

Yatay Dövme Makinalarında Üretilen Parçalar İçin Sınıflandırma ve Kodlama Sistemi (Bölüm I)

Mustafa İlhan GÖKLER

Y.Doç.Dr.,
Makina Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
Ankara

Yatay dövme makinalarında üretilen parçaların işlem ve kalıp tasarımında sistematik yaklaşımlara temel oluşturmak amacıyla, bu parçalar için yeni bir sınıflandırma ve kodlama sistemi geliştirilmiştir. Bu sisteme göre her parça için üç basamaklı bir kod tanımlanır. Birinci basamak parçaları eksenel simetri, toplam uzunluğun en büyük genişliğe oranı, kesit tipi gibi özellikleri göz önüne alarak oldukça geniş gruplara ayırmaktadır. Birinci basamakta belirlenen kod sayısına göre ikinci ve üçüncü basamak kodlamasını veren çizelgelere bakılır. Çizelgeler ve açıklayıcı notlardan oluşan sınıflandırma ve kodlama sistemi bir bütün olarak, hem sıcak hem de soğuk şekillendirilen parçalar için kolayca kullanılabilir.

GİRİŞ

Yatay dövme makinalarında üretilen parçaların çok çeşitli oluşu sebebiyle gerek parça tasarımının gerekse işlem ve kalıp tasarımının bir sınıflandırma sistemine göre belirlenmiş grupların dikkate alınmasıyla yapılması akılcı ve sistematik bir yaklaşım getirir. Bu gruplar benzer işlem ve kalıp tasarımı gerektirecek özelliklere sahip parçaların belirlenmesi ile oluşturulur.

Dövme parçalar için mevcut sınıflandırma ve kodlama sistemleri genellikle geleneksel dövme yöntemlerine uygundur. Bunlardan dört tanesi uluslararası olarak tanınan sınıflandırma sistemleridir (1-4). Spies'in (1) ve Gurevich'in (2) sistemleri kapalı kalıplarda yapılan sıcak dövme parçalar için geliştirilmiştir. Poli ve Knight (5) önerdikleri sistemde Spies'in (1) geliştirdiği sistemi esas almakla beraber, parçaların karmaşıklığı ve boyutları hakkında daha çok detaya girmişlerdir. Walter (3) açık kalıplarda üretilen parçalar için bir sistem önermiştir. Auerswald (4) ise yatay dövme makinalarında üretilen parçalar için dört basamaklı bir kodlama sistemi geliştirmiştir. İlk basamak parçanın genel şekline göre parçaları uzun, küresel gibi sınıflara ayırır. İkinci basamak ise, parçanın şişirme gereken bölgesinin parça üzerindeki yerini belirler. Üçüncü ve dördüncü basamak parçaların şekil değiştirecek kısmına, geometrik şekline ve gereken üretim yöntemine (şişirme, ekstrüzyon, delme, çapak çıkarma) göre sınıflara ayırır. Ancak bu sınıflandırma sisteminin eksik ve zayıf taraflarını şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Boyutsal oranlar dikkate alınmamıştır.
- Aynı parça birden çok grupta olabilmekte ve böylece farklı kod numaraları alabilmektedir.
- Parça profilindeki önemli değişiklikler dikkate alınmamıştır.
- Parçanın kodlanmasından önce üretim yönteminin kesin olarak belirlenmesi gerekmektedir.
- Üretim yöntemine göre sınıflandırma ondan fazla gruba ayrıldığından bazı parçaların kod numarası dört, bazı parçaların ise beş sayıdan oluşur.

Auerswald'in sisteminin yukarıda sayılan sakıncaları sebebiyle, yatay dövme makinalarında üretilebilecek parçalar için yeni bir sınıflandırma ve kodlama sistemi yazar tarafından önerilmiştir. Bu yeni sistemin yapısı aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

YATAY DÖVME MAKİNALARINDA ÜRETİLEN PARÇALARIN SINIFLANDIRILMASINDA DİKKATE ALINMASI GEREKLİ ÖZELLİKLER

Yatay dövme makinalarında üretilebilecek çok sayıda parçanın incelenmesi sonucunda etkin bir sınıflandırma ve kodlama sistemi için parçaların aşağıdaki özelliklerinin dikkate alınması gerektiği ortaya çıkmıştır:

- Eksenel simetrik olup olmaması
- Uzunluk

3. Kesit tipi
4. Kesitin parça boyunca aynı olup olmaması
5. Parçayı oluşturan geometrik elemanların göreceli konumları
6. Parçanın delikli olup olmaması
7. Parçada delik varsa, deliğin tipi ve konumu (boydan boya delik, kör delik, bir uçta delik, iki uçta delik gibi)
8. Parçayı oluşturan geometrik elemanların profilleri
9. Parçanın tek faturalı veya çok faturalı oluşu
10. Delikli parçalar için deliğin oransal derinliği
11. En geniş kesite sahip geometrik elemanın parçanın uçlarına göre konumu
12. Parçanın kesit genişliğindeki en büyük oransal artış
13. Parça üzerinde diş profili gibi özellikler varsa, bunların oransal uzunlukları
14. Parçada eksenel simetrik olmayan geometrik elemanlar varsa bunların oransal uzunlukları
15. Bükülmüş parçaların bükülme açıları
16. Çatal, kanal vb. gibi ikincil özellikler

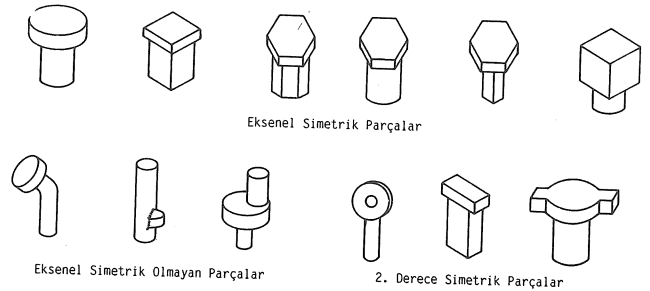
SINIFLANDIRMA VE KODLAMA SİSTEMİNİN GENEL YAPISI VE BİRİNCİ BASAMAK KODLAMASI

Yukarıda özetlenen parça özellikleri geliştirilen sınıflandırma ve kodlama sisteminin oluşturulmasında dikkate alınmıştır. Bu özelliklerin göz önüne alınabilmesi için üç basamaklı bir kodlama gerektiği belirlenmiştir. Her basamak 0-9 arasında on değişik değer alabilmektedir, böylece bir parça geometrik şekline göre 000-999 sayıları arasında bir kod numarası almaktadır.

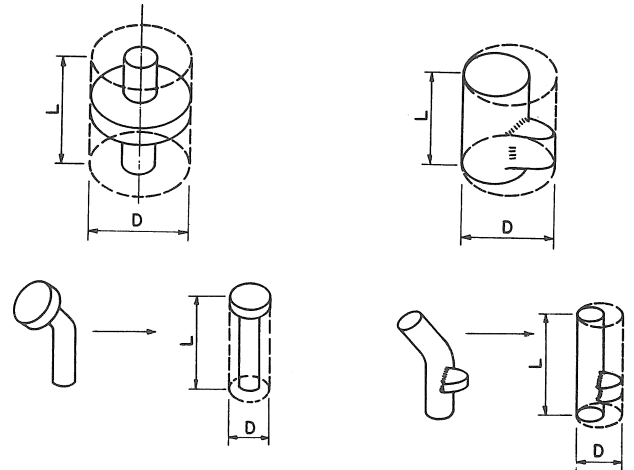
Çizelge 1'de görüldüğü gibi ilk basamak sınıflandırması, parçaları eksenel simetriye, genel oransal boyutlara ve kesit tipine göre gruplandırır. Yatay dövme makinalarında üretilen parçaların büyük çoğunluğu eksenel simetrikdir. Bu nedenle birinci basamağın sekiz değeri 0-7, bu parçaların daha ayrıntılı sınıflandırılabilmesi için ayrılmıştır. Diğer iki değer 8 ve 9 ise eksenel simetrik olmayan veya 2. derece eksenel simetrik özellikli veya bükülmüş parçalar için ayrılmıştır. Simetri eksenini etrafında parça $2\pi/n$ radyan döndürüldüğünde parçanın ilk orijinal görünüşünden ayrılmaz durumda olduğunda bir tamsayı olan "n"nin değeri parçanın n. dereceden eksenel simetrik olduğunu belirler. Eğer "n" değeri 1 ise, o zaman parça eksenel simetrik değildir. Geliştirilen sınıflandırma sisteminde Şekil 1'de görüldüğü gibi ikinci dereceden daha büyük eksenel simetriye sahip parçalar **eksenel simetrik parçalar** olarak kabul edilmiştir.

Parçanın oransal boyutlarının belirlenmesinden önce Şekil 2'de görüldüğü gibi parçayı içine alacak silindirik bir zarf düşünülür. Bu zarf eksenel simetrik ve ikinci derece eksenel simetrik parçalar için, parçanın bütününe içine alabilecek en küçük çaplı ve eksenini parça eksenini ile çakışan bir silindiridir.

Eksenel simetrik olmayan parçalar için ise eksenini, parçanın en uzun geometrik elemanının eksenine paralel olarak alınan en küçük çaplı silindiridir. Eksenini bükülmüş parçalar için, eksenlerinin düz hale getirildiği düşünülerek silindirik zarf belirlenir. Parçanın oransal boyutlarında zarfın uzunluğunun, L, zarfın çapına, D, oranı göz önüne alınır. Buna göre birinci basamak kodlaması "0-3" değerleri $L \leq D$ şartını sağlayan eksenel simetrik kısa parçalar için ayrılmışken, "4-7" değerleri $L > D$ durumuna uyan uzun parçalar için ayrılmıştır. Yine aynı şekilde eksenel simetrik olmayan veya 2. derece eksenel simetriğe sahip veya bükülmüş parçaların kısa olanları ($L \leq D$) için birinci basamağın 8. sınıfı, uzun olanları ($L > D$) içinse 9. sınıfı ayrılmıştır.



Şekil 1 Parçaların eksenel simetri özelliğine göre ayrımı



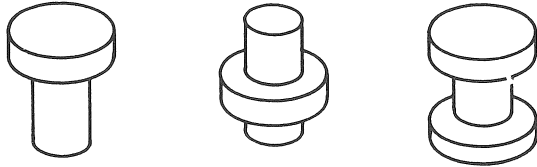
Şekil 2 Silindirik zarf

0-3 ve 4-7 sınıfları içinde parçalar silindirik zarfın eksenine dik olan kesitlerine göre sınıflara ayrılır. 0,1,4 ve 5 sınıfları, parça boyunca aynı tip kesite sahip parçalar içindir. Bunlardan 0 ve 4 eksen boyunca dairesel kesite sahip parçalar (Şekil 3) içindir ve bu parçalar yatay dövme makinalarında üretilen parçaların büyük çoğunluğunu oluşturur. 1 ve 5 sınıfları ise çokgen (kare, altıgen vb.) kesitler için ayrılmıştır (Şekil 4). Eksen boyunca kesitlerinde değişim gösteren, dairesel ve çokgen veya iki farklı çokgen gibi farklı kesitli parçalar için 2 ve 6 sınıfları ayrılmıştır (Şekil 5). Kamalı mil, dişli gibi daha karmaşık kesitli parçalar (Şekil 6), 3. ve 7. gruplarda toplanır. Bu parçalar için işlem ve kalıp tasarımı daha özel ve karmaşık bir yaklaşım gerektirir.

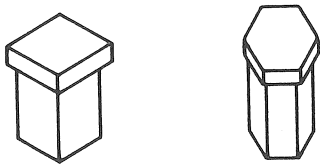
Çizelge 1 Birinci basamak kodlaması

EKSESEL SİMETRİK PARÇALAR (1)	$L \leq D$ (2)	DAİRESEL KESİTLİ PARÇALAR (3)	0
		ÇOKGEN KESİTLİ PARÇALAR (4)	1
		EKSEN BOYUNCA DAİRESEL VE ÇOKGEN KESİTLERİN BİRLİKTE OLDUĞU PARÇALAR (5)	2
	$L > D$ (2)	KARMAŞIK KESİTLİ PARÇALAR (DİŞLİ, KAMALI MIL, ZİNCİR DİŞLİSİ GİBİ) (6)	3
		DAİRESEL KESİTLİ PARÇALAR (3)	4
		ÇOKGEN KESİTLİ PARÇALAR (4)	5
		EKSEN BOYUNCA DAİRESEL VE ÇOKGEN KESİTLERİN BİRLİKTE OLDUĞU PARÇALAR (5)	6
KARMAŞIK KESİTLİ PARÇALAR (DİŞLİ, KAMALI MIL, ZİNCİR DİŞLİSİ GİBİ) (6)	7		
EKSESEL SİMETRİK OLMAYAN VEYA 2. DERECE SİMETRİK VEYA EĞRİ EKSENLİ PARÇALAR (1)	$L \leq D$ (2)	8	
	$L > D$ (2)	9	

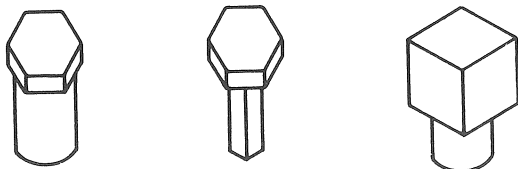
NOT: PARANTEZ İÇİNDEKİ SAYILAR İLGİLİ ŞEKİL NO.LARINI GÖSTERMEKTEDİR



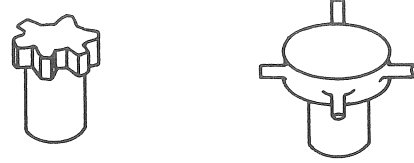
Şekil 3 Eksen boyunca dairesel kesitli parçalar



Şekil 4 Eksen boyunca çokgen kesitli parçalar



Şekil 5 Dairesel-çokgen veya farklı iki tip çokgen kesitli parçalar



Şekil 6 Dairesel ve çokgen dışında karmaşık kesite de sahip parçalar

Parçanın birinci basamak kodlama değerine göre, ikinci ve üçüncü basamak kodlaması için ayrı çizelgelere bakılır. İkinci ve üçüncü basamak kodlaması için;

- Birinci basamak değeri 0,1,4 ve 5
- Birinci basamak değeri 2 ve 6
- Birinci basamak değeri 3 ve 7
- Birinci basamak değeri 8 ve 9

olan parça grupları için farklı özellikler önemli olduğu için ayrı çizelgeler hazırlanmıştır.

BİRİNCİ BASAMAK DEĞERİ 0,1,4,5 OLAN PARÇALAR İÇİN İKİNCİ VE ÜÇÜNCÜ BASAMAK SINIFLANDIRMASI

Bu gruba giren parçalar Şekil 7'de görülen geometrik elemanlardan oluşur. Bunlar eksene paralel profilli, konik profilli, dış bükey ve iç bükey profilli geometrik elemanlardır. Eksen boyunca aynı tip kesite sahip bu parçaların ikinci ve üçüncü basamak kodlaması için Çizelge 2 hazırlanmıştır. İkinci basamakta parçalar eksene paralel profillerine, delikli olup olmama durumlarına ve delik varsa bunların konumlarına göre sınıflara ayrılırlar.

Parçaların temel profil özellikleri şöyle tanımlanabilir:

a) Parça kesiti parçanın bir ucuna doğru azalan parçalar (Şekil 8). Bunlar genellikle bir uçtan şişirme işlemi gerektiren parçalardır.

b) Parça kesiti iki uca doğru azalan parçalar (Şekil 9). Bu parçalar üzerinde şişirme genellikle parçanın orta kısmında yapılır.

c) Diğer faturalı parçalar (parça kesiti iki uca doğru artan parçalar ile kesitlerindeki artışta ve azalmada belirli bir düzen göstermeyen parçalar (Şekil 10)). Bu parçalar genellikle parçanın iki ucundan şişirme işlemlerini gerektirir. İlk gruptaki parçalar, birinci uç şişirildikten sonra, ters çevrilerek diğer uçtaki şişirme bölgesi şekillendirilir. Düzensiz faturalı parçalar da eksen boyunca değişik bölgelerde şişirme gerektirir.

Parçaların büyük çoğunluğu parça kesiti parçanın bir ucuna doğru azalan parçalar grubunda olduğu için bunlara ikinci basamak sınıflarından dördü, 0-3 ayrılmıştır. Diğerleri için ise üçer sınıf 4-6 ve 7-9 öngörülmüştür.

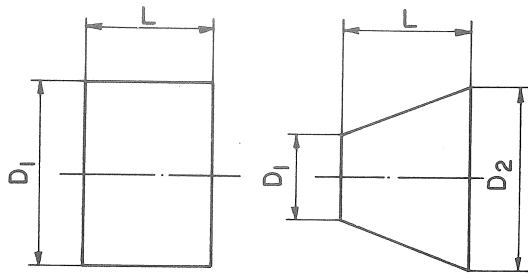
Profile göre esas ayırımdan sonra parçanın delikli olup olmamaları, varsa deliklerin tipleri ve konumları belirlenir (Şekil 11). Parçanın sol ucu ön

Çizelge 2 Birinci basamak değeri 0,1,4,5 için ikinci ve üçüncü basamak kodlaması

İKİNCİ BASAMAK - KESİTTE DEĞİŞİMLER VE EKSENEL DELİKLER

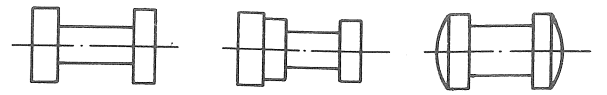
DELİKSİZ PARÇALAR (11)		İKİ UCA DOĞRU ARIYAN KESİTLİ PARÇALAR (10)										İKİ UCA DOĞRU AZALAN KESİTLİ PARÇALAR (9)																											
		1-3 GEOMETRİK ELEMANLI (13)					3'ÜBÜ ÇOK GEOMETRİK ELEMANLI (13)					1-4 GEOMETRİK ELEMANLI (13)					4'ÜBÜ ÇOK GEOMETRİK ELEMANLI (13)																						
EN GENİŞ ÇAPLI GEOM. ELEM. BİR UCA YAKIN		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP < 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP > 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP < 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP > 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP < 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP > 0,5 D		EN GENİŞ ÇAPLI GEOM. ELEM. ORTAYA YAKIN		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP < 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP > 0,5 D		EN GENİŞ ÇAPLI GEOM. ELEM. BİR UCA YAKIN		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP < 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP > 0,5 D															
0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		0		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
DELİKSİZ PARÇALAR (11)		İKİ UCA DOĞRU ARIYAN KESİTLİ PARÇALAR (10)										İKİ UCA DOĞRU AZALAN KESİTLİ PARÇALAR (9)																											
7		7										7																											
8		8										8																											
9		9										9																											

NOT: PARANTEZ İÇİNDEKİ SAYILAR İLGİLİ ŞEKİL NO.LARINI GÖSTERMEKTEDİR

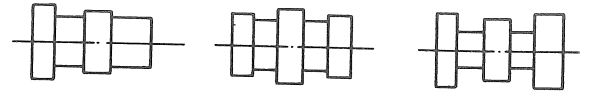


Paralel Profilli

Konik Profilli

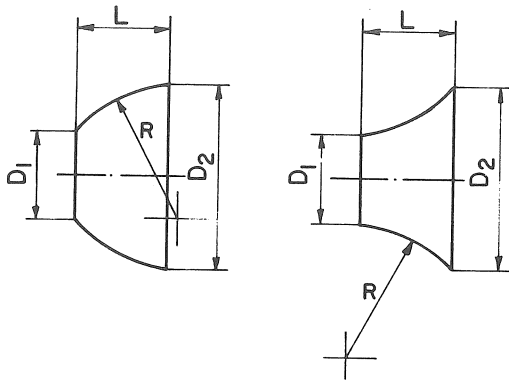


Parça Kesiti İki Uca Doğru Artan Parçalar



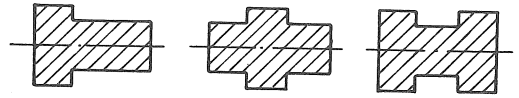
Düzensiz Faturalı Parçalar

Şekil 10 Diğer faturalı parçalar

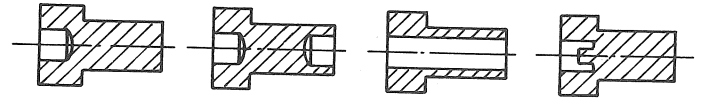


Dış Bükey Profilli

İç Bükey Profilli



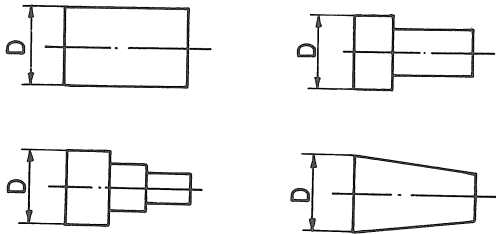
Deliksiz Parçalar



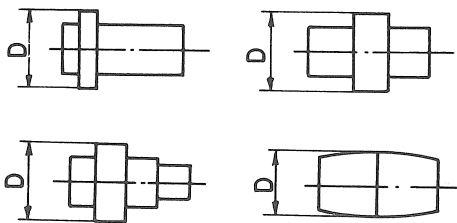
Eksenel Delikli Parçalar

Şekil 11 Deliksiz ve delikli parçalar

Şekil 7 Eksenel simetrik parçaları oluşturan geometrik elemanlar



Şekil 8 Parça kesiti parçanın bir ucuna doğru azalan parçalar



Şekil 9 Parça kesiti iki uca doğru azalan parçalar

uç, sağ ucu ise, arka uç diye tanımlanmıştır (Şekil 12). Delikli parçalarda eksenel deliğin şişirilecek uçta olup olmaması önemlidir. Aynı uçta ise kod olarak 1, farklı uçlarda ise 2 değeri verilir. İkinci durumda işlem tasarımı, parçanın bir ucunun şişirilmesini, diğer delikli uçun ise ekstrüzyon işlemini içerir. İkinci basamak kodu 3 olan parçalar, iki uçta da şekil değiştirme gerektiren, bu sebeple bir ucun şekillendirilmesinden sonra parçanın ters çevrilmesi gereken iki ucunda eksenel delikli parçalar ile eksen boyunca delik olan böylece eksen boyunca delme işlemi gerektiren ya da boru malzemenen şişirilen parçaları içerir.

Diğer iki grupta (parça kesiti iki uca doğru azalan parçalar ve diğer faturalı parçalar) benzer şekilde sınıflandırılır, ancak eksenel deliğin konumu için iki ayrı kod kullanılmamıştır. Bunun da nedeni zaten bu parçaların eksen boyunca birden çok bölgede şekillendirilmeleri gerekmektedir.

Üçüncü basamakta eksenel profil daha detaylı olarak sınıflandırılır. İlk ayırım, profilleri eksene paralel (silindirik, dik prizma gibi) geometrik elemanları içeren parçalar ile diğer profilleri içeren parçaları ayırmak için yapılır. Ancak uçlarda veya esas geometrik elemanlar arasında olabilecek ve uzunlukları silindirik zarfın uzunluğunun onda birine

eşit veya daha az olan geçiş geometrik elemanları bu sınıflandırma sırasında göz önüne alınmaz. Bu ayırımdan sonraki üçüncü basamak gruplamasında dikkate alınan özellikler ikinci basamak değerine göre Çizelge 2'de görüldüğü gibi değişir. İkinci basamak değeri 0 ve 4 olan gruplar için;

a) Geometrik eleman sayısını dikkate alarak bir faturalı ve çok faturalı parçalar birbirlerinden ayrılır. Şekil 13'de görüldüğü gibi geçiş geometrik elemanları bu ayırımda ihmal edilir.

b) En büyük çevresel çaplı (D) geometrik elemanın parçanın uçlarına göre konumu dikkate alınır. Bunun için çubuk sapının uzunluğunun 0.7 L'den büyük olup olmadığına bakılır.

c) En büyük çevresel çap, D, ile en küçük çevresel çap (çubuk çapı) arasındaki oran dikkate alınır.

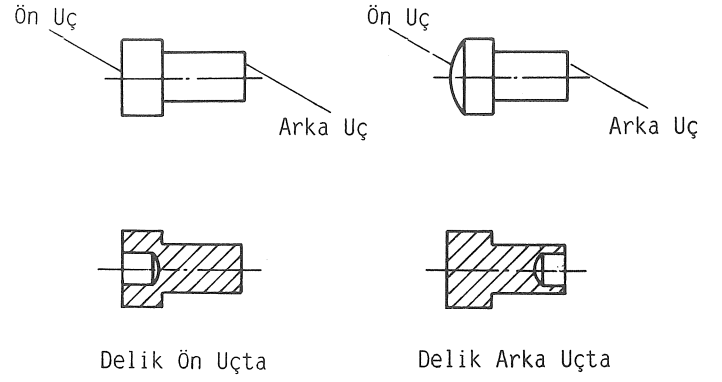
Delikli parçalar (ikinci basamak değeri 1-3 ve 5-6) için de yukarıdaki özellikler dikkate alınır, ancak geometrik eleman sayısı yerine bu parça grubu için önemli olan delik derinliğinin delik çapına oranı göz önüne alınır. Bu derinlik işlem tasarımında delme işlemi sayısını belirleyen etkenlerden biridir (6,7).

Diğer basamaklı parçalar (ikinci basamak değeri 7-9) için ise yukarıdakilerden farklı olarak iki ucunda şişirme gerektiren parçalar ile düzensiz faturalı parçalar birbirlerinden ayrılır.

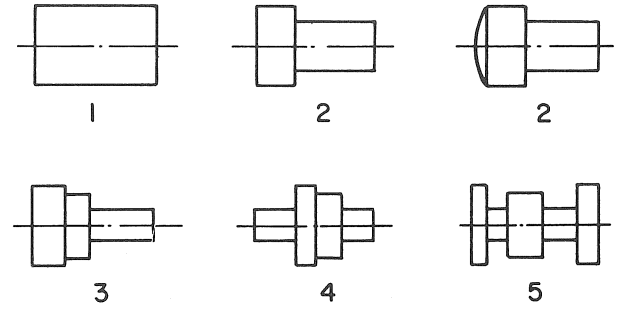
Kodlama Örnekleri

Şekil 14'de üzerinde daha sonra dişli açılması düşünülen bir dövme parça görülmektedir. Parça eksenel simetriğe sahip ve eksen boyunca dairesel kesitlidir. Silindirik zarf düşünüldüğünde $L=130$ mm ve $D=80$ mm bulunur, böylece $L>D$ 'yi sağlayan uzun bir parçadır. Buna göre Çizelge 1'e bakılırsa ilk basamak değeri "4" olacaktır. Parça düzensiz basamaklı ve deliksiz olduğundan ikinci basamak değeri "7" olarak belirlenir. Parça altı tane silindirik geometrik elemandan oluşmaktadır. En küçük çevresel çap 38 mm'dir ve bu değer en büyük çevresel çapın yarısından ($0.5D = 40$ mm) daha küçüktür. Buna göre üçüncü basamak değeri "6"dir. Bu tanımlamaya göre parçanın sınıfını belirleyen kod "476"dir.

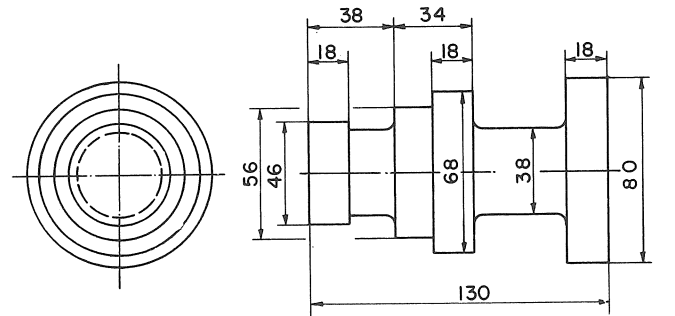
Şekil 15'de yatay dövme makinalarında şekillendirilen ve anahtar ağız açıklığı 85 mm olan bir somun görülmektedir. Eksenel simetrik olan ve altıgen kesite sahip bu parçayı içine alabilecek silindirik zarfın ölçüleri $L=45$ mm ve $D=98.1$ mm olarak bulunur. $L<D$ olduğundan kısa bir parçadır. Buna göre ilk basamak değeri "1" olacaktır. Eksen boyunca kesit ayırılır. Delik eksen boyunca sürmektedir. İkinci basamak değeri "3" olmaktadır. Eksene paralel profilli tek bir geometrik elemandan oluşur. Delik derinliği deliğin çapından daha küçüktür. Parçanın en küçük çevresel çapı, 0.5 D'den büyüktür. Buna göre üçüncü basamak değeri "5"dir. Böylece "135" sayısı bu parçayı tanımlamaktadır.



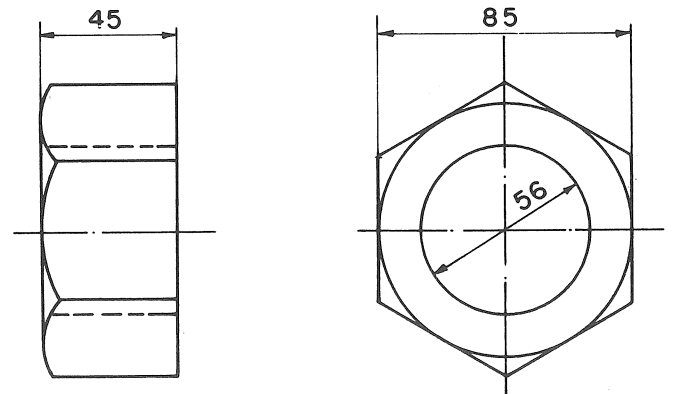
Şekil 12 Parçanın ön ucu ve arka ucu



Şekil 13 Parçaların geometrik eleman sayıları



Şekil 14 Kodlaması yapılacak bir dövme parça



Şekil 15 Dövme ile şekillendirilen ve kodlaması yapılacak bir somun

SONUÇ

Yatay dövme makinalarında üretilebilen parçaların işlem ve kalıp tasarımını etkileyen özellikler göz önüne alınarak üç basamaklı bir sınıflandırma ve kodlama sistemi geliştirilmiştir. Bu bildiride sistemin birinci basamak kodlaması ile birinci basamak değeri 0,1,4 ve 5 olan parçalar için ikinci ve üçüncü basamak kodlaması tanıtılmıştır. Diğer birinci basamak değerleri için ikinci ve üçüncü basamak kodlaması ayrıca tanıtılacaktır.

CLASSIFICATION AND CODING SYSTEM FOR PARTS PRODUCED ON HORIZONTAL FORGING MACHINES

A new classification and coding system for parts produced on horizontal forging machines has been developed to provide a basis for systematical approaches in operations sequence and die design. The system comprises three digits. The first digit divides parts into broad categories dependent on axial symmetry,

the overall proportions and cross section types. Allocation of the first digit value leads to one of a series coding charts for the second and third digits. The system can be employed for parts hot forged or cold forged on horizontal forging machines.

KAYNAKÇA

- 1 Spies, K. Von, Eine Formenordnung für Gesenkschmiedenstücke, *Werkstattstechnik*, 47 (1957), 201.
- 2 Gurevich, M.E., Sistema Klassifikatsii Pokovok dlya Gruppykh Metodov Izgotivleniya, *Mashinostroitel*, 3 (1967), 21.
- 3 Walter, H., Formenordnung für Frei Form Schmiedestücke, *Fertigungstechnik*, 12 (1962), 785.
- 4 Auerswald, H., Die Formenordnung, ein Hilfsmittel für Rationalisierung der Geistigen Arbeit, *Maschinenbautechnik*, 11 (1962), 236.
- 5 Poli, C.R. ve Knight, W.A., *Design for Forging Handbook*, University of Massachusetts, USA, 1981.
- 6 Gökler, M.İ., *Computer Aided Sequence and Die Design for Hot Upset Forgings*, Ph.D. Thesis, University of Birmingham, England, 1983.
- 7 Gökler, M.İ., Dean, T.A. ve Knight, W.A., Computer Aided Sequence Design for Piercing on Horizontal Forging Machines, *Journal of Mechanical Working Technology*, 8 (1983), 13-26.