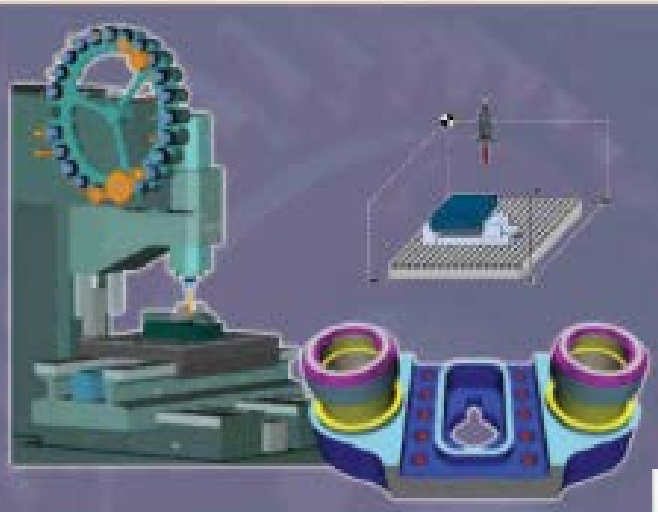
CNC PROGRAMLAMA

CNC PROGRAMLAMA

MTS TOPCAM



Murat Yılmaz / Teknik Öğretmen

ISBN 975-01614-2-1

Murat Yılmaz
Teknik Öğretmen
E-mail: murat.yilmaz_@hotmail.com

© Her hakkı saklıdır ve Murat YILMAZ'a aittir.

ISBN 978 - 975 - 01614 - 2 - 1

Murat YILMAZ
Adana Teknik Lisesi
CNC Bölümü Öğretmeni

e-mail: murat.yilmaz_@hotmail.com

Baskı:

FERSA
ofset baskı tesisleri

Ostim 36. Sokak No: 5/C-D Yenimahalle / ANKARA
Tel: 0.312.386 17 00 (pbx) • Faks: 0.312.386 17 04
info@fersaofset.com • www.fersaofset.com

ÖNSÖZ

Hayatımızın her alanına giren bilgisayar, endüstriyel alanda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alanların başında ise takım tezgahlarındaki uygulaması gelmektedir.

Bu tezgahlara "Bilgisayarlı Sayısal Kontrollü (CNC – Computer Numerical Control) Takım Tezgahları" diyoruz. CNC tezgahlarının üretimde kullanılmaya başlanması ile iş parçaları daha hassas ölçü ve kalitede üretilmesi sağlanmış olup üretim miktarlarında da artış meydana gelmiştir.

Bu özelliklerinden dolayı üretiminde CNC tezgahları ile çalışan firmalar diğer işletmelere üstünlük sağlamış olmaktadır. Dolayısı ile CNC tezgahlarının kullanımı hızla yaygınlaşmıştır. Bu nedenle bu tezgahları programlayacak ve kullanacak kalifiye elemen ihtiyacı sürekli artmaktadır.

Bu kitapla CNC tezgahlarını kullanacak olan elemanların yetiştirilmesi amaçlanmıştır. Burada anlatılan "Fanuc" programlama dili yurdumuzda yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylece bu kitapla eğitim alan elemanların işyerlerine kolay uyum göstermeleri sağlanmış olacaktır.

Yazılan programların tezgahlara aktarılmadan önce simülasyon programlarında gözlemlenmesi gerekmektedir. Ayrıca eğitim anında yazılan programların doğruluğu da simülasyon programlarında test edilmektedir.

Bu kitabın hazırlanmasında "MTS Simülasyon Programı"ndan yararlanılmıştır. Üç boyutlu, gerçek tezgah görüntülerine çok yakın olan bu program sayesinde eğitim kalitesinde artışlar görülmüştür. Eğitim alan öğrencilerin, konuları çok çabuk kavradığı izlenmiştir.

Ayrıca MTS simülasyon programı ile Fanuc programlama dilinin yanı sıra diğer programlama dillerini de desteklemektedir. Bunlar " MTS, Fanuc, Maho, Heidenhain, Sinümerik, Mazatrol" vb. kontrol üniteleridir.

"Uygulamalı Fanuc" kitabının hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen aileme, katkıda bulunan Hamit ARSLAN'a, yayımlanmasını üstlenen SELKA Ltd. şirketine teşekkürü borç bilirim. Kitabın öğrencilerimize ve konu ile ilgilenen tüm teknik elemanlara faydalı olmasını dilerim.

Murat YILMAZ
Adana – Mayıs 2007

FANUC CNC PROGRAMLAMA

Fanuc programlama sistemi, CNC tezgâhlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Programlamada ISO kodları (M ve G kodları) kullanılmaktadır. Her kesici hareketi için bir G kodu kullanılmaktadır. Bu hareketlere

G00: Boşta hızlı hareket,

G01: Talaş alarak doğrusal hareket,
G02: Saat ibresi dönüş yönünde (CW) eğrisel hareket,

G03: saat ibresi dönüş yönünün tersi yönde eğrisel hareket gibi kodlar örnek olarak verilebilir.

ISO kodlama sistemi ile çalışan birçok kontrol ünitesi vardır. Bu ünitelere örnek olarak MTS, Fanuc, Sinümerik, Maho, Mazak, Heidenhain sayılabilir. Bu kontrol ünitelerinde G00, G01, G02 ve G03 gibi temel kodların kullanımı aynı olmakla beraber çevrim kodlarında farklılıklar bulunmaktadır.

Örnek olarak boyuna kaba tornalama çevrimini inceleyelim.

MTS : G75

FANUC : G71

SINUMERIK : CYCLE 95

MAZATROL : G71

OKUMA : G85

Yukarıda da görüldüğü gibi boyuna tornalama çevrimi, kontrol ünitelerine göre farklılıklar göstermektedir. Fakat bu çevrimlerde de temelde aynı mantık kullanılmıştır. Yukarıda saydığımız G kodlarını incelediğimizde X ve Z eksenlerinde bırakılacak ince işleme payları, bitmiş parça konturunun başlangıç ve bitiş numaraları olduğunu görürüz.

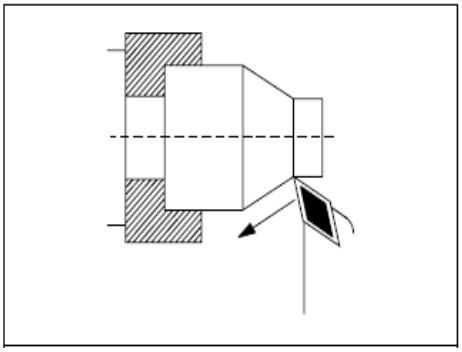
BÖLÜM I

1. CNC TEZGÂHLARINDA HAREKET

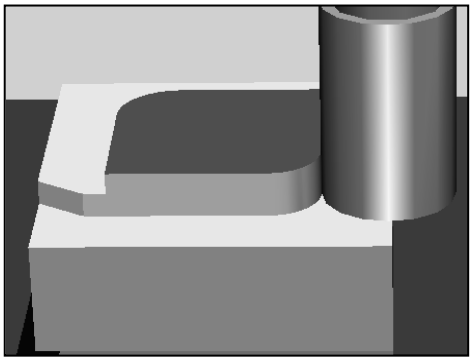
Konvansiyonel takım tezgâhında bir mekanizmayı elle döndürmek suretiyle kızak eksenlerine hareket veriliyordu. CNC tezgâhlarında ise hareket, eksenlere bağlı olan bir servo motorun CNC kontrol sistemi tarafından programda belirtilen hareket miktarı kadar döndürülmesi suretiyle elde edilmektedir. Genel olarak belirtirsek, tüm CNC takım tezgâhlarında hareket tipi (hızlı hareket, lineer hareket ve dairesel hareket), hareket ettirilecek eksen, hareket miktarı ve hareket hızı (feedrate) programlanabilir değerlerdir. (Burada programlanabilir demekle, bu terimlerin CNC tezgâhlarda tek tek belirtilebileceği ifade edilmektedir).

Herhangi bir CNC takım tezgâhının en temel fonksiyonu otomatik, hassas ve tam bir hareket kontrolü sağlayabilmesidir. Tüm CNC takım tezgâhlarında, iki veya daha fazla hareket doğrultusu vardır. Bu hareket doğrultuları eksen olarak adlandırılır. Bu eksenler X, Y, Z, A, B, C, U, V ve W şeklinde adlandırılmıştır. Bu eksenlerden lineer (doğrusal) hareket yapanlar X, Y, Z, U, V, W olarak adlandırılırlar. Aynı şekilde döner tabla v.b. gibi ünitelerden ibaret olan döner eksenler de; A, B ve C şeklinde kendilerine özgü isimler ile anılırlar.

Bu eksenler hareket ettiği doğrultu boyunca otomatik olarak hassas bir şekilde konumlandırılır. CNC tezgâhlarda kullanılan en yaygın eksen tipleri lineer (belirli bir doğru boyunca tahrik edilen) ve eğrisel (dairesel bir yay boyunca tahrik edilen) eksenler şeklindedir.



Şekil 1.1: Lineer hareket



Şekil 1.2: Eğrisel hareket

CNC komutu, sürücü motora hassas olarak kaç artım yapılacağını belirtir. Sürücü motorun dönmesi sonuçta bilyeli vidayı döndürür, bilyeli vidanın dönmesi ile lineer eksen hareket ettirilir. Bilyeli vidanın diğer ucunda bulunan bir geri besleme cihazı (pozisyon ölçme) kontrol sistemine komut olarak verilen artım sayısına ulaşılıp ulaşılmadığını bildirir.

BÖLÜM II

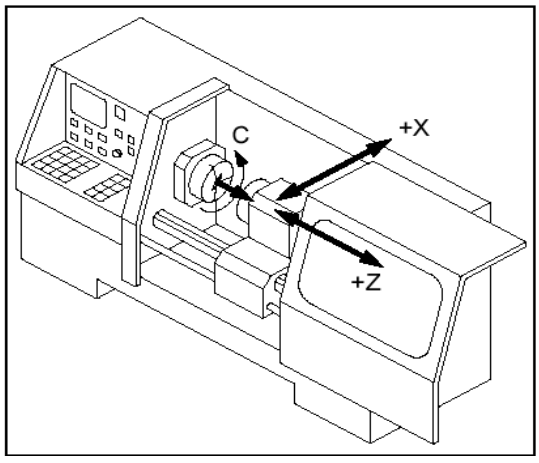
2. CNC TEZGÂHLARINDA KULLANILAN KOORDİNAT SİSTEMLERİ

CNC takım tezgâhlarında en çok kullanılan koordinat sistemleri kartezyen koordinat sistemi ile polar koordinat sistemidir. Bununla birlikte en yaygın olarak kullanılan koordinat sistemi kartezyen koordinat sistemidir.

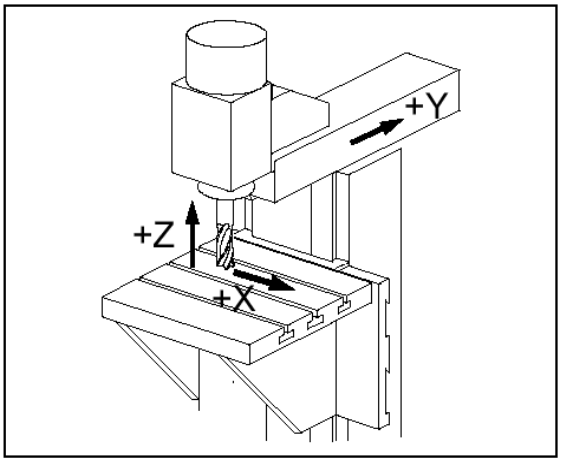
2.1. Kartezyen Koordinat Sistemi

Uzayda aralarında 90° (derece) açı bulunan üç düzlemin oluşturduğu koordinat eksenleri üzerinde tanımlanan sisteme **kartezyen koordinat sistemi** denir**.** Bu düzlemlerin kesişim noktası **orijin** noktası olarak adlandırılır. Kesişim noktalarında, her bir eksen doğrultusunda çizilen temel çizgiler ile oluşturulan koordinat sistemi kartezyen koordinat sistemi adını alır. Bu eksenler üzerinde bir döner eksen bulunması halinde ise; bunlar sırasıyla X ekseni üzerindeki bir döner eksen A, Y ekseni üzerindeki bir döner eksen B ve Z ekseni üzerindeki döner eksen ise C şeklinde tanımlanır.

Cnc torna programlarının yazımında iki eksenli kartezyen koordinat sistemi kullanılır. Bu eksenler X ve Z eksenleridir. İşleme merkezlerinde (freze tezgâhlarında) ise üç eksenli kartezyen koordinat sistemi kullanılır. Bu eksenler X,Y ve Z eksenleridir.

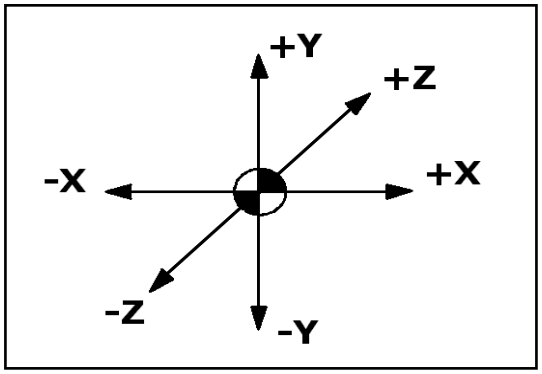


Şekil 2.1: Cnc torna tezgâhında kullanılan temel eksenler

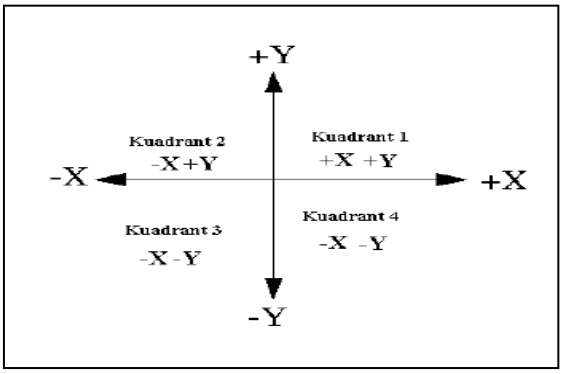


Şekil 2.2: İşleme merkezlerinde kullanılan temel eksenler

Kartezyen koordinat sisteminde, eksenlerin kesişme noktaları değerleri sıfır değerini alır. Orijinden sonraki konumlar ise pozitif (+) ve negatif (–) değerler alır. (Şekil 2.3)

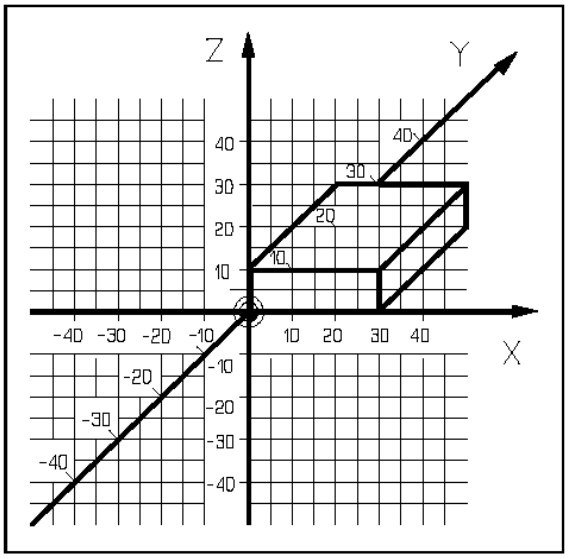


Şekil 2.3: Kartezyen koordinat sisteminde eksenlerin pozitif ve negatif değer alma yönleri

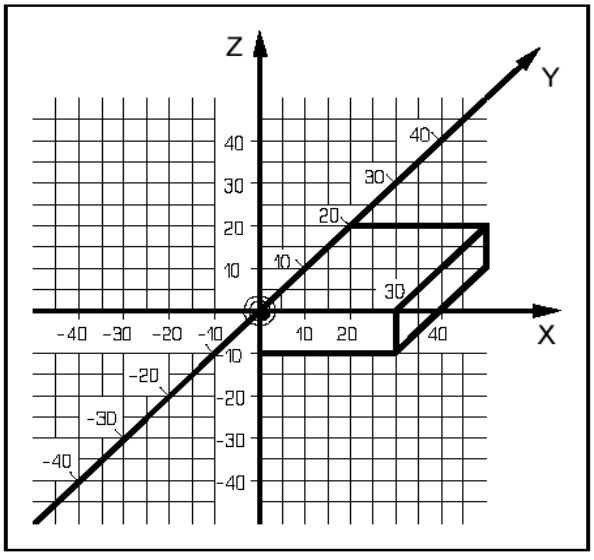


Şekil 2.4: Programlamada kullanılan kuadrant bölgeleri

İki eksenli bir kartezyen koordinat sisteminde dört ayrı bölüm vardır. Bu bölümler kuadrant olarak adlandırılır. Bu bölümler ile eksenlerin bu bölümlerde almış olduğu işaretler şekil 2.4'de gösterilmiştir. İş parçası programı yazılırken sıfır noktası, iş parçası hep pozitif değer verecek şekilde yerleştirilmeye çalışılır. Sıfır noktasının sağı ve yukarısı ile oluşturulan bu alan kuadrant olarak (bizim örneğimizde 1nci kuadrant) adlandırılır. CNC tezgâhlarda programlama esnasında eksene hareket verdirmek için gerekli olan bitiş noktası koordinatlarının diğer kuadrantlarda verilmesi pek yaygın değildir. Bununla birlikte böyle bir durum ile karşılaşıldığı durumda en azından eksen koordinatlarından bir tanesinin eksi işaretli olarak verilmesi gerekmektedir.

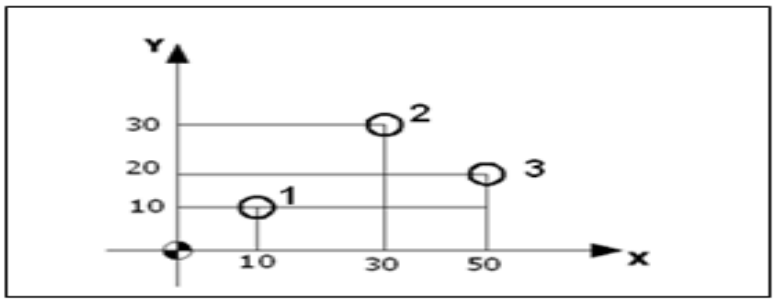


Şekil 2.5: İş parçası değerleri XYZ eksenlerinde pozitif bölgede



Şekil 2.6: İş parçası X, Y ekseninde pozitif Z ekseninde negatif bölgede

Uygulamalarda parça üst yüzeyi Z 0 (sıfır) olarak verilir. Böylece talaş derinliği negatif olarak verilmesi sağlanır. Bu yöntemle talaş derinliği vermek daha pratiktir (şekil 2.6).



	X	Y
1	10	10
2	30	30
3	50	20

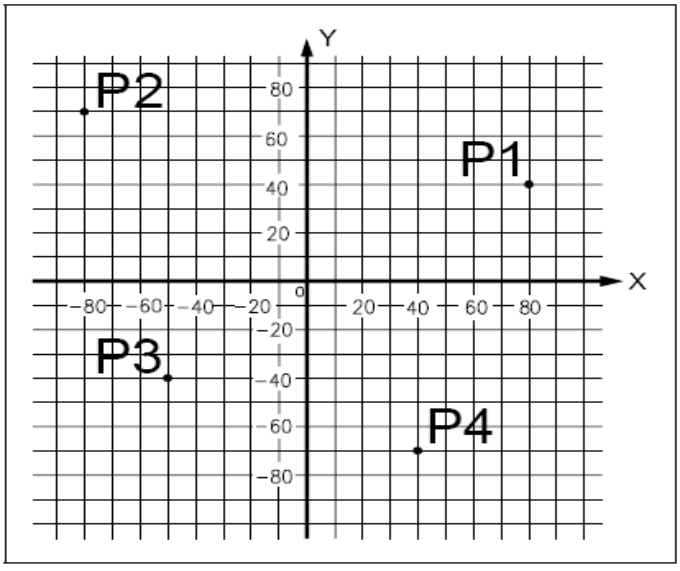
Şekil 2.7: CNC tezgahında eksen hareketlerinin kumanda edilmesi

Şekil 2.7'de eksen hareketlerinin CNC takım tezgâhında yaygın olarak nasıl belirtilebileceğini göstermektedir. Bu örnekte kullandığımız iki eksen X ve Y olarak adlandırılmaktadır. CNC takım tezgâhında eksen isimlerinin değişebileceği düşünülmelidir (eksenleri adlandırmada kullanılan yaygın isimler arasında X, Y, Z, A, B, C, U, V ve W gösterilebilir); bu örnek sadece eksen hareketlerinin nasıl kumanda edildiğini göstermek amacıyla verilmektedir.

Şekil 2.7'de görüldüğü gibi, iş parçasının sol alt köşesi her bir eksenin sıfır noktasına uygun düşecek şekilde alınmıştır; yani iş parçasının sol alt köşesi program sıfır noktası olarak alınmaktadır. Programı yazmadan evvel, programcı ilk olarak program sıfır noktasının parça üzerinde neresi kabul edileceğini belirler. Tipik olarak program sıfır noktası tüm ölçülerin başladığı nokta olarak seçilir. Bu teknik ile programcı program sıfır noktasının sağ tarafındaki 10 mm lik pozisyona takımı göndermek İstediği takdirde programda **X10.0** kodunu kullanır. Eğer programcı takımı program sıfır noktasından 10 mm yukarıda bulunan bir pozisyona takımı göndermek İster ise **Y10.0** şeklinde programda komut vermesi gerekir. Kontrol sistemi, komut olarak verilen pozisyona ekseninin ulaşması için eksene hareket veren servo motorun ve buna bağlı olan bilyalı vidanın kaç artım döndürülmesi gerektiğini otomatik olarak hesaplar. Bu sayede programcıya eksen hareketlerinin çok daha basit bir yapıda verdirilmesi gibi bir yarar sağlar. Şekil 2'de verilen örnekte takımın program sıfır noktasından 1 ile belirtilen pozisyona gitmesi için X10.0 Y10.0 şeklinde bir komutun verilmesi gereklidir.

Kartezyen koordinat sisteminde verilen noktaların değerlerinin bulunması

Örnek 1:



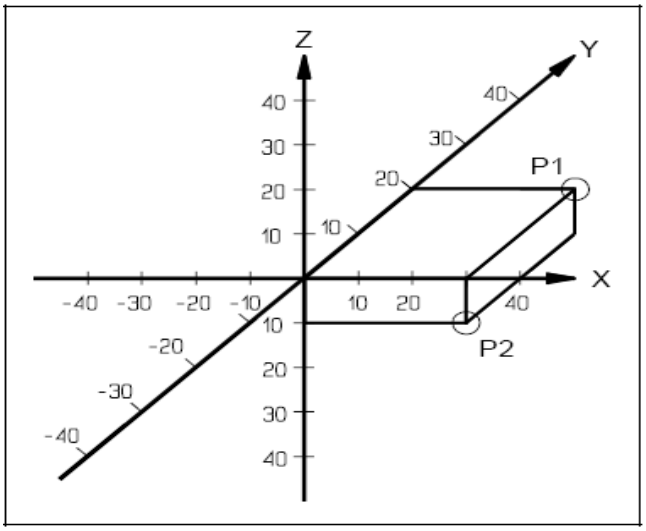
P1 X= 80 Y= 40

P2 X=-80 Y= 70

P3 X=-50 Y=-40

P4 X= 40 Y=-70

Örnek 2:

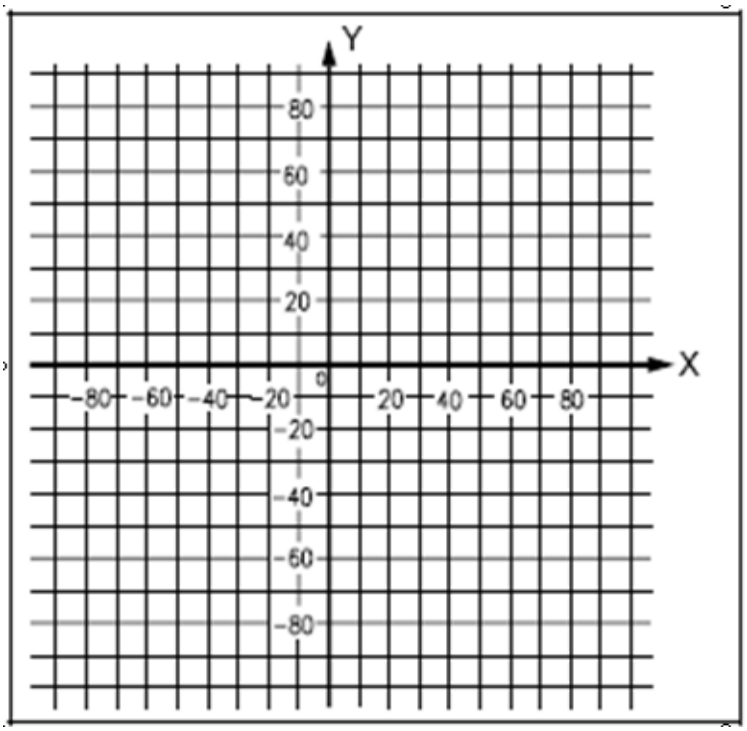


P1 X= 30 Y= 20 Z= 0

P2 X= 30 Y= 0 Z= -10

Aşağıda verilen eksenlerin koordinat değerlerini, kartezyen koordinat sistemi üzerinde gösteriniz.

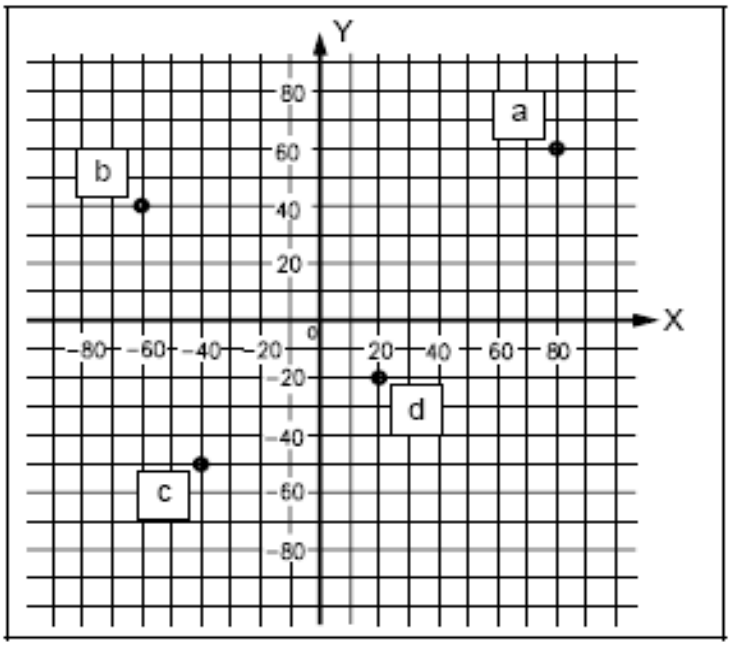
Örnek 3:



	X	Y
a	10	20
b	-80	-30
c	40	-70
d	-30	50

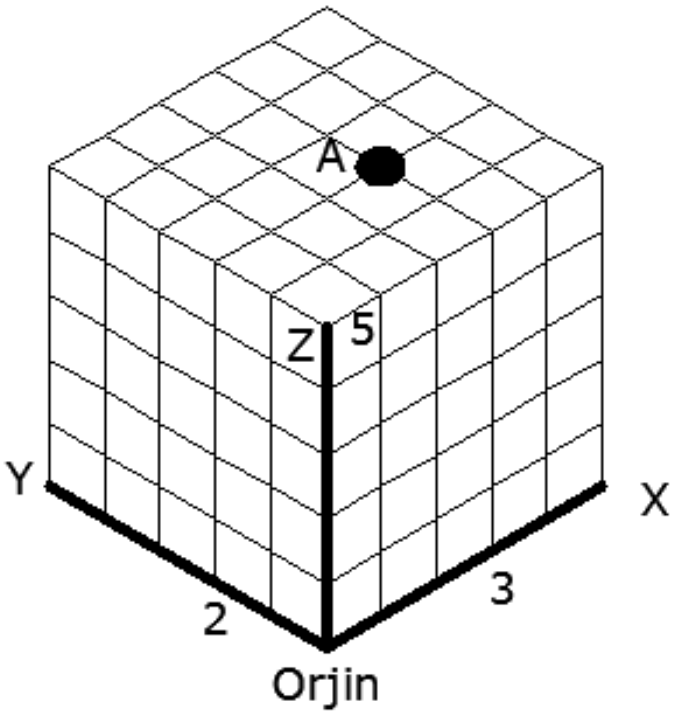
Aşağıda kartezyen koordinat sisteminde verilen noktaların değerlerini yazınız.

Örnek 4:



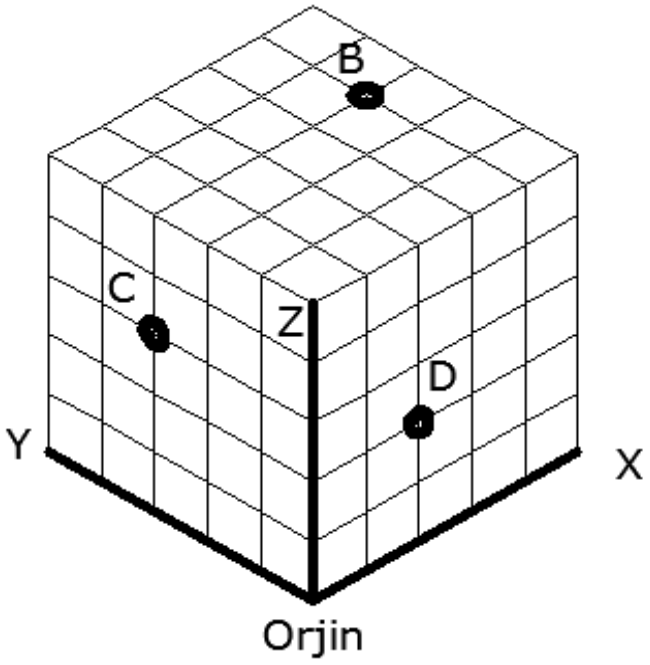
	X	Y
a		
b		
c		
d		

Örnek 5: Aşağıdaki şekilde verilen noktaların koordinat değeri yanına yazılmıştır.



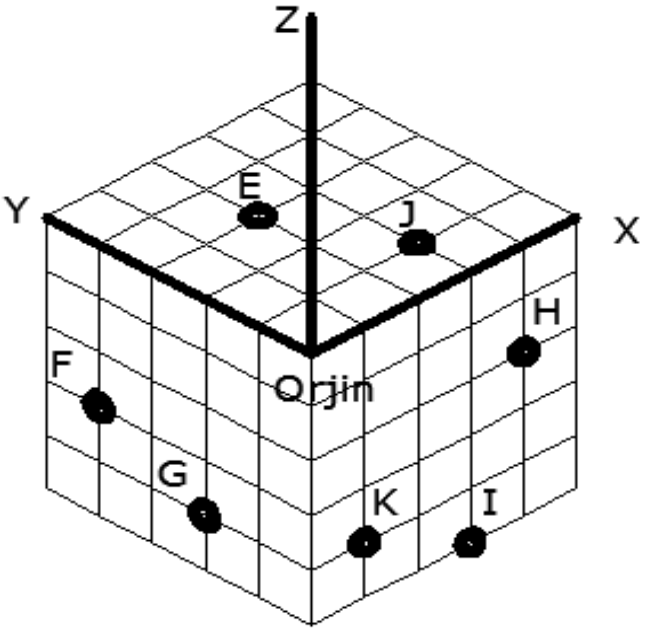
	X	Y	Z
A	3	2	5

Örnek 6:



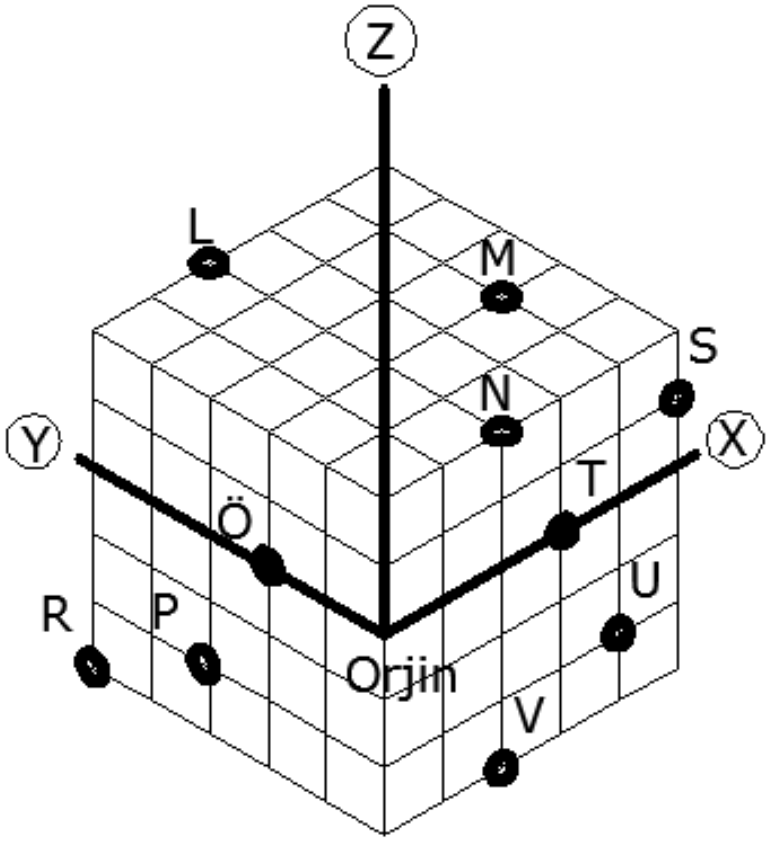
	X	Y	Z
B	4	3	5
C	0	3	3
D	2	0	2

Örnek 7: Aşağıdaki şekilde verilen noktaların koordinat değerlerinden eksik olanları tamamlayınız



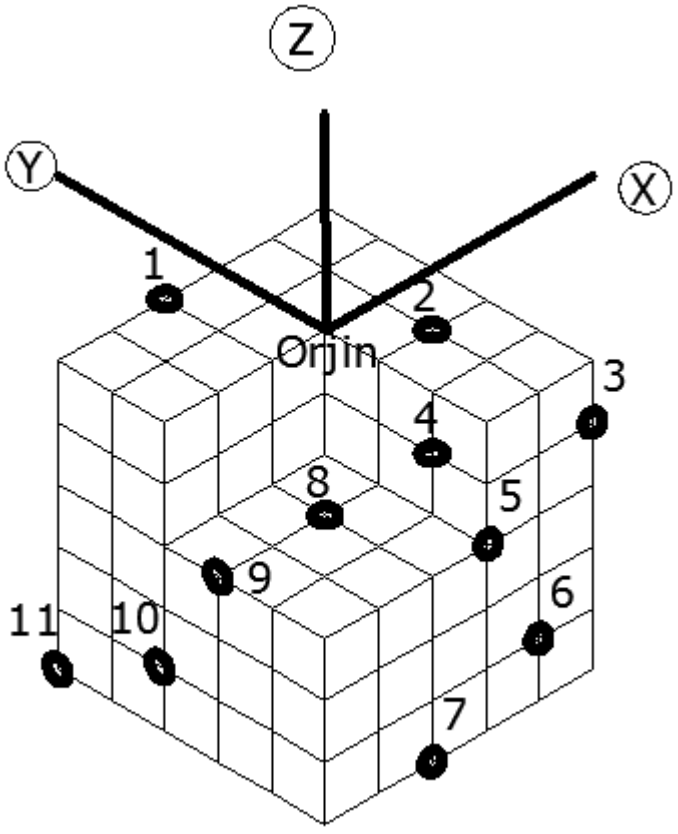
	X	Y	Z
E			0
F	0	4	-3
G			
H		0	-2
I			
J			
K			

Örnek 8:



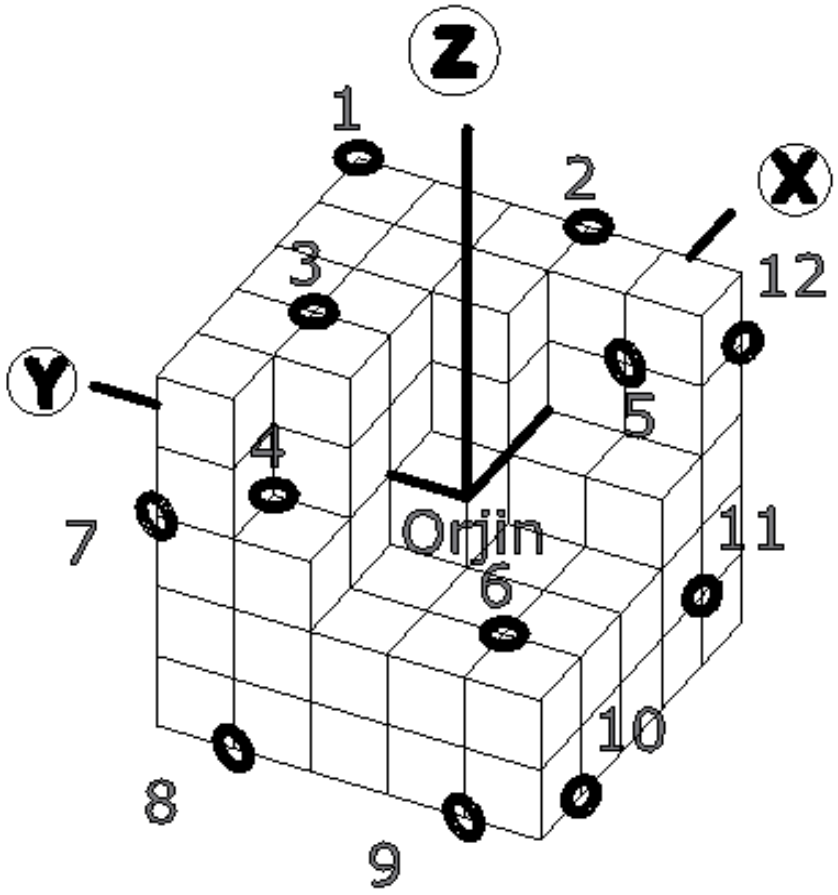
	X	Y	Z
L			2
M		2	
N		0	
Ö			0
P	0		-2
R			
S	0	0	
T			
U			
V			

Örnek 9:



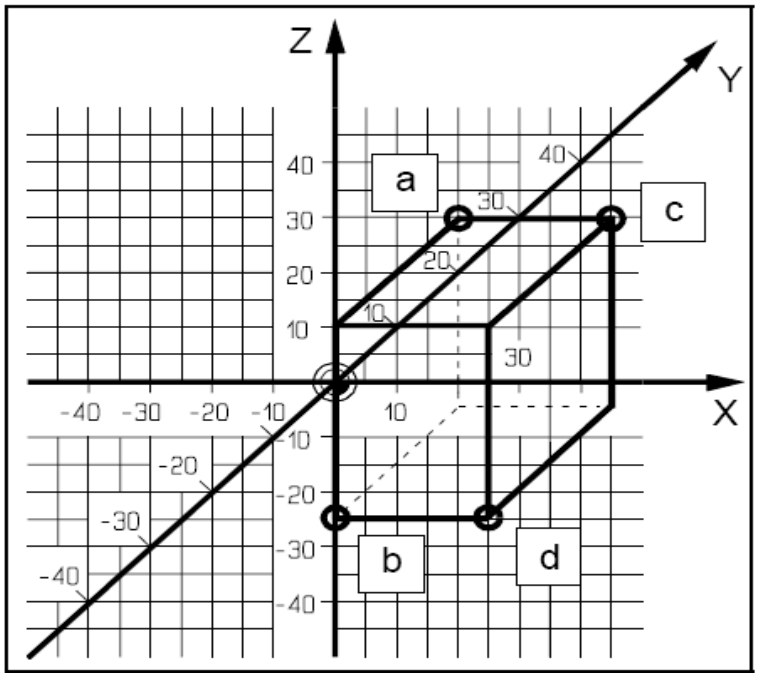
	X	Y	Z
1	-1	2	0
2			
3			
4			
5	0	-3	-2
6			
7			
8			
9			
10			
11			

Örnek 10:



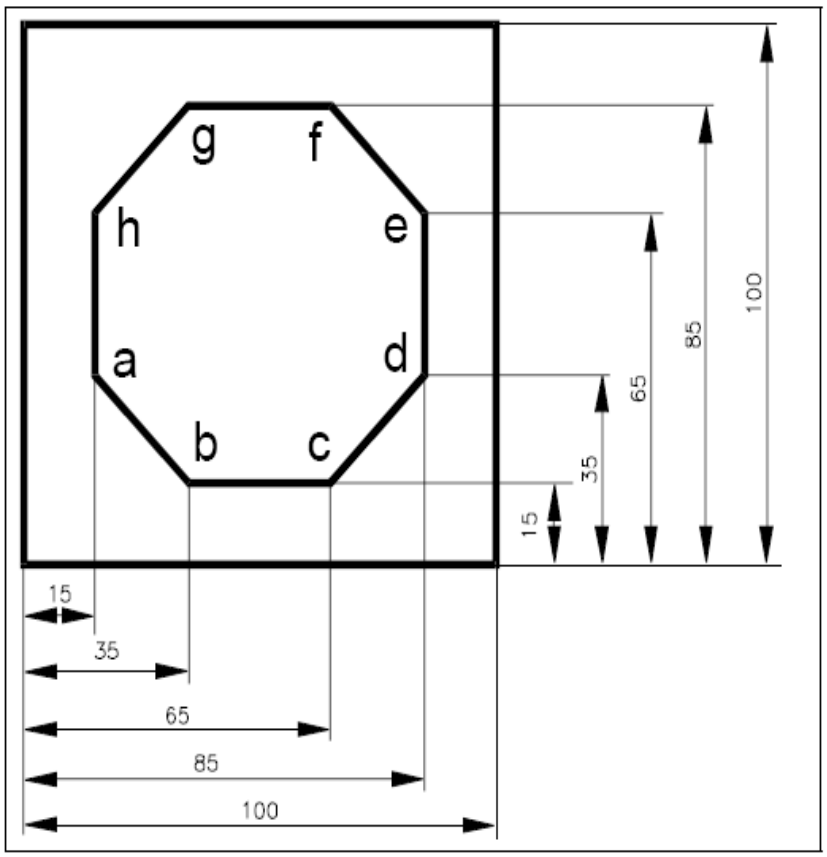
	X	Y	Z
1			
2			
3			
4			
5			
6	-1	-1	-1
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Örnek 11:



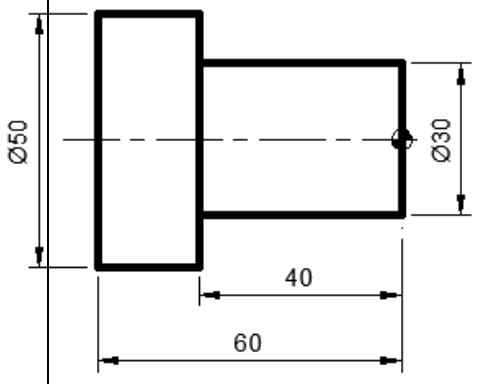
	X	Y	Z
a			
b			
c			
d			

Örnek 12:



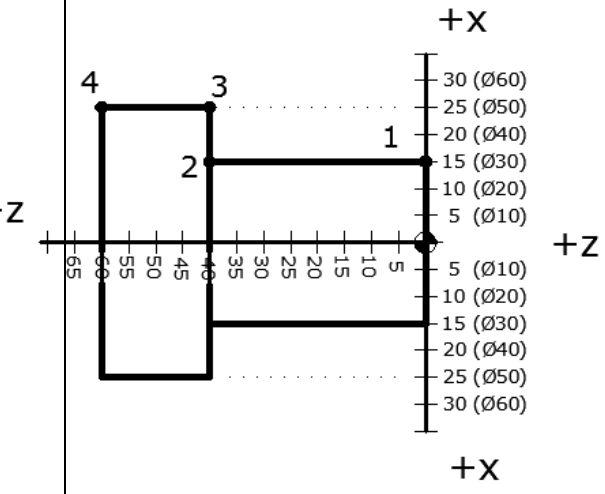
	X	Y
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		
h		

Örnek 13:



Yandaki şeklin kartezyen koordinat sistemi üzerindeki gösterimi aşağıdaki gibidir.

Bu parçanın programını yazabilmek içinde şekil üzerinde gösterilen numaraların koordinat değerleri de aşağıdaki gibidir.

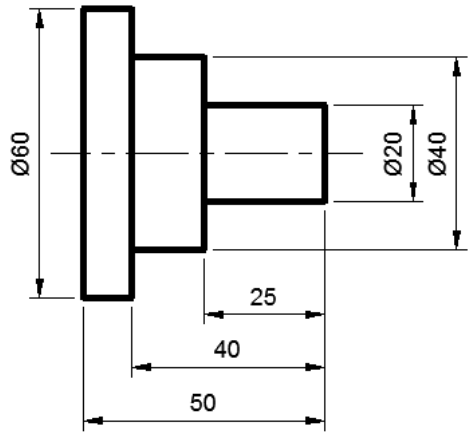


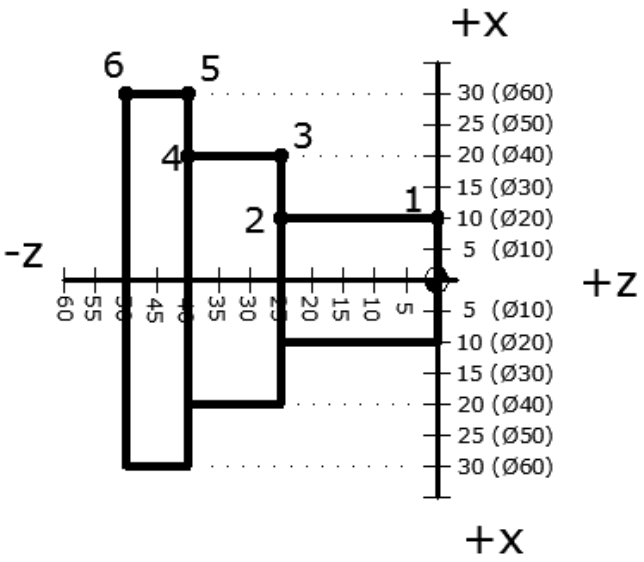
	X	Z
1	30	0
2	30	-40
3	50	-40
4	50	-60

Not: X değerini bulmak ilk başta karmaşık olabilir. Bunun kolay yolu; iş parçasının ölçtüğümüz çapı X değeridir. Yani

X = Çap

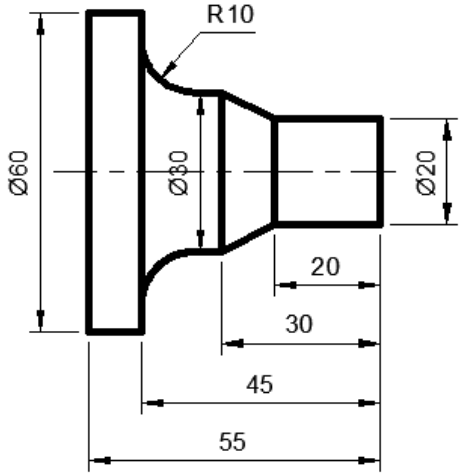
Örnek 14:

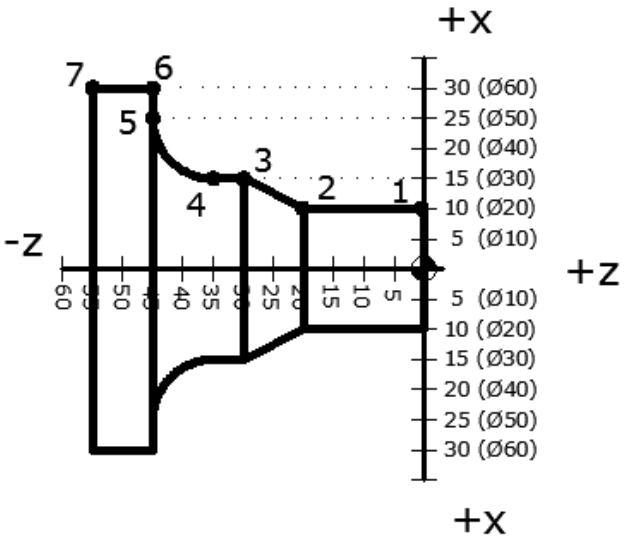




	X	Z
1	20	0
2	20	-25
3	40	-25
4	40	-40
5	60	-40
6	60	-50

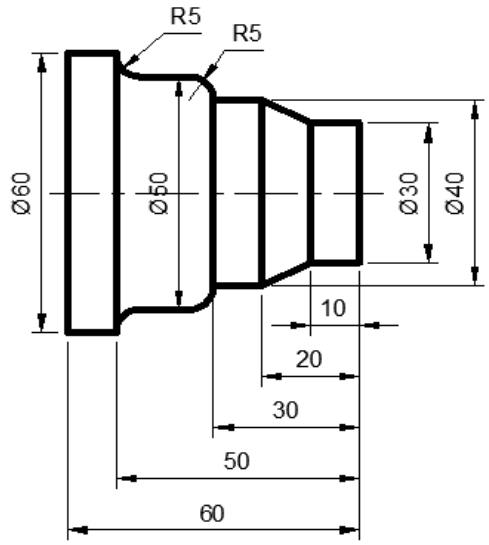
Örnek 15:

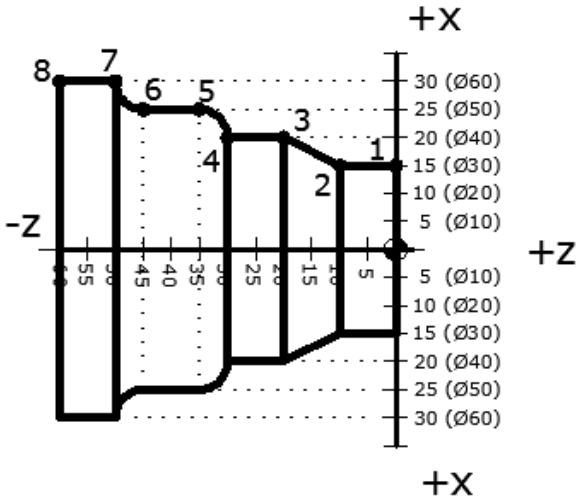




	X	Z
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

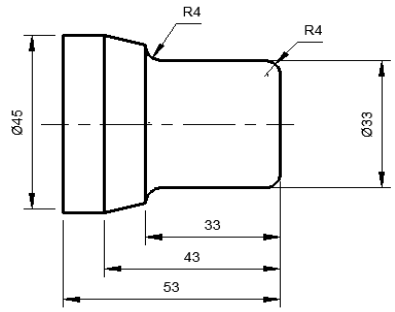
Örnek 16:



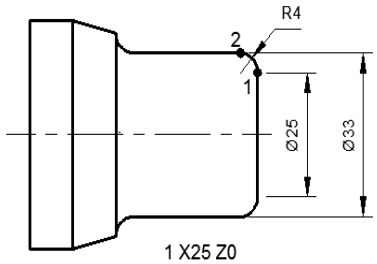


	X	Z
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

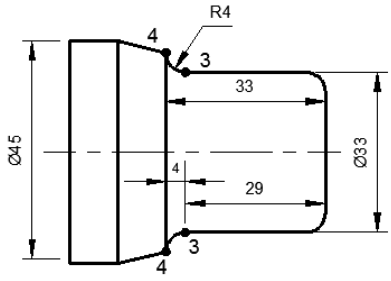
Örnek 17:



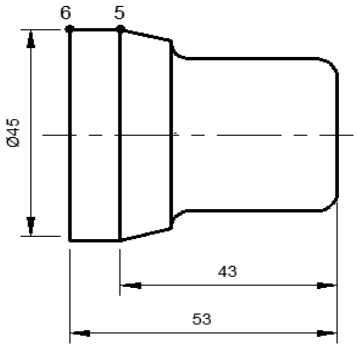
Yandaki şeklin programını yazabilmek için bulmamız gereken noktalar ve koordinat değerleri aşağıdaki gibidir.



1 X25 Z0
2 X33 Z-4



3 X33 Z-29
4 X41 Z-33



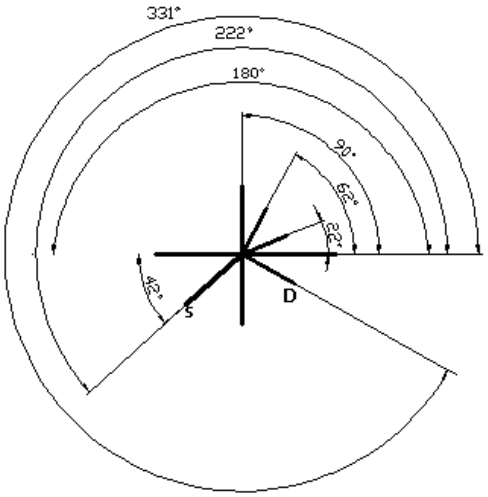
5 X45 Z-43
6 X45 Z-53

2.2. Polar Koordinat Sistemi

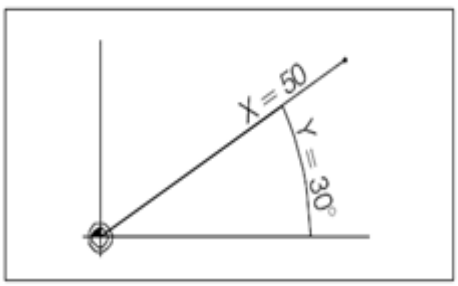
Polar koordinat sisteminde programlama yapabilmek için G16 komutu kullanılır.

G16 komutundan sonra programda yazdığımız X değeri çizginin (veya hareketin) gerçek boyunu Y değeri ise yatay düzlemle yaptığı açıyı gösterir. Bu açı değeri saat ibresi tersi yönde artarak devam eder.

G15 komutu: Polar koordinat sisteminden çıkarak tekrar kartezyen koordinat sistemine döner.



Örnek:



N75 G17 G16
N80 G01 X50 Y30
N85 G15

Bakınız!
Sayfa 169
Takım Sıfırlama

BÖLÜM III

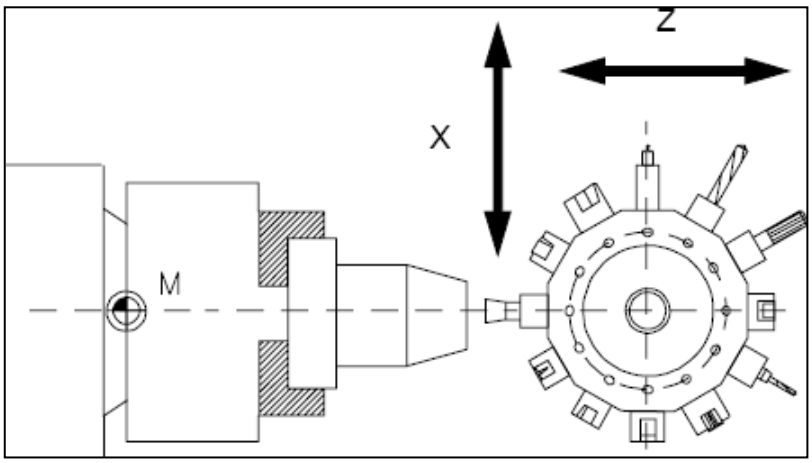
3. CNC TEZGÂHLARINDA EKSENLER

Cnc tezgâhları eksenler yardımıyla programlanır. Tezgâh üzerinde hareket eden her bir doğrultu veya dönme hareketi bir eksen olarak adlandırılır. Cnc torna tezgâhında birbirine dik iki ana eksen, cnc freze tezgâhlarında birbirine dik üç eksen vardır.

3.1. Cnc Torna Tezgâhında Eksenler

3.1.1. Cnc Torna Tezgâhında Ana Eksenler

Tezgâhta kontrol edilen her bir doğrultu eksen olarak adlandırılır. Bir torna tezgâhında iki adet temel eksen vardır. Bu eksenler; kesicinin iş parçasının boyuna ilerlemesini sağlayan **Z** ekseni ve kesicinin çapta ilerlemesini sağlayan **X** eksenidir. Burada anlatılan eksen kavramına ayna devrinin kontrol edilmesi dâhil değildir.



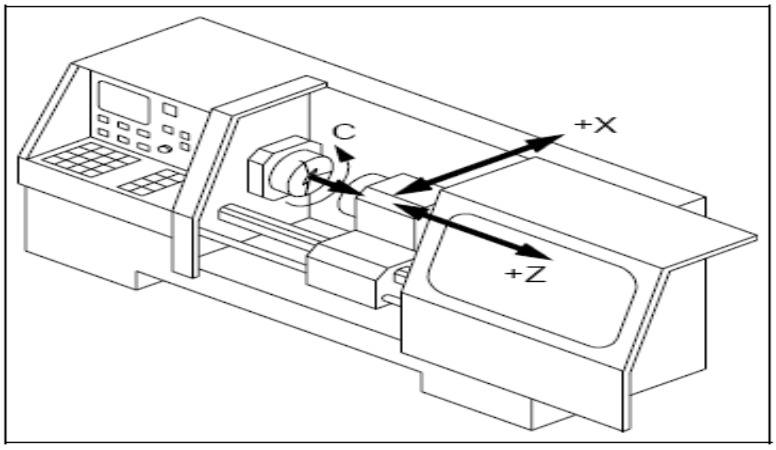
*Şekil 3.*1: Cnc torna tezgâhında eksenler

3.1.2. Cnc Torna Tezgâhında Dönel Eksen

Bazı Cnc Torna Tezgâhlarında aynanın dönme miktarının da 5 derecelik veya 0.001 derecelik artımlar ile kontrol edilmesi ve bu kontrol edilen ayna üzerinde tezgâha monte edilen tahrikli bir takım vasıtasıyla frezeleme işleminin yapılması mümkündür.

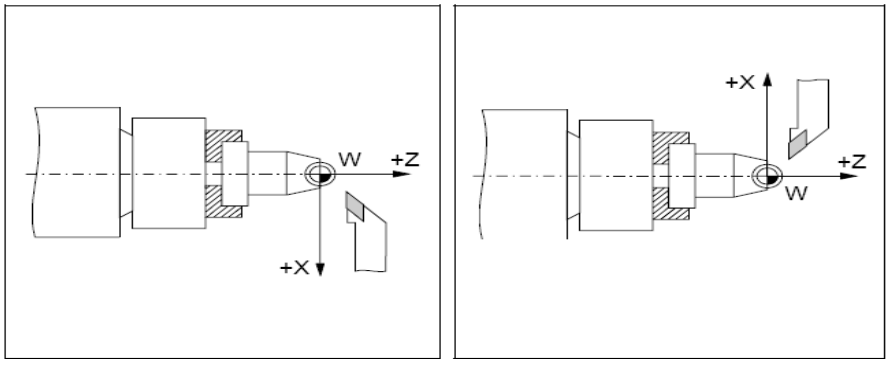
Bu ek eksen **C** ekseni olarak adlandırılır. Bu tip tezgâhlar **C** Eksenli Torna Tezgâhı olarak bilinir. **C** eksenli torna tezgâhlarında frezeleme işlemleri de yapılabilir.

C ekseni iş parçasına 0^0 – 30^0 – 45^0 – 60^0 – 90^0 lik konumlarda olabilir. Çalışma prensibi dik başlıklı freze tezgâhı gibidir. **C** ekseninde kullanılan kesiciler freze tezgâhında olduğu gibi kendi ekseni etrafında dönmektedir. İş parçası bu durumda istenilen açıda sabitlenir. Kesici belli devir ve ilerleme ile istenilen açıda parçayı işler. Başka bir tezgâha ihtiyaç duymadan, sadece torna tezgâhında işleme merkezlerine ait işlemler tamamlanabilir. Hem zaman hem de işçilikten tasarruf edilmiş olur.



Şekil 3.2: Cnc torna tezgâhında C ekseni

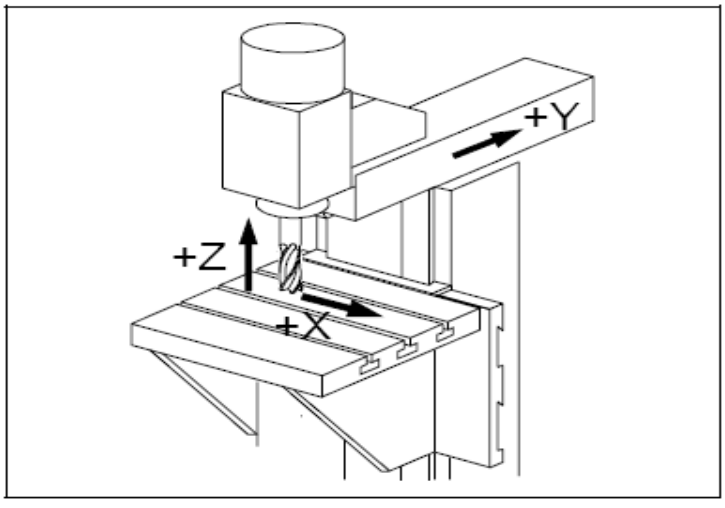
Fener mili ekseni **Z** ekseni olarak adlandırılır. Kesicinin puntaya doğru hareketi **+Z**, aynaya doğru hareketi **–Z** olarak programlanır. **Z** eksenine dik olan eksen **X** ekseni olarak adlandırılır. Kesici parçadan uzaklaştığı konum **+X** olarak, parçaya yaklaşırken **–X** yönünde hareket edilir. Alın tornalama bu eksende yapılır.



Şekil 3.3: Kalem konumuna göre X eksenindeki + yönü

3.2. Cnc Freze Tezgâhında Eksenler

Torna tezgâhında programlamada iki ana eksen kullanılırken, işleme merkezlerinde ise üç ana eksende program yazılmaktadır. Bunlar **X, Y** ve **Z** eksenleridir.

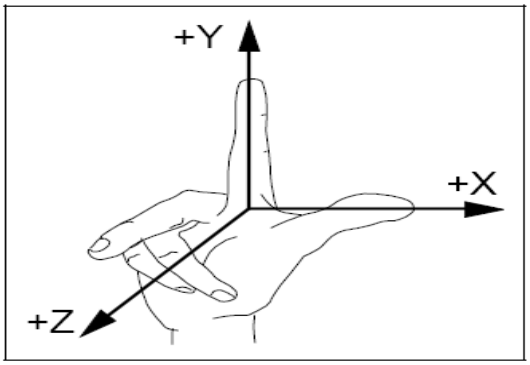


Şekil 3.4: İşleme merkezinde ana eksenler

3.2.1. Cnc Freze Tezgâhlarında Ana Eksenler

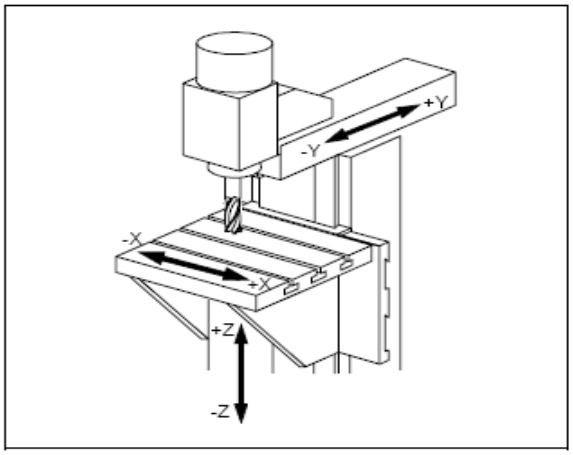
Cnc freze tezgâhında üç ana eksen vardır. Bunlar tablanın boyuna ilerlemesini sağlayan **X** ekseni, enine ilerlemesini sağlayan **Y** ekseni ve kesicinin aşağı yukarı ilerlemesini sağlayan **Z** eksenidir.

Sağ elimizin başparmağı, işaret parmağı ve orta parmağının sırası ile X,Y ve Z eksenleri oldukları düşünüldüğünde, her parmak **pozitif** eksen yönünü işaret edecektir.

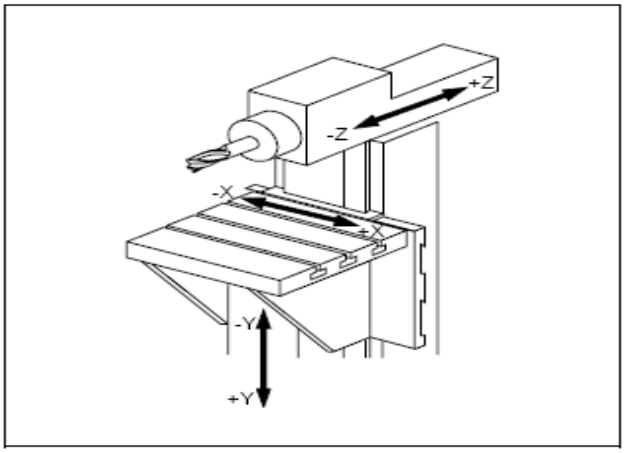


Şekil 3.5: Eksenlerin sağ el kuralı ile gösterilmesi

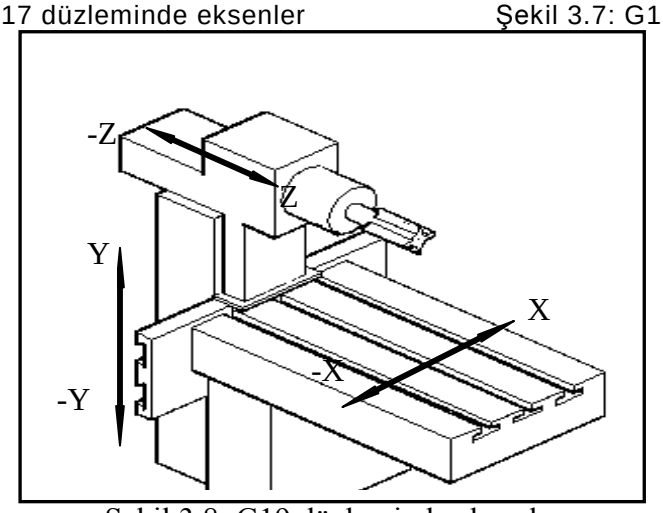
Bu eksenler koordinat sistemi üzerine üç değişik şekilde yerleştirilirler. Bu eksen modeli G17, G18 ve G19 kodları ile belirlenmektedir. Koordinat sistemi nasıl yerleştirilmiş olursa olsun X,Y ve Z eksenleri her zaman birbirine dik açılı ve her zaman aynı sıraya göre (XYZ) konumlandırılmaktadır.



Şekil 3.6: G17 düzleminde eksenler



Şekil 3.7: G18 düzleminde eksenler



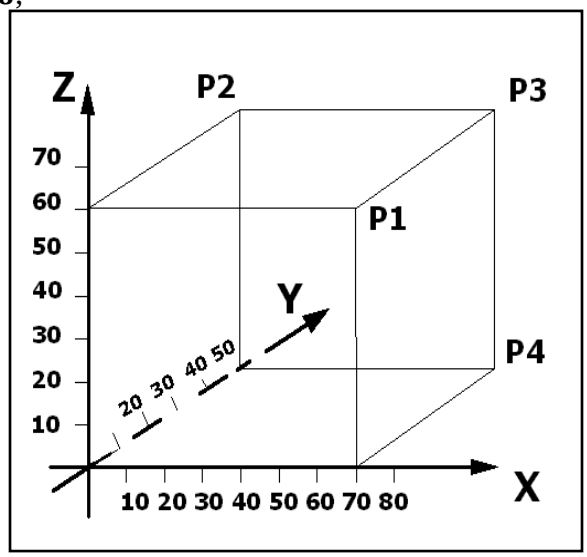
Şekil 3.8: G19 düzleminde eksenler

Üç eksenin kesişme noktası, koordinat sisteminin başlangıç noktasıdır (sıfır noktası olarak X=0, Y=0, Z=0).

NC Programları, kesici yörüngeleri ve hedef noktalarının belirlenmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu tür komutların düzgün bir şekilde kullanılması geometrik ebatların tam olarak belirlenmesini gerektirmektedir.

Yukarıda bahsedilen koordinat sistemi, ilgili eksenlerdeki koordinatları sayısal olarak belirleyerek, her noktanın yerini tam olarak belirlemeye yaramaktadır.

Örnek 18;



P1: X70 Y0 Z60

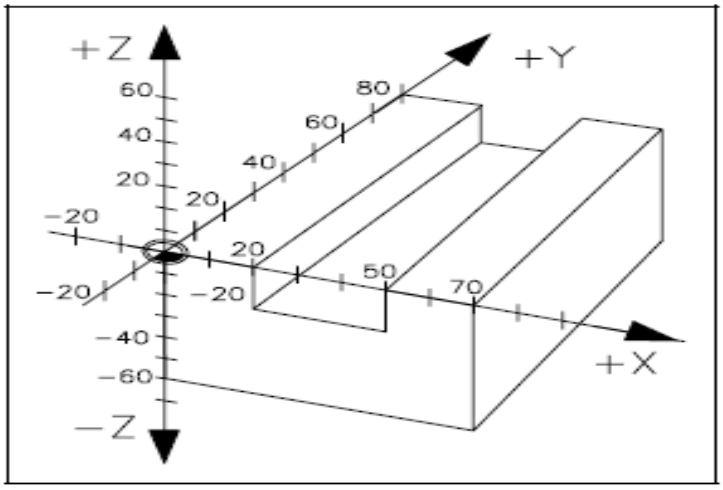
P2: X0 Y50 Z60

P3: X70 Y50 Z60

P4: X70 Y50 Z0

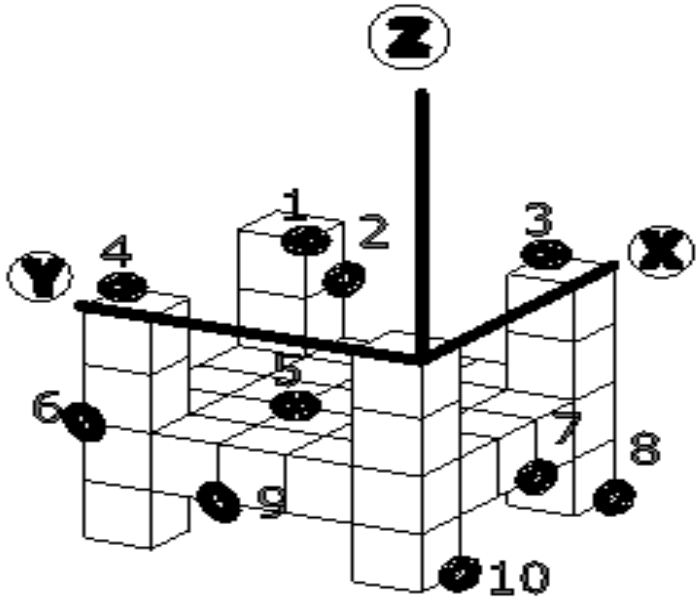
Şekil 3.9: İş parçasının XYZ ekseninde koordinat değerlerinin bulunması

Örnek 19;



Şekil 3.10: İş parçasının XYZ ekseninde koordinat değerlerinin gösterilmesi

Örnek 20;



	X	Y	Z
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

3.2.2. Cnc Freze Tezgâhlarında Yardımcı Doğrusal Eksenler

Bazı işleme merkezlerinde X,Y ve Z eksenleri yanında yardımcı doğrusal U,V ve W eksenleri bulunmaktadır.

X eksenindeki yardımcı doğrusal eksen **U ekseni**

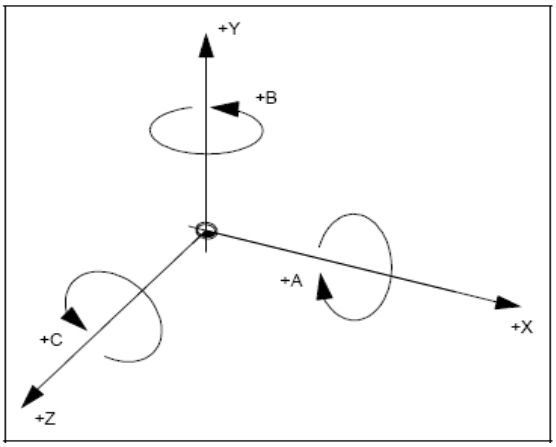
Y eksenindeki yardımcı doğrusal eksen **V ekseni**

Z eksenindeki yardımcı doğrusal eksen **W ekseni**

3.2.3. Cnc Freze Tezgâhlarında Dönel Eksenler

Bazen bir iş parçasının üretimi, takım tezgâhı kızaklarının doğrusal hareketiyle birlikte dönme hareketini de gerektirmektedir.

Bu hareketler;
X eksenindeki dönel eksen **A ekseni**
Y eksenindeki dönel eksen **B ekseni**
Z eksenindeki dönel eksen **C ekseni** olarak adlandırılır.



Şekil 3.11: Ana eksenler ve dönel eksenler

BÖLÜM IV

4. Kesici Geometrisi

4.1. Cnc Torna Programlamada Kesici Geometrisi

4.1.1.Kesicinin Geometrik Şeklinin Programlamaya Etkisi

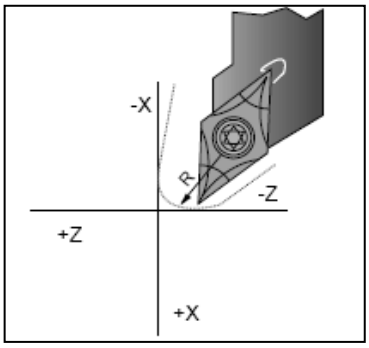
Cnc tezgâhları, klasik tezgâhlara göre daha yüksek ilerleme hızı ve devirde daha fazla talaş alma kapasitesine sahiptirler. Bu nedenle kesici olarak karbür takımlar kullanılmaktadır.

Bununla birlikte; kılavuz çekme, kama kanalı açma, raybalama ve punta deliği açma gibi işlemlerde HSS (yüksek hız çeliği) takımlar kullanılabilir.

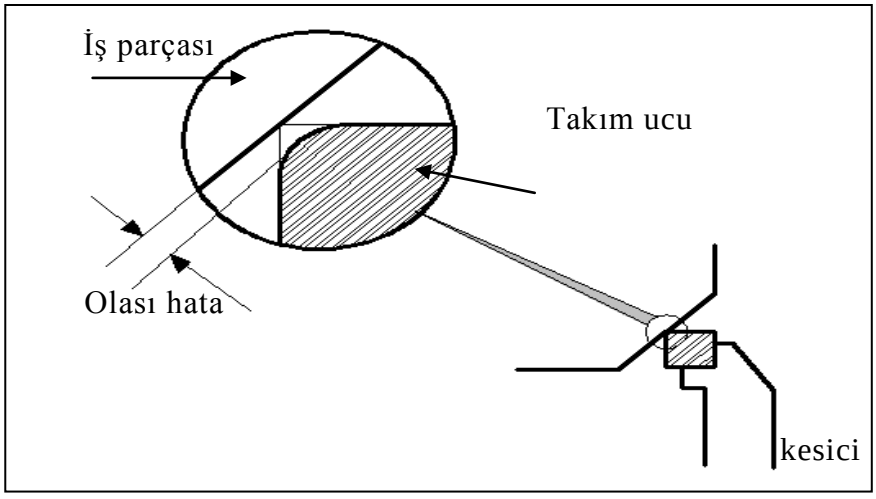
Kesici uç radyüsününde parça işlemeye önemli etkisi olmaktadır. Kaba tornalamada kesici dayanımı ön planda tutulurken, ince tornalamada ise yüzey kalitesi aranmaktadır. Kaba tornalamada kesici uç radyüsü mümkün oldukça büyük seçilir. Kaba tornalamada ilerleme değeri, kesici radyüsünün 2/3'ünü geçmemelidir.

4.1.2. Kesici Takım Telafisi

CNC torna tezgâhlarında kullanılan kesici takımların uçları teorikte olduğu gibi düz kenarlı değil aslında daireseldir. Biz kalemin ucundaki bu yarıçapı dikkate almadan programı yazarsak, yarıçap kadar hata yapmış oluruz.



Şekil 4.1: Kesici uç radyüsü

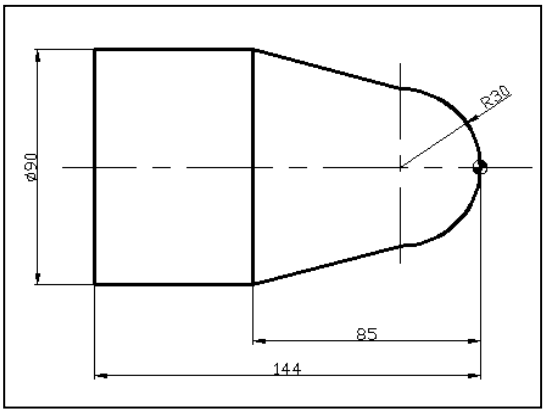


Şekil 4.2: Kesici uç radyüsünün tornalamaya etkisi

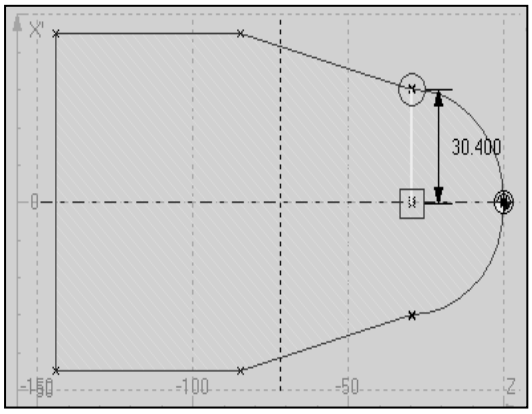
Uç radyüsü dikkate alınmadan yazılan Cnc programları şekil 4,2'de görüldüğü gibi hatalı üretilmiş olur.

Kesicinin uç radyüsünden kaynaklanan bu olası hata miktarı program içerisinde kullanılan takım uç telafi komutları ile giderilir. Bu komutlar G40, G41 ve G42 komutlarıdır. G41 ve G42 komutları; kesicinin iş parçası üzerinde ilerleme durumuna göre tercih edilir. G40 komutu ise G41 ve G42 komutu ile verilen telafi değerlerini iptal eder.

Örnek: Aşağıda verilen iş parçasını takım telafi komutunu kullanmadan ve daha sonra da kullanarak işleyelim. Her iki durumda işlenen iş parçalarını birbiriyle karşılaştıralım.

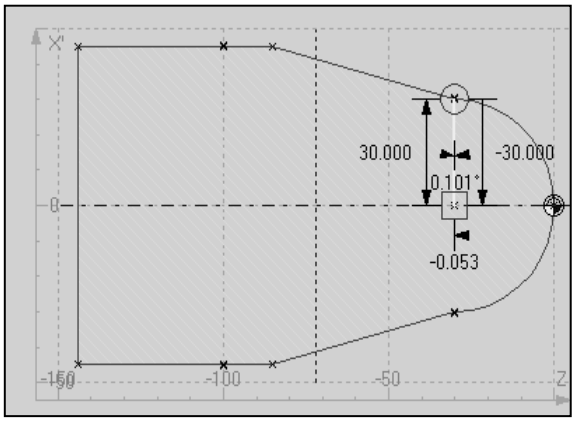


Şekil 4.3: Kesici telafisi için örnek temrin



Şekil 4.4: Kesici telafisi verilmeden işlenen parça

İş parçamızı takım telafi komutunu kullanmadan işledik. İş parçasının ölçülerini kontrol ettiğimizde; uç kısımdaki R=30 un R=30.4 mm tornalanmış olduğunu gördük (şekil 4.4). Bu da çapta 0.8 mm lik bir artış anlamına gelir. Bu durum kesicinin radyüsüne göre değişir.



Şekil 4.5: Kesici telafisi verilerek işlenen parça

Şekil 4.5 de ise; programa sadece takım telafisi komutu ekleyerek işledik. Ölçülerini kontrol ettiğimizde ise yapım resminin aynısı olduğunu gördük.

4.2. Cnc Freze Programlamada Kesici

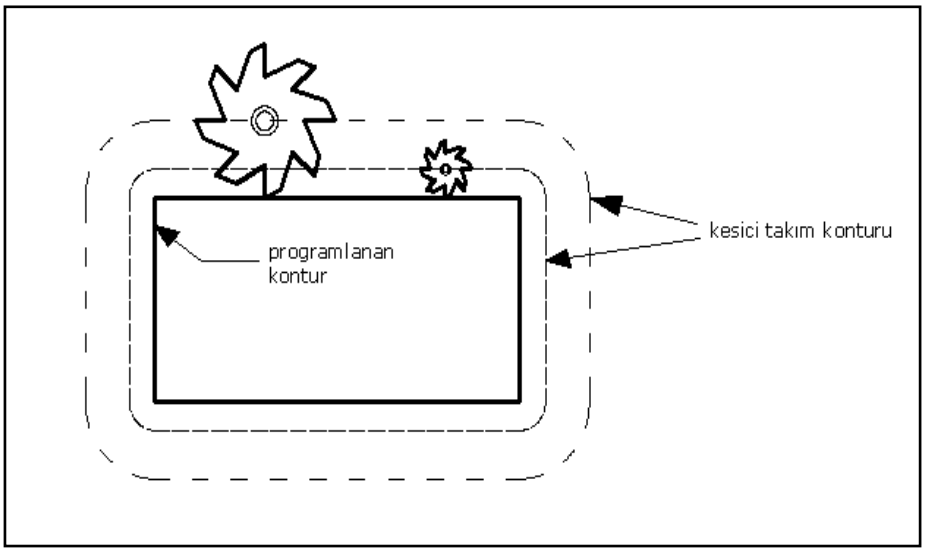
4.2.1. Kesici Takım Yarıçap Telafisi: G41 – G42

İşleme merkezlerinde, iş parçasının programını yazmak için parça konturunun ölçülerini kullanmak en pratik olan yoldur. Fakat iş parçası işlenirken, program kesici takım merkezini temel alarak işlem gerçekleştirir. Örneğin 60x60 kare malzemenin çevresini 20 mm. lik parmak freze ile işlediğimizi düşünelim. Programı yazarken iş parçası konturunu gireceğimiz için, iş parçası her kenardan yarıçap kadar içerden işlenmiş olacaktır. 60x60 ölçülerinde olması gereken iş parçası 40x40 ölçülerinde işlenmiş olacaktır.

Bu durumu düzeltmek için; Programlama konturunu, kesici yarıçapı kadar geriye çekebiliriz. Bu işlemi basit şekiller için rahatlıkla kullanabiliriz. Fakat ilave bir hesap işlemi gerektirmesi de dezavantajdır. Üzerinde eğrisel hareket olan ve daha karmaşık bir yapıya sahip olan iş parçalarında ise kesici yarıçapını kaydırarak işlemek mümkün değildir. Kesici yarıçapını kaydırma (ofsetleme) işlemi ile programlamada iş parçasının gerçek geometrisi elde edilmez.

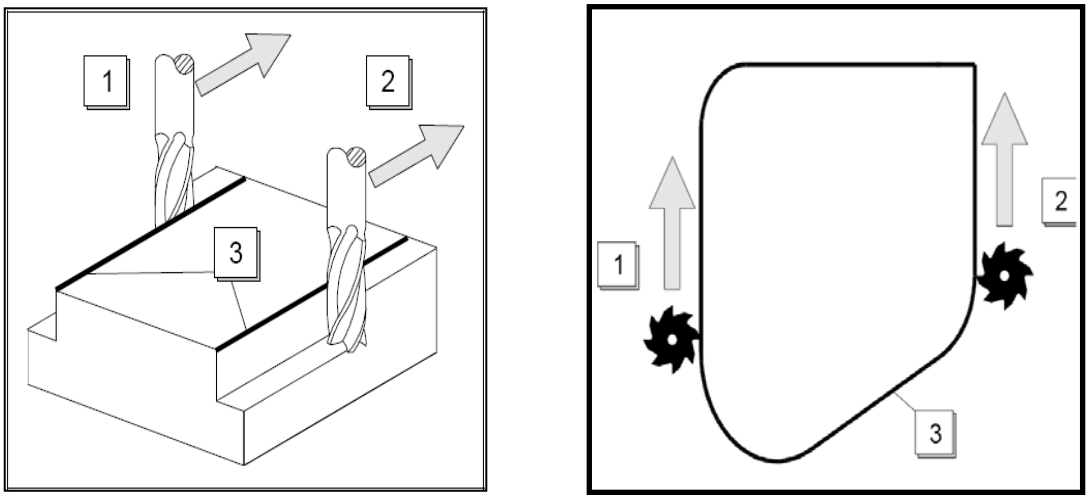
Bu durumu düzeltmenin en iyi ve programlamada kullanılan yolu şudur. İş parçası resim ölçüleri programlanır. Cnc tezgâhında kullanılan kesicinin tüm ölçüleri de tezgâh ofset sayfasında kayıtlıdır. Programa yazılan telafi komutundan sonra tezgâh otomatik olarak kesiciyi yarıçap kadar kaydırıp, programlanan konturunu işleyecektir.

İmalat esnasında kesicinin değiştirilmesi gerekebilir. Programda kesici yarıçap telafi komutu kullanılmamışsa, programın tekrar yazılması gerekecektir. Fakat programda kesici yarıçap telafi komutu kullanılmış ise, tezgâh ofset sayfasına yeni kesici bilgilerinin girilmesi yeterli olacaktır. Programın tekrar yazılmasına gerek kalmayacaktır.



Şekil 4.6: Programlanan kontur ile kesici takım konturları

Takım telafisinde kullanılan komutlar G41 ve G42 komutlarıdır. G41 kesici yarıçap kaydırma telafi komutu, işlemeye iş parçasının solundan başlanacağı zaman kullanılır. G42 kesici yarıçap kaydırma telafi komutu ise, iş parçasının sağından başlanacağı zaman kullanılır.



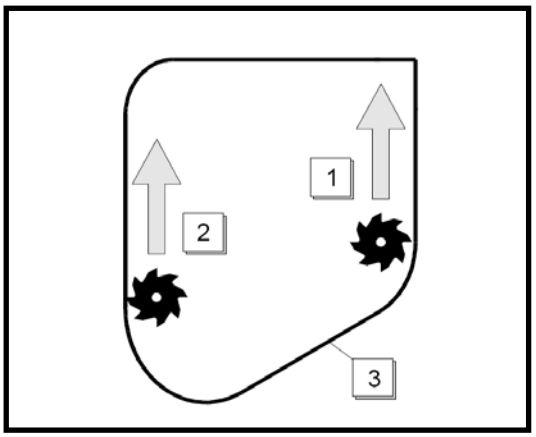
a **b**

Şekil 4.7: Çevresel frezelemede programlanan kontur ve kesici yarıçap telafileri

Şekil 4.7 de

1. Soldan takım telafisi G41
2. Sağdan yarıçap telafisi G42
3. Programlanan kontur'u ifade eder.

Cep frezeleme işleminde ise, çevresel frezeleme işlemine göre ters telafiler kullanılır. Hareketin yönü sağ tarafa olmasına rağmen, kesici programlanan konturun sol tarafına kaydırılacağı için "G41 soldan kesici takım yarıçap telafi komutu" kullanılır. Hareketin yönü sola doğru olan cep frezeleme işleminde de kesici programlanan konturun sağına kaydırılacağı için "G42 sağdan kesici takım yarıçap telafi komutu" kullanılır.



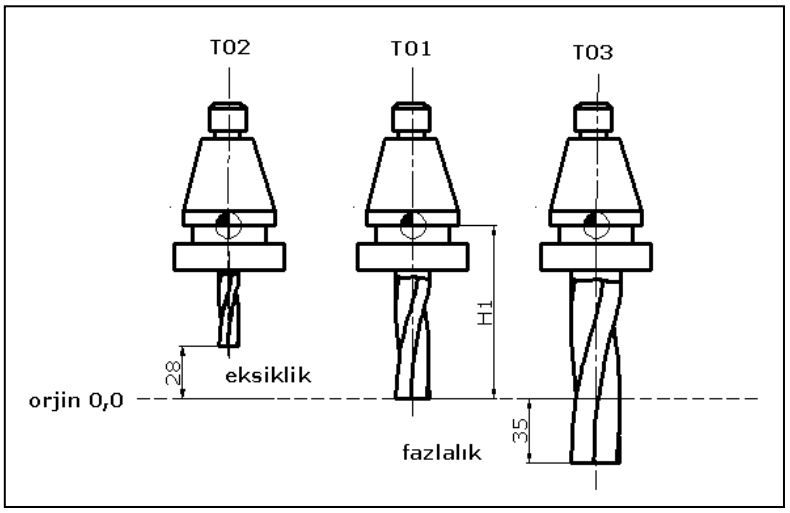
Şekil 4.8: Cep frezelemede programlanan kontur ve kesici yarıçap telafileri

4.2.2. Kesici Takım Boyu Telafisi G43 – G44

İş parçaları, genellikle birden fazla takım ile işlenir. Bu takımların boylarıda farklıdır. Bu nedenle kullanılan takımların tamamının ölçülerinin sisteme tanıtılması gereklidir. Kullanılan takımların X ve Y eksenlerindeki sıfır noktaları genellikle aynıdır. Bir takımın X ve Y eksenindeki sıfır noktası sisteme tanıtıldıktan sonra diğer takımları

tanıtmaya gerek yoktur. Diğer takımlarda aynı fener miline takıldığı için X ve Y sıfırları aynı olacaktır.

Fakat takımların boyları için aynı durum söz konusu değildir. Kullanılan takımların boyları sisteme tanıtılması gerekmektedir. Bu işlemler şu şekilde gerçekleştirilir. Kullanılan birinci takım boyu sisteme Z 0 (sıfır) olarak tanıtılır.



Şekil 4.9: Kesici takım boylarının ölçülmesi

Diğer takımlar bu referans takım ile arasındaki farklar ölçülür. Ölçülen bu farklar ofset sayfasına yazılır.

H1	0.000
H2	- 28
H3	+ 35
H4	

Bakınız!
Sayfa
Takım Sıfırlama

Bir nolu takım çağrıldığında H1 parametresi kullanılır.

N225 G43 G0 Z10 H1;

N275 G43 G0 Z10 H2;

N325 G43 G0 Z10 H3;

Sistemdeki takım boyunda ki değer ile ofset sayfasındaki H parametresine yazılan değer toplanır.

Örnek olarak verilen şekillerde 1 nolu takım boyu Z 0 (sıfır) olarak tanıtıldığı için H1 parametresine 0 yazıldı. İki nolu takım boyu telafi komutunu veren N275 nolu satır program tarafından okunduğu zaman H2 deki değere bakar. Burada yazılan -28 değeri takımın 28 mm daha kısa olduğunu anlar. Takım boyunu bu değere göre ayarlar.

BÖLÜM V

5. CNC PROGRAM YAPISI

5.1. Teknolojik Bilgiler

Bütün işleme operasyonlarının kontrol sistemi tarafından okunabilecek bir dilde tanımlanması durumunda işlemler otomatik olarak yapılabilecektir. Bir çalışma bölümü ile alakalı olarak kodlanmış tanımlamalar bütününe NC–programı denmektedir. Dolayısı ile cnc programı, iş parçası üretimindeki işlem sırasının belirli komutlara dönüştürülmüş halidir.

5.1.1. Program Başlangıç Bölümü

Cnc programlarının başlangıç bölümünde programla ilgili teknolojik bilgiler bulunur. Bu bilgiler program başlangıç numarası, ilerleme değeri, devir sayısı, kesme hızı, takım numarası gibi değerleri içeren komutlardır.

- **Program Numarası**

Bütün CNC programları bir numarayla başlar. Böylece programların sonradan tekrar kullanılması kolaylaştırılmış olur. Bu numara bir karakterden dört karaktere kadar verilebilir (1 – 9999). Fanuc kontrol sisteminde bu numara "**O**" karakteri ile başlar.

Örnek: **O**1234;

- **F Fonksiyonu**

İlerleme değeri **F** kodu ile programa bildirilir. Kesicinin, dakikada veya devirde almış olduğu yola ilerleme denir. Programa iki tür ilerleme değeri verebiliriz. Bunlar mm/dak. ve mm/devir dir. Eğer programda ilerleme değeri mm/dak. olarak tanımlanmak istenirse **F** değerinden önce **G98,** mm/dev olarak tanımlanmak istenirse de **G99** komutu kullanılmalıdır.

Örnek:

```
N15  G98;
N20  G50 S2000;
N25  G96 S120 F300 T0101 M04;
```

Buradaki F ilerleme fonksiyonun değeri mm/dak.

```
N15  G99;
N20  G50 S2000;
N25  G96 S120 F0.2 T0101 M04;
```

Buradaki F ilerleme fonksiyonun değeri mm/dev.

- **S Fonksiyonu**

Bu fonksiyon iş mili devir sayısını veya sabit kesme hızını belirtir. Bu durum S kodundan önce kullanılan G kodlarına göre değişir.

G50: Maksimum devir sayısı,
G96: Sabit kesme hızı,
G97: Sabit kesme hızı kontrolü iptali ve sabit devir sayısı

G50 komutundan sonra kullanılan S fonksiyonu maksimum devir sayısını ifade eder. Örneğin **G50 S1500** şeklinde bir kod tezgâhta programlandığında, İş milinin en fazla 1500 dev/dak olacağı anlaşılmaktadır. İş milinin hangi tarafa döneceği **M03** veya **M04** kodları ile belirtilir. M03 kodu verildiğinde İş mili saat ibresinin dönüşü yönünde, M04 kodu verildiğinde ise, saat ibresi tersi yönde döndürüleceği belirtilir. İş milinin dönmesini durdurmak için **M05** kodu kullanılır.

G96 komutundan sonra kullanılan **S** değeri ise sabit kesme hızını ifade eder. Kesme hızı sabit olduğu için, çap değeri değiştikçe devir sayısı değeri de değişir. Çap sıfır olduğunda (örneğin alın tornalamada) devir sayısı sonsuz değer olur. Bu durum tezgâh motorlarını zorlayacağından tehlike oluşturur. Bu nedenle tezgâh devir sayısı sınırlandırılmalıdır.

Bu nedenle **G96** komutu kullanılacaksa, **G50** komutu ile beraber kullanılmalıdır.

G97 komutu, sabit kesme hızı (G96) komutunu iptal eder. G97 komutu devir sayısını sabit tutar. Genellikle tornalama işlemlerinde G96, işleme merkezlerinde (freze tezgâhlarında) G97 komutu kullanılır.

Tornalama da ise delik delme, rayba çekme ve kılavuz çekme işlemlerinde G97 komutu tercih edilir.

Örnek:

N15 G99 F0.2; → Maksimum devir sayısı 2000 dev/dak
N20 G50 S2000;
N25 G96 S120 T0101 M04;
→ Kesme hızı 120 m/dak.

Yukarıda verilen programda tezgâhımız 120 m/dak kesme hızının gerektirdiği devir sayılarında çalışır. Fakat tornalanacak çap 19 mm nin altına düştüğünde 2000 dev/dak. nın üstüne çıkmak isteyecektir. Bu durumda; **G50 S2000** komut satırı devreye girerek devir sayısını 2000 dev/dak. da sabitleyecektir. Yani yukarıdaki programda Ø19 mm nin altındaki tornalama işlemlerinde 2000 devir sayısı geçilemeyecektir.

Ø19 mm nin bulunmasında devir sayısı formülünden yararlanılmıştır.

Devir sayısı **N**(dev/dak) = $\frac{\mathbf{1000xV}(m/dak)}{\boldsymbol{\pi}\mathbf{xD}(mm)}$ eşitliği ile hesaplanır.

- **T fonksiyonu**

Kesici takım seçimi için kullanılır. T kodundan sonra dört haneli bir sayısal değer kullanılır. Program içersinde yazılımı **T0101, T0202** şekillerinde olur.

T kodundan sonraki ilk iki sayısal değer; takımın taretteki numarasını, son iki sayısal değer ise ofset sayfasındaki takım ile ilgili ölçülerin belleğe yüklenmesini sağlar.

Cnc torna tezgâhı programında T kodu ve peşindeki sayısal değerler okunduğunda takım otomatik olarak değişir. Herhangi bir yardımcı fonksiyona gerek yoktur.

5.1.2. Ana Program Bölümü

Ana program bölümünde iş parçasının üretimi ile ilgili komutlar bulunur. Bu komutlar G00, G01, G02, G03 ve çevrim komutlarını içeren G kodlarıdır. Bu kodlar "Bölüm 9" da ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

5.1.3. Program Bitiş Bölümü

Bu bölümde kesicimiz ilk noktasına gönderilir. Tezgâh mili ve soğutma suyu kapatılır. Programa son verilir. İş parçasının üretimine devam edilecekse tekrar program başına dönülür. Tezgâh ile ilgili bu ayarlar tablo 8.3. M Kodları başlığı altında anlatılmıştır.

Örnek program:

:O0007;	Program numarası
N15 G54	İş parçası referans noktasının programa tanıtılması
N20 T0101 M04;	1 Nolu takım, tezgâh milini CCW yönde döndür
N25 G50 S2000;	Maksimum devir 2000
N30 G96 S150;	Sabit kesme hızı 150 m/dak. ,
N35 G99 F0.3;	İlerleme 0.3 mm/devir
N40 G00 X32 Z0 M08;	Hızla X 32, Z 0'a git. soğutma suyunu aç
N45 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N50 G00 X32 Z3;	Hızla X32, Z 3'e git.
N55 G71 U3 R1;	Boyuna tornalama çevrimi başlangıç. Her seferdeki talaş miktarı 3 mm, paso sonunda kalemin geri çekilme miktarı 1 mm.
N60 G71 P65 Q100 U0.5 W0.2 F0.2;	Bitmiş şekil başlangıç no(P) 65, bitmiş şekil no100, X ekseninde ince işleme payı 0.5, Z eksenindeki ince işleme payı 0.2mm, ilerleme 0.2 mm/dev
N65 G42 G01 X10 Z0;	Takım telafi aktif, Hızla X 10'a Z 0'a git
N70 G01 X12 Z– 4;	Konik tornalama
N75 G01 X12 Z– 8;	ø 12 tornalama
N80 X20;	ø 20 Alın tornalama
N85 Z–16;	
N90 G02 X28 Z–2 0 I4 K0 F0.2;	R4 CW yönde eğrisel tornalama
N95 G40 G00 X200 Z200	
N100 M05	
N105 M09	
N110 M30	

Yukarıdaki örnek programda G21 Metrik Ölçü birimi komutunu kullanmamamıza rağmen program metrik sistemde yapılan bir programdır. Kullanmamamızın nedeni bu komutun modal olmasındandır. Buna rağmen bu komutu programa yazmanızın da bir zararı yoktur.

Aynı şekilde N75 nolu satırda G01 komutu ile yapılan doğrusal kesme işleminden sonra aşağıdaki satırlarda G01 komutu tekrar edilmemiştir. Başka yöndeki bir G komutu girinceye kadar yazılan G01 komutu aktif haldedir.

5.2. Cnc Torna Programında Satır Yapısı

5.2.1. Satır Numarası

Bütün NC–programları kullanılacak komutları içeren ve blok olarak adlandırılan bir takım birimlerden oluşmaktadır. Bu bloklar art arda numaralandırılmaktadır. Bütün blok numaraları **"N"** harfi ile sayıdan (N225 gibi) oluşmaktadır. Blok numaraları her program satırının başında yer almaktadır.

N255 G03 X30 Z–13 R13 F0.2;

Programda verilen satır numaraları genellikle küçükten büyüğe doğru bir sırayı takip eder. Fakat parça işlenmesinde bu sıralar dikkate alınmaz. Programdaki satırlar numarasına bakılmaksızın yazılış sırasına göre işlenir. Hatta satır numaralarını kullanmak mecburi de değildir.

Fakat kullanılan çevrim programlarında, alt programlamada veya satır atlatılması durumunda istenilen satırları çalıştırmak için numara verilmesi gereklidir.

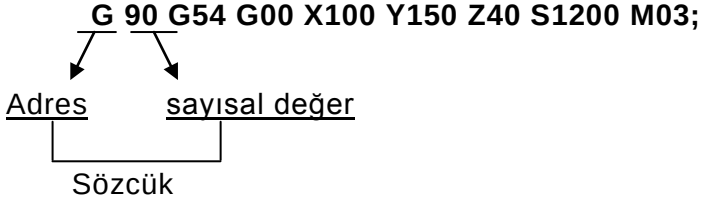
Numaralar genellikle 5'er 5'er veya 10'ar 10'ar verilir. Bunun nedeni araya satır eklendiğinde verilmeyen numaralardan biri yazılabilmesidir.

5.2.2. Adresler

Cnc tezgâhları için yazılan programlar çeşitli sayı, sembol ve harflerden oluşmaktadır. Girilen bilgiler CNC kontrol ünitesinin anlayabileceği kodlardır. Bu kodlar yardımıyla kesici istenilen koordinatlara gönderilerek parça işlenir.

Cnc programları bir mantık sırası izlenerek satır satır yazılır. Örneğin bir komut satırı N, G, X, Y, Z, I, J, K, R, F, S, T, M gibi adres bilgilerinden oluşur.

N : Satır numarası
G : Hazırlık fonksiyonları
X,Y,Z : Konum adresleri
I,J,K : Yay merkezi değerleri
R : Yay yarıçapı
F : İlerleme değeri
S : İş mili devri
T : Takım numarası
M : Yardımcı fonksiyonlar



Yukarıdaki örnekte de belirtildiği gibi program satırı sözcüklerden oluşur. Sözcükleri oluşturan harflere adres, yanındaki rakamlara sayısal değer denir. Bir satırda yan yana gelen bu bilgilere blok denir. Bloklar " **;** " işareti ile sonlandırılır. Bu işaret, tezgâh kontrol ünitesine program satırının bittiğini ve satırın çalıştırılmasına geçileceğini belirtir. Bu işaret (;) blok sonunda yazılmazsa program hatalı çalıştırılabilir. Tezgâh kontrol ünitesi, program bloğunun alt satırlarda da devam ettiğini yorumlamasına sebep olacaktır.

Bloklar içerisinde işlevi olmayan adresleri yazmayız. Örneğin bir komut satırında hareket sadece X ekseninde ise diğer eksendeki koordinat değerleri yazmamıza gerek yoktur. Değerleri değişmeyen devir sayısı ve ilerleme değeri gibi fonksiyonları da her satırda tekrarlamamıza gerek yoktur. Bir komut satırında ilerleme değeri olarak F0.3 kullandığımızı varsayalım. Bir sonraki satırlarda da ilerleme değeri 0.3 ise tekrarlamamıza gerek yoktur.

Program bloğunda kullanılan adresler ve anlamları aşağıdaki tabloda açıklanmıştır.

Tablo 5.1: Adres Bilgileri

O	Program numarası
N	Satır sıra numarası
G	Hazırlık fonksiyonu / hareket tipi
F	İlerleme hızı, mm/dev. veya mm/dak.
S	Tezgâh mili devir sayısı veya sabit kesme hızı
T	Takım numarası
M	Yardımcı fonksiyon komutları
X	Kesici takımın mutlak tipte Z eksenine dik hareketi
Y	Kesicinin tezgâh tablasına enine hareketi (İşleme merkezlerinde)
Z	Tezgâh mili ekseni
U	X eksenindeki eklemeli hareket
V	Y eksenindeki eklemeli hareket
W	Z eksenindeki eklemeli hareket
I	X eksenindeki eğrisel hareketin merkezi ile kesici arasındaki mesafe
J	Y eksenindeki eğrisel hareketin merkezi ile kesici arasındaki mesafe
K	Z eksenindeki eğrisel hareketin merkezi ile kesici arasındaki mesafe
R	Eğrisel hareketin yarıçapı veya çevrimlerdeki koniklik parametresi
A	X ekseni etrafındaki dönel eksen
B	Y ekseni etrafındaki dönel eksen
C	Z ekseni etrafındaki dönel eksen
P,U,K	Bekleme zamanı (Saniye)
P	Alt program çağırma numarası
P, Q	Birleşik tekrarlı çevrimlerinde, iş konturunun başlangıç ve bitiş sıra numaraları
L	Alt program tekrar sayısı
A,D, I, K	Sabit çevrimlerdeki parametreler

5.3. G Kodları (Cnc Torna)

Cnc tezgâhlarında her hareketin bir kodu vardır. Örneğin **G00** hızlı hareket, G01 talaş alma ilerlemesi ile doğrusal interpolasyon, **G02** ve **G03** dairesel interpolasyon, **M04** fener milini saat ibresi tersi yönde döndürme, **M09** soğutma sıvısını kapatma, M02 program sonu ve başa dön komutlarıdır.

Tablo 5.2: Cnc tornalama programında sıklıkla kullanılan G kodları

G00	Boşta hızlı hareket
G01	Doğrusal kesme işlemi
G02	Saat ibresi yönünde eğrisel hareket (CW yönde)
G03	Saat ibresi dönüş yönünün tersi yönde eğrisel hareket (CCW yönde)
G04	Bekleme
G20	Veri girişi inch
G21	Veri girişi metrik
G27	Referans noktasına dönüş
G28	Referans noktasına otomatik dönüş
G29	Referans noktasına otomatik dönüş
G30	İkinci referans noktasına dönüş
G32	Diş çekme
G40	Takım telafisi iptal
G41	Soldan takım ucu yarıçap telafisi
G42	Sağdan takım ucu yarıçap telafisi
G50	Fener mili devir sayısı sınırlama
G54-G59	İş parçası referans noktası seçimi
G70	Finiş tornalama çevrimi
G71	Boyuna (Z ekseninde) kaba tornalama çevrimi
G72	Boyuna (X ekseninde) kaba tornalama çevrimi
G73	Profil tornalama çevrimi
G74	Gagalayarak delik delme çevrimi
G75	Kanal açma çevrimi
G76	Otomatik diş açma çevrimi
G90	Z ekseninde boyuna kesme çevrimi
G92	Diş çekme çevrimi
G94	X ekseninde (Alında) boyuna kesme çevrimi
G96	Sabit kesme hızı m/dak.
G97	Sabit devir sayısı. Sabit kesme hızını(G96) iptal eder. dev/dak.
G98	Dakikadaki ilerleme (mm/dak)
G99	Devirdeki ilerleme (mm/dev.)

G kodları yapı itibariyle ikiye ayrılırlar

- **Modal G Kodları**

Bazı komutlar tezgâh açıldığı andan itibaren aktif durumdadır. Bunlara modal komutlar denir. **Modal kelimesi, aynı türden başka bir komut belirtilene kadar aktif olan kod anlamına gelir.** Örneğin ülkemizde yapılan talaşlı imalatlarda çoğunlukla metrik sistem kullanılır. Bu nedenle tezgâhların çoğunda metrik sistem komutu olan G21 aktif yani modal olarak ayarlanmıştır. Eğer yapacağımız program da metrik sistemde ise G21 komutunu kullanmamıza gerek yoktur. Bu durumun iptali ancak G20 inch ölçü birimi kullanılması ile mümkündür.

Bazı komutlar ise program içerisinde kullanıldığı anda aktif duruma geçerler. Ardı ardına aynı tipteki hareketler verilecek ise, bu harekete uygun düşen G kodu ilk komutta belirtilir. Takip eden satırlarda bu komutları tekrar yazmamıza gerek yoktur. Bunlara örnek olarak G00 Boşta hızlı hareket ve G01 Doğrusal kesme komutlarını verebiliriz.

Tezgâh açıldığında aktif (modal) olan G kodları: G00, G21, G97 ve G99 komutlarıdır.
Modal komutlar kullanılan CNC tezgâhlarına göre farklılık gösterebilirler.

- **Modal Olmayan G Kodları**

Sadece yazıldıkları satırda çalışırlar. Çalıştıktan sonra iptal olurlar. Örneğin G04 komutu bulunduğu satırdan sonra iptal edilir.

5.4. M Kodları (Yardımcı Fonksiyonlar)

M kodları tezgâh fonksiyonlarını harekete geçiren veya durduran kodlardır.

Tablo 6.3: Sıklıkla kullanılan M kodları

M00	Program durdurma
M01	İsteğe bağlı program durdurma
M02	Program sonu
M03	Tezgâh milini saat ibresi dönüş yönünde (CW) çalıştır.
M04	Tezgâh milini saat ibresinin tersi yönünün de (CCW) çalıştır.
M05	Tezgâh milini durdur
M07	Yüksek basınçlı soğutma suyunu aç.
M08	Soğutma suyunu aç
M09	Soğutma suyunu kapat
M19	Aynayı kilitler. (M3 ve M4 tekrar açar)
M30	Program sonu ve program başına dön
M98	Alt program çağırma
M99	Alt program sonu

- **M00 Program Durdurma**

M00 komutu programı geçici olarak durdurur. Bu işlem el ile takım değişimi, ölçü kontrolü, kesici takımlarını kontrol etme amacıyla kullanılır. Tezgâhı tekrar çalıştırmak için başlama düğmesine basılır. Program kaldığı yerden devam eder.

- **M02 / M30 Program Sonu**

M02 komutu programı bitirir. Bu komuttan sonra tezgâhın çalışan bütün fonksiyonları durdurulur.

M30 komutu da programı bitirir. M02 komutundan farklı olarak programı bitirdikten sonra program başına döner.

İş parçası birden fazla üretilecekse program sonlandırılmasında M30 komutu kullanılmalıdır.

- **M03 / M04 Fener Mili Dönüş Yönü**

M03 komutu fener milini saat ibresi yönünde döndürür. Bu şekilde dönüş "**CW"** olarak tanımlanır.

M04 komutu ise fener milini saat ibresi dönüş yönünün tersi yönde döndürür. Bu şekilde dönüş "**CCW"** olarak tanımlanır.

- **M05 İş Milini Durdurma**

Bu komut iş milinin dönüşünü durdurur. Program bitiş bölümünde kullanıldığı gibi ana program bölümünde de kullanılmaktadır. Takım değişimi komutundan önce mutlaka M05 komutu ile tezgâh durdurulmalıdır.

- **M07, M08, M09 Soğutma Suyunun Kontrolü**

CNC tezgâhların tamamında **M08** kodu soğutma suyunu açmak amacıyla kullanılmaktadır. Eğer işleme merkezine kılavuz yağı ünitesi monte edilmiş ise, kılavuz yağı ünitesinin kodu ise genelde **M07** şeklinde verilir. Her iki ünitenin de kapatma **M09** kodu ile gerçekleştirilir.

5.5. Cnc Torna Programlamada Referans Noktaları

Cnc tezgâhlarının, programlanan koordinatları doğru bir şekilde okuyup, kesici hareketlerini gerçekleştirebilmek için birçok referans noktasına ihtiyaç duyulur. Bu noktalar makine referans sistemi içerisinde önceden tanımlanmıştır. Sonraki kontrol işlemlerinin tanımlanan bu referans noktasına göre yapılması gerekir. Bu noktalar: Referans noktası makine sıfır noktası, iş parçası sıfır noktası, takım referans noktası, takım değişim noktalarıdır.

5.5.1. Cnc Torna Tezgâhında Referans Noktaları

- **Referans noktası**: Makine üzerindeki ölçü ayarlamaları, kalibrasyon işlemleri bu noktaya göre yapılır.

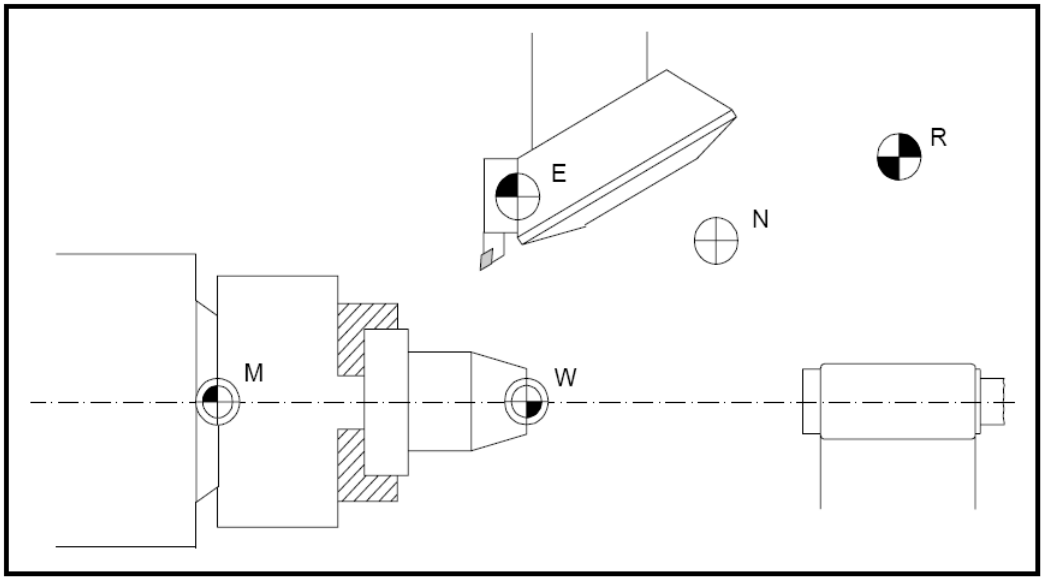
- **Makine sıfırı:** Herhangi bir sistemin kontrol edilebilmesi için kontrol edilen sisteme ait bir referans noktasının tanımlanması ve sonraki kontrol işlemlerinin tanımlanan bu referans noktasına göre yapılması gerekir. Bu referans noktası makine sıfırı olarak adlandırılır. Bu nokta genelde sıfıra gönderme noktası ile aynıdır.

İş parçası referans noktası tanımlanmadan yapılan işlemlerde program bu noktayı esas alır.

- **İş parçası sıfır noktası:** İş parçasının cnc programını kolayca yazabilmek için, iş parçası üzerindeki bir noktanın sıfır noktası olarak belirlenmesi gerekir. Bu nokta belirlendikten, tezgâh üzerindeki tüm hareketler bu sıfır noktası esas alınarak yapılır.

- **Takım referans noktası:** Kesici takım diğer referans noktalarına doğru yaptığı hareketlerde üzerindeki bu noktayı esas alır.

- **Takım değişim noktası:** Takım değişimi daha önceden ayarlanan bu noktada gerçekleştirilir.



Şekil 5.3: Cnc torna tezgâhı üzerinde referans noktaları

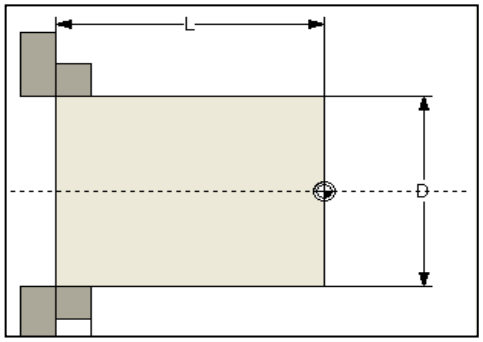
5.5.2. İş Parçası Referans Noktası

Cnc programı yazılırken bir referans noktası esas alınır. Kolaylık olması bakımından iş parçası üzerindeki nokta referans noktası olarak seçilir. Bu nokta iş parçasının sağ veya sol tarafında olabilir. Sağ taraf referans noktası olarak seçilirse boyuna tornalamalar Z– değeri verilerek gerçekleştirilir. Sol taraf seçilirse, boyuna tornalamalar Z+ değer verilerek yapılır.

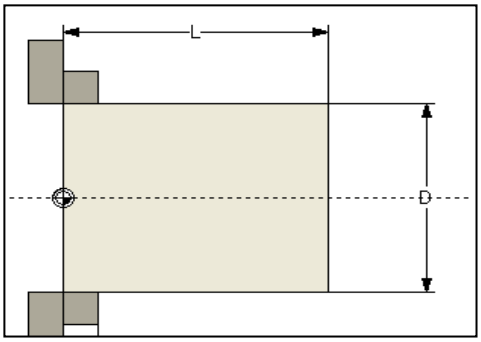
Karmaşık parçaların işlenmesinde birden çok iş parçası referans noktası seçilebilir. Özellikle C eksenli cnc torna ve işleme merkezlerinde birden çok bölgede işlemler yoğunlaşabilir. İş parçası üzerindeki bu bölgeler için değişik iş parçası referans noktası seçilir. Bu seçim G54…G59 arasında bir kod ile yapılır.

G54 İş parçası birinci referans noktası seçimi
G55 İş parçası ikinci referans noktası seçimi
G56 İş parçası üçüncü referans noktası seçimi
G57 İş parçası dördüncü referans noktası seçimi
G58 İş parçası beşinci referans noktası seçimi
G59 İş parçası altıncı referans noktası seçimi

Bu kodlarla tanımlanan iş parçaları ayrı ayrı iş parçalarında bulunabileceği gibi bir iş parçasının değişik noktalarında da bulunabilir.

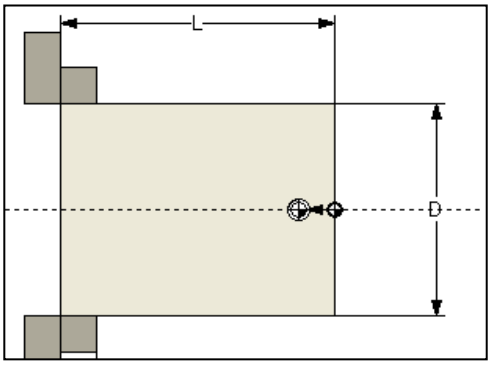


Şekil 5.4 Referans sağ tarafta



Şekil 5.5 Referans sol tarafta

Kolaylık olması bakımından referans noktasını sağ tarafta seçeriz. Alın tornalama yapacağımızı da düşünerek referans noktasını alından biraz içerde (1 – 2 mm) seçeriz.



Şekil 5.6: Referans noktasının içeri kaydırılması

BÖLÜM VI

6. MUTLAK VE ARTIMSAL PROGRAMLAMA

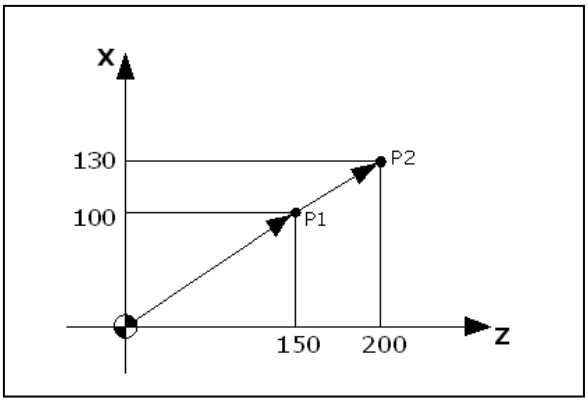
6.1. Mutlak Programlama

Mutlak programlama modunda, eksen hareketleri için gerekli olan koordinatların bitiş noktaları program sıfır noktası temel alınmak suretiyle belirtilir. Programlamaya yeni başlayanlar için, hareket komutlarının verilmesi esnasında, bitiş noktası koordinatlarının bu mod ile verilmesi en kolay ve pratik olan bir yoldur.

Girilen bütün değerler iş parçası referans noktası esas alınarak yapılır. Takımın, iş parçası sıfır noktasına göre hareket koordinatları veri girişi olarak esas alınır. Veri girişlerinde **X** ve **Z** parametreleri kullanılır.

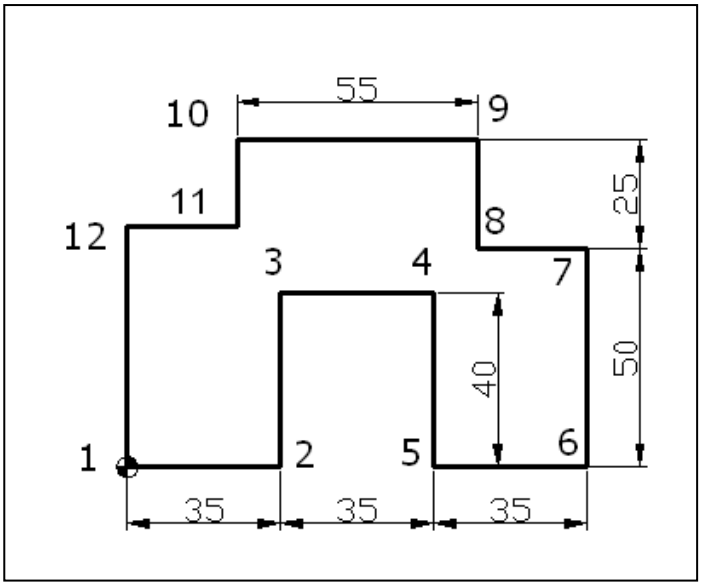
Örnek:

Kesicinin orijinden (referans noktasından) P1 ve P2 noktasına olan hareketlerinin mutlak sisteme göre programda belirtilmesi.



N30 G00 X0 Z0	Hızla referans noktasına git.
N35 G01 X100 Z150	Doğrusal hareketle (talaş alınarak) X100 Z150 noktasına (P1) git.
N40 X130 Z200	Doğrusal hareketle (talaş alarak) X130 Z200 noktasına (P2) git. N40 satırındaki hareketinde G01 olduğu için tekrar yazılmasına gerek yoktur.

Örnek: Aşağıda resmi verilen iş parçasının noktalarının koordinat değerlerini mutlak sisteme göre bulunuz.



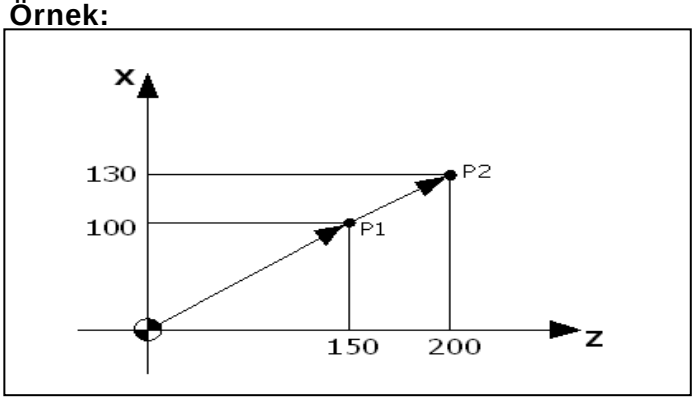
6.2. Artımsal Programlama

Artımsal modda, hareket için gerekli olan bitiş noktaları takımın mevcut konumunun referans alınması suretiyle belirtilir. Burada program sıfır noktası temel olarak alınmamaktadır. Bunun yerine takımın bulunduğu konum referans alınmaktadır. Hareket komutlarının verilmesinde programcı daima "Takımı daha ne kadar hareket ettirmeliyim?" sorusunu kendisine soruyor olacaktır. Bazı durumlarda artımsal mod çok faydalı olsa da, genel olarak konuşursak, bu metot ile program yazmak oldukça zor bir yoldur. Hareket komutlarını verirken dikkatli olunması gerekmektedir. Genel olarak programlamaya yeni başlayanlar, artımsal modda program yapma eğilimindedirler. Mutlak programlama modunda çalışma durumunda programcı daima "Takım hangi pozisyona hareket ettirilecek?" sorusunu kendisine sorar. Bu pozisyon değeri program sıfır noktasına göre elde edilen pozisyon değeridir.

Kesicinin gideceği nokta ile en son bulunduğu nokta arasındaki mesafe değerleri eklemeli ölçülendirme olarak tanımlanır.

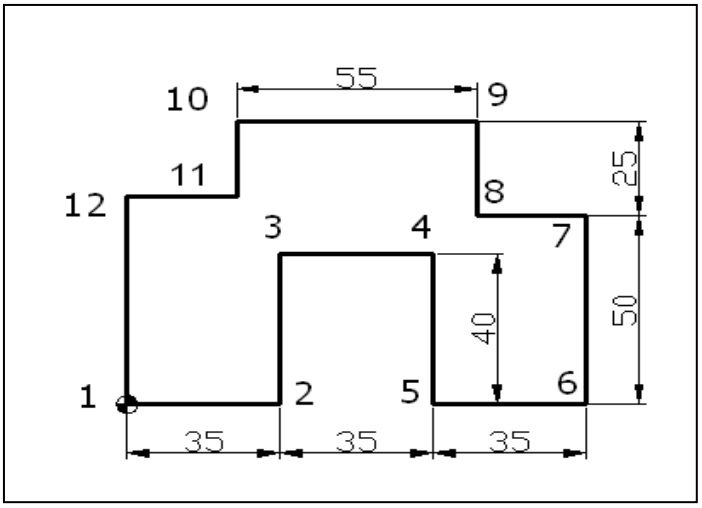
Veri girişlerinde **U** ve **W** parametreleri kullanılır. **U** parametresine **X** ekseninde yapacağı hareket, **W** parametresine ise **Z** ekseninde yapacağı hareket yazılır.

Örnek:



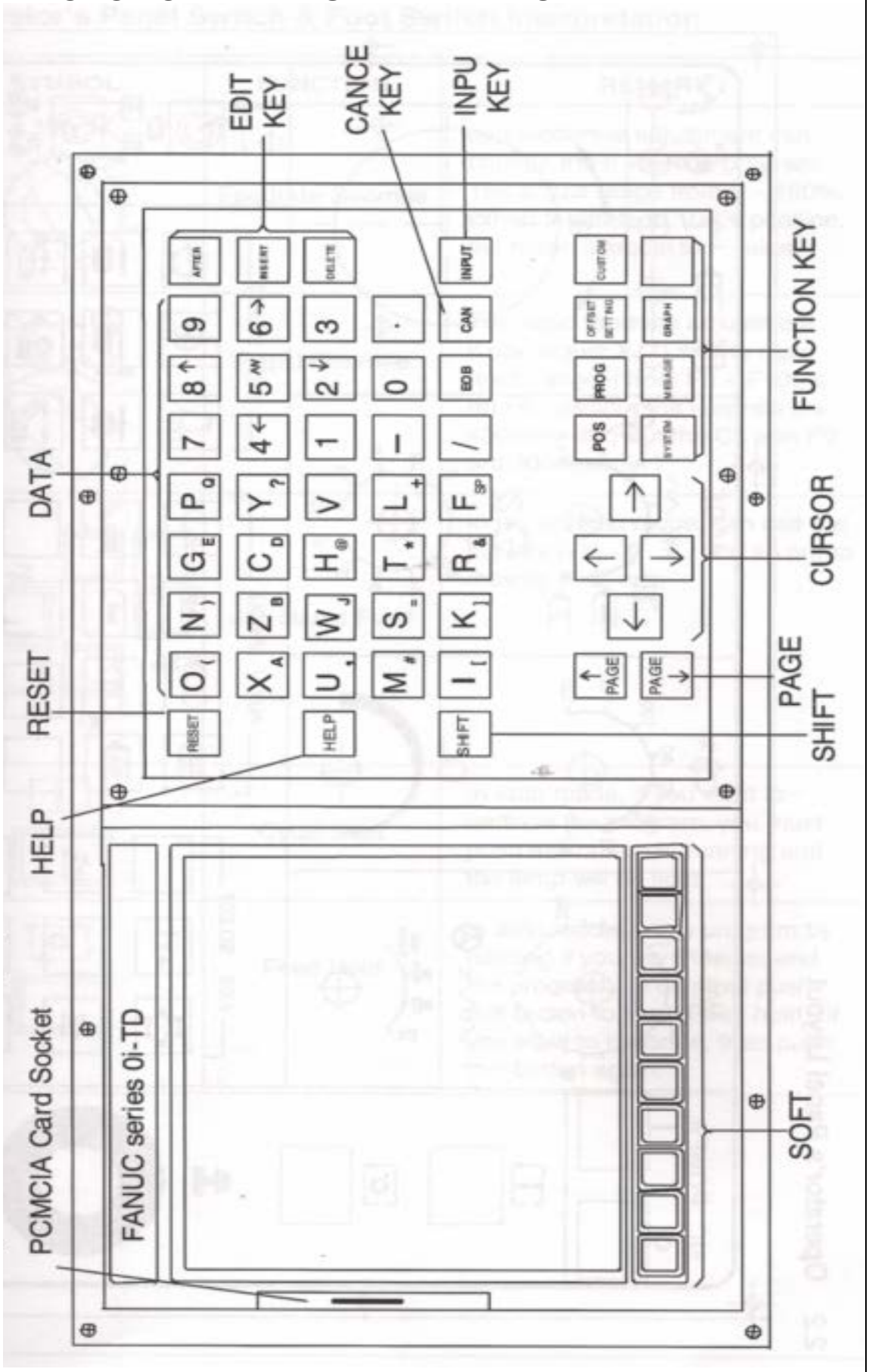
N30 G00 X0 Z0	Hızla referans noktasına git.
N35 G01 U100 W150	Doğrusal hareketle (talaş alınarak) X100 Z150 noktasına (P1) git.
N40 U30 Z50	Doğrusal hareketle (talaş alarak) X130 Z200 noktasına (P2) git. N40 satırındaki hareketinde G01 olduğu için tekrar yazılmasına gerek yoktur.

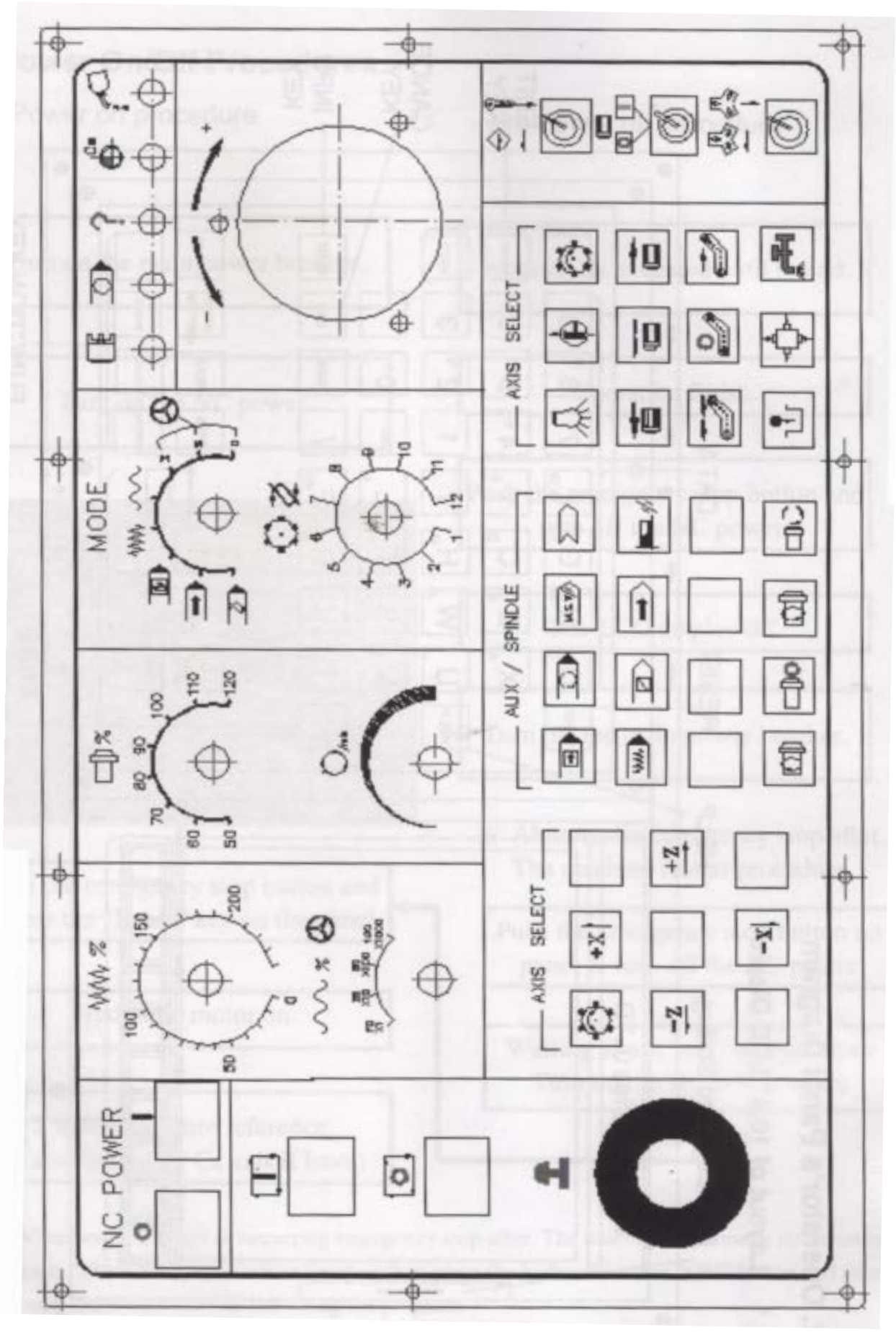
Örnek: Aşağıda resmi verilen iş parçasının noktalarının koordinat değerlerini artımsal sisteme göre bulunuz.



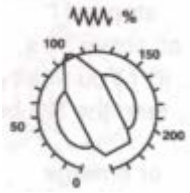
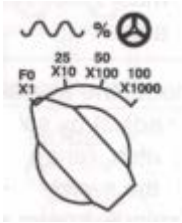
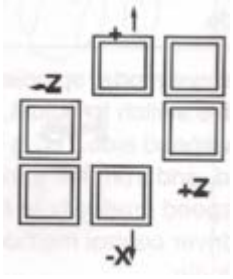
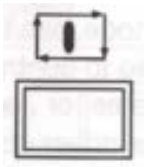
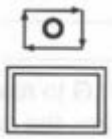
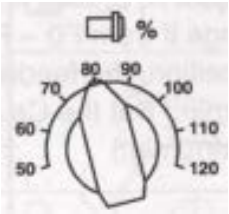
BÖLÜM VII

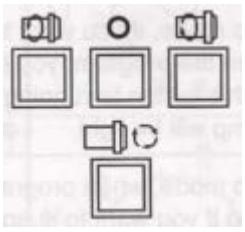
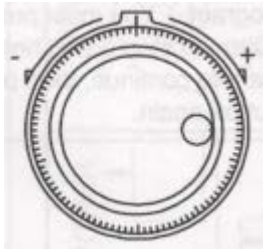
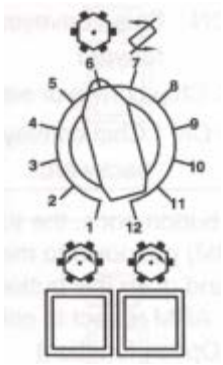
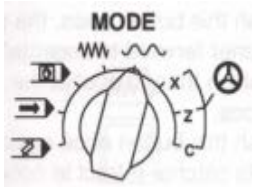
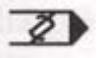
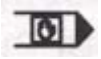
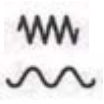
7. CNC TORNA TEZGÂHLARINI KULLANMA

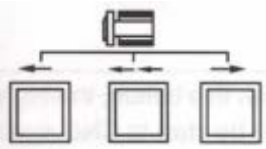
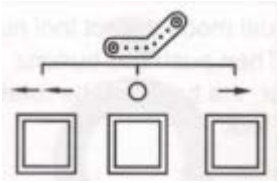
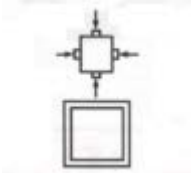
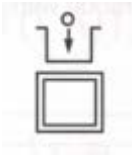
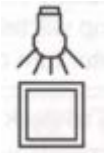
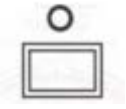


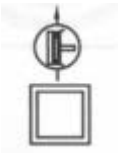
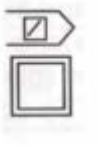
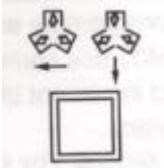

NC POWER
MODE
AUX / SPINDLE
AXIS SELECT
AXIS SELECT

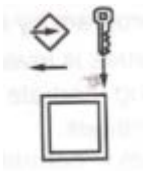
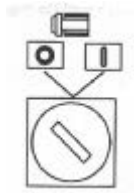
7.1. KONTROL PANELİNDEKİ TUŞLAR VE GÖREVLERİ

SEMBOL	ADI	AÇIKLAMA
	Feedrate Override	Jog ve Auto modunda ilerleme hız değerini değiştirilir. %100 pozisyonunda ilerleme hızı program içerisindeki F değerine eşittir.
	Rapid Override	Boşta ilerleme (hızlı ilerleme) modu. Bu moddaki seçeneklerle el çarkı hızları ayarlanır. Program içerisindeki G00 ilerlemeleri, belirtilen oranlarda düşürülür.
	Jog Rapid Feed	Taret X ve Z eksenlerinde +/- yönlerinde hareket ettirilir.
	Cycle Start	Program çalıştırılır.
	Feed Hold	Program durdurulur.
	Emergency Stop	Bir tehlike anında tezgâhın acil durdurma butonudur.
	Spindle Speed Override (Auto)	Tezgahta program çalışırken kullanılan devir sayısını %50 azaltıp %20 arttırabilir. Bu ve yukarıdaki Feedrate Override (F değeri değiştirilir) fonksiyonun amacı: Çalışırken devir sayısı ve ilerleme değerleri uygun olmadığında programı kapatmadan manuel arttırıp azaltmak içindir.

SEMBOL	ADI	AÇIKLAMA
	Spindle Speed Override (Manual)	Manuel moda çalışırken devir sayısı buradan ayarlanır. Devir sayısı tezgah ekranından gözükür.
		Aynayı manuel olarak CW veya CCW yönünde çalıştırıp durdurmamıza yarar.
	Hand Wheel	Handle konumunda seçilen eksenleri hareket ettirmemizi sağlar. Eksen hızları da Rapid Override fonksiyonundan ayarlanır.
	Turret Tool Select Switch	Manuel kesici seçimi için kullanılır. Switch istenen kesiciye ayarlanır. Tezgâh üzerindeki çift index tuşuna beraber basılarak taret döndürülür.
	Mode Select	Tezgâha ne tür işlem yaptırılacağı bu anahtar vasıtasıyla belirtilir. Yapılmak istenen işleme ait uygun mod seçilerek istenen işlem gerçekleştirilir. Bu tezgâhta en çok kullanılan anahtardır.  Edit: program yazımı Auto: Yazılmış olan programın çalıştırılması  MDI: Program satırı yazıp çalıştırma  Jog: Normal ilerleme Rapid: Hızlı ilerleme Handle : El çarkı yardımı ile eksenleri hareket ettirme

SEMBOL	ADI	AÇIKLAMA
	Tailstock Quill	Gezer punta hareketini sağlar
	Chip Conveyor	Talaş konveyörünü çalıştırır.
	Tool Setter	Probe kolunu aşağı indirir ve kaldırır.
	Parts Catcher	Tezgah kapısını açıp kapama kontrolünde kullanılır
	Work Lamp	Tezgah lambasını açma kapama
	Nc Power	CNC sistemini açar
	Nc Power	CNC sistemini kapar
	Auxilary Function Lock	Bu düğmeye basılırsa programdaki M.S.T. anahtarları kilitlenir.

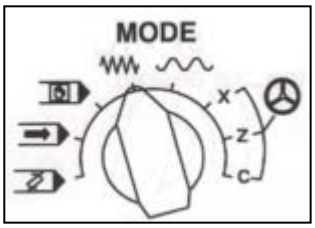
SEMBOL	ADI	AÇIKLAMA
	Hydraulic Motor Start	CNC hidrolik motorunu çalıştırır.
	Machine Lock	Bu düğme eksenleri kilitler. Bu kilitleme hem Manuel hem de program için geçerlidir. Bu fonksiyon programın simülasyonu içinde kullanılabilir.
	Option Stop	Bu düğme aktifse program içerisindeki M01 komutu çalıştırılır. Aksi halde çalıştırılmaz.
	Dry Run	Kuru çalıştırma. G00 ve diğer G kodlarında F ile belirtilen ilerleme değerlerinin iptal edilmesini sağlar. Bu madda ilerlemeler JOG butonuyla kontrol edilir. Örneğin; Yarıda kalan programı tekrar çalıştırdığımızda daha önce çalışmış satırları hızlı geçmek amacıyla kullanılabilir.
	Block Skip	Program içerisinde satır başlarında “ / ” işareti olan satırlar çalıştırılmaz.
	Single Block	Programı satır satır çalıştırmaya yarar.
	TAP Mode	DNC moda çalışmak için kullanılır.
	Chamfer Cancel	G92 veya G76 modunda kesme yaparken ON: Konumunda pah yapmaz OFF: Konumunda pah yapar
	Key Switch	Aynanın içe veya dışa doğru sıkma işleminin seçimi burada yapılır.

SEMBOL	ADI	AÇIKLAMA
	Key Switch	Anahtar kapalı konumuna alınırsa program yazılamaz.
	Chuck Safety Lamp (Green)	İş parçası sıkılıyken yeşil lamba yanar.
	Cycle Finished Lamp (Green)	Program içerisinde M01 kullanıldığında ışık yanacaktır.
	NC Alarm Lamp (Red)	Program alarm lambası. Kırmızı lambalar tezgahta hata olduğunu gösterir.
	Zero Return Lamp (Green)	Tezgah sıfırına dönüldüğünde lamba yanar.
	Lubrication Alarm Lamp (Red)	Yağlamada problem varsa kırmızı ışık yanar.
	Foot Switch (For chuck)	Ayna için ayak pedalı
	Tailstock quill	Gezerpuntayı devreye alır veya çıkarır.

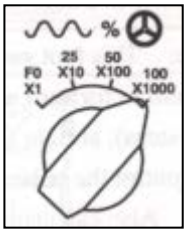
7.2. Manuel Operasyon

7.2.1. Referans Noktasına Dönüş (ZRN)

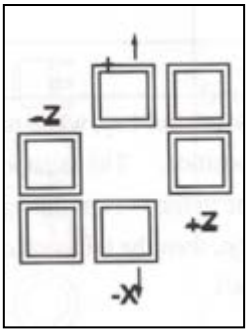
a. Jog modu seçilir. (Şekil 1)
b. Rapid Override fonksiyonu şekil 2 deki gibi ayarlanır.
c. Yön tuşları yardımı ile (+X ve +Z) işlem tamamlanır (Şekil 3).



1



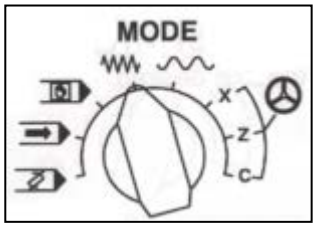
2



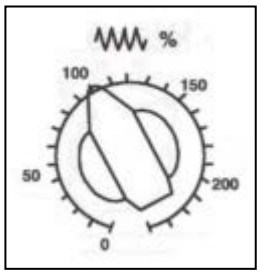
3

7.2.2. Jog modunda ilerleme

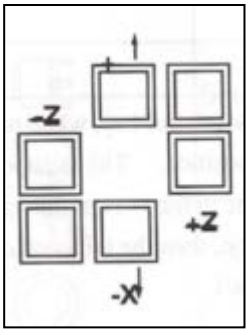
a. Jog modu seçilir.
b. Feedrate Override modu şekil 2 deki gibi ayarlanır.
c. Yön tuşları yardımı ile (+X/-X ve +Z/-Z) işlem tamamlanır (Şekil 3).



1



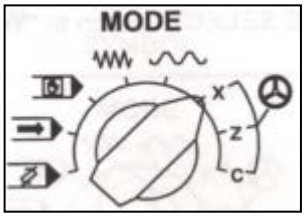
2



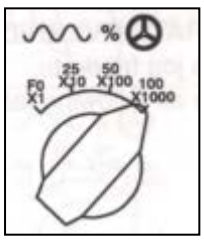
3

7.2.3. El Çarkı Kullanımı

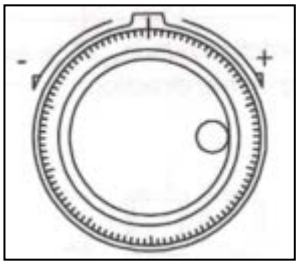
a. Mode select kısmından handle seçilir. Bu kısımdan X ve Z eksenlerinden biri seçilir.
b. Rapid Override fonksiyonu istenen hızda ayarlanır.
c. El çarkını çevirmek suretiyle seçilen eksenler hareket ettirilir. (+ yön aynadan uzaklaşır.)



1



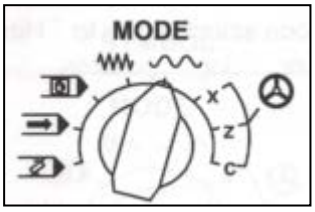
2



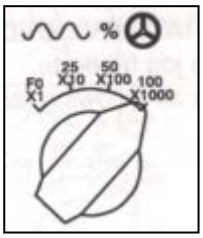
3

7.2.4. Rapid Feed (Boşta hızlı hareket ettirme)

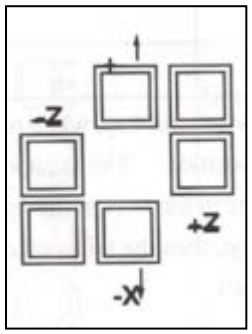
a. Jog modu seçilir.
b. Rapid Override fonksiyonu istenen hızda ayarlanır.
c. Yön tuşları yardımı ile (+X/-X ve +Z/-Z) işlem tamamlanır.



1



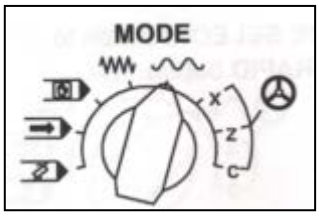
2



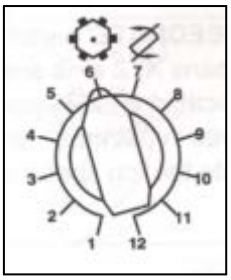
3

7.2.5. Manuel Takım Değiştirme

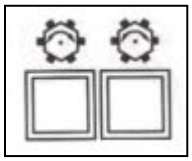
Yandaki işlemler sırasıyla uygulanırsa manuel takım değiştirilmiş olur. En sondaki resim tezgah klavyesi üzerinde farklı yerlerde bulunan index tuşlarını simgelemektedir. Sağda ve solda bulunan bu tuşlara birlikte basılırsa takım değişir.
Bu şekilde tareti döndürme takım takmak için kullanılır.



1



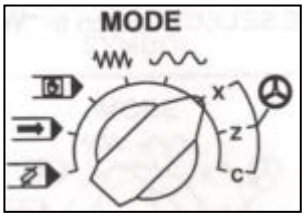
2



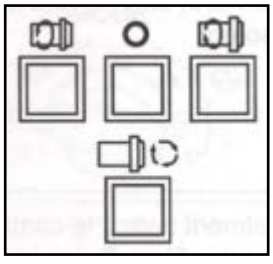
3

7.2.6. Manuel Devir Verme

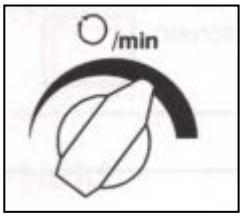
Aşağıdaki işlemler sırasıyla uygulanırsa manuel devir verilmiş olur. Bu şekilde iş parçası üzerinden Manuel talaş kaldırabiliriz. Tareti al çarkı yardımı ile hareket ettirebileceğimizi unutmayalım.



1



2



3

7.3. Probe ile Takım Sıfırlama

1. Tezgâh MDI moduna alınır.
2. Program tuşuna basılır.
3. Sıfırlamak istediğimiz takım yazılır. (T0101)
4. EOB
5. İnsert tuşuna basılır.
6. Sycle Start tuşuna basılır. Böylece yazmış olduğumuz takım konumlanır.
7. Mode Select kısmından Handle konumuna geçilir.
8. Probe kolu indirme tuşuna basılır.
9. El çarkı yardımı ile kesici takım probe yaklaşılır. 2–3 mm kadar yaklaşıldığında Rapid Override kısmından ilerleme değeri düşürülür.
10. Kesici takım probe yavaşça değdirilir. Değince probe üzerinde kırmızı ışık yanar.
11. Aynı kesiciyi diğer eksende de sıfırladıktan sonra güvenli mesafeye çekilir.
12. Taret üzerindeki tüm takımlar için bu işlem tekrar edilir.

7.4. Probe Olmadan Takım Sıfırlama

Tezgaha Manuel devir verilir. El çarkı yardımı ile parçanın alnından temiz paso alınır.

Klavyeden Ofset tuşuna basılır. Ekranın altından Geom tuşuna basılır. Sıfırlanacak takımın Z kısmına gelinir. Z 0 . (Zet sıfır nokta) ekranın altından Measure basılır.

Sonra parçanın dış çapı tornalanır. Z ekseninde geri çekilir.

Stop ayna durdurulur. Ölçülür. Sıfırlanacak takımın X kısmına gelinir. Ölçülen çap yazılır. (X 23 . Measure)

7.5. İş Parçası Sıfırlama

Tezgâh MDI konumuna alınır. Sıfırlamak istediğimiz master takım çağrılır. (Genelde 1. takım)

T0101 EOB → İnsert → Sycle Start →

Daha sonra handle moduna alınır. El ile Manuel devir veririz. Takımı el çarkı yardımı ile parçanın alnına değdir.

Klavyeden Ofset tuşuna basılır. Ekranın altından Work'e basılır. G54 değeri üzerine gelinir. Klavyeden Z 0 . (Zet sıfır nokta) yazılır. Ekranın altındaki Measure basılır.

Bu nokta bu andan itibaren iş parçası sıfır noktasıdır. Taret el çarkı yardımı ile güvenli mesafeye çekilir.

Tezgâh reset tuşuna basılarak durdurulur.

Taret üzerindeki diğer takımları iş parçası için sıfırlamaya gerek yoktur. Çünkü daha önce takımları sıfırladığımızdan sistem tüm takımların konumunu bilmektedir. İş parçası sıfırında ise; sıfırlanan takımın Z ölçüsü ne kadar değişti ise CNC tezgâhı diğer takımları da o kadar değiştirecektir.

7.6. Tezgâha Program Yazma

1. Tezgâh Edit Moduna alınır.
2. Tezgâhta olmayan bir program numarası başında O olacak şekilde (O12 vb.) yazılır.
3. Klavyeden Insert tuşuna basılır.
4. EOB ve tekrar Insert tuşlarına basılır.

   Bu şekilde yeni program yazılımına başlanmış olur. Devam eden satır yazılıp EOB , Insert tuşlarına basılır.

7.7. Tezgâhtaki Programı Silme

Tezgâh edit moduna alınır.
Program üzerindeki silinecek program numarası yazılır.
Delete tuşuna basılır.
Ekranın altından exec tuşuna basılır.

7.8. Karttan Tezgâha Program Atma

1.Edit
2. Ekranın altından DIR
3. Operat
4. Sağ tuş
5. F İnput
6. 04 (listesindeki 4 nolu satırda bulunan programın seçildiği anlamına gelir.)
7. F set
8. 0051 (tezgaha atıldığında alacağı ismi ifade eder.)
9. O Set
10. Exec

7.9. Tezgahtan Karta Program Atma

Atılacak program çağrılır.
DIR
OPRT
Sağ tuş
F Output
Exec

BÖLÜM IIIV

8. CNC TORNA TEZGÂHLARININ PROGRAMLANMASI

8.1. G00 Boşta Hızlı Hareket

G00 Komutu, boşta hızlı hareket ile takımın iş parçası üzerinde mutlak (Absolute) veya eklemeli (Incremental) komutlarla belirlenmiş noktaya hareket etmesini sağlar.

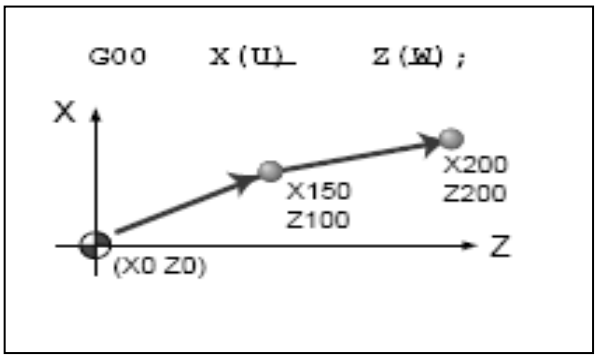
Mutlak komutlarda, varış noktasının koordinat değerleri programlanır.

Eklemeli komutlarda ise, kesicinin hareket mesafesi programlanır.

Komutun formatı aşağıdaki gibidir.

G00 X... Z...

Örnek:



Mutlak

G00 X150.0 Z100.0

X200.0 Z200.0

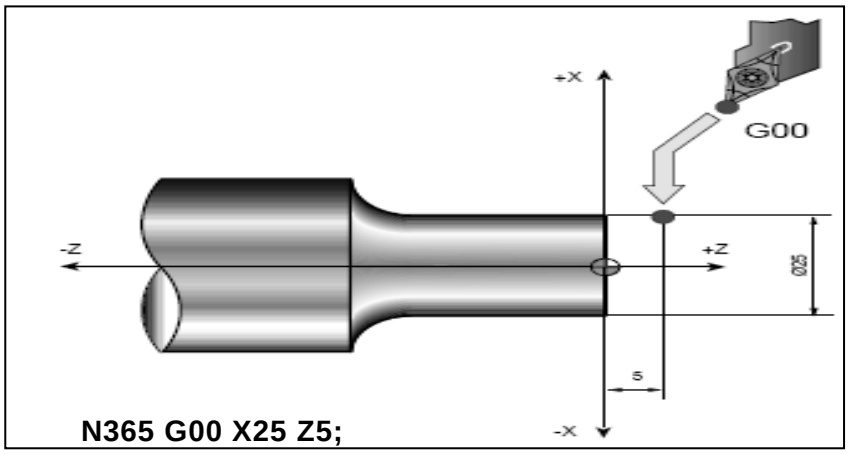
Artımsal

G00 U150.0 W100.0

U50.0 W100.0

Şekil 8.1: Eklemeli ve mutlak hareket

G00 komutu kullanıldığında talaş kaldırılmaz. Bu G kodu ile yazılan eksenlerde maksimum hızda ilerler. F değerleri ile girilen değerler dikkate alınmaz. G00 hızı üretici tarafından belirlenir ve çoğu zaman makine sabiti olarak kumandada hafızalıdır. Bu hız tezgâhın hızı ve tahrik gücüne göre 3 ile 15 m/dak. arasındadır.



Şekil 8.2: Mutlak ölçülendirme

8.2. G01 Doğrusal Kesme

G01 Komutu, takımın F ile gösterilen belirli bir ilerleme hızı ile tanımlanmış pozisyona bir doğru boyunca hareket etmesini sağlar.

Doğrusal kesme hareketi, takımın iş parçası üzerinde mutlak veya eklemeli komutlarla belirlenmiş noktaya belirli bir F ilerleme hızı ile talaş kaldırarak hareket etmesini sağlar.

G01 komutu, program satırlarında alt alta kullanıldığında, diğer satırlarda kullanılmasına gerek yoktur. Bu durum kullanılan G00, G02, G03 veya çevrim komutlarına kadar devam eder. Aynı durum G00 komutu için de geçerlidir.

F: İlerleme hızı olup birimi mm/dak veya mm/devir olarak seçilir. Eğer programda **G99** kullanılmış ise ilerleme birimi **mm/devir**, **G98** seçilmiş ise **mm/dak**. olarak kullanılacağını gösterir.

Komutun kullanımı:

G01 X… Z… F…

Örnek:

Mutlak

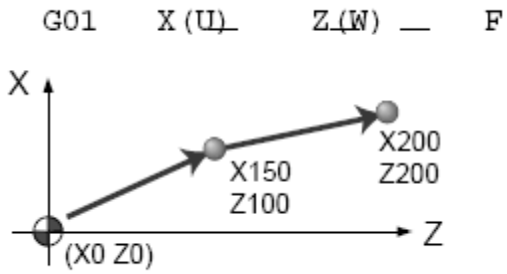
G01 X150.0 Z100.0 F0.2 :

X200.0 Z200.0 :

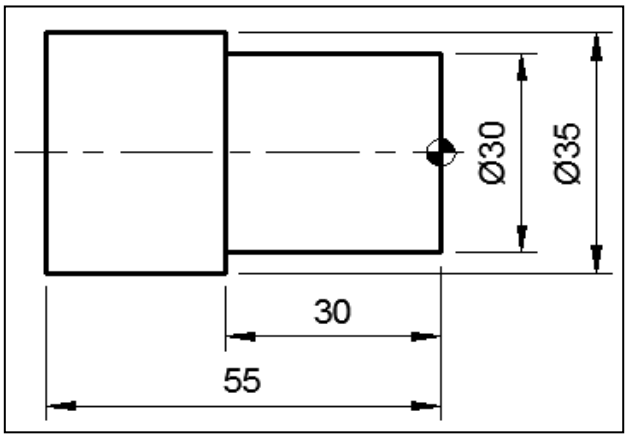
Eklemeli

G01 U150.0 W100.0 F0.2 :

U50.0 W100.0 :



ÖRNEK 1:

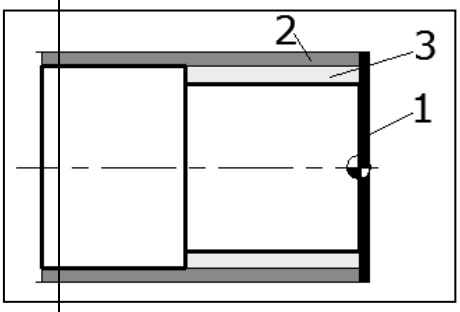


Şekil 8.3: G01 için örnek iş parçası

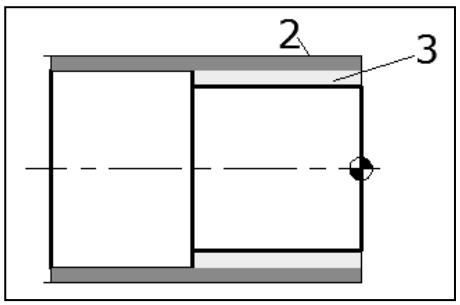
Ham malzeme ölçüleri: Ø36 TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem

:O0001;	Program numarası
N315 G54;	İş parçası referans noktasının programa tanıtılması
N320 T0101;	Bir nolu kesici
N325 G99 F0.25	İlerleme mm/devir olarak ayarlanır. 1 dönüşte 0.25 mm

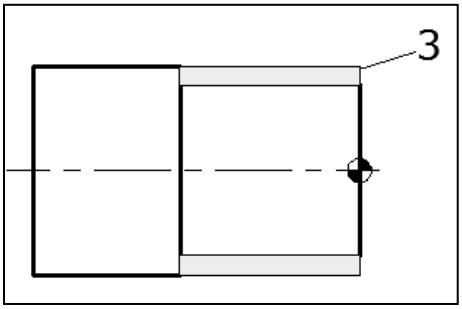
N330 G50 S1800;	Maksimum devir sayısı
N335 G96 S100 M03;	Kesme hızı m/dak. Ayna dönüş yönü saat yönü CW
N340 G00 X37 Z0 M08;	Boşta (hızlı hareket) çap 37, Z sıfıra git. Suyu aç
N345 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N350 G00 X35 Z3;	Boşta çap 35, Z 3'e git.
N355 G01 Z–55;	Boy 55 mm tornalama
N360 G01 X37;	Çap 37 mm ye git.
N365 G00 Z3;	Parçanın 3 mm dışına çık.
N370 G00 X30;	Çap 30 mm ye in.
N375 G01 Z–30;	Boy 30 mm tornalama.
N380 G01 X36;	Çap 36 mm ye çık.
N385 G00 X200 Z200;	Takımın emniyetli mesafeye çekilmesi
N390 M05 M09;	M05:Tezgâhın durdurulması M09:Soğutma suyunun kapatılması
N395 M30;	Programın sonlandırılarak başa dönülmesi



Yukarıda verilen iş parçasının işlenmesi için resimde gösterilen bölgeler sırayla işlenmelidir.
1 nolu işlem alın tornalama işlemidir. N345 nolu satırda alın tornalama yapıldı.

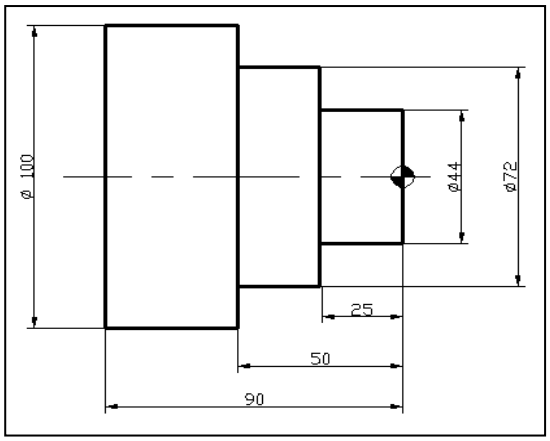


Sonra Ø35 Z 3 mm ye çıkıldı. (N350)
2 nolu boy Z- 55 mm tornalandı. (N355)
Ø37 mm çıkıldı. (N360)
Z3 mm dışarı çıkıldı. (N365)

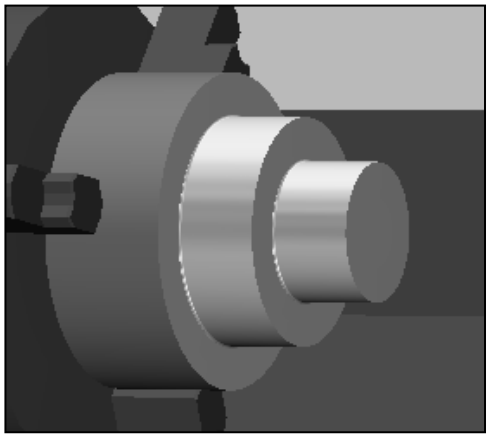


Sonra Ø30 inildi. (N370)
3 nolu boy Z- 30 mm tornalandı. (N375)
Ø36 mm çıkıldı. (N380)
Parçadan uzaklaşıldı. (N385)

ÖRNEK 2:



Şekil 8.4: G01 için örnek iş parçası



Şekil 8.5: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: Ø102x92 mm TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem

:O0002;	Program numarası
N315 G54;	İş parçası referans noktasının programa tanıtılması
N320 T0101;	Bir nolu kesici
N325 G99 F0.25	İlerleme mm/devir olarak ayarlanır. 1 dönüşte 0.25 mm
N330 G50 S1800;	Maksimum devir sayısı

N335 G96 S100 M03;	Kesme hızı m/dak. Ayna dönüş yönü saat yönü CW
N330 G00 X105 Z0 M08;	Boşta (hızlı hareket) çap 105, Z sıfıra git.
N335 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N340 G00 X95 Z3;	Boşta çap 95, Z 3'e git.
N345 G01 Z–50;	Boy 50 mm tornalama
N350 G00 Z3;	Parçanın 3 mm dışına çık.
N355 G00 X90;	Çap 90 mm ye git
N360 G01 Z–50;	Boy 25 mm tornalama
N365 G00 Z3;	Parçanın 3 mm dışına çık.
N370 G00 X85;	Çap 85 mm ye git
N375 G01 Z–50;	Boy 50 mm tornalama
N380 G00 Z3;	Parçanın 3 mm dışına çık.
N385 G00 X80;	Çap 80 mm ye git
N390 G01 Z–50;	Boy 50 mm tornalama
N395 G00 Z3;	Parçanın 3 mm dışına çık.
N400 G01 X75;	Çap 75 mm ye git
N405 Z–50;	Boy 50 mm tornalama. Doğrusal kesme komutu üst satırdan aktif olduğu için bu satırda tekrarlanmadı
N410 G00 Z3;	Parçanın 3 mm dışına çık.
N415 G00 X72;	Çap 72 mm ye git
N420 G01 Z–50;	Birinci kademe olan çap 72 mm nin tornalanması
N425 X100;	Çap 100 mm ye doğru alın tornalama
N430 G00 Z3;	Parçanın 3 mm dışına çık.
N435 G00 X67;	Çap 67 mm ye git.
N440 G01 Z–25;	Çap 44 mm nin tornalanmaya başlanması
N445 G00 Z3;	
N450 G00 X62;	
N455 G01 Z–25;	Boy 25 mm tornalama
N460 G00 Z3;	
N465 X57;	
N470 G01 Z–25;	Boy 25 mm tornalama
N475 G00 Z3;	
N480 X52;	
N485 G01 Z–25;	Boy 25 mm tornalama
N490 G00 Z3;	
N495 X47;	
N500 G01 Z–25;	Boy 25 mm tornalama
N505 G00 Z3;	
N510 X44;	İkinci kademe olan çap 44 mm nin tamamlanması
N515 G01 Z–25;	
N520 X73;	İkinci kademe alnının tornalanması
N525 G28;	Takımın emniyetli mesafeye çekilmesi
N530 M05 M09;	M05:Tezgâhın durdurulması M09:Soğutma suyunun kapatılması
N535 M30;	Programın sonlandırılarak başa dönülmesi

İşlem sırası

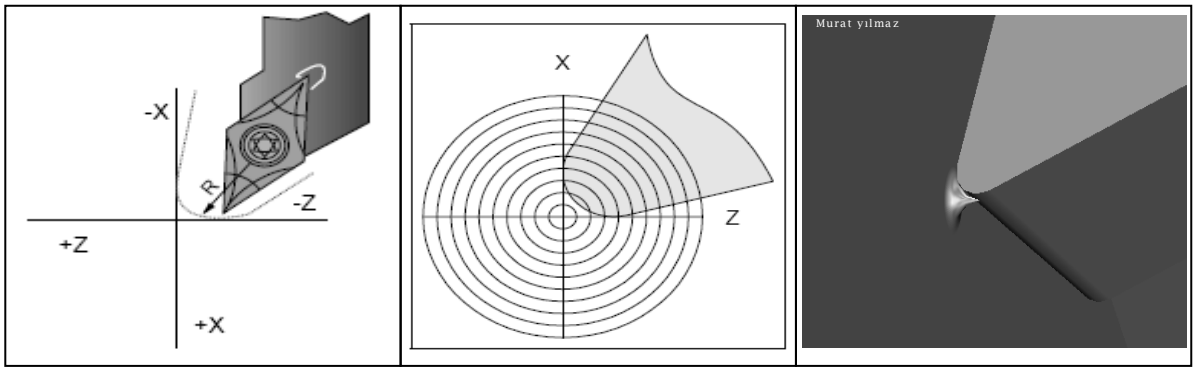
İlk olarak alın tornalama işlemi gerçekleştirildi. Bu işlem programımızda

N335 G01 X–1.6;

satırıyla uygulanmıştır. Normal şartlarda X parametresinin değeri 0(sıfır) olmalıydı. Fakat kesici takımların uçları teorikte olduğu gibi düz kenarlı değil daireseldir. Kesicinin bu geometrisini dikkate almadan program satırını

N335 G01 X0;

şeklinde yazarsak iş parçasının ortasında meme bırakacaktır.



a **b** **c**

Şekil 8.6: İş parçasının merkezinin işlenmesi

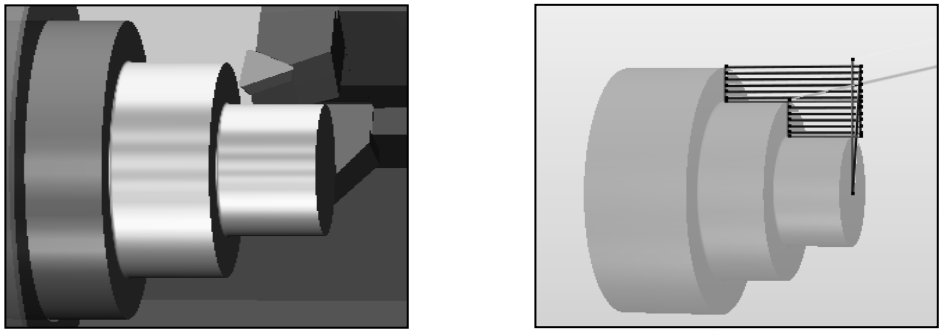
Bu nedenle kesicinin ucundaki radyüs değerinin iki katı kadar – (negatif) değer verilerek program yazılmalıdır. Bizim örneğimizde kalem ucu radyüs değeri 0.8 mm olduğu için alın tornalama program satırını **N335 G01 X–1.6** şeklinde yazdık. Bu değeri biraz daha fazla da yazabilirdik (–2).

a **b**

Şekil 8.7: Ø72, boy 50 mm.nin işlenmesi

Ø72, boy 50 mm.nin tornalanması işlemi gerçekleştirildi. Bu işlem programda 340 ve 430 nolu satırlar arasında yazılmıştır. Sağ üst taraftaki şekilde boy 50 mm. gösterilen her bir çizgi verilen pasoları temsil etmektedir.

Ø44, boy 25 mm.nin tornalanması işlemi gerçekleştirildi.

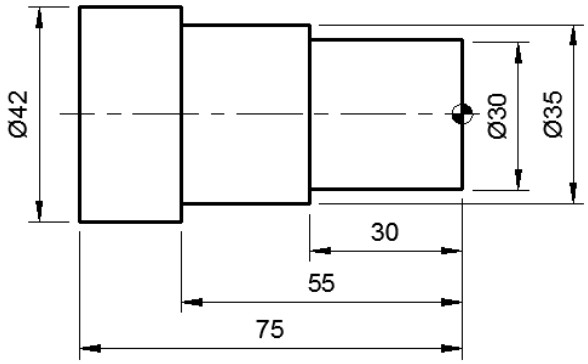


a **b**

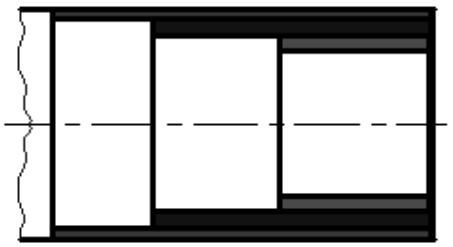
Şekil 8.8: Ø44, boy 25 mm.nin tornalanması işlemi

CNC programlamanın doğru olması için komutların doğru kullanımı yetmez. Aynı zamanda işlem sırasının da doğru olması gerekmektedir.

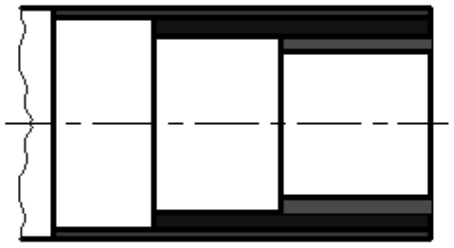
ÖRNEK 3:



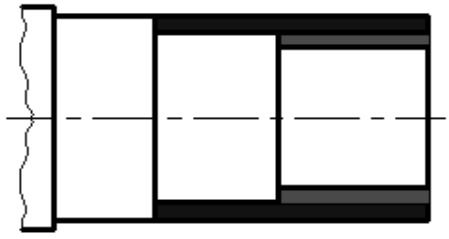
Yandaki iş parçasını işleyebilmek için işlem sırası aşağıdaki gibidir.



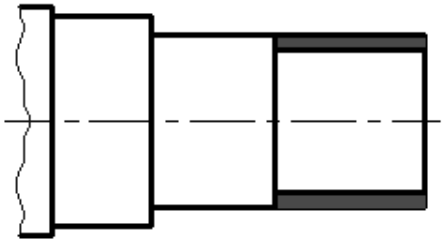
Alın tornalama işlemi yapıldı.



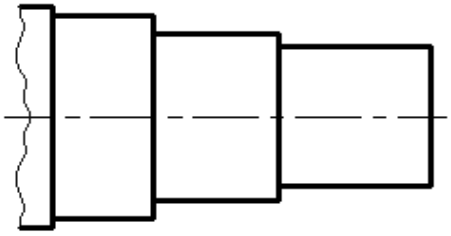
Ø42, boy 75 mm.nin tornalanması işlemi



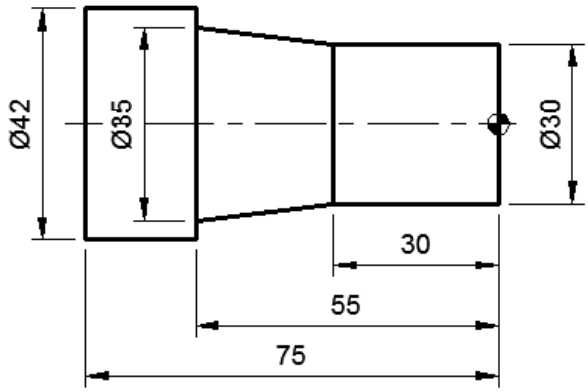
Ø35, boy 55 mm.nin tornalanması işlemi

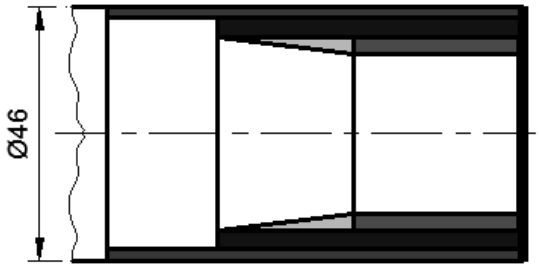


Ø42, boy 75 mm.nin tornalanması işlemi



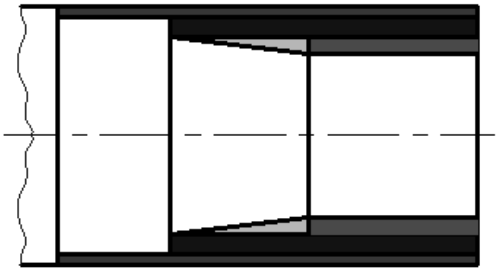
ÖRNEK 4:





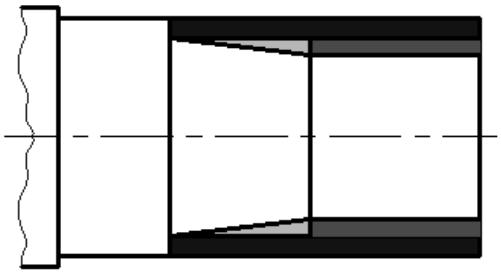
1

Talaş alınacak bölgeler



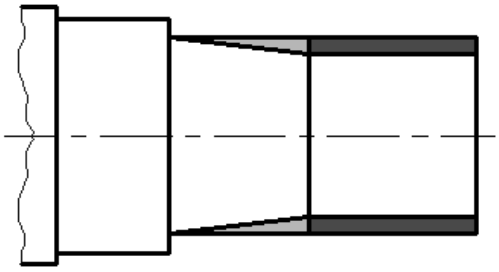
2

Alın tornalama uygulandı.



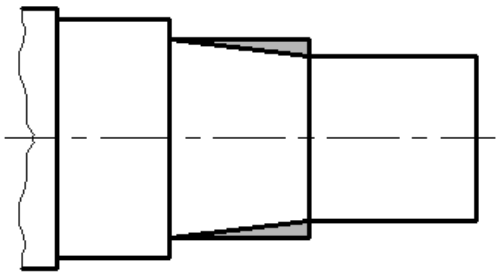
3

Çap 42 boy 75 mm tornalandı.

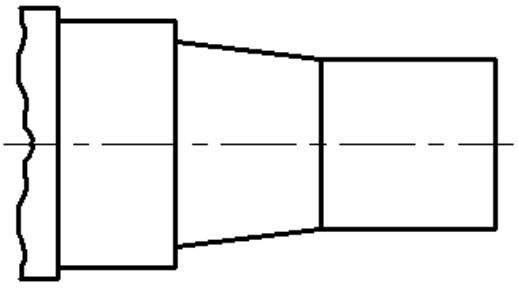


4

Çap 35 boy 55 mm tornalandı.



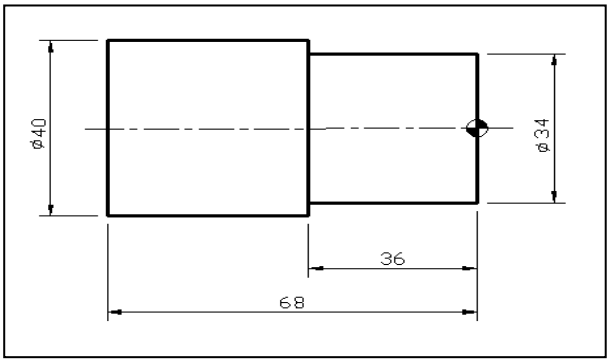
Çap 30 boy 30 mm tornalandı.



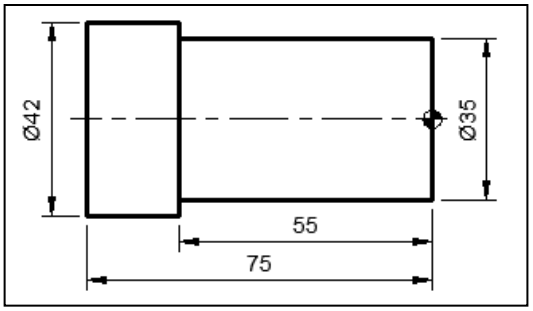
Kalan konik kısım tornalandı

UYGULAMA RESİMLERİ

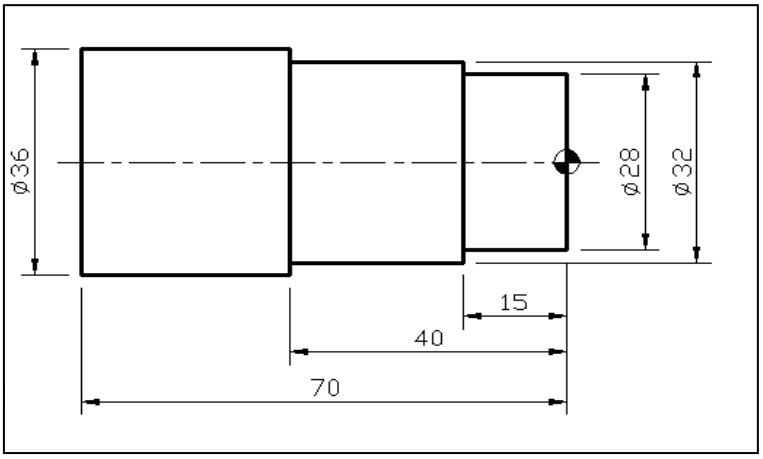
UYGULAMA 1:



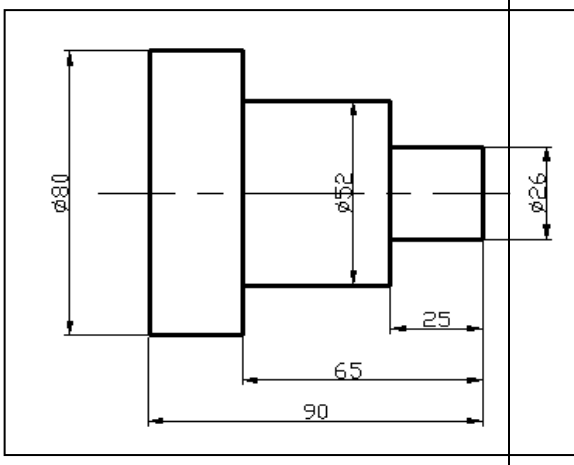
UYGULAMA 2:



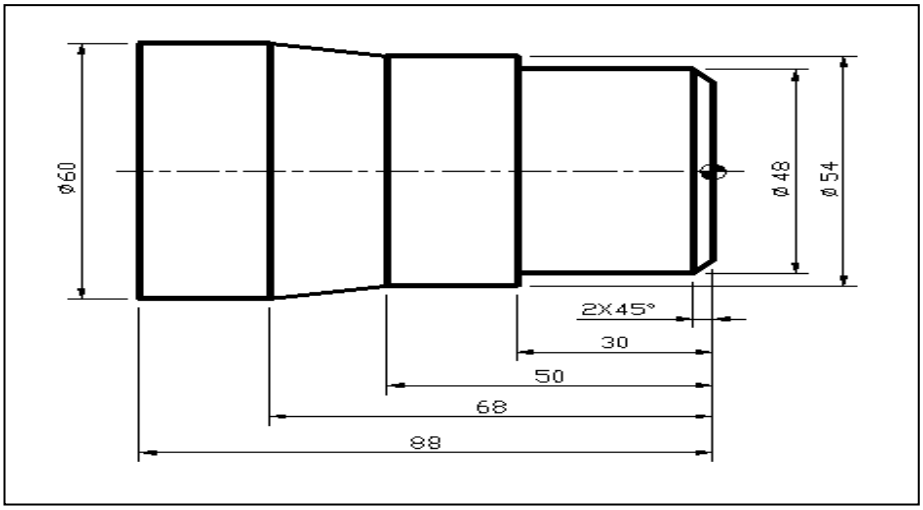
UYGULAMA 3:



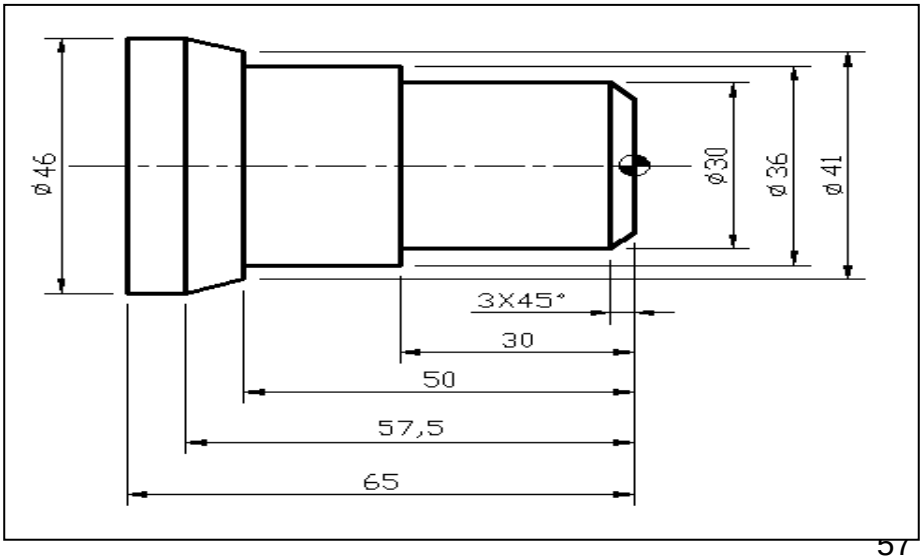
UYGULAMA 4:



UYGULAMA 5:

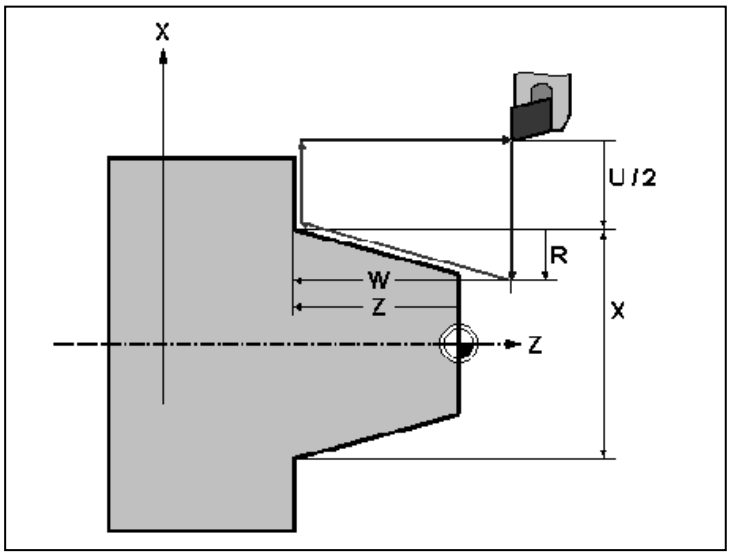


UYGULAMA 6:



8.3. G90 Boyuna Kesme Çevrimi

G90 çevrimi Z ekseninde silindirik ya da konik dış çap tornalama işlemlerinde kullanılır. Bu çevrim bir kaba tornalama çevrimidir. Yani temizleme pasosu gerektirmeyen iş parçalarında kullanılır. Tüm çevrimlerde olduğu gibi kesici takım talaş alma işleminden sonra çevrim başlangıcına tekrar döner.

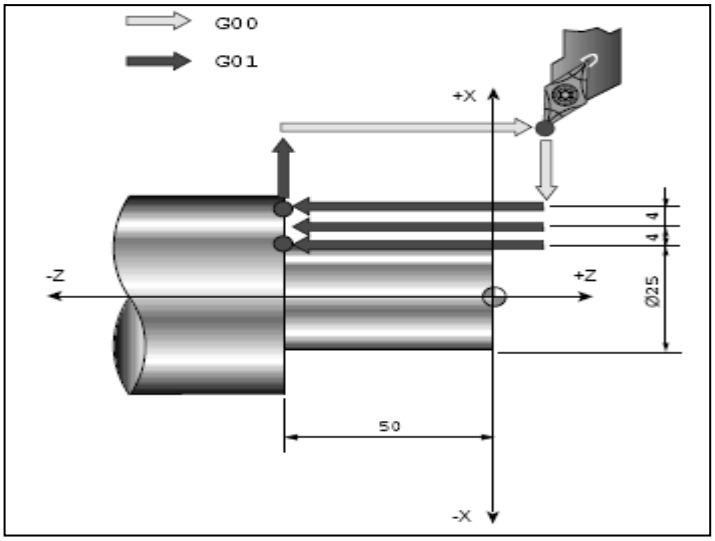


Şekil 8.9: G90 komutu ve parametreleri

Komutun kullanımı:

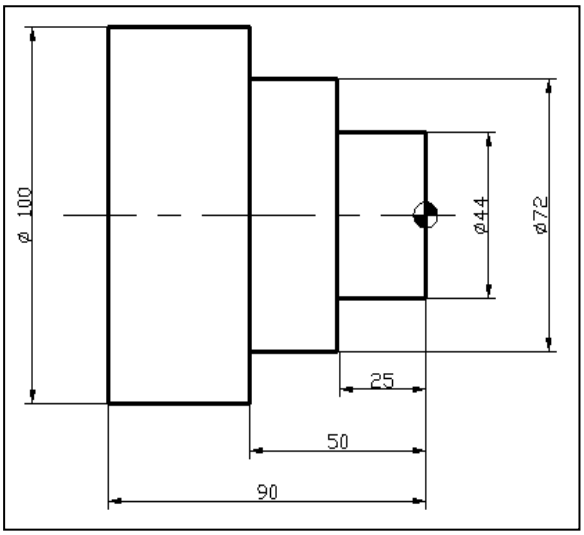
G90 X(U)… Z(W)… F… R…

X: Tornalanacak çap değeri
Z: Torna edilecek boy değeri
F: İlerleme
R: Konik derinliği mm (İş parçasında koniklik yoksa bu parametre kullanılmaz)

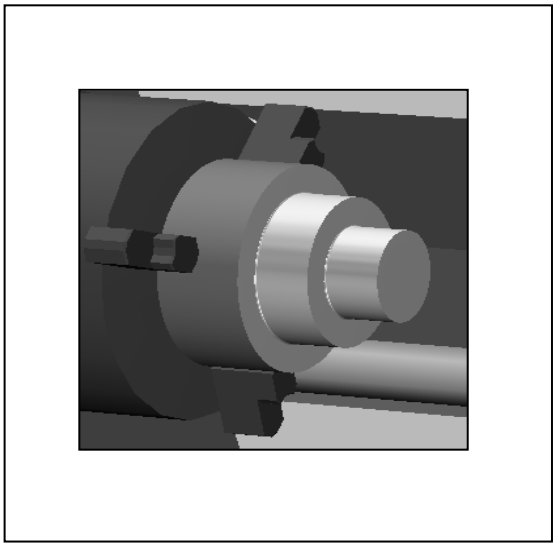


Şekil 8.10: G90 komutun çalışma şekli

ÖRNEK 5:



Şekil 8.11: G90 komutu için örnek parça

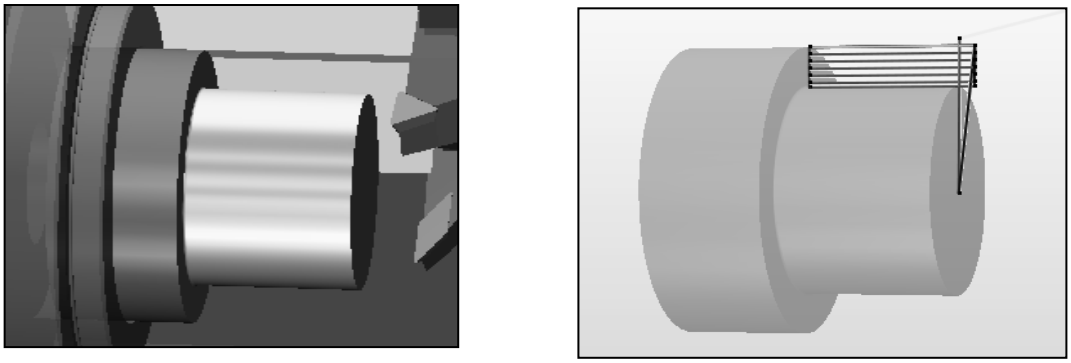


Şekil 8.12: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: ø 112x92 mm TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem

:0017;	Program numarası
G40 G0;	Program başlangıç komutları
G99;	İlerleme birimi mm/devir
N315 G50 S2500;	Maksimum devir 2500 dev/dak.
N320 G96 S200 F0.25 M04;	Kesme hızı sabit 200 m/dak. İlerleme 0.25 mm/dev. Tezgâh milini CCW yönde döndür.
N325 T0101 M08;	Bir nolu takım. Soğutma suyunu aç.
N330 G54;	İş parçası referans noktası aktif
N335 G00 X105 Z0;	Hızla çap 105, Z0'a git.
N340 G01 X-1.6;	Alın tornalama
N345 G00 X100 Z5;	Kesicimiz çap 100 ve Z 5 mm konumlandırıldı.
N350 G90 X95. Z-50. F0.25;	Çap 95 i, 50 mm boyda tornala. F0.25 ile.
N355 X90;	Her tornalama sonunda yeni çap değerini
N360 X85;	yazıyoruz.
N365 X80;	50 mm boyu tekrar yazmamıza gerek
N368 X75;	kalmıyor.
N370 X72;	Tornalayacağımız son çap ölçüsünü girdikten sonra,
N375 G00 X72 Z5;	direk olarak yeni komutu çalıştırıyoruz.
N380 G90 X67 Z-25 F0.25;	İkinci kademenin tornalanması
N385 X62;	Her tornalama sonunda yeni çap değerini
N390 X57;	yazıyoruz.
N395 X52;	25 mm boyu tekrar yazmamıza gerek
N400 X47;	kalmıyor.
N405 X44;	
N410 G28;	Otomatik referans noktasına dönüş.
N415 M05 M09;	Tezgâh milini durdur. Soğutma suyunu kapat.
N420 M02;	Program sonu.

İşlem sırası:

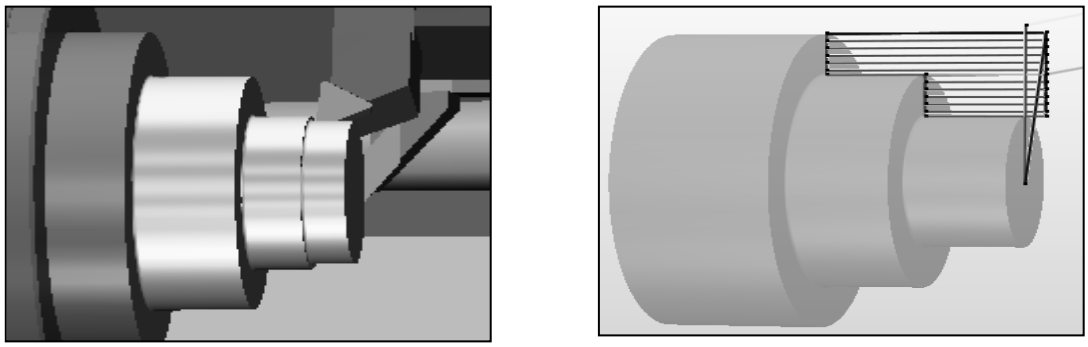


a **b**

Şekil 8.13: G90 komutu ile I. Kademenin tornalanması

N350 G90 X95. Z-50. F0.25;
N355 X90;
N360 X85;
N365 X80;
N368 X75;
N370 X72;
N375 G00 X72 Z5;

İlk aşamada çap 72, boy 50 mm. yi Tornaladık Yanda programı verilen boyuna tornalama çevriminin kesici hareketleri yukarıdaki resimde gösterildiği gibidir.



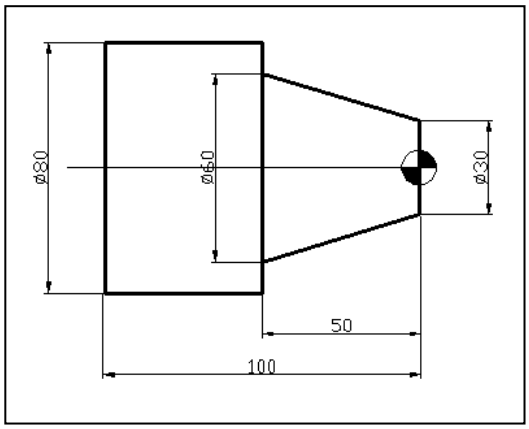
a **b**

Şekil 8.14: G90 komutu ile II. Kademenin tornalanması

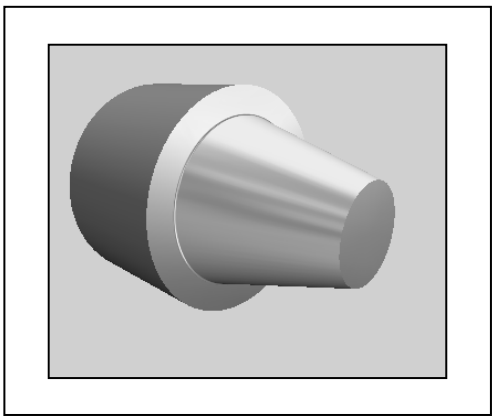
N380 G90 X67 Z-25 F0.25;
N385 X62;
N390 X57;
N395 X52;
N400 X47;
N405 X44;

İkinci aşamada çap 44, boy 25mm.'yi tornaladık. İkinci kısmın kesici hareketleri yukarıda olduğu gibidir.

ÖRNEK 6:



Şekil 8.15: G90 komutu için örnek parça

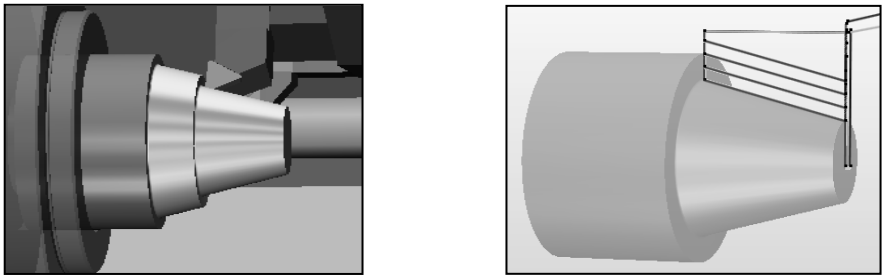


Şekil 8.16: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: ø 112x92 mm TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem

:006 ;	Program numarası
N315 G54;	İş parçası referans noktasının programa tanıtılması
N320 T0101;	Bir nolu kesici
N325 G99 F0.25	İlerleme mm/devir olarak ayarlanır. 1 dönüşte 0.25 mm
N330 G50 S1800;	Maksimum devir sayısı
N335 G96 S100 M03;	Kesme hızı m/dak. Ayna dönüş yönü saat yönü CW
N345 G00 X105 Z0 M08;	Hızla çap 105, Z0 ölçülerine git. Soğutma suyunu aç
N350 G01 X-1.6;	Alın tornalama
N355 G00 X100 Z2;	Hızla çap 100, boy +2 mm.ye git.
N360 G90 X90. Z-50. F0.2 R-7.5;	Boyuna kesme çevrimi. Konik derinliği 7.5 mm, Çap 90, boy 50 mm tornalama
N365 X80;	Çap 80 mm tornalama
N370 X70;	Çap 70 mm tornalama
N375 X60;	Çap 60 mm.yi tornalama
N380 G28;	Otomatik referans noktasına dönüş
N385 M05 M09;	Tezgâh milini durdur. Soğutma sistemini kapat
N390 M02;	Program sonu

İş parçasında koniklik olduğu için R koniklik değeri yazılmıştır.



a **b**

Şekil 8.17: G90 komutu ile konik tornalama

8.4. G02 Saat İbresi Dönüş Yönünde Eğrisel Hareket

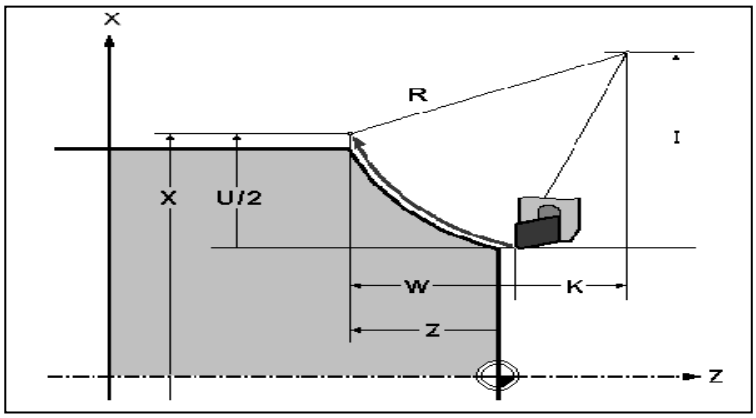
Makine ile üretimde sık sık dairesel kontürler ile karşılaşılmaktadır. Klasik tezgâhlarda dairesel kontürleri işleyebilmek için karmaşık ek donanımlar gerekirken (örneğin dairesel tabla, kopya tertibatı gibi) CNC – Tezgâhı bu görevleri problemsiz yerine getirir.

Bir dairesel hareket için şu bilgiler gereklidir:

Dönüş yönü. (G02 saat ibresi dönüş yönünde, G03 saat ibresi dönüş yönünün tersi yönünde.)

Daire bitiş noktası koordinatları (Hedef noktası)

Daire merkezi için yardımcı koordinatlar (İnterpolasyon parametreleri)



Şekil 8.18: G02 Komutun kullanımı ve parametreleri

Komutun kullanımı ve parametreler aşağıda açıklandığı gibidir.

G02 **X… Z… I… K… F…**
veya
G02 **X… Z… R… F…**

X : Eğrisel hareketin X eksenindeki bitiş noktası koordinatı

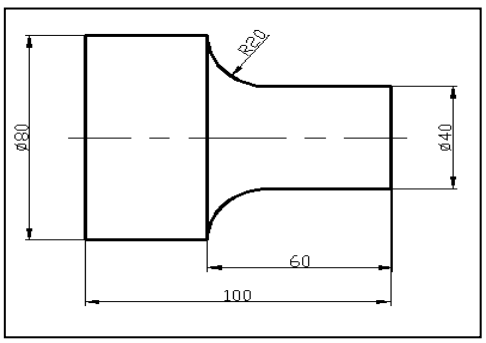
Z : Eğrisel hareketin Z eksenindeki bitiş noktası koordinatı

I : Kalemin daireye başlamadan önceki konumunun X ekseninde yay . merkezine olan uzaklığı.

K :Kalemin daireye başlamadan önceki konumunun Z ekseninde yay . merkezine olan uzaklığı.

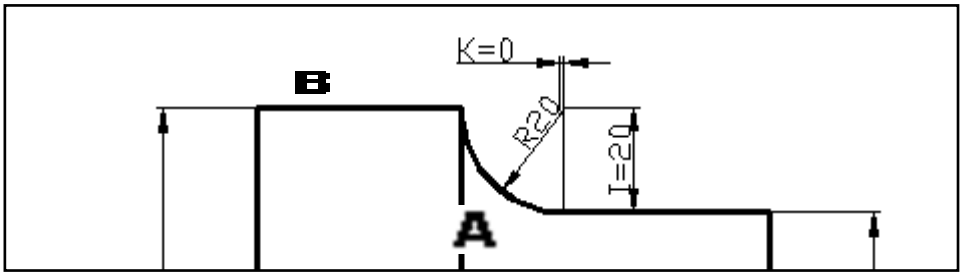
R :Eğrisel hareketin (yayın) yarıçapıdır.

Örnek :



Şekil 8.19: G02 Komutu için örnek resim

Bu örneğimizde de görüldüğü gibi kalem **A** noktasından **B** noktasına giderken saat ibresi dönüş yönünde hareket olduğu için **G02** komutu kullanılmalıdır.



Şekil 8.20: G02 Komutu için örnek resim

I = (Büyük çap – Küçük çap) / 2 dir.

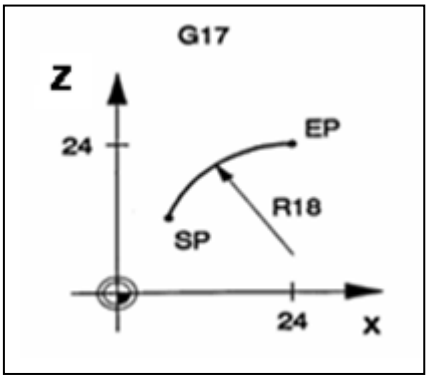
İkiye bölmemizin nedeni, kesici iş parçasının yarı ekseninde çalışmasıdır. Kesicimiz dış çaptan, merkeze kadar yarıçap ilerlemesine rağmen ölçü olarak çap değeri yazılır. Fakat (**I**) mesafesi yazılırken gerçekte almış olduğu yol yazılır.

Örneğimizde

I = (80 – 40) / 2 ⟹ I = 20 mm

G02 veya G03 komutunu kullanırken I ve K parametreleri kullanıldıysa R parametresinin kullanılmasına gerek yoktur. Eğer R parametresi kullanıldıysa I ve K parametresi yazılmaz. Eğer bu parametrelerin hepsi bir satırda yazıldıysa sadece R parametresi geçerlidir.

Örnek: Mutlak ölçülendirme



SP: Eğrisel hareketin başlangıç noktası

…

N50 G02 X24 Z24 I18 K0 F0.2

…

Veya

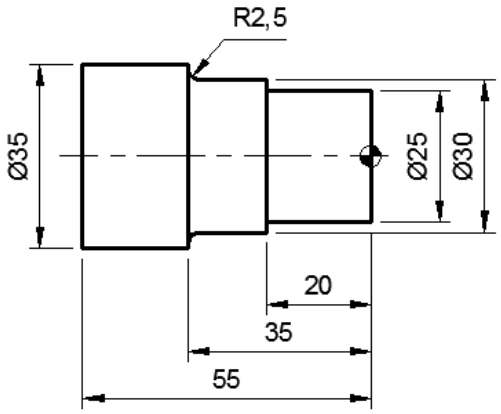
EP: Eğrisel hareketin bitiş noktası

…

N50 G02 X24 Z 24 R18 F0.2

…

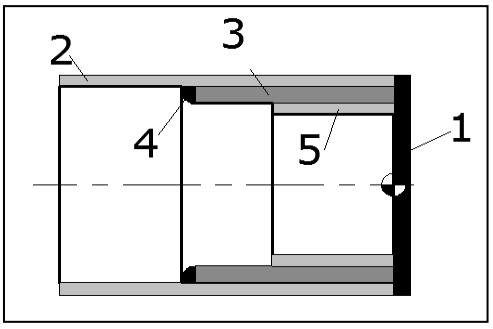
ÖRNEK 7:



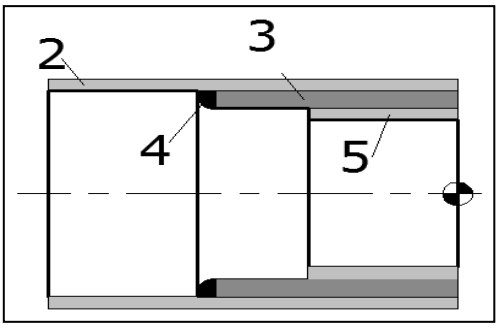
Şekil 8.21: G01 için örnek iş parçası

Ham malzeme ölçüleri: Ø36 TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem

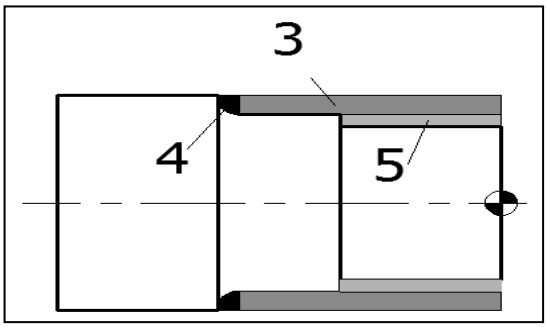
:O0001;	Program numarası
N315 G54;	İş parçası referans noktasının programa tanıtılması
N320 T0101;	Bir nolu kesici
N325 G99 F0.25	İlerleme mm/devir olarak ayarlanır. 1 dönüşte 0.25 mm
N330 G50 S1800;	Maksimum devir sayısı
N335 G96 S100 M03;	Kesme hızı m/dak. Ayna dönüş yönü saat yönü CW
N340 G00 X37 Z0 M08;	Boşta (hızlı hareket) çap 37, Z sıfıra git. Suyu aç
N345 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N350 G00 X35 Z3;	Boşta çap 35, Z 3'e git.
N355 G01 Z–55;	Boy 55 mm tornalama
N360 G01 X37;	Çap 37 mm ye git.
N365 G00 Z3;	Parçanın 3 mm dışına çık.
N370 G00 X30;	Çap 30 mm ye in.
N375 G01 Z–32.5;	Boy 32.5 mm tornalama.
N380 G02 X35 Z–35 R2.5	Saat yönünde eğrisel hareket
N385 G00 Z2;	Parçanın 2 mm dışına çık.
N390 G00 X25;	Çap 25 mm ye in
N395 G01 Z–20;	Boy 20 mm tornalama.
N400 G01 X31;	Çap 31 mm ye çık.
N405 G00 X200 Z200;	Takımın emniyetli mesafeye çekilmesi
N410 M05 M09;	M05:Tezgâhın durdurulması M09:Soğutma suyunun kapatılması
N415 M30;	Programın sonlandırılarak başa dönülmesi



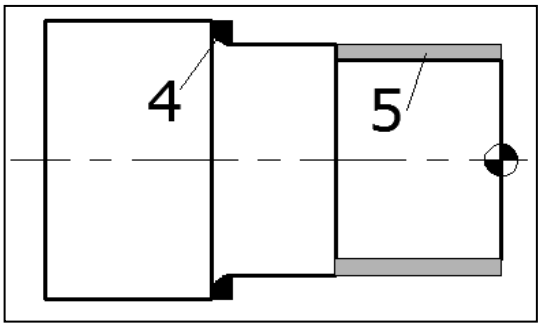
Yukarıda verilen iş parçasının işlenmesi için resimde gösterilen bölgeler sırayla işlenmelidir.
1 nolu işlem alın tornalama işlemidir.
N345 nolu satırda alın tornalama yapıldı.



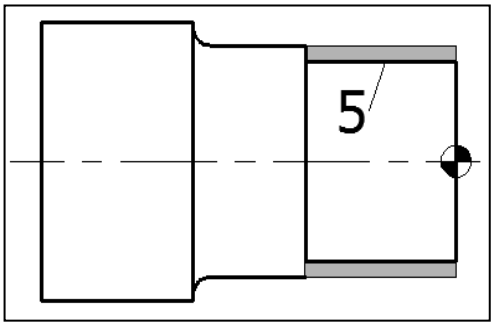
Sonra Ø35 Z 3 mm ye çıkıldı. (N350)
2 nolu boy Z- 55 mm tornalandı. (N355)
Ø37 mm çıkıldı. (N360)
Z3 mm dışarı çıkıldı. (N365)

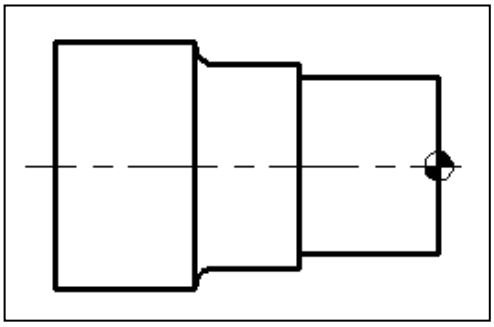


Sonra ø30 inildi. (N370)
3 nolu boy Z- 32.5 mm tornalandı. (N375)



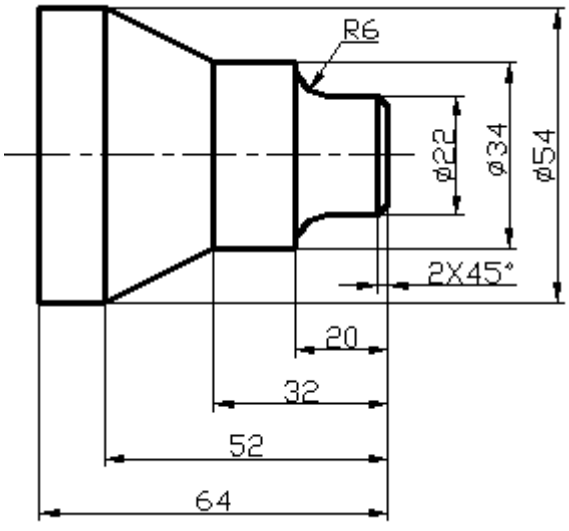
4 nolu bölge
N380 G02 X35 Z–35 R2.5
Satırıyla işlendi. N385 nolu satırla 2 mm dışarı çıkıldı.



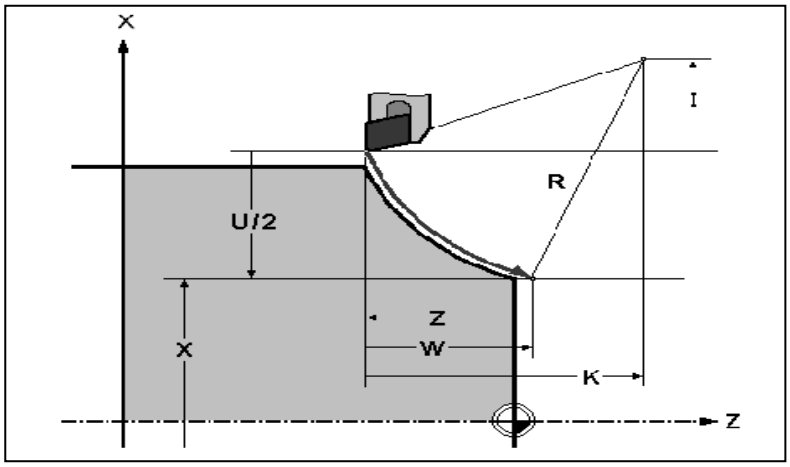


Sonra Ø25 inildi. (N390)
5 nolu boy Z- 20 mm tornalandı. (N395)
Ø31 mm çıkıldı. (N400)
Parçadan uzaklaşıldı. (N405)

UYGULAMA 7



8.5. G03 Saat İbresinin Tersi Yönünde Eğrisel Hareket



Şekil 8.22:Komutun kullanımı ve parametreleri

Komutun kullanımı ve parametreler aşağıda açıklandığı gibidir.

G03 X... Z... I... K... F...

Veya

G03 X... Z... R... F...

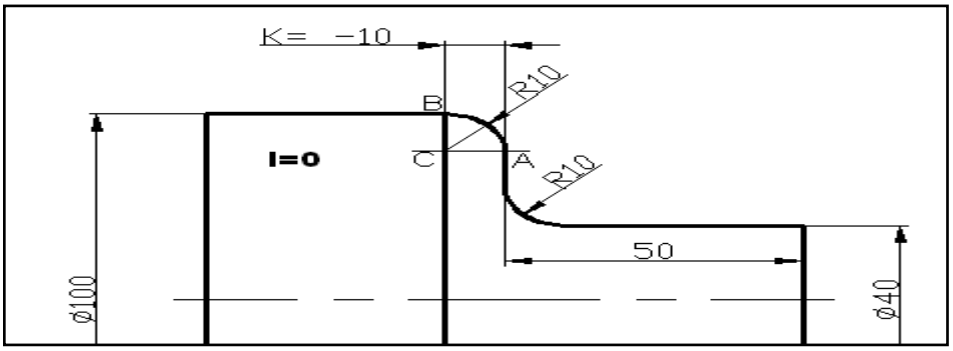
X **:** Eğrisel hareketin X eksenindeki bitiş noktası koordinatı

Z : Eğrisel hareketin Z eksenindeki bitiş noktası koordinatı

I :Kalemin daireye başlamadan önceki konumunun X ekseninde yay merkezine olan uzaklığı. . .

K :Kalemin daireye başlamadan önceki konumunun Z ekseninde yay merkezine olan uzaklığı.

R :Eğrisel hareketin (yayın) yarıçapıdır.



Şekil 8.23: G03 Eğrisel harekette kullanılan I ve K parametreleri

A noktasında bekleyen kesicimiz, B noktasına doğru R=10 mm köşe yuvarlatmasını yapabilmesi için saat ibresinin tersi yönde (CWW) hareket etmesi gerekir. Bunun için G03 komutunu kullanmamız gerekir. Hemen ardından gideceği nokta olan B noktasının koordinatlarını yazıyoruz. Bundan sonra I ve K parametrelerini veya sadece R değerini yazıyoruz.

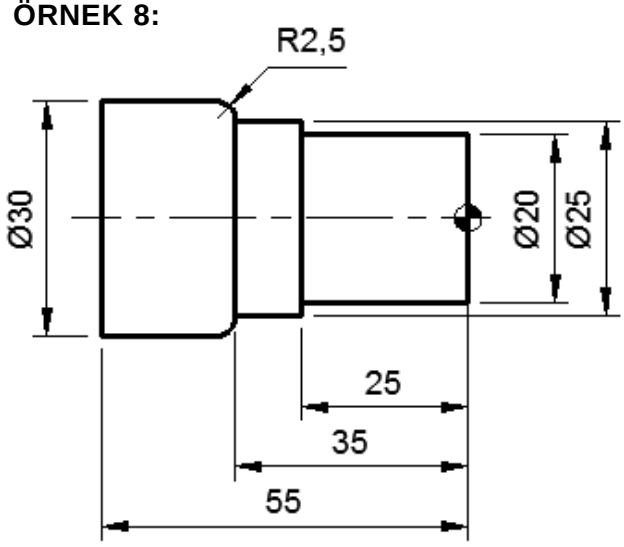
I değeri; kalem ucu (A) ile yay merkezi (C) arasında X ekseni yani çaptaki mesafeydi. Örneğimizde bu değerin sıfır olduğunu görüyoruz.

K değeri; kalem ucu (A) ile yay merkezi (B) arasında Z ekseni yani boydaki mesafeydi. Örneğimizde bu değerin 10 mm olduğunu görüyoruz.

Şimdi bu örneğimizdeki G03 komut satırını hem eklemeli hem de mutlak olarak yazalım.

Mutlak	**Eklemeli**
N355 G03 X100 Z–60 I0 K–10 F0.2	**N355 G03 U20 Z–10 I0 K–10 F0.2**
Veya	Veya
N355 G03 X100 Z–60 R10 F0.2	**N355 G03 U20 Z–10 R10 F0.2**

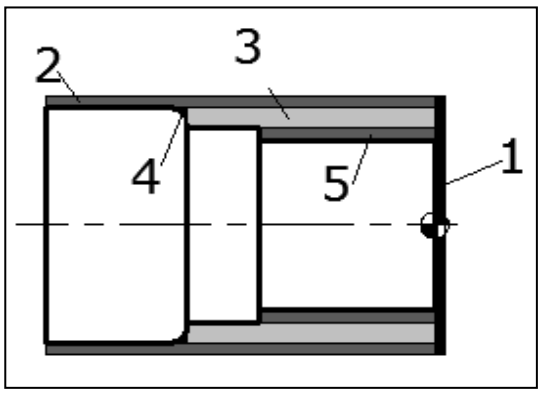
ÖRNEK 8:



Şekil 8.24: G01 için örnek iş parçası

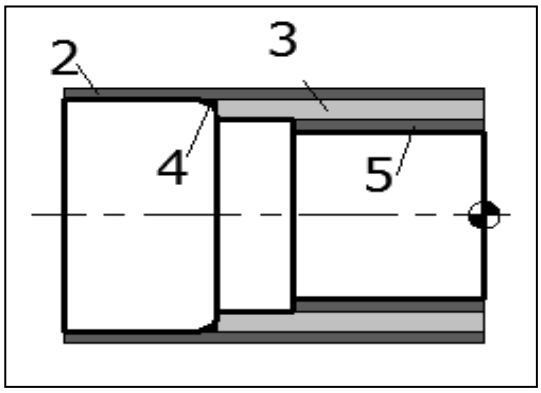
Ham malzeme ölçüleri: Ø32 TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem

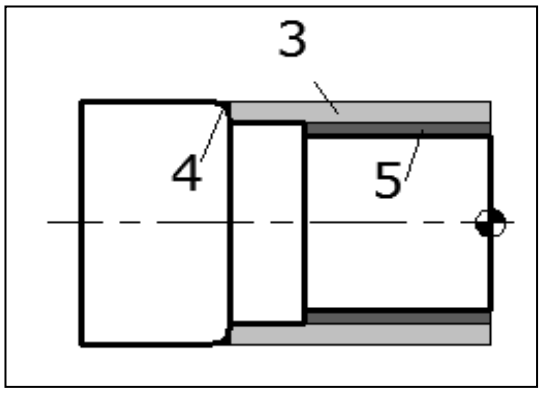
:O0001;	Program numarası
N315 G54;	İş parçası referans noktasının programa tanıtılması
N320 T0101;	Bir nolu kesici
N325 G99 F0.25	İlerleme mm/devir olarak ayarlanır. 1 dönüşte 0.25 mm
N330 G50 S1800;	Maksimum devir sayısı
N335 G96 S100 M03;	Kesme hızı m/dak. Ayna dönüş yönü saat yönü CW
N340 G00 X33 Z0 M08;	Boşta (hızlı hareket) çap 33, Z sıfıra git. Suyu aç
N345 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N350 G00 X30 Z3;	Boşta çap 30, Z 3'e git.
N355 G01 Z–55;	Boy 55 mm tornalama
N360 G01 X33;	Çap 33 mm ye çık.
N365 G00 Z3;	Parçanın 3 mm dışına çık.
N370 G00 X25;	Çap 25 mm ye in.
N375 G01 Z–35;	Boy 35 mm tornalama.
N380 G03 X30 Z–37.5 R2.5	Saat yönü tersi eğrisel hareket
N385 G00 Z2;	Parçanın 2 mm dışına çık.
N390 G00 X20;	Çap 20 mm ye in
N395 G01 Z–25;	Boy 25 mm tornalama.
N400 G01 X26;	Çap 26 mm ye çık.
N405 G00 X200 Z200;	Takımın emniyetli mesafeye çekilmesi
N410 M05 M09;	M05:Tezgâhın durdurulması M09:Soğutma suyunun kapatılması
N415 M30;	Programın sonlandırılarak başa dönülmesi



Yanda verilen iş parçasının işlenmesi için resimde gösterilen bölgeler sırayla işlenmelidir.

1 nolu işlem alın tornalama işlemidir. N345 nolu satırda alın tornalama yapıldı.



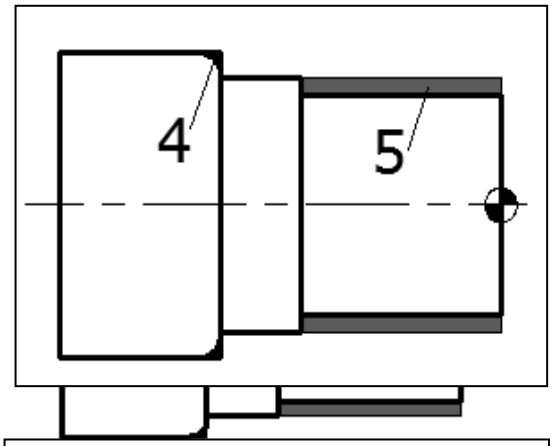


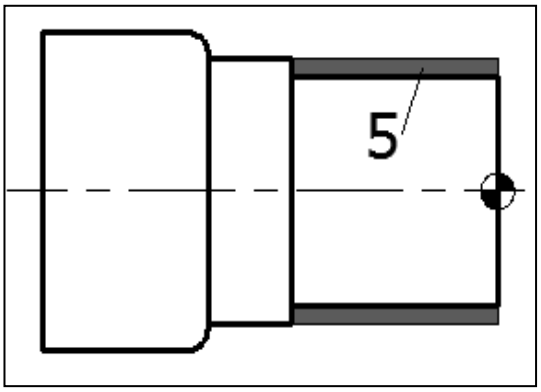
2 nolu bölgenin tornalanması

Sonra Ø30 Z 3 mm ye çıkıldı. (N350)
2 nolu boy Z- 55 mm tornalandı. (N355)
Ø33 mm çıkıldı. (N360)
Z3 mm dışarı çıkıldı. (N365)

3 nolu bölgenin tornalanması

Sonra Ø25 inildi. (N370)
3 nolu boy Z- 35 mm tornalandı. (N375)





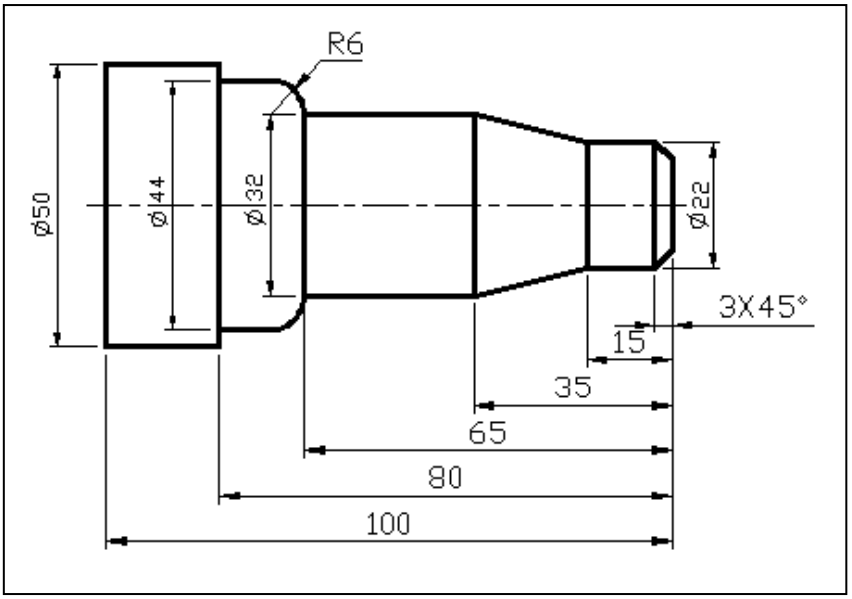
3 nolu bölgenin tornalanması

N380 G03 X30 Z–37.5 R2.5
Satırıyla işlendi. N385 nolu satırla 2 mm dışarı çıkıldı.

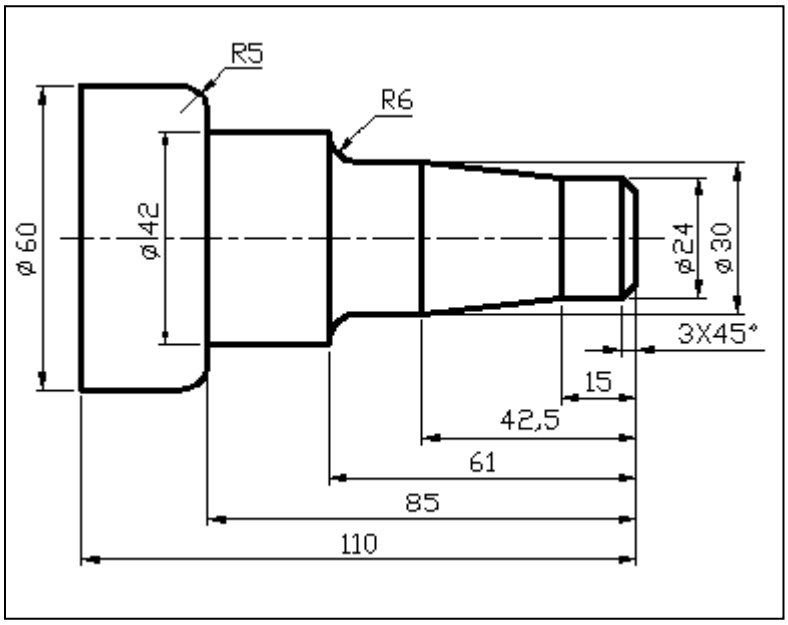
4 nolu bölgenin tornalanması

Sonra Ø20 inildi. (N390)
5 nolu boy Z- 25 mm tornalandı. (N395)
Ø 26 mm çıkıldı. (N400)
Parçadan uzaklaşıldı. (N405)

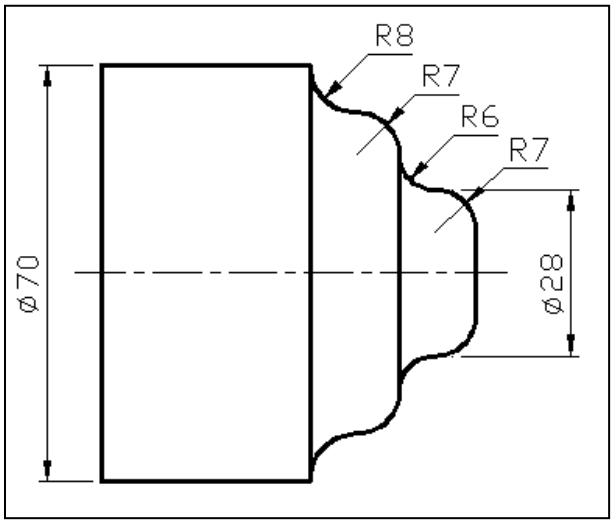
UYGULAMA 8:



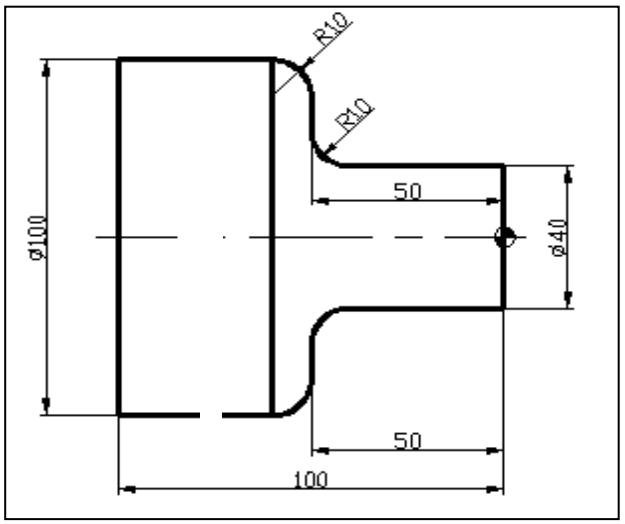
UYGULAMA 9:



UYGULAMA 10:

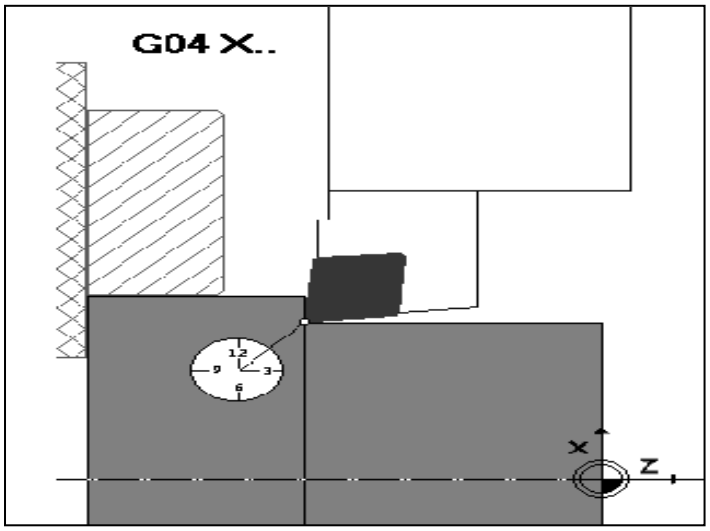


UYGULAMA 11:



8.6. G04 Kesici Takımı Belirlenen Süre Kadar Bekletme Komutu

Kesicinin belirlenen süre kadar bekletilmesi amacıyla kullanılır. G04 komutundan sonra X parametresine saniye cinsinden bekleme süresi yazılır.



Şekil 8.25: G04 Komutu

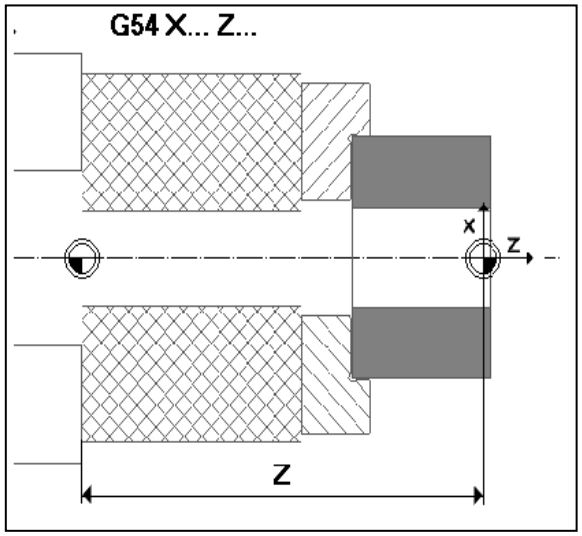
Komutun kullanımı:
…
G04 X+005.0:
…

Kalem talaş alma sonunda 5 sn bekleyecektir.

Tornalama işlemlerinde keskin köşe geçişlerinde radyüs oluşur. Bu istenmeyen durumu önlemek için, keskin köşe geçişlerinde G04 komutu kullanılır.

Pah kırma işleminde kesicinin yüzey temizlemesi için de kullanılır.

8.7. G54 Çalışma Parçasının Sıfırını Tanımlama



Şekil 8.26: G54 Komutu

Program satırına yazılan
G54 komutu, iş parçasının sıfırını
makine sıfırı olarak tanımlar.

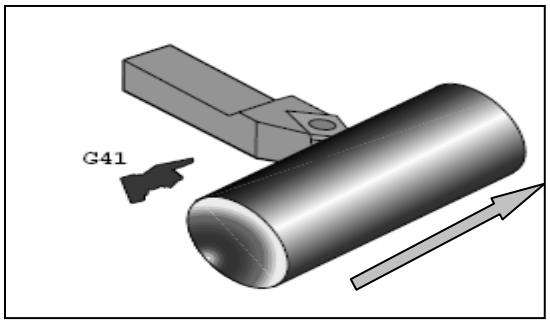
8.8. G41 Soldan Kesici Uç Yarıçap Telafisi

Kalem ilerleme yönüne göre iş parçasının sol tarafında konumlandığında **G41** takım yarıçap telafisi kullanılır.

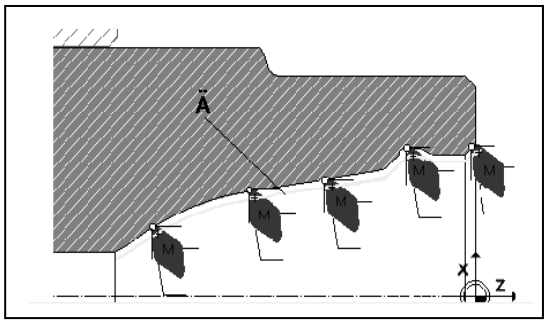
Aynı yönde dış çap tornalama ile delik tornalamada telafi komutları ters orantılıdır. Dış çap tornalamada telafi komutu G41 seçilirken, delik tornalamada da aynı yönde işlemeye devam edilecekse G42 seçilmelidir.

Şekil 10.27'de aynadan puntaya doğru işleme yapılmakta ve telafi komutu olarak G41 seçilmelidir.

Şekil 10.28'da ise delik tornalama işlemi yapılmaktadır. İşleme yönü ise puntadan aynaya doğrudur. Telafi komutu olarak G41 seçilmelidir. İşleme yönü şekil 10.27'nin aynı olsaydı G42 seçilecekti.



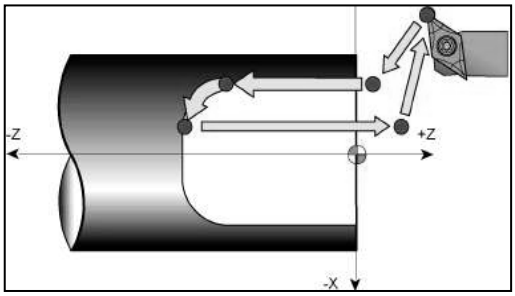
Şekil 8.27: G41 ile dış çap tornalama



Şekil 8.28: G41 ile iç çap tornalama

Örnek:

Aşağıdaki şekilde verilen işlemleri yapabilmek için G41 takım telafisi kullanmalıyız. Bu şekildeki işlemelerde kesici torna edilen çizginin solunda kalmaktadır.

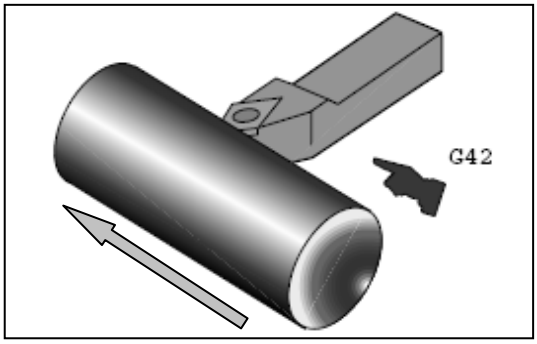


Şekil 8.29: G41 ile delik tornalama

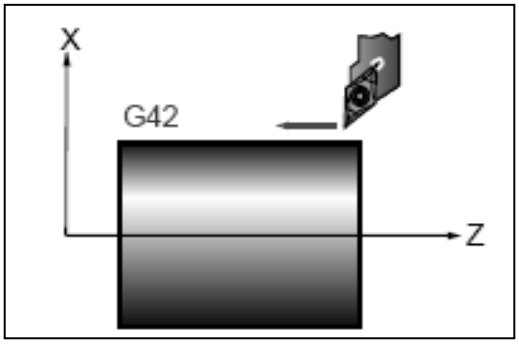
```
...
N50 G41 G00 X... Z...
N55 G01 Z–... F...
N60 G02 X... Z–... R...
N65 G40 G00 X... Z...
...
```

8.9. G42 Sağdan Kesici Uç Yarıçap Telafisi

Kalem ilerleme yönüne göre iş parçasının sağ tarafında konumlandığında **G42** takım yarıçap telafisi kullanılır.



Şekil 8.30: G42 ile dış çap tornalama



Şekil 8.31: G42 ile dış çap tornalama

Şekil 8.30 ve şekil 8.31'de ki tornalama işleminde kesici tornalanan kontürün (çizginin) sağında kalmıştır. Bu tip dış çap tornalama işlemlerinde G42 sağdan yarıçap telafisi komutu kullanılmalıdır.

8.10. G40 Takım Telafisi İptali

G40 komutu, G41 ve G42 komutları ile verilen takım telafilerini iptal eder. **G40** takım telafi iptali komutundan sonra kesici uç radyüsü dikkate alınmaz.

G41 ve **G42** komutları ise; **G01**, **G02** ve **G03** komutlarında kullanılırlar.

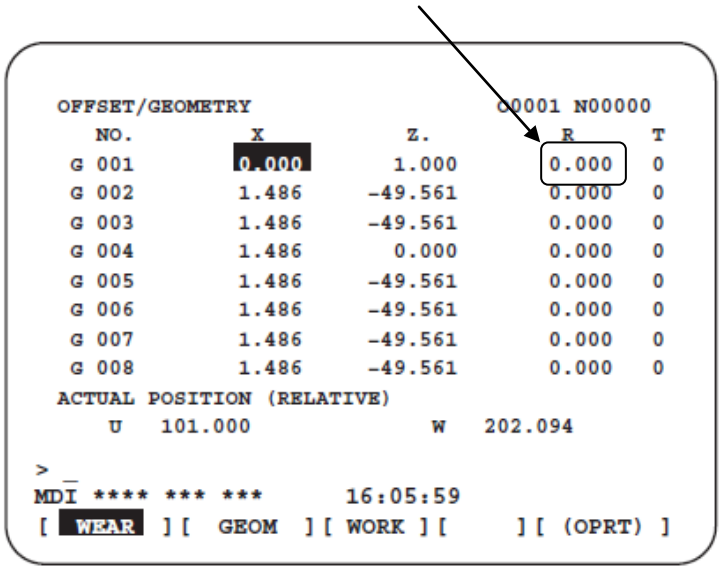
Kullanım Şekli:

N... G40 G00 X100 Z100; (Takım X ekseninde 100 mm yukarı çıkarken G40 ile takım radyüsünü iptal eder.)

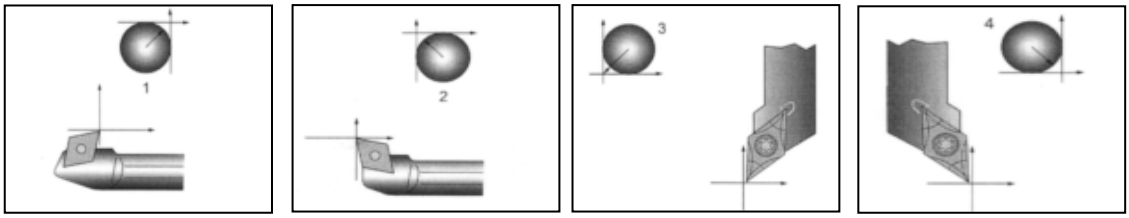
8.11. G41 ve G42 İÇİN TEZGÂHTA YAPILMASI GEREKEN AYARLAR

Cnc torna tezgâhında G41/G42 komutlarını kullanabilmek için takım ofset sayfasında bazı ayarlar yapılması gerekmektedir.

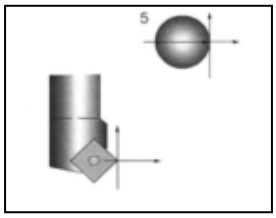
İlk olarak kullanılan kesicinin radyüsü takım ofset sayfasına yazılmalıdır.



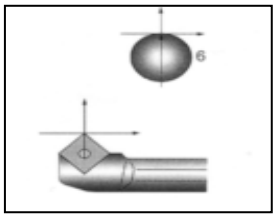
İkinci olarak takımın işe yaklaşma konumunu bildirmeliyiz. Bunun için aşağıdaki şekillerden yararlanırız.



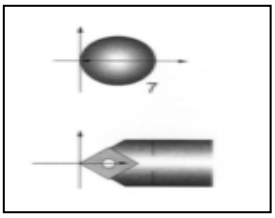
1 2 3 4



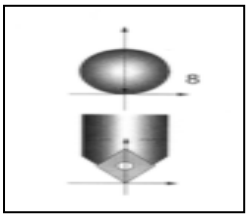
5



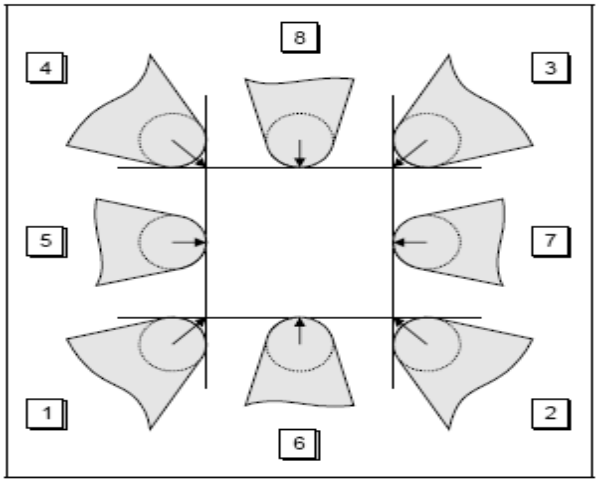
6



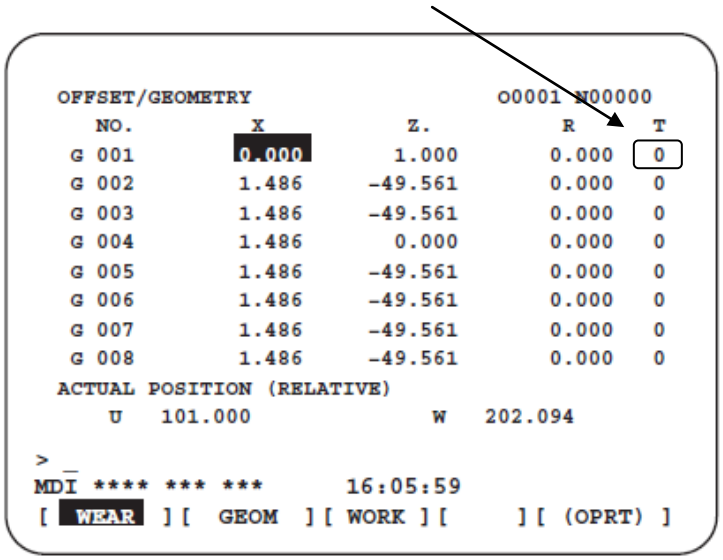
7

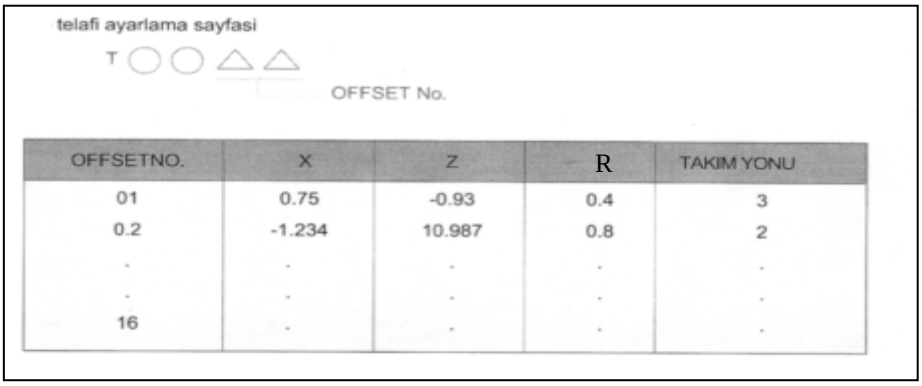


8



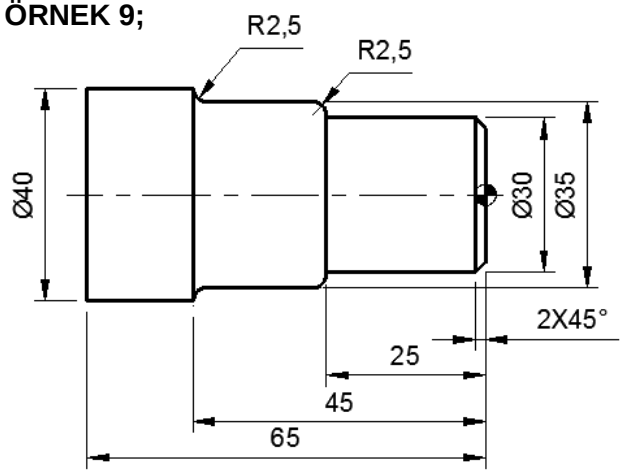
Bu numara takım ofset sayfasındaki T başlığı altına yazılır.





Takım ofset sayfasına kesici radyüsü ve takım yönünün yazılması

ÖRNEK 9;

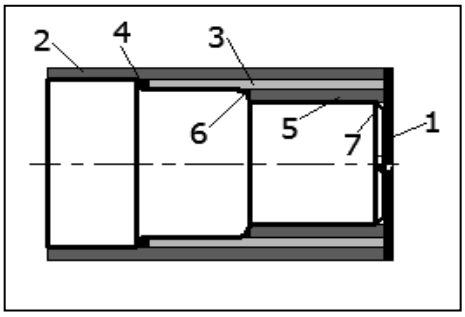


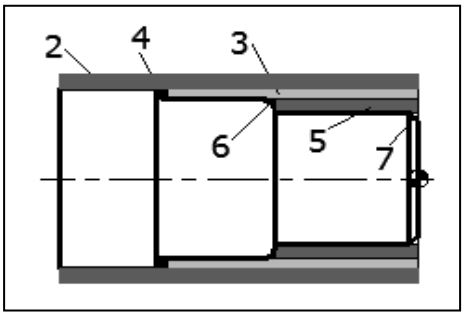
Şekil 9.3: G01 için örnek iş parçası

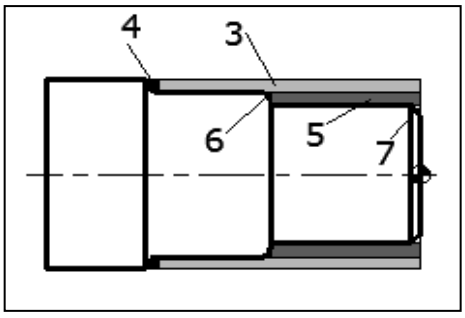
Ham malzeme ölçüleri: Ø32 TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem

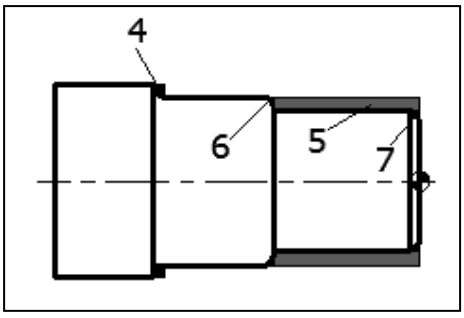
O0001;	Program numarası
N315 G54;	İş parçası referans noktasının programa tanıtılması
N320 T0101;	Bir nolu kesici
N325 G99 F0.25	İlerleme mm/devir olarak ayarlanır. 1 dönüşte 0.25 mm
N330 G50 S1500;	Maksimum devir sayısı
N335 G96 S80 M03;	Kesme hızı m/dak. Ayna dönüş yönü saat yönü CW
N340 G00 X43 Z0 M08;	Boşta (hızlı hareket) çap 43, Z sıfıra git. Suyu aç
N345 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N350 G00 X42 Z3;	Boşta çap 42, Z 3'e git.
N352 G42 G00 X40 Z2;	Sağdan takım telafisini açarak çap 40, Z 2 mm ye git.
N355 G01 Z–65;	Boy 65 mm tornalama
N360 G01 X43;	Çap 43 mm ye çık.
N365 G00 Z3;	Parçanın 3 mm dışına çık.
N370 G00 X35;	Çap35 mm ye in.
N375 G01 Z–42.5;	Boy 42.5 mm tornalama.(Bu nokta radüsün başlangıç noktası)
N380 G02 X40 Z–47.5 R2.5	Saat yönü eğrisel hareket
N385 G00 Z2;	Parçanın 2 mm dışına çık.
N390 G00 X30;	Çap 30 mm ye in
N395 G01 Z–25;	Boy 25 mm tornalama.
N380 G03 X35 Z–27.5 R2.5	Saat yönü tersi eğrisel hareket
N385 G00 Z2;	Parçanın 2 mm dışına çık.
N400 G01 X26 Z0;	Çap 26 Z 0 mm ye git. (Bu nokta pahın başlangıç noktasıdır.)
N400 G01 X30 Z-2;	Çap 30 Z-2 mm pahı tornala.
N403 G40	Takım telafisini kapat.
N405 G00 X200 Z200;	Takımın emniyetli mesafeye çekilmesi
N410 M05 M09;	M05:Tezgâhın durdurulması M09:Soğutma suyunun kapatılması
N415 M30;	Programın sonlandırılarak başa dönülmesi

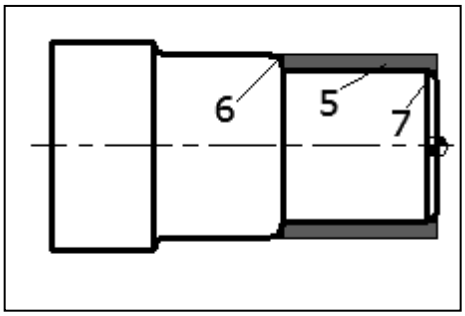
Yukarıda yazılan programın işlem sırası

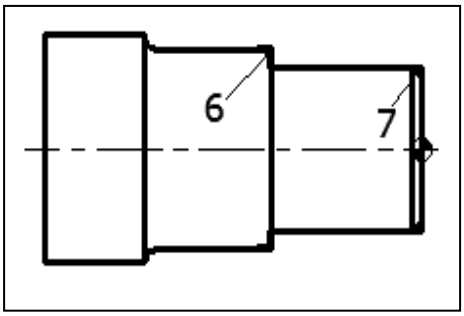


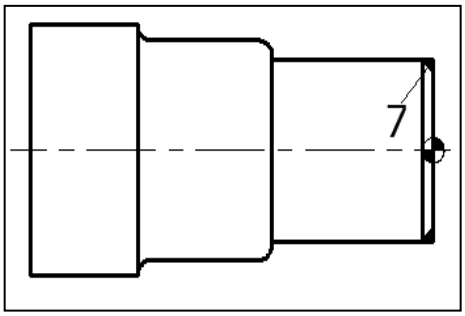


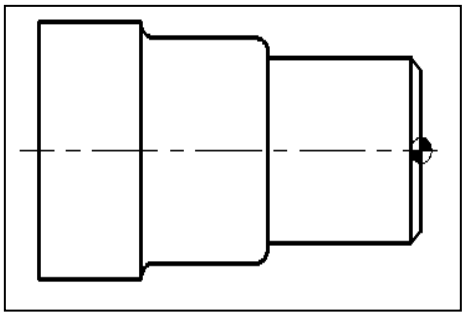




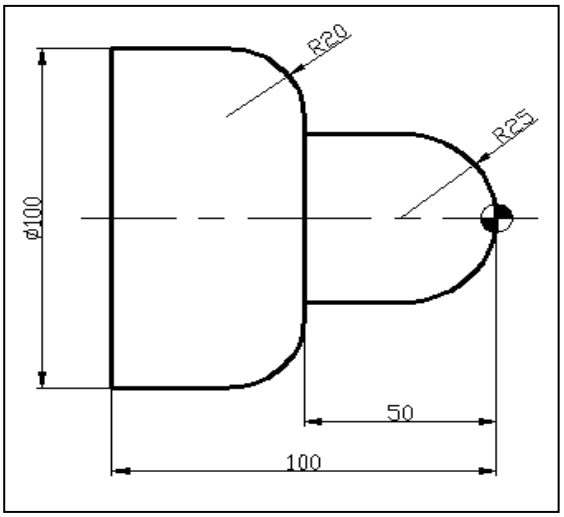




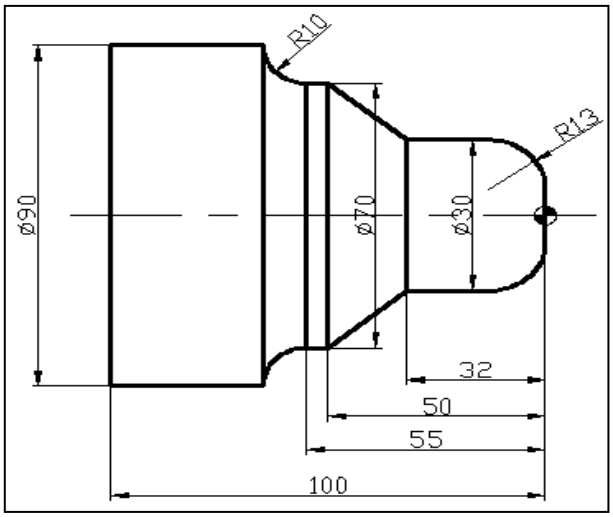




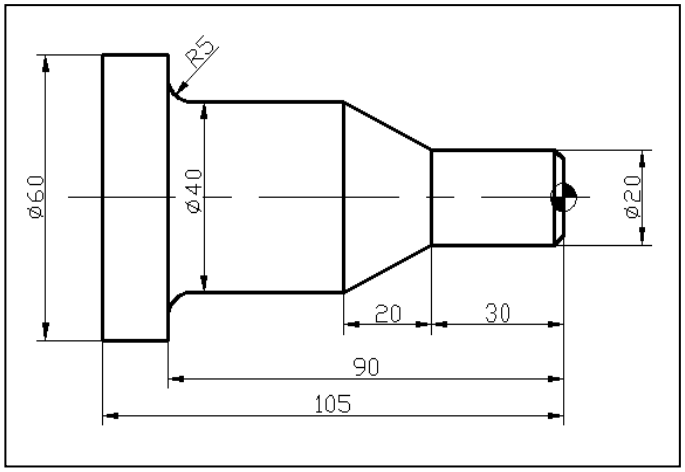
UYGULAMA 12:



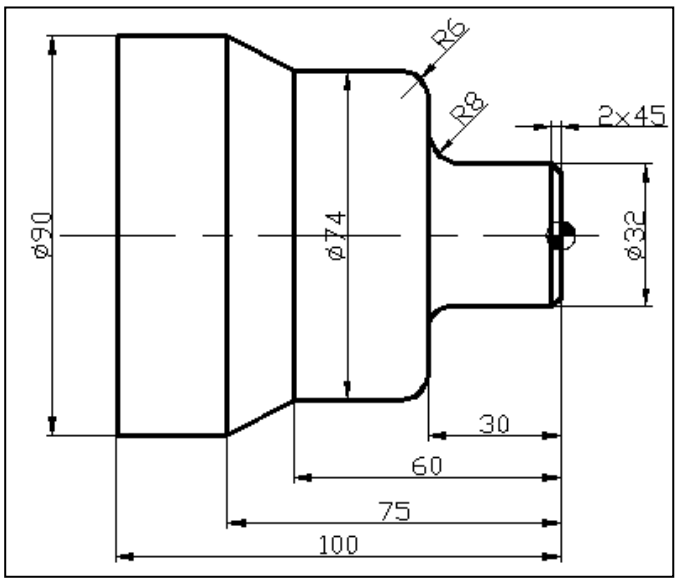
UYGULAMA 13:



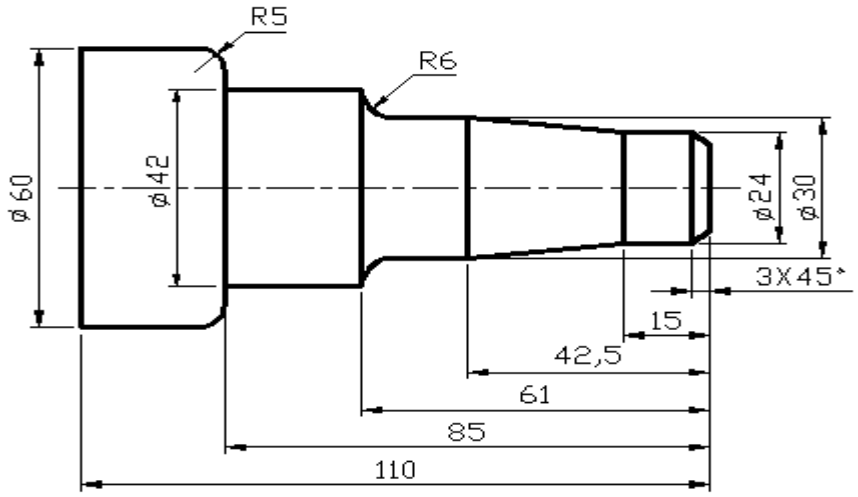
UYGULAMA 14:



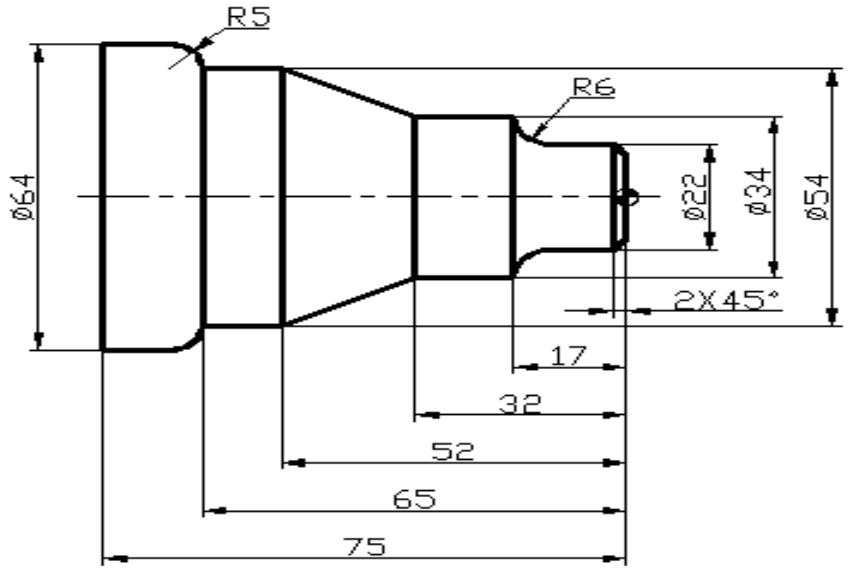
UYGULAMA 15:



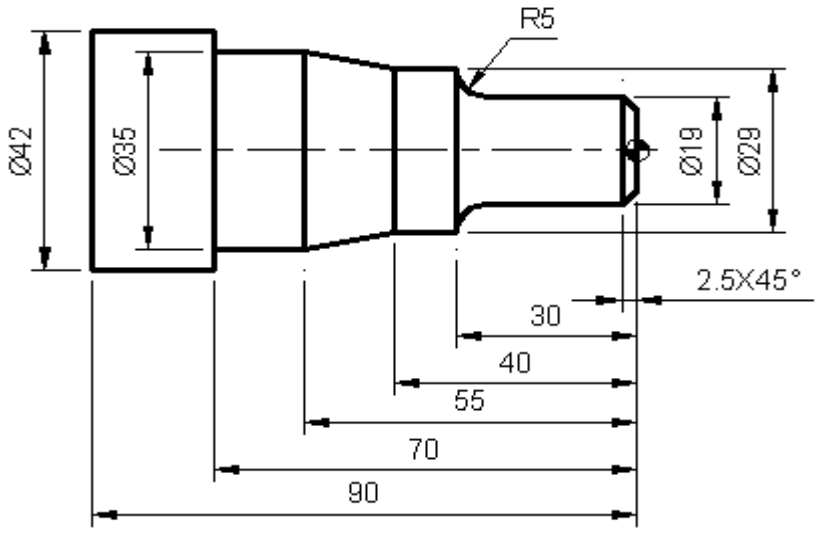
UYGULAMA 16:



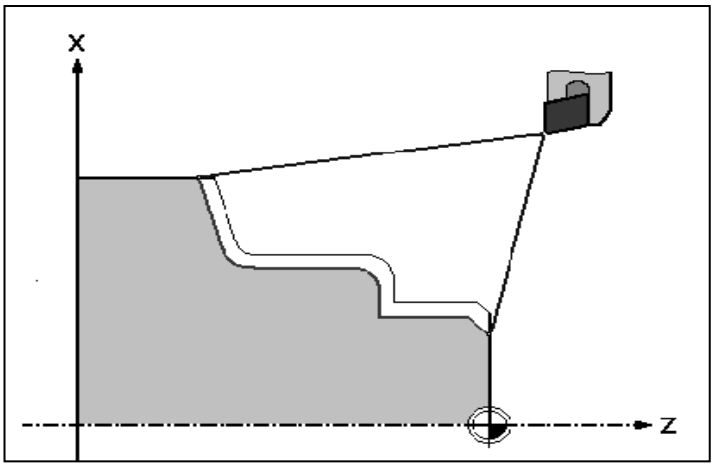
UYGULAMA 17:



UYGULAMA 18:



8.12. G70 – Son İşleme (Finiş) Çevrimi



Şekil 8.33: Son işleme çevrimi

G70 Finiş **Çevrimi**, CNC programlarında kullanılan G71, G72, G73 çevrimlerinden sonra temizleme talaşı almak için kullanılır. Bu çevrimler kaba boşaltma çevrimleri olduğu için bu çevrimlerden sonra temizleme işlemi için G70 finiş çevrimi kullanılmalıdır.

G71– Boyuna kaba tornalama çevrimi (Z ekseninde)

G72– Alın kaba tornalama çevrimi (X ekseninde)

G73– Profil tornalama çevrimi

Bu çevrimlerdeki U ve **W** parametreleri, finiş çevrim için bırakılacak talaş miktarını belirler.

U – X ekseninde temizleme pasosu için bırakılacak talaş miktarını
W – Z ekseninde temizleme pasosu için bırakılacak talaş miktarını belirler.

G70 Son işleme (finiş) çevriminin kullanımı:

G70 P… Q…

P: Finiş çevrimine başlanılacak satır no

Q: Finiş çevriminin biteceği satır no

P parametresine yazılacak satır numarası, program konturuna başlanacak satır numarasıdır. Q parametresine yazılacak satır numarası ise konturun bittiği satır numarasıdır. Bunu da G40 ile bitiriyoruz. Yani Q parametresine yazacağımız satır numarasında G40 komutu olmalıdır. Ayrıca bu parametrelere yazdığımız satır numaraları; G70 satırından önce G71, G72 veya G73 çevrimlerinde kullanılmıştır.

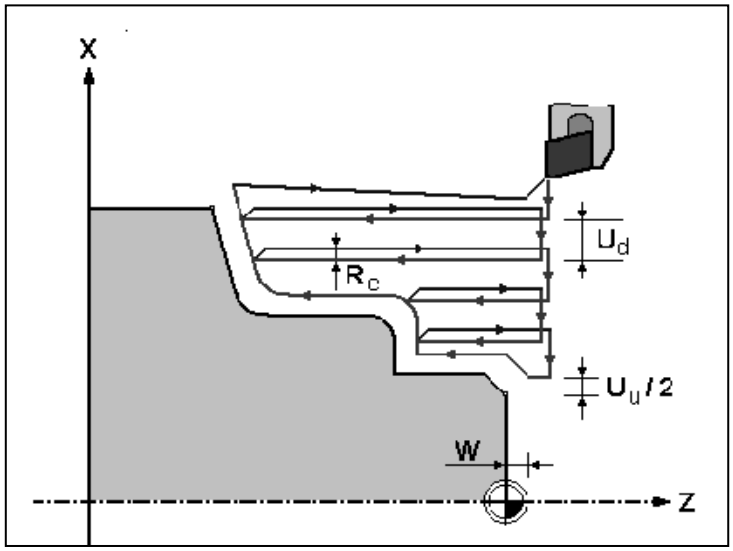
Program içerisinde G70 komutunu kullanmadan önce kalemi konumlandıracağımız konum da çok önemlidir. Şöyle ki: Bütün **döngüler, döngüye başladığı noktada biter**. Bu nedenle kalemin konumlandırıldığı nokta ile profilin bittiği nokta arasında düz bir hat çekildiğinde (kalem bu hat üzerinde dönecektir) arada iş parçası olmamalıdır.

Bu konu aşağıda anlattığımız G71, G72 ve G73 konularından sonra daha iyi anlaşılacaktır.

8.13. G71 Boyuna Kaba Tornalama Çevrimi

G71 Çevrimi Z ekseninde kullanılan " çoklu tekrarlı çevrimler" grubundandır. Bu çevrim ile bir pasoda alınacak talaş miktarı, paso sonunda kalemin geri çekilme miktarı, bitmiş şekil başlangıç numarası, bitmiş şekil numarası ile X ve Z eksenlerinde finiş paso için bırakılacak talaş miktarları yazılır.

Tezgâh her seferinde girilen paso kadar talaş alarak parçayı kaba tornalar. Daha sonra mutlaka finiş çevrim kullanılmalıdır.



Şekil 8.34: G71 komutu ve parametrelerinin gösterimi

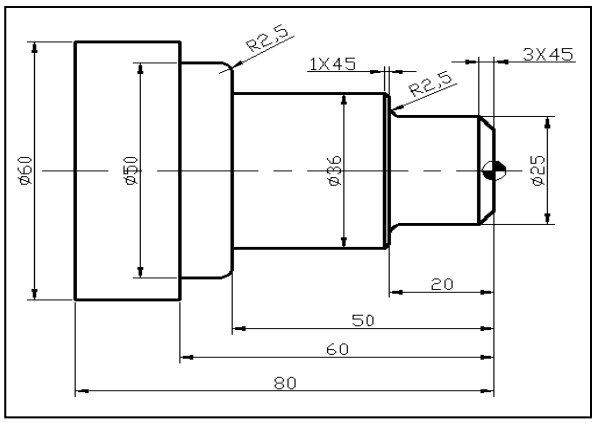
G71 çevrimi iki satırda yazılıyor. Bu komutun kullanımını ve parametrelerini açıklayalım:

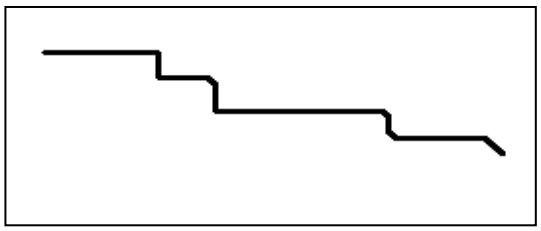
G71 U… R…
G71 P… Q… U… W… F… S… T…

U – Bir pasoda alınacak talaş miktarı
R – Kesme sonunda kalemin geri çekilme miktarı
P – Bitmiş şekil başlangıç numarası
Q – Bitmiş şekil numarası
U – X eksenindeki ince işleme payı
W – Z ekseninde bırakılacak ince işleme payı
F – İlerleme (Önceki satırlarda yazıldıysa yazılmayabilir)
S – Devir sayısı (Önceki satırlarda yazıldıysa yazılmayabilir)
T – Kullanılacak takım numarası (Önceki satırlarda yazıldıysa yazılmayabilir)

G71 komutunu uygularken dikkat etmemiz gereken kurallar.

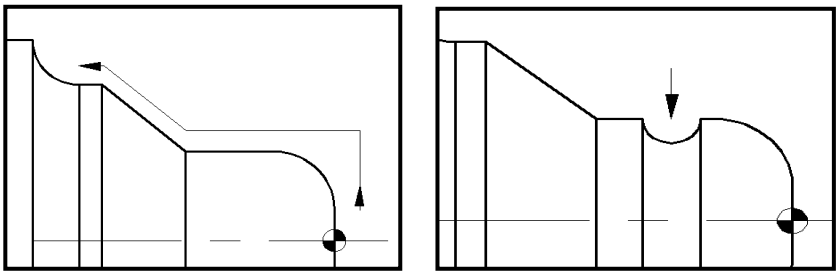
1. İş parçasının alın tornalama işlemi gerçekleştirilir.
2. Kesici takım X ekseninde malzeme çapından daha büyük bir konuma getirilmelidir. Nedeni **"Bütün döngüler başladığı noktada biter."** Bittiği noktadan başladığı noktaya dönerken bir engelle karşılaşmamalıdır.
3. G71 satırları yazılır. Bu satırlardan sonra parça kontürü (iş parçası şekli) çıkarılır. Bunun için en küçük çaptan başlar, en büyük çapta biter.





Yandaki iş parçası için parça kontürü üstteki resimdeki gibidir.
Kontürün yazımında en küçük çaptan başlanır en büyük çapa doğru gidilir.

4. F, S, T komutlarını kullanmazsanız daha önce yazılan değerler geçerli olur.
5. İç çap tornalamada ise kesiciyi delik çapından daha küçük bir konuma almalıyız. Yukarıda bahsedilen kuraldan dolayı buna dikkat etmeliyiz.
6. İş parçası profili sürekli artan veya azalan şekilde olmalıdır (Şekil 8.35-a). İş parçası üzerinde ki cepler G71 ile tornalanmamalı, bu kısımlar daha sonra tornalanmalıdır (Şekil 8.35-b).



a **b**

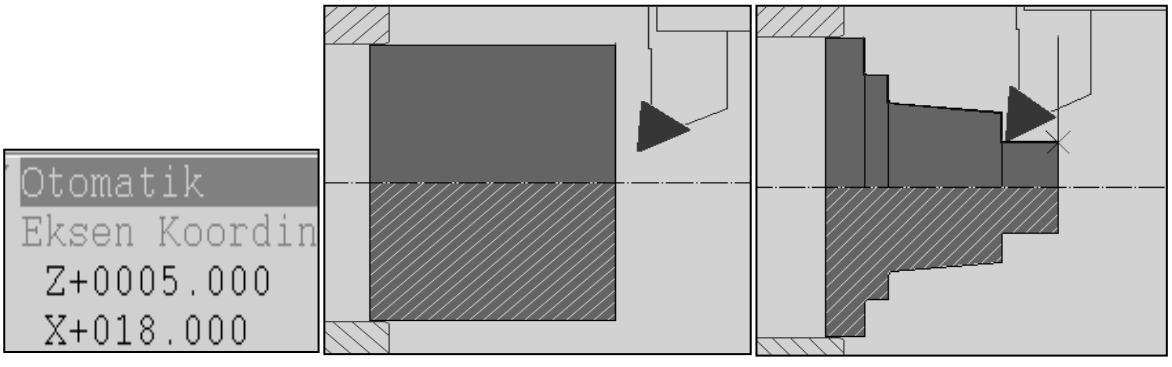
Şekil 8.35: G71 komutu uygulaması için örnek

G71 Döngüsü ile Yapılan Hatalar

Dış Çap Tornalamada

1. Döngü sonunda takımın iş parçasıyla çarpışması: G71 döngüsüne başlamadan önce kesici takım malzeme dışına konumlandırılmadan kontur başlangıcına çekilerek programlamaya devam edilirse de hata yapılmış olur. Parça programlandığı gibi işlenir. Fakat son pasoda kalem kontur sonundan başladığı noktaya döneceği için iş parçasıyla çarpışacaktır.

Burada gerçekleşen işlem; döngü başladığı noktada biter kuralıdır.



a **b** **c**

Şekil 8.36: G71 komutu ve parametrelerinin gösterimi

Şekil a: Kalem kontur başlangıç çapına çekilmiş ölçüleri
Şekil b: Kalemin konumlandığı nokta
Şekil c: İş bittikten sonra kalem başladığı noktaya dönerken iş parçasıyla çarpışmakta

Bunu önlemek için kalem döngüye başlamadan önce malzeme çapı dışına çekilmelidir.

Kısaca şöyle diyebiliriz. Kalemin başladığı nokta ile konturun bittiği nokta arasında bir engel olmamalıdır.

Burada gerçekleşen işlem döngü başladığı noktada biter kuralıdır.

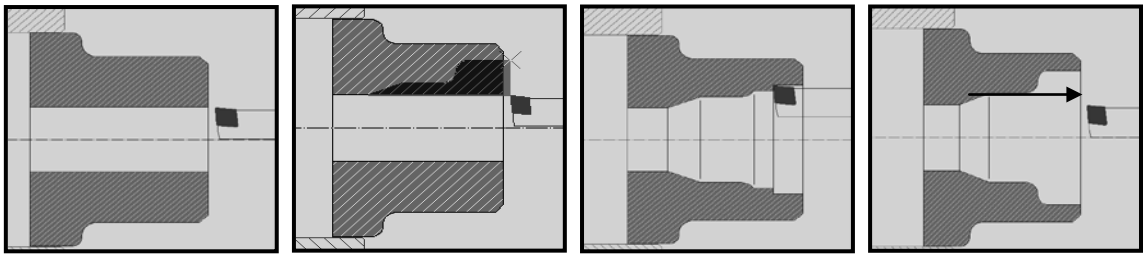
2. Finiş kaleminin iş parçasıyla çarpışması: G71 komutundan sonra kullanılan G70 komutundan önce kalemi yanlış konumlandırma olasılığı çok yüksektir. İş parçası kaba tornalama yapıldığı için kalemi finiş çapına alarak G70 döngüsü çalıştırılabilir. Fakat döngü konturun son noktasında bitecek ve ilk konumlandığı küçük çapa dönerken iş parçası ile çarpışacaktır.

Bunu önlemek için genelde şu şekilde yapmaktayız: G71 komutundan önce kesici hangi noktaya konumlandıysa, G70 den önce de aynı noktaya konumlandırın.

İç Çap Tornalamada

Kesicinin iş parçası ile çarpışması: Kesici delik çapından daha küçük bir noktaya çekilmelidir. Döngü sonunda kesici başladığı noktaya dönerken önünde bir engel olmamalıdır. Delik tornalanmadan önce de işlenmiş çapa çekerek dönüyü çalıştırabiliriz. Kontur sonundaki delik çapı muhtemelen daha küçük bir çap olacaktır. Dolayısı ile buradan büyük çapa dönerken iş parçası ile çarpışma riski olacaktır. Bu nedenle kalemi delik çapından daha küçük bir noktaya konumlandırmalıyız.

Delik konturu yazılırken şeklin bittiği yerde takım telafisi iptali (G40) komutunu kullanmalıyız. Eğer normal tornalama gibi düşünüp kalemi delik dışına almaya kalkarsak program hata verir. Unutmamalıyız ki kalem döngüye başlamadan önce zaten parça dışında bulunmaktadır. Döngü bitiminde de başladığı yere gönderilecektir.



Şekil 8.37: Delik tornalamada G71 komutu ve çalışma şekli

a: Kalem konumlandırıldıktan sonra G71 döngüsü parametrelerini dış çapta olduğu gibi yazıyoruz.

b: Talaş alınacak bölge

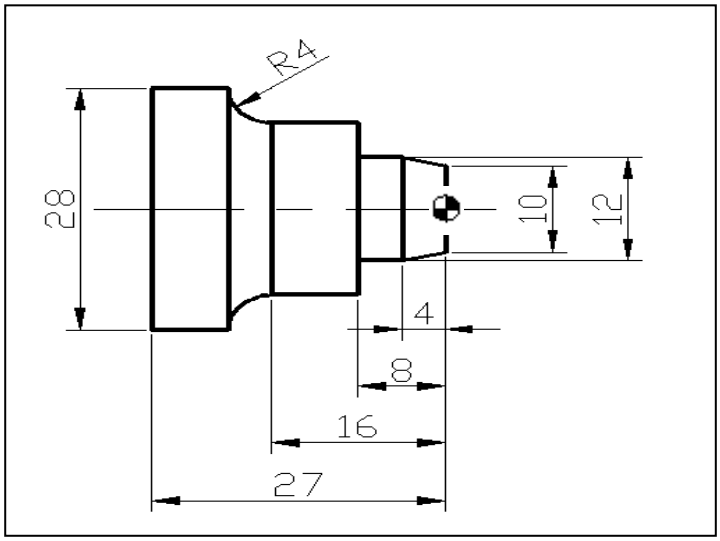
c: Kalemin deliği tornalaması

d: Delik tornalamanın bitmesinden sonra, kalemin başladığı noktaya dönmesi

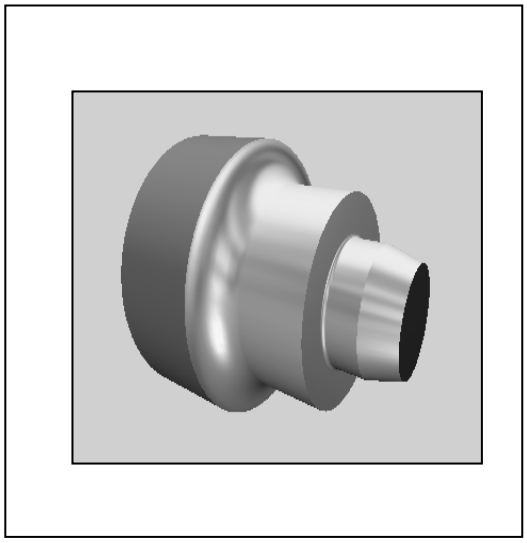
Telafi döngüsünün yanlış seçilmesi: Delik içerisinde kalemin ilerleme yönüne göre, kesici iş parçasının solunda kalmaktadır. Bu nedenle G41 telafi komutu kullanılmalıdır. G42 sağdan telafi komutu kullanılırsa delik çapı büyük işlenecektir.

G71 parametrelerinin yanlış girilmesi: Dış çapta G71 döngüsünün kullanımı ile delik içerisinde G71 parametresinin kullanımı arasındaki tek fark U parametresindedir. U parametresi ile çapta finiş için bırakılacak miktarı belirliyorduk. Dış çap tornalamada bu değer + (pozitif) iken, delik tornalamada bu değerin – (negatif) olması gerekmektedir.

ÖRNEK 10:



Şekil 8.38: G71 komutu için örnek parça



Şekil 8.39: Bitmiş parça

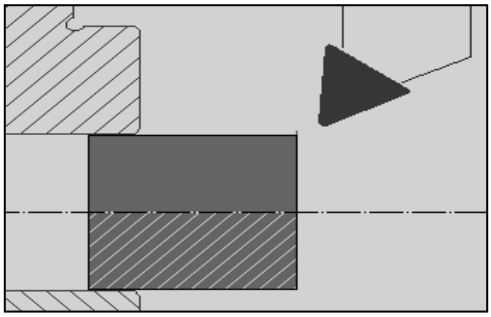
Ham malzeme ölçüleri: ø 30x30 mm

TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
2) Sol yan kalem

O0001;	Program numarası
N15 G54;	İş parçası referans noktasının programa tanıtılması
N20 T0101;	Bir nolu kesici
N25 G99 F0.25	İlerleme mm/devir olarak ayarlanır. 1 dönüşte 0.25 mm
N30 G50 S1500;	Maksimum devir sayısı
N35 G96 S80 M03;	Kesme hızı m/dak. Ayna dönüş yönü saat yönü CW
N40 G00 X32 Z0 M08;	Boşta (hızlı hareket) çap 32, Z sıfıra git. Suyu aç
N45 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N50 G00 X32 Z3;	Hızla X32, Z 3'e git.
N55 G71 U3 R1;	Boyuna tornalama çevrimi başlangıç. Her seferdeki talaş miktarı 3 mm, paso sonunda kalemin geri çekilme miktarı 1 mm.
N60 G71 P65 Q100 U0.5 W0.2 F0.2;	Bitmiş şekil başlangıç no(P) 65, bitmiş şekil no100, X ekseninde ince işleme payı 0.5 , Z eksenindeki ince işleme payı 0.2mm, ilerleme 0.2
N65 G42 G01 X10 Z1;	Takım telafi aktif, Hızla X 10'a Z 1'e git
N70 G01 X12 Z– 4;	Konik tornalama
N75 G01 X12 Z– 8;	ø 12 tornalama
N80 X20;	ø 20 Alın tornalama
N85 Z–16;	ø 20 tornalama
N90 G02 X28 Z–2 0 I4 K0 F0.2;	R4 CW yönde eğrisel tornalama
N95 G01 X28 Z–27;	ø 28 tornalama

N100 G40;	Takım telafisi iptal
N105 G00 X200 Z200;	Hızla X200, Z200'e git
N110 T0202;	Takım değişimi, 2 nolu takım
N115 G50 S2000 F0.2;	Maksimum devir 2000, ilerleme 0.2
N120 G96 S120 M04;	Sabit kesme hızı 120 m/dak. , tezgah milini, saat ibresi dönüş yönünün tersi yönde (CCW) döndür.
N120 G00 X32 Z0;	Hızla X32, Z0'a git.
N125 G70 P65 Q100;	Finiş çevrim
N130 G28 U0 W0;	Referans noktasına otomatik dönüş
N135 M05 M09;	Tezgâh milini durdur, soğutma suyunu kapat.
N140 M30;	Programı bitir, başa dön.

Yukarıdaki programdan da görüldüğü gibi, parçanın alın tornalamasından sonra kalemiø32 Z3 mm ölçülerine çektik. Bu ölçüler çap ve boydan parçanın dışıdır.



Şekil 8.40: Kalem ø32 Z3 ölçülerinde

Bu aşamadan sonra G71 kaba tornalama çevrimini yazıyoruz.

N55 G71 U3 R1
N60 G71 P65 Q100 U0.5 W0.2 F0.2

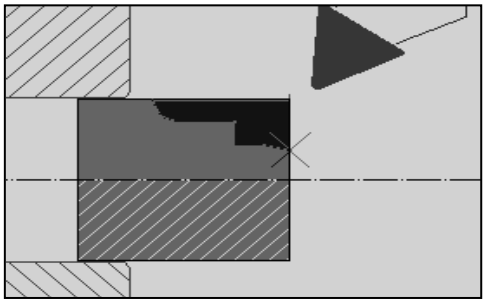
Burada kullanılan parametreler ve anlamları:

U3 – Bir pasoda alınacak talaş miktarı 3mm.
R1 – Kesme sonunda kalemin geri çekilme miktarı 1mm.
P65 – Bitmiş şekil başlangıç numarası N65
Q100 – Bitmiş şekil numarası N100
U0.5 – X eksenindeki ince işleme payı 0.5mm
W0.2 – Z ekseninde bırakılacak ince işleme payı 0.2 mm
F0.2 – İlerleme 0.2

Kesicimizin ø32 Z3 mm ölçülerinde beklediğini unutmayalım. Kesiciyi bu noktaya konumlandırmamızın sebebi basit bir kuraldan kaynaklanmaktadır. **Bütün döngüler başladığı noktada biter**. Kesici tornaladığı profilden dönerken iş parçasına çarpmamalıdır. Bu nedenle döngüye başlamadan önce kalemi en büyük çaptan daha büyük bir çap konumuna almaktayız. N50 nolu satırda bu işlem gerçekleştirilmiştir.

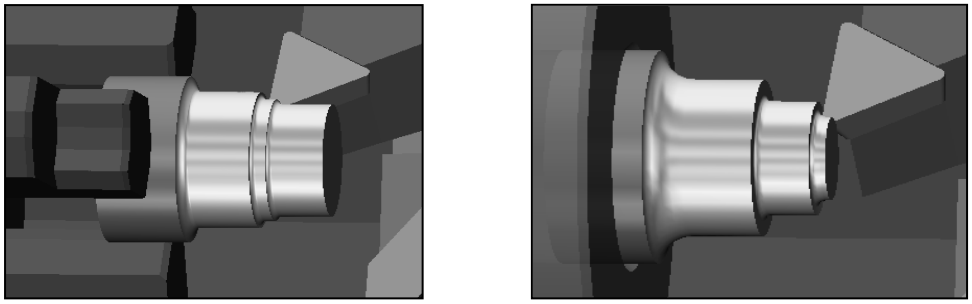
Yazmış olduğumuz iki satırdan oluşan G71 Kaba tornalama çevriminden sonra aşağıdaki satırlara iş parçasının alnından başlayarak geriye doğru son pasoda kalemin alacağı yolun yani iş parçasının şeklinin programını yazıyoruz. Bu takip edeceği yolu yazmadan önce takım telafisini aktifleştirip, program sonunda da takım telafisini iptal

ediyoruz. Bu anlattıklarımız yukarıdaki programda N65 ve N100 satırları arasında yazılmıştır.



Şekil 8.41: Kalem ø32 Z3 ölçülerinde

Daha sonra kesici yukarıda iş parçası üzerinde koyu olarak gösterilen bölgeyi her seferinde çaptan 3 mm alarak tornalamaya başlar. Bu durum X ve Z eksenlerinde bırakmış olduğumuz ince işleme paylarına kadar devam eder.



a **b**

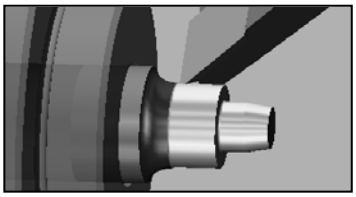
Şekil 8.42: G71 kaba tornalama

Yukarıdaki şekillerde G71 kaba tornalama işleminin gerçekleştiğini görüyoruz.

Sonra finiş çevrim işlemi gerçekleştirilir. N125 nolu satırda yazılan Finiş çevrim satırında da görüldüğü gibi; burada ikinci defa parça konturunun (kalemin izleyeceği yolun) programını yazmamıza gerek yoktur. Bu satırlar zaten N65 ve N100 nolu satırlar arasında yazılmıştır. Bizde finiş çevrim satırına bu satırları yazarak

N125 G70 P65 Q100

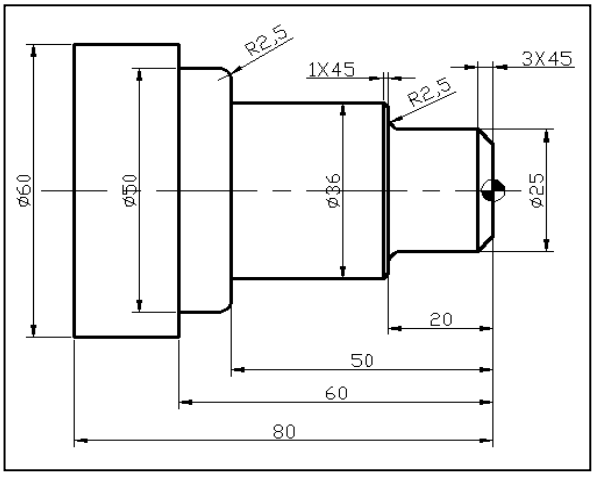
N65 ve N100 satırları arasındaki program satırlarını tekrar çalıştırmış oluyoruz.



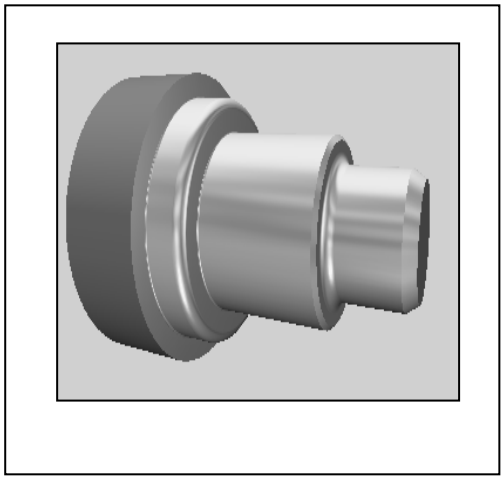
Şekil 8.43: G70 finiş çevrim işlemi

Not: CNC torna tezgâhında G71 kullanımında hata veriyorsa; **G42 kullanımını G71 den sonra değil de <u>önce</u> yazınız.** Bununla ilgili uygulama aşağıdaki örnek 11'de gösterilmiştir.

ÖRNEK 11:



Şekil 8.44: G71 komutu için örnek parça

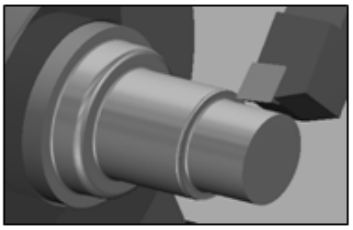


Şekil 8.45: Bitmiş parça

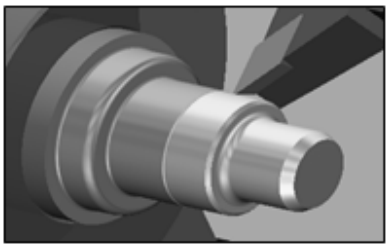
Ham malzeme ölçüleri: ø 62x82 mm

TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
3) Sol yan kalem

```
O0001;                          Program numarası
N315 G54;                       İş parçası referans noktasının programa tanıtılması
N320 T0101;                     Bir nolu kesici
N325 G99 F0.25                  İlerleme mm/devir olarak ayarlanır. 1 dönüşte 0.25 mm
N330 G50 S1500;                 Maksimum devir sayısı
N335 G96 S80 M03;               Kesme hızı m/dak. Ayna dönüş yönü saat yönü CW
N340 G00 X62 Z0 M08;            Boşta ( hızlı hareket ) çap 62, Z sıfıra git. Suyu aç
N50 G01 X–1.6;                  Alın tornalama
N55 G00 X62 Z2;                 Hızla X62'ye, Z0'a git.
N58 G42
N60 G71 U3.R1;
N65 G71 P70 Q135 U0.5 W0.1 F0.27;
N70 G00 X19        ;
N90 G01 X25 Z–3;
N95 G01 Z–17.5;
N100 G02 X30 Z–20 I2.5 K0 F0.3;
N105 G01 X34;
N110    X36 Z–21;
N115    Z–50;
N120    X45;
N125 G03 X50 Z–52.5 I0 K–2.5 F0.3;
N130 G01 Z–60;
N135    X61;
N140 G40;
N145 G00 X200 Z200;
N150 T0303;
N155 G00 X62 Z2;
N160 G70 P70 Q135;
N165 G00 X200 Z200;
N150 M05 M09;
N155 M30;
```

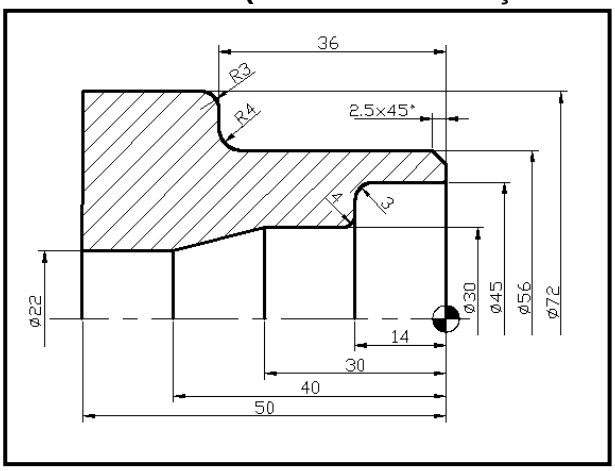


Şekil 9.46: 1 Nolu kalem Z yönünde kaba Boşaltma işlemini gerçekleştiriyor. N60...N140

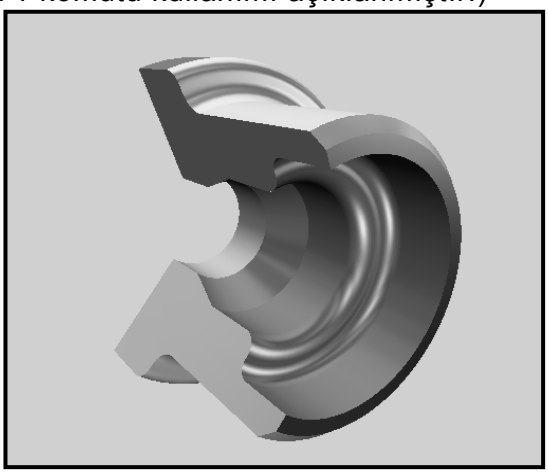


Şekil 9.47: 3 Nolu kalem temizleme pasosu alıyor. (G70 finiş çevrimi) N160

ÖRNEK12: (Bu örnekle delik içerisinde G71 komutu kullanımı açıklanmıştır.)



Şekil 8.48: G71 komutu için örnek parça

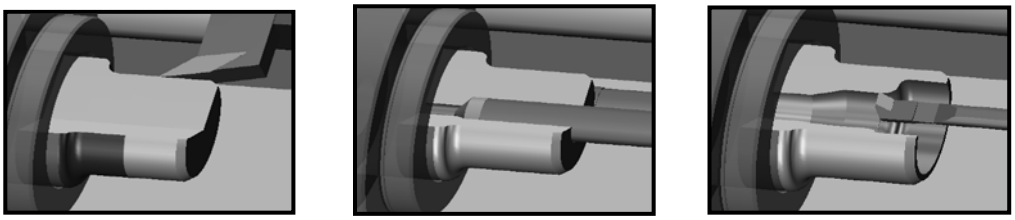


Şekil 8.49: Bitmiş parça

```
:1298
N10 G54;
N15 T0101 M04
N20 G50 S2000
N25 G96 S100
N30 G99 F0.3
N40 G00 X74 Z0
N45 G01 X–1.6
N50 G00 X74 Z4
N55 G71 U2. R1.
N60 G71 P65 Q95 U0.4 W0.2 F0.4
N65 G42 G00 X49 Z1
N70 G01 X56 Z–2.5
N75 Z–32
N80 G02 X64 Z–36 R4
N85 G01 X66
N90 G03 X72 Z–39 R3
N95 G40
N100 G28 U0 W0
N105 T0202 M04
N110 G50 S2500
N115 G96 S130
N120 G99 F0.2
N125 G00 X74 Z4
N130 G70 P65 Q95
N135 G28 U0 W0
N140 M05
N217 T0909 M04     (Ø 22 U-Drill)
N222 G97 S300
N227 G00 X0 Z2
N232 G74 R1.
N233 G74 Z–53. Q3000 F0.25
N238 G28 U0 W0
N243 M05
N248 T1212 M04  (kaba delik kalemi)
N253 G50 S1800
N258 G96 S65
N263 F0.25
N268 G00 X22 Z2
N273 G71 U2. R1.
N274 G71 P279 Q314 U–0.4 W0.2 F0.25
N279 G41 G00 X45 Z2
N284 G01 Z–11
N289 G03 X39 Z–14 R3
N294 G01 X38
N299 G02 X30 Z-18 R4
N304 G01 Z-30
N309 X22 Z-40
N314 G40
N319 G28 U0 W0
N324 T1414 (finiş delik kalemi)
N329 G50 S1500
N334 G96 S90 F0.18
N339 G00 X22 Z2
N344 G70 P279 Q314
N349 G28 U0 W0
N354 M05 M09
N359 M30
```

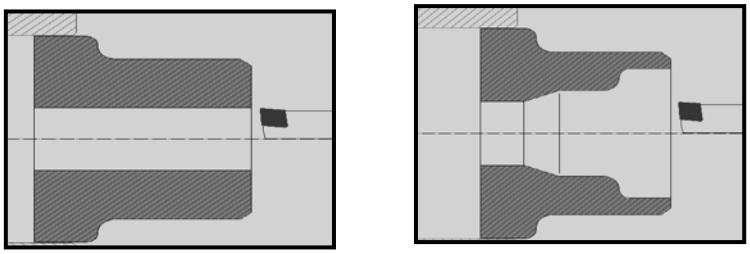
Not: CNC torna tezgâhlarında **U-Drill** kullanılarak delik delinecekse, ön delik delinmeden direk delinmelidir. Küçük çapla delip sırayla deliği büyütme işlemi yapmak sağlıklı olmaz.

İş parçası alın tornalama işleminden sonra, dış çapı G71 döngüsü ile işlendi. (N55 – N135 nolu satırlar.)



a b c

Daha sonra delik kalemi konumlandırıldı. Delik içerisinde bu işlemi gerçekleştirmek için G71 döngüsü kullanıldı.



d **e**

Şekil 8.50: G71 dış çap ve delik tornalama

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi; Kalem delik içerisinde iş parçasını işledikten sonra döngüye başladığı noktaya dönecektir.

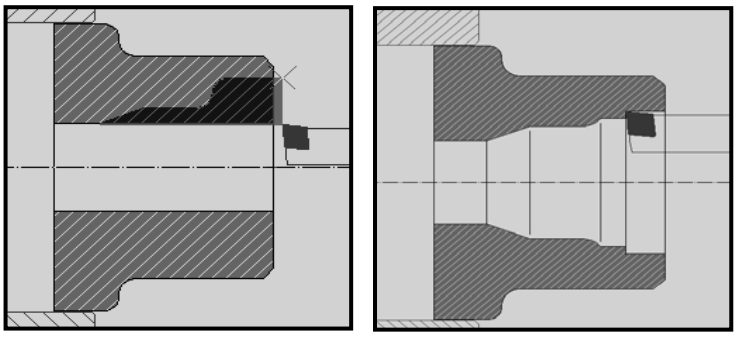
Kalem konumlandırıldıktan sonra G71 döngüsü parametrelerini dış çapta olduğu gibi yazıyoruz.

N273 G71 U2. R1.
N274 G71 P279 Q314 U-0.4 W0.2 F0.25

Yukarıdaki U parametresinin – (negatif) olduğunu görüyoruz. Bu değer X ekseninde ki ince işleme payıdır. Bu pay dış çap tornalamada tanımlanan konturun üstünde olmalıdır. Ama iç çap tornalamada ise tanımlan konturdan küçük olmalıdır. Bunu sağlamak için de U parametresini **negatif** olarak girmekteyiz.

Daha sonra delik konturu programı yazılıyor. Burada G41 soldan yarıçap telafi komutunu kullanmaktayız.

N279 **G41** G00 X45 Z2
N284 G01 Z–11
N289 G03 X39 Z–14 R3
N294 G01 X38
N299 G02 X30 Z–18 R4
N304 G01 Z–30
N309 X22 Z–40
N314 **G40**



Şekil 8.51: G71 dış çap ve delik tornalama

G40 komutunun kullanımı ile G71 döngüsü şekil a daki gösterilen kaba talaşı işlemeye başlayacaktır.

Finiş kalemi de kaba kalemin, delik tornalamadan önceki konumuna konumlandırılır.

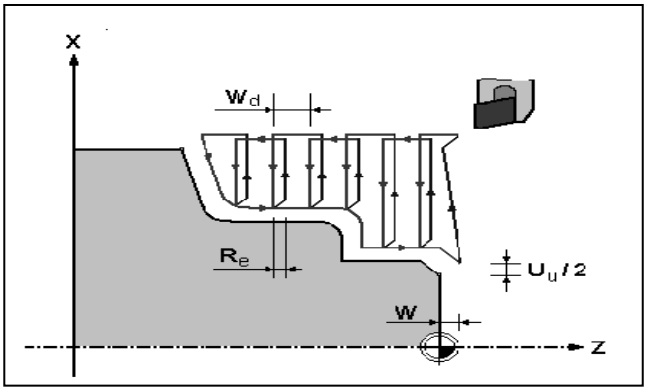
N339 G00 X22 Z2
N344 G70 P279 Q314

Finiş döngüsü ile bırakılan talaşlar tornalanır. İşlem tamamlanır.

8.14. G72 Alın Kaba Tornalama Çevrimi

G72 Çevrimi X ekseninde kullanılan “çoklu tekrarlı çevrimler” grubundandır. Bu çevrim ile bir pasoda alınacak talaş miktarı, paso sonunda kalemin geri çekilme miktarı, bitmiş şekil başlangıç numarası, bitmiş şekil numarası ile X ve Z eksenlerinde finiş paso için bırakılacak talaş miktarları yazılır.

Tezgâh her seferinde girilen paso kadar talaş alarak parçayı kaba tornalar. Daha sonra mutlaka finiş çevrim kullanılmalıdır.



Şekil 8.52: G72 komutu ve parametrelerinin gösterimi

G72 çevrimi iki satırda yazılıyor. Bu komutun kullanımını ve parametrelerini açıklayalım:

G72 W… R…
G72 P… Q… U… W… F… S… T…

W – Bir pasoda alınacak talaş miktarı
R – Kesme sonunda kalemin geri çekilme miktarı
P – Bitmiş şekil başlangıç numarası
Q – Bitmiş şekil numarası
U – X eksenindeki ince işleme payı
W – Z ekseninde bırakılacak ince işleme payı
F – İlerleme (Önceki satırlarda yazıldıysa yazılmayabilir)
S – Devir sayısı (Önceki satırlarda yazıldıysa yazılmayabilir)
T – Kullanılacak takım numarası (Önceki satırlarda yazıldıysa yazılmayabilir)

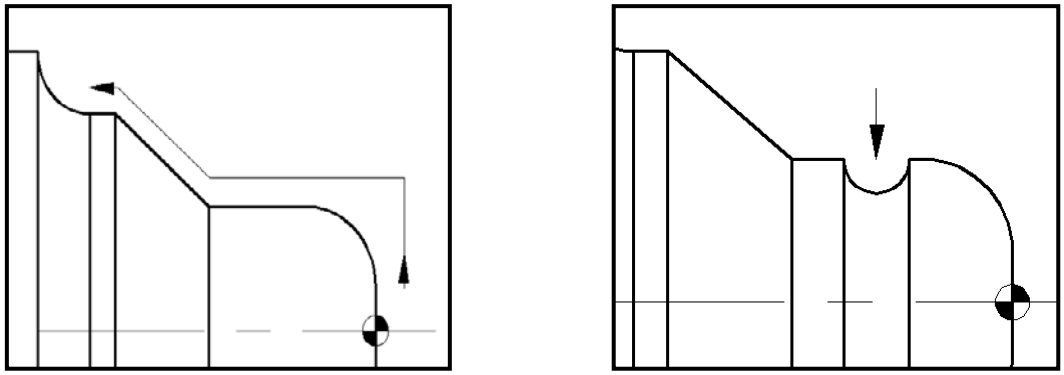
Öğrenmiş olduğumuz G72 komutunu uygulayalım. Bu komuttan sonra G70 finiş çevrimini kullanmamız gerektiğini unutmayalım.

G72 program satırında F, S, T değerleri kullanılmaz ise daha önceki satırlardaki değerler geçerli olacaktır.

Dış çap tornalama çevrimine başlamadan önce X ekseninde malzeme çapından daha büyük bir değer kullanılmalıdır. Z ekseninde de + bir değer (iş parçası referans noktası sağ tarafı) yazılmalıdır. (Kesici konumlaması)

İş parçası finiş profili X ve Z ekseninde sürekli artan veya sürekli azalan şekilde olmalıdır. Şekil b deki okla gösterilen kanalın torna edilmesine G72 programı izin vermez.

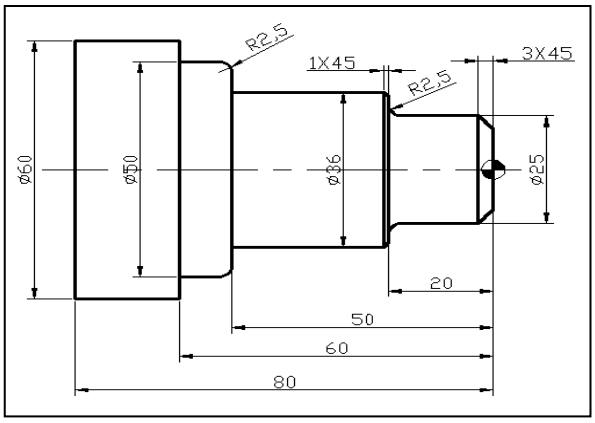
Bu şekildeki iş parçaları düz olarak torna edildikten sonra işlenmelidir.

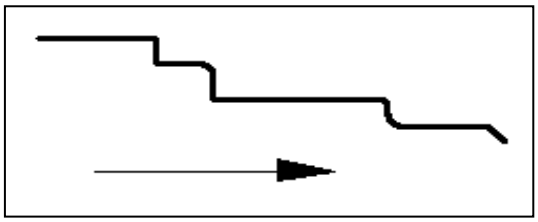


a **b**

Şekil 8.53: G72 komutu için örnek

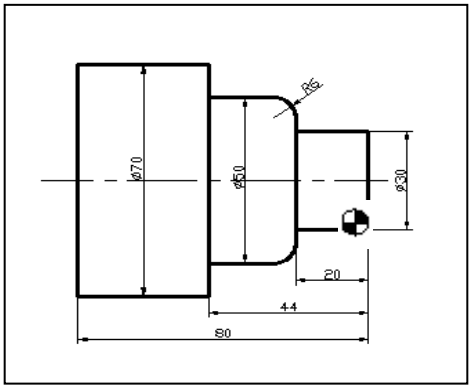
G72 programında da G71 deki kurallar geçerlidir. Tek fark kontür yazımındadır. G72 programında G71 dekinin aksine büyük çaptan başlar geriye doğru en küçük çapta biter.



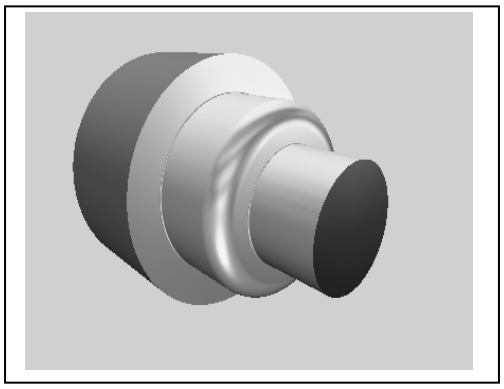


Kontürün yazımında en büyük çaptan başlanır en küçük çapa doğru gidilir.

ÖRNEK 13:



Şekil 8.54: G72 komutu örnek parça



Şekil 8.55: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: ø72x82 mm

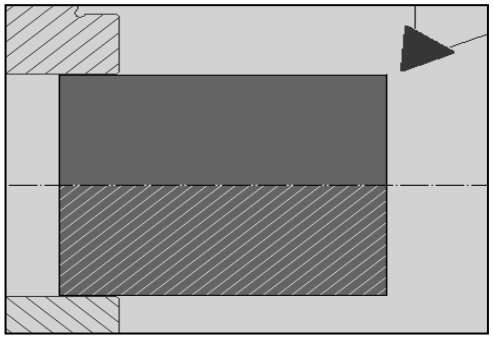
TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
2) Sol yan kalem

O0007;	Program numarası
N10 G54;	İş parçası referans noktası aktif
N15 G50 S2000;	maksimum devir 2000 dev/dak.
N20 G96 S100 M04;	Kesme hızı 100 m/dak. Tezgâh milini CCW yönde döndür

N25 T0101 M08;	Bir nolu kesici, Soğutma suyunu aç.
N30 G99 F0.25;	İlerleme 0.25 mm/devir.
N35 G00 X72 Z0;	Hızla X72, Z0'a git.
N40 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N45 G00 X72 Z3;	Hızla X72, Z3'e git
N50 G72 W3. R1.;	Alın kaba tornalama çevrimi
N55 G72 P60 Q90 U0.5 W0.3 F0.25;	Alın kaba tornalama çevrimi
N60 G41 G01 71 Z-44;	Kesici uç yarıçap takım telafisi aktif,
N63 G01 X50	
N65 G01 Z–26;	
N70 G02 X38 Z-20 R6;	
N75 G01 X30	
N80 G01 Z0;	
N90 G40;	Takım telafisi iptal
N95 G28 U0 W0;	Otomatik referans noktasına dönüş
N100 T0202 F0.2;	İki nolu kesici. İlerleme 0.2 mm/devir
N105 G00 X72 Z3;	Hızla çap 72, Z3'e git.
N110 G70 P60 Q90 F0.2;	Finis tornalama çevrimi
N115 G28 U0 W0;	Otomatik referans noktasına dönüş
N120 M05 M09;	Tezgâh milini durdur. Soğutma suyunu kapat.
N125 M02;	Program sonu

İşlem sırası:

Yukarıdaki programdan da görüldüğü gibi, parçanın alın tornalamasından sonra kalemi Ø72, Z3 mm ölçülerine çektik. Bu ölçüler çap ve boydan parçanın dışıdır.



Şekil 8.56: Kalem ø72, Z3 ölçülerinde

Bu aşamadan sonra G72 alın kaba tornalama çevrimini yazıyoruz.

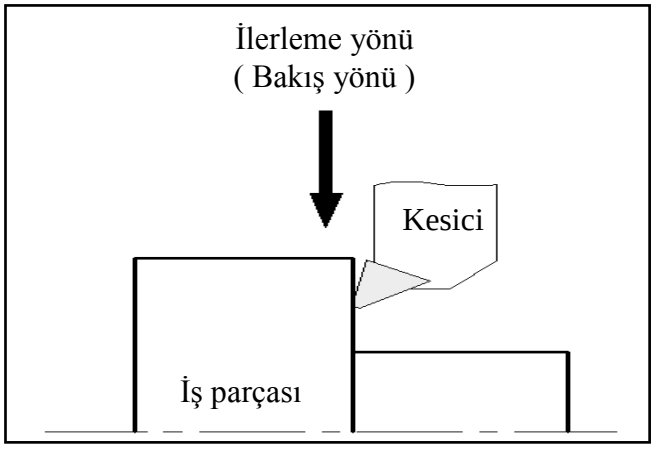
N50 G72 W3. R1.
N55 G72 P60 Q90 U0.5 W0.3 F0.2

Burada kullanılan parametreler ve anlamları:

W3 – Bir pasoda alınacak talaş miktarı 3mm.
R1 – Kesme sonunda kalemin geri çekilme miktarı 1mm.
P60 – Bitmiş şekil başlangıç numarası N65
Q90 – Bitmiş şekil numarası N100
U0.5 – X eksenindeki ince işleme payı 0.5mm
W0.3 – Z ekseninde bırakılacak ince işleme payı 0.2 mm
F0.2 – İlerleme 0.2

Kesicimizin ø72 Z3 mm ölçülerinde beklediğini unutmayalım. Yazmış olduğumuz iki satırdan oluşan G72 alın kaba tornalama çevriminden sonra aşağıdaki satırlara iş parçasının alnından başlayarak geriye doğru son pasoda kalemin alacağı yolun yani iş parçasının şeklinin programını yazıyoruz. Burada dikkat edeceğimiz konu G72 satırlarından sonra parçaya finish atarmış gibi program yazarız. Bu takip edeceği yolu yazmadan önce takım telafisini aktifleştirip, program sonunda da takım telafisini iptal ediyoruz. Bu anlattıklarımız yukarıdaki programda N60 ve N90 satırları arasında yazılmıştır.

İlk bakışta kesici iş parçasının sağ tarafında duruyor şeklinde görmekteyiz. Ama burada dikkat etmemiz gereken nokta talaş alma pozisyonundaki ilerlemesine göre sağda mı solda mı olduğuna bakmak olmalıdır.



Şekil 8.57: G72 komutunda kesici konumu ve ilerleme yönü

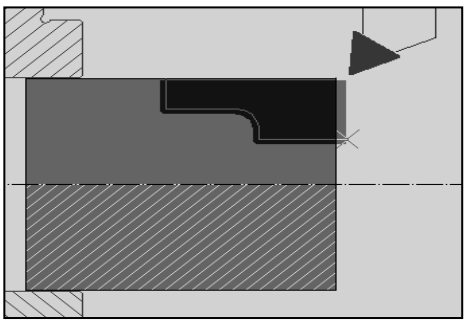
Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi ilerleme yönüne göre kesici solda, torna edilen iş parçası (talaş alınan yüzey) ise sağda kalmaktadır.

Kesicimiz ilerleme yönüne göre solda kaldığı için takım telafisi olarak G41 komutunu kullanmalıyız.

G72 Komutunda kontür yazımında büyük çaptan başlayıp küçük çapa doğru gitmemizin sebebi finiş döngüsünün doğru çalışması içindir.

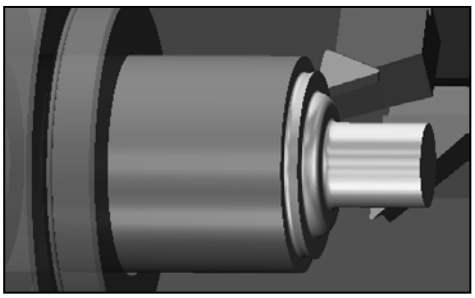
Şöyle ki: Yukarıdaki nedenlerden dolayı G72 tornalamada G41 telafi komutu kullanılmalıdır. Eğer finiş döngüsü küçük çaptan büyük çapa doğru tornalasa G42 kullanılmalıydı.

Fakat G72 döngüsünü büyük çaptan küçük çapa doğru yazarak finiş döngüsünün de büyük çaptan küçük çapa doğru çalışması sağlanmış oldu. Böylece G41 döngüsünün finişte de kullanılması sağlanmış olur.

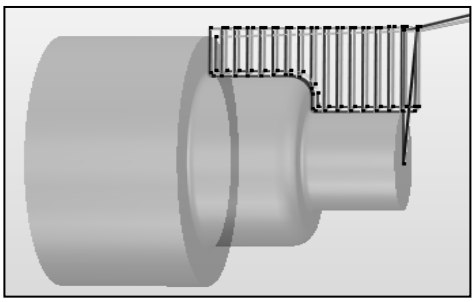


Şekil 8.58: G72 ile talaş alınacak kısım

Daha sonra kesici yukarıda iş parçası üzerinde koyu olarak gösterilen bölgeyi her seferinde **boydan** 3 mm (W3 vermiştik) alarak tornalamaya başlar. Bu durum X ve Z eksenlerinde bırakmış olduğumuz ince işleme paylarına kadar devam eder.



Şekil 8.59: G72 kaba tornalama



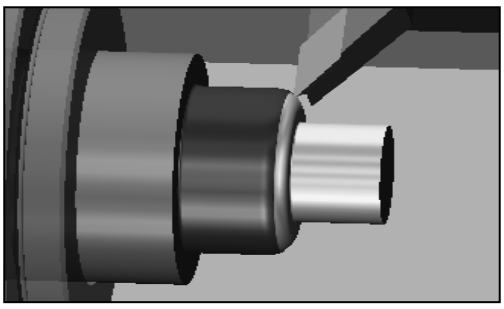
Şekil 8.60: G72 Kesici hareketleri

Yukarıdaki resimlerde G72 alın kaba tornalama işleminin gerçekleştiğini görüyoruz. Sağ taraftaki şekilde bu kalem hareketlerinin yukarıdan aşağıya doğru olduğu daha net bir şekilde görülmektedir. Kalem yukarıdan aşağıya doğru 3'er mm boydan talaş alarak X ekseninde tornalama işlemi gerçekleştiriyor.

Sonra finiş çevrim işlemi gerçekleştirilir. N110 nolu satırda yazılan finiş çevrim satırında da görüldüğü gibi; burada ikinci defa parça konturunun (kalemin izleyeceği yolun) programını yazmamıza gerek yoktur. Bu satırlar zaten N60 ve N90 nolu satırlar arasında yazılmıştır. Bizde finiş çevrim satırına bu satırları yazarak

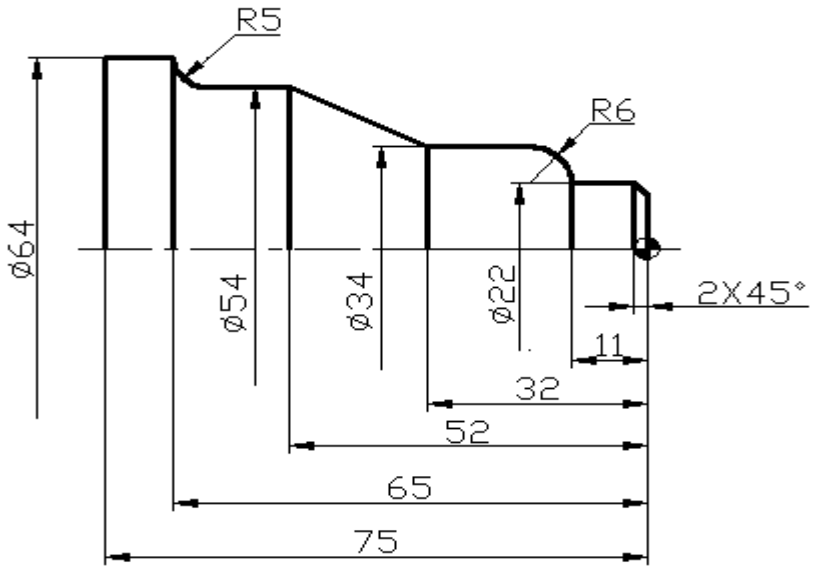
N110 G70 P60 Q90

N60 ve N90 satırları arasındaki program satırlarını tekrar çalıştırmış oluyoruz.

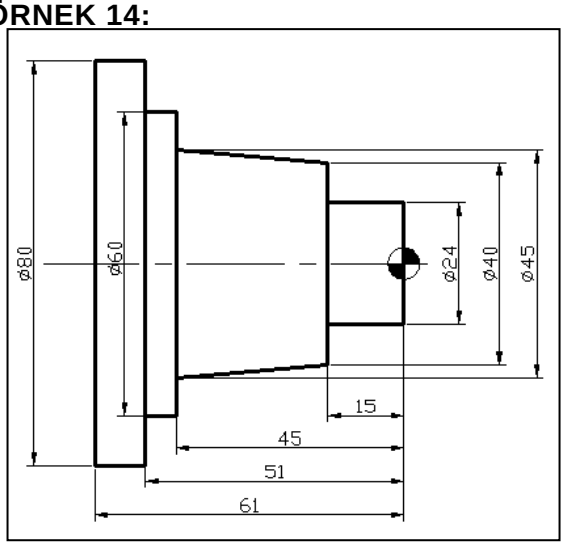


Şekil 8.61: G70 finiş çevrim işlemi

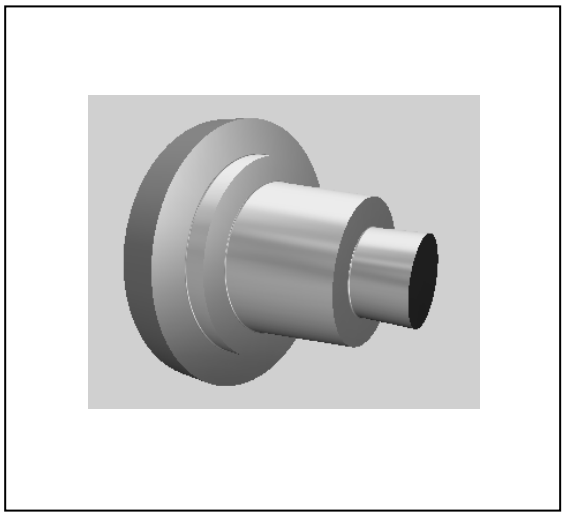
UYGULAMA 19:



ÖRNEK 14:



Şekil 8.62: G72 komutu için örnek parça



Şekil 8.63: Bitmiş parça

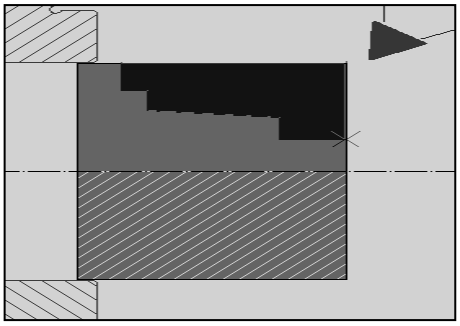
Ham malzeme ölçüleri: ø 82x64 mm

TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
2) Sol yan kalem

:O00014;	Program numarası
N10 G54;	İş parçası referans noktaları aktif.
N15 T0101 M04;	Bir nolu kesici
N20 G50 S1500;	Maksimum devir sayısı.
N25 G96 S80;	Kesme hızı 80 m/dak. İlerleme
N28 G99 F0.3;	0.3mm/dev, Tezgâh milini CCW yönde döndür.
N35 G00 X82 Z0;	Hızla çap 82, Z0'a git.
N40 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N45 G00 X82 Z5;	Hızla çap 82, Z 5 mm.ye git.
N48 G41	
N50 G72 W3. R1.;	Alın kaba tornalama çevrimi
N55 G72 P60 Q90 U0.5 W0.3 F0.2;	Alın kaba tornalama çevrimi
N60 G01 X81 Z-51;	
N65 G01 X60;	
N70 G01 Z–45;	
N75 X45;	
N80 X40 Z–15;	
N85 X24;	
N90 Z0;	
N100 G40;	
N105 G00 X200 Z200;	Hızla X200, Z200'e tornalama
N110 T0202;	İki nolu kesici
N115 G50 S2000;	Maksimum devir sayısı 2000
N120 G96 S120 F0.2;	Kesme hızı 120 m/dak. İlerleme 0.2 mm/dev.
N125 G00 X82 Z2;	Hızla çap 82, Z 2 mm.ye git.
N128 G42	Sağdan takım telafisi
N130 G70 P65 Q90;	Finiş tornalama
N135 G28 U0 W0;	Otomatik referans noktasına dönüş
N140 M05 M09;	Tezgâh milini durdur. Soğutma suyunu kapat
N145 M02;	Program sonu

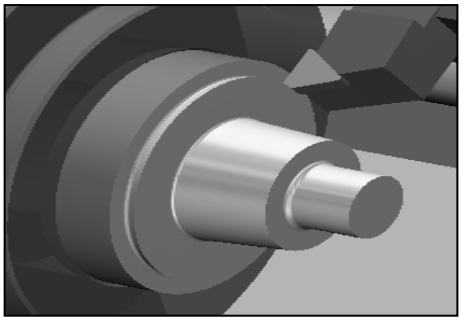
İşlem sırası:

Yukarıdaki iş parçasının, simülasyon programından alınan resimlerle işlem basamaklarının gösterilmesi.

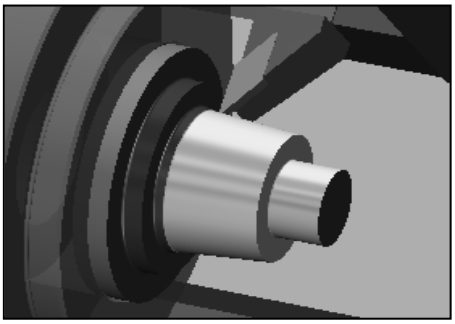


Şekil 8.64: İş parçasından torna edilecek kısımlar

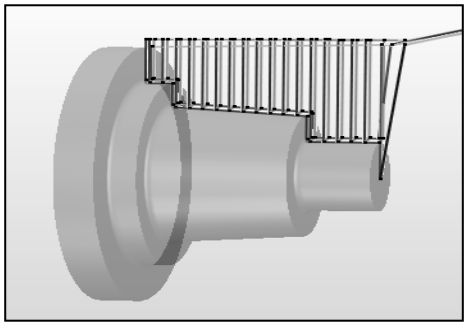
.



Şekil 8.65: G72 Çevrimi ile alından torna edilmesi

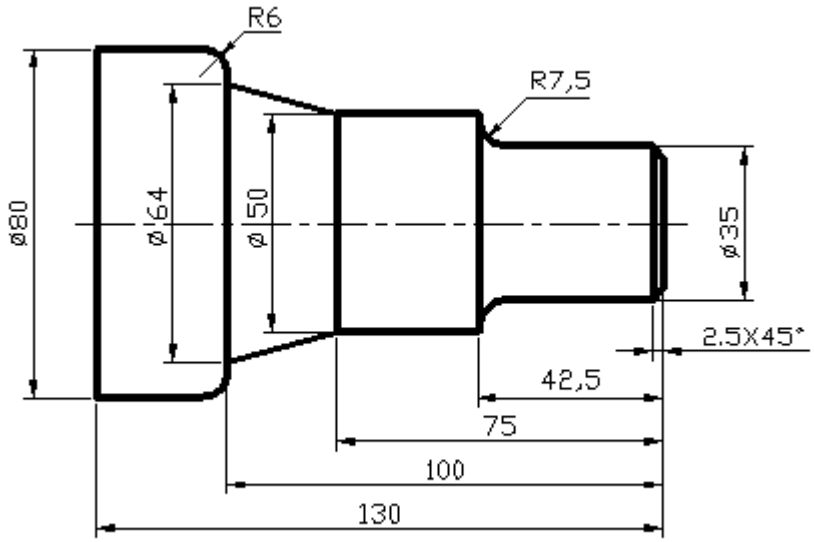


Şekil 8.66: G70 finiş çevrimi ile tornalama



Şekil 8.67: G72 çevriminin kesici hareketlerinin gösterilmesi

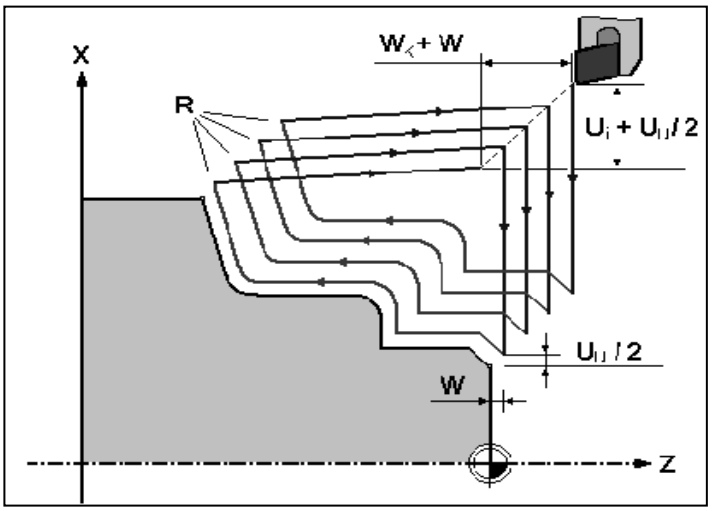
UYGULAMA 20:



8.15. G73 Profil Tornalama Çevrimi

G73 Çevrimi iş parçası profiline paralel tornalama yaparak kaba talaş işlemi gerçekleştirir. Bu çevrim de G71 ve G72 çevrimi gibi "çoklu tekrarlı çevrimler" grubundandır. Bu çevrim ile X ekseninde alınacak talaş miktarı, Z ekseninde alınacak talaş miktarı, tekrar sayısı, bitmiş şekil başlangıç numarası, bitmiş şekil numarası ile X ve Z eksenlerinde finiş paso için bırakılacak talaş miktarları yazılır.

Tezgâh her seferinde girilen paso kadar talaş alarak parçayı kaba tornalar. Daha sonra mutlaka finiş çevrim (G70) kullanılmalıdır.



Şekil 8.68: G73 komutu ve parametrelerinin gösterimi

G73 çevrimi iki satırda yazılıyor. Bu komutun kullanımını ve parametrelerini açıklayalım.

G73 U… W… R…
G73 P… Q… U… W… F… S… T…

U – X ekseni için yarıçapta alınacak talaş miktarı
W – Z ekseni için alınacak talaş miktarı
R – Tekrarlama sayısı
P – Bitmiş şekil başlangıç numarası
Q – Bitmiş şekil numarası
U – X eksenindeki ince işleme payı
W – Z ekseninde bırakılacak ince işleme payı
F – İlerleme (Önceki satırlarda yazıldıysa yazılmayabilir)
S – Devir sayısı (Önceki satırlarda yazıldıysa yazılmayabilir)
T – Kullanılacak takım numarası (Önceki satırlarda yazıldıysa yazılmayabilir).

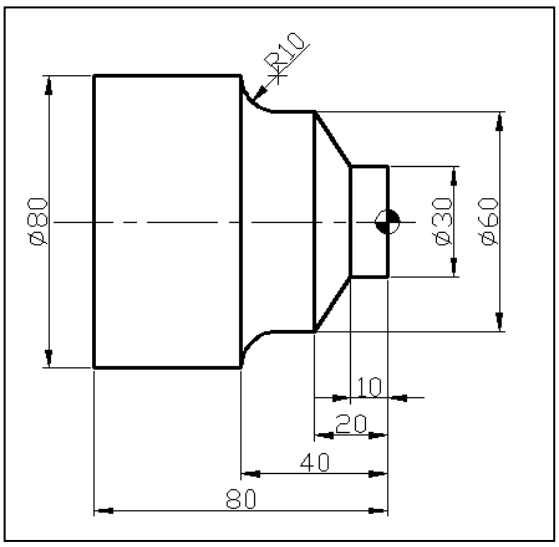
Programımızın çalışabilmesi için ilk satırda kullanacağımız U ve W parametre değerlerini doğru belirlememiz lazımdır. Bu parametre değerlerinin hesabında kalemin bulunduğu noktanın koordinat değerleri ile parça geometrik bilgisinden yararlanılır.

U parametresinin belirlenmesi: İş parçasının aynı noktası üzerindeki ham çaptan işlenmiş değerin çıkarılması ile bulunur. Yarıçapta alınacak talaş miktarını belirlemek için de bu değer ikiye bölünür.

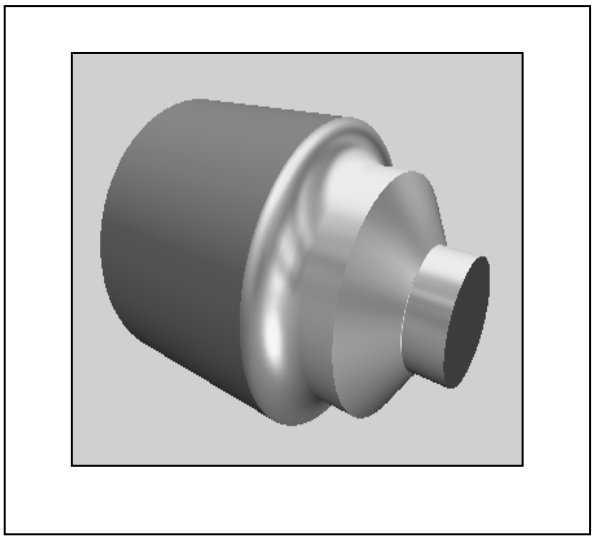
W parametresinin belirlenmesi: Z ekseninde, kesicinin bulunduğu nokta ile iş parçası sıfırı arasındaki mesafedir.

Burada belirlenen U ve W parametre değerlerine ince işleme için bıraktığımız ölçüler de dâhildir.

ÖRNEK 15:



Şekil 8.69: G73 komutu için örnek parça



Şekil 8.70: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: Döküm olduğu için Yarıçapta 4 mm temizle payı bırakılmıştır.

TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
2) Sol yan kalem

```
O0012;
N20 G54;
N10 T0101 G99;
N12 G50 S1200 M04;
N15 G96 S100;
N20 G00 X90 Z0;
N25 G01 X-2 F0.2;
N35 G00 X89 Z5;
N40 G73 U4. W5 R3.;
N45 G73 P50 Q80 U0.5 W0.2 F0.2;
N50 G42 G00 X30 Z1
N55 G01 W–11;
N60 X60 W–10;
N65 W–10;
N70 G02 X80 W–10 R10;
N75 G01 X80 W–10;
N80 G40;
N85 G28;
N90 T0202
N91 G50 S200
N92 G96 S2000 M04
N93 G00 X100. Z100. M08
N95 G00 X95 Z3;
N100 G70 P50 Q80;
N105 G28;
N110 M05 M09;
N115 M02;
```

İşlem sırası:

Profil tornalama işleminin sağlıklı olarak yapılabilmesi için ilk satırda yazılan U ve W parametre değerlerini belirleyelim.

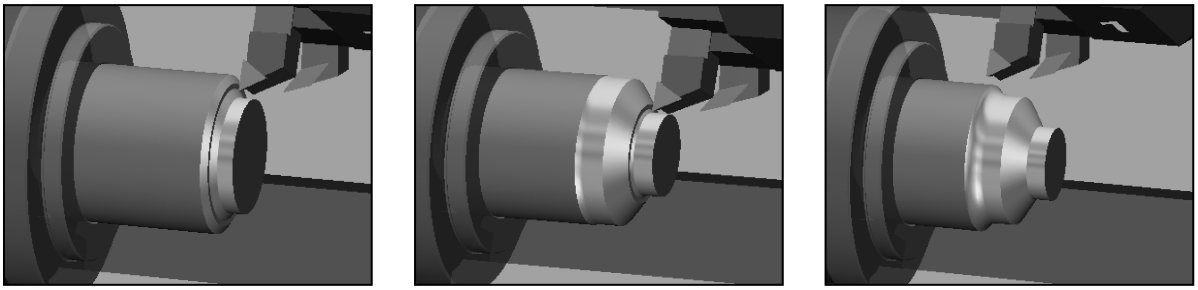
U parametresi: Malzeme üzerindeki temizleme amaçlı bırakılan 4 mm yi belirtiyoruz.

W parametresi: Kesicimizin profil tornalamaya başlamadan önceki Z eksenindeki konumu N35 nolu satırda 5 mm olarak belirlenmiştir. Bu değer mutlak olarak belirlenmişti. Dolayısı ile kesici ile iş parçası referans noktası arasındaki değer 5mm dir. Bu nedenle W parametresine 5 mm yazılmalıdır.

Bu değerler program satırında aşağıdaki şekilde yazılmıştır.

N40 G73 U4. W5 R35.;

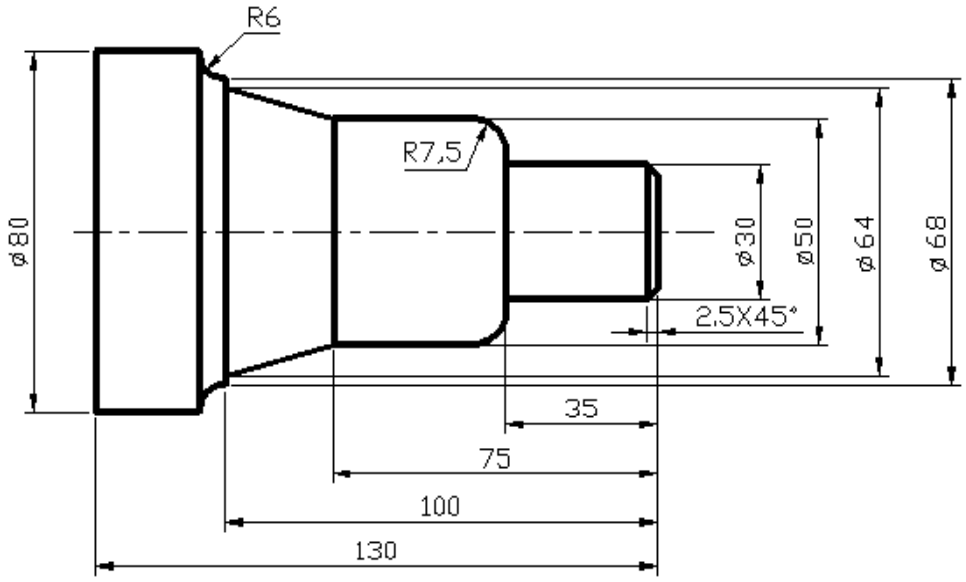
Bu satırdaki R5 parametresi, profil tornalamanın 3 pasoda gerçekleşeceğini belirtir. Aşağıdaki şekilde üç paso gösterilmektedir.



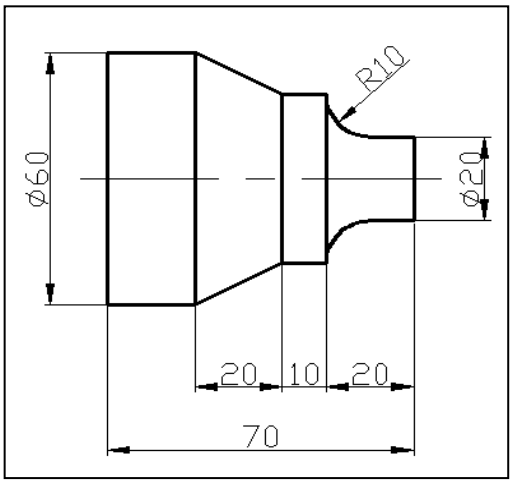
a **b** **c**

Şekil 8.71: G75 profil tornalama işlemi

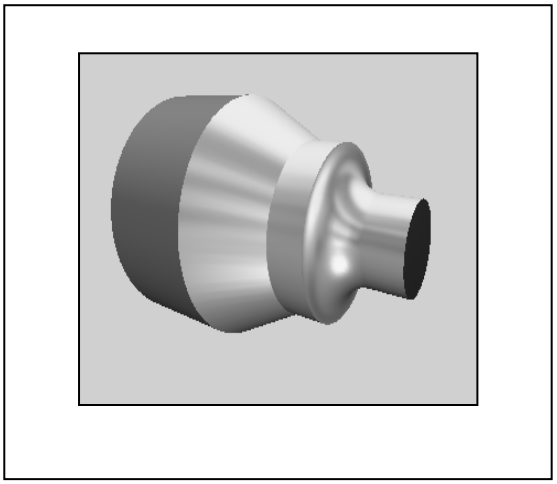
UYGULAMA 21:



ÖRNEK 16:



Şekil 8.72: G76 komutu için örnek parça



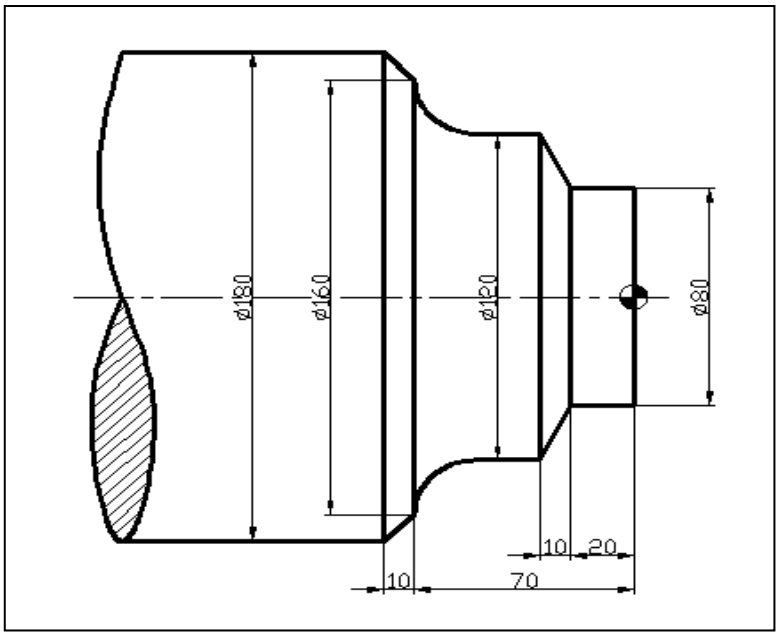
Şekil 8.73: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: Döküm yarıçapta +4 mm

TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
2) Sol yan kalem

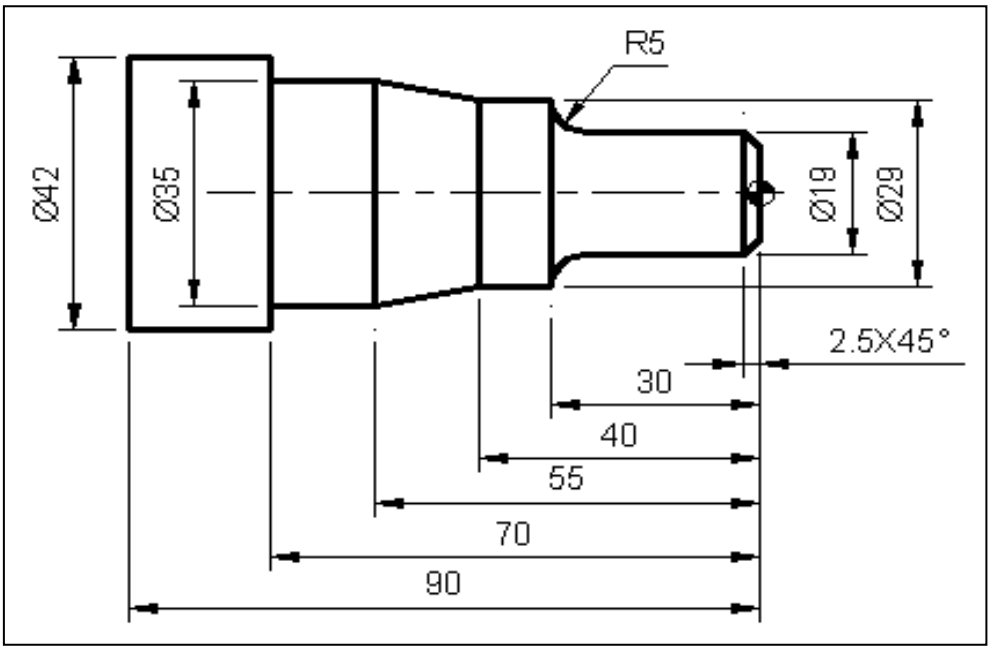
:O0009;	Program numarası
N10 G54;	İş parçası referans noktaları aktif.
N15 T0101 M04;	Bir nolu kesici
N20 G50 S1500;	Maksimum devir sayısı.
N25 G96 S80;	Kesme hızı 80 m/dak. İlerleme
N28 G99 F0.3;	0.3mm/dev, Tezgâh milini CCW yönde döndür.
N30 G00 X69 Z0	
N35 G01 X-2	
N45 G00 X69 Z4;	Hızla çap 69, Z3 mm.ye git.
N48 G42	
N50 G73 U4. W4 R3.;	Profil tornalama çevrimi
N51 G73 P60 Q80 U0.5 W0.2 F0.2;	Profil tornalama çevrimi
N60 G01 X20 Z0;	Sağdan kesici uç yarıçap telafisi aktif. Hızla çap 20, Z2 mm.ye git.
N65 G01 Z–10 F0.15;	F0.15 mm/dev. İlerlemesi ile çap 20 boy 10 mm tornalama
N70 G02 X40 Z–20 R10;	CW yönde eğrisel tornalama R10 mm
N75 G01 Z–30;	Kesicinin bulunduğu yerden çap 40, boy 10 mm tornalama
N80 X60 Z–50;	İki eksende tornalama. Çap 60, Z–50 mm.ye
N90 G40;	Takım telafisi iptal
N95 G00 X200 Z200;	Hızla çap 200, Z 200 mm.ye çekil
N100 T0202;	Takım değişimi. İki nolu kesici aktif
N105 G00 X65 Z3;	Hızla çap 65, Z3 mm.ye git.
N90 G70 P60 Q80;	Finiş tornalama 60 ve 90 nolu satırları tekrar işleme
N95 G00 X200 Z200 M09;	Hızla çap 200, Z200 mm ölçülerine çekil Soğutma suyunu kapat.
N100 M05;	Tezgâh milini durdur.
N105 M30;	Program sonu ve başa dön.

UYGULAMA 22:



Ham malzeme ölçüleri: Döküm +4mm

UYGULAMA 23:



8.16. Uygun Döngü komutunun Seçimi

İş parçası dış çap tornalama işlemini üç ayrı şekilde çalışan döngü ile gerçekleştirmekteyiz.

1. G71 boyuna tornalama döngüsü
2. G72 alından tornalama döngüsü
3. G73 Profil tornalama döngüsü

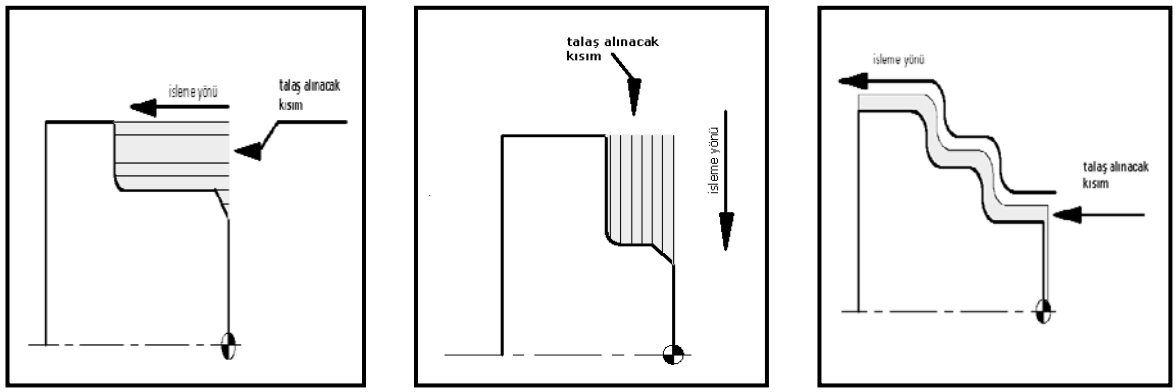
Bu döngülerden biri kullanılarak iş parçası işleneceğinde, uygun olan döngü seçilmelidir.

Bu işlem için eksenlerdeki talaş boylarına bakılmalıdır. X ve Z eksenlerindeki talaş boyları kıyaslanmalıdır.

Alınacak talaşın boyu Z ekseninde fazla ise G71 boyuna tornalama döngüsü seçilmelidir. (Şekil 8.74 – a)

Eğer talaş boyu X ekseninde fazla ise G72 alın tornalama döngüsü seçilmelidir. (Şekil 8.74 – b)

İş parçası ham profili ile işlenmiş profili aynı ise (döküm malzemelerde olduğu gibi) G73 profil tornalama döngüsü seçilmelidir. (Şekil 8.74 – c)



Şekil 8.74 Uygun döngü komutlarının seçimi

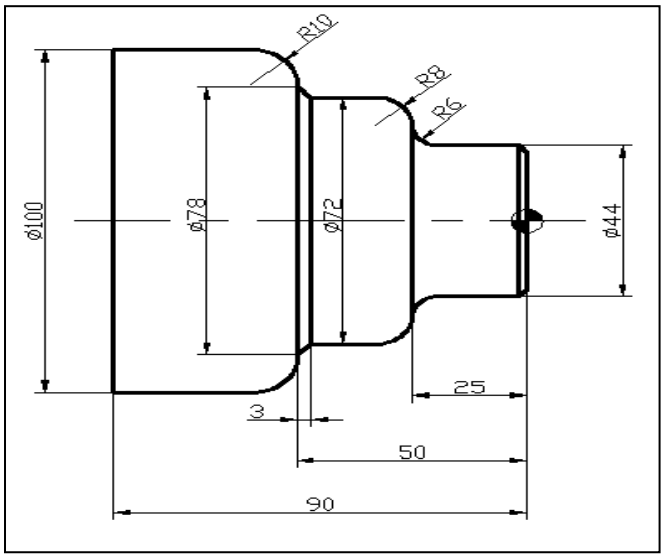
Şöyle ki:

İş parçası üzerinde boyuna talaş kaldırılacak kısmın uzunluğu (X eksenindeki uzunluk), enine kaldırılacak talaş miktarından fazla bu iş parçasını tornalamada G71 döngüsünü kullanmalıyız. Bu şekildeki bir iş parçasında G72 kullanırsak gereksiz yere paso sayısını arttırmış oluruz. Bu şekildeki işleme de zamanın artmasına neden olur.

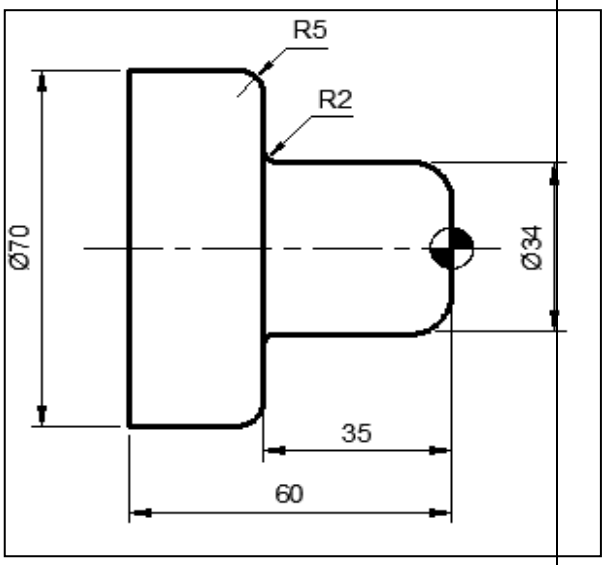
İş parçasından alınacak talaş uzunluğu X ekseninde fazla ise G72 alın tornalama döngüsü seçilmelidir. Bu şekildeki bir iş parçasında G71 döngüsü seçilirse paso sayısını arttırmış oluruz. Bu şekildeki tornalama ise zamanın artmasına neden olur. Bu durum da birim maliyetin artmasına neden olmaktadır.

Eğer iş parçası profilli ise (Şekil 8.74 – c), G71 veya G72 komutlarını kullanmak çözüm olmayacaktır. Burada önemli olan gereksiz hareketlerden kaçınmak olmalıdır. G71 ve G72 komutlarıyla gereksiz hareketler bu iş parçasında oldukça fazla olacaktır. Bu şekildeki iş parçalarında en verimli paso hareketi, işin profiline paralel olan hareketlerdir. Bunu da ancak G73 komutu ile sağlarız.

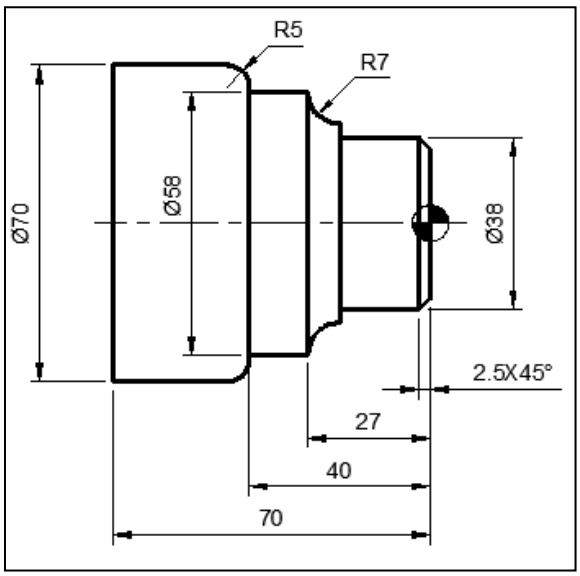
UYGULAMA 24:



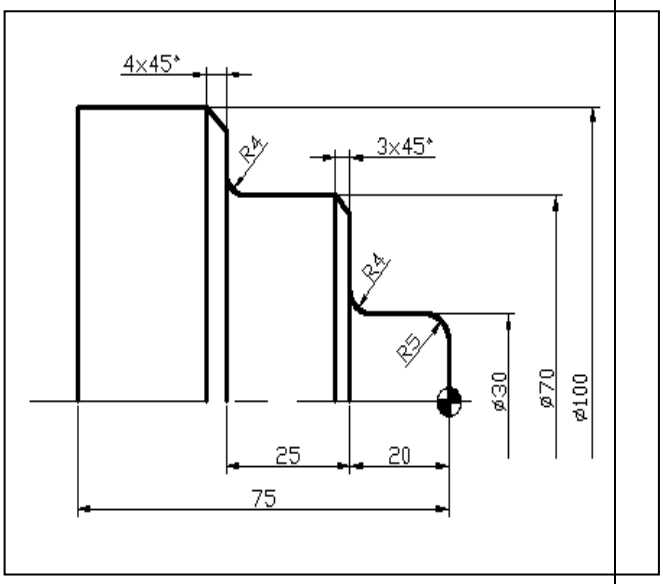
UYGULAMA 25:



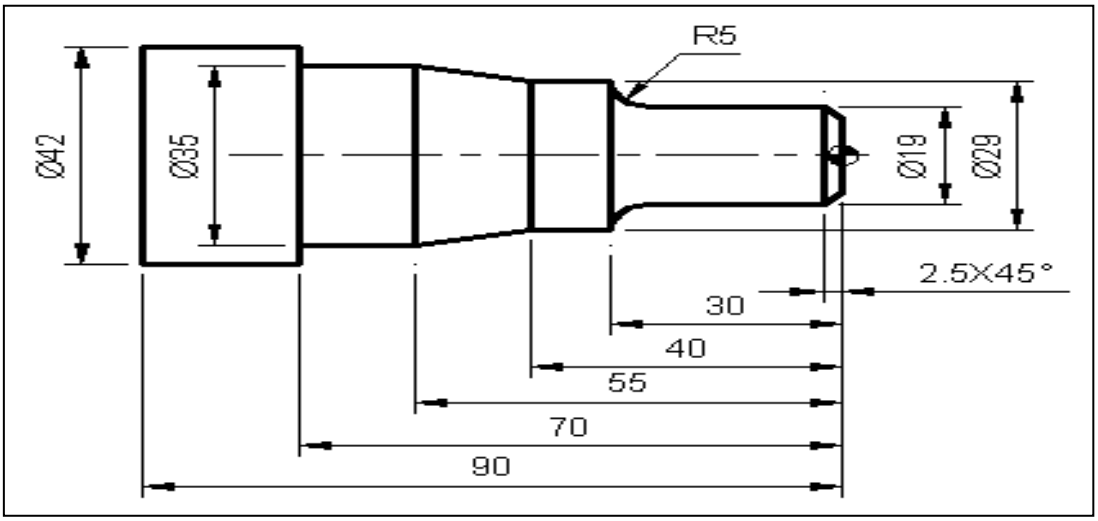
UYGULAMA 26:



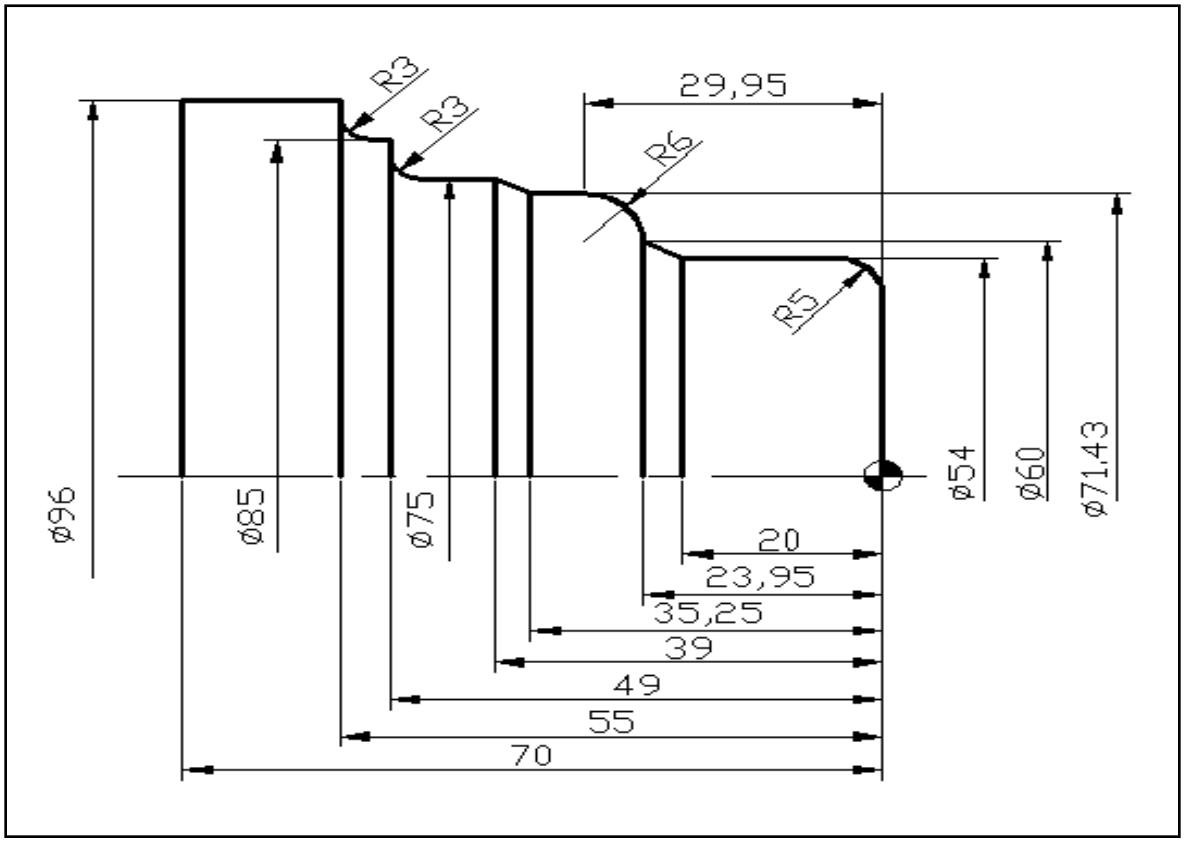
UYGULAMA 27:



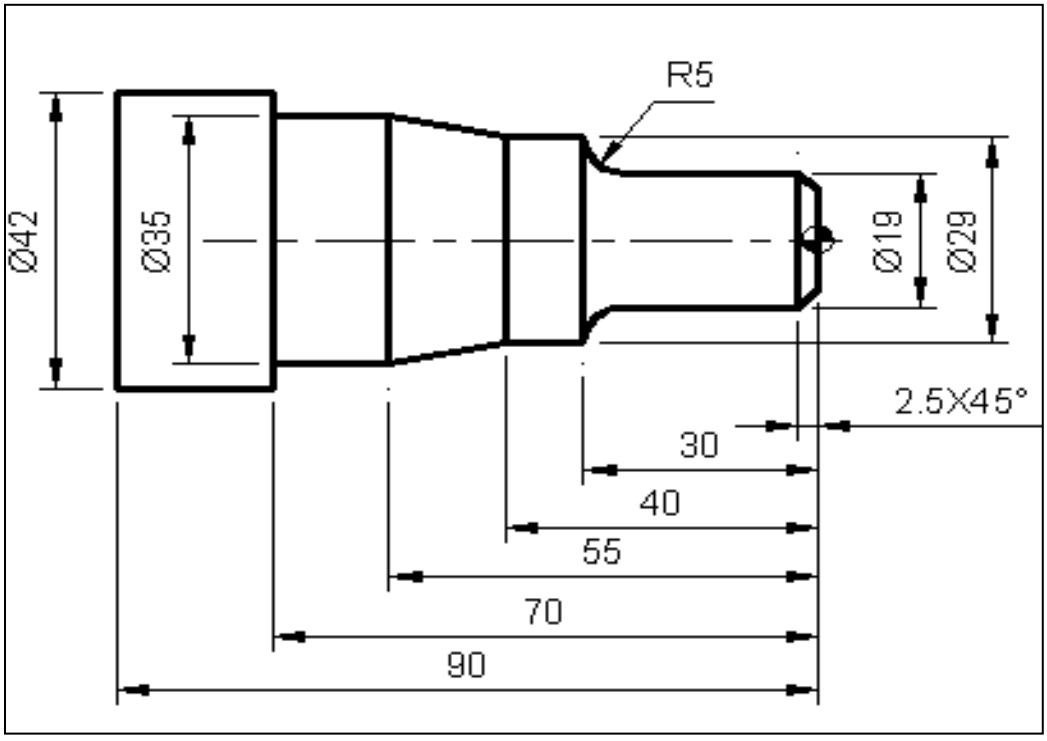
UYGULAMA 28:



UYGULAMA 29:

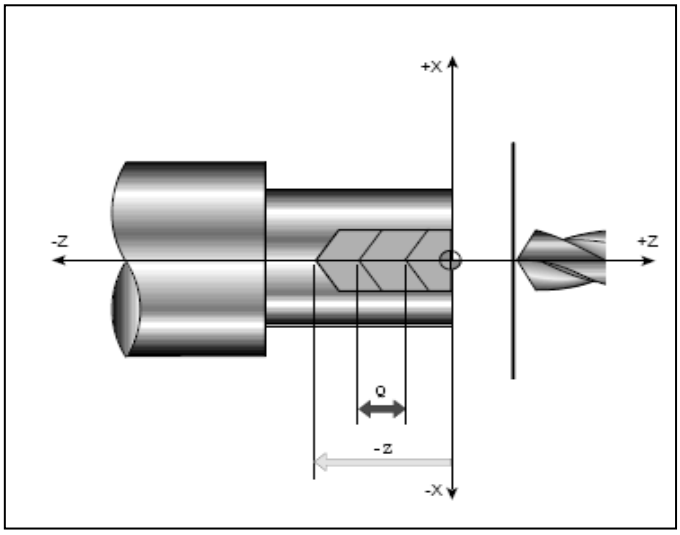


UYGULAMA 30:



8.17. G74 Gagalayarak Delik Delme Çevrimi

G74 Çevrimi, Z ekseninde kullanılan " çoklu tekrarlı çevrimler" grubundandır. Bu çevrimin parametrelerine, delik boyu, gagalama boyu ve her gagalama sonunda geri çıkış miktarı yazılır.



Şekil 9.75: G74 komutu ve parametrelerinin gösterimi

Bu çevrim de diğer çoklu tekrarlı çevrimlerde olduğu gibi iki, satırda CNC programına yazılır.

Bu komutun kullanımını ve parametrelerini açıklayalım.

G74 R…

G74 Z… Q… F…

R – Matkabın geri çekilme miktarı
Z – Delik boyu
Q – Gagalama boyu (Mikron olarak)
F – İlerleme

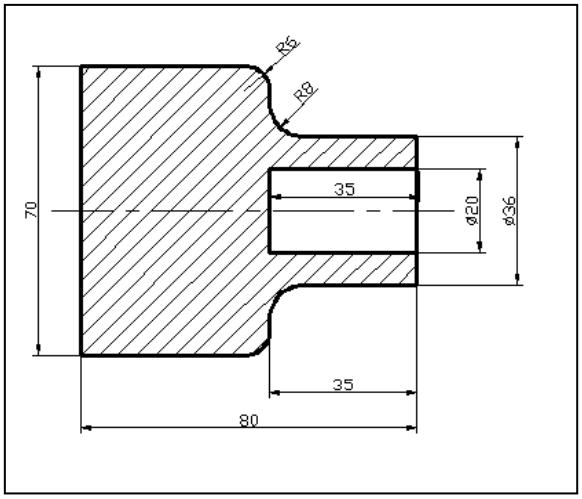
Örnek:

N410 G00 X0 Z5 : İş eksenine (X 0) , parçanın 55 mm dışına git.

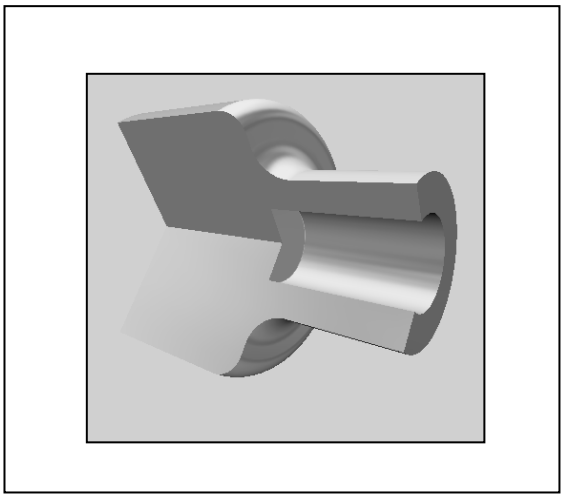
N415 G74 R1.5 : Gagalama çevrimi, geri çekilme 1.5 mm

N420 G74 Z–35 Q5000 F0.2 : Delik boyu 35 mm, gagalama boyu 5mm

ÖRNEK 17:



Şekil 8.76: G74 komutu için örnek parça



Şekil 8.77: Bitmiş parça

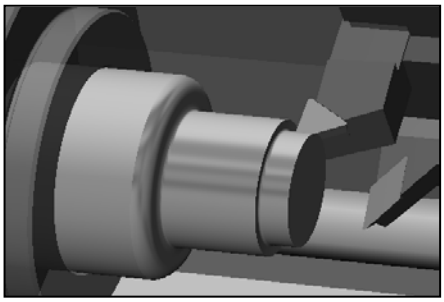
Ham malzeme ölçüleri Ø72x82 TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
2) Sol yan kalem (finis)
3) Matkap

:O0011;	Program numarası
N300 G54;	İş parçası referans noktası aktif
N305 T0101 M03	Bir nolu kesici, dönüş yönü CW
N302 G50 S1500;	Maksimum 1500 dev/dak.
N305 G96 S100;	Kesme hızı 100 m/dak
N300 G99 F0.3;	İlerleme 0.3 mm/devir
N315 G00 X75 Z0 M08;	Hızla çap 75, Z0'a git.
N320 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N325 G00 X72 Z4;	Çap 72, Z 4 mm. ye git.
N330 G71 U4 R1;	Boydan dış çap tornalama çevrimi. Pasolar 4 mm, Paso sonunda 1 mm. geri çekil.
N335 G71 P340 Q365 U0.5 W0.2 F0.2;	Boydan dış çap tornalama çevrimi
N340 G42 G00 X36 Z1;	Takım telafisi aktif. Hızla çap 36, Z1 mm.ye git.
N345 G01 X36 Z-27;	Boyuna 27 mm doğrusal kesme
N350 G02 X52 Z-35 I8 K0 F0.2;	CW yönde eğrisel tornalama. R 8 mm.
N355 G01 X58;	Çap 58 mm.ye tornalama
N360 G03 X70 Z-41 I0 K-6 F0.2;	CCW yönde eğrisel tornalama. R 6 mm.
N365 G40;	Takım telafisi iptal
N370 G28 U0 W0;	Otomatik referans noktasına dönüş
N375 T0202;	Takım değiştirme. İki nolu takım aktif.
N380 G50 S2500;	Maksimum 2500 dev/dak.
N385 G96 S210;	Kesme hızı 210 m/dak.
N390 G00 X72 Z4;	Hızla çap 72, Z4 mm.ye git.
N395 G70 P340 Q365;	Finiş tornalama çevrimi
N400 G28 U0 W0;	Otomatik referans noktasına dönüş
N405 T0505;	Takım değişimi. Beş nolu takım
N410 G00 X0 Z5;	Hızla çap 0, Z 5 mm.ye git.
N415 G74 R1.5;	Gagalayarak delik delme çevrimi. Geri çekilme 1.5 mm

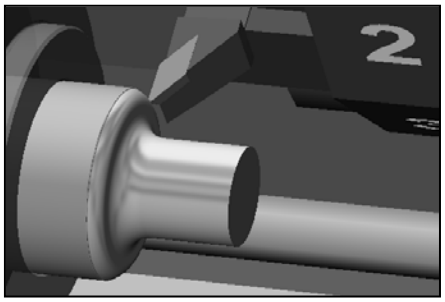
N420 G74 Z-35 Q5000 F0.2;	Delik boyu 35 mm. Bir seferdeki delme 5 mm. İlerleme 0.2 mm/dev.
N425 G28 U0 W0;	Otomatik referans noktasına dönüş
N430 M05 M09;	Tezgâh milini durdur. Soğutma suyunu kapat.
N435 M02;	Program sonu ve başa dön.

İşlem sırası:

Bu programda önce birinci kalemle G71 boyuna tornalama çevrimini kullanarak parçanın dışını kabaca tornaladık (şekil 8.78).



Şekil 8.78: G71 ile kaba tornalama



Şekil 8.79: G70 ile Finis tornalama

Sonra ikinci kalemle G70 finiş çevrimi ile parçanın dışında X eksenindeki 0.5, Z eksenindeki 0.2 mm bırakılan talaşları aldık (şekil 8.79)

Bu aşamadan sonra, tarette 5 nolu yuvaya takılan matkabımızı X0, Z5'e konumlandırdık.

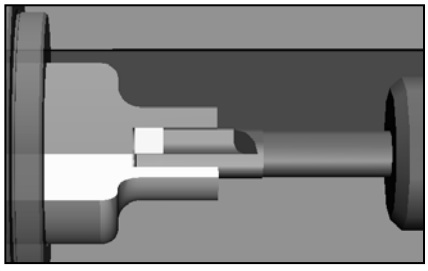
G74 komutunu çalıştırarak parçamızda istenen ölçülerde delik deldik.

Bu programda kullanılan G74 komutu ve parametrelerin anlamları

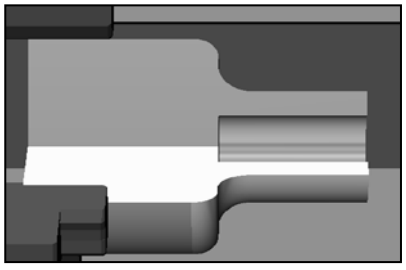
N415 G74 R1.5

N420 G74 Z–35 Q5000 F0.2

R1.5 :Gagalama sonunda geri çıkış miktarı
Z–35 : Delik boyu
Q5000: Gagalama boyu (Buradaki ölçü mikron cinsinden olduğu için 5mm dir.)
F : İlerleme

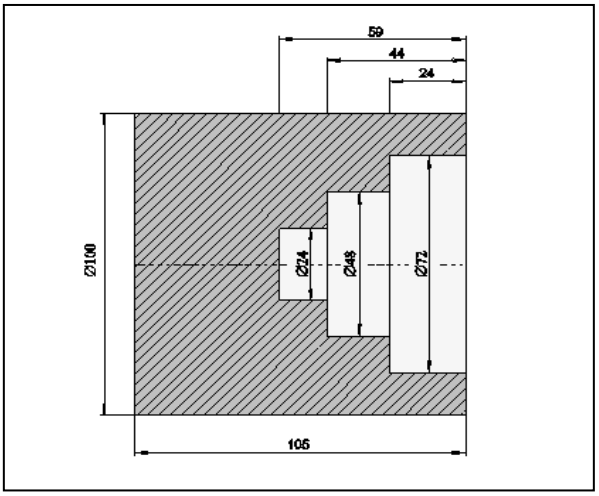


Şekil 8.80: G74 ile gagalamalı delme

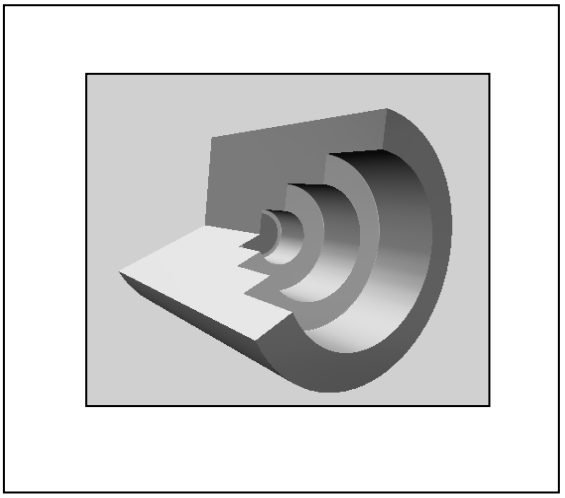


Şekil 8.81: Bitmiş parça

ÖRNEK 18:



Şekil 8.82: G74 komutu için örnek parça



Şekil 8.83: Bitmiş parça

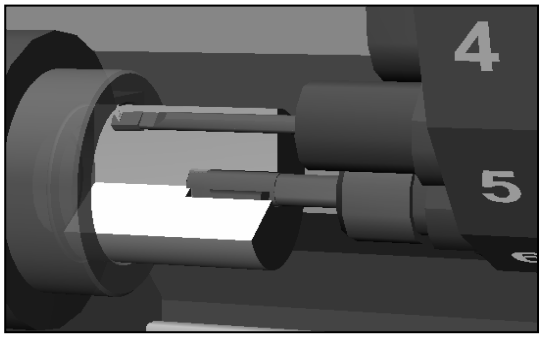
Ham malzeme ölçüleri ø100x106

TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
5) Delik kalemi
7) ø20 matkap
11) Delik kalemi

```
:O0012;
N320 G54
N325 T0101 M04;
N330 G50 S2000;
N335 G96 S150;
N340 G99 F0.3;
N350 G00 X102 Z0 M08;
N355 G01 X–1.6;
N360 G28;
N365 M05;
N370 T0707;
N375 G97 S950 F0.3 M03;
N380 G00 Z3;
N385 G00 X0 M7;
N390 G74 R1.;
N391 G74 X0. Z–59. Q1500 F0.3;
N396 G28;
N401 M05;
N406 T0505;
N411 G50 S3500;
N416 G96 S200 M04;
N421 G00 X20 Z2;
N426 G90 X23 Z–58.9 F0.25 M7;
N431 G90 X32 Z–43.9 F0.25;
N436 X40;
N441 X47;
N446 G00 X47;
N451 G90 X55 Z–23.9 F0.25;
N456 X63;
N461 X71;
N466 G28;
N471 M05;
N476 T1111;
N481 G50 S4500;
N486 G96 S380 M4;
N491 G41;
N496 G00 X72 Z2;
N501 G01 Z–24;
N506 X48;
N511 Z–44;
N516 X24;
N521 Z–59;
N526 X20;
N531 G40;
N536 G00 X20.8 Z2;
N541 G28;
N546 M05;
N551 M09;
N556 M30;
```

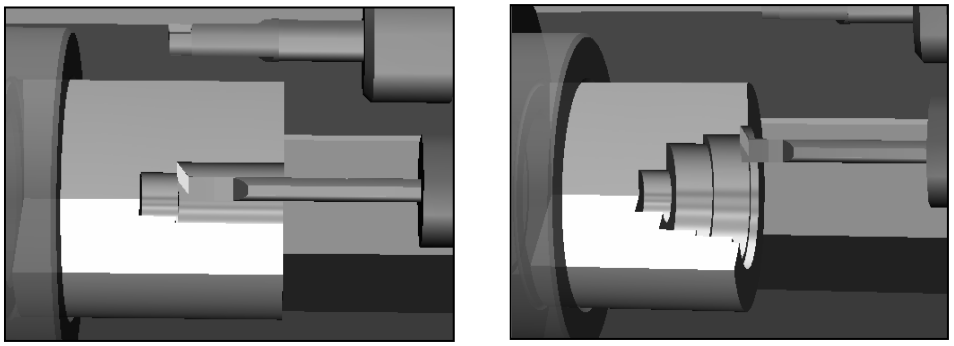
İşlem sırası:

Alın tornalama işleminden sonra tarette 7 nolu yuvaya takılan matkapla deliği deldik.



Şekil 8.84: İş parçasının delinmesi

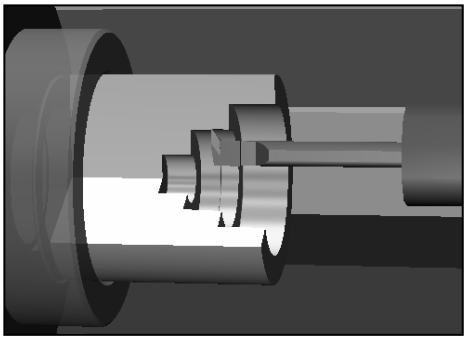
5 nolu yuvaya takılan delik kalemiyle deliği kademeli tornaladık. Bu işlem için G90 çevrimini kullandık.



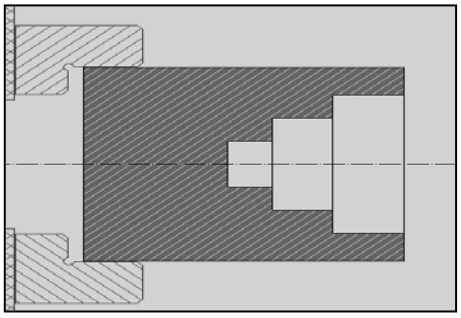
a **b**

Şekil 8.85: Deliğin kademeli tornalanması

Daha sonra tarette 11 nolu yuvaya takılan delik kalemiyle finis tornalama gerçekleştirildi.

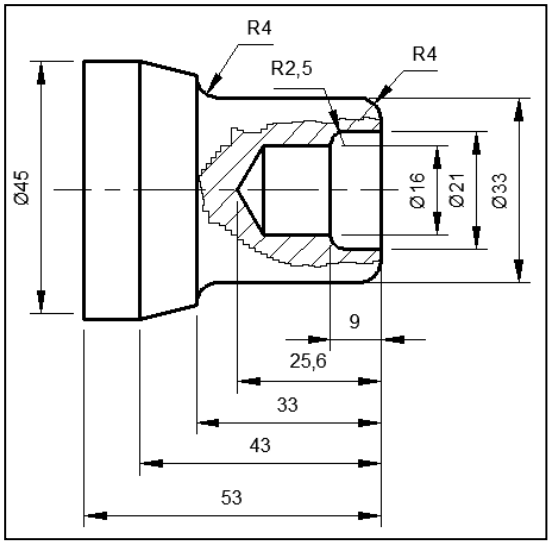


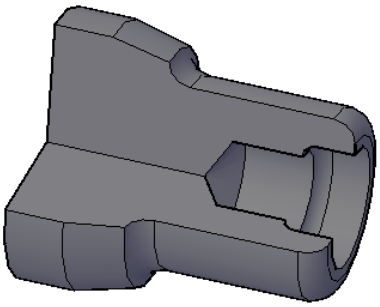
Şekil 8.86: Kademeli deliğin tornalanması



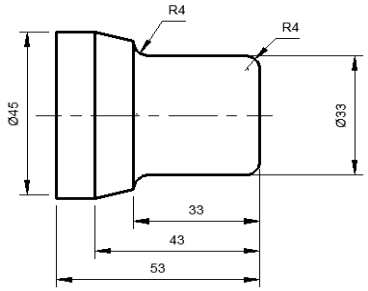
Şekil 8.87: Tamamlan parçanın iki boyutlu görüntüsü

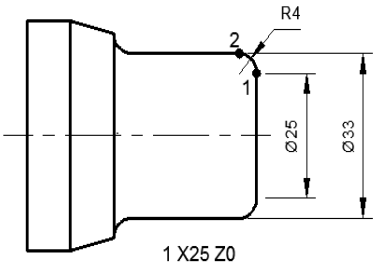
ÖRNEK 19: CNC programının hatasız olabilmesi için iş parçası üzerindeki noktaların doğru tespit edilmesi gerekmektedir.



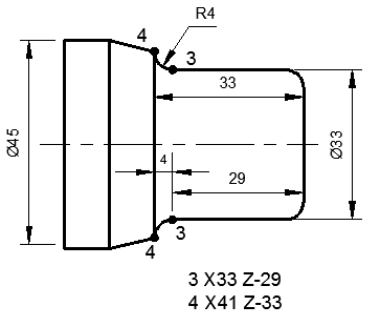


DIŞ ÇAP TORNALAMA

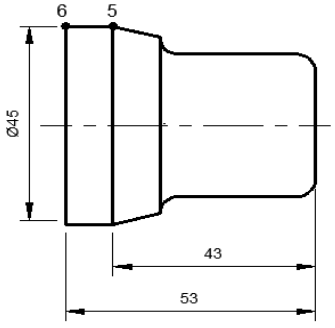




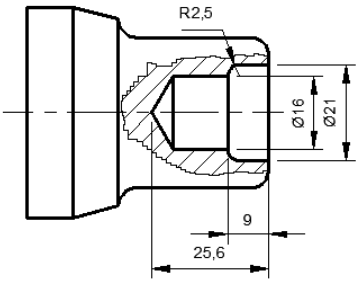
1 X25 Z0
2 X33 Z-4

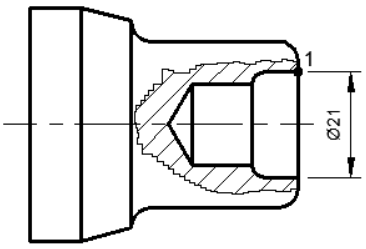


3 X33 Z-29
4 X41 Z-33

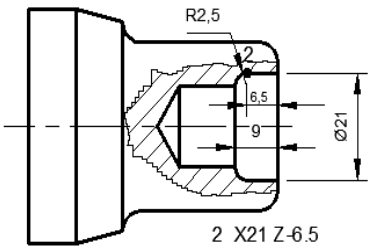


5 X45 Z-43
6 X45 Z-53

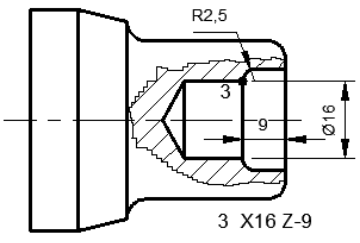




1 X21 Z0



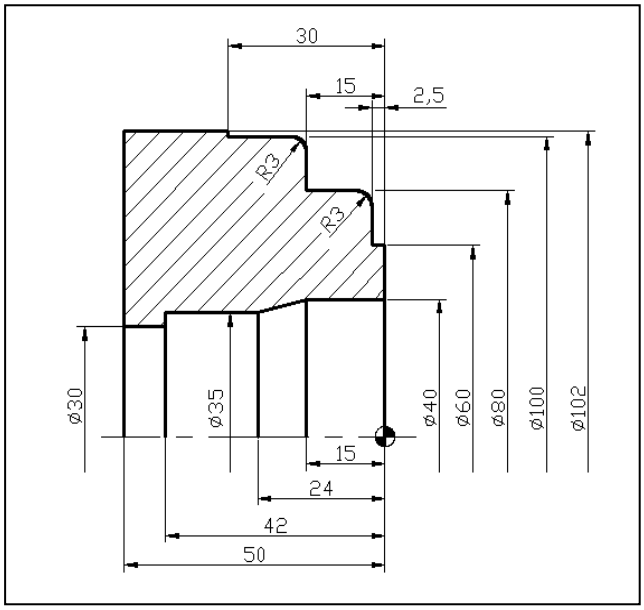
2 X21 Z-6.5



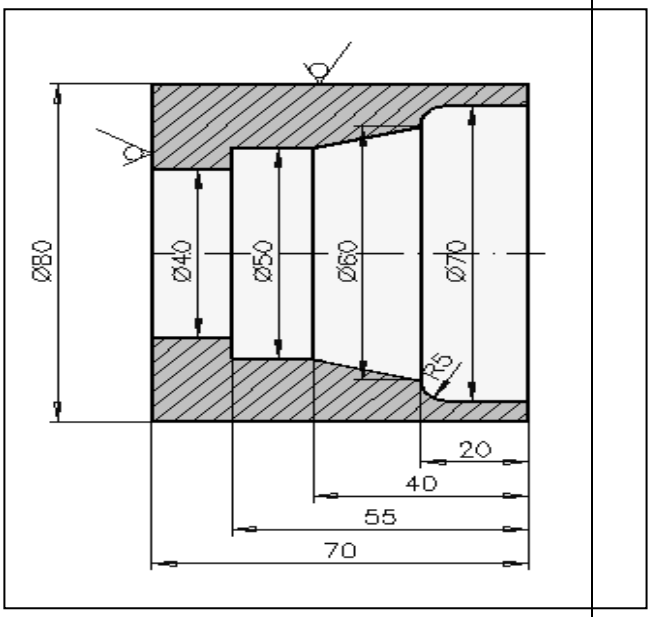
3 X16 Z-9

İÇ ÇAP TORNALAMA

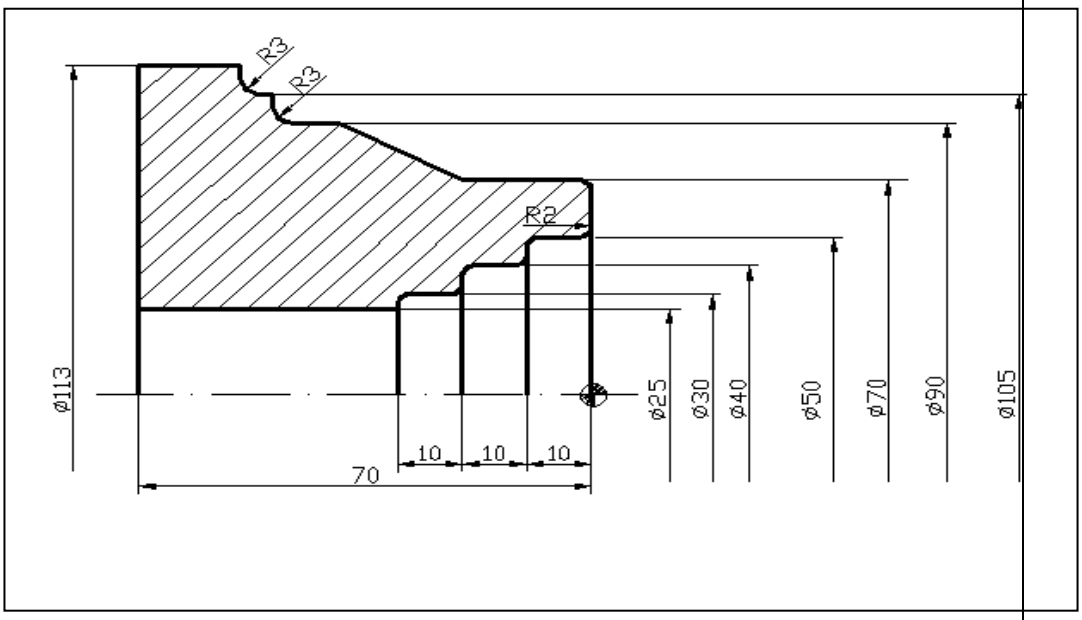
UYGULAMA 34:



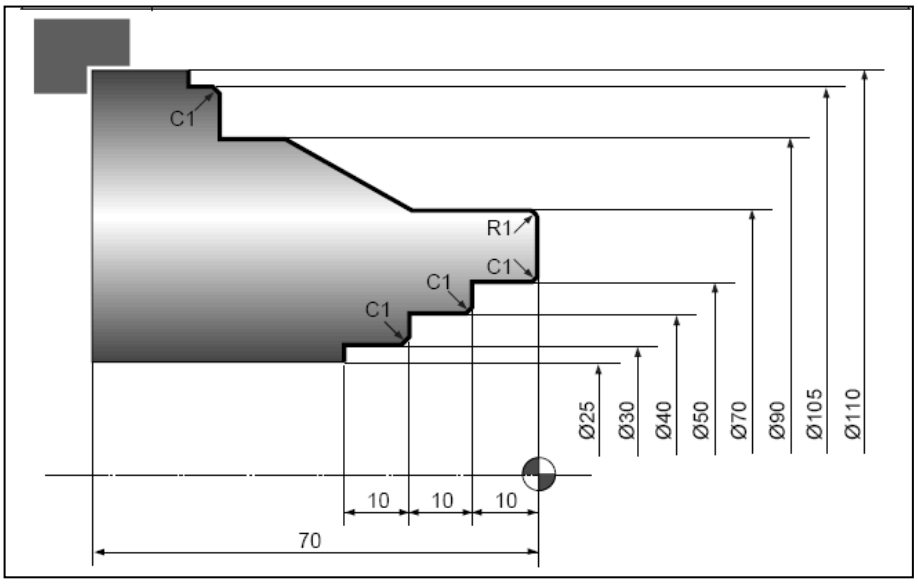
UYGULAMA 35:



UYGULAMA 36:

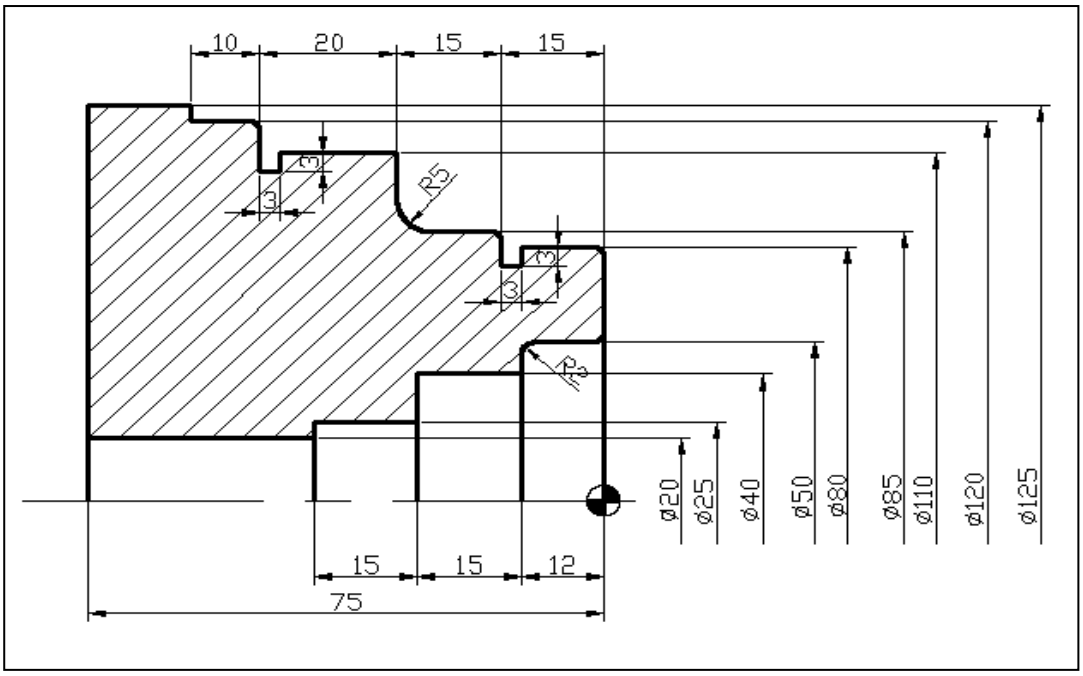


UYGULAMA 37:

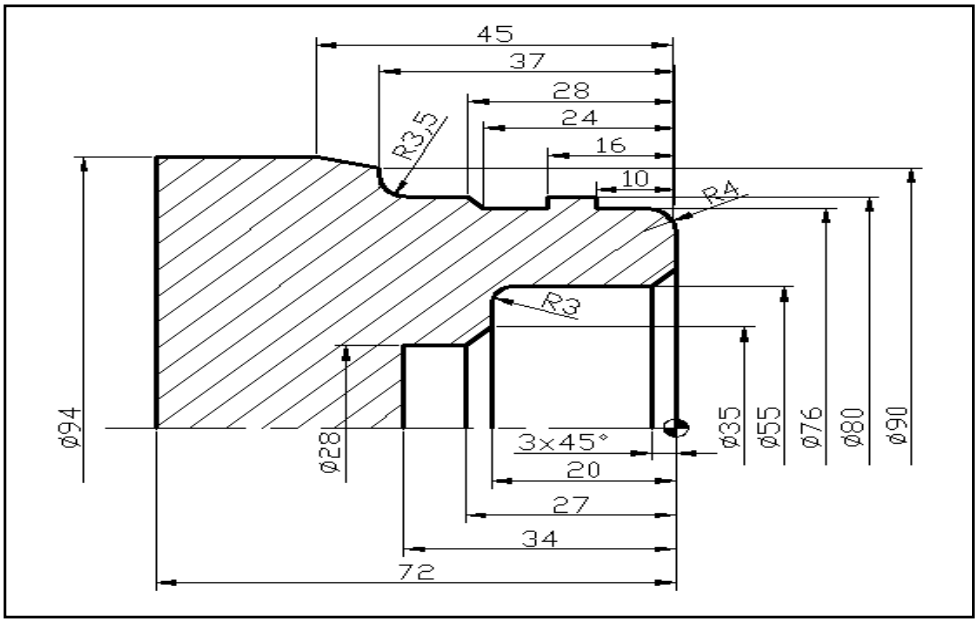


UYGULAMA 38:

.

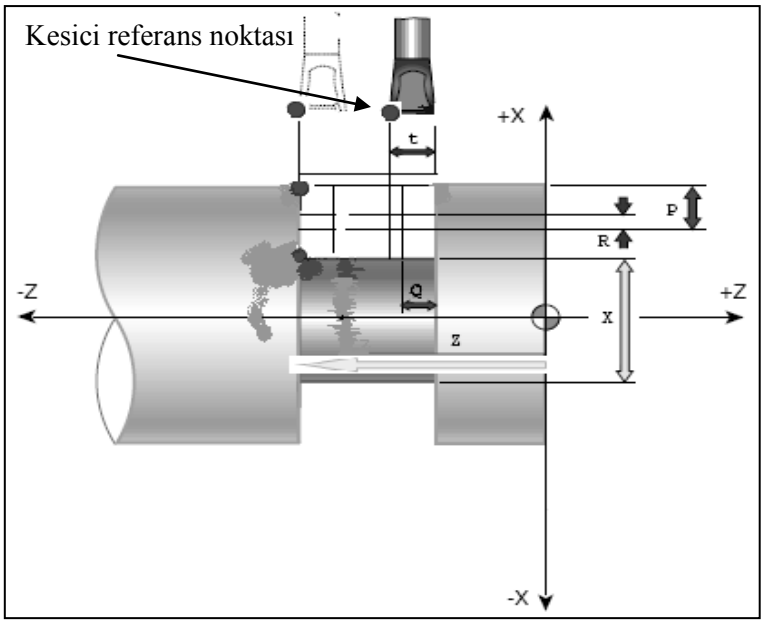


UYGULAMA 39:



8.18. G75 Kanal Açma Çevrimi

G75 kanal açma dönüsü de CNC programına iki satırda yazılır. Komutu kullanırken kalemin kesme (her dalma) sonunda ki geri çekilme miktarını, kanalın bittiği çapı, kanalın bittiği boyu, X eksenindeki dalma miktarını, Z eksenindeki kayma miktarını yazıyoruz.



Şekil 8.88: Kanal açma döngüsü ve parametreleri

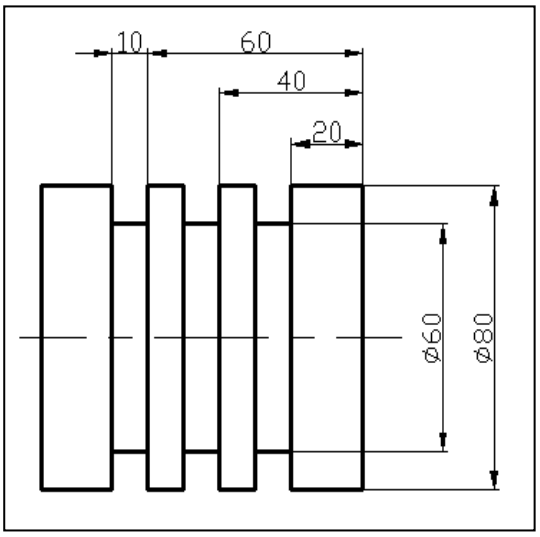
G75 R…
G75 X… Z… P… Q… F…

R : Geri çekilme miktarı
X : Kanalın dibi çapı
Z : Kanalın bittiği Z noktası koordinatı
P : X eksenindeki dalma miktarı (**mikron cinsinden**)
Q : Z eksenindeki kayma miktarı (**mikron cinsinden**)
F : İlerleme oranı

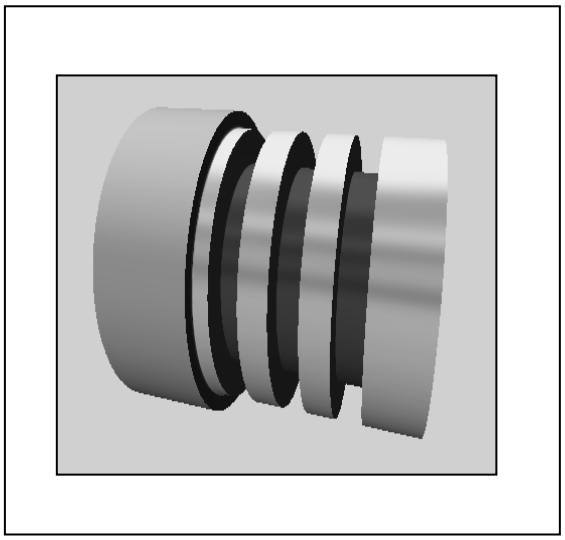
G75 kanal açma çevrim parametrelerini kullanırken dikkat etmemiz gereken noktalar şunlardır:

- Kesici referansının sol köşe olduğu unutulmamalıdır.
- P ve Q parametrelerini program mikro milimetre olarak değerlendirmektedir. Yani bu parametrelere yazacağımız değerler mm değil de mikron cinsinden olmalıdır.
- Diğer bir noktada; Z eksenindeki kayma miktarı olan Q parametresinin büyüklüğü kalem genişliğinden (t) küçük olmalıdır.

ÖRNEK 20:



Şekil 8.89: G75 komutu için örnek parça



Şekil 8.90: Bitmiş parça

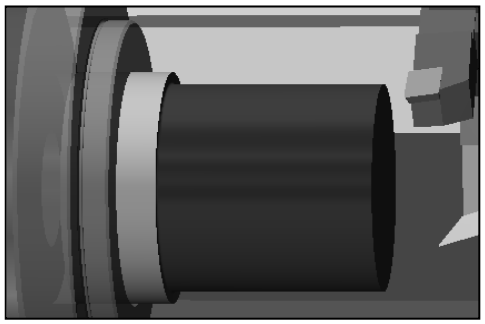
Ham malzeme ölçüleri: ø 112x92 mm

TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
3) Sol yan kalem
5) Kanal kalemi (t=2.5 mm)

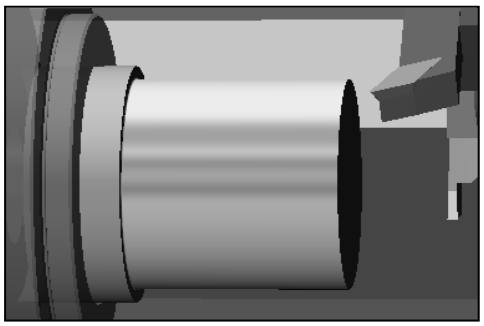
```
:O0013;
N320 G54
N325 T0101 M04;
N330 G50 S2000;
N335 G96 S150;
N340 G99 F0.3;
N345 G00 X92 Z0 M08;
N350 G01 X–2;
N355 G00 X92 Z4;
N360 G71 U3 R1;
N365 G71 P370 Q385 U0.5 W0.2 F0.2;
N370 G42 G00 X80;
N375 G01 Z–75;
N380 G01 X80;
N385 G40;
N390 G28;
N395 T0303;
N400 G50 S3500;
N405 G96 S200 F0.2;
N410 G00 X92 Z4;
N415 G70 P370 Q385 F0.2;
N420 G28;
N425 T0505;
N430 G50 S2500;
N435 G96 S150 F0.2;
N440 G00 X82 Z–24 M04;
N445 G75 R1.;
N446 G75 X60. Z–30. P50 Q2000 F0.2;
N451 G00 Z–44;
N455 G75 R1.;
N456 G75 X60. Z–50. P50 Q2000 F0.2;
N457 G00 Z–64;
N460 G75 R1.;
N465 G75 X60. Z–70. P50 Q2000 F0.2;
N486 G28 M09;
N491 M05;
N496 M30;
```

İşlem sırası:

Bu programda 1 nolu kalemle G71 kaba tornalama çevrimini kullanarak iş parçasını tornaladık (şekil 8.91).



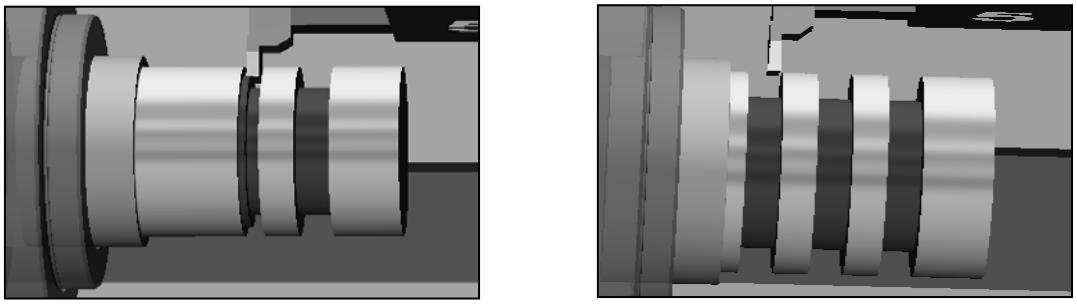
Şekil 8.91: G71 ile kaba tornalama



Şekil 8.92: G70 finis tornalama

3 nolu kalemle finiş tornalama gerçekleştirdik. Bu işlem için de G70 finiş çevrimini kullandık (şekil 9.92).

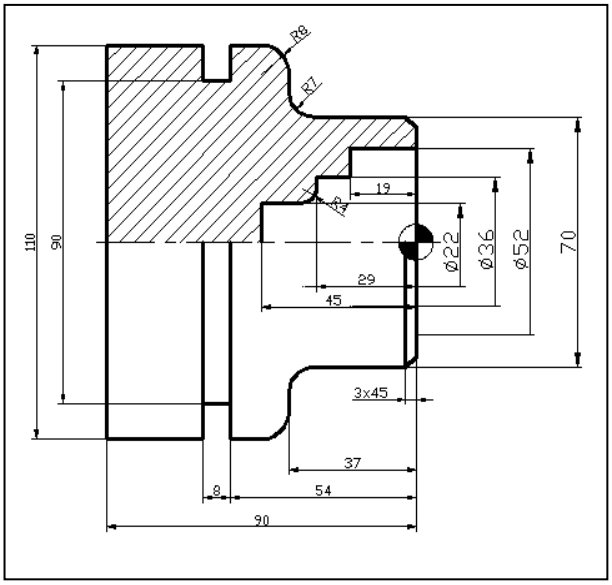
Daha sonra kanal kalemiyle kanalları açmaya başladık. N445 ve N446 nolu satırlarda 1.kanalı, N455 ve N456 nolu satırlarda ise 2.kanalı, N460 ve N465 nolu satırlarda ise 3.kanalı açtık. Her kanal için ayrı bir G75 çevrimi kullanılmaktadır. Bu çevrimlerde "P: X ekseninde dalma miktarı" 50 µ, yani 0.05 mm olarak kullanılmıştır. "Q: Z ekseninde kayma miktarı" 2000 µ, yani 2 mm olarak kullanılmıştır. Burada "t: kanal genişliği" 2.5 mm olduğu için Q yana kayma parametresi 2 mm alınmıştır.



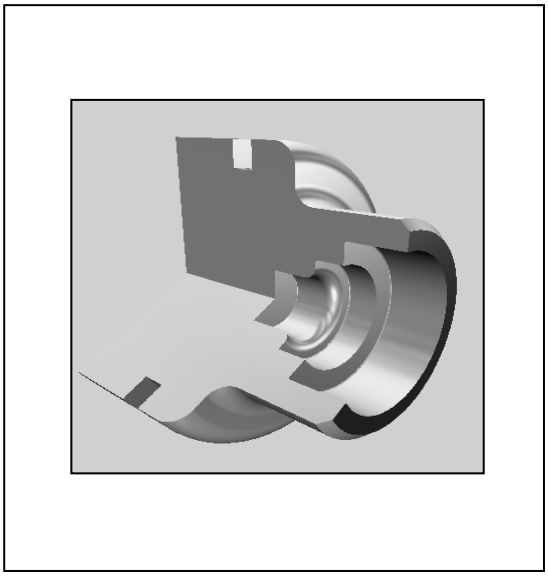
a **b**

Şekil 8.93: G75 kanal açma çevrimi ile kanalların işlenmesi

ÖRNEK 21:



Şekil 8.94: G74 ve G75 komutları için örnek parça



Şekil 8.95: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: ø 112x92 mm TAKIMLAR:1) Sol yan kalem
3) Sol yan kalem
5) ø20 matkap
7) Delik kalemi
9) Kanal kalemi (t=3.5 mm)

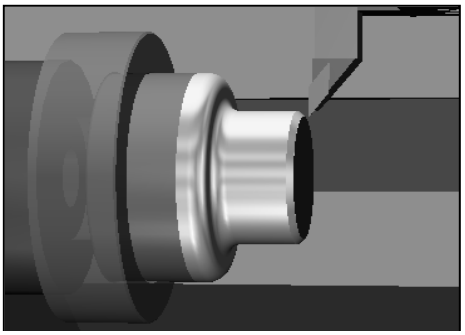
```
:O0014;
N15 G54
N20 T0101 M04;
N25 G50 S2000;
N30 G96 S150;
N35 G99 F0.3;
N40 G00 X115 Z0 M08;
N45 G01 X-1.6;
N50 G00 X115 Z5;
N55 G71 U3. R1.;
N60 G71 P65 Q110 U0.5 W0.2 F0.2;
N65 G42 G01 X64 Z1;
N70 G01 Z0;
N75 G01 X70 Z–3;
N80 G01 Z–30;
N85 G02 X84 Z–37 R7 F0.2;
N90 G01 X94;
N95 G03 X110 Z–45 R8 F0.2;
N100 G01 Z–50;
N105 G00 X125;
N110 G40;
N115 G28;
N120 T0303;
N125 G00 X64 Z2;
N130 G70 P65 Q110;
N135 G28;
N140 T0505;
N145 G00 X0 Z5;
N150 G74 R1.;
N155 G74 Z–45. Q4000 F0.2;
N160 G28;
N165 T0707;
N170 G41;
N175 G00 X20 Z2;
N180 G90 X24. Z–29. F0.2 R0.;
N185 X27;
N190 X30;
N195 X33;
N200 X36;
N205 G90 X38 Z–19 F0.2;
N210 X41;
N215 X45;
N220 X50;
N225 X52;
N280 G01 X36 Z–19;
N285 G01 Z–29;
```

N290 X30;
N295 G02 X22 Z–33 R4 F0.1;
N300 G01 Z–40;
N305 X20;
N305 Z4;
N310 G40;
N315 G28;

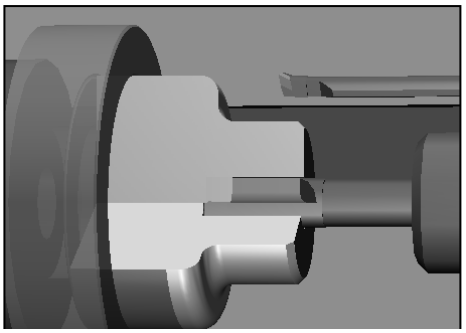
N310 T0909;
N325 G00 X115 Z–57.5;
N330 G75 R1.;
N331 G75 X90. Z–62. P300 Q2000 F0.2;
N336 G00 X200 Z200;
N341 M05 M09;
N346M02;

İşlem sırası:

T01 ve T03 kalemlerle iş parçasının dış profilini tornaladık. G71 ve G70 çevrimlerini tornaladık. N15… N130 nolu satırlar (şekil 8.96)



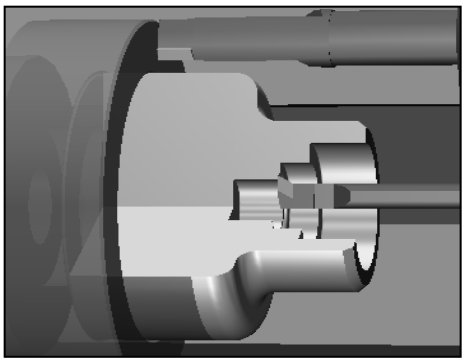
Şekil 8.96: G71 ve G70 komutları ile dış çap tornalama



Şekil 8.97: G74 komutu ile delme

T05'e takılı olan matkapla delik deldik. Burada G74 gagalayarak delik delme çevrimi kullanıldı (şekil 10.97).

N150 G74 R1.
N155 G74 Z–45. Q4000 F0.2



Şekil 8.98: Delik kalemi ile işleme

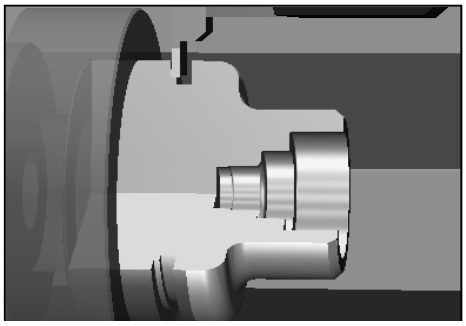
T07'ye takılı olan delik kalemiyle iş parçası deliğini kademeli tornaladık. Burada kalem ilerleme yönüne göre iş parçasının solundan talaş aldığı için G41 takım telafisi kullandı.

T09'a takılı olan kanal kalemi ile iş üzerindeki kanalı tornaladık. Burada G75 kanal açma çevrimi kullanıldı. Burada kullanılan parametreler ve anlamları:

N330 G75 R1.
N331 G75 X90. Z–62. P300 Q2000 F0.2

R : Geri çekilme miktarı 1mm
X : Kanalın dibi çapı 90 mm
Z : Kanalın bittiği Z noktası koordinatı –62 mm
P : X eksenindeki dalma miktarı 3 mm
Q **:** Z eksenindeki kayma miktarı 2mm
F : İlerleme oranı 0.2

Burada kullanılan kalemin genişliği 3.5 mm olduğu için Z eksenindeki kayma miktarı olan Q 3.5 mm den fazla olamaz. Örneğimizde de bu rakam 2 alınmıştır. Kanalın genişliği 8mm idi. Kanal lalemi 1. kesmeden sonra 2 mm yana kayarak 2. kesmeye geçecektir. 2. kesmede genişliği 5.5 mm.ye çıkacaktır. Bu şekilde toplam 8 mm genişliğe ulaşana kadar devam edecektir.

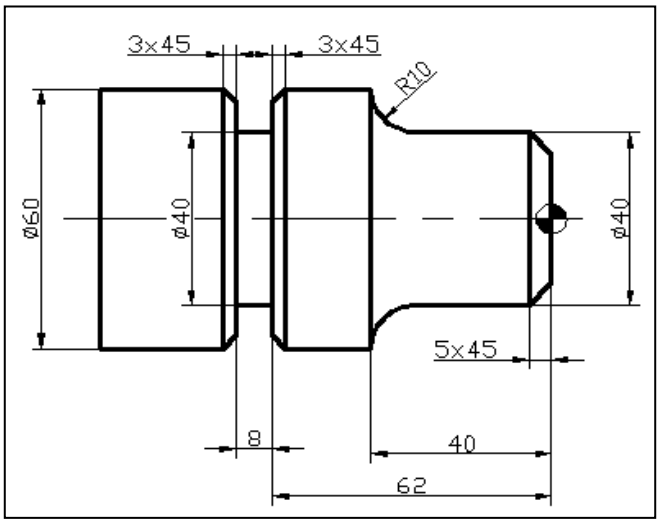


Şekil 8.99: G75 ile kanal açma

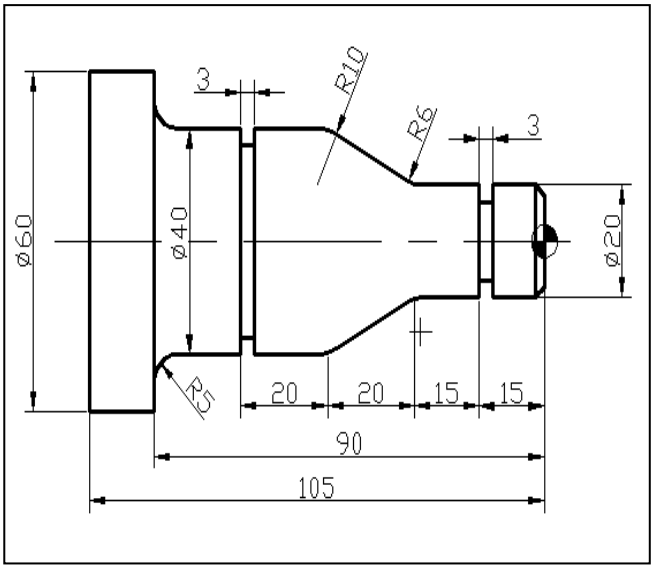
ÖRNEK İŞ PARÇALARI

Aşağıda yapım resimleri verilen iş parçalarının CNC programlarını yazınız.

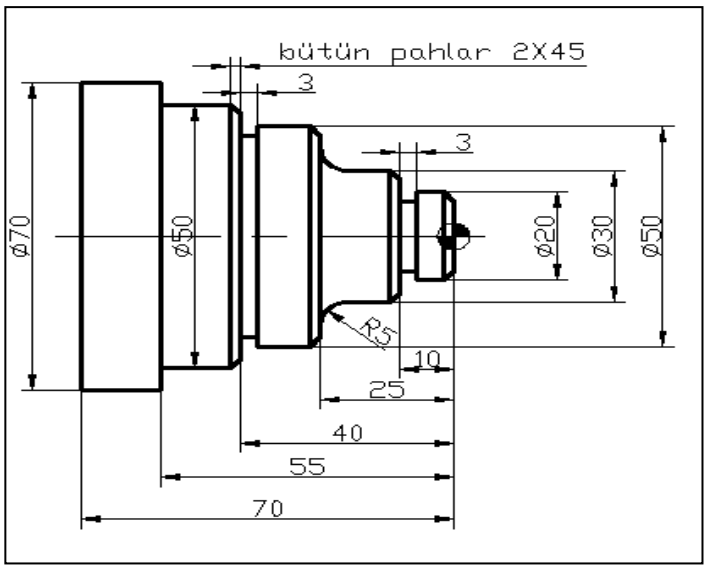
UYGULAMA 40:



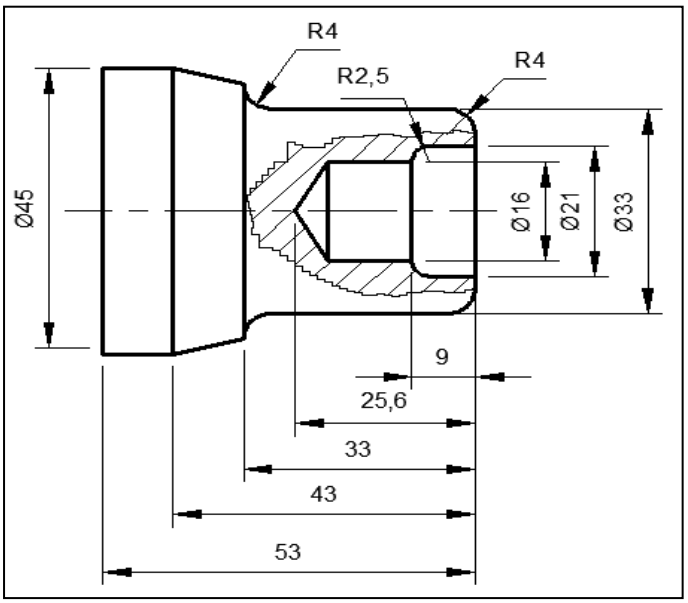
UYGULAMA 41:



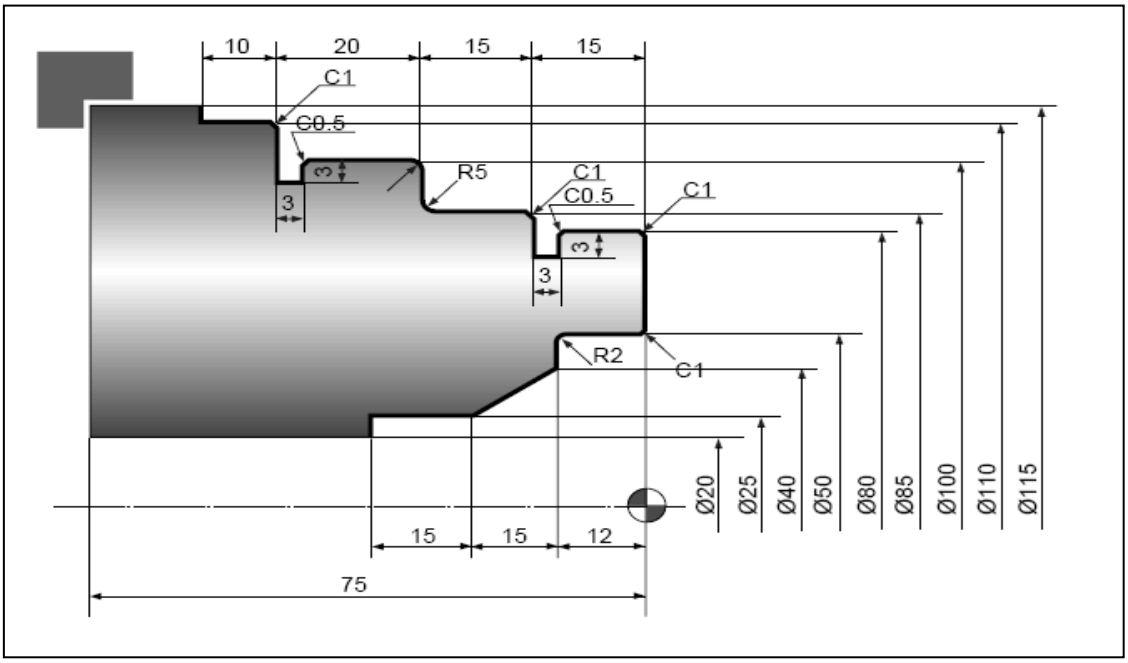
UYGULAMA 42:



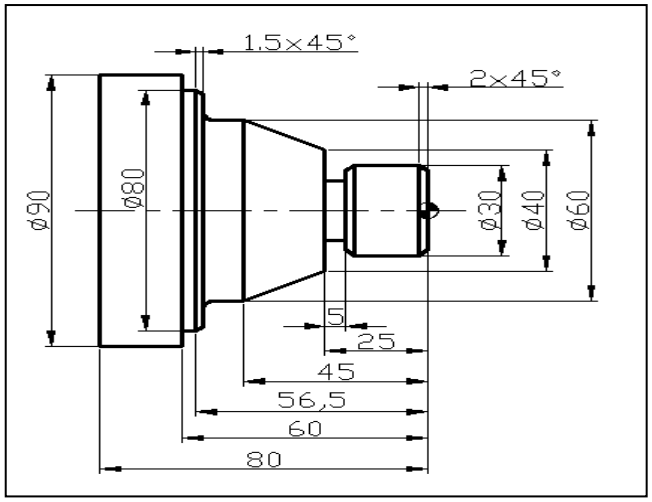
UYGULAMA 43:



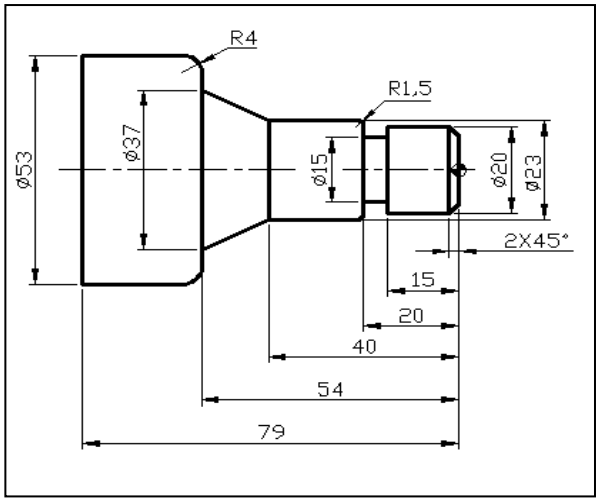
UYGULAMA 44:



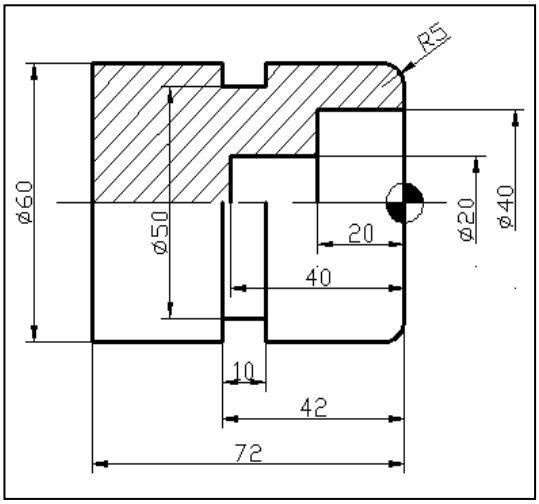
UYGULAMA 45:



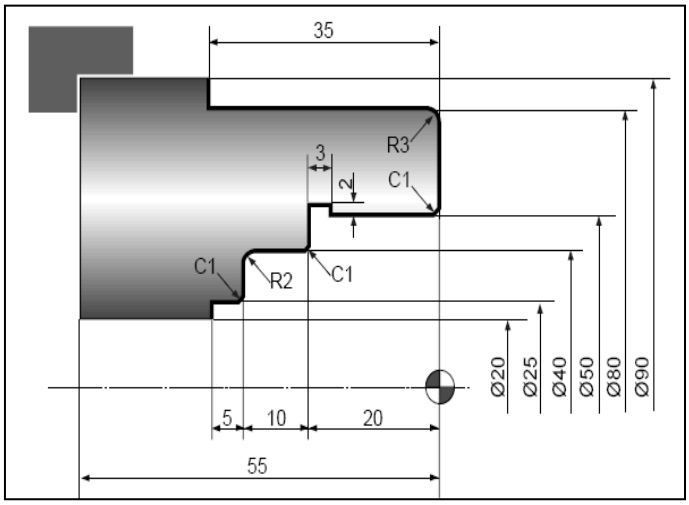
UYGULAMA 46:



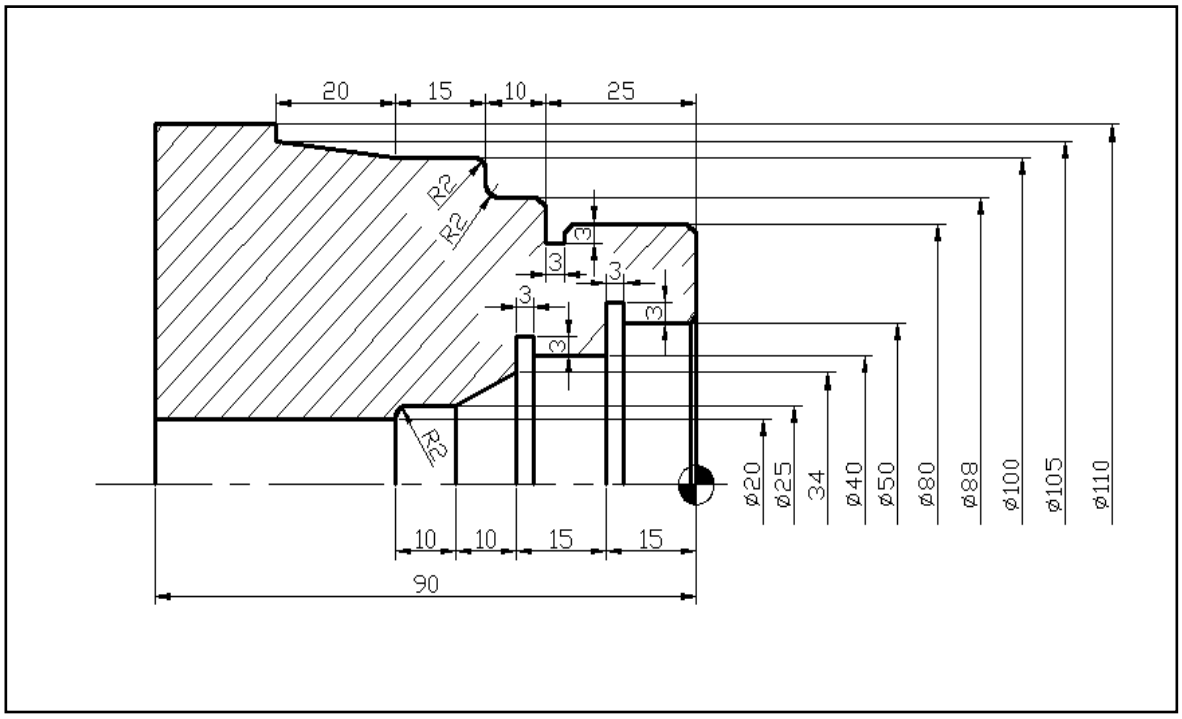
UYGULAMA 47:



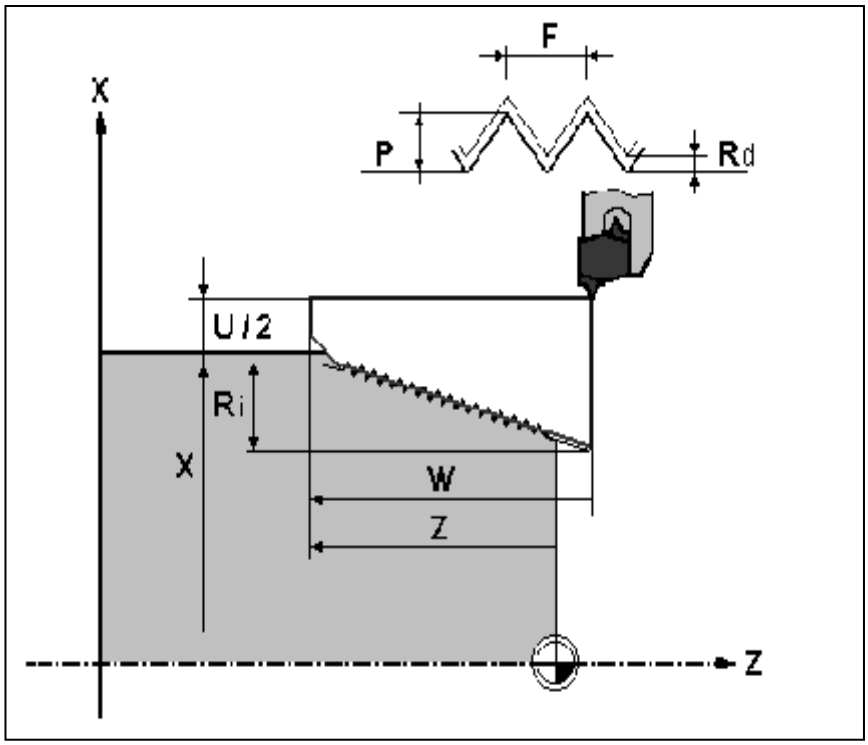
UYGULAMA 48:



UYGULAMA 49:



8.19. G76 Otomatik Diş Açma Çevrimi



Şekil 8.100: G76 komutu ve parametreleri

G76 otomatik diş açma çevrimi de diğer çok tekrarlı çevrimlerde olduğu gibi CNC programına iki satırda yazılır.

Diş açma çevriminin formatı ve kullanılan parametrelerin anlamları aşağıda açıklandığı gibidir.

G76 Pxx xx xx Q… R…
G76 X… Z… R… P…Q… F…

Pxx(a) xx(b) xx(c) :

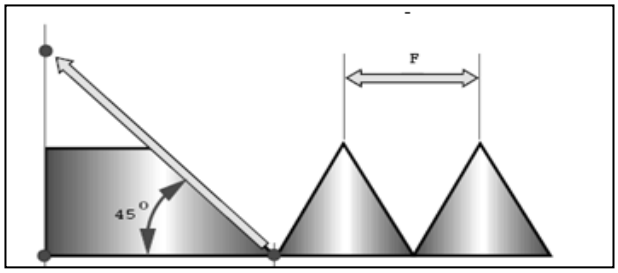
a: Finiş tekrar sayısı.
b: Dişin sonundaki pah açısı
c: Kalemin diş içindeki ilerleme açısı (Diş açısı veya 0^0 yazılır)

Q **:** Minimum talaş derinliği **(Mikron cinsinden)**
R **:** Finiş temizleme miktarı **(Mikron cinsinden)**
X **:** Diş dibi çapı
Z **:** Z ekseni için diş boyu
R **:** Konik açısı (Sıfır olduğu zaman yazılmayabilir)
P **:** Diş yüksekliği **(Mikron cinsinden)**
Q **:** İlk talaş derinliği **(Mikron cinsinden)**
F **:** Diş adımı

Bu parametreleri yazarken dikkat etmemiz gereken noktalar şunlardır:

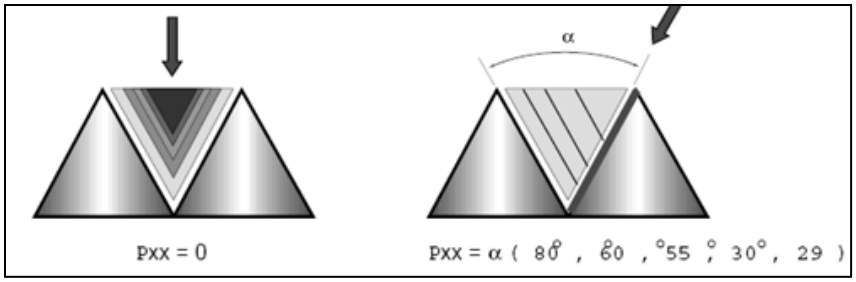
xx(a) : Finiş tekrar sayısı 0 ile 99 arasında bir değer olabilir.

xx(b) : Kalemin diş sonunda yaptığı açı.



Şekil 8.101: Vida adımı (F) ve diş bitimindeki açı (b)

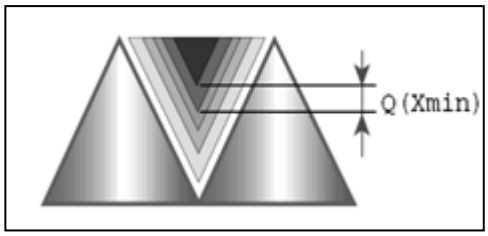
xx(c) : Kesicinin iş parçası içerisine dalma açısıdır. Burada yazılan değerler diş açısını değiştirmezler. Kesicinin iş parçası içerisine dalma açısını belirlerler. Diş açısını kesicinin profili belirler.



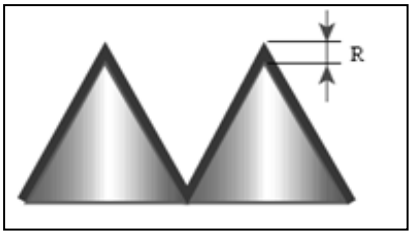
Şekil 8.102: Kesicinin iş parçası içerisine dalma açıları

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi bu değer sıfır da olabilir. Fakat hepimizin bildiği gibi diş açılırken temiz bir yüzey elde etmek için açmış olduğumuz vidanın diş açısı yazılmalıdır. Bu şekilde talaş vida kaleminin bir yüzü tarafından alınır. Kesicinin diğer yüzeyi ise vida yüzeyini temizler.

Q **:** Kalemin ilk pasodan sonra her seferinde alacağı talaş miktarıdır. Bu değer mikron cinsinden yazılır (şekil 8.103). İlk paso ikinci satırda yazılan Q değeridir.



Şekil 8.103: Q talaş miktarı



Şekil 8.104: R son talaş miktarı

R **:** Finiş pasoya bırakılacak talaş miktarıdır (şekil 8.104)

İkinci satırdaki kullanılan parametreler aşağıda açıklandığı gibidir.

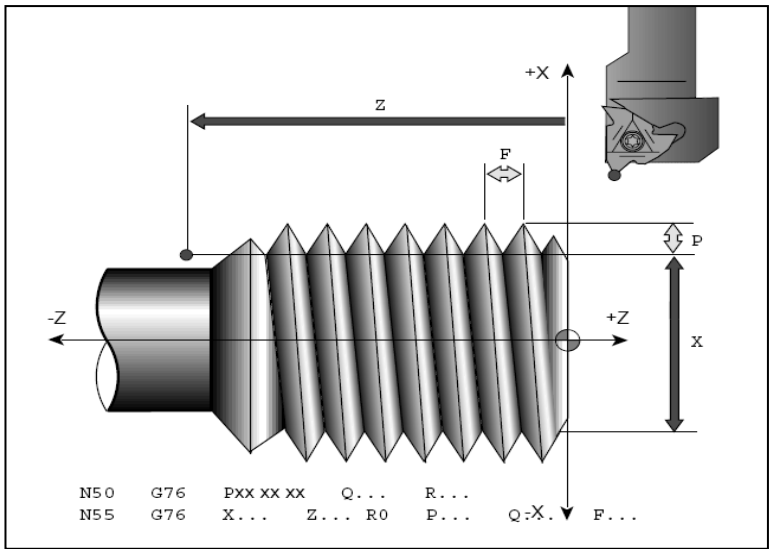
X **:** Diş dibi çapı (X=Diş üstü çapı-2P)

P **:** parametresi aşağıda da gösterildiği gibi tek taraflı diş yüksekliğini ifade etmektedir. Bu nedenle diş dibi çapını bulmak için 2 ile çarpılarak diş üstünden çıkarılmıştır.

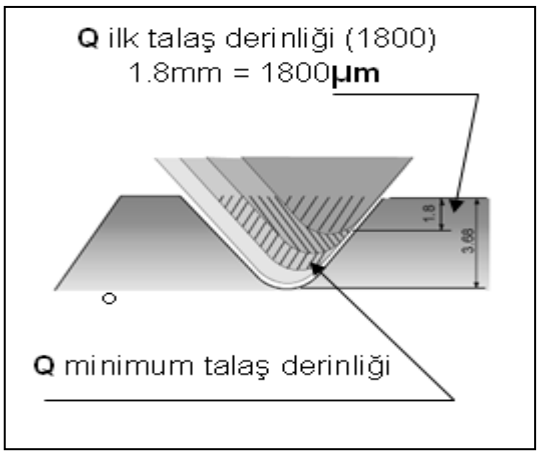
Z **:** Z ekseni için diş boyu

R : Konik açısı (Sıfır olduğu zaman yazılmayabilir)
P : Diş yüksekliği **(Mikron cinsinden)**
Q : İlk talaş derinliği **(Mikron cinsinden)**
F : Diş adımı

Yukarıdaki parametreler aşağıda resim üzerinde gösterildiği gibidir.



Şekil 8.105: G76 Diş açma parametrelerinin şekil üzerinde gösterimi



Şekil 8.106: İlk talaş derinliği ve minimum talaş derinliği

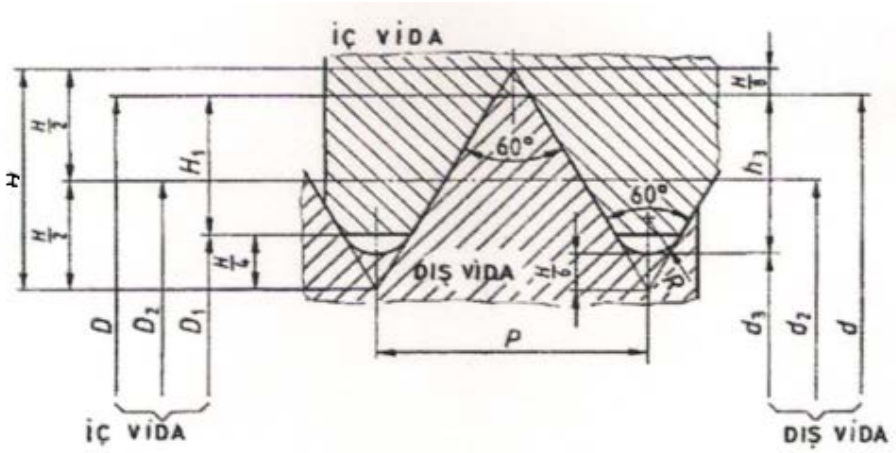
P Diş Yüksekliği Hesabı

Diş yüksekliğini aşağıdaki formülle hesaplayabiliriz.

Metrik Vidalar için:	Whitworth Vidalar için:
P=Vida adımı*0.65	P=Vida adımı*0.64

Burada bulunan değer tek taraflı diş yüksekliğidir.

METRİK VİDA
(TS 61)



$D_1 = d - 2\,H_1$

$d_2 = D_2 = d - 0{,}64952\,P$

$d_3 = d - 1{,}22687\,P$

$H = 0{,}86603\,P$

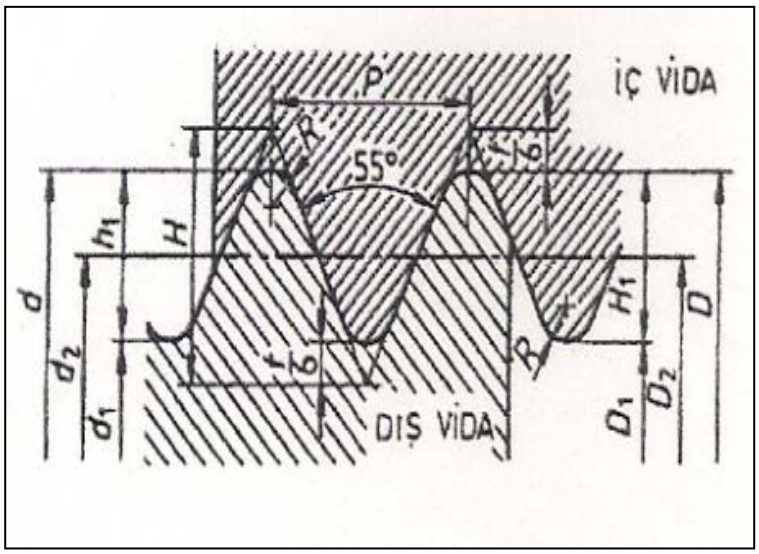
$H_1 = 0{,}54127\,P$

$h_3 = 0{,}61343\,P$

$R = \frac{H}{6} = 0{,}14434\,P$

Anma Çapı (d=D)	Adım (P)	Böl. Dairesi Çapı ($d_2 = D_2$)	Diş Dibi Çapı		Diş Yüksekliği		Yuvarlaklık
			d_3	D_1	h_3	H_1	R
2	0,4	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217	0,058
2,5	0,45	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244	0,065
3	0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	0,072
4	0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	0,101
5	0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	0,115
6	1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541	0,144
7	1	6,350	5,773	5,917	0,613	0,541	0,144
8	1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	0,180
10	1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	0,217
12	1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	0,253
14	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083	0,289
16	2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	0,289
18	2,5	16,376	14,933	15,294	1,534	1,353	0,361
20	2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	0,361
22	2,5	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353	0,361
24	3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	0,433
27	3	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624	0,433
30	3,5	27,727	25,706	26,211	2,142	1,894	0,505
33	3,5	30,727	28,706	29,211	2,147	1,894	0,505
45	4,5	42,077	39,479	40,129	2,760	2,436	0,650
48	5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706	0,722

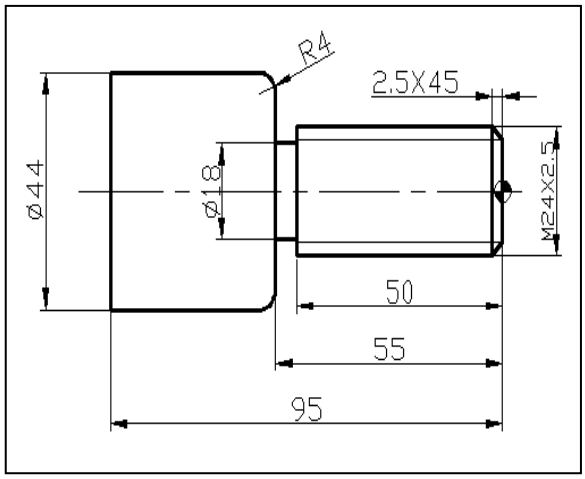
WHITWORTH VİDA
(TS 61)



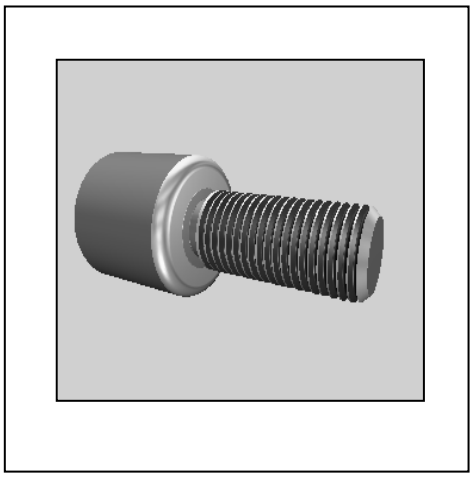
$$d_1 = D_1 = d - 1{,}28 \cdot P$$
$$= d - 2 \cdot t_1$$
$$d_2 = D_2 = d - 0{,}640 \cdot P$$
$$P = \frac{25{,}4\ \text{mm}}{Z}$$
$$h_1 = H_1 = 0{,}640 \cdot P$$
$$R = 0{,}137 \cdot P$$

Anma Çapı (d=D)	Parmaktaki Diş Sayısı (Z)	Adım (P)	Diş Üstü Çapı (d = D)	Böl. Dairesi Çapı ($d_2 = D_2$)	Diş Dibi Çapı ($d_1 = D_1$)	Diş Yüksekliği
1/4"	20	1,270	6,35	5,54	4,72	0,81
5/16"	18	1,411	7,94	7,03	6,13	0,90
3/8"	16	1,588	9,53	8,51	7,49	1,02
1/2"	12	2,117	12,70	11,35	9,99	1,36
5/8"	11	2,309	15,88	14,40	12,92	1,48
3/4"	10	2,540	19,05	17,42	15,80	1,63
7/8"	9	2,822	22,23	20,42	18,61	1,81
1"	8	3,175	25,40	23,37	21,34	2,03
1 1/4"	7	3,629	31,75	29,43	27,10	2,32
1 1/2"	6	4,233	38,10	35,39	32,68	2,71
1 3/4"	5	5,080	44,45	41,20	37,95	3,25
2"	4 1/2	5,645	50,80	47,19	43,57	3,61
2 1/4"	4	6,350	57,15	53,09	49,02	4,07
2 1/2"	4	6,350	63,50	59,44	55,37	4,07

ÖRNEK 22:



Şekil 8.107: G76 komutu için örnek parça



Şekil 8.108: Bitmiş parça

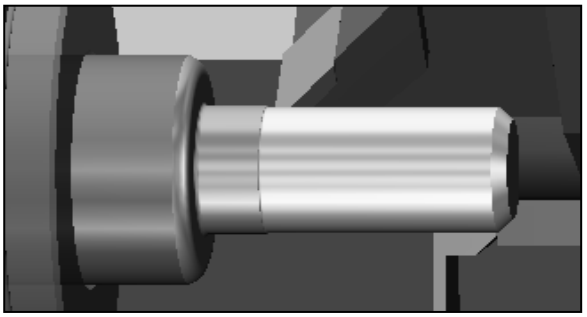
Ham malzeme ölçüleri: ø 112x92 mm

TAKIMLAR:1) Sol yan kalem
3) Sol yan kalem
4) Kanal kalemi (t=3.5 mm)
6) Vida kalemi

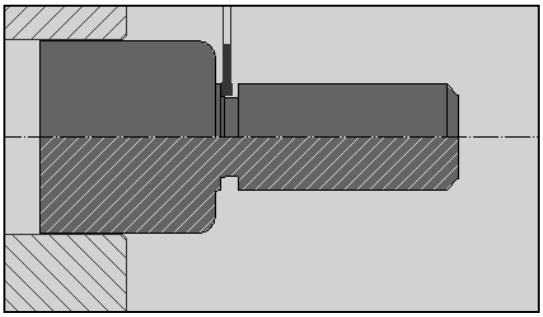
```
:O0015;
N310 G54
N315 T0101 M04;
N320 G50 S2000;
N325 G96 S150;
N330 G99 F0.3;
N335 G00 X45 Z0 M08;
N340 G01 X–1.6;
N345 G00 X45 Z4;
N350 G71 U3 R1;
N355 G71 P360 Q390 U0.5 W0.2 F0.2;
N360 G42 G00 X18 Z1;
N365 G01 X19 Z0;
N370 X24 Z–2.5;
N375 Z-55;
N380 X36;
N385 G03 X44 Z–59 R4 F0.2;
N390 G40;
N395 G00 X200 Z200;
N400 T0202;
N405 G00 X45 Z1;
N410 G70 P360 Q395;
N415 G00 X200 Z200;
N420 T0404;
N425 G00 X36 Z-53;
N430 G75 R1.;
N431 G75 X18. Z–54.95 P2000 Q1000
F0.2;
N432 G28;
N436 M05;
N441 T0606;
N446 G50 S2500;
N451 G96 S220 M03;
N456 G00 X25 Z4;
N466 G76 P024560 Q100 R100;
N471 G76 X21.2 Z–50 R0 P1900 Q300
F2.5;
N481 G28;
N486 M05 M09;
N491 M02;
```

İşlem sırası:

1 nolu sağ yan kalemle parçayı kaba tornaladık (G71 çevrimi ile). Daha sonra G70 çevrimi ile finiş tornalama gerçekleştirdik (şekil 8.109).



Şekil 8.109: Dış çap tornalama



Şekil 8.110: Kanal açma işlemi

Kanal kalemiyle G75 çevrimini kullanarak, iş parçası üzerindeki kanalı açtık. Programda N430 ve 431 nolu satırlar (şekil 9.110).

Kanalın genişliği 5mm, kanal kalemi genişliği 3 mm, kalemin Z ekseninde kayma miktarı (Q1000) 1mm olduğu için bu işlem birkaç seferde gerçekleşir.

Bir sonraki işlemde de iş parçamızın vidasını açtık. Bu işlem için G76 otomatik diş açma çevrimini kullandık. Diş açma programda aşağıdaki şekilde yer aldı.

N466 G76 P024560 Q100 R100
N471 G76 X20.74 Z-50 R0 P1630 Q300 F2.5

Bu komut satırındaki parametreleri açıklayalım:

İlk satırdaki parametreler;

P024560

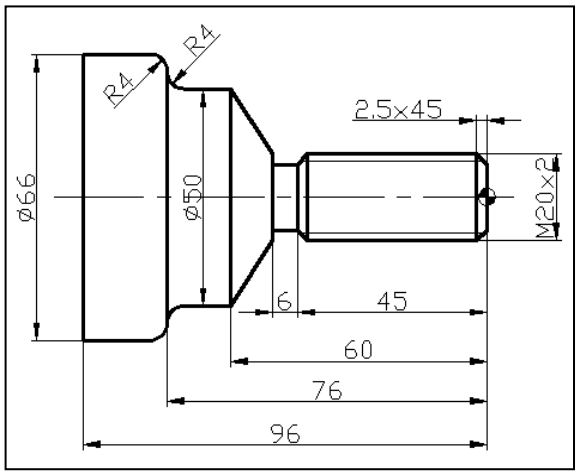
02: Finiş tekrar sayısı.
45: Dişin sonundaki pah açısı
60: Kalemin diş içindeki ilerleme açısı (Genelde diş açısı yazılır)
Metrik vidanın diş açısı 60^0 olduğu için 60 yazdık.

Q100 : Minimum talaş derinliği. Bu değer mikron cinsinden için 0.1 mm dir.
R100 : Finiş temizleme miktarı Bu değer mikron cinsinden için 0.1 mm dir.
X: Diş dibi çapı

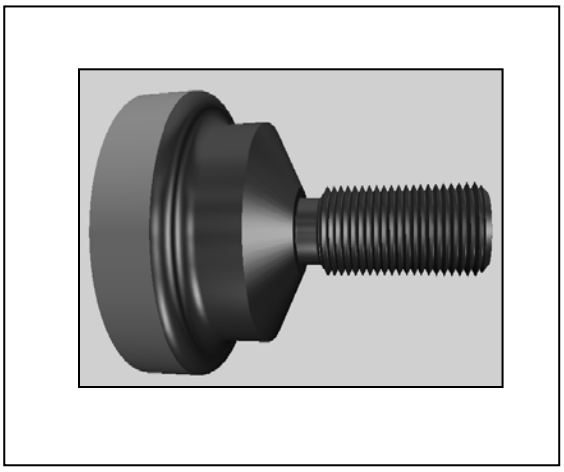
P= Vida adımı*0.65 P=2.5*0.65 P=1.63mm	X=Diş üstü çapı-2P X=24-2*1.63 X=20.74 mm

Z: Z ekseni için diş boyu 50 mm
R: Konik açısı 0 (Sıfır olduğu zaman yazılmayabilir)
P: Diş yüksekliği (mikron cinsinden değeri 1630 µm)
Q: İlk talaş derinliği Bu değer mikron cinsinden olduğu için 300 µm dir.
F: Diş adımı 2.5 mm

ÖRNEK 23:



Şekil 8.112: G76 komutu için örnek parça



Şekil 8.113: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: ø 112x92 mm

TAKIMLAR:1) Sol yan kalem
3) Sol yan kalem
4) Kanal kalemi (t=3.5 mm)
6) Vida kalemi

```
:O0016;
N15 G54
N20 T0101 M03;
N25 G50 S1000;
N30 G96 S75;
N35 G99 F0.3;
N35 G00 X68 Z0;
N40 G01 X-1.6;
N45 G00 X69 Z3;
N50 G71 U2 R1;
N55 G71 P60 Q100 U0.5 W0.3 F0.3;
N60 G42 G00 X14 Z1;
N65 G01 X15 Z0;
N70 X20 Z–2.5;
N75 Z–51;
N80 X50 Z-60;
N85 Z–72;
N90 G02 X58 Z–76 I4 K0 F0.2;
N95 G03 X66 Z–80 R4 F0.2;
N100 G40;
N105 G28 U0 W0;;
N110 T0303;
N115 G50 S2000
N120 G96 S150
N125 G00 X69 Z3;
N130 G70 P60 Q100;
N135 G28 U0 W0;
N140 T0404;
N145 G97 S500;
N150 G00 X25 Z–45;
N155 G42;
N160 G01 X15;
N165 W–6;
N170 X21;
N175 G40;
N180 G00 X200 Z200
N185 T0606;
N190 G50 S1000;
N195 G96 S75;
N200 G00 X21 Z3;
N205 G76 P034560 Q100 R100.;
N210 G76 X17. Z–45. R0. P1700 Q300 F2.;
N215 G28 U0 W0;
N220 M05 M09;
N225 M30;
```

Otomatik diş açma çevriminde kullanılan parametrelerin anlamları:

```
N170 G76 P034560 Q100 R100.
N171 G76 X17.4 Z-45. R0. P1300 Q300 F2.
```

P034560

03: Finiş tekrar sayısı.

45: Dişin sonundaki pah açısı

60: Kalemin diş içindeki ilerleme açısı (Genelde diş açısı yazılır)

Metrik vidanın diş açısı 60^0 olduğu için 60 yazdık.

Q100 : Minimum talaş derinliği. Bu değer mikron cinsinden için 100 µm dir.

R100 : Finiş temizleme miktarı Bu değer mikron cinsinden için 100 µm dir.

X : Diş dibi çapı 17.4 mm

P=Vida adımı*0.65 P=2*0.65 P=1.3 mm	X=Diş üstü çapı-2*P X=20-2*1.3 X=17.4 mm

Z : Z ekseni için diş boyu 45 mm

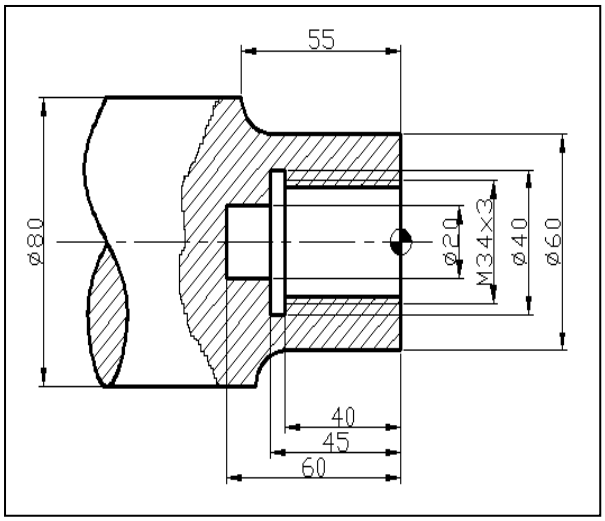
R : Konik açısı 0 (Sıfır olduğu zaman yazılmayabilir)

P : Diş yüksekliği Bu değer mikron cinsinden olduğu için 1300 µm dir.

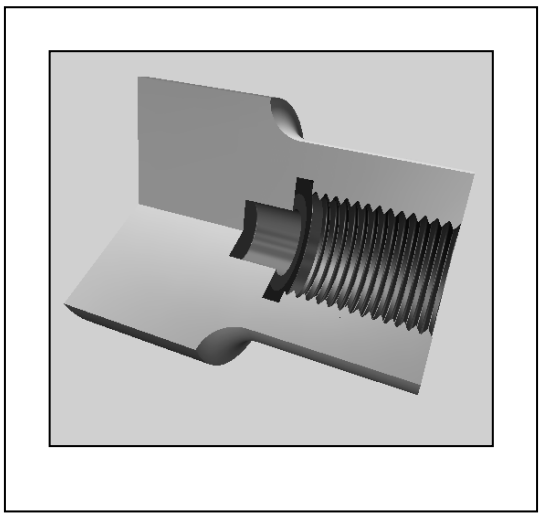
Q : İlk talaş derinliği Bu değer mikron cinsinden olduğu için 300 µm dir.

F : Diş adımı 2 mm

ÖRNEK 24:



Şekil 8.115: iç vida için örnek parça



Şekil 8.116: İşlenmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: ø 80x592 mm

TAKIMLAR:1) Sol yan kalem, 2) Sol yan kalem, 4) Punta matkabı, 6)Ø20 U-Drill
8) Kanal kalemi (t=3 mm), 10) Delik kalemi, 12) Vida kalemi

```
O0764
N15 G54;
N20 T0101 M04;
N25 G50 S2000;
N30 G96 S150;
N35 G99 F0.3;
N50 G00 X83 Z0;
N55 G01 X–2;
N60 G01 X84 Z2;
N65 G71 U3. R1.
N70 G71 P75 Q90 U0.5 W0.3 F0.3
N75 G42 X60;
N80 G01 Z–45;
N85 G02 X80. Z–55. I10. K0. F0.3;
N90 G40;
N95 G28;
N100 T0202;
N105 G00 X84 Z2;
N110 G70 P75 Q90;
N120 G00 X150 Z200;
N125 G28;
```

N130 T0404
N135 G00 X0 Z5;
N140 G01 Z–10;
N150 G00 Z5;
N155 G28;
N160 T0606;
N165 G50 S2000 M03;
N170 G96 S200 F0.3;
N180 G00 X0 Z5;
N185 G74 R1.5;
N190 G74 Z–60. Q6000 F0.2;
N195 G28;
N200 M05 M09;
N205 T1010 M04;
N210 G41 G00 X15 Z5;
N240 G90 X22. Z–45. F0.2;
N245 X25;
N250 X28;
N255 X30;
N260 G40;
N265 G28;
N270 T0808;
N275 G00 X15 Z5;
N280 G00 X28;
N285 G01 Z–40;
N290 G01 X 40;
N295 X28;
N295 Z–42;
N300 X40;
N295 G01 X28;
N300 G00 Z5;
N305 G28;
N310 T1212 M04;
N315 G00 X27 Z3;
N325 G76 P101060 Q200 R200.
N326 G76 X34. Z–42. R0. P1950 Q400 F3.
N331 G28;
N336 M05 M09;
N341 M30;

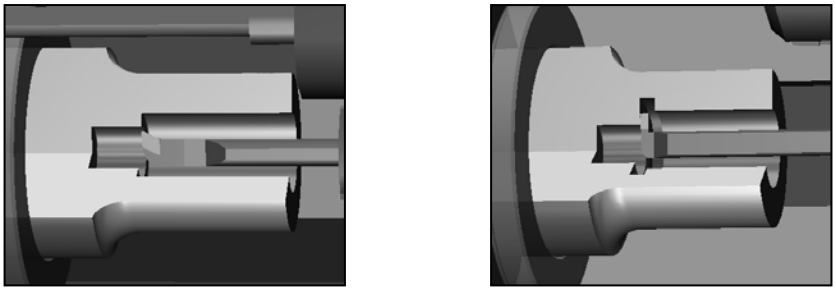
İşlem sırası:

G71 ve G70 döngüleri ile iş parçasının dış çapı tornalandı. Programımızda N30 ve N125 nolu satırlarda bu işlem uygulanmıştır.

N135 ve 150 nolu satırlarda punta deliği işlendi. N160 ve N200 nolu satırlarda gagalamalı delik delme döngüsü kullanılarak Ø20, boy 60 mm olan delik işlenmiştir.

N240 ve N260 nolu satırlarda G90 boyuna kesme çevrimi kullanılarak delik büyütme işlemi gerçekleştirildi (şekil 8.117-a).

N275 ve N300 nolu satırlarda iç kanal işlendi (şekil 8.117-b).



a **b**

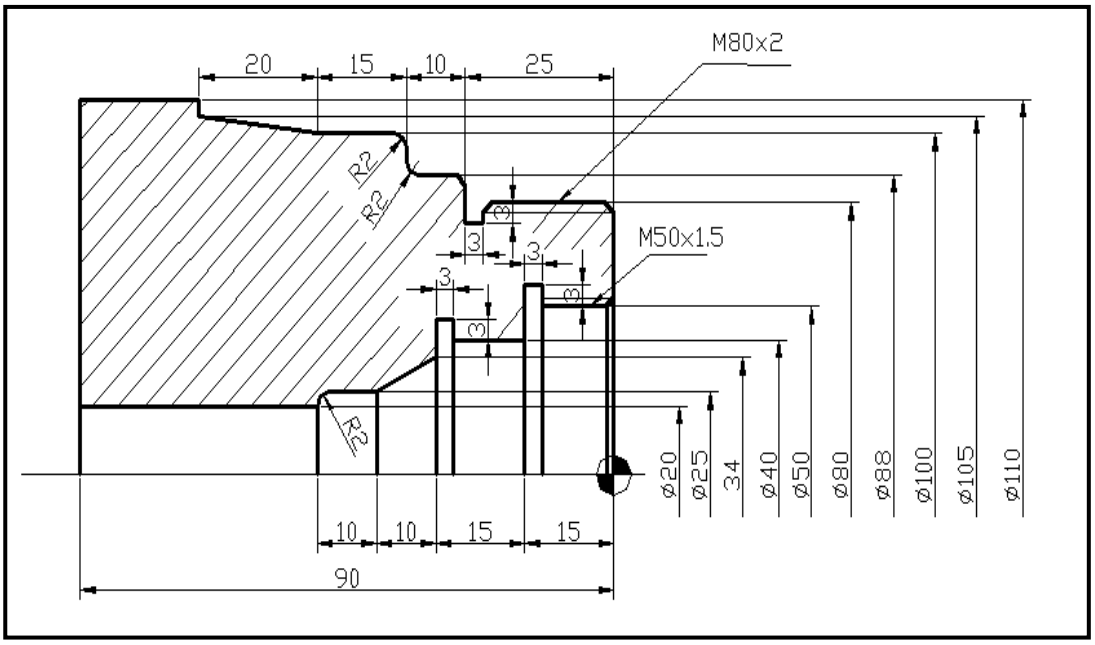
Şekil 8.117: Delik tornalama ve kanal açma işlemi

N310 ve 335 nolu satırlarda iç vida açma işlemi uygulandı. Bu işlem için G76 vida çekme döngüsü kullanıldı (şekil 8.118).

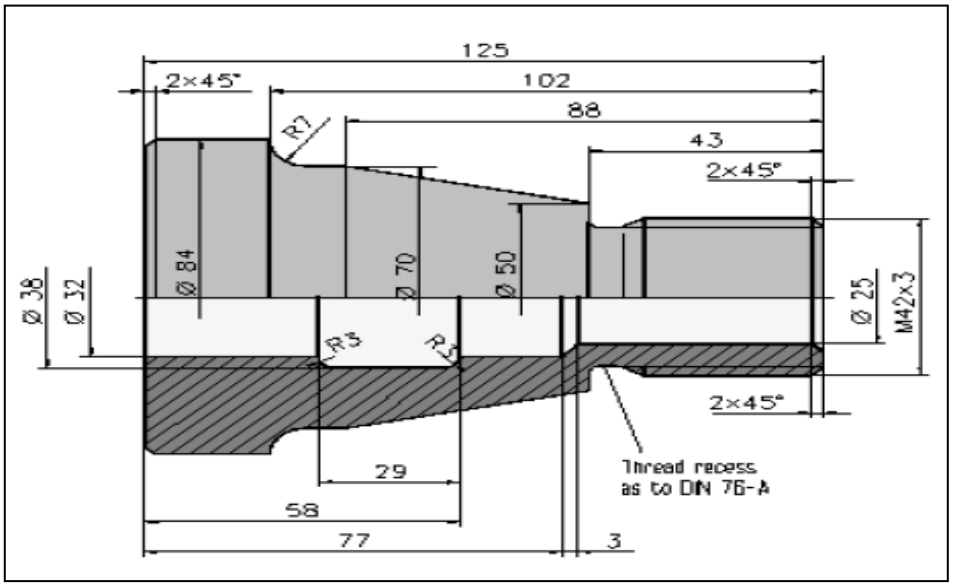
a **b**

Şekil 8.118: İç vida açma işlemi

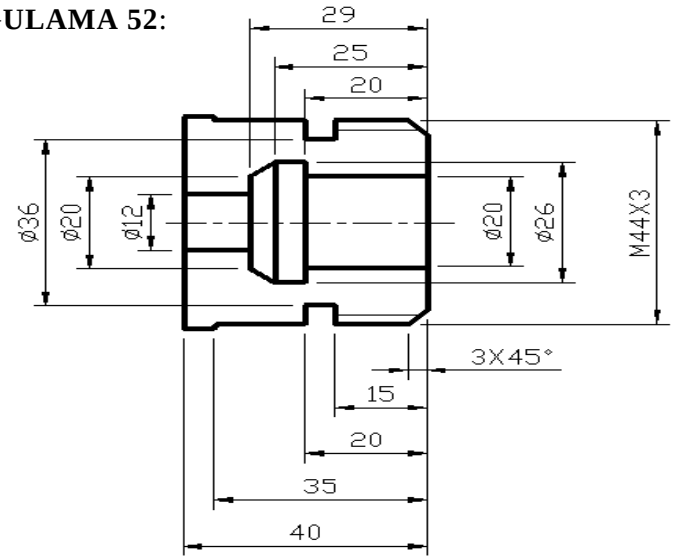
UYGULAMA 50:

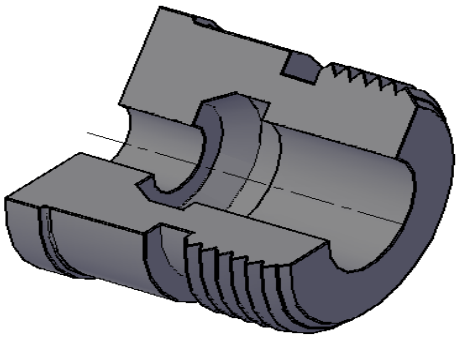


UYGULAMA 51:

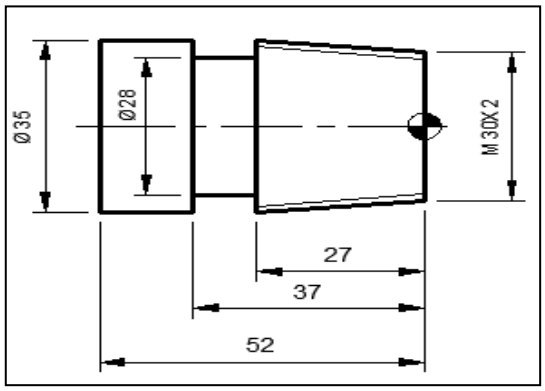


UYGULAMA 52:

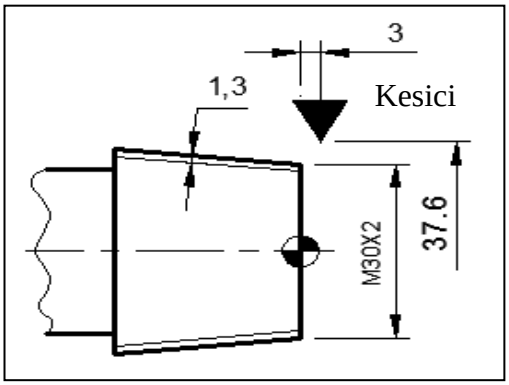




ÖRNEK 25:



Şekil 8.112: G76 komutu ile konik vida için örnek parça



Ham malzeme ölçüleri: ø 36 mm

TAKIMLAR:1) Sol yan kalem
3) Sol yan kalem
4)Kanal kalemi (t=4 mm) 6) Vida kalemi

```
:O0016;
N15 G54
N20 T0101 M04;
N25 G50 S1000;
N30 G96 S75;
N35 G99 F0.3;
N35 G00 X38 Z0;
N40 G01 X–1.6;
N45 G00 X38 Z3;
N50 G71 U1.5 R1;
N55 G71 P60 Q100 U0.5 W0.3 F0.3;
N60 G42 G00 X30 Z0;
N65 G01 X35 Z–27;
N70 Z–52;
N75 X38;
N80 G40;
N105 G28 U0 W0;
N110 T0303;
N115 G50 S2000
N120 G96 S150
N150 G70 P60 Q80;
N155 G28 U0 W0;
N140 T0404;
N145 G97 S500;
N150 G00 X36 Z–31;
N155 G75 R1;
N160 G75 X28 Z–37 P500 Q3000;
N180 G00 X200 Z200
N160 T0606;
N165 G0 X37.6 Z3
N170 G76 P020060 Q100 R0.1;
N175  G76 X35 Z–27 R–2.5 P1300 Q500 F2;
N180 G0 X200 Z200;
N185 M05 M09;
N190 M30;
```

Kalemi konumlarken; büyük çapın ölçüsü dikkate alınır.

Örneğimizde X37.6 Z3

R Koniklik değeri hesabı

Büyük çap – Küçük çap /2

R=35-30/2=2.5

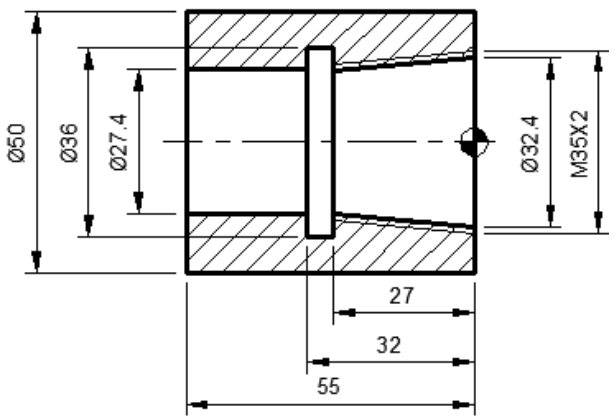
Küçük çaptan büyük çapa doğru vida çekilecekse R değeri negatif (-) girilir.

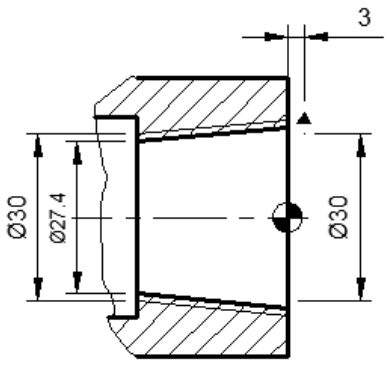
X : Diş dibi çapı 17.4 mm

P=Vida adımı*0.65
P=2*0.65
P=1.3 mm

X=Diş üstü çapı-2*P
X=20-2*1.3
X=17.4 mm

ÖRNEK 26:





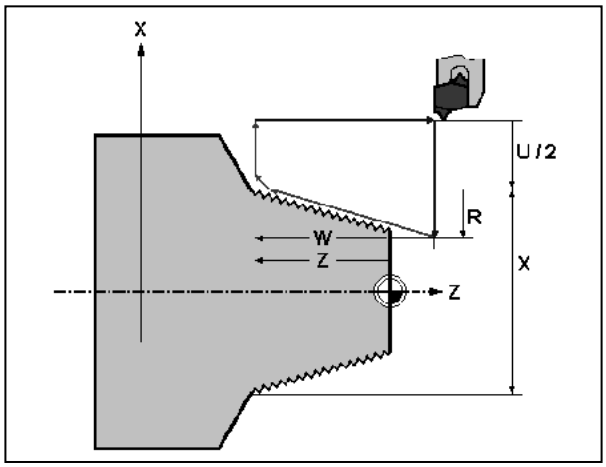
Şekil 8.112: G76 komutu için örnek parça

am malzeme ölçüleri: ø 52 mm

TAKIMLAR:1) Sol yan kalem
3) Sol yan kalem
4)Kanal kalemi (t=4 mm) 6) Vida kalemi

```
:O0016;
N15 G54
N20 T0101 M04;
N25 G50 S1000;
N30 G96 S75;
N35 G99 F0.3;
N35 G00 X38 Z0;
N40 G01 X-1.6;
N45 G00 X38 Z3;
N50 G71 U1.5 R1;
N55 G71 P60 Q100 U0.5 W0.3 F0.3;
N60 G42 G00 X30 Z0;
N65 G01 X35 Z-27;
N70 Z–52;
N75 X38;
N80 G40;
N105 G28 U0 W0;
N110 T0303;
N115 G50 S2000
N120 G96 S150
N150 G70 P60 Q80;
N155 G28 U0 W0;
N140 T0404;
N145 G97 S500;
N150 G00 X36 Z–31;
N155 G75 R1;
N160 G75 X28 Z–37 P500 Q3000;
N180 G00 X200 Z200
N160 T0606;
N165 G0 X30 Z3
N170 G76 P020060 Q100 R0.1;
N175  G76 X32.6 Z–27 R2.5 P1300 Q500 F2;
N180 G0 X200 Z200;
N185 M05 M09;
N190 M30;
```

9.20. G92 Vida Çekme Çevrimi



Şekil 8.119: G92 komutu ve parametreleri

Bu çevrimin de çalışma prensibi G90 çevriminde olduğu gibidir. Komut formatına X ekseninde tornalayacağı çap, Z ekseninde tornalayacağı boy ve diş adımı yazılır. Takip eden satırlara X ekseninde tornalayacağı çaplar sırasıyla yazılır. İlk talaş derinliği takip eden talaş derinliklerinden fazla verilir. Diş derinliği işlendikten sonra takip eden satırlarda aynı diş derinliği tekrarlanmalıdır. Böylece çekilen diş yüzeylerinin temizlenmesi sağlanır.

Komut formatı

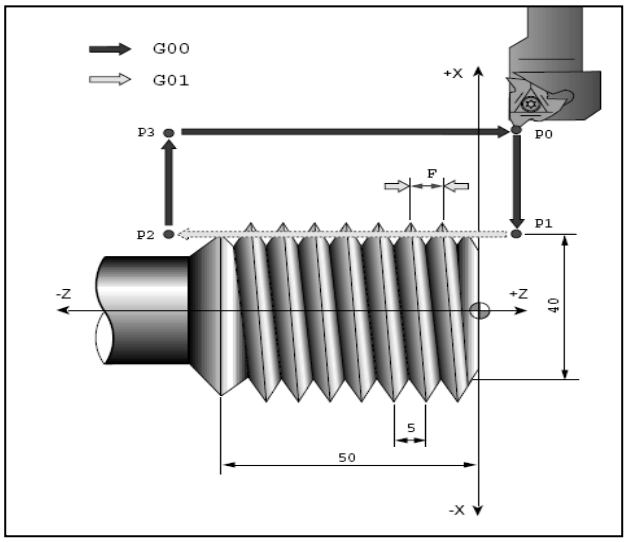
G92 X… Z… R… F…

X: Diş dibi çapı

Z: Vida boyu (aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi Z boyu gerçek boydan biraz uzun girilir)

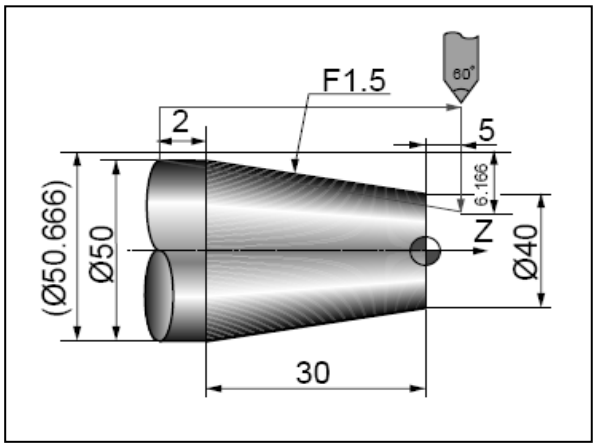
R: Bu değer konik diş çekiminde kullanılmaktadır. Vida çevriminde X parametre değerini yazarken büyük çap değeri düşünülerek talaş derinlikleri verilecekse R– … şeklinde yazılmalıdır. Eğer küçük çap hesaplanarak talaş derinlikleri yazılacaksa R+… şeklinde yazılır.

F: Adım



Şekil 8.120: G92 komutu ve parametrelerinin iş parçası üzerinde gösterimi

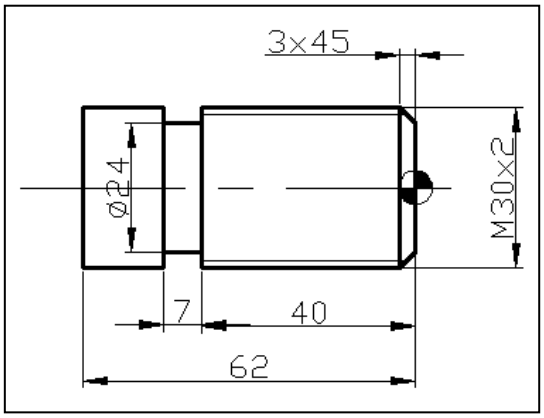
Koniklik varsa



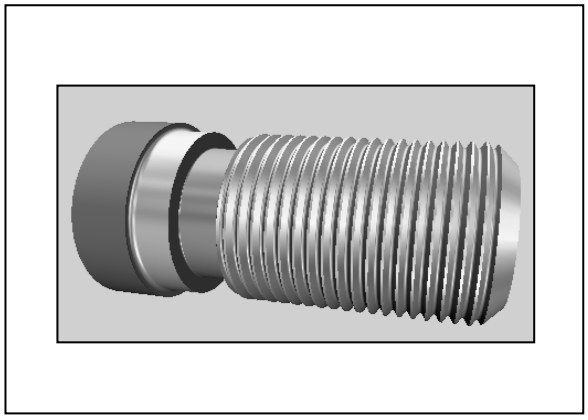
Şekil 8.121: G92 komutu ile konik vida çekme temrini

```
G30 U0 W0
G97 S500 M03
G00 X70 Z5 T0101 M08
G92 X49.4 Z–32 R–6.166
      F1.5
 X49.0
 X48.7
 X48.5
  .
  .
  .
  .
M30
```

ÖRNEK 27:



Şekil 8.122: G92 için örnek parça



Şekil 8.123: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: ø 32x65 mm

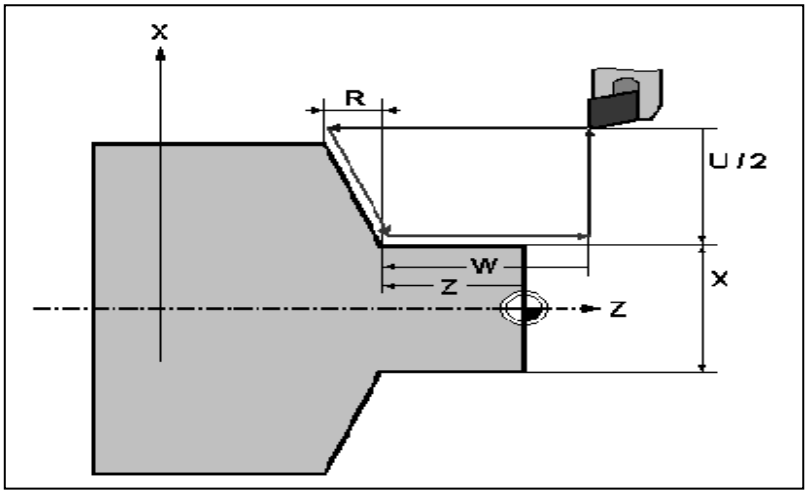
TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
4) Kanal kalemi (t=3.5 mm)
6) Vida kalemi

:O0019;	Program numarası
N315 G54;	İş parçası referans noktasının programa tanıtılması
N320 T0101;	Bir nolu kesici
N325 G99 F0.25	İlerleme mm/devir olarak ayarlanır. 1 dönüşte 0.25 mm
N330 G50 S1800;	Maksimum devir sayısı
N335 G96 S100 M03;	Kesme hızı m/dak. Ayna dönüş yönü saat yönü CW
N35 G00 X35 Z0;	Hızla çap 35, Z0'a git.
N40 G01 X–1.6;	Alın tornalama
N45 G00 X35 Z3;	Hızla Çap 35, Z3 mm.ye git
N50 G42 G00 X34 Z2;	Sağdan kesici uç yarıçap telafisi. Hızla… git.
N55 G90 X30. Z–53. F0.2;	Boyuna kesme çevrimi. Çap 30 boy 53 mm tornala. İlerleme 0.2 mm/dev.
N60 G00 X35 Z2;	Hızla çap 35, Z2 mm.ye git.
N65 G00 X22;	Hızla çap 22 mm.ye git.
N70 G01 Z1;	Z 2 den, Z 1 mm ye git.
N75 G01 X30 Z–3;	Çap 30, Z –3 mm.ye git. (Konik tornalama)
N80 G01 Z–53;	Boy 53 mm tornalama
N85 G00 X35 Z3;	Hızla çap 35, Z3 mm.ye git.

N90 G40;	Takım telafisi iptal
N95 G28 U0 W0;	Otomatik referans noktasına dönüş
N100 T0404;	Takım değişimi. 4 nolu takım aktif (kanal kalemi)
N105 G00 X32 Z–43;	Hızla çap 32, Z –43 mm ölçülerine git.
N110 G75 R1.;	Kanal açma çevrimi
N115 G75 X24. Z–47. P1000 Q2000 F0.2;	Kanal açma çevrimi
N120 G00 X200 Z200;	Hızla çap 200 boy 200 mm ye dön.
N125 T0606;	Takım değişimi. Vida kalemi
N130 G00 X32 Z3;	Hızla çap 32, Z3 mm.ye git.
N135 G92 X29.5 Z-42. F2;	Vida çekme çevrimi. Diş dibi 29.5, vida boyu 42 mm (2 mm dışarı çıkıyor) F2mm
N140 X29.1;	Diş dibi 29.1 mm.' yi tornala
N145 X28.8;	Diş dibi 28.8
N150 X28.5;	Diş dibi 28.5
N155 X28.2;	Diş dibi 28.2
N160 X27.9;	Diş dibi 27.9
N165 X27.7;	Diş dibi 27.7
N170 X27.7;	Diş dibi 27.7
N175 G28 U0 W0;	Otomatik referans noktasına dönüş
N180 M05 M09;	Tezgâh milini durdur. Soğutma suyunu kapat
N185 M02;	Program sonu

Vida çekme işlemi N135 nolu satırda başladı. Bu satırda 1. paso derinliği 0.5 mm verildi. Daha sonraki pasolarda diş dibi çapına ulaşana kadar bu işleme devam edildi.

9.21. G94 Alında Dış Çap Tornalama Çevrimi



Şekil 8.124: G94 komutu ve parametreleri

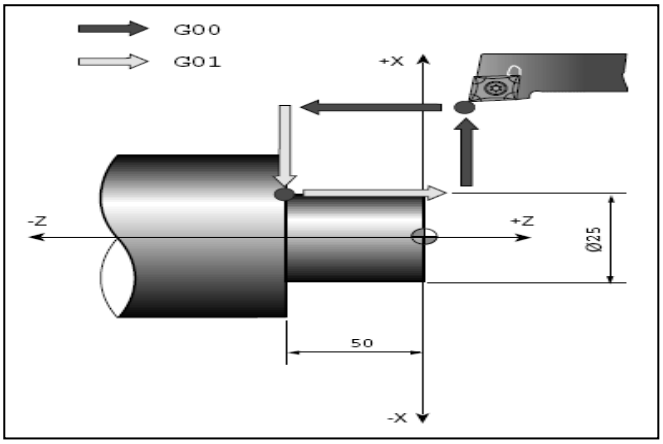
G94 çevrimi X ekseninde silindirik ya da konik dış çap tornalama işlemlerinde kullanılır. Bu çevrim bir kaba tornalama çevrimidir. Yani temizleme pasosu gerekmeyen iş parçalarında kullanılır.

Komutun kullanımı:

G94 X(U)… Z(W)… F… R…

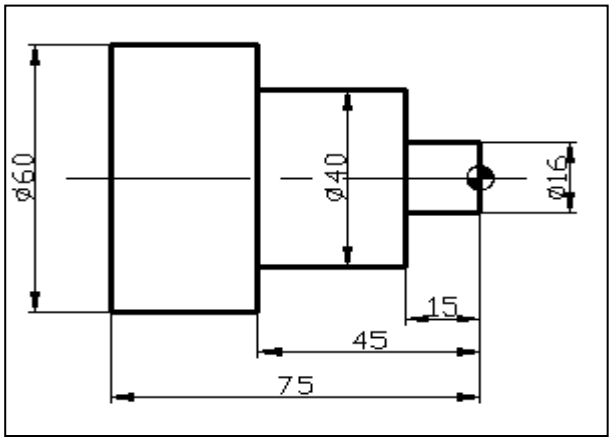
X: Tornalanacak çap değeri
Z: Torna edilecek boy değeri

F: İlerleme
R: Konik derinliği mm (İş parçasında koniklik yoksa bu parametre kullanılmaz)

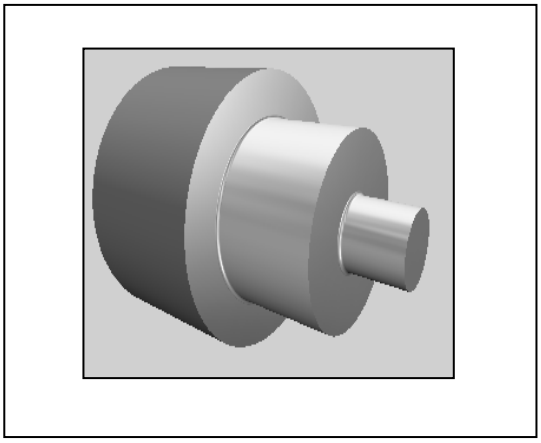


Şekil 8.125: G94 Komutun Çalışma Şekli

ÖRNEK 28:



Şekil 8.130: G94 komutu için örnek parça



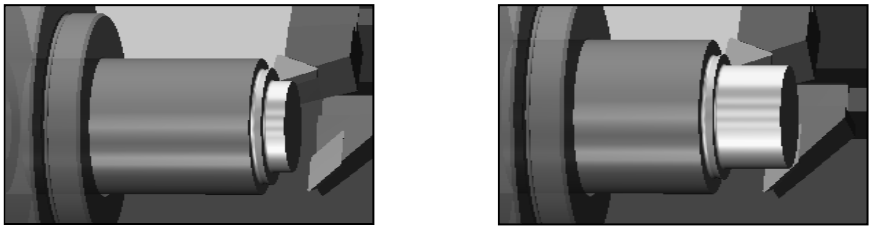
Şekil 8.131: Bitmiş parça

TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem

:O0020;	Program numarası
N320 G54	İş parçası referans noktaları aktif
N325 T0101 M04;	
N330 G50 S2000;	
N335 G96 S150;	
N340 G99 F0.3;	
N335 G42 G00 X62 Z0;	Sağdan kesici uç yarıçap telafisi. Hızla çap 62, Z0
N340 G01 X-1.6;	Alın tornalama
N345 G00 X63 Z4;	Hızla çap 63, Z4 mm.ye git.
N350 G94 X40 Z-3 F0.3;	Alın kesme çevrimi. Paso Z ekseninde 3 mm.
N355 Z-6;	İkinci paso (3 mm)
N360 Z-9;	Üçüncü paso (3 mm)
N365 Z-12;	Dördüncü paso (3mm)
N370 Z-15;	Beşinci paso (3 mm)
N375 Z-18;	Altıncı paso (3 mm)

N380 Z-21;	Yedinci paso (3 mm)
N385 Z-25;	Sekizinci paso (4 mm)
N390 Z-28;	Dokuzuncu paso (3 mm)
N395 Z-31;	.
N400 Z-34;	.
N405 Z-37;	.
N410 Z-40;	.
N425 G00 X45 Z3;	Hızla çap 45, Z3 mm.ye git.
N430 G94 X16 Z-3 F0.3;	Alın kesme çevrimi. Paso Z ekseninde 3 mm.
N435 Z-6;	İkinci paso (3mm)
N440 Z-9;	Üçüncü paso (3mm)
N445 Z–12;	Beşinci paso (3mm)
N450 Z-15;	Dördüncü paso (3mm)
N455 G40 G00 X200 Z200;	Takım telafisi iptal. Hızla çap 200, Z 200 mm.ye git
N460 M05 M09;	Tezgâh milini durdur. Soğutma suyunu kapat.
N465 M30;	Program sonu ve program başına dön.

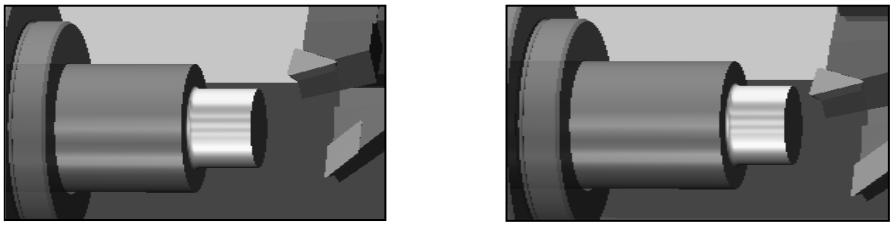
İş parçasını "G94 Alında Dış Çap Tornalama Çevrimi " ile tornalanmasının simülasyon programından alınan resimlerle gösterilmesi.



a **b**

Şekil 8.132: G94 ile I. kademenin tornalanması

Yukarıdaki resimlerden de görüldüğü gibi, alından talaş derinliği verilerek çap 40'a kadar tornalanıyor.

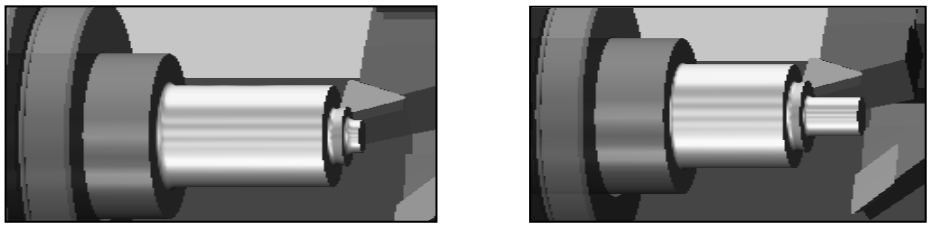


a **b**

Şekil 8.133: G94 ile tornalamada kalem hareketleri

Kesici çap 40'a indiğinde kalem geriye doğru hareket ederek tekrar çevrime başladığı çapa dönüyor.

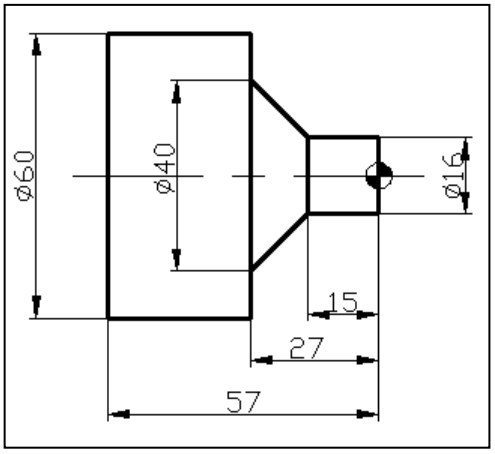
Daha sonra çap 16, boy 15'i tornalamaya başladık. Parçamızın bu kısmının tornalanmasındaki işlem sırası aşağıdaki resimlerde görüldüğü gibidir.



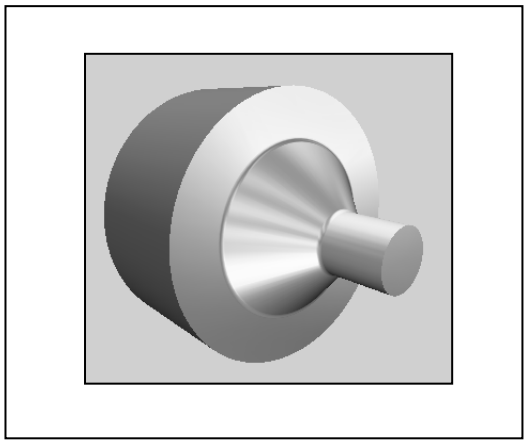
a **b**

Şekil 8.134: G94 ile II. kademenin tornalanması

ÖRNEK 29:



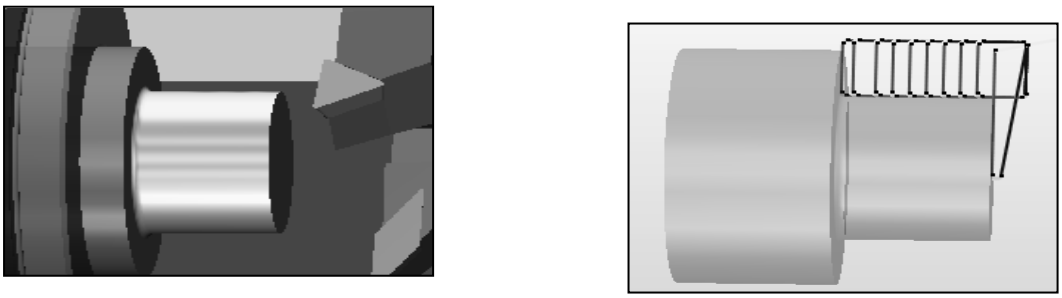
Şekil 8.135: G94 için örnek parça



Şekil 8.136: Bitmiş parça

:O0021;	Program numarası
N320 G54	İş parçası referans noktası aktif
N325 T0101 M04;	
N330 G50 S2000;	
N335 G96 S150;	
N340 G99 F0.3;	
N40 G42 G00 X62 Z0;	Sağdan kesici uç yarıçap telafisi. Hızla çap 62, Z0'a git.
N45 G01 X-1.6;	Alın tornalama
N50 G00 X65 Z4;	Hızla çap 65, Z 4 mm.ye git.
N55 G94 X40 Z-3 F0.3;	Alın kesme çevrimi. Paso Z ekseninde 3 mm. Çap 40 mm.ye kadar tornalama
N60 Z–6;	İkinci paso (3mm)
N65 Z–9;	Üçüncü paso (3mm)
N70 Z–12;	Dördüncü paso (3mm)
N75 Z–15;	Beşinci paso (3mm)
N80 Z–18;	Altıncı paso (3mm)
N85 Z–21;	.
N90 Z–25;	.
N95 Z–27;	.
N100 G00 X45 Z3;	Hızla çap 45, Z 3 mm.ye git.
N105 G94 X16 Z-3 F0.3;	Alın kesme çevrimi. Paso Z ekseninde 3 mm.
N110 Z–6;	İkinci paso (3mm)
N115 Z–9;	.
N120 Z–12;	.
N125 Z–15;	.
N130 G00 X40 Z–15;	Hızla çap 40, Z–15 mm.ye git.
N145 G94 X16 Z–15 R–6 F0.2;	Alın kesme çevrimi konik tornalama
N160 G94 X16 Z–15 R–10 F0.2;	Alın kesme çevrimi konik tornalama
N165 G94 X16 Z–15 R–12 F0.1;	Alın kesme çevrimi konik tornalama
N168 G00 X200 Z200	
N170 M05 M09;	Tezgâhı durdur. Soğutma suyunu kapat
N175 M30;	Program sonu ve program başına dön.

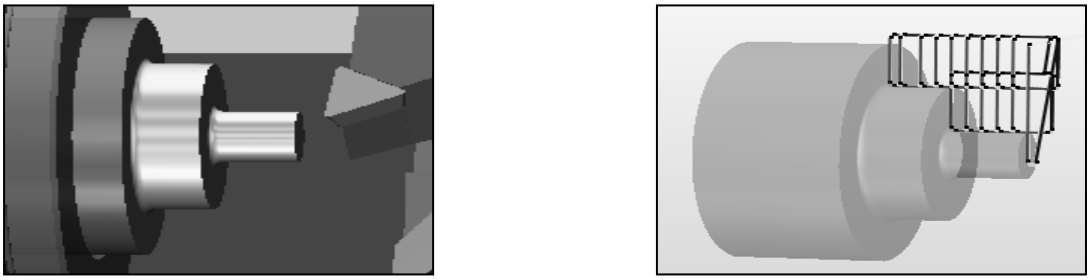
İş parçasını "G94 Alında Dış Çap Tornalama Çevrimi " ile tornalanmasının simülasyon programından alınan resimlerle gösterilmesi.



a **b**

Şekil 8.137: G94 ile I. kademenin tornalanması

Birinci aşamada çap 40, boy 27 mm.nin tornalanması. Şekil **8.137-b**'de kesici hareketleri görülüyor. Bu hareketler G94 komutunun nasıl çalıştığını da açıkça gösteriyor. Programımızda N55 ve N95 nolu satırlar.

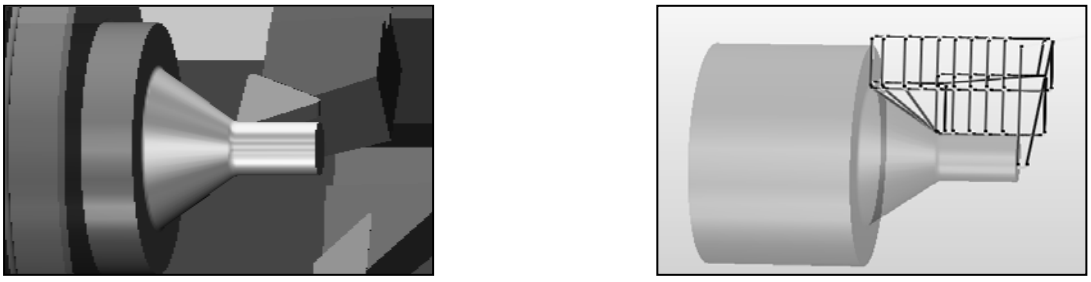


a **b**

Şekil 8.138: G94 ile II. kademenin tornalanması

Yukarıdaki resimlerde çap 16, boy 15'in tornalanması. Programımızda N105 ve N125 nolu satırlar.

Daha sonra konik kısmın tornalanmasına geçildi. Konik kısmı tek bir pasoda tornalamayacağımız için bu işlemi 3 pasoda gerçekleştirdik.



a **b**

Şekil 8.139: G94 ile II. kademenin tornalanması

1. Paso: Program satırı N145 G94 X16 Z-15 R-6 F0.2
2. Paso: Program satırı N160 G94 X16 Z-15 R-10 F0.2
3. Paso: Program satırı N165 G94 X16 Z–15 R–12 F0.1

8.21. Alt Programlama

Bir iş parçası üzerinde, aynı özelliğe sahip birden fazla olan işlemler alt programlama tekniği ile programlanır. Alt program, ana program kaydedildiği belleğe kaydedilir.

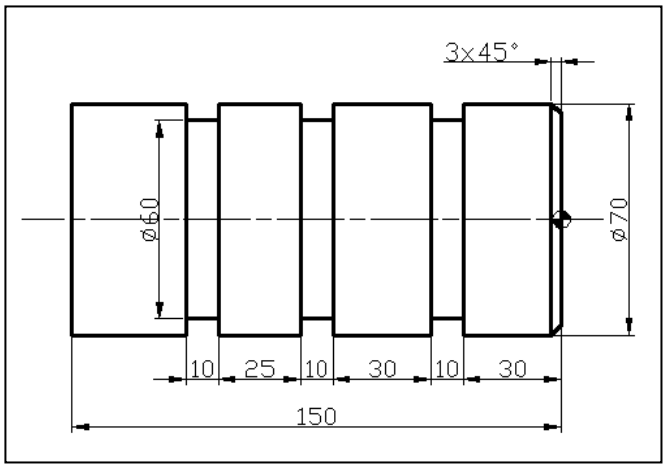
Alt program da ana programda olduğu gibi O harfi ve 4 rakamlı bir sayıdan oluşur.

Ana program çalışırken M98 alt program çağırma komutu okununca, alt program çalışmaya başlar. Alt program sonunda olan M99 komutu okunca da ana programa dönülür.

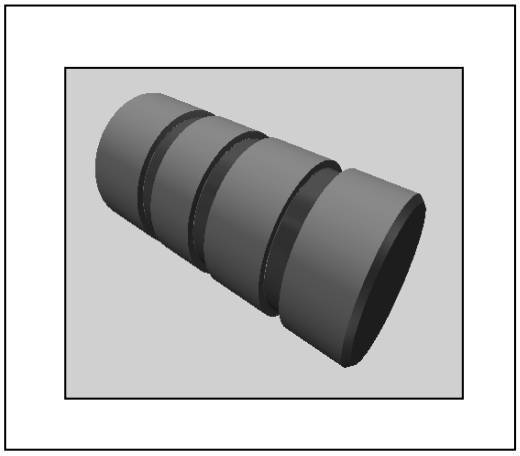
Bir programda birden fazla alt program kullanılabilir. Alt program içerisinde tekrar alt program kullanmakta mümkündür.

Alt programlar genellikle artımsal ölçü modunda yazılırlar. Eğer mutlak ölçü modunda yazılırlarsa sürekli aynı koordinatlar tornalanmış olur.

ÖRNEK 30:



Şekil 8.140: Alt programlama için örnek parça



Şekil 8.141: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri: ø 70x150 mm

TAKIMLAR: 1) Sol yan kalem
5) Kanal kalemi (t=6 mm)

Ana program

N15 O0534;
N20 T0101;
N25 G50 S2500 M04;
N30 G96 S200 F0.3;
N35 G54;
N40 G01 X75 Z0
N45 X–1.6
N50 G00 X64 Z2;
N55 G01 X64 Z0;
N60 G01 X70 Z–3;
N65 G28;
N55 T0303;
N60 G50 S1200 M04;
N65 G96 S200 F0.3;
N70 G00 X75 Z5;
N75 G00 X72 Z–36;
N80 M98 P0012
N90 G00 Z–76;
N95 M98 P0012;
N100 G00 Z–111;
N105 M98 P0012
N110 G00 X200 Z200;
N115 M05 M09;
N120 M02;

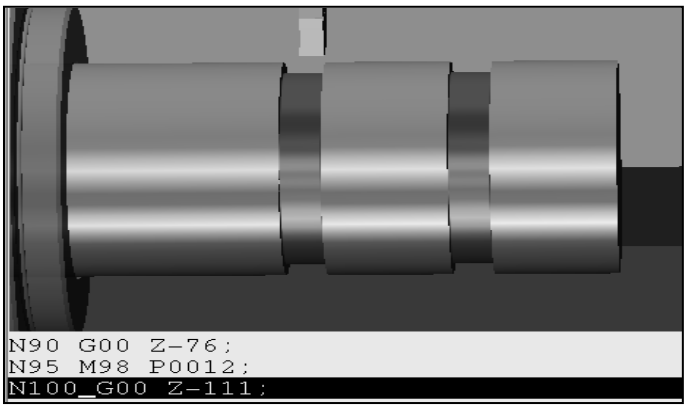
Alt program

O0012;
N10 G75 R3.
N11 G75 U–12. W–4. P2000 Q2000 F0.3
N11 M99

İşlem sırası:

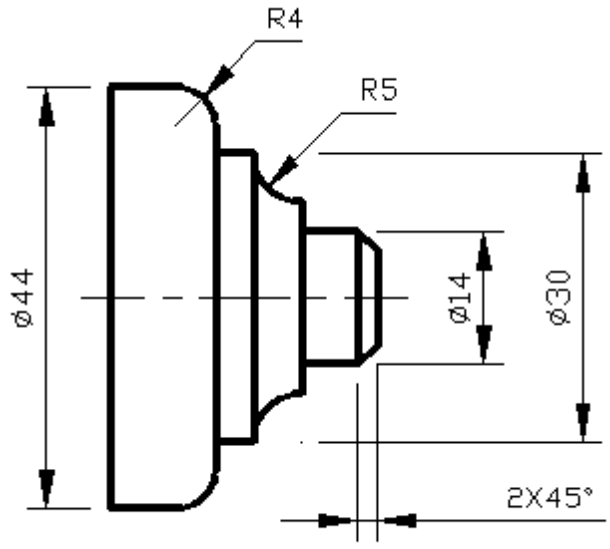
Bir nolu kesici ile alın tornalama ve pah tornalama işlemlerini gerçekleştirdik. Daha sonra 3 nolu kanal alma ile kanal açma işlemleri gerçekleştirildi. Aynı özelliklere sahip bu üç kanalın işlenmesinde alt programlama tekniği kullanıldı.

Sadece kanal açma ile ilgili komutlar içeren bir alt program yazıldı. Ana programda kesici kanal açma başlangıç noktalarına konumlandırıldıktan sonra M98 P… komut satırıyla alt programımız çağrılmıştır. Alt programımızın adı O0012 şeklinde olduğu için programımızda M98 P0012 şeklinde kullanılmıştır. Alt programımız çalıştıktan sonra M99 komut satırını okuyunca ana programa dönülerek işlemeye devam edildi.

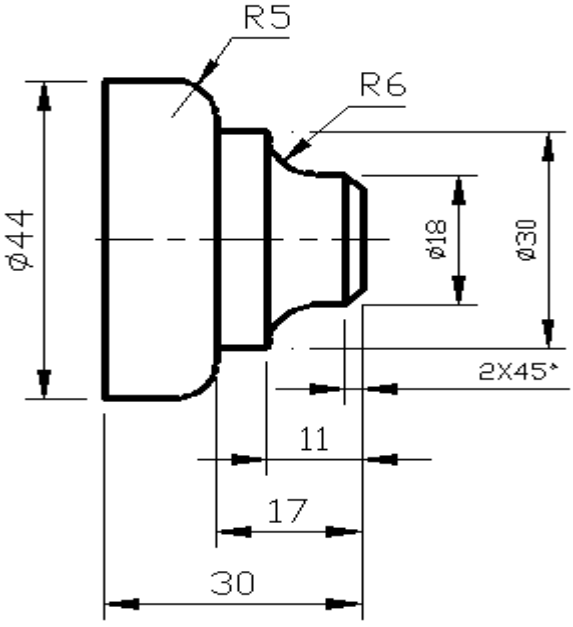


Şekil 8.142: Alt program ile işleme

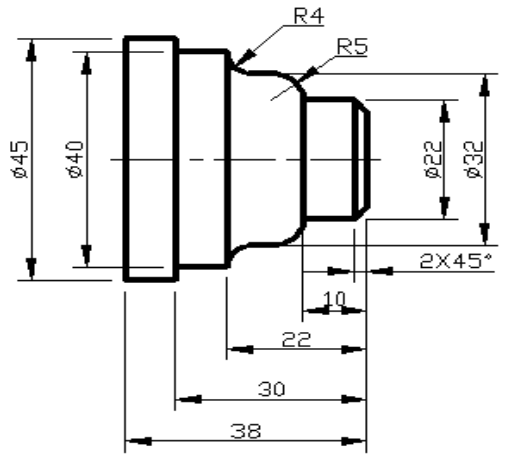
UYGULAMA 53



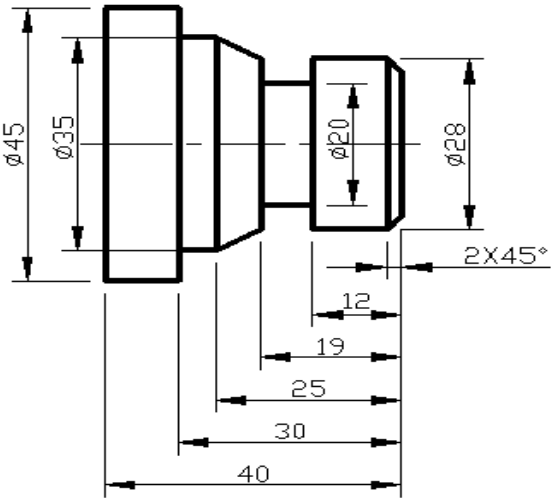
UYGULAMA 54



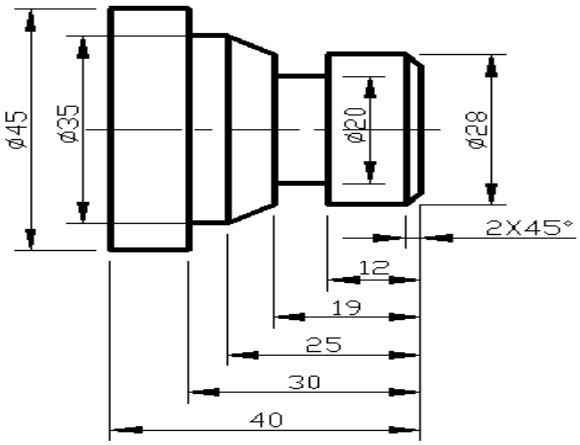
UYGULAMA 55



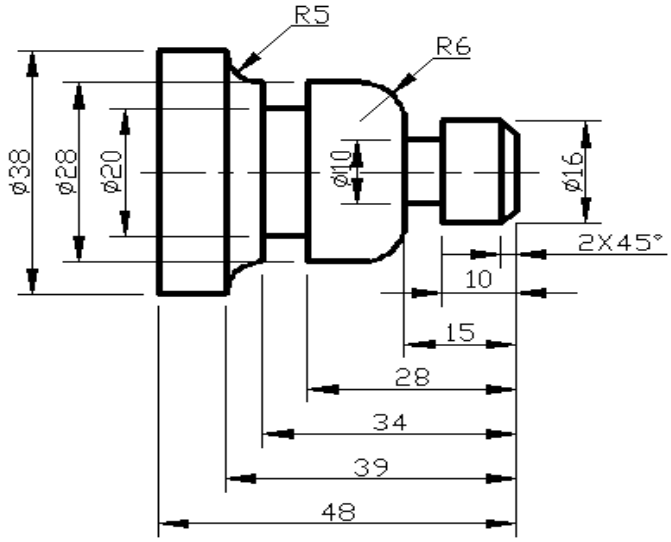
UYGULAMA 56



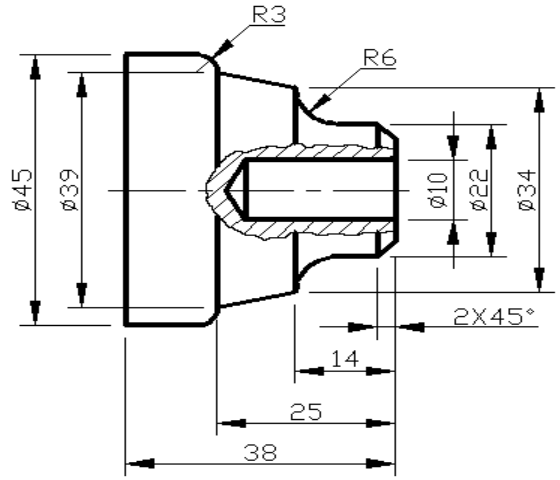
UYGULAMA 57



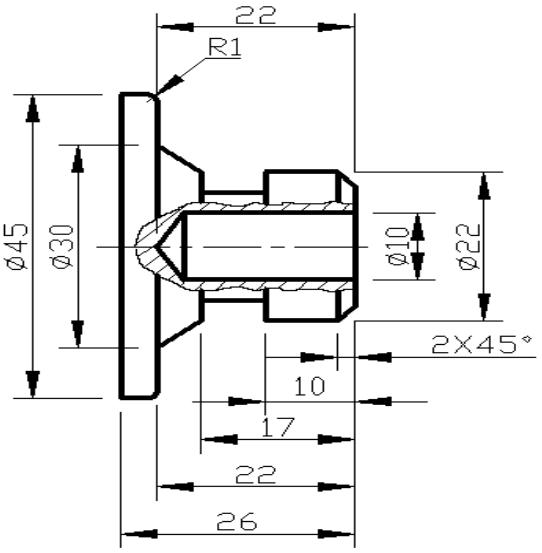
UYGULAMA 58



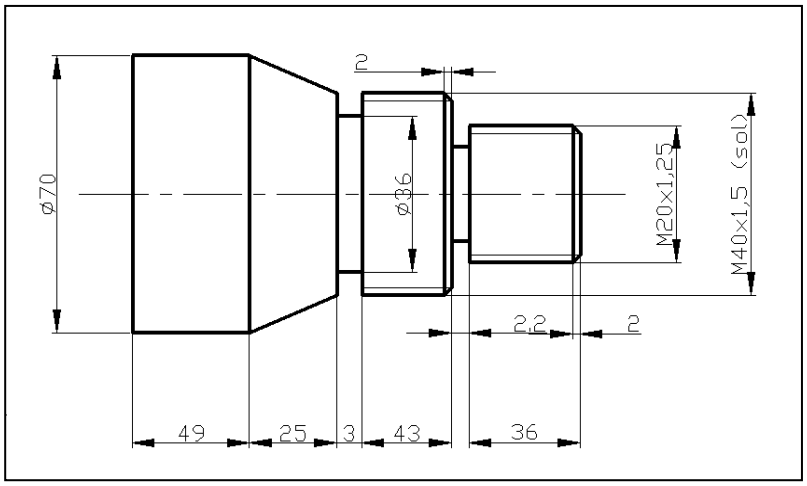
UYGULAMA 59



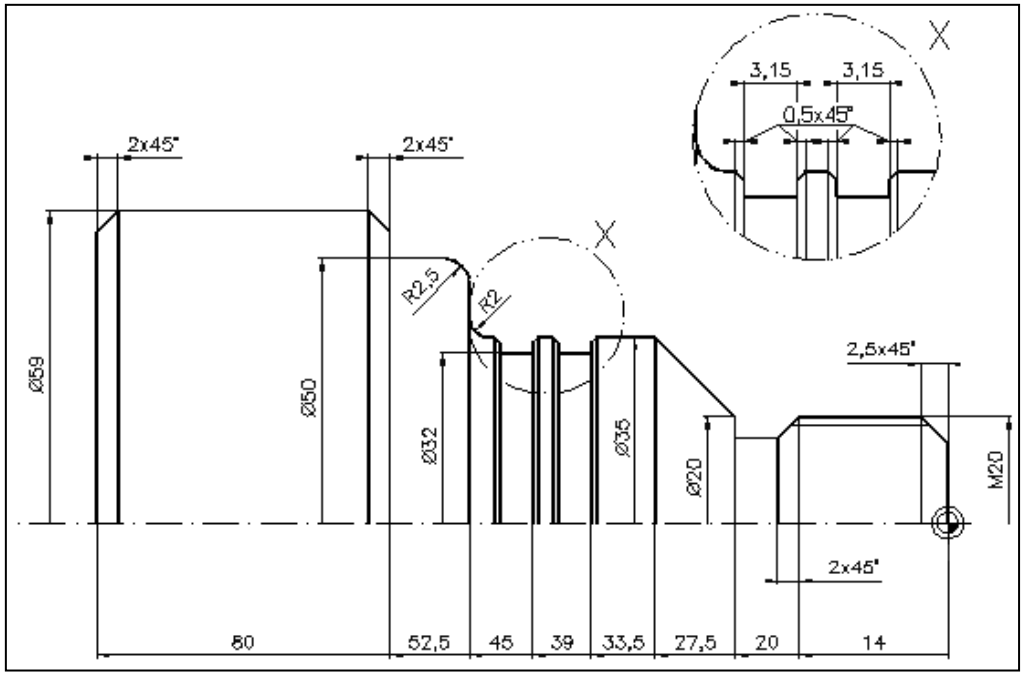
UYGULAMA 60



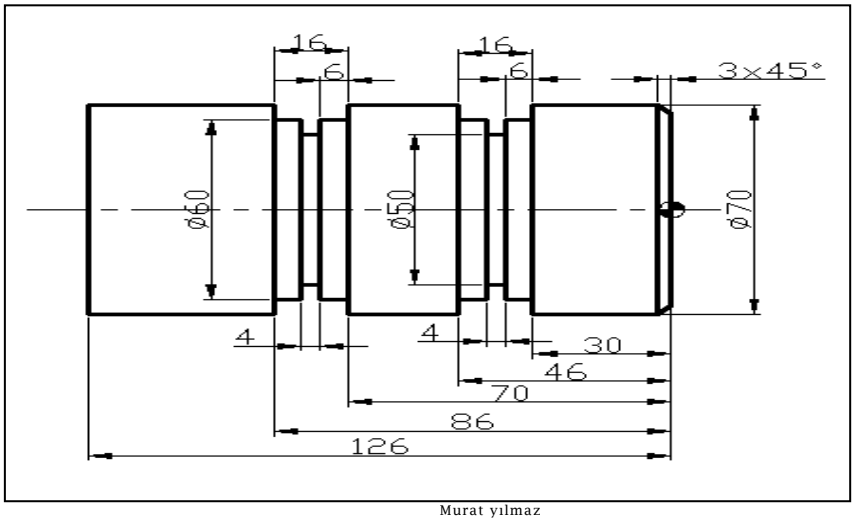
UYGULAMA 61:



UYGULAMA 62:

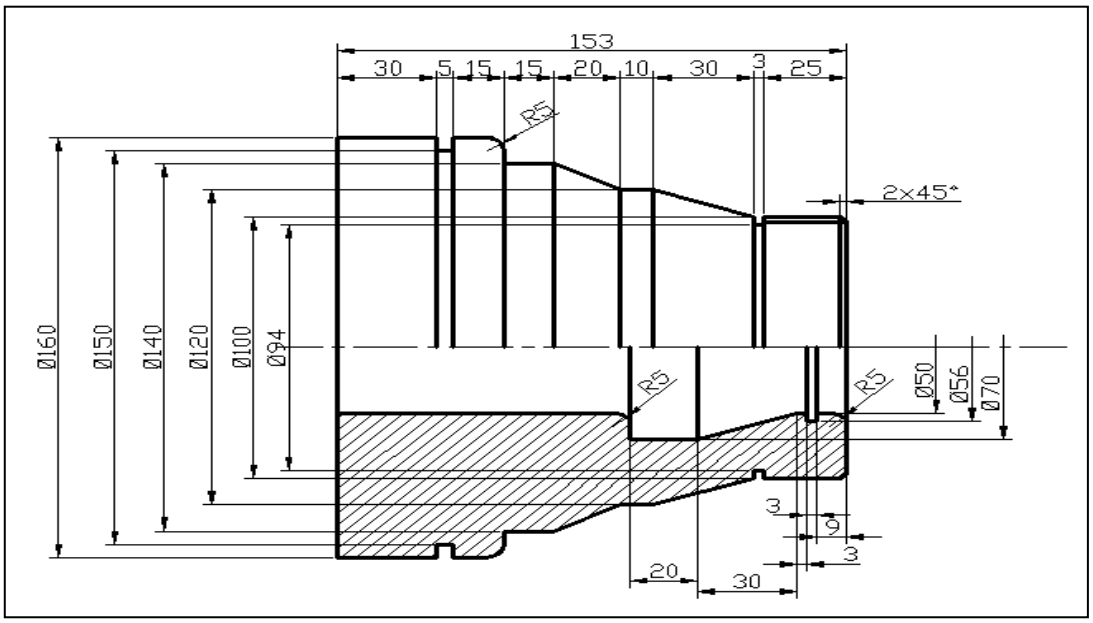


UYGULAMA 63:

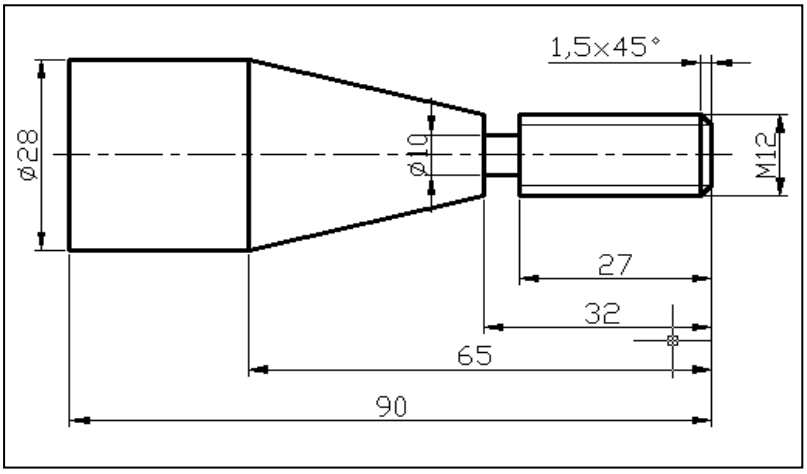


Murat yılmaz

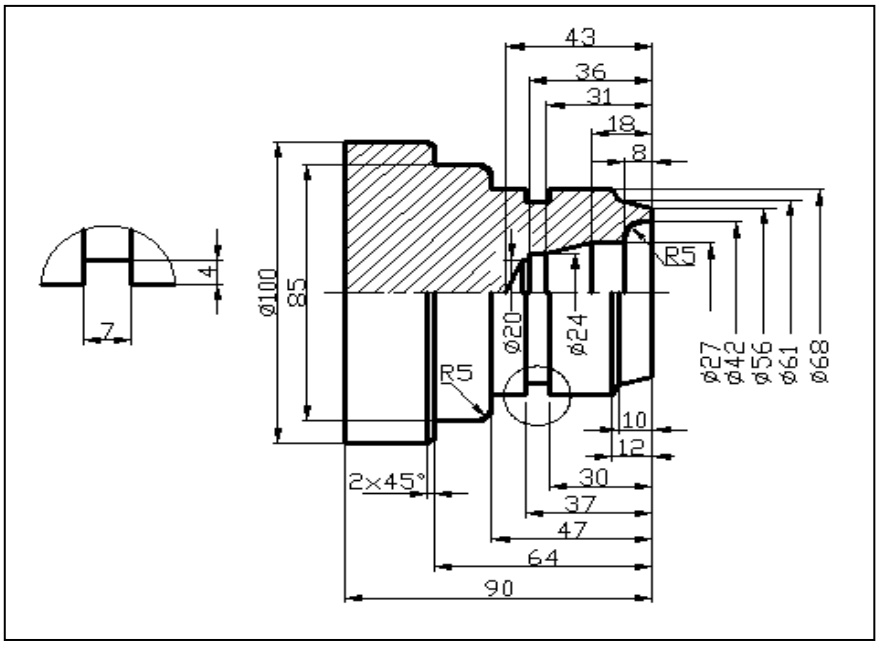
UYGULAMA 64:



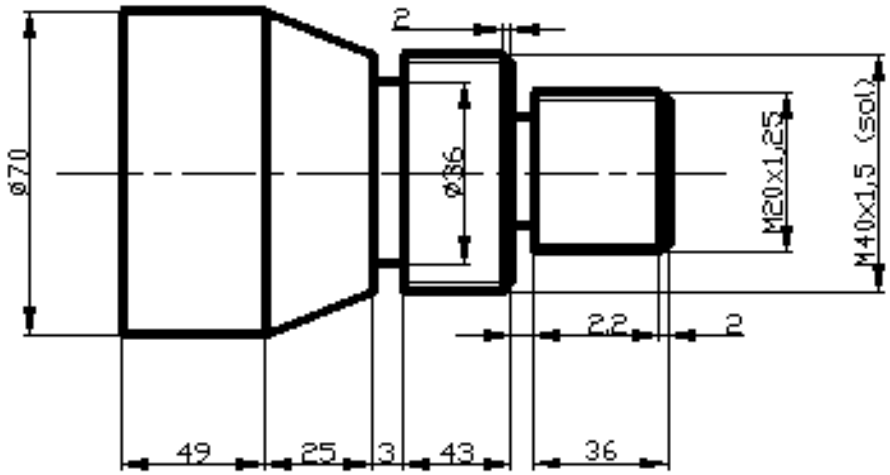
UYGULAMA 65:



UYGULAMA 66:



ADI-SOYADI		TEMRİN ADİ	TEMRİN NO	ADANA TEKNİK LİSESİ CNC BÖLÜMÜ
SINIFI		KANAL AÇMA DİŞ ÇEKME	02	
NO				



KULLANILACAK KESİCİLER

1- SAĞ YAN KALEM
2-KANAL KALEMİ(2.20)
3-KANAL KALEMİ(3.00)
4-DİŞ KALEMİ (Pmin 1.25)
5-DİŞ KALEMİ (Pmin 1.5)

OPERASYONLAR

1-ALIN TORNALAMA
2-BOYUNA KABA TORNALAMA
3-PAH KIRMA
4-KANAL AÇMA
5-BOYUNA FİNİŞ
6-DİŞ ÇEKME

KULLANILAN KOMUTLAR

1-G0
2-G1
3-G71
4-G70
5-G42
6-G40
7-G76

BAŞLAMA SAATİ	03.12.2013	DEGERLENDIRME							BÖLÜM SEFİ
VERİLEN SÜRE	12 DERS SAATİ	ÖN HAZIRLIK	RESİM OKUMA	CNC PROGRAM YAZIM	BENEDETİM	İŞ ALGISAMLIĞI	ZAMAN	ORTALAMA		
BİTİŞ TARİHİ	03.12.2013							YAZIYLA	RAKAMLA	ÖĞRETMENLER
HARCANAN ZAMAN	12 DERS SAATİ									

BÖLÜM IX

9. CNC FREZE PROGRAM YAPISI

9.1. Teknolojik Bilgiler

Freze tezgâhlarında üretilecek iş parçalarının programlanması da, torna tezgâhlarının programlanmasına benzer. En belirgin fark, programlanabilir eksenlerde görülmektedir. Cnc torna tezgâhlarında iki ana eksen kullanılarak programlama yapılmaktadır. Cnc freze tezgâhlarında ise üç temel eksende programlama yapılmaktadır. Temel G ve M kodlarında farklılık yoktur. Çevrim komutlarında farklılıklar vardır. Bunlardan bazıları;

Komut	Torna programlamada	Freze programlamada
G73	Profil tornalama çevrimi	Yüksek hız gagalama delmesi
G76	Otomatik diş açma çevrimi	İnce delik büyütme çevrimi
G90	Z ekseninde kesme çevrimi	Mutlak programlama

Artımsal programlamada da farklılıklar vardır. Cnc torna programında artımsal programlamayı X ekseninde U, Z ekseninde ise W sembolü ile göstermekteyiz. Cnc freze programında ise G90 mutlak programlamayı, G91 artımsal programlamayı ifade etmektedir.

9.1.1. Program Başlangıç Bölümü

Cnc programlarının başlangıç bölümünde programla ilgili teknolojik bilgiler bulunur. Bu bilgiler program başlangıç numarası, ilerleme değeri, devir sayısı, kesme hızı, takım numarası gibi değerleri içeren komutlardır.

- **Program Numarası**

Bütün CNC programları bir numarayla başlar. Böylece programların sonradan tekrar kullanılması kolaylaştırılmış olur. Bu numara bir karakterden dört karaktere kadar verilebilir (1 – 9999). Fanuc kontrol sisteminde bu numara "**O**" karakteri ile başlar.

Örnek: **O**1234;

- **F Fonksiyonu (İlerleme değeri)**

Programa iki tür ilerleme değeri verebiliriz. Bunlar mm/dak. ve mm/devir dir. Eğer Programda **G94** komutu kullanıldıysa **F** değeri **mm/dak.** olarak tanımlanır. **F** değerinden önce **G95** komutu kullanılmışsa **mm/dev** olarak algılanır.
Örnek:

N25 G94 S1900 F300 T0101 M04;

Buradaki F ilerleme fonksiyonun değeri mm/dak.

N25 G95 S1900 F0.2 T0101 M04;

Buradaki F ilerleme fonksiyonun değeri mm/dev.

- **S Fonksiyonu (devir sayısı)**

CNC tezgâhlarda "S" iş mili devrini belirtmede kullanılır. Örneğin **S1500** şeklinde bir kod tezgâhta programlandığında, İş milinin 1500 dev/dak da döndürülmek İstendiği anlaşılmaktadır. İş milinin hangi tarafa döneceği **M03** veya **M04** kodları ile belirtilir. **M03** kodu verildiğinde İş mili saat ibresinin dönüşü yönünde, **M04** kodu verildiğinde ise, saat ibresi dönüş yönünün tersi yönde döndürüleceği belirtilir. İş milinin dönmesini durdurmak için **M05** kodu kullanılır.

S fonksiyonu G97 komutu ile beraber kullanılırsa devir sayısını sabit tutar.

- **T fonksiyonu**

Kesici takım seçimi için kullanılır. T kodundan sonra iki haneli bir sayısal değer kullanılır. Program içersinde yazılımı **T01 , T02** şekillerinde olur.

T kodundan sonraki sayısal değer; takımın taretteki numarasını ifade eder.

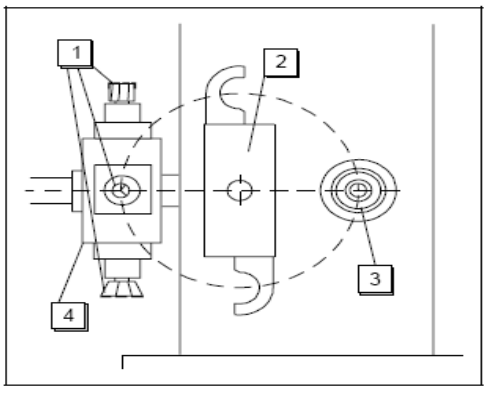
Cnc torna tezgâhı programında T kodu ve devamındaki sayısal değerler okunduğunda takım otomatik olarak değişmekteydi. Cnc freze tezgâhlarında ise takımın elle mi yoksa otomatik olarak mı değişeceğinin belirtilmesi gerekmektedir. Takım değişimi el ile yapılacaksa tezgâh **M01** komutu ile geçici olarak durdurulur. Takım değişimi gerçekleştirilir. Tezgâh tekrar çalıştırılır. Program kaldığı yerden devam eder.

Takım değişimi otomatik olarak gerçekleştirilecekse programa **M06** yardımcı fonksiyonu yazdırılmalıdır. Program içerisinde aşağıdaki örnek de olduğu gibi kullanılır.

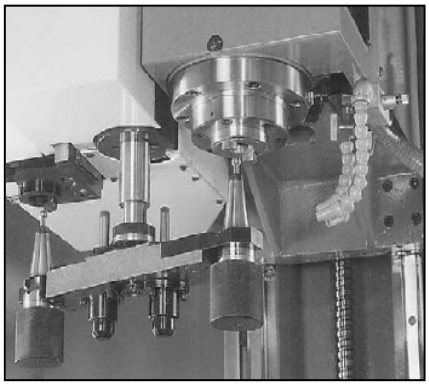
Örnek: **N25 T01 M6;**

Cnc freze tezgâhlarında otomatik takım değişimi, makineye monte edilen takım değiştirici (magazin) ile gerçekleştirilmektedir. Tezgâh kontrol ünitesi program içerisinde kesici takım numarası ve M06 kodunu okuduğu zaman takım değişimini otomatik olarak gerçekleştirecektir.

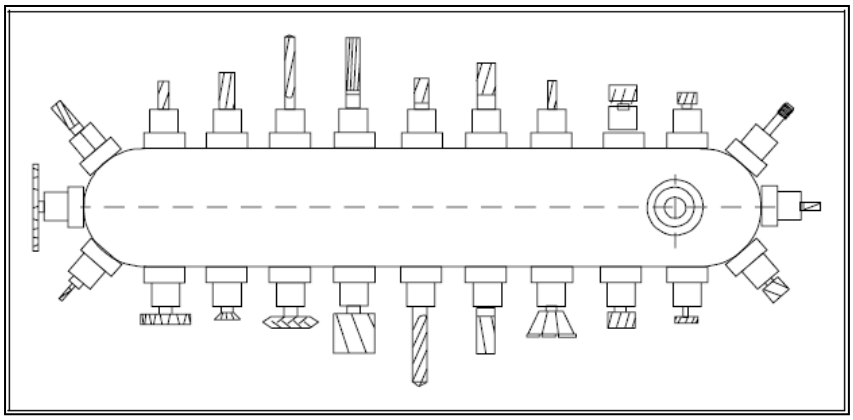
.



Şekil 9.1: ATC ile takım değişimi



Resim 9.1: ATC ile takım değişimi



Şekil 9.2: Magazin ile takım değişimi

9.1.2. Ana Program Bölümü

Ana program bölümünde iş parçasının üretimi ile ilgili komutlar bulunur. Bu komutlar G00, G01, G02, G03 ve çevrim komutlarını içeren G kodlarıdır. Bu kodlar "Bölüm 10

9.1.3. Program Bitiş Bölümü

Bu bölümde kesicimiz ilk noktasına gönderilir. Tezgâh mili ve soğutma suyu kapatılır. Programa son verilir. İş parçasının üretimine devam edilecekse tekrar program başına dönülür. Tezgâh ile ilgili bu ayarlar "13.3. M Kodları (Yardımcı Fonksiyonlar)" başlığı altında anlatılmıştır.

Örnek program:

O0003;	Program numarası
N10 G54;	İş parçası referans noktası aktif
N15 G90 G94 F800;	Mutlak programlama İlerleme 800 mm/dak.
N25 T01 M6;	Bir nolu takım. Otomatik değişim
N35 S1500 M03;	Devir sayısı 1500 dev/dak. Tezgâh milini CW yönde döndür.
N45 G00 X30 Y0 Z10;	Hızlı hareketle X30 Y0 Z10 ölçülerine git.
N50 G00 Z–5;	5 mm talaş derinliğine in.
N55 G01 X90;	Talaş alma ilerlemesi ile X90 mm.ye git.
N60 G02 X120 Y30 I30 J0;	Saat dönüş yönü tersi yönde eğrisel hareket
N65 G01 Y70;	Talaş alma ilerlemesi ile Y70 mm.ye git.
N70 G02 X90 Y100 I0 J30;	Saat dönüş yönü tersi yönde eğrisel hareket
N75 G01 X30;	Talaş alma ilerlemesi ile X30 mm.ye git.
N80 G02 X0 70 R30;	Saat dönüş yönü tersi yönde eğrisel hareket
N85 G01 Y30;	Talaş alma ilerlemesi ile Y90 mm.ye git.
N90 G02 X30 Y0 R30;	Saat dönüş yönü tersi yönde eğrisel hareket
N95 G00 Z200;	Hızlı hareketle Z200 mm mesafeye çık
N100 M05 M09;	Tezgâh milini durdur, soğutma suyunu kapat
N105 M30;	Program sonu ve başına dön.

9.2. Cnc Freze Programlamada Kullanılan G Kodları

Cnc freze programında kullanılan G kodları ile torna programında kullanılan G kodları temelde aynıdırlar. Bu komutlara G00, G01,G02 ve G03 gibi komutları örnek olarak sıralayabiliriz. Bununla birlikte farklılık gösteren komutlarda vardır. Çevrim komutlarının tamamında farklılık görülmektedir.

Cnc freze programında kullanılan G kodları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 9.1: Cnc frezeleme programlamada sıklıkla kullanılan G kodları

G00	Boşta hızlı hareket
G01	Doğrusal kesme işlemi
G02	Saat ibresi yönünde eğrisel hareket (CW yönde)
G03	Saat ibresi dönüş yönünün tersi yönde eğrisel hareket (CCW yönde)
G04	Bekleme
G15	G16 komutunu iptal eder.
G16	Açısal hareket (polar sisteme geçiş)
G17	X – Y düzlemim seçimi
G18	X – Z düzlemi seçimi
G19	Y – Z düzlemi seçimi
G20	Veri girişi inch
G21	Veri girişi metrik
G22	Serbest profilli cep çevresini işleme çevrimi
G23	Serbest profilli cep frezeleme işlemi
G24	Dikdörtgen cep frezeleme çevrimi
G25	Dairesel cep frezeleme çevrimi
G26	Dişi kalıp işleme çevrimi
G27	Erkek kalıp işleme çevrimi
G28	Referans noktasına otomatik dönüş
G30	Takım değişim noktasına otomatik dönüş (G30 Z0)
G33	Vida çekme
G34	Çember etrafında çevrim tekrarlama
G35	Doğru boyunca çevrim tekrarlama
G40	Takım yarıçap telafisi iptal
G41	Soldan takım ucu yarıçap telafisi
G42	Sağdan takım ucu yarıçap telafisi
G43	Takım uzunluğu düzeltmesi pozitif

G44	Takım uzunluğu düzeltmesi negatif
G49	Takım uzunluğu düzeltmesi iptali
G50	Aynalamayı iptal et (veya G50.1)
G51	Aynala (veya G51.1)
G52	Referans kaydırma
G53	Makine koordinat sistemi
G54–G59	Çalışma parçası koordinat sistemi seçimi
G68	Koordinat sistemi döndürülmesi
G69	Koordinat sistemi döndürülmesini iptal et
G73	Yüksek hız gagalama delmesi
G74	Sol kılavuz çekme çevrimi
G76	İnce delik büyütme çevrimi
G80	Delik delme çevrimlerinin iptali
G81	Delik delme çevrimi
G82	Delik sonunda beklemeli delik delme çevrimi
G83	Kademeli (gagalamalı) delik delme
G84	Sağ kılavuz çekme çevrimi
G85	Delik genişletme çevrimi (yavaş ilerleme ile uzaklaşma)
G86	Delik genişletme çevrimi (hızlı ilerleme ile uzaklaşma)
G87	Delik genişletme çevrimi (Alttan delik büyütme çevrimi)
G88	Delik genişletme çevrimi (el tamburu ile çevrimi)
G89	Delik genişletme çevrimi (delik sonunda beklemeli)
G90	Mutlak programlama
G91	Artışlı programlama
G92	İş parçası koordinatını kaydırma
G94	İlerleme mm/dak
G95	İlerleme mm/dev.
G98	Engelli delik delme çevrimlerinde bir önceki Z noktasına gönderme
G99	Engelsiz delik çevrimlerinde hızlı gelme noktasına çekme

9.3. M Kodları (Yardımcı Fonksiyonlar)

M kodları, tezgâh fonksiyonlarını harekete geçiren veya durduran kodlardır.

Tablo 9.2: Sıklıkla kullanılan M kodları

M00	Program durdurma. Sycle start tuşuna basılarak tekrar program çalıştırılır.
M01	İsteğe bağlı program durdurma. Sycle start tuşuna basılarak program çalışt.
M02	Program sonu
M03	Tezgâh milini saat ibresi dönüş yönünde (CW) çalıştır.
M04	Tezgâh milini saat ibresinin tersi yönünün de (CCW) çalıştır.
M05	Tezgâh milini durdur
M06	Otomatik takım değiştirme komutu
M08	Soğutma suyunu aç
M09	Soğutma suyunu kapat
M13	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme ve soğutma sıvısını açma
M14	Fener milini saat ibresi tersi yönünde döndürme ve soğutma sıvısını açma
M19	Fener milini takım değiştirme pozisyonuna alma
M23	Magazini yukarı çıkarma
M24	Magazini aşağı indirme
M26	İş mili içinde hava üflemeyi açma
M29	Kılavuz çekme işleminde ilerleme ve devir sayısı senkronizasyonunu sağlar.
M30	Program sonu ve program başına dön
M50	Talaş konveyörünü durdurma
M51	Talaş konveyörünü çalıştırma
M52	Alt program çağırma
M72	Program sonu ve program başına dön
M73–M74	M73 ve M74 arasında kalan satırlar istenen sayı kadar tekrarlanır.
M96	Magazinin bir takım ileri alınmasını sağlar.
M97	Magazinin bir takım geri alınmasını sağlar.
M98	Alt program çağırma
M99	Alt program sonu

9.4. Cnc Freze Programlamada Referans Noktaları

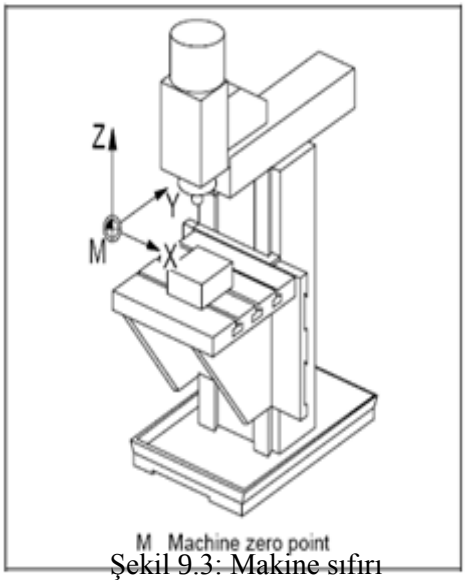
Cnc tezgâhlarının, programlanan koordinatları doğru bir şekilde okuyup, kesici hareketlerini gerçekleştirebilmek için birçok referans noktasına ihtiyaç duyulur. Bu noktalar makine referans sistemi içerisinde önceden tanımlanmıştır. Sonraki kontrol işlemlerinin tanımlanan bu referans noktasına göre yapılması gerekir. Bu noktalar: Referans noktası, makine sıfır noktası, iş parçası sıfır noktası, takım referans noktası, takım değişim noktalarıdır.

9.4.1. Cnc Freze Tezgâhında Referans Noktaları

Cnc tezgâhlarının, programlanan koordinatları doğru bir şekilde okuyup, kesici hareketlerini gerçekleştirebilmek için makine referans sistemi olması gerekmektedir. Bu makine referans sisteminin içerisinde önceden tanımlanan referans noktaları bulunmaktadır.

- **Makine Sıfır Konumu:**

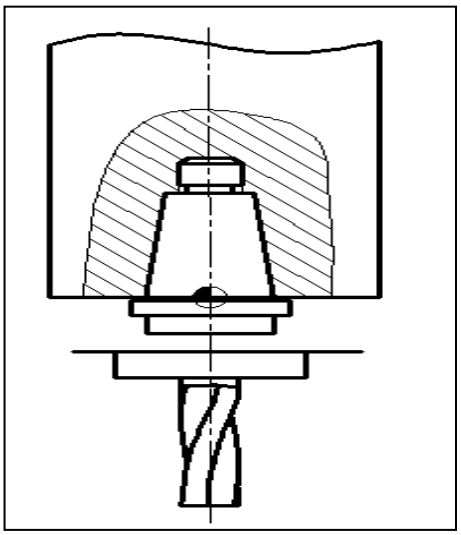
Herhangi bir sistemin kontrol edilebilmesi için kontrol edilen sisteme ait bir referans noktasının tanımlanması ve sonraki kontrol işlemlerinin tanımlanan bu referans noktasına göre yapılması gerekir. Bu referans noktası makine sıfırı olarak adlandırılır. Bu nokta genelde sıfıra gönderme noktası ile aynıdır. Makine sıfır noktası (makinenin standart noktası da denilir). Bu nokta üretici firma tarafından kesin olarak belirlenmiştir. Üzerinde herhangi bir değişiklik yapılamaz.



Şekil 9.3: Makine sıfırı

- **Kesici Referans Noktası:**

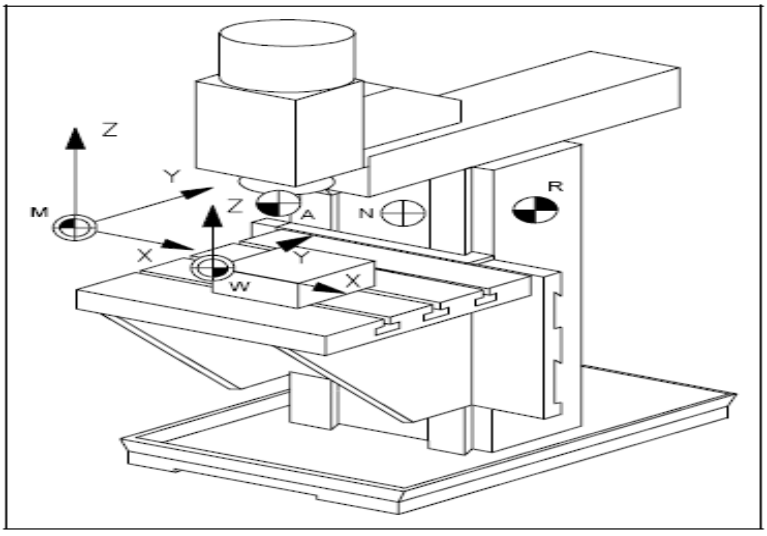
Kontrol sistemi ile belirlenen koordinatlara göre gerçekleştirilen bütün takım hareketleri, alet düzeneğinin ön yüzünde yer alan kesici takım referans noktasına gerçekleştirilecektir. Bir kontur programlanırken, bütün girdilerin önceden belirlenen kesim noktasının yörüngesine uygun olması gerekmektedir. Bunun sağlanması için kullanılan bütün takımların ölçülerinin kontrol sistemine girilmesi gerekmektedir.



Şekil 9.4: Kesici referans noktası

- **Takım değişim noktası:**

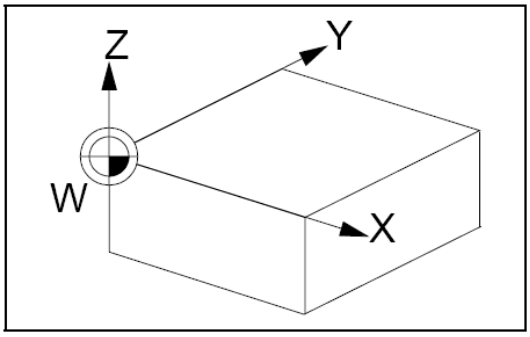
Takım değişimi el ile yapılacaksa emniyetli bir mesafe bu iş için ayarlanır. Takım değişimi makine tarafından (ATC tarafından) yapılacaksa bu nokta önceden ayarlanmıştır. Takım değişimi komutu verilince, kesici otomatik olarak ilgili yüksekliğe gönderilir.



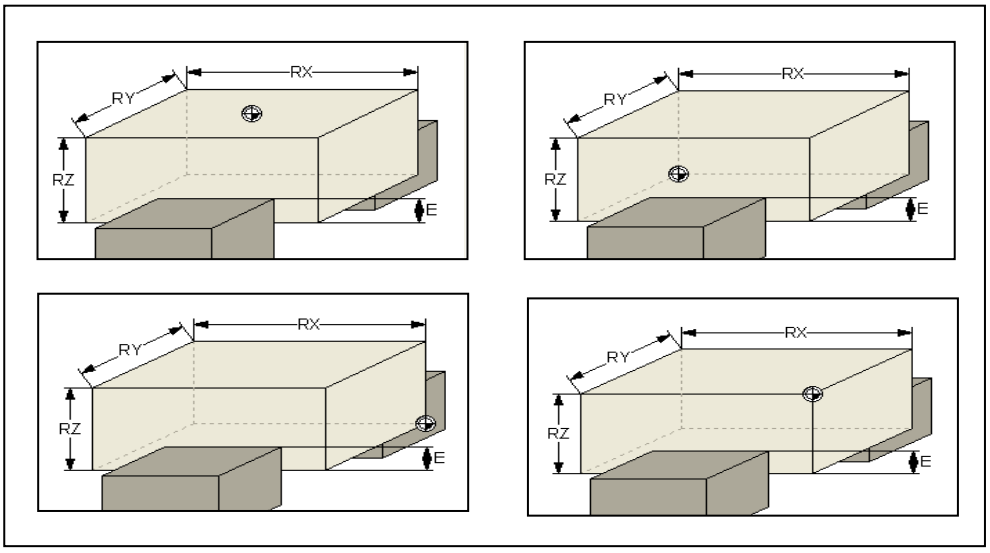
Şekil 9.5: Bir cnc tezgâhı üzerinde ayarlanan referans noktaları

9.4.2. İş Parçası referans Noktası

İş parçası imalatında parça üzerinde bir nokta referans noktası olarak seçilir. Bu yöntem programlamayı kolaylaştırır. Bu nokta iş parçasının üzerinde herhangi bir yer olabilir.

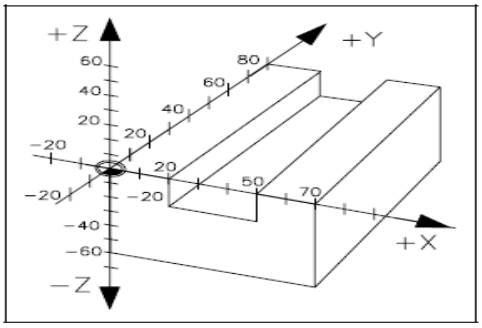


Şekil 9.6: İş parçası referans noktası

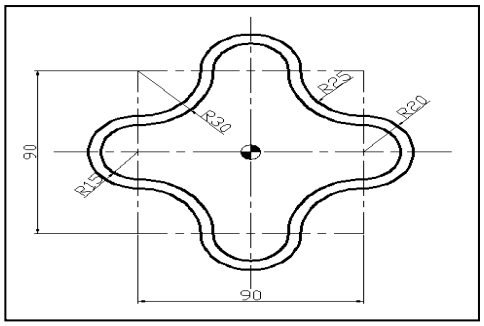


Şekil 9.7: İş parçası referans noktaları

İş parçası referans noktası seçilirken Z ekseninde talaş derinliğini verdiğimiz için eksi değerde olması pratik bir uygulamadır (şekil 9.8).



Şekil 9.8: İş parçası üzerinde referans noktası



Şekil 9.9: İş parçası üzerinde referans noktası

Simetrik parçalarda referans noktasını merkezde seçmek programlamayı daha da kolaylaştırır (şekil 9.9).

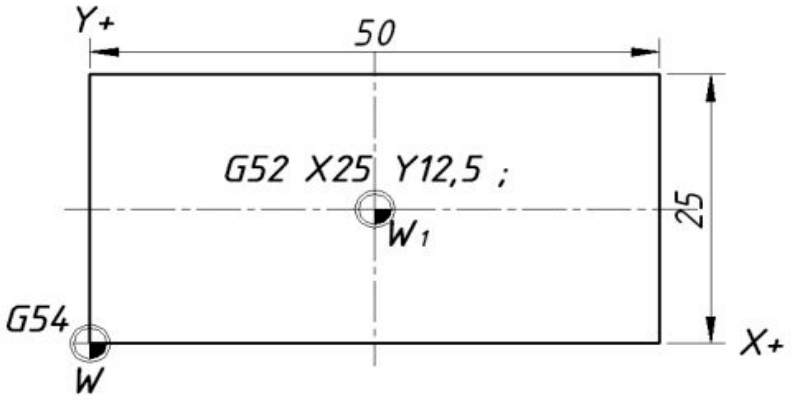
Karmaşık parçaların işlenmesinde birden çok iş parçası referans noktası seçilebilir. İşleme merkezlerinde birden çok bölgede işlemler yoğunlaşabilir. İş parçası üzerindeki bu bölgeler için değişik iş parçası referans noktası seçilir.

Ayrıca işleme merkezlerinde birden fazla iş parçası da tezgâha bağlanabilir. Bağlanan her bir iş parçasına ayrı bir referans noktası atanır. Bu atamalar G54…G59 arasında bir kod ile yapılır.

G54 İş parçası birinci referans noktası seçimi
G55 İş parçası ikinci referans noktası seçimi
G56 İş parçası üçüncü referans noktası seçimi
G57 İş parçası dördüncü referans noktası seçimi
G58 İş parçası beşinci referans noktası seçimi
G59 İş parçası altıncı referans noktası seçimi

9.5. G52- referans kaydırma

Mevcut G54-G59 referansları yetersiz kaldığında G52 iş referansı kaydırma kodu ile farklı referans noktaları elde edilmiş olur.



ÖRNEK
G52 X25 Y12,5; şeklinde yeni nokta W1 olur.

G52nin diğer referans noktası seçimlerinden farkı: Diğerleri (G54….G59) tezgah ofset sayfasında belirtilir. G52 ise kullanılan program içerisinde seçilir.

9.6. Mutlak ve Artımsal Programlama

Cnc torna programlamada mutlak modda program yazımında X ve Z eksen adlarını kullanıyorduk. Artımsal modda ise U ve W parametreleri ile program yazıyoruz.

Cnc işleme merkezlerinde ise bu ayrımı G kodları ile gerçekleştiriyoruz. Mutlak programlamayı G90, artımsal programlamayı ise G91 komutu ile gerçekleştiriyoruz. Program içerisinde hangi komut kullanılırsa o komut aktif duruma geçer. Aksi belirtilene kadar aktif durumda kalır. Bir program içerisinde farklı satırlarda her iki komutta kullanılabilir. Yani aynı programda G90 ve G91 komutları kullanılabilir. Tek şart aynı satırda beraber kullanılamazlar. Bu durum aynı türden diğer G komutları içinde geçerlidir.

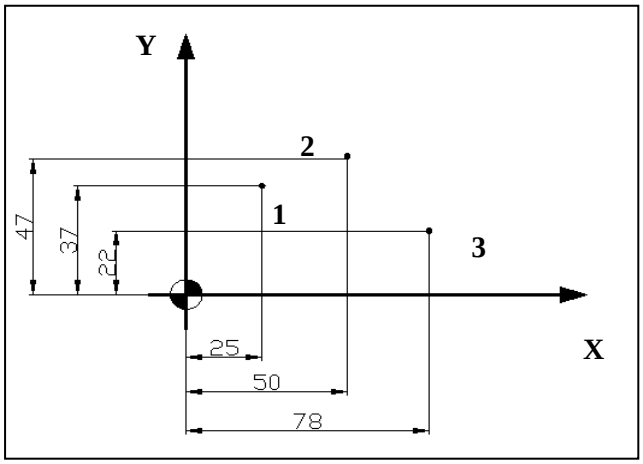
9.6.1. G90 Mutlak Programlama

Cnc işleme merkezlerinde programlar mutlak ve artışlı modda yazılır. Mutlak sistemde program yazımında kural şudur. Program satırında G kodundan sonra eksen veya eksenlerdeki gidilecek son nokta koordinatları girilir. Yani mutlak programlama modunda, gerekli olan koordinatların bitiş noktaları program sıfır noktası temel alınmak suretiyle belirtilir.

Burada verileri yazarken dikkat etmemiz gereken kesicinin aldığı yol değildir. Gideceği noktanın referans noktasına olan uzaklığını belirten koordinat değerleridir.

Girilen bütün değerler iş parçası referans noktası esas alınarak yapılır.

Örnek :

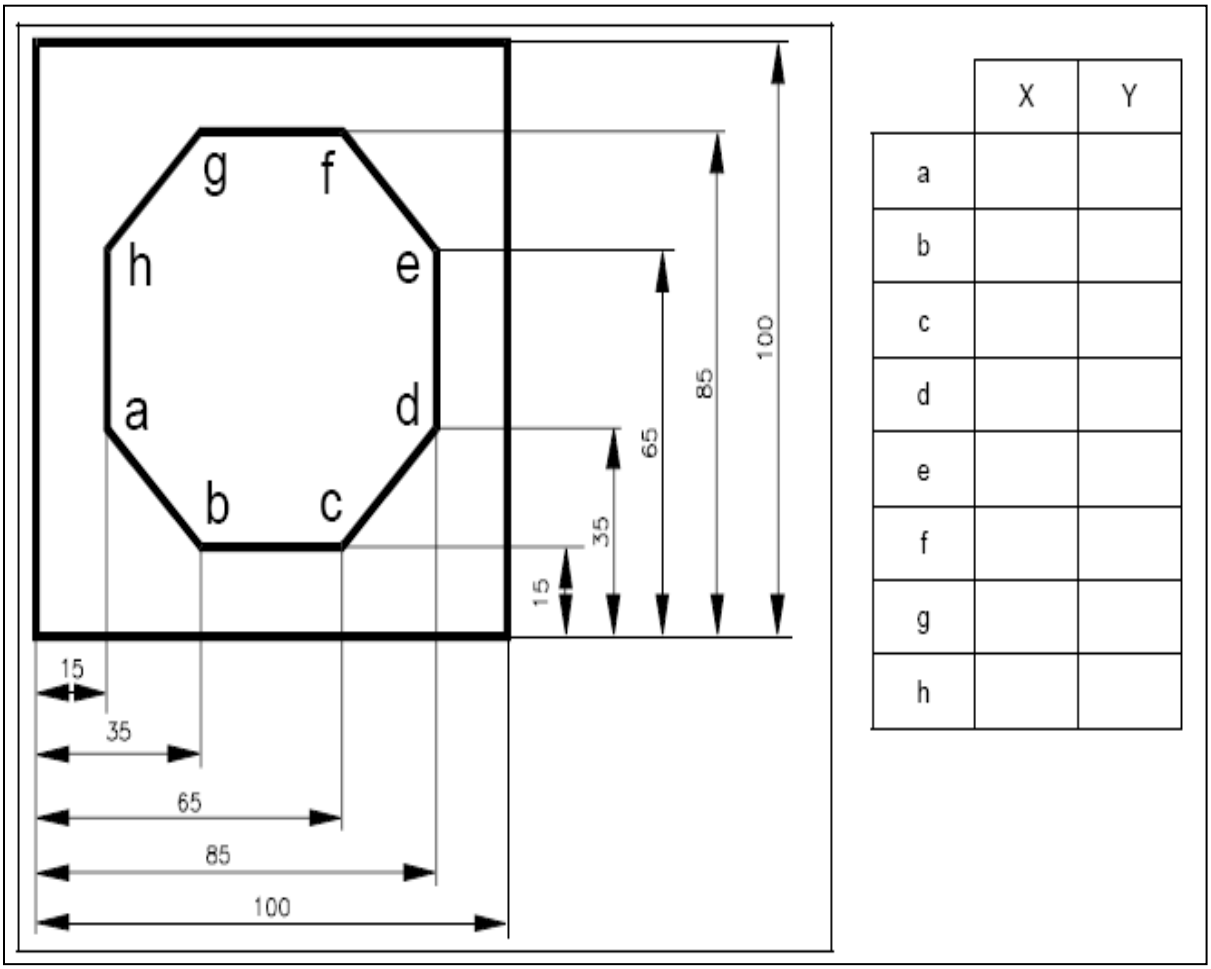


Şekil 9.10: G90 mutlak programlama

Yukarıdaki şekilde verilen 1,2 ve 3 noktalarının koordinatlarının mutlak sistemde belirtilmesi aşağıdaki gibidir.

	X	Y	
1	25	37	(Orijin noktası referans)
2	50	47	(Orijin noktası referans)
3	78	22	(Orijin noktası referans)

Aşağıda verilen şeklin noktalarını mutlak sistemde bulunuz.



	X	Y
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		
h		

Şekil 9.11: G90 mutlak programlama

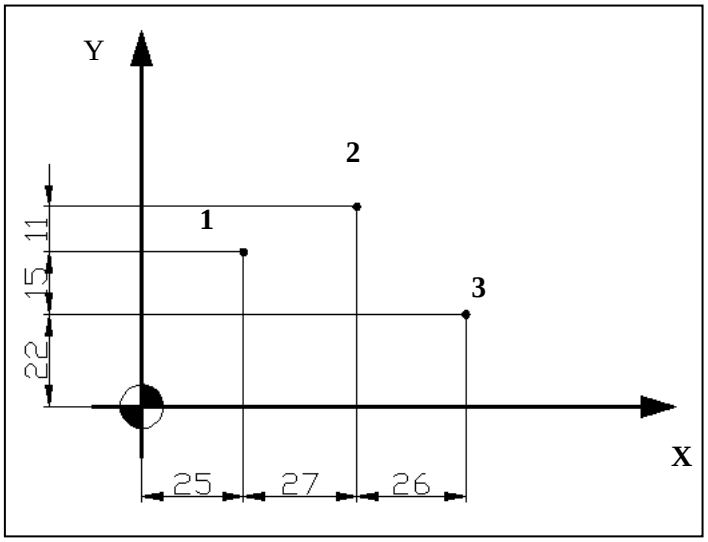
9.6.2. G91 Artımsal Programlama

Artımsal modda, hareket için gerekli olan bitiş noktaları takımın mevcut konumunun referans alınması suretiyle belirtilir. Burada program sıfır noktası temel olarak *alınmamaktadır*. Bunun yerine takımın bulunduğu konum referans alınmaktadır. Yani kesicinin bulunduğu nokta sıfır noktası kabul edilir.

Eklemeli programda kesicinin gideceği mesafe girilir. Kesicinin gideceği nokta eksenin "+" yönünde ise pozitif değer, " – " ise negatif değer olmalıdır.

Aşağıdaki örnekte de görüldüğü gibi kesicinin gideceği nokta ile en son bulunduğu nokta arasındaki mesafe değerleri eklemeli ölçülendirme olarak tanımlanır.

Örnek:

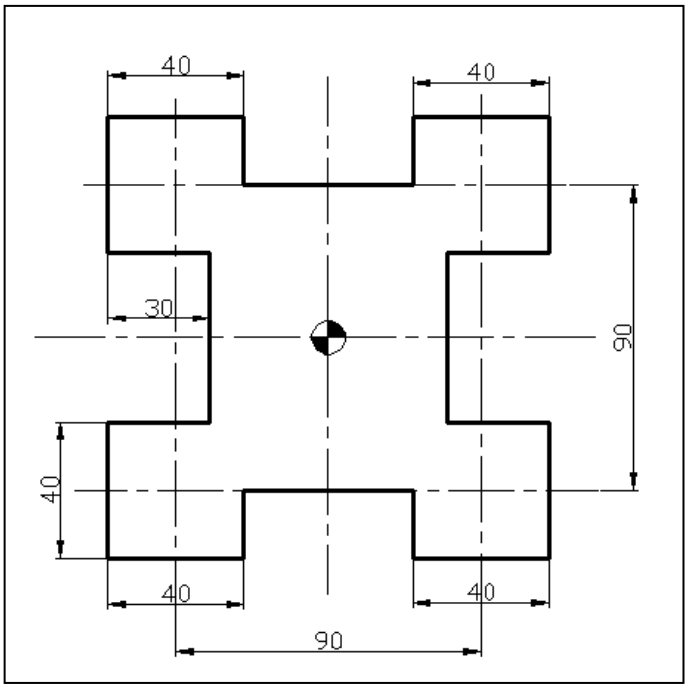


Şekil 9.12: G91 eklemeli programlama

	X	Y	
1	25	37	(Orijin referans alınır)
2	27	11	(1. nokta referans alınır)
3	26	–26	(2. nokta referans alınır)

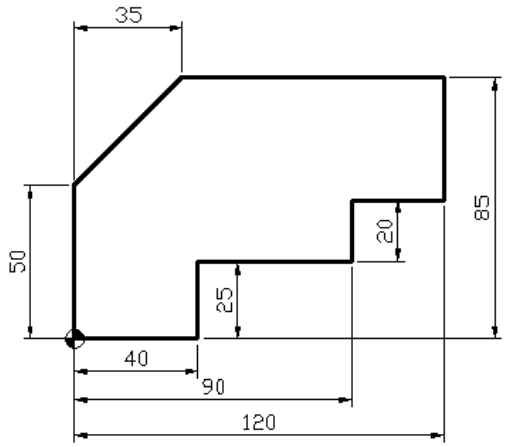
Örnek:

Aşağıda verilen şeklin noktalarını eklemeli sistemde bulunuz.

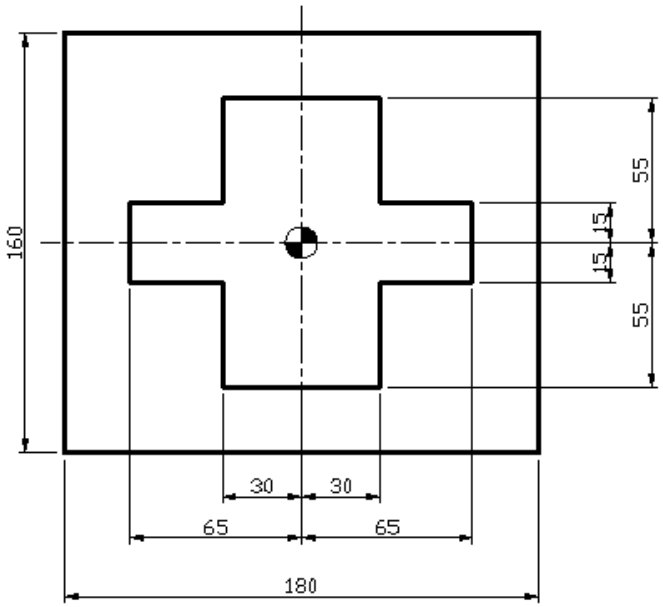


Şekil 9.13: G91 Artımsal programlama

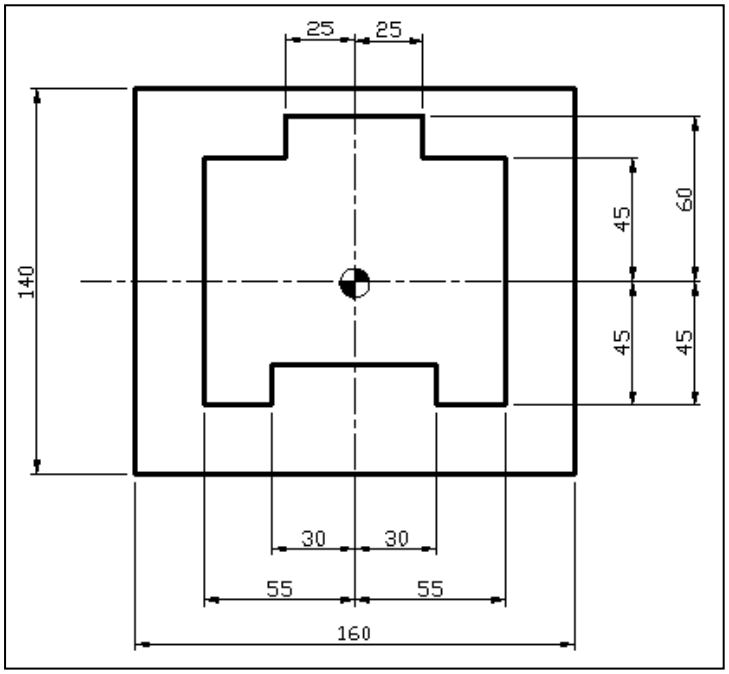
Uygulama: 1



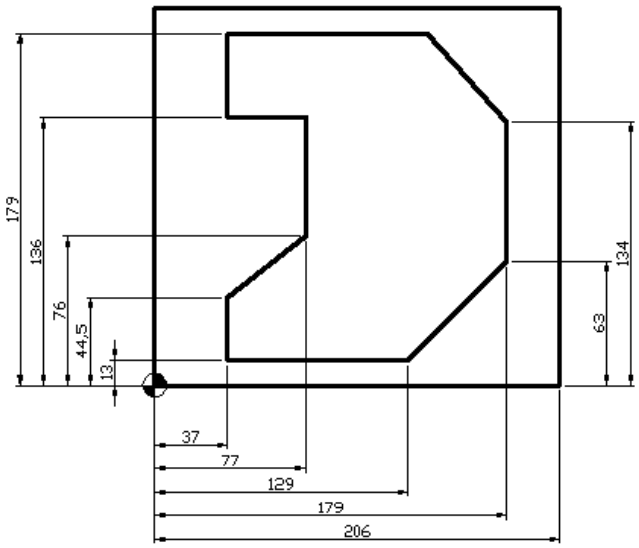
Uygulama: 2



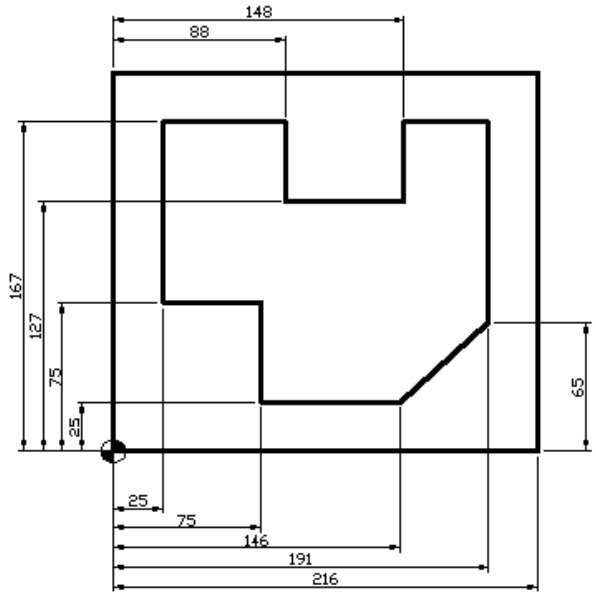
Uygulama: 3



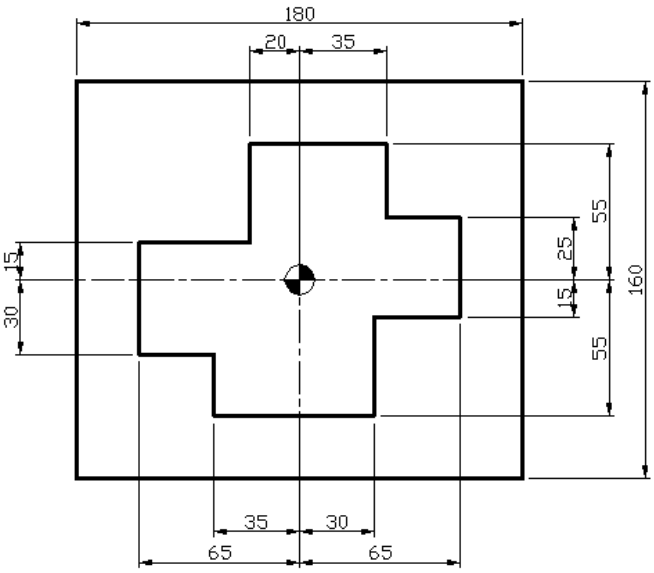
Uygulama: 4



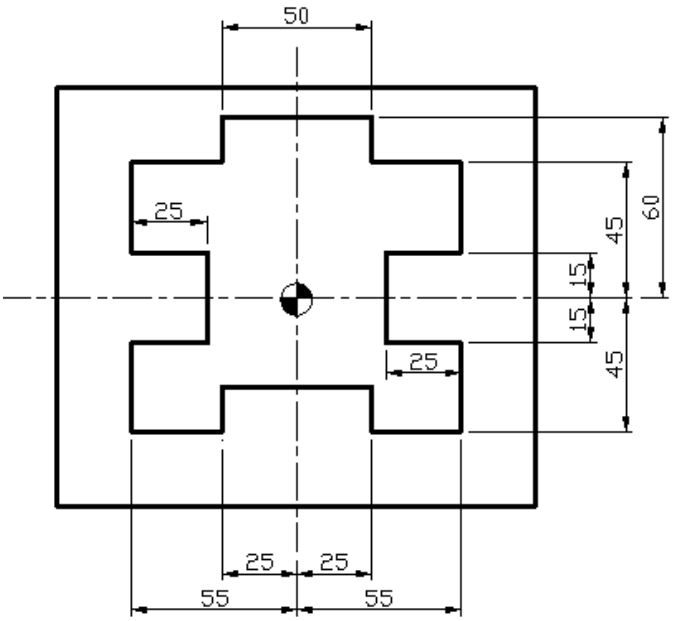
Uygulama: 5



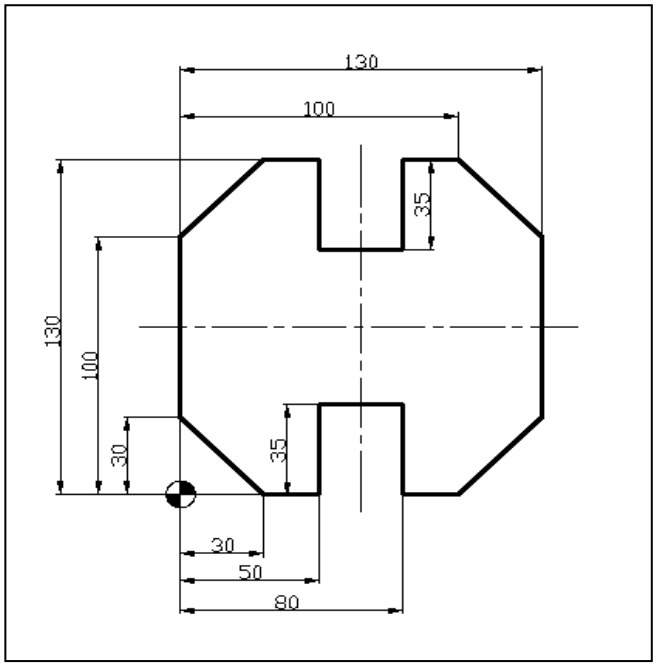
Uygulama: 6



Uygulama: 7



Uygulama: 8



9.7. CNC DİKİŞLEME MERKEZİ KULLANIMI

9.7.1. KLAVYE TUŞLARI

1. **Reset**: Bu tuşa basılınca
    a) Otomatik çalışma anında tezgah durur.
    b) Edit modunda iken programı başa alır.
    c) Mevcut alarmı siler.
2. **Help**
    a) Programlama bilgileri
    b) Alarm açıklamaları
    c) Parametre açıklamalarını ekrana getirir.
3. **Can**: Cancel tuşudur. Yazılan karakterleri silmek için kullanılır.
4. **Alter** : Değiştirme tuşu
5. **Insert** : Giriş
6. **Delete :** Seçili kelimeyi siler.
7. **EOB** : Program satırı sonuna " **;** " ekler.
8. **Pos** : Tezgahın pozisyon bilgilerini ekrana getirir.
9. **Prog :** Program ile ilgili menüyü ekrana getirir.
10. **Graph** : Programın simülasyonunu gerçekleştirir.

9.7.2. ANAHTAR MOD FONKSYONLARI

EDİT= Yeni program yazma, kayıtlı programı çağırma, program içinde değişiklik yapma, program silme için bu tuş kullanılır.

AUTO(MEM)= Otomatik çalıştırma modu yazmış olduğumuz programı çalıştırmak için kullanılır.

TAPE(RMTİDNC)=tezgâh hafızasının yeterli olmadığı durumlarda bir kablo bağlantısı veya hafıza kartı ile bağlantı yapılıp otomatik çalıştırma modudur.

MDI(MANUEL DATA İNPUT)= Bazı veri veya komutların manüel olarak girilebilmesi, kısa programlama. Bu konumda yazılan değerler hafızada kalmaz.

HANDLE=El çarkı ile eksenleri hareket ettirme komutu manüel konum.

JOG=Eksenleri X,Y,Z butonlarına basarak kesme hızında hareket ettirme konumu.

RAPİD=eksenleri X,Y,Z butonlarına basarak boştaki hızlı hareket ettirme konumu.

REF(ZERO RETURN HOME)=eksenleri referansa gönderme tezgah her açıldığında mutlaka referansa gönderilmelidir.

9.7.3. FONKSİYON TUŞLARI

SINGLE BLOCK=bu tuşa basıldığında program satır satır çalıştırılır. start tuşuna her basıldığında program bir satır okuyup durur.

OPTIONAL STOP=isteğe bağlı durdurma, bu tuşa basıldığı zaman program içinde M01'i gördüğü zaman tezgâh durur. start tuşuna basıldığında kaldığı yerden devam eder.

DRY RUN= Bütün ilerlemeleri FEED RATE hızına dönüştürür.

BLOK DELETE(**BLOK SKİP**)= Blok atlatma: herhangi bir satırın önüne(/) kesme işareti konulursa ve bu tuşa basılırsa tezgâh o satırı okumadan geçer. Kesme işaretini koyupda tuşa basılmazsa o satırıda okur.

MACHINE LOCK= Tezgâhın tüm eksenlerini kitler. bu tuş genellikle yazdığımız programın simülasyon aracılığı ile tezgah üzerinde kontrolü için kullanılır. Kullandıktan sonra mutlaka eksenleri referansa göndermek gereklidir.

9.7.4. DİĞER TUŞLAR

EMERGENCY STOP=acil durdurma butonu. Bu butona basıldığında tezgâhın bütün fonksiyonları durur.

POWER ON=kontrol ünitesini açar.

POWER OF=kontrol ünitesini kapatır.

CYCLE START=otomatik çalışmayı başlatır.

FEED HOLD= Otomatik çalışma esnasında eksenleri durdurur. Starta basıldığında kaldığı yerden devam eder.

COOLANT ON= Manuel olarak soğutma sıvısını açar.
COOLANT OF= Manuel olarak soğutma sıvısını kapatır.
COOLANT AUTO= Programda M08 komutunu görünce soğutma sıvısını açar.

SPINDLE CW= İş milini saat yönüne döndürür.
SPINDLE CCW= İş milini saat yönü tersine döndürür.
SPINDLE JOG= Salgı butonu: basılı tutulduğu sürece fener milini 50 devirde döndürür.
SPINDLE STOP= Fener milini durdurur.

JOG FEED= Eksenleri manuel hareket ettirme tuşları.

RAPID=0, 25, 50, 100 boşta hareketlerin hız anahtarı.

SPINDLE OVERREDE= Fener mili hızını %10 ar olarak düşürüp yükseltmeye yarar.

FEEDRATE OVEREDE= İlerlemeyi %10 ar olarak azaltıp çoğaltmaya yarar.

MAGAZIN=takım magazinin (tareti)döndürmeye yarar.

HANDLE MULTIPLY= El çarkını kullanırken el çarkının üzerindeki her çizgi arasındaki değeri ayarlamaya yarar.X1 her her çizgi arası 1 mikron X10(10 mikron) X100(100 mikron)

PROGRAM PROTECT= Program yazma kilidi on konumunda tezgaha bilgi girilmez off konumunda girilir değişiklik yapılabilir.

Takım Sıfırlama (Magazindeki Tüm Takımların Kalibrasyonu)

Tezgâh MDI konumuna alınır. Sıfırlanmak istenen takım çağrılır.

T01 M6 EOB → İnsert → Sycle Start

Tezgâha Manüel devir verilir. İlk devri MDI konumunda veriniz.

M3 S1000 → EOB → İnsert → Sycle Start

Daha sonra handle konumuna aldıktan sonra tezgâhı çalıştırabilirsiniz. El çarkı yardımı ile parçanın en üst noktasına değdirilir.

Ekranın altından REL e bas. Klavyeden Z ye bas.

Ekranın altından orjin e bas.

Z ölçüsü sıfırlandı.

Klavyeden Ofset tuşuna basılır. Ekranın altından ofset tuşuna basılır. Ekranın altından Geom (H) tuşuna basılır

Bu değeri (Z sıfırı) ofset sayfasındaki Geometri kısmına yaz. (0.00)

Yazacağın kısım 1. satır ve H kısmına

Sonra takım 2'yi çağır.

İş parçası yüzeyine değdir.

Pos da Z de gördüğün değer 1 ve 2. takım arasındaki mesafedir.

Bu değeri ofset sayfasındaki Geom ve oradaki 2. satırın H kısmına yazınız.

Magazindeki tüm takımları bu şekilde sıfırlayınız.

Dikkat edilirse birinci takımın boyu sıfırdır.

Diğer takımlardaki değerler ise bu takımla arasındaki boy farklarıdır.

Diğer takım 1. takımdan uzunsa + , 1.takımdan kısaysa - çıkar.

İş parçasını sıfırlarken (programında kullanmazsan bile) 1. takımla sıfırla.

Sistem diğer takımlar çağrıldığında 1. takımla aradaki farkı bildiğinden hiç bir problem olmaz.

İpucu:

Magazindeki en uzun takım 1. takım (master takım) olursa diğer takımları işe bindirme ihtimalin % 1 e düşer. (o da tahmin edilemeyen kullanıcı hatası, yoksa hata sıfırdır.)

İş Parçası Sıfırlama

Tezgâh MDI konumuna alınır. Sıfırlamak istediğimiz master takım çağrılır. (Genelde 1. takım)

T01 M6 EOB → İnsert → Sycle Start

Tezgâha Manüel devir verilir. İlk devri MDI konumunda veriniz.

M3 S1000 → İnsert → Sycle Start

Daha sonra handle moduna alınır. El ile Manüel devir veririz. Takımı el çarkı yardımı iş parçası üzerindeki referans noktasına değdirilir.

Klavyeden Ofset tuşuna basılır. Ekranın altından Work'e basılır. G54 değeri üzerine gelinir. Klavyeden X 0 . (X sıfır nokta) yazılır. Ekranın altındaki Measure basılır.

Bu işlem sırasıyla Y ve Z eksenleri içinde yapılır.

Bu nokta bu andan itibaren iş parçası sıfır noktasıdır. Taret el çarkı yardımı ile güvenli mesafeye çekilir.

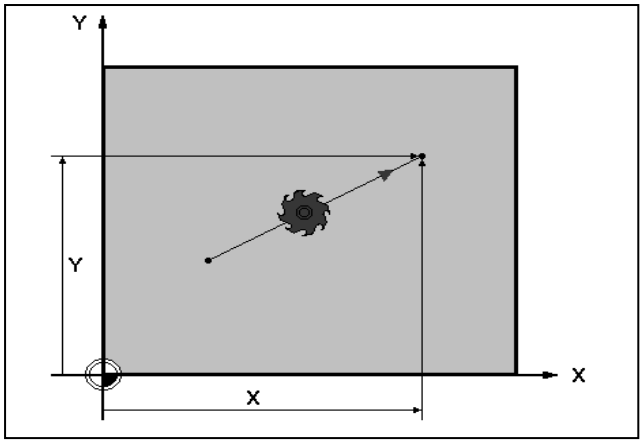
Tezgâh reset tuşuna basılarak durdurulur.

Taret üzerindeki diğer takımları iş parçası için sıfırlamaya gerek yoktur. Çünkü daha önce takımları sıfırladığımızdan sistem tüm takımların konumunu bilmektedir.

BÖLÜM X

10. CNC FREZE TEZGÂHLARININ PROGRAMLANMASI

10.1. G00 Boşta Hızlı Hareket



Şekil 10.1: G00 Boşta hızlı hareket

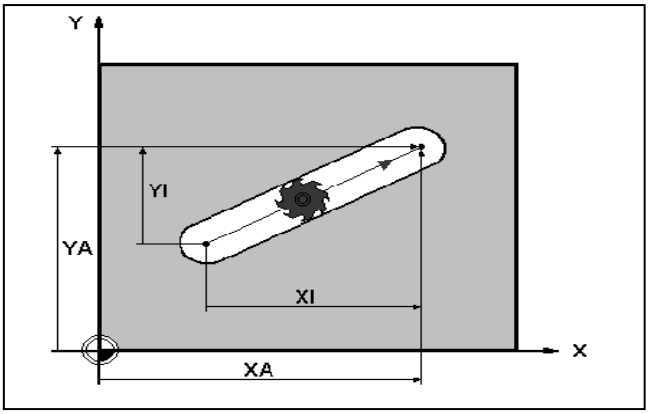
Takım mümkün olan en yüksek ilerleme ile programlanan hedef noktasına ilerler. G00 komut satırında F ilerleme değeri yazılmaz. Daha önceki satırlarda yazılan F değeri de sadece bu satırda geçersizdir.

Aşağıdaki satırlar G00 komutunun kullanımına örnek olarak verilmiştir.

N45 G43 G00 Z10. H1 M8; Bir nolu takım boyu telafisi ve hızlı hareketle 10 mm yüksekliğine git.
N50 G00 X–35 Y25; Hızlı hareketle iki eksende X–35, Y25 noktasına git.
N55 G00 Z2; Hızlı hareketle Z 2 mm noktasına git.

Yukarıdaki N45 nolu satırda kesicinin takım boyu telafisi ile iş parçasına hızla yanaşması programlanmıştır. N50 nolu satırda hızlı hareketle X ve Y eksenlerinde (iki eksende hareketle) konumlanması programlanmıştır. N55 nolu satıda ise kesicinin hızlı hareketle emniyetli mesafeye gönderilmesi programlanmıştır.

10.2. G01 Doğrusal Kesme



Şekil 10.2: G01 Doğrusal kesme

G01 Komutu, takımın F ile gösterilen belirli bir ilerleme hızı ile tanımlanmış pozisyona bir doğru boyunca hareket etmesini sağlar.

G01 komutu ile mutlak ve eklemeli komutlarla belirlenmiş noktaya belirli bir F ilerleme hızı ile talaş kaldırarak hareket etmesini sağlamak mümkündür.

G01 komutu, program satırlarında alt alta kullanıldığında, diğer satırlarda kullanılmasına gerek yoktur. Bu durum kullanılan G00, G02, G03 veya döngü komutlarına kadar devam eder. Aynı durum G00 komutu için de geçerlidir.

Fanuc torna programında mutlak ölçü girişinde X ve Z parametrelerini kullandık. Artımsal (eklemeli) veri girişinde ise X ekseni için U, Z ekseni için ise W parametresini kullanmıştık.

Fanuc işleme merkezleri programlarında ise mutlak ve eklemeli ölçü girişlerinde aynı eksen adları kullanılmaktadır. Bu eksenler **X, Y** ve **Z** eksenleridir.

Mutlak ve eklemeli ayrımı G kodları ile yapılmaktadır. Mutlak programlama yapılacak ise **G90**, artımsal programlama yapılacak ise **G91** kodu kullanılmalıdır.

Buradan da anlaşılacağı gibi torna ve işleme merkezlerinde G kodları değişmektedir. İşleme merkezlerine ait G ve M kodları yukarıda verilmiştir.

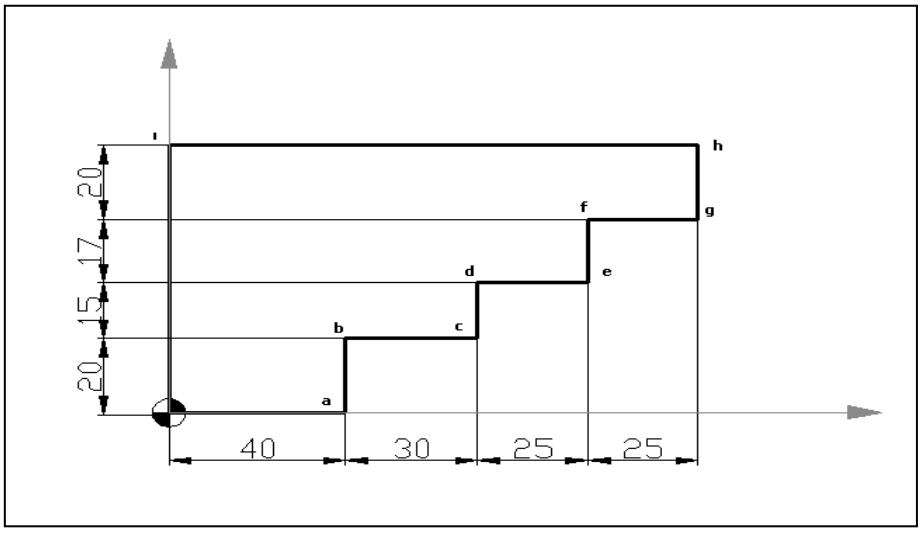
F: İlerleme hızı olup birimi mm/dak veya mm/devir olarak seçilir.

Eğer programda **G95** kullanılmış ise ilerleme birimi **mm/devir**, G94 seçilmiş ise **mm/dak.** olarak kullanılacağını gösterir.

Komutun kullanımı:

G01 X… Y… Z… F…

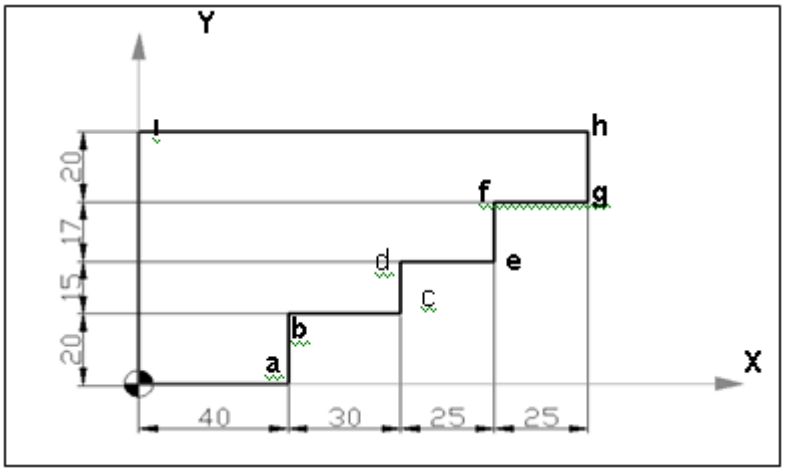
Örnek: Aşağıda verilen şeklin noktalarının **mutlak programlama** modunda koordinat-larının belirtilmesi;



Şekil 10.3: G01 komutu için örnek iş parçası

N50 G01 Z–1;
N55 G01 X40; **a** Noktasına doğrusal kesme
N60 G01 Y20; **b** Noktasına doğrusal kesme
N65 G01 X70; **c** Noktasına doğrusal kesme
N70 G01 Y35; **d** Noktasına doğrusal kesme
N75 G01 X95; **e** Noktasına doğrusal kesme
N80 G01 Y52; **f** Noktasına doğrusal kesme
N85 G01 X120; **g** Noktasına doğrusal kesme
N90 G01 Y72; **h** Noktasına doğrusal kesme
N95 G01 X0; **ı** Noktasına doğrusal kesme
N100 G01 Y0; Referans noktasına (X0, Y0) doğrusal kesme

Aşağıda verilen şeklin noktalarının **artımsal programlama** modunda koordinatlarının belirtilmesi

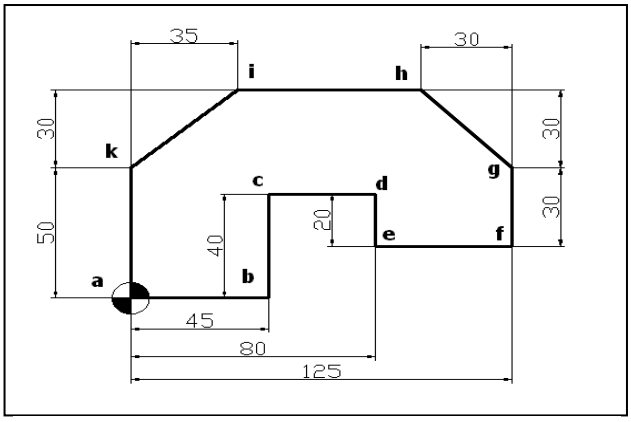


Şekil 10.4: G01 komutu için örnek iş parçası

N50 G01 Z–1;
N55 G01 X40; **a** Noktasına doğrusal kesme
N60 G01 Y20; **b** Noktasına doğrusal kesme
N65 G01 X30; **c** Noktasına doğrusal kesme
N70 G01 Y15; **d** Noktasına doğrusal kesme
N75 G01 X25; **e** Noktasına doğrusal kesme
N80 G01 Y17; **f** Noktasına doğrusal kesme
N85 G01 X25; **g** Noktasına doğrusal kesme
N90 G01 Y20; **h** Noktasına doğrusal kesme
N95 G01 X–120; **ı** Noktasına doğrusal kesme
N100 G01 Y–72; Referans noktasına (X0, Y0) doğrusal kesme

Örnek

Aşağıda verilen şeklin noktalarının **mutlak** ve **artımsal programlama** modunda koordinatlarının belirtilmesi



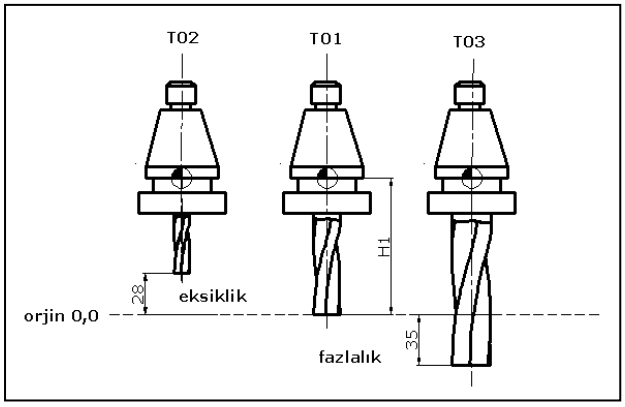
Şekil 10.5: G01 komutu için örnek iş parçası

N50 G90 G01 Z–1; mutlak programlama. Talaş alma 1mm. **a** noktasında
N55 G01 X45; **b** Noktasına doğrusal kesme
N60 G01 Y40; **c** Noktasına doğrusal kesme
N65 G01 X80; **d** Noktasına doğrusal kesme
N70 G01 Y20; **e** Noktasına doğrusal kesme
N75 G01 X125; **f** Noktasına doğrusal kesme
N80 G01 Y50; **g** Noktasına doğrusal kesme
N85 G91 G01 X–30 Y30; Eklemeli programlama **h** noktasına doğrusal kesme
N90 G90 G01 X35 i Noktasına doğrusal kesme
N95 G91 G01 X–35 Y–30; K Noktasına doğrusal kesme
N100 G01 Y–50; Referans noktasına (X0, Y0) doğrusal kesme

10.3. Kesici Takım Boyu Telafisi G43 – G44

İş parçaları, genellikle birden fazla takım ile işlenir. Bu takımların boyları da farklıdır. Bu nedenle kullanılan takımların tamamının ölçülerinin sisteme tanıtılması gereklidir.

Bu işlemler şu şekilde gerçekleştirilir. Kullanılan birinci takım boyu sisteme Z 0 (sıfır) olarak tanıtılır.



Şekil 10.6: Kesici takım boylarının ölçülmesi

Diğer takımlar bu referans takım ile arasındaki farklar ölçülür. Ölçülen bu farklar ofset sayfasına yazılır.

H1	0.000
H2	28
H3	+ 35
H4	

Bakınız!
Sayfa 175
Takım Sıfırlama

Bir nolu takım çağrıldığında H1 parametresi kullanılır.

N225 G43 G0 Z10 H1;

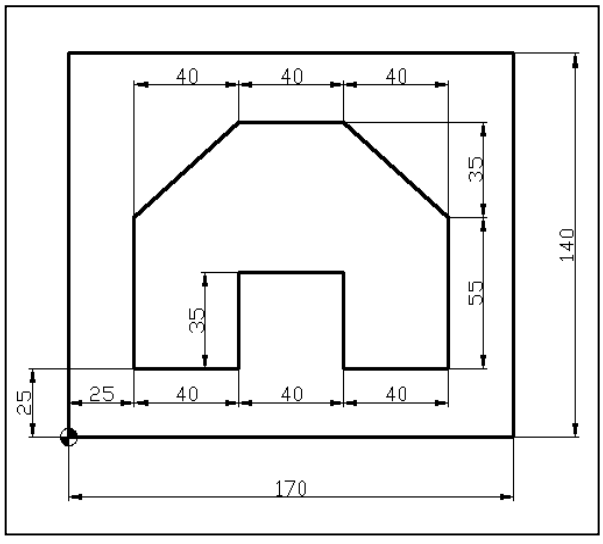
N275 G43 G0 Z10 H2;

N325 G43 G0 Z10 H3;

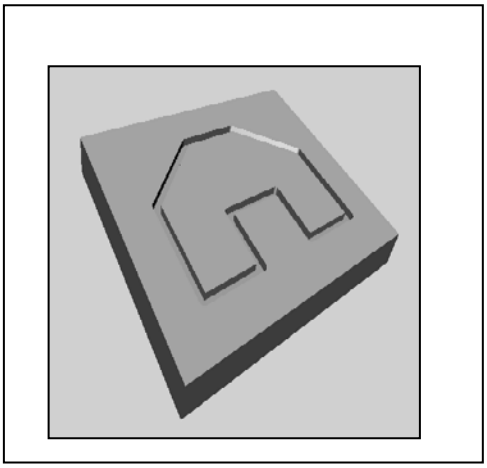
Sistemdeki takım boyunda ki değer ile ofset sayfasındaki H parametresine yazılan değer toplanır.

Örnek olarak verilen şekillerde 1 nolu takım boyu Z 0 (sıfır) olarak tanıtıldığı için H1 parametresine 0 yazıldı. İki nolu takım boyu telafi komutunu veren N275 nolu satır program tarafından okunduğu zaman H2 deki değere bakar. Burada yazılan -28 değeri takımın 28 mm daha kısa olduğunu anlar. Takım boyunu bu değere göre ayarlar.

ÖRNEK 1: Aşağıda verilen şekildeki iş parçası, 60 mm. alın freze çakısı ile 1 mm talaş derinliği verilerek yüzeyi temizlenecektir. İş parçası üzerindeki şekil ise 5mm. lik parmak freze ile işlenecektir. Takım telafisi komutu kullanılmayacak ve derinliği 5mm olacaktır.



Şekil 10.7: G01 komutu için örnek iş parçası



Şekil 10.8: Bitmiş parça

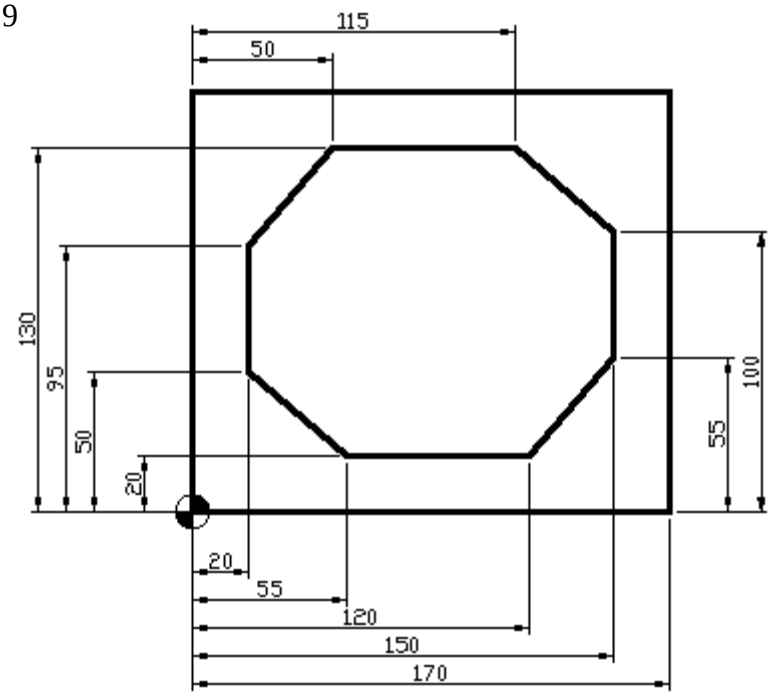
İşleme yönü

Ham malzeme ölçüleri 170x140x20 mm

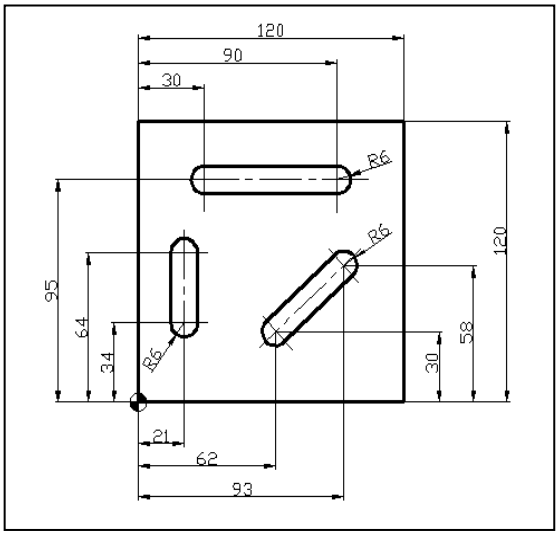
TAKIMLAR: 1) ø5 parmak freze

O0001;	Program numarası
N10 G54;	İş parçası referans noktaları aktif
N30 T01 M6;	Otomatik olarak bir nolu takım değişim
N15 G94 F500;	İlerleme hızı 500 mm/dak.
N35 S1500 M03;	Saat yönünde dönüş. Devir sayısı 1500 dev/dak.
N40 G90 M08;	Mutlak ölçü sistemi, soğutma suyunu aç
N45 G43 G0 Z100. H1 M8;	Bir nolu takım boyu telafisi ve hızlı hareketle 100 mm yüksekliğine git.
N110 G00 X25 Y25;	Hızlı hareket ile X25, Y 25 noktasına git.
N115 G00 Z5;	Hızlı hareket ile Z 5 mm noktasına in.
N120 G01 Z–5;	Talaş alma ilerlemesi ile 5 mm talaş derinliğine in.
N125 G91;	Artımsal programlama sistemine geçiş.
N130 G01 X40;	Talaş alma ilerlemesi ile X+ yönünde 40 mm ilerleme
N135 Y35;	Y+ yönünde 35 mm ilerleme
N140 X40;	X+ yönünde 40 mm ilerleme
N145 Y–35;	Y– yönünde 35 mm ilerleme
N150 X40;	X+ yönünde 40 mm ilerleme
N155 Y55;	Y+ yönünde 55 mm ilerleme
N160 X–40 Y35;	İki eksende X– yönünde 40, Y+ yönünde 35 mm noktalarına ilerleme
N165 X–40;	X– yönünde 40 mm ilerleme
N170 X–40 Y–35;	İki eksende X– yönünde 40, Y– yönünde 35 mm noktalarına ilerleme
N175 Y–55;	Y– yönünde 55 mm ilerleme
N195 G00 Z200;	Hızlı hareket ile Z200 mm noktasına çık.
N200 M05 M09;	Tezgâhı durdur, soğutma suyunu kapat.
N205 M30;	Program sonu ve başa dön

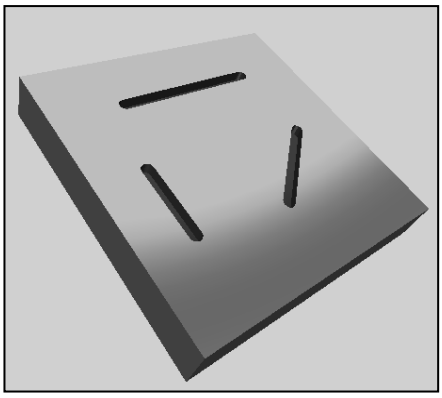
Uygulama: 9



ÖRNEK 2: Aşağıda verilen şekil 5 mm. lik parmak freze ile işlenecektir. Takım telafisi komutu kullanılmayacak ve derinlik 5 mm olacaktır.



Şekil 10.9: G01 komutu için örnek iş parçası



Şekil 10.10: Bitmiş parça

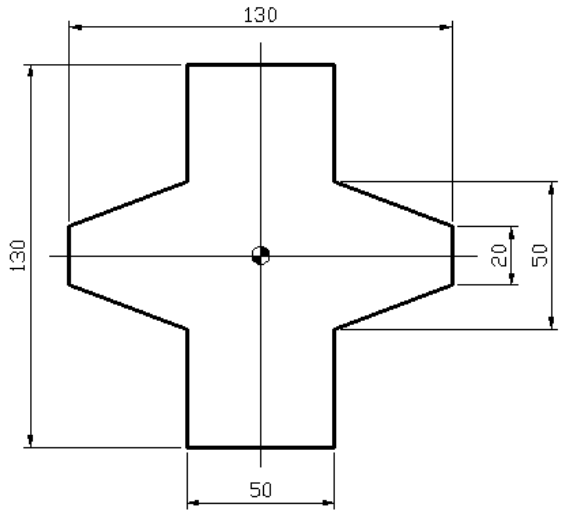
İşleme yönü →

Ham malzeme ölçüleri 120x120x20 mm

TAKIMLAR:1) ø5 parmak freze

```
O0001;
N15 G54 ;
N20 G90;
N90 T02 M6;
N92 G94 F500;
N95 S2000 ;
N100 M03;
N105 G43 G0 Z100 H2;
N110 G00 X21 Y64;
N115 G00 Z5;
N120 G01 Z–5;
N130 G01 Y34;
N135 G00 Z5;
N140 G00 X62 Y30;
N145 G01 Z–5;
N150 X93 Y58;
N155 G00 Z5;
N160 X90 Y95;
N165 G01 Z–5;
N170 X30;
N175 G00 Z200;
N195 M05 M09;
N205 M30;
```

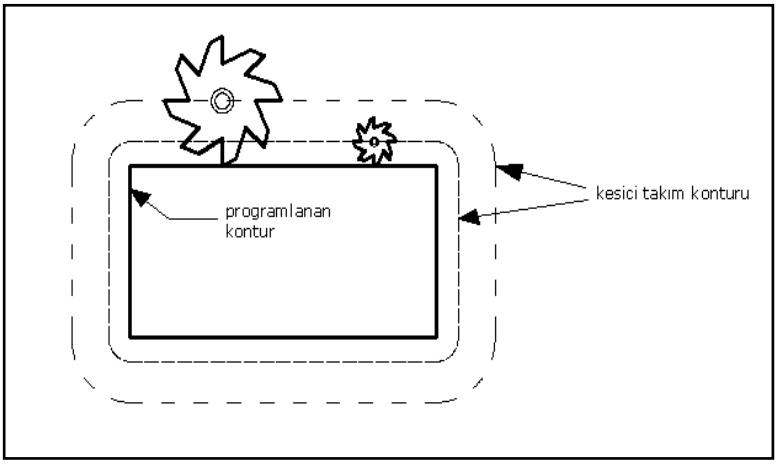
Uygulama: 10



10.4. Kesici Takım Yarıçap Telafisi: G41 – G42

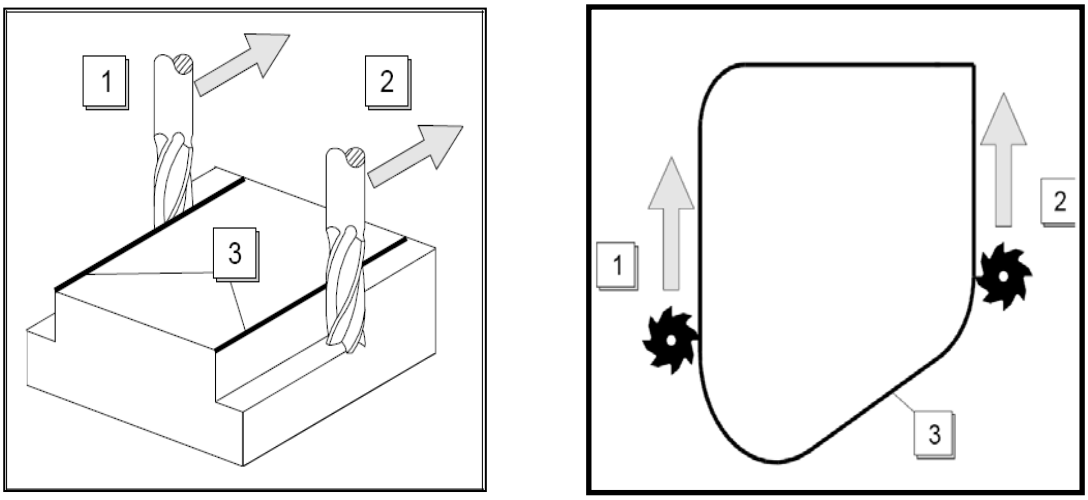
İşleme merkezlerinde, iş parçasının programını yazmak için parça konturunun ölçülerini kullanmak en pratik olan yoldur. Fakat iş parçası işlenirken, program kesici takım merkezini temel alarak işlem gerçekleştirir. Örneğin 60x60 kare malzemenin çevresini 20 mm. lik parmak freze ile işlediğimizi düşünelim. Programı yazarken iş parçası konturunu gireceğimiz için, iş parçası her kenardan yarıçap kadar içerden işlenmiş olacaktır. 60x60 ölçülerinde olması gereken iş parçası 40x40 ölçülerinde işlenmiş olacaktır.

Ayrıca imalat esnasında kesicinin değiştirilmesi gerekebilir. Programda kesici yarıçap telafi komutu kullanılmamışsa, programın tekrar yazılması gerekecektir. Fakat programda kesici yarıçap telafi komutu kullanılmış ise, tezgâh ofset sayfasına yeni kesici bilgilerinin girilmesi yeterli olacaktır. Programın tekrar yazılmasına gerek kalmayacaktır.



Şekil 10.11: Programlanan kontur ile kesici takım konturları

Takım telafisinde kullanılan komutlar G41 ve G42 komutlarıdır. G41 kesici yarıçap kaydırma telafi komutu, işlemeye iş parçasının solundan başlanacağı zaman kullanılır. G42 kesici yarıçap kaydırma telafi komutu ise, iş parçasının sağından başlanacağı zaman kullanılır.



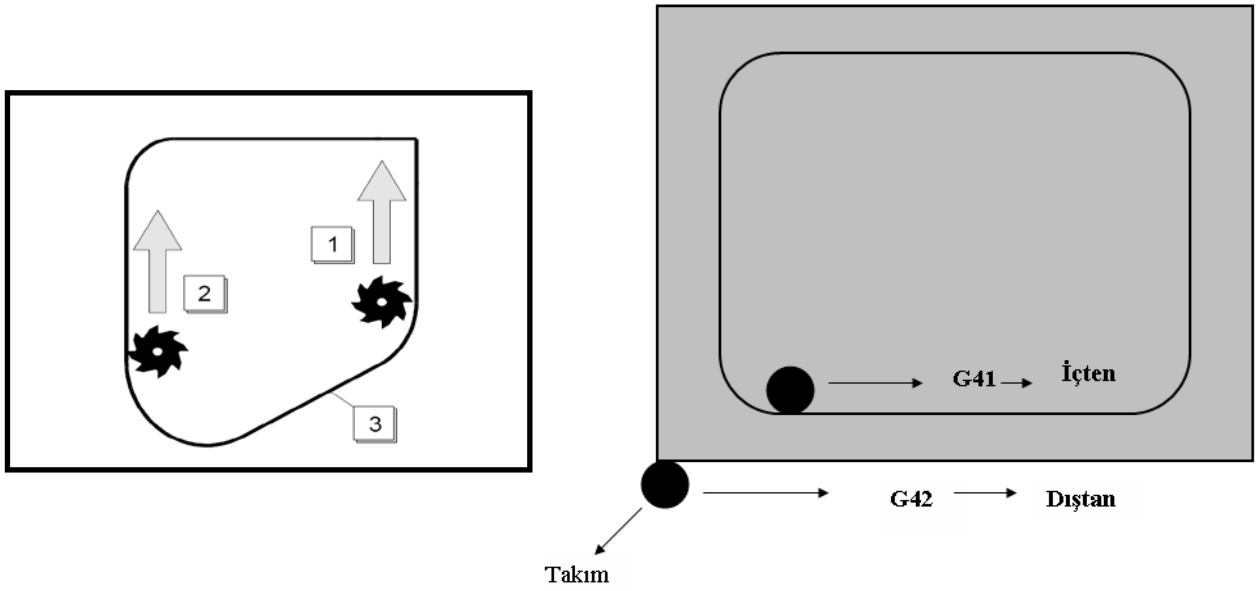
a **b**

Şekil 10.12: Çevresel frezelemede programlanan kontur ve kesici yarıçap telafileri

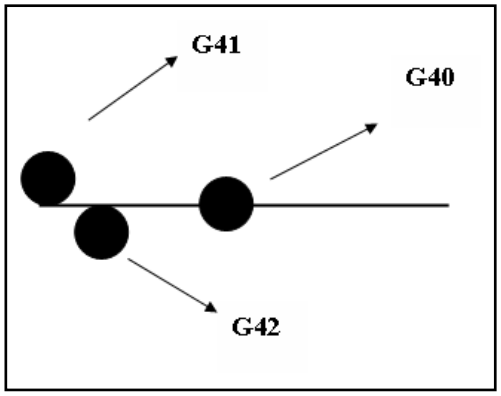
Şekil 10.12 de

1. Soldan takım telafisi G41
2. Sağdan yarıçap telafisi G42
3. Programlanan kontur'u ifade eder.

Cep frezeleme işleminde ise, çevresel frezeleme işlemine göre ters telafiler kullanılır. Hareketin yönü sağ tarafa olmasına rağmen, kesici programlanan konturun sol tarafına kaydırılacağı için "G41 soldan kesici takım yarıçap telafi komutu" kullanılır. Hareketin yönü sola doğru olan cep frezeleme işleminde de kesici programlanan konturun sağına kaydırılacağı için "G42 sağdan kesici takım yarıçap telafi komutu" kullanılır.



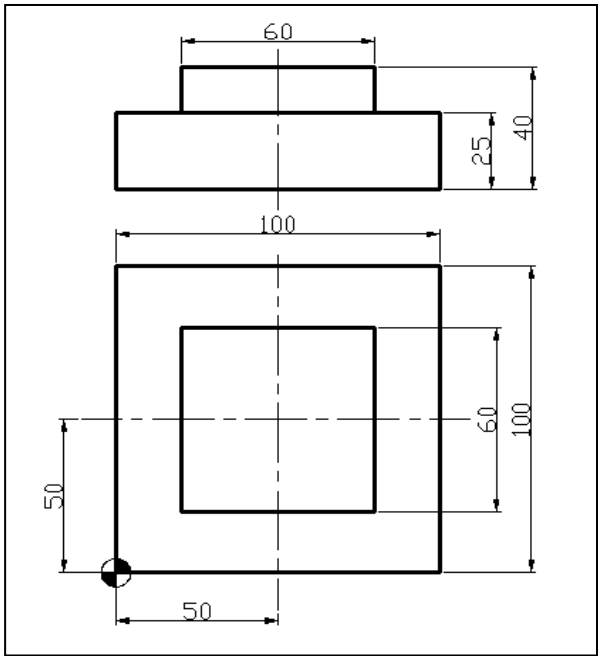
a b



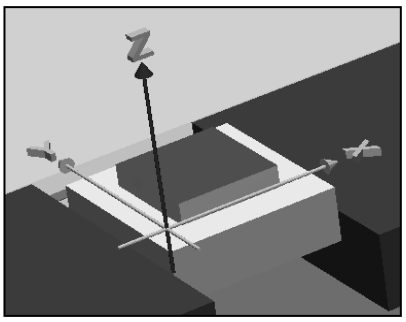
c

Şekil 10.13: Cep frezelemede programlanan kontur ve kesici yarıçap telafileri

ÖRNEK 3:



Şekil 10.14: G01 komutu için örnek iş parçası



Şekil 10.15: Bitmiş parça

İşleme yönü

Ham malzeme ölçüleri 100x100x41 mm

TAKIMLAR:1) ø63 alın freze çakısı
2) ø32 parmak freze

O0001;	Program numarası
N20 G54;	İş parçası referans noktaları aktif
N25 G90;	Mutlak programlama
N30 T01 M6;	Bir nolu takım
N35 G94 F800;	İlerleme birimi mm/dak. İlerleme değeri 800 mm/dak.
N40 S1500 M03;	Devir sayısı 1500 dev/dak. Kesici dönüş yönü CW
N45 G43 G0 Z100. H1 M8;	Takım boyu telafisi aktif. Hızla Z100 mm.ye git. Soğutma suyunu aç.
N50 G00 X–35 Y25;	Hızla X–35 Y25 mm ölçülerine git.(İki eksende hareket)
N55 G00 Z5;	Hızla Z 5 mm.ye in.
N60 G01 Z–1;	Z–1 mm.ye in.
N65 G01 X105;	X105 mm.ye doğrusal talaş almayla git.
N70 G01 Y75;	Y75 mm.ye doğrusal talaş almayla git.
N75 X–40;	X–40 mm.ye doğrusal talaş almayla git.
N80 G00 Z200;	Hızla 200 mm.ye çık.
N85 M05;	Tezgâh milini durdur.
N90 T02 M6;	2 numaralı kesiciyi tak
N95 M03S2000 F800;	Devir sayısı 2000 dev/dak. İlerleme 800 mm/dak.
N105 G43 G0 Z100 H2;	Takım boyu telafisi aktif. Hızla z100 mm.ye git.
N110 G00 X–20 Y0;	Hızla X–20 Y0 mm ölçülerine git. (İki eksende hareket)
N115 G00 Z5;	Hızla 5 mm.ye in
N120 G01 Z–7.5;	Z–7.5 mm.ye in.

N125 G42 G1 G90 X20. Y20. D1;	Takım çap telafisi sağda, mutlak olarak X20, Y20 mm ölçülerine git. 1 nolu takım çapı
N130 G01 X20 Y20 F800;	Doğrusal talaş almayla X20,Y20 ölçülerine git.
N135 G01 X80;	Doğrusal talaş almayla X80 mm.ye git.
N140 Y80;	Doğrusal talaş almayla Y80 mm.ye git.
N145 X20;	Doğrusal talaş almayla X20 mm.ye git.
N150 Y0;	Doğrusal talaş almayla Y0 mm.ye git.
N155 G00 X–20 Y0;	Doğrusal talaş almayla X–20,Y20 ölçülerine git.
N160 G01 Z–15;	Doğrusal talaş almayla Z–15 mm.ye git. (Z ekseninde ikinci paso verildi)
N165 G01 X0 Y20 F800;	Doğrusal talaş almayla X0,Y20 ölçülerine git.
N170 X20 Y20;	Doğrusal talaş almayla X20,Y20 ölçülerine git.
N170 G01 X80;	Doğrusal talaş almayla X80 mm.ye git.
N175 Y80;	Doğrusal talaş almayla Y20 mm.ye git.
N180 X20;	Doğrusal talaş almayla X20 mm.ye git.
N185 Y0;	Doğrusal talaş almayla Y0 mm.ye git.
N190 G40 G00 X–20 Y0;	Takım telafisi iptali, hızla parça dışına çık (X–20mm)
N195 G00 Z200;	Hızla takım park noktasına çık.
N200 M05 M09;	Tezgâh milini durdur. Soğutma suyu motorunu kapat.
N205 M30;	Program sonu ve başa dön.

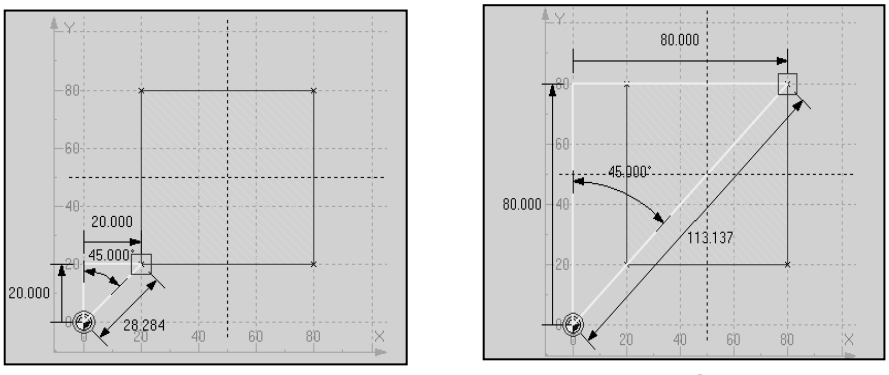
Programımızda **125** nolu satırda G42 takım telafi komutu ile iş parçamızın X20 Y20 mm koordinatlarına kesicimizi gönderdik.

N125 G42 G1 G90 X20. Y20. D1;

Kesicimi telafi komutunu kullanmadan bu koordinata gönderseydik iş parçamız ölçüsünden düşük olarak işlenecekti. Program satırında girilen değerlere, kesici takım ekseni hareket edeceğinden telafi komutu kullanılmalıdır. Bu programda takım telafisi kullanılmasaydı, iş parçasının her bir kenarı yarıçap kadar fazla işlenecekti. Kesici çapımız 32 mm olduğuna göre, çevresel frezeleme işleminden sonra üst köşenin koordinatı X36 Y36 olacaktı. Bu nedenle G42 sağdan takım yarıçapı telafi komutu kullanılarak takımın program tarafından yarıçap kadar geri çekilmesi sağlanmıştır.

Bu programda çevresel frezelemeyi sağa doğru gerçekleştirdiğimizden G42 komutunu kullandık. Eğer çevresel frezelemeyi sola doğru (Y ekseninde + yönde) gerçekleştirseydik G41 komutunu kullanacaktık.

Aşağıdaki resimlerde, iş parçasının işlendikten sonra simülasyon programında ölçülerinin kontrol edilmesi görülmektedir.



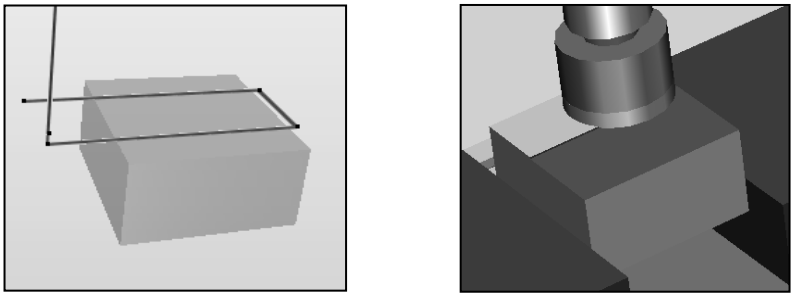
a **b**

Şekil 10.16: İş parçasının ölçülerinin kontrol edilmesi

İşlem sırası:

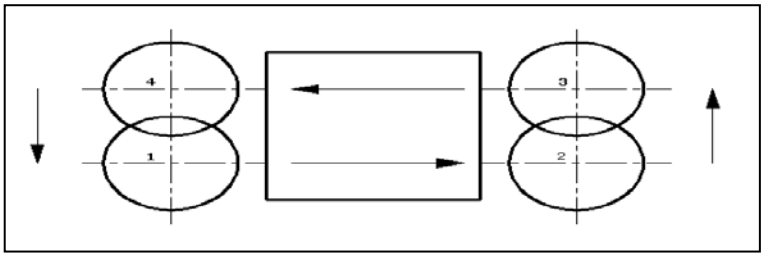
Çapı 63 mm olan yüzey temizleme frezesiyle iş parçasının yüzeyinden 1mm talaş alındı.

N60 G01 Z–1;
N65 G01 X105;
N70 G01 Y75;
N75 X–40;
N80 G00 Z200;



a **b**

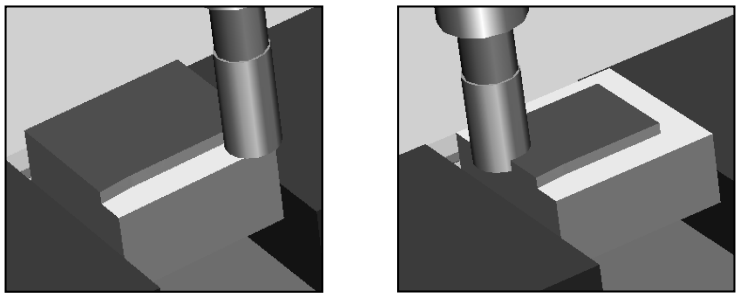
Şekil 10.17: İş parçasının yüzeyinin temizlenmesi



Şekil 10.18: İş parçasının yüzeyinin temizlenmesinde kesici hareketi

Çapı 32 mm olan parmak freze çakısıyla 15 mm derinliğinde olan üst kademenin işlenmesine başlandı. Birinci paso olarak 7,5 mm verildi.

N120 G01 Z–7.5;
N125 G42 G1 G90 X20. Y20. D1;
N130 G01 X20 Y20 F800;
N135 G01 X80;
N140 Y80;
N145 X20;
N150 Y0;



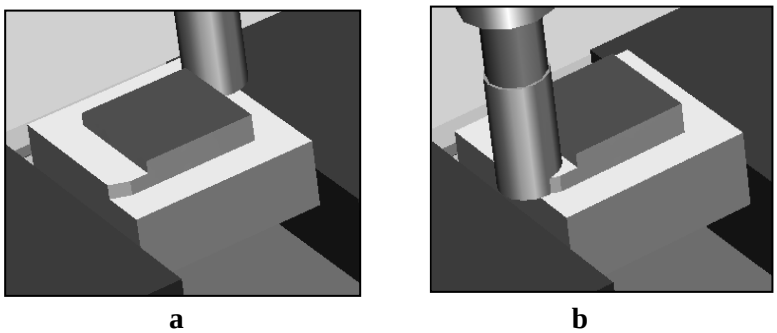
a **b**

Şekil 10.19: İş parçasının yüzeyinin temizlenmesi

İkinci pasoda 7.5 mm daha derinlik verilerek çevresel frezeleme işlemi bitirildi.

N160 G01 Z–15;

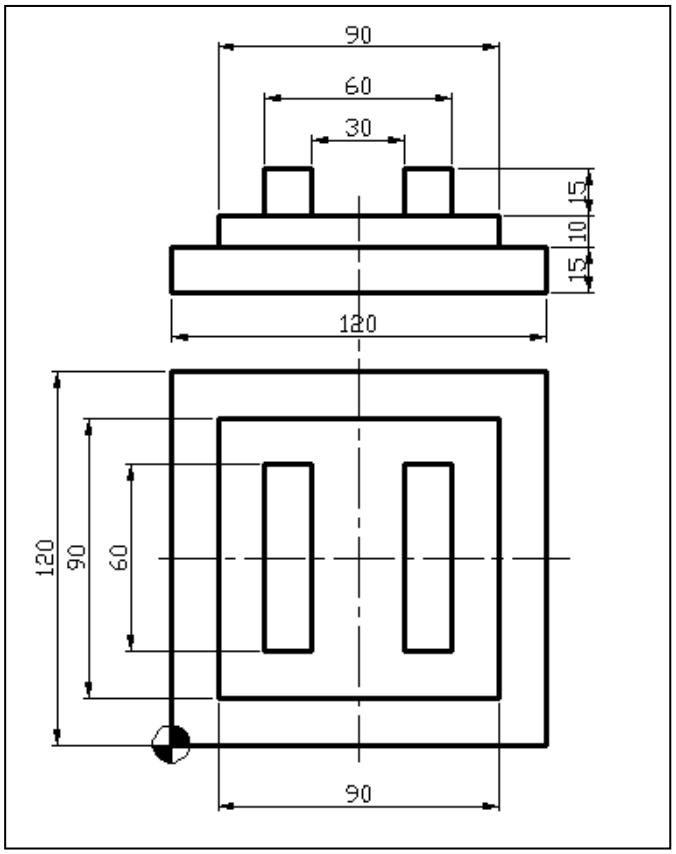
N165 G01 X0 Y20 F800;
N170 X20 Y20;
N170 G01 X80;
N175 Y80;
N180 X20;
N185 Y0;



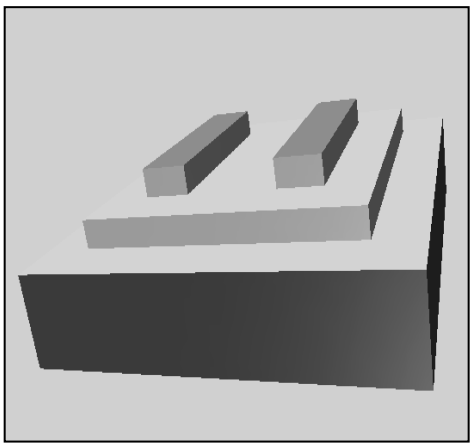
a **b**

Şekil 10.20: İş parçasının yüzeyinin temizlenmesi

ÖRNEK 4:



Şekil 10.21: G01 komutu örnek iş parçası



Şekil 10.22: Bitmiş parça

Ham malzeme ölçüleri 120x120x41 mm çakısı

TAKIMLAR: 1) ø63 alın freze

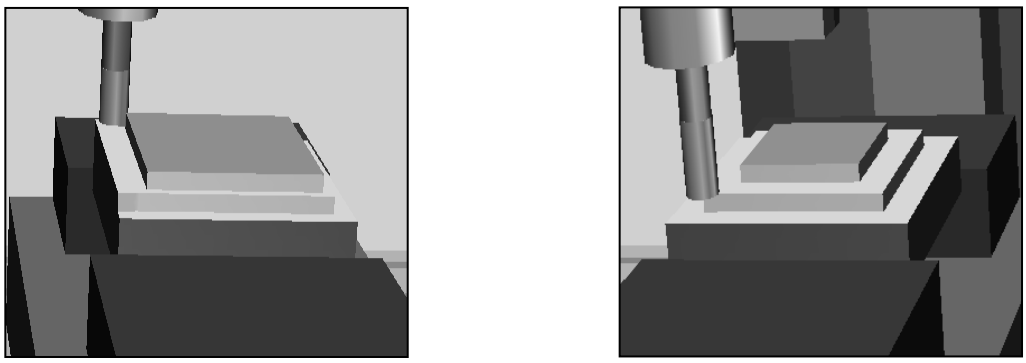
2) ø16 parmak freze

çakısı

```
N10 O0002;
N15 G40 G49 G80 G90 G98;
N20 G54;
N25 T01 M6;
N30 G94 F600;
N35 S2000 M3;
N40 G43 G0 Z30. H1 M8;
N45 G00 X–35 Y30;
N50 G00 Z3;
N55 G01 Z0;
N60 G01 X120;
N65 G01 Y90;
N70 X–35;
N75 G00 Z250;
N80 T02 M6;
N85 G94 F800;
N90 S2500 M03;
N95 G43 G0 Z10. H2;
N100 G00 X–10 Y0;
N105 G00 Z–7.5;
N110 G42 G1 G90 X10.Y10. D2;
N115 G01 X110;
N120 Y110;
N125 X10;
N130 Y15;
N135 X105;
N140 Y105;
N145 X15;
N150 Y15;
N155 G40;
N160 G01 X–10 Y0;
N165 G00 Z–15;
N170 G42 G1 G90 X10.Y10. D2;
N175 G01 X110;
N180 Y110;
N185 X10;
N190 Y15;
N195 X105;
N200 Y105;
N205 X15;
```

```
N210 Y15;
N215 G40;
N220 G00 X–10 Y0;
N225 G00 Z–7.5;
N230 G42 G1 G90 X25.Y25. D2;
N235 G01 X95;
N240 Y95;
N245 X25;
N250 Y30;
N255 X90;
N260 Y90;
N265 X30;
N270 Y30;
N275 G40;
N280 G00 X15 Y15;
N285 G01 X60;
N290 G41 G1 G90 X75. Y30. D2;
N295 G01 Y100;
N300 X45;
N305 Y10;
N310 G40;
N315 G28;
N320 M05 M09;
N325 M30;
```

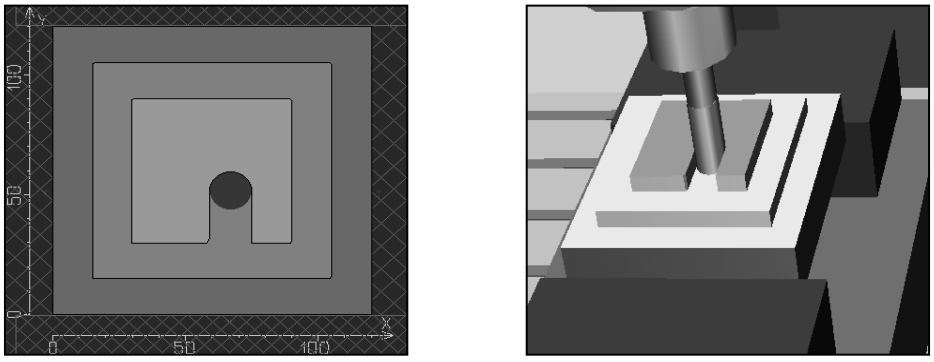
İş parçasının işlenmesinde, kesicimiz sağ taraftan işleme başladığı için takım telafisi komutu olarak G42 komutu kullanıldı. Bu şekilde üst taraftaki kademeler işlendi.



a **b**

Şekil 10.23: Kademelerin işlenmesi

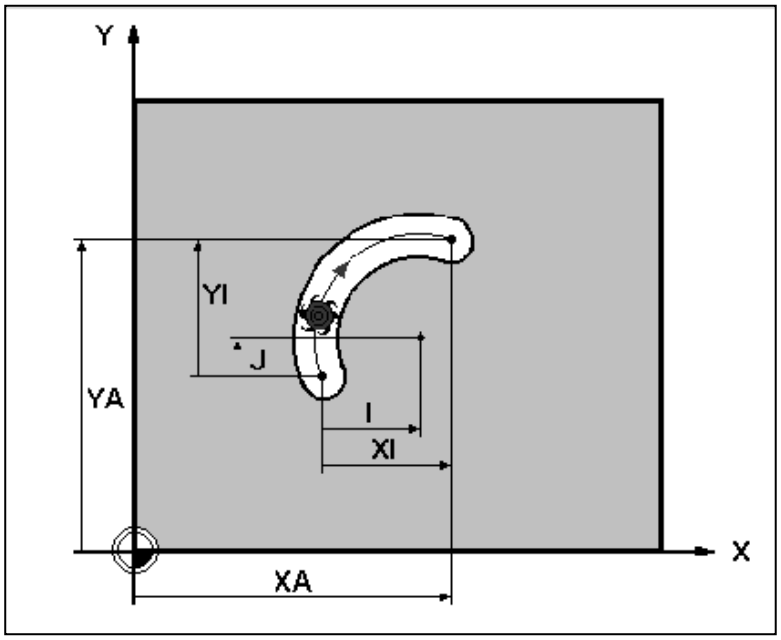
Üst taraftaki kanalın işlenmesinde ise iş parçasının solundan hareket ettiği için G41 takım telafisi komutu kullanılmıştır (şekil 10.23).



a **b**

Şekil 10.24: Kanalın işlenmesi

10.5. G02 Saat İbresi Yönünde Eğrisel Kesme



Şekil 10.25: G02 CW yönde eğrisel hareket

Cnc torna tezgâhlarında iki ana eksen bulunmasına rağmen cnc işleme merkezlerinde üç adet ana eksen bulunmaktadır. Dairesel interpolasyonlarda X ve Z ekseninin yardımcı parametreleri I ve K adını almaktaydı. İşleme merkezlerinde üçüncü eksen olan Y eksenin yardımcı parametresi ise J adını almaktadır.

X → I , Y → J , Z → K

Komutun formatında I – J, I – K ve J – K parametreleri yerine R parametre değeri de yazılabilmektedir.

Komutun formatı

G02 X… Y… I... J... F…	veya	**G02 X… Y… R… F…**
G02 X… Z… I… K… F…	veya	**G02 X… Z… R… F…**
G02 Y… Z… J… K… F…	veya	**G02 Y… Z… R… F...**

X **:** Eğrisel hareketin X eksenindeki bitiş noktası koordinatı

Y **:** Eğrisel hareketin Y eksenindeki bitiş noktası koordinatı

Z : Eğrisel hareketin Z eksenindeki bitiş noktası koordinatı

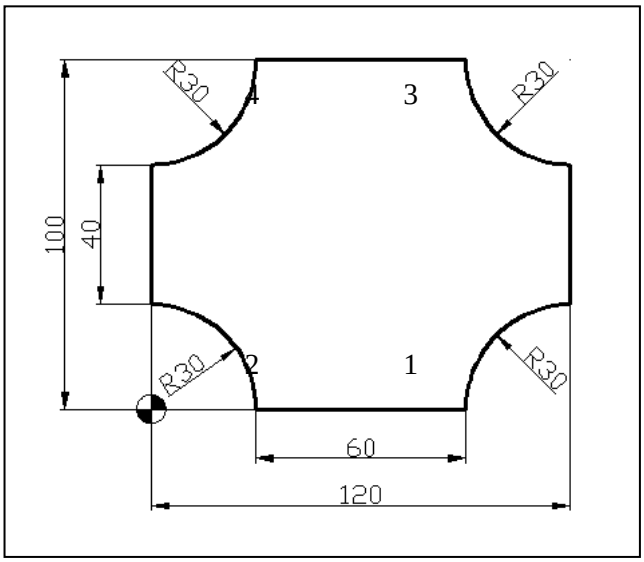
I : Kalemin daireye başlamadan önceki konumunun X ekseninde yay merkezine olan uzaklığı.

J : Kalemin daireye başlamadan önceki konumunun Y ekseninde yay merkezine olan uzaklığı.

K :Kalemin daireye başlamadan önceki konumunun Z ekseninde yay merkezine olan uzaklığı.

R :Eğrisel hareketin (yayın) yarıçapıdır.

Örnek:



Şekil 10.26: G02 komutu için örnek parça

O0003; Program numarası

N20 G54 G90; İş parçası referans noktası aktif Mutlak programlama
N25 T01 M6; Bir nolu takım. Otomatik değişim
N30 S1500 M03; Devir sayısı 1500 dev/dak. Tezgâh milini CW yönde döndür.
N35 G94 F800; İlerleme 800 mm/dak.
N45 G00 X30 Y0 Z10; Hızlı hareketle X30 Y0 Z10 ölçülerine git.
N50 G43 G00 Z–5 H1; 5 mm talaş derinliğine in.
N55 G01 X90; Talaş alma ilerlemesi ile X90 mm.ye git.
N60 G02 X120 Y30 I30 J0; Saat dönüş yönü tersi yönde eğrisel hareket
N65 G01 Y70; Talaş alma ilerlemesi ile Y70 mm.ye git.
N70 G02 X90 Y100 I0 J30; Saat dönüş yönü tersi yönde eğrisel hareket
N75 G01 X30; Talaş alma ilerlemesi ile X30 mm.ye git.
N80 G02 X0 70 R30; Saat dönüş yönü tersi yönde eğrisel hareket
N85 G01 Y30; Talaş alma ilerlemesi ile Y90 mm.ye git.
N90 G02 X30 Y0 R30; Saat dönüş yönü tersi yönde eğrisel hareket
N95 G00 Z200; Hızlı hareketle Z200 mm mesafeye çık
N100 M05 M09; Tezgâh milini durdur, soğutma suyunu kapat
N105 M30; Program sonu ve başına dön.

Bu uygulamadaki eğrisel hareketlerin tamamı saat dönüş yönündedir. Örnek olarak işlenen ilk eğrisel hareketimiz olan N60 satırını inceleyelim. Kesicimiz 5 mm derinlikte eğrisel hareketin başlama noktası olan X90, Y0 noktasına geldi. Eğrisel hareket saat dönüş yönünde olduğu için G02 komutu ile işlemeye devam edildi. Bu komuttaki X ve Y koordinat noktaları eğrisel hareketin bitiş noktasıdır. Örneğimizde bu nokta X120 ve Y30 mm noktalarıdır. Daha sonra eğrisel hareketin merkezinin kesiciye olan uzaklıkları artımsal (eklemeli) ölçü modunda I ve J parametrelerine yazıldı. Kesicimiz X90, Y0 noktasında idi. Yayın yarıçapının 30 mm olduğunu görüyoruz. Bu aranın X ekseninde olduğunu görüyoruz. Dolayısı ile X ekseninin yardımcı parametresi olan I değerine 30 yazıyoruz (I30). Yay merkezinin kesiciye göre Y ekseninde ölçü

farkı bulunmamaktadır. Dolayısı ile Y ekseninin yardımcı parametresi olan J değerine 0 (sıfır) yazıyoruz.

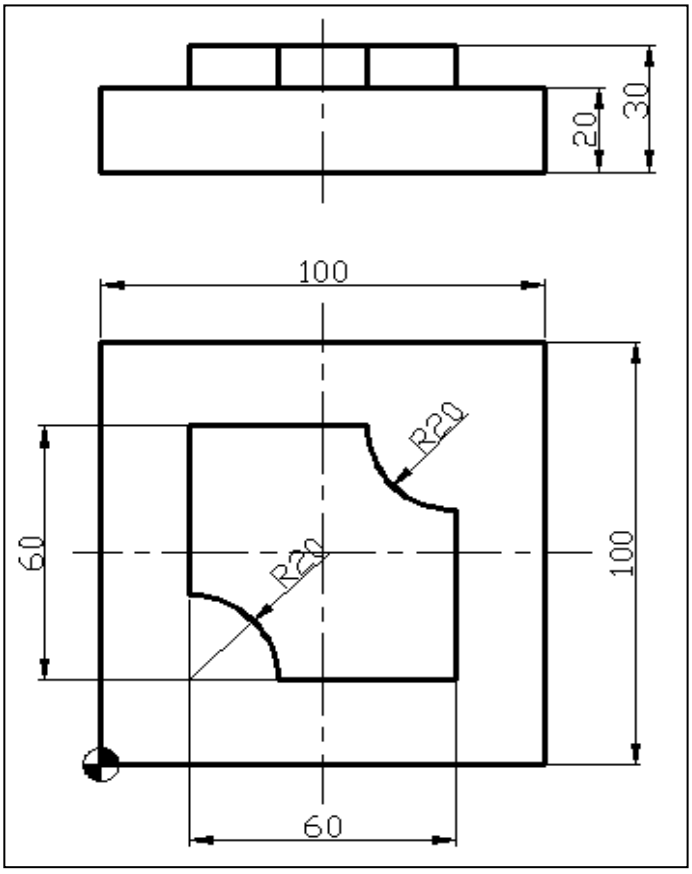
N60 G02 X120 Y30 I30 J0;

Yukarıdaki komut satırında I ve J parametreleri yerine R parametresi de kullanılabilirdi. Bu takdirde program satırı aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

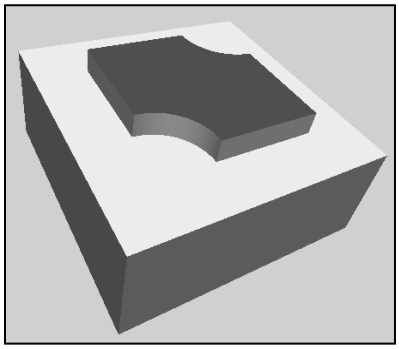
N60 G02 X120 Y30 R30;

Görüldüğü gibi R parametresi kullanmak (eğrisel hareketin yarıçapını kullanmak) I ve J parametrelerini kullanmaktan daha kolaydır. I ve J parametre değerlerini hesaplamak, bulunan değerlerin pozitif mi negatif mi olduğunu belirlemek biraz karmaşık gelebilir. R parametresinde ise yarıçap doğrudan yazılır. Bu değerde pozitif olarak yazılır.

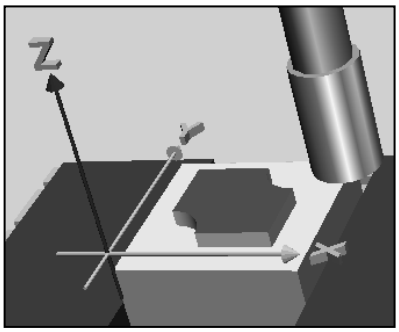
ÖRNEK 5:



Şekil 10.27: G02 için örnek parça



a



b

Şekil 10.28: Bitmiş parça

İşleme yönü

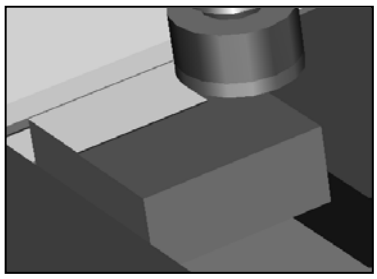
Ham malzeme ölçüleri 100x100x31 mm

TAKIMLAR: 1) ø63 alın freze çakısı
2) ø38 parmak freze çakısı

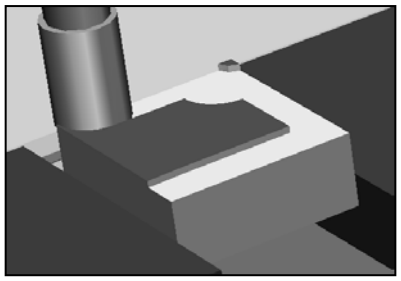
O0001;	Program numarası
N20 G54 G90;	İş parçası referans noktaları aktif
N25 T01 M6;	Bir nolu takım
N35 S1500 M03;	Devir sayısı 1500 dev/dak. Kesici dönüş yönü CW
N40 G94 F800;	İlerleme birimi mm/dak. İlerleme değeri 800 mm/dak.

N45 G43 G0 Z100. H1 M8; Takım boyu telafisi aktif. Hızla Z100 mm.ye git. Soğutma suyunu aç.

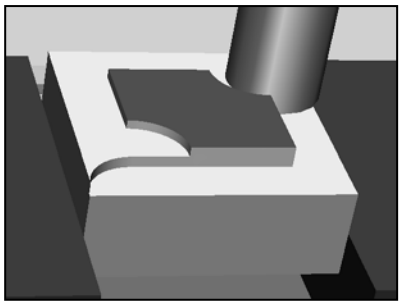
N50 G00 X–35 Y25;
N55 G00 Z5;
N60 G01 Z–1;
N65 G01 X105;
N70 G01 Y75;
N75 X–40;
N80 G00 Z200;
N85 M05;
N90 T2 M6;
N95 S2000 F800;
N100 M03;
N105 G43 G0 Z100 H1;
N110 G00 X–20 Y0;
N115 G00 Z5;
N120 G01 Z–5;
N125 G42 G1 G90 X20. Y20. D2;
N130 G01 X20 Y20 F800;
N135 G01 X80;
N140 G01 Y60;
N145 G02 X60 Y80 I0 J20;
N150 G01 X20;
N155 Y40;
N160 G02 X40 Y20 I0 J–20;
N165 G01 X50 Y0;
N170 G01 X–20 Y0;
N175 G01 Z–10;
N180 G01 X0 Y0 F800;
N185 G01 Y20;
N190 G01 X80;
N195 G01 Y60;
N200 G02 X60 Y80 R20;
N205 G01 X20;
N210 Y40;
N215 G02 X40 Y20 R20;
N220 G01 X50 Y0;
N225 G01 X–20 Y0;
N230 G40 G00 X–20 Y0;
N235 G00 Z200;
N240 M05 M09;
N245 M30;



Şekil 10.29: İş parçası yüzeyinin ø63 alın freze çakısıyla temizlenmesi N60—N75 nolu satırlar.

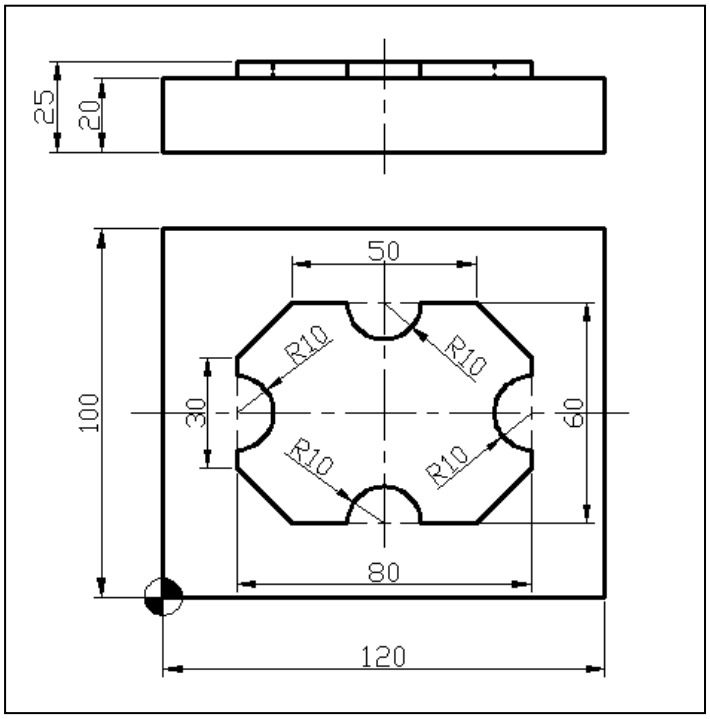


Şekil 10.30: Toplam 10 mm olan üst kademe, birinci pasoda 5 mm derinlik verilerek işlendi. N120—N165 nolu satırlar.

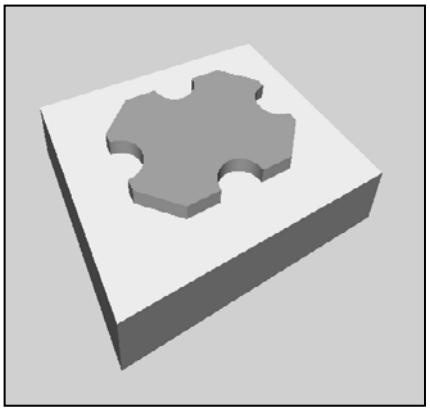


Şekil 10.31: İkinci pasoda 5mm daha talaş verilerek, Üst kademenin frezelenmesi işlemi bitirildi (N175 —N230).

ÖRNEK 6:



Şekil 10.32: G02 için örnek parça



Şekil 10.33: Bitmiş parça

İşleme yönü →

Ham malzeme ölçüleri 100x120x26 mm çakısı

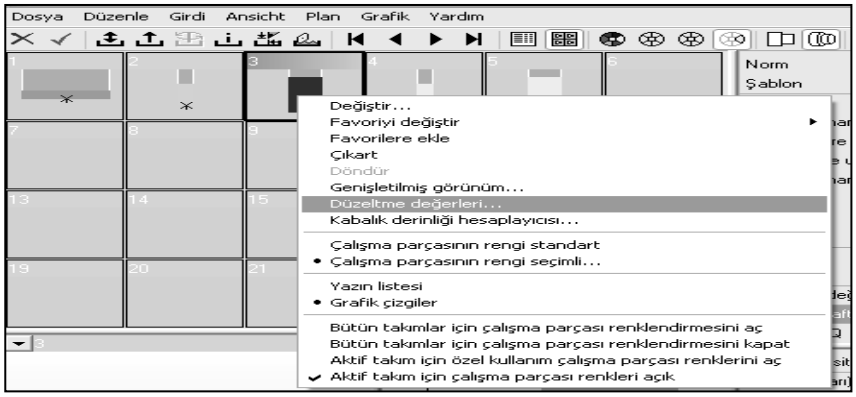
TAKIMLAR: 1) ø63 alın freze
2) ø12 parmak freze çakısı
3) ø24 parmak freze çakısı
4) ø12 parmak freze çakısı
5) ø24 parmak freze çakısı

N380 O0002;
N385 G54 G90;
N390 T01 M6;
N395 G94 F600 M03 S2000;
N400 G43 G0 Z10 H1;
N405 G00 X–35 Y30;
N410 Z0;
N420 G01 X130;
N425 Y80;
N430 X–35;
N435 G00 Z200;
N440 M05 M09;
N445 T03 M6;
N450 G94 F700 S2000 M03;
N455 G43 G0 Z10 H3 M08;
N460 G00 X–30 Y0;
N465 Z–5;
N470 G42 G1 G90 X15. Y15. D3;
N475 G01 X105;
N480 Y85;
N485 X15;
N490 Y20;
N495 X100;
N500 Y80;
N510 X20;
N515 Y35;
N520 X35 Y20;
N525 X85;
N530 X100 Y35;
N535 Y65;
N540 X85 Y80;
N545 X35;
N550 X20 Y65;
N555 Y20;
N560 X–30 Y0;
N565 G40;
N570 G00 Z200;
N575 M05;

```
N580 T02 M06;
N585 G94 F600 S2000;
N590 G43 G0 Z10. H2 M3;
N595 G00 X0 Y0;
N600 G42 G1 G90 X50. Y20. D2;
N605 G01 Z–5;
N610 G02 X70 Y20 R10;
N613 G01 X85;
N615 X100 Y35;
N620 Y40;
N625 G02 X100 Y60 R10;
N630 G01 Y65;
N635 X85 Y80;
N640 X70;
N645 G02 X50 Y80 R10 F600;
N650G01 X35;
N655 X20 Y65;
N660 Y60;
N665 G02 X20 Y40 R10;
N670 G01 Y35;
N675 Y30;
N680 X0 Y0;
N685 G40;
N690 G00 Z200;
N440 M05 M09;
N445 T05 M6;
N450 G94 F700 S2000 M03;
N455 G43 G0 Z10 H3 M08;
N460 G00 X–30 Y0;
N465 Z–5;
N470 G42 G1 G90 X15. Y15. D5;
N475 G01 X105;
N480 Y85;
N485 X15;
N490 Y20;
N495 X100;
N500 Y80;
N510 X20;
N515 Y35;
N520 X35 Y20;
N525 X85;
N530 X100 Y35;
N535 Y65;
N540 X85 Y80;
N545 X35;
N550 X20 Y65;
N555 Y20;
N560 X–30 Y0;
N565 G40;
N570 G00 Z200;
N575 M05 M09;
N580 T04 M06;
N585 G94 F600 S2000;
N590 G43 G0 Z10. H2 M3;
N595 G00 X0 Y0;
N600 G42 G1 G90 X50. Y20. D4;
N605 G01 Z–5;
N605 G02 X70 Y20 R10;
N610 G01 X85;
N615 X100 Y35;
N620 Y40;
N625 G02 X100 Y60 R10;
N630 G01 Y65;
N635 X85 Y80;
N640 X70;
N645 G02 X50 Y80 R10 F600;
N650 G01 X35;
N655 X20 Y65;
N660 Y60;
N665 G02 X20 Y40 R10;
N670 G01 Y35;
N675 Y30;
N680 X0 Y0;
N685 G40;
N690 G00 Z200;
N695 M05 M09;
N700 M30;
```

Tornalama işlemlerinde iş parçalarının imalatında önce kaba tornalama, sonra finiş tornalama işlemleri gerçekleştiriyorduk. Bu şekilde yüzey kalitesini arttırıp, ölçü tamlığını sağlıyorduk. Tornalama işlemlerinde gerçekleştirdiğimiz bu uygulamayı frezeleme işlemlerinde de gerçekleştirebiliriz.

Bu işlemi iki yoldan gerçekleştirebiliriz. Bu işlemleri de iş parçası üretiminde kullanacağımız kesicileri belirlerken gerçekleştiririz. Birinci yol olarak kaba talaş alma işlemleri ve yüzey temizleme işlemleri için farklı kesiciler kullanırız. Kaba talaş almasını istediğimiz kesici belirlendikten sonra fare ile üzerine gidip sağ tuşa basarız. Açılan menüden düzeltme değerleri seçilir.



Şekil 10.35: Takım telafi değerlerinin değiştirilmesi

Aşağıdakı diyalog kutusu açılır. Burada Z değeri kesicinin boyunu, R değeri ise yarıçapını ifade eder (Şekil 10.36-a).

Kesici		1
Kayıt	D	4
Kesme noktası	Z	98.000
Yarıçap	R	6.000

a

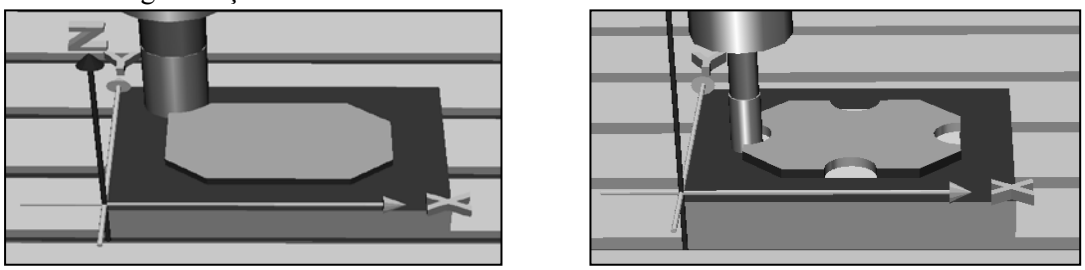
Kesici		1
Kayıt	D	2
Kesme noktası	Z	98.500
Yarıçap	R	6.500

b

Şekil 10.36: Takım telafi değerleri

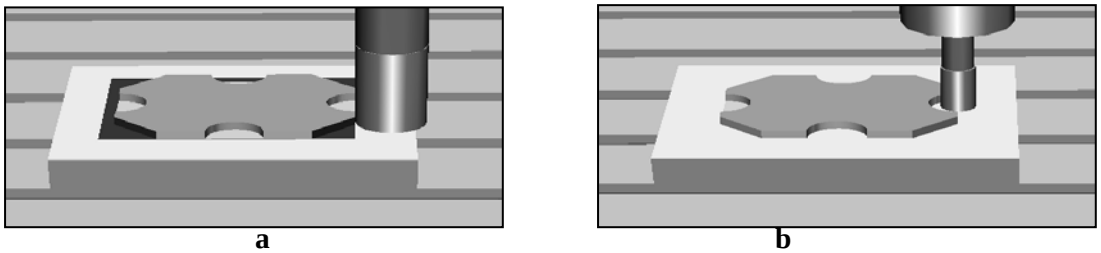
Şekil 10.36-b de ki diyalog kutusunda Z ve R değerini arttırıyoruz. Böylece kesici ölçülerini sanal olarak arttırmış olduk. Gerçekte kesici ölçüleri değişmemektedir. Program kesici referans noktaları olarak artık bu ölçüleri tanıyacaktır. Dolayısı ile Z 0'a (sıfır) git komutu verildiği zaman, kesici boyu gerçekte 98 mm iken kontrol ünitesine 98,5 mm tanıtıldığı için iş parçası referans noktasının 0,5 mm yukarısına gidecektir.

Aynı durum kesicinin çapı içinde geçerlidir. Kesici yarıçapı gerçekte 6 mm iken kontrol ünitesine 6,5 mm olarak tanıtıldı. Böylece kontrol ünitesinin, kesiciyi 0,5 mm dışarıda tutmasını sağlanmış olur.



a Şekil 10.37: Kaba işleme **b**

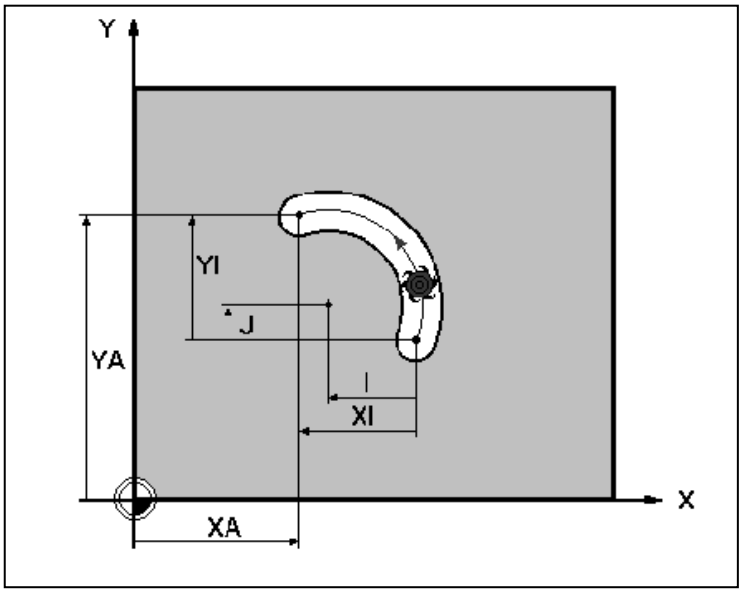
Daha sonra ölçü değerleri değiştirilmemiş kesicilerle yüzey temizleme işlemleri uygulanmaktadır. Bu işlem için tekrar uzun uzun program yazmaya gerek yoktur. Eğer kaba talaş için seçilen kesiciler ile finiş frezeleme için seçilen kesiciler aynı ölçülerde seçilirse işlemimiz biraz daha kolaylaşacaktır. Böylece kaba talaş için yazdığımız programın aynısını finiş frezeleme işleminde de kullanabiliriz. Bu işlem için programı yazdığımız editörde kopyala – yapıştır işlemini kullanırız.



a **b**

Şekil 10.38: Kaba işleme

11.6. G03 Saat İbresi Tersi Yönünde Eğrisel Kesme



Şekil 10.39: G03 CCW eğrisel hareket

Komutun formatı :

G03 X… Y… I… J… F… veya **G03 X… Y… R… F…**

G03 X… Z… I… K… F… veya **G03 X… Z… R… F…**

G03 Y… Z… J… K… F… veya **G03 Y… Z… R… F…**

X **:** Eğrisel hareketin X eksenindeki bitiş noktası koordinatı

Y **:** Eğrisel hareketin Y eksenindeki bitiş noktası koordinatı

Z : Eğrisel hareketin Z eksenindeki bitiş noktası koordinatı

I : Kalemin daireye başlamadan önceki konumunun X ekseninde yay merkezine olan uzaklığı.

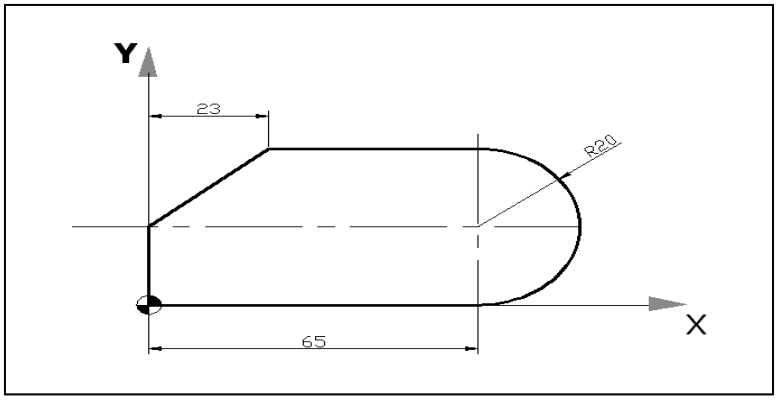
J : Kalemin daireye başlamadan önceki konumunun Y ekseninde yay merkezine olan uzaklığı.

K :Kalemin daireye başlamadan önceki konumunun Z ekseninde yay merkezine olan uzaklığı.

R :Eğrisel hareketin (yayın) yarıçapıdır.

G02 ve G03 komutunda I, J ve K parametrelerinden ikisi kullanılır. R parametresi kullanılacaksa bu parametrelerin (I,J,K) kullanılmasına gerek yoktur. Eğer bu parametrelerin hepsi beraber kullanıldıysa R parametresi geçerlidir.

Örnek:



Şekil 10.40: G03 için örnek parça

O3; Program numarası
N15 G54 G90; İş parçası referans noktası aktif
N25 T01 M6; Otomatik olarak bir nolu takımı tak.
N35 S1500 M03; Tezgâh milini saat dönüş yönünde 1500 dev/dak. ile
N40 G94 F800; İlerleme hızı birimi mm/dak. Değeri 800 mm/dak.
N45 G43 G00 Z10 H1; Hızlı olarak Z10'a hareket
N50 G00 X–10 Y–10 Boşta hareketle X ve Y eksenlerinde 10 mm dışına çık.
N55 G00 Z–5 Talaş derinliği 5 mm.
N60 G01 X0 Y0 Mutlak olarak X0, Y0 noktasına git.
N65 X65 Talaş alma ilerlemesi ile X65 noktasına ilerle
N70 G03 X65 Y40 I0 J20 Saat dönüş yönü tersi yönde eğrisel hareket.
N75 G01 X23 Talaş alma ilerlemesi ile X65 noktasından X23 noktasına ilerle
N80 X0 Y20 İki eksende X0, Y20 noktasına ilerle
N85 Y0 Y20 noktasından Y0 noktasına ilerle
N90 G00 Z200 Boşta hızlı hareketle Z200 mm mesafesine çık.
N95 M05 M09 Tezgâh milini kapat. Soğutma su motorunu kapat
N100 M30 Program sonu ve başa dön.

Bu uygulamadaki eğrisel hareketlerin tamamı saat dönüş yönün tersi yöndedir. Eğrisel hareketimiz olan N70 satırını inceleyelim. Kesicimiz 5 mm derinlikte eğrisel hareketin başlama noktası olan X65, Y0 noktasına geldi. Eğrisel hareket saat dönüş yönün tersi yönde olduğu için G03 komutu ile işlemeye devam edildi. Bu komuttaki X ve Y koordinat noktaları eğrisel hareketin bitiş noktasıdır. Örneğimizde bu nokta X65 ve Y40 mm noktalarıdır. Daha sonra eğrisel hareketin merkezinin kesiciye olan uzaklıkları artımsal (eklemeli) ölçü modunda I ve J parametrelerine yazıldı. Kesicimiz X65, Y0 noktasında idi. Yayın yarıçapının 20 mm olduğunu görüyoruz. Bu aranın Y ekseninde olduğunu görüyoruz. Dolayısı ile Y ekseninin yardımcı parametresi olan J değerine 20 yazıyoruz (J20). Yay merkezinin kesiciye göre X ekseninde ölçü farkı bulunmamaktadır. Dolayısı ile X ekseninin yardımcı parametresi olan I değerine 0 (sıfır) yazıyoruz.

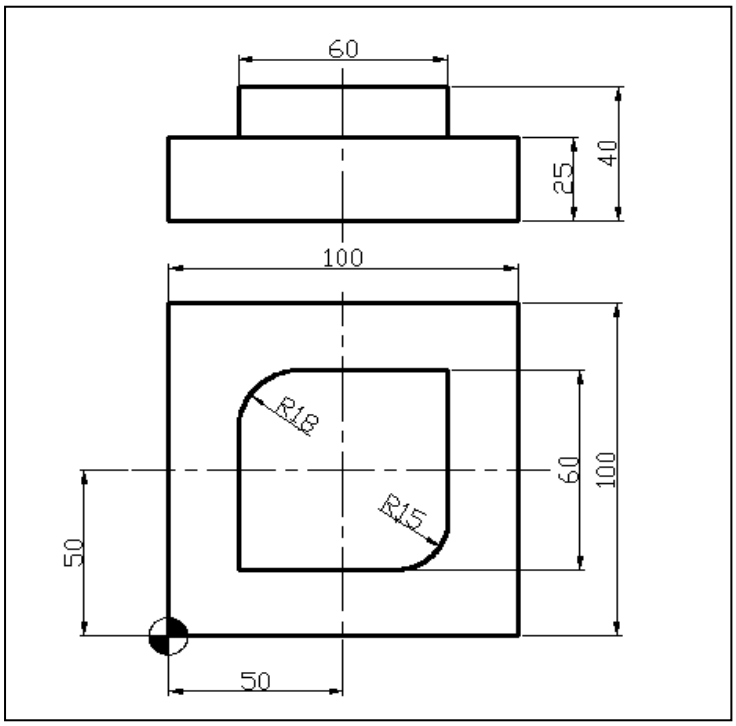
N70 G03 X65 Y40 I0 J20;

Yukarıdaki komut satırında I ve J parametreleri yerine R parametresi de kullanılabilirdi. Bu takdirde program satırı aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

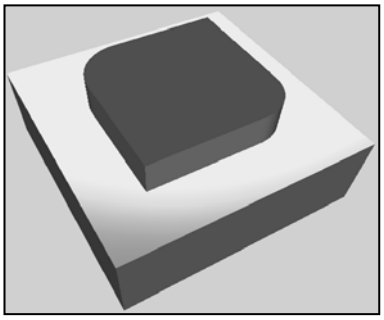
N70 G03 X65 Y40 R20;

Görüldüğü gibi R parametresi kullanmak (eğrisel hareketin yarıçapını kullanmak) I ve J parametrelerini kullanmaktan daha kolaydır. I ve J parametre değerlerini hesaplamak, bulunan değerlerin pozitif veya negatif olduğunu belirlemek biraz karmaşık gelebilir. R parametresinde ise yarıçap doğrudan yazılır. Bu değerde pozitif olarak yazılır.

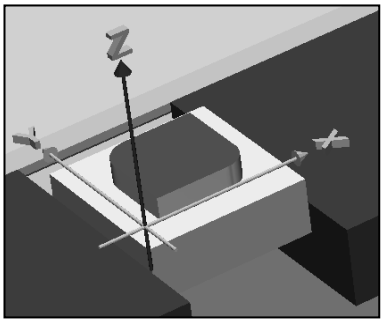
ÖRNEK 7:



Şekil 10.41: G03 için örnek parça



a



b

Şekil 10.42: G03 için örnek parça

İşleme yönü

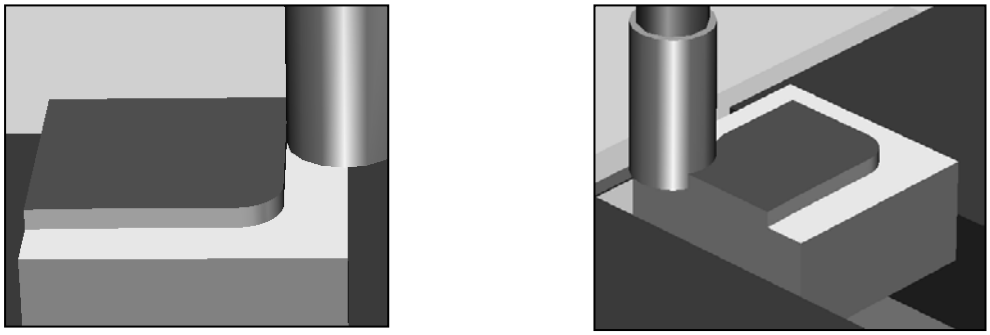
Ham malzeme ölçüleri 100x100x41 mm

TAKIMLAR: 1) ø63 alın freze çakısı
2) ø38 parmak freze çakısı

```
O0001;
N15 G94 F800;
N20 G54;
N30 T01 M6;
N35 S1500 M03;
N40 G90 G94;
N45 G43 G0 Z100. H1 M8;
N50 G00 X–35 Y25;
N55 G00 Z5;
N60 G01 Z–1;
N65 G01 X105;
N70 G01 Y75;
N75 X–40;
N80 G00 Z200;
N85 M05;
N90 T2 M6;
N95 S2000 F800;
N100 M03;
N105 G43 G0 Z100 H1;
N110 G00 X–20 Y0;
N115 G00 Z5;
N120 G01 Z–7.5;
N125 G42 G1 G90 X20. Y20. D2;
N130 G01 X20 Y20 F800;
N135 G01 X65;
N140 G03 X80 Y35 I0 J15;
N142 G01 Y80;
N145 X38;
N150 G03 X20 Y62 I0 J–18;
N150 G01 Y0;
N155 G00 X–20 Y0;
N160 G01 Z–15;
```

N165 G01 X0 Y20 F800;
N170 X20 Y20;
N135 G01 X65;
N140 G03 X80 Y35 R15;
N175 G01 Y80;
N180 X38;
N185 G03 X20 Y62 R18;
N185 G01 Y0;
N190 G40 G00 X–20 Y0;
N195 G00 Z200;
N200 M05 M09;
N205 M30;

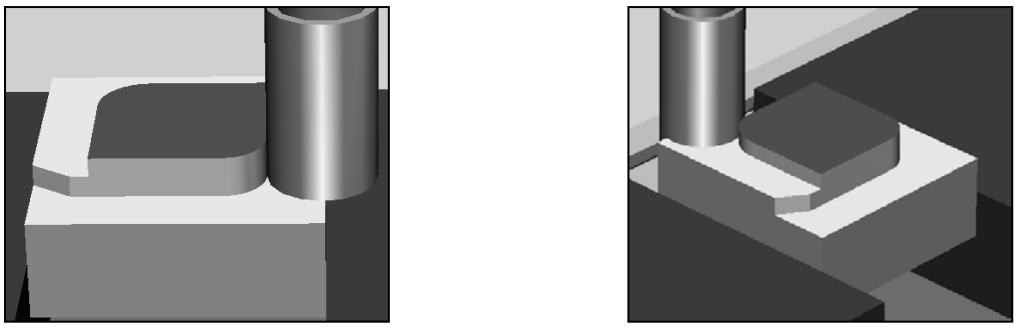
Parçanın üst tarafındaki 15 mm olan kademenin işlenmesine birinci pasoda 7,5 mm verilerek başlandı. Buradaki eğrisel hareketimiz CCW yönde olduğu için G03 komutu kullanıldı (N140 ve N150 nolu satırlar).



a **b**

Şekil 10.43: G03 ile birinci paso talaş verilmesi

Birinci paso tamamlandıktan sonra 7,5 mm daha talaş derinliği verilerek frezeleme işlemine devam edildi.



a **b**

Şekil 10.44: G03 için örnek parça

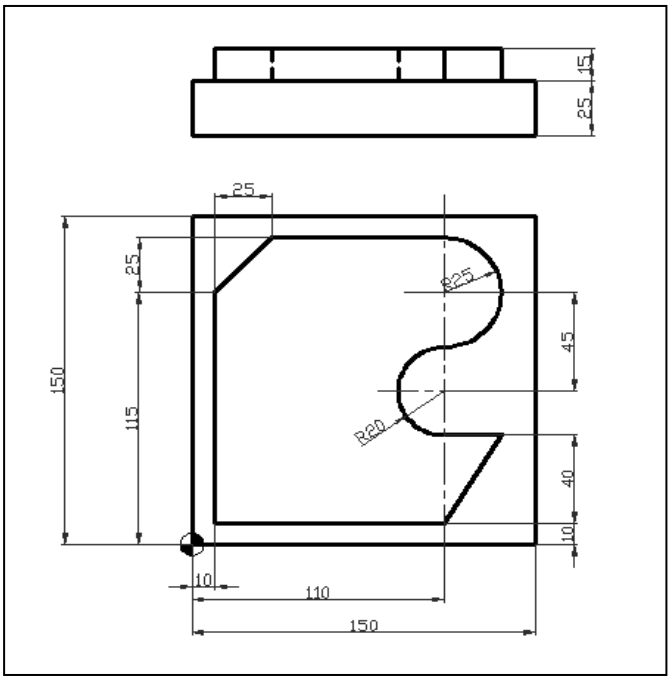
İş parçamızdaki birinci eğrisel hareketimizin yarıçapı 15 mm (programda N140 nolu satır), ikici eğrisel hareketimizin yarıçapı ise 18 mm dir (programda N150 nolu satır).

N140 G03 X80 Y35 I0 J15; **N150 G03 X20 Y62 I0 J–18;**

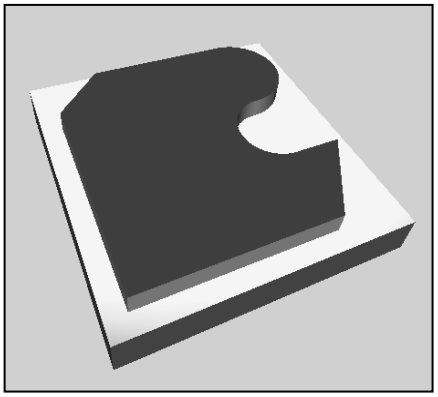
Birinci eğrisel harekette, yay merkezi kesicinin konumuna göre +Y bölgesinde olduğu için değer pozitif alınmıştır (J15).

İkinci eğrisel harekette ise, yay merkezi kesicinin konumuna göre –Y bölgesinde olduğu için değer negatif alınmıştır(J–18).

ÖRNEK 8:



Şekil 10.45: G03 için örnek parça

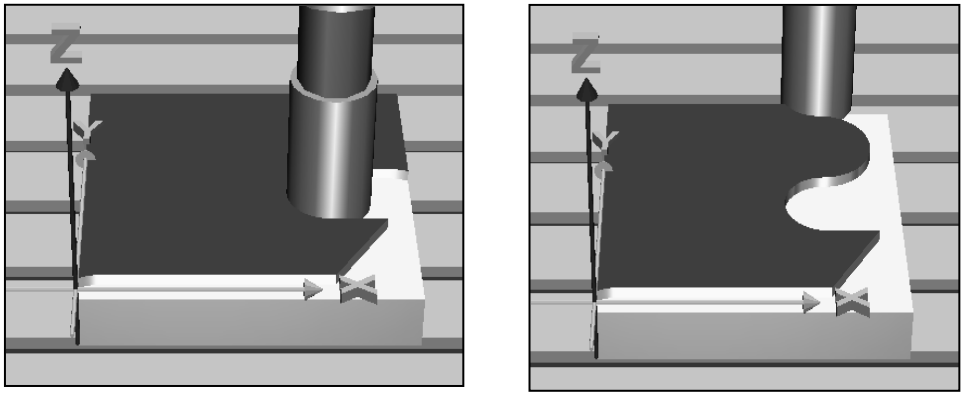


Şekil 10.46: Bitmiş parça

İşleme yönü

Ham malzeme ölçüleri 150x150x41 mm TAKIMLAR:1) ø63 alın freze çakısı
2) ø38 parmak freze çakısı

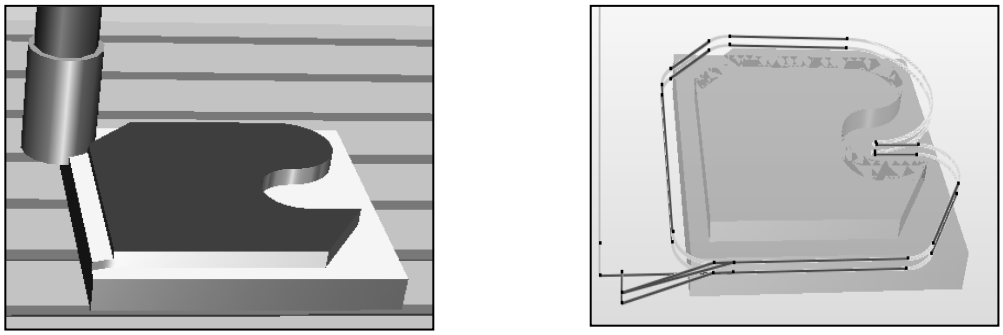
```
O0006;
N20 G54;
N30 T01 M6;
N35 S1500 M03;
N40 G90;
N15 G94 F800;
N45 G43 G0 Z100. H1 M8;
N50 G00 X–35 Y25;
N55 G00 Z5;
N60 G01 Z0;
N65 G01 X155;
N70 G01 Y75;
N75 X–40;
N80 G01 Y125;
N85 X155;
N90 G00 Z200;
N95 M05;
N100 T2 M6;
N105 S2000 F800;
N110 M03;
N115 G43 G0 Z100 H1;
N120 G00 X–35 Y–25;
N125 G00 Z5;
N130 G01 Z–5;
N135 G42 G1 G90 X10. Y10. D2;
N140 G01 X10 Y10 F800;
N145 G01 X110;
N150 G01 X135 Y50;
N155 X110;
N160 G02 X110 Y90 I0 J20;
N165 G3 G90 X110. Y140. I0. J25. F700;
N170 G01 X35;
N175 G01 X10 Y115;
N180 G01 X10 Y10;
N185 G01 X20;
N190 G40;
N190 G01 X–35 Y–25;
N195 G01 Z–10;
N205 G42 G1 G90 X10 Y10 D2;
N210 G01 X110;
N215 G01 X135 Y50;
N220 X110;
N225 G02 X110 Y90 I0 J20;
N230 G3 G90 X110. Y140. I0. J25. F700;
N235 G01 X35;
N240 G01 X10 Y115;
N245 G01 X10 Y10;
N250 G01 X20;
N255 G01 X–35 Y–25;
N260 G00 Z5;
N265 G40;
N270 G00 Z200;
N275 M05 M09;
N280 M30;
```



a **b**

Şekil 10.47: G02 / G03 ile işleme

Bir nolu kesici ile malzeme yüzeyi temizlendikten sonra iki nolu takım ile üst kademe işlendi. Sağdan işlemeye başladığımız için G42 takım telafisi komutu kullanıldı. Burada dikkat etmemiz gereken bir nokta; iş parçasındaki iç eğrisel hareketin yarıçapı 20 mm.dir. Bu eğrisel hareketi işleyebilmek için takımın maksimum yarıçapı 20 mm olmalıdır. Eğer yarıçapı 20 mm den büyük takım seçilseydi bu kısmı işlememiz mümkün olmayacaktı. Bu programda iki numaralı takım yarıçapı 19 mm seçilmiştir.

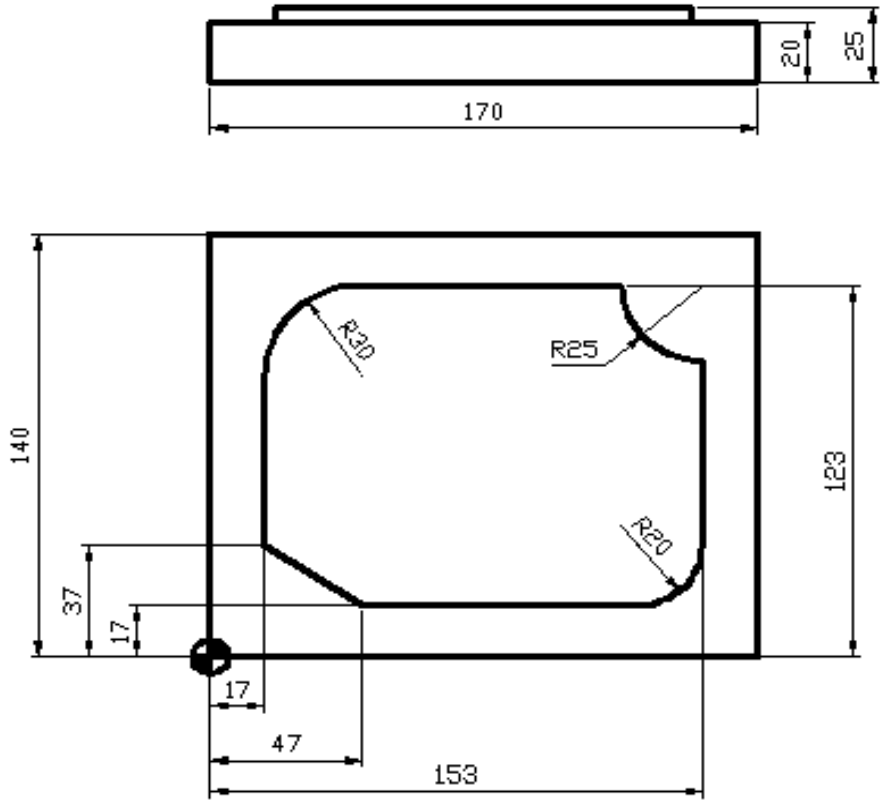


a **b**

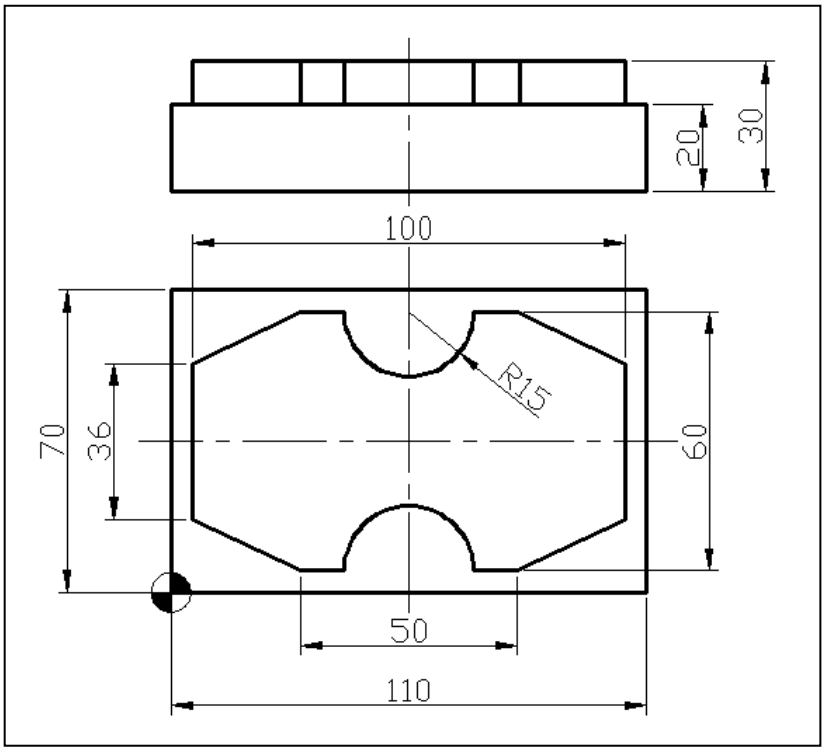
Şekil 10.48: G02 / G03 ile işleme

İş parçamızdaki üst kademe iki pasoda işlenmiştir. Şekil 10.48 – a da kesici hareketlerinim gösteren çizgisel hareketler gösterilmektedir.

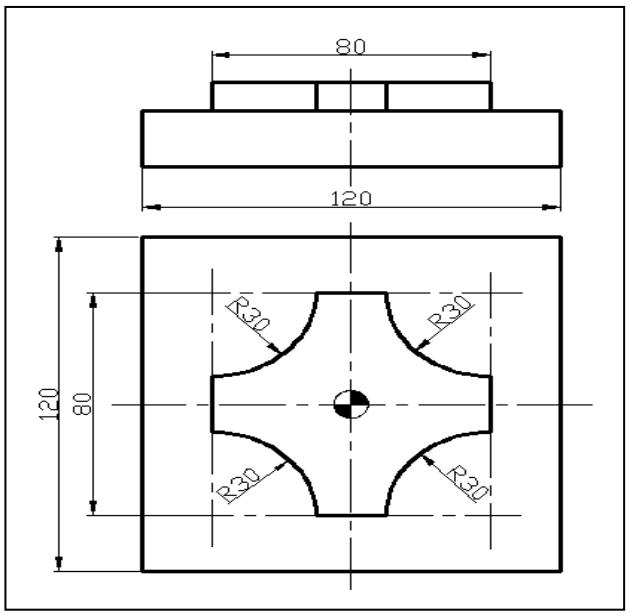
UYGULAMA 11: Aşağıdaki verilen şeklin mutlak ve eklemeli programlarını yazınız.



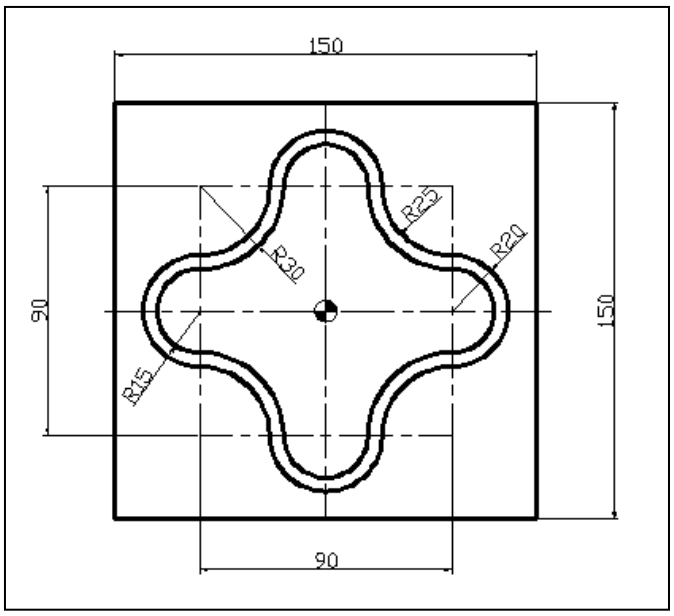
UYGULAMA 12: Aşağıdaki verilen şeklin mutlak ve eklemeli programlarını yazınız.



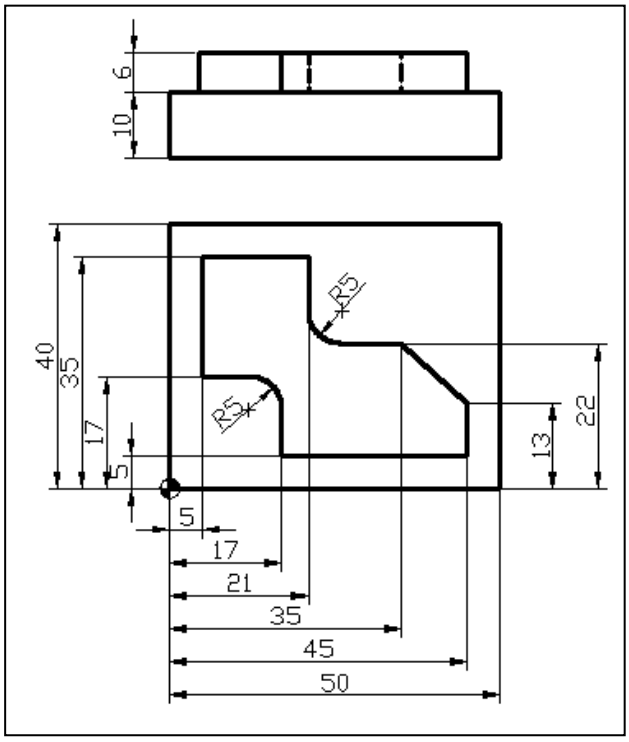
UYGULAMA 13:



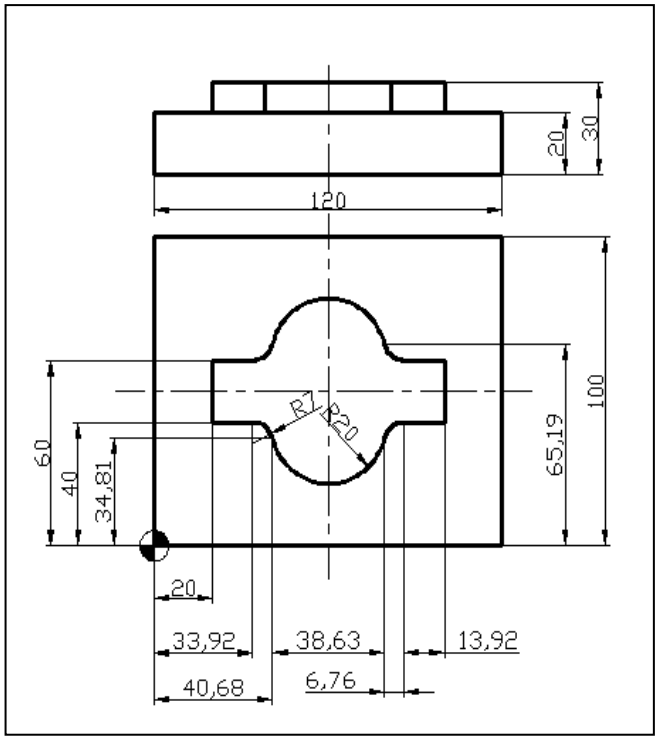
UYGULAMA 14:



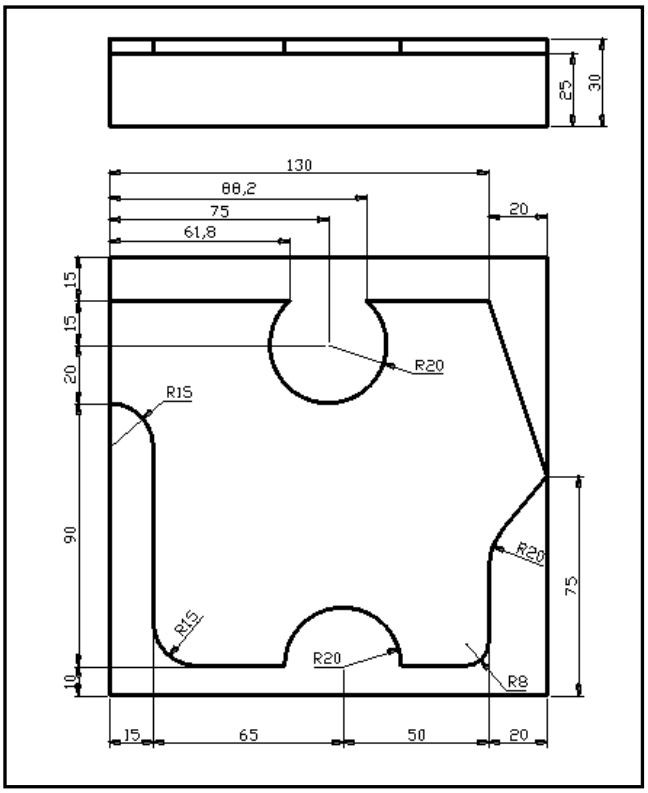
UYGULAMA 15:



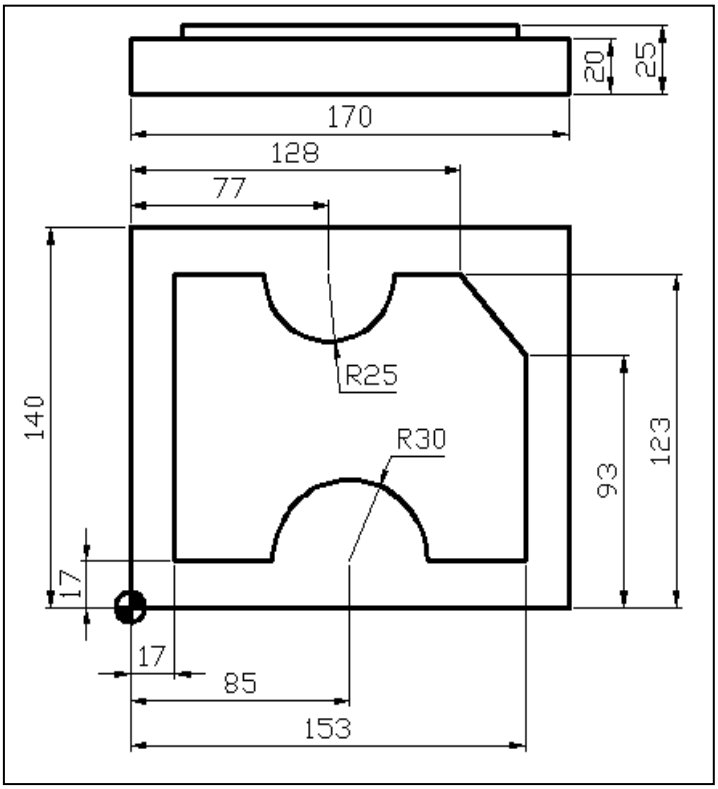
UYGULAMA 16:



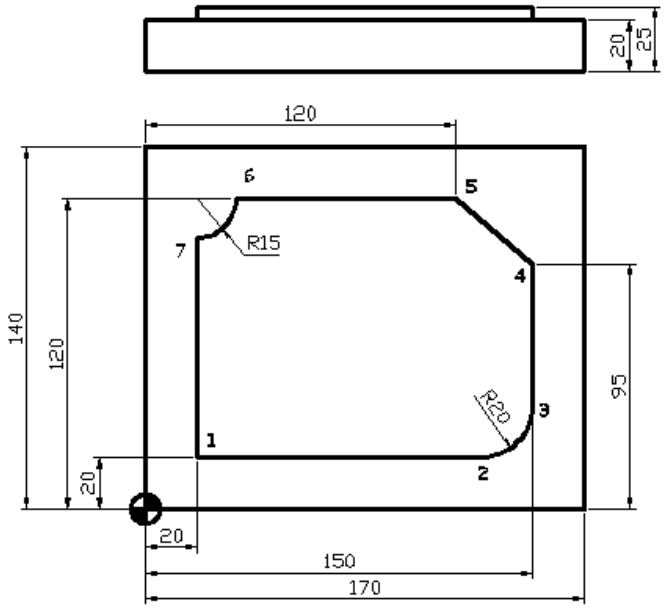
UYGULAMA 17:



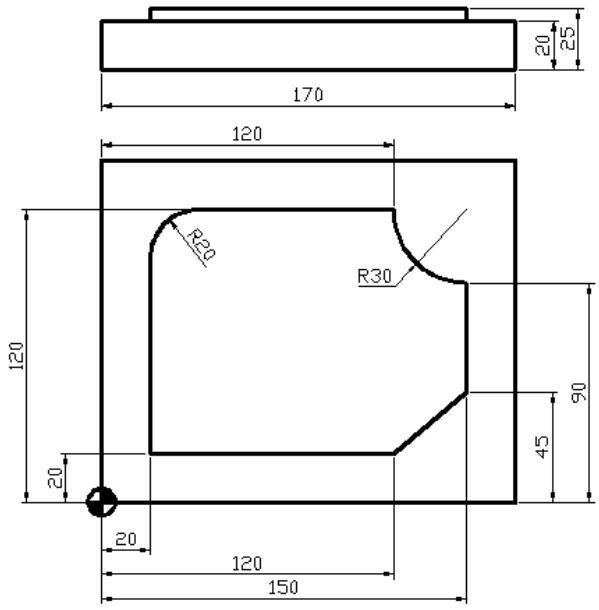
Uygulama: 18



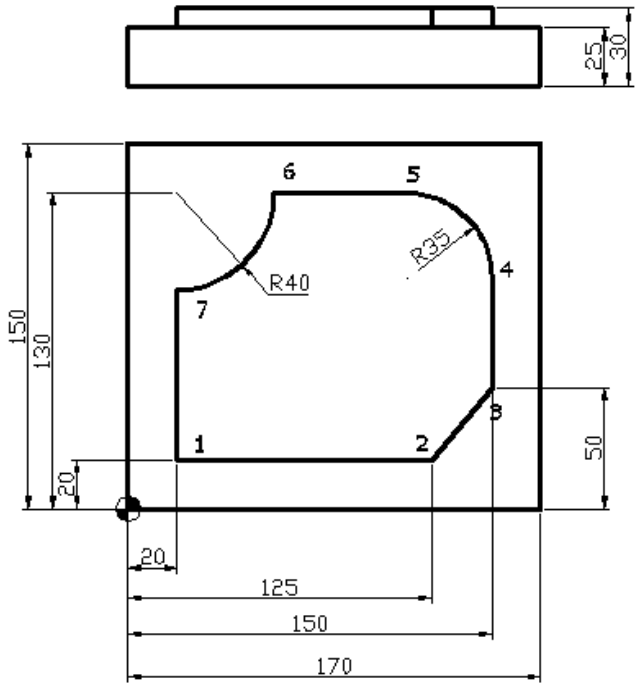
Uygulama: 19



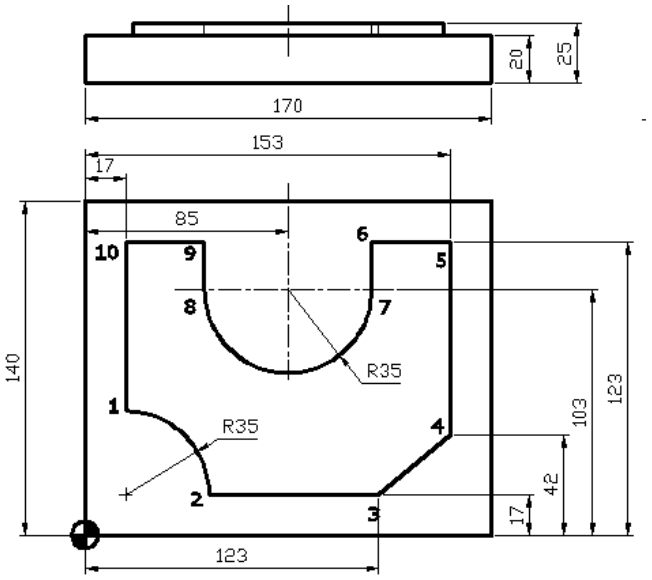
Uygulama: 20



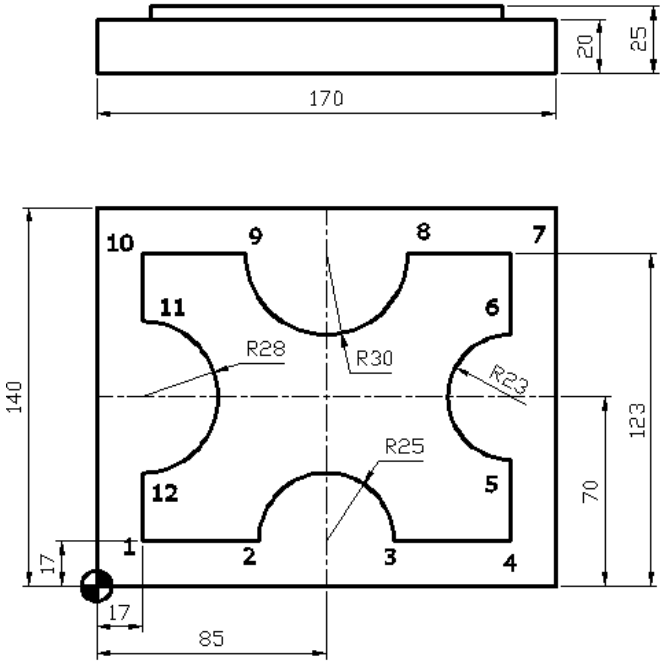
Uygulama: 21



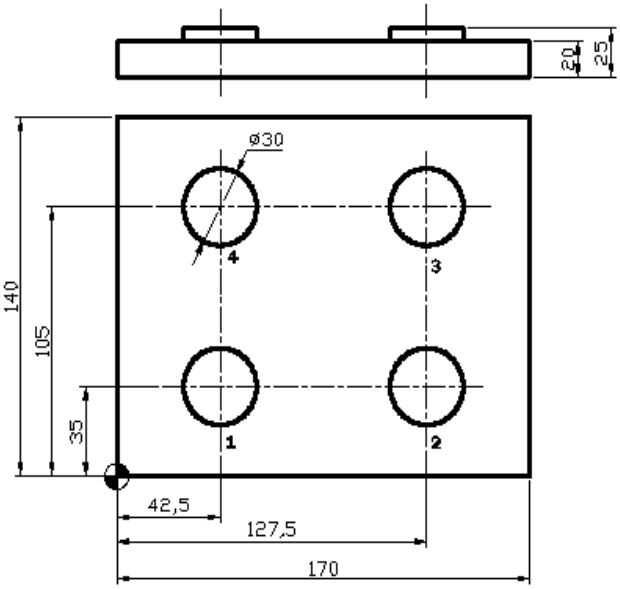
Uygulama: 22



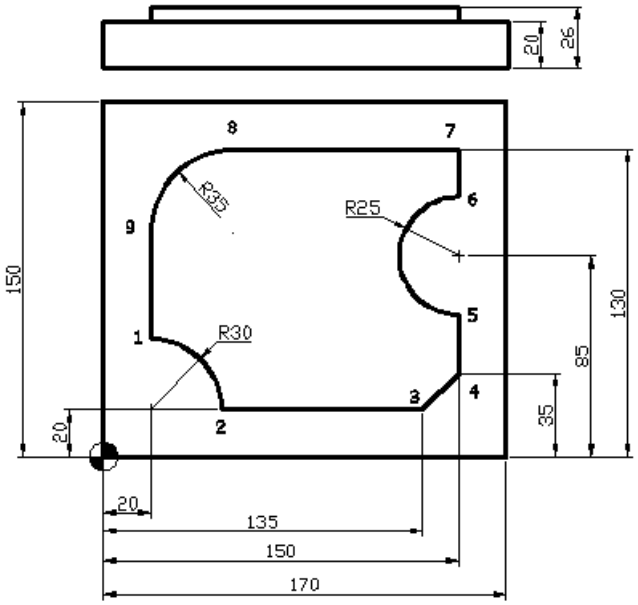
Uygulama: 23



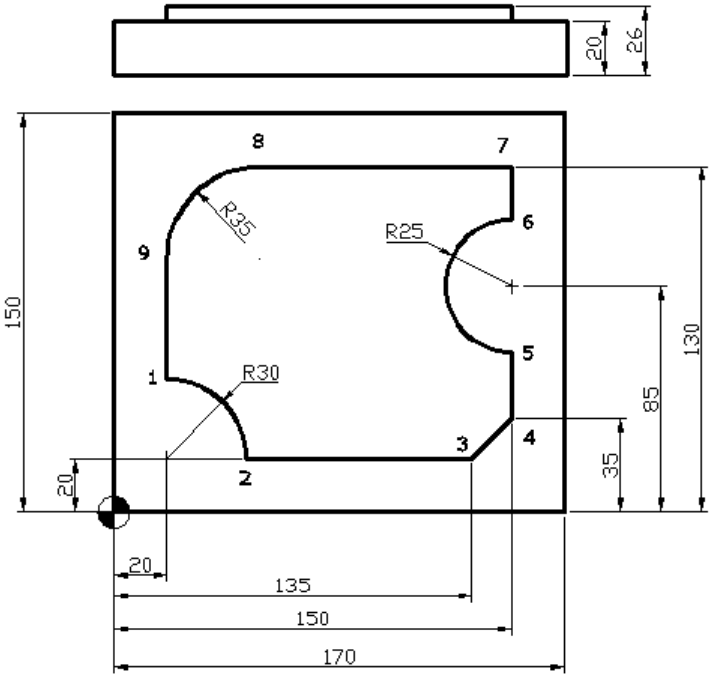
Uygulama: 24



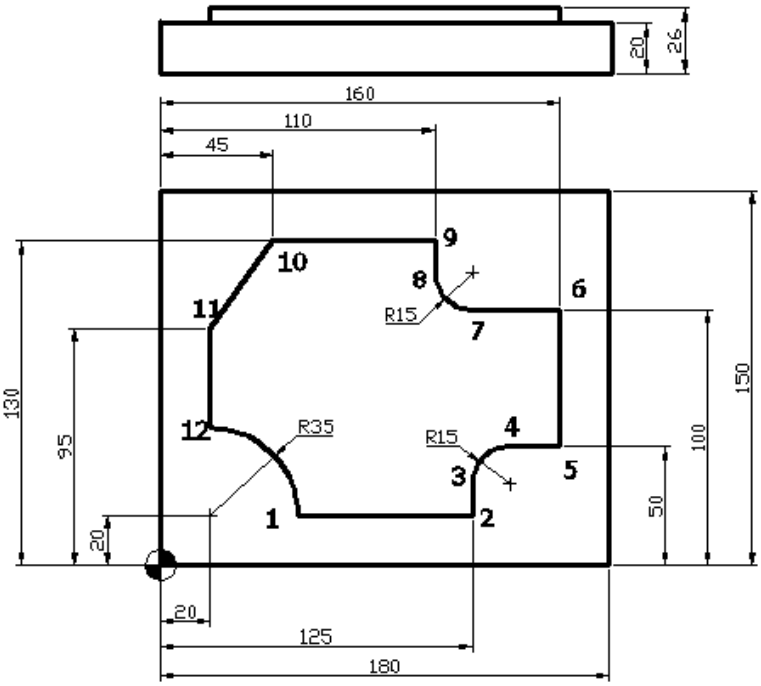
Uygulama: 25



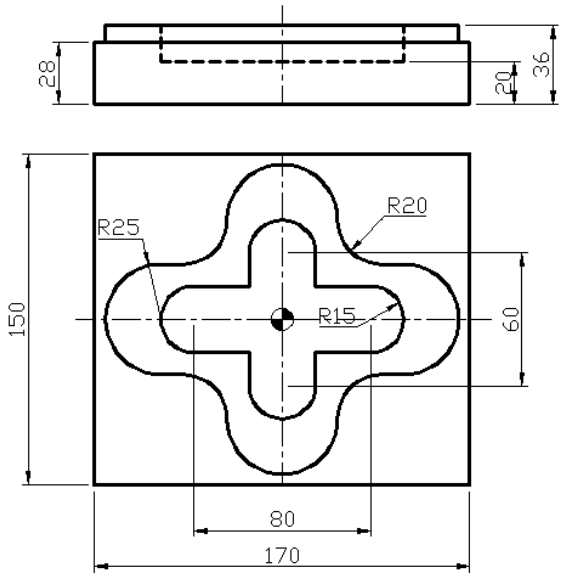
Uygulama: 26



Uygulama: 27



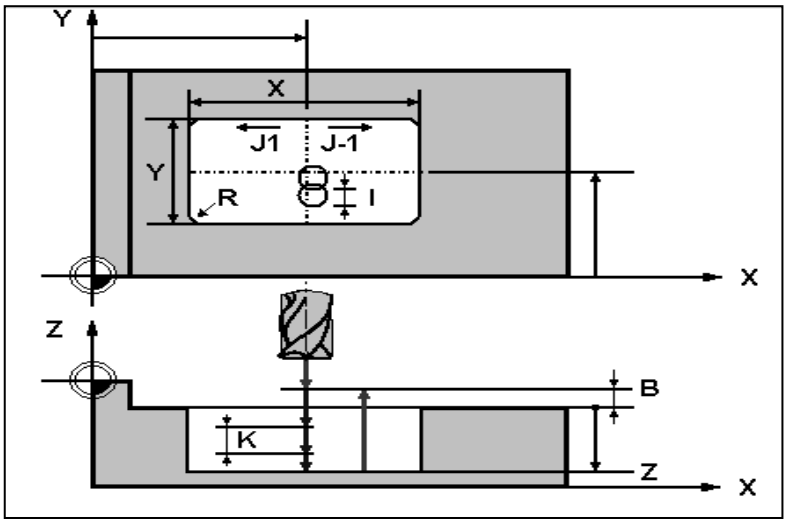
Uygulama: 28



10.7. ÇEVRİMLER

İş parçası imalatında, birbirine benzer şekilde olup ta birçok defa tekrarlanan hareketler vardır. Program yazımında bu hareketleri **G00, G01, G02** ve **G03** komutları ile tanımlamamız mümkündür. Bu takdirde yazdığımız program oldukça uzun olacaktır. Her hareketin sonunda eksen koordinat noktalarının tespiti de oldukça karmaşık bir hal alacaktır. İşte birbirine benzer şekilde olan hareketleri bir veya iki satırda tanımlamak mümkündür. Bu şekilde programlanan frezeleme işlemlerine; dikdörtgen cep frezeleme, dairesel cep frezeleme, delik delme, kılavuz çekme, raybalama işlemlerini örnek olarak verebiliriz.

10.7.1. G24 Dikdörtgen Cep Frezeleme Çevrimi



Şekil 10.49: G24 Dikdörtgen cep frezeleme çevrimi parametreleri

Kesici cebin sol alt köşesinden girerek zig–zag hareketlerle cebi boşaltır. En son işlem olarak da cebin çevresini dolaşarak temizleme işlemi gerçekleştirir.

Dikdörtgen cep frezeleme komut formatı ve parametre değerleri

G24 X… Y… L… W… Z… R… Q… D… F…

X : Cebin sol alt köşesinin X eksenindeki koordinatı

Y : Cebin sol köşesinin Y eksenindeki koordinatı

L : X eksenindeki cebin boyu

W : Y eksenindeki cebin boyu

Z : Cep derinliği

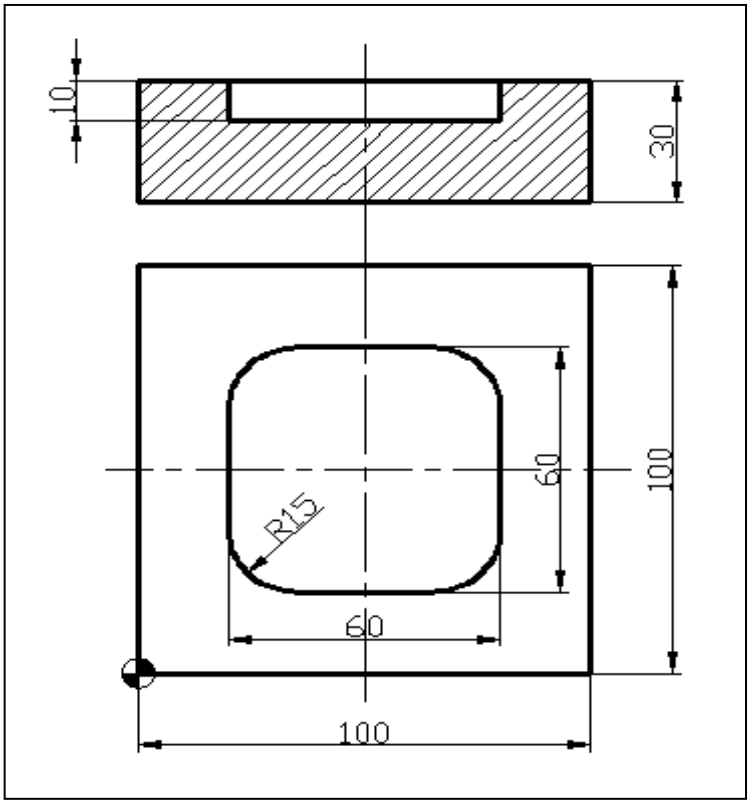
R : Hızlı gelme noktası

Q : Bir sonraki talaş için yana kayma mesafesi

D : Z ekseninde her paso için dalma miktarı

F : Kesicinin talaş alma ilerlemesi

ÖRNEK 9:

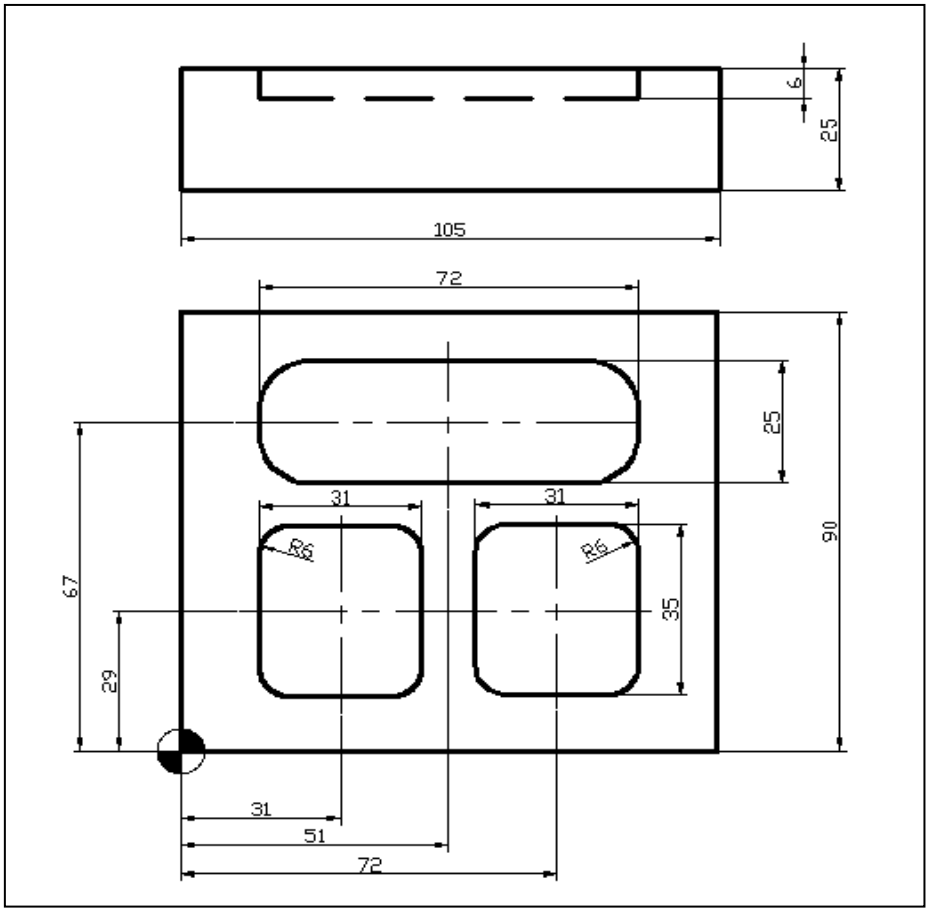


Şekil 10.50: G24 için örnek parça

Ham malzeme ölçüleri 100x100x30 mm TAKIMLAR: 1) ø12 parmak freze

O0006;
N15 G90 G54;
N30 T01 M6;
N35 S1500 M03;
N40; G94 F400
N45 G43 G0 Z100. H1 M8;
N50 G00 Z8;
N55 G00 X00 Y00;
N60 G24 X20 Y20 L60 W60 Z–10 R3 Q5 D2 F200;
N65 G00 Z50;
N70 M30;

ÖRNEK 10:

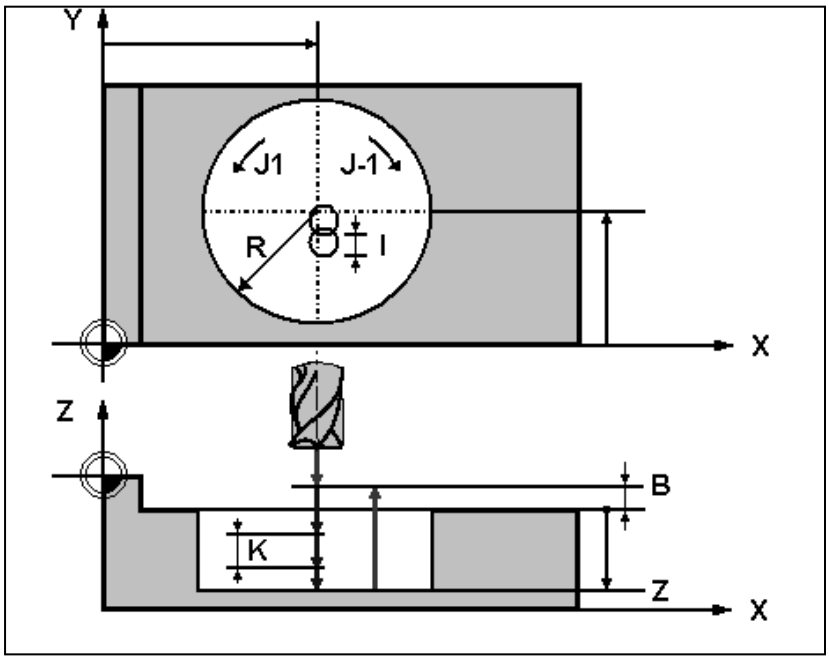


Şekil 10.51: G24 için örnek parça

Ham malzeme ölçüleri 105x90x25 mm TAKIMLAR: 1) ø6 parmak freze

O0006;
N15 G54 G90;
N20 T01 M6;
N30 G94 F400;
N35 S1500 M03;
N45 G43 G0 Z100. H1 M8;
N50 G00 Z50;
N55 G00 X31 Y29;
N60 G24 X56.5 Y11.5 L31 W35 Z–6 R3 Q5 D2 F200;
N65 G00 Z50;
N70 G00 X72 Y29;
N75 G24 X15.5 Y11.5 L31 W35 Z–6 R3 Q5 D2 F200;
N80 G00 Z50;
N85 G00 X51 Y67;
N90 G24 X15.5 Y54.5 L72 W25 Z–6 R3 Q5 D2 F200;
N95 G00 Z50;
N100 M30;

10.7.2. G25 Dairesel Cep Frezeleme Çevrimi



Şekil 10.52: G25 Dairesel cep frezeleme çevrimi parametreleri

Kesici dairesel cep frezeleme üzerindeki R noktasına kadar hızla gelir. Sonra talaş alma ilerlemesiyle parçaya D mesafesi kadar dalar. Spiral hareketlerle cep işlenir. Son olarak da cebin yan yüzeyleri dairesel hareketle temizlenir.

Komutun formatı:

G25 X… Y… I… J… Z… R… Q… D… F…

X : Çember üzerindeki bir noktanın X koordinatı

Y : Çember üzerindeki bir noktanın Y koordinatı

I : **X** eksenindeki çember merkez koordinatı

J : **X** eksenindeki çember merkez koordinatı

Z : Cep derinliği

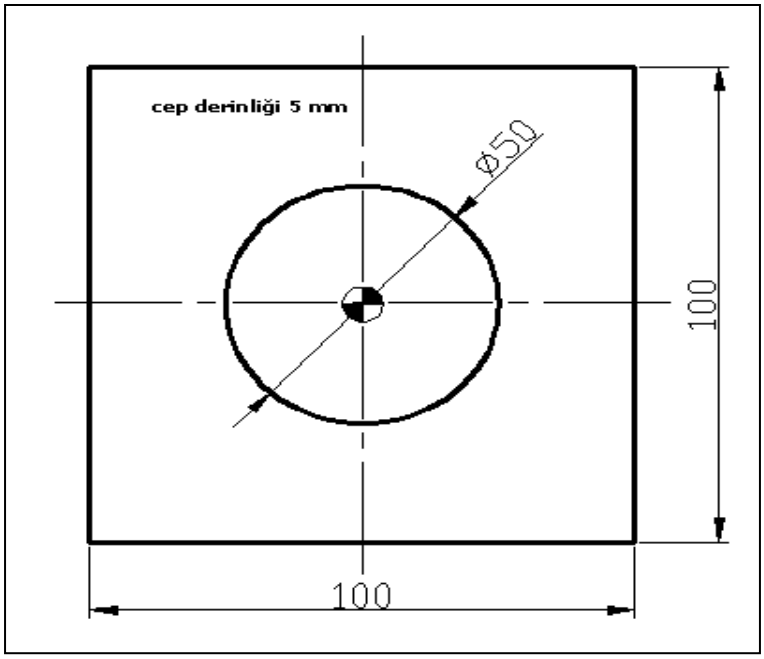
R : Hızlı gelme noktası

Q : Bir sonraki talaş için yana kayma mesafesi

D : Z ekseninde her paso için dalma miktarı

F : Kesicinin talaş alma ilerlemesi

ÖRNEK 11:

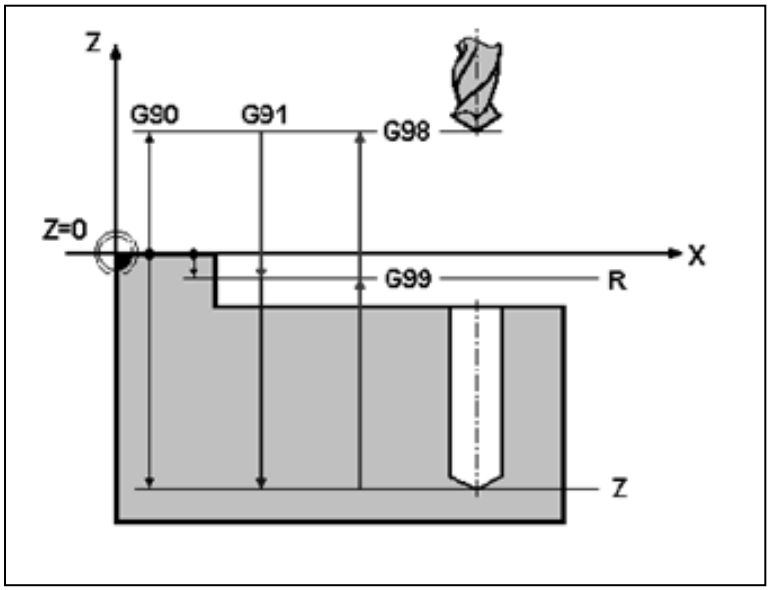


Şekil 10.53: G24 için örnek parça

Ham malzeme ölçüleri 100x100x35 mm TAKIMLAR: 1) ø15 parmak freze

O0006;
N15 G54 G90
N20 G94 F400;
N30 T01 M6;
N35 S1500 M03;
N45 G43 G0 Z100. H1 M8;
N50 G00 Z50;
N55 G00 X0 Y0;
N60 G25 X25 Y25 I0 J0 Z–5 R2 Q10 D2 F200;
N65 G00 Z50;
M30;

10.8. G81 Delik Delme Döngüsü



Şekil 10.54: G81 Delik delme döngüsü ve parametreleri

G81 delik delme döngüsü komut formatı ve parametreleri aşağıda açıklandığı gibidir.

N95 G99/98 G90/91 G81 X… Y… Z… R… K… F…

G99/G98 komutlarından biri kullanılır. Bu komutlar matkabın delme işleminden sonra geri dönüş noktasını belirlemek için kullanılır.

G98: Delme işleminden sonra, delmeye başladığın noktaya dön (şekil 10.54)

G99: Delme işleminden sonra belirlenen R noktası seviyesine dön (şekil 10.54).

G90: Mutlak hareket

G91: Artımsal hareket

G81: Normal delik delme döngüsü

X : Deliğin X eksenindeki koordinatı

Y : Deliğin Y eksenindeki koordinatı

Z : Toplam delik derinliği (R mesafesi dahil)

R : Hızlı geri dönüş noktası

K : Tekrar sayısı

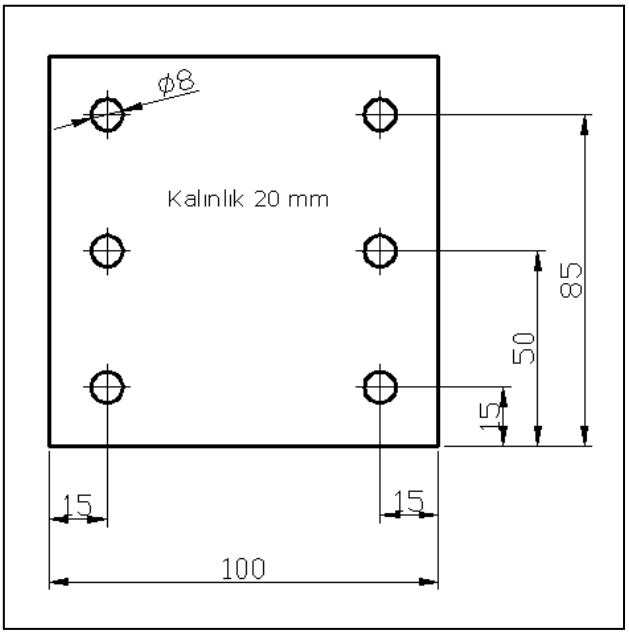
F : Talaş alma ilerlemesi

Kesici, G81 komutunda belirtilen X ve Y koordinat noktalarına konumlandıktan sonra hızla R mesafesine yaklaşır. Bu aşamadan sonra belirtilen F ilerleme değeri ile Z parametresinde belirtilen ölçü kadar delme işlemini gerçekleştirir. K parametresinde belirtilen değer kadar aynı deliği delme işlemi gerçekleştirilir. Eğer birden fazla delik delinecekse, G81 döngüsünün tekrar tekrar yazılmasına gerek yoktur. Çünkü G81 döngüsü de modal bir komuttur. G80 komutu

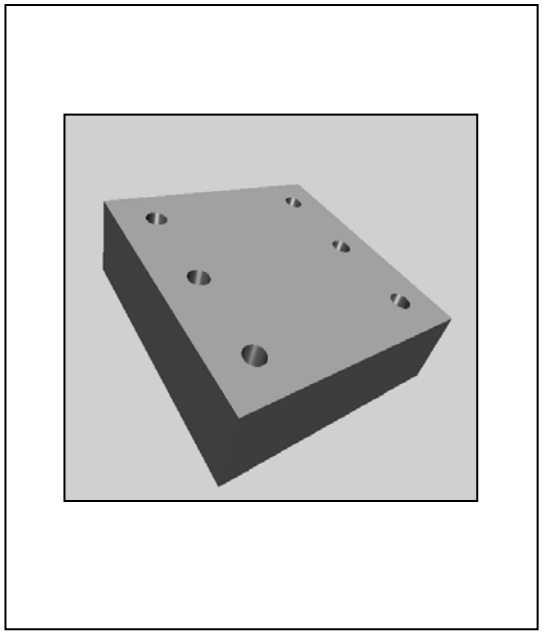
ile iptal edilene kadar G81 komutu aktiftir. Diğer delikleri işlemek için sadece bu deliklere ait koordinat değerlerini alt satırlarda yazmak yeterli olacaktır.

G81 delik delme döngüsü ile derinliği fazla olan deliklerin delinmesi önerilmez. Derin deliklerin delinmesinde G83 döngüsü kullanılır.

ÖRNEK 12:



Şekil 10.55: G81 için örnek parça



Şekil 10.56: Bitmiş parça

İşleme yönü →

Ham malzeme ölçüleri 100x100x20 mm

TAKIMLAR: 2) ø 5 punta matkabı
3) ø 8 matkap

```
N15 O0003;
N25 G54 G90;
N80 T02 M6;
N82 G94;
N85 G00 X15 Y15;
N90 G43 G0 Z10. H2 M3;
N95 G99 G90 G81 X15. Y15. Z–6. R3.  K1
    F200;
N105 Y50;
N110 Y85;
N115 X85;
N120 Y50;
N125 Y15;
N128 G80;
N130 G28;
N135 M05 M09;
N140 T03 M6;
N145 G94 F300 S2000 M03;
N148 G43 G0 Z10. H3 M8;
N150 G99 G90 G81 X15. Y15. Z–31. R3. K1
    F150;
N155 Y50;
N160 Y85;
N165 X85;
N170 Y50;
N175 Y15;
N178 G80;
N180 G28;
N185 M05 M30;
```

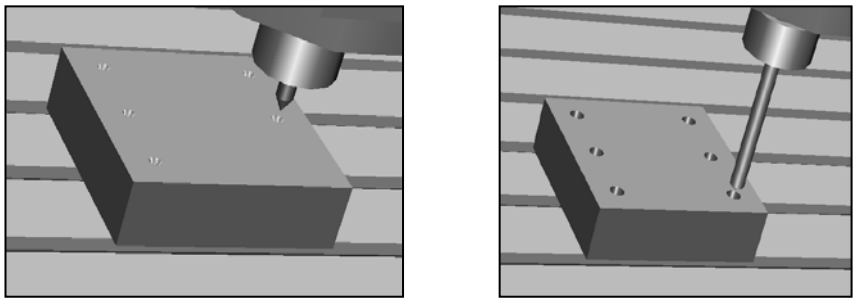
İşlem sırası:

2 nolu punta matkabıyla punta delikleri işlendi.

N95 G99 G90 G81 X15. Y15. Z–6. R3. K1 F200;

Son olarak da 3 nolu matkapla, G81 döngüsü kullanılarak delikler sırayla delindi. Delinen altı adet delik için ayrı ayrı G81 komutu kullanılmadı. G81 komutu modal olduğu için alt satırlarda sadece delik koordinatları yazıldı. G81 döngüsünü iptal etmek için ise G80 komutu kullanıldı.

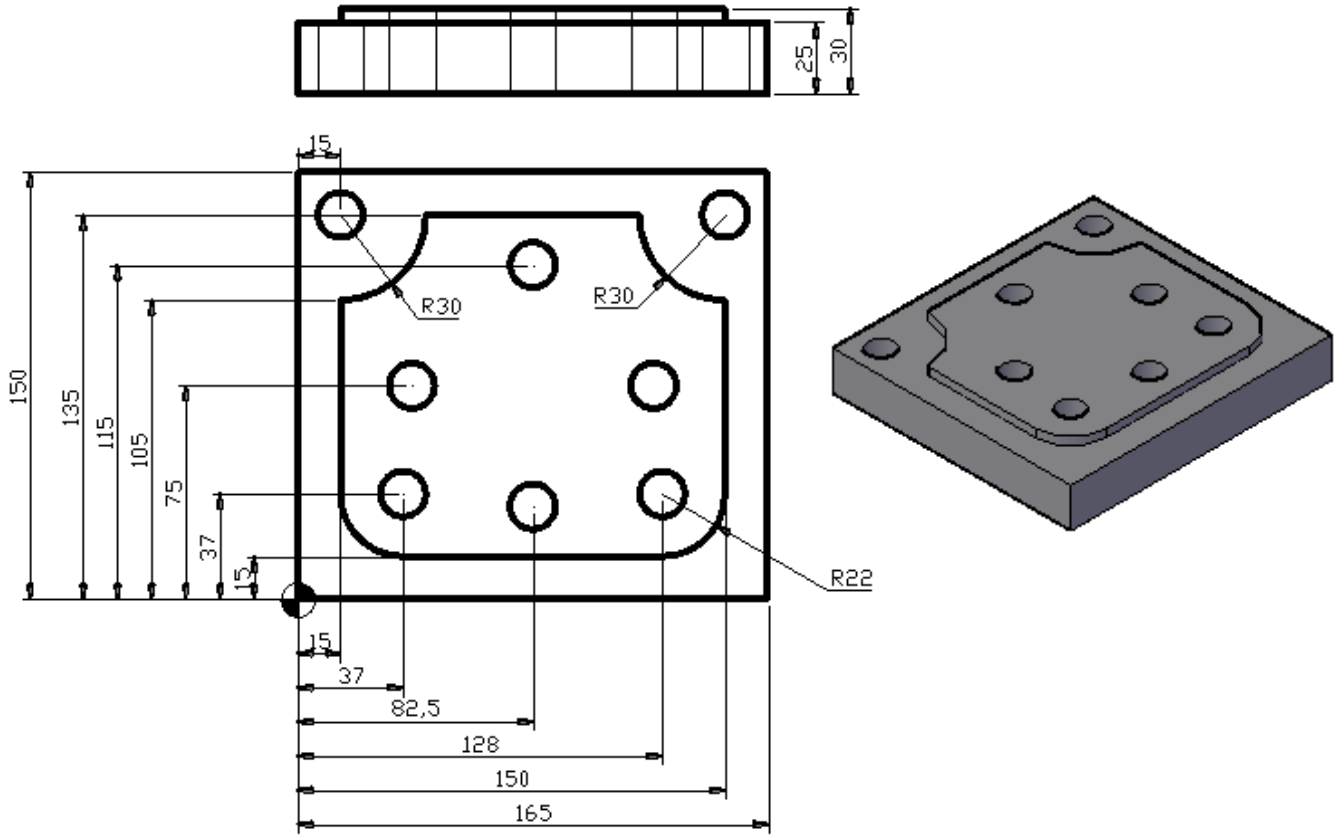
N150 G99 G90 G81 X15. Y15. Z–31. R3. K1 F150;
N155 Y50;
N160 Y85;
N165 X85;
N170 Y50;
N175 Y15;
N178 G80;



a **b**

Şekil 10.57: G81 ile deliklerin işlenmesi

UYGULAMA 29:

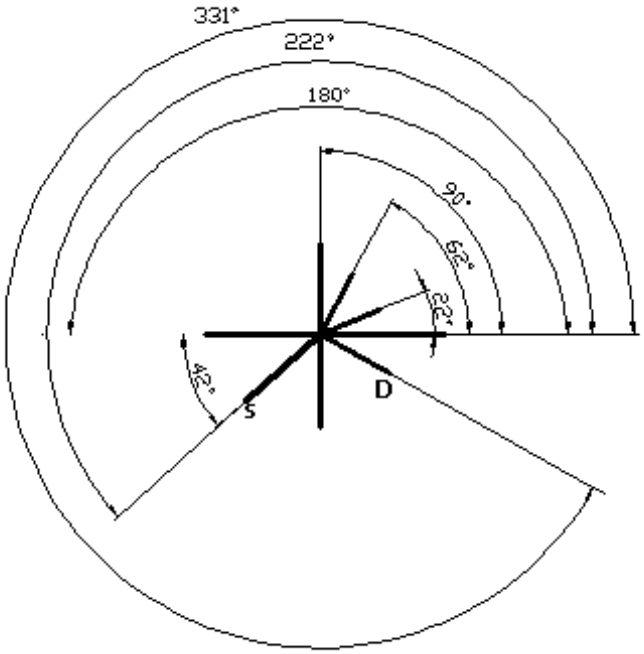


10. 9. G16 AÇISAL MOD

Polar koordinat sisteminde programlama yapabilmek için G16 komutu kullanılır.

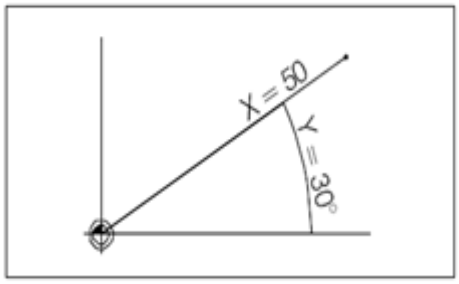
G16 komutundan sonra programda yazdığımız X değeri çizginin (veya hareketin) gerçek boyunu, Y değeri ise yatay düzlemle yaptığı açıyı gösterir. Bu açı değeri saat ibresi tersi yönde artarak devam eder.

G15 komutu: Polar koordinat sisteminden çıkarak tekrar kartezyen koordinat sistemine döner.



Şekil 10.58: Polar koordinat sisteminde açı değerleri

Örnek:

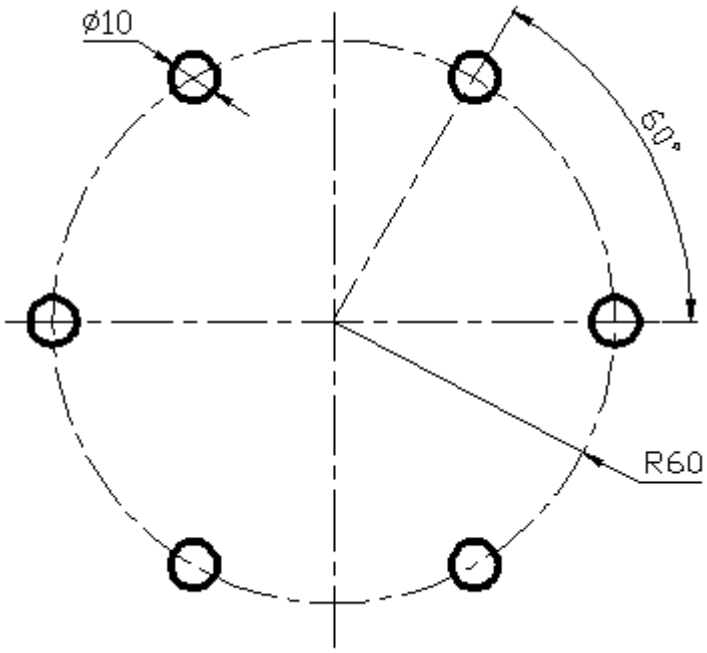


N75 G17 G16
N80 G01 X50 Y30
N85 G15

Kesicinin, orjinden 30^0 boyunca 50 mm hareket edeceğini ifade eder.

ÖRNEK **13:**

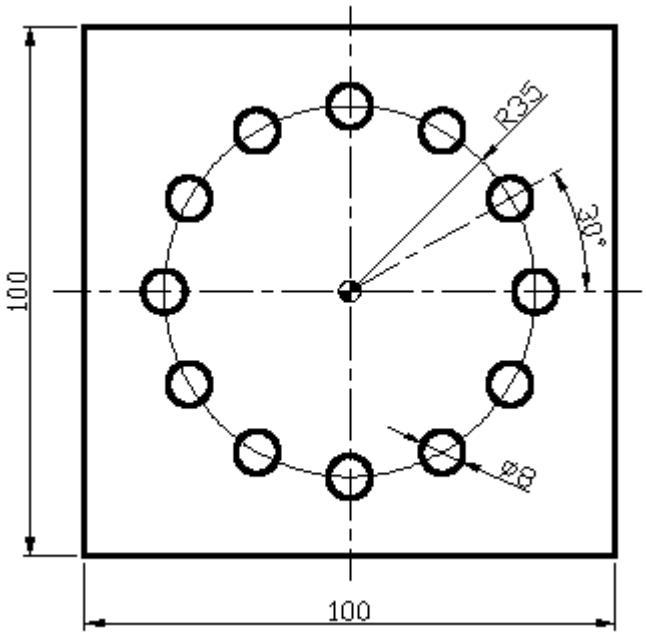
```
T02 M6;
G0 G90 G54 X0 Y0 M8;
G43 H1 Z3.M03 S1500;
G54 G90 G16 X60 Y0
G81 Y0 Z–2 R2 F800;
Y60
Y120
Y180
Y240
Y300
G80
G15
G00 Z100
M30
```



Şekil 10.59: Polar koordinat ile deliklerin işlenmesi

ÖRNEK 14:

```
O1258
G54
        T01 M6
        G94 F400
        S1000 M3
        G43 G00 Z5 H1
        G00 X0 Y0
G54 G90 G16 G00 X35 Y0
        G81 Y0 Z–12 R2 F400
Y30
Y60
Y90
Y120
Y150
Y180
Y210
Y240
Y270
Y300
Y330
G15 G80
G0 Z200
M05
M09
M30
```



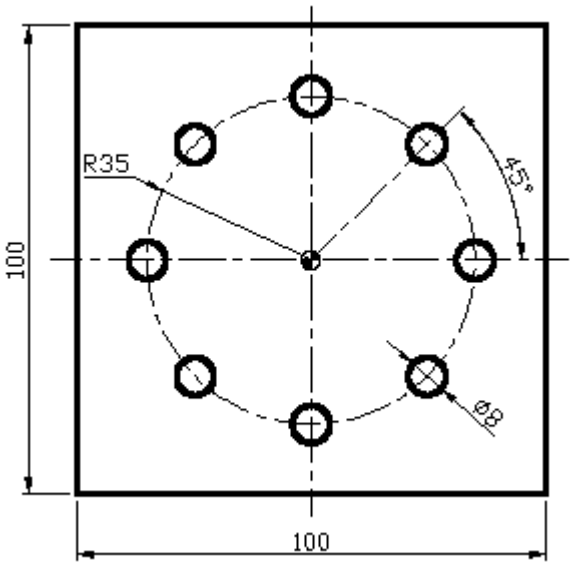
Şekil 10.60: Polar koordinat ile deliklerin işlenmesi

İşlem açıklaması: Matkap X0 Y0 konumuna alındı. G16 polar koordinat sistemine geçildi. Bu aşamada ilk delik X35 Y0 belirtildi. Yalnız bu işlemin G16 modunda yapıldığı unutulmamalı. X35 referansa olan uzaklığı, Y0 açı değeridir. İlk delik G81 komutuyla delindi.

Daha sonra Y satırında belirttiğimiz açı kadar hareket ederek delme işlemi gerçekleştirildi.

ÖRNEK 15:

```
        O1258
G54
        T01 M6
        G94 F400
        S1000 M3
        G43 G00 Z5 H1
        G00 X0 Y0
G54 G90 G16 X35 Y0
        G81 Z–12 R2 F400
G91 Y45 K7
G15 G80
G0 Z200
M05
M09
M30
```



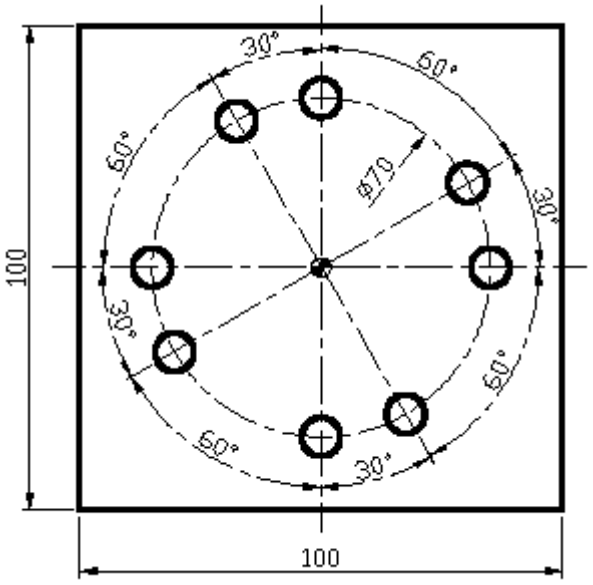
Şekil 10.61: Polar koordinat ile deliklerin işlenmesi

İşlem açıklaması: Matkap X0 Y0 konumuna alındı. G16 polar koordinat sistemine geçildi. Bu G16 modunda ilk delik X35 Y0 belirtildi. İlk delik G81 komutuyla delindi.

G91 Y45 K7 satırı ile artımsal olarak 45'şer derece ile ilk delikten sonra 7 delik (K7) delineceğini belirttik.

ÖRNEK 16:

```
O1258
G54
        T01 M6
        G94 F400
        S1000 M3
        G43 G00 Z5 H1
        G00 X0 Y0
G54 G90 G16 X35 Y0
        G81 Y0 Z–12 R2 F400
G91 Y30
Y60
Y30
Y60
Y30
Y60
Y30
G15 G80
G0 Z200
M05
M09
M30
```

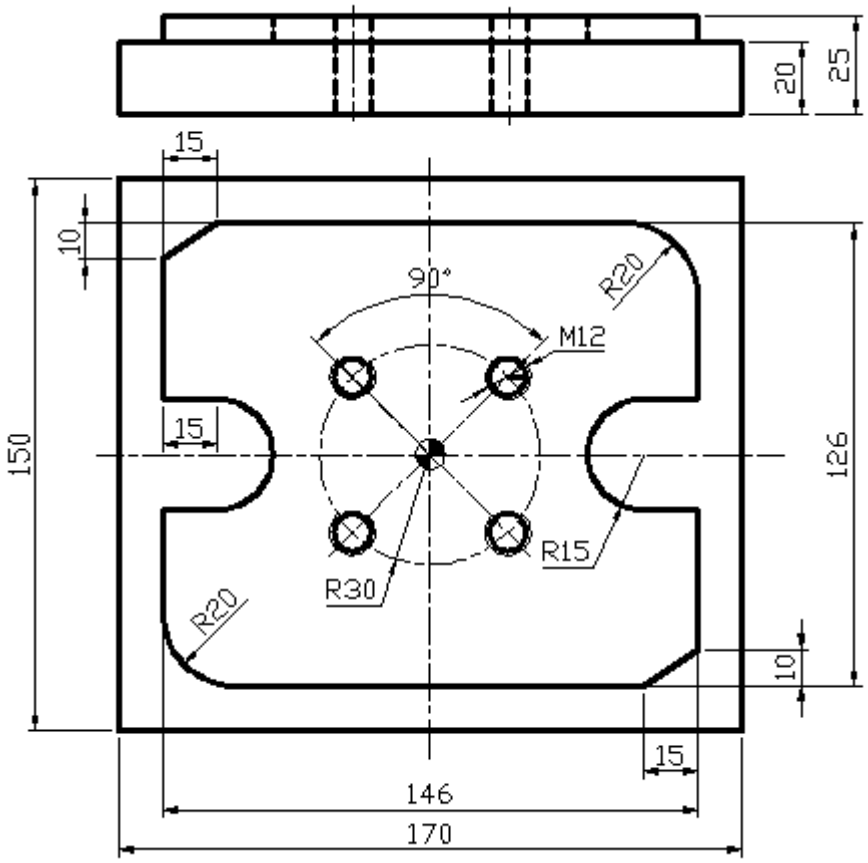


Şekil 10.62: Polar koordinat ile deliklerin işlenmesi

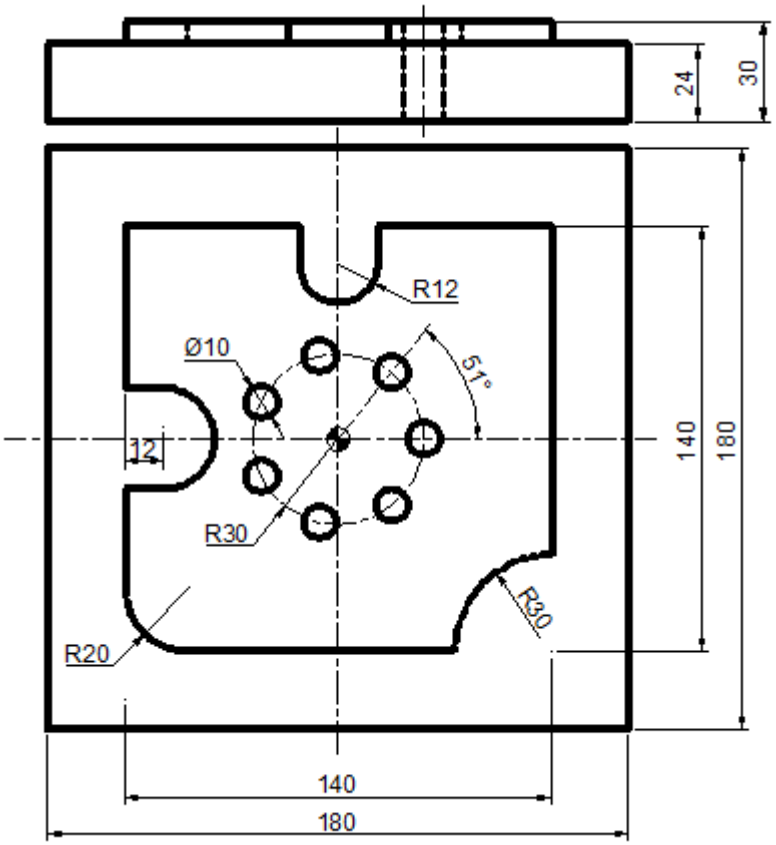
İşlem açıklaması: Matkap X0 Y0 konumuna alındı. G16 polar koordinat sistemine geçildi. Bu G16 modunda ilk delik X35 Y0 belirtildi. İlk delik G81 komutuyla delindi.

Daha sonra Y satırında belirttiğimiz açılar kadar artımsal hareket ederek delme işlemi gerçekleştirildi.

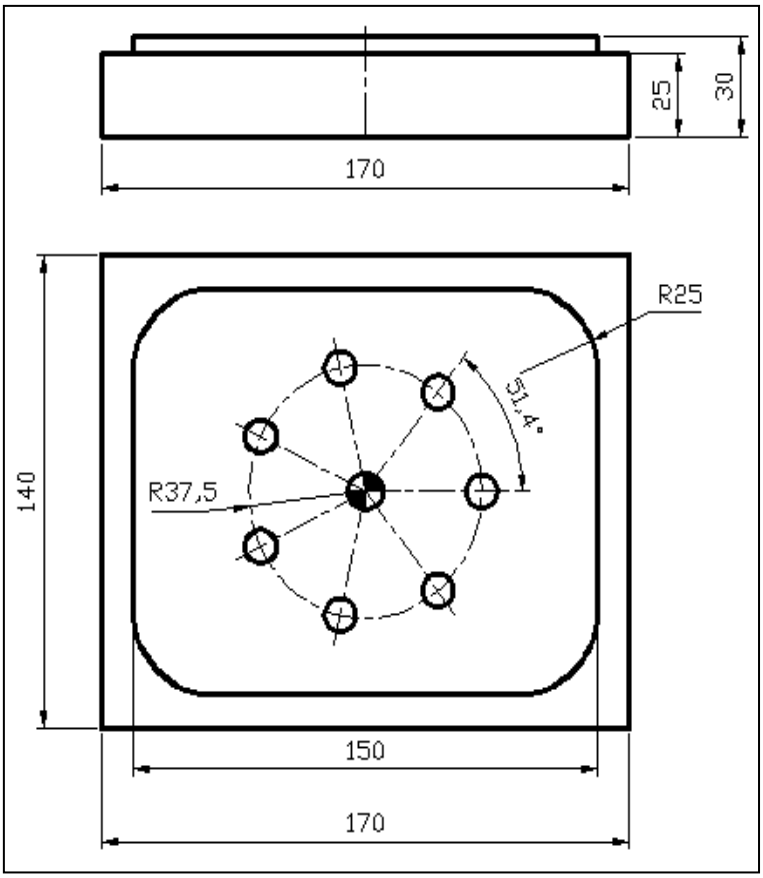
UYGULAMA 30:



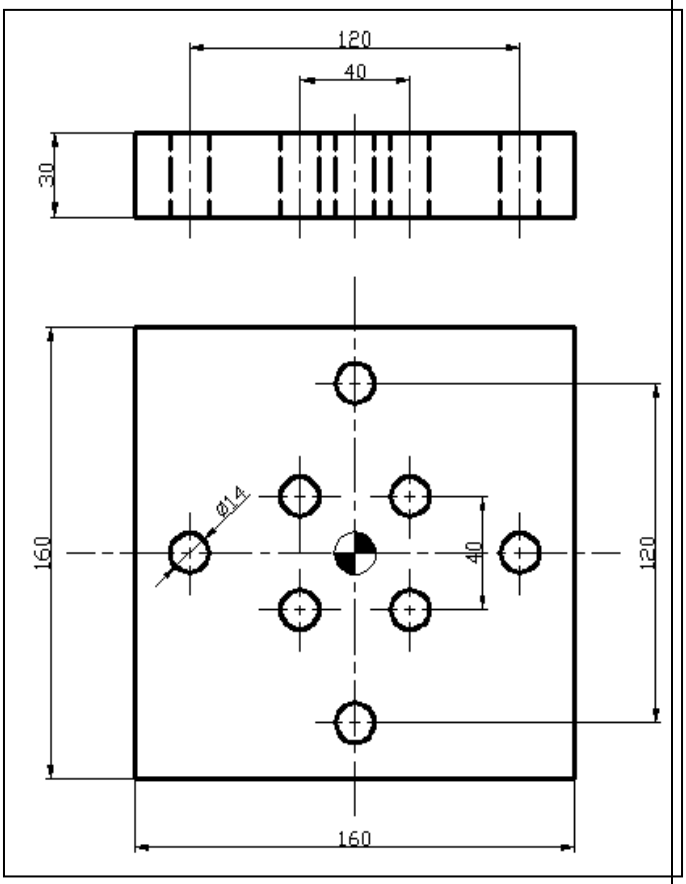
UYGULAMA 31:



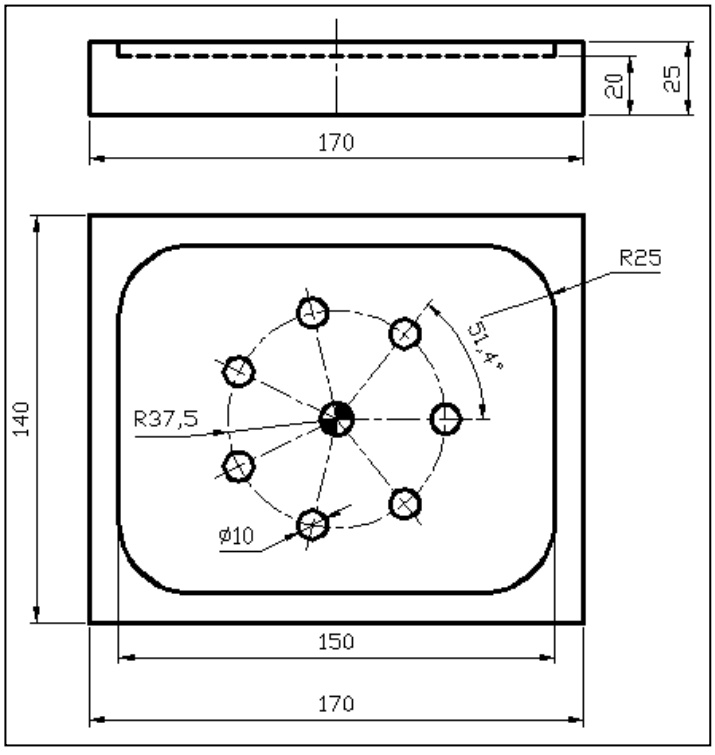
UYGULAMA 32:



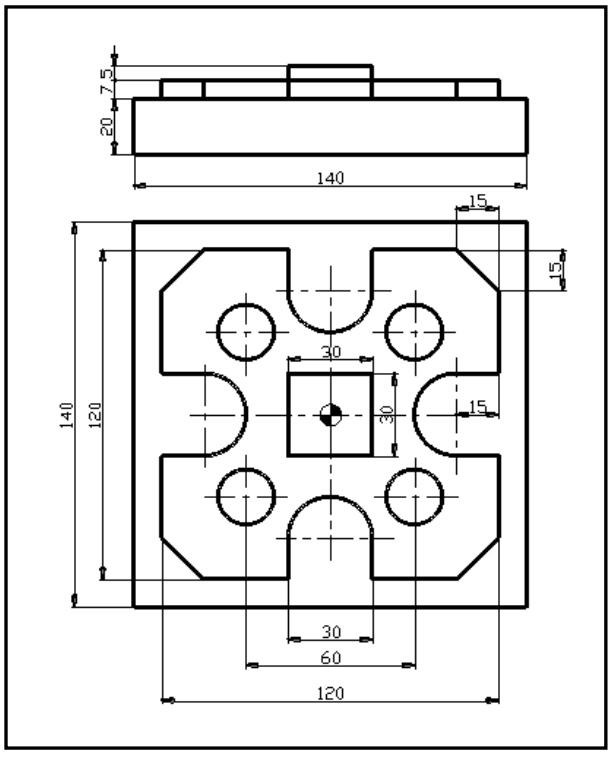
UYGULAMA 33:



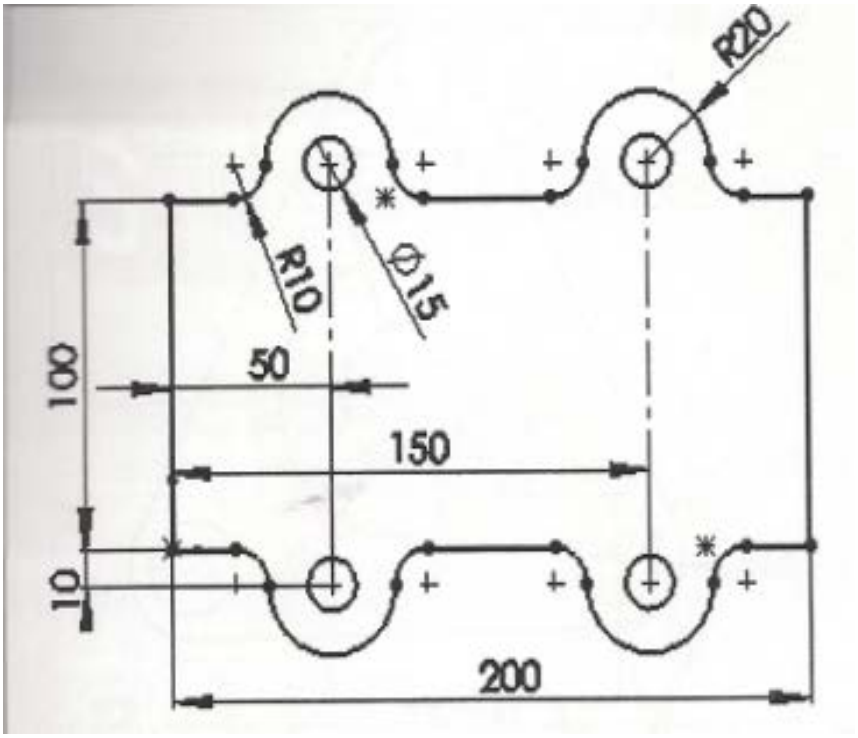
UYGULAMA 34:



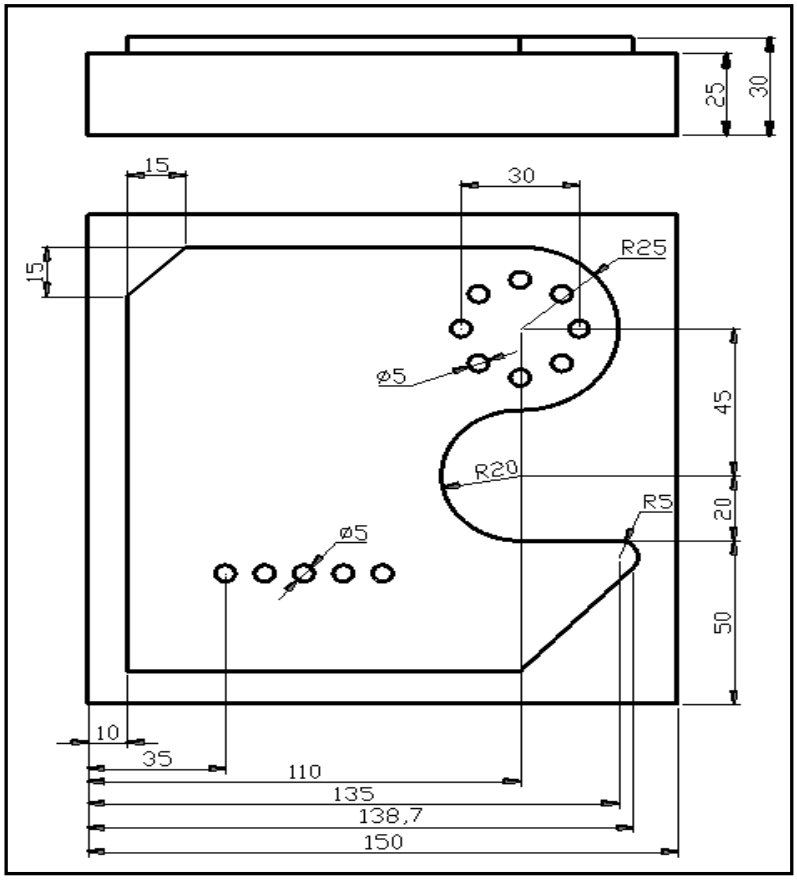
UYGULAMA 35:



UYGULAMA 36:



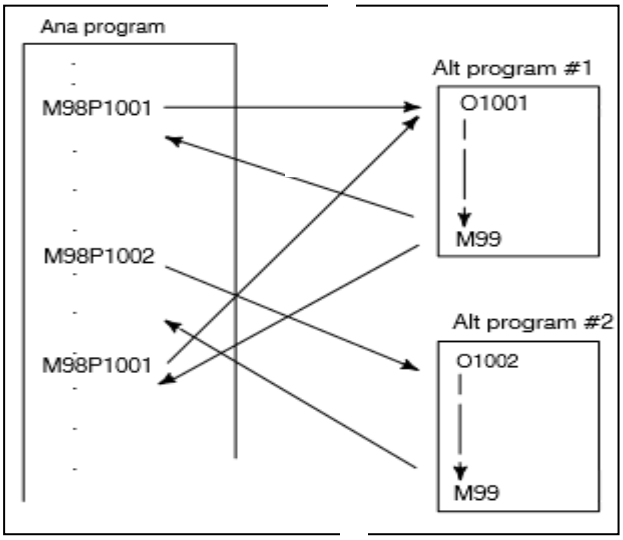
UYGULAMA 37:



10.10. ALT PROGRAMLAMA

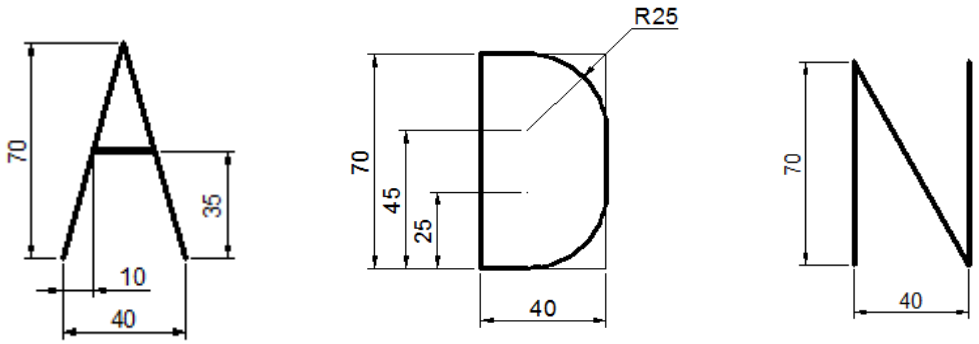
İş parçası tekrar eden şekiller veya tekrarlanan bir yol içeriyorsa bu sıra veya yol işleminin tümü için program yazılmaz. Tekrar eden her şekil için program yazılır. Bu programlara "Alt Programlar" denir. Bu programlar eklemeli olarak yazılır. Ayrıca bu programlarda takım no, ilerleme, devir sayısı gibi teknolojik bilgiler içermez. Sadece ana program bölümü vardır.

Alt programların kullanıldığı programlara "Ana Program" denir. İş parçasının üretimi için Ana Program çalıştırılır. Tekrar eden şekle geldiğinde o şekil için yazılmış alt program çağırılır. Alt programı çağırmak için ana program içerisinde M98 komutu kullanılır. Sistem alt programı çalıştırmaya başlar. Alt program sonunda ana programa dönmek için M99 komutu kullanılır. Bu işlem ana program yazımını oldukça kısaltır.



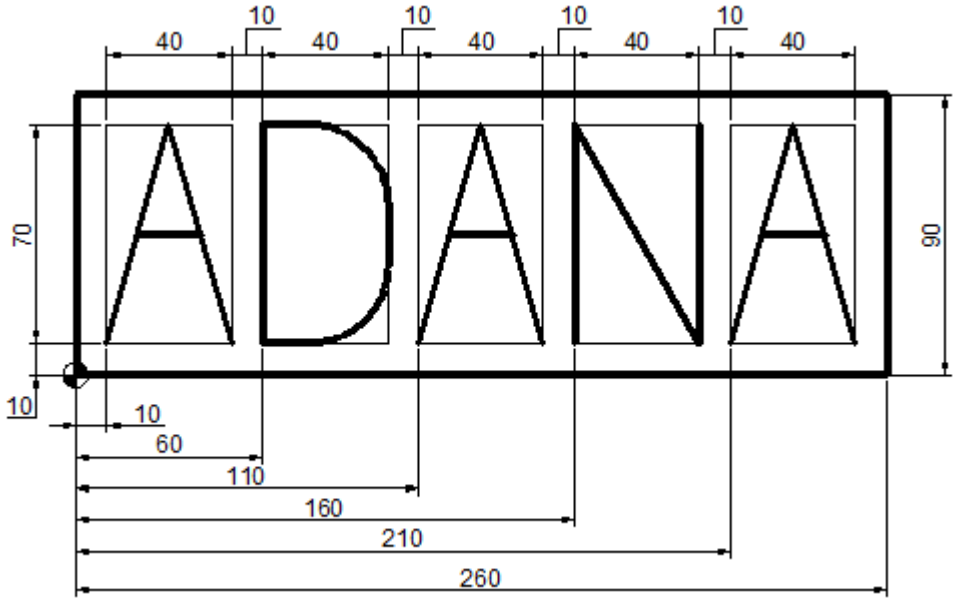
Şekil 10.63: Alt program çalışma sistemi

Örneğin ADANA yazısı yazacağımız zaman normal programla yazıldığı zaman A harfi 3 defa programlanır. Bu işlem programı uzatır. Bunun yerine her harf için bir alt program yazılır. Daha sonra ADANA yazısı için program yazımına geçilir.



Alt programlama tekniği kullanarak ADANA yazısını CNC tezgâhında yazalım. Yukarıdaki harfler incelendiğinde dış ölçülerinin hepsinin aynı olduğu görülür. Harflerin bu ölçülerini dikkate alarak aşağıdaki şablon oluşturuldu. Burada önemli olan harfler arasındaki boşluğun eşit olmasıdır.

ÖRNEK 17:



A HARFİ

```
O01
G01 Z-3
G91
G01 X20 Y70
      X10 Y-35
      X-20
      X20
      X10 Y-35
G90
G00 Z3
M99
```

D HARFİ

```
O04
G01 Z-3
G91
G01 Y70
      X15
G02 X25 Y-25 R25
G01 Y-20
G02 X-25 Y-25 R25
G01 X-15
G90
G00 Z3
M99
```

N HARFİ

```
O14
G01 Z-3
G91
G01 Y70
      X40 Y-70
      Y70
G90
G00 Z3
M99
```

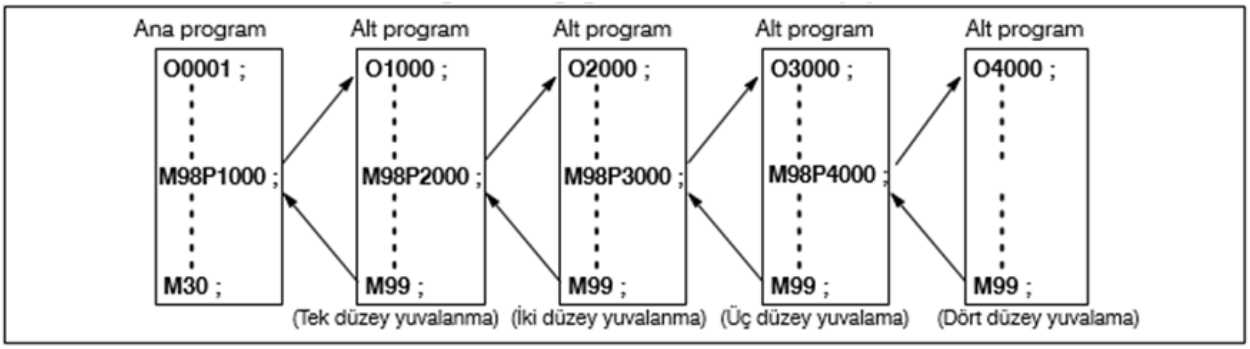
Yukarıda da görüldüğü gibi alt programlar eklemeli yazılır.

Bu şekilde yazılan alt programları ana program içerisinde istediğimiz sayıda kullanabiliriz. Bu örneğimizde A harfi üç defa tekrar edecektir. Lazım olduğunda sadece alt programı çağırmamız yetecektir.

ANA PROGRAM (ADANA)

```
G54 G90
 T1 M6
 G94 F350
 M3 S2000
 G43 G0 Z10 H1
 G00 X10 Y10
 G00 Z2
 M98 P1 ( 1. A harfi )
 G00 X60 Y10
 M98 P4   ( D harfi)
 G00 X110 Y10
 M98 P1 ( 2. A harfi )
 G00 X160 Y10
 M98 P14 ( N harfi )
 G00 X210 Y10
 M98 P1 ( 3. A harfi)
 G00 Z200
 M5 M9
  M30
```

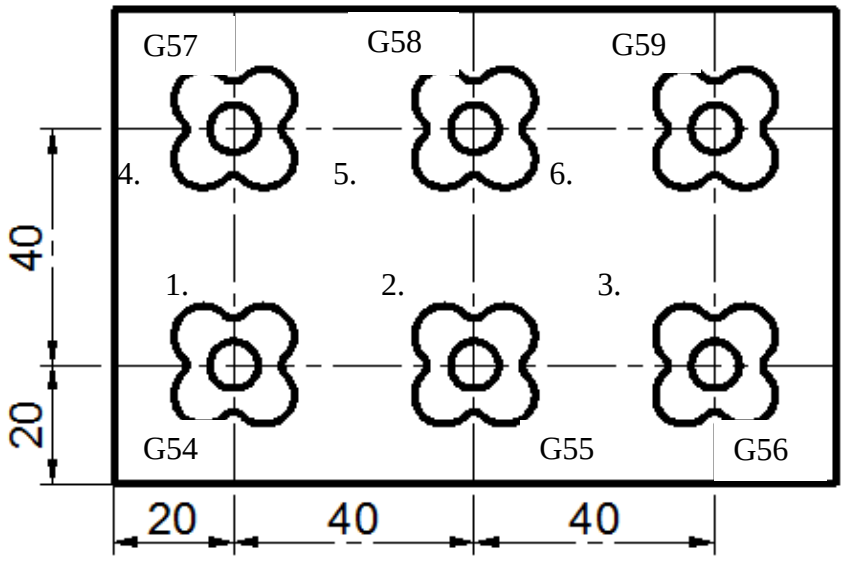
Çalıştırılan bir alt program içerisinden ayrıca diğer bir alt programda açılabilir. Fakat birbiri içerisinde en fazla 4 adet alt program açılabilir. Ana program içerisinde ise birbirinden bağımsız istediğimiz kadar alt program açabiliriz.



Şekil 10. 64: Birbiri içerisinde alt program çalıştırması

10.11. G52 REFERANS NOKTASI KAYDIRMA

İş parçası üzerindeki referans noktası tezgâhta G54 olarak tanıtılır. Bazı durumlarda ikinci veya daha çok referans noktası tanıtmak gerekebilir. Bunlarda G55, G56, G57, G58 ve G59 noktası olarak tanıtılır.



Şekil 10 65: Birden fazla referans noktasının kullanılması

Bu işlemin dışında ikinci bir yolda; ikinci bir referans noktası gerektiğinde G52 komutu İle referans noktası kaydırılır.

Örneğin yukarıdaki şekilde referans noktası 1. şeklin merkezi olsun. Buna göre 1. şekil programlanır. Daha sonra program içerisinde referans noktası

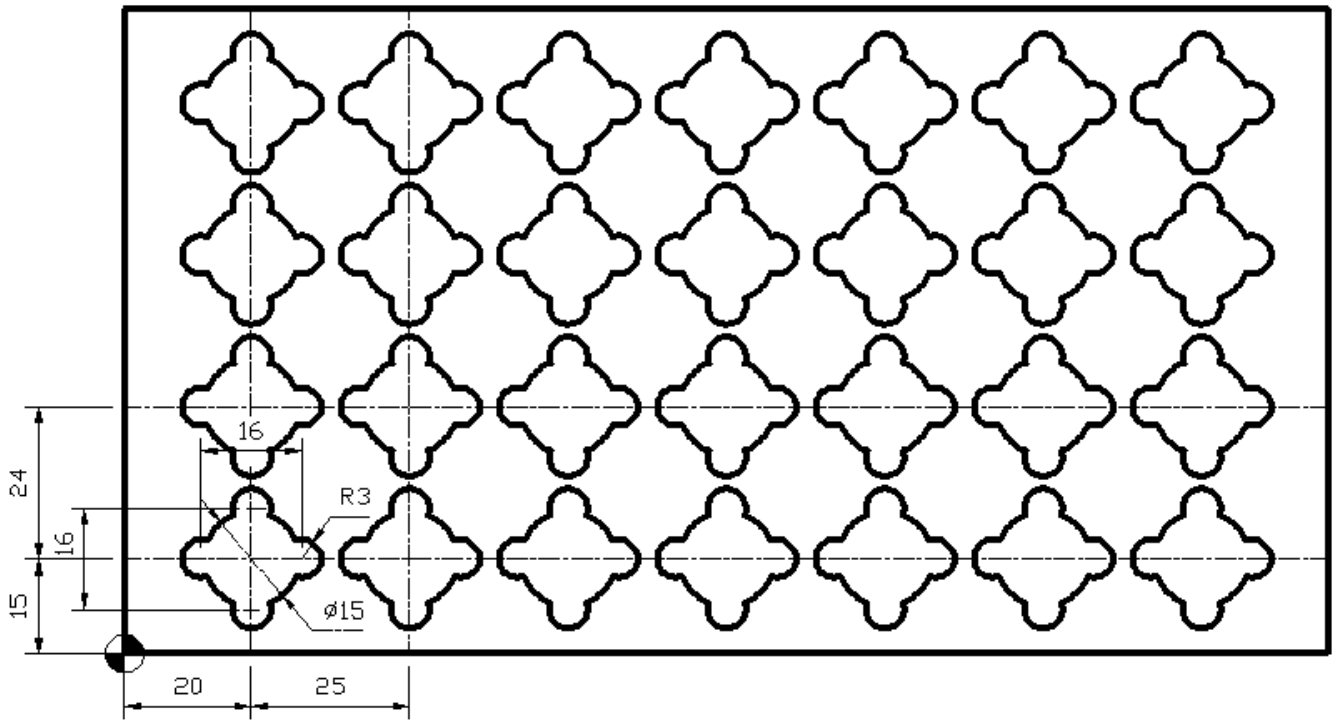
G52 X40 Y0

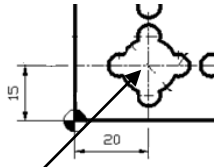
Komutu ile kaydırılır. Artık referans noktası 2. şeklin merkezidir. Dolayısı ile ilk şekil için yazılan program aynen 2. şekil için kopyala- yapıştır ile alınır. Bu metotla diğer şekillerde işlenir.

Bu işlemin bize faydası ilk şekil için yazılan program hiçbir değişikliğe uğramadan diğer şekiller içinde kullanılmasıdır.

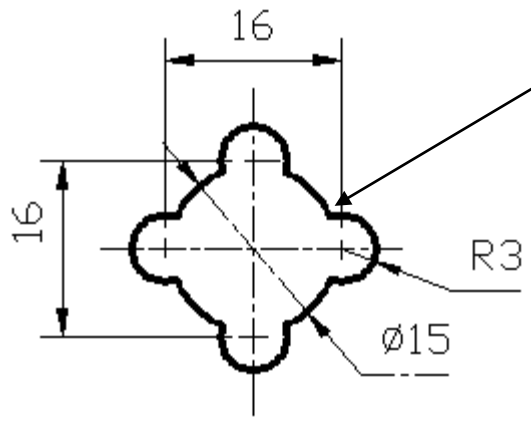
G52 REFERANS KAYDIRMA ve ALT PROGRAMLAMA UYGULAMASI

ÖRNEK 18:





Küçük şekli içeren bir alt program yazın.
(Aşağıdaki ana programı inceleyin. Bu alt programdan önce X20 Y15 e mutlak olarak gidildi. Alt programda ise eklemeli olarak aşağıda okla gösterilen yere gidildi.)

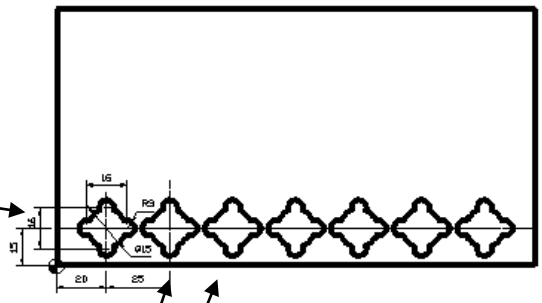



```
O4444
G91
G01 X6.9 Y2.94
Z–2.8
G03 X–3.96 Y3.96 R15
G03 X–5.88 Y0 I–2.94 J0.6
G03 X–3.96 Y–3.96 R15
G03 X0 Y–5.88 I–0.6 J–2.94
G03 X3.96 Y–3.96 R15
G03 X5.88 Y0 I2.94 J–0.6
G03 X3.96 Y3.96 R15
G03 X0 Y5.88 I0.6 J2.94
G00 Z2.8
G90
M99
```

Sonra birinci satırı işleyen bir alt program yazın. Bu alt programda ilk yazdığınız alt programı kullanın.

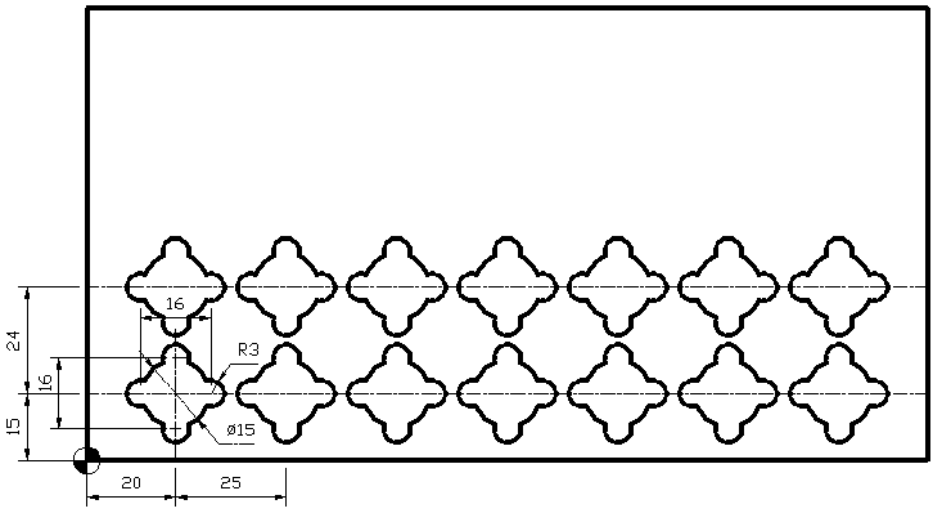
(Alt program içinde alt program)

```
O3333
G00 X20 Y15
G00 Z2
M98 P4444
G00 X45 Y15
M98 P4444
G00 X70 Y15
M98 P4444
G00 X95 Y15
M98 P4444
G00 X120 Y15
M98 P4444
G00 X145 Y15
M98 P4444
G00 X170 Y15
M98 P4444
G00 X0 Y0
M99
```



Ana programda O3333 nolu alt programı çağırarak birinci satırın tamamını işlenir.

İkinci satırı işlemek için G52 komutu ile referans kaydırdım. O3333 nolu alt programı çağırdım. İkinci satır işlendi.



3. ve 4. satırlarda aynı 2. satır gibi işledim.

Programın tamamı aşağıdaki gibidir.

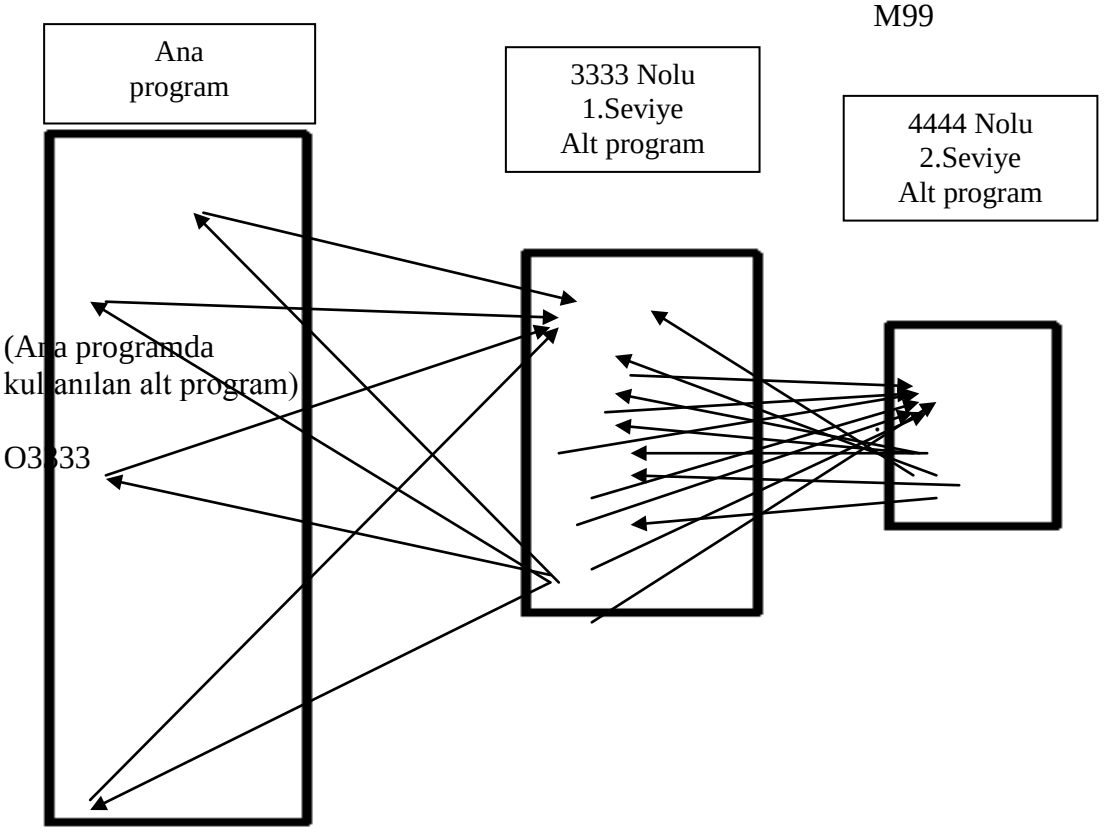
```
ANA PROGRAM

G54 G90
 T1 M6
 G94 F350
 M3 S2000
 G43 G0 Z10 H1
 G00 X20 Y15
 G00 Z2
 M98 P3333      (1.satır)
 G52 X0 Y24
 M98 P3333      (2.satır)
 G52 X0 Y48
 M98 P3333      (3.satır)
 G52 X0 Y72
 M98 P3333      (4.satır)
 G52 X0 Y0
 G00 Z200
 M5 M9
 M30
```

```
O3333
 G00 X20 Y15
 G00 Z2
 M98 P4444
 G00 X45 Y15
 M98 P4444
 G00 X70 Y15
 M98 P4444
 G00 X95 Y15
 M98 P4444
 G00 X120 Y15
 M98 P4444
 G00 X145 Y15
 M98 P4444
 G00 X170 Y15
 M98 P4444
 G00 X0 Y0
 M99
```

```
(Alt programda kullanılan
alt program)

O4444
G91
G01 X6.9 Y2.94
Z–2,8
G03 X–3.96 Y3.96 R15
G03 X–5.88 Y0 I–2.94
J0.6
G03 X–3.96 Y–3.96 R15
G03 X0 Y–5.88 I–0,6 J–
2.94
G03 X3.96 Y–3.96 R15
G03 X5.88 Y0 I2.94 J–
0,6
G03 X3.96 Y3.96 R15
G03 X0 Y5.88 I0.6 J2.94
G00 Z2.8
G90
M99
```

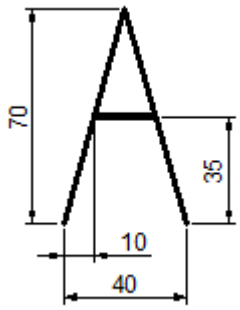


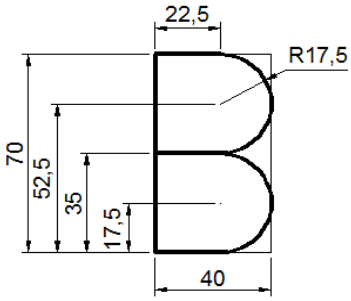
Şekil 10.66 Yapılan programın şematik olarak gösterimi

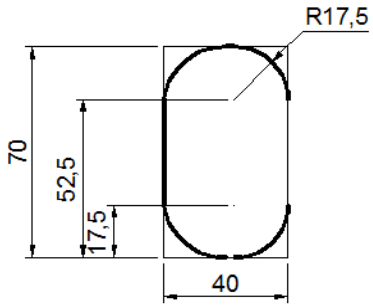
Açıklama: Ana program 3333 nolu programı 4 defa çalıştırır. 3333 nolu programda her çalıştırıldığında 4444 nolu programı 7 defa çalıştırır. Aslında şekil 4444 nolu programdır. Bu program sonuçta 28 defa tekrarlanmıştır.

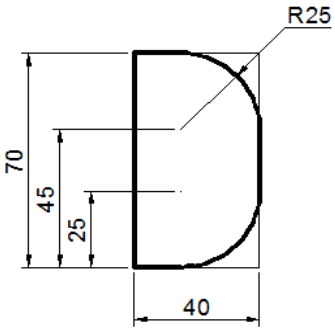
G52 komutunun uygulamasına da dikkat edilmelidir.

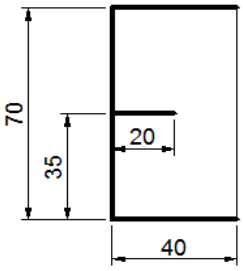
Aşağıda verilen harfleri kullanarak istediğiniz kelimeleri alt programlama ile yazınız.

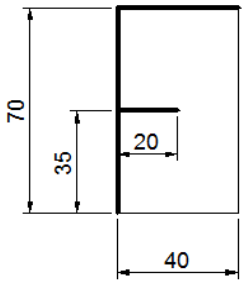


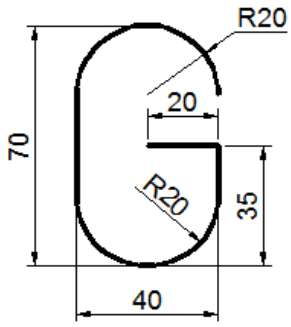


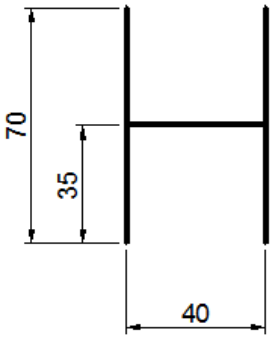


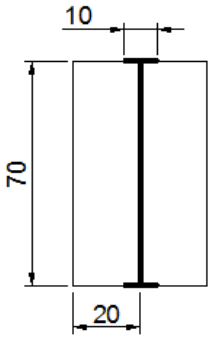


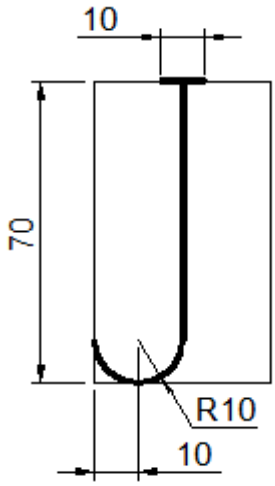


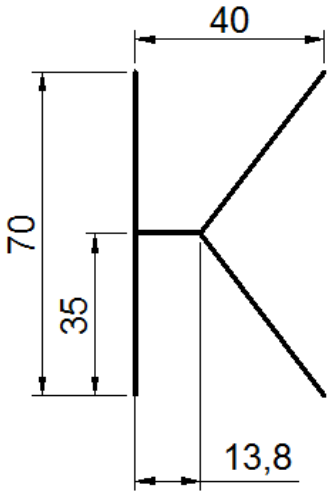


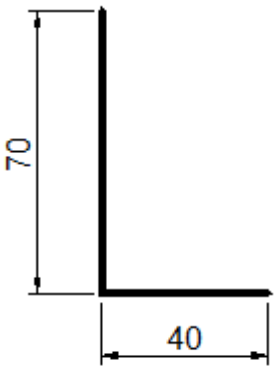


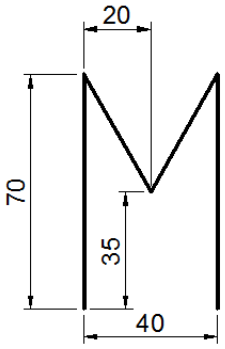


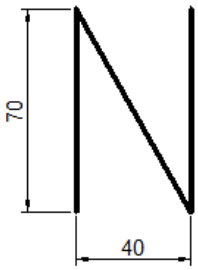


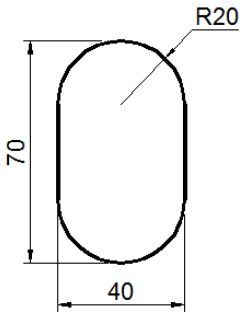


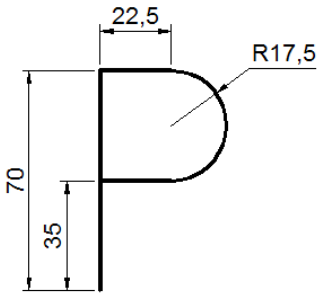


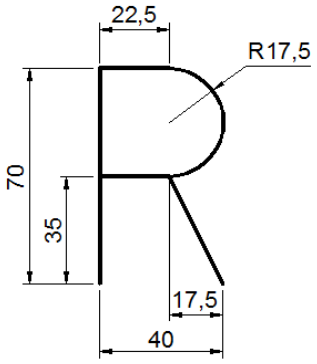


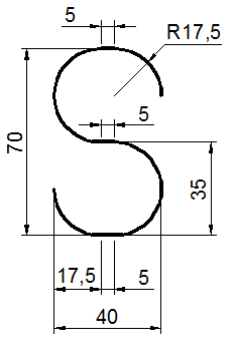

20
70
35
40

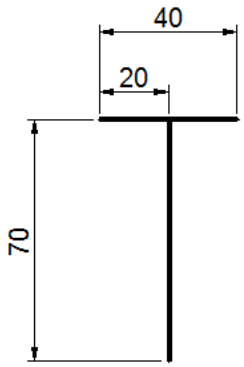

70
40

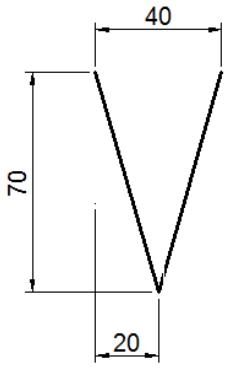

R20
70
40

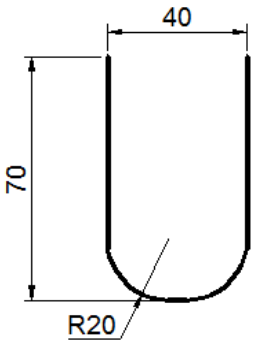

22,5
R17,5
70
35

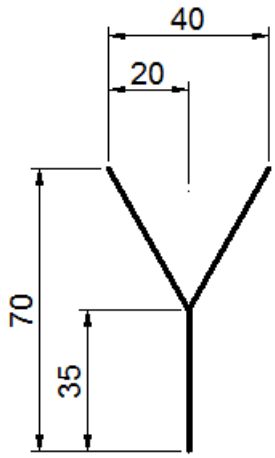

22,5
R17,5
70
35
17,5
40

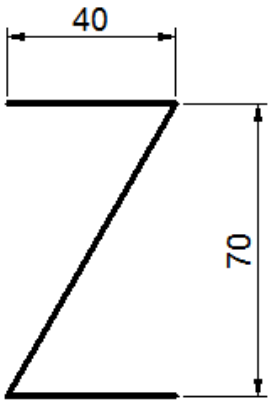

5
R17,5
5
70
35
17,5
5
40


40
20
70


40
70
20


40
70
R20


40
20
70
35

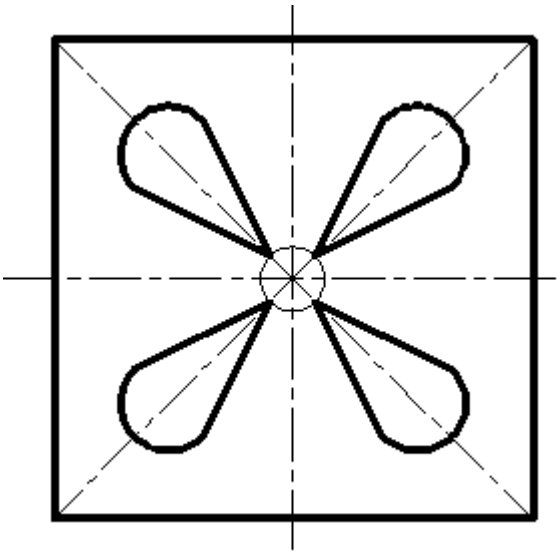

40
70

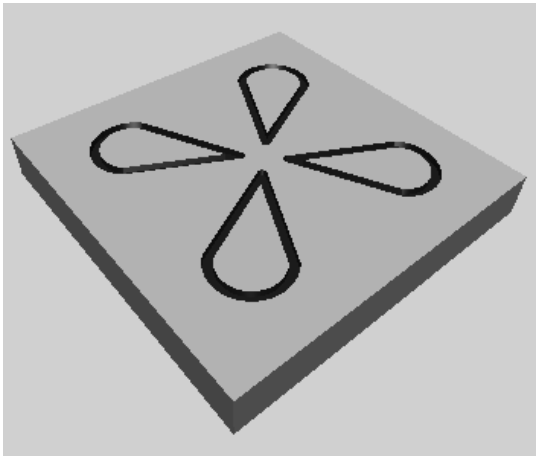
10.12. G51 AYNALAMA (MİRROR)

Yazılmış olan programın tamamını veya istenilen kısmının aynalanmasını sağlar. Simetrik parçalarda kullanılır. CAD-CAM programlarındaki "Mirror" komutu gibidir.

Aynalama işlemi bittikten sonra G50 ile aynalama komutu iptal edilir.

(Not: CNC tezgâhınız G51 komutunu kabul etmezse **G51.1** olarak kullanınız. İptal içinse **G50.1** olur)





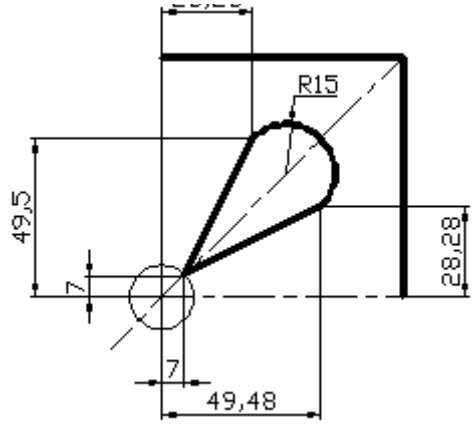
Şekil 10 67: Aynalama komutu örnek parça

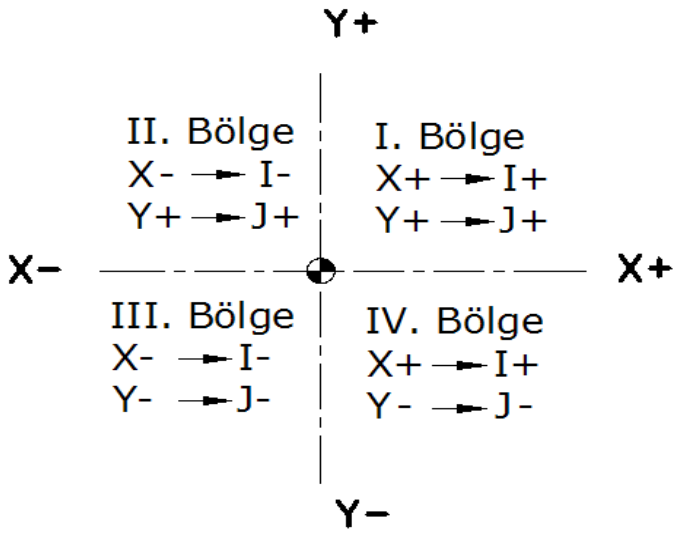
Yukarıdaki şekil, X ve Y eksenlerinin
Her ikisinde de simetriktir.

Bu parçanın programlanmasında yanda olduğu gibi
1. bölgenin programını yazmamız yetecektir.

Daha sonra bu şekli 2. bölgeye, 3. bölgeye ve
4. bölgeye aynalayacağız.

Bu işlemden önce bölgeleri ve eksen adlarını
Tekrar hatırlayalım.





X ve Y ana eksenlerimizdir. Program içerisinde aynı satırda ikinci X yerine I anahtarını, ikinci Y yerine ise J anahtarı kullanılır.

Aynalama için kullanacağımız G51 komutu da bölge seçimlerini I ve J anahtarları ile gerçekleştiriyor.

I + , J + I.Bölge
I - , J + II.Bölge
I - , J - III.Bölge
I + , J - IV.Bölge

```
N417 G00 X0 Y0
N420 G00 X7 Y7
N425 G00 Z3
N430 G01 Z-3
N435 X49.48 Y28.28
N440 G3 X28.26 Y49.5 I-10.61 J10.61
N445 G1 X7 Y7
N450 G0 Z5
N455 G0 X0 Y0
```

Yandaki komutlar ile program I. Bölgeye uygulanır.

```
N460 G51 X0 Y0 I–1000 J1000
```

I. Bölgeye uyguladıktan sonra yandaki G51 komut satırını yazıyoruz.

Burada X0 Y0 aynalama merkezini
I - , J+ ise II. bölgenin kullanılacağını anlatmaktadır.

Daha sonra yukarıdaki I. Bölgeye uyguladığımız programı kopyala-yapıştır yapıyoruz.

Program ikinci bölgeye uygulanmış olur

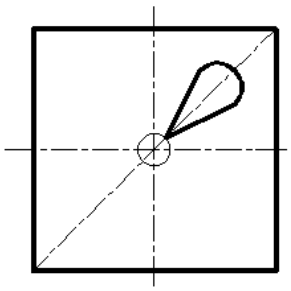
```
N420 G00 X7 Y7
N425 G00 Z3
N430 G01 Z–3
N435 X49.48 Y28.28
N440 G3 X28.26 Y49.5 I–10.61 J10.61
N445 G1 X7 Y7
N450 G0 Z5
N455 G0 X0 Y0
```

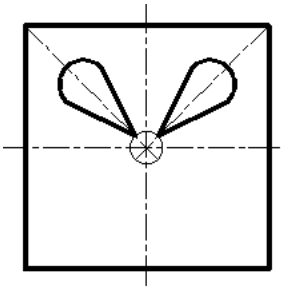
```
N460 G51 X0 Y0 I–1000 J–1000          I- , J- ; III. bölge
N420 G00 X7 Y7
N425 G00 Z3
N430 G01 Z–3
N435 X49.48 Y28.28
N440 G3 X28.26 Y49.5 I–10.61 J10.61
N445 G1 X7 Y7
N450 G0 Z5
N455 G0 X0 Y0
```

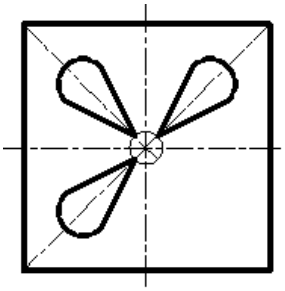
```
N460 G51 X0 Y0 I1000 J–1000           I+ , J- ; IV. bölge
N420 G00 X7 Y7
N425 G00 Z3
N430 G01 Z–3
N435 X49.48 Y28.28
N440 G3 X28.26 Y49.5 I–10.61 J10.61
N445 G1 X7 Y7
N450 G0 Z5
N455 G0 X0 Y0
```

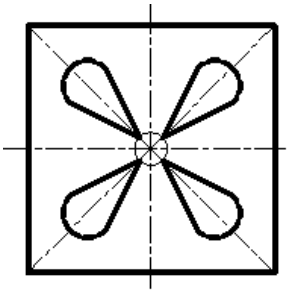
Programın tamamı aşağıdaki gibidir.

ÖRNEK 20:
N395 G54 G90
N400 T1 M6
N405 G94 F300
N410 M3 S1500
N415 G43 G00 Z20 H1
N417 G00 X0 Y0
N420 G00 X7 Y7
N425 G00 Z3
N430 G01 Z–3
N435 X49.48 Y28.28
N440 G3 X28.26 Y49.5 I–10.61 J10.61
N445 G1 X7 Y7
N450 G0 Z5
N455 G0 X0 Y0
N460 G51 X0 Y0 I-1000 J1000
N420 G00 X7 Y7
N425 G00 Z3
N430 G01 Z-3
N435 X49.48 Y28.28
N440 G3 X28.26 Y49.5 I-10.61 J10.61
N445 G1 X7 Y7
N450 G0 Z5
N455 G0 X0 Y0
N460 G51 X0 Y0 I-1000 J-1000
N420 G00 X7 Y7
N425 G00 Z3
N430 G01 Z-3
N435 X49.48 Y28.28
N440 G3 X28.26 Y49.5 I-10.61 J10.61
N445 G1 X7 Y7
N450 G0 Z5
N455 G0 X0 Y0
N460 G51 X0 Y0 I1000 J-1000
N420 G00 X7 Y7
N425 G00 Z3
N430 G01 Z-3
N435 X49.48 Y28.28
N440 G3 X28.26 Y49.5 I-10.61 J10.61
N445 G1 X7 Y7
N450 G0 Z200
N455 M5
N465 M9
N470 M30

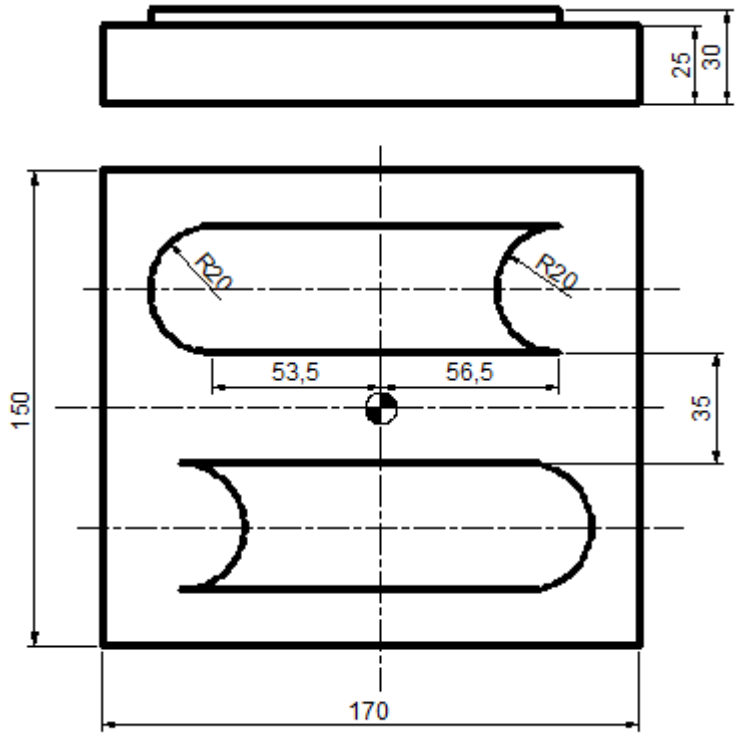




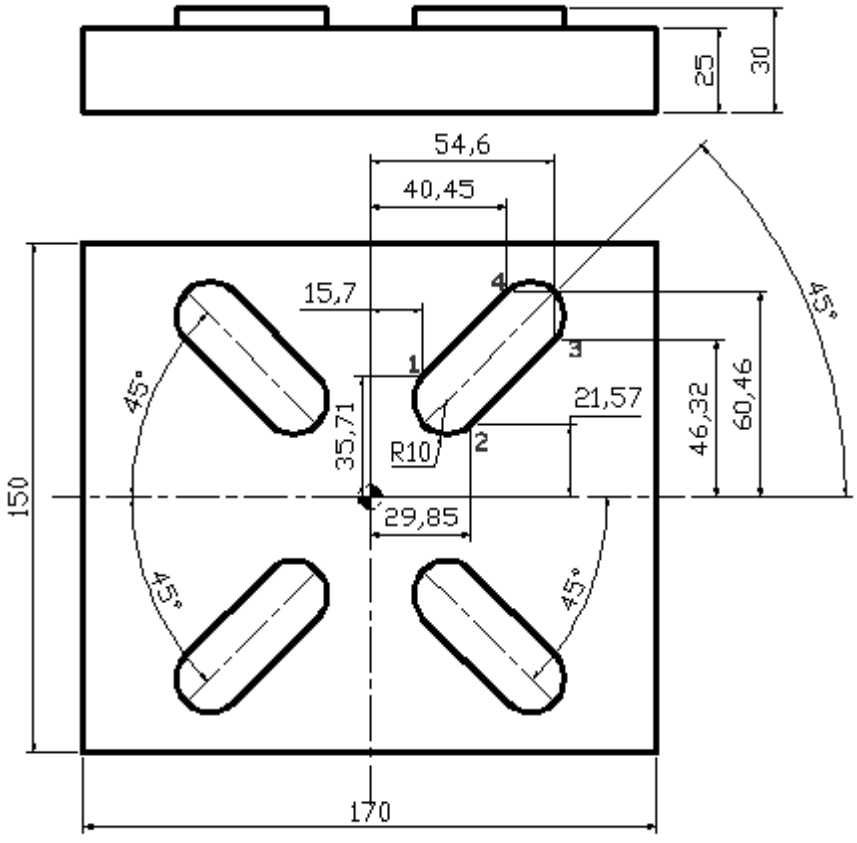




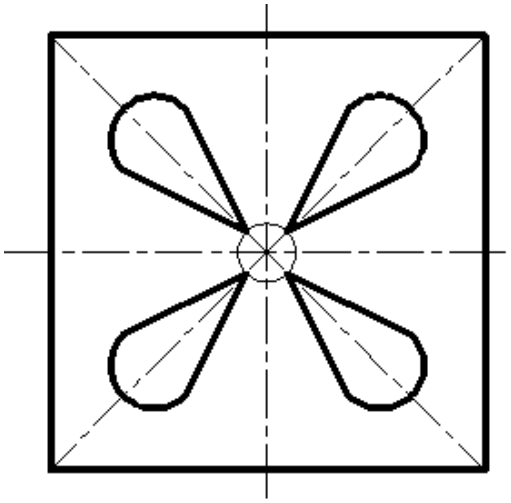
UYGULAMA 38:

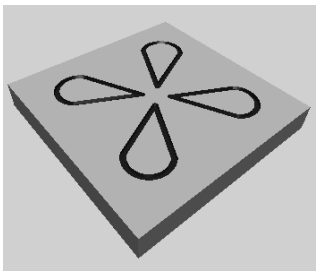


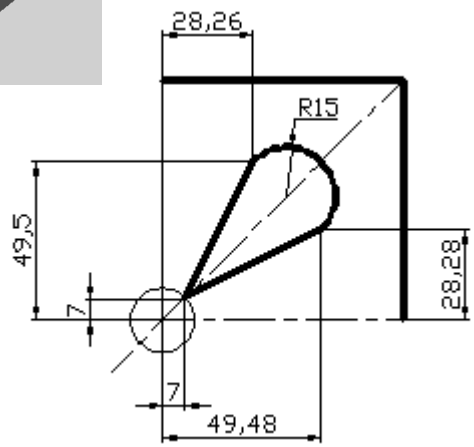
UYGULAMA 39:



10.13. ALT PROGRAMLAMA İLE AYNALAMA (ÖRNEK 23:)







Tekniği ve aynalama komutlarını birlikte Kullanarak yapalım.

ALT PROGRAM

O5000
G00 X7 Y7
G00 Z3
G01 Z–3
G01 X49.48 Y28.28
G3 X28.26 Y49.5 I–10.61 J10.61
G1 X7 Y7
G0 Z5
M99

ANA PROGRAM

N395 G54 G90
N400 T1 M6
N405 G94 F300
N410 M3 S1500
N415 G43 G00 Z20 H1
N417 G00 X0 Y0
N420 M98 P5000
N455 G0 X0 Y0
N460 G51 X0 Y0 I–1000 J1000
N465 M98 P5000
N455 G0 X0 Y0
N460 G51 X0 Y0 I–1000 J–1000
N465 M98 P5000
N455 G0 X0 Y0
N460 G51 X0 Y0 I1000 J–1000
N465 M98 P5000
N470 G50
N450 G0 Z200
N455 M5
N465 M9
N470 M30

Alt program genelde eklemeli modda yazılır. Fakat biz burada mutlak programlamayı kullanıyoruz. G90 komutunu ana program içerisinde kullandık. Herhangi bir yerde G91 demediğimiz için G90 devam eder.

I. Bölge

II. Bölge

III. Bölge

VI. Bölge

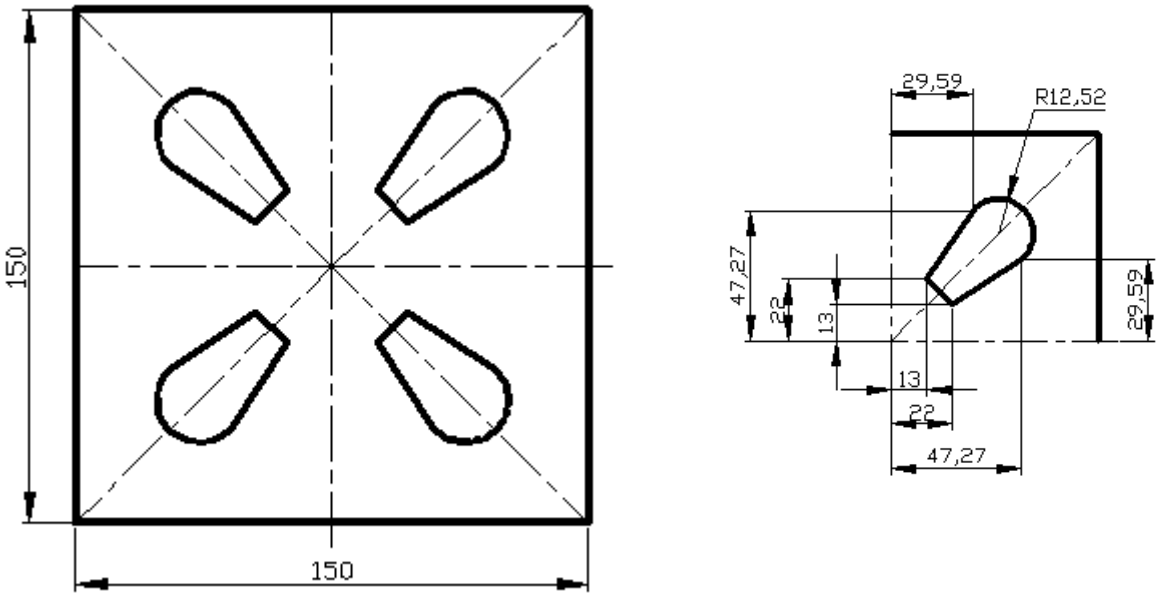
10.14. G68 DÖNDÜRME (ROTATE)

Yazılmış olan programın tamamını veya istenilen kısmının belirli bir açıda döndürülerek uygulanmasını sağlar. CAD-CAM programlarındaki “Rotate” komutu gibidir.

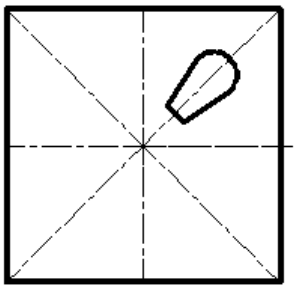
G68 X….. Y….. R…

X ve Y : Döndürme merkezi koordinatları
R : Döndürme açısı

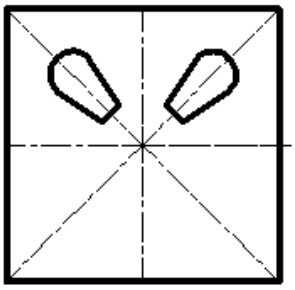
ÖRNEK 24:



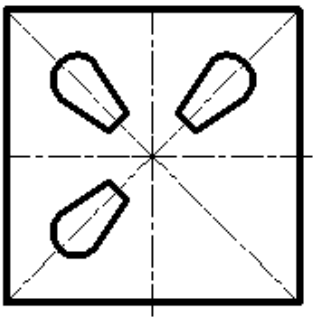
G00 Z3
G00 X22 Y13
G01 Z–3
G01 X47.27 Y29.59
G03 X29.59 Y47.27 R12.52
G01 X13 Y22
G01 X22 Y13
G00 Z5



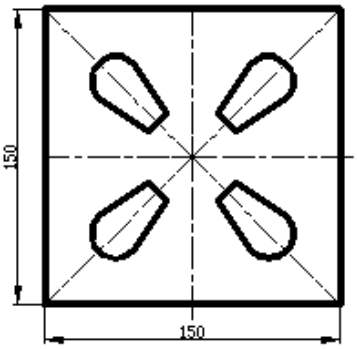
G00 Z3
G68 X0 Y0 R135
G00 X22 Y13
G01 Z–3
G01 X47.27 Y29.59
G03 X29.59 Y47.27 R12.52
G01 X13 Y22
G01 X22 Y13
G00 Z5



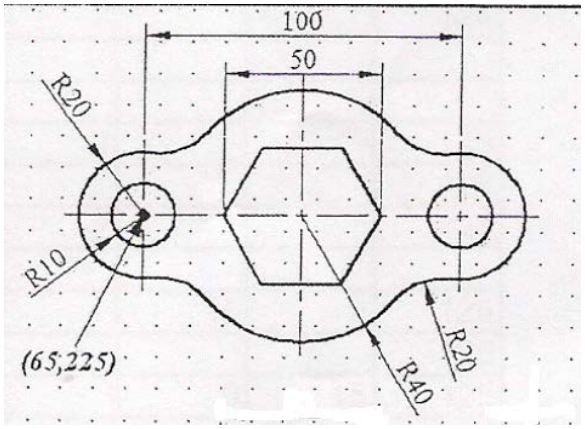
G00 Z3
G68 X0 Y0 R225
G00 X22 Y13
G01 Z–3
G01 X47.27 Y29.59
G03 X29.59 Y47.27 R12.52
G01 X13 Y22
G01 X22 Y13
G00 Z5



G00 Z3
G68 X0 Y0 R315 (veya R–45)
G00 X22 Y13
G01 Z–3
G01 X47.27 Y29.59
G03 X29.59 Y47.27 R12.52
G01 X13 Y22
G01 X22 Y13
G00 Z5



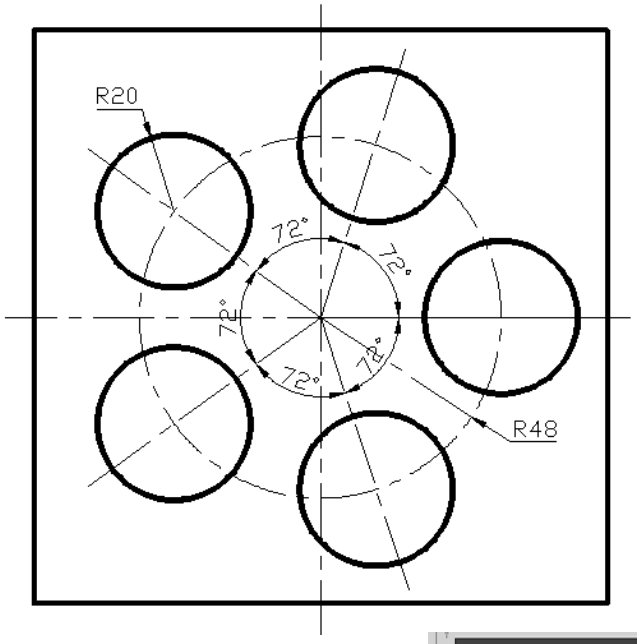
ÖRNEK

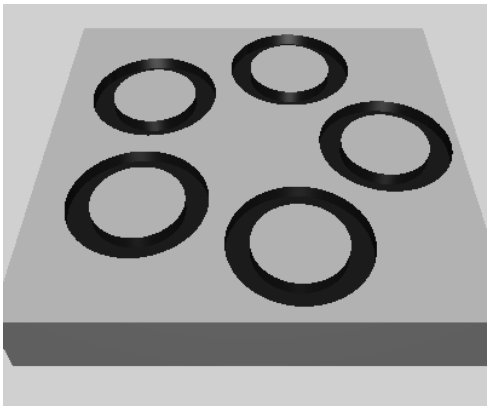


Yandaki örnek uygulamanın (Referansı ortadan alınız) I. Bölgedeki kısmını programlayınız.

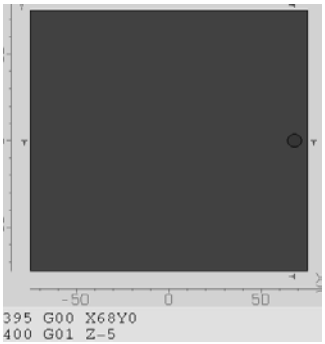
Diğer kalan üç bölgeye **Aynalama G51** ve **Döndürme G68** komutları ile ayrı ayrı programlayarak aktarınız.

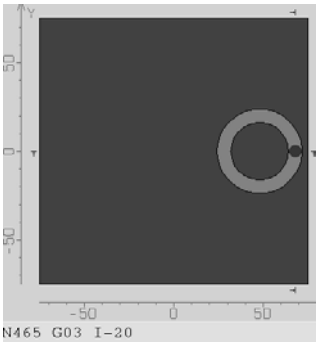
G68 Komutu Örnek Uygulama (ÖRNEK 25:)



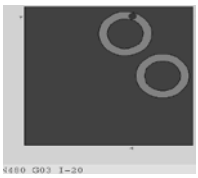


N390 G54 G90
N395 T1 M6
N400 G99 F300 M3 S1000
N405 G43 G0 Z20 H1
N410 G00 Z5
N390 G00 G90
N395 G00 X68Y0
N400 G01 Z–5
N465 G03 I–20
N470 G00 Z5
N475 G68 X0 Y0 R72
N480 G00 X68 Y0
N485 G01 Z–5
N480 G03 I–20
N485 G0Z5
N490 G68 X0 Y0 R144
N490 G00 X68 Y0
N495 G01 Z–5
N500 G03 I–20
N505 G0 Z5
N475 G68 X0 Y0 R216
N480 G00 X68 Y0
N485 G01 Z–5
N480 G03 I–20
N470 G00 Z5
N475 G68 X0 Y0 R288
N480 G00 X68 Y0
N485 G01 Z–5
N480 G03 I–20
N483 G50
N485 G00 Z5
N490 G00 Z200
N495 M05 M09
N555 M30

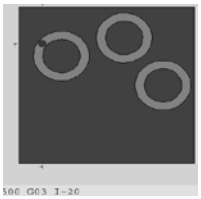




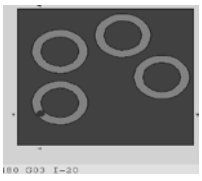
Aynı programı 72 derece döndürerek uygula



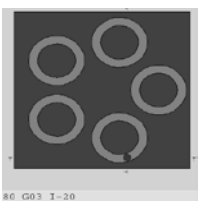
Aynı programı 144 derece döndürerek uygula



Aynı programı 216 derece döndürerek uygula



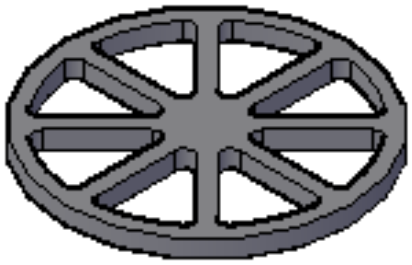
Aynı programı 288 derece döndürerek uygula

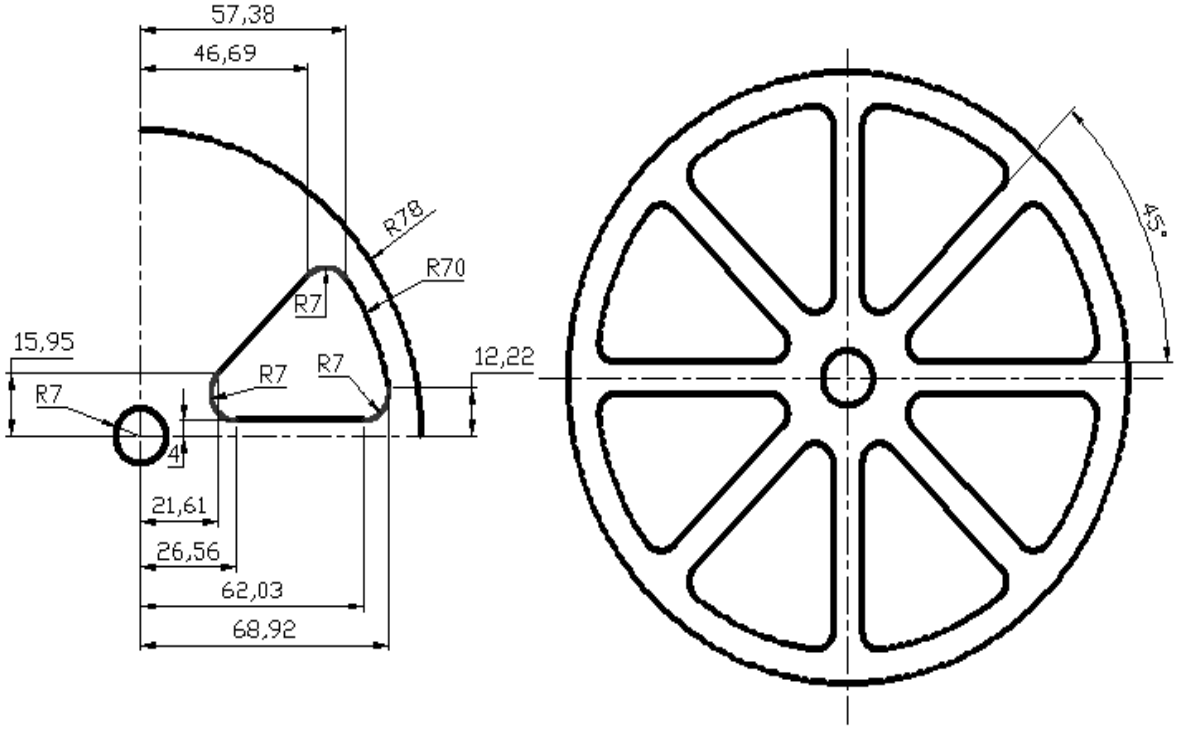


UYGULAMA 40:

Aşağıda yapım resmi verilen tekerleğin cepleri boşaltılacaktır.

1. Cep boşaltma için alt program oluşturun.
2. Oluşturmuş olduğunuz alp programı sekiz cep içinde kullanın.
3. İlk cepte direk çağırıp kullanacaksınız.
4. İkinci cebi işlemek için "G68 X0 Y0 R45" komutundan sonra alt programı çağırın. Alt program 45^0 döndürülerek işlenecektir.
5. Bir sonraki cepler için 45^0 ekleyerek aynı metotla işlemeye devam edin.





Not: Parça kalınlığı 10 mm'dir.

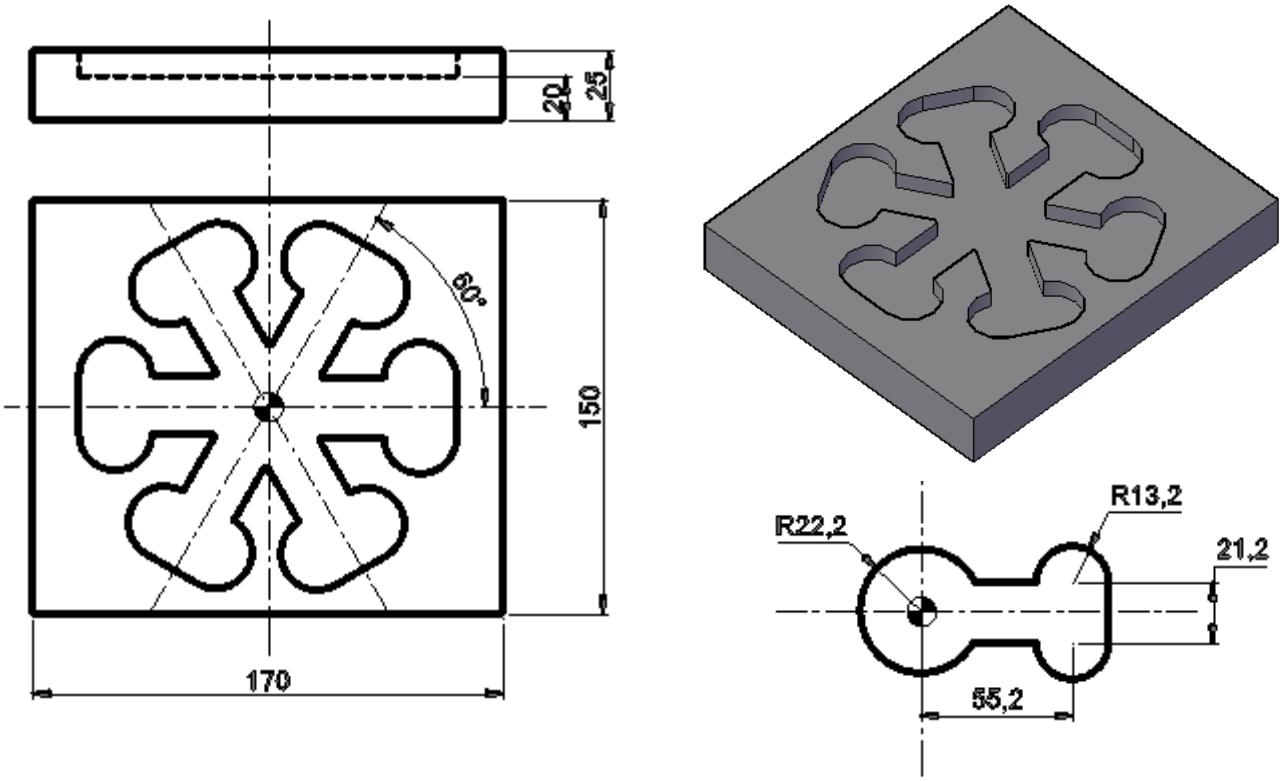
İpucu: Alt programı yazarken;

Maksimum 14 mm'lik çakı kullanınız.

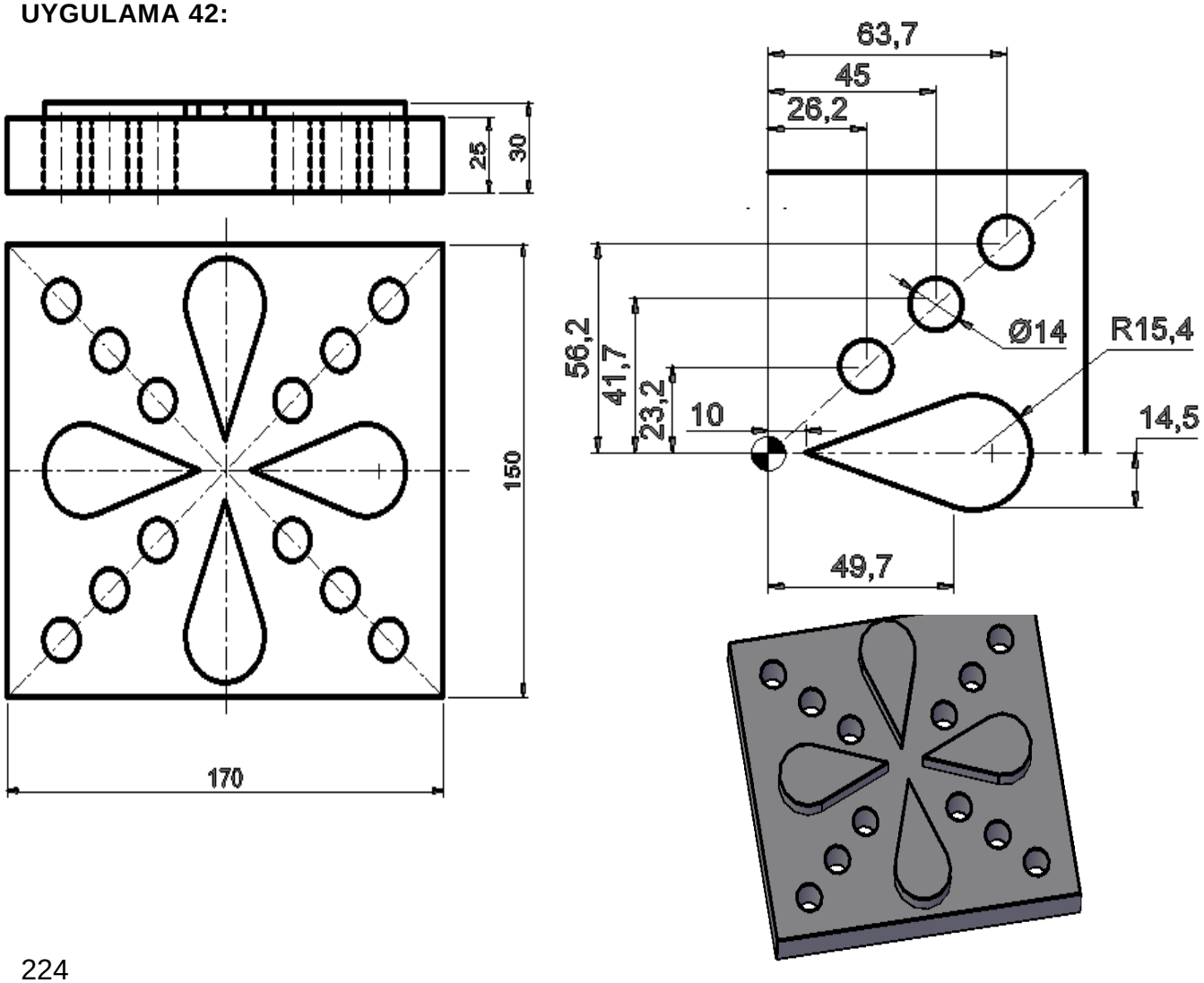
Cep işlemeye X50 Y16 koordinatlarına gittikten sonra Z -…. dalınız.

Dolaşacağınız yöne göre G41 veya G42 ile seçtiğiniz kenar noktaya yanaşarak cebi içten dolaşınız.

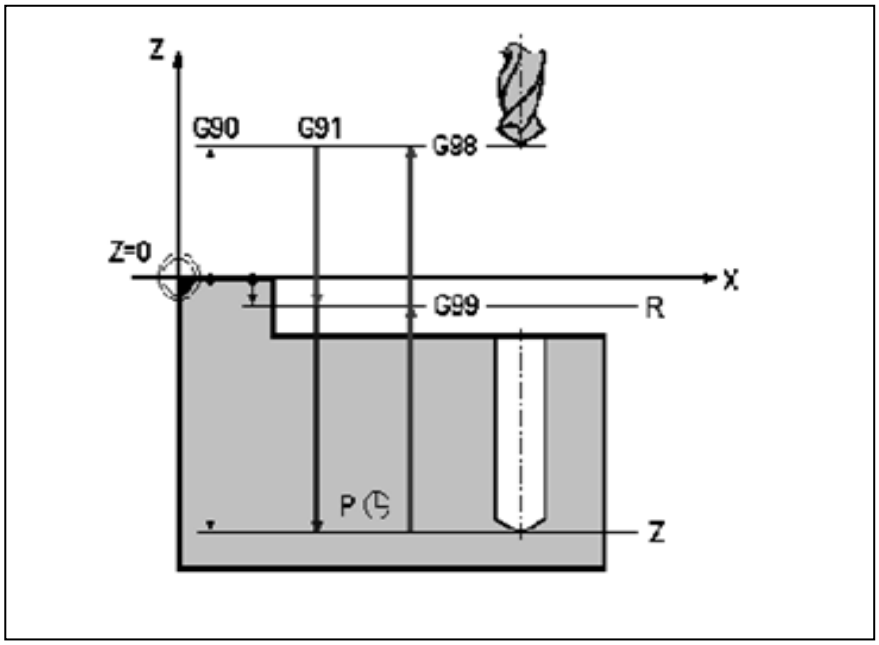
UYGULAMA 41:



UYGULAMA 42:



10.15. G82 Delik Sonunda Beklemeli Delik Delme Çevrimi



Şekil 10.68: G82 Beklemeli delik delme döngüsü ve parametreleri

G82 delik delme döngüsü komut formatı ve parametreleri aşağıda açıklandığı gibidir.

Komut formatı:

G99/98 G90/91 G82 X... **Y35**. **Z...** **R...** **P... K... F...**.

G99/G98 komutlarından biri kullanılır. Bu komutlar matkabın delme işleminden sonra geri dönüş noktasını belirlemek için kullanılır.

G98: Delme işleminden sonra, delmeye başladığın noktaya dön (Şekil 10.68)

G99: Delme işleminden sonra belirlenen R noktası seviyesine dön (Şekil 10.68).

G90: Mutlak hareket

G91: Artımsal hareket

G82: Delik sonunda beklemeli delik delme döngüsü

X : Deliğin X eksenindeki koordinatı

Y : Deliğin Y eksenindeki koordinatı

Z : Toplam delik derinliği (R mesafesi dahil)

R : Hızlı geri dönüş noktası

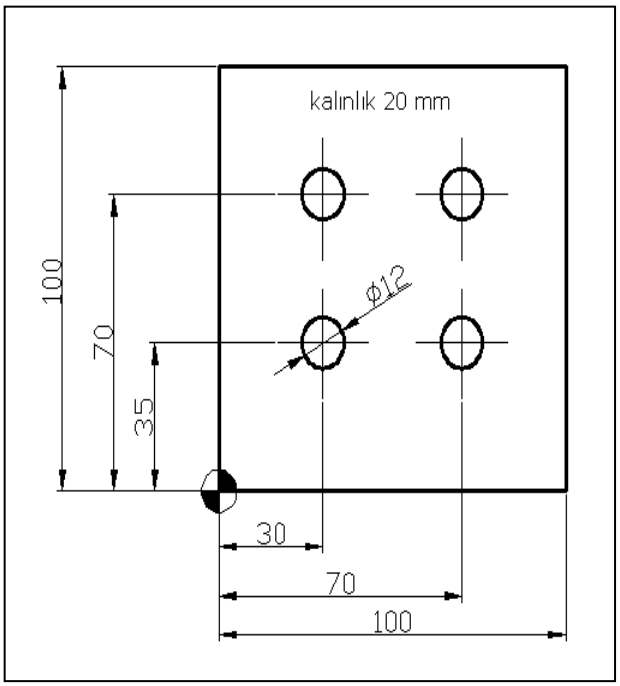
P : Bekleme süresi. Birimi milisaniye

K : Tekrar sayısı

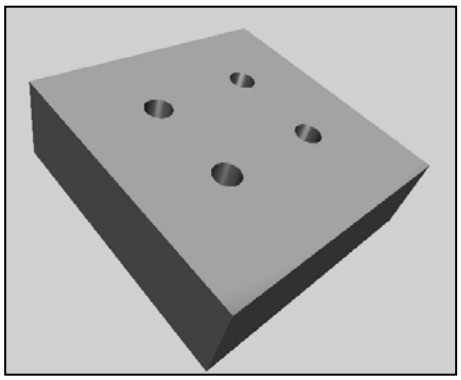
F : Talaş alma ilerlemesi

Kesici, G82 komutunda belirtilen X ve Y koordinat noktalarına konumlandıktan sonra hızla R mesafesine yaklaşır. Bu aşamadan sonra belirtilen F ilerleme değeri ile Z parametresinde belirtilen ölçü kadar delme işlemini gerçekleştirir. Delik sonunda P parametresinde belirtilen süre kadar bekler. Buraya yazılan değer milisaniye cinsinden olmalıdır. Örneğin 1000 değeri 1 sn.ye yi ifade eder. Eğer birden fazla delik delinecekse, G82 döngüsünün de tekrar tekrar yazılmasına gerek yoktur. Çünkü G82 döngüsü de modal bir komuttur. G80 komutu ile iptal edilene kadar G82 komutu aktiftir. Sadece deliklere ait koordinat değerlerini alt satırlarda yazmak yeterli olacaktır.

ÖRNEK 26:



Şekil 10.69: G82 komutu için örnek parça



Şekil 10.70: Bitmiş parça

İşleme yönü →

Ham malzeme ölçüleri 100x100x20 mm

TAKIMLAR: 1) ø 63 alın freze çakısı
2) ø 8 punta matkabı
3) ø 12 matkap

```
N395 O0082;
N400 G54 G90;
N405 T01 M6;
N410 G94 F400 S2000 M03;
N415 G43 G0 Z10. H1 M8;
N420 G00 X–35 Y30;
N425 G01 Z–1;
N430 G01 X105;
N435 Y80;
N440 X–35;
N445 G28;
N450 M05 M09;
N455 T02 M6;
N460 G94 F300 S2500 M3;
N465 G43 G0 Z10. H2;
N470 G99 G90 G81 X30. Y35. Z–5. R3. K1;
N475 Y70;
N480 X70;
N485 Y35;
N487 G80;
N490 M05 M09;
N495 G28;
N500 T03 M6;
N505 G94 F200 S2500;
```

N510 G43 G0 Z10. H3 M3;
N515 G99 G90 G82 X30. Y35. Z–38. R3. P5000;
N520 Y70;
N525 X70;
N530 Y35;
N532 G80;
N535 G28;
N540 M05 M09;
N545 M30;

İşlem sırası:

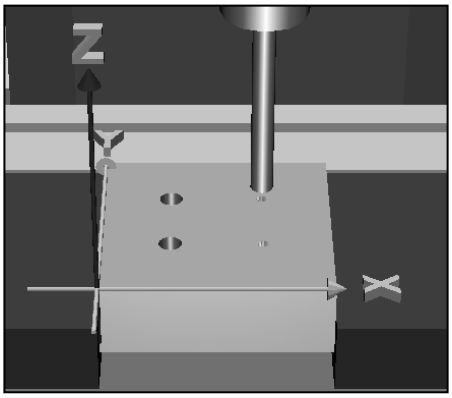
İş parçası delikleri delinmeden önce merkezler punta matkabıyla delindi. Bu işlem için normal delik delme döngüsü olan G81 komutu kullanıldı.

N470 G99 G90 G81 X30. Y35. Z–5. R3.;
N475 Y70;
N480 X70;
N485 Y35;

Deliklerin işlenmesinde ise G82 delik sonunda beklemeli delik delme döngüsü kullanılmıştır.

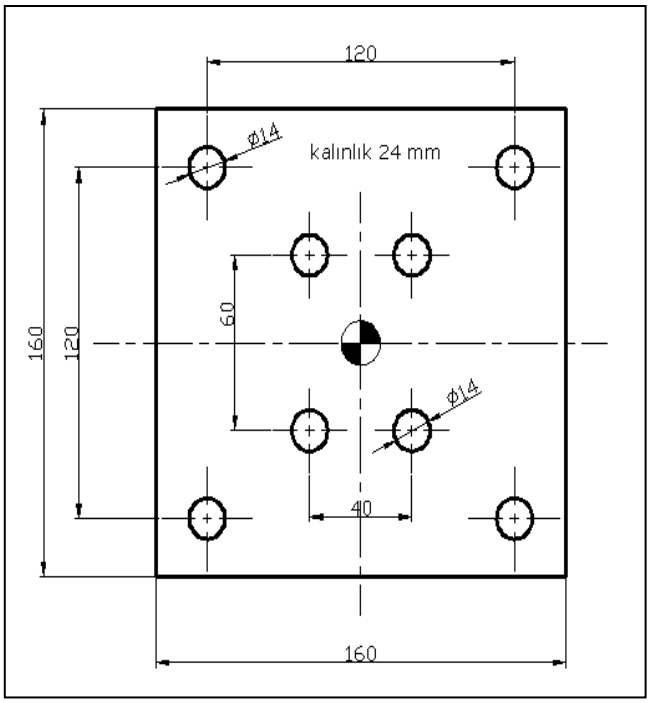
N515 G99 G90 G82 X30. Y35. Z–38. R3. P5000;
N520 Y70;
N525 X70;
N530 Y35;

Bu döngünün P parametresinde belirtildiği gibi, kesicimiz delik sonunda 5000 mili saniye (5 saniye) bekleyecektir. Bu işlem sonunda kesicimiz, tekrar R mesafesine dönecektir. Diğer deliklerin delinmesi için sadece koordinat değerlerinin girilmesi yeterli olacaktır.

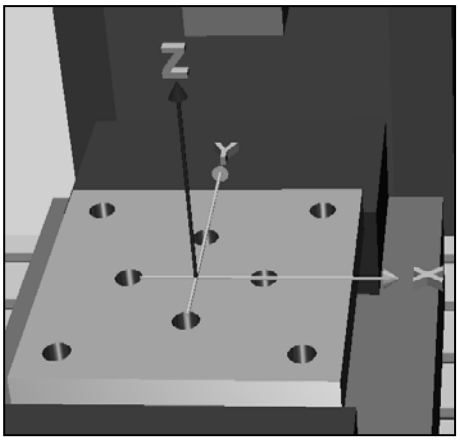


Şekil 10.71: G82 ile deliklerin işlenmesi

ÖRNEK 27:



Şekil 10.72: G82 komutu için örnek parça



Şekil 10.73: Bitmiş parça

İşleme yönü

Ham malzeme ölçüleri 160x160x25 mm

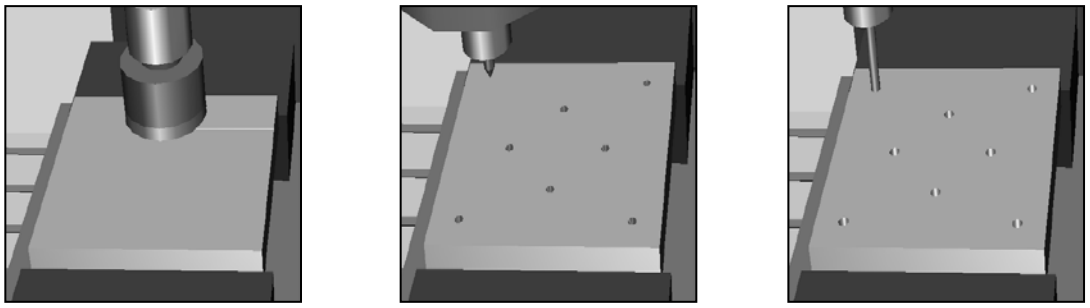
TAKIMLAR: 1) ø 63 alın freze çakısı
2) ø 5 punta matkabı
3) ø 7 matkap
4) ø 14 matkap

N10 O0822;
N18 G54;
N20 T01 M6;
N25 G94 F800 S2000 M03;
N30 G43 G0 Z10. H1 M8;
N35 G00 X–120 Y–50;
N40 G01 Z0;
N45 G01 X90;
N50 Y10;
N55 X–90;
N60 Y60;
N65 X100;
N70 G00 Z200;
N75 M05 M09;
N80 G28;
N85 T02 M6;
N90 G94 F800 S2000 M03;
N95 G43 G0 Z10. H2 M8;
N100 G99 G90 G81 X0. Y–35. Z–5. R3. K1 F500;
N105 X35 Y0;
N110 X0 Y35;
N115 X–35 Y0;
N120 X–60 Y–60;
N125 X60 Y–60;
N130 X60 Y60;
N135 X–60 Y60;
N140 G80;
N145 G00 Z200;
N150 M05 M09;
N155 G28;
N160 T03 M06;
N165 G94 F800 S2000 M03;
N170 G43 G0 Z10. H3 M8;
N175 G99 G90 G81 X0. Y–35. Z–33. R3. K1 F500;
N180 X35 Y0;
N185 X0 Y35;
N190 X–35 Y0;
N195 X–60 Y–60;
N200 X60 Y–60;
N205 X60 Y60;

N210 X–60 Y60;
N215 G80;
N220 G00 Z200;
N225 M05 M09;
N230 G28;
N235 T04 M06;
N240 G94 F800 S2000 M03;
N245 G43 G0 Z10. H4 M8;
N250 G99 G90 G82 X0. Y–35. Z–33. R3. P2000 K1 F500;
N255 X35 Y0;
N260 X0 Y35;
N265 X–35 Y0;
N270 X–60 Y–60;
N275 X60 Y–60;
N280 X60 Y60;
N285 X–60 Y60;
N290 G80;
N295 G00 Z200;
N300 M05 M09;
N305 M30;

İşlem sırası:

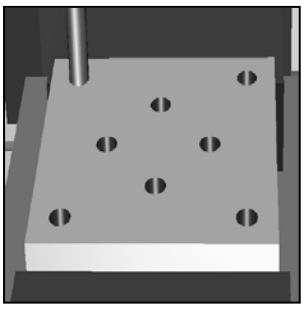
Bir nolu alın freze çakısı ile malzeme yüzeyi temizlendi. N20…N70 nolu satırlar (şekil10.74-a). İki nolu punta matkabı ile delikler işlendi. N100…N135 nolu satırlar (şekil10.74-b).



a ***b*** ***c***

Şekil 10.74: G82 ile deliklerin işlenmesi

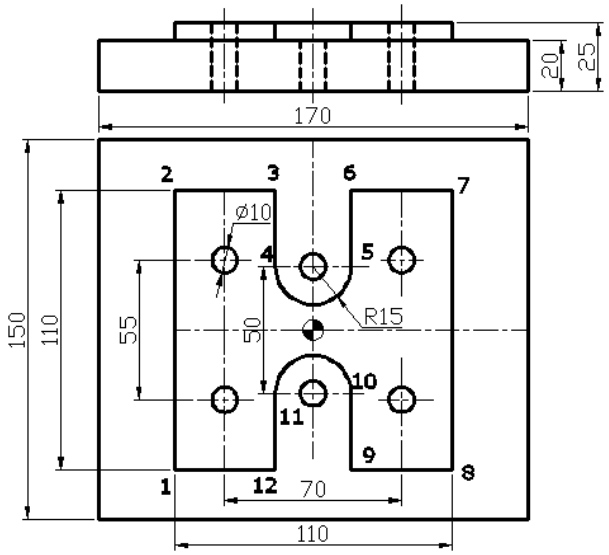
Üç nolu çap 7'lik matkapla ön delikler delindi. Bu iş parçası "G82 delik sonunda beklemeli delik çevrimi" konusuna örnek vermemize rağmen, bu komut burada kullanılmamıştır. "G81 normal delik çevrimi" kullanılmıştır. Burada işlenen delikler daha sonra çap14'lük matkapla ölçüsüne getirileceği için burada kullanılmamıştır (şekil10.74-c).



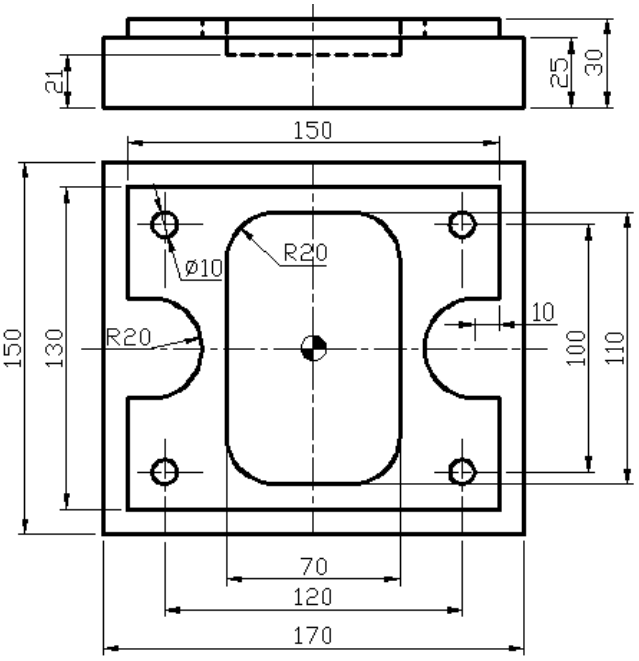
Şekil 10.75: G82 ile deliklerin işlenmesi

Son olarak da çap 14'lük matkapla G82 çevrimi kullanılarak deliklerimiz işlendi. Bu komutu son işlemede kullandık. Böylece P parametresinde belirtilen süre kadar (2 saniye) matkabımız bekleyerek deliklerin daha temiz işlenmesi ve ölçü tamlığı sağlanmış oldu.

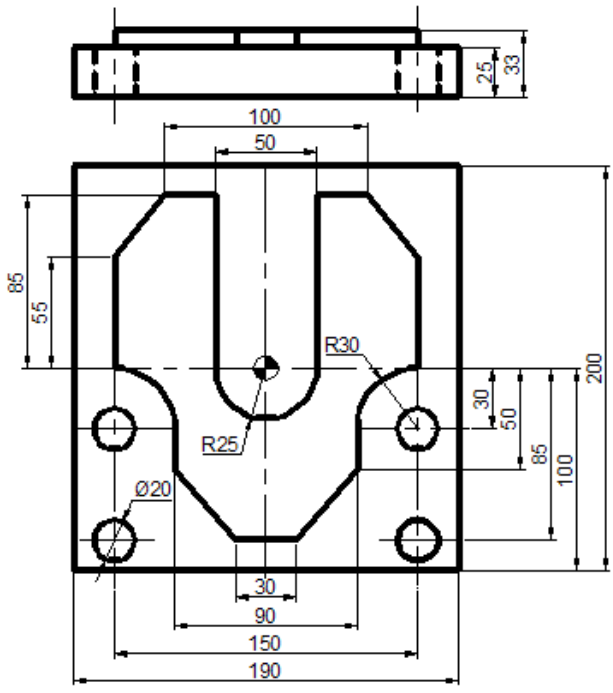
UYGULAMA 43:



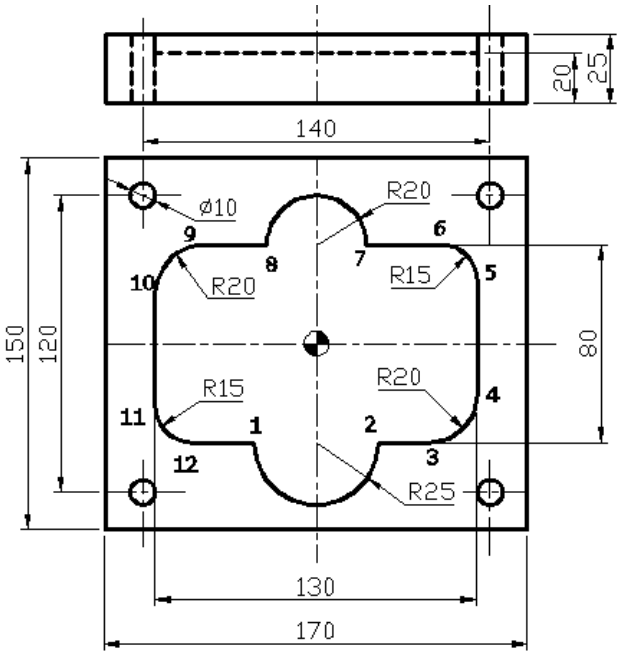
UYGULAMA 44:



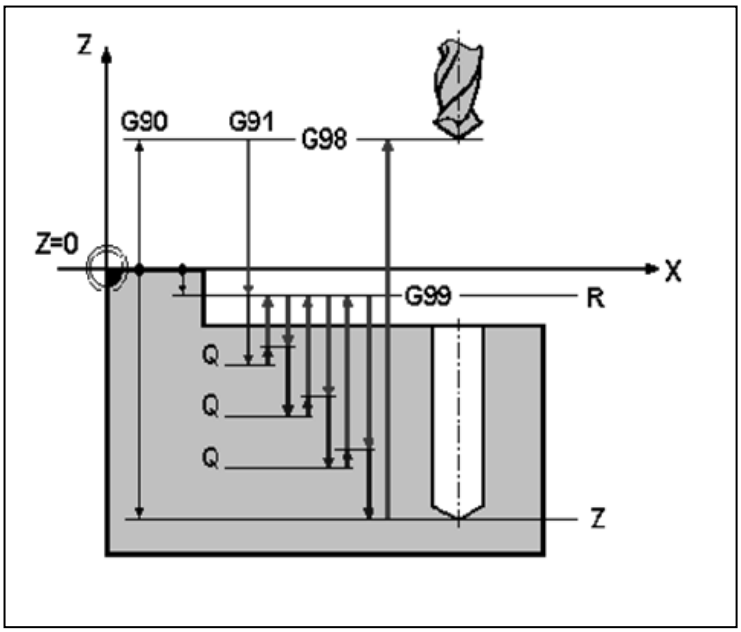
UYGULAMA 45:



UYGULAMA 46:



10.16. G83 Boşaltmalı (Gagalamalı) Delik Delme Çevrimi



Şekil 10.76: G83 Beklemeli delik delme döngüsü ve parametreleri

G83 delik delme döngüsü komut formatı ve parametreleri aşağıda açıklandığı gibidir.

Komutun formatı

G99 G90 G83 X10. Y30. Z–35. Q10. R3. K2 F500.

G99/G98 komutlarından biri kullanılır. Bu komutlar matkabın delme işleminden sonra geri dönüş noktasını belirlemek için kullanılır.

G98: Delme işleminden sonra, delmeye başladığın noktaya dön (Şekil 10.76)

G99: Delme işleminden sonra belirlenen R noktası seviyesine dön Şekil 10.76

G90: Mutlak hareket

G83: Gagalamalı delik delme döngüsü

X : Deliğin X eksenindeki koordinatı

Y : Deliğin Y eksenindeki koordinatı

Z : Toplam delik derinliği (R mesafesi dahil)

Q : Gagalama boyu

R : Hızlı geri dönüş noktası

K : Tekrar sayısı

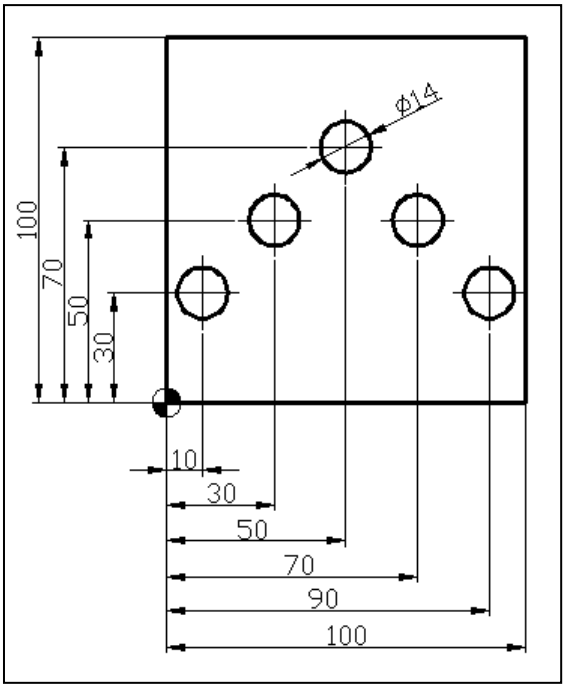
F : Talaş alma ilerlemesi

G83 komutu derin delikleri delmek amacıyla kullanılır. Matkap delme işlemi sırasında birkaç defa dışarı çıkar. Bu nedenle gagalamalı delme çevrimi olarak da adlandırılır. Bu gagalamalı delme işlemi sayesinde matkabın talaşları dışarı atarak

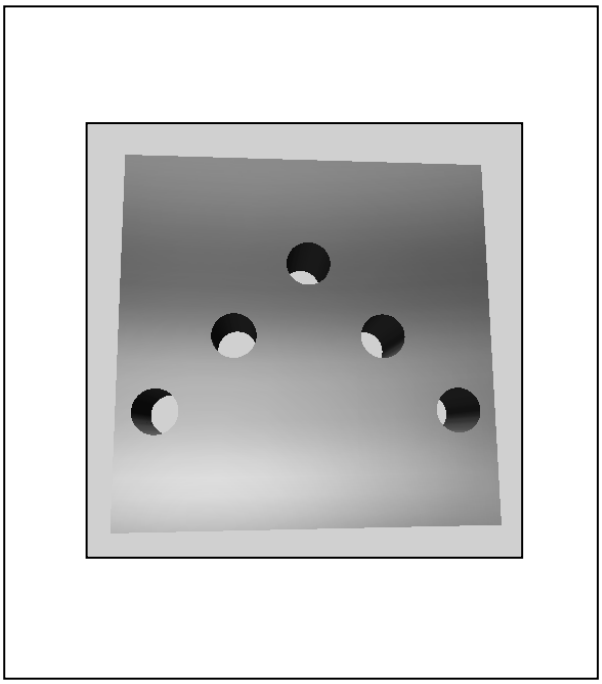
rahat çalışması sağlanır. Ayrıca soğutma sıvısı matkap ucuna kadar ulaşması sağlanmış olur.

G83 komutunda belirtilen delme işlemi şu şekilde gerçekleştirilir. Z parametresinde belirtilen delme boyu bir seferde işlenmez. Q parametresinde yazan değer kadar delindikten sonra R mesafesine dönülür. Böylece talaşlar dışarı atılmış olur. Bu noktadan sonra hızla delik içerisinde kalınan noktaya dönülür. Tekrar Q parametresi kadar delinir. Tekrar hızla R mesafesine dönülür. Bu işlem delik tamamıyla delinene kadar devam eder. Eğer birden fazla delik delinecekse, G83 döngüsünün de tekrar tekrar yazılmasına gerek yoktur. Çünkü G83 döngüsü de modal bir komuttur. G80 komutu ile iptal edilene kadar G83 komutu aktiftir. Sadece deliklere ait koordinat değerlerini alt satırlarda yazmak yeterli olacaktır.

ÖRNEK 28:



Şekil 10.77: G83 komutu için örnek parça



Şekil 10.78: Bitmiş parça

İşleme yönü

Ham malzeme ölçüleri 100x100x20 mm çakısı

TAKIMLAR: 1) ø 63 alın freze
2) ø 5 punta matkabı
3) ø 14 matkap

```
N15 O0083;
N20 G94 F400 S2000;
N25 T01 M6;
N30 G54 M03;
N35 G43 G0 Z10. H1 M8;
N40 G00 X–35 Y30;
N45 G01 Z–1;
N50 G01 X105;
N55 Y80;
N60 X–35;
N65 G28;
N70 M05 M09;
N75 T02 M6;
N80 G94 F500 S2500;
N85 G43 G0 Z10. H2 M3;
N90 G99 G90 G81 X10.Y30.Z–5.Q10.R3.K1
F500;
N95 X30 Y50;
N100 X50 Y70;
N105 X70 Y50;
```

```
N110 X90 Y30;
N115 G80;
N118 M05 M09;
N120 G28;
N125 T03 M6;
N130 G94 F600 S2500;
N135 G43 G0 Z10. H3 M3;
N140 G99 G90 G83 X10. Y30. Z–
35. Q10. R3. K1      F500;
N145 X30 Y50;
N150 X50 Y70;
N155 X70 Y50;
N160 X90 Y30;
N162 G80;
N165 M05 M09;
N170 G28;
N175 M05 M09;
N180 M30;
```

İşlem Sırası:

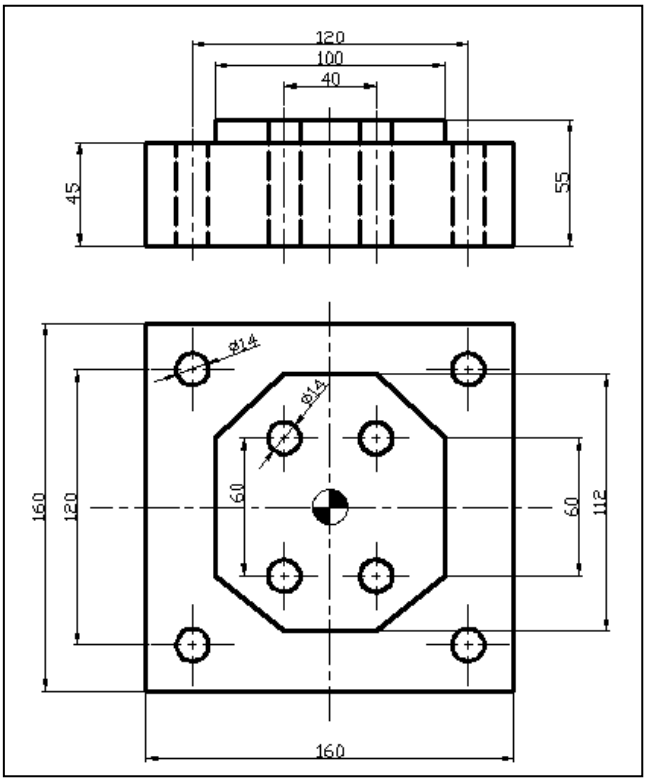
G81 delik delme döngüsü ile punta delikleri işlendi. Birinci delik koordinat noktaları N90 nolu satırda da görüldüğü gibi X10, Y 30 mm noktasıdır. Delik derinliği 5 mm ve ilerleme değeri olarak da 500 mm/dak. verilmiştir. Alt satırlarda ise diğer delik merkezleri verilmiştir. G81 delik delme çevrimi hala aktif olduğu için bu satırlarda tekrar edilmesine gerek yoktur.

```
N90 G99 G90 G81 X10. Y30. Z–5. R3. K1 F500;
N95 X30 Y50;
N100 X50 Y70;
N105 X70 Y50;
N110 X90 Y30;
N115 G80;
```

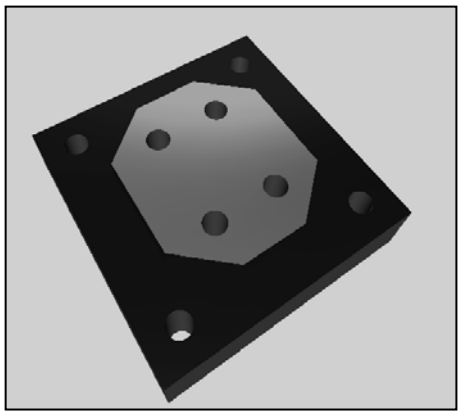
Koordinatları X ve Y parametrelerinde belirtilen işleme derinliği 35 mm olan delikler 10 mm. gagalama boyu ile delinir. Her gagalama sonunda R parametresinde belirtilen mesafeye çıkarak (R3 noktası) talaşları dışarı atar. Birinci gagalama 3 mm yukarıdan başladığı ve gagalama boyu 10 mm olduğu için –7 mm 'ye kadar devam eder. Bu noktadan talaş alma ilerlemesi ile 1 mm kadar yukarı çıkarak – 6 mm. ye dönülmüş olur. Bu noktadan ise hızlı ilerleme ile R mesafesine dönülür (telaşlar dışarı atıldı). Tekrar hızlı ilerleme ile –6 mm 'ye dönülür. Bu noktada talaş alma ilerlemesi ile gagalama boyu delinir (–16 mm 'ye ulaşılır). Talaş alma ilerlemesi ile –15 mm. ye dönülür. R mesafesine hızlı ilerleme ile çıkılır. Talaşlar dışarı atılır. Tekrar –15 mm. ye hızlı ilerleme ile dönülür. Gagalama boyu talaş alma ilerlemesi ile delinerek –25 mm 'ye ulaşılır. Bu şekilde ki hareketlerin tekrarı ile toplam delik boyu işlenir.

```
N140 G99 G90 G83 X10. Y30. Z–35. Q10. R3. K1 F500;
N145 X30 Y50;
N150 X50 Y70;
N155 X70 Y50;
N160 X90 Y30;
N162 G80;
```

ÖRNEK 29:



Şekil 10.79: G83 komutu için örnek parça



Şekil 10.80: Bitmiş parça

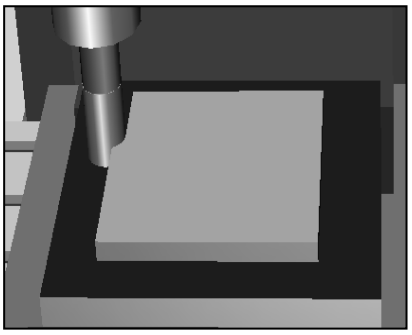
İşleme yönü

Ham malzeme ölçüleri 160x160x56 mm

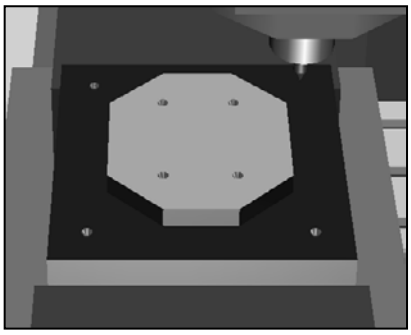
TAKIMLAR:
1) ø 63 alın freze çakısı
2) ø 20 parmak freze çakısı
3) ø 8 punta matkabı
4) ø 7 matkap
5) ø 14 matkap

```
N15 O0083;
N17 G54 G90;
N20 T01 M6;
N25 G94 F300 S2000;
N30 G43 G0 Z10 H1 M03;
N35 G00 X–115 Y–50;
N40 G01 Z0;
N45 X100;
N50 Y10;
N55 X–115;
N60 Y60;
N65 X115;
N70 G00 Z200;
N75 M05 M09;
N80 G28;
N85 T02 M6;
N90 G94 F800 S2000;
N95 G43 G0 Z10 H25 M03 M08;
N100 G00 X–100 Y–80;
N105 G01 Z–10;
N110 G42 G1 G90 X–68. Y–68 D2;
N115 X68;
N120 Y68;
N125 X–68;
N130 Y–56;
N135 X56;
N140 Y56;
N145 X–56;
N150 Y–56;
N155 X50;
N160 Y56;
N165 X–50;
N170 Y–56;
N175 X20 Y–56;
```

```
N180 X50 Y–30;
N185 X50 Y30;
N190 X20 Y56;
N195 X–20 Y56;
N200 X–50 Y30;
N205 X–50 Y–30;
N210 X–20 Y–56;
N215 G40;
N220 G01 X–100;
N225 G28;
N230 M05 M09;
N235 T03 M6;
N240 G94 F1000 S2000 M08;
N245 G43 G0 Z10 H3 M03;
N250 G99 G90 G81 X–20. Y–30. Z–5.
      R3. K1 F500;
N255 X20 Y–30;
N260 X20 Y30;
N265 X–20 Y30;
N270 G99 G90 G81 X–60. Y60. Z–15.
      R–7. K1 F500;
N275 X–60 Y–60;
N280 X60 Y–60;
N285 X60 Y60;
N290 G80;
N295 G28;
N300 M05 M09;
N305 T04 M6;
N310 G94 F600 S2000;
N315 G43 G0 Z10 H4 M03;
N320 G99 G90 G83 X–20. Y–30. Z–51.
      Q7. R3. K1 F500;
N325 X20 Y–30;
N330 X20 Y30;
N335 X–20 Y30;
N340 G99 G90 G83 X–60. Y60. Z–51.
      Q7. R–7. K1 F500;
N345 X–60 Y–60;
N350 X60 Y–60;
N355 X60 Y60;
N360 G80;
N365 G28;
N370 M05 M09;
N375 T05 M6;
N380 G94 F600 S2000;
N385 G43 G0 Z10 H4 M03;
N390 G99 G90 G83 X–20. Y–30. Z–51.
      Q7. R3. K1 F500;
N395 X20 Y–30;
N400 X20 Y30;
N405 X–20 Y30;
N410 G99 G90 G83 X–60. Y60. Z–51.
Q7. R–7. K1 F500;
N415 X–60 Y–60;
N420 G80;
N425 G00 Z2;
N430 G99 G90 G83 X60. Y–60. Z–51.
      Q7. R–7. K1 F500;
N435 X60 Y60;
N440 G80;
N445 G28;
N450 M05 M09;
N455 M30;
```



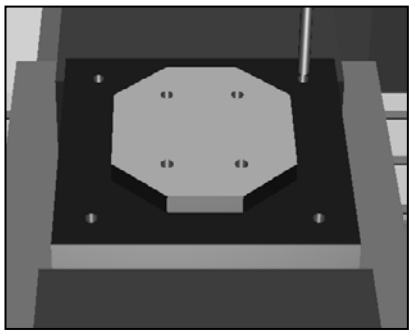
Şekil 10.81: İş parçasının çevresinin boşaltılması



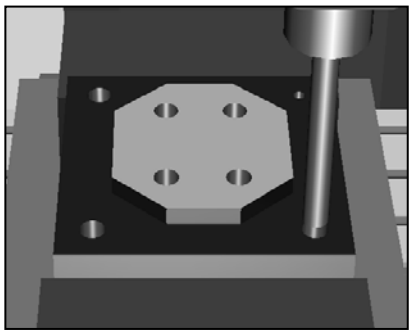
Şekil 10.82: Punta deliklerinin işlenmesi

Bir nolu takım olan ø 63 alın freze çakısı ile malzeme yüzeyi işlendi. İki nolu ø20 parmak freze çakısı malzeme çevresi işlendi (şekil 10.81). Programımızda N95…N215 nolu satırlar.

Üç nolu kesicimiz, ø 5 punta matkabı ile delik merkezleri işlendi (şekil 10.82). N295…N320 nolu satırlar. Bu işlemler için G81 delik döngüsü kullanılmıştır.



Şekil 10.83: Ø7'lik parmak freze ile deliklerin işlenmesi



Şekil 10.84: Ø14'lik parmak freze ile deliklerin işlenmesi

Dört nolu kesicimiz, ø 7 matkap ile delik merkezleri işlendi (şekil 10.83). N245…N270 nolu satırlar. Bu işlemler için G83 gagalamalı delik delme döngüsü kullanılmıştır.

İş parçamızın referans noktasına Z ekseninde 0 (sıfır) olan delikler ve çevresinde Z ekseninde –10 mm mesafede olan delikler için ayrı G83 döngüsü kullanılmıştır (şekil 10.84).

Başlangıç yüzeyi Z 0 (sıfır) olan delikler için geri dönüş noktası **R3** mm kullanılmıştır.

N320 G99 G90 G83 X–20. Y–30. Z–51. Q7. R3. K1 F500;

Başlangıç yüzeyi Z –10 mm olan delikler için geri dönüş noktası **R–7** mm kullanılmıştır.

N340 G99 G90 G83 X–60. Y60. Z–51. Q7. R–7. K1 F500;

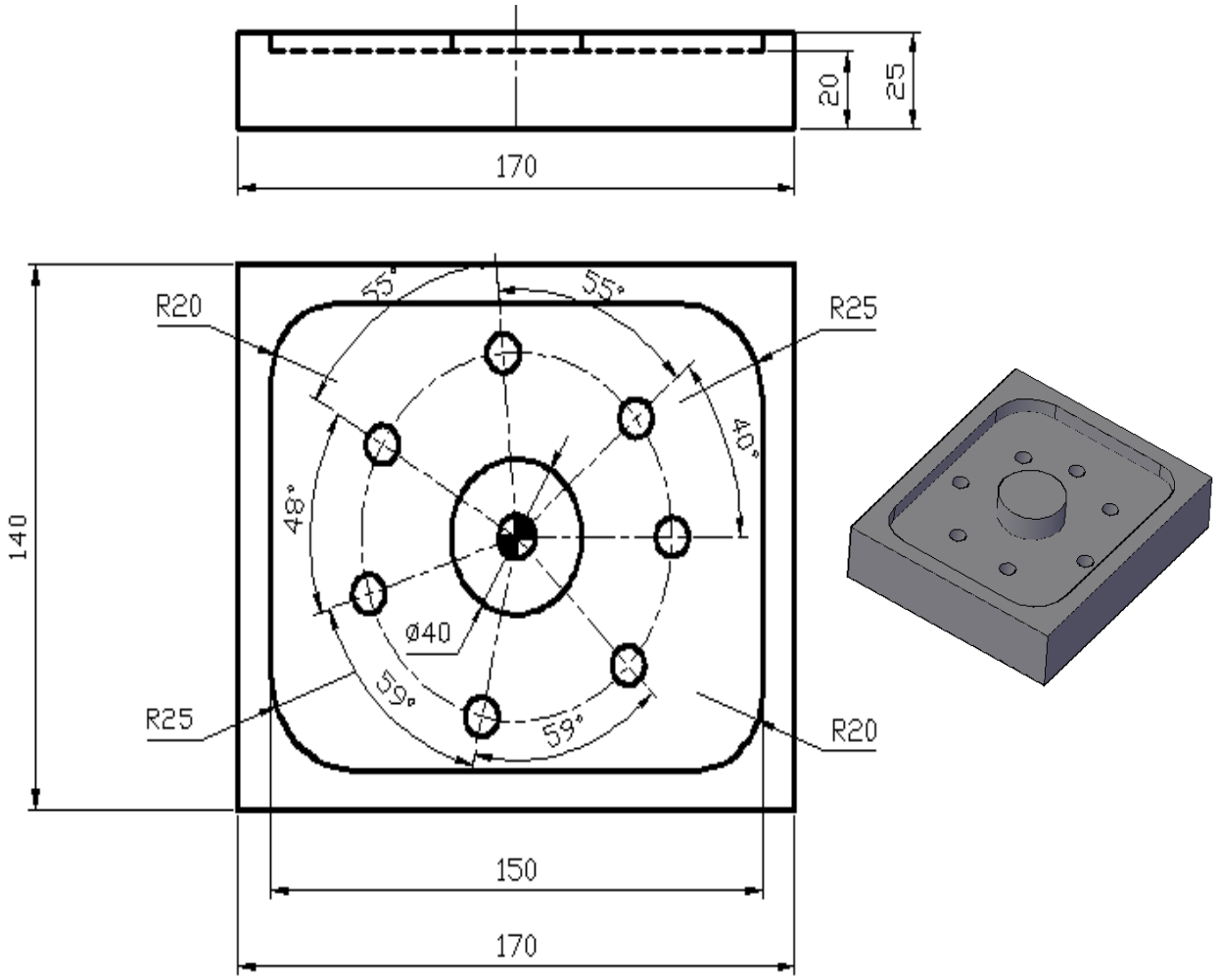
Böylece kesicimiz hızla Z–7 mesafesine gider. Gagalama boyu olan 7 mm delerek –14 mm mutlak noktasına ulaşılır. Buradan hızlı ilerleme ile tekrar –7 mutlak noktasına döner. Hızlı ilerleme ile –13 mm noktasına ilerler. Bu –13 mm noktası şu anda delinmiş olan delik boyunun 1 mm yukarısıdır. Buradan tekrar talaş alma ilerlemesi ile gagalama boyunda belirtilen mesafe kadar tekrar delerek R emniyetli mesafesine döner. Bu şekilde Z parametresinde belirtilen –51 mm. ye ulaşana kadar devam eder.

Beş nolu kesicimiz, ø 14 matkap ile delik merkezleri işlenerek (Şekil 10.84) ölçüsüne getirildi. N385…N440 nolu satırlar. Bu işlemler için G83 gagalamalı delik delme döngüsü kullanılmıştır.

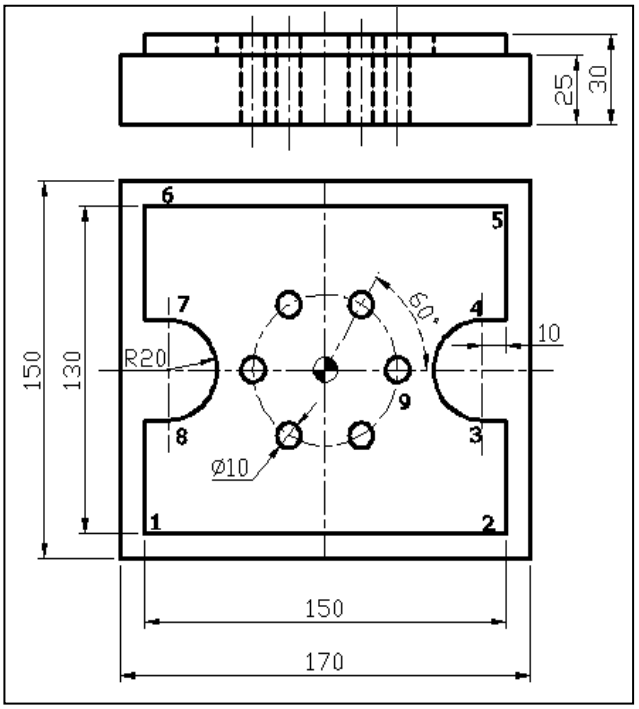
Programımızın bu satırlarında da yukarıda anlattığımız nedenlerden dolayı iki ayrı G83 çevrimi kullanılmıştır (N390 ve N410 nolu satırlar). Ayrıca N410 nolu satırda yazılan G83 çevrim ile çevredeki delikler işlenirken kesicimizin iş parçasının orta kısmına çarptığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle üst taraftaki iki delik işlendikten sonra kesici yukarı kaldırıldı (**N425 G00 Z2**). Alt tarafta kalan iki deliğin işlenmesi için tekrar G83 çevrimi kullanıldı.

G99 G90 G83 X60. Y–60. Z–51. Q7. R–7. K1 F500;

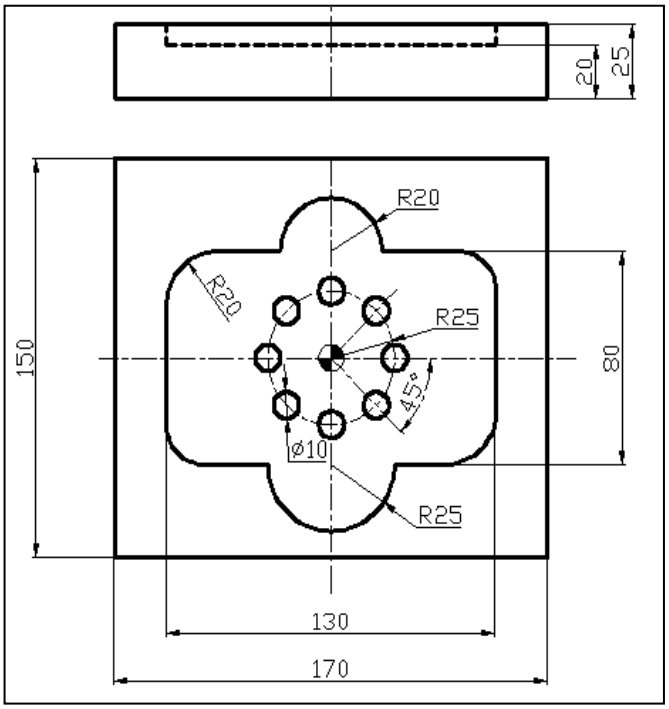
UYGULAMA 47:



UYGULAMA 48:



UYGULAMA 49:

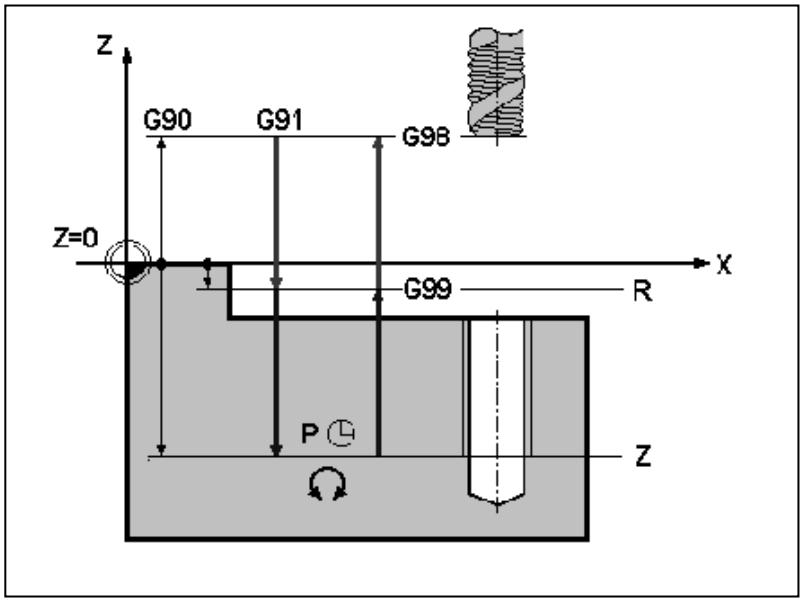


10.17. G84 – G74 Kılavuz Çekme Döngüleri

Sağ kılavuz çekilecekse G84, sol kılavuz çekilecek ise G74 kullanılır. Parametreleri tamamen aynı olan bu iki döngü arasındaki fark tezgâh mili dönüş yönüdür. G84 kılavuz çekme döngüsünde dönüş yönü M03 iken, G74 sol kılavuz çekme döngüsünün ise dönüş yönü M04'dür.

Delik çekme döngülerinde olduğu gibi kılavuz hızla R noktasına gelir. F ilerleme değeri ile delik sonuna ulaşır. Delik sonunda fener mili ters dönerek başa döner. Aşağıdaki parametrelerde de görüldüğü gibi F parametresine vida adımı yazılır. Bundan sonra gerekli ilerleme değeri tezgâh tarafından hesaplanır. Tezgâh, girilen F değeri ile devir sayısını çarparak ilerleme değerini bulur.

Örneğin adımı 2 mm olan bir vidanın 200 dev/dak ile açıldığı zaman, talaş alma ilerlemesi 2X400=400 mm/dak bulunur.



Şekil 10.85: G84 / G74 Kılavuz çekme çevrimleri

G84 ve G74 kılavuz çekme döngüleri komut formatı ve parametreleri aşağıda açıklandığı gibidir.

Komutun formatı:

G84/G74 X... Y... Z... R... K... F...

G74: Sol kılavuz çekme döngüsü

G84: Sağ kılavuz çekme döngüsü

X: Deliğin X eksenindeki koordinatı

Y: Deliğin Y eksenindeki koordinatı

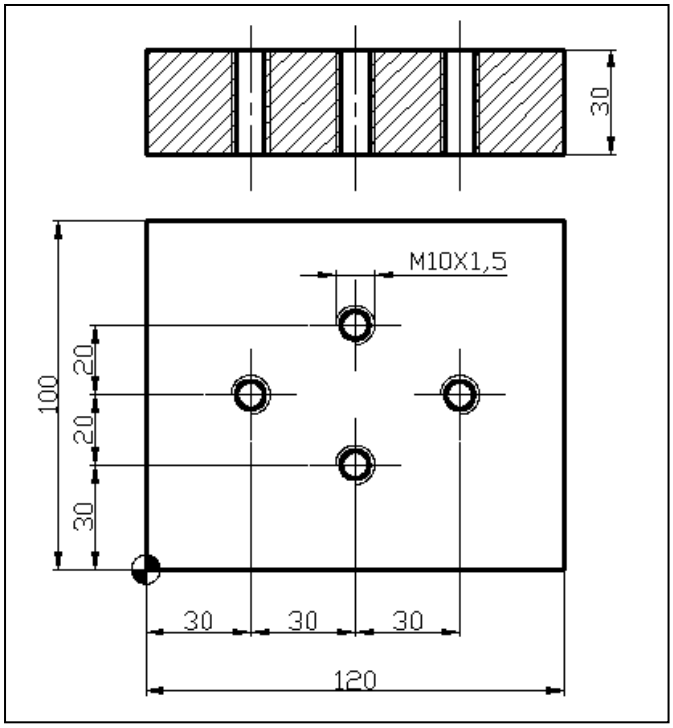
Z: Toplam delik derinliği (R mesafesi dâhil)

R: Hızlı geri dönüş noktası

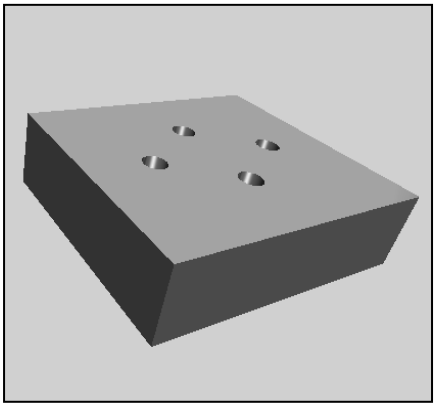
K: Tekrar sayısı

F: Vida adımı

ÖRNEK 30:



Şekil 10.86: G84 için örnek parça



Şekil 10.87: Bitmiş parça

İşleme yönü →

Ham malzeme ölçüleri 100x100x20 mm

TAKIMLAR: 2) ø 5 punta matkabı
3) ø 8,5 matkap 4) M10 kılavuz

N395 O0084;

N400 G54 G90; İş parçası referans noktası aktif

N460 T02 M6 Otomatik olarak iki nolu takım değişimi

N465 G94 F400 S2000 M03 İlerleme 400 mm/dak. 2000 dev/dak. Tezgâh milini CW yönde döndür.

N475 G43 G00 Z10 H2 M08 İki nolu takım boyu telafisi ile hızla Z10 mm. git.

N480 G99 G90 G81 X30. Y50. Z–5. R3. K1 F500; Normal delik delme çevrimi. Delik koordinat noktası X30, Y50, delik derinliği 5 mm, geri çekilme noktası +3 mm, ilerleme 500 mm/dak.

N485 X60 Y30; İkinci delik koordinat noktası

N490 X90 Y50; Üçüncü delik koordinat noktası

N495 X60 Y70 Dördüncü delik koordinat noktası

N500 G80 Delme çevrimi iptal

N510 G00 Z200 Hızlı ilerleme ile Z200 mm. ye git.

N520 M05 M09 Tezgâhı durdur. Soğutma suyunu kapat.

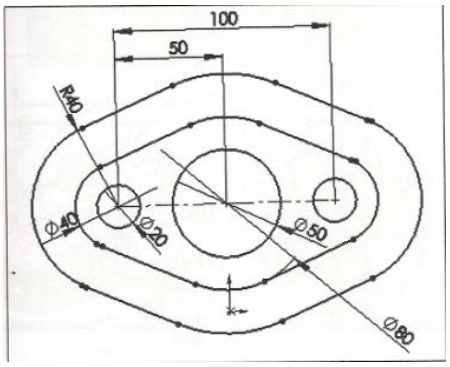
N525 T03 M6 Otomatik olarak üç nolu takım değişimi

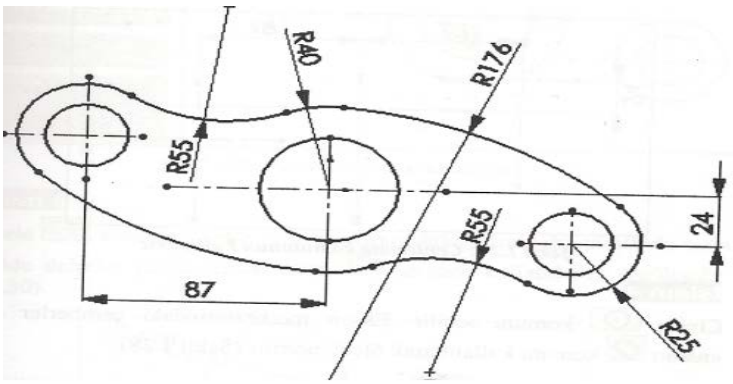
N465 G94 F600 S2000 M03 İlerleme 600 mm/dak. 2000 dev/dak. Tezgâh milini CW yönde döndür.

N475 G43 G00 Z10 H3 M08 Üç nolu takım boyu telafisi ile hızla Z10 mm. ye git. Soğutma suyunu aç.

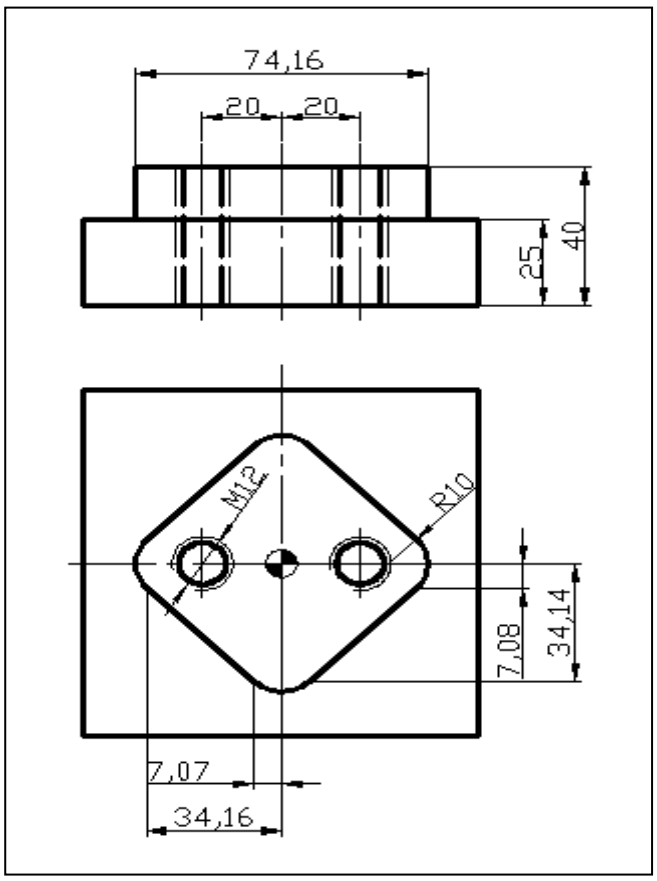
N480 G99 G90 G81 X30. Y50. Z–35. R3. K1 F500. Normal delik delme çevrimi. Delik koordinat noktası X30, Y50, delik derinliği 33 mm, geri çekilme noktası +3 mm, ilerleme 500 mm/dak.

N485 X60 Y30	İkinci delik koordinat noktası
N490 X90 Y50	Üçüncü delik koordinat noktası
N495 X60 Y70	Dördüncü delik koordinat noktası
N500 G80	Delik çevrimi iptali
N510 G00 Z200	Hızlı ilerleme ile Z200 mm. ye git.
N520 M05 M09	Tezgâhı durdur. Soğutma suyunu kapat.
N525 T04 M6	Otomatik olarak dört nolu takım değişimi
N465 M03	Tezgâh milini CW yönde döndür.
N475 G43 G00 Z10 H4 M08	Üç nolu takım boyu telafisi ile hızla Z10
N473 M29 S200;	M29 devir-ilerleme arasındaki uyumu sağlar
N480 G99 G90 G84 X30. Y50. Z–35. R3. K1 F300	Kılavuz çekme çevrimi **F300 (200*1,5)**
N485 X60 Y30	İkinci delik koordinat noktası
N490 X90 Y50	Üçüncü delik koordinat noktası
N495 X60 Y70	Dördüncü delik koordinat noktası
N500 G80	Delik çevrimi iptali
N530 G00 Z200	Hızlı ilerleme ile Z200 mm. ye git.
N535 M05 M09	Tezgâhı durdur. Soğutma suyunu kapat.
N540 M30	Program sonu ve başa dön.

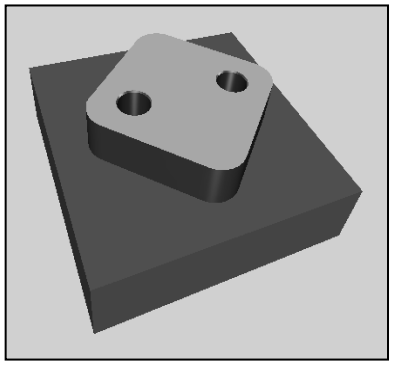




ÖRNEK 31:



Şekil 10.88: G84 için örnek parça



Şekil 10.89: Bitmiş parça

İşleme yönü →

Ham malzeme ölçüleri 100x100x20 mm

TAKIMLAR:
2) ø 24 parmak freze
4) ø 5 punta matkabı
5) ø 7 matkap
6) ø 10.5 matkap
7) ø 25 havşa matkabı
8) M12 kılavuz

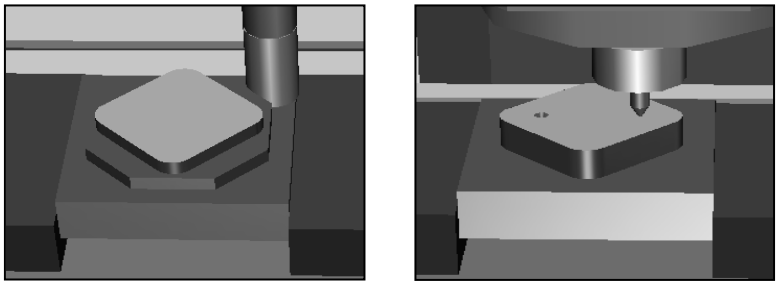
```
N15 O0074;
N20 G54 G90;
N25 G94 F600 S2000;
N75 T02 M6;
N80 G94 F500 S2000;
N85 G43 G00 Z10 H2 M08;
N90 G00 X–70 Y–60;
N95 G01 Z–7.5;
N100 G42 G1 G90 X–40. Y–40. D2 M03;
N105 G1 X40 Y–40;
N110 X40 Y40;
N115 X–40;
N120 Y–18.18;
N125 X–18.18 Y–40;
N130 X18.18 Y–40;
N135 X40 Y–18.19;
N140 X40 Y18.19;
N145 X18.18 Y40;
N150 X–18.18 Y40;
N155 X–40 Y18.19;
N160 X–34.13 Y7.11;
N165 G03 X–34.13 Y–7,06 R10;
N170 G01 X–7.07 Y–34.14;
N175 G03 X7.07 Y–34.14 R10;
N180 G01 X34.15 Y–7.08;
N185 G03 X34.15 Y7.08 R10;
N190 G01 X7.17 Y34.05;
N195 G03 X–7.17 Y34.05 R10;
N200 G01 X–34.13 Y7.11;
N205 G01 X–50 Y–8.63;
N210 G00 X–70 Y–45;
N215 G01 Z–15;
```

```
N220 G1 X–40 Y–40;
N225 G1 X40 Y–40;
N230 X40 Y40;
N235 X–40;
N240 Y–18.18;
N245 X–18.18 Y–40;
N250 X18.18 Y–40;
N255 X40 Y–18.19;
N260 X40 Y18.19;
N265 X18.18 Y40;
N270 X–18.18 Y40;
N275 X–40 Y18.19;
N280 X–34.13 Y7.11;
N285 G03 X–34.13 Y–7,06 R10;
N290 G01 X–7.07 Y–34.14;
N295 G03 X7.07 Y–34.14 R10;
N300 G01 X34.15 Y–7.08;
N305 G03 X34.15 Y7.08 R10;
N310 G01 X7.17 Y34.05;
N315 G03 X–7.17 Y34.05 R10;
N320 G01 X–34.13 Y7.11;
N325 G01 X–50 Y–8.63;
N330 G40;
N335 G28;
N340 M05 M09;
N345 T04 M6;
N350 G94 F500 S2000 M3;
N355 G43 G00 Z10 H4 M08;
N360 G00 X–20 Y0;
N365 G99 G90 G81 X–20. Y0. Z–5. R3.
      K1 F500;
N370 X20;
N375 G80;
N380 G28;
N385 M05 M09;
N390 T05 M6;
N395 G94 F500 S2000;
N400 G43 G00 Z10 H4 M08;
N405 G00 X–20 Y0;
N410 M03;
N415 G99 G90 G83 X–20. Y0. Z–47.
Q6.   R3. K1 F500;
N420 X20;
N425 G80;
N430 G28;
N435 M05 M09;
N440 T06 M6;
N445 G94 F500 S2000;
N450 G43 G00 Z10 H5 M08;
N455 G00 X–20 Y0;
N460 M03;
N465 G73 G99 G90 X–20. Y0. Z–47.
Q6.   R3. K1 F500;
N470 X20;
N475 G80;
N480 G28;
N485 M05 M09;
N490 T07 M6;
N495 G94 F200 S2000 M03;
N500 G43 G00 Z10 H7 M08;
N505 G00 X–20 Y0;
N510 G01 Z–11;
N515 G00 Z3;
N520 G01 X20;
N525 G01 Z–11;
N530 G00 Z3;
N535 G28;
N540 M05 M09;
N545 T08 M6;
N550 G94;
N552 M29 S200 M04; (SOL KILAVUZ)
N555 G43 G00 Z10 H8 M08;
N560 G99 G90 G74 X–20. Y0. Z–47.
R3. K1       F350; (200*1,75)
N565 X20;
N570 G80;
N575 G28;
N580 M05 M09;
N585 M30;
```

İşlem Sırası:

Malzeme yüzeyi, ø 63 alın freze çakısı ile temizlendi (N45...N60). ø 24 parmak freze çakısı ile iş parçasının üst kademesi işlendi. Bu işlem iki pasoda gerçekleştirilmiştir. Birinci paso N95…N210 nolu satırlarla işlenmiştir. İkinci pasoda

talaş derinliği arttırılarak, birinci pasodaki satırlar tekrarlanmıştır (şekil 10.90-a) . Bu işlem programda N235...N330 nolu satırlarda anlatılmıştır.



a **b**

Şekil 10.90: Çevresel frezeleme ve punta deliğinin işlenmesi

G81 delik delme döngüsü ile punta delikleri işlendi (şekil 10.90-b). Programda aşağıdaki satırda işlendi.

N365 G99 G90 G81 X–20. Y0. Z–5. R3. K1 F500;

ø 7 matkap, G83 gagalamalı delik çevrimi ile iş parçası üzerindeki delikler işlendi (şekil 10.91-a). Program satırı aşağıdaki şekildedir.

N415 G99 G90 G83 X–20. Y0. Z–47. Q6. R3. K1 F500;

a **b**

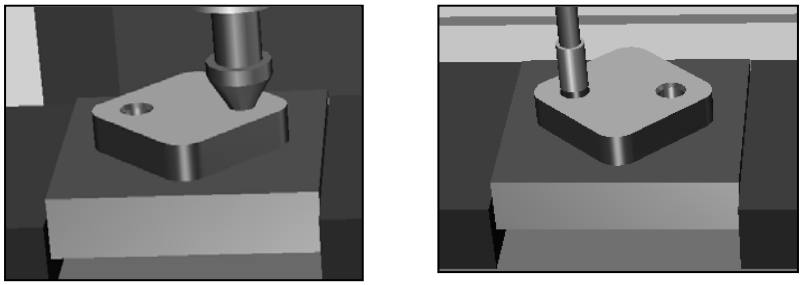
Şekil 10.91: Deliklerin işlenmesi

ø 10.5 matkap, G73 hızlı gagalamama çevrimi ile delikler M12 vidanın diş dibi çapında işlendi. Program satırı aşağıdaki şekildedir.

G73 G99 G90 X–20. Y0. Z–47. Q6. R3. K1 F500;

ø 25 havşa matkabı ile havşalar işlendi (şekil 10.92-a). Program satırı aşağıdaki şekildedir.

N505 G00 X–20 Y0;
N510 G01 Z–11;
N515 G00 Z3;
N520 G01 X20;
N525 G01 Z–11;
N530 G00 Z3;



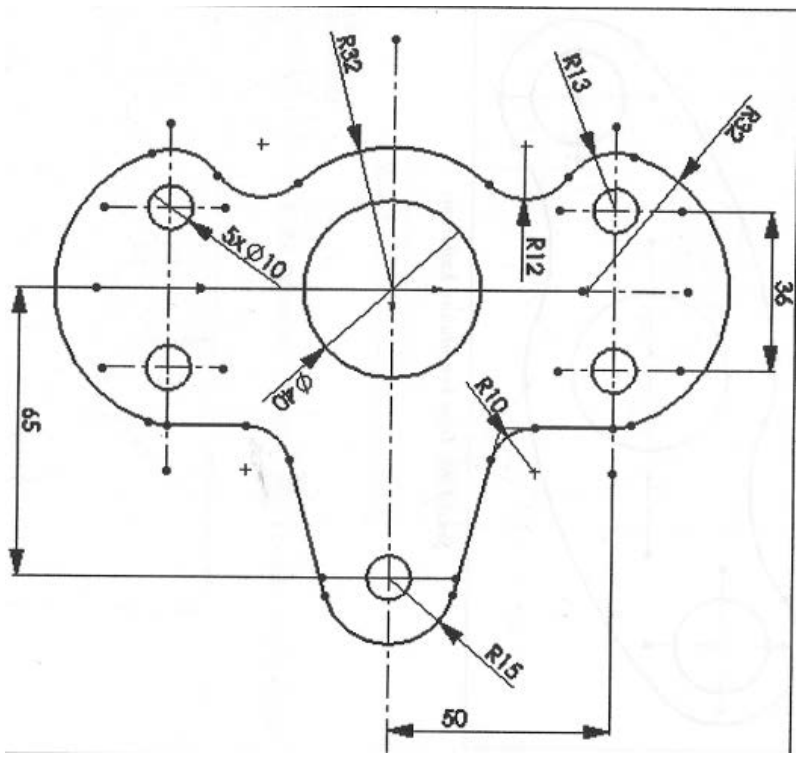
a **b**

Şekil 10.92: G74 kılavuz çekme

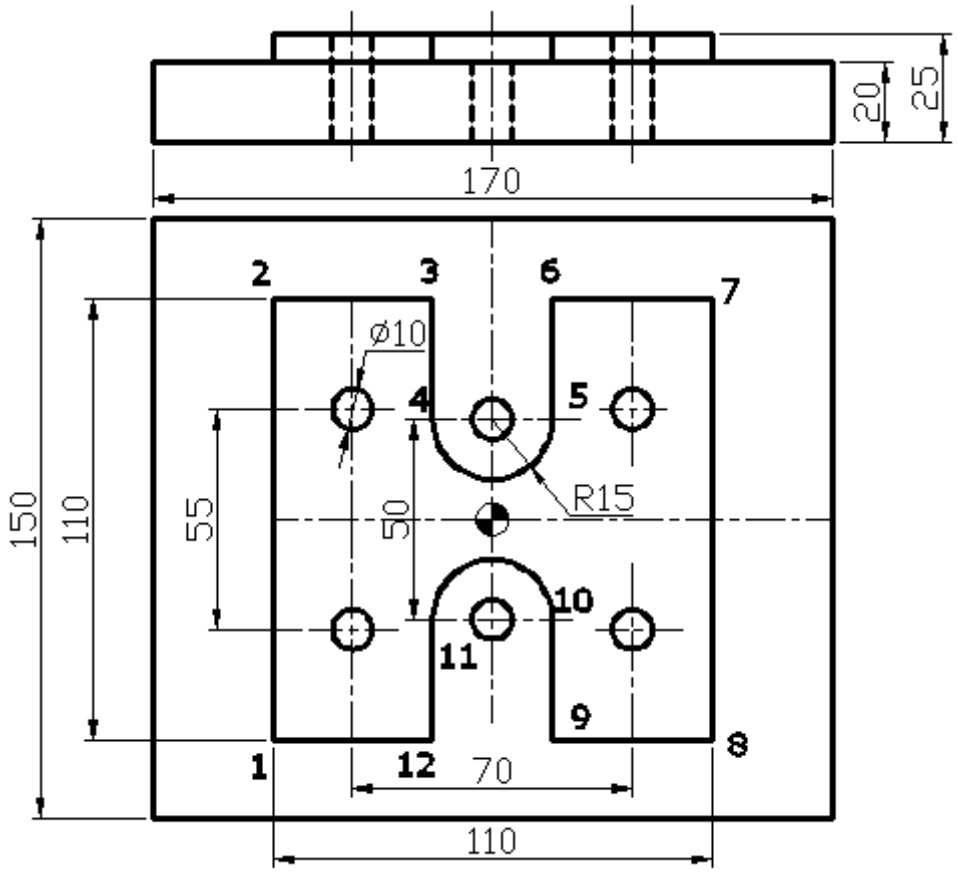
M12 kılavuz takımı ile G74 sol kılavuz çevrimi kullanılarak delikler işlendi (şekil 10.92-b).

M29 S200
G99 G90 G74 X–20. Y0. Z–47. R3. K1 F350;

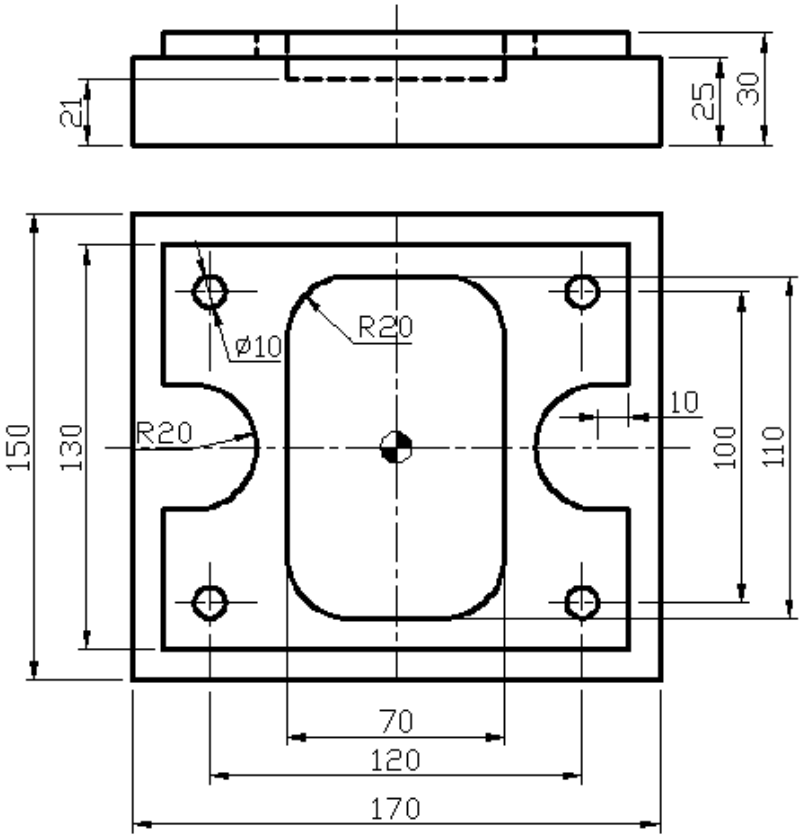
Not: dakikada 200 devir ve 1 devirde 1,75 mm olacağına göre dakikadaki ilerleme 350 mmolur.



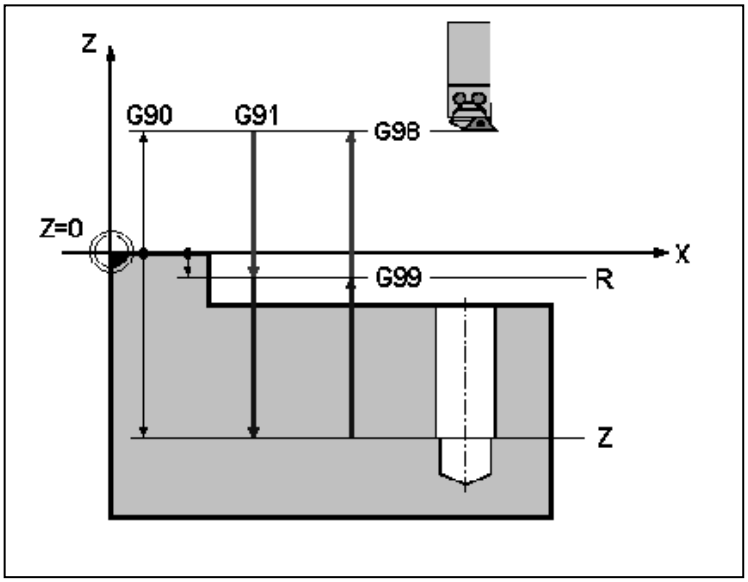
UYGULAMA 50:



UYGULAMA 51:



10.18. G85 Delik Genişletme Döngüsü



Şekil 10.93: G85 Delik genişletme döngüsü

G85 Delik genişletme döngüsü komut formatı ve parametreleri aşağıda açıklandığı gibidir.

Komut formatı:

G85 X... Y... Z... R... K... F...

G85: Delik genişletme döngüsü

X: Deliğin X eksenindeki koordinatı

Y: Deliğin Y eksenindeki koordinatı

Z: Toplam delik derinliği (R mesafesi dâhil)

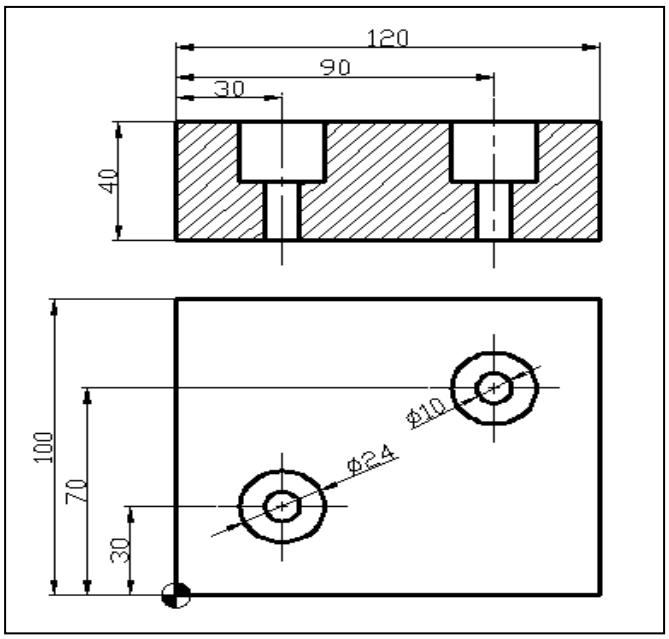
R: Hızlı geri dönüş noktası

K: Tekrar sayısı

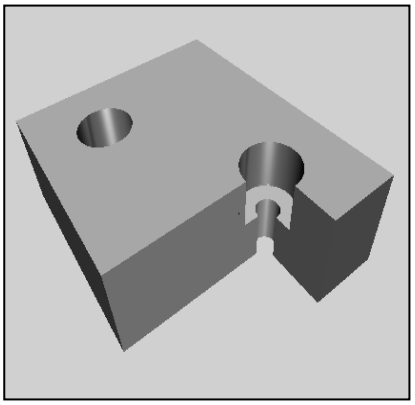
F: Talaş alma ilerlemesi

Ölçü tamlığı istenen ve daha yüksek yüzey kalitesi elde edilmek istenen delikler, delik genişletme çevrimleri ile işlenir. Ayrıca mevcut en büyük matkap çapından daha büyük deliklerin işlenmesi içinde kullanılır.

ÖRNEK 32:



Şekil 10.94: G85 için örnek parça



Şekil 10.95: Bitmiş parça

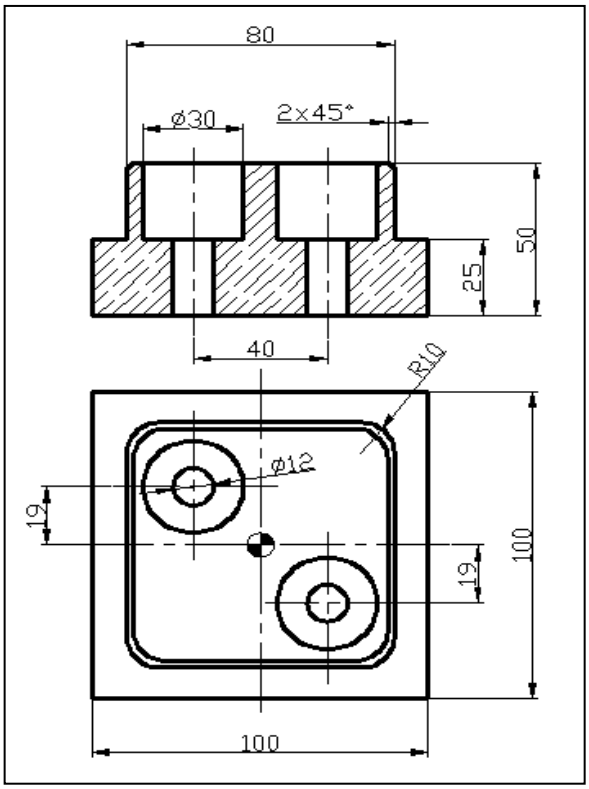
İşleme yönü →

Ham malzeme ölçüleri 100x100x20 mm

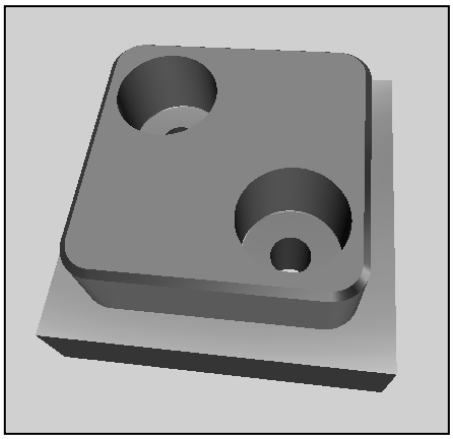
TAKIMLAR:
1) ø 63 alın freze çakısı
2) ø 8 punta matkabı
3) ø 10 matkap
4) ø 20 matkap
5) ø 24 parmak freze

```
N15 O8
N20 G90 G54;
N25 T01 M6
N35 G94 F750 S2000;
N40 G43 G0 Z10. H1 M3;
N45 G00 X–35 Y28 M08;
N50 G00 Z0;
N55 G01 X125;
N60 Y80;
N65 X–35;
N70 G28;
N75 M05 M09;
N80 T02 M06;
N85 G94 F1000 S2000;
N90 G43 G0 Z10 H2 M3;
N95 G00 X30 Y30 Z4 M08;
N100 S2000;
N105 G01 Z–5;
N110 G01 Z5;
N115 G00 X90 Y70;
N120 G01 Z–5;
N125 G00 Z200;
N130 M05 M09;
N135 T03 M6;
N140 G94 F800 S2000;
N145 G43 G0 Z10 H3 M03;
N150 G99 G90 G81 X30. Y30. Z–45. R3. K1
F600.;
N155 X90 Y70;
N160 G80;
N165 G00 Z200;
N170 M05 M09;
N175 T04 M6;
N180 G94 F500 S1000;
N185 G43 G0 Z10. H4 M3;
N190 G99 G90 G81 X30. Y30. Z–17. R3. K1
F600;
N195 X90 Y70;
N200 G80;
N205 G00 Z200;
N210 M05 M09;
N215 T05 M6;
N220 G94 F500 S1000;
N225 G43 G0 Z10. H5 M3;
N230 G99 G90 G85 X30. Y30. Z–20. R4. K1
F500;
N235 X90 Y70;
N240 G80;
N245M05 M09;
N250 M30;
```

ÖRNEK 33:



Şekil 10.96: G85 için örnek parça



Şekil 10.97: Bitmiş parça

İşleme yönü

Ham malzeme ölçüleri 100x100x20 mm

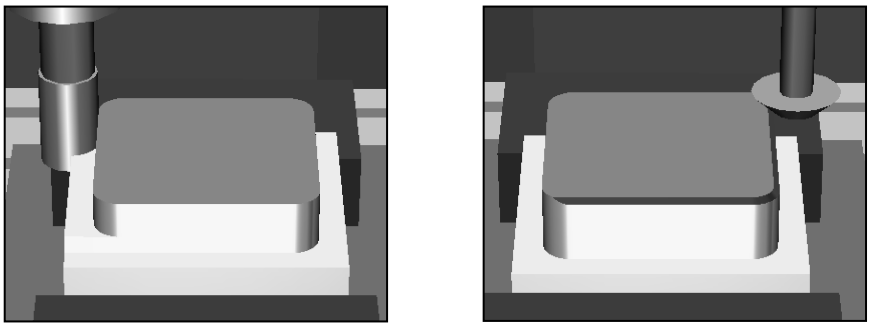
TAKIMLAR: 1) ø 16 parmak freze
2) ø 32 köşe takımı
3) ø 12 matkap
4) ø 30 takma uçlu matkap

```
N400 G54;
N405 G90 G54;
N410 G94 F300 S1500;
N415 T01 M06;
N420 G43 G0 Z10 H1 M03;
N425 G00 X–70 Y–50;
N430 G01 Z–7;
N435 G42 G1 G90 X–40. Y–40. D1;
N440 G01 X30;
N445 G03 X40 Y–30 R10;
N450 G01 Y30;
N455 G03 X30 Y40 R10;
N460 G01 X–30;
N465 G03 X–40 Y30 R10;
N470 G01 Y–30;
N475 G03 X–30 Y–40 R10;
N480 G40;
N485 G01 X–70 Y–50;
N490 G01 Z–14;
N495 G42 G1 G90 X–40. Y–40. D16;
N500 G01 X30;
N505 G03 X40 Y–30 R10;
N510 G01 Y30;
N515 G03 X30 Y40 R10;
N520 G01 X–30;
N525 G03 X–40 Y30 R10;
N530 G01 Y–30;
N535 G03 X–30 Y–40 R10;
N540 G40;
N545 G01 X–70 Y–50;
N550 G01 Z–21;
N555 G42 G1 G90 X–40. Y–40. D1;
N560 G01 X30;
N565 G03 X40 Y–30 R10;
N570 G01 Y30;
N575 G03 X30 Y40 R10;
N580 G01 X–30;
N585 G03 X–40 Y30 R10;
N590 G01 Y–30;
N595 G03 X–30 Y–40 R10;
N600 G40;
N605 G01 X–70 Y–50;
N610 G01 Z–25;
N615 G42 G1 G90 X–40. Y–40. D16;
```

```
N620 G01 X30;
N625 G03 X40 Y–30 R10;
N630 G01 Y30;
N635 G03 X30 Y40 R10;
N640 G01 X–30;
N645 G03 X–40 Y30 R10;
N650 G01 Y–30;
N655 G03 X–30 Y–40 R10;
N660 G40;
N665 G01 X–70 Y–50;
N670 G28;
N675 M05 M09;
N680 T02 M6;
N685 G94 F400 S1500;
N690 G43 G0 Z10 H2 M03;
N695 G00 X–55 Y–50;
N700 G01 Z–2;
N705 G42 G1 G90 X–40. Y–40. D32;
N710 G01 X30;
N715 G03 X40 Y–30 R10;
N720 G01 Y30;
N725 G03 X30 Y40 R10;
N730 G01 X–30;
N735 G03 X–40 Y30 R10;
N740 G01 Y–30;
N745 G03 X–30 Y–40 R10;
N750 G40;
N755 G01 X–70 Y–50;
N760 G28;
N765 M05 M09;
N770 T03 M6;
N775 M03 M08;
N780 G43 G0 Z10 H3;
N785 G99 G90 G83 X–20. Y19. Z–54.
Q6. R3.       K1 F400;
N790 X20 Y–19;
N795 G28;
N800 M05 M09;
N805 T04 M6;
N810 G94 F500 S2000;
N815 G43 G0 Z10 H4 M03;
N820 G99 G90 G85 X–20. Y19. Z–25.
R3. K1        F500;
N825 X20 Y–19;
N830 G28;
N835 M05 M09;
N840 M30;
```

İşlem sırası:

Bir nolu ø 16 parmak freze ile İş parçasının üst kısmı işlendi. Bu işlem dört turda gerçekleştirildi. Birinci tur için yazılan N430…N480 nolu program satırları dört defa kopyalanarak çoğaltıldı (şekil 10.98). Programda N430…690 nolu satırlarda işlenmiştir.

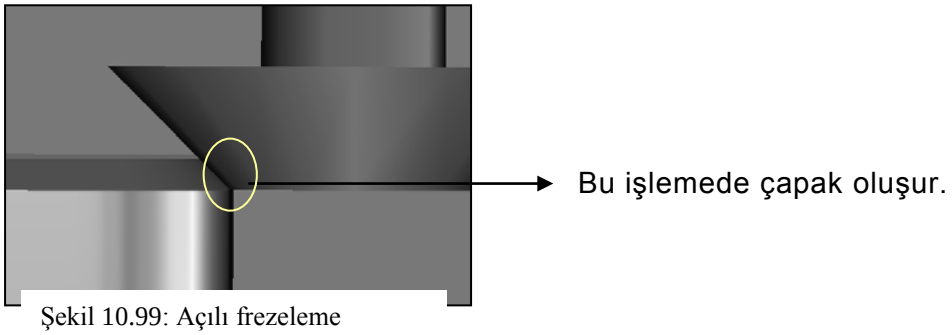


a **b**

Şekil 10.98: Çevresel frezeleme

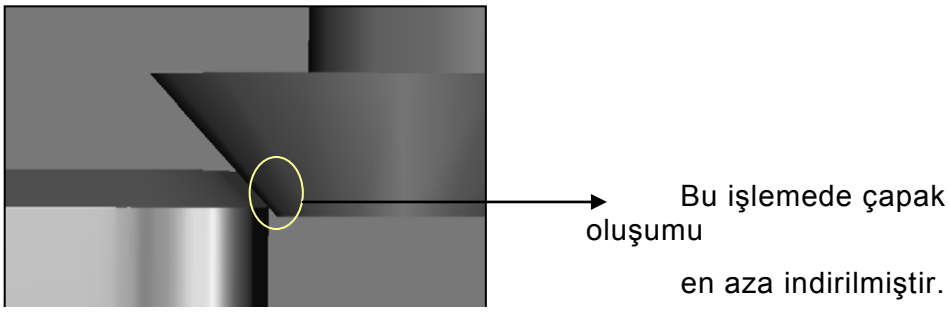
ø 32 köşe takımı ile malzemenin üst tarafındaki $2X45^0$ pah işlendi.

Kesici takım iş parçasına aşağıdaki şekilde yanaştırılırsa malzemenin alt tarafında çapak oluşur.



Şekil 10.99: Açılı frezeleme

Çapak oluşumunun önlenmesi için kesicimiz, pah açısında aşağı kaydırılmalıdır.

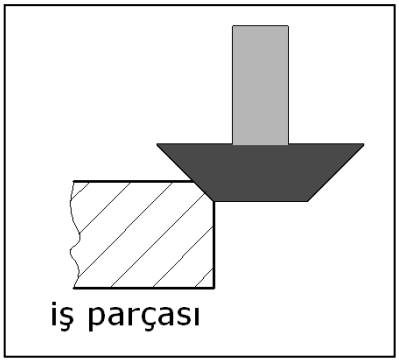


Şekil 10.100: Açılı frezeleme

Kesici takımın pah açısı doğrultusunda kaydırılması için işlem sırası:

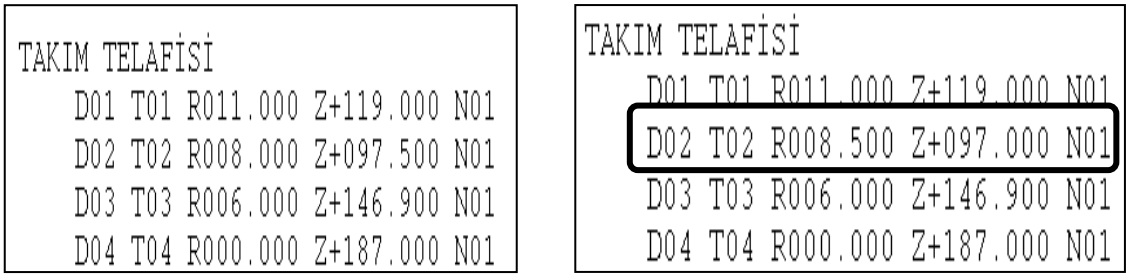
Bu işlemi iki şekilde gerçekleştirebiliriz. Birinci yol; kesici takımı kaydırma miktarı kadar dışa alacak şekilde sanal bir yol oluşturabiliriz. Oluşturulan bu yolun koordinat noktalarına göre program yazılarak iş parçası işlenir. Bu şekilde işlem ilave bir ölçülendirme gerektireceğinden tercih edilmez.

İkinci yol ise kesici takım çap ve boy değerlerini değiştiririz. Takım ölçüleri üzerinde değişiklik yapılmadan G41/G42 komutu ile kesiciyi iş parçasına yanaştırdığımızda aşağıdaki şekildeki gibi yanaşır.



Şekil 10.101: Açılı frezeleme

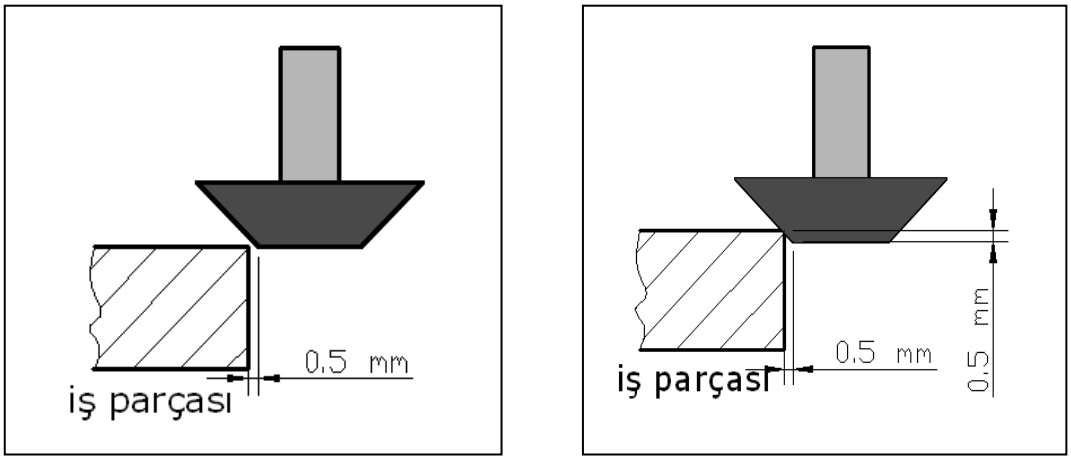
Kesicimizi, pah açısı doğrultusunda aşağıya kaydırmak için ilgili takımın çap ve boy değerlerini değiştiriyoruz.



a – Gerçek takım ölçüleri b – Değiştirilmiş takım ölçüleri

Şekil 10.102 Ofset sayfasındaki takım ölçüleri

Bu değişiklikleri takım ofset sayfasındaki ilgili takım telafi değerleri üzerinde yaparız. Burada kesicinin yarıçapını 0.5 mm arttırırız. Fakat gerçekte kullandığımız kesicinin çapı artmamıştır. Kontrol ünitesi kesicinin çapını olduğundan büyük zannedecektir. Programda Kesici yarıçap telafi komutu ile iş parçasına yanaştığımızda 0.5 mm dışarıda duracaktır (Şekil 10.103 a).

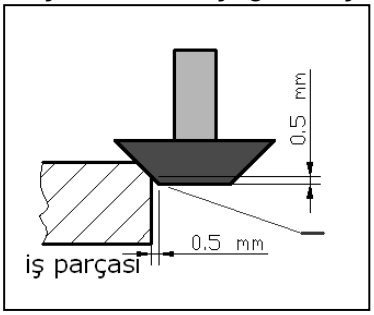


a **b**

Şekil 10.103: Değiştirilmiş telafi değerleri ile yanaşma

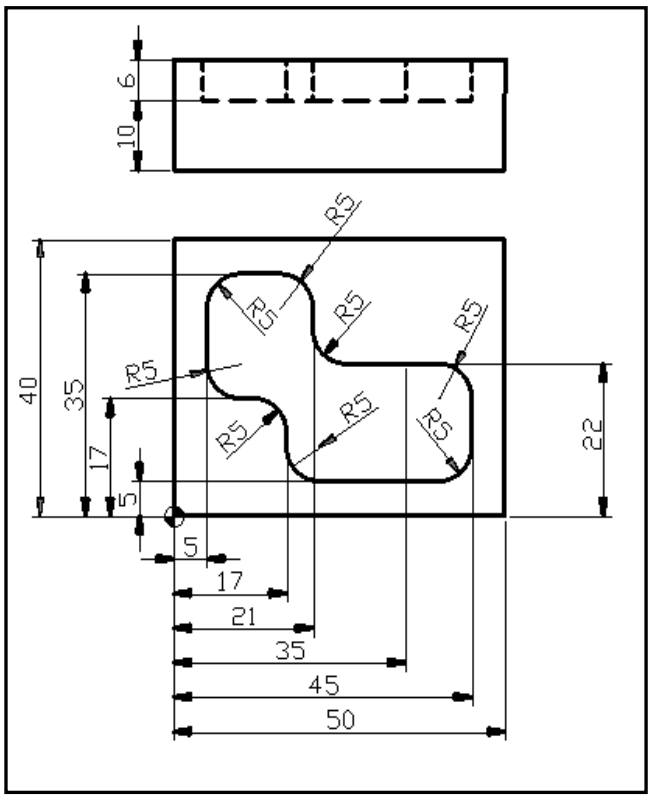
Ayrıca 97.5 mm olan takım boyunu, telafi sayfasında 97 mm olarak değiştiriyoruz. Böylece kesicimize Z0'a (sıfır) git dediğimizde Z–0.5 mm. gidecektir. Kontrol ünitesi takımın boyunu 97 mm olarak kabul ettiğinden 97 mm lik boyu Z0'a gönderecektir. Gerçekte takımın boyu 97.5 olduğu için, gidilen nokta Z–0.5 mm olacaktır. Bu noktada kesicimiz iş parçasına sıfıra sıfır değmiştir. Talaş almamaktadır (Şekil 10.103 b)

Bu aşamadan sonra, iş parçasındaki 2x45^0 pahı işlemek için Z-2 mm talaş derinliğini veriyoruz. Kesicimiz iş üzerinde aşağıdaki şekildeki gibi konumlanır.

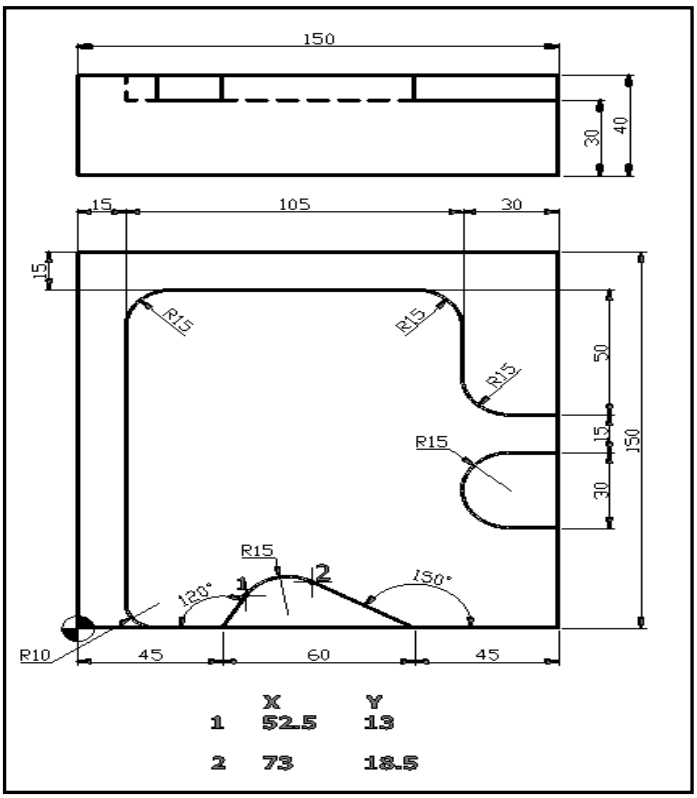


Şekil 10.104: Açılı frezeleme

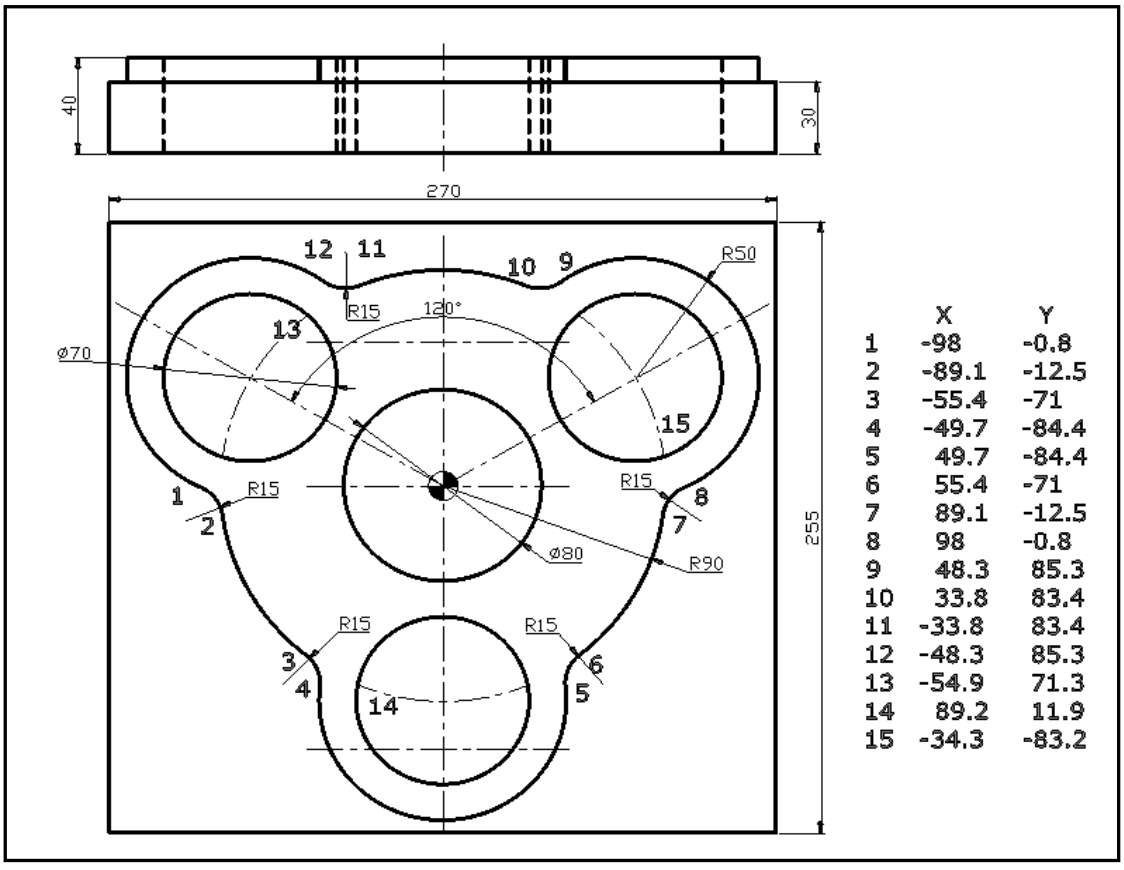
UYGULAMA 52:



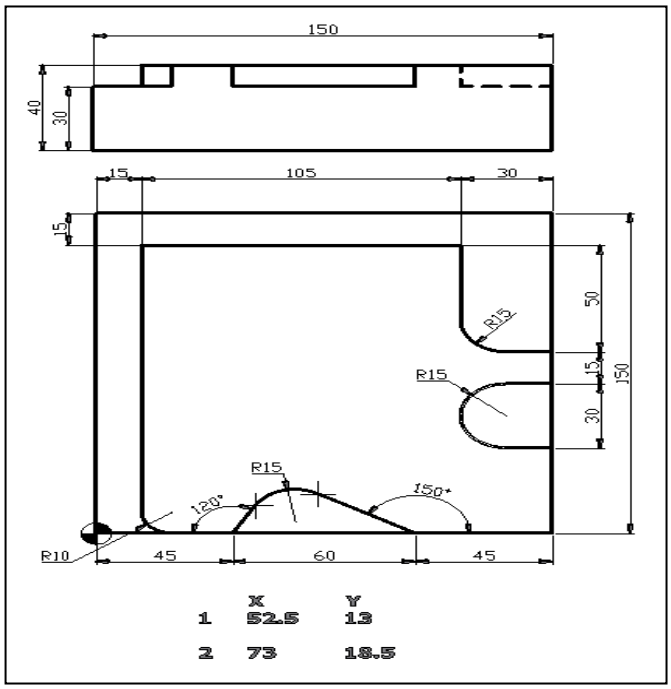
UYGULAMA 53:



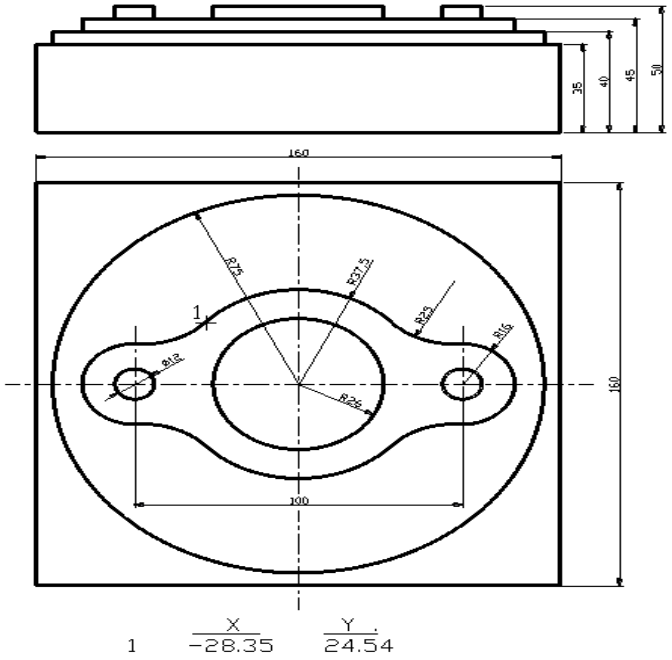
UYGULAMA 54:



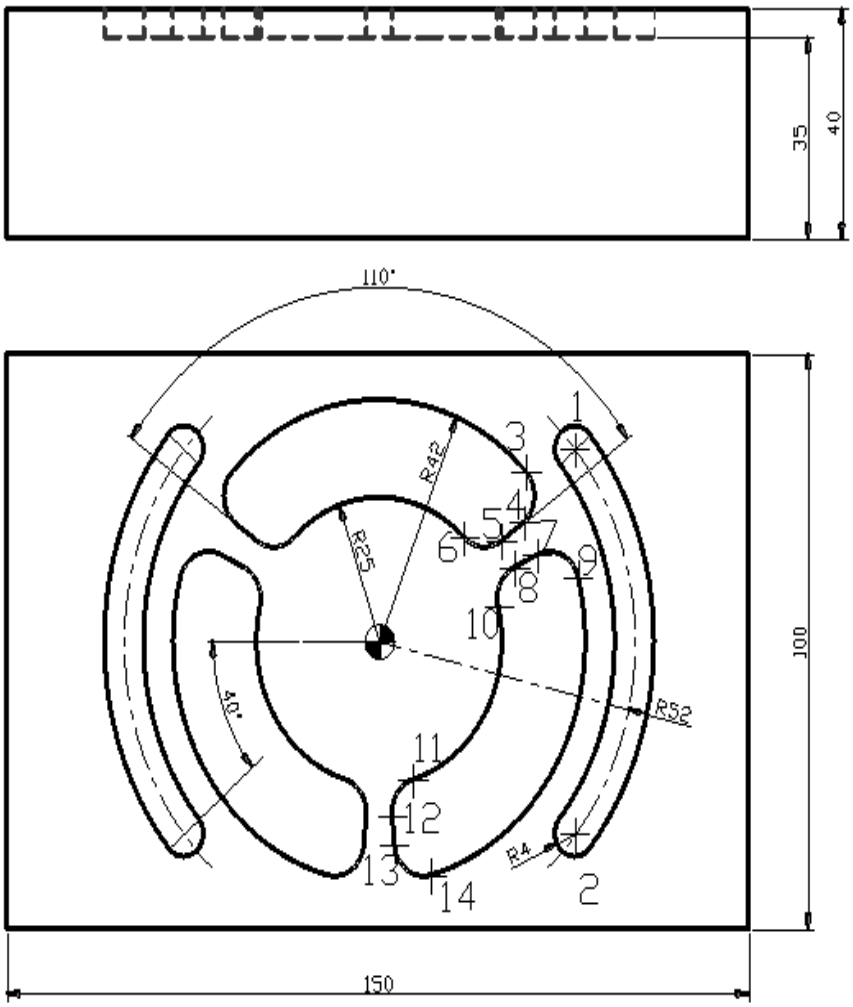
UYGULAMA 55:



UYGULAMA 56:

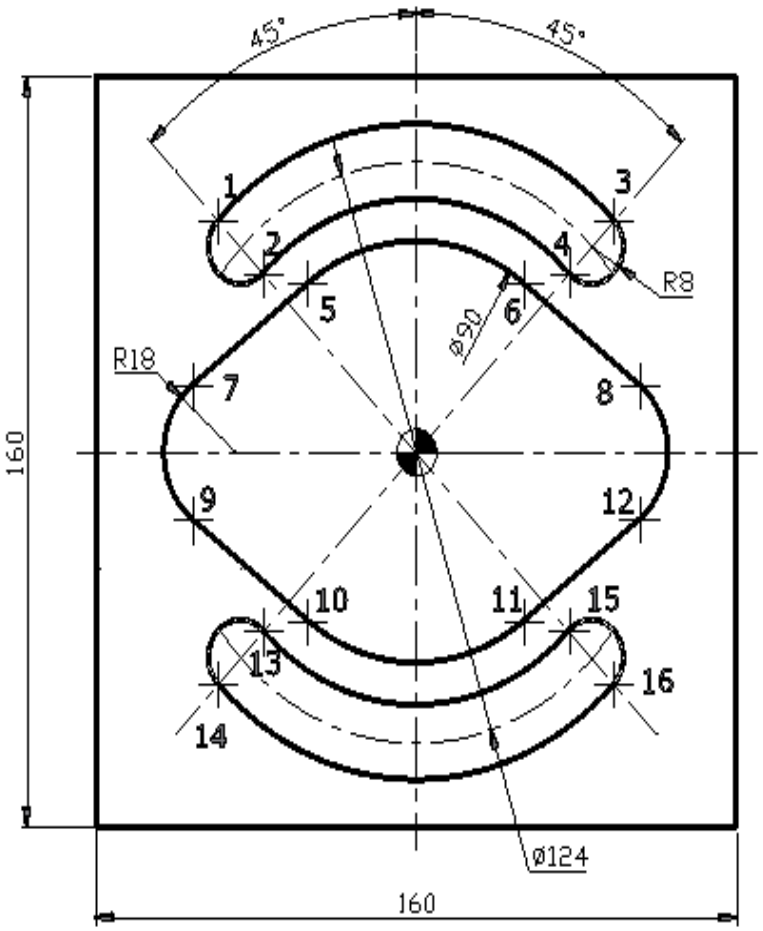


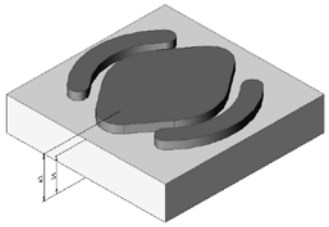
UYGULAMA 57:



	X	Y
1	39.83	33.42
2	39.83	-33.42
3	29.91	29.49
4	29.59	20.72
5	24.91	17.44
6	17.32	18.03
7	32.17	15
8	27.56	12.85
9	40.49	11.84
10	24.35	5.66
11	6.96	-24.01
12	2.65	-30.3
13	3.09	-35.36
14	10.58	-40.64

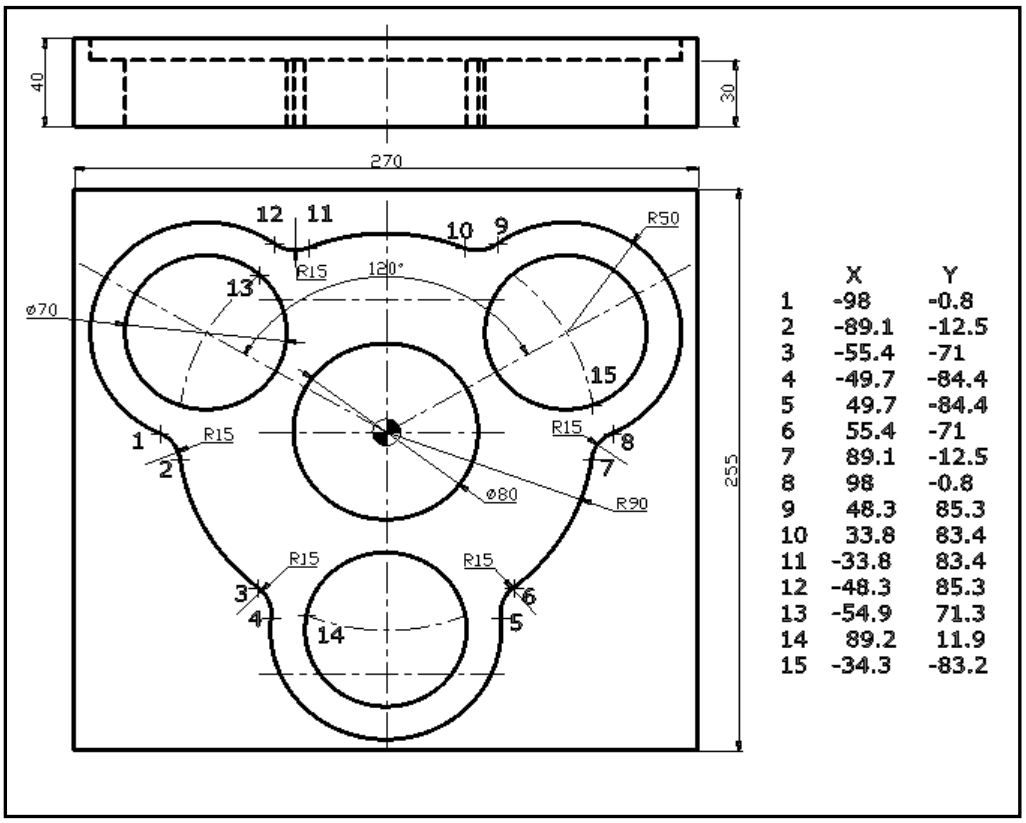
UYGULAMA 58:





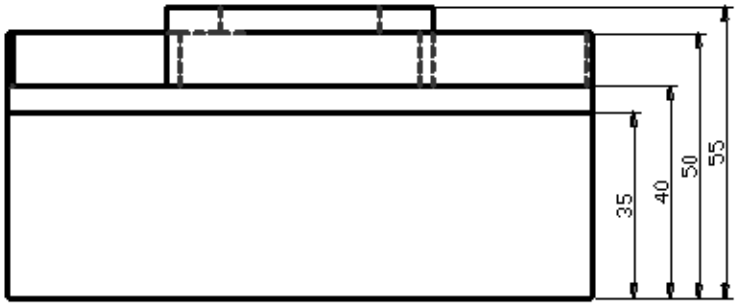
1		
2	-38.2	38.2
3	49.5	49.5
4	38.2	38.2
5	-27	36
6	27	36
7	-55.8	14.4
8	55.8	14.4
9	-58.8	-14.4
10	-27	-36
11	27	-36
12	55.8	-14.4
13	-38.2	-38.2
14	-49.5	-49.5
15	38.2	-38.2
16	49.5	-49.5

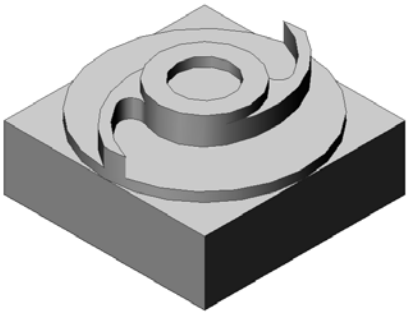
UYGULAMA 59:

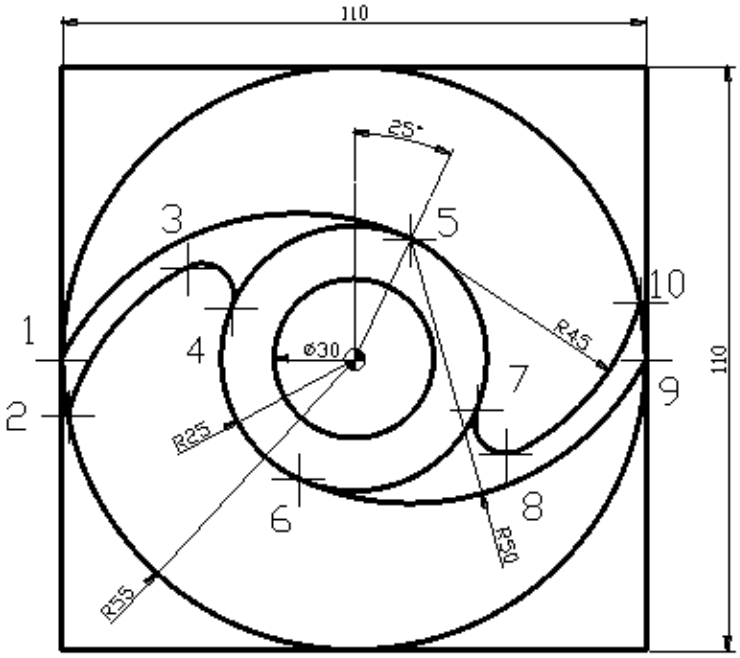


	X	Y
1	-98	-0.8
2	-89.1	-12.5
3	-55.4	-71
4	-49.7	-84.4
5	49.7	-84.4
6	55.4	-71
7	89.1	-12.5
8	98	-0.8
9	48.3	85.3
10	33.8	83.4
11	-33.8	83.4
12	-48.3	85.3
13	-54.9	71.3
14	89.2	11.9
15	-34.3	-83.2

UYGULAMA 60:

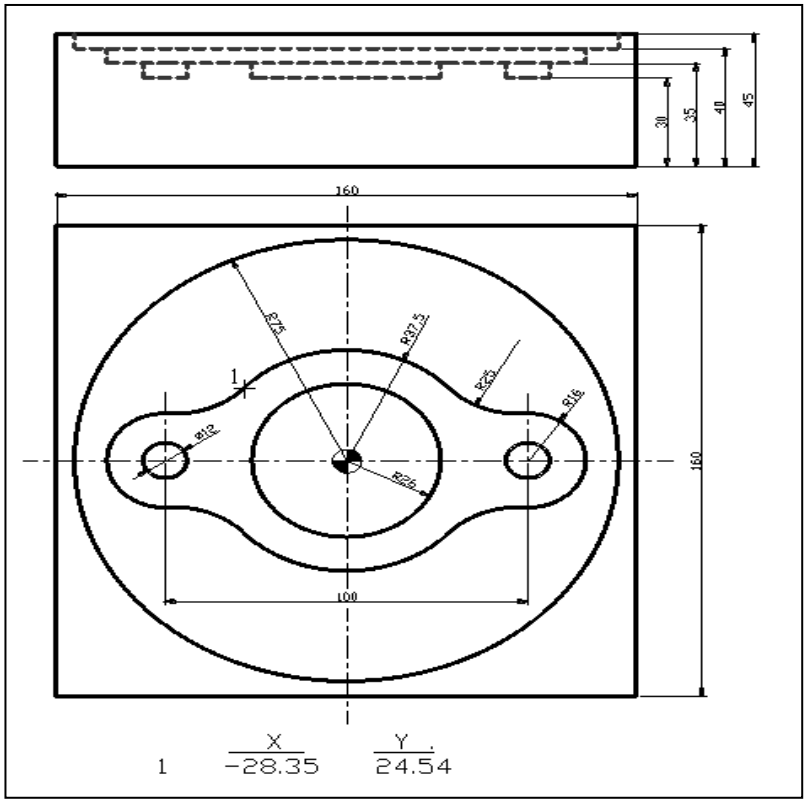






	X	Y
1	-55	0.27
2	-53.95	-10.7
3	-31.4	17.23
4	-23.08	9.61
5	10.57	22.66
6	-10.57	-22.66
7	23.08	-9.61
8	28.62	-17.91
9	55	-0.27
10	53.95	10.7

UYGULAMA 61:



İçindekiler

FANUC CNC PROGRAMLAMA 4
BÖLÜM I 5
1. CNC TEZGÂHLARINDA HAREKET 5
BÖLÜM II 6
2. CNC TEZGÂHLARINDA KULLANILAN 6
KOORDİNAT SİSTEMLERİ 6
2.1. Kartezyen Koordinat Sistemi 6
2.2. Polar Koordinat Sistemi 16
BÖLÜM III 17
3. CNC TEZGÂHLARINDA EKSENLER 17
3.1. Cnc Torna Tezgâhında Eksenler 17
3.1.1. Cnc Torna Tezgâhında Ana Eksenler 17
3.1.2. Cnc Torna Tezgâhında Dönel Eksen 17
3.2. Cnc Freze Tezgâhında Eksenler 18
3.2.1. Cnc Freze Tezgâhlarında Ana Eksenler 19
3.2.2. Cnc Freze Tezgâhlarında Yardımcı Doğrusal Eksenler 21
3.2.3. Cnc Freze Tezgâhlarında Dönel Eksenler 21
BÖLÜM IV 22
4. Kesici Geometrisi 22
4.1. Cnc Torna Programlamada Kesici Geometrisi 22
4.1.1.Kesicinin Geometrik Şeklinin Programlamaya Etkisi 22
4.1.2. Kesici Takım Telafisi 22
4.2. Cnc Freze Programlamada Kesici 24
4.2.1. Kesici Takım Yarıçap Telafisi: G41 – G42 24
4.2.2. Kesici Takım Boyu Telafisi G43 – G44 25
BÖLÜM V 27
5. CNC PROGRAM YAPISI 27
5.1. Teknolojik Bilgiler 27
5.1.1. Program Başlangıç Bölümü 27
5.1.2. Ana Program Bölümü 29
5.1.3. Program Bitiş Bölümü 29
5.2. Cnc Torna Programında Satır Yapısı 30
5.2.1. Satır Numarası 30
5.2.2. Adresler 30
5.3. G Kodları (Cnc Torna) 32
5.4. M Kodları (Yardımcı Fonksiyonlar) 33
5.5. Cnc Torna Programlamada Referans Noktaları 34
5.5.1. Cnc Torna Tezgâhında Referans Noktaları 35
5.5.2. İş Parçası Referans Noktası 36
BÖLÜM VI 37
6. MUTLAK VE ARTIMSAL PROGRAMLAMA 37
6.1. Mutlak Programlama 37
6.2. Artımsal Programlama 38
BÖLÜM VII 39
7. CNC TORNA TEZGÂHLARINI KULLANMA 39
7.1. KONTROL PANELİNDEKİ TUŞLAR VE GÖREVLERİ 41
7.2. Manuel Operasyon 46
7.2.1. Referans Noktasına Dönüş (ZRN) 46
7.2.2. Jog modunda ilerleme 46
7.2.3. El Çarkı Kullanımı 46
7.2.4. Rapid Feed (Boşta hızlı hareket ettirme) 47

7.2.5. Manuel Takım Değiştirme 47
7.2.6. Manuel Devir Verme 47
7.3. Probe ile Takım Sıfırlama 48
7.4. Probe Olmadan Takım Sıfırlama 48
7.5. İş Parçası Sıfırlama 48
7.6. Tezgâha Program Yazma 49
7.7. Tezgâhtaki Programı Silme 49
7.8. Karttan Tezgâha Program Atma 49
7.9. Tezgahtan Karta Program Atma 49
BÖLÜM IIIV 50
8. CNC TORNA TEZGÂHLARININ 50
PROGRAMLANMASI 50
8.1. G00 Boşta Hızlı Hareket 50
8.2. G01 Doğrusal Kesme 51
8.3. G90 Boyuna Kesme Çevrimi 58
8.4. G02 Saat İbresi Dönüş Yönünde Eğrisel Hareket 62
8.5. G03 Saat İbresinin Tersi Yönünde Eğrisel Hareket 66
8.6. G04 Kesici Takımı Belirlenen Süre Kadar Bekletme Komutu 70
8.7. G54 Çalışma Parçasının Sıfırını Tanımlama 70
8.8. G41 Soldan Kesici Uç Yarıçap Telafisi 71
8.9. G42 Sağdan Kesici Uç Yarıçap Telafisi 71
8.10. G40 Takım Telafisi İptali 72
8.11. G41 ve G42 İÇİN TEZGÂHTA YAPILMASI GEREKEN AYARLAR 72
8.12. G70 – Son İşleme (Finiş) Çevrimi 77
8.13. G71 Boyuna Kaba Tornalama Çevrimi 79
8.14. G72 Alın Kaba Tornalama Çevrimi 88
8.15. G73 Profil Tornalama Çevrimi 95
8.16. Uygun Döngü komutunun Seçimi 100
8.17. G74 Gagalayarak Delik Delme Çevrimi 103
8.18. G75 Kanal Açma Çevrimi 111
8.19. G76 Otomatik Diş Açma Çevrimi 116
9.20. G92 Vida Çekme Çevrimi 129
8.21. Alt Programlama 136
BÖLÜM IX 142
9. CNC FREZE PROGRAM YAPISI 142
9.1. Teknolojik Bilgiler 142
9.1.1. Program Başlangıç Bölümü 142
9.1.2. Ana Program Bölümü 145
9.1.3. Program Bitiş Bölümü 145
9.2. Cnc Freze Programlamada Kullanılan G Kodları 146
9.3. M Kodları (Yardımcı Fonksiyonlar) 148
9.4. Cnc Freze Programlamada Referans Noktaları 149
9.4.1. Cnc Freze Tezgâhında Referans Noktaları 149
9.4.2. İş Parçası referans Noktası 150
9.5. G52- referans kaydırma 151
9.6. Mutlak ve Artımsal Programlama 152
9.6.1. G90 Mutlak Programlama 152
9.6.2. G91 Artımsal Programlama 153
9.7. CNC DİKİŞLEME MERKEZİ KULLANIMI 156
9.7.1. KLAVYE TUŞLARI 157
9.7.2. ANAHTAR MOD FONKSYONLARI 157
9.7.3. FONKSİYON TUŞLARI 157
9.7.4. DİĞER TUŞLAR 158

BÖLÜM X 161
10. CNC FREZE TEZGÂHLARININ PROGRAMLANMASI 161
10.1. G00 Boşta Hızlı Hareket 161
10.2. G01 Doğrusal Kesme 161
10.3. Kesici Takım Boyu Telafisi G43 – G44 164
10.4. Kesici Takım Yarıçap Telafisi: G41 – G42 168
10.5. G02 Saat İbresi Yönünde Eğrisel Kesme 175
11.6. G03 Saat İbresi Tersi Yönünde Eğrisel Kesme 182
10.7. ÇEVRİMLER 193
10.7.1. G24 Dikdörtgen Cep Frezeleme Çevrimi 193
10.7.2. G25 Dairesel Cep Frezeleme Çevrimi 196
10.8. G81 Delik Delme Döngüsü 198
10. 9. G16 AÇISAL MOD 201
10.10. ALT PROGRAMLAMA 207
10.11. G52 REFERANS NOKTASI KAYDIRMA 209
10.12. G51 AYNALAMA (MİRROR) 214
10.13. ALT PROGRAMLAMA İLE AYNALAMA (ÖRNEK 23:) 219
10.14. G68 DÖNDÜRME (ROTATE) 220
10.15. G82 Delik Sonunda Beklemeli Delik Delme Çevrimi 224
10.16. G83 Boşaltmalı (Gagalamalı) Delik Delme Çevrimi 231
10.17. G84 – G74 Kılavuz Çekme Döngüleri 238
10.18. G85 Delik Genişletme Döngüsü 246

KAYNAKÇA

- ARSLAN Hamit, Bilgisayar Nümerik Kontrol Meslek Teknolojisi
- MTS Top Mill ve Top Turn Programlayıcı Kılavuzu
- CNC Exercises Fanuc & Sinümerik Programing Key
- MTS Top Mill ve Top Turn Çalışma El Kitabı
- http://www.ankacnc.com
- http://www.fanuc.co.jp
- MTS Teachware CNC Basics
- TopCAM V 7.1.2. Turkish programı
- ALTUNTAŞ Ömer, GÜLTEKİN Mustafa, CNC Teknik Kurs Notları
- MEGEP Freze İşlemleri –1 Modülü