

MARMARA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

METAL İŞLERİ ANABİLİM DALI

KAPALI KALİPTA DÖVME DİZAYNI

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan : Mak.Müh. Hamdi SÖZÖZ

Yöneten : Yard.Doç.Dr. İrfan YÜKLER

İSTANBUL - 1986

İ Ç İ N D E K İ L E R

OZET	1
SUMMARY	3
BÖLÜM 1	
SICAK DÖVME	
1.1. Giriş	5
1.2. Sıcak dövmenin kullanım alanları	5
1.3. Kapalı kalıpla sıcak dövmede iş akış diyağramı	10
BÖLÜM 2	
DOVME MAKİNALARI	
2.1. Giriş	11
2.2. Sıcak dövme makinaları ve çeşitleri	11
2.2.1. Kapalı kalıp sıcak dövme çekiçleri	12
2.2.2. Açık kalıp sıcak dövme çekiçleri	18
2.2.3. Mekanik sıcak dövme presleri	18
2.2.4. Hidrolik sıcak dövme presleri	19
BÖLÜM 3	
SICAK DOVME MALZEMELERİ	
3.1. En çok kullanılan dövülebilir malzemeler	24
3.2. Sıcak dövme kalıp çelikleri	27
3.2.1. Sıcak dövme kalıp çeliklerinde aranan özellikler	27
3.2.2. Sıcak iş kalıp çeliklerinin standartı	30
3.2.3. Sıcak iş çeliklerinin sertleştirme ve meneviş işlemlerinde banyo zamanları	30
BÖLÜM 4	
KAPALI KALIPLA SICAK DÖVMEDE DÖVÜLECEK PARÇANIN DİZAYNI	
4.1. Kalıp ayırma çizgisi ve dövme yönü	36
4.2. Çapak ayırma çizgisinin tayinine etki eden faktörler	40
4.3. Dövme yönündeki dik yüzeylere verilecek eğimler	42

4.4. Kaburga (Feder) ve çıkıntılar	43
4.5. Sıcak dövülecek parçada yarı çaplar - köşe ve kenar yayları	46
4.6. Parça et kalınlığı	53
4.7. Çapak boşluğu boyutları	55
4.8. Sıcak dövülecek parçanın boyutlarına göre çapak boşluk tipinin seçimi	64
4.9. Kapalı kalıpla sıcak dövmede fire hesabı ve kabul edil�n çapak boşluğu kontrolü	65

BÖLÜM 5

KAPALI KALIPLA SICAK DÖVMEDE BOYUT TOLERANSLARI

5.1. Boyut toleranslarının tanımı ve sınıflanması	68
5.2. Boyut toleranslarının örnekte gösterilmesi	84

BÖLÜM 6

KAPALI KALIPLA SICAK DÖVMEDE PREFORM (ÖN DÖVME) DİZAYNI

6.1. Giriş	85
6.2. Preform dizaynında temel kabuller	86
6.3. Preform dizaynında amprik yöntemler	88
6.4. Ust kesit alan metoduyla preform dizaynı	92
6.5. Preform dizaynında model kullanımı	95

BÖLÜM 7

KAPALI KALIPLA SICAK DÖVMEDE İLKELE PARÇA AĞIRLIĞI ve BOYUTUNUN HESAPLANMASI

7.1. İlkel parça ağırlığının tesbitine etkiyen faktörler	100
7.2. İlkel parça ağırlığı ve boyutunun hesabı	101
7.3. İlkel parça seçiminde uygulanan kıstaslar	103

BÖLÜM 8

SICAK DÖVMEDE KUVVET ve ENERJİ HESABI

8.1. Kapalı kalıpla sıcak dövmeye ait kuvvet hesabı	104
8.2. Dövmede kuvvet değişimi	107
8.3. Çapak kesme ve delik delmede kuvvet hesabı	108

BÖLÜM 9

SICAK DÖVMEDE KAPALI KALIP DİZAYNI	
9.1. Prizmatik kapalı kalıp dizaynı	109
9.2. Geçmeli silindirik kalıplar	111
9.3. Çapak kesme ve delme kalıpları dizaynı	113
9.4. Prizmatik kapalı kalıp ve geçmeli silindirik kalıp dizayn örnekleri	116
KAYNAKLAR	135
TEŞEKKÜR	137
OZGEÇMİŞ	138

TABLO

TABLONUN ADI

No.		
1	Dövme başlığı hızı ve kalıplama basıncı	16
2	Buharlı ve pnomatik dövme çekiçlerinin kapasitesi	18
3	Sıcak dövme pres ve çekiçlerinin maksimum enerji ve dövme kapasiteleri	19
4	Karbonlu çeliklerin dövme sıcaklıkları	21
5	Dövülebilir malzemelerin çekme payı miktarı	21
6	Dövülebilir malzemelerin kalıplama sıcaklığı	22
7	Dövülebilir malzemelerin değişik sıcaklıklarda kalıplama basınçları	22
8	Temperlenmiş ve meneviş verilmiş kalıpların sertliği, normal ölçüleri ve ağırlığı	23
9	Sıcak dövme kalıplarının yapımında kullanılan çelikler	24
10	Çelik türlerine göre tavsiye edilen ısıl işlemler ve sertlikleri	25
11	Sıcak iş kalıp çeliklerinin standartları	26
12	Sıcak iş çeliklerinin banyoda kalma süreleri	27
13	Sıcak iş çelikleri için ısıl işlem uygulaması	27
14	Meneviş diyağramı (Malzeme 1.2343)	28
15	Meneviş diyağramı (Malzeme 1.2365)	28
16	Meneviş diyağramı (Malzeme 1.2567)	28
17	Meneviş diyağramı (Malzeme 1.2714)	28
18	Bazı takım iş çeliklerinin değişik deney sıcaklıklarındaki çekme dayanımları	29
19	Yükselen deney sıcaklığında tokluğun değişimi	30
20	Bazı sıcak iş takım çeliklerinin önemli kullanma özellikleri	31
21	Kaburga ve çıkıntı yüksekliklerinin, genişliğine oranı	41
22	Sıcak dövme kalıplarında en küçük kenar ve köşe yarıçapları	45
23	Kaburga ve köşe kavis yarıçapı başlatıcıları	48
24	Dövülecek malzemenin cinsine bağlı olarak iç ve dış yüzey köşe kavis yarıçapları	48

25	Dövülecek parçanın ağırlığına bağlı olarak verilecek iç ve dış yüzey köşe kavis yarıçapları	49
26	Parça genişliğinin kaburga yüksekliğine (W / h) oranına göre et kalınlığı	51
27	Parça genişliği, genişliğinin kaburga yüksekliğine oranı, dövme yüzey alanı ve dövülecek malzemeye bağlı ortalama et kalınlığı bağlantısı	52
28	Dövme parçalarının temel şekilleri	57
29	Dövme parçalarının şekil grupları	58
30	Dövülmüş parçaların fire oranları	59
31	Tek taraflı talaş kaldırma toleransı	65
32	Oksitlenme payı toleransı	65
33	Uzunluk ve genişlik toleransları	66
34	Kalıp aşınma toleransları	68
35	Kalıp kapanma toleransları	71
36	Ağırlık değişme toleransları	72
37	Uyuşum toleransları	73
38	Çapak fazlalık toleransları	75
39	Düzgünlük toleransları için kullanılan şekil grupları	76
40	Doğruluk toleransları	76
41	Tek taraflı eğim açısı toleransları	79
42	Kapalı kalıpla sıcak dövmede kuvvet ve enerji hesapları için kullanılan düzeltme katsayıları	101
43	Kapalı kalıp boyut ölçüleri	
44	Geçmeli silindirik kalıba göre hamil boyutları	
45	Çapak kesme kalıp ölçüleri	
46	Delme kalıbı ölçüleri	
47	Çapak kesme kalıbına ait boşluk değerleri	

Ö Z E T

Tezde, kapalı kalıpla sıcak dövme konusu uygulamaya yönelik olarak genel hatlarıyla ele alınmış, kapalı kalıpların dizaynının yapılabilmesi hedeflenmiştir.

Önce, sıcak dövmenin kullanım alanları açıklanmış, iş akış diyagramı ile genel tanıtımı yapılmıştır.

Akabinde, dövme makinalarının çalışma prensipleri, çeşitleri, kapasiteleri belirtilmiş, hangi tür dövme parçalarına uygulandıkları açıklanmıştır.

Dövme makinalarından sonra, sıcak dövme malzemelerinin özellikleri ele alınmıştır. Şöyle ki, burada hem dövülebilir malzemeler, hem de sıcak dövme kalıp çeliklerinin özellikleri konu edilmiştir. Pratik olarak dövme kalıplarına uygulanan ısıl işlemlere, buna bağlı mukavemet özelliklerine de yer verilmiştir.

Kapalı kalıpla sıcak dövmede, dövülecek parçanın dizaynı geniş olarak incelenmiştir. Burada sıcak dövmede fire hesabı, buna bağlı olarak çapak boşluğu tipleri, uygun olanının seçiminin yapılması ve yapılan seçimin kontrolü da gözönünde tutulmuştur.

Dövme parçasına uygulanan boyut toleranslarının sınıflandırılması ve örneklerle uygulamalarına da önemli yer ayrılmıştır.

Sonra preform dizaynına geçilmiş, üç değişik yöntem kullanılarak, örneklerle açıklanmıştır. Bununla ilgili olarak parça ağırlığı ve boyutunun hesaplanması gösterilmiştir.

Daha sonra dövmede kuvvet, enerji hesabına geçilmiş, bu kuvvet ve enerjiye göre hangi kapasitedeki dövme makinasının seçileceğinin tesbiti yapılmıştır.

Son olarak dövme kalıbı, çapak kesme kalıbı, delik delme ve kalibrasyon kalıplarının boyut hesaplamaları ve konstrüktif özellikleri ele alınmış ve biri silindirik, diğeri prizmatik şekle sahip dövme parçalarının dövülebilmesi için, iki adet dövme kalıbının dizaynı örnek olarak verilmiştir.

S U M M A R Y

The subject of this thesis was "closed-die forging". The ultimate objectives were to give a general idea about the subject to the reader in an applicable form and to design the so called "closed-die".

At the beginning, the areas where hot-forging used were introduced. The related flow diagram was given with the general introduction about the subject.

Later, the working principles of the forging machines, their types and capacities were introduced and the relation between the type of the machine and the shape of desired product was given as well.

After working machines, the properties of hot-forging materials were studied. Namely, the properties of the workable materials and hot forging-die steels were dealt with. The types of heat-treatment and related strength properties were also explained.

The design of the product to be forged was studied in detail. In this part, the calculation of hot-forging loss, the types of the flash and the selection of the most suitable flash and the control of this selection were also explained in detail.

The dimensional tolerances for die forging were introduced and their classifications were explained by supplying enough examples.

In the following manner, the preform design was introduced and it was explained by applying three methods with

related examples. Related to that, the calculation of the product was also introduced.

Later on, the calculation of the hot-forging load and energy was dealt with and depending upon that load and energy, selection of the capacity of the forging machine was explained.

Finally, the dimension calculations of forging-die, flashing - die, holling and calibration - die were given and their construction properties were also supplied, and the designs of two forging - die to be used for cylindrical and prismatic products were given as being the examples.

BÖLÜM 1

SICAK DÖVME

1.1. Giriş

Dövme işlemi, darbe veya basınç altında kontrollü bir plastik deformasyon sağlanarak, metale şekil verme, tane boyutunu küçültme ve mekanik özelliklerini iyileştirme amacıyla uygulanan bir plastik şekil verme yöntemi olarak tanımlanabilir.

Dövme işlemi, insanlığın uyguladığı en eski metal şekillendirme sanatıdır. Tarihte, taş devrinden metal devrine geçiş ile dövme sanatı uygulanmaya başlanmış ve 18. yüzyılın sonlarına kadar el sanatı olarak gelişme göstermiştir. Bu tarihten sonra makinelerin insan gücünün yerini almasıyla, dövme sanatının uygulandığı atelyeler endüstrileşme yolunu tutmuşlardır. 19. yüzyılın sonları ve bilhassa 20. yüzyılda, tüm teknolojik gelişmelerde olduğu gibi, dövme endüstrisinde de çok hızlı gelişmeler olmuştur. Günümüzde alüminyumdan zirkonyuma kadar tüm metaller, basit bir civatadan türbin rotoruna veya tek parça halindeki uçak kanadına kadar çeşitli boyut ve şekillerdeki parçalar dövülebilmektedir. Dövme ürünlerini, taşıtlarda (uçak, otomobil, kamyon, tren vb.), tarım makina aletlerinde, inşaat ve yol makinalarında, füze ve roketlerde, silah endüstrisinde, türbin, motor ve çeşitli makinelerde kullanılan parçalar, özellikle emniyet açısından önem taşıyan, darbeye ve gerilmelere dayanıklı kritik parçalar oluşturmurlar.

1.2. Sıcak dövmenin kullanım alanları :

Giriş kısmında belirtildiği gibi sıcak dövmenin çok geniş uygulama alanı vardır. Sıcak dövme işlemleri en fazla kapalı kalıplar-

la dövme şeklinde uygulanmaktadır.

Sıcak dövme endüstrisi satışlarının diğer endüstri kollarına, göre dağılım oranları ve kapalı kalıpta sıcak dövme ile üretilen parça örnekleri aşağıda gösterilmektedir.

1. Sıcak dövme endüstrisi satışlarının diğer endüstri kollarına dağılım oranları

Uçak motoru ve parçaları	%15.4	}	%31.6
Uçak iskeleti	%13.2		
Yardımcı parçaları	% 3.0		
Otomotiv ve kamyon			%20.5
Madencilik			%12.2
Savaş gereçleri (Ağır toplar vb.)			% 8.4
Zirai donatım araçları			%4.2
Su tesisatları			%3.1
Demir Yolu			%2.8
Petro Kimya			%1.7
Mekanik güç ileten teçhizatlar			%1.4
İçten yanmalı motorlar			%1.1
Özel sanayi makinaları			%1.0
Tulumba, pompa, kompresör			%0.9
Buhar makinaları			%0.3
Soğutma-Havalandırma			%0.6
Motorlar ve jenaratörler			%0.5
Motosiklet, bisiklet			%0.4
Diğerleri			%8.8

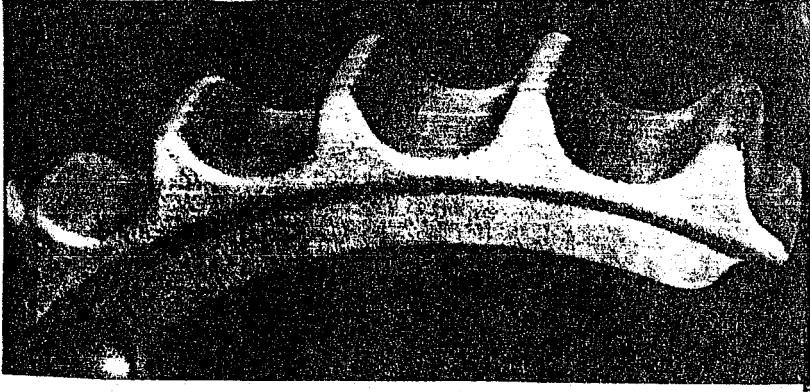
TOPLAM % 100

"A.B.D' de 1965-1969 yılları arasında dövme endüstrisi satışlarından çıkarılmıştır." (1)

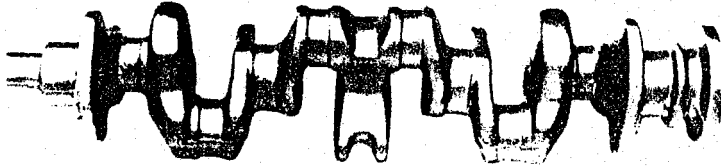
2. Kapalı kalıpta sıcak dövme ile üretilen parçalara ait örnekler (1)



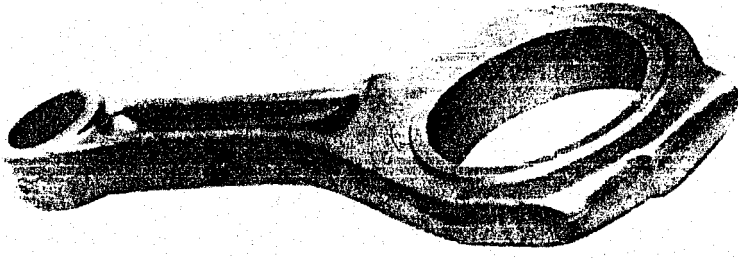
(Şekil 1.1) Ağır hareket eden traktörlerin zincir baklası
Malzeme: C1037 Ağırlığı: 20.5 kg



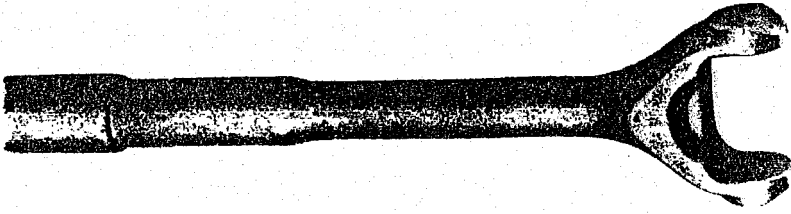
(Şekil 1.2) Ağır hareket eden büyük hacimli makinaların zincir dişlisi. Malzeme: Boronlu çelik Uzunluğu: 530mm



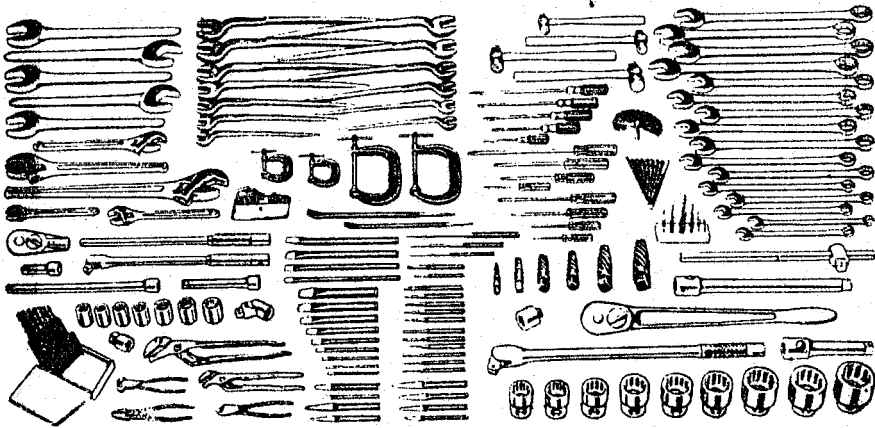
(Şekil 1.3) Krank mili
Malzeme: C 1050 Ağırlığı: 5.9 kg



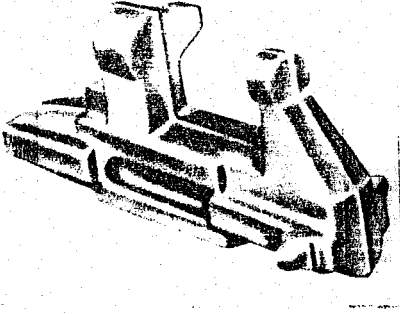
(Şekil 1.4) Biyel kolu
Malzeme:C1045 Ağırlığı:2.5 kg



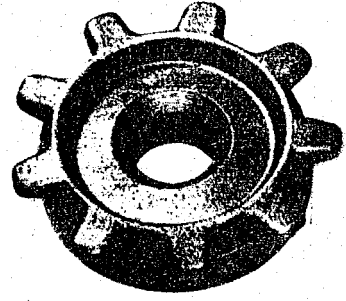
(Şekil 1.5) Şaft mili
Uzunluğu:1200 mm



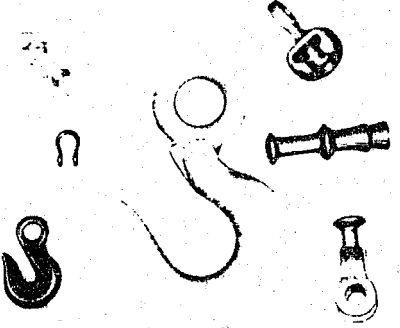
(Şekil 1.6) Çeşitli el aletleri



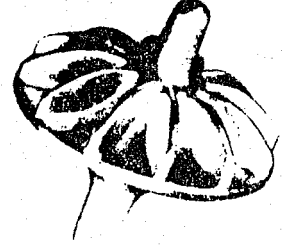
(Şekil 1.7) Top mekanizması
Ağırlığı: 13 kg



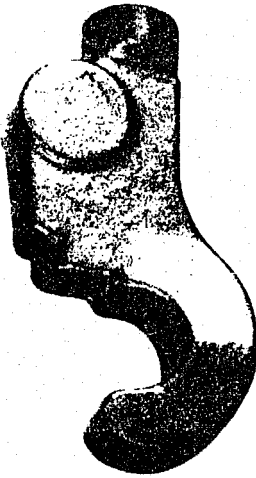
(Şekil 1.3) Yuvarlanmalı
tekerlek göbeği
Malzeme: C1025 Ağırlığı: 0.5kg



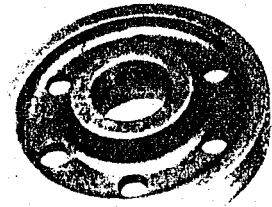
(Şekil 1.9) Yük kaldırmada
kullanılan kanca ve diğer
elemanlar



(Şekil 1.10) Su türbini parça-
sı Çapı: 250 mm Ağırlığı: 19 kg



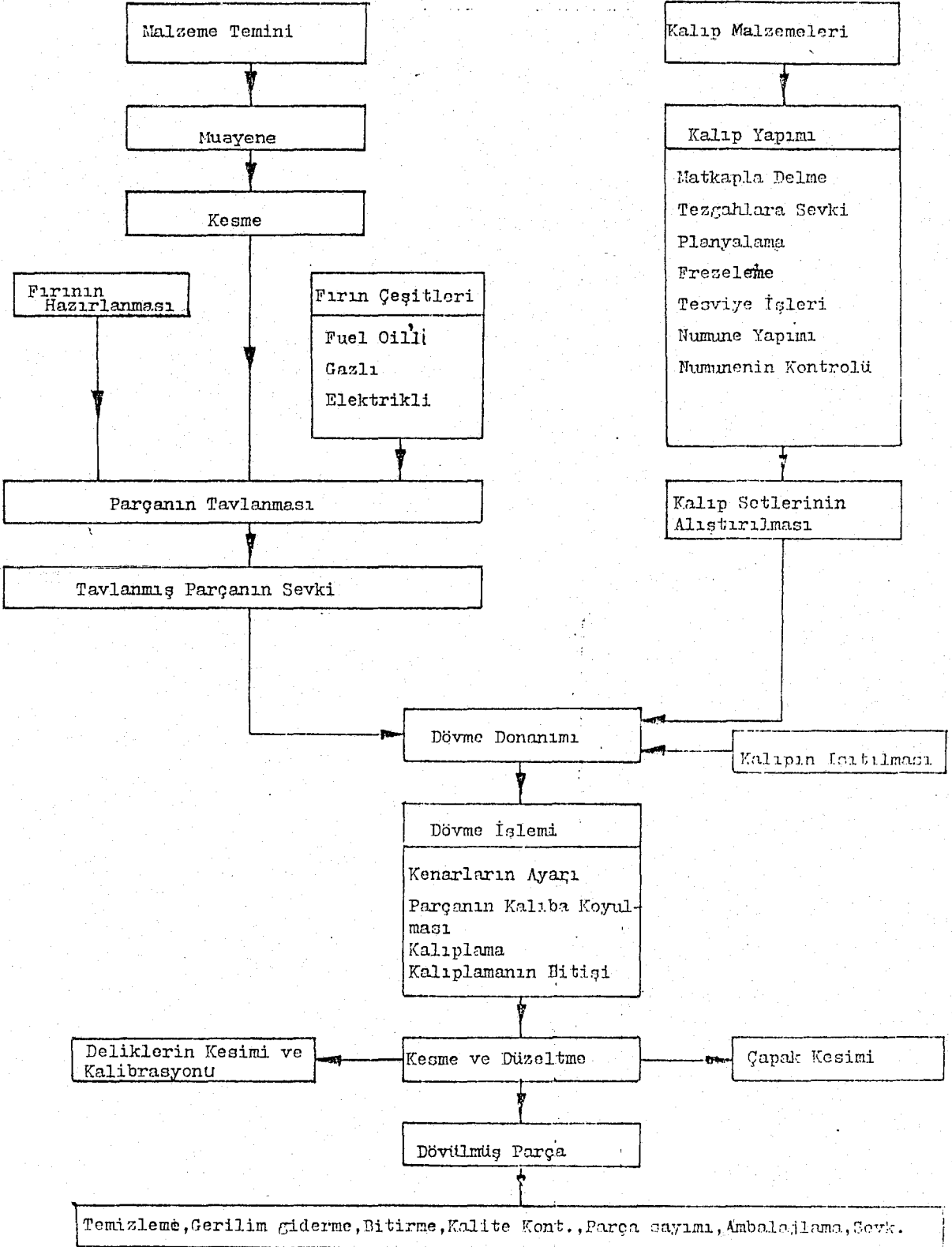
(Şekil 1.11) Erektörlerin
çekiçi parçası
C1040 Ağırlığı: 4.2 kg



(Şekil 1.12) Ağır ve devamlı
hareket ileten teçizatların
taslak dişlisi
Malzeme: A8720 Ağırlığı: 14.5kg
Çapı: 256 mm

1.3. Kapalı kalıpta sıcak dövmede iş akış diyagramı :

Kapalı kalıpta sıcak dövme işlemlerinin, başlangıçtan bitime kadar geçirdiği safhalar aşağıdaki şemada gösterilmiştir. (1)



BÖLÜM 2

DÖVME MAKİNALARI

2.1. Giriş

Dövme işlemi, değişik kriterlere göre farklı şekillerde sınıflandırılır. Kullanılan makinaları çalışma prensibine göre sınıflandırma, çekiçle ve presle dövme diye iki grupta yapılır. Çekiçle dövmede, plastik şekillendirme iş parçasının yüzeyine uygulanan darbelerle gerçekleştirilir. Preslerde ise malzemenin plastik şekil değiştirmesi statik basma kuvvetleri altında ve nisbeten daha yavaş hızlarla yapılır.

Yüksek sıcaklıklarda hem malzemenin şekil değiştirme kabiliyeti daha yüksektir, hem de metalin plastik deformasyon direncinin düşük olması nedeniyle işi gerçekleştirmek için uygulanan kuvvet daha küçük olmaktadır.

Dövme işlemi için daha yaygın sınıflandırma türü, dövme işleminde izlenen yol veya kullanılan kalıp özelliklerine göre yapılmaktadır. Açık kalıpta dövme düz kalıplar veya çok basit şekilli kalıplarla yapılır. Esas konumuz olan kapalı kalıpta dövme yönteminde, malzeme, arzu edilen parça şeklinin iz ve boşluklarına sahip kalıplar arasında dövülmektedir. Bu yöntem, karmaşık şekilli parçaların uygulanan yüksek basınç ile malzemenin kalıbın tüm ayrıntılarına dolurarak çok küçük boyut toleransları ile üretimini sağlamaktadır.

2.2. Sıcak dövme makineleri ve çeşitleri :

Sıcak dövme kalıpcılığında kullanılan dövme makineleri iki ana gruba ayrılır;

A-Sıcak dövme çekiçleri: Sıcak dövme çekiçleri, üretimi yapan

kalıplara göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırmaya göre en çok kullanılan dövme çekiçlerinin de iki ana gruba ayrılabiliriz.

a-Kapalı kalıp sıcak dövme çekiçleri.

b-Açık kalıp sıcak dövme çekiçleri.

B-Sıcak dövme presleri.

a-Mekanik sıcak dövme presleri.

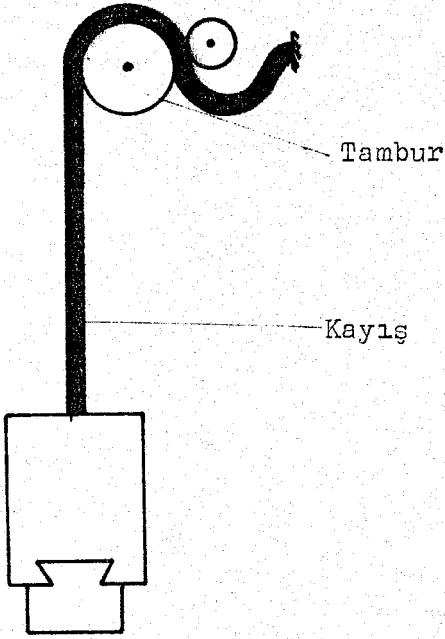
b-Hidrolik sıcak dövme presleri.

2.2.1.Kapalı kalıp sıcak dövme çekiçleri:Kapalı kalıp sıcak dövme çekiçleri genellikle düşey konumda ve ayarlanabilir yükseklikten örs üzerine düşürülen belli ağırlıktaki dövme başlıklarıyla yapılır.Kalıp üst yarımı çekiç üzerine monte edilmiştir.Kalıp alt yarımı da örs üzerine tesbit edilir.Döverek biçimlendirilecek sıcak malzeme,kalıp alt yarımı içerisine konur,dövme başlığına(çekiçe) monte edilen kalıp üst yarımı başlıkla beraber kalıp alt yarımı üzerine düşürülür.

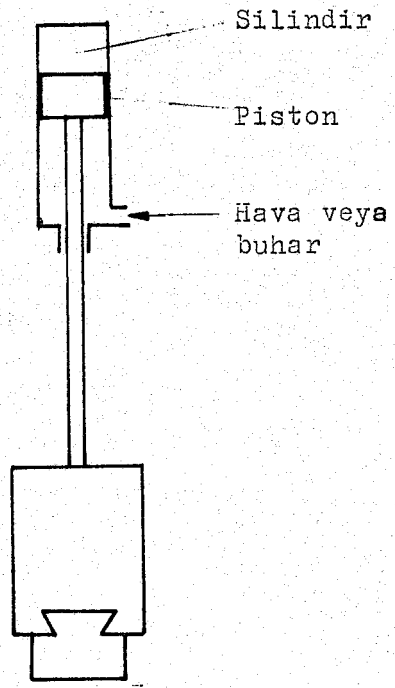
Dövme başlığının serbest olarak düşmeye bırakıldığı çekiç tiplerine,düşmeli çekiçler denir.Yerçekimi kuvvetine ilave olarak hava veya buhar basıncının uygulandığı tiplerine Havalı veya buharlı çekiç adı verilir.

Çalışma prensibine göre de sınıflandırılan çekiçlerin en basiti mekanik düşmeli çekiçlerdir.Bunlarda,hareketi sağlama mekanizmasına göre,tahtalı,zincirli,kayışlı vs. diye kendi aralarında sınıflandırılır.

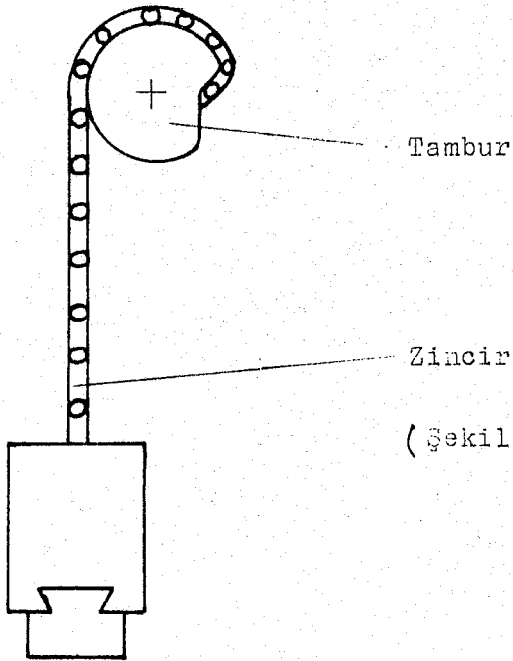
Aşağıda bunlarla ilgili şematik resimler görülmektedir.



(Şekil 2.1) Kayışlı çekiç (2)

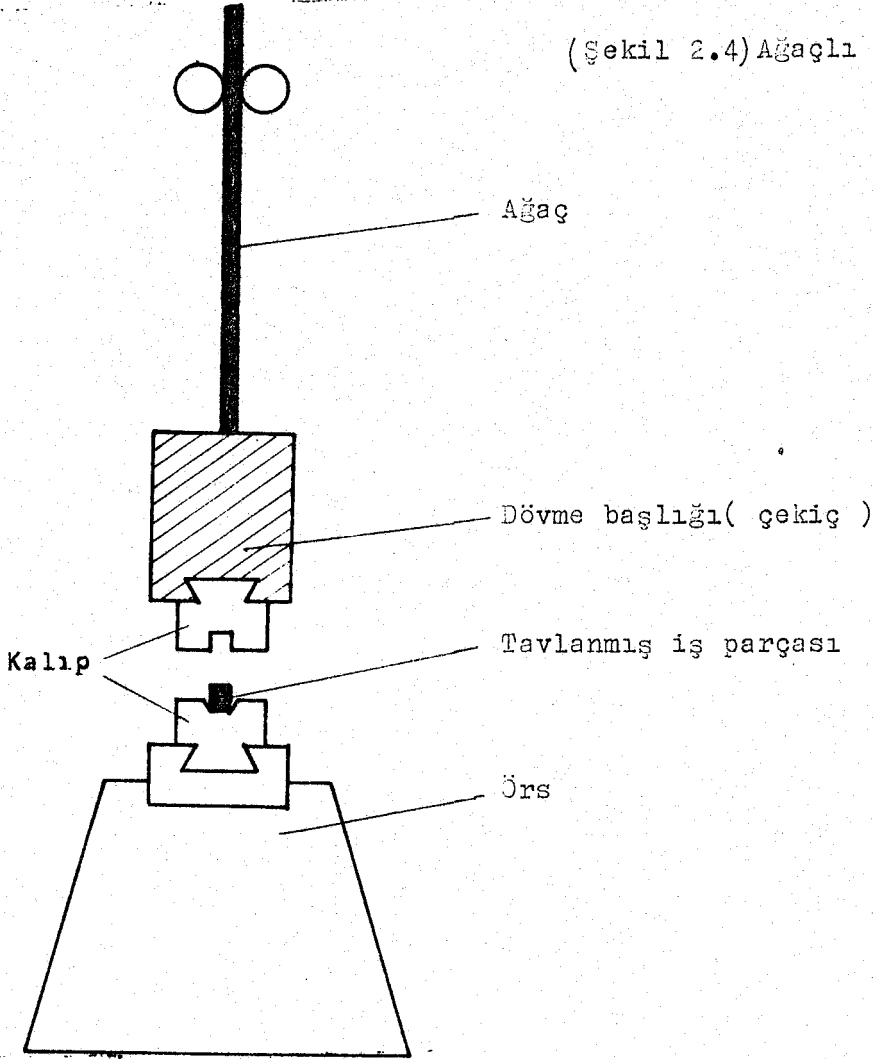


(Şekil 2.2) Havalı veya buharlı çekiç (2)



(Şekil 2.3) Zincirli çekiç (2)

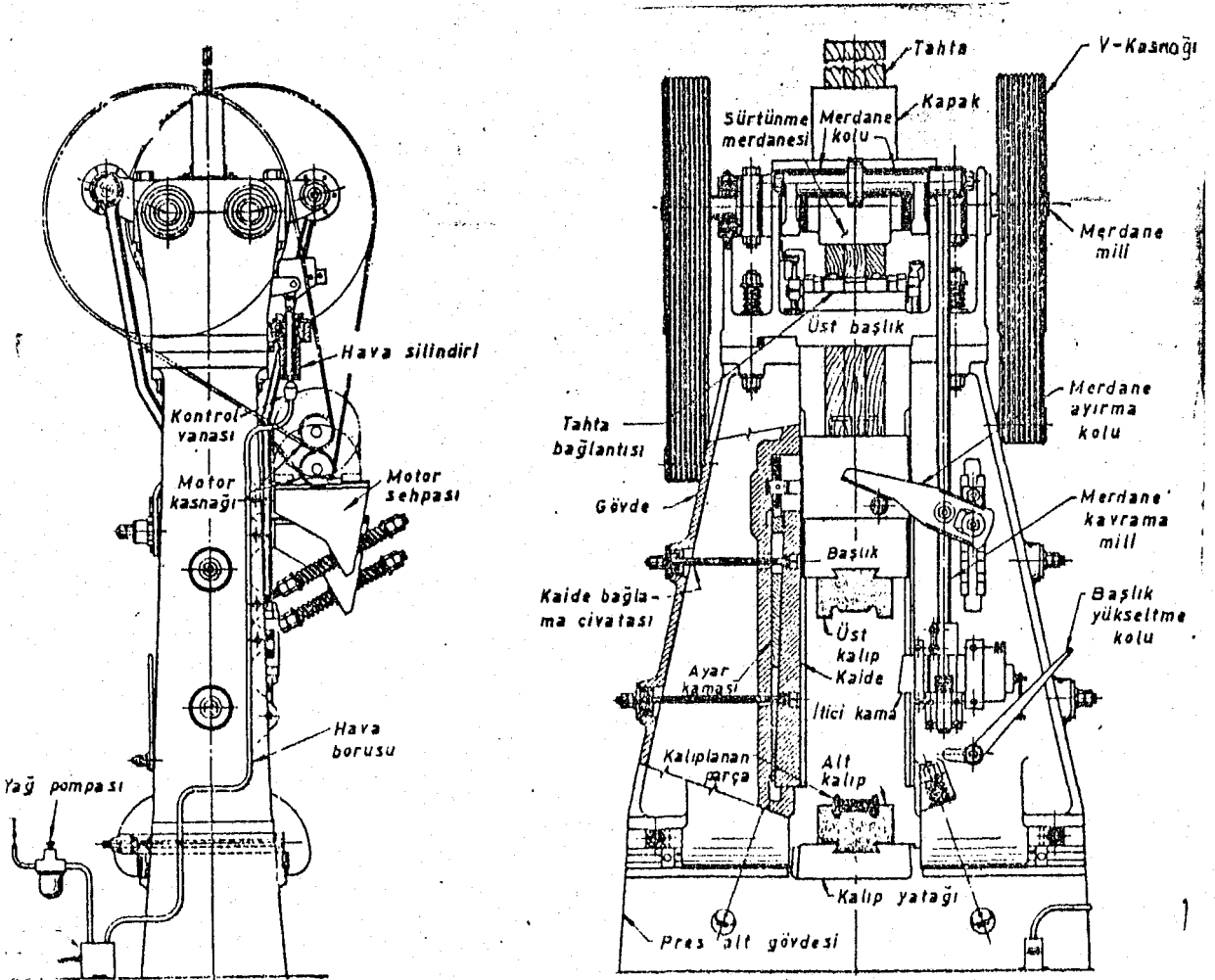
(Şekil 2.4) Ağaçlı çekiç (2)



1. Mekanik düşmeli dövme çekiçleri: Bu çekiçler yaygın olarak kalen kullanılmaktadır. Bu tip dövme çekiçleriyle ağırlığı 3-5Kg'mı geçmeyen küçük parçalar dövülmektedir. Mekanik düşmeli dövme çekiçlerinde dövme başlığı, sert tahtalara bağlanmıştır. Dövme başlığının bağlı bulunduğu tahta, iki merdane arasında düşey konumda yukarıya doğru düşme yüksekliğine kadar kaldırılır. Daha sonra, mekanik kumandalı olan merdaneler açılır. Serbest kalan tahta ve üzerinde bağlı bulunan dövme başlığı, kendi ağırlığıyla aşağıya düşer.

Dövme başlıklarının ağırlıkları 400kg'dan 5000kg'a kadar değiştirilebilir özelliktedir. En çok kullanılanlar ise, 500-2500kg'lık olanlarıdır.

Mekanik düşmeli dövme çekiclerinde, dövme başlığının düşme yüksekliği değişkendir. 200kg'lık dövme başlığının düşme yüksekliği 0,9 1.0 m ve 3500kg'lık dövme başlığının düşme yüksekliği 2m civarında - dır. (Şekil 2.5)'de mekanik düşmeli dövme çekici ve ana kısımları görülmektedir.

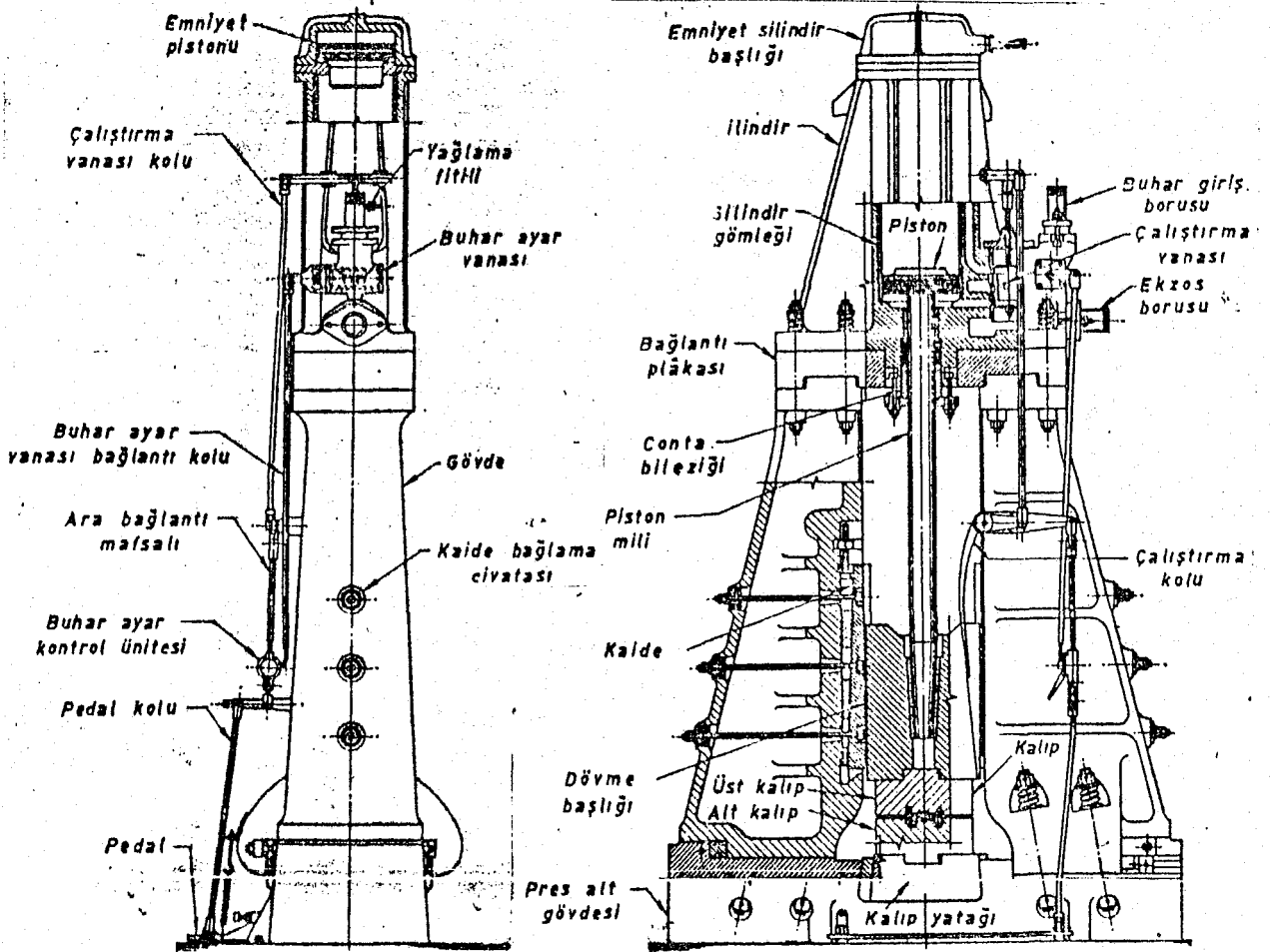


(Şekil 2.5) Mekanik düşmeli dövme çekici ve kısımları (3)

2. Tek etkili buharlı ve pnomatik dövme çekiçleri: Bugün buharlı çekiçlerin yerini pnomatik dövme çekiçleri almıştır.

Buharlı veya pnomatik dövme çekiçleri, mekanik dövme çekiçlerinden farklıdır. Bu çekiçlerin dövme başlığı, kendi ağırlığına ilaveten basınçlı havayla veya buharla aşağıya doğru itilir. Basınçlı hava veya buharla aşağıya doğru yapılan itme kuvveti, $0.06-0.08 \text{ kg/mm}^2$ basınçlı silindir-piston sistemiyle sağlanır. Mekanik düşmeli dövme çekiçlerine göre bu çekiçlerin dövme kuvveti daha fazladır.

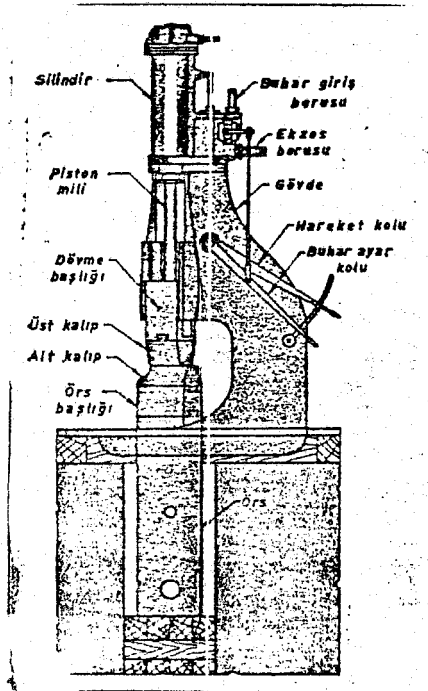
Başlık ağırlığı 250 kg ile 25000 kg arasındadır. Bu çekiçlerle 25 kg'dan bir kaç tona varan parçalar dövülebilir. (Şekil 2.6)'da tek etkili buharlı dövme çekici ve kısımları görülmektedir.



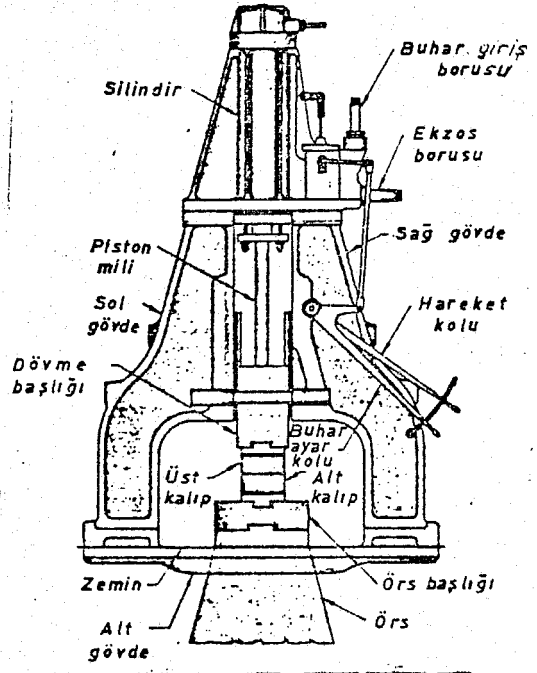
(Şekil 2.6) Tek etkili buharlı dövme çekici ve kısımları (3)

2.2.2. Açık kalıp sıcak dövme çekişleri: Genellikle ticari amaçlı küçük üretim atelyelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu dövme çekişlerinin dövme başlığı ağırlığı 15-25 kg'dan 12000 kg'a kadar değişmektedir. En çok kullanılan 500 kg civarında olanıdır.

(Şekil 2.8) de tek sütunlu "C" tipi açık dövme çekişi ve ana kısımları, (Şekil 2.9) da ise çift sütunlu açık dövme çekişi görülmektedir.



(Şekil 2.8) Tek sütunlu "C" tipi açık dövme çekişi ve kısımları (3)

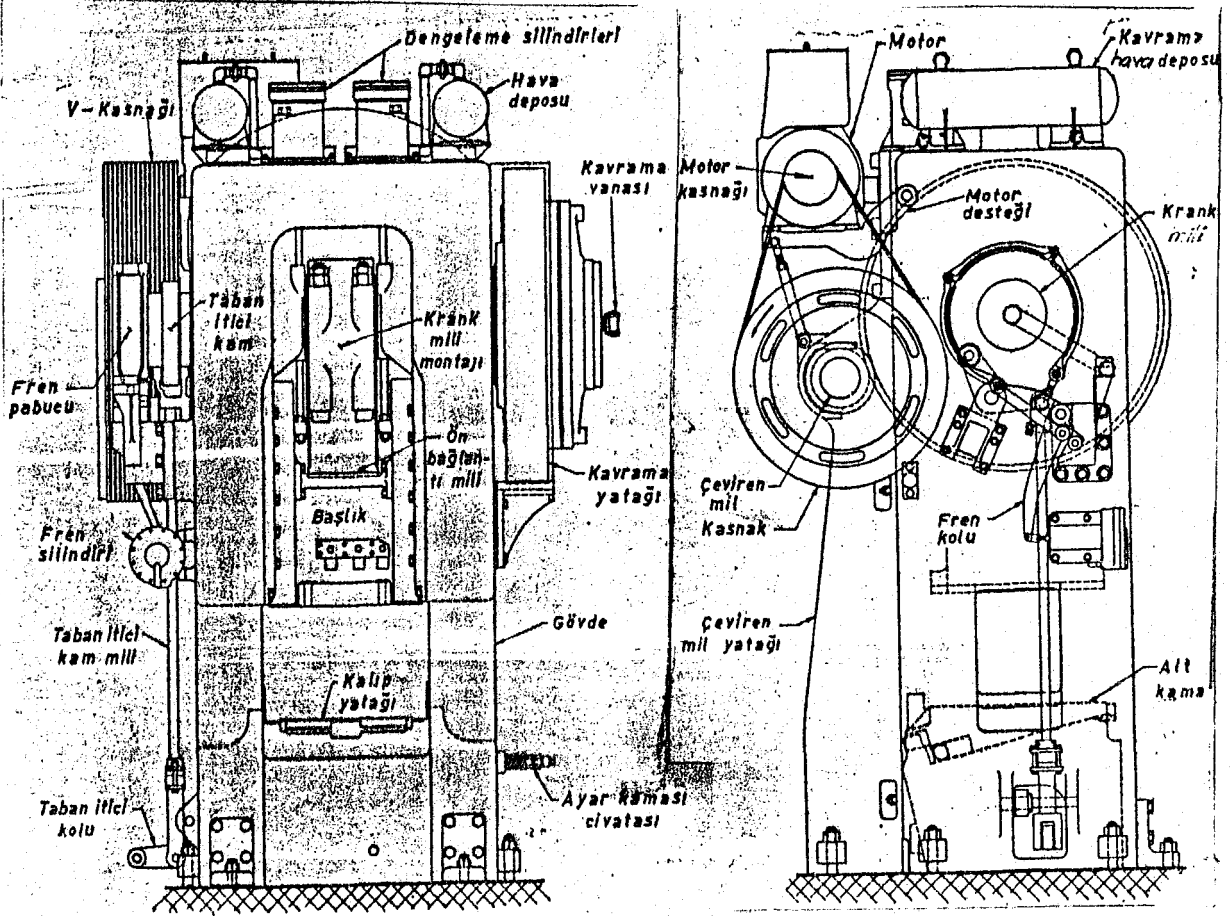


(Şekil 2.9) Çift sütunlu açık dövme çekişi (3)

2.2.3. Mekanik sıcak dövme presler: Elektrik motorundan aldığı hareketi kavrama yardımıyla krank veya eksantrik mile, oradan da biyel kolu yardımıyla dövme başlığına hareket ileten sistemli dövme presleridir.

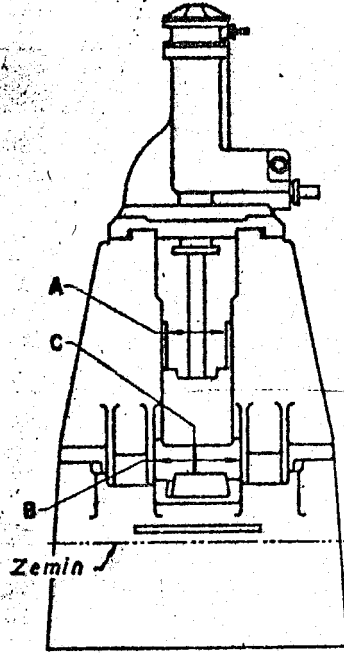
Dövme başlığına kalıp üst yarımı, pres alt tablasına da sabit kalıp alt yarımı tesbit edilir. Mekanik preslerin kurs boyu, diğer

dövme çekişlerinin kurs boyundan kısadır. Normal dövme kapasitesi 300-8000 ton arasında değişir (Şekil 2.10)'da Mekanik sıcak dövme presi ve kısımları gösterilmiştir.

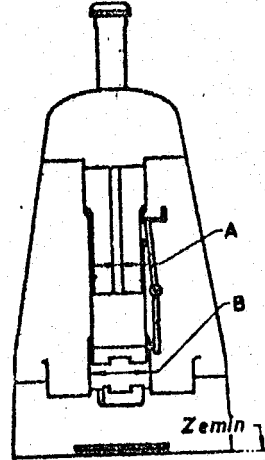


(Şekil 2.10) Mekanik sıcak dövme presi (3)

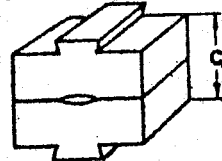
2.2.4.Hidrolik sıcak dövme presleri:Bu preslerde hareketli başlık, hidrolik silindir-piston sistemiyle çalışmaktadır.Kalıp üst yarımını dövme başlığına, kalıp alt yarımında pres tablasına bağlıdır. Bu preslerde dövme başlığı hidrolik kumandalı olduğundan, hızı ve baskı kuvveti ayarlanabilir.Hidrolik dövme preslerinin kapasitesi 300-50000 ton arasındadır.Şekil 2.11. de dört sütunlu hidrolik dövme presi görülmektedir.



(a) Buharlı dövme çekici



(b) Pnömatik dövme çekici



Dövme kalıbrı

(Şekil 2.12) Buharlı ve pnömatik dövme çekikleri (3)

Tablo.2 - Buharlı ve pnomatik dövme çekiçlerinin kapasiteleri (3)

Çekiç ağırlığı kg	Maksimum enerji kgm	Dövme baş lığı genişli- ği, mm	iki kaide arası A, mm	Örs yatağı genişliği, mm	iki sütun arası uzak- lığı B, mm	Kalıp yüksek- liği C, mm	Maksimum kurs boyu C, mm
Pnomatik dövme çekiçi							
500	533	350	425	525	530	300 — 150	925
750	812	400	459	575	560	375 — 200	1050
1000	1220	500	475	650	600	400 — 225	1050
1250	1570	525	512	675	630	400 — 225	1075
1500	1960	575	575	750	710	425 — 250	1125
2000	2690	625	625	800	770	450 — 275	1150
2500	3420	675	680	900	830	475 — 300	1175
3000	4160	750	700	900	880	525 — 325	1200
4000	5770	825	725	1000	970	550 — 350	1300
5000	7230	900	750	1100	970	575 — 375	1300
Buharlı dövme çekiçleri							
500	1540	400	400	500	530	— 225	—
750	2310	475	450	575	580	— 225	—
1000	3120	525	500	650	645	— 225	—
1250	3950	550	525	675	680	— 275	—
1500	4770	625	575	750	730	— 275	—
2000	6370	675	625	800	800	— 300	—
2500	8000	725	675	900	850	— 350	—
3000	9700	775	700	900	900	— 350	—
4000	13000	825	725	1000	950	— 400	—
5000	16300	875	750	1100	970	— 400	—
8000	26300	1050	850	1275	1080	— 450	—
17500	59000	1350	1100	1825	1370	— 550	—

Tablo.3- Sıcak dövme pres ve çekicilerinin maksimum enerji vedövme kapasiteleri (3)

Max. Enerji Kgm	Hidrolik pres ton	Dövme çekici Kg	Mekânîk pres ton	Düçme çekicileri, Kg
533	—	225	—	500
812	—	340	—	750
1220	—	455	—	1000
1540	500	500	600	1100
1570	550	565	660	1250
1960	680	680	820	1500
2310	750	750	900	1650
2690	900	900	1080	2000
3000	935	935	1120	2050
3120	1000	1000	1200	2200
3420	1125	1125	1350	2250
3630	—	—	—	—
3950	1250	1250	1500	2775
4160	1350	1350	1620	3000
4770	1500	1500	1800	3300
5770	1800	1800	2160	4000
6370	2000	2000	2400	4400
7200	2250	2250	2700	5000
9030	2500	2500	3000	—
9700	3000	3000	3600	—
12000	3700	3700	4400	—
13000	4000	4000	4800	—
16000	5000	5000	6000	—
19100	5850	5850	7000	—
19600	6000	6000	7200	—
23900	7300	7300	8700	—
30400	8300	8300	10000	—
32200	10000	10000	—	—
41500	12500	12500	—	—
50070	15000	15000	—	—
59000	17500	17500	—	—
60330	18000	18000	—	—
67036	20000	20000	—	—
75500	—	—	—	—
84500	25000	25000	—	—
95800	—	—	—	—
102200	30000	—	—	—

BÖLÜM 3.

SICAK DÖVME MALZEMELERİ

3.1. En çok kullanılan dövülebilir malzemeler :

1-Çekme dayanımı yüksek çelikler:Çekme dayanımı yüksek çeliklerin yüzde uzama miktarı,çekme dayanımı yüksek alüminyum ve titanyum alaşımlarının yüzde uzama miktarına eşit veya daha fazladır.Bu çeliklerden dövülen parçaların ortalama çekme dayanımı 126-140kg/mm² arasındadır.

2-Titanyum alaşımları:Titanyum alaşımları genellikle iki veya üç elementin birleşmesinden meydana gelir.Ancak,element sayısı sabit olmayıp bu sayı alüminyum,vanadyum,kalay,zirkonyum,krom,molibden,çelik,manganez, silisyum ve tungsten olarak artırılabilir.Bütün titanyum alaşımları 220°C ile + 530°C arasında çalışabilir.Titanyum alaşımlarından 750-900 mm çapında ve 5-7.5 ton ağırlığındaki parçalarla 900-1200 mm çapında 8-15 ton ağırlığındaki parçalar dövülebilmektedir.

3-Alüminyum alaşımları:Son yıllarda yüksek dayanımlı alüminyum alaşımları keşfedilmiş ve bunlardan yapılan parçaların çoğu hava taşımacılığında kullanılmaktadır.Bu alaşımların ortalama çekme dayanımı 56 kg/mm² ve uzama miktarı %3-%8 arasında değişmektedir.

4-Karbonlu çelikler:

- a- % 0.25'e kadar olan az karbonlu çelikler,
- b- % 0.30-0.50 arasındaki orta karbonlu çelikler,
- c- %0.50 ve daha yüksek karbonlu çelikler.

5-Aşınmaya ve ısıya dayanıklı paslanmaz çelikler

6-Bakır,pirinç ve bronz:Döverek biçimlendirilen bakır parçalar elektrik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.Pirinç ve bronz alaşımlar,orta seviyedeki çeliklerin çubu konusu olduğu yerlerde,bronz-

lar ise aşınmaya karşı dayanıklılığı bakımından yatak yapımında kullanılmaktadır.

7-Nikel ve Nikel-Bakır alaşımları:Saf nikel dövülebilir. Nikel-bakır alaşımları dayanıklı ve korozyona karşı dirençli olarak bilinen alaşımlardır.

8-Hafif alaşımlar:Yaklaşık ağırlığı,çelik ağırlığının $1/3$ 'ü ve çekme dayanımı düşük karbonlu çeliklere çok yakın olan alaşımlardır.Bu alaşımlar,sıcak dövme kalıplama işlemleriyle biçimlendirilir,

Dövülebilir malzemelerin dövme sıcaklıkları ve diğer kalıplama özellikleri (Tablo 4,5,6,7)'de verilmiştir.

Tablo.4-Karbonlu çeliklerin dövme sıcaklıkları (4)

% Karbon oranı	Maksimum dövme sıcaklığı			
	Karbonlu çelikler		Alaşımlı çelikler	
0,10 C	1290 C°	2354 F°	1260 C°	2300 F°
0,20 C	1270 "	2318 "	1250 "	2282 "
0,30 C	1260 "	2300 "	1232 "	2250 "
0,40 C	1250 "	2282 "	1232 "	2250 "
0,50 C	1232 "	2250 "	1232 "	2250 "
0,60 C	1204 "	2200 "	1232 "	2250 "
0,70 C	1190 "	2175 "	1204 "	2200 "
0,90 C	1150 "	2102 "	—	—
1,10 C	1110 "	2030 "	—	—

Tablo.5-Dövülebilir malzemelerin çekme payı miktarı (4)

Kalıplanacak malzemenin cinsi	% mm olarak çekme payı
Çelik	1,2 — 1,5
Manganlı sert çelik	— — 2,0
Alüminyum	1,5 — 2,0
Bakır	1,4 — 1,8
Pirinç	1,4 — 2,0
Elektron	1,2 — 1,5

3.2. Sıcak dövme kalıp çelikleri :

Ön ısıtma yapılmış sıcak dövme kalıp çeliklerinin kimyasal analizi ve sertleşme özelliği daha iyidir. Tablo ön ısıtma işlemi yapılmış değişik boyutlardaki kalıpların sertlikleri verilmiştir. Kalıp boyutlarına bağlı olarak sertlikleri HBn veya HRC olarak belirlenir. Genellikle çok büyük boyutlu kalıpların sertliği karbitten yapılmış küresel bilyalarla HBn ve küçük boyutlu kalıp sertliği HRC olarak ölçülür.

Tablo.8-Temperlenmiş ve meneviş verilmiş kalıpların sertliği, normal ölçüleri ve ağırlığı (5)

Sertliği		Genişliği ve yüksekliği mm x mm	Uzunluğu mm	Ağırlığı kg
HBn	HRC			
444 — 477	47 — 50	250 x 375	500	450
388 — 429	42 — 46	250 x 425	500	500
341 — 375	37 — 40	375 x 500	900	1625
302 — 331	32 — 36	375 x 700	1200	3000
269 — 293	28 — 31	—	—	—

Pek çok sıcak dövme atelyelerinde kullanılan kalıpların sertliği ölçülür. Ayrıca, kalıpların iç dokusu da incelenir. Sertliği uygun olup da iç dokusunda çatlak veya benzeri hatalar bulunmayan kalıplar işletmeye alınır.

Sıcak dövme kalıplarının yapımında kullanılan çelik ve içeri-
sindeki katık maddesi miktarı tablo 9 'da verilmiştir. Bu çelik tür-
lerinden bazıları normleştirme tavına tabi tutulur. Daha sonra ön
ısıtma ve sertleştirme sıcaklığına kadar tavlanır. Bu çelikler özel-
liklerine göre havada, yağda veya tuz banyosunda sertleştirilir.

3.2.1 Sıcak dövme kalıp çeliklerinde aranan özellikler :

1-Şekil değiştirmeden **sertleşebilmeli**,

- 2-Kalıplama süresince aşınmaya karşı dayanıklı olmalı,
- 3-Büyük darbe ve basınca karşı dayanım gösterebilmeli,
- 4-Isıdan dolayı çatlama özelliği olmamalıdır.

Tablo.9- Sıcak dövme kalıplarının yapımında kullanılan çelikler (5)

Malzemenin Cinsi AISI ve SAE	KİMYASAL ANALİZİ, %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	W	V
H 10	0,40	—	—	3,25	—	2,50	—	0,40
H 11	0,35	—	—	5,00	—	1,50	—	0,40
H 12	0,35	—	—	5,00	—	1,50	1,50	0,40
H 13	0,35	—	—	5,00	—	1,50	—	1,00
H 14	0,40	—	—	5,00	—	—	5,00	—
H 21	0,35	—	—	3,50	—	—	9,00	—
H 26	0,50	—	—	4,00	—	—	18,00	1,00
O 1	0,90	1,00	—	0,50	—	—	0,50	—
A 2	1,00	—	—	5,00	—	1,00	—	—
D 2	1,50	—	—	12,00	—	1,00	—	—
Diğer alaşımlı çelikler								
6 G	0,55	0,80	0,25	1,00	—	0,45	—	0,10
6 F2	0,55	0,75	0,25	1,00	1,00	0,30	—	0,10
6 F3	0,55	0,60	0,85	1,00	1,80	0,75	—	0,10
6 F4	0,20	0,70	0,25	—	3,00	3,35	—	—
6 F5	0,55	1,00	1,00	0,50	2,70	0,50	—	0,10
6 F6	0,50	—	1,50	1,50	—	0,20	—	—
6 F7	0,40	0,35	—	1,50	4,25	0,75	—	—
6 H1	0,55	—	—	4,00	—	0,45	—	0,85
6 H2	0,55	0,40	1,10	5,00	—	1,50	—	1,00

Sıcak dövme kalıp malzemelerinin seçiminde aşağıdaki hususlar gözönünde bulundurulmalıdır;

- 1-Kalıplanacak malzemenin biçimi, boyutları ve ağırlığı,
- 2-Dövülecek malzemenin cinsi ve özellikleri,
- 3-Üretilecek parça sayısı ve kalıplama işleminin hangi tezgah-
ta yapılacağı,
- 4-Sertleştirme işleminden önce veya sonra kalıbın işlenip iş-
lenmeyeceği,

Tablo.10- Çelik türlerine göre tavsiye edilen ısı işlemleri ve sertlikleri (5)

Malzemenin Cinsi AISI veSAE	Normalleş-tirme sıcaklığı C°	Meneviş verme			Sertleştirme				
		Sıcaklık C°	Soğutma C°/Saat.	Sertliği HBn	Ön Isıtma sıcaklığı C°	Sertleştir-me sıcak-lığı, C°	Fırında kalma sü-resi (her 25 mm için) dak.	Sertleştirme işlemi	Sertliği HRc
H 10	—	480 — 890	4	192 — 229	820	1010 — 1040	15 — 40	Havada	56 — 59
H 11	—	840 — 900	4	192 — 229	820	995 — 1020	15 — 40	Havada	53 — 55
H 12	—	840 — 900	4	192 — 229	820	995 — 1020	15 — 40	Havada	52 — 55
H 13	—	840 — 900	4	192 — 229	820	995 — 1040	15 — 40	Havada	49 — 53
H 14	—	870 — 900	4	207 — 235	820	1010 — 1065	15 — 40	Havada	55 — 56
H 21	—	870 — 900	4	207 — 235	820	1090 — 1200	20 — 40	Havada ve yağda	43 — 52
H 26	—	870 — 900	4	207 — 214	870	1180 — 1260	20 — 50	Havada, yağda ve tuz banyosunda	63 — 64
DiğER ALAŞIMLAR									
6G	—	790 — 820	4	197 — 229	—	840 — 860	—	Yağda	63
6F2	—	780 — 800	4	223 — 235	—	840 — 870	—	Yağda	63
6F3	—	760 — 775	4	235 — 248	—	900 — 930	—	Havada	63
6F4	—	700	—	262 — 285	820	1010 — 1025	—	Yağda Havada	38 — 41
6F5	—	840	—	262 — 285	—	870	—	Yağda Havada	58 — 59
6F6	—	820	—	196	650 — 700	930 — 940	—	Yağda	59
6F7	480 — 870	670	4	260 — 300	730	910	—	Havada	54 — 55
6H1	—	840	4	202 — 235	760 — 790	900 — 940	—	Havada	48 — 49
6H2	—	820 — 840	4	202 — 235	960 — 1070	980 — 1070	—	Yağda	52 — 55

5-Kalıplama sıcaklığı ve dövme toleransları.
Dövme gelişleri ve presleriyle yapılacak kalıplama işlemlerinde kullanılacak kalıplar ve ilave parçaların gelişleri, üretimdeki parçanın biçimi, boyutları ve ağırlıklarına göre seçilir. Kalıplananacak malzemenin cinsi ve parça sayısına göre kullanılan kalıp gelişleri ve özellikleri (Tablo.10)'da verilmiştir.

3.2.2. Sıcak iş kalıp çeliklerinin standartları :

Tablo.11-Sıcak iş kalıp çeliklerinin standartları (6)

Marka	Kod	Karşılık Standartları			Kimyasal bileşimi (%)									
		AISI	BS	JIS	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	Co	Ti
2323	48 CrMoV 67	6 G	—	SKT 5	0.45	—	—	1.4	0.8	—	0.3	—	—	—
2343	X 38 CrMoV 5 1	H 11	BH 11	SKD 6	0.38	1.0	—	5.3	1.1	—	0.4	—	—	—
2344	X 40 CrMoV 5 1	H 13	BH 43	SKD 61	0.40	1.0	—	5.3	1.4	—	1.0	—	—	—
2365	X 32 CrMoV 3 3	H 10	BH 10	—	0.32	—	—	3.0	2.8	—	0.5	—	—	—
2367	~X 40 CrMoV 5 3	—	—	—	0.40	—	—	5.0	3.0	—	0.6	—	—	—
2567	X 30 WCrV 5 3	H 20	—	SKD 4	0.30	—	—	2.4	—	—	0.6	4.3	—	—
2581	X 30 WCrV 9 3	H 21	BH 21A	SKD 5	0.30	—	—	2.6	—	—	0.4	8.5	—	—
2606	X 37 CrMoW 5 1	H 12	BH 12	SKD 62	0.36	1.0	—	5.3	1.5	—	0.3	1.3	—	—
2713	55 NiCrMoV 6	6 F 2	—	SKT 4	0.55	—	—	0.7	0.3	1.7	0.1	—	—	—
2714	55 NiCrMoV 7	6 F 3	—	—	0.55	—	—	1.1	0.5	1.7	0.1	—	—	—
2779	X 6 NiCrTi 26 15	—	—	—	0.03	0.6	1.5	15.0	1.3	25.8	0.3	—	—	2.0
2888	X 20 CoCrWMo 10 9	—	—	—	0.20	—	—	8.5	2.2	—	—	6.8	9.5	—
2889	X 45 CoCrMoV 5 5 3	—	—	—	0.45	—	—	4.5	3.0	—	2.0	—	4.5	—

NOT:En çok kullanılan,genel maksatlı sıcak iş çelikleri gri , renkle gösterilmektedir.(2343,2365,2567,2714)

3.2.3. Sıcak iş çeliklerinin sertleştirme ve meneviş işlemlerinde banyoda durma zamanları :

Sıcak iş çelikleri genellikle tuz banyolarında 1000 °C nin üstünde sertleştirilirler.

Sertleştirmede en önemli husus sertleştirme banyosunda bırakılacak zamandır.

Bunun için aşağıdaki formüller kullanılır;

$$\text{Durma zamanı} = 10 + \frac{\text{kalıp kalınlığı(mm)}}{2} \quad (\text{dakika})$$

Sıcak iş çeliklerinin menevişlerinde genellikle 2 defa, özel kalıplarda ve özel alaşımlarda 3 defa yapılabilirler.

Buna göre;

1-Meneviş-Meneviş diyagramındaki sertlik yükselim derecesinde

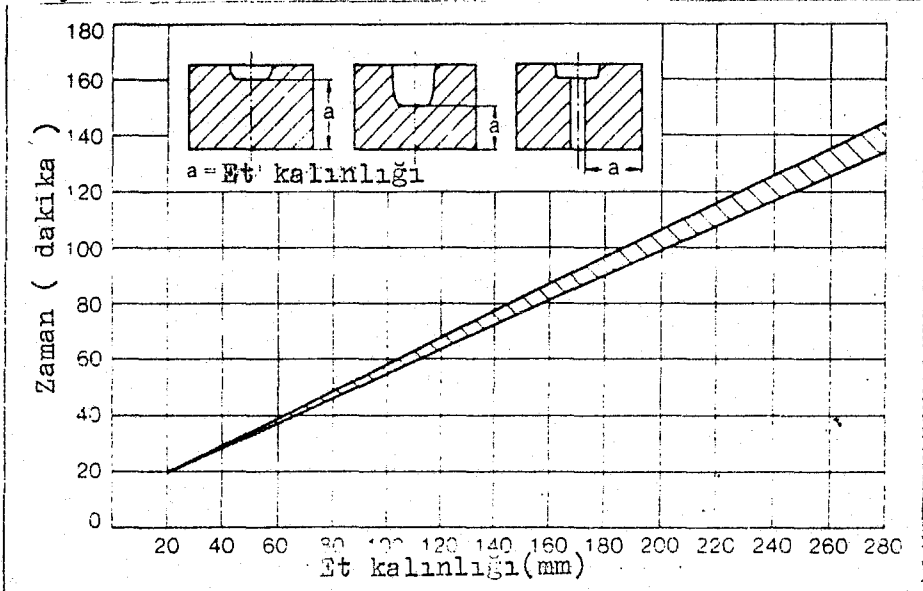
2-Meneviş-Çalışma sertliğine tekabül eden derecede

3-Meneviş-(gerilim alma) 2.meneviş derecesinin 30-50°C altında meneviş zamanı ise şu şekilde hesap edilir;

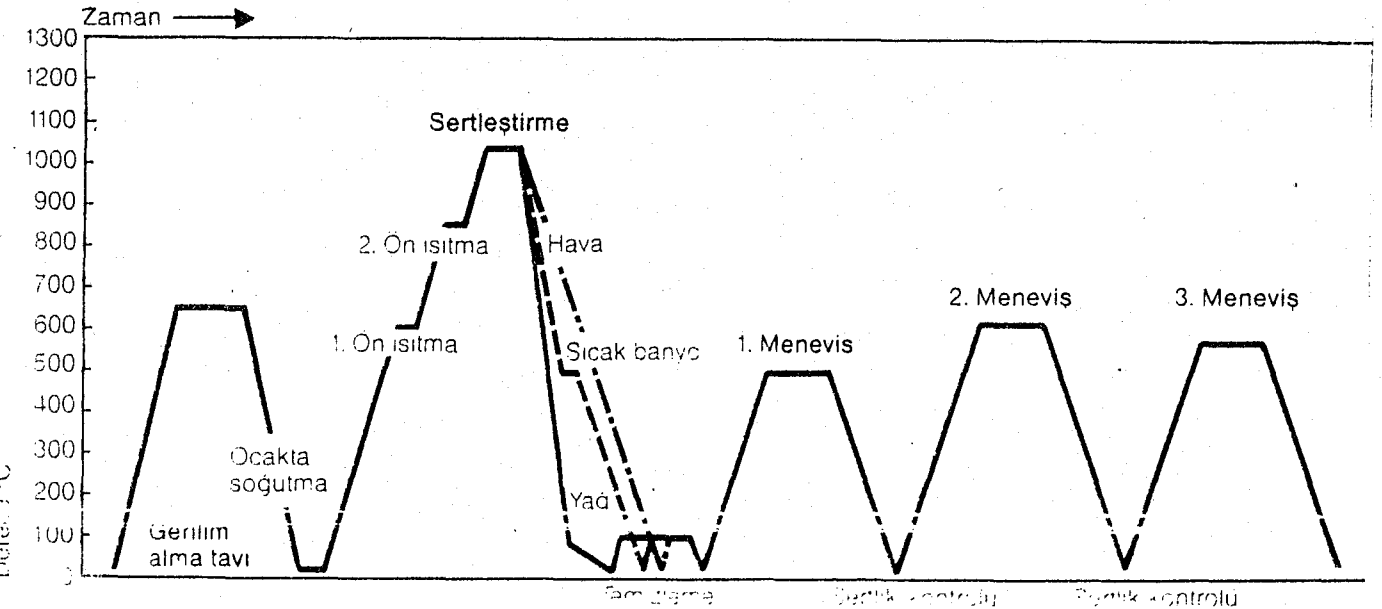
$$\text{Meneviş zamanı} = 1 + \frac{\text{kalıp kalınlığı(mm)}}{20} \quad (\text{saat})$$

Sertleştirme banyosunda bırakılacak zamanın hesaplanması yukarıdaki formülle yapılmıştır.Aşağıdaki tablodan (Tablo.12) yararlanarak da banyoda bırakılacak zaman bulunabilir.

Tablo.12- Sıcak iş çeliklerinin et kalınlıklarına göre banyoda kalma süreleri (6)



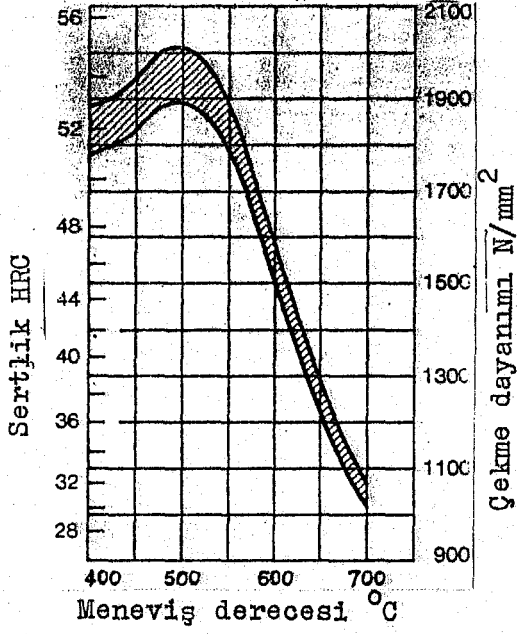
Tablo.13- Sıcak iş çelikleri için ısıtma uygulaması (7)



Tablo.14-(Malzeme 1.2343)

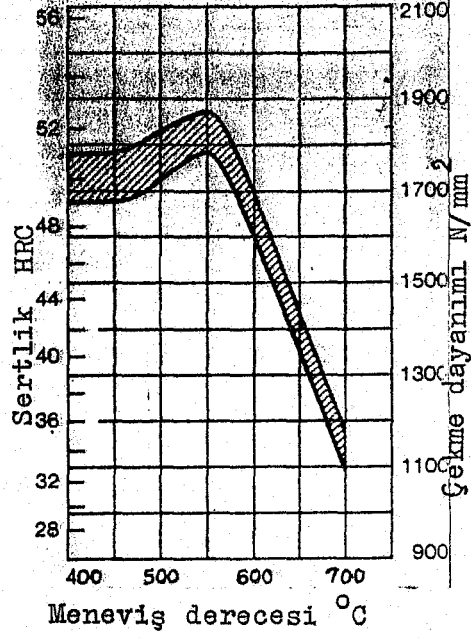
Meneviş diyagramı

(6)



Tablo.15-(Malzeme 1.2365)

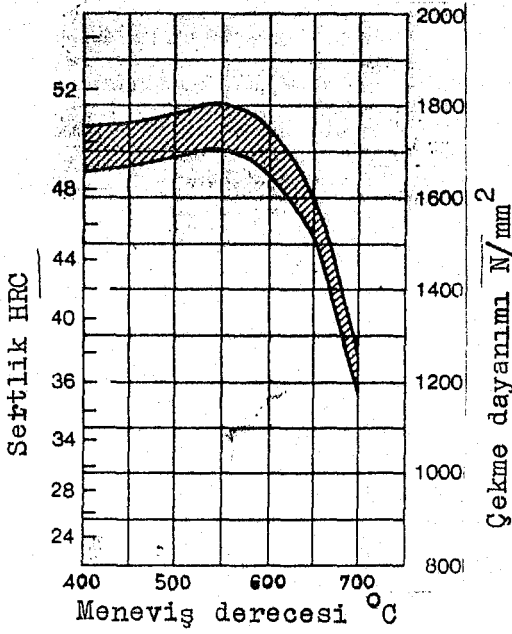
Meneviş diyagramı



Tablo.16-(Malzeme 1.2567)

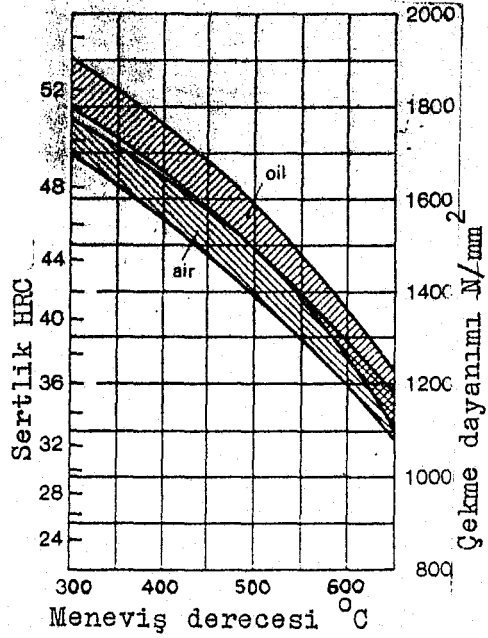
Meneviş diyagramı

(6)

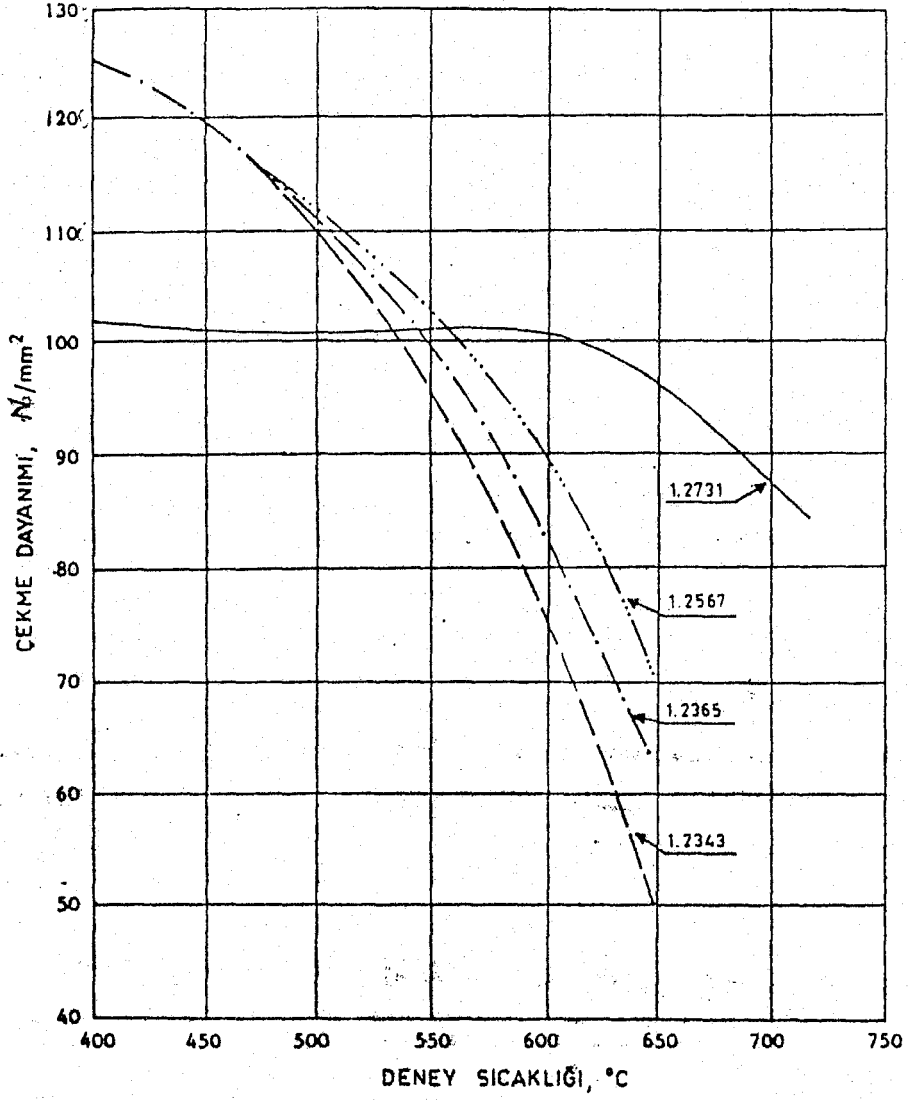


Tablo.17-(Malzeme 1.2714)

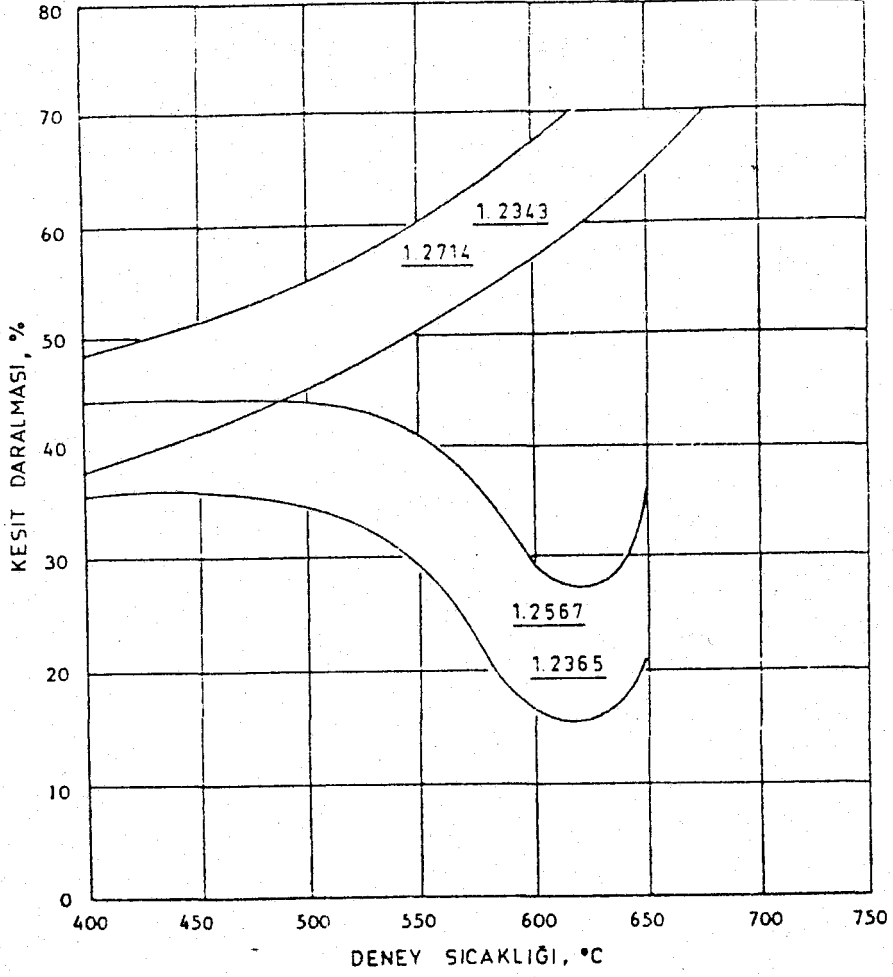
Meneviş diyagramı



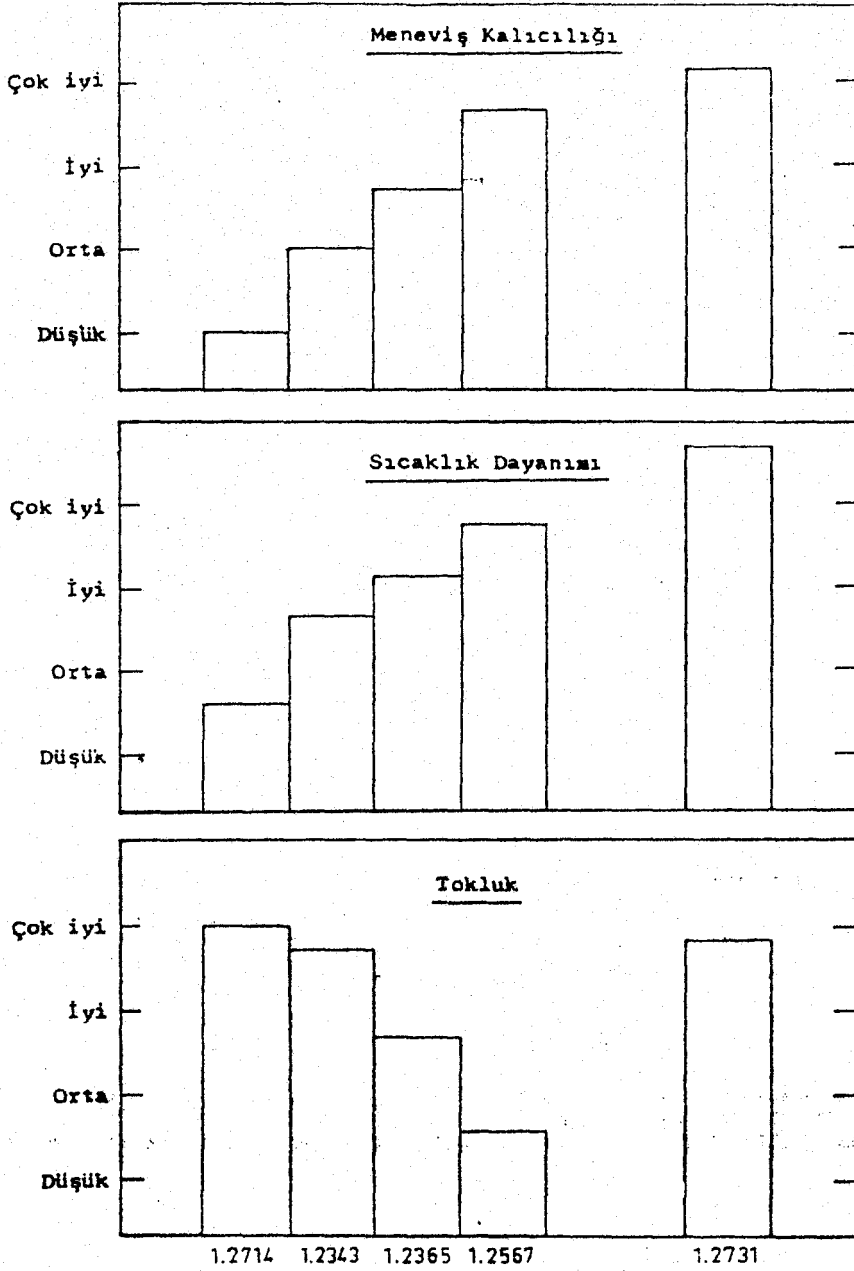
Tablo.18-Bazı iş takım gelişinin çeşitli deney sıcaklıklarındaki çekme dayanımları (7)



Tablo. 19 - Yükselen deney sıcaklıklarında tokluğun değişimi (7)



Tablo . 20- Bazı sıcak iş takım çeliklerinin önemli kullanma özellikleri (7)



BÖLÜM 4

KAPALI KALIPLA SICAK DÖVMEDE DÖVÜLECEK PARÇANIN
DİZAYNI

4.1. Kalıp ayırma çizgisi ve dövme yönü :

İki parçalı makina kalıplarında en önemli faktör çapak çizgisinin kalıplanacak işin neresinde oluşturulacağıdır. İyi bir ayırım aynı zamanda alt ve üst kalıp yüzeylerinin şeklinide belirgin hale getirir . Çapak çizgisinin belirlenmesi sonucu kalıplanacak işin dövme yönüde belirlenmiş olur.

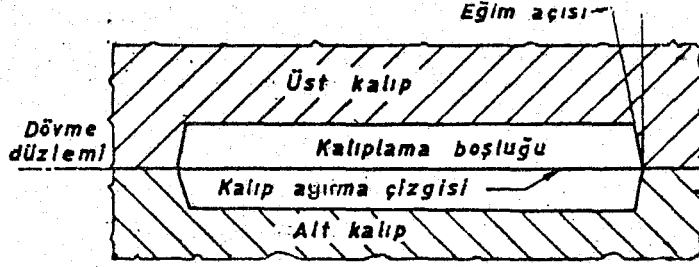
Silindirik işleri dövme kalıplarının ayırma yüzeyleri genellikle düzdür. butür ayırmada çapak, parça yüksekliğini iki eşit parçaya bölen çizgi üzerinde oluşur. Düşme çekiçleri ve preslerde dolu kesitli işlerin dövme kalıplarında bu ayırma şekli yaygın kullanılır. Bu tip içi dolu silindirik parçaların etrafında oluşacak çapak, kalıp ayırma çizgisiyle belirlenirken çapağın parçanın neresinde olacağıda kesinlik kazanır.

Silindirik işparçasının kalıp ayırma çizgisine (şekil 4.1)'de bir örnek verilmiştir. Kalıp ayırma çizgisi düz bir doğru şeklinde olup kalıplanan işi iki eşit parçaya da bölmektedir.

Bu ayırmaya göre kalıp yüzeyleri düzgün bir düzlemlerle birbirinden ayrılmıştır.

Düşme çekiç ve preslerde kalıpla döverek şekillendirilmede parçanın fazlalığı çapak oyuklarına yürütülerek işin etrafında çapak oluşturulur. Kalıp ayırma çizgisinin belirlenmesine ait taslak kalıp kesitlerinde çapak

nin belirlenmesine ait taslak kalıp kesitlerinde çapak oyukları gösterilmez.



(Şekil 4 . 1) (8)

Kalıplar birbirini ayıran çizginin düz veya eğri olmasına göre adlandırılırlar.

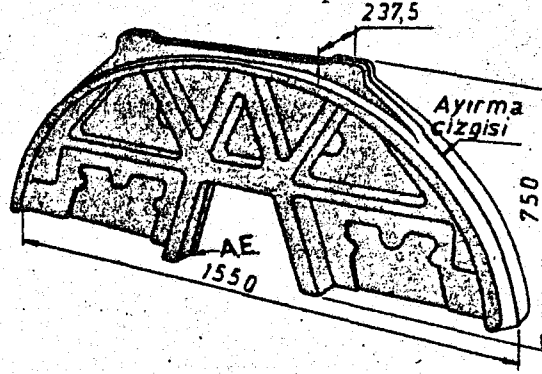
a- Düz yüzeyli kalıplar. (Düz ayırma çizgili)

b- Eğri yüzeyli kalıplar. (Eğri ayırma çizgili)

a- Düz ayırma çizgili : En çok kullanılan basit kalıp yüzeyi ayırma şeklidir. Bu ayırma çizgisi bütün ölçülerdeki basit veya karmaşık şekilli işlerin kalıp yüzeylerine uygulanabilir. Alt ve üst kalıp yarımlarından oluşan komple kalıbın ayırma çizgisi kalıplanan parçanın dövme düzlemiyle çakışıyorsa, buna düz kalıp ayırma çizgisi denir. Çelikten, kaburgalı olarak kalıp la döverek yapılacak yarım yuvarlak bir işin üzerinde düz ayırma çizgisi (şekil 4 . 2' de) görülmektedir.

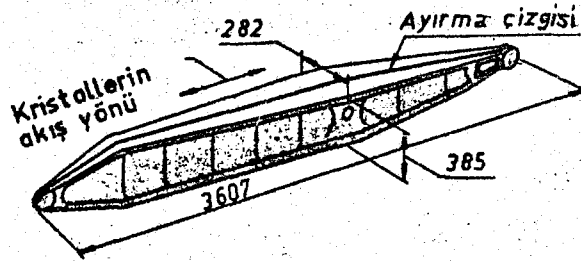
Çelik gereçten bir çeki kolunun kaburgalı olarak kalıpla döverek yapımında düz ayırma çizgisiyle kalıp yüzeyleri belirlenmiştir. (Şekil 4 . 3) Her iki iştede ayırma çizgisi iş parçalarını iki eşit parçaya bölen eksen üzerinde bulunmaktadır. Özellikle (Şekil 4 . 3)'deki çeki kolunun kalıpla döverek şekillendirilmesinde ayır-

ma çizgisi ideal olarak düz olmayı gerektirmektedir.



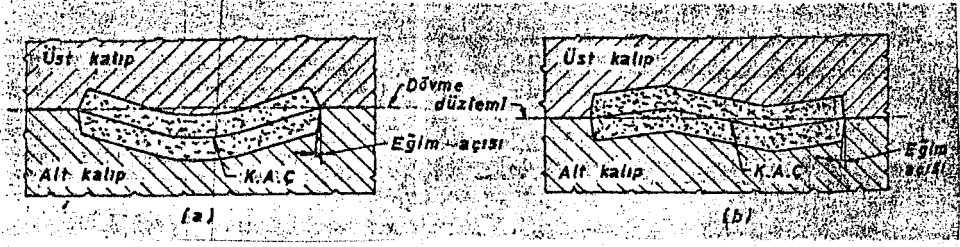
(Şekil 4 . 2) (8)

Çünkü ayırma çizgisi aynı zamanda işi iki eşit parçaya bölen eksene de paralel olmaktadır. Dolayısıyla kalıp içinde malzeme, dövme ile şekillenirken uzunlamasına ve kalıp ayırma yüzeylerine paralel yönde kolay bir malzeme akışı olacaktır.



(Şekil 4 . 3) (8)

b- Eğri ayırma çizgili : Bu türde kalıp ayırma çizgisi her işte ve her zaman uygulanamaz. Özellikle düz ayırma çizgisinin uygulanamadığı iş kalıplarında bir alternatif olarak alınır. Çelik bir parçanın (Şekil 4.4) deki gibi kalıpla üretiminde eğri bir ayırma çizgisi ile kalıp yüzeylerini ayırmak normaldir. Böyle bir ayırmada kalıp yüzeylerinin işçiliği artar. Başka bir iş parçasının kalıplanmasında eğri ayırma çizgisiyle kalıp kalıp yüzeylerinin belirlenmesine ait tasarımlar



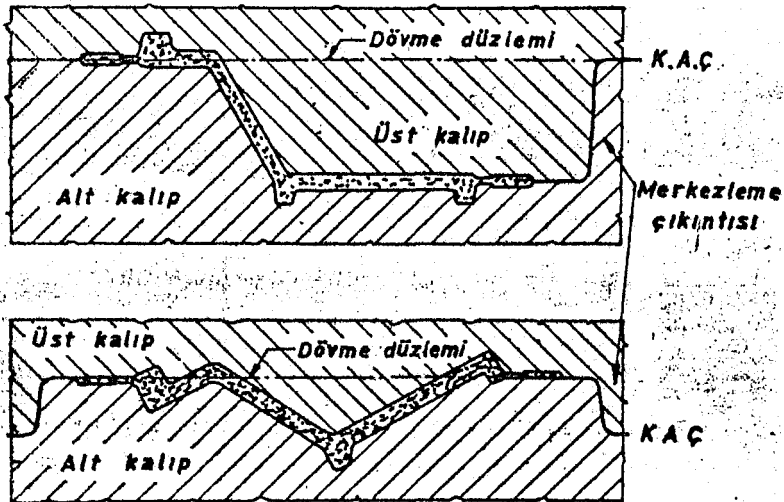
(Şekil 4 - 4)

(8)

(Şekil 4.5) 'de görülmektedir.

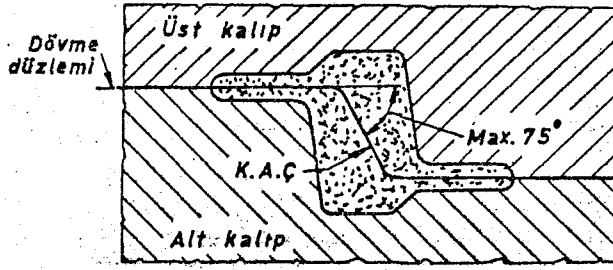
Kalıp ayırma çizgisi ve dövme düzlemi aynı eksen üzerinde olmayan kalıpların ayrılma çizgisine eğik ayırma çizgisi denir.

Karışık kalıplama işlemini gerektiren parçaların kalıp ayırma çizgisi genellikle eğiktir. Bu tip kalıplarda yapılacak dövme işlemini dengeli bir şekilde gerçekleştirebilmek için kalıp yarımları birbiriyle kitlenir. Bu kitlenme işlemi, kalıp yarımları üzerinde bulunan merkezleme çıkıntılarıyla sağlanır. (Şekil 4.5) merkezleme çıkıntılı kitlenme konumlu ve (şekil 4.6) da eğik kalıp açılma çizgili kalıba verilebilecek maksimum eğim açısı gösterilmektedir.



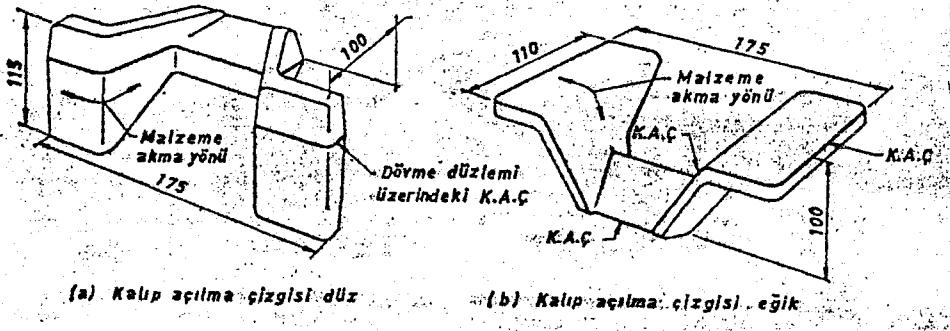
(Şekil 4.5)

(8)



(Şekil 4 . 6) (8)

İki değişik kalıp ayırma çizgili parçanın tasarımı (Şekil 4.7)'de gösterilmektedir. Kalıp ayırma çizgisi düz olmayan kalıplarla yapılacak dövme işleminde, kalıp ayırma çizgisiyle dövme düzlemi arasındaki yükseklik genellikle 100 mm civarında bulunur.



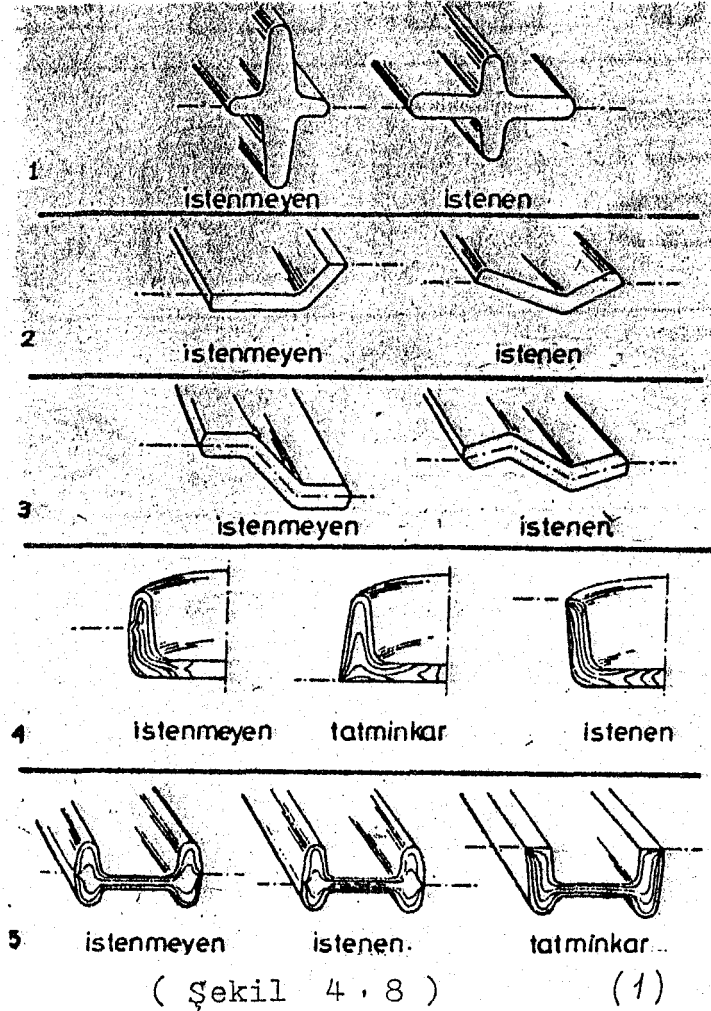
(Şekil 4 . 7) (8)

4.2. Çapak ayırma çizgisinin tayinine etkieden faktörler: Kalıp ayırma çizgisinin belirlenmesinde en önemli rolü işin şekli ve niteliği oynadığı gibi kalıplamada kullanılacak tezgahın türünü ve gücünüde gözönünde bulundurmak gerekir. Çapak çizgisinin nasıl ve hangi yüzeyde oluşmasına karar verilirken aşağıda belirtilen faktörler gözönüne alınır.

- a - Kalıplama kuvvetinin minimum olması,
- b - Kurşun kısa olması,

- c - Kalıptan iş parçasının kolay çıkması,
- d - Malzemeden az fire verme,
- e - Ön şekil vermenin en az olması,
- f - Az sayıda kalıpla işin kalıplanması,
- g - İş parçasındaki çapağın kolay alınması,
- h - Bitirme işçiliğinin az olması,
- k - Kalıp ömrünün uzun olması.

Yukarıda dokuz faktör olarak sınırlanan konular, kalıp ayırma ekseninin belirlenmesinde doğru karar vermeyi sağlayacaktır.



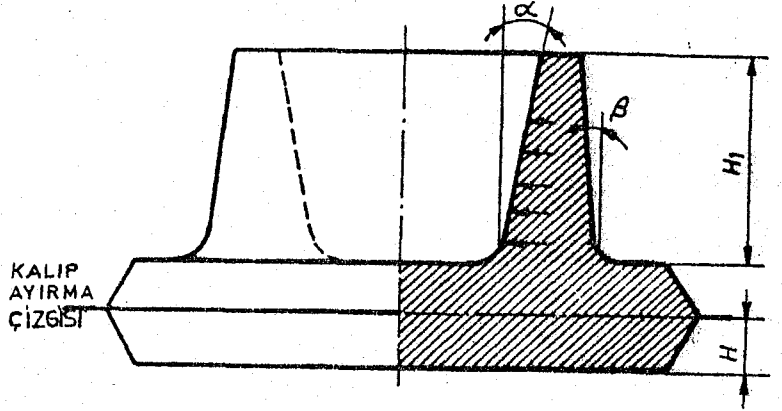
Sıcak dövme kalıbında ayırma çizgisine ait örnekler

Birinci örnekte kalıp boşluğunda aşırı derinlikten kaçınılmaktadır. Böylece kalıbın aşırı yüklenmesi önlenmektedir. İkinci ve üçüncü örneklerde kalıpların dövme esnasında yana kayarak kaçık şekilde kapanmaları önlenmektedir. Dört ve beşinci örneklerde metal akışının en iyi sağlandığı durum seçilmektedir.

4.3. Dövme yönündeki dik yüzeylere verilecek eğimler :
Kalıpla sıcak döverek şekillendirmede parçanın dövme yönündeki dik yüzeylerine eğim vermek gerekir. Bu eğiklik kalıpların boşluğuna konulan sıcak işparçasının kalıpların boşluğunu tam olarak doldurabilmesi için metalin akışınada yardımcı olur. Eğik yüzeylerde metal yürürken daha az bir dirençle karşılaşır.

Kalıplarla dövmede soğuma parçanın dış yüzeylerinde çekilmelere neden olur ve bunun sonucu dış ölçülerde bir miktar küçülme görülür. Bu çekilmenin sonucu dış yüzey ölçülerinde oluşan küçülme parçanın alt kalıp yüzeylerinden ilgisini keser. Kaburgalı parçaların kalıpla sıcak döverek şekillendirilmesinde iç yüzeylerde soğuyan işparçasının, çekilmesi sonucu kalıp oyuklarına sıkıca tutunmasının önlenmesi için dik iç yüzeylere dış yüzeylerden daha fazla eğim verilir.

Kalıp içinde şekillendirilen gereç ısısını kaybedip soğumaya başlayınca çekilme olayı anında parçanın iç yüzeyleri (Şekil 4.9) da gösterildiği gibi dövme yönündeki üst kalıp yüzeylerini sıkıca tutacaktır. Eğer üst kalıbın dövme yönündeki bu yüzeyleri eğik yapılırsa kalıplanan parçanın üst kalıpla birlikte kalkması önlenir.



(Şekil 4 . 9) (1)

Dövme yönündeki dik yüzeylere verilecek eğimler

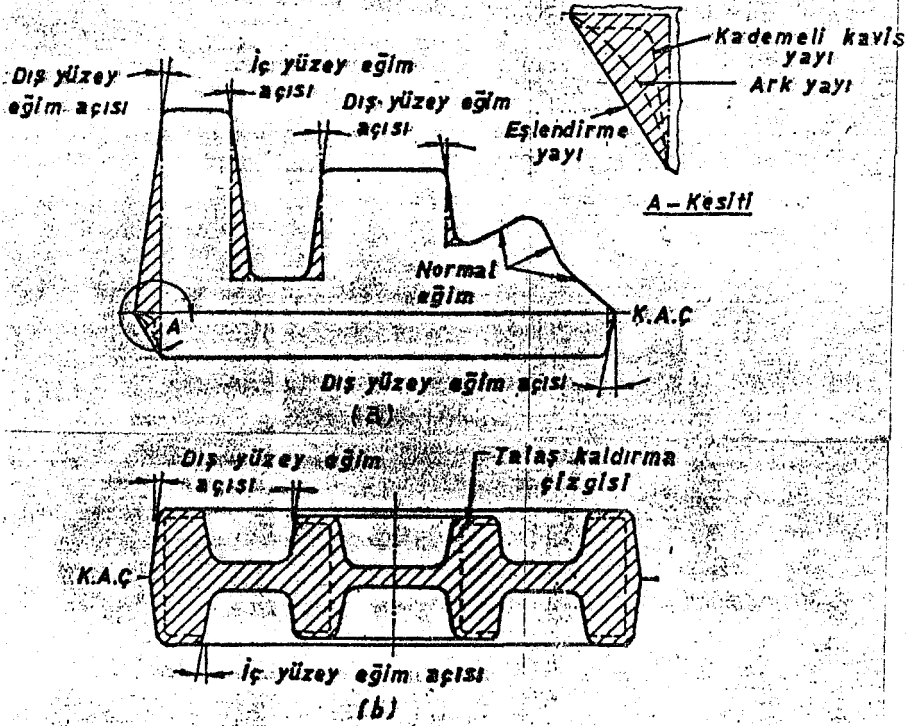
Derin kaburga oluklu kalıplarda iç yüzeylere büyük eğim açısı verilmesi gerekirken dövmede sıcak malzeme kolayca akarak kaburgaların uç noktalarına ulaşabilsin ve buralarda istenilen ölçü tamlığını sağlayabilsin.

Dövme kalıplarına verilecek eğim açıları genellikle aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

- a- Dış yüzey eğim açısı,
- b- İç yüzey eğim açısı,
- c- Eşlendirme eğim açısı,
- d- Normal (Tasarım) eğim açısı,
- e- Kaydırma (Yerleştirme) eğim açısı,
- f- Arka eğim açısı,
- g- Taban eğim açısı,
- h- Eğim açısız olarak sınıflandırılır.

4. 4. Kaburga (Feder) ve çıkıntılar : Kaburga ve çıkıntılar, kalıplanacak parçanın biçim ve boyutlarına bağlı olarak seçilir. Kalıplanacak parçanın dövme hadde yönünde kaburga (feder) seçiminde etkindir. Kalıplanacak parça üst veya alt kalıp yarımı içerisinde bi-

çimlendirilebilir. Kaburga ve çıkıntılarının kalıp içerisindeki dövme hadde yönünü kolaylaştırmak amacıyla, köşe kısımları kavislendirilir.



(Şekil 4.10)

(8)

Üzerinde değişik eğim açıları bulunan parça tasarımı

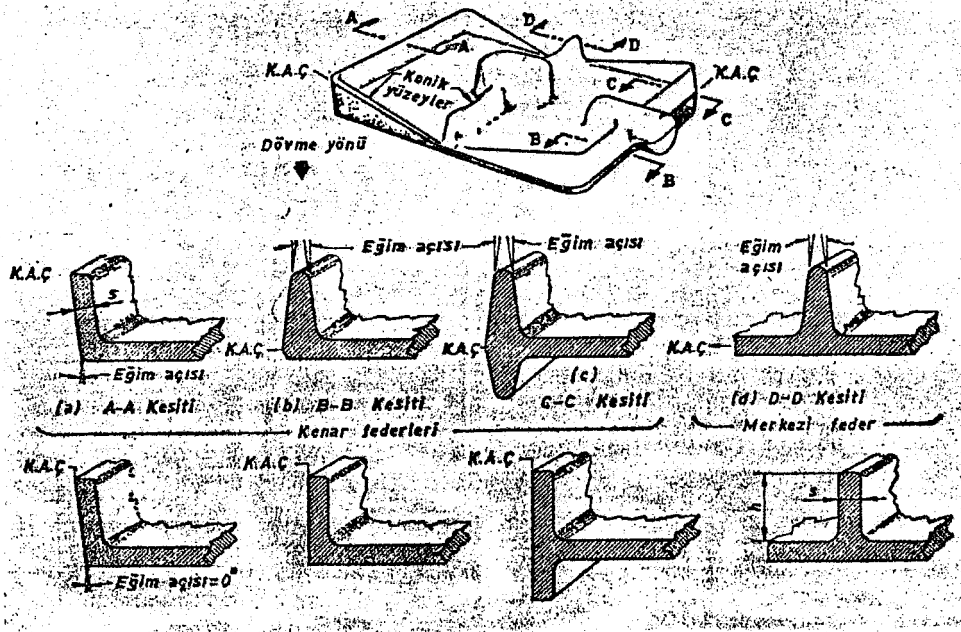
Kalıp tasarımı yapılırken genellikle kaburga uzunluğu, kaburga yüksekliğinden fazla ayrıca, çıkıntı uzunluğu da yüksekliğinin üç katından az olmalıdır. Bu çıkıntılar, değişik biçim ve profilde olabilir.

(Şekil 4.11) de dövülen parçalar ve kaburgaların detayları gösterilmektedir.

Tablo . 21

Kaburga ve çıkıntı yüksekliklerinin , genişliğine oranı
(8)

Minimum kaburga yüksekliği, mm	Maksimum kaburga yüksekliğinin genişliğine oranı, h/s	Dövülen parça ağırlığı, kg
Alüminyum ve alaşımları		
5,00	5 : 1	35
6,00	5 : 1	80
6,25	5 : 1	3
6,60	8 : 1	9
7,75	5 : 1	5
8,00	6 : 1	6
10,00	5 : 1	30
11,00	3 : 1	8
11,60	4,6 : 1	300
14,25	2,5 : 1	3,5
15,75	6,5 : 1	30
16,50	3 : 1	50
19,00	1 : 1	9
20,00	5 : 1	40
25,00	4,5 : 1	350
Çelikler		
3,25	1 : 1	—
6,25	0,7 : 1	1,5
8,00	5 : 1	75
14,00	6 : 1	55
19,50	3,5 : 1	250
30,00	0,5 : 1	45
50,00	2 : 1	80
Titanyum		
3	3,5 : 1	0,3
50	2 : 1	46
Isiya dayanıklı alaşımlar		
1,50	6 : 1	5,5
12,50	5 : 1	3,5
18,75	1 : 1	210



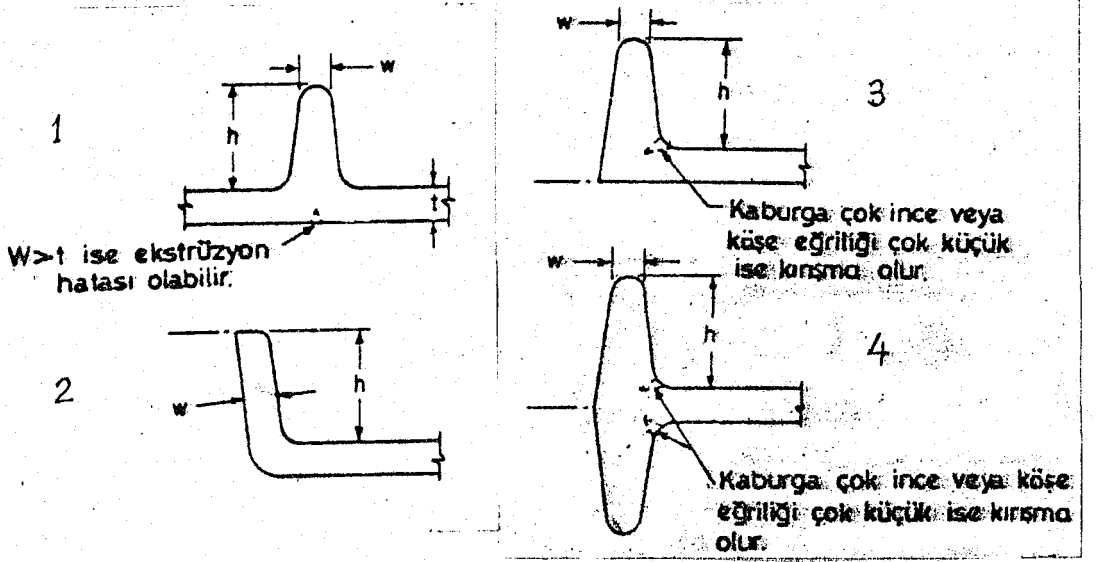
(Şekil 4 . II)

(8)

Dövülen parça ve kaburga detayları

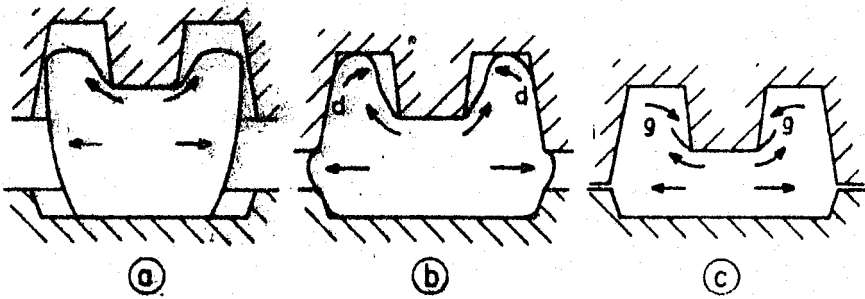
4. 5. Sıcak dövülecek parçada yarı çaplar - Köşe ve kenar yayları :

Kalıpların köşe ve kenarlarının küçük yaylarla oluşturulması çoğu zaman istenmez. Çünkü bu yayların oluşturduğu kavisler sıcak metalin kalıp boşluğunda köşelerden akışı sağlamada etkin rol oynar. (Şekil 4 . I2)' de keskin köşeli kalıpta malzemenin akışı gösterilmiştir. Keskin köşeler dövme kusurlarının oluşumuna neden olur.

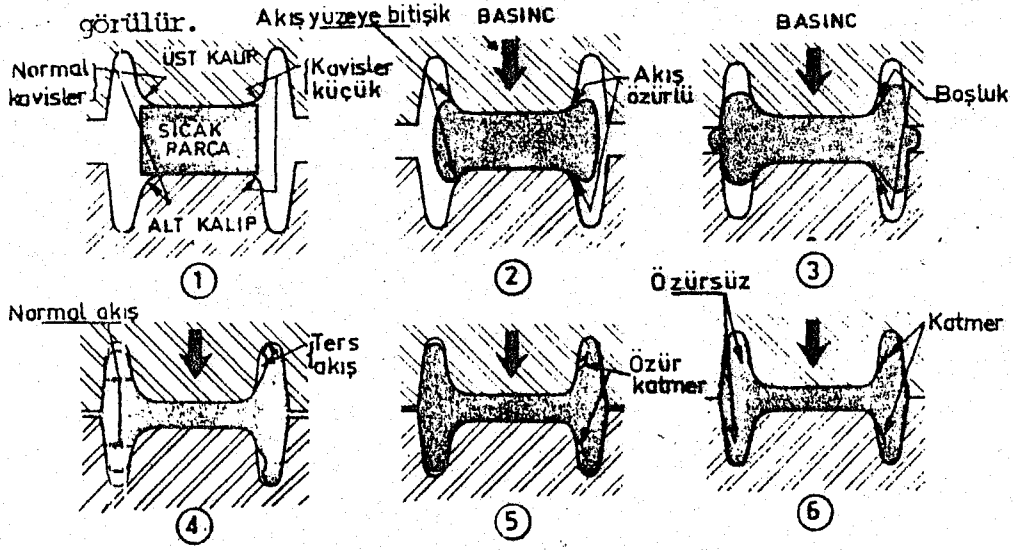


(Şekil 4 . I2) (1)

Kapalı kalıpta sıcak döverek şekillendirmede (Şekil 4 . I3) de görüldüğü gibi üst kalıbın (a - b) köşelerinde, kaburga boşluklarına doğru yürüyen malzemenin kristal lifleri kesilecektir. Kalıplama işlemine devam edildiğinde üst kalıptaki kaburga (Şekil 4 . I3 -b) de (d) okları ile gösterilen yönde malzeme kalıp içinde yayılarak boşluğu dolduracaktır. Malzeme kalıp boşluklarını doldururken keskin köşelerin iki ters yönlü kristal akışına fırsat vermesinden dolayı (Şekil 4 . I3-c) de görüldüğü gibi (f - g) bölgesinde katmer (birbiri üzerine binme) oluşacaktır.



(Şekil 4 I3) (9)



(Şekil 4.14)

(8)

Kalıpla döverek şekillendirmede malzemenin yürümesi

(1) kesitli bir parçayı köşeleri yuvarlatılmış kalıpla döverek şekillendirmede malzeme, kalıp içindeki boşluğu (şekil 4.14) deki işlemlerde görüldüğü gibi sol tarafın alt ve üst boşluklarını henüz doldurmamışken, sağtarafa ise malzeme alt ve üst noktalarına ulaşmış ve yayılma kalıp yüzeyleri tarafından engellenerek boşkalan yere doğru kristal akışı yöneltilmiştir. (Şekil 4.14) deki (4 - 5 - 6) da olduğu gibi burada oluşan ters yönlü kristal akışı yığıma oluşturur. Parça kalıptan çıktıktan sonra dövme kusurlarının bu noktalara rastladığı görülür.

Kaburga derinliği az olan işlerin kalıpla döverek şekillendirilmesinde kalıplar arasına (Şekil 4.13) de görüldüğü gibi kesiti kalın tutulmuş sıcak işparçası konulup kalıplanırsa (Şekil 4.13 -b) de olduğu gibi parça hemen kalıp boşluğunu doldurur. Kalıp kaburgaları-

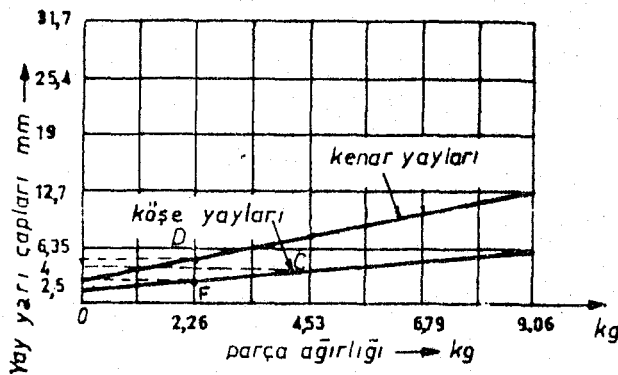
nın sadece köşelerinde kalan küçük boşluklar da dolunca parçanın istenen yüksekliğe indirilmesi için yapılan dövmelelerde, kalıpların içindeki fazla malzeme oklar yönünde yanlara doğru yayılmaya zorlanacaktır. Bu anda kaburgaların iç keskin köşeleri malzemenin liflerinin (e - f) yerlerinden kesilmelerine neden olacaktır.

Bundan başka kalıpla dövmede parçanın soğuması şekillendirme direncini artırır. Kalıplar içinde soğuyan parça şekillendirmeye karşı büyük direnç gösterir. Bu direnç büyük bir değere ulaşınca kalıpların keskin köşe ve kenarlarını ezerek deforme eder. Aynı zamanda keskin kenar ve köşeler metalin kalıp boşluğu içinde akışını (yürümesini) engeller.

Sıcak dövme atelyelerinde kullanılan dövme kalıplarında kenar ve köşelerin yaylarla yuvarlatılma değerleri (Tablo . 22) ' de görüldüğü gibi kalıpla dövülecek parçanın ağırlığına göre alınır.

(Tablo . 22)

Çelik dövme kalıplarında en küçük kenar ve köşe yayları yarı çapları. (8)



(Tablo . 22) ' den yararlanarak 2,26 kg ağırlığındaki parçanın kalıplanacağı dövme kalıbında keskin kenarları yuvarlatma yay yarıçapı, parça ağırlığını gösteren yatay eksendeki 2.26 değerinden çizilen düşey çizginin, kenar yayları eğik doğrusunu kestiği (D) noktasından yay yarıçapları eksenine indirilen dikme ile beş milimetre olarak bulunur.

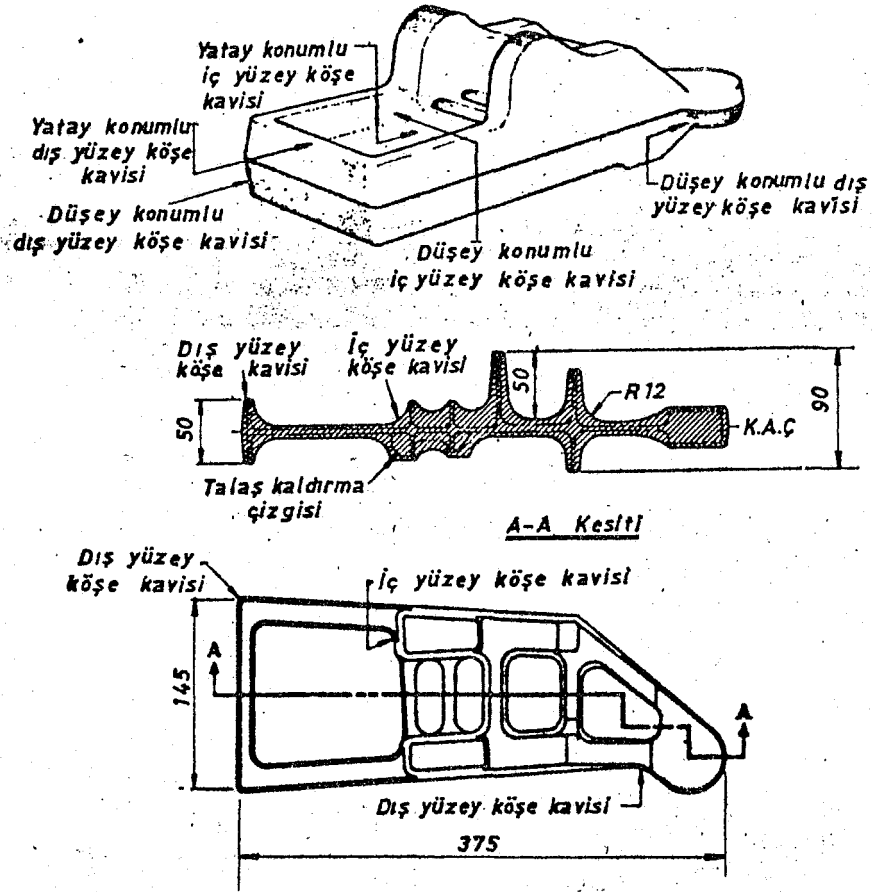
Aynı ağırlıktaki parçanın kalıbında keskin köşelerin yuvarlatılmasında köşe yarıçapı, köşe yayları eğik doğrusu ile 2.26 kg düşey çizgisinin kesiştiği (F) noktasından yay yarıçapları eksenine indirilen dikme ile 2,5 milimetre olarak belirlenir. Tabloda bulunan bu değerler karşılaştırıldığında aynı ağırlıktaki parçanın kalıbında keskin kenarları yuvarlatma yay yarı çapı değer olarak köşe yayı yarıçapının iki katı olduğu görülür.

Alaşımli çelikleri kalıpla sıcak dövmede, meydana gelecek güçlükler köşe ve kenar yaylarının büyük yarıçaplı yapılmasıyla ortadan kaldırılabilir.

İç ve dış yüzey köşe yay yarıçapları, kaburg ve çıkıntı yüksekliği ile genişliğinin ölçülerinede bağlı olarak seçilir. İç ve dış yüzey köşe yayları yatay ve düşey konumlu olmak üzere iki şekilde sınıflandırılır. Yatay düzleme paralel olarak uzanan köşe yaylarına, yatay konumlu iç veya dış yüzey köşe yayları, yatay düzleme dikolarak uzanan köşe yaylarına da düşey konumlu iç veya dış yüzey köşe yayları denir. Ayrıca bu köşe yayları, yatay ve düşey konumun karışımından

da meydana gelebilir.

Bu gibi durumlarda, taşıdığı öneme göre yatay ve dikey konumlu köşe yaylarından biriyle adlandırılır. (Şekil 4. I5) 'de Alüminyumdan kalıplanan parça ve köşe yaylarının konumları gösterilmektedir.

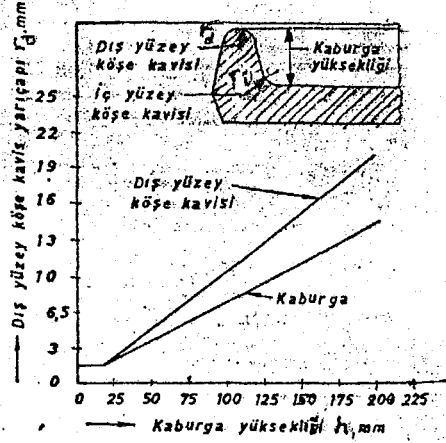
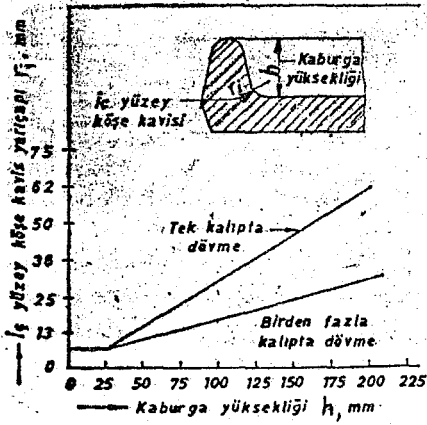


(Şekil 4. I5) (10)

Kalıplanan parça ve köşe kavislerinin konumları

Tablo . 23

Kaburga ve köşe kavis yarıçapı bağıntıları
(1)



Tablo . 24

Dövülecek malzemenin cinsine bağlı olarak iç ve dış yüzey köşe kavis yarıçapları (1)

Dövülecek malzemenin Cinsi	Tercih edilen köşe kavis yarıçapları	
	İç yüzey r_i mm	Dış yüzey r_d mm
Alüminyum	4,5 — 6	1,5 — 3
Düşük alaşımlı çelikler	9 — 12 veya 6 — 9	1,5 — 3
Paslanmaz çelikler	6 — 12 veya 4,5 — 6	2,5 — 4,5
Süper alaşımlar	12 — 19 veya 6 — 9	3 — 6
Titanyum alaşımları	12 — 16 veya 9 — 12	3 — 6
Alaşımsız monel	12	9 — 12

Tablo . 25

Dövülecek parçanın ağırlığına bağlı olarak verilecek iç ve dış yüzey köşe kavis yarıçapları (1)

Dövülecek parçanın ağırlığı, kg.	Tercih edilen köşe kavis yarıçapları	
	İç yüzey r, mm	Dış yüzey r, mm
0,5	1,15 — 3,0	1,15 — 3,0
1,0	1,5 — 3,0	1,5 — 3,0
2,5	3,0 — 6,0	3,0
5,0	3,0 — 6,0	3,0 — 6,0
15,0	6,0 — 12,0	3,0 — 6,0
50,0	12	6

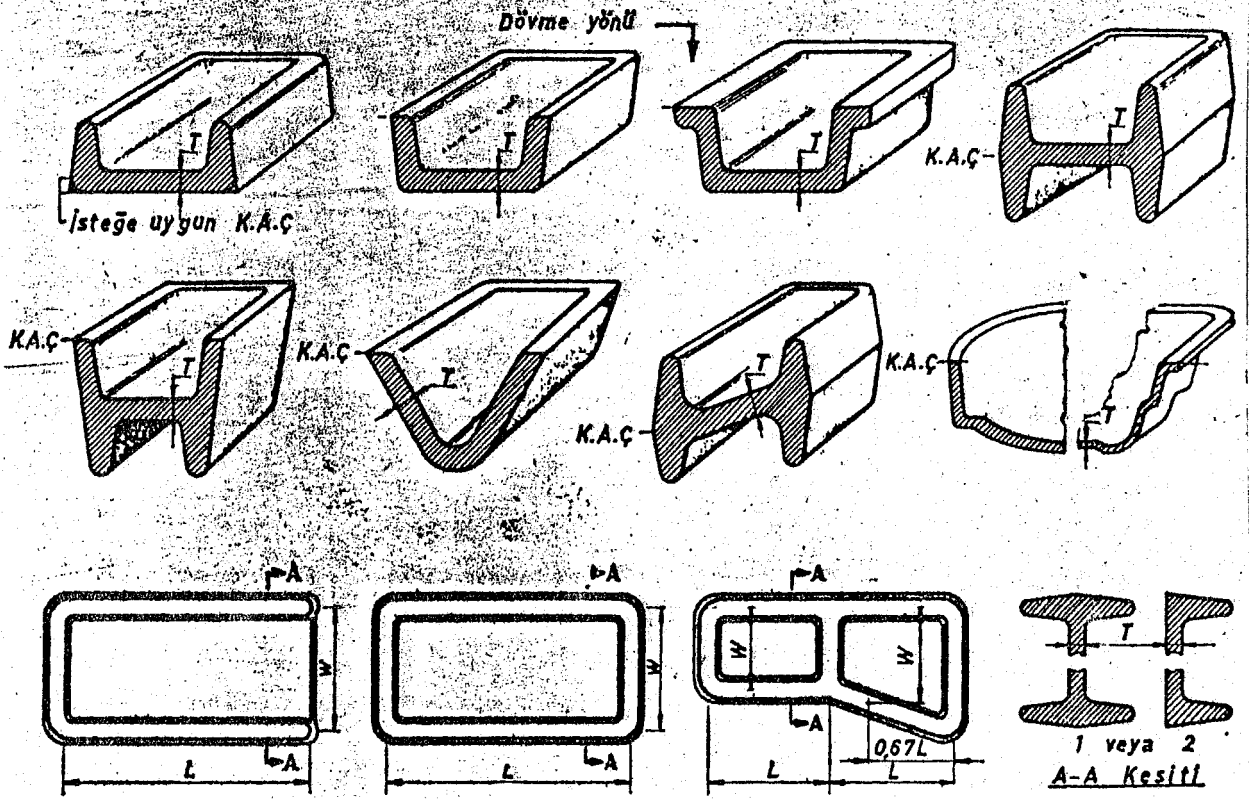
4. 6. Parça et kalınlığı :

Dövme kalıplarıyla üretilecek parçanın et kalınlığı, kaburga ve çıkıntılarının parça göbeğine bağlantı yapan kısmının kalınlığıdır. Parça et kalınlığı, kaburga ve çıkıntılarının ara bağlantı levhası olarak da adlandırılır.

Et kalınlığı rastgele alınamaz ve dövülecek parçanın biçim ve boyutuna göre değişir. Ayrıca dövme işleminin hangi kalıpta yapılacağına da bağlıdır. (Şekil 4.16) ve (Şekil 4.17) de değişik parçaların et kalınlığı gösterilmektedir.

Parça et kalınlığı genellikle kaburga yüksekliği, parça genişliğinin yüksekliğine oranı ve dövülecek malzemenin cinsine göre değişkendir.

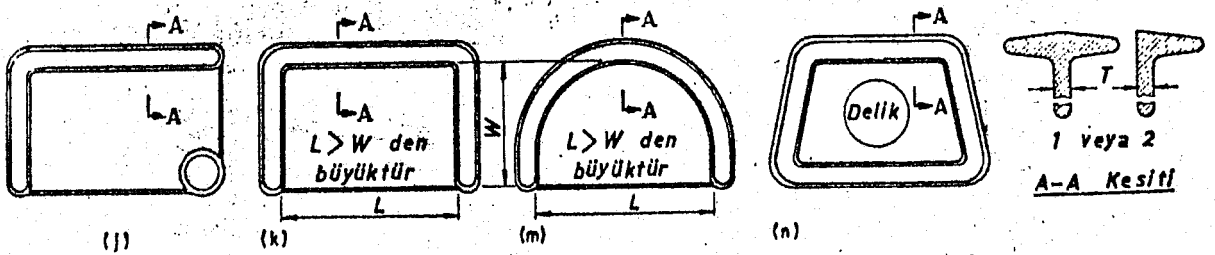
(Tablo. 26)'da dövülecek malzeme cinsine göre kaburga yüksekliği ve parça genişliğinin, kaburga yüksekliğine bağlı olarak değişen et kalınlıkları verilmiştir.



(Şekil 4.16) (8)

Kapalı sıcak dövme kalıplarında üretilen parçalar

Kapalı sıcak dövme kalıplarında üretilen parçaların et kalınlıkları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



(Şekil 4.17) (8)

Tablo . 26

Parça genişliğinin kaburga yüksekliğine (w / h) oranına göre et kalınlığı (8)

Kaburga yüksekliği h, mm	Parça genişliğinin kaburga yüksekliğine oranı, W/h									
	1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	6:1	7:1	8:1	9:1	10:1
	Kalıplanacak parça et kalınlığı T, mm									
	Alüminyum alaşımları									
9,50	3,25	3,25	3,25	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75
15,75	4,75	4,75	4,75	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25
25,00	6,25	6,25	6,25	6,50	6,75	7,25	7,50	8,00	8,25	8,50
38,00	7,75	7,75	7,75	8,25	8,75	9,50	10,00	10,75	11,25	11,75
50,00	9,50	9,50	9,50	10,00	10,75	11,50	12,25	13,00	13,75	---
62,50	11,00	11,00	11,00	11,75	12,50	13,50	14,25	15,00	---	---
75,00	13,25	13,25	13,50	14,00	14,75	15,75	16,75	17,25	---	---
	Çelikler									
12,50	3,25	3,25	3,25	3,25	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,25
25,00	3,25	3,25	4,50	5,75	6,50	7,25	7,50	8,25	8,75	9,00
38,00	4,75	4,75	6,00	7,00	7,75	8,75	9,25	10,00	10,50	---
50,00	6,25	6,25	7,50	8,50	9,75	10,75	11,25	---	---	---
62,50	7,75	7,75	9,25	10,50	11,75	12,50	13,50	---	---	---
75,00	9,50	9,50	11,00	12,25	---	---	---	---	---	---
	Titanyum alaşımları									
9,50	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
16,00	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,50	7,00	7,25	7,50	7,75
25,00	7,75	7,75	7,75	7,75	8,00	8,50	9,00	9,75	10,50	10,75
38,00	9,50	9,50	9,50	9,75	10,25	11,00	11,50	12,25	12,75	13,50
50,00	11,50	11,50	11,50	12,00	13,00	13,75	14,50	15,50	16,25	---
62,50	15,75	15,75	16,25	17,00	18,25	18,75	---	---	---	---

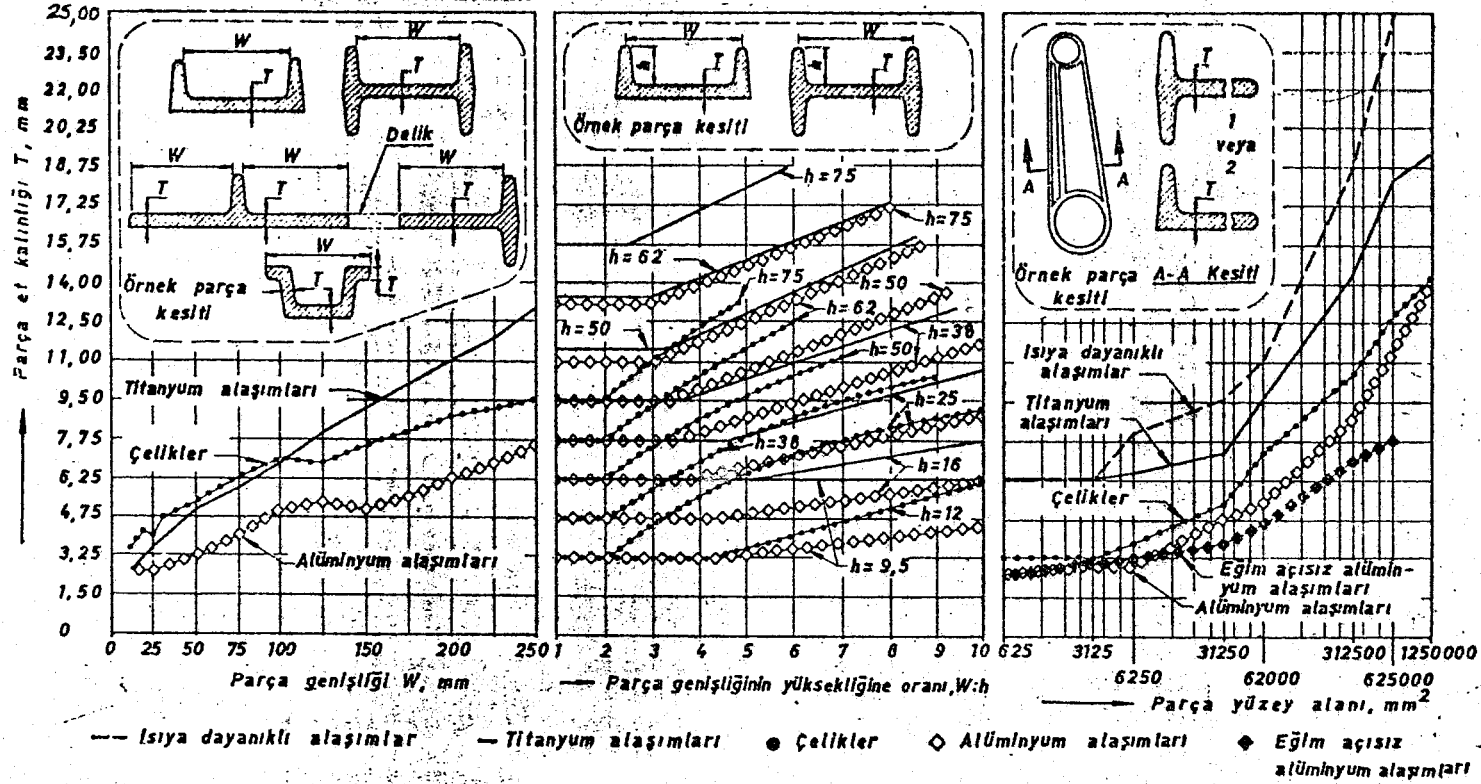
4. 7. Çapak boşluğu boyutları :

Kalıpla döverek biçimlendirilen parçanın kalıp açılma çizgisi üzerinde ve kalıp yarımaları arasında meydana gelen artık malzeme miktarına çapak denir. Kapalı kalıplarla yapılan dövme işleminde, artık malzeme çapak boşluğuna taşar.

Tablo . 27

Parça genişliği, genişliğinin kaburga yüksekliğine oranı, dövme yüzey alanı ve dövülecek malzemenin cinsine bağlı olarak ortalama et kalınlığı bağlantısı

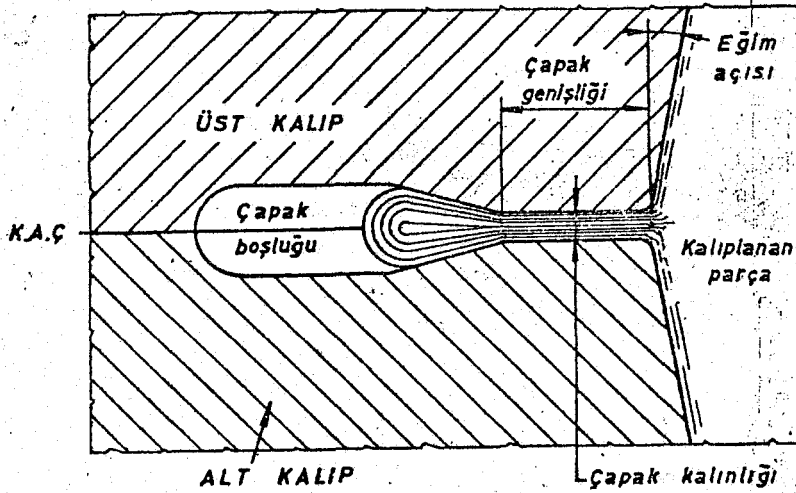
(8)



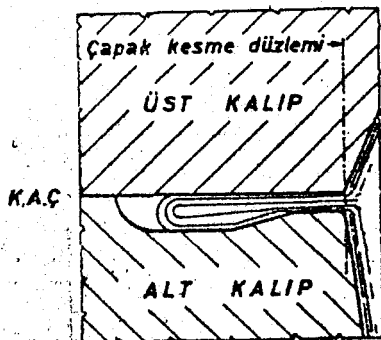
Kapalı kalıplarda üretilecek parçanın büyüklüğüne göre çapak boşluğu ölçüleri değişmektedir. Ayrıca çapak boşluğu artık malzeme miktarının kalıp dışına taşmasını engeller.

Kapalı kalıplarda çapak boşluğu kalıp yarımlarından birine veya iki kalıp yarımına açılabilir. Ancak dövülen parça üzerindeki çapağın kalıplama sonundaki kesme işlemide gözönünde bulundurulmalıdır.

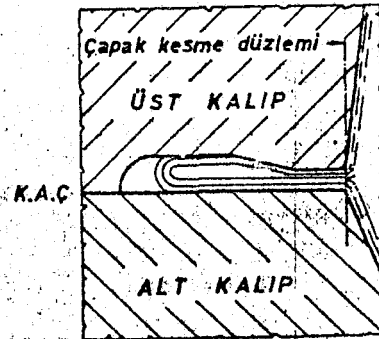
(Şekil 4 . I8) de kalıp yarımlarına açılan çapak boşlukları görülmektedir.



(a) Çapak boşluğu her iki kalıp yarımına açılmış



(b) Çapak boşluğu alt kalıp yarımına açılmış

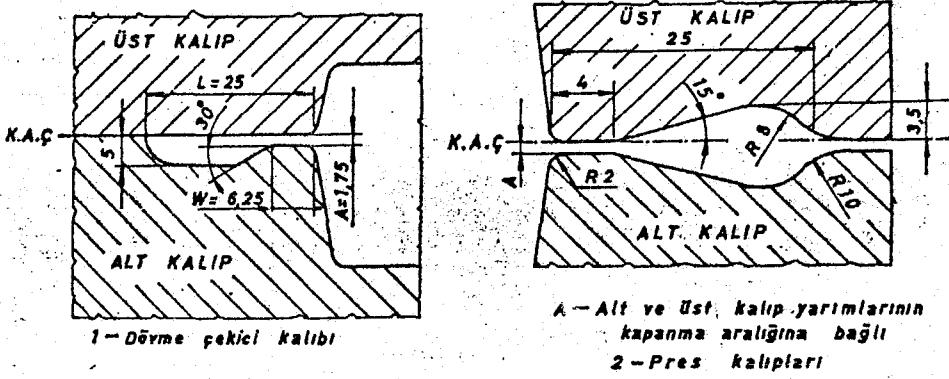


(c) Çapak boşluğu üst kalıp yarımına açılmış

(Şekil 4 . I8)

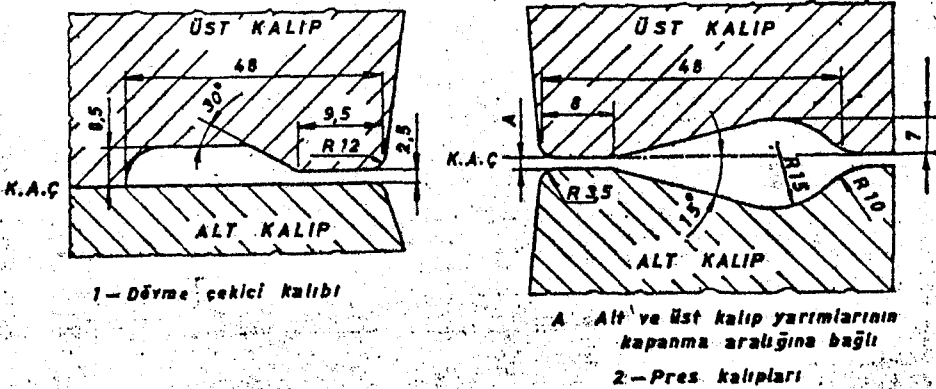
Kapalı kalıplara açılan çapak boşlukları (10)

Kalıplanacak parçanın biçim ve boyutlarına göre bazı hallerde çapak boşluğuna taşacak artık malzemenin önlenmesi gerekir. Bu gibi durumlarda, artık malzeme taşma miktarını azaltmak amacıyla çapak boşluğu girişine çentikler açılır. veya özel olarak, kama yerleştirilir. (Şekil 4.23) de Çapak boşluğu girişine çentik açılmış kalıpla üretilen parça ve çapak boşluğu detayı gösterilmektedir.



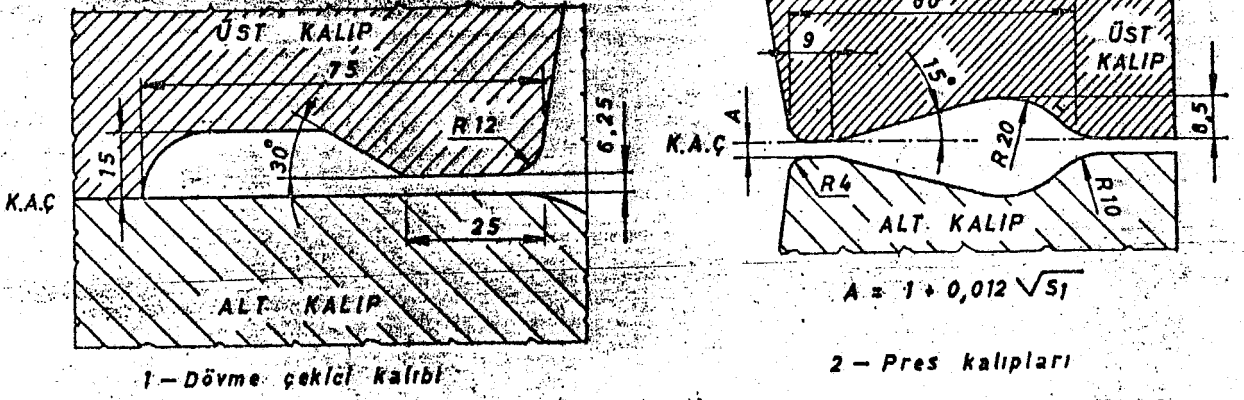
(Şekil 4 - 19)

Küçük boyutlu parçaların dövme işleminde kullanılan kalıplardaki çapak boşluğu ölçüleri (10)



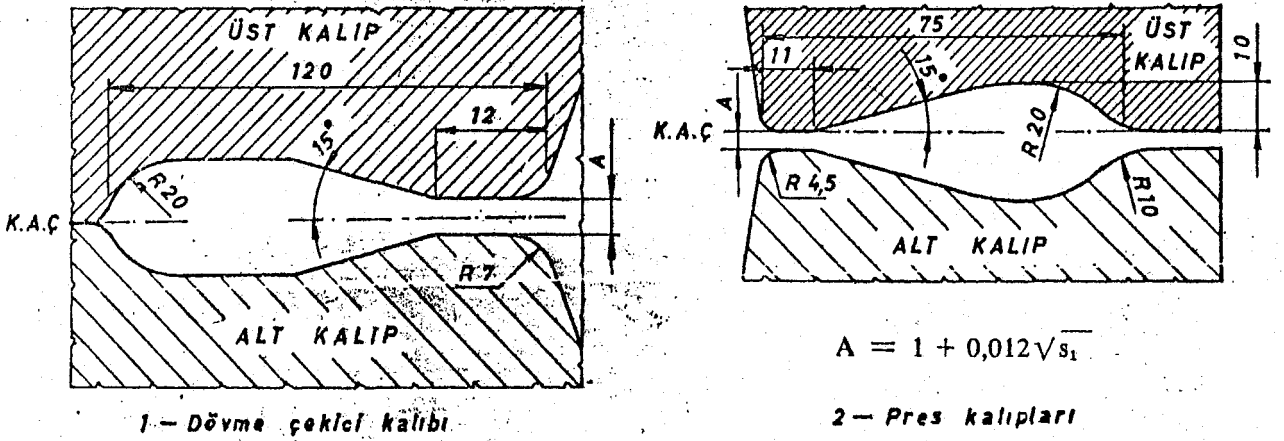
(Şekil 4 , 20)

Normal boyutlu parçaların dövme işleminde kullanılan kalıplardaki çapak boşluğu ölçüleri (10)



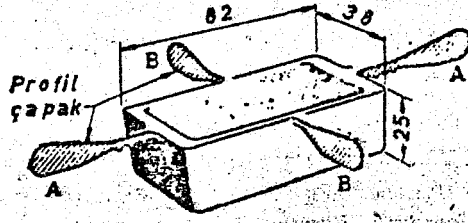
(Şekil 4 . 21)

Büyük boyutlu parçaların dövme işleminde kullanılan kalıplardaki çapak boşluğu ölçüleri (10)

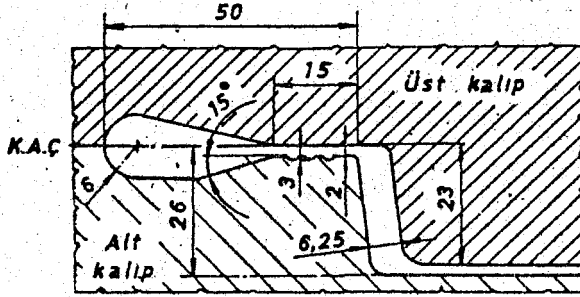


(Şekil 4 . 22)

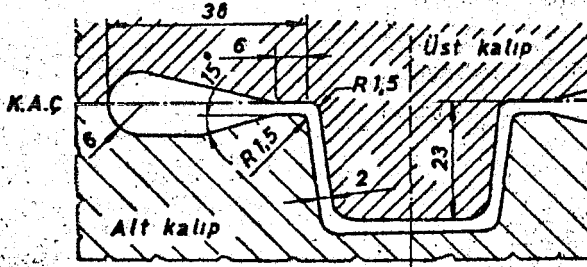
Çok büyük boyutlu parçaların dövme işleminde kullanılan kalıplardaki çapak boşluğu ölçüleri (10)



(a) Kalıplanan parça



A - Detayı



B - Detayı

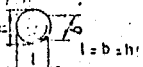













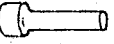
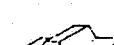
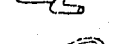
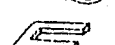
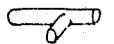
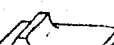
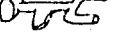


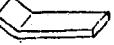
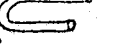






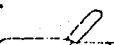
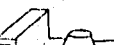
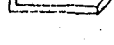

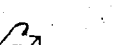
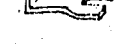
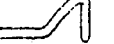

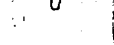

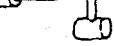





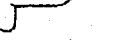




(b) Çapak boşluğu detayı

(Şekil 4 . 23)

Kalıplanan parça ve kalıp yarımlarına açılan çapak boşluğu detayları (10)

Tablo . 28

DÖVME PARÇALARININ TEMEL ŞEKİLLERİ (11)

MODEL KLASI 1 Kısa ve badur şekilli  Küresel ve küp nevi parçalar	ALT GRUPLARI	101 Yan çıkıntısız elementler	102 Bir tarafı yan çıkıntılı elementler	103 Çevresel yan çıkıntılı elementler	104 Bir tarafı ve çevresel çıkıntılı elementler	
MODEL KLASI 2 Düzlük şekilli  $l = b > h$ Yuvarlak, kare ve benzer profilde parçalar, uzun gövde üzerinde kısa kollar, sıyırılmış kafalar (Flanşlar, ventit kapakları) bulunan papraz parçalar	ALT GRUPLARI	Yan çıkıntısız elementler	Göbek çıkıntılı	Göbek çıkıntılı ve göbek delikli	Bilezik çıkıntılı	Bilezik ve göbek çıkıntılı
	MODEL GRUPLARI					
	21	211	212	213	214	215
	Disk şekilli bir tarafı yan çıkıntılı elementler					
	22		222	223	224	225
	Disk şekilli iki tarafı yan çıkıntılı elementler					
MODEL KLASI 3 Uzun şekilli  $l > b > h$ Dövülmüş uzun eksenli parçalar Uzunluklarına göre gruplar 1) Kısa parçalar $l < 3b$ 2) Yarım uzun parçalar $l = 3 \dots 8b$ 3) Uzun parçalar $l = 8 \dots 16b$ 4) Çok uzun parçalar $l > 16b$ (Uzunluk grup- larının rakam- ları örneğin 334/4 şeklinde tanımlanmaktadır.)	ALT GRUPLARI	Yan çıkıntısız elementler	Ana şekil eksenine simetrik bulunan yan çıkıntılı elementler	Acık ve kapalı çatallı elementler	Ana şekil eksenine simetrik olmayan yan çıkıntılı elementler	İki veya daha fazla muhtelif yan çıkıntılı elementlerden oluşan benzer parçalar
	MODEL GRUPLARI					
	31	311	312	313	314	315
	Doğrusal uzun akslı ana şekil elementleri	 	 	 	 	 
	32	321	322	323	324	325
	Ana şekil elementinin uzun ekseni bir düzlem üzerinde kıvrıl- mıştır	  	  	  	  	  
	33	331	332	333	334	335
	Ana şekil elementinin uzun ekseni bir kaç düzlem üzerinde kıvrılmıştır	  	  	  	  	  

Tablo . 29

(11)

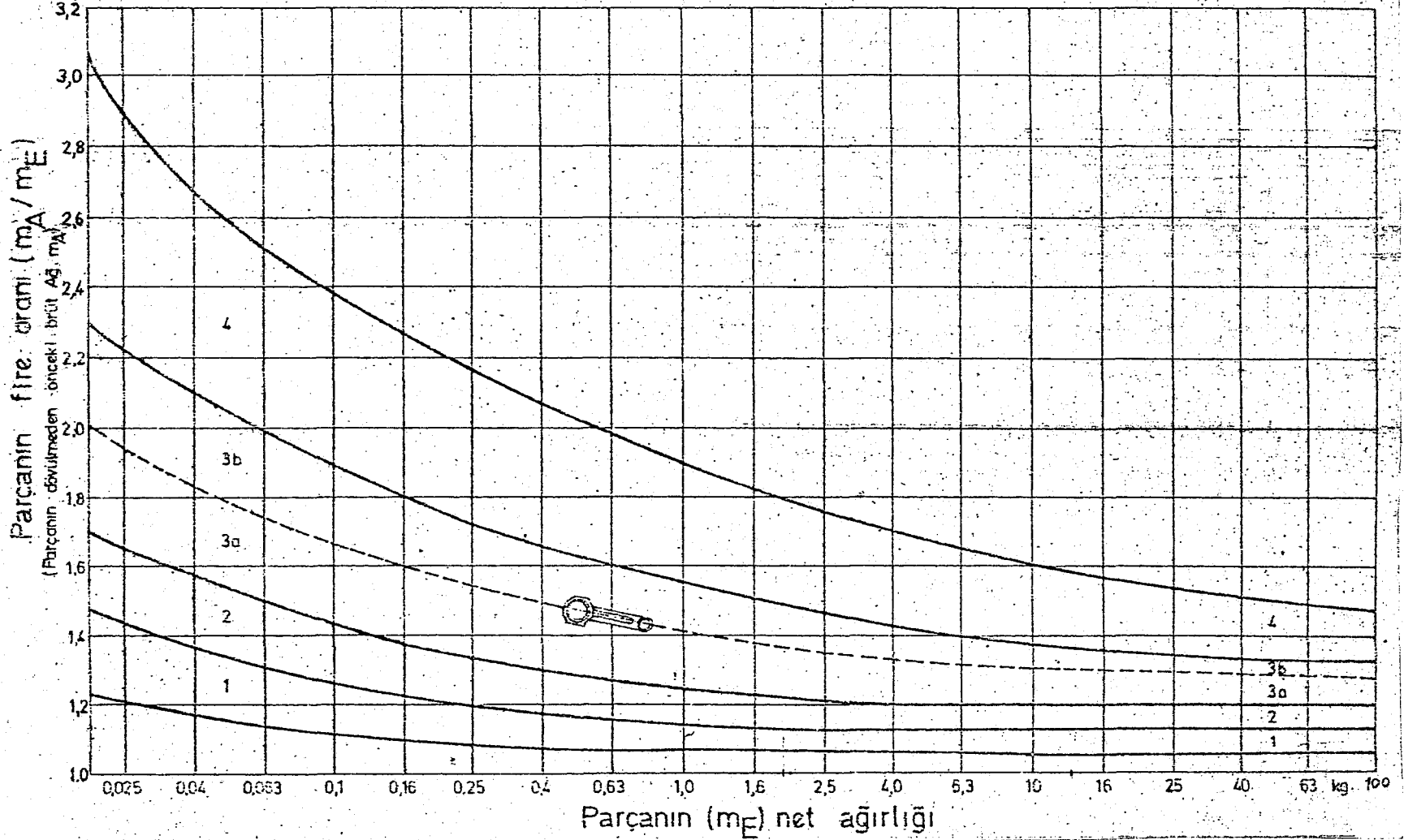
DİLİM ALANI NO.	MODEL KLASLARI ¹⁾		DÖVME PARÇALARININ ÇEŞİTLERİ
	NO.	DÖVME GÜÇLÜKLERİ	
1	1	(Normal parçalar)	Kareler, küpler, yüksükler, flanşlar, şişirilmiş kafalar.
	2	(Basit parçalar)	İnce diskler ve tekerlekler, konik çarklar, flanşlı yüksükler, şişirilmiş ventii kapakları ve flanşlar.
2	1	(Zor parçalar)	Çıkıntılı bodur parçalar.
	2	(Normal parçalar)	Kenarlı tekerlek veya çarklar, dişli çarklar, karesel düz parçalar, ince bilezik ve çemberler, simetrik olmayan şişirilmiş kol parçalarının uçları.
	3	(Basit parçalar)	Kısa, basit kollar, kablo, kışkaçları.
3a	2	(Zor parçalar)	Yüksek kenarlı tekerlekler, geniş çember ve bilezikler, çapraz ve T-şekilli parçalar.
	3	(Normal parçalar)	Basit biyeler, biyel kapakları, kranklar, yatay salımlı yataklar, ince çatalar, yarım uzun kollar, civata anahtarları, sıkma civataları.
3b	3	(Normal parçalar)	BİYEL KOLLARI 2) Şaft, kaplin, fren, devirme, manivela kolları, açışat kolları, saft çatalı, yay çatalı, aks kolları, komplike biyel ve kranklar, kamlar, basit krank milleri ve ön akslar.
4	3	(Zor parçalar)	Çok uzun kollar, ince kollar, komplike saft çatalı, aks kolları, krank milleri, ön akslar, cernah biletler.

1) Model Klasları SPIES şekil verme düzenlemesine (norm'una) göre dir.

2) Biyel kolları için çizelgede 22 adet ölçü değerleri gösterilmiştir.

Tablo . 30

DÖVÜLMÜŞ PARÇALARIN (m_E) FIRE ORANLARINI (m_A/m_E) GÖSTEREN
ÇİZELGE ve ÇİZELGEYE İLİŞKİN TANIMLAMALAR (11)



Çapak boşluğu üç ana kısımdan oluşur;

- a - Kalıplama basıncına etki eden çapak genişliği,
- b - Çapak kalınlığı,
- c - Artık malzemenin taşabileceği boşluk.

4. 8 . Sıcak dövülecek parçanın boyutlarına göre çapak boşluk tipinin seçimi :

Çapak boşluğu ölçüleri genellikle dövülecek parçanın boyutlarına bağlı olarak belirlenir.

Buna göre ;

1 - Küçük boyutlu parçaların dövme işleminde kullanılan kalıplardaki çapak boşluğu ölçüleri (Şekil 4 - I9)

2- Normal boyutlu parçaların dövme işleminde kullanılan kalıplardaki çapak boşluğu ölçüleri (Şekil 4 - 20)

3 - Büyük boyutlu parçaların dövme işleminde kullanılan kalıplardaki çapak boşluğu ölçüleri (Şekil 4 - 2I)

4 - Çok büyük boyutlu parçaları dövme işleminde kullanılan kalıplardaki çapak boşluğu ölçüleri (Şekil4 . 22)

Çapak boşluğu ölçüleri, kalıplama basıncı ve artık malzeme miktarı gözönünde bulundurularak aşağıdaki formüllerle hesaplanır.

$$A = 1 + 0,012 \sqrt{S_1} \quad (\text{mm})$$

Pratik olarak ;

$$A = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4} \right) \times W \quad (\text{mm})$$

$$A = \text{Çapak kalınlığı} \quad (\text{mm})$$

$$W = \text{Çapak genişliği} \quad (\text{mm})$$

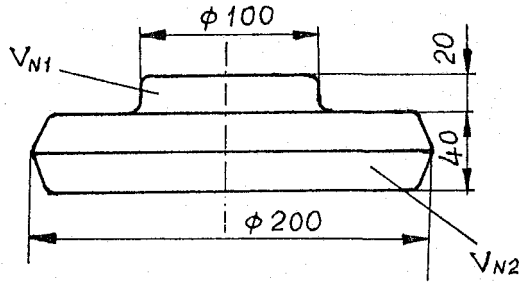
$$S_1 = \text{Çapak düzlüğü yüzey alanı} \quad (\text{mm}^2)$$

$$L = \text{Çapak boşluğu boyu (çapak kesme düzleminde itibaren)} \quad (\text{mm})$$

4. 9. Kapalı kalıpla sıcak dövmede fire hesabı ve kabul edilen çapak boşluğu kontrolü :

Kapalı kalıpla sıcak dövmede, dövülecek parçanın şekil gurubu (Tablo .28) den tayin edilir.(Tablo .29) dan da dilim alanı numarası belirlenerek, bu dilim alan numarası ve parçanın net ağırlığına göre (Tablo 30) dan parçanın fire oranı (m_A / m_E) bulunur. Bu orana göre bulunan fire hacmi ile seçtiğimiz çapak boşluğu hacmi mukayese edilir. Eğer seçilen çapak boşluğu hacmi, fire hacmini emniyetli olarak karşılıyorsa uygun seçim yapılmış olur. Çapak boşluğu hacmi ile fire hacmi uygun olmadığı zaman başka bir çapak boşluğu seçimi yapılır.

Aşağıda dövülen parçanın çapak hacmi, fire oranı ve çapak boşluğunun bulunuşuna ait bir örnek verilmiştir.



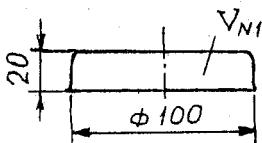
(Şekil 4 . 21)

Dövülmüş haldeki parça

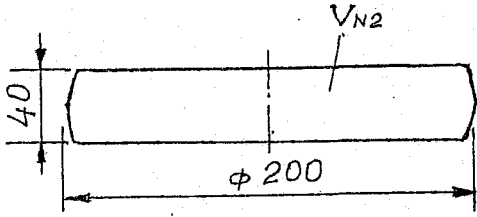
I - Şekil gurubunun seçimi,

Model klası : 2

2 - Parçanın net ağırlığına göre fire oranı,



$$V_{N1} = \frac{\pi d_1^2}{4} \times 2 = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \times 2 = 157 \text{ cm}^3$$



$$V_{N2} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} \cdot 40$$

$$V_{N2} = 1256 \text{ cm}^3$$

$$\text{Parça hacmi } (V_N) = V_{N1} + V_{N2}$$

$$V_N = 157 + 1256 = 1413 \text{ cm}^3$$

Dövülmüş parçanın net ağırlığı (G_E)

$$G_E = V_N \cdot 7,85 = 1413 \cdot 7,85 = 11092 \text{ g}$$

$$G_E \cong 11 \text{ Kg}$$

Tablo 30 'dan 11 Kg 'a göre fire oranı (f)

$$f = 1,160$$

3 - Dövülecek ilkel parça ağırlığı ve fire ağırlığı

$$G_A = G_E \cdot f = 11 \cdot 1,160 = 12,8 \text{ Kg}$$

$$\text{Fire ağırlığı } (f_G) = G_A - G_E = 12,8 - 11 = 1,8 \text{ Kg}$$

4 - Fire hacmi (f_V)

$$f_V = \frac{f_G}{7,85} = \frac{1800}{7,85} = 229 \text{ cm}^3$$

5 - Çapak boşluğunun seçimi ve hacminin hesabı

Çapak kalınlığı formülü,

$$A = 1 + 0,012 \cdot \sqrt{S_1} \quad \text{idi.}$$

$W = 6,25 \text{ mm}$ kabul edelim. (Şekil 4 19)

$$A = 1 + 0,012 \cdot \sqrt{\frac{\pi}{4} (212,5^2 - 200^2)}$$

$$A = 1,76 \text{ mm}$$

(Şekil 4 19)' daki dövme

çekici için kullanılan çapak

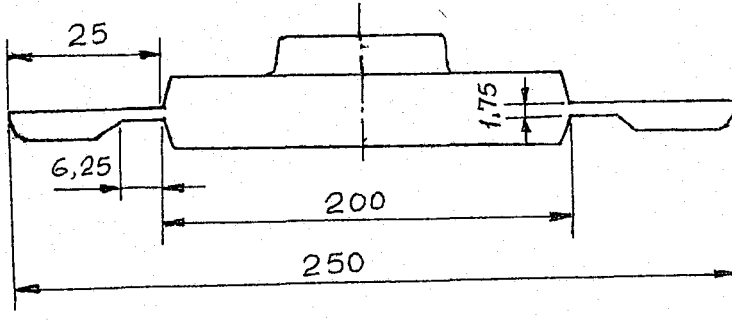
boşluğu profili seçilir.

$$D_1 = D + 2 W$$

$$D_1 = 200 + 2 \cdot 6,25$$

$$D_1 = 212,5 \text{ mm}$$

$$W = \frac{D_1 - D}{2} = \text{çapak eni}$$



Çapak hacmi, $V_{\phi} = \frac{\pi}{4} (25^2 - 20^2)$

$$V_{\phi} = 309 \text{ cm}^3$$

Fire hacmi, $f_v = 229 \text{ cm}^3$

$V_{\phi} > f_v$ olduğundan, uygun çapak boşluğunun seçilmiş olduğu görülür.

Eğer ; $V_{\phi} < f_v$ olursa, başka çapak boşluğu seçimine gidilir.

BÖLÜM 5

KAPALI KALIPLA SICAK DÖVMEDE BOYUT TOLERANSLARI

5.1. Boyut toleranslarının tanımı ve sınıflandırılması

Bütün üretim yöntemlerinde olduğu gibi dövme işlemlerinde de parça boyut hassasiyetlerinde limitler mevcuttur. Üretim sırasında teorik hassasiyet nadiren elde edilir.

Bu bölümde anlatılacak boyut toleransları dövme endüstrisinde geçerli olan standartlardır.

Endüstride elde edilen tecrübeler gösterilmiştir ki dövme parçalarındaki boyutsal değişiklikler esas olarak parça boyutlarına bağlıdır. Yani parça boyutlarına bağlı olarak standartlar hazırlanmıştır.

Boyutsal toleranslar, kalıplanacak parçanın özelliklerine bağlı olarak şöyle sınıflandırılır.

- 1-Talaş kaldırma(İşleme payı) toleransı,
- 2-Uzunluk ve genişlik toleransı,
- 3-Kalıp aşınması toleransı,
- 4-Kalıp kapanması veya kalınlık toleransı,
- 5-Kalıp aşınması veya ağırlık toleransı,
- 6-Uyuşum toleransı,
- 7-Radyüs toleransı,
- 8-Çapak fazlalık toleransı,
- 9-Düzgünlük toleransı,
- 10-Yüzey toleransı,
- 11-Eğim açısı toleransları,
- 12-Çekme payı toleransı.

Sınıflamadaki boyutsal toleransları, uygulaması ile ilgili birer örnekle birlikte tek tek ele alalım.

1-Talaş kaldırma(işleme payı) toleransı:

Kalıplanacak parça üzerinden makina işçiliği ile talaş kaldırılacaksa minimum talaş kaldırma toleransı tek taraflı olarak parçanın ölçülerine eklenir.Talaş kaldırma toleransı,diğer toleranslardan önce parçaya eklenecek ilk toleranstır.(Tablo.31)'de tek taraflı talaş kaldırma toleransları verilmiştir.

Talaş kaldırma toleransı,bütün malzemelere uygundur.Ancak çelik malzemelerden kalıplanacak parça boyutlarına oksitlenme payı da eklenir.(Tablo.32)'deki talaş kaldırma miktarına eklenir.

Tablo.31-Tek taraflı talaş kaldırma toleransı (1)

Kalıplanacak parça ölçüleri (mm)	Tek taraflı minimum kaldırma toleransı (mm)
-200	1,60
200 -400	2,40
400 -600	3,20
600 -900	4,00
900 ve yukarısı	4,80

Tablo.32-Oksitlenme payı toleransı (1)

Kalıplanacak parça ölçüleri (mm)	Oksitlenme payı (mm)
-25	0,30
25 -100	1,20
100 -200	1,60
200 -yukarısı	3,20

2-Uzunluk ve genişlik toleransı

Kalıplanacak parçanın uzunluğuna, genişliğine ve çapına eklenen toleranstır. Pres ve şahmerdanlardan üretilen dövme parçalarının direkt olarak toleransları verilmediği durumda (Tablo-33)'den faydalanılarak uzunluk ve genişlik toleransı kolayca bulunabilir.

Tablo.33-Uzunluk ve genişlik toleransları (1)

Kalıplanacak parça- ölçüleri (mm)	Tek taraflı tolerans (mm)
-600	0,80
600 -1500	1,60
1500 -3000	3,20
3000 -yukarısı	6,40

Tabloda verilen uzunluk ve genişlikteki toleranslar kalıplar arasındaki çapak hattına paralel olarak ölçülmüştür. Normal olarak bu ölçümlere kalıp aşınma toleransları dahil edilmiştir.

Uzunluk ve genişlik toleransları ± 0.003 mm/mm olup çap dahil genişlik ve uzunluk boyutlarına uygulanmaktadır. Bu toleransa malzemenin çekmesi ve kalıp gravürünün parlatma şekli dahil edilmiştir.

Tabloda gösterildiği gibi uzunluk ve genişlik toleransları kalıp aşınma toleransları dahil edilerek 0.8 mm aralıklarla ifade edilir. Bütün toleranslar toplandığında en yakın üst tolerans kullanılır.

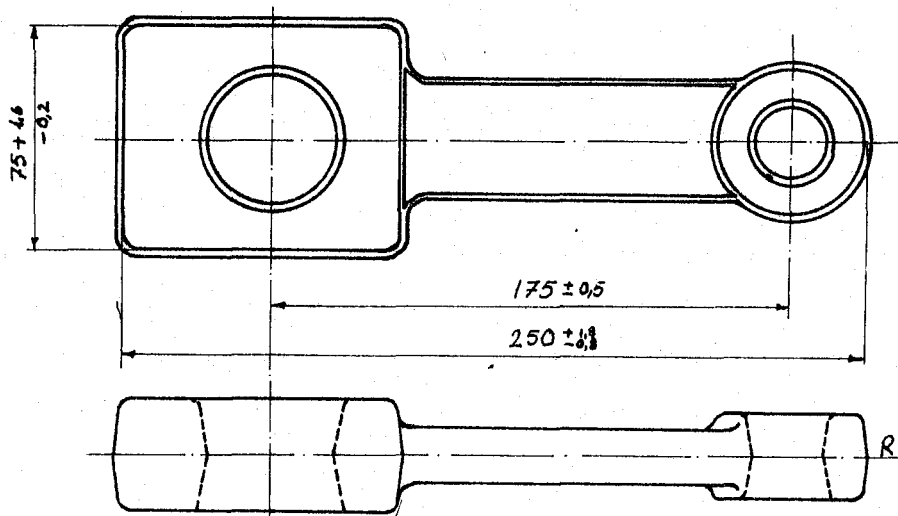
NOT: Bütün toleranslarda çıkan neticeler virgülden sonra bir haneli yazılacaktır.

Uygulamalar

Örnek 1 (şekil 5.1.)

Malzeme : Karbonlu çelik

Uzunluk ölçüsü toleransı	Üst sınır(+)	Alt sınır(-)
Uzunluk x uzunluk-genişlik tolerans faktörü	$250 \times 0.003 = 0.75$	0.75
Uzunluk x kalıp aşınma tolerans faktörü	$250 \times 0.004 = 1.00$	-
	<u>+1.75</u>	<u>-0.75</u>
Bir ondalıklı şekle çevirme	+1.8	-0.8
Genişlik ölçü toleransı	(+)	(-)
GenişlikxUzunluk-Genişlik tolerans faktörü	$75 \times 0.003 = 0.225$	0.225
En büyük uzunlukxkalıp aşınma tolerans faktörü	$250 \times 0.004 = 1.000$	-
	<u>+1.225</u>	<u>-0.225</u>
	+1.2	-0.2
Delik merkezleri arası toleransı	(+)	(-)
	$175 \times 0.003 = 0.52$	0.52
	+0.5	-0.5



(Şekil 5.1) Uzunluk ve genişlik toleransı hesaplanan parça
(çelik dökme parça) (1)

3-Kalıp aşınma toleransları :

Dövülen parçanın malzeme ve şekline göre kalıp aşınır.Farklı malzemeler için kalıp aşınma toleransları iş parçası yüzeyine bağlı olarak uzunluk ve genişlik toleranslarına eklenir.Merkezler arası ölçülere bu tolerans uygulanmaz.

Dış boy,genişlik ve çap boyutları için kalıp aşınma toleranslarını bulmak için kalıp ayırma hattına paralel ölçülen en büyük dış uzunluk veya çap (Tablo.34)'den alınan faktör ile çarpıldıktan sonra,boy ve genişlik toleranslarının (+) değerleriyle toplanır.

Dış boyutların kalıp aşınma toleransları (+) değerleriyle toplanır.

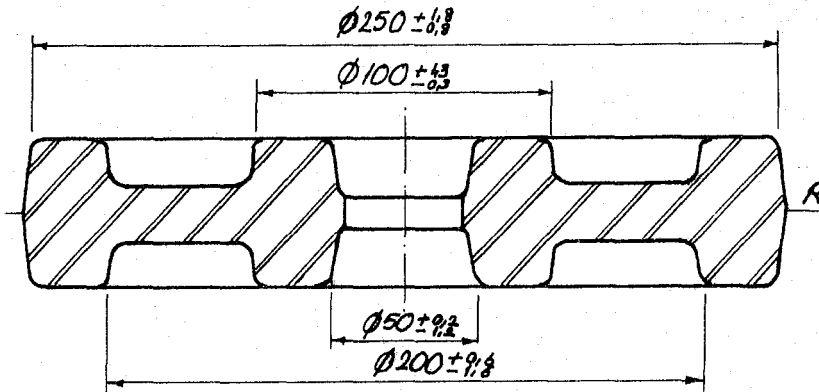
İç uzunluk,genişlik ve çap boyutları için kalıp aşınma toleranslarını tesbit ederken en büyük dış uzunluk veya dış çap (Tablo.34)'den alınan faktörle çarpılır.Çarpımdan elde edilen değerler boy ve genişlik toleranslarının değerleri ile toplanır.İç boyutlar için kalıp aşınma toleranslarında sadece (-) değerler kullanılır.

Tablo.34-Kalıp aşınma toleransları (her mm için) (1)

Malzemenin cinsi	25 mm boydaki malzeme faktörü
Carbonlu çelikler	0.004
Düşük alaşımlı çelikler	0.005
Paslanmaz çelikler	0.006
Yüksek alaşımlı çelikler	0.008
Titanyum alaşımları	0.009
İçiya dayanıklı çelikler	0.012
Alüminyum alaşımları	0.004
Pirinç	0.002
Bakır	0.002

Örnek 2 (Şekil 5.2.) (1) Malzeme : Karbonlu çelik

Dış ölçüler	(+)	(-)
Çap x uzunluk-genişlik tolerans faktörü	$250 \times 0,003 = 0,75$	0,75
Çap kalıp aşınma tolerans faktörü	$250 \times 0,004 = 1,00$	-
	<u>+1,75</u>	<u>-0,75</u>
Bir ondalıklı hale yuvarlatma	+1,8	-0,8
Çap x uzunluk-genişlik tolerans faktörü	$100 \times 0,003 = 0,30$	0,30
En büyük çap x kalıp aşınma tolerans faktörü	$250 \times 0,004 = 1,00$	-
	<u>+1,3</u>	<u>-0,3</u>
İç ölçüler	(+)	(-)
Çap x uzunluk-genişlik tolerans faktörü	$200 \times 0,003 = 0,60$	0,60
En büyük çap x kalıp aşınma tolerans faktörü	$250 \times 0,004 = -$	1,00
	<u>+0,6</u>	<u>-1,6</u>
Çap x uzunluk-genişlik tolerans faktörü	$50 \times 0,003 = 0,15$	0,15
En büyük çap x kalıp aşınma tolerans faktörü	$250 \times 0,004 = -$	1,00
	<u>+0,15</u>	<u>-1,15</u>
Bir ondalıklı hale yuvarlatma	+0,2	-1,2



(Şekil 5.2) Çelik dövme parça (1)

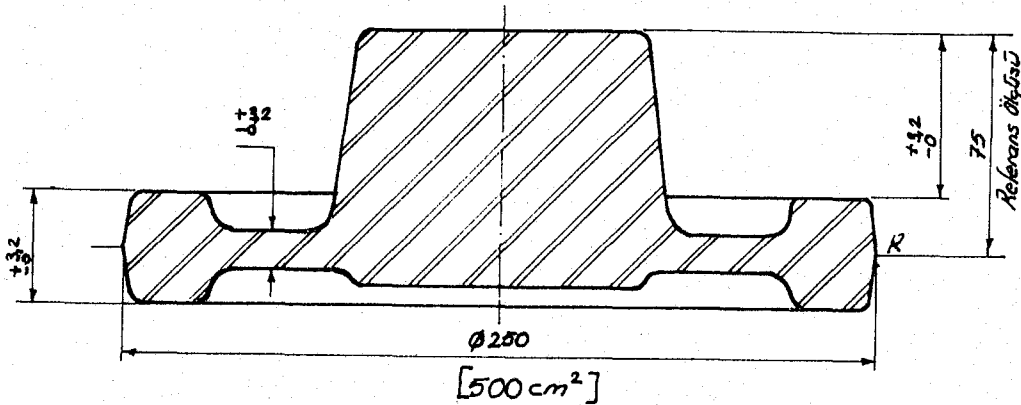
Ayırma hattına dik ölçülen boyutlarda meydana gelen kalıp aşınmaya müsaade edilen miktarlar, kalıp kapanma toleransına ilave edilir. İç ve dış boyutlar için hesaplanan kalıp aşınma toleransları her yüzeyde hesaplanan miktarın yarısı oranındadır.

4-Kalıp kapanması veya kalınlık toleransı :

Kalıp aşınması ve kalıpların kapanmasının tesiri altında iş parçasının kalınlığındaki değişiklikler kalıp kapanma toleransını kapsar. 150 mm'den daha küçük yükseklikteki dövme parçalarında kalıp kapanma toleransları, çapak hariç kalmak üzere dövme parçasının projeksiyon alanına bağlıdır.

Aşağıda açıklandığı gibi kalıp kapanma toleransları (+) toleranslar olarak uygulanmaktadır.

Kalıp ayırma hattına dik uzunluğu 150 mm'yi (6") geçen parçalarda $\pm 0,003$ uzanma toleransı kalıp kapanma toleransına ilave edilir. Kalıp aşınma toleransları 3.2 mm'nin katları olarak verilir. Bu tolerans (Tablo.35)'den elde edilen değerlere ilave edilir.



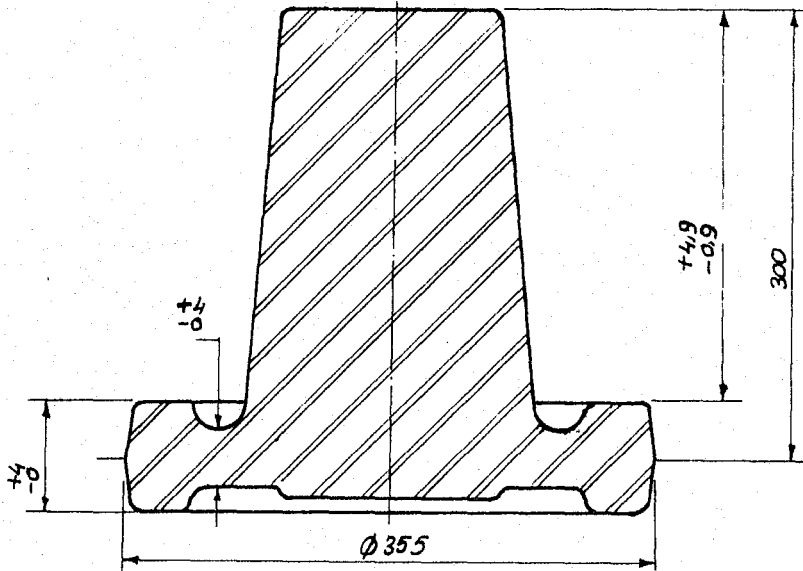
(Şekil 5.3) Düşük alaşımlı çelik (A ISI 4140) dövme parça (1)

Tablo 35-Kalıp kapanma toleransları (mm) (1)

Çapağı kesilmiş halde presleme alanı (cm ²)							
METAL	-65	65-190	190-320	320-640	640-3200	3200-6500	6500-
Düşük karbonlu çelik	0.8	1.6	2.8	3.2	4	4.8	6.4
Paslanmaz çelik 400 serisi	0.8	1.6	2.4	3.2	4.8	6.4	8
Paslanmaz çelik 300 serisi	1.6	2.4	3.2	4	4.8	6.4	8
Yüksek alaşımlı ç.Titanyum	1.6	2.4	3.2	4.8	6.4	8	9.5
Alüminyum-Magnezyum	0.8	0.8	1.6	2.4	3.2	4.8	6.4
Isıya dayanıklı çelik	2.4	3.2	4	2.4	6.4	8	9.5

Örnek 3 (Şekil 5.4)

Dış ölçüler	(+)	(-)
Kalıp kapanma toleransı (Tablo V)	4	-
Uzunluk ve genişlik toleransı $300 \times 0.003 = 0.90$ (± 0.003 mm/mm)	<u>4.9</u>	<u>0.90</u>
Bir ondalıklı hale getirme	+4.9	-0.9
	+4.9	-0.9

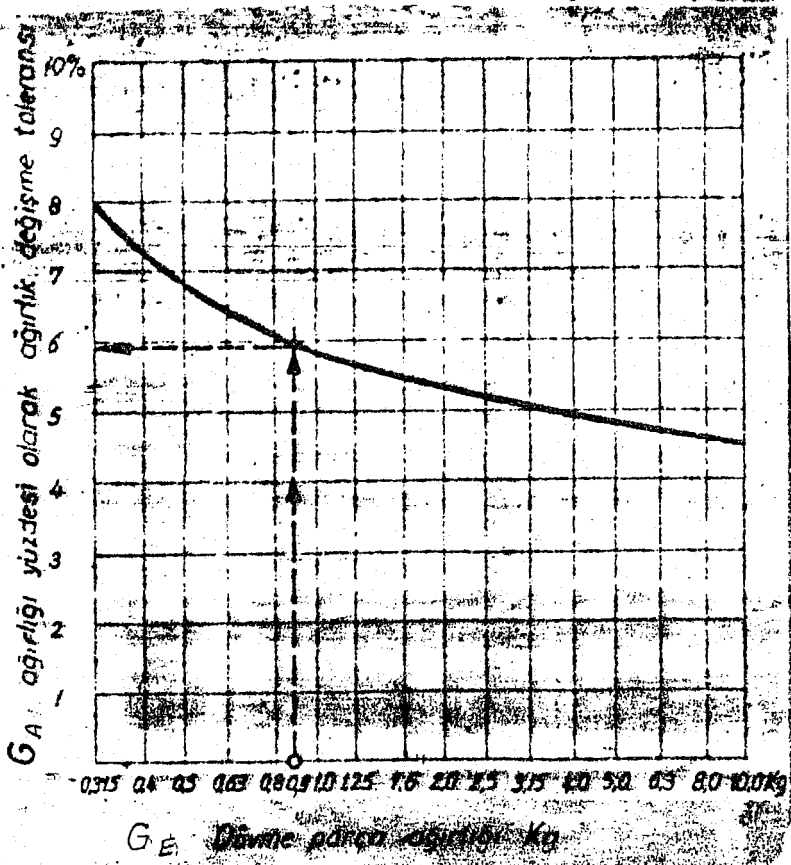


(Şekil 5.4) Çelik dövme parça (1)

5- Kalıp aşınma ve ağırlık değişme toleransı

Belirli sayıda üretimden sonra kalıp gravürü büyüyeceğinden buna bağlı olarak dövülen parça ağırlığı da artmış olur. Bu bakımdan parça ağırlığının alabileceği max. değerin belirlenmesi gerekir. Bu bakımdan 10 Kg'a kadar parçaların dövülmesinde kullanılacak ağırlık değişme toleransı diyagram (Tablo 36) ' da görülmektedir.

Tablo.36- Ağırlık değişme toleransları (1)



Örnek 4- $G_E = 0,9$ kg

Tolerans = % 5,9

$G_A = 0,059 \cdot 0,9 = 0,053$ Kg = 53g

6- Uyuşum toleransları:

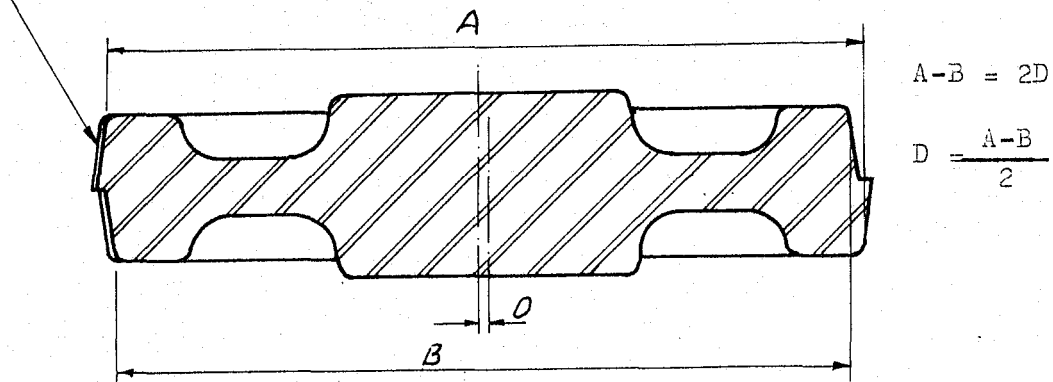
Alt ve üst kalıp üzerinde bir noktanın kaçıklık miktarı olarak ifade edilir. Bu ölçüm yapılırken kalıp ayırma hattına paralel ölçüm düşünülmelidir. Eğer mümkün olursa ölçüler parçanın kalıp aşınmasından etkilenmeyen bölgesinde yapılmalıdır.

Uyum toleransı çapak kesimi yapıldıktan sonra kalan parçanın ağırlığı esas alınır. Ve (Tablo 37)'den uygun olarak seçilir. Alıcı ile üretici arasındaki anlaşmaya bağlı olarakta bu tolerans belirlenebilir.

Tablo.37- Uyuşum toleransları (mm) (1)

MALZEMELER	Çapak kesildikten sonraki ağırlık (kg)								
	-1	1-2,5	2,5-12	12-22	22-45	45-90	90-220	220-450	450-
Düşük alaş. çelik	1	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	3,2	4	4,8
Paslanmaz çelik	1	0,8	1,2	1,6	2,4	3,2	4	4,8	6,4
Yüksek ala. titanyum	1	0,3	1,2	1,6	2,4	3,2	4	4,8	6,4
Alüminyum-Magnezyum	1	0,3	0,8	1,2	1,6	2,4	3,2	4	4,8
Isıya dayanıklı ala.	1	0,4	2,4	3,2	4	4,8	6,4	8	9,5

Kalıp aşınması Pozitifliği



(Şekil 5.5) Çelik dövme parça (1)

A = Kalıp ayırma hattında, parçanın en büyük ölçüsü

B = Kalıp ayırma hattında, parçanın en küçük ölçüsü

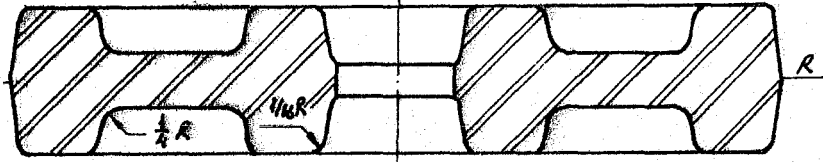
D = Kaçıklık miktarı

7- Radyüs (Kavis) toleransları

Radyüs toleransları , müşterinin dövülmüş fakat kesilmemiş dövme parçalarındaki iç ve dış köşe radyüs özelliklerindeki değişikliklerle ilgilidir.

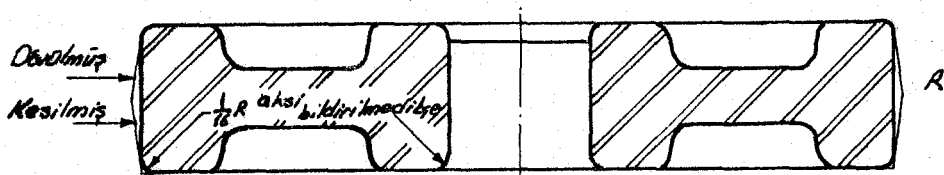
Kesmenin yaptığı dış köşe radyüsündeki tesirler hariç kalmak üzere müşterinin verdiği radyüsün (+) veya (-) yarısı kadar radyüs toleransı vardır. Kesilen parçanın dış köşe radyüslerinde (-) tolerans uygulanmaz.

Örnek 5-



(Şekil 5.6) Dövülmüş normal kesilmiş ve zımba ile delinmiş parça (1)

Radyüs	1,5mm (aksi bildirilmedikçe)	6mm (aksi bildirilmedikçe)
Max. eşitlikler	$1,5 \times 1,6 = 2,5\text{mm}$	$1,5 \times 6,4 = 10\text{mm}$
Min. eşitlikler	$1/2 \times 1,6 = 1\text{mm}$	$0,5 \times 6,4 = 3\text{mm}$



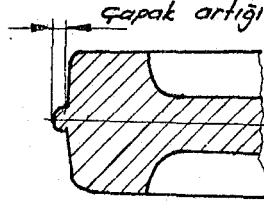
(Şekil 5.7)

(1)

Max. eşitlikler	$1,5 \times 1,6 = 2,5 \text{ mm}$	-
Min. eşitlikler	0	-

8-Çapak fazlalık toleransı :

Bu tolerans, çapak kesilmiş haldeki ağırlığa ve artık çapak miktarına bağlıdır. Çapak artığı bulunan parça yüzeyi ile ideal olan parça yüzeyi arasında müsaade edilen ölçü farkı, çapak fazlalığı toleransını meydana getirir.



(Şekil 5.8) Çapak fazlalığı miktarı

Aşağıdaki (Tablo 38) de malzemenin cinsine ve çapaksız ağırlığına göre, çapak fazlalık toleranslarını göstermektedir.

Tablo. 38-Çapak fazlalık toleransları (mm) (1)

Çapaksız Parça Ağ. (Kg)	Karbonlu çelik	Paslanmaz çelikler	Yüksek al. çelik	Al. ve magnezyum	Isıya day. çelik
-45	0,8	1,6	1,6	0,8	3,2
4,5-12	1,6	2,4	2,4	1,6	4,0
12 -22	2,4	3,2	3,2	2,4	6,4
22 -45	3,2	4,0	4,0	3,2	8,0
45 -90	4,0	6,4	6,4	4,0	9,5
90 -220	6,4	8,0	8,0	6,4	12,5
220-450	8,0	9,5	9,5	8,0	16
450 ve yukarı	9,5	12,5	12,5	9,5	19,0

9-Düzgünlük toleransı :

Dövme öncesi yapılan hazırlık ve dövmeden sonraki soğumaya bağlı olarak parça ekseninde veya yüzeylerde meydana gelen değişimler bu toleransın kapsamına girer.

Parça şekli bu iki faktörü etkilediği için dövme parçaları şekillerine göre dört gruba ayrılmıştır. A, B, C, D (Tablo.39). Isıya dayanıklı alaşımlar, yüksek yoğunluklu alaşımlar, titanyum ve paslanmaz çeliklerde uygulanmaz. Bu malzeler de müşteri ile üretici arasındaki anlaşmaya göre oluşur.

(1) Tablo.39-Düzgünlük toleransları için kullanılan şekil grupları

Grup	Dövülecek parça şekli	Örnekler
A	Boyu, genişlik ve yüksekliğine göre büyük parçalar	Uzun miller, şaftlar, manevralar
B	Yassı ve nisbeten ince parçalar	Diskler, tabaklar
C	Çapak hattı kısmı nisbeten ince göbekli parçalar	Düşük hızlı demir yolu tekerlekleri, göbekli diskler
D	Boy, genişlik ve kalınlığı az farklı parçalar	Hidrolik pompa kısımları, yüksek basınçlı buhar kut.

Table.40-Doğruluk toleransı

(1)

Malzeme	Kesim hattı alanı (cm ²) -Çapak hariç						
	-65	65-190	190-320	320-640	640-3200	3200-6500	6500-
Düşük karbonlu çelik	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	6,4
Paslanmaz çelik seri 400	0,8	1,6	2,4	3,2	4,8	6,4	8
Paslanmaz çelik seri 300	1,6	2,4	3,2	4	4,8	6,4	8
Alüminyum-Magnezyum	0,8	0,8	1,6	2,4	3,2	4,8	6,4

Grup A'ya ait örnek aşağıda verilmiştir. (şekil 5.9.)

Örnek 6

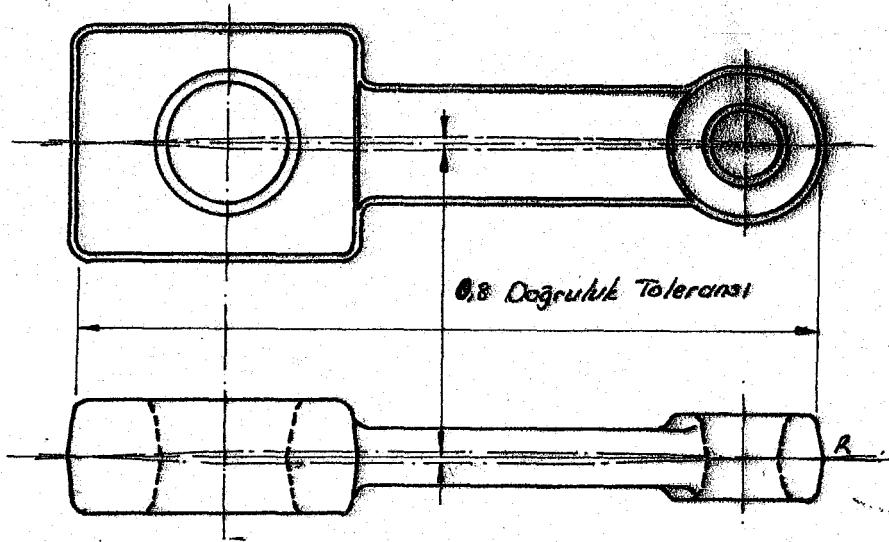
Malzeme : Karbonlu çelik

En büyük boyut x düzgünlük toleransı $250 \times 0,003 = 0,75 \text{ mm}$

Bir ondalıklı hale getirme

0,8 mm

NOT : Burada doğruluk toleransı ; en büyük ölçü x 0.003 olarak alınmıştır.



(Şekil 5.9) Çelik dövme parça (1)

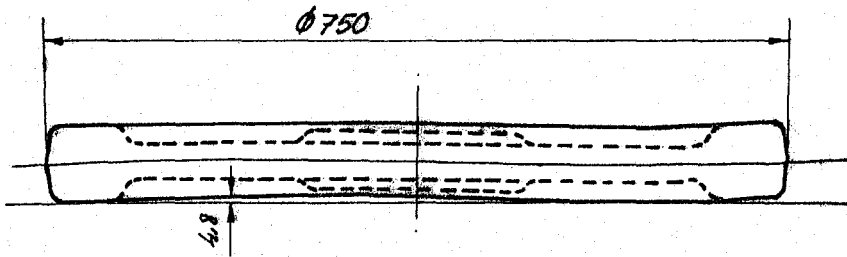
Grup B'ye ait örnek aşağıda verilmiştir. (Şekil 5.10 - 5.11)

Örnek 7

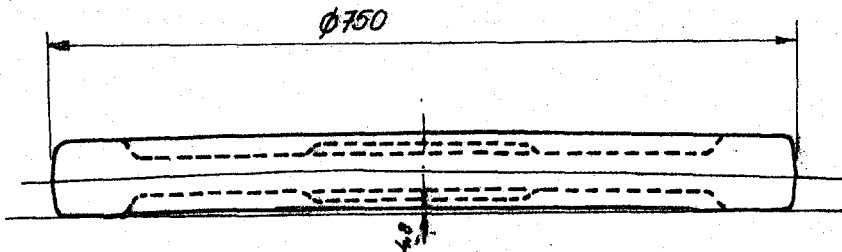
Malzeme : Karbonlu çelik

$$\text{Kesilmiş haldeki parça alanı} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \times 75^2}{4} = 4418 \text{ cm}^2$$

Doğruluk toleransı (Tablo 40)'den 4,8 mm



(Şekil 5.10) Çelik dövme parça (1)



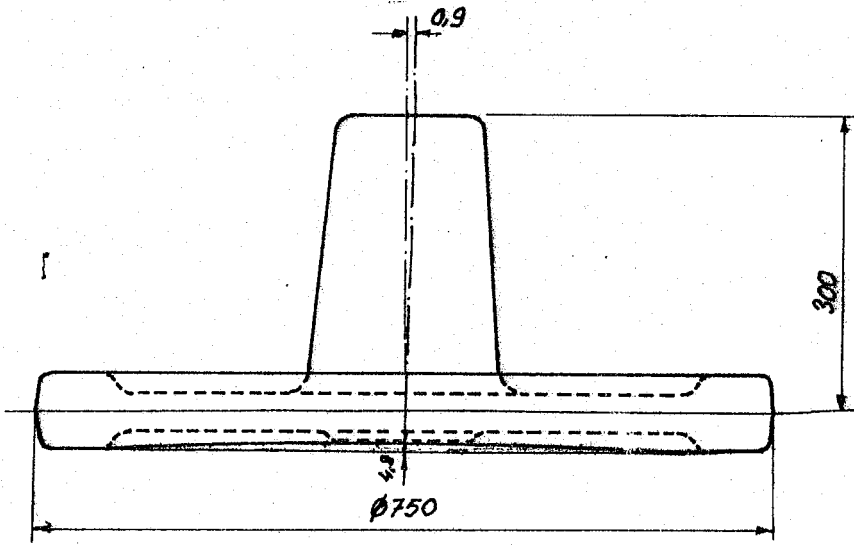
(Şekil 5.11) Çelik dövme parça (1)

Grup C'ye ait örnek aşağıda verilmiştir.(Şekil 5.12.)

Örnek 8

Malzeme : Karbonlu çelik

Kesilmiş haldeki parça alanı	4418 cm ²
Doğruluk toleransı (Tablo-40)	4,8 mm
Çapak hattından itibaren göbek yüksekliği x Doğruluk toleransı	300 x 0,003 = 0,9 mm



(Şekil 5.12) Çelik dövme parça (1)

Grup D

Sipariş veren firma ile imalatı yapan firma arasında oluşturulan teknik şartnameye göre yapılır.

10-Yüzey toleransı :

Kalıplanacak parça üzerinden talaş kaldırılacaksa, son yüzey temizleme işlemi için esas talaş kaldırma miktarına ilave edilen tek taraflı toleranstır. Yüzey toleransı isteğe bağlı olarak parça ölçülerine (+) yönde ilave edilir. Bu miktar (Tablo 35)'deki kalıp ka panma toleransından seçilen değer yarısı olarak alınır.

11-Eğim açısı toleransları :

Kalıplanacak parçanın minimum talaş kaldırma miktarına ilave edilen toleranstır.Parçanın kalıp içerisinden çıkartılmasını kaburga ve kemerlerin dövme,hadde yönünde meydana gelebilecek hataların giderilmesini kolaylaştırır.Tek taraflı eğim açısı ve buna ait toleranslar (Tablo.41)'de dövülecek malzemenin cinsine göre verilmiştir.

Tablo.41-Tek taraflı eğim açısı toleransları (1)

Malzemenin cinsi	Kalıplama işlemi	Eğim açısı	Kalıplama derinliği
Alüminyum	Dövme çekiçleri	$7^{\circ} \pm 1^{\circ}$	100 mm'ye kadar
		$5^{\circ} \pm 0^{\circ}$	32 mm'ye kadar
Alüminyum	Dövme Presleri	$3^{\circ} \pm 0^{\circ}$	32 mm'ye kadar
		$3^{\circ} \pm 1^{\circ}$	32-56 mm arası
		$5^{\circ} \pm 1^{\circ}$	56-140 mm arası
		$7^{\circ} \pm 0^{\circ}$	
Çelikler	Dövme çelikler	$7^{\circ} \pm 1^{\circ}$	75-125 mm arası
		$10^{\circ} \pm 0^{\circ}$	25 mm'ye kadar
Çelikler	Dövme Presleri	$7^{\circ} \pm 1^{\circ}$	25-200 mm arası
Titanyum	Dövme çekiçler	$5^{\circ} \pm 1^{\circ}$	0-175 arası
Titanyum	Dövme Presleri	$3^{\circ} \pm 1^{\circ}$	0-50 mm arası
Alaşımli çelikler	Dövme Presleri (iç yüzey)	$5^{\circ} \pm 2^{\circ}$	0-6,5 mm arası
		$10^{\circ} \pm 1^{\circ}$	0-15 mm arası
	Dövme Presleri (Dış yüzey)	$7^{\circ} \pm 1^{\circ}$	6,5-20 mm arası

Genelde sipariş sahibiyle imalatçı arasındaki özel şartlara göre ayarlanır.Değer olarak $+2^{\circ}$ ve -1° arasındadır.

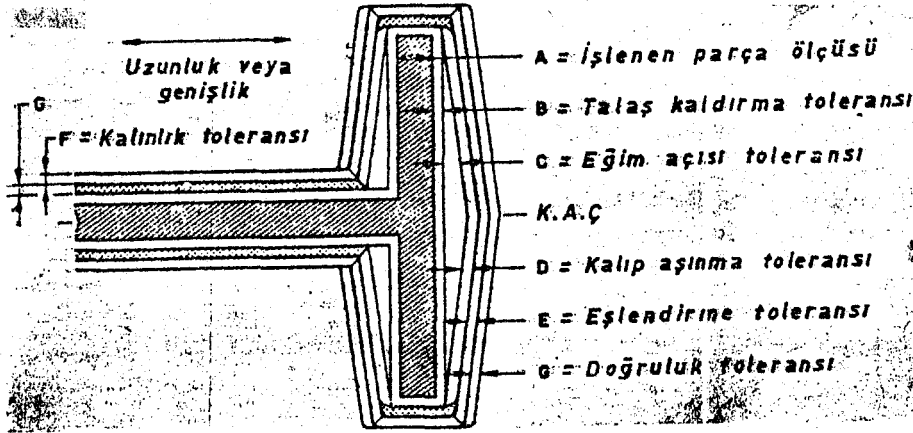
12-Çekme payı toleransları :

Dövülebilir bütün malzemeler, kalıplama sıcaklığına kadar ısıtılıp biçimlendirildikten sonra sıcaklığının düşmesi sonucu anma ölçülerinde bir miktar azalma meydana gelir. Çünkü ısıtılan malzeme genişler, hacmi büyür. Bu nedenle, sıcak olarak biçimlendirilecek parçalarda meydana gelecek ölçü farkını gidermek amacıyla ilave edilen toleransa, çekme payı toleransı denir.

Malzemelerin cinsine göre her 100 mm' deki anma ölçülerine ilave edilecek çekme toleransı (Tablo.5)'de evvelce belirtilmiştir.

5.2. Boyut toleranslarının örnekte gösterilmesi

Kalıplanan parça kesiti ve boyutsal toleranslardan bazıları (Şekil 5.13)'de görülmektedir.



(Şekil 5.13) Kalıplanan parça kesiti ve boyutsal toleranslar (1)

BOLÜM 6

KAPALI KALIPLA SICAK DÖVMEDE PREFORM (ÖN DÖVME)
DİZAYNI

6.1. GİRİŞ

Kapalı kalıpta dövülecek bir parça için, dövme projesinin pratik olarak dizaynında şu önemli bilgiler gereklidir.

- a - İlkel parça hacmi ve ağırlığı,
- b - Ön şekillendirme ve dövmenin düzenlenmesi,
- c - Bitirmedeki ve ön dövmedeki çapak boyutları,
- d - Her dövme için yük ve enerji gereksinimleri.

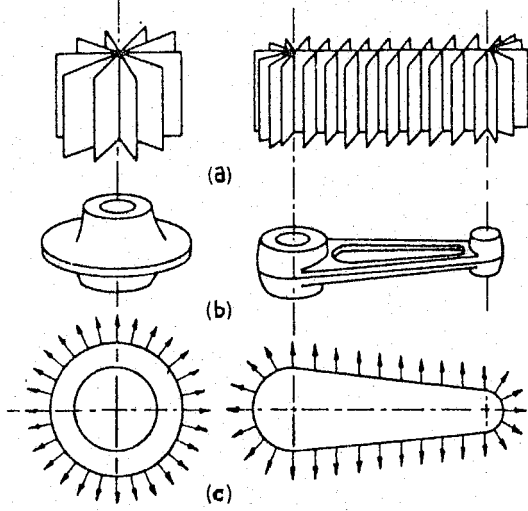
Endüstride büyük parçaların dövme işleminde, ampirik bilgi ve deneylerden faydalanılır. Preformun belirlenmesi zordur. Yılların ustalığını gerektirir. Teknik literatürde bitirme dövme dizaynı için çok sayıda yayın mevcuttur . Fakat ön dizayn hakkında çok az yayın vardır. Kantitatif ve objektif mühendislik öncülüğünde, ön dizayn yapabilmek için metal akışının (deformasyonunun) iyi bilinmesi gerekir.

Kalıp, hareket yönüne paralel ve hareket yönüne dik olmak üzere iki tür metal akışı olabilir. çoğu dövmelerde, kalıbın geometrisine bağlı olarak her iki akışın aynı anda olacağı malumdur.

Preform dizaynında ; Metal akışının bir düzlem üzerinde olduğu kabuledilir. Dövmenin çeşitli kesitleri için, bu kesitlere ait düzlemler gözönüne alınır. (Şekil 6.1 - 6.2)' de şematik olarak bazı basit par-

çalarda metal akış düzlemleri görülmektedir.

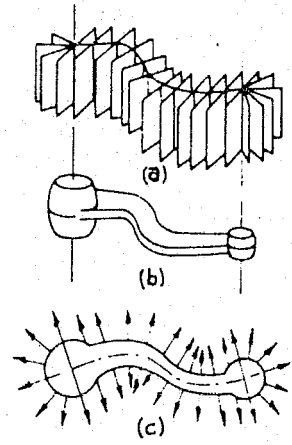
Akış düzlemleri merkezlerini birleştiren yüzey, dövmenin nötr yüzeyidir. Nötr yüzey üzerinde kalıp hareket yönüne paralel metal hareketlerinin meydana geldiği yüzey olarak düşünülür. Yani nötr yüzeyde uzakta-ki metal akışları kalıp hareketine diktir.



(Şekil 6.1) (12)

Basit şekillerin dövülmesinde metal akış yönleri,

- a - Akış düzlemleri
- b - Dövülmüş parça
- c - Akış yönleri



(Şekil 6.2) (12)

Nisbeten komplike şekillerin dövülmesi esnasında metal akış düzlem ve yönleri,

- a - Akış düzlemleri
- b - Dövülmüş parça
- c - Akış yönleri

6.2. Preform dizaynında temel kabuller :

Preform dizaynındaki yaygın pratik, metal akış düzlemlerini gözönüne alarak dövme parçasının kritik kısımlarında kesit alanları seçilir ve her bir kesit alanı için preform düzlemlerinin dizaynı yapılır.

Her kesit alanı için preform dizaynında temel kabuller yapılmıştır.

Her kesit alanı için preform dizaynında temel kabuller

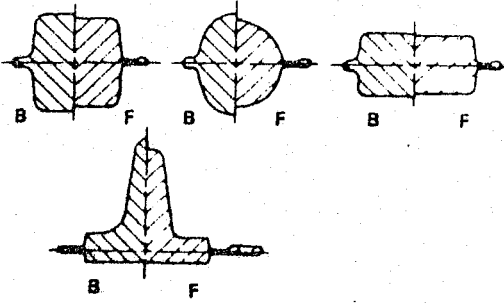
1 - Ön dövme uzunluğu boyu nca her kesitteki alan çapak için gerekli alan ile toplanır. Bulunan alan dövülmüş parçanın çapaklı haldeki kesit alanına eşit olmalıdır. Böylece ön dövme parçasının şekli, dövmenin esas ekseni (çapak hattı) boyunca hesaplanan kesit alanlarının belirlenmesiyle çıkarılır.

2 - Ön dövmenin bütün konkav yarıçapları (kanal yarıçapı dahil) dövülmüş parçanın yarıçaplarından büyük olmalıdır.

3 - Pratiklik açısından, ön dövmenin boyutları bitirilmiş parçanın dövme yönündeki boyutlarından büyük olmalıdır. Yani metal akışı kalıp hareket yönüne paralel değil, dik olmalıdır.

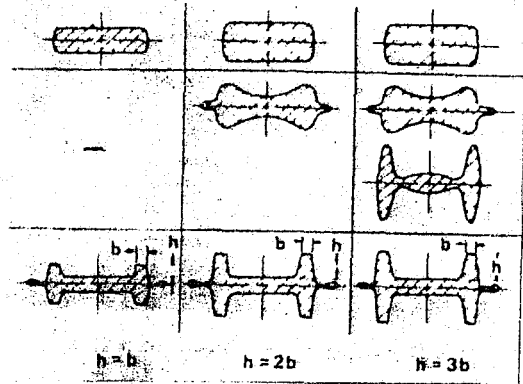
Bitirme işlemleri sırasında malzeme akışı kalıp-malzeme ara yüzeyinde ilave kayma olmadan malzeme kalıp çukuruna doğru dolmuş olmalıdır. Bu tür metal akışı sürtünmeyi ve dövme yükünü minimum yapar. ve kalıp yüzeyleri boyunca aşınmayı azaltır.

Bu üçüncü prensibin çelik dövmeye uygulanması bazı katı kesitler için (şekil 6.3) ve H kesitler için (şekil 6.4)'de verilmiştir.



(Şekil 6.3.)

Çeşitli profiller için örnek olarak önerilen preform kesit dizaynları (13)



(Şekil 6.4)

Çelikten çeşitli H şekillerinin çapaklı bitirme dövme meleri, ön dövme meleri (13)

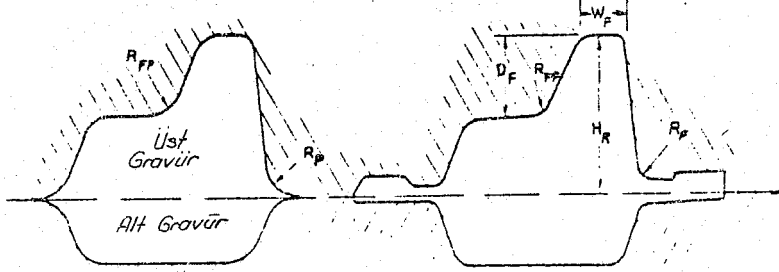
6. 3. Preform dizaynında ampirik yöntemler :

Preform dizaynının prensipleri kalitatif olarak bilinmektedir. Fakat perde ve kaburga kalınlıkları, kanal ve köşe yarıçapları ve ön dövme genişliği gibi kantitatif bilgilere literatürde çok az rastlanmaktadır. Her dövme şirketi yıllara dayanan tecrübelerle elde edilmiş kendi yöntemlerini kullanmaktadır.

Örneğin ; Alüminyum ve titanyum alaşımlarından, perde - kaburga tipi dövülmüş parçalarda aşağıdaki preform boyut aralıkları önerilmiştir.

Ön dövme (preform) genellikle bitmiş parça ile aynı çıkarma açısına sahip olacak şekilde dizayn edilir. Fakat bitmiş parçalarda çok derin gravür varsa, preformda daha geniş çıkarma açıları seçilir. Perde alanı nispeten küçük ve kaburgaları birleştiren yükseklik geniş olduğunda preformda daha kalın perde kalınlıkları seçilir.

Karbon ve az alaşımlı çeliklerin çekiçlerle dövme-lerinde (şekil 6.5) de görüldüğü gibi preformda çapak oluşmaz.



(şekil 6.5)

Ön dövme ve bitirme kalıplarının kesitleri (14)

Preformun kalıp ayırma hattı ile kaburga radyüsünü birleştiren radyüsün yarıçapı (R_p) komşu gravür derinliğinden etkilenir. ve $R_p = R_f + C$ (1) bağıntısı ile ifade edilebilir. Burada (C) ampirik bir faktör olup gravür derinliğine göre aşağıdaki tablodan seçilebilir.

Gravür derinliği (mm)	C'nin değeri (mm)
10 mm den az	2
10 - 25	3
25 - 50	4
50 mm den büyük	5

Başka bir kaynakta, R_p 'nin değeri

$$H_p / 6 < R_p < H_p / 4 \text{ olarak belirtilmiştir.}$$

Preformda, özellikle kaburga yüksekliği, kaburga genişliğinden büyük olduğunda yani $D_F > W_F$ olduğu durumda, kaburga ile perde (Kemer) arasındaki kanal yarı-

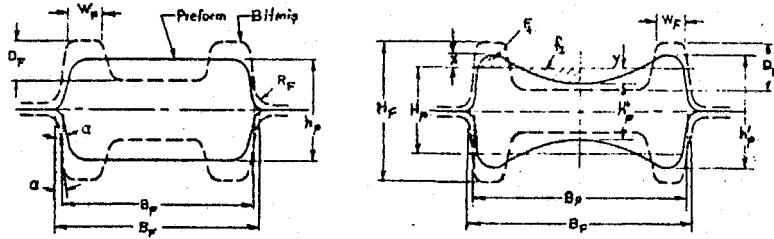
çapı (R_{FP}) bitirilmiş dövmelerdekinden büyük olmalıdır. Bu durumda aşağıdaki denklemden faydalanılması önerilmiş

$$R_{FP} = 1,2 R_{FF} + 3 \quad (\text{mm olarak}) \quad (3)$$

(Şekil 6 6) da değişik kaburga yüksekliği, kaburga genişliği oranına sahip H kesitli, preform dizaynları görülmektedir. (Şekil 6 6) daki kesit ($D_F < 2W_F$) için preformun tüm genişliği B_P , bitirilmiş gravür genişliği B_F , ye bağlı olarak ;

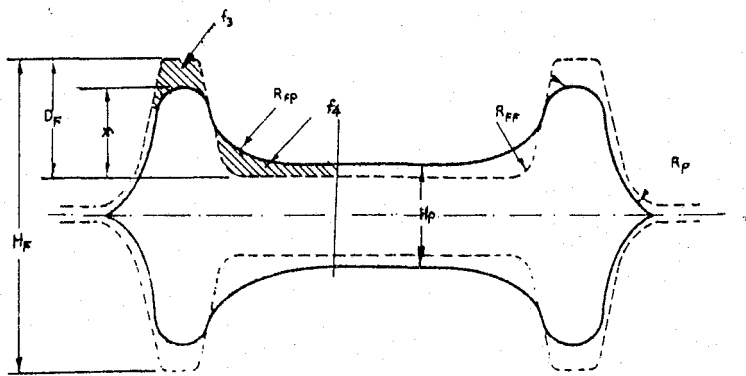
$$B_P = B_F - (2 \sim 10) \text{ mm olarak } (4)$$

bağıntısından bulunabilir.



(Şekil 6 . 6)

H kesitleri için önerilen preform dizaynları (14)



(Şekil 6 . 7)

kaburgaları arasında geniş mesafe bulunan (H) kesitleri için preform şeklinin belirlenmesi (15)

Daha sonra preformun yüksekliği bitmiş kesitin yüzey alanına apak için % 5 - 15 ' lik ilave yapılarak bulunabilir. (şekil 6.6) daki kesit için $(D_F) > 2W_F$ preform gravür genişliği ;

$$B_P = B_F - (I \sim 2) \text{ mm olarak (5) bulunabilir.}$$

Trapez şekilde olduğu varsayılan ön dövmenin yüksekliği, yukarıda olduğu gibi yüzey alanları eşitlenerek bulunur.

İlave kaburga, kaburga yüksekliği (X)

$$X = 0,25 (H_F - H_P) \quad (6)$$

Bağıntısından belirlenir. Perde (kemer) miktarının incelenmesi, y ; Perde (kemer) ve kaburga büyük açı ile birleştirildiklerinde, alanları $f_2 = f_1$ eşitliğinde yerleştirildiğinde hesaplanabilir.

Preformun belirlenmesinde yukardaki yöntemin kullanılması halinde H kesitleri için kaburgalar arasındaki mesafe çok büyükse, f_2 yüzey alanı f_1 ' den oldukça büyük olur. Bu durumda (şekil 6 7) kaburga yüksekliği,

$$X = (0,6 - 0,8) D_F \quad (7)$$

bağıntısından belirlenebilir.

Kanal yarıçapı (R_{FF}) ve apak yarıçapı (R_P) sırası ile denklem 3 ve I de verilmiştir. Buradan preform kalınlığı H_P , f_4 ile belirtilen hacminin fazla apak malzemesi nedeniyle f_3 hacminden büyük olduğu şartı kullanılarak belirlenebilir.

H kesitler için preform dizayn prensipleri yukarıda anlatılmıştır. Bunlar benzer kaburga - perde sistemleri içinde uygulanabilme imkanını bize verebilir.

6. 4. Üst kesit alan metoduyla preform dizaynı :

1 - Önden ve yandan görünüşü çizilmiş olan dövülecek parçanın kritik kısımlarından düzlemler geçirilir.

2 - Düzlemlerin geçtiği yerlerin kesit alanları ve çapak alanları bulunur. Bulunan her değer (Şekil 6.8) görüldüğü gibi taban düzlemine göre ölçekli olarak işaretlenir. Bulunan noktalar birleştirilerek parça ve çapağa ait "alan grafiği" oluşturulur.

3 - Grafik üzerinde işaretlenmiş olan her nokta için $D = 2 \sqrt{s/\pi}$ formülü kullanılarak, bu noktalara ait çap ölçüleri tesbit edilir.

4 - Hesaplanan her ölçü referans doğrusu (çapak hattı) üzerinde yine ölçekli olarak işaretlenir. Bulunan noktaların hepsinin birleştirilmesiyle (şekil 6.8) ön dövme şekli ortaya çıkarılmış olur.

"C" düzleminin geçtiği kısma ait parça ve çapak kesit alanı hesabı:

$$S_P = 44,45 \times 45 = 1975,4 \text{ mm}^2 \text{ Parça alanı}$$

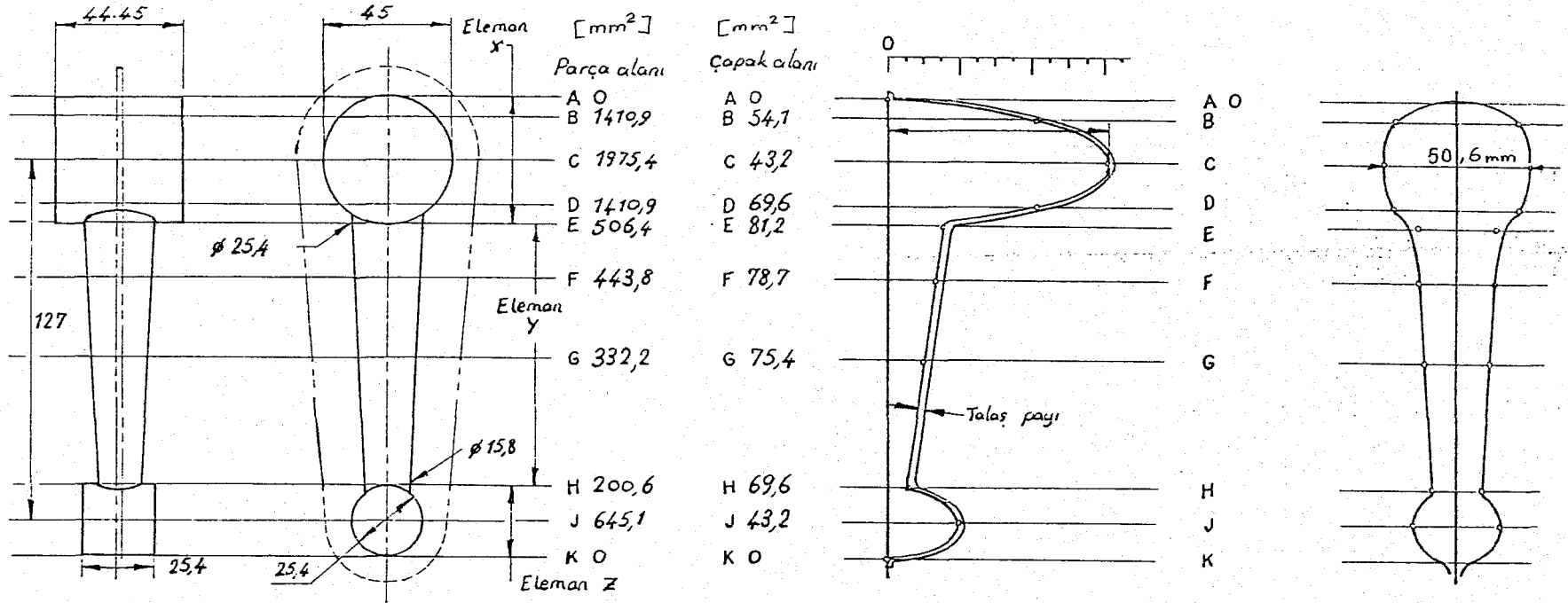
$$S_C = 2 \times 20 = 40 \text{ mm}^2 \text{ çapak alanı}$$

$$S_T = S_P + S_C = 1975,4 + 40 = 2015,4 \text{ mm}^2 \dots \text{Toplam}$$

alan düzleminin geçtiği kısma ait ön dövme çapı.

$$D = 2 \sqrt{s/\pi} = 2 \sqrt{2015/\pi} = 50,6 \text{ mm}$$

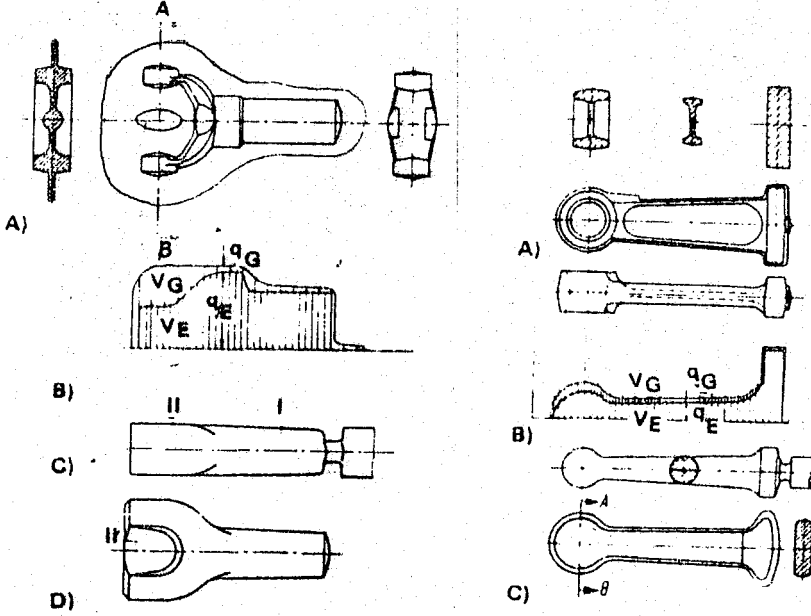
Her kesit düzlemi için aynı yöntem uygulanır ve preformun şekli meydana getirilir.



(Şekil 6.8)

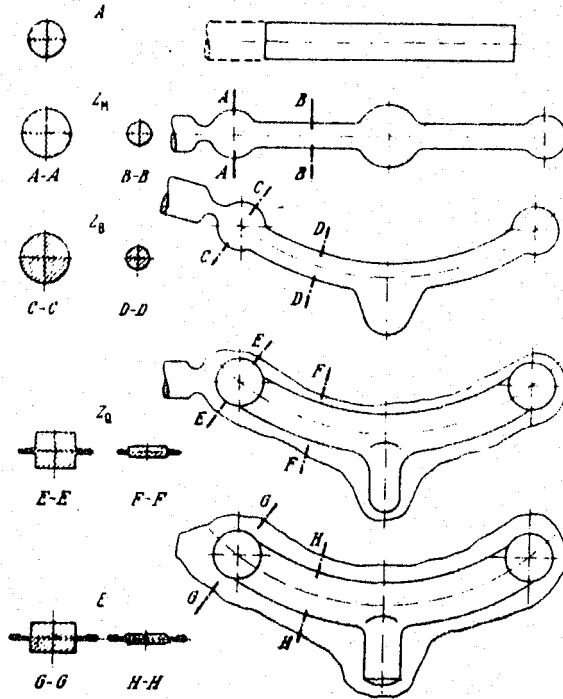
Preform'un meydana getirilmesi (16)

Dövme aşamalarına ait bazı örnekler ;



(Şekil 6.9)

Dövülecek parçaların dövme kademeleri (17)



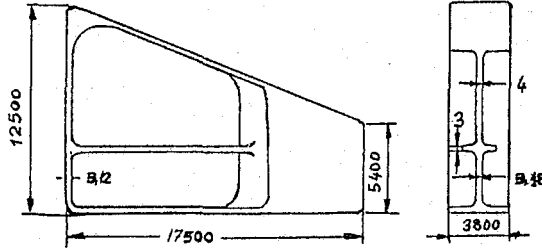
(Şekil 6.10)

İlkel parça, preform ve son şekillendirme işlemi (17)

6.5.Preform dizaynlarında model kullanımı :

Ön dövme şekli yapımında geliştirilen diğer bir metotta fiziksel modelleme kullanımıdır. Bu metotta (P_b) kurşun ve pilastisin gibi yumuşak malzeme kullanılır. Takım için ise sert plastik veya orta karbonlu çelik kullanılır. Yani, nisbeten ucuz takım kullanılarak ve bazı deneyler yapılarak ön dövme şekli belirlenir.

Hava kuvvetleri casusluk programı için Battale's Columbus laboratuvarında yapılan kaburga - perde türü hassas dövme için geliştirilen preform şekli, (Şekil 6. 11) de görülmektedir. Bu amaçla saydam (transparent) sert plastik kalıpları kullanılarak dövme yapılmıştır. Böylece dövme işlemi sırasında malzeme akışını incelemek mümkün olmuştur.



(Şekil 6. 11)

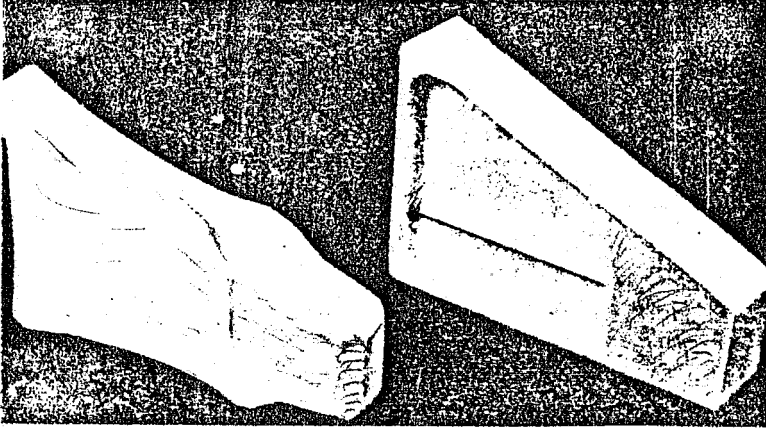
Simetrik olmayan kaburga - perde yapılı uçak iskelet parçası (18)

Plastisin kullanılarak geliştirilen preform geometrisi kurşun ile modelleme yapılarak daha iyi modellenebilir. (Şekil 6. 12) deki preform şekli 6061 Alüminyum 4340 çelik, Inconel 718'den dövme parçaları kullanılarak

yapılan modelleme deneylerinden elde edilmiştir.

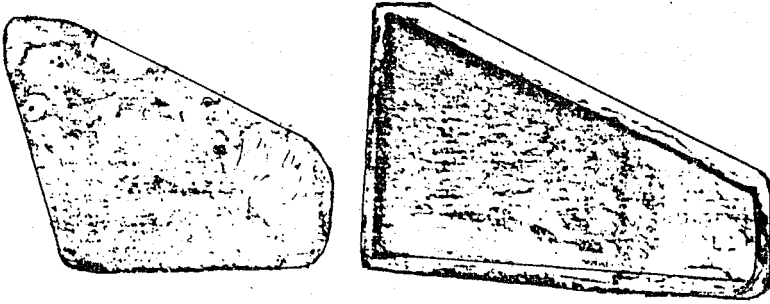
Preform ön safhalarında, preformlar yassı bloktan seri makinalarda işlenmiştir. Dövme işlemlerinde üniform metal akışının sağladığı deneme üretimi için kullanılan bu prosedür zamanalır ve pahalıdır.

Bu nedenle model çalışmaları plastisine, kurşun, çelik, inconel 718 alaşımı, gerçek çelik preform dövme takımlarında tekrarlanmıştır.



(Şekil 6 . 12),dolu kaburgaları gösteren, yüzey hatasız(Al) preform ve dövmesi

a -Preform parça b-Dövülmüş parça
(Şekil 6 . 12) (18)



(Şekil 6 . 13),gerçek gövde kalıpları kullanılarak modelleme ile geliştirilen preform

(Şekil 6 . 13) (18)

Şekil preform örneği ve plastisinden yapılmış dövme

preformu görülmektedir. Plastisin 35 mm kalınlığına yas-
sılaştırılmıştır, soldaki şekilde kesilmiştir. Model, Corn
Husger ve ekibi ile yağlanmış ve gerçek takım ile döv-
vülmüştür.

Metal akışını, sürtünmeyi kalıp şartlarıyla benzeş-
leştirme amacıyla, 4340 çelik, Inconel 718 ve kurşunun
dövme modellenme çalışmaları yağlama olmadan yapılmıştır.
Kalıpların daha önceki işlemlerden artakalan kalıntı
yağları bezle temizlenmişlerdir. Yani yağlanmamış kurşun
preformları tanminkar olarak dövülmüştür.

4340 çelik ve Inconel 718 preform modelleri, kur-
şun modellerle aynı şekle sahip olacak şekilde hazır-
lanmıştır. Bunlar önce modelleme ile belirlenen preform
düzeninde dövülmüşler. ve sonra hatasız düzgün kalıpta
son dövmeleri yapılmıştır. Bu çalışmalar gerçek metalle-
rin sıcak dövmesinde, metal akışı ve son dövmeyi simüle
etmede plastisin ve kurşunun yeterli yağlama şartların-
da kullanılabileceğini ortaya çıkarmıştır. Yani model
ve preform şekli deneylerle geliştirilebilmektedir.

Dövme için fiziksel modelleme, kalıp dizaynında
bir noktaya kadar faydalıdır. Buda modeli yapan ki-
şinin metal akışını anlamasını sağlar ve preform dizay-
nında tecrübesini artırır.

Modellemenin gerçek avantajı ise ; çabuk, ucuz ve
sonuca giden bir yöntem olmasıdır.

ÖZET VE TARTIŞMA

Dövme preslerinin bütün dizaynında en önemli yöntemlerden biri, ön şekillendirme yöntemlerinin belirlenmesidir. Bu yöntem, gerekli preformun sayısını ve şeklinin belirlenmesini sağlar. Öyleki, son dövme işlemlerinde, çapak nedeniyle malzeme kaybı minimum olur, hatasız parça üretilir.

Yukarıda preform dizaynında iki ana metot anlatılmıştır. Bunlar ;

- 1 - Zamanla tesbit edilen tecrübeler,
- 2 - Plastisin veya kurşun gibi yumuşak metallere modellemedir.

Bahsedilmeyen diğer bir metod ise ; preform şeklinin belirlenmesinde kompüterle dizayn teknikleridir. Bütün bu metodlar, dövme ile preform şeklinin, bitirilmiş şekle benzer olduğu, temel kapalı kalıp dövme teknikleridir.

Dövme merdaneleri, travers haddeme makineleri, mekanik dikey dövme makineleri veya ezicileri, elektrikli eziciler ve radyal dövme makinaları gibi özel dövme makinaları, özel dövme aletleri kullanılan, preform teknikleri mevcuttur. Bu teknikler ortadan, büyük üretim serilerine kadar yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dövme haddeleri, yatay dövme makinaları ve elektrikli eziciler, ABD 'deki dövme endüstrisinde yaygın olarak bilinmektedir. Transvers hadde makinaları İngiltere, Batı Almanya Ve Japonyada geliştirilmiştir. ABD 'de ise pek kullanılmamaktadır. Radyal dövme makinaları Avusturya,

Almanya ve Lüksemburgda üretilmiştir. Bunlar iş parçalarının inceltmesinde (Redcing) yaygın olarak kullanılmalarının yanısıra dünyada preform işlemlerinde kullanılmaktadır.

Kapalı kalıpta dövme metodları veya özel preform makinalarıyla yapılan preform dizaynı, dövme teknolojisinin en önemli özelliklerinden biridir ve dövme işleminin ekonomikliğini büyük ölçüde etkiler. Gerçekten bu konuda çok az yayınlanmış makale mevcuttur. Çok sayıda deney yöntemleri ve hata teknikleri, preformlama esnasında metal akışını hassas olarak kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bundan sonraki çalışmalar mühendislik yaklaşımını kullanarak preform ve dövme dizayn problemlerinde metal deformasyonu bilgilerini kullanarak yapılmalıdır.

BÖLÜM 7

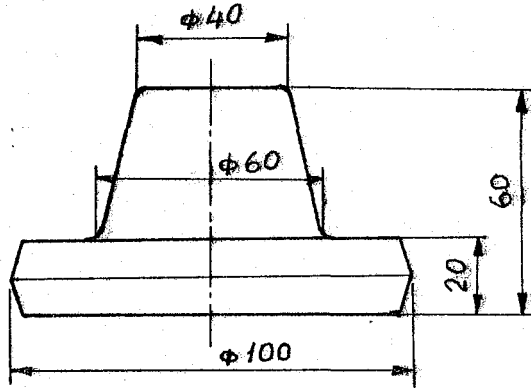
KAPALI KALIPLA SICAK DÖVMEDE İLKEİ PARÇA AĞIRLIĞI VE
BOYUTUNUN HESAPLANMASI

7.1. İlkel parça ağırlığının tesbitine etkiyen faktörler:

İlkel parça ağırlığının tesbiti için şu hususların göz önünde bulundurulması gerekir.

- a - Dövme parçasının ağırlığının bulunması,
- b - Çapak ağırlığının bulunması,
- c - Parçada delik bulunuyorsa, delik çapak ağırlığının hesaplanması,
- d - Ağırlık değişim toleransından doğan ilave ağırlık,
- e - Kalınlık toleransından meydana gelen ilave ağırlık,
- f - Yanmadan dolayı oluşan ağırlık kaybının bulunması.

7.2. İlkel parça ağırlığı ve boyutunun hesabına ait örnek :



(Şekil 7.1)

İlkel parça boyutu tesbit edilecek, dövme parçası
(Malzeme Ç 1040)

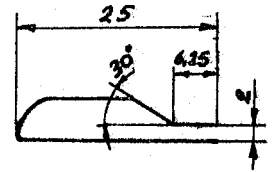
1 - Dövme parçasının ağırlığı (G_E) (efektif ağırlık)

$$G_E = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h + \frac{\pi \cdot \left(\frac{D_1 - D_2}{2}\right)^2}{4} \cdot h \cdot \varphi \quad \varphi = 7,85 \text{ g/cm}^3$$

$$G_E = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot 2 + \frac{3,14 \cdot \left(\frac{4 + 6}{2}\right)^2}{4} \cdot 4 \cdot 7,85$$

$$G_E = 157 + 78,5 \cdot 7,85 = 1848,67 \text{ g}$$

2 - Çapak ağırlığının bulunması (G_Q)



Çapak boşluğu (Şekil 4 19...23)' den parça boyutuna göre uygun olanı seçilir.

$$G_Q = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) \cdot h \cdot \varphi = \frac{3,14}{4} \cdot (15^2 - 10^2) \cdot 0,2 \cdot 7,85$$

$$G_Q = 154 \text{ g}$$

3 - Ağırlık değişim toleransından doğan ilave ağırlık (G_D)

$$G_D = 1848,67 \text{ g} = 1,848 \text{ Kg} \text{ olduğundan ;}$$

Ağırlık değişim toleransı % 5,4 Tablo

$$G_D = 1848,67 \cdot 0,054 = 99,8 \text{ g}$$

4 - Kalınlık toleransından oluşan ilave ağırlık (G_K)

Çapak kesilmiş halde presleme alanı;

$$A_{\varnothing} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ cm}^2$$

Kalınlık toleransı = 1,6 mm Tablo

Uzunluk ve genişlik toleransı = 0,003 . 60 = 0,18 mm

Toplam tolerans = 1,6 + 0,18 = 1,78 mm

$$G_K = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \cdot \varphi = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot 0,2 \cdot 7,85 = 123,2 \text{ g}$$

5 - Yanmadan (oksitlenmeden) dolayı ağırlık kaybı (G_Y)

Bu kayıp tavlama fırınına göre; % 1-4 arasında değişir.

Kamerallı fırında gazla tavlama, yanma % 3

$$G_Y = 1848,67 \cdot 0,03 = 55,5 \text{ g}$$

6 - İlkel parça ağırlığı (G_A)

$$G_A = G_E + G_C + G_D + G_K + G_Y$$

$$G_A = 2281,2 \text{ g}$$

7 - İlkel parça boyutunun bulunması (H_0)

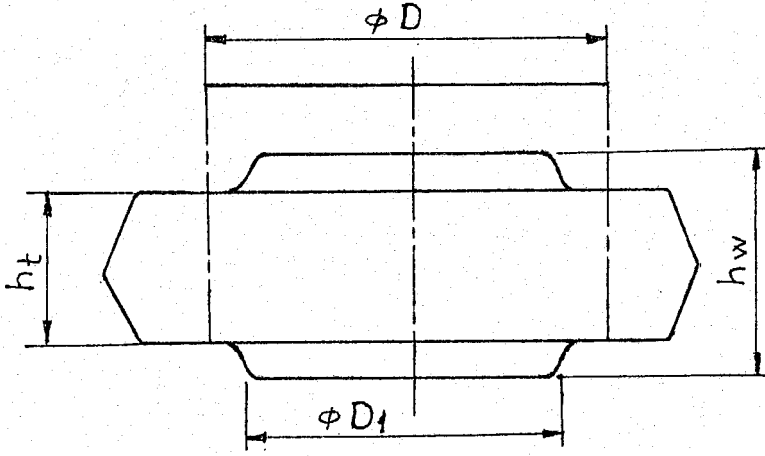
D = Ø 55 dövme malzemesi seçildiğinde parça boyu hesabı;

$$G_A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H_0 \cdot \varphi \Rightarrow H_0 = \frac{4 \cdot G_A}{\pi \cdot D^2 \cdot \varphi} = \frac{2281,2 \cdot 4}{3,14 \cdot 5,5^2 \cdot 7,85}$$

$$H_0 = 12 \text{ cm} \text{ bulunur.}$$

NOT : Bulunan H_0 değeri, $H_0 \leq 2,5 \cdot D$ eşitliğini sağlamalıdır.

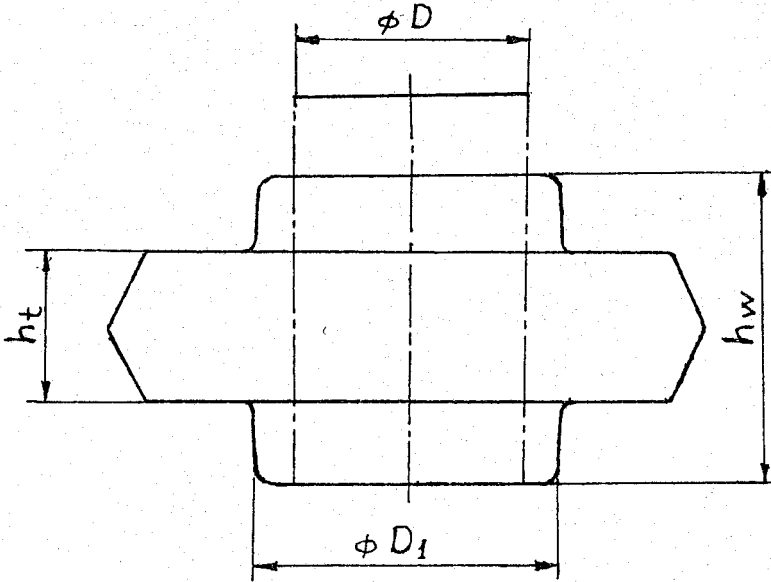
7.3. İlkel parça çapı seçiminde uygulanan kıstaslar (19)



$D_1 =$ En büyük
gravür çıkıntı çapı
 $D =$ İlkel parça "

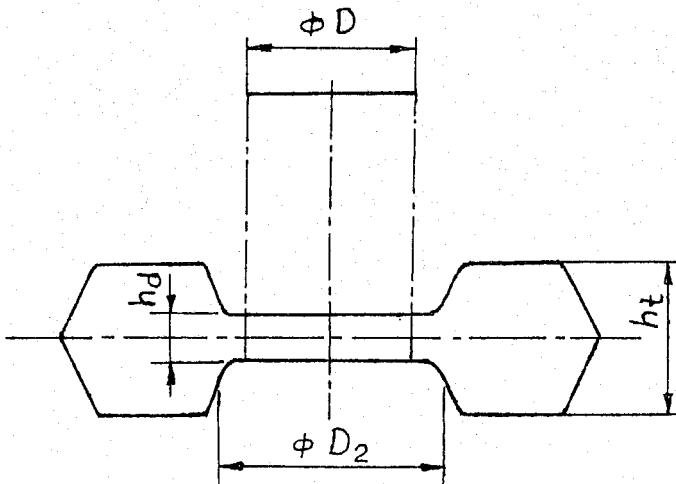
$$\frac{h_w}{h_t} < 2 \text{ ise;}$$

$$D > D_1$$



$$\frac{h_w}{h_t} > 2 \text{ ise;}$$

$$D < D_1$$



$$\frac{h_t}{h_d} = 1,3 - 4 \text{ ise;}$$

$$D > D_2$$

$$\frac{h_t}{h_d} \leq 1,3 \text{ ise;}$$

$$D < D_2 \text{ olmalıdır.}$$

BÖLÜM 8

SICAK DÖVMEDE KUVVET VE ENERJİ HESABI

8.1. Kapalı kalıpta sıcak dövme ait kuvvet hesabı :

Kapalı kalıpta kuvvet hesapları yapmak oldukça güçtür. Çünkü kalıbın her bölgesinde birim şekil değiştirme farklı, birim şekil değiştirme hızı farklıdır, Bu nedenlerle kuvvet hesabını yapacak basit ve tatmin edici yol henüz bulunamamıştır. Buna rağmen ortalama değerler kullanılarak yaklaşık hesap yapmak mümkündür.

Ortalama birim şekil değiştirme ($\bar{\epsilon}$)

$$\bar{\epsilon} = L_n \frac{h_o}{h} = L_n \frac{h_o \cdot A_t}{V}$$

Ortalama birim şekil değiştirme hızı ($\bar{\dot{\epsilon}}$)

$$\bar{\dot{\epsilon}} = \frac{v}{h} = \frac{v \times A_t}{V}$$

bağıntıları ile bulunur.

V : Parça hacmi,

A_t : Çapaklarında içeren parçanın toplam izdüşüm alanı,

h : Ortalama yükseklik,

v : Dövme kalıbı hızı.

Plastik gerilme değeri ($\bar{\sigma}$) tablo alınır.

Pres ile dövme durumu için (tablo 42)'den uygun Q_c düzeltme katsayısı seçilerek, aşağıdaki bağıntıyla dövme kuvveti yaklaşık olarak tahmin edilir.

$$P = \bar{\sigma} \cdot Q \cdot A_t$$

Şahmerdan ile dövme durumunda yine (Tablo 42)'den uygun Q_e düzeltme katsayısı seçilerek dövme enerjisi

yaklaşık olarak tahmin edilir.

$$E = U \cdot Q_e \cdot v \cdot \bar{\xi}$$

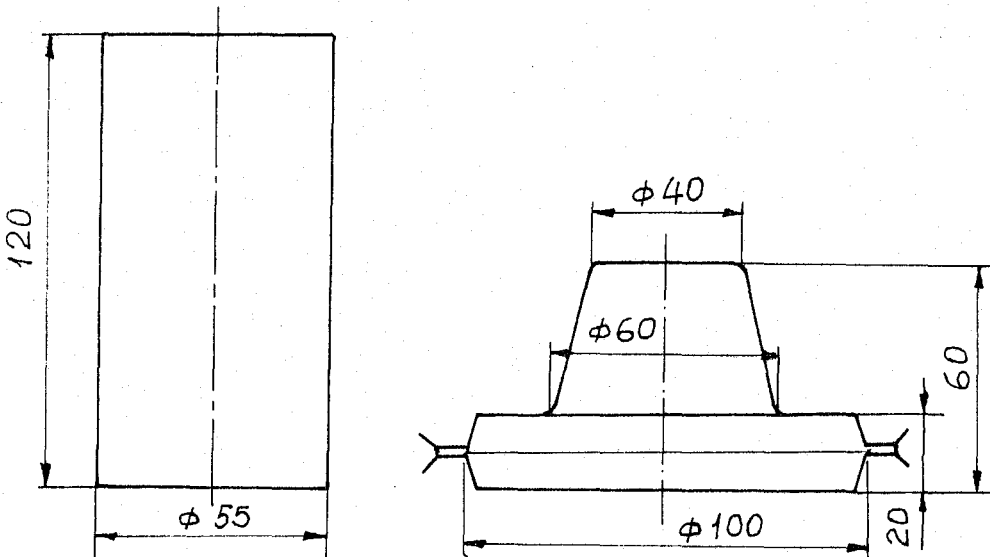
Tablo 42 Kapalı kalıpta sıcak dövme işlemlerinde kuvvet ve enerji hesapları için kullanılan düzeltme katsayıları.

Tablo 42

(8)

Şekil değiştirmede en çok kullanılan değerler	Katsayılar	
	Q_c	Q_e
$e_c = 0,5$	1,2	1,2
$e_c = 0,8$	1,5-2,5	1,5
İş parçası şekli		
Basit şekilli - çapaksız	3-5	2,0-2,5
Basit şekilli - çapaklı	5-8	3
Karmaşık şekilli - çapaklı	8-12	4

UYGULAMA : Kapalı kalıpta sıcak dövme ait kuvvet ve enerji hesabı



Dövülecek parça

Dövülmüş parça $\phi 1040$

Dövme kuvvetinin hesabı (P) :

$$P = \bar{\sigma} \cdot Q_c \cdot A_t$$

Çapak kalınlığı $s = 2$ mm

Çapak genişliği $b = 6,25$ mm

$$A_t = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

(Bölüm 7.2' de seçilmişti.)

$$A_t = \frac{3,14 \cdot (10 - 1,25)^2}{4} = 99,4 \text{ cm}^2 \cong 100 \text{ cm}^2$$

Plastik gerilme ($\bar{\sigma}$) = 1,5 Kg/mm²

$$P = 150 \cdot 6 \cdot 100$$

(Tablo.7 'dan)

$$P = 90 \text{ 000 Kg}$$

$Q_c = 6$ (Tablo 42 'den)

$$P = 90 \text{ Ton}$$

Dövme enerjisinin hesabı (E) :

$$E = \bar{\sigma} \cdot Q_e \cdot V \cdot \bar{\epsilon}$$

Ortalama birim şekil değiştirme

$$Q_e = 3 \text{ (Tablo 42' den)} \quad \bar{\epsilon} = \ln \frac{h_0 \cdot A_t}{V} = \ln \frac{12 \cdot 100}{235,5} = 1,628$$

$$E = 150 \cdot 3 \cdot 235,5 \cdot 1,628$$

$$E = 172500 \text{ Kg cm}$$

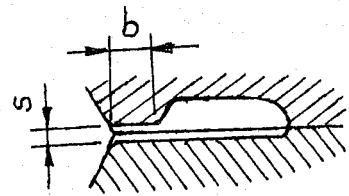
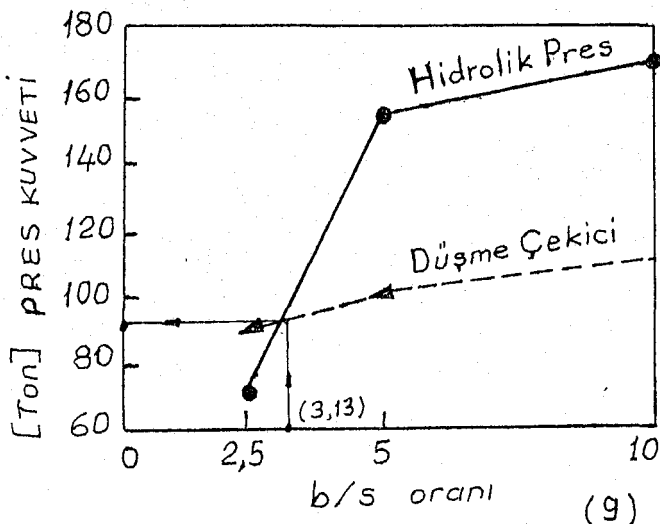
$$E = 1725 \text{ Kg m}$$

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h + \frac{\pi \cdot \left(\frac{D - D_0}{2}\right)^2 \cdot h}{4}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 10^2 \cdot 2}{4} + \frac{3,14 \cdot \left(\frac{4 + 6}{2}\right)^2 \cdot 4}{4}$$

$$V = 235,5 \text{ cm}^3 \text{ (parça hacmi)}$$

Dövme kuvveti, teorik hesaplama haricinde aşağıdaki şekilde gösterilen dilağram vasıtasıyla da bulunabilir.

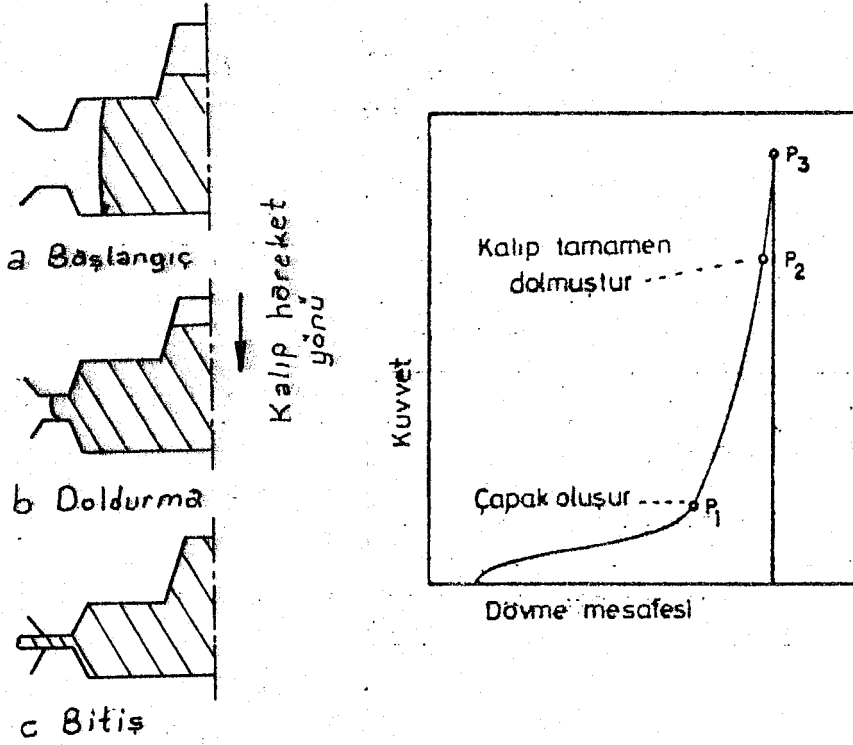


$$b/s = 6,25 / 2 = 3,13$$

Buna göre dilağramdan; pres kuvveti ~90 Ton olarak bulunur.

8.2. Dövmede kuvvet değişimi :

Tablo - 43 - Dövmede kuvvet değişim safhaları (19)



Kalıp ayrıntıları kısmen dolduruncaya ve metal çapak eşiğine gelinceye kadar kuvvet nisbeten düşüktür (P_1).

Başarılı dövme işlemi için P_1 noktasında iki koşul sağlanmış olmalıdır.

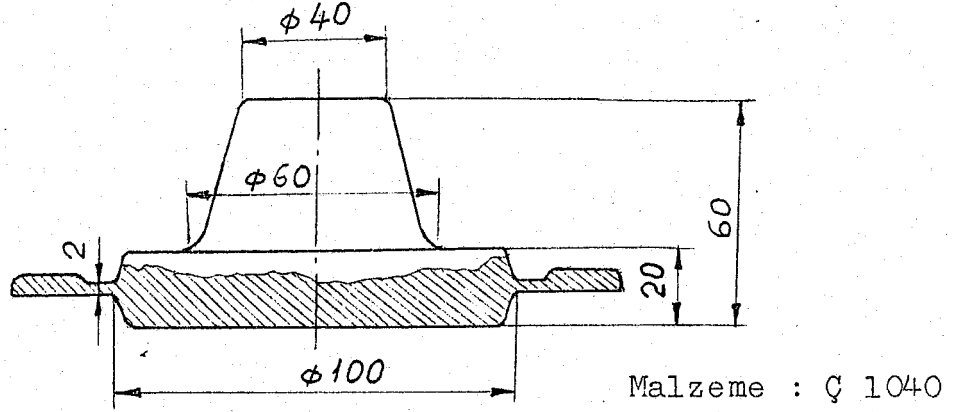
a) Geri kalan boşlukları dolduracak yeteri kadar metal olmalıdır.

b) Dar çapak eşiğinden metalin çıkması için gereken ekstrüzyon kuvveti, kalıpta en zor dolan ayrıntının doldurulması için gereken kuvvetten fazla olmalıdır.

P_2 noktasına doğru kuvvet hızla artar. Bu noktada kalıp tamamen dolmuştur. Kuvvetin P_2 'den P_3 'e çıkması çapağın ilerlemesi için harcanır ve P_3 'de kalıp tamamen kapanır.

8.3.Çapak kesme ve delik delmede kuvvet hesabı

Çapağı kesilecek parçanın,çapaklı haldeki resmi altta görülmüyor.



Kesme çevresinin uzunluğu, $L = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 100 = 314 \text{ mm}$

Kesme alanı, $S = L \cdot \text{Çapak kalınlığı} = 314 \cdot 2 = 628 \text{ mm}^2$

Soğuk olarak kesme kuvveti;

(Tablo . 7)' den, $k_b = 40 \text{ Kg/mm}^2$

Kesme kuvveti, $P_1 = k_b \cdot S = 40 \cdot 628 = 25120 \text{ Kg}$

$P_1 = 25,12 \text{ Ton}$

Pres emniyet katsayısı, $n = 1,5 - 2$ arasında alınabilir.

$P = 25,12 \cdot 1,6 = 40 \text{ Ton}$

Sıcak olarak kesme kuvveti;

Aynı tablodan, 900°C için $k_b = 5,2 \text{ Kg/mm}^2$

Kesme kuvveti, $P_1 = 5,2 \cdot 628 = 3265 \text{ Kg}$

$P_1 = 3,265 \text{ Ton}$

$P = P_1 \cdot n = 3,265 \cdot 1,7$

$P = 5,5 \text{ Ton}$

BÖLÜM 9

SICAK DÖVMEDE KAPALI KALIP DİZAYNI

9.1. Prizmatik kapalı kalıp dizaynı :

Kapalı kalıbın boyutları, kalıp üzerine açılan gravürün derinliği esas alınarak ayarlanır. Kalıba açılacak gravürün derinliği belli olduğundan buna göre, gravürle kalıbın dış kenarı ve gravürler arası mesafeler (Tablo.43)'den faydalanılarak bulunur. Tablodaki değerler minimum değerlerdir. Buna, yeterli derecede presleme yüzeyi elde edebilmek için bir miktar ilave yapmak gerekir. Konstrüktör ilave miktarı, tecrübesine göre verebilir. Kalıp bloğunun boyu ve eni bulunduktan sonra yine aynı tablodan kalıp yüksekliği tesbiti yapılır. Kalıp çok miktarda dövme yapacaksa, kalıp yüksekliği daha büyük tutulmalıdır.

Tablo. 43 - Kapalı kalıp boyut ölçüleri (19)

Max. Gravür derinliği h (mm)	Min. kenar uzaklığı a (mm)		Min.kalıp yüksekliği H (mm)
	Dış kenar gravür arası	Gravürler arası	
6	12	10	100
10	20	16	100
16	32	25	125
25	40	32	160
40	56	40	200
63	80	56	250
100	110	80	315
125	130	100	355
160	160	110	400

Kalıbın ön ve arka yüzeyine, kalıbın taşınması ve makinaya yerleştirilmesini kolaylaştırmak için yeterli derinlikte kör delikler açılır.

Çoğu zaman kalıpların birbirine tam uyum sağlaması için, kalıplara kılavuzlar eklenir.

Kılavuzlar ; a) Kenarlı kılavuz,

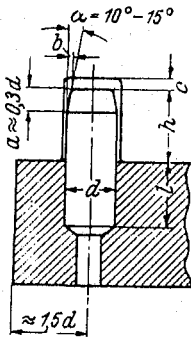
b) Silindirik kılavuzlar diye iki çeşittir.

a) Kenarlı kılavuzlar : Bu kılavuzlar için boyutlar aşağıda verilmiştir.

(19)

KENARLI KILAVUZ (mm)		
Boy	En	Yükseklik
200'e kadar	30	20
200 - 300	40	25
300 - 450	50 - 60	30

b) Silindirik kılavuzlar : Bu tür kılavuzlar (Şekil 9.1)' de görüldüğü gibi geçmeli yapılarıdır. Geçme pimi çapı, kalıbın genişliğine bağlıdır. Silindirik kılavuzlarda, kalıp genişliğine bağlı olarak, pim çapları aşağıdadır.



(Şekil 9.1)

Geçmeli silindirik
kılavuz

(19)

Kalıp genişliği	Pim çapı
200'e kadar	60
200 - 300	70
300 - 400	80
400 - 500	90
500 - 600	100
600 - 800	120
800 - 1000	140

Pim yüksekliği, $h = (1-1,5) \cdot d$ arasında olmalıdır.

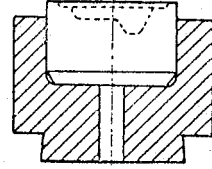
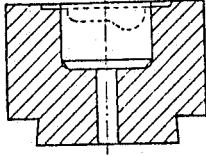
Pimin alt kalıba geçme derinliği, $l = (1,5-2) \cdot d$,

Üst kalıptaki boş yer, $c = 0,15 \cdot d$ alınabilir. Pimin, yuvasıyla arasındaki boşluk değeri ise, $b = 0,2-0,5$ mm arasında seçilebilir.

9.2. Geçmeli silindirik kalıplar :

Bu kalıplar sayesinde malzemeden tasarruf edilir ve gravürlerin daha kolay ve sağlıklı açılması sağlanır. Silindirik kalıbın geçtiği bloğa hamil adı verilir.

(Şekil 9.2)'de görüldüğü gibi geçmeli kalıplar hamilin üst yüzeyi ile aynı hizada veya yüzeyin üzerinde olabilir. Eğer çok çapak veya tufal oluşuyorsa geçmeli kalıp tutucu yüzeyini aşmamalıdır.



- a) Kalıp hamil üst yüzeyi ile aynı hizada
b) Kalıp hamil üst yüzeyinden yüksekte

(Şekil 9.3) Geçmeli silindirik kalıp (19)

Hamilin üst yüzeyini aşan geçmeli kalıplar mümkün olduğu kadar büyük ve sağlam olmalıdır. Çünkü kalıbın presleme yüzeyi ve çapak boşluğunu ihtiva etmesi gerekir.

Hamilin üst yüzeyini aşan geçmeli kalıplarda önemli boyutlar aşağıda gösterilmiştir.

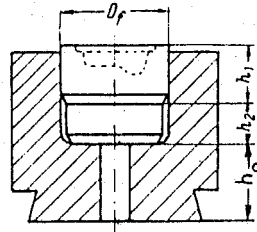
$h_1 + h_2 =$ Kalıp yüksekliği

h_1 : İlave yüksekliği

h_2 : Ek yükseklik

h_0 : Hamil taban et kalınlığı

D_f : Geçme çapı

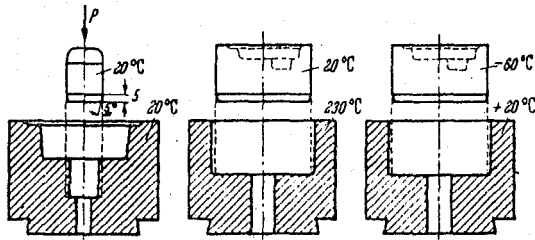


Tablo. 44 Geçmeli silindirik kalıba göre hamil boyutları (mm)

Geçme çapı D_f	İlave yükseklik h_1	Ek yükseklik h_2	Hamil taban et kalınlığı h_o
100	50	30	70
	63	15	
	80		
	100		
125	50	30	70
	63	15	
	80		
	100		
160	63	30	90
	80	15	
	100		
	125		
200	63	30	90
	80	15	
	100		
	125		
250	80	45	110
	100	15	
	125		
	160		

(19)

Geçmeli silindirik kalıplarda tolerans H8 - u7 olmalıdır. Silindirik kalıbın hamiline geçirilmesi, kalıbın soğutulması veya hamilin ısıtılmasıyla gerçekleştirilir. Ufak gravür ilaveleri ise genelde presleme ile geçirilir.

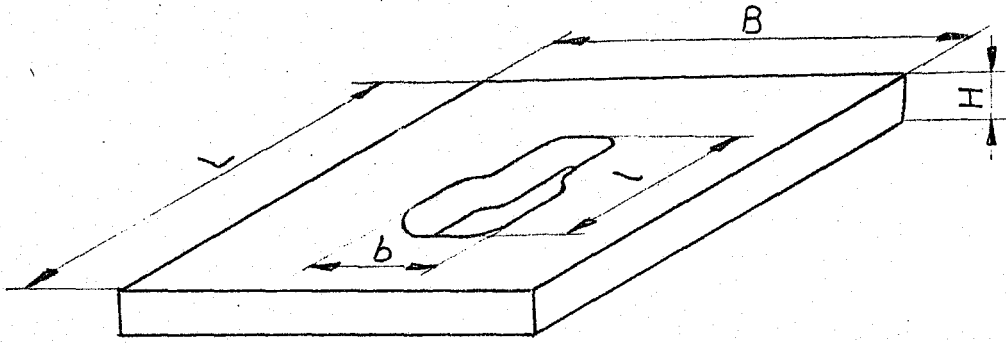


(Şekil 9.4) Silindirik kalıpların geçirilmesi (19)

Hamillerin ortasına, kalıbın çıkarılması için alttan çıkacak şekilde delik delinmiştir. Kalıbın hamile soğuk kaynak oluşturmaması için, kalıbın hamile preslenmesinden evvel yüzeyleri boyanmalıdır. Eğer sıcak geçme yapılıyor ise, yanma noktası 300° C'nin üzerinde olan yağlar kullanılmalıdır. Hatta yağa ilave edilmiş grafit ve molibden sülfid karışımı daha iyi sonuç verir.

9.3. Çapak kesme ve delme kalıpları dizaynı :

Çapak kesme ve delme kalıplarının boyutları, üzerine açılacak gravür ölçülerine göre aşağıda açıklanmaktadır.



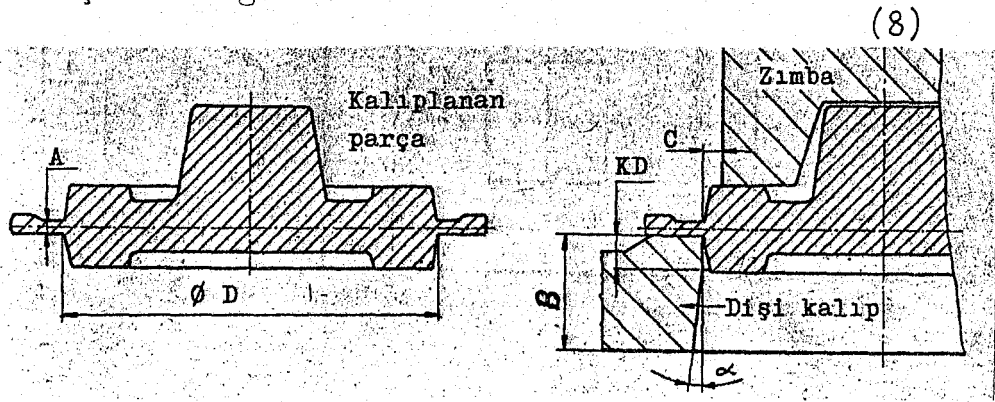
Tablo. 45 - Çapak kesme kalıbı ölçüleri (mm) (19)

Gravür genişliği b	Kalıp genişliği B	Kalıp yüksekliği H	Gravür uzunluğu l	Kalıp uzunluğu L
30'a kadar	160	50	100'e kadar	160
31 - 70	200	50	101 - 130	250
71 - 120	250	50	131 - 250	400
121 - 185	315	63	251 - 350	500
186 - 270	400	63	351 - 450	630
271 - 370	500	63	451 - 630	800
371 - 500	630	80	631 - 800	1000

Tablo .46 - Delme kalıbı ölçüleri (19)

Gravür genişliği b	Delik kalıbı genişliği B_1	Delik kalıbı kalınlığı H_1
30'a kadar	125	40
31 - 70	160	40
71 - 120	200	40
121 - 185	250	50
186 - 270	350	50
271 - 370	450	50
371 - 500	560	63

(Şekil 9.5 ve 9.6)' da çapak kesme ve delme kalıplarının çalışma konumu, önemli parçaları, kesme düzlüğü ve boşluk açıları görülmektedir.



(Şekil 9.5) Çapak kesme kalıbı ve kesme konumu

A : Çapak kalınlığı

KD : Kesme düzlüğü

B : Dişi kalıp kalınlığı

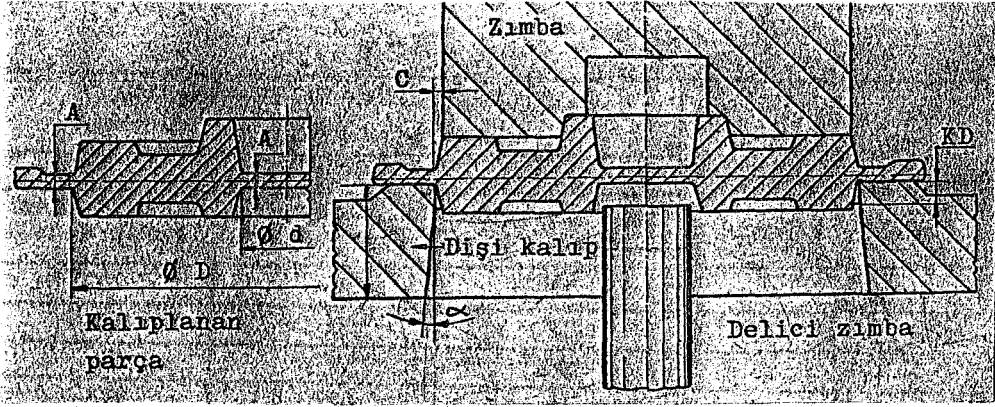
($1/5 - 1/10$). B

C : Tek taraflı kesme
boşluğu

α = Boşluk açısı

Genellikle ;

$\alpha = 3^\circ - 5^\circ$ arasındadır.



D = Kesme çapı, d = Delme çapı
 (Şekil 9.6) Kesme ve delme kalıbının çalışma konumu ve önemli parçaları (8)

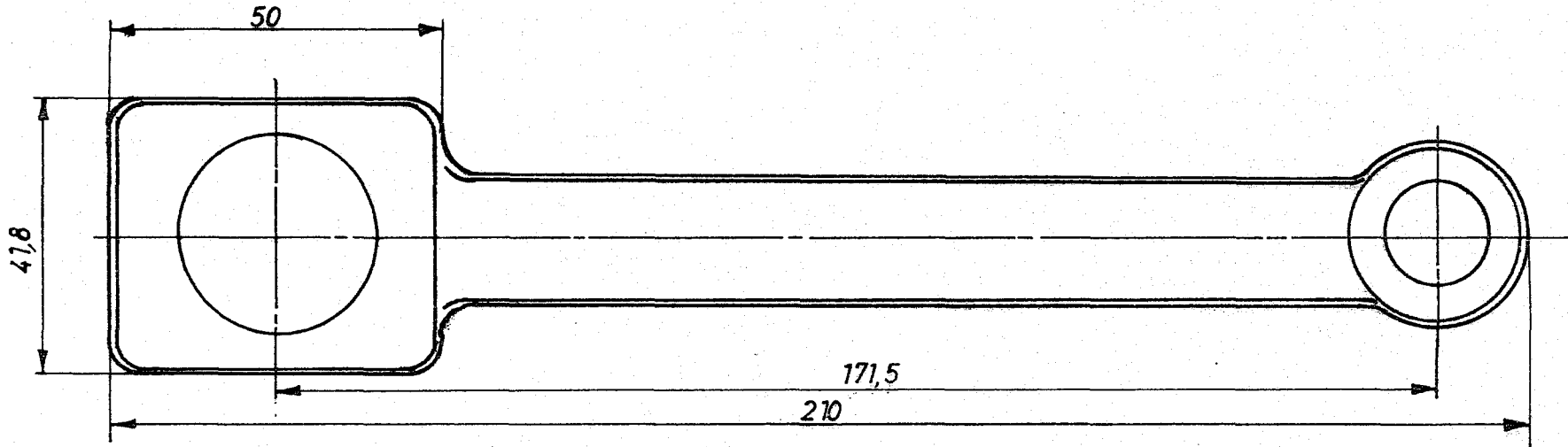
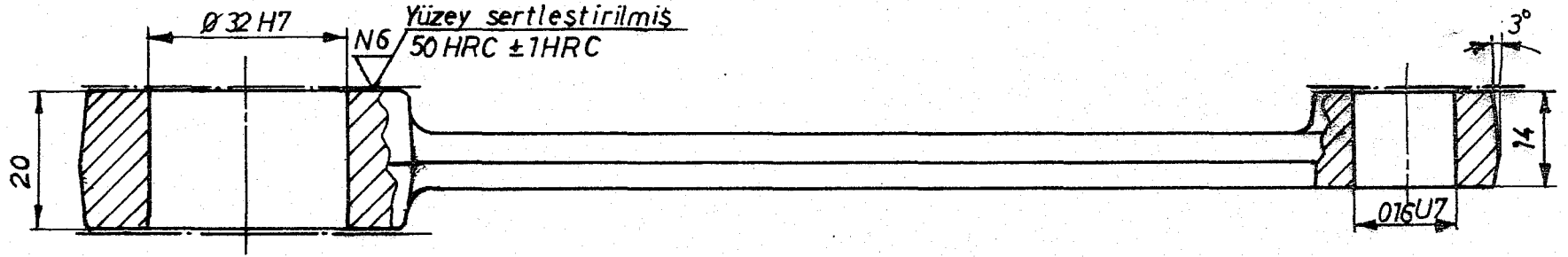
Malzeme cinsi, soğuk ve sıcak kesme durumuna göre kalıp boşluğu (C)' nin (çapak kalınlığına göre) değerleri ise aşağıdaki tablodan kolayca bulunabilir.

Tablo. 47 - Çapak kesme kalıbına ait boşluk değerleri

Malzemenin cinsi	Tek taraflı kalıp boşluğu " C " nin % çapak kalınlığı cinsinden değerleri.			
	Soğuk kesme			Sıcak kesme
	Az	Normal	Çok	Normal
Bakır, Piring, Çinko, Alüminyum, Titanyum vb.	3 - 5	6 - 10	15 - 20	4
% 0,1 - % 0,2 C' lu çelikler.	5	10	20 - 30	5
% 0,2 - % 0,4 C' lu çelikler.	6	12	40	6
% 0,5 - % 1,4 C' lu seri ve alaşımlı çelikler.	7,5	15	40 - 45	7,5

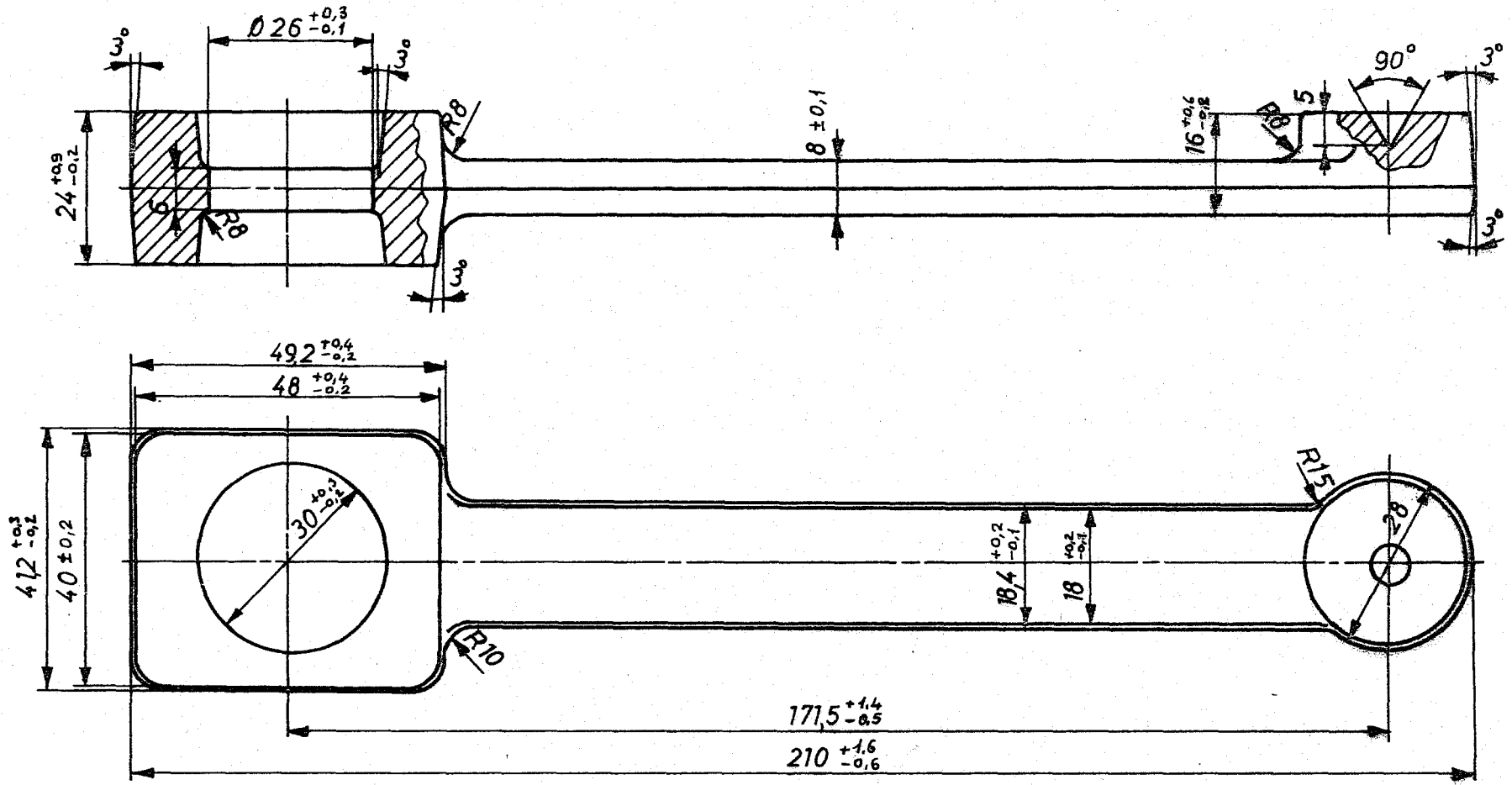
(8)

Dövmé
N 6
Yüzey sertleştirilmiş
50 HRC ± 1HRC



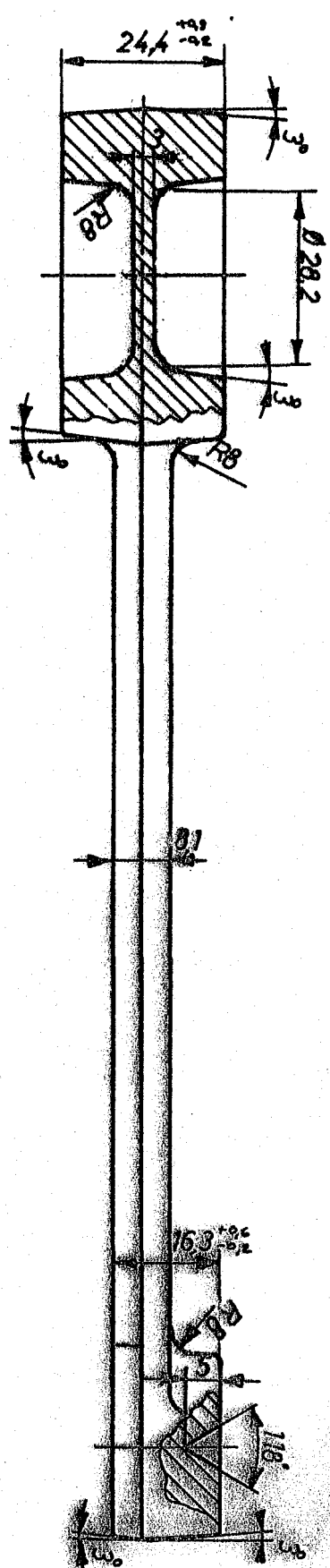
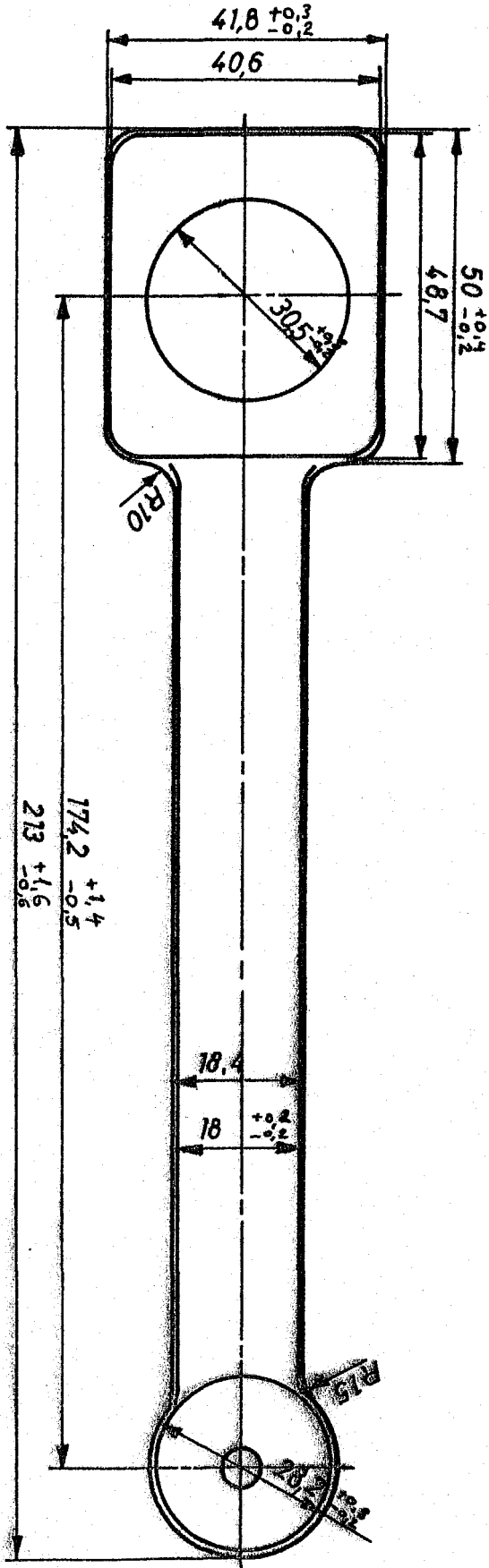
115

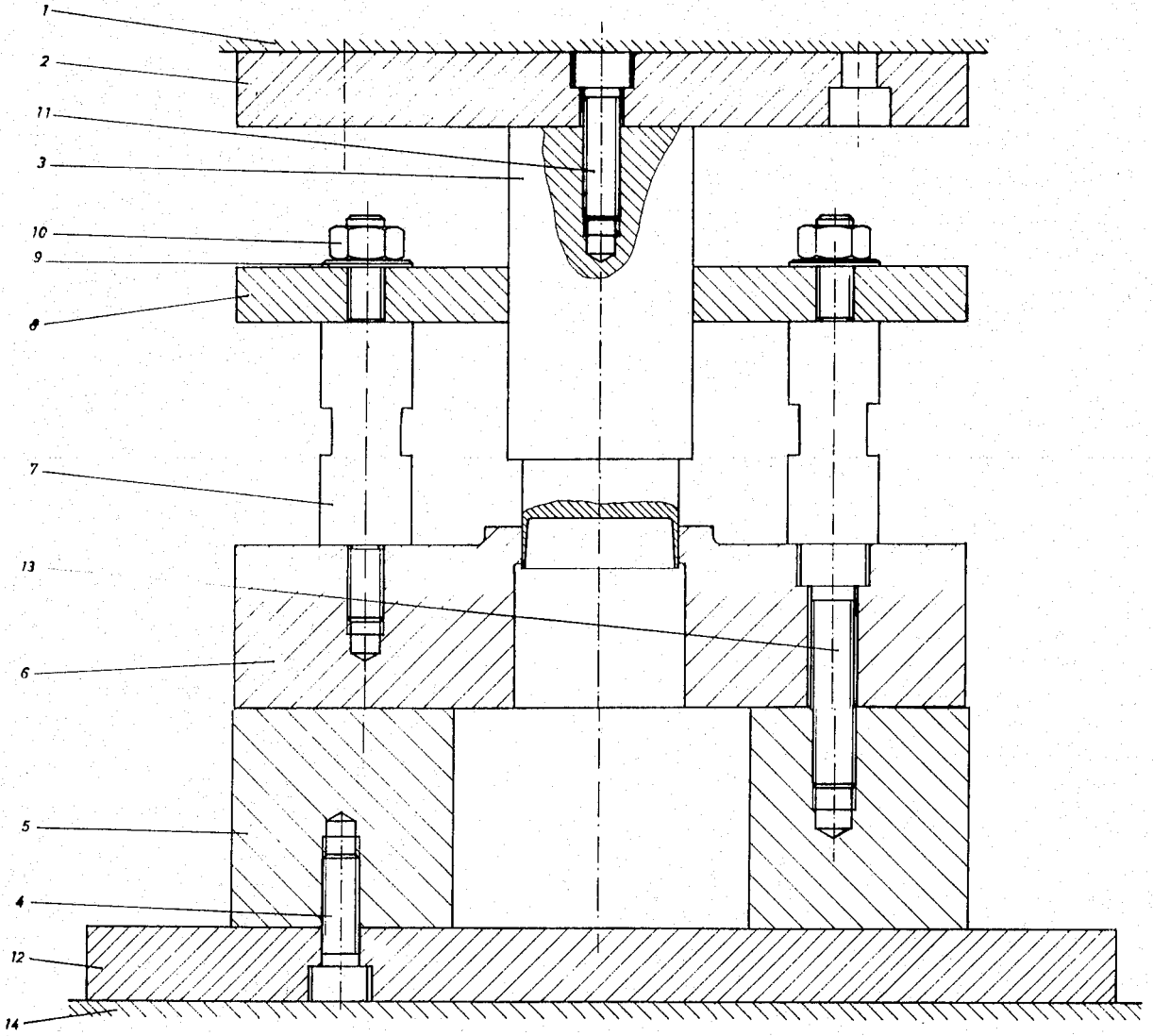
Ç1050	1:1	1	Ayar kolu işleme resmi	Ham di Söz öz	G.Tolerans ±0,05
Malzeme	Ölçek	Sayı	Parça adı	Çizen	Resim no



Ç1050	1:1	1	Ayar Kolu	Hamdi Sözöz	
MALZEME	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NO

Ç1050	1:1	1	Avat Kolu dövmes resmi	Handi Sozoz	
MALZEME	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NO

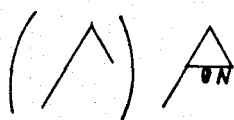
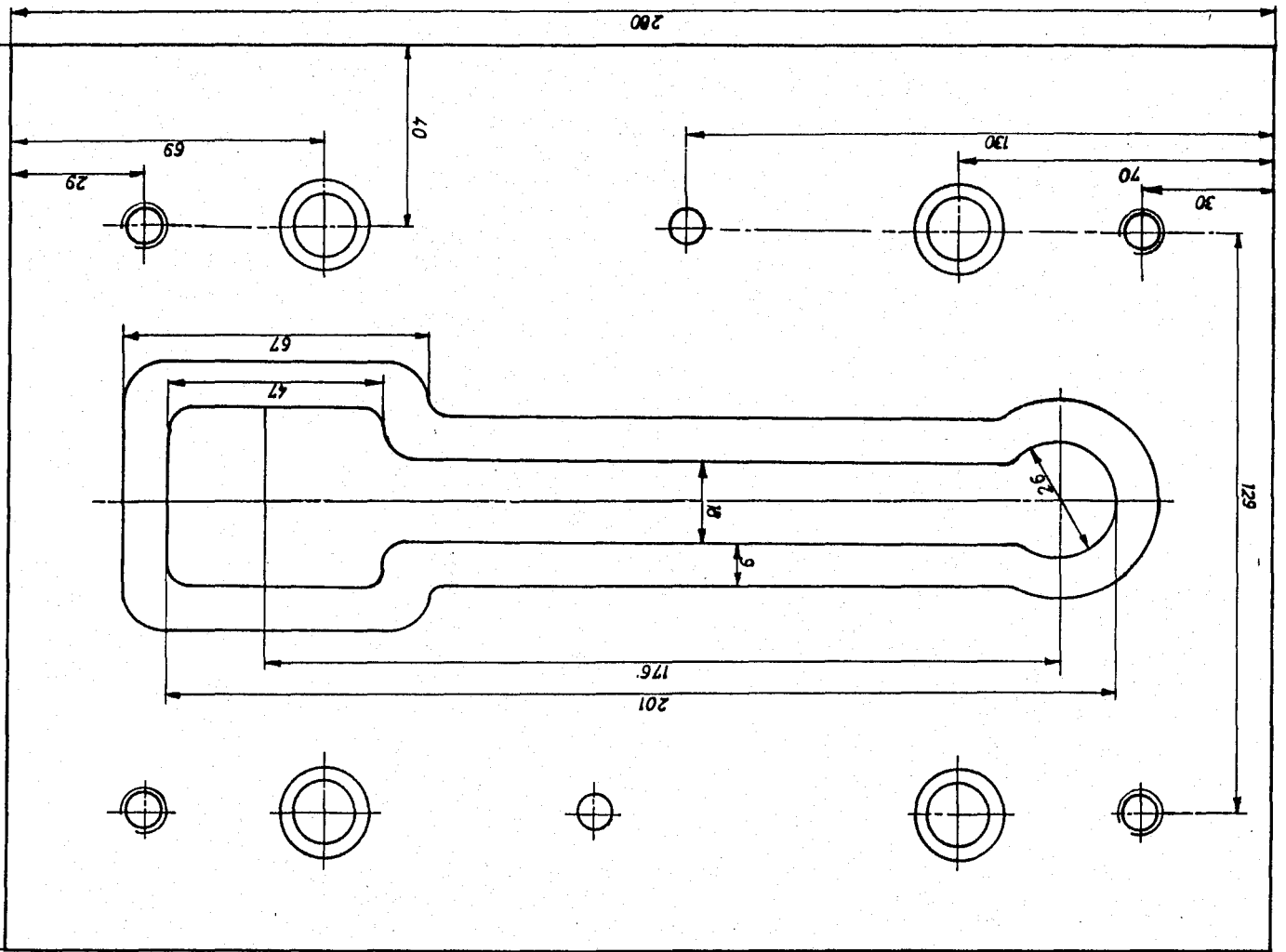




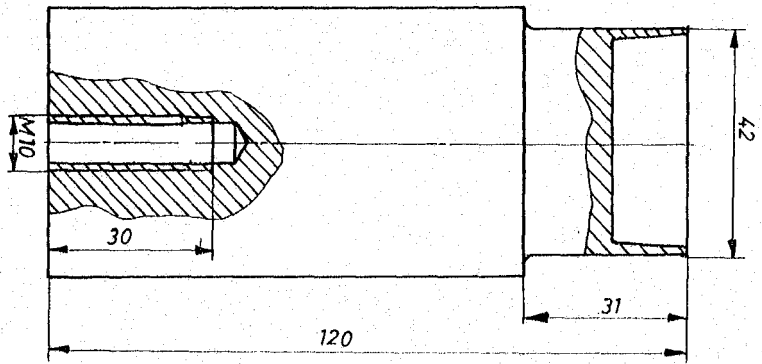
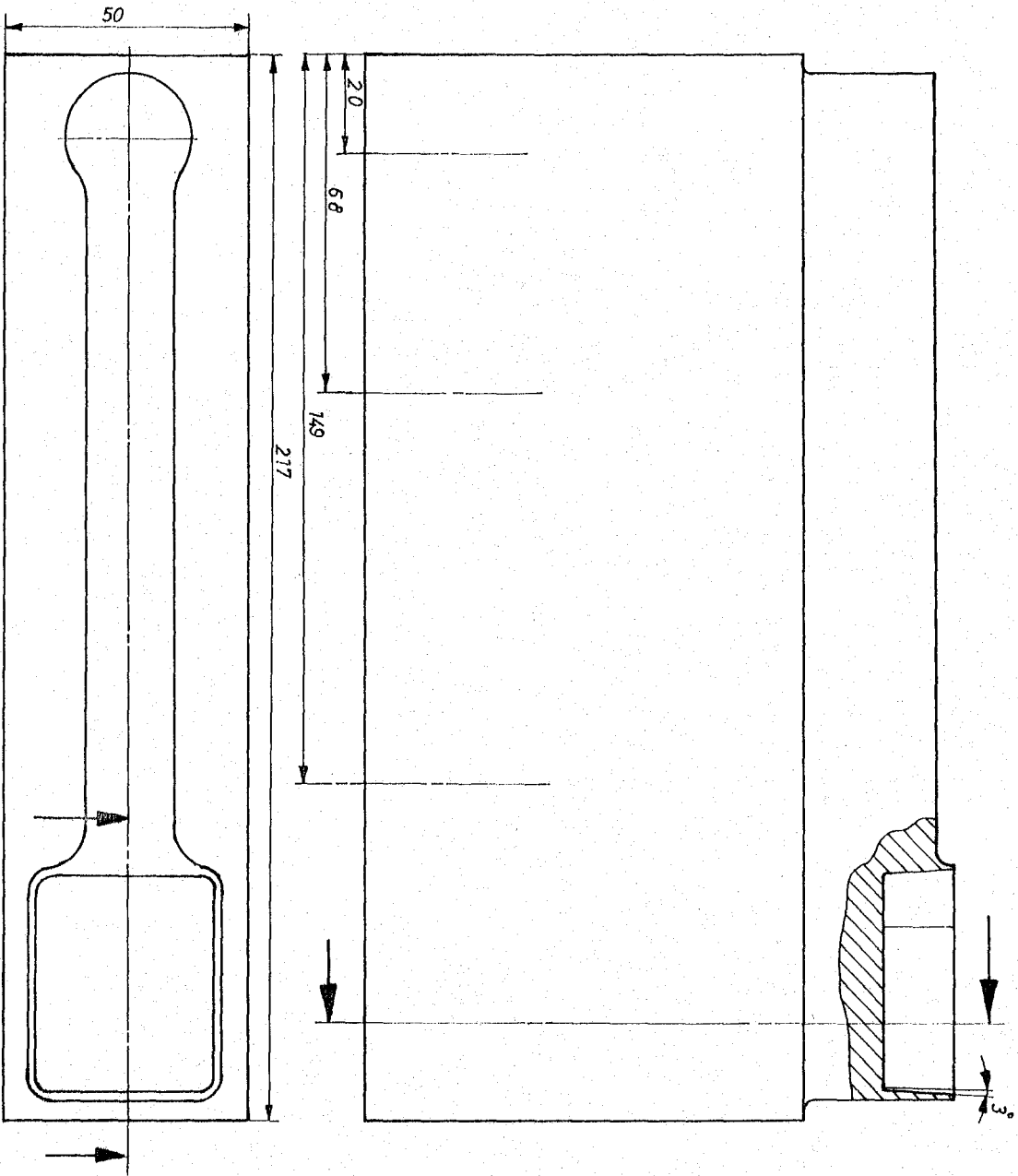
38	Parçade		
1	14	Alt tabla	Standart
4	13	Civata	Ç 1060 TS 1020 M12
1	12	Alt plaka	S137
2	11	Civata	Ç 1147 TS 1020 M10
4	10	Somun	Ç 1147 TS 1020 M10
4	09	Rondela Ø 25	Ç 1020
1	08	Sıyırıcı	S1 42
4	07	Saplama	S142
1	06	Matris	1.2344
2	05	Ara tokozu	S1 37
4	04	Civata	Ç 1147 TS 1020 M12
1	03	Zimba	1.2344
1	02	Zimba tutucu	S1 37
1	01	Üst tabla	Standart
Adet		Parçanın	Parça adı
			Gerç. ve Açıklama
Proje	Tarih	Adı ve Soyadı	İmza
Çizen		H. Söğüt	
Kontrol		H. Söğüt	
Ölçek		I. Yüklü	
1:1	AYAR KOLU ÇAPAK KESME KALIBI		Resim no

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

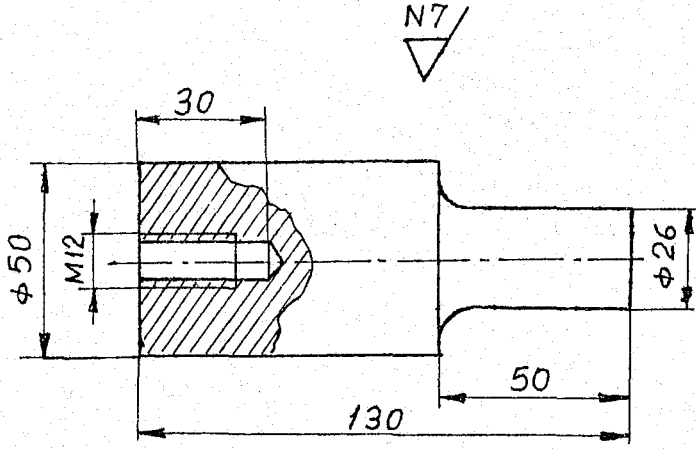
12344	F1	A. Kolu gopak kesme kalibi	Handi Serez	Çizen	Resim no
-------	----	----------------------------	-------------	-------	----------



N7
Her yer

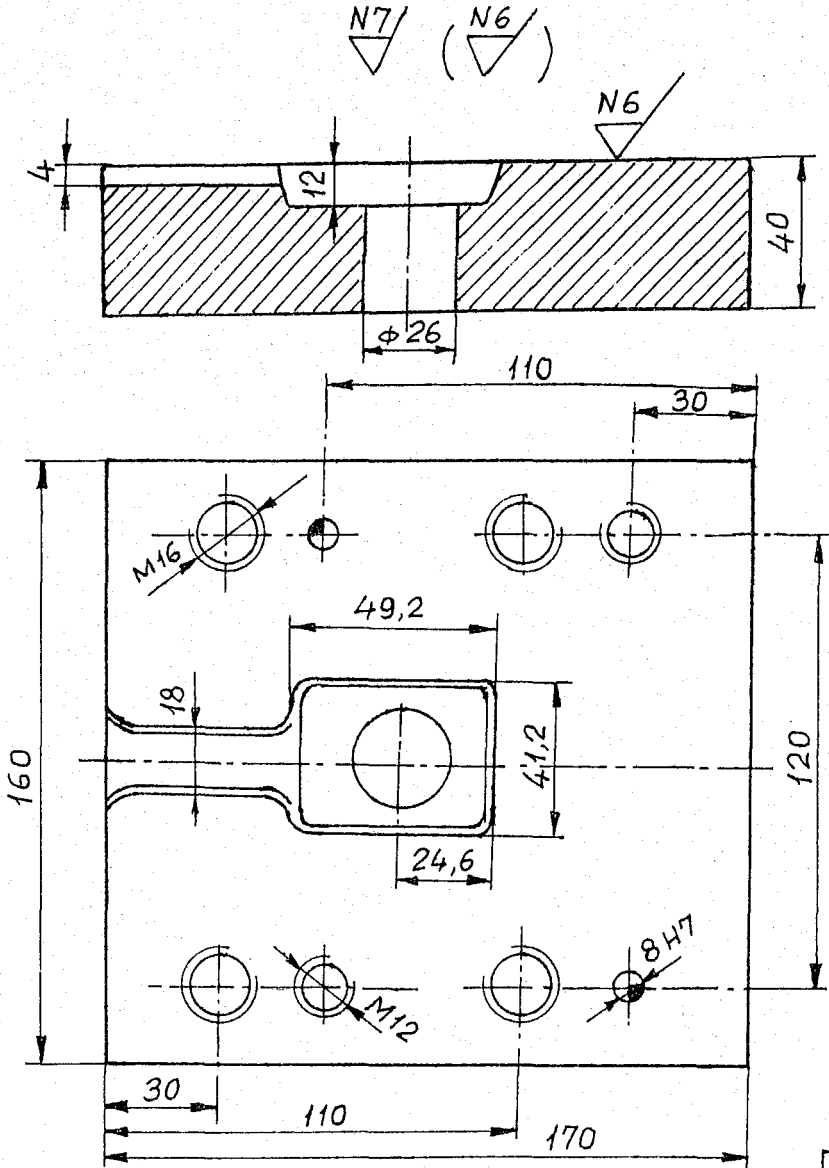


1.2344	1:1	A Kolu zimbasi	Hamdi Söğüt
--------	-----	----------------	-------------

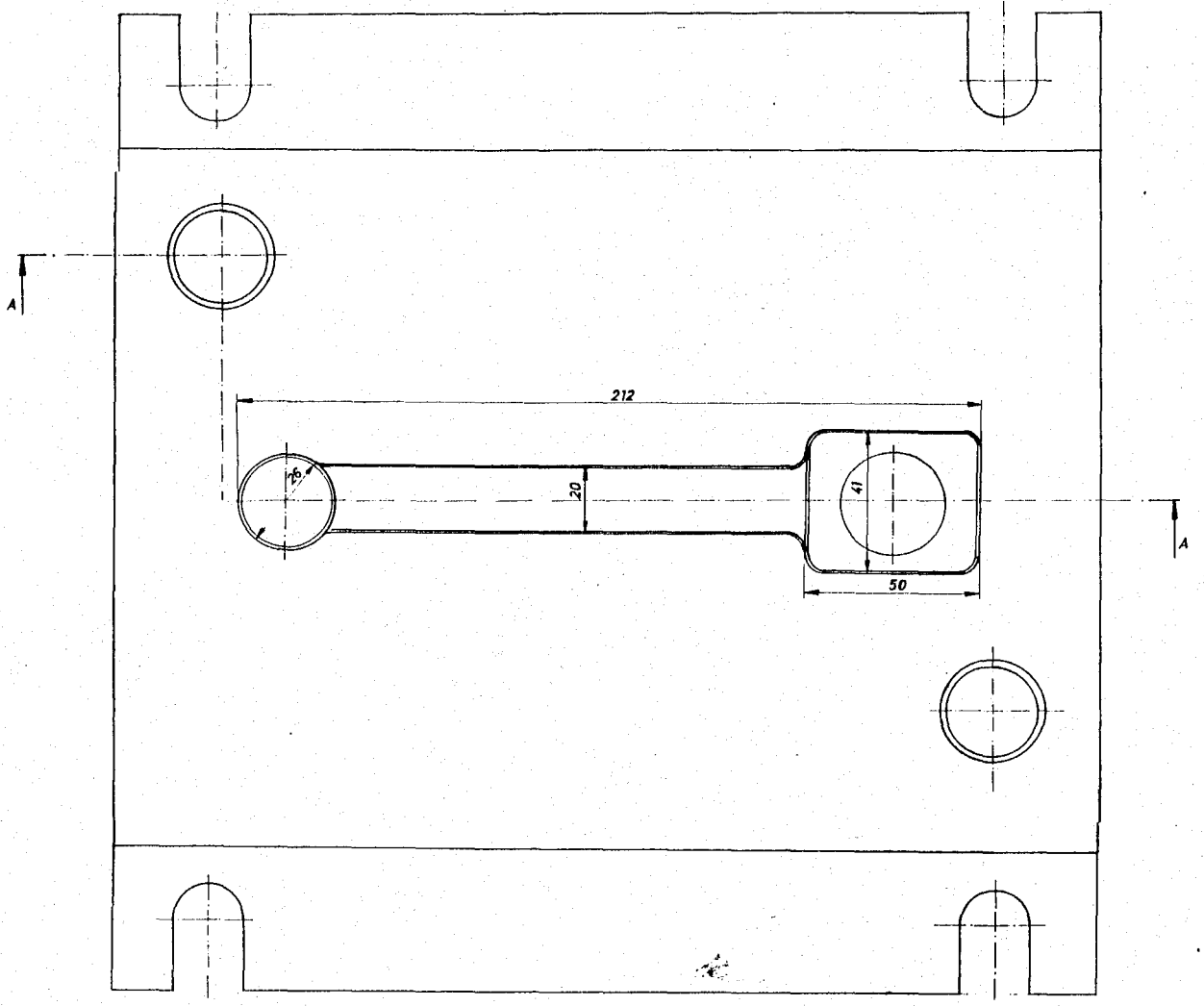
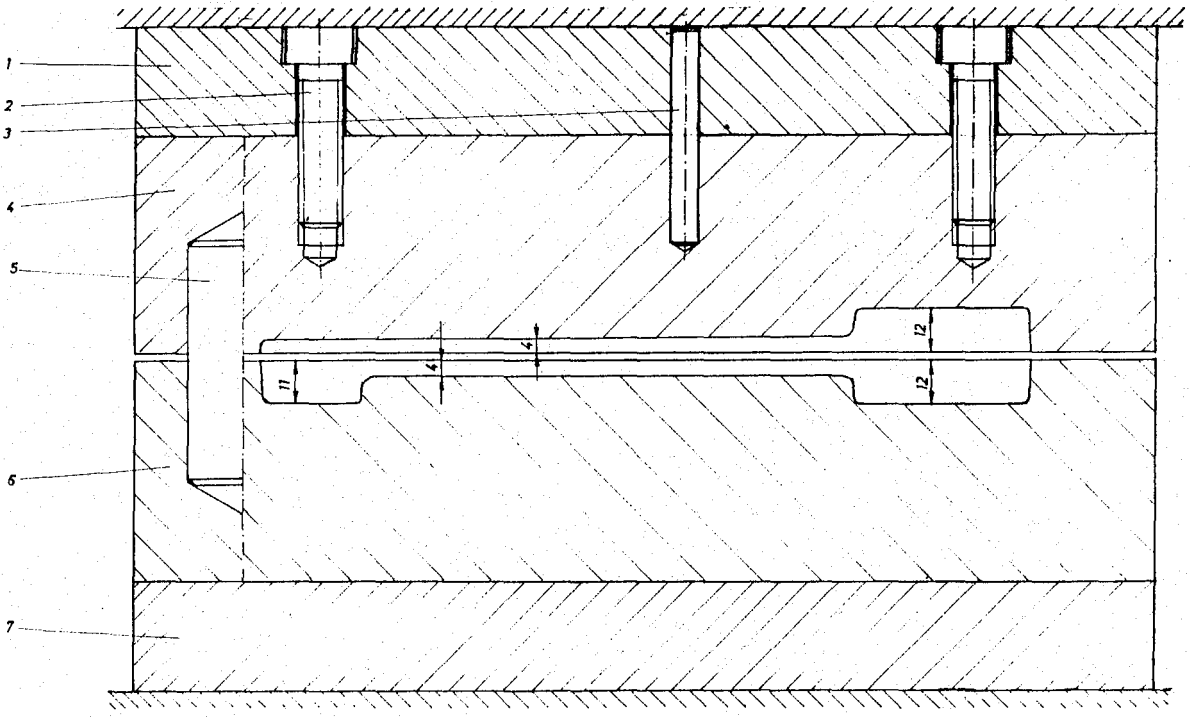


Not: Montaj için,
gerekli diğer parçaların
dizaynında, çapak kesme
kalıbı kompleksi esastır.

				G.Tolerans $\pm 0,1$
1.2365	1:2,5	Delik Zimbasi	H.Sözöz	
Malzeme	Ölçek	Parça Adı	Çizen	Resim No.

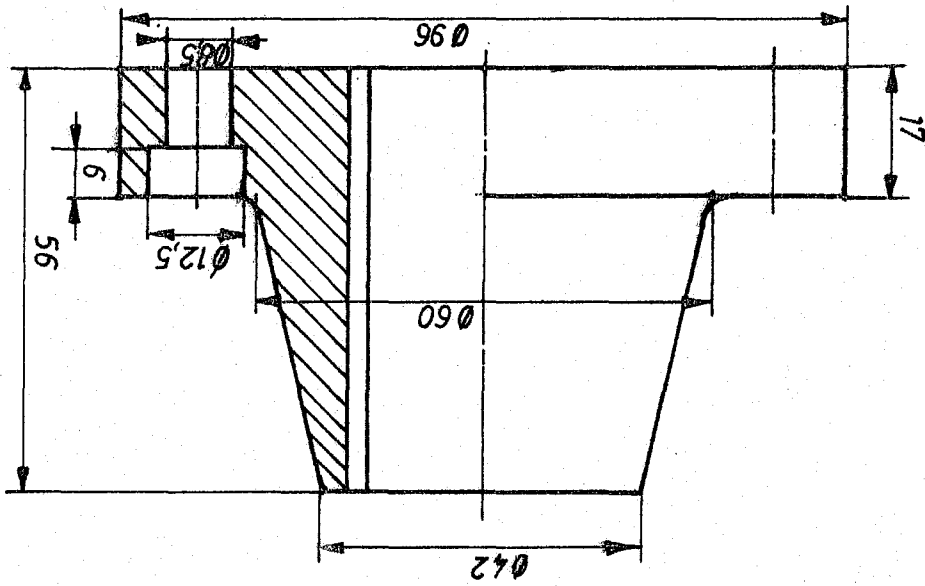
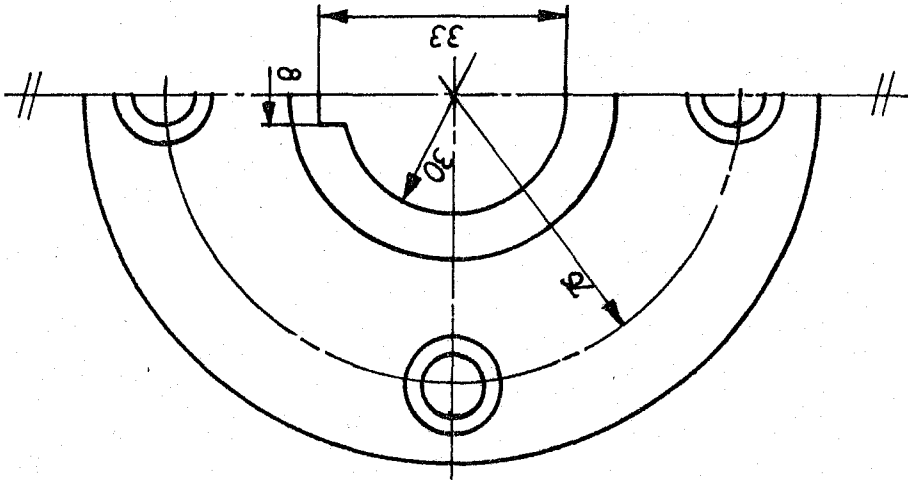


				G.Tolerans $\pm 0,1$
1.2365	1:2,5	Matris	H.Sözöz	
Malzeme	Ölçek	Parça Adı	Çizen	Resim No.



1	07	Ara Takozu	St-37
1	06	Matris	12344
2	05	Kılavuz pim	C-1050
1	04	Zimba	1.2344
2	03	Pim	C-1060 TS 2337
8	02	Çivata	C-1M7 TS 1020 M10
1	01	Zimba tutucu	St-37
Ade	ParNo	Parça	Adı
			Gereç ve Açıklama
		TARİH	İSİM
			MZA
Proje			MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Çizen			Fen Bilimleri Enstitüsü
Kontrol			
Ölçek			
1:1			
		AYAR KOLU KALIBRE KALIBI	Resim No

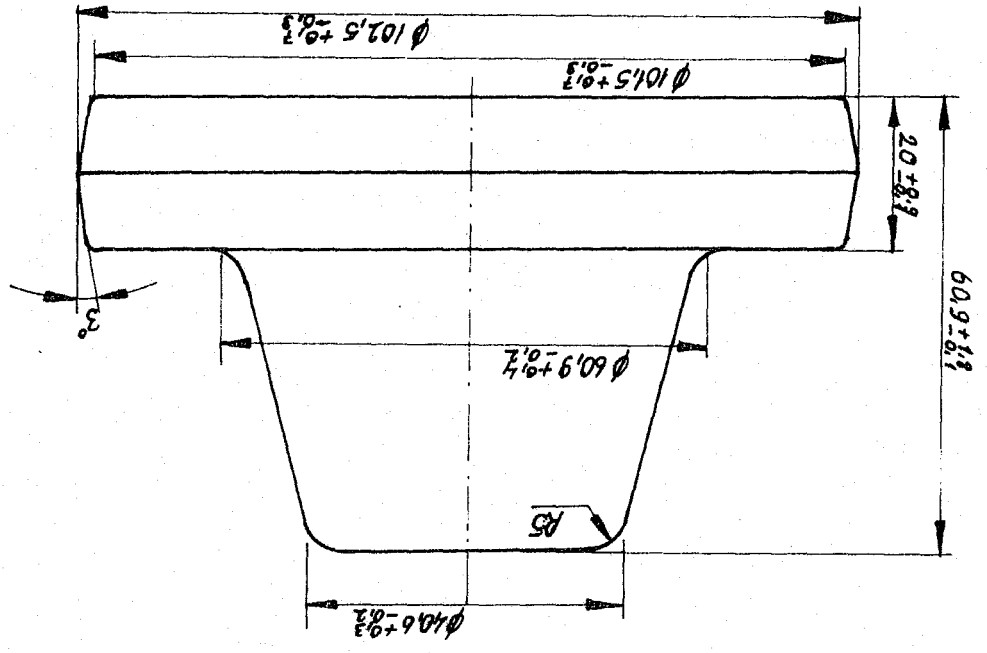
MALZEME	ÖLÇEK	PARÇA ADI	G.TOL.	ÇİZEN	RESİM NO
Ç 1040	1:1	FİANŞLI KAVRAMA	± 0,1	Hamdi	Sözöz



△
N7/ Her yer

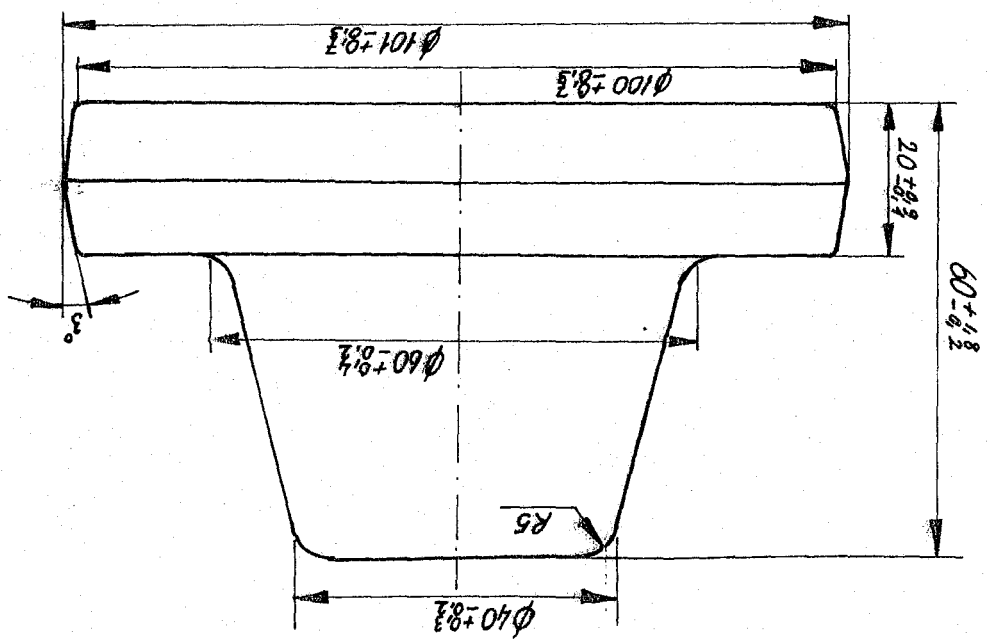
Malzeme	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Resim Nr.	Çizen
C 1040	1:1	1	Flanslı Parça Taslağı Düyme Resmi		Hamdi Savaş

NOT : 1-) Verilmeyen radyüsler : R3
 2-) Çekme payı % 1,5
 3-) Çapak kalınlığı 2 mm
 4-) Ağırlık toleransı ± 100 gr

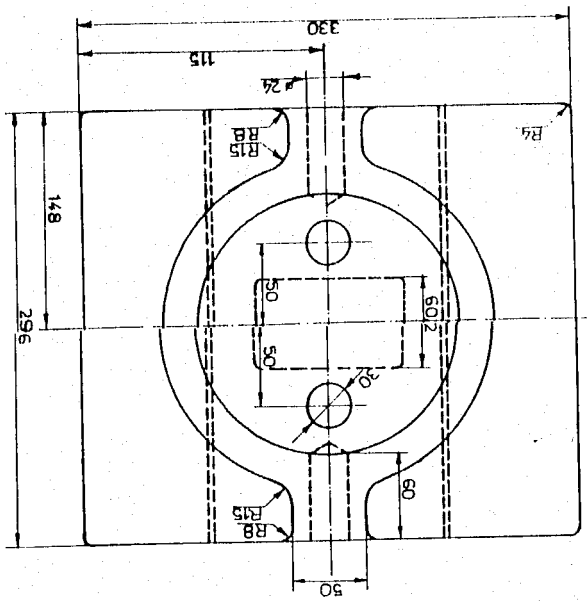


Malzeme	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Resim Nr.	Çizen
C 1040	1:1	1	Flanslı Parça Taslağı		Hamdi Savaş

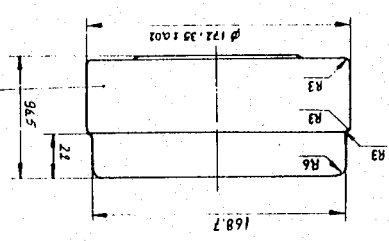
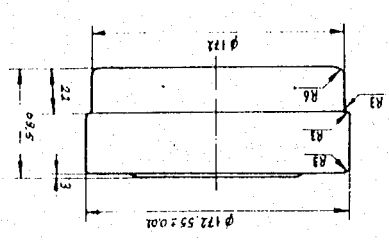
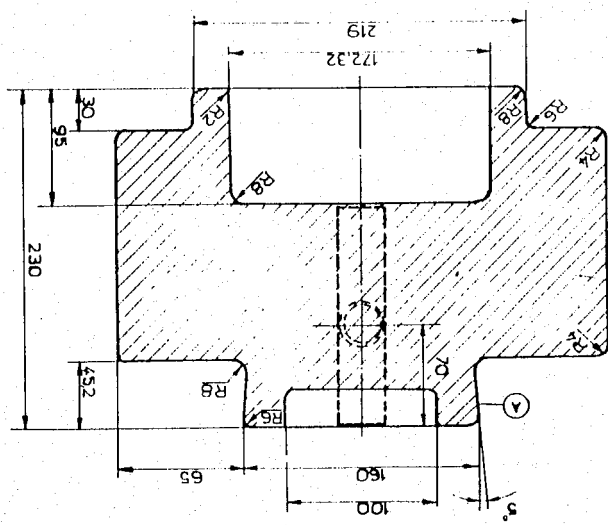
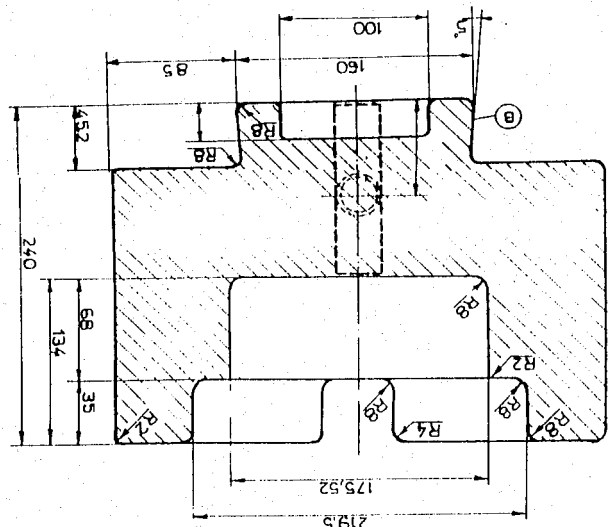
NOT : 1-) Verilmeyen Radyüsler R3
 2-) Çekme payı 2 mm



1/25	Özellik	Çizim	1/25
01	Denetim	1/25	1/25
02	Yazdırma	1/25	1/25
03	Yazdırma	1/25	1/25
04	Yazdırma	1/25	1/25
05	Yazdırma	1/25	1/25
06	Yazdırma	1/25	1/25
07	Yazdırma	1/25	1/25
08	Yazdırma	1/25	1/25
09	Yazdırma	1/25	1/25
10	Yazdırma	1/25	1/25
11	Yazdırma	1/25	1/25
12	Yazdırma	1/25	1/25
13	Yazdırma	1/25	1/25
14	Yazdırma	1/25	1/25
15	Yazdırma	1/25	1/25
16	Yazdırma	1/25	1/25
17	Yazdırma	1/25	1/25
18	Yazdırma	1/25	1/25
19	Yazdırma	1/25	1/25
20	Yazdırma	1/25	1/25
21	Yazdırma	1/25	1/25
22	Yazdırma	1/25	1/25
23	Yazdırma	1/25	1/25
24	Yazdırma	1/25	1/25
25	Yazdırma	1/25	1/25
26	Yazdırma	1/25	1/25
27	Yazdırma	1/25	1/25
28	Yazdırma	1/25	1/25
29	Yazdırma	1/25	1/25
30	Yazdırma	1/25	1/25
31	Yazdırma	1/25	1/25
32	Yazdırma	1/25	1/25
33	Yazdırma	1/25	1/25
34	Yazdırma	1/25	1/25
35	Yazdırma	1/25	1/25
36	Yazdırma	1/25	1/25
37	Yazdırma	1/25	1/25
38	Yazdırma	1/25	1/25
39	Yazdırma	1/25	1/25
40	Yazdırma	1/25	1/25
41	Yazdırma	1/25	1/25
42	Yazdırma	1/25	1/25
43	Yazdırma	1/25	1/25
44	Yazdırma	1/25	1/25
45	Yazdırma	1/25	1/25
46	Yazdırma	1/25	1/25
47	Yazdırma	1/25	1/25
48	Yazdırma	1/25	1/25
49	Yazdırma	1/25	40
50	Yazdırma	1/25	40
51	Yazdırma	1/25	40
52	Yazdırma	1/25	40
53	Yazdırma	1/25	40
54	Yazdırma	1/25	40
55	Yazdırma	1/25	40
56	Yazdırma	1/25	40
57	Yazdırma	1/25	40
58	Yazdırma	1/25	40
59	Yazdırma	1/25	40
60	Yazdırma	1/25	40
61	Yazdırma	1/25	40
62	Yazdırma	1/25	40
63	Yazdırma	1/25	40
64	Yazdırma	1/25	40
65	Yazdırma	1/25	40
66	Yazdırma	1/25	40
67	Yazdırma	1/25	40
68	Yazdırma	1/25	40
69	Yazdırma	1/25	40
70	Yazdırma	1/25	40
71	Yazdırma	1/25	40
72	Yazdırma	1/25	40
73	Yazdırma	1/25	40
74	Yazdırma	1/25	40
75	Yazdırma	1/25	40
76	Yazdırma	1/25	40
77	Yazdırma	1/25	40
78	Yazdırma	1/25	40
79	Yazdırma	1/25	40
80	Yazdırma	1/25	40
81	Yazdırma	1/25	40
82	Yazdırma	1/25	40
83	Yazdırma	1/25	40
84	Yazdırma	1/25	40
85	Yazdırma	1/25	40
86	Yazdırma	1/25	40
87	Yazdırma	1/25	40
88	Yazdırma	1/25	40
89	Yazdırma	1/25	40
90	Yazdırma	1/25	40
91	Yazdırma	1/25	40
92	Yazdırma	1/25	40
93	Yazdırma	1/25	40
94	Yazdırma	1/25	40
95	Yazdırma	1/25	40
96	Yazdırma	1/25	40
97	Yazdırma	1/25	40
98	Yazdırma	1/25	40
99	Yazdırma	1/25	40
100	Yazdırma	1/25	40



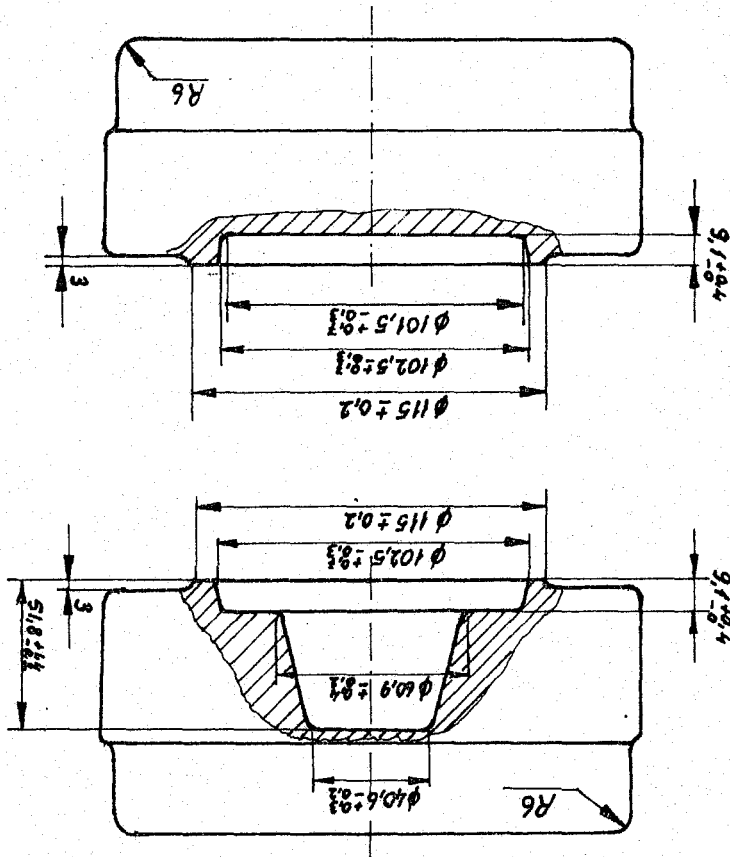
NOT: 1-) A ve B yüzeylerinin aşınma 1/100 olacaktır.
 2-) 3 ve 4 adı ile gösterme kalıpları kullanılacaktır.
 3-) Hatalar 35-38 HRC sertleştirilip mançur yapılabilmektedir.
 4-) Kalıplar 46-48 HRC sertleştirilip mançur yapılabilmektedir.
 5-) HRC değeri 2-3 olacaktır.



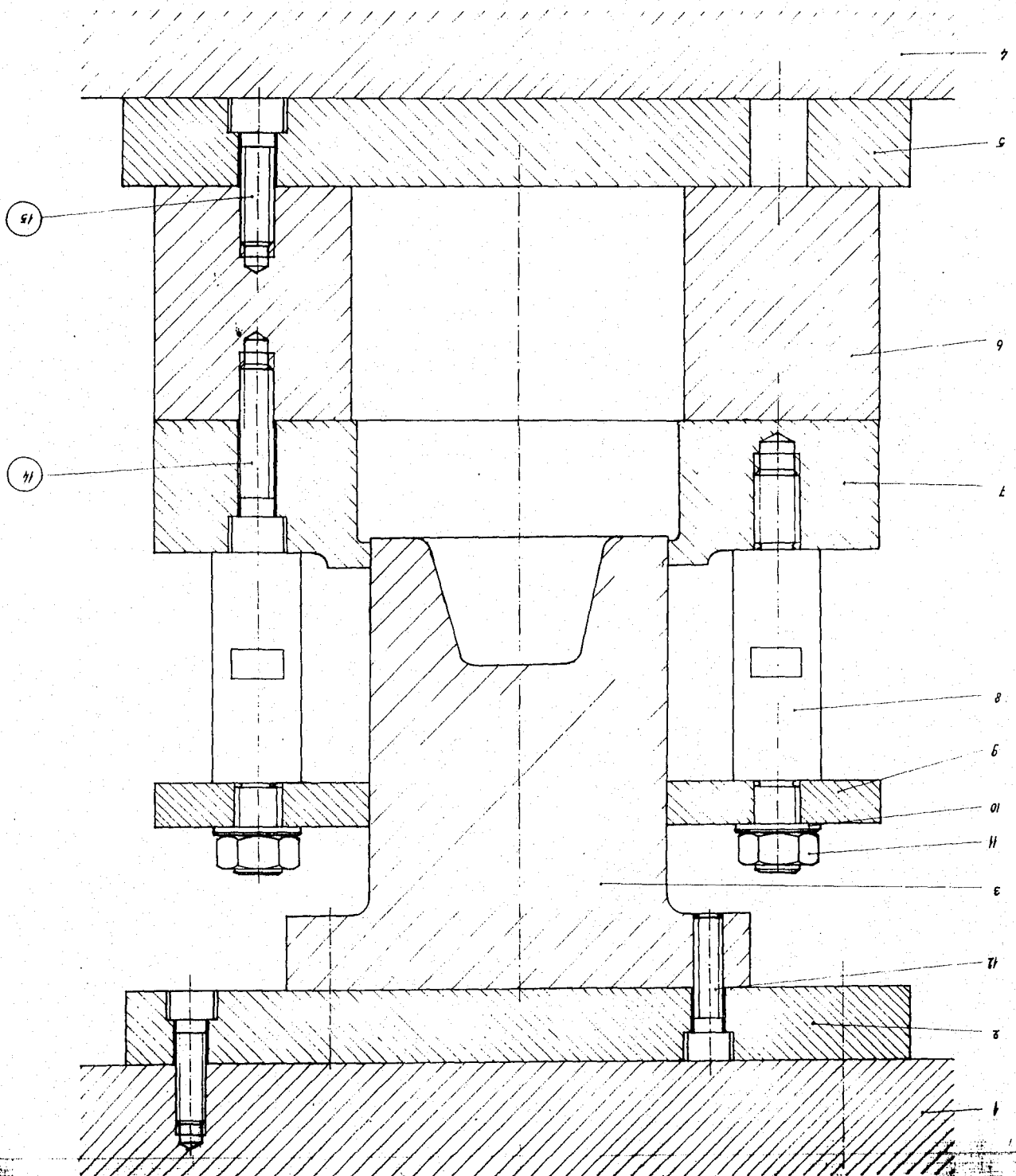
N7

Malzeme	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Kesim Nr	Gizlen
1.2714	1:2.5	1	Flanşlı Parça Dövme Kalibi		Hamdi. Sözoğ

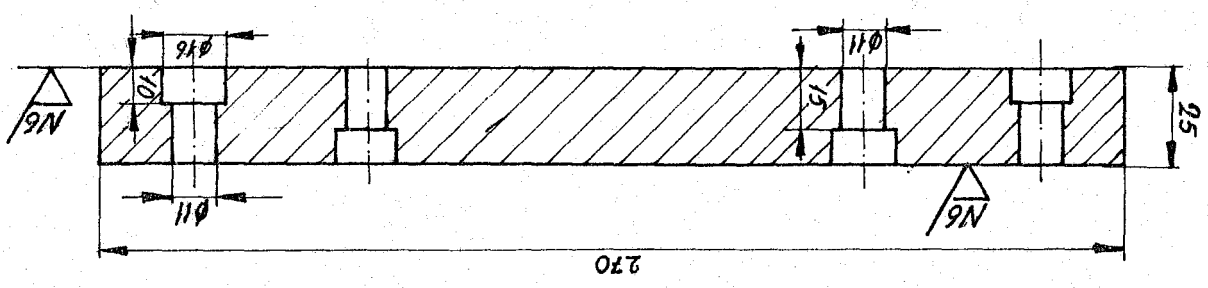
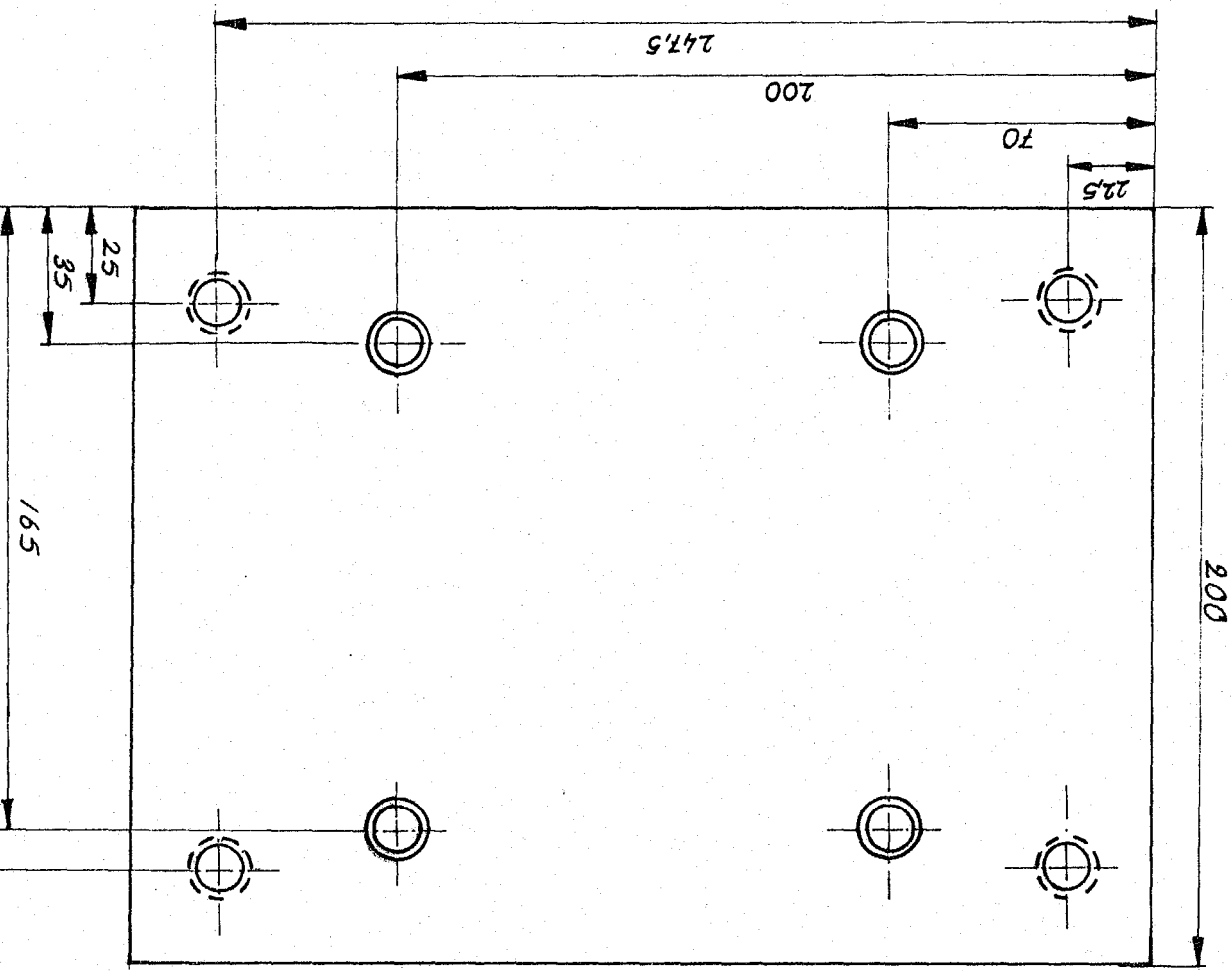
- NOT: 1) Verilmeyen radyuslar: R3
2) Kalıp sertliği: 46-48 HRC
Sertleştirme toleransı: ± 2 HRC
3) Çekme payı: $\phi 0.15$
4) Çapak kalınlığı: 2 mm
5) Kalıp boyutları 01 nolu resimde verilmiştir



Proj. No.	№ ч. детали	№ детали	№ детали	№ детали	№ детали
4	15	С 1147	Т 5 1020	М 12	С 1147
2	14	С 1147	Т 5 1020	М 12	С 1147
2	13	Р 11	Т 5 1020	М 12	С 1147
8	12	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
4	11	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
4	10	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
6	9	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	8	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	7	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	6	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	5	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	4	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	3	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	2	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	1	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	01	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	02	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	03	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	04	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	05	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	06	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	07	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	08	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	09	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	10	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	11	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	12	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	13	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	14	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	15	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	16	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	17	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	18	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	19	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	20	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	21	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	22	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	23	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	24	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	25	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	26	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	27	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	28	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	29	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	30	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	31	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	32	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	33	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	34	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	35	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	36	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	37	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	38	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	39	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	40	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	41	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	42	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	43	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	44	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	45	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	46	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	47	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	48	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	49	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	50	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	51	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	52	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	53	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	54	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	55	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	56	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	57	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	58	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	59	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	60	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	61	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	62	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	63	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	64	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	65	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	66	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	67	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	68	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	69	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	70	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	71	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	72	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	73	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	74	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	75	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	76	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	77	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	78	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	79	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	80	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	81	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	82	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	83	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	84	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	85	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	86	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	87	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	88	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	89	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	90	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	91	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	92	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	93	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	94	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	95	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	96	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	97	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	98	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	99	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147
1	100	С 1147	Т 5 1020	М 10	С 1147



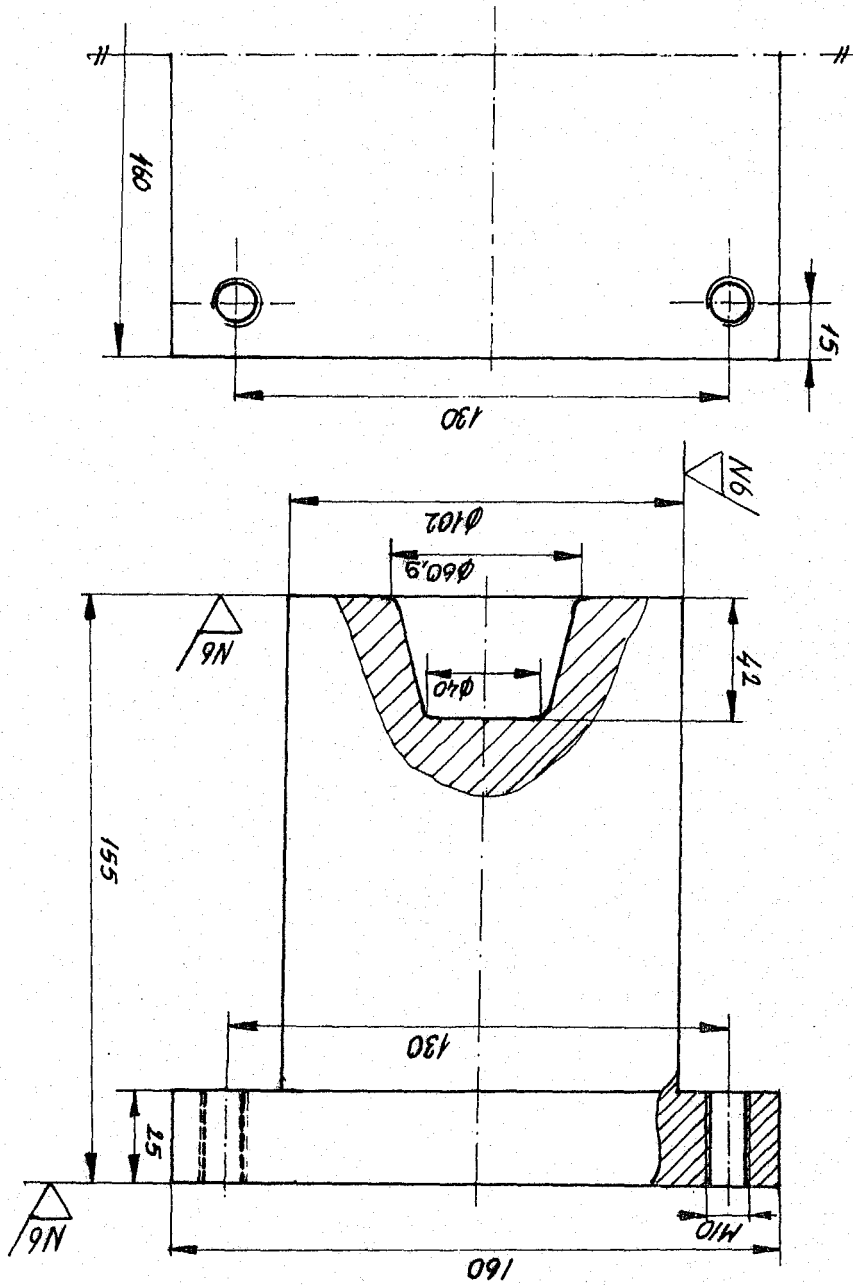
Halzeme	Olçek	Sayı	Parça Adı	Montaj Nr.	Cizen
S7 37	1:2.5	1	Zimba Tutucu	02	Handi. Sazöz
Toleranslar $\pm 0,1$					



(N7) (N6)

Malzeme	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Montaj Nr.	Gizlen
1.2344	1:2.5	1	Zimba	03	Hamdi Sazdz
Toleranslar ±0,1					

Zimba serfligi: 42-44 HRC ±1 HRC
 Verilmeyen radyüsler: R3

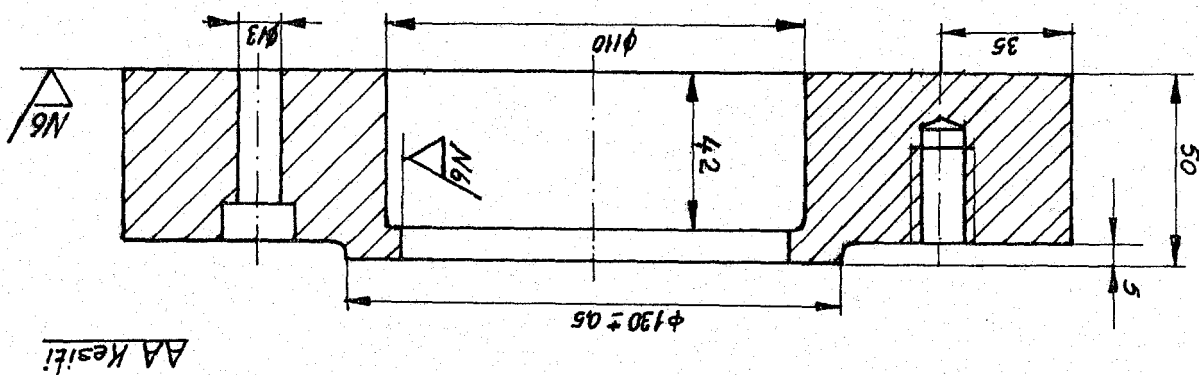
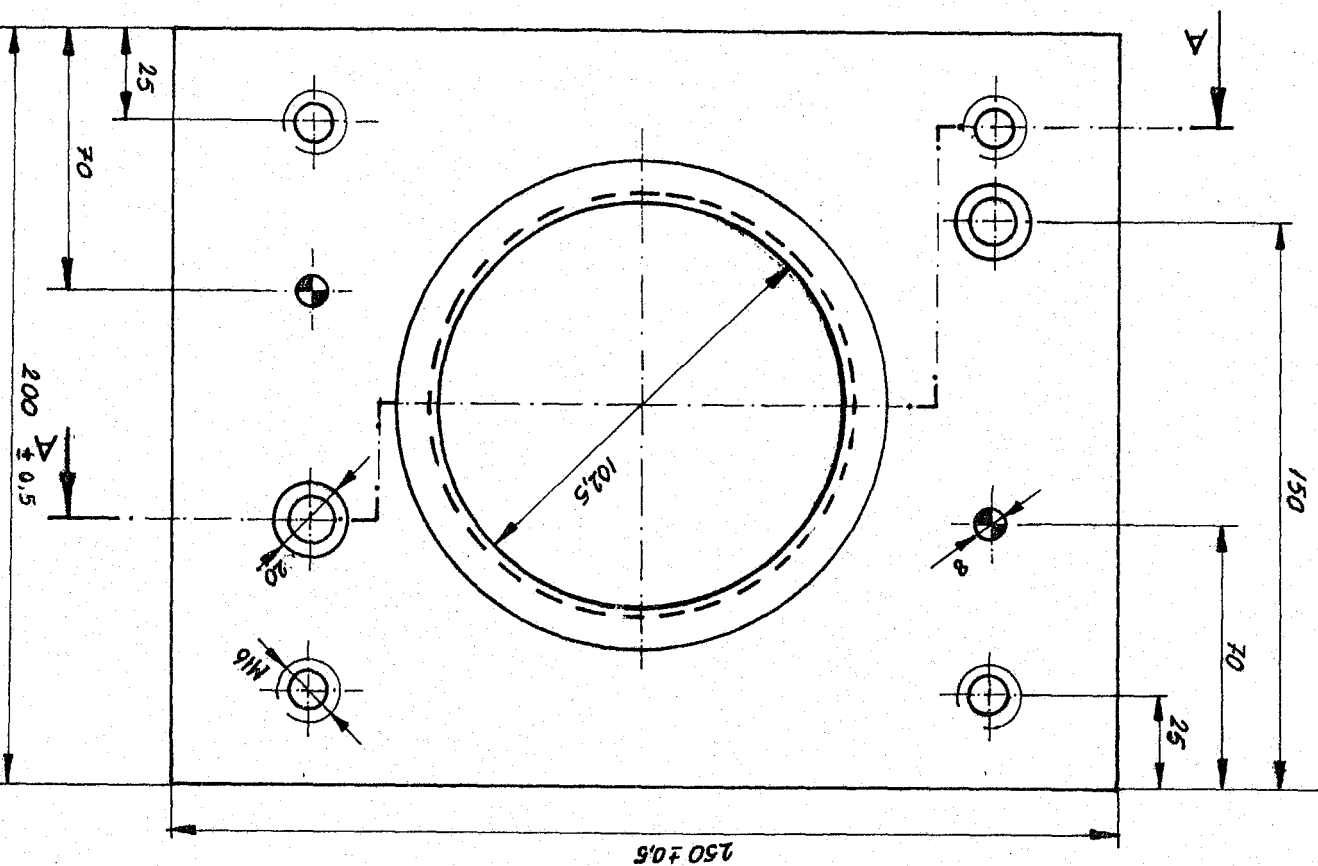


MA LN

Halzeme	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Manşiy. Nr.	Gizen
1.2344	1:2.5	1	Matrix	07	Hömdü. Sözbz

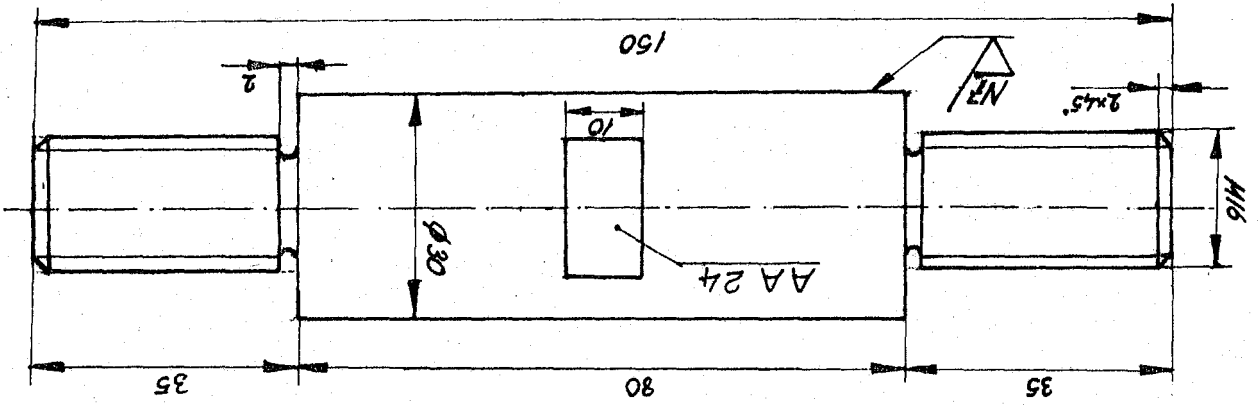
Verilmeyen Toleran
F.0.2

Matrix sertliği: 44-46 HRC
Verilmeyen radyuslar: R4

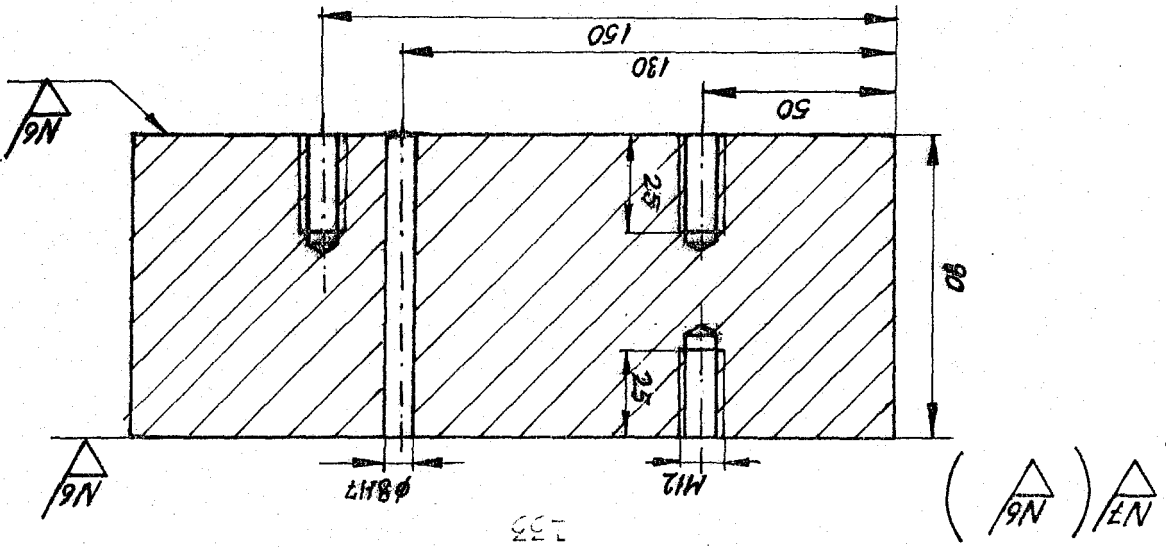
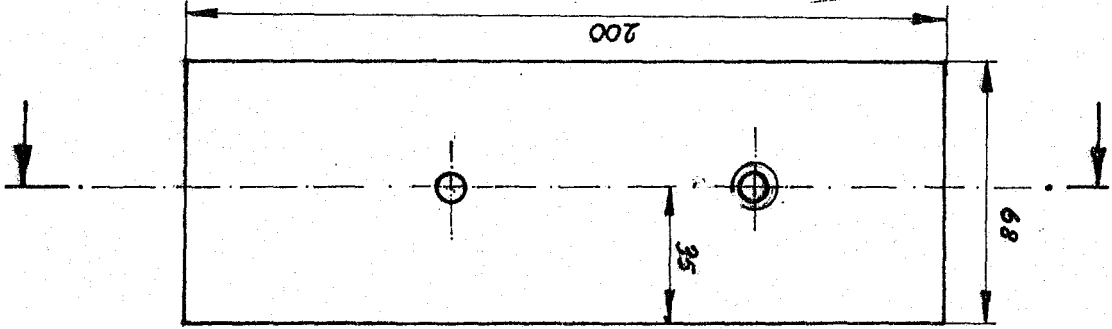


(N7)
(N6)

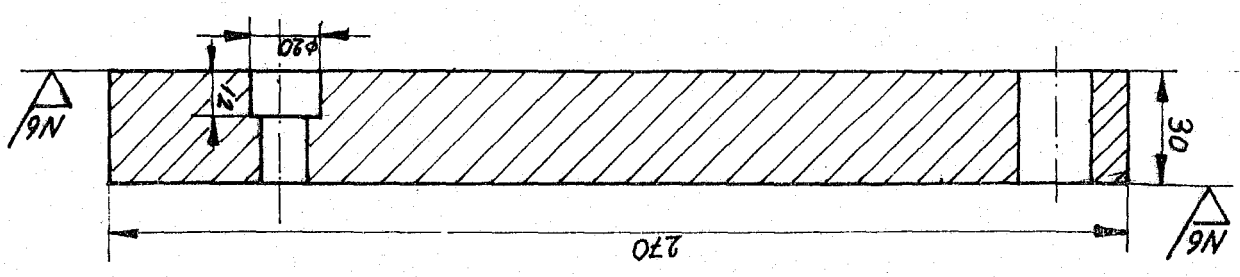
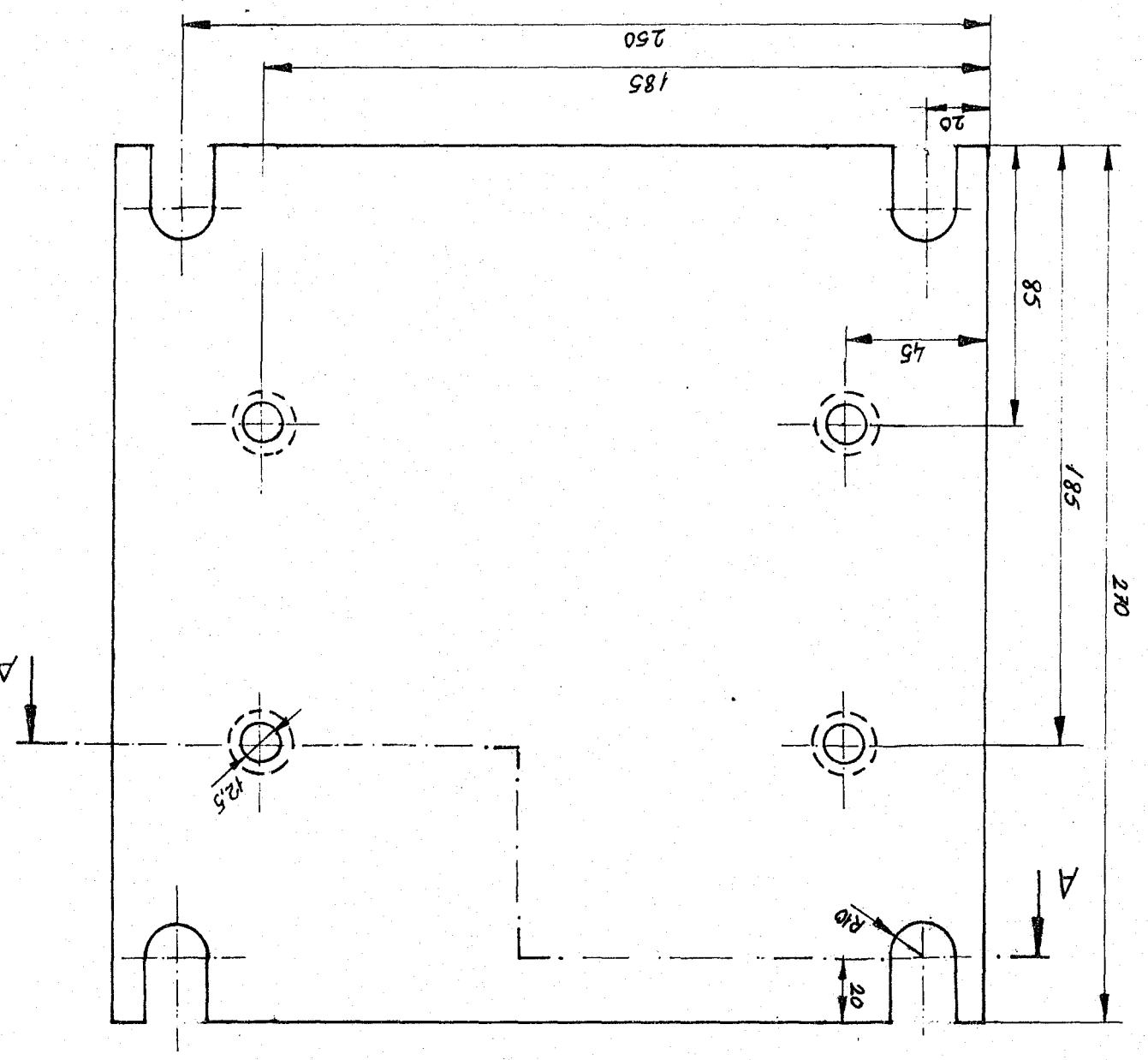
Malzeme	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Montaj Nr.	Çizen
S442	1:1	4	Sopkama	08	Hamdi Sözz
					Toleranslar ±0,1



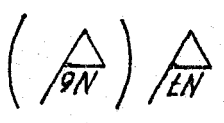
Malzeme	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Montaj Nr.	Çizen
S437	1:2,5	2	Ara Takoz	06	Hamdi Sözz
					Toleranslar ±0,1



5737	1:2.5	1	A11 Tabla	Parca Adı	Montaj Nr.	05	Handi. Sazoz
Malzeme	Ölçek	Sayı					Çizen



AA Kesiti



K A Y N A K L A R

1. J.E.Jensen, Forging Industry Handbook,
Forging Industry Association, Cleveland, Ohio 1970
2. K.H.Beseler, Metal Forming, 1969
3. Metal Working Machinery, Stankoimport
4. A.M.Sabroff, F.W.Boulger and H.J.Hennimy
Forging Materials and Practices, 1968 New York
5. Drop Forging Part - 1,3 Bofors Steel Drop Forging Sweden
6. Thyssen Edelstahlwerke A9, Hot Work Tool Steels
Publication 1122/2E - Issue Julu 1978
7. Asil Çelik Teknik Yayınlar 7, Takım Çelikleri, 1984
8. Forging Design Handbook, American Society For Metals,
Metals Park, Ohio 1972
9. Principles of Forging Design
American Iron and Steel Institute, New York 1964
10. Spies, K. Doctoral Dissertation,
Technical University Hannover 1959
11. Chamouard, A, " General technology of forging "
(in French) Estampage, Forge, et Boulonnerie No 26 1967
12. Lange, K. and Meyer - Nolkemper, H. " Close - Die Forging "
(in German) Springer - Verlag, Berlin 1977
13. Bruchanov, AN and Rebelski " Closed - die forging and
warmpressing " (in German, translated from Russian)
VEB Verlag Technik Berlin 1955
14. Chamouard, A, " Closed - die forging "
(in French) Vol 1, Dunod Paris 1964
15. Neuberger, F. Pannasch S. : Ermittlung von Umformkraft
und - arbeit beim Gesenkschmieden mit Kurbelschiedepressen
Fertigungs technik U.Betrieb 12 1962
16. Haller,H.W. " Handbook of Forging "
(in German) Carl Hanser Verlag, Munich 1971

17. Becker, JR, Douglas, JR, and Semenon, FA,
" Effective tooling designs for production of precision
forging " Battelle's Columbus Laboratories June 1972
18. Altan, T. et al, "Forging Equipment, Materials and
Practices ", MCIC Handbook 3, Battelle - Columbus
Laboratories, Columbus, OH , 1973
19. Lange,K. Gesenkschmieden von Stahl (Closed-Die Forging
of Steel - in German), Springer Verlag, Berlin 1958
20. Doç.Dr.E.Sabri Kayalı, Doç.Dr.Cahit Ensari
Metallere Plastik Şekil Verme İlke ve Uygulamaları
İ.T.Ü. Kimya - Metalurji Fakültesi, İstanbul 1986

T E Ş E K K U R

Çağımızda, taşıtlarda, tarım makina ve aletlerinde, inşaat ve yol makinalarında, silah ve makina endüstrisinde kullanılan parçaların uygun mukavemet özelliğinde yapılabilmesi, az malzeme sarfiyatıyla ve talaşlı imalat işçiliğini asgariye indirerek üretiminin sağlanmasının en uygun yollarından biri de kapalı kalıpla sıcak dövme yöntemidir.

Bu yöntemle biçimlendirme tekniğinin, ülkemizde de gerekli ilgiyi gördüğünü ve sanayimizde, bu yönde hayli ilerleme kaydedildiğini kabul edebiliriz.

Kapalı kalıpla sıcak dövmenin incelenmesi, araştırılması ve tez çalışması olarak ortaya çıkarılması sırasında, konuya yaklaşımım aynı zamanda (sayın danışmanım Yrd. Doç. Dr. İrfan Yükler beyle yayınlanmasını düşündüğümüz) "Sıcak Şekillendirme " kitabının iskeletini meydana getirmeye çalışmak şeklinde olmuştur.

Tezin hazırlanmasında, değerli görüş ve bilgilerinden her zaman faydalandığım muhterem hocam Prof. Dr. Ruşen Gezici'ye, tez konumda bana yol gösteren ve her türlü yardımı esirgemiyen danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. İrfan Yükler'e şükran duygularıyla, teşekkürlerimi sunarım.

Ö Z G E Ç M İ Ş

Hamdi Sööz 1946 yılında Eskişehir'de doğdu. İlk öğrenimini Fatih Mehmet İlkokulu'nda tamamladıktan sonra aynı ilde Erkek Sanat Enstitüsü'nün önce orta, a-kabinde lise kısmını, 1964' de bitirdi.

Ara vermeden girdiği, Ankara Erkek Teknik Yüksek Öğretmen Okulu Tesviye Bölümü'nden 1968'de mezun oldu.

Bir yıl Merzifon Sanat Enstitüsü öğretmenliği yaptı. Yd. Subay olarak askerlik hizmetini 1971'de bitirdikten sonra önce Turhal Meslek Lisesi'nde bir yıl, tekrar Merzifon Meslek Lisesi'nde iki yıl öğretmen olarak görev yaptı.

1973 yılında İstanbul Maçka Meslek ve Teknik Lisesi öğretmenliğine naklen atandı. Aynı yıl girdiği İstanbul Devlet Mühendislik Mimarlık Akademisi Akşam Makina Bölümü'nden, 1981 yılında Makina Mühendisi olarak mezun oldu. Sonra devam etmekte olduğu meslek lisesi kalıp bölüm şefliğinden istifaaen ayrılarak, Kanca El Aletleri ve Dövme Çelik Sanayi A.Ş.'nde Teknik ve Konstrüksiyon Büro Şefi olarak görev aldı. İki yıl bu görevi yürüttükten sonra 1983 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi'ne Öğretim Görevlisi olarak girerek, sevdiği eğitim-öğretimciliğe tekrar geri döndü.

Evli ve iki çocuk sahibi olan Hamdi Sööz, halen öğretim görevliliği ve aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Metalurji Yüksek Lisans Eğitimine devam etmektedir.