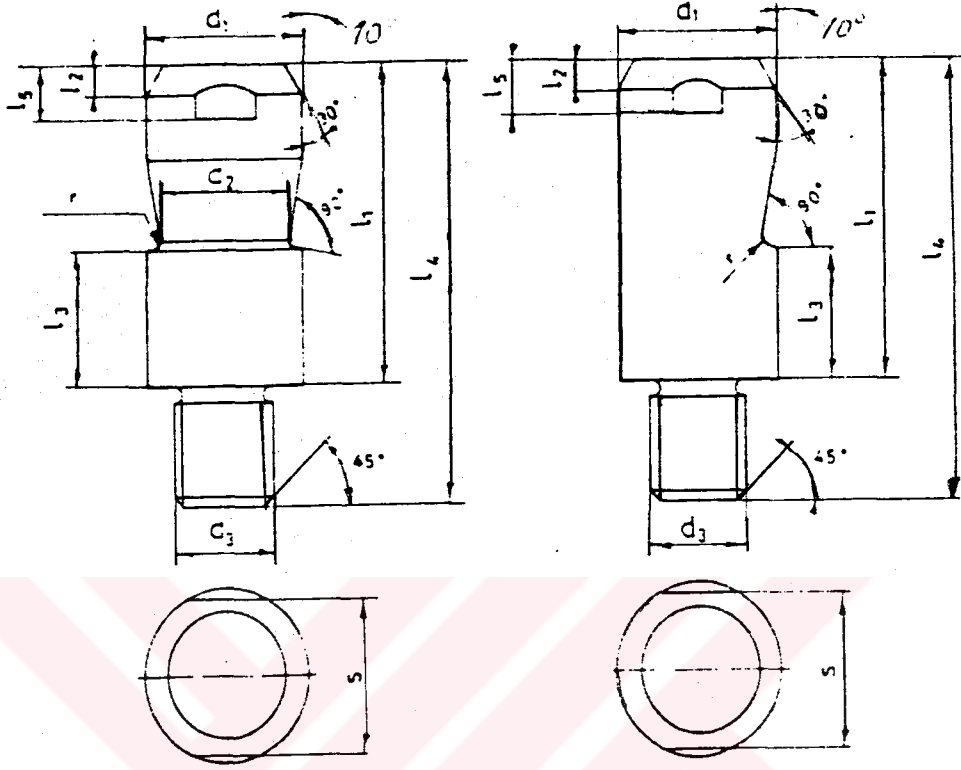
Kesme işlemi tamamlanıp, pres yukarı kalkarken ayırma kuvvetinin tesirine bağlama sapıda maruz kalır. Bu sebeple bağlama sapı kalıbın üst tablasına yeteri kadar girmelidir. Bunun yanı sıra kuvvet etkisiyle bağlama saplarının presteki yerinden çıkmamaları için üzerlerine kertik açma yoluna gidilir. Büyük çaplardaki saplar için çepeçevre kertik açma yoluna gidilir. Şekil 2.54'de bağlama sapı örnekleri, Tablo 2.20'de ise bu saplara ait boyutlar verilmiştir [1].

Genel olarak bağlama sapları St-42 malzemedен yapılır. Ç-1060 ve Ç-1035 malzemelerde kullanılır.

2.4.10. Merkezleme milleri

Merkezleme milleri, sütun kayıtlı veya kombine kalıplarda kullanılır. Kalıbın merkezlenmesini, yani pres devresi esnasında kalıbın kaymamasını sağlar. Böylece alt ve üst kalıp elemanları aynı pozisyonda hareket eder. Merkezleme milleri burç içine kalıbın ve işin durumuna göre hassas milde(h5), kakma(J6), veya kaygın (H6), veya ince milde (h6), kakma(J7), veya kaygın(H7) olarak alıştırılır. Alt plaka veya alt desteğe ise, hassas veya ince milde preste veya sıkı geçme olarak alıştırılır.

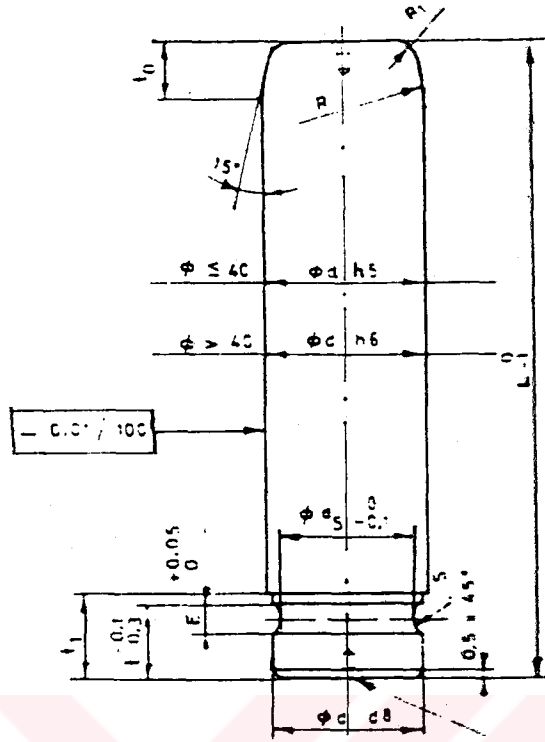
Merkezleme mil şekli, Şekil 2.55’de gösterilmiştir. Bununla ilgili boyutlar Tablo 2.21’de gösterilmiştir [1].



Şekil 2.54 Bağlama sapı örnekleri

Tablo 2.20. Bağlama sap boyutları

d_1 (mm)	20	25	32	40	50	64
d_2 (mm)	15	20	25	32	42	53
d_3 (mm)	M16×1.5	M20×1.5	M24×1.5	M30×1.5	M36×1.5	M42×1.5
L_1 (mm)	40	45	57	70	80	100
L_2 (mm)	3	4	4	5	6	8
L_3 (mm)	12	16	16	26	26	26
L_4 (mm)	59	68	79	93	108	128
L_5 (mm)	6	6	8	10	11	16
r (mm)	2.6	2.6	2.6	4	4	4
S (mm)	17	19	27	32	41	55



Şekil 2.55 Merkezleme mili

Tablo 2.21. Şekil 2.55'de Tanımlanan merkezleme mili boyutları

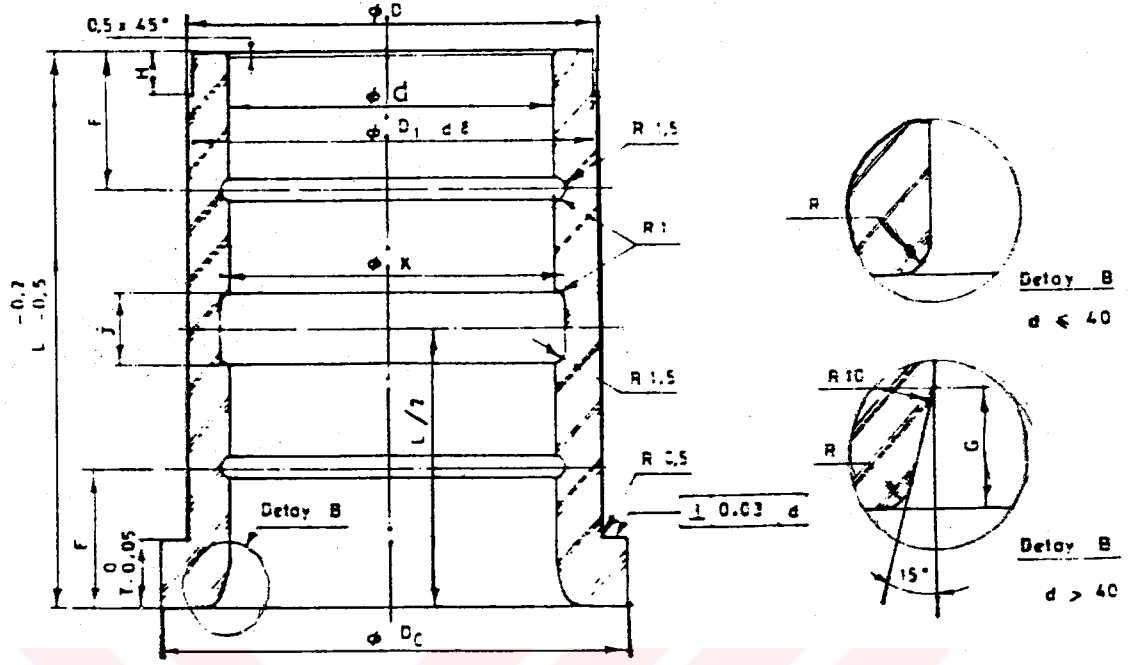
d	L	d _s	t ₀	t	E	t ₁	R	R ₁	S	kg
20	100	17.3	6	6	2.7	8	10	2	1.35	0.240
25	125	22.3	8	6	2.7	8	12.5	2	1.35	0.480
32	160	27.8	10	10	4.2	12	16	2	2.1	1.000
	200	27.8	10	10	4.2	12	16	2	2.1	1.240
40	180	35.8	12	10	4.2	12	20	3	2.1	1.750
	220	35.8	12	10	4.2	12	20	3	2.1	2.150
63	280	56.8	16	16	6.2	18	31.5	5	3.1	6.700

Merkezleme mil malzemeleri, genel olarak sementasyon çeliğinden yapılır.Ç-1010 ve Ç-3115 kalite malzemeler uygundur [4].

2.4.11. Burçlar

Merkezleme milleri ile birlikte çalışırlar ve merkezleme millerine yataklık yaparlar. Takıldıkları plakaya, preste veya sıkı geçime olarak alıştırılırlar. Şekil 2.56'da burç şekli ve

Tablo 2.22’de ise tanımlanan burç ile ilgili olarak boyutlar gösterilmiştir [1].



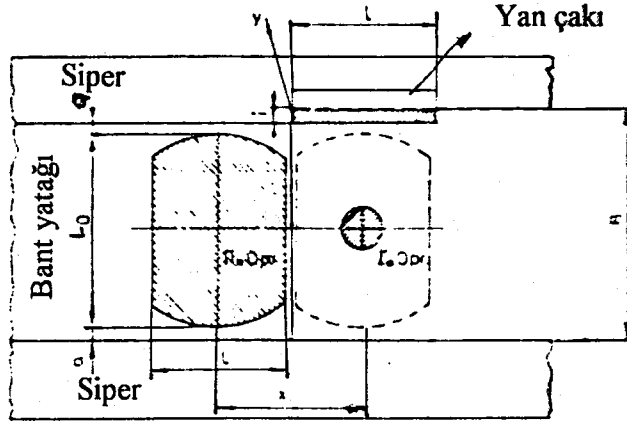
Şekil 2.56 Burç

Tablo 2.22 Şekil 2.56’da tanımlanan burç ile ilgili boyutlar

d	L	D	D ₀	E	T	G	H	J	K	R	kg
20	32	28	32	-	4	-	3	5	22	2	0.098
25	40	35	40	-	5	-	5	5	27	2	0.160
32	50	44	50	12	6	-	8	5	34	3	0.300
40	63	52	60	16	8	-	8	8	42	3	0.460
50	80	63	72	20	10	8	8	10	52	3	0.800

2.4.12. Yan çakılar

Yan çakılar adımlı kalıplarda ve yüksek üretim kapasitelerinde bandın ilerlemesini daha hassas bir şekilde ayarlamak amacıyla kullanılır. Şekil 2.57’de adımlı bir kalıp için yan çakı gösterilmiştir [2].



Şekil 2.57 Yan çakı

Şekil 2.57'den yararlanarak yan çakının çalışması şöyledir:

Yan çakının kesme boyu (L) adım kadar olmalıdır. B genişliğinde kesilmiş bant, bant yatağından ileri sürülür. Arka siper kademeli olduğunda, bant ucu (y) siper kademesine gelip dayanacaktır. Pres aşağı inince yan çakı, bantın ucunu L uzunluğunda ve i genişliğinde kesip düşürecektir. Pres kalkınca ancak L uzunluğu kadar bant ileri sürülecektir. Böylece her pres devresinde bant adım kadar ileri sürülecektir [1].

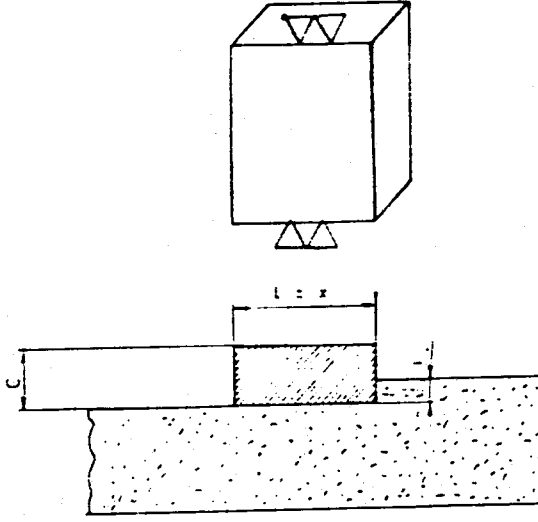
Genel olarak yan çakılar düz, kademeli, kademeli ve profilli olmak üzere gruplara ayrılır.

2.4.12.1. Düz yan çakılar

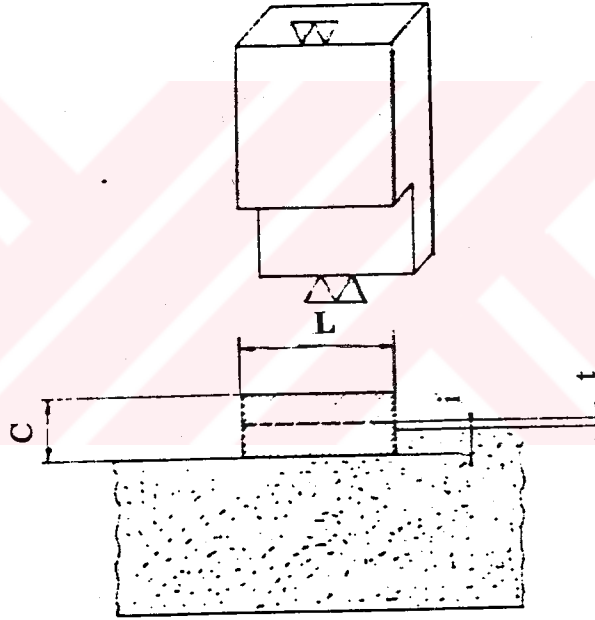
Bu tip yan çakıların yapımı oldukça basittir. Fakat tek taraflı kesmeden dolayı yan itmelere maruz kalırlar. Kalın olan saclarda bu daha belirgindir. Bu sebeple ince saclarda kullanılır. Şekil 2.58'de düz yan çakı görülmektedir [1].

2.4.12.2. Kademeli yan çakı

Bu tip yan çakılar, kesmeye başlamadan önce ökçe kısımlarından yataklandığından, yan itmelere karşı belli bir düzeyde dayanıma sahiptirler. Şekil 2.59'da örneklenmiştir [1].



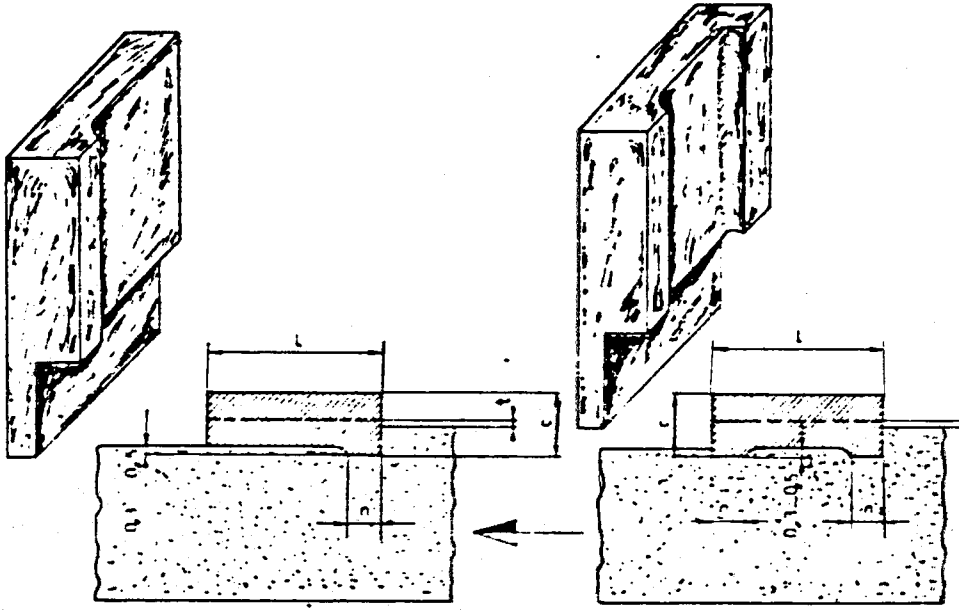
Şekil 2.58 Düz yan çakı



Şekil 2.59 Kademeli yan çakı

2.4.12.3. Kademeli ve profilli yan çakılar

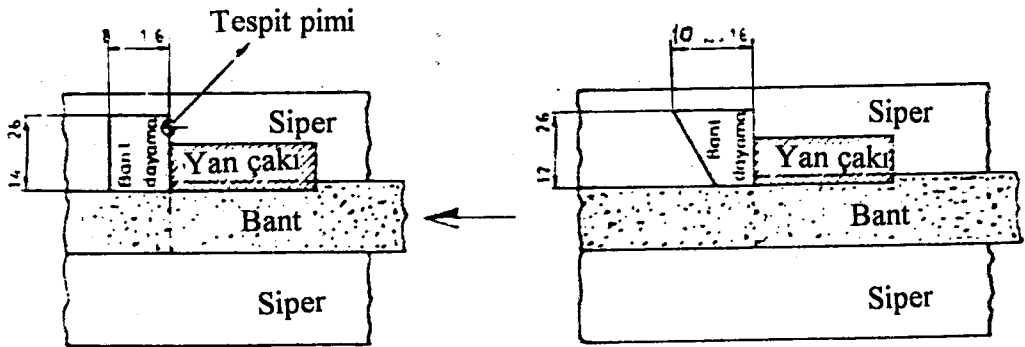
Bu tip yan çakılar, yanal itmelere karşı en dayanıklı olan yan çakı tipidir. Fakat yapımları zordur. Şekil 2.60'da gösterilmiştir [1].



Şekil 2.60 Kademeli ve profilli yan çakılar

2.4.13 Yan çakılı kalıplarda bant dayamalar

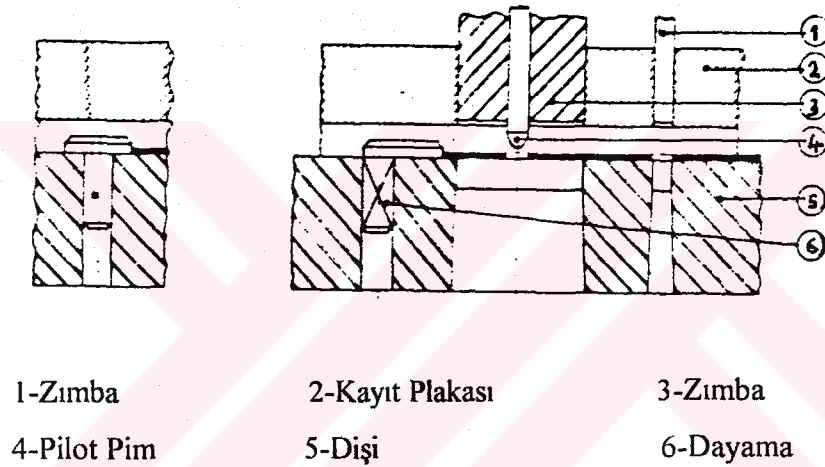
Bantlar normal olarak siperlerin çıkıntılarına dayatılır. Fakat siper malzemeleri kaliteli değil ve sertleştirilmemişse, özellikle yüksek üretim kapasitesinde ve sert malzemelerin üretilmesinde kolay aşınırlar. Böylece adımın hassasiyeti bozulacaktır. Anlatılan ve istenmeyen durumların oluşmaması için, bantların dayanacakları kısımlara sert malzemeler gömülür. Bant dayama olarak adlandırılan bu durumun örneklenmesi Şekil 2.61’de yapılmıştır [2].



Şekil 2.61 Bant dayamalar

2.4.14. Dayamalar

Dayamalar iş parçası veya bandın kalıp içersindedeği ilerleme hareketini durdurma amacıyla kullanılırlar. Bu durdurma işleminde dayama, ya master olarak kullanılır veya kullanılmaz. Eğer master olarak kullanılacaksa, parça veya bantın işlem esnasında kalıbın içersinde tam ve gerekli toleranslarda durmalarının gerçekleştirilmesi gerekir. Dolayısıyla dayamalar kalıba hassas bir şekilde tespit edilmelidir. Eğer dayamalar master olarak kullanılmayacaksa bantın merkezlenmesi için uygun tertibatlar düşünülmelidir. Dayamaların kullanılması Şekil 2.62’de örneklenmiştir [1].



Şekil 2.62 Bir delme ve kesme kalıbında master olarak kullanılan dayama

Dayamalar şekil ve yaptıkları işe göre sınıflandırılır.

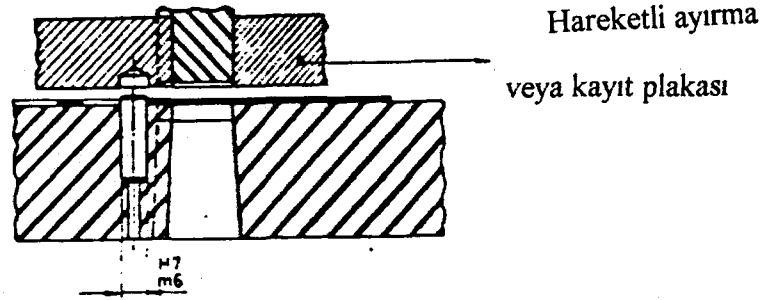
2.4.14.1. Silindirik pim dayamalar

Silindirik pim dayamalar kendi içlerinde gruplara ayrılır.

2.4.14.1.1. Düz silindirik pim dayamalar

Eğer dayama, kesici kalıp deliğinin yakınına konmayacaksa, düz silindirik pim dayamanın konulması ekonomik olur. Dayama sabit olduğu için, bu tip pim

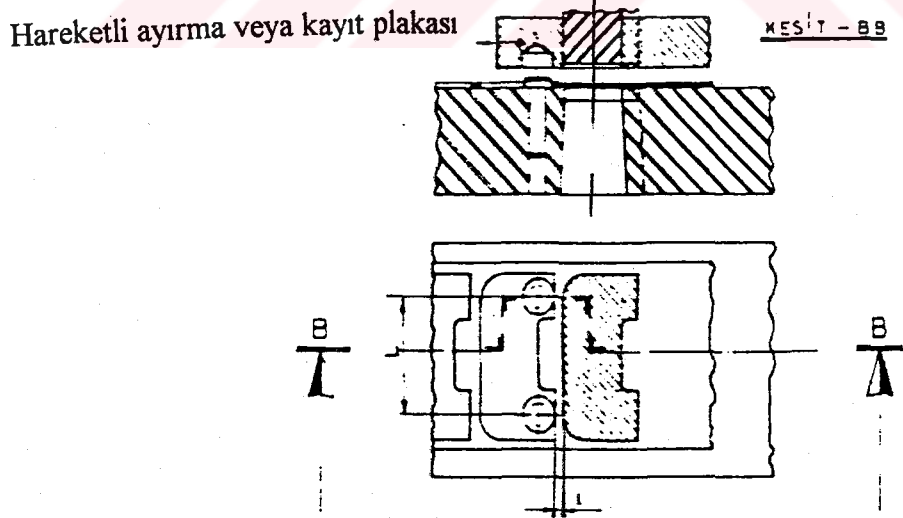
kullanıldığında, ayırma veya kayıt plakasına düz pim dayama çapından daha büyük bir delik delmek gerekir. Şekil 2.63’de örneklenmiştir [1].



Şekil 2.63 Düz silindirik pim dayama

2.4.14.1.2. Başlı silindirik pim dayamalar

Eğer, kesici kalıp deliğinin yakınına dayama koymak gerekiyorsa, dişiye delinecek pim deliğinin mahsuru ortaya çıkabilir. Bu durumda başlı pim dayama yoluna gidilir. Şekil 2.64’de örneklenmiştir [2].

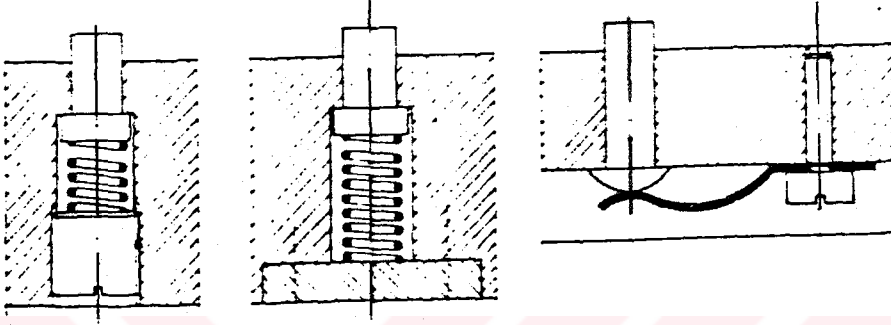


Şekil 2.64 Başlı silindirik pim dayama

Genel olarak bant genişliği 100mm’den küçük olursa bir, büyük olursa iki pim koymak yeterlidir [1].

2.4.14.1.3. Yaylı silindirik pim dayamalar

Bu tip dayamalar yaylarla çalıştıkları için pres devresi esnasında gizlenebilmeye özellikleri vardır. Bu sebeple diğer kalıp elemanlarına delik delme gereği yoktur. Şekil 2.65’de örneklenmiştir [1].



Şekil 2.65 Yaylı silindirik pim dayamalar

2.4.14.2. Plaka dayamalar

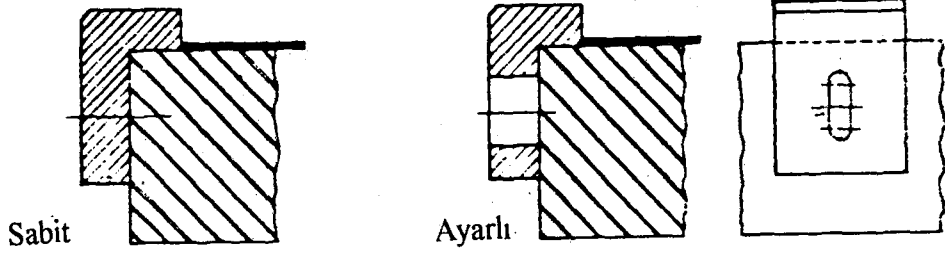
Genel olarak iki gruba ayrılır.

2.4.14.2.1. Düz plaka dayamalar

Bu tip dayamalar işin durumuna göre öne, yana veya gerekli görülen yere konulabilir. Sabit oldukları gibi ayarlanabilir şekilde yapılabilir [1].

2.4.14.2.2. Kademeli plaka dayamalar

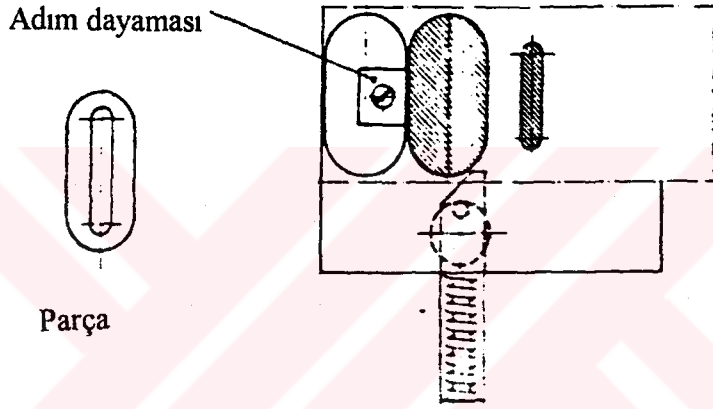
Bu tip dayamalar daha çok kalıbın sonuna bağlanırlar. Gerekse kademe yükseklikleri gerekse malzemeye temas eden yüzeyleri az bir miktar taşlanarak ayarlama yoluna gidilebilir. Şekil 2.66’de örneklenmiştir [1].



Şekil 2.66 Kademeli plaka dayamalar

2.4.14.3. Parmak dayamalar

Adımlı kalıplarda daha çok kullanılır. Çeşitli tipte yapılmaları mümkündür. Genel olarak yayla hareket ettirilir. Parmak dayamanın hareketi operatör tarafından sağlanır. Şekil 2.67’de örneklenmiştir [1].



Şekil 2.67 Yaylı parmak dayama

2.4.14.4. Otomatik dayamalar

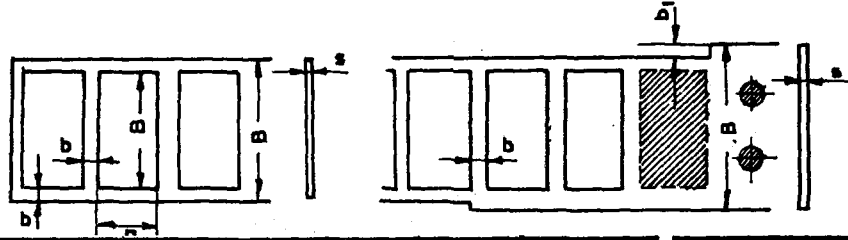
Adındanda anlaşılaçağı gibi otomatik dayamalarda, dayamaya elle kuvvet tatbik etmek gerekmez. Şekil 2.68’de örneklenmiştir [1].

Dayamalar için malzemeler Tablo 2.23’de gösterilmiştir [1].

Tablo 2.23 Dayama malzemeleri

M . K . E	DIN	Malzeme Nr.
Ç-1035	St 50/ C 35	1.0501
Ç-1043	St 60/ C 45	1.0503
Ç-1060	-	1.0601
Ç-1010	C 35	1.0401
Ç-1390	90 Mn V 8	1.2842

Tablo 2.24 Bant genişliğinin belirlenmesi

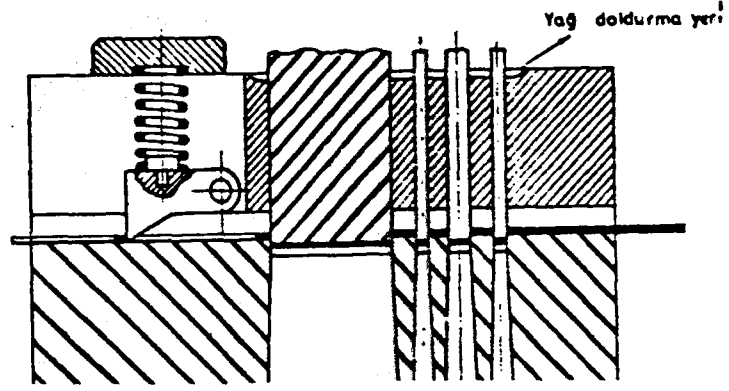


Saç kalınlığı mm	«b» mesafesi Kesilen genişlik B ₁ veya şerit genişliği B mm								b ₁ mesafesi Şerit genişliği B			
	10	50	100	150	250	350	500	1000	20	50	75	100
0.10	1.2								1.0	1.2	1.5	1.9
0.18	1.2	1.5							1.0	1.2	1.5	1.9
0.20	1.2	1.5	1.8						1.0	1.2	1.5	1.9
0.22	1.2	1.6	1.9						1.0	1.3	1.6	2.0
0.24	1.3	1.6	2.0	2.5					1.0	1.3	1.6	2.0
0.28	1.3	1.7	2.0	2.7					1.0	1.3	1.6	2.0
0.32	1.3	1.7	2.4	2.9	3.3				1.0	1.4	1.7	2.1
0.38	1.4	1.8	2.6	3.1	3.5				1.0	1.4	1.7	2.1
0.40	1.4	1.9	2.8	3.3	3.7	4.0			1.0	1.4	1.7	2.1
0.50	1.5	2.0	3.0	3.5	4.0	4.5			1.2	1.5	1.8	2.2
0.56	1.4	1.9	2.8	3.3	3.8	4.3	5.0		1.2	1.5	1.8	2.2
0.63	1.3	1.8	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6		1.3	1.6	1.9	2.3
0.75	1.2	1.7	2.4	3.9	3.4	3.9	4.4		1.3	1.6	1.9	2.3
0.88	1.1	1.6	2.2	2.7	3.2	3.7	4.2		1.4	1.7	2.0	2.4
1.00	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	6.0	1.5	1.8	2.0	2.4
1.13	1.2	1.7	2.2	2.7	3.2	3.7	4.2	6.0	1.5	1.9	2.1	2.4
1.25	1.4	1.9	2.4	2.9	3.4	3.9	4.3	6.0	1.6	2.0	2.2	2.6
1.38	1.5	1.9	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	6.2	1.7	2.1	2.3	2.8
1.50	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	6.5	1.8	2.2	2.5	3.0
1.75	1.8	2.2	2.7	3.2	3.2	4.2	4.7	6.7	2.1	2.5	2.8	3.2
2.00	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	7.0	2.4	2.8	3.0	3.3
2.25	2.0	2.8	3.2	3.7	4.2	4.7	5.2	7.2	2.6	3.0	3.3	3.6
2.50	2.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	7.5	2.8	3.3	3.6	4.0
2.75	2.0	3.2	3.7	4.2	4.7	5.2	5.7	7.7	3.0	3.5	4.0	4.5
3.0	2.0	3.5	4.8	4.5	5.0	5.5	6.0	8.0				
3.5	2.5	3.7	4.2	4.7	5.2	5.7	6.5	8.0				
4.0	2.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0				
4.5	3.0	4.2	4.7	5.2	5.7	6.2	7.0	8.5				
4.75	3.0	4.5	4.7	5.2	5.7	6.2	7.0	8.5				
5	3.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	9.0				
6	3.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0	10.0				
7	4.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0	9.0	10.0				
8	5.0	6.0	6.5	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0				
9	6.0	7.0	7.5	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0				
10	7.0	8.0	8.5	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0				

2.4.15. Kalıplarda bant genişliğinin seçilmesi

Kesilecek bir parçanın belli bir bant genişliğinde daha önceden kesilmiş banttan kesilmesi gerekmektedir. Aksi taktirde köşelerde koparma oluşabilir. Bu sebeple sac

kalınlığı ve kesilecek parça boyutlarına bağı olarak tablolar düzenlenmiştir. Tablo 2.24'de bant genişliğinin bulunması için düzenlenmiş bir tablo görülmektedir. Tablo 2.24'de verilen değerler yumuşak metaller için bir miktar daha büyük tutulmalıdır [2].



Şekil 2.68 Otomatik dayamalı kalıp

BÖLÜM 3. BÜKME

3.1 Bükme

Isı veya ısı yardımı olmaksızın, talaş kaldırmadan malzemenin bir eksen etrafında biçimlendirilmesi işlemidir. Bükme işleminde malzemenin bir kısmı ya kesitini mümkün olduğu kadar koruyarak veya çok az bir miktarda değiştirerek, kesin olarak değişik bir yöne geçer. Bükülen malzemenin kesitinde meydana gelen değişimler genel olarak şunlara bağlıdır [2]:

- 1- Malzemenin kalitesine
- 2- Malzemenin kalınlığına
- 3- Bükme açısına
- 4- Bükme yarıçapına
- 5- Bükme kuvvetine

Bütün bunlardan çıkan sonuç, bükme işleminde uygulanan kuvveti tanımlamamızı sağlar. Şöyleki, malzemenin esnekliğini yenmeli ve kesin olarak bir yön değiştirme yapabilmesi için yeterli büyüklükte olmalıdır. Bükme kuvveti, malzemenin gösterdiği karşı dirençten büyük, kalıbın gösterdiği karşı kuvvetten küçük olmalıdır. Aksi takdirde kalıp kırılabilir [1].

3.1.1 Bükme olayında gerilmeler ve malzemenin durumu

Bükme işleminin gerçekleşebilmesi için malzemenin elastik limiti aşıp, kalıcı şekil değişikliği meydana gelmesi gerekir. Şekil 3.1'de oluşan gerilmeler gösterilmektedir [3].

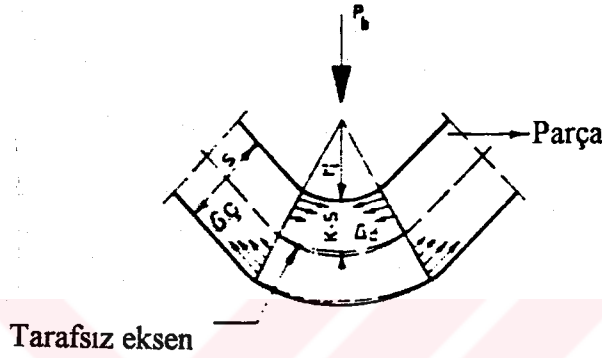
Şekildende anlaşıldığı gibi malzemenin iç kısmında basma, dış kısmında ise çekme gerilmeleri meydana gelmektedir. Bükülmesi istenen malzemeye P_b kuvveti uygulandığında, iç yüz kısalmaya dış yüzde uzamaya çalışır. Yani tarafsız eksenin içinde kalan malzeme basıya dışında kalan ise çekiye çalışılmaktadır. Bu uzama ve

kısalma miktarı, tarafsız eksenin parçanın ortasından geçtiği düşünülerek şu formülle belirlenir [3]:

$$\varepsilon = \frac{S/2}{r_1 + S/2} \quad (3.1)$$

ε = Uzama kısalma oranı

r_1 = Bükme radyüsü (mm)



Şekil 3.1 Bükme işleminde gerilmeler

σ_t = Çekme gerilmelesi (daN/mm²)

σ_s = Basma gerilmelesi (daN/mm²)

P_b = Bükme kuvveti (daN)

Eğer malzemenin kesiti her yerde aynı ve malzeme elastik limiti aşılmamışsa tarafsız eksen malzeme eksenine ile çakışır. Bu durumda, kuvvet kalktığı zaman malzeme eski durumuna geri döner. Elastik limit aşılsa, kalıcı şekil değişikliği oluşur ve tarafsız eksen az miktar bükme merkezine kayar. Elastik sınırı aşp kalıcı şekil değişikliği meydana getirmek için [2]:

$$r_{1\max} = \frac{E \times S}{2 \times \sigma_s} \quad \text{olmalıdır} \quad (3.2)$$

$r_{1\max}$ = Max bükme radyüsü (mm)

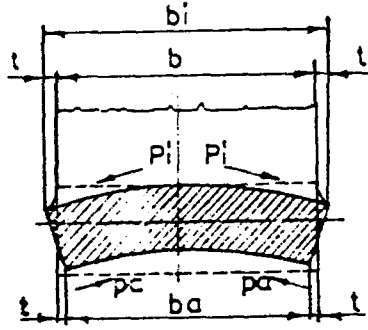
E = Malzemenin elastik limiti

(daN/mm²)

σ_s = Akma dayanımı

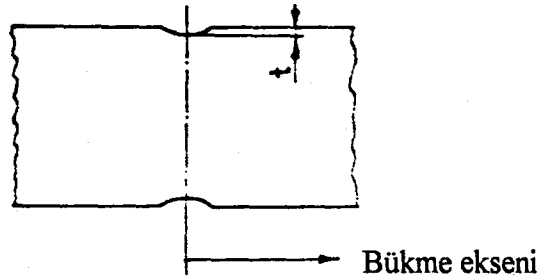
(daN/mm²)

Bükme olayında tarafsız eksenin içinde kalan ve basılmaya çalışan kısımda malzemenin genişliği daha geniş duruma gelir. Çekilmeye çalışan kısımda ise daralma oluşur. Şekil 3.2'de gösterilmiştir [1].



Şekil 3.2 Bükülen parçadaki değişiklikler

Kalın parçalar, küçük bükme radyüslerinde büküldükleri zaman, malzeme Şekil 3.2'de görüldüğü gibi dikdörtgen durumunu kaybeder. Bunu önlemek için büküm yerlerinden az bir miktar boşaltma yapılır. Şekil 3.3'de örneklenmiştir [2].

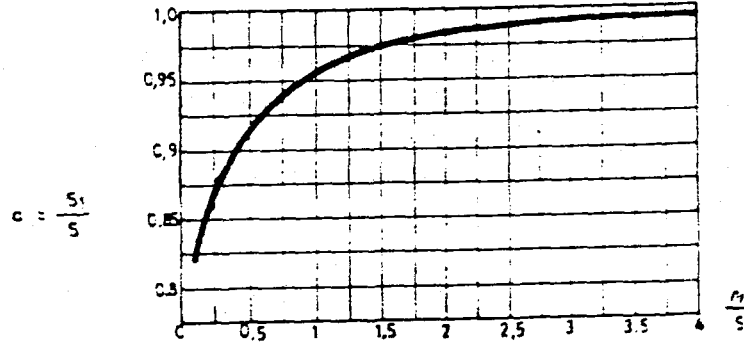


Şekil 3.3 Büküm yerinin boşaltılması

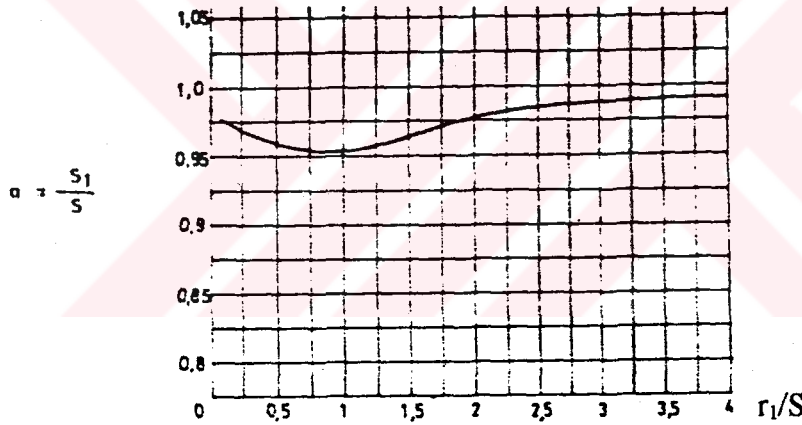
3.1.1.1 Bükme yerinde malzemenin kalınlığında oluşan değişme

Bükme olayında parçanın kalınlığına, bükme radyüsüne, bükme açısına ve bükme kuvvetine bağlı olarak bükme alanı içinde malzeme kalınlığı ezilerek azalır. C10 C20

kalitesindeki sacların 90° bükümlerinde kalınlıkta meydana gelen değişimler Şekil 3.4'de, 180° bükümlerde kalınlıkta meydana gelen değişimler Şekil 3.5'de gösterilmiştir [1].



Şekil 3.4 C10 C20 Kalitesindeki malzemelerin, 90° civarındaki bükümler için sac kalınlığında meydana gelen değişimler



Şekil 3.5 C10 C20 Kalitesindeki malzemelerin, 180° civarındaki bükümler için sac kalınlığında meydana gelen değişimler

S_1 = Bükümden sonraki sac kalınlığı

3.1.2. Büküm radyüsü

Bükme radyüsü, bir malzemenin çatlaklar ve diğer istenmeyen durumlar meydana getirmeden bükülmesini olası kılan en küçük yarıçaptır. Genel olarak bükme radyüsüne

şunlar etki eder [3]:

- 1- Malzeme kalınlığı
- 2- Malzemenin uzaması
- 3- Malzemenin büküme gösterdiği direnç
- 4- Malzemenin bükmeye olan elverişliliği

Bütün bunlar gözönüne alındığında en küçük bükme radyüsü, hafif metaller için [1]:

$$r_{\min} = S \times (0.0085 \times \sigma_b \frac{1}{\epsilon_{10}} + 0.5) \quad (3.3)$$

$r_{\min}$ = En küçük bükme radyüsü (mm)

σ_b = Malzeme çekme dayanımı (daN/mm²)

ϵ_{10} = Kopma uzaması (%)

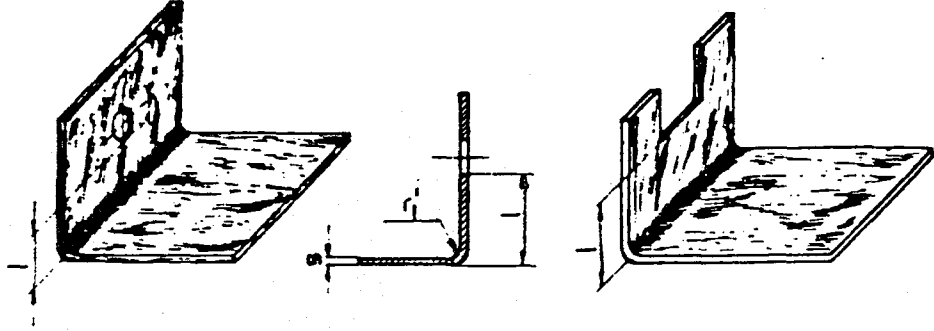
Kopma uzaması, deney yapılan çubuğun uzunluğuna bağlı olarak, çubuğun çapı ile ilgili bir özelliktir. Alt indis 10, çubuğun boyunun çapının 10 katı kadar olduğunu göstermektedir. Çelik levhalar için kopma uzaması değerleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Ayrıca tabloda malzemelerin çekme mukavemet değerleride gösterilmiştir [1].

Tablo 3.1 Çelik levha karakteristikleri

MALZEME	Çekme mukavemeti σ_b kg/mm ²	% Uzama δ		
		$S = 0.8 - 1.5$ $L = 50$	$S = 1.6 - 2$ $L = 60$	$S = 2 - 3$ $L = 80$
St 34	34 — 42	22	24	25
St 37	37 — 45	17,5	19	20
St 42	42 — 50	17,5	19	20
St 50	50 — 60	15,5	17	18
St 60	60 — 70	12	14	14
St 70	70 — 85	8	9,5	10

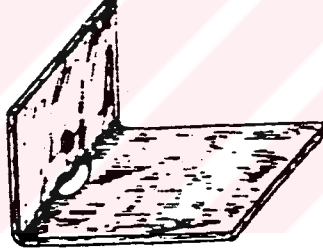
Bükme işlemi yapılırken şu noktalara dikkat etmek gerekir:

1-Eğer bükülmesi istenen parçada delik veya bozulmaması gereken bir kısım varsa, bunların büküm kısmına olan mesafeleri iyi kontrol edilmelidir. Şekil 3.6'da bu durum gösterilmiştir [1].



Şekil 3.6 Bükme kısmına yakın bir noktada delik bulunması

2-Eğer büküm noktasına yakın bir yerde delik varsa, deliğin bükme yarıçapındaki ön kısmını boşaltmak gerekir. Şekil 3.7'de bu durum gösterilmiştir [1].



Şekil 3.7 Bükme kısmına yakın olan deliğin ön kısmının boşaltılması

3-Eğer bükme sıfır radyüslü isteniyorsa ve sac kalınlığı büyükse, bükmeden önce bükme köşeleri yuvarlatılmalıdır.

4-Bükme radyüsü daima minimum bükme radyüsünden büyük olmalıdır.

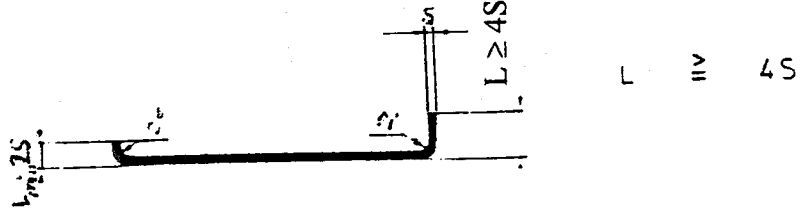
5-Bükülmesi istenen parçaların çapaklı yüzeyleri zımba tarafında, çapaksız yüzeyleri ise dişi tarafında olmalıdır [1].

6-Bükmelerde parçanın biçim değiştirmesi, malzemenin uzama kabiliyeti, çekme dayanımı, sac kalınlığı ve bükmenin şiddeti ile orantılı olarak bükme alanını içinde meydana geldiği gibi, dışındada meydana gelebilir. Bükme alanının dışındaki biçim değişikliği ihmal edilmemelidir.

7-Sert olmayan malzemelerin uzaması sert olanlardan büyük olur. Dolayısıyla bükülmeleri daha kolaydır.

8-Bükme bölgesinde oluşan büyük gerilmelerin kötü etkisinden dolayı aynı anda dörtlü bükme işleminden fazlası yapılmamalıdır. Düzenlenecek yaylı tertibatlarla bu işlem yapılabilir.

9-U bükmelerde parçanın kol yüksekliği en az kalınlığının iki katı olmalıdır. En uygunu dört katı olduğu durumdur. Şekil 3.8'de bu durum gösterilmiştir [1].



Şekil 3.8 U bükümde kol yüksekliği

3.1.3 Hadde yönü

Bükme veya şekillendirme işlemlerinde sac levhaların doku yönleri büyük önem taşımaktadır. İstenen bükme ve şekillendirmeyi gerçekleştirmek için, büküm ekseninin doku yönüne dik olması gerekir. Ancak bu durumda en küçük radyüsle bükme arzu edilen bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu durumda, bükmenin gerçekleştiği yerde gerilmeler asgari olmaktadır. Eğer bükme hadde yönüne paralel olursa, bu durumda gerilmeler max. değere ulaşır. Kenar yırtılmalar oluşabilir [1].

3.1.4. Açınım bulma

Bükülmesi istenilen parçanın, kesilmesi gerekli boyutların daha önceden belirlenmesi gerekir. Aşağıda açınım bulma ile ilgili formül verilmiştir.

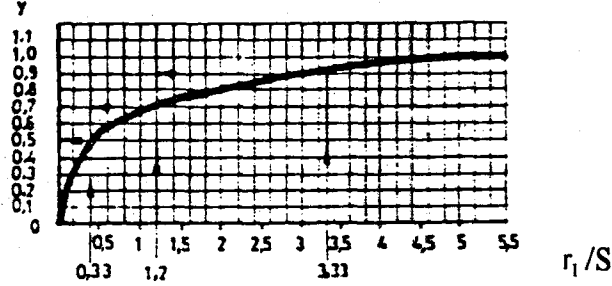
$$L_1 = a + \frac{\pi \times \alpha}{180} \times (r_1 + \frac{s}{2} \times y) + b + \dots \quad (3.4)$$

L_1 = Açınım boyu

(mm)

- a, b = Düz hatlar (mm)
 r_1 = Büküm radyüsü (mm)
 S = Sac kalınlığı (mm)
 $\alpha = 180^\circ$ - Büküm Açısı (°)
 y = Düzeltme Faktörü

Düzeltme faktörü (y), r_1/S oranına bağlı olarak Şekil 3.9'da tanımlanmıştır [1].



Şekil 3.9 Açınım bulmada düzeltme faktörü (y)

3.1.5. Geri yaylanma ve zımba radyüsünün belirlenmesi

Bükülmesi istenen parçalara, gerekli radyüs ve bükme kuvveti uygulanıp esneklik sınırı aşılır. Fakat max. dirençleri aşılmaz. Bundan dolayı uygulanan kuvvet kalktıktan sonra iç yüz çekilmeye, dış yüz basılmaya çalışır. Buna geri esneme adı verilir. Geri esneme malzemenin cinsine, kalınlığına, dolayısıyla r_1/S bükme oranına bağlıdır. r_1/S oranı ne kadar büyük olursa geri esneme o oranda büyük olur. Çünkü bu durumda dış liflerdeki uzama çok küçük değer alır. Bütün bunlardan dolayı bükme açısı ve radyüsünün düzeltilmesi gerekir [5].

3.1.5.1. Bükme radyüsünün belirlenmesi

Bükmelerde zımbaya uygulanılması gereken radyüs şöyle belirlenir:

$$r_2 = K \times (r_1 + 0.5 \times S) - 0.5 \times S \quad (3.5)$$

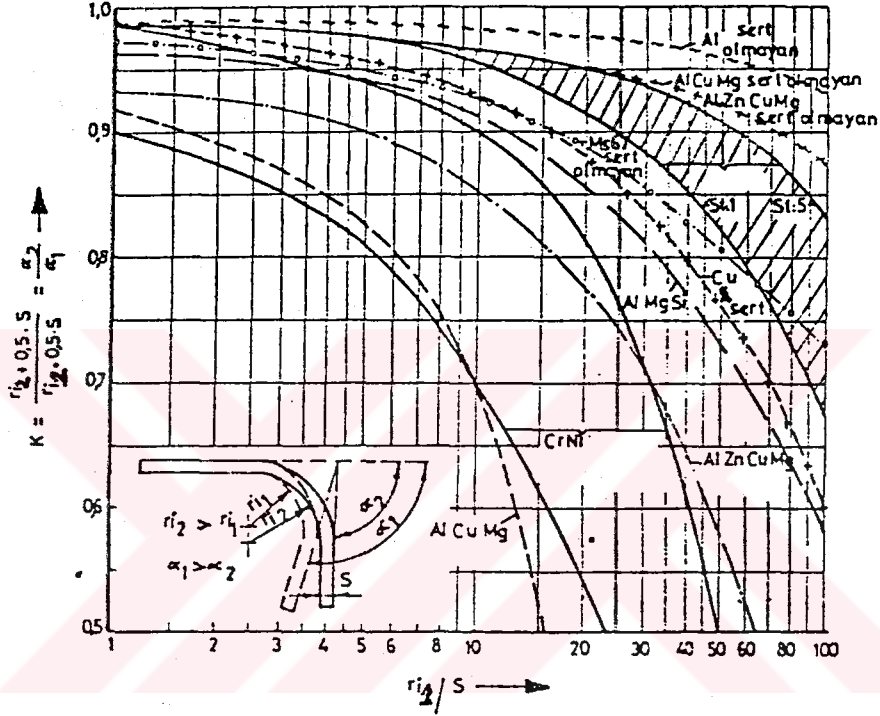
$$r_2 = \text{Zımba radyüsü} \quad (\text{ mm })$$

r_1 = Bükme radyüsü (mm)

S = Sac kalınlığı (mm)

K = Bükme katsayısı (sabiti)

K katsayısı formüllerle belirlendiği gibi diyagramlar ile de belirlenir. Şekil 3.10'da K katsayısının belirlenmesi için diyagram tanımlanmıştır [1].



Şekil 3.10 Bükmede K faktörünün bulunması

$$K = 1 - \left[0.001 \times \left(\frac{\sigma_s + \sigma_b}{2} \right) + 0.00015 \times \left(\frac{\sigma_s + \sigma_b}{2} \right) \times \left(\frac{r_1}{S} \right)^2 \right] \quad (3.6)$$

K = Bükme sabiti

σ_s = Akma dayanımı (daN/mm²)

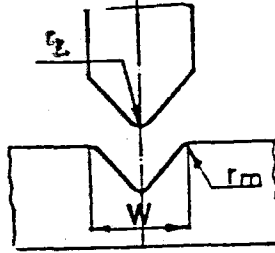
σ_b = Çekme dayanımı (daN/mm²)

r_1 = Büküm radyüsü (mm)

S = Sac kalınlığı (mm)

3.2 V Bükme Kalıbı

Bu tür kalıplar daha çok apkant preslerde kullanılır. Kolay ve ucuz olmaları avantajlarıdır. Şekil 3.11'de basit bir V bükme kalıbı görülmektedir [5].



Şekil 3.11 V bükme kalıbı

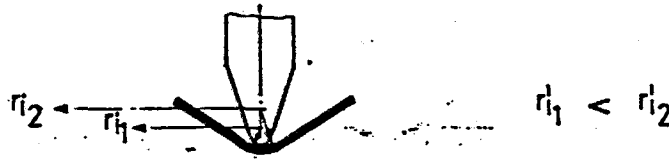
r_2 = Zimba Radyüsü (mm)

r_m = Kalıp Köşe Radyüsü (mm)

W = Kalıp Açıklığı (mm)

V bükme kalıplarında, zimba radyüsü ve kalıp açıklığı gerektiği ölçüde olmalıdır. Buna göre:

$1-r_2/W$ küçük olursa, parça büküldükten sonra bükme yarıçapı, zimba yarıçapından büyük olacaktır. Şekil 3.12 bu durumu göstermektedir [1].

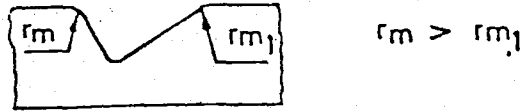


Şekil 3.12 Zimba radyüsü, kalıp açıklığı oranının küçük olması

$2-r_2/W$ oranı büyük olursa, parça büküldükten sonra bükme yarıçapı, zimba yarıçapından küçük olacaktır. Ayrıca zimba parçayı zedeler ve bozuk çıkmasına sebep olur.

$3-r_2/W$ oranı uygun olursa, parça büküldükten sonra istenen radyüste olur.

V bükme kalıplarında, köşe radyüsü r_m (Şekil 3.11), 0.5S ile 1S arasında seçilebilir. Kalın malzemelerde 3S'e kadar çıkabilir. Kalıp köşelerindeki, sürtünmeleri eşit yapabilmek için, r_m radyüsleri eşit alınmalıdır ve mümkünse parlatılmalıdır. Yukarıda anlatılmaya çalışılan durum bükme simetrik ise geçerlidir. Eğer simetrik değilse, dar açılı taraf büyük olmalıdır. Böylece denge sağlanır. Şekil 3.13 bu durumu göstermektedir [1].



Şekil 3.13 Simetrik olmayan V bükmelerde kalıp çene radyüslerinin durumu

3.2.1. V bükme kalıplarında kalıp açısının bulunması

Geri esneme konusunda anlatılmaya çalışıldığı gibi, bükülmesi istenen parçanın istenilen açıda elde edilebilmesi için kalıp açısının düzeltilmesi gerekir. Aşağıda anlatılmaya çalışılan formüllerde geçen K katsayısı daha önce geri esneme konusunda anlatılmıştı [5].

$$\alpha_2 = 180 - \alpha_0 \quad (3.7)$$

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{K} \quad (3.8)$$

$$\beta = 180 - \alpha_1 \quad (3.9)$$

β = Kalıba verilmesi gereken açı (°)

α_0 = Parçadan istenen açı (°)

K = Bükme katsayı

3.2.2. V bükme kuvveti

V bükme kuvveti, malzemenin durumuna, kalınlığına ve şekillendirme durumuna göre şöyle belirlenir [1].

$$P_b = \frac{c \times \sigma_b \times S^2 \times b_1}{W} \quad (3.10)$$

P_b = Bükme kuvveti (daN)

σ_b = Çekme dayanımı (daN/mm²)

S = Sac kalınlığı (mm)

b_1 = Parça genişliği (mm)

W = Kalıp açıklığı (mm)

c = V bükme katsayı

$$c = 1 + \frac{4 \times S}{W} \quad (3.11)$$

Formülde bulunan c ile çarpılma nedeni, ek kuvvetleri karşılamak içindir. Ek kuvvetler sürtünme, yaylanma v.b kuvvetlerdir. Formülle hesaplanan V bükme kuvvetini almak yerine, anormal geri yaylanmaları ve sürtünmelere engel olmak için bu kuvvetin iki katını almak daha uygundur [1].

3.2.3. Bükme yolu ve bükme işi

Bükme yolu minimum pres hareketi yüksekliğidir. Aşağıda tanımlanmıştır [1].

$$h = 0.5 \times W - 0.35 \times S - 0.4 \times r_1 \quad (3.12)$$

h = Bükme yolu (mm)

W = Kalıp açıklığı (mm)

S = Sac kalınlığı (mm)

r_1 = İstenen radyüs (mm)

Bükme işi ise şöyle belirlenir [1]:

$$A_1 = 2 \times P_b \times h \times X \quad (3.13)$$

A_1 = Bükme işi (daNmm)

P_b = Bükme kuvveti (daN)

h = Bükme yolu (mm)

$X = 0.3 \dots 0.33$ (Düzenlenmiş bükme için)

$X = 0.61$ (Açık bükme için)

3.2.4.V bükme kalıbında dikkat edilmesi gereken noktalar

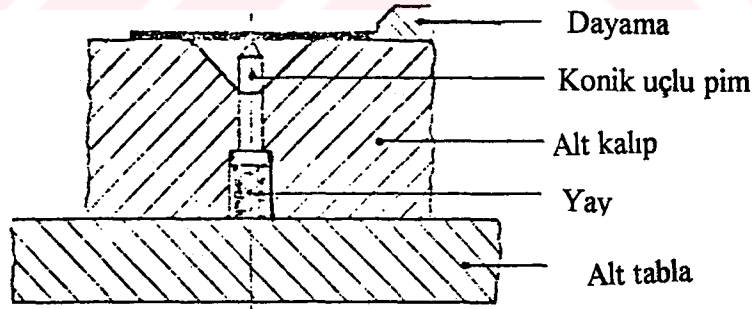
1-V bükme kalıplarında, kalıp gövdesinin yeteri kalınlıkta olması gerekmektedir. Çünkü bu kalıpta zımba kama tesiri yapmaktadır.

2-Geri esnemeyi engellemek için, bükme için gereken basınçtan daha fazla bir basınç uygulayıp parçada bir takım gerilmeler oluşturulur. Malzeme kalınlığının % 3 ile % 5 arasında ezilir [1].

3-Bükme açısı büyüdükçe, malzeme kalınlığının bükme alanı içinde incilmesi daha çok olur.

4-Zımba alt kalıp üzerine inmiş iken, parça kollarının serbest kalabilmesi için zımba yeterli yükseklikte olmalıdır.

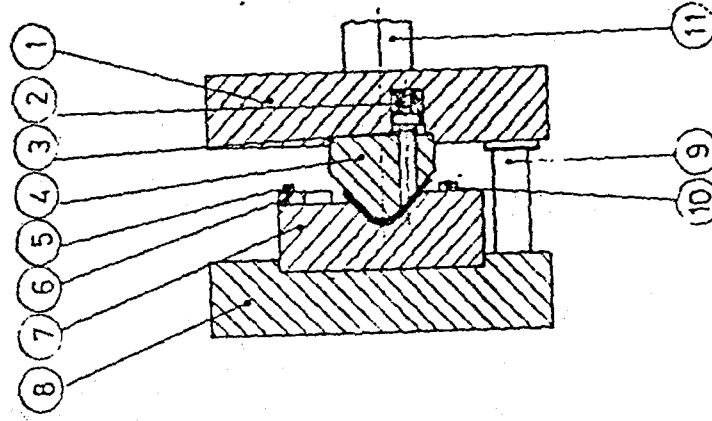
5-Geniş V kanalı gerektiren parçaların bükülmesinde, malzemenin kaymaması için konik uçlu yaylı pimler kullanılabilir. Şekil 3.14'de gösterilmiştir [1].



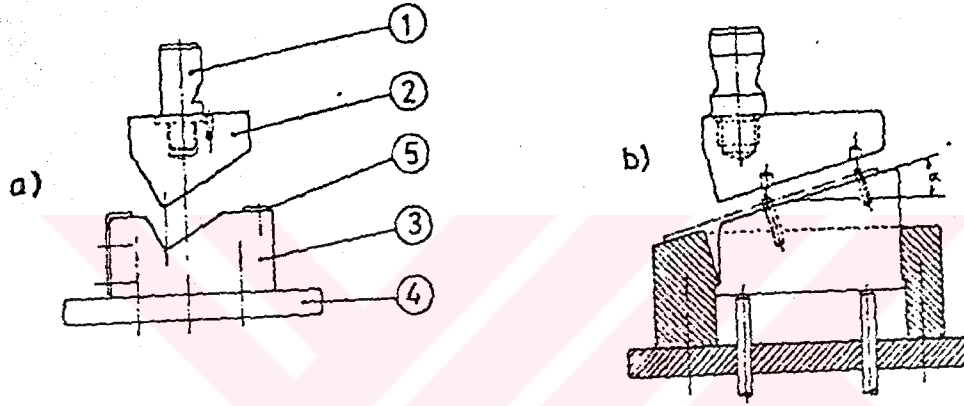
Şekil 3.14 V bükme kalıplarında konik uçlu yaylı pim kullanılması

6-Bükülmesi istenen parça simetrik değilse geniş olan taraftaki reaksiyon kuvveti büyük olacaktır. Bunun sonucu olarak buradaki sürtünme kuvvetinin frenleme tesiri büyük olacaktır. Bunu önlemek için geniş taraftaki malzeme giriş yeri taşlanır.

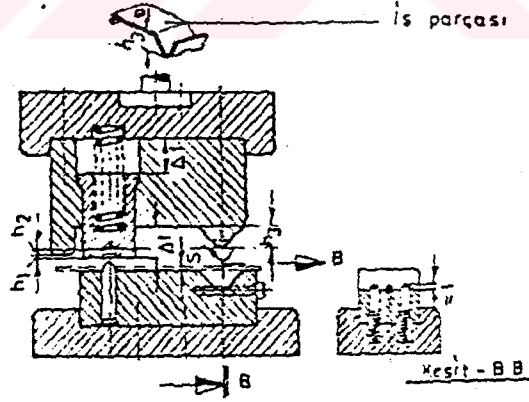
Şekil 3.15, 16, 17'de kalıp örnekleri gösterilmiştir [1].



Şekil 3.15 Basit V kalıp örneği



Şekil 3.16 Kolları simetrik olmayan parçaların bükülmesi için V kalıbı

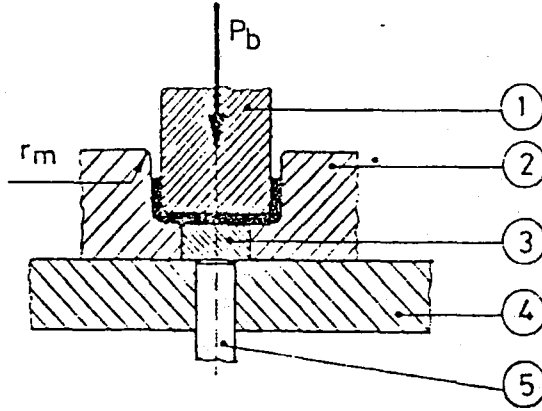


Şekil 3.17 Kolları farklı olan parçaların bükülmesi için V kalıbı

3.3. U Bükme Kalıpları

Kalıbın şekli U harfine benzediği için bu tip kalıplara U kalıpları adı verilmektedir. U bükme kalıplarında istenen sonuca ulaşmak için ve kalıbın tabanının düzgün çıkması

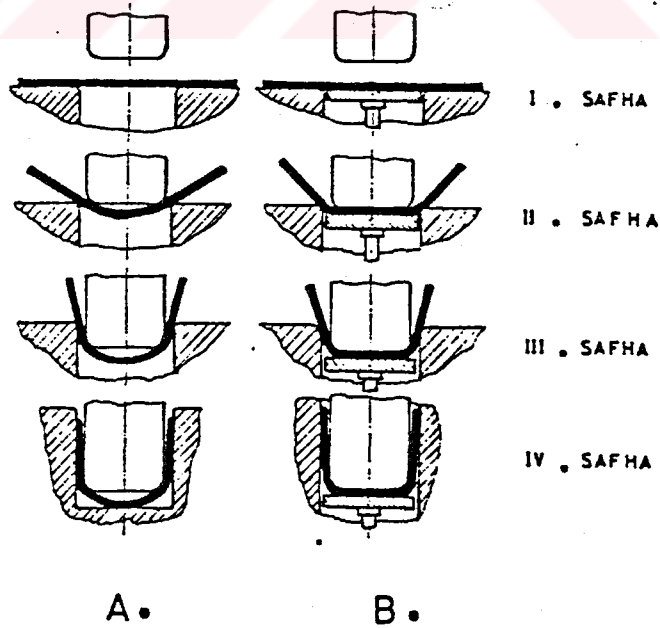
için sıkma (karşı baskı) parçaları kullanılır. Bu parçalar aynı zamanda bükülen parçanın dışarı çıkmasını sağlar. Şekil 3.18'de gösterilmiştir [5].



1-Zımba 2-Dişi 3-Sıkma (karşı baskı) Parçası 4-Alt Tabla 5- İtici Tij

Şekil 3.18 U bükme kalıbı

Sıkma parçalarının hareketi genellikle yaylar ile sağlanır. Çok yüksek basınçlarda hidrolik ve pnomatik sistemler kullanılabilir. Şekil 3.19'de sıkma parçalı ve sıkma parçasız U bükmelerde durum görülmektedir [1].



Şekil 3.19 U büküm safhaları (a. Sıkma parçasız b. Sıkma parçalı)

3.3.1 U bükme kuvveti

U bükme kuvveti genel olarak şu formülle belirlenir [1]:

$$P_d = 0.22 \times S \times L_2 \times \sigma_b \quad (3.14)$$

P_d = U bükme kuvveti	(daN)
σ_b = Çekme dayanımı	(daN/mm ²)
S = Sac kalınlığı	(mm)
L_2 = Bükülen kenar uzunluğu	(mm)

Karşı baskı parçasının itme kuvveti, yaklaşık olarak bükme kuvvetinin % 30'u kadardır. Bu sebeple presin bu kuvvetide yenmesi gerekir. Son büküm kuvveti $1.3 P_d$ olmalıdır [1].

3.3.2 Büküm yolu ve büküm işi

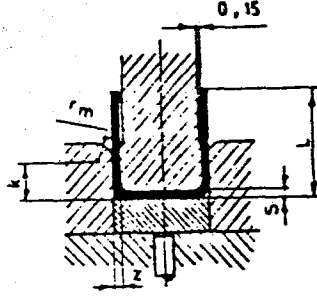
Büküm yolu şu şekilde belirlenir [1]:

$$h = K_1 + r_m + 0.1 \dots 0.3 \quad (3.15)$$

h = Büküm yolu	(mm)
r_m = Kalıp köşe radyüsü	(mm)
K_1 = Kol uzunluğu	(mm)

K_1 ve r_m değerlerinin tanımlanması Şekil 3.20'da yapılmıştır.

Hesaplamalardan anlaşılacağı üzere K_1 ve r_m değerleri bükme yolunu tanımlamaktadır. Tablo 3.2 r_m değerlerini (U bükümler için), Tablo 3.3 ise K_1 büküm yolu değerlerini tanımlamaktadır



Şekil 3.20. U bükmelerde bazı karakteristik ölçüler

Tablo 3.2 U bükümlerde r_m değerleri

	Sac kalınlığı (mm)								
	1 kadar	1.....2	2.....3	3.....4	4.....5	5.....6	6.....7	7.....8	8.....10
r _m	3	5	7	9	10	11	12	13	15

Tablo 3.3 U bükümlerde K_1 kol uzunluğu değerleri

Kol uzunluğu L (mm)	Sağ kalınlığı (mm)							
	1-----2 kadar	2-----3	3-----4	4-----5	5-----6	6-----7	7-----8	8-----10
25-----50	15	20	25	25	—	—	—	—
50-----75	20	25	30	30	35	35	—	—
75-----100	25	30	35	35	40	40	40	—
100-----150	30	35	40	40	50	50	50	60
150-----200	40	45	55	55	60	64	64	80

U bükümlerde iş ise şöyle tanımlanır [5]:

$$A_3 = 1.3 \times P_d \times h \times X \quad (3.16)$$

A_3 = U büküm işi (daN mm)

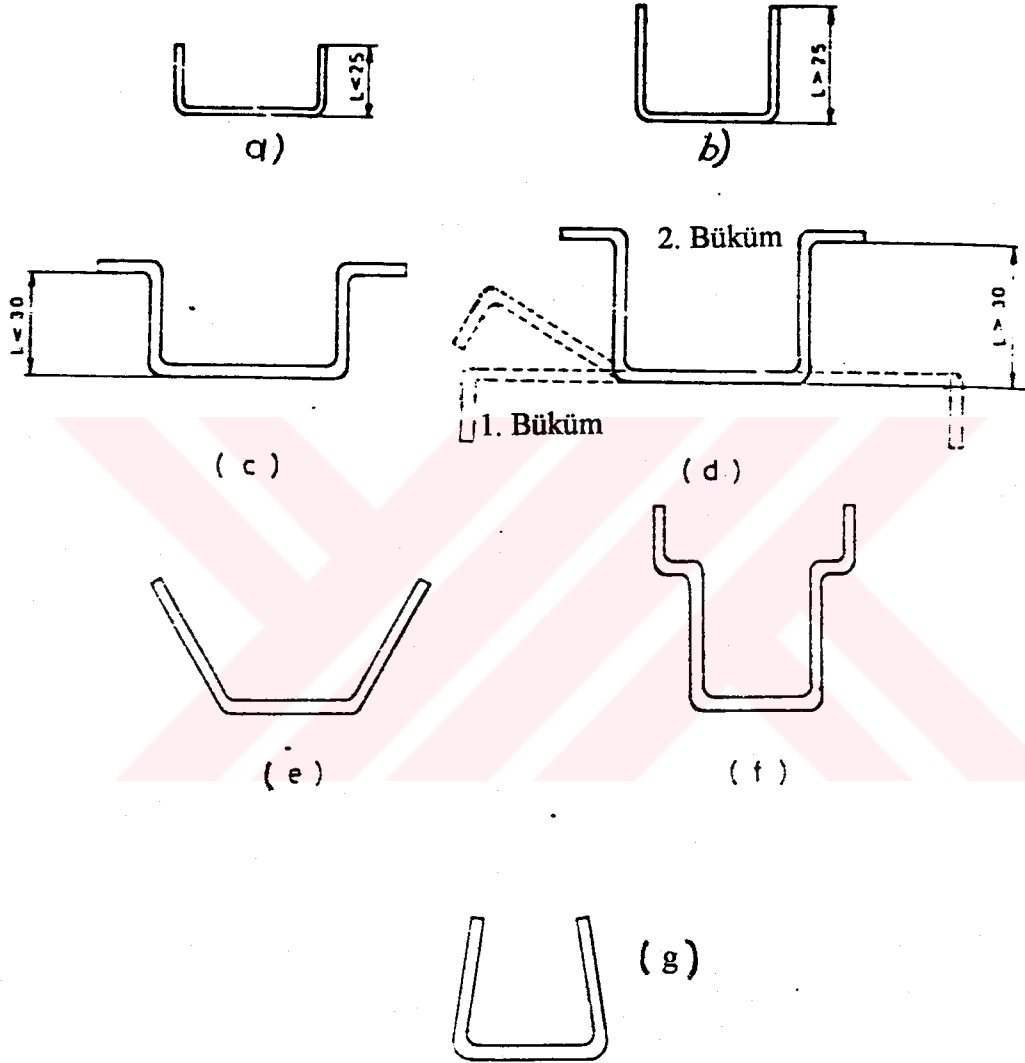
P_d = U bükme kuvveti (daN)

h = Bükme yolu (mm)

$X = \text{Düzeltilme faktörü (0.63)}$

3.3.3. U bükme çeşitleri

Şekil 3.21’da genel olarak U büküm şekilleri gösterilmiştir [1].



Şekil 3.21 U büküm şekilleri

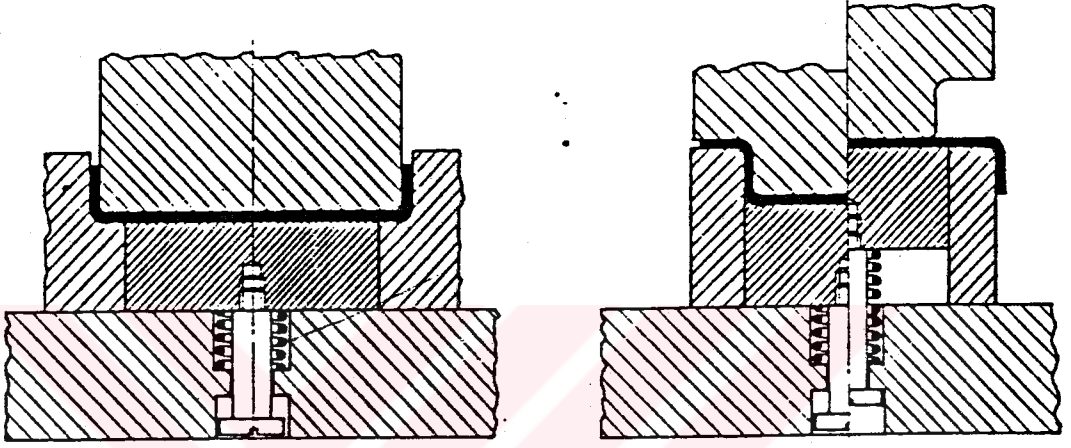
- a) Kısa Kollu Düz U Bükme $L < 25$
- b) Uzun Kollu Düz U Bükme $L > 25$
- c) Kısa Kollu Flanşlı U Bükme $L < 30$
- d) Uzun Kollu Flanşlı U Bükme $L > 30$
- e) Geniş Açılı U Bükme

f) Kademeli Flanşlı U Bükme

g) Dar Açılı U Bükme

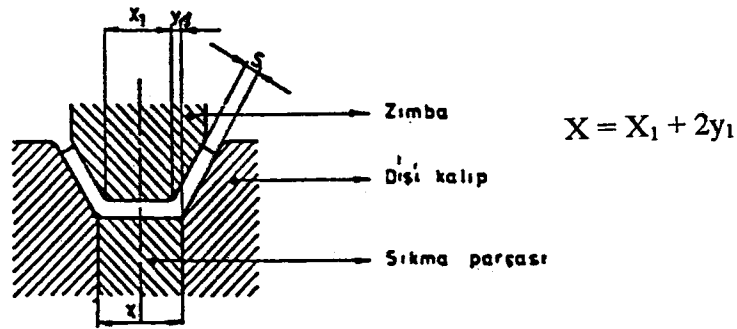
3.3.4. U bükme kalıbında dikkat edilmesi gereken noktalar

1-Uzun kollu flanşlı U bükümler iki operasyonda yapılır. Şekil 3.22' de gösterilmiştir [1]. Kısa kollu flanşlı U bükümler tek operasyonda bükülebilir.



Şekil 3.22 Uzun kollu flanşlı U bükmenin iki operasyonda yapılması

2-Geniş açılı U bükümlerde, kalıbın dişisi ve zımbası tabanları arasındaki fark sac kalınlığından daha azdır. Şekil 3.23'de tanıtılmıştır. Şekil 3.23'de tanıtılan y değeri şöyledir [1]:



Şekil 3.23 Geniş açılı U bükümlerde y_1 değeri

$$y_1 = S * \left(\frac{1}{\cos \alpha} - \tan \alpha \right) \quad (3.17)$$

α açısı büküm açısıdır. y_1 değerleri α açısına ve sac kalınlığına göre düzenlenmiştir. Tablo 3.4'de tanımlanmıştır [1].

Tablo 3.4 Geniş açılı U bükümlerde y_1 mesafesi

S mm	α $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha$	y mm	α $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha$	y mm	α $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha$	y mm	α $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha$	y mm	α $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha$	y mm	α $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha$	y mm
0,5	$\alpha = 5^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,916$	0,46	$\alpha = 10^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,840$	0,42	$\alpha = 15^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,766$	0,38	$\alpha = 20^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,700$	0,35	$\alpha = 25^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,638$	0,32	$\alpha = 30^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,576$	0,29
0,75		0,69		0,63		0,57		0,53		0,48		0,43
1,0		0,92		0,84		0,75		0,70		0,64		0,58
1,25		1,15		1,05		0,96		0,87		0,80		0,72
1,5		1,35		1,26		1,15		1,05		0,96		0,86
1,75		1,60		1,47		1,34		1,22		1,12		1,01
2,0		1,83		1,68		1,53		1,40		1,28		1,15
2,5		2,29		2,10		1,92		1,75		1,60		1,45
3,0		2,75		2,52		2,36		2,10		1,91		1,73
3,5		3,20		2,94		2,69		2,45		2,30		2,07
4,0	$\alpha = 35^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,524$	3,66	$\alpha = 40^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,467$	3,36	$\alpha = 45^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,414$	3,07	$\alpha = 50^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,364$	2,80	$\alpha = 55^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,306$	2,55	$\alpha = 60^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,268$	2,31
4,5		4,12		3,78		3,37		3,14		2,86		2,60
5,0		4,58		4,20		3,83		3,50		3,19		2,88
0,5		0,25		0,23		0,21		0,18		0,15		0,13
0,75		0,39		0,35		0,31		0,27		0,23		0,21
1,0		0,52		0,46		0,41		0,36		0,31		0,27
1,25		0,65		0,58		0,52		0,46		0,40		0,33
1,5		0,78		0,70		0,62		0,55		0,48		0,40
1,75		0,91		0,81		0,72		0,64		0,53		0,47
2,0		1,04		0,93		0,83		0,74		0,66		0,54
2,5	$\alpha = 35^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,524$	1,30	$\alpha = 40^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,467$	1,15	$\alpha = 45^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,414$	1,04	$\alpha = 50^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,364$	0,92	$\alpha = 55^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,306$	0,79	$\alpha = 60^\circ$ $\frac{1}{\cos \alpha} - \lg \alpha = 0,268$	0,67
3,0		1,56		1,40		1,24		1,08		0,94		0,80
3,5		1,82		1,63		1,46		1,30		1,11		0,93
4,0		2,00		1,76		1,66		1,43		1,21		1,07
4,5		2,34		2,10		1,86		1,66		1,35		1,21
5,0		2,62		2,33		2,07		1,82		1,53		1,34

3.3.5 U bükme kalıbında sac boşluğu

U bükme kalıbında, zımba ile dişi arasındaki boşluk en az sac kalınlığının max. tolerans değeri kadar olmalıdır. Aşağıda tanıtılmaya çalışılmıştır [1]:

$$z_{\min} = S_{\max} \quad (3.18)$$

$$z_{\max} = S_{\max} + S \times n \quad (3.19)$$

$z = U$ bükmede sac boşluğu (mm)

$S_{\max} = \text{Max. toleranstaki sac kalınlığı}$ (mm)

$n = \text{Katsayı}$

n katsayısı sac kalınlığına ve kol uzunluğuna bağlı olarak Tablo 3.5'de tanımlanmıştır [1].

Tablo 3.5 U bükümlerde sac boşluğu için n katsayısı

Kol uzunluğu L (mm)	Sac kalınlığı (mm)								
	1 kadar	1.....2	2.....3	3.....4	4.....5	5.....6	6.....7	7.....8	8.....10
---25 kadar	0,10	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05
25.....50	0,15	0,10	0,10	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
50.....100	0,18	0,15	0,15	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08
100.....200	0,20	0,18	0,18	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10

U bükme kalıplarında, kalıbın köşesine yapılan radyüsler özenle yapılmalıdır. Çünkü U bükümlerde köşelerde daha çok sürtünme meydana gelmektedir. Açılar eşit ise radyüs eşit, farklı ise küçük açı tarafı büyük yapılmalıdır [5].

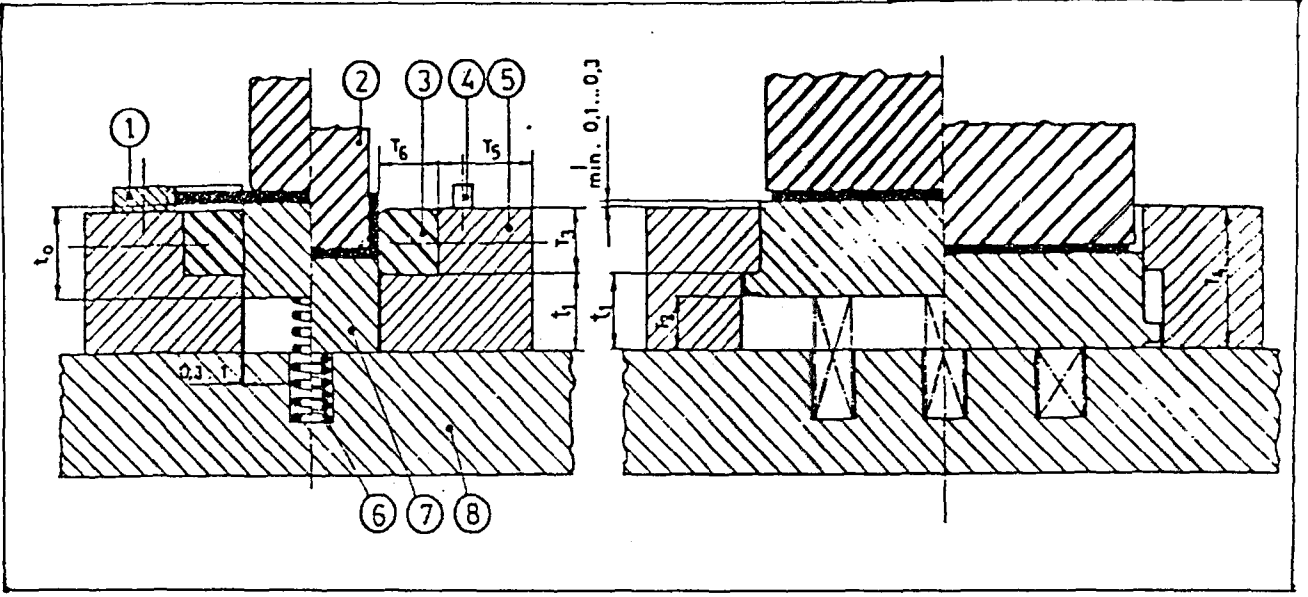
3.3.6. U bükme kalıbında karşı sıkma parçasının durumu

Genel olarak karşı sıkma parçası kademeli veya kademesiz olarak yapılır. Şekil 3.24'de kademeli, Şekil 3.25'de ise kademesiz sıkma parçalı U kalıbı gösterilmiştir [1].

Sıkma parçası ile ilgili şu noktalara dikkat etmek gerekir:

1-Pres devresi başlamadan yani kalıp açıkken, sıkma parçası dışıdan 0.1 ... 0.3 mm yukarıda olmalıdır [3].

2-Sıkma parçasının dişiye alıştırılması hassas veya kaygın geçme olmalıdır.



1- Dayama

2- Zimba

3- Büküm Çenesi

4- Dayama Pimi

5- Alt Kalıp Gövdesi

6- Çıkartıcı Yay

7- Sıkma Parçası

8- Alt Plaka

Şekil 3.24 Kademeli sıkma parçalı U kalıbı

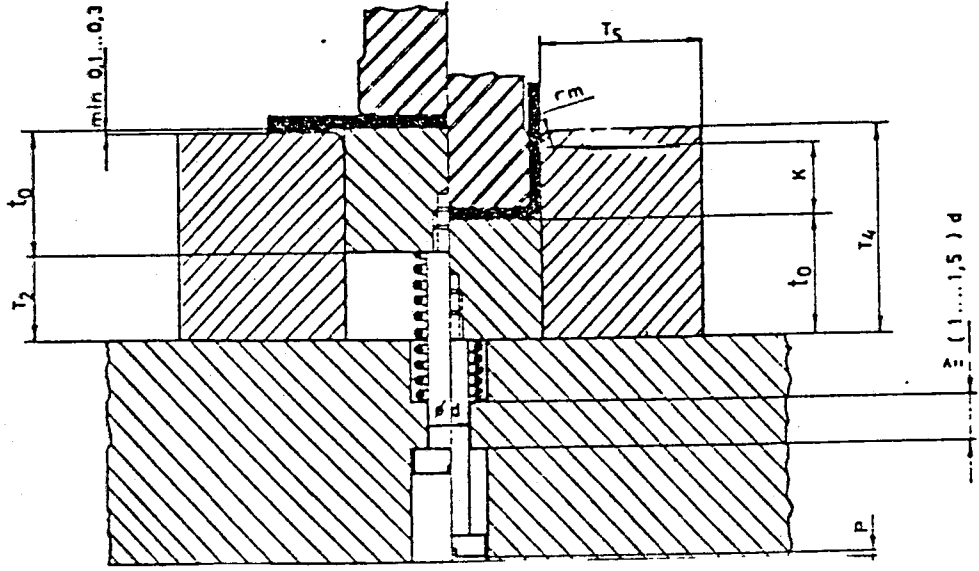
3.Çıkarma civataları ile çalışan sıkma parçalarında, çıkarma civatalarının başları yeterli kalınlıkta olmalıdır.

4.Sıkma parçası kademeli olduğu durumda, kademe mümkünse bükmenin olmadığı tarafta olmalıdır.

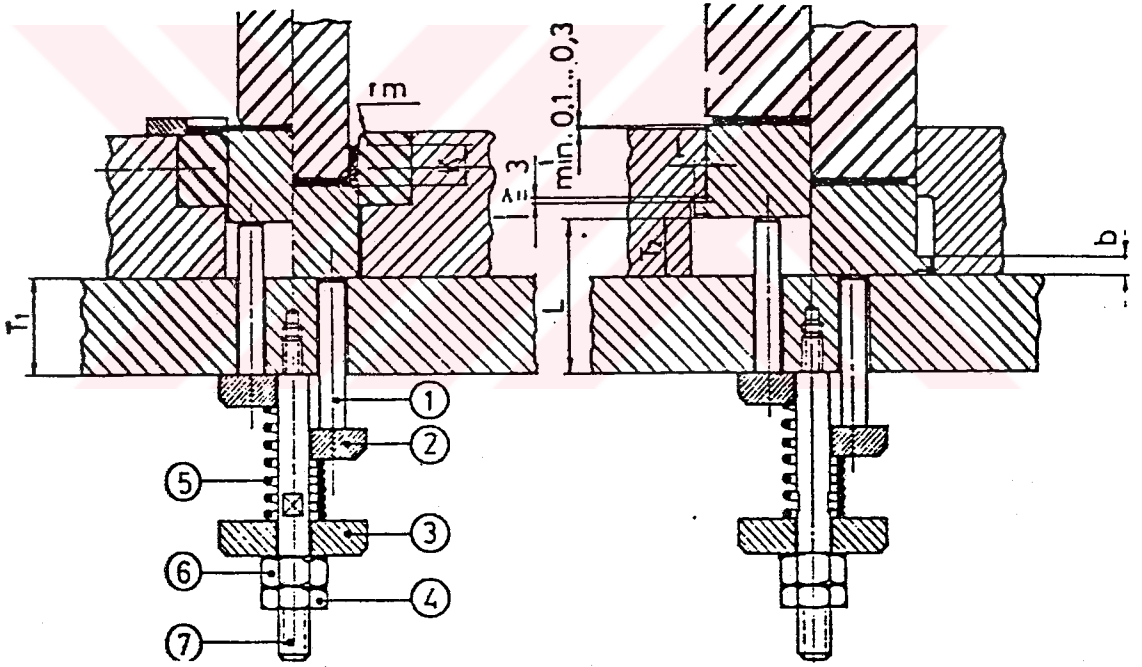
5-Sıkma parçası kalıbın dışına konulan yaylada hareket ettirilebilir. Şekil 3.26'da gösterilmiştir [1].

3.3.7. U bükme kalıbında şekillendirilmiş parçayı kalıptan ayırmak

U bükme kalıplarında parça şekillendikten sonra, dişi veya zimbada kalabilir. Parça dişiden sıkma parçası vasıtasıyla çıkarılır. Fakat zimbada çıkarmak için bir takım tedbirler almak gerekmektedir.



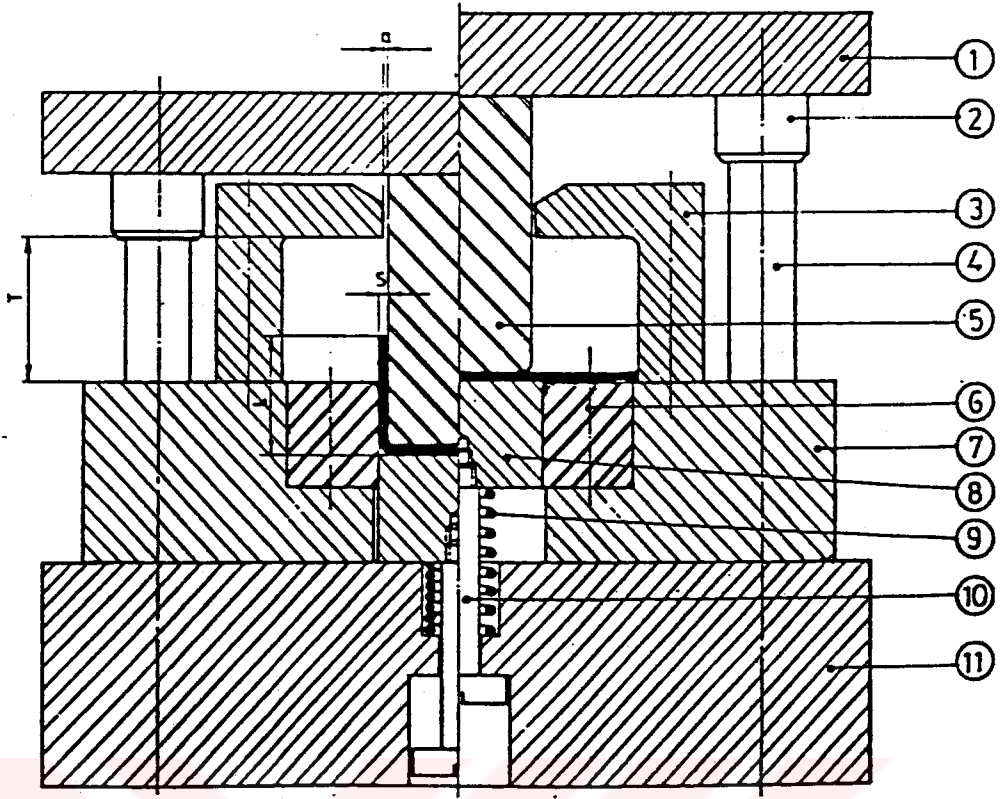
Şekil 3.25 Kademesiz sıkma parçalı U kalıbı



Şekil 3.26 Sıkma parçasının kalıbın dışına konulan yayla hareket ettirilmesi

3.3.7.1 Kanca ile ayırmak

Parçayı zimbadan ayırmak için çoğu kez kancalı sistem kullanılır. Eğer yer ve şartlar uygunsa kullanılması uygundur. Şekil 3.27'de örneklenmiştir [1].



Şekil 3.27 U kalıplarında parçayı zımbadan kanca ile ayırmak

Şekil 3.27.'den anlaşılacağı gibi T ve L uygun olmalıdır. Bu tip sistemde parça az zarar görmektedir.

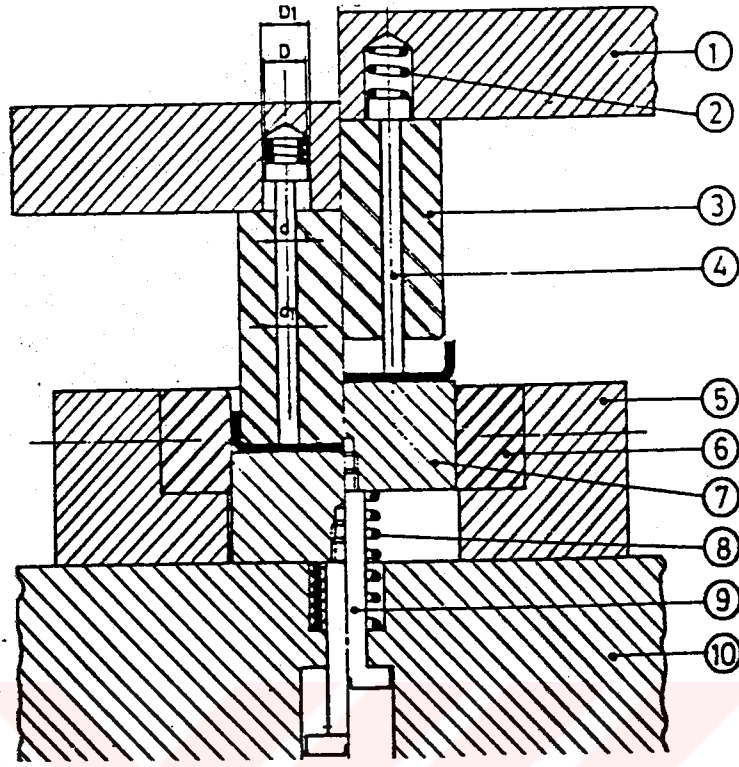
3.3.7.2 Yaylı pimlerle ayırmak

Bazı konstrüksiyon durumlarında kancalı tip ayırma sorun olabilir. Bu durumda yaylı pimlerle ayırma yapma yoluna gidilir. Şekil 3.28'de örneklenmiştir [1].

Yaylı pimler mümkün olduğunca bükme kollarına yakın yapılmalı ve radyüslerin dışında olmalıdır.

3.3.8 U bükme kalıplarında geri esneme

U bükme kalıplarında bir miktar geri esneme olmaktadır. Bu esneme miktarını belirleyip, tedbirler almak olanaklıdır.



Şekil 3.28 Yaylı pimlerle ayırılmalı U kalıbı

$$\tan \Delta\alpha = 0.75 \times \frac{L_3}{m \times S} \times \frac{\sigma_b}{E} \quad (3.21)$$

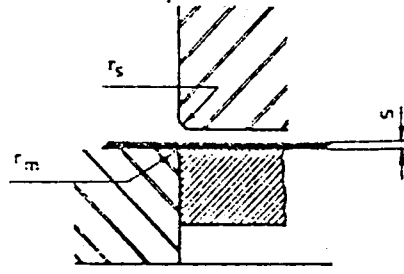
$\Delta\alpha$ = Tek taraflı esneme miktarı	($^{\circ}$)
L_3 = Kol uzunluğu	(mm)
m = U büküm katsayı	
σ_b = Çekme dayanımı	(daN/mm ²)
E = Elastikiyet modülü	(daN/mm ²)
S = Sac kalınlığı	(mm)

$$L_3 = r_m + r_s + 1.25 \times S \quad (3.22)$$

L_3 için gerekli açıklama Şekil 3.29 dadır.

$$m = 1 - K_2 \quad (3.23)$$

K_2 değeri Tablo 3.6'da tanımlanmıştır.



Şekil 3.29 Geri esnemedeki kol mesafesi için açıklama

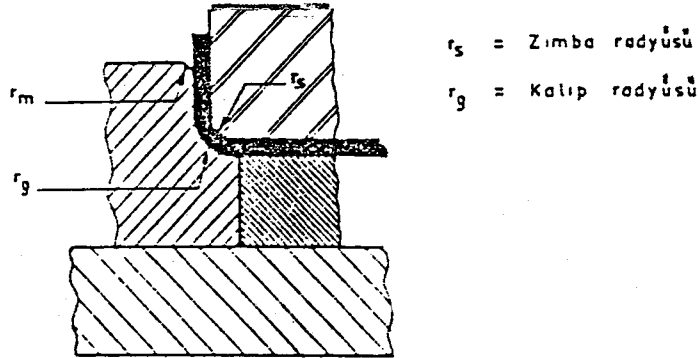
Tablo 3.6 U bükümde geri esneme m katsayısı için K_2 değerleri

$\frac{r_l}{S}$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
K_2	0,30	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,385	0,405

$\frac{r_l}{S}$	1,0	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
K_2	0,42	0,435	0,45	0,455	0,46	0,47	0,475	0,48

3.3.8.1. U bükme kalıplarında geri esnemenin giderilmesi

a) Dişi kalıp radyüsü büyütülerek geri esneme giderilebilir. Şekil 3.30'da gösterilmiştir.



Şekil 3.30 Dişi kalıp radyüsünün büyütülmesi ile geri esnemenin giderilmesi

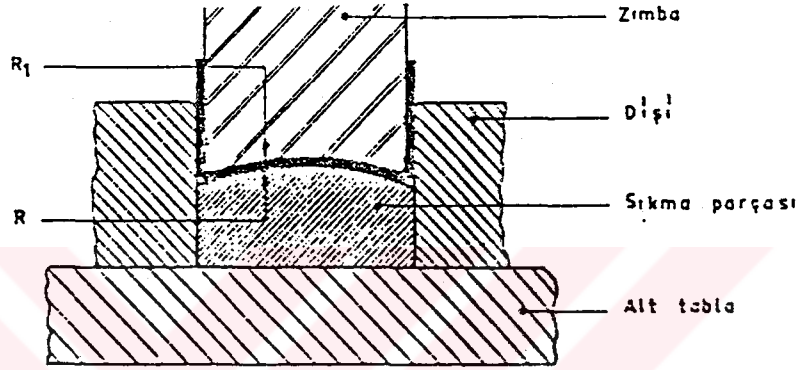
Eğer dişi radyüsü, zımba radyüsünden büyük olursa geri esneme önlenir.

$$r_g = r_s + 1.2 \times S \quad (3.24)$$

r_g : U bükümde kalıp radyüsü

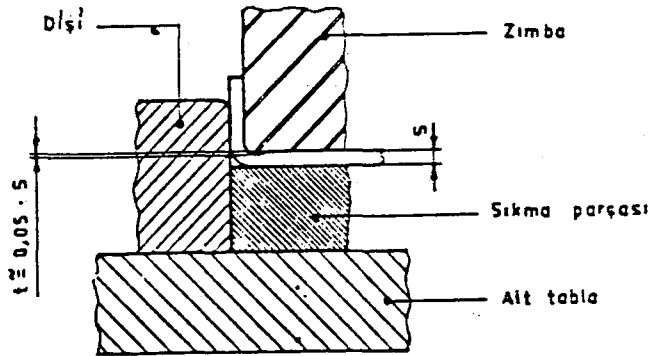
r_s : U bükümde zımba radyüsü

b) Parça tabanı radyüslü yapılırsa geri esneme önlenir. Şekil 3.31'de örneklenmiştir.



Şekil 3.31 Parça tabanının radyüslü yapılması ile geri esnemenin önlenmesi

c) Bükme köşelerine basmak suretiyle geri esneme önlenir. Bu amaçla zımbanın köşelerine az bir miktar çıkıntı yapılır. Şekil 3.32'de gösterilmiştir.



Şekil 3.32 Bükme köşelerine basmak suretiyle geri esnemenin önlenmesi

BÖLÜM 4. BİLGİSAYAR PROGRAMI

Bilgisayarda program yapmak için Visual Basic'ten yararlanılmıştır. Yapılan programda kayıt plakalı kalıp parçaları ortaya çıkmaktadır.

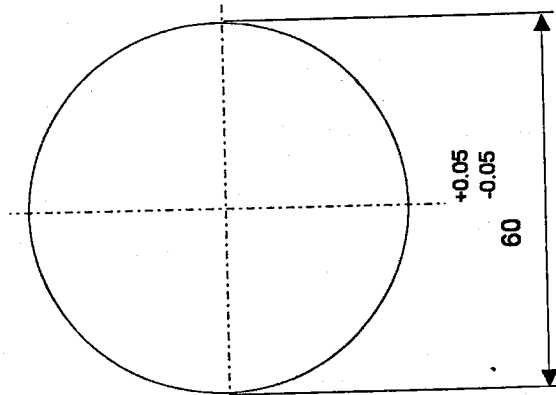
Program dört gruptan oluşmaktadır. Birinci olarak dairesel bir parça elde etmek için program yapılmıştır. İkinci olarak dörtgenel parça elde etmek için program yapılmıştır. Üçüncü grupta ise ortasına dairesel delik delinen bir parça için program, kayıt plakalı kalıp parçalarının ölçülerini vermektedir. Dördüncü olarak ise ortasına dörtgenel delik delinen bir parça için kayıt plakalı kalıp parçalarının ölçülerini ortaya çıkarmaktadır. Kalıp parça şekilleri programa çizdirilmemektedir. Daha öncede Excel'de çizilip programa aktarma yapılmıştır. Ölçüler doğrudan şekil üzerine yazılmamaktadır. Ölçüler şekil üzerinde harflerle tanıtılmıştır. Resimlerin yanında ise harfler tanıtılmıştır. Program değerleri bulunduğu zaman harflerin karşısına yazmaktadır.

4.1. Program çıktıları

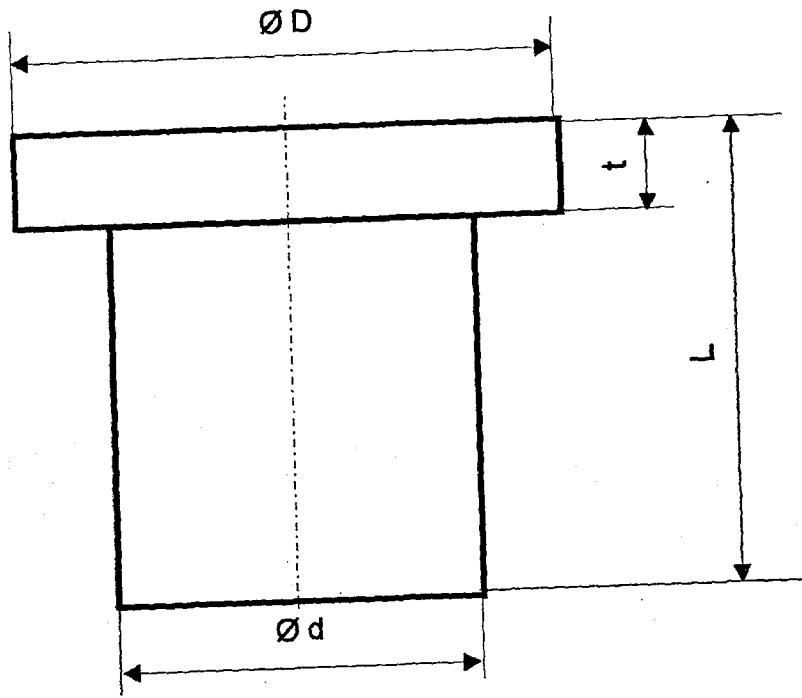
Program çıktıları için dairesel parça elde etme ve dairesel bir parçanın ortasına dörtgenel delik delinmesi için yapılan kayıt plakalı kalıp elemanlarının resimleri gösterilmiştir.

1-Dairesel delik delme

Şekil 4.1'de gösterilen şeklin elde edilmesi için kayıt plakalı kalıp parçaları Şekil 4.2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Kalıbı yapılacak parça



$$\varnothing d = 59.865$$

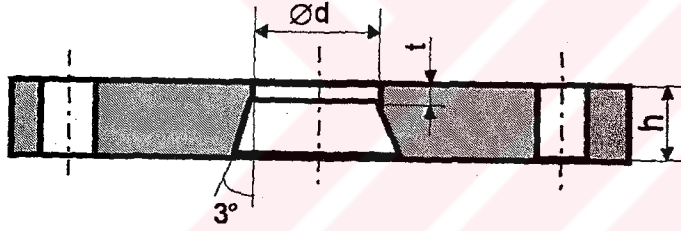
$$\varnothing D = 64$$

$$L = 64$$

$$t = 5$$

BÜTÜN ÖLÇÜLER "mm" DİR

Şekil 4.2 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın zımbası



$$\varnothing d = 59.985$$

$$t = 5$$

$$h = 18$$

$$L1 = 134$$

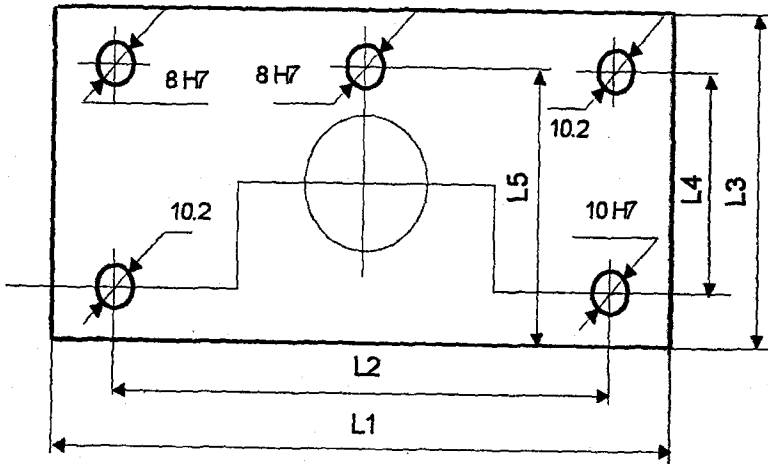
$$L2 = 99$$

$$L3 = 126$$

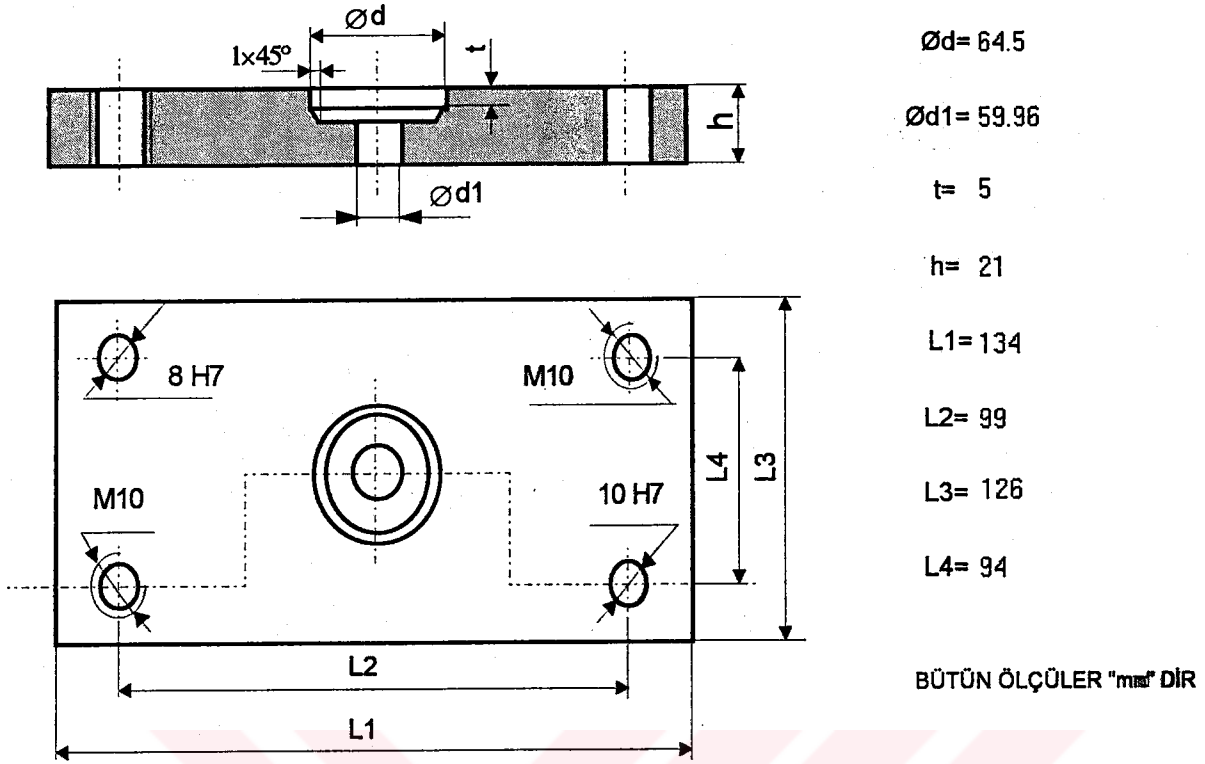
$$L4 = 94$$

$$L5 = 100$$

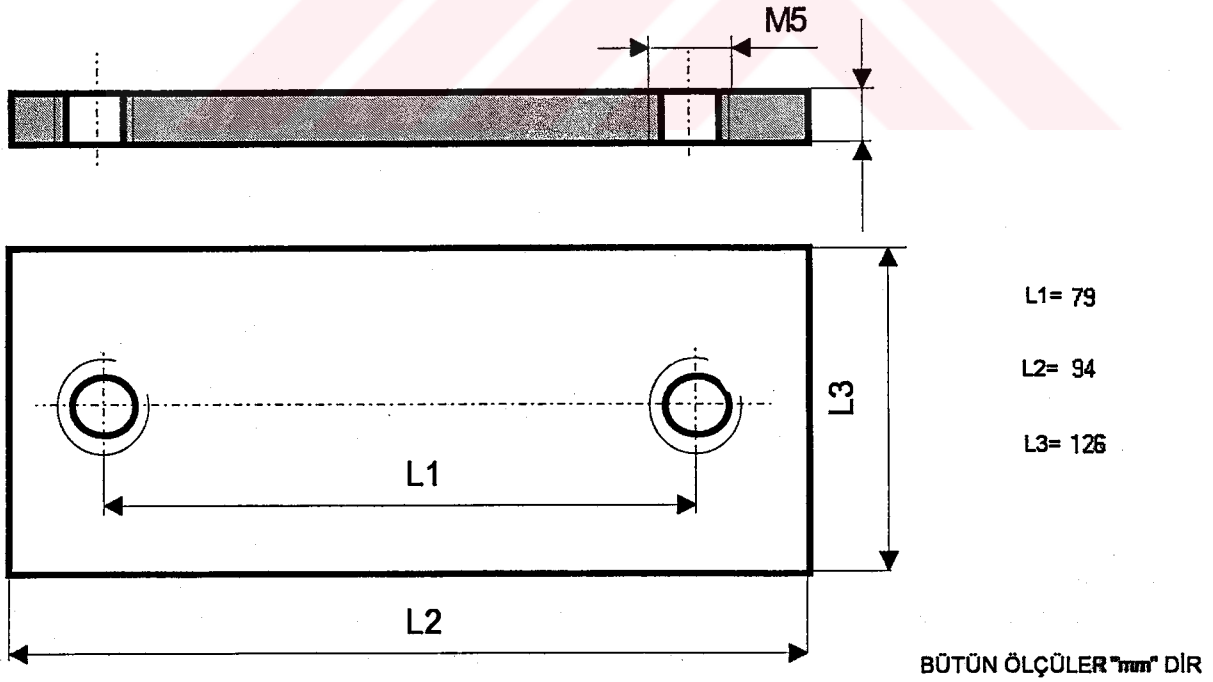
BÜTÜN ÖLÇÜLER "mm" DİR



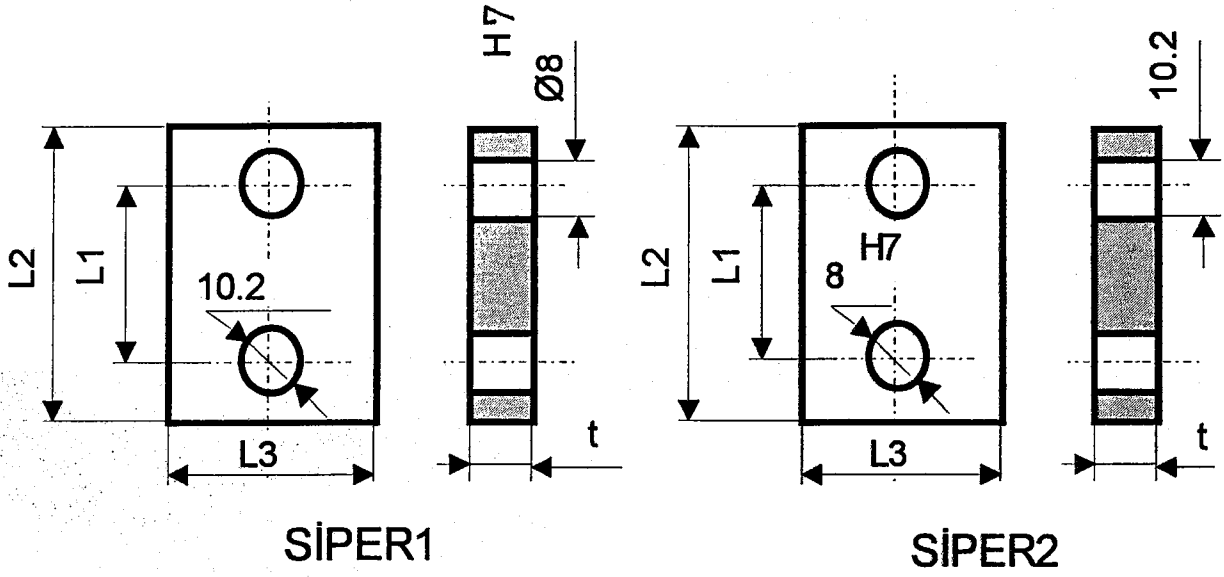
Şekil 4.3 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın dişisi



Şekil 4.4 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın zımba plakası



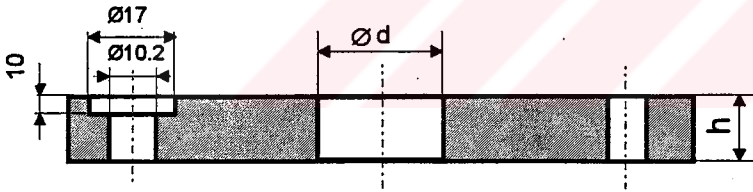
Şekil 4.5 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın zımba baskı plakası



L1= 94 L2= 126 L3= 35.00 t= 5

BÜTÜN ÖLÇÜLER "mm" DİR

Şekil 4.6 Şekil 4.1 gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın siperleri



0.001
0.025

Ød= 59.865

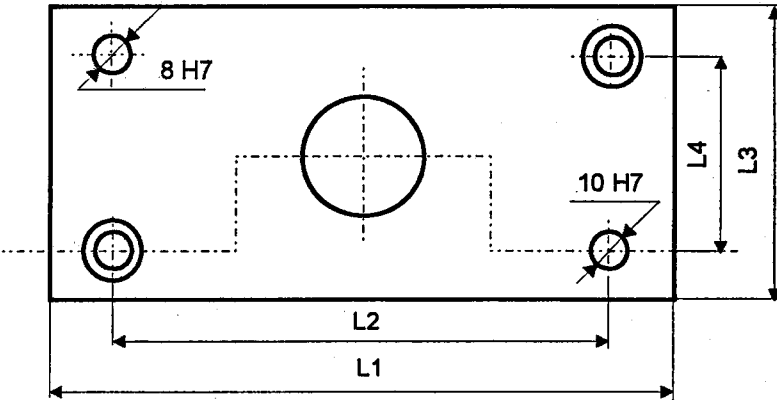
h= 18

L1= 134

L2= 99

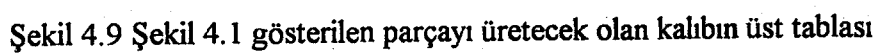
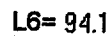
L3= 126

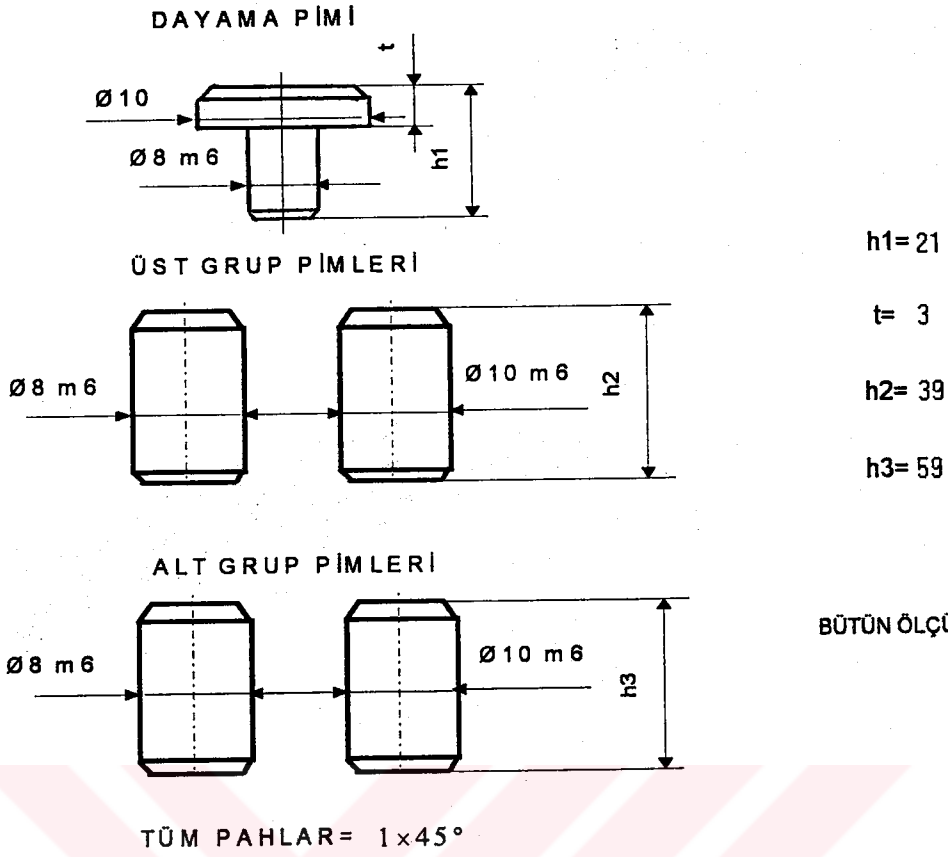
L4= 94



BÜTÜN ÖLÇÜLER "mm" DİR

Şekil 4.7 Şekil 4.1 gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın kayıt plakası

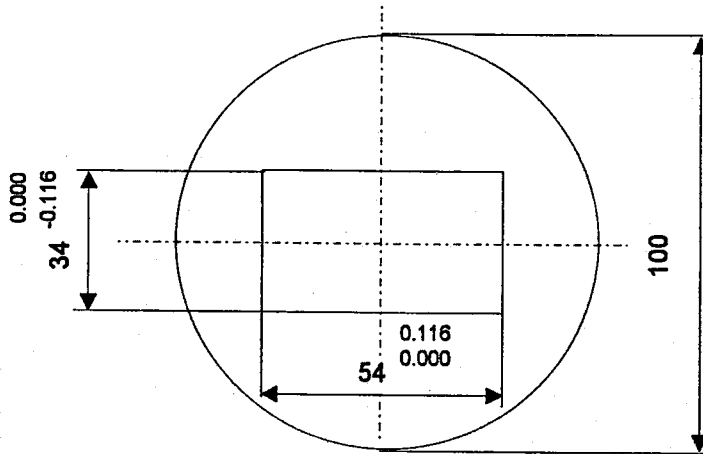




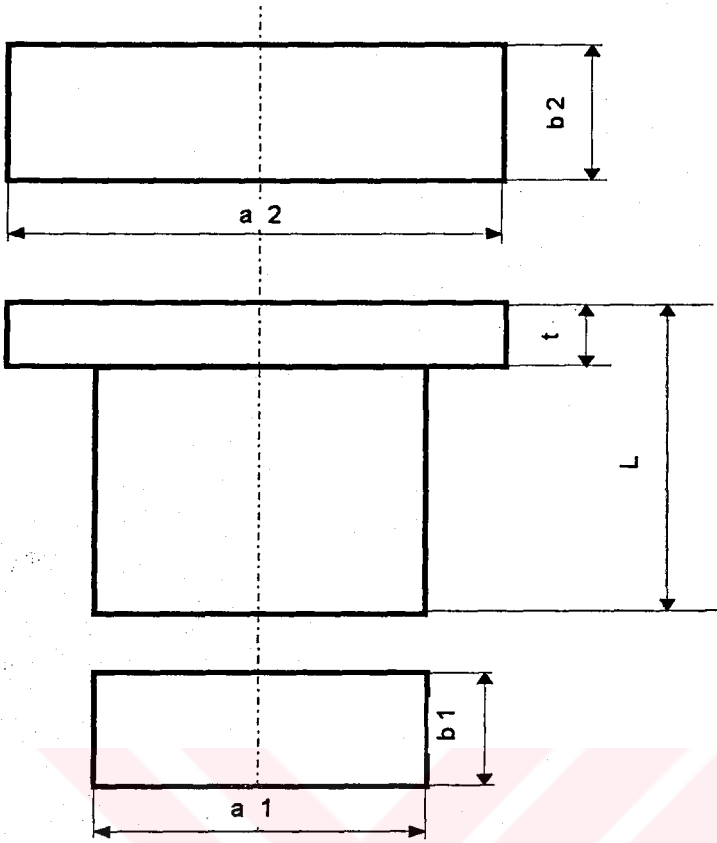
Şekil 4.10 Şekil 4.1'de gösterilen parçayı üretecek olan kalıbın pimleri

2- Dairesel bir parçanın ortasına dörtgenel delik delme

Şekil 4.11'de gösterilen parçanın ortasına dörtgenel delik delinmesi için yapılacak olan kayıt plakalı kalıp parçaları Şekil 4.12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 ve 20 de gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Ortasına dikdörtgen delik delinecek olan parça



$$a1 = 54.073$$

$$b1 = 33.957$$

$$a2 = 58$$

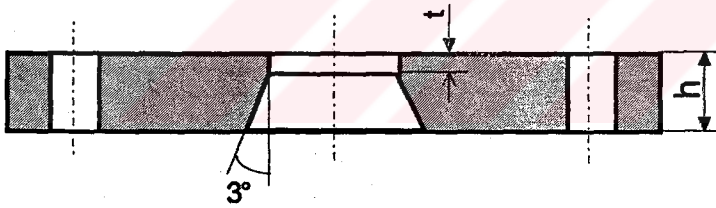
$$b2 = 38$$

$$L = 78$$

$$t = 5$$

BÜTÜN ÖLÇÜLER "mm" DİR

Şekil 4.12 Şekil 4.11 gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın zımbası



$$a3 = 54.193$$

$$b3 = 34.077$$

$$t = 5$$

$$L1 = 160$$

$$L2 = 130$$

$$L3 = 120$$

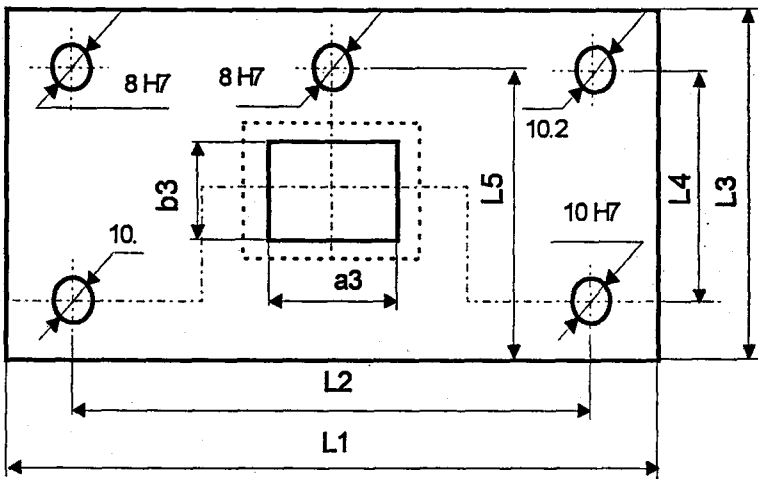
$$L4 = 98$$

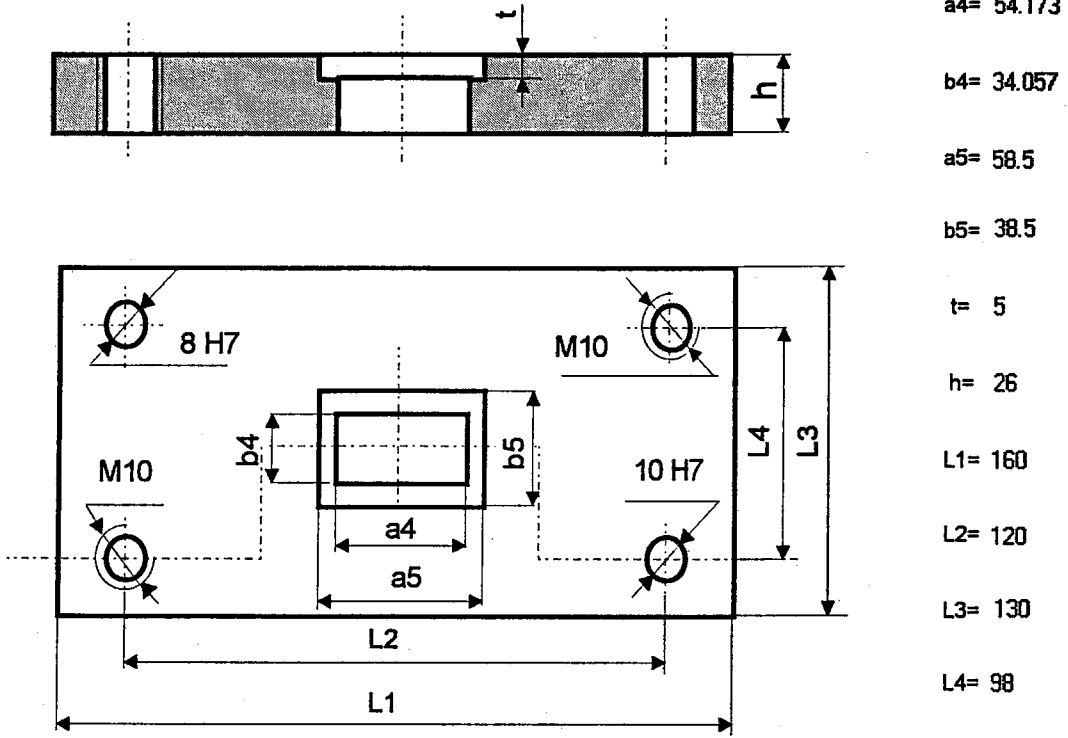
$$L5 = 110$$

$$h = 50$$

BÜTÜN ÖLÇÜLER "mm" DİR

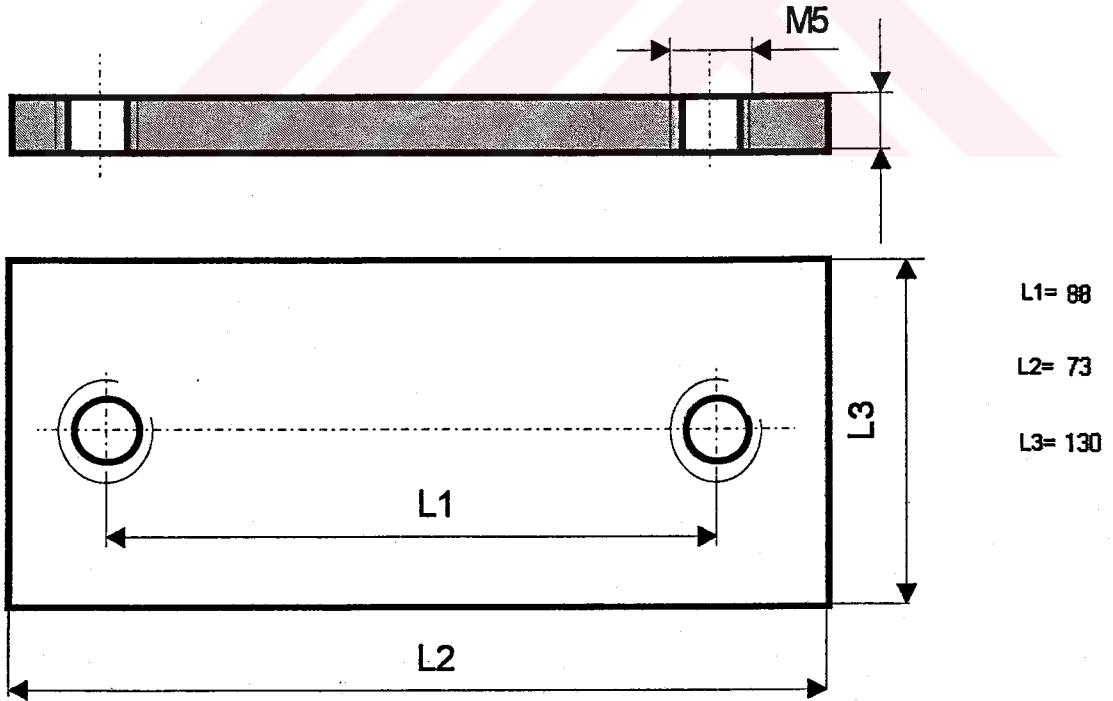
Şekil 4.13 Şekil 4.11 gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın dişisi





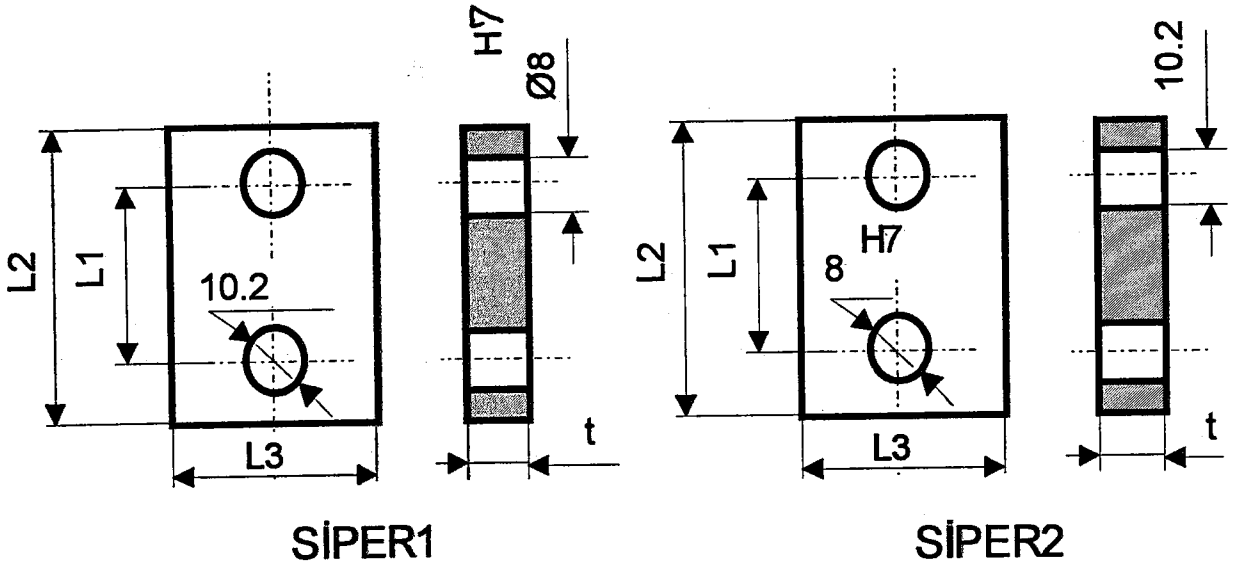
BÜTÜN ÖLÇÜLER "mm" DİR

Şekil 4.14 Şekil 4.11'de gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın zımba plakası



BÜTÜN ÖLÇÜLER "mm" DİR

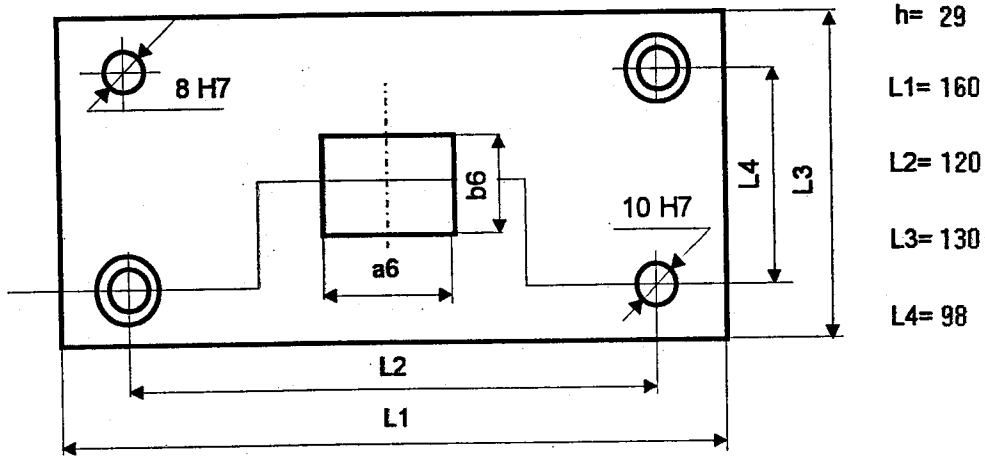
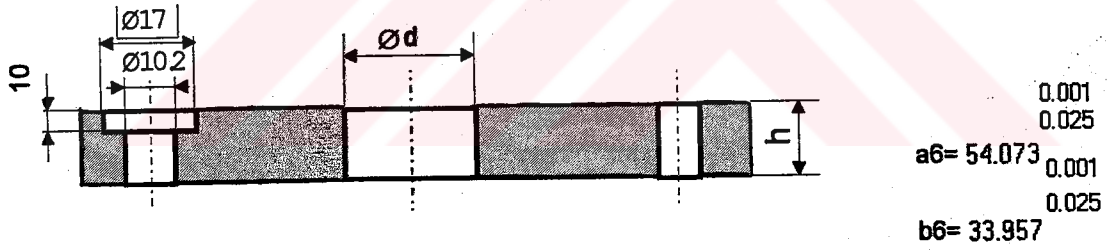
Şekil 4.15 Şekil 4.11'de gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın zımba baskı plakası



L1= 98 L2= 130 L3= 30 t= 5

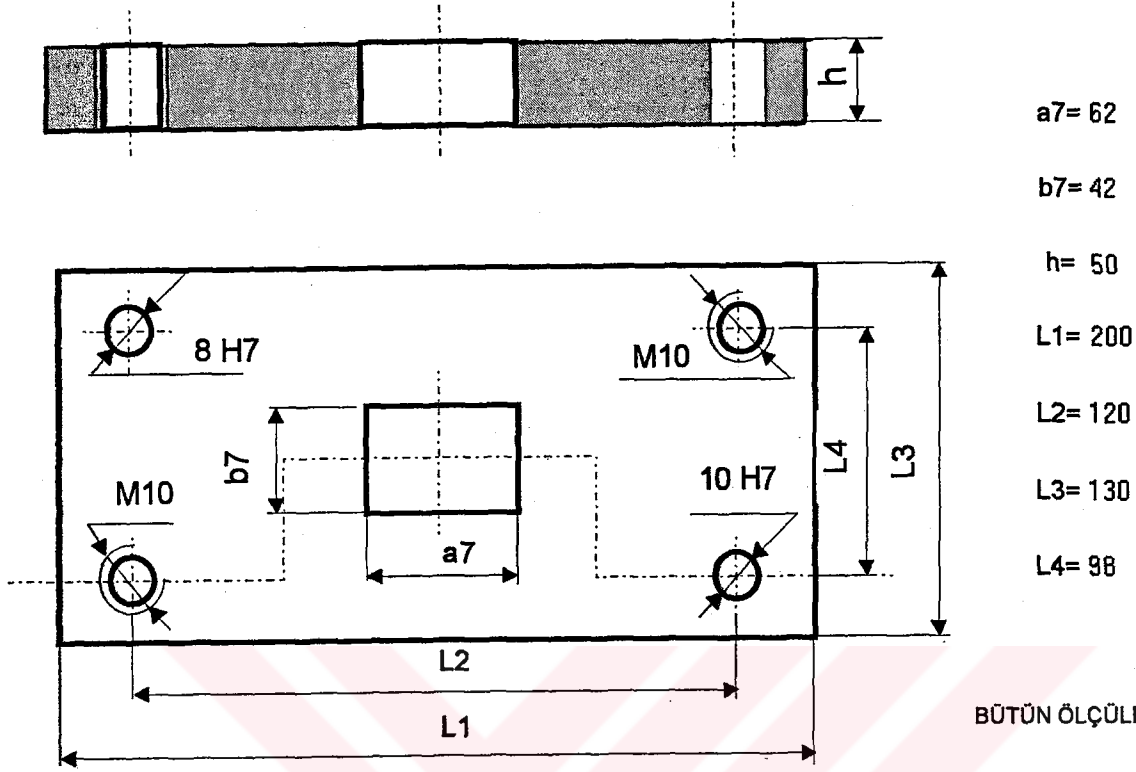
BÜTÜN ÖLÇÜLER "mm" DİR

Şekil 4.16 Şekil 4.11 gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın siperi

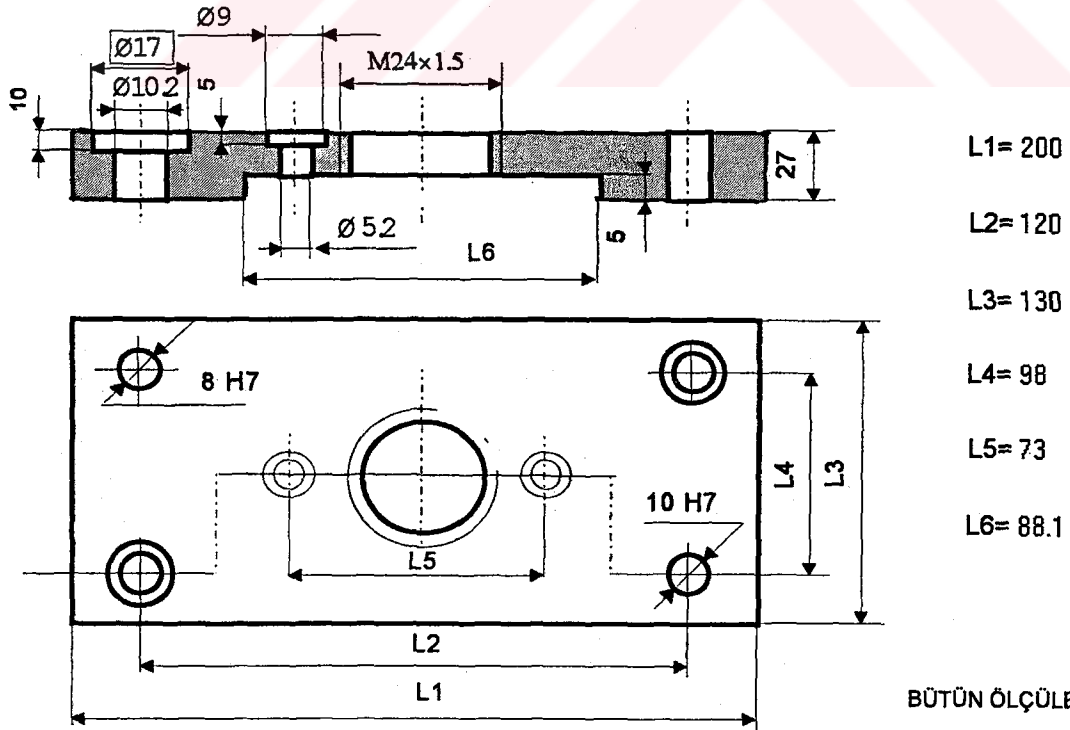


BÜTÜN ÖLÇÜLER "mm" DİR

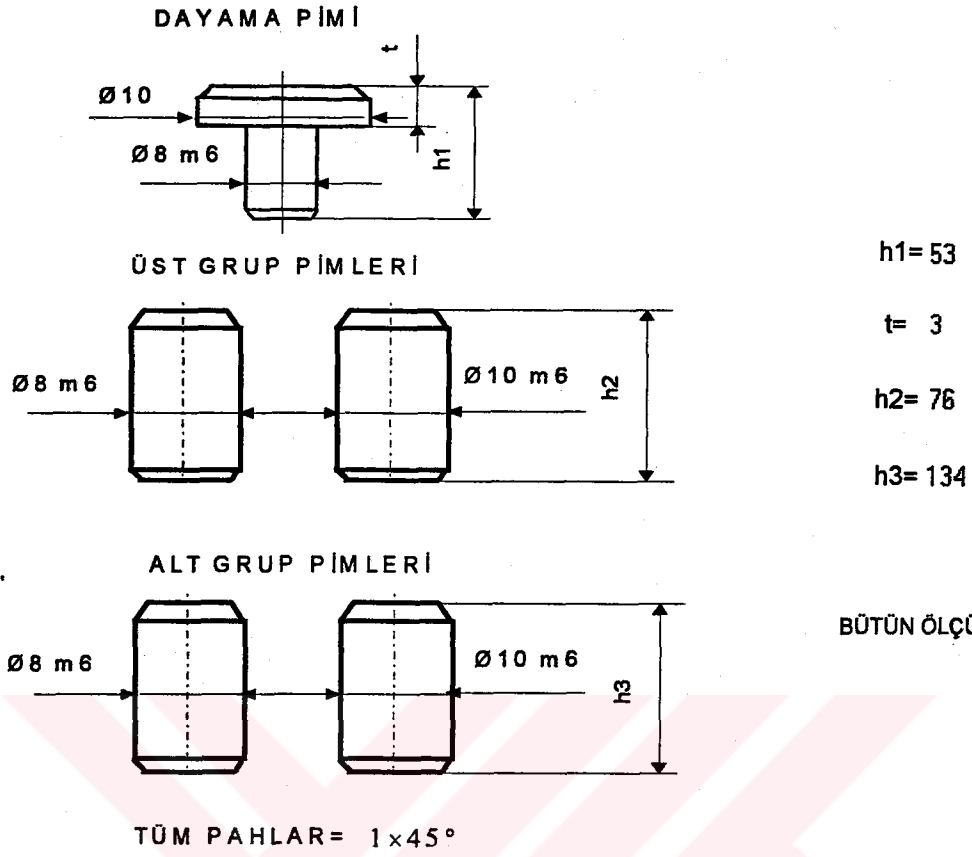
Şekil 4.17 Şekil 4.11'de gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın kayıt plakası



Şekil 4.18 Şekil 4.11 gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın alt plaka



Şekil 4.19 Şekil 4.11 gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın üst plakası



Şekil 4.20 Şekil 4.11 gösterilen parçayı üretmek için yapılan kalıbın pimleri

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Seri üretim için kullanılan, üretimde insan gücünü sınırlayan kalıplardan, sac metel kalıpcılığının kesme ve bükme kalıplarının ve kalıp parçalarının boyutlarının belirlenmesi için gerekli formül, tablo v.s tanıtılmasına çalışılmıştır. Ayrıca ek olarak kayıt plakalı kalıp yapımı için bir bilgisayar programı yapılmıştır.

Çalışmamıza kesme ve bükme kalıplarını aldık. Bu daha geliştirilebilir. Derin çekme, kenarlama, yuvarlama kalıpları konu içine alınabilir. Daha farklı kalıp tüpleri konuya ilave edilebilir. Kalıp parça boyutlarının belirlenmesi sırasında ortaya çıkan sorunlar tespit edilip çözüm önerileri geliştirilebilir.

Yukarıda anlatılanlar yapıldıktan sonra asıl geliştirilebilecek olan bilgisayar programıdır. Yaptığımız program belli bir kalıp tipi ve belli bir şekil içindir. Bu geliştirilerek üretilmesi istenilen parçanın ekrana çizilip, kalıp tipi kullanıcı tarafından seçildikten sonra kalıp parçalarının imalat resmini çıkaran bir bilgisayar programı yapılabilir. Ayrıca standartlaştırılmış olan kalıp parçaları için bir kütüphane oluşturulup kullanıcıya kolaylık sağlanabilir. Böyle bir programın endüstriye katacağı hız kalıp yapımında çok fazladır.

KAYNAKLAR

- [1] ATAŞİMŞEK, S. , Sac Kalıpları, Berk Oto Yan Sanayi, Bursa, (1977)
- [2] GÜNEŞ, A.T., Pres İşleri Tekniği Cilt I, Makina Mühendisleri Odası, Ankara, (1989)
- [3] LANGE, K., Handbook of Metal Forming, McGraw Hill, NewYork, (1985)
- [4] UZUN, İ., ERİŞKEN, Y., Sac Metal Kalıpcılığı, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, (1983)
- [5] WILSON, F. W., Die Design Handbook, McGraw Hill, NewYork, (1965)



ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Ali ÖZAYDIN 1970 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 1989 - 1993 yılları arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimini tamamladı.

1993 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Ana Bilim Dalı Konstrüksiyon Programında yüksek lisans eğitimine başladı. Eğitimi sırasında kalıpcılık üzerine çalıştı ve halen bu çalışmalarını sürdürmektedir.