

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

CNC TORNALAMA ÇEVİRİMLERİ

ANKARA-2006

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1	3
1. CNC TORNADA BOŞALTMA ÇEVİRİMLERİ.....	3
1.1. Alın Tornalama Çevrimleri (G79/G94, G72).....	3
1.1.1. G79 (G94) Alın Tornalama Çevrimi (Tek Kademe).....	3
1.1.2. G72 Alında Kaba Talaş Çevrimi (Eksene Dik Tornalama).....	4
1.2. Silindirik (Boyuna) Tornalama Çevrimleri (G77/G90, G71).....	6
1.2.1. G77(G90) Silindirik İç/Dış Çap İşleme Çevrimi (Tek Kademe).....	6
1.2.2.G71 Dış Çap Kaba Talaş Kaldırma Çevrimi (Eksene Paralel Tornalama)	7
1.3. Konik Tornalama Çevrimi (G77)	9
1.4.Dış Çapta Kanal İşleme, Parça Kesme Döngüsü (G75)	11
1.4.1. G75 Dış Çapta Kanal İşleme	11
1.4.2. G75 Komutu ile Parça Kesme	13
1.5. Köşe Yuvarlatma	14
1.6.Pah Kırma.....	15
1.7. Profil Tekrarlama Çevrimi (G73).....	15
1.8.Çevrimlerin Simülasyonu ve Tezgahta Uygulanması	18
UYGULAMA FAALİYETİ-1	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	21
ÖĞRENME FAALİYETİ – 2	24
2. CNC TORNADA DELİK VE VİDA ÇEVİRİMLERİ.....	24
2.1. Delik Delme Çevrimi (G74).....	24
2.2. Kılavuz Çekme	26
2.3. Raybalama	27
2.4.Dış Açma Çevrimi(G76)	28
2.4.1.Tek Ağızlı Vida Açma	28
2.4.2.İki Ağızlı Vida Açma	32
2.5.Çevrimlerin Simülasyonu ve Tezgahta Uygulanması	33
UYGULAMA FAALİYETİ-2	34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	36
MODÜL DEĞERLENDİRME	39
KAYNAKÇA	42

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI125
ALAN	Makine Teknolojisi
DAL/MESLEK	Bilgisayarlı Makine İmalatı
MODÜLÜN ADI	CNC Tornalama Çevrimleri
MODÜLÜN TANIMI	CNC Torna Tezgâhlarında kullanılan tornalama çevrimlerini içeren öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Makine imalatçılığında gerekli olan iş güvenliği, iş kazalarına karşı güvenlik önlemleri ile alan ortak modüllerini almış olmak.
YETERLİK	CNC tornada çevrimleri programlamak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile uygun araç gereç sağlandığında CNC tornada çevrimleri programlayabileceksiniz. Amaçlar ➤ CNC tornada boşaltma çevrimlerini programlama işlemini yapabileceksiniz. ➤ CNC tornada delik delme çevrimlerini programlama işlemini yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	CNC torna, bilgisayar, çeşitli torna takımları, ders kitabı.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Her faaliyet sonrasında faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendirebileceksiniz. Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile, CNC torna tezgahlarında kullanılan tornalama çevrimlerini öğreneceksiniz.

Bu modül hazırlanırken FANUC kontrol sistemi ve ISO Standart G kodları kullanılmıştır.

CNC torna tezgâhlarına parça programı hazırlanırken tornalama çevrimleri size büyük kolaylıklar sağlayacak ve kısa sürede hatasız programlama yapabileceksiniz.

Bu modülde G71 dış çap/iç çap kaba tornalama çevrimi, G72 alından kaba tornalama çevrimi, G75 kanal tornalama çevrimi, G73 profil tekrarlama çevrimi vb. önemli tornalama çevrimlerini öğrenerek CNC torna tezgahlarına programlama yapabileceksiniz.

Ayrıca bu modülde C eksenli (üçüncü eksen) CNC torna tezgâhlarında programlama örnekleri ve açıklamaları da yer almaktadır. Bu konular sizin iş yaşamınızda başarılı olmanızı sağlayacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında, CNC tornada boşaltma çevrimlerini öğrenerek ve bu çevrimleri kullanarak program yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken önemli faaliyetler şunlardır:

- CNC torna tezgâhlarında kullanılan kontrol üniteleri
- CNC torna tezgâhlarında kullanılan diğer G ve M kodları
- İş parçası sıfır noktası alma

Yukarıdaki konular hakkında bilgileri İnternet ortamında, CNC torna tezgâhı kullanarak üretim yapan işletmelerde, atölyenizde bulunan CNC tezgâhlarında ve CNC torna tezgâhı bilgisine sahip operatör ve programcılara başvurarak edinebilirsiniz

1. CNC TORNADA BOŞALTMA ÇEVİRİMLERİ

1.1. Alın Tornalama Çevrimleri (G79/G94, G72)

1.1.1. G79 (G94) Alın Tornalama Çevrimi (Tek Kademe)

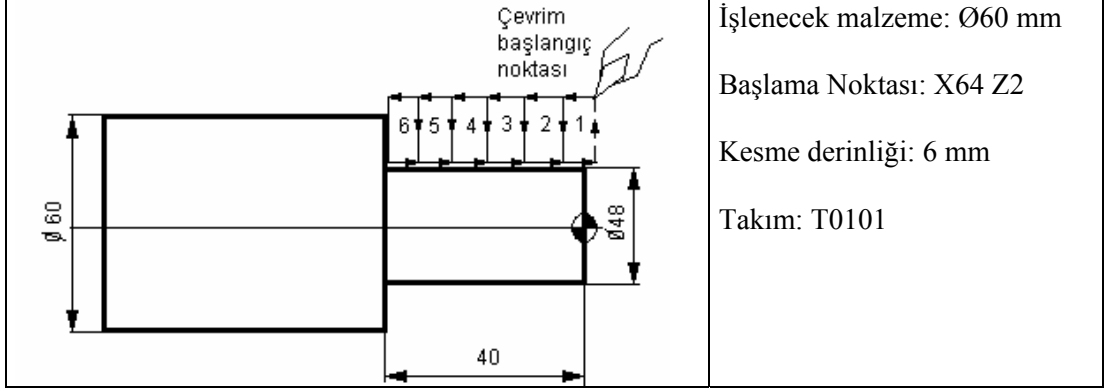
G94 standart G79 FANUC kontrol üniteleri için düz veya konik alın tornalama döngüsüdür.

Şekil 1.1. G94 (G79) komutu ile, başlama noktasından hızlı ilerleme ile hareket başlar verilen F ilerleme hızı ile istenen noktalar arasında tornalama işlemi yapıldıktan sonra R hızlı ilerleme ile başlama noktasına dönülür.

Notlar:

- G94 (G79) modal (kalıcı) G – komutlarındandır. Bir defa kullanıldıktan sonra iptal edilmedikçe tekrar yazmak gerekmez. Buna göre sadece Z değerini değiştirmekle çevrim tekrarlanır.
- Çevrim komutu ile işlem bittikten sonra aynı gruptan başka bir G- komutu ile iptal edilir. Örneğin G94 (G79) komutu G00 komutu ile iptal edilebilir.
- G94 (G79) tornalama çevriminde kullanılacak T, S ve M fonksiyonları çevrim başlamadan önce kullanılmalıdır.

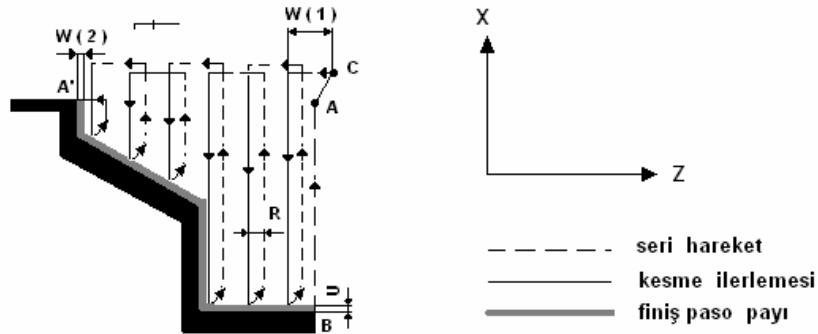
Örnek 1.1:



Şekil 1.1: Alın tornalama çevrimi (tek kademe)

- N100 T0101;
- N110 G97 S500 M04;
- N120 G00 X64. Z10.;
- N130 G1 Z2. F0.5; (Çevrimin başlangıç noktasına geniş)
- N140 G94 X48. Z-5.; (1.takım yolu)
- N150 Z-12.; (2.takım yolu)
- N160 Z-19.; (3.takım yolu)
- N170 Z-26.; (4.takım yolu)
- N180 Z-33.; (5.takım yolu)
- N190 Z-40.; (6.takım yolu)
- N200 G28 U0.; (X ekseninde tezgâh referans noktasına gidiş)
- N210 G28 W0.; (Z ekseninde tezgâh referans noktasına gidiş)
- N220 M30;

1.1.2. G72 Alında Kaba Talaş Çevrimi (Eksene Dik Tornalama)



Şekil 1.2: G72 Alında kaba talaş çevrimi (eksene dik)

G72 alın tornalama çevrimi hem X- ekseni hem de Z- ekseni boyunca tek yönlü değişen bir profile sahip şekillerin işlenmesinde kullanılır.

Programda (Şekil 1.2.) A-A'-B finiş profili tanımlandıktan sonra kaba tornalama paso hareketleri otomatik olarak yaratılır. X-ekseninde U2, Z-ekseninde ise W kadar finiş paso payı kalır.

G72 çevriminden sonra G70 çevrimi ile bu bırakılan finiş payı da alınarak işlem tamamlanır.

G72 çevrimi 2 komut satırından oluşur ve bu komut satırları aşağıdaki gibidir.

G72 W(1) R-
G72 P- Q- U- W(2) F- S- T-

G72: Çevrimi çağıran komuttur.

W(1): Her seferde alınacak paso miktarıdır. (mm ve boy olarak işaretlidir)

R: Her pasodan sonra kesici ucun geri çekilme miktarı (mm ve boy olarak)

P: Finiş profilinin tanımlanmaya başlandığı ilk satırın numarası

Q: Finiş profilinin tanımlanmasının bittiği satır numarası

U: Bırakılacak finiş tornalama payı (çapta/çap cinsinden)

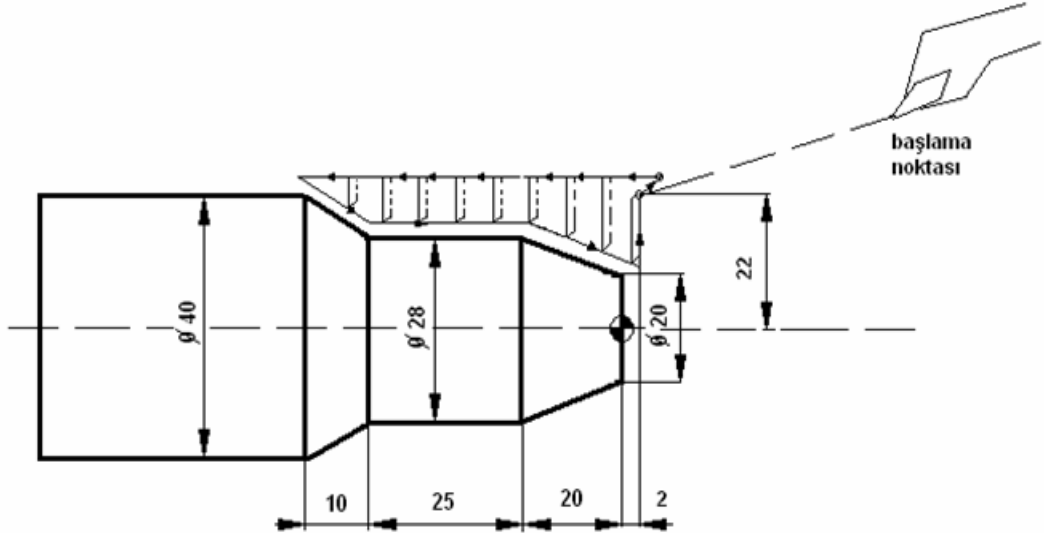
W(2): Bırakılacak finiş tornalama payı (boyda)

F: G72 çevrimi sırasında uygulanacak kesme ilerlemesi değeri

S: G72 çevrimi boyunca uygulanacak devir veya kesme hızı değeri
(G96 modunda sabit kesme hızı , G97 modunda iş mili devir sayısı)

T: G72 çevrimi sırasında geçerli olan takım ve takım ofset numarası

Örnek 1.2.



Şekil 1.3.

T0101: kaba talaş kalemi

S: 1500 dev/dak

F: 200 mm/dak

MUTLAK (G90)

N10 T0101
N20 M03 S1500
N30 G0 X44. Z2.
N40 G72 W4. R1.
N50 G72 P60 Q110 U0.5 W1. F200.
N60 G0 Z-55.
N70 G1 X40. F100.
N80 X28. Z-45.
N90 Z-20.
N100 X20. Z0.
N110 Z2.
N120 G70 P60 Q110
N130 G0 X44. Z10.
N140 G91 G28 X0. Z0.
N150 M30

G72 çevrimi N60 satırında başlayıp
N110 satırında bitmiştir.

Yukarıdaki programda G70 finiş çevrimi kullanılarak çevrim tamamlanır.

G70 P60 Q110
G70: Finiş çevrimini çağırır
P60: Finiş çevriminin başlangıç satır numarası
Q110: Finiş çevriminin bittiği satır numarası

1.2. Silindirik (Boyuna) Tornalama Çevrimleri (G77/G90, G71)

1.2.1. G77(G90) Silindirik İç/Dış Çap İşleme Çevrimi (Tek Kademe)

G77(G90) komutu ile, başlama noktasından hızlı ilerleme ile hareket başlar, verilen F kesme hızı ile istenilen noktalar arasında tornalama işlemi yapıldıktan sonra R hızlı ilerleme ile başlama noktasına dönülür(Şekil 1.4).

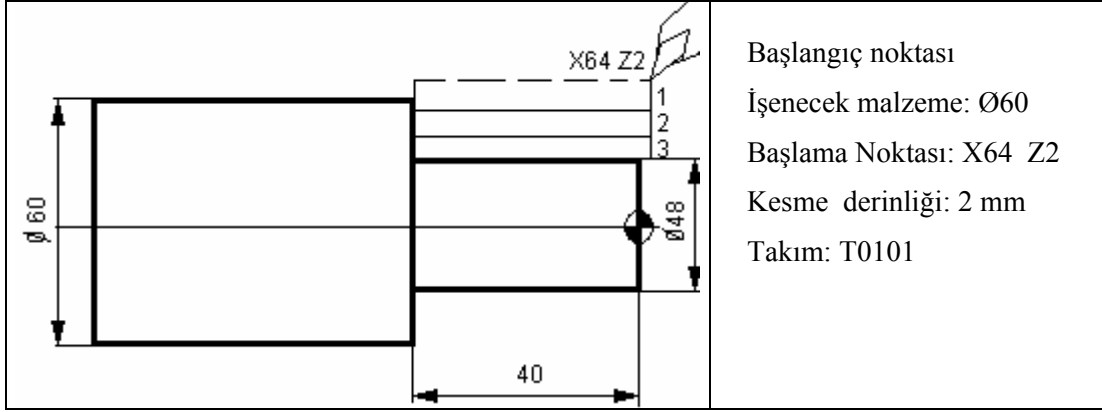
Notlar:

- G77(G90) modal (kalıcı) G – komutlarındandır. Bir defa kullanıldıktan sonra iptal edilmedikçe tekrar yazmak gerekmez. Buna göre sadece X değerini değiştirmekle çevrim tekrarlanır. G90 standart, G77 FANUC kontrol ünitesi için özeldir.
- Çevrim komutu ile işlem bittikten sonra aynı gruptan başka bir G- komutu ile iptal edilir. Örneğin G77(G90) komutu G00 komutu ile iptal edilebilir.
- G77(G90) tornalama çevriminde kullanılacak T, S ve M fonksiyonları çevrim başlamadan önce kullanılmalıdır.

G77 komutu tek satırdan oluşur ve aşağıdaki gibidir.

G77 X.... Z.... F.... G90 X.... Z.... F....

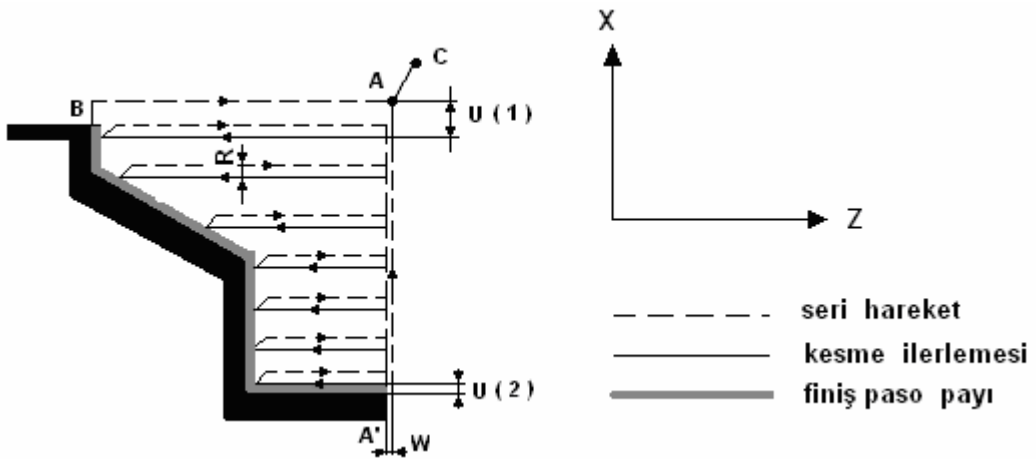
Örnek.1.3:



Şekil 1.4: Silindirik boyuna tornalama çevrimi (tek kademe)

- N100 T0101;
N120 G97 S800 M03;
N130 G00 X64. Z10.;
N140 G01 Z2. F0.3; (G1 ile başlangıç noktasına geliş)
N150 G77 X56. Z-40. F0.2; (1. takım yolu)
N160 X52.; (2. takım yolu)
N170 X48.; (3. takım yolu)
N180 G28 U0.;
N190 G28 W0.;
N200 M30;

1.2.2. G71 Dış Çap Kaba Talaş Kaldırma Çevrimi (Eksene Paralel Tornalama)



Şekil 1.5: G71 Dış çap kaba talaş çevrimi (eksene paralel)

G71 yüzey tornalama çevrimi hem X-ekseni hem de Z-ekseni boyunca tek yönlü değişen bir profile sahip şekillerin işlenmesinde kullanılır.

Programda (Şekil 1.5.) A-A'-B finiş profili tanımlandıktan sonra kaba tornalama paso hareketleri otomatik olarak yapılır. X-ekseninde U2, Z-ekseninde ise W kadar finiş paso payı kalır.

G71 çevriminden sonra G70 çevrimi ile bu bırakılan finiş payı da alınarak işlem tamamlanır.

G71 çevrimi 2 komut satırından oluşur ve bu komut satırları aşağıdaki gibidir.

G71 U(1) R- ;

G71 P- Q- U(2) W- F- S- T- ;

G71: Çevrimi çağıran komuttur.

U(1): Her seferde alınacak paso miktarıdır. (mm ve yarıçap olarak işaretlidir)

R: Her pasodan sonra kesici ucun geri çekilme miktarı (mm ve yarıçap olarak)

P: Finiş profilinin tanımlanmaya başlandığı ilk satırın numarası

Q: Finiş profilinin tanımlanmasının bittiği satır numarası

U(2): Bırakılacak finiş tornalama payı (çapta/çap cinsinden)

W: Bırakılacak finiş tornalama payı (boyda)

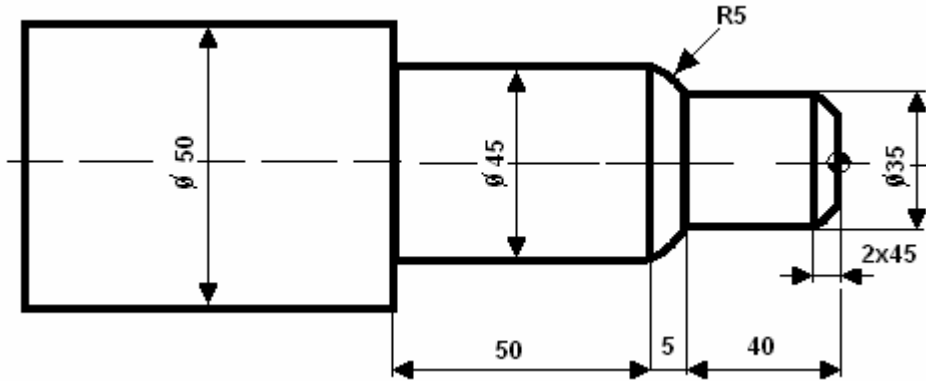
F: G71 çevrimi sırasında uygulanacak kesme ilerlemesi değeri

S: G71 çevrimi boyunca uygulanacak devir veya kesme hızı değeri

(G96 modunda sabit kesme hızı , G97 modunda iş mili devir sayısı)

T: G71 çevrimi sırasında geçerli olan takım ve takım ofset numarası

Örnek 1.4:



Şekil 1.6.

Şekildeki (Şekil 1.6.) parçayı G71 kullanarak parça programını yapalım.

T0101
F0.2 mm/dev.
N10 G99 G21; (G99 (G95) ilerleme mm/devir, G21 ölçü sistemi mm)
N20 T0101;
N30 M03 S1500;
N40 G0 X54. Z5.;
N50 G71 U4. R1.;
N60 G71 P70 Q120 U0.5 W0.2 F 0.2;
N70 G1 X31.; (G71 çevriminin başladığı satır.)
N80 X35. Z-2.;
N90 Z-40.;
N100 G03 X45. Z-45. R5.;
N110 G1 Z-95.;
N120 X55.;
N130 G70 P70 Q120; (Finiş çevrim satırı)
N140 G28 U0 W0; (Not: X yerine U , Z yerine W kullanılırsa artışı (eklemeli)
G91 ölçülendirme kullanılmış olur ayrıca G91 yazmaya gerek yoktur.)
N150 M30;

1.3. Konik Tornalama Çevrimi (G77)

G77 komutu ile, başlama noktasından hızlı ilerleme ile hareket başlar, verilen F kesme hızı ile istenen noktalar arasında tornalama işlemi yapıldıktan sonra R hızlı ilerleme ile başlama noktasına dönülür.

Notlar:

- G77 modal (kalıcı) G – komutlarındandır. Bir defa kullanıldıktan sonra iptal edilmedikçe tekrar yazmak gerekmez. Buna göre sadece X değerini değiştirmekle çevrim tekrarlanır.
- Çevrim komutu ile işlem bittikten sonra aynı gruptan başka bir G- komutu ile iptal edilir. Örneğin G77 komutu G00 komutu ile iptal edilebilir.
- G77 tornalama çevriminde kullanılacak T, S ve M fonksiyonları çevrim başlamadan önce kullanılmalıdır.

G77 komutu tek satırdan oluşur ve aşağıdaki gibidir.

G77 X.... Z.... I.... F....

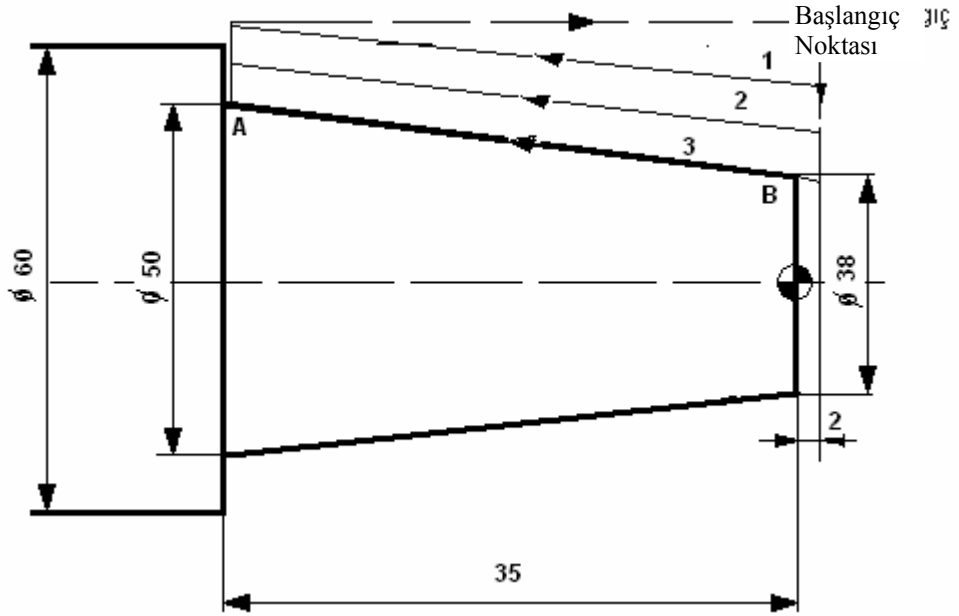
G77: Çevrimi çağıran komuttur.

X : Koniğin bittiği çap değeri

Z : Konik boyunun bittiği uzunluk değeri

I : $(d1-d2)/2$

Not: G77 komutu “I” parametresi kullanılmadığı zaman çevrim düz tornalama yapar.



Şekil 1.7: Konik tornalama çevrimi

Şekilde (Şekil 1.7.) çapı Ø60 mm olan parça 35 mm konik boyu elde ederek istenilen çapta konik tornalamak için yapılacak program aşağıdaki gibi olmalıdır.

Öncelikle koniklik miktarı hesaplanır : $\frac{38-50}{2} = -6$

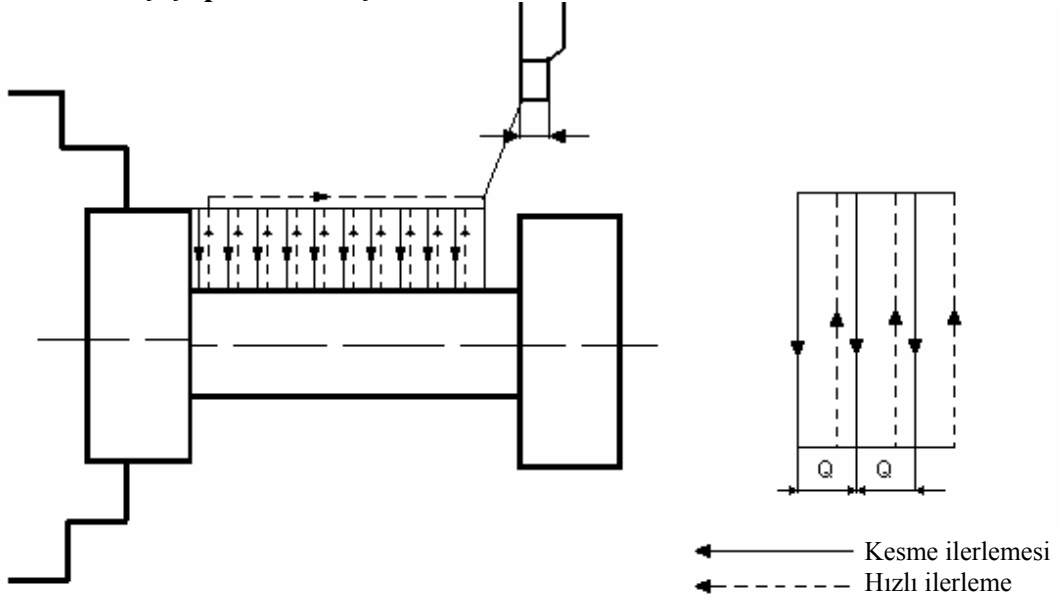
İşlenecek parça çapı : Ø60 mm
 Çevrim başlama noktası : X66 Z2
 Kesme derinliği : 3 mm

I'nın işaretini bulmak için A noktasından B noktasına bakılır çapta küçülme olduğundan işaret (-) olur.

N100 T0101;
 N110 G97 S800 M03;
 N120 G0 X66. Z2.; (G0 hızı ile kesici çevrimin başlama noktasına gider.)
 N130 G77 X62. Z-35. I-6. F0.3; (1.takım yolu)
 N140 X56.; (2.takım yolu)
 N150 X50.; (3.takım yolu)
 N160 G28 U0 Z0; (X yerine U, Z yerine W kullanıldığında artışı ölçü sistemi geçerlidir.)
 N170 M30;

1.4. Dış Çapta Kanal İşleme, Parça Kesme Döngüsü (G75)

1.4.1. G75 Dış Çapta Kanal İşleme



Şekil 1.8: G75 Dış çapta kanal açma döngüsü

Bu çevrim, kısa aralıklarla (kademelerle) ilerlemeli, her kademe sonunda geri çekilmeli (gagalama) tarzda takım hareketleri ile dış çapta veya iç çapta kanal işlemeye veya parça kesmeye yarar (Şekil 1.8.).

Kesici takım, ana komutta verilen miktarda kesme ilerlemesi yapar, sonra seri hızda bir miktar geri çekilir, sonra yine kesme hızında aynı kademe miktarı kadar ilerleme ile operasyona devam eder.

Bu çevrim verilen koordinatlara ulaşana kadar devam eder.

G75 komutu iki satırdan oluşur ve aşağıdaki gibidir.

G75 R(1)

G75 X.....Z.....P.....Q.....F.....

G75 : Çevrimi çağırır.

R(1) : Her kademeden sonra geri çekilme miktarıdır. Bu miktar modal bir değerdir.

FANUC

kontrol ünitelerinde 5139 nolu parametrede kaydedilmiştir. Eğer modal değer uygun

ise G75 R(1) ; dartını yazmaya gerek yoktur.

X : Kanal dibindeki çap

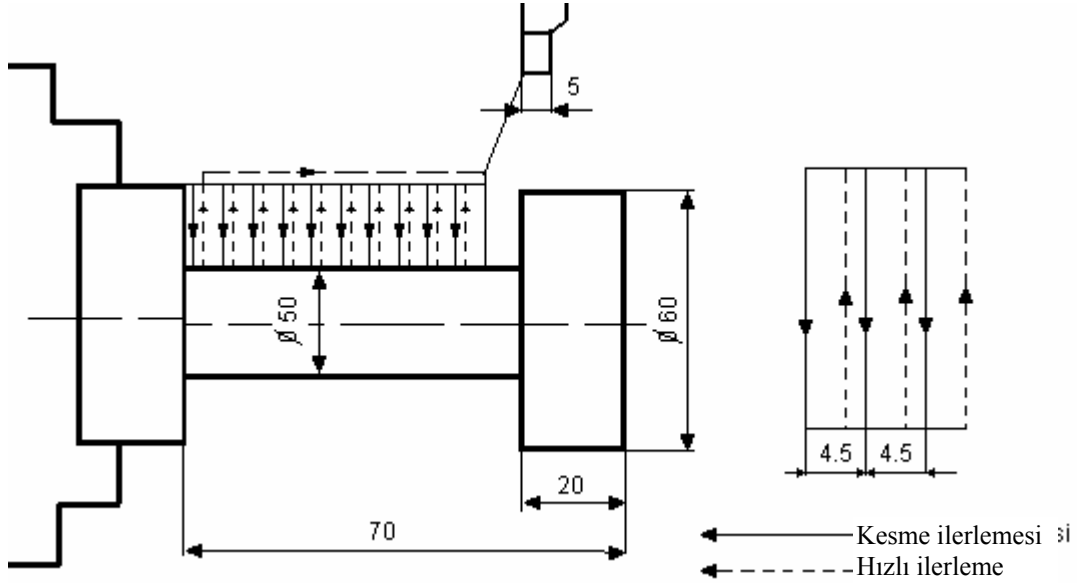
Z :-Z yönünde işlemin son bulacağı nokta

P :Her kademedeki dalma miktarı (yarıçap cinsinden , işaretsiz olarak)

Q :-Z yönünde yana kayma aralığı (işaretsiz olarak)

F :Çevrim süresince geçerli olacak kesme ilerlemesi

Örnek 1.5:



Şekil 1.9: G75 Dış çapa kanal açma çevrimi uygulaması

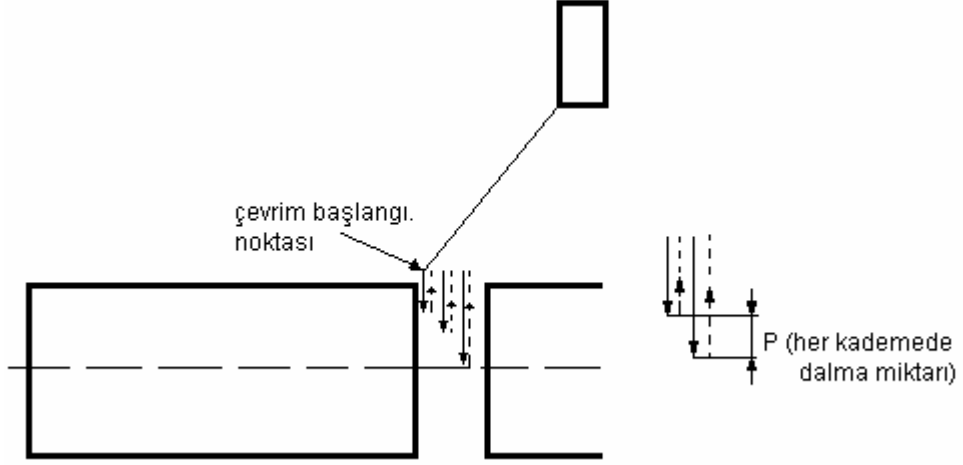
İşlenecek parça : Ø60 mm
Kesme ilerlemesi F : 20 mm/dak.
Kanal kalemi genişliği : 5 mm

N100 G21 G98;
N110 T0202;
N120 G50 S800;
N130 G96 S100 M03;
N140 G0 X65. Z10.; (çevrimin başlangıç çapına ve Z emniyetli mesafeye geliş)
N150 G0 Z-25. F100.; (çevrimin Z ekseninde başlangıç noktasına geliş)
N170 G75 R0.5;
N180 G75 X50. Z-70. P2. Q4.5 F20.;
N190 G28 U0;
N200 G28 W0;
N210 M30;

Not-1: Q değeri verilirken kanal kalemi genişliği dikkate alınarak verilmelidir.

Not-2: P ve Q değerleri mikron formatına ayarlı olabilir. Bu taktirde değerler mikron cinsinden girilmelidir. (Örnek: P2. (mm) yerine P2000 (µm) yazılmalıdır).

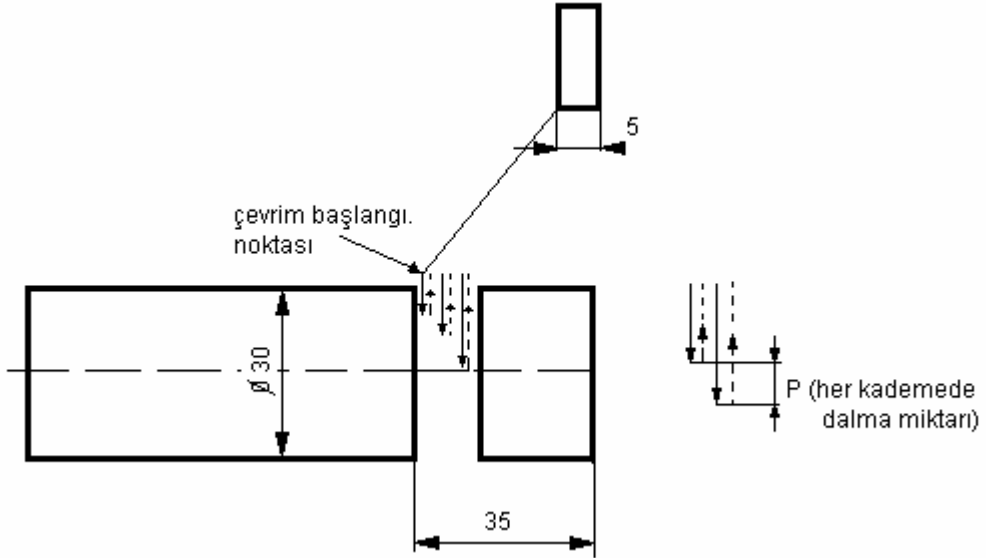
1.4.2. G75 Komutu ile Parça Kesme



Şekil.1.10: G75 komutu ile kesme

G75 komutunda “Z” eksenine dair veriler girilmez ise, komut parça kesme için kullanılır.

Örnek 1.6:



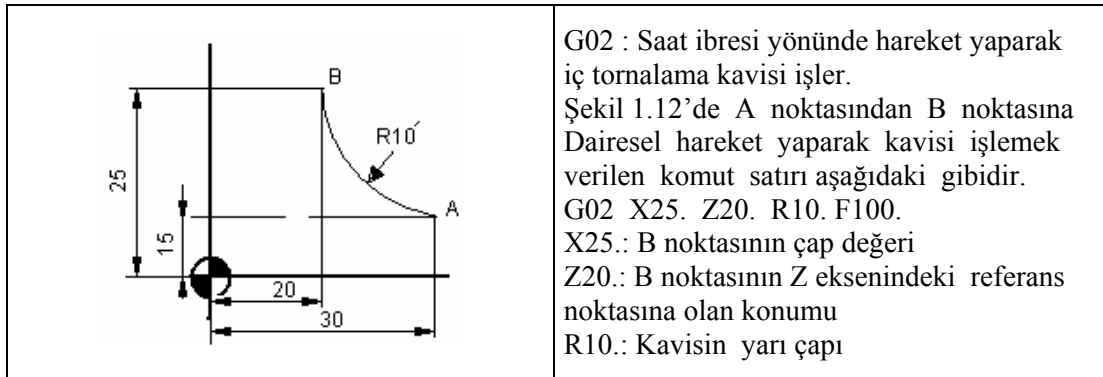
Şekil 1.11: G75 komutu ile kesme uygulaması

Kesilecek parça çapı : $\varnothing 30$ mm
T0202
F : 40 mm/dak.

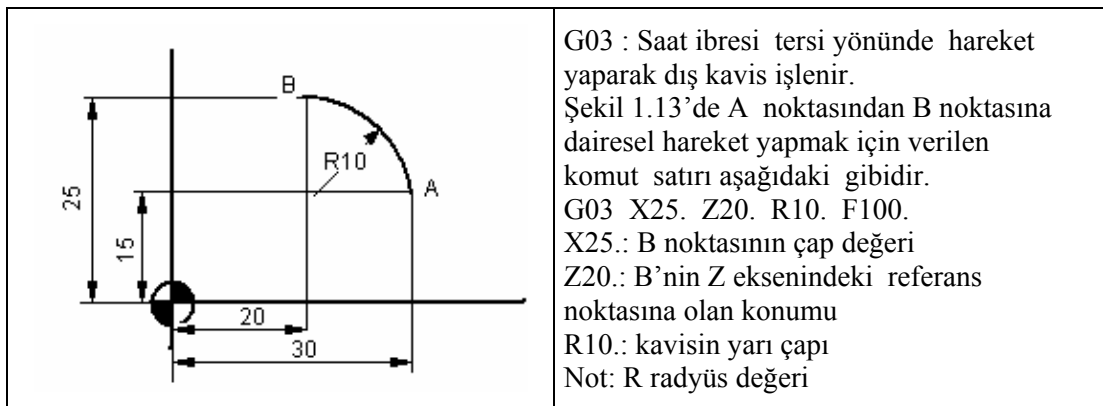
N100 G21 G98;
 N110 T0202;
 N120 G50 S800;
 N130 G96 S100 M03;
 N140 G0 Z-35.; (Z ekseninde kesme çevriminin başlama noktasına geliş)
 N150 X35.; (X ekseninde kesme çevriminin başlama noktasına geliş çap olarak)
 N160 G75 R0.5;
 N170 G75 X0 P3000 F40.; (P= 3 mm gagalama miktarı işaretsiz, yarı çap olarak)
 N180 G28 U0;
 N190 G28 W0;
 N200 M30;

1.5. Köşe Yuvarlatma

İş parçalarının keskin köşelerinin yuvarlatılarak yok edilmesi için radyüs işleme komutları kullanılır. FANUC kontrol ünitelerinde yapılan programlarda radyüsler genellikle G02 ve G03 komutları kullanılarak yapılır.

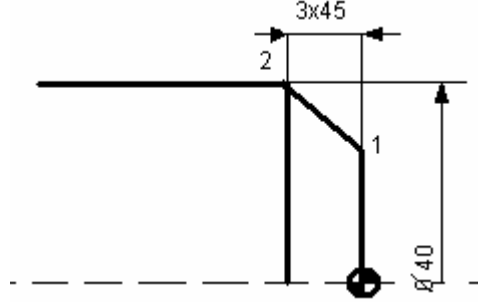


Şekil 1.12: G02 saat ibresi yönünde eğrisel hareket



Şekil 1.13: G03 saat ibresi tersi yönünde eğrisel hareket

1.6.Pah Kırma



Şekil 1.14: Pah kırma işlemi

İş parçasının keskin köşelerinin pah kırarak yok edilmesi için pah kırma döngüsü (chamfering) kullanılır. Şekil 1.14'te görüldüğü gibi aksi belirtilmediği sürece pahlar 45^0 dir. Pah açısı farklı değerlerde olduğunda ya pah açısı ya da pahın X ve Z koordinat değeri girilir.(FANUC)

Bazı kontrol sistemlerinde direk olarak pah kırmak için C adresi kullanılır. Bu durumda hedef noktanın koordinatı ve $\pm C$ pah değeri verilir.

FANUC ve ISO standardına göre pah kırma formatı

```
N100 T0101;  
N110 M04 S1000;  
N120 G0 X45. Z10.;  
N130 G1 X34. Z0. F100.; (1 noktasına yani pah kırma başlangıç noktasına geliş)  
N140 X40. Z-3.; (2 noktası yani pahın son bulunduğu noktaya geliş)  
N150 X45.;  
N160 G28 U0 W0;  
N170 M30;
```

1.7. Profil Tekrarlama Çevrimi (G73)

Bu çevrimde tanımlanan finiş profili, talaş kaldırmanın başlayacağı ölçüden hareketle ötelene ötelene nihai forma finiş paso payı kalıncaya kadar tekrarlanır.

Programda Şekil 1.15. A-B-C finiş profili tanımlandıktan sonra kaba tornalama paso hareketleri otomatik olarak oluşur. X- ekseninde U(2) Z-ekseninde ise W(2) kadar finiş paso payı kalır.

Bu çevrim sabit talaş payı olan döküm veya dövme çelik malzemelerin işlenmesinde büyük verimlilikle kullanılır.

G73 çevriminden sonra G70 çevrimi ile bırakılan finiş payı da alınarak işlem tamamlanır.

G73 çevrimi 2 komut satırından oluşur ve bu komut satırları aşağıdaki gibidir.

G73 U(1) W(1) R...

G73 P... Q... U(2) W(2) F... S... T...

G73 : Çevrimi çağırın komuttur.

U(1) : X-ekseni yönünde, yarıçap cinsinden toplam talaş miktarı ve yönünü ifade eder.

W(1) : Z-ekseni yönünde toplam talaş miktarını ve yönünü ifade eder.

R : Kapalı çevrimin kaç kez tekrarlanarak kaba talaşın kaldırılacağını gösterir.

P : Finiş profilinin tanımlanmaya başlandığı ilk satır numarası

Q : Finiş profilinin tanımlanmasının tamamlandığı son satır numarası

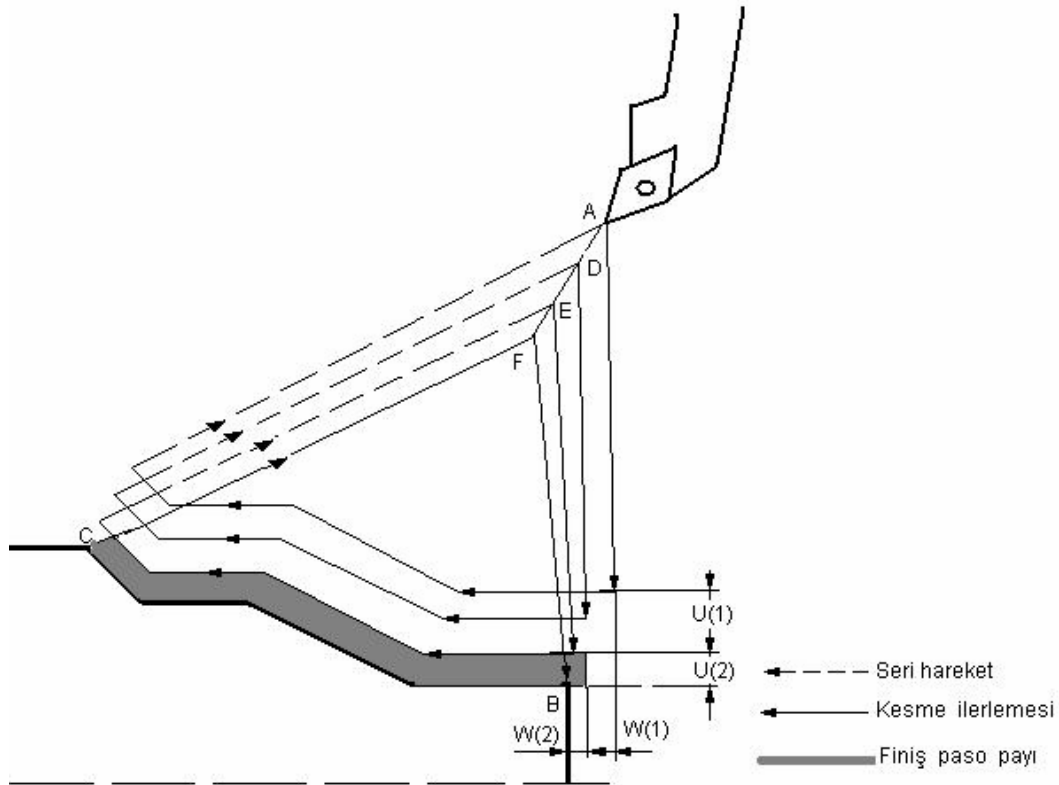
U(2) : Bırakılacak finiş tornalama payı ve yönü (çapta –çap cinsinden)

W(2) : Bırakılacak finiş tornama payı ve yönü (boyda)

F : G73 çevrimi sırasında uygulanacak kaba kesme ilerleme değeri

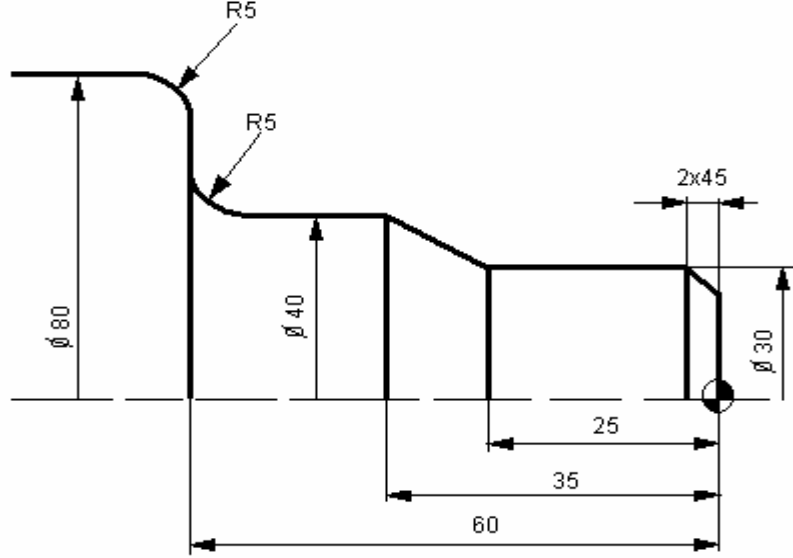
S : G73 çevrimi boyunca uygulanacak devir veya kesme hızı değeri

T : G73 çevrimi sırasında geçerli olan takım ve takım ofset numarası



Şekil 1.15: G73 profil tornalama çevrimi

Örnek 1.7:



Şekil 1.16: G73 profil tornalama parçası

Şekil 1.16'daki parçayı G73 çevrimi ile işleyelim.

İşlenecek malzeme çapı : Ø80 mm

Devir sayısı : 1000 dev/dak

T0101 : Kaba talaş torna kalemı

N100 T0101;
N110 G00 X100. Z20.;
N120 S1000 M03;
N130 G73 U10. W10. R3;
N140 G73 P150 Q230 U2. W1. F150.;
N150 G1 X26. F100.;
N160 Z0;
N170 X30. Z-2.;
N180 Z-25.;
N190 X40. Z-35.;
N200 Z-55.;
N210 G02 X50. Z-60. R5.;
N220 X70.;
N230 G03 X80. Z-65.;
N240 G70 P150 Q230;
N250 G1 X85.;
N260 G28 U0;
N270 G28 W0;
N280 M30;

1.8.Çevrimlerin Simülasyonu ve Tezgahta Uygulanması

Yaptığınız programları tezgahta Auto konumunda işlemeden önce mutlaka simülasyon ve grafik olarak gördükten sonra, yaptığınız program hatasız ise tezgahta işleyiniz.

Atölyenizdeki CNC torna tezgahlarının kontrol ünitesinin özelliklerine göre yaptığınız programları simülasyon veya grafik olarak izleyebilirsiniz.

Bu modülde FANUC 0-M ve Kontrol ünitesinde grafik ve simülasyon olarak parçaların işlenmesi ile ilgili açıklamalar yer almaktadır.

FANUC Series 0-M Kontrol Ünitesinde Grafik Simülasyonu ve Parçaların İşlenmesi

Atölyenizde FANUC 0-M kontrol ünitesi CNC torna tezgahı varsa, yapmış olduğunuz programı tezgahınızın kontrol ünitesine yazarak veya RS 232 kablosu kullanarak bir transfer programı yardımıyla tezgaha yükledikten sonra programı grafik olarak işleyebiliriz.

Grafik olarak işlenecek programı kontrol ünitesine yazmak için:

- “EDIT” menüsü seçilir.
- Hafızada kayıtlı olmayan O ile başlayıp 4 rakamdan oluşan numara yazılır.
- “EOB” ve “INSERT” tuşlarına basarak yeni program sayfası açılır.
- Program dikkatlice yazılır.

Program yazıldıktan sonra, parçanın işlenmesi için gerekli olan takımlar tezgahın taretine yerleştirilir. Kesicilerin yerleştirilmesinde yüzey işleyen kesiciler (kaba talaş kalemi, kanal ve keski kalemi, vida kalemi vb) dış cebe yani tek sayılı ceplere, alından işlem yapan kesiciler (matkap, punta matkabı, kılavuz vb) iç cebe takılmalıdır.

Kesicilerin sıfırlaması yapılarak ofset sayfasına değerler yazılır.

Grafik olarak parçanın işlenmesi

- “Auto” tuşu seçilir.
- “Program Test” tuşuna basılır.
- “Axis Inhibt” tuşuna basarak eksenler kilitlenir.
- Ekranın altındaki “grafik” tuşuna basılır.
- “CYCL START” tuşuna basarak parça grafik olarak işlenir.

Programı grafik olarak gördükten sonra, mutlaka eksenler “HOME” referans noktasına gönderilmelidir.

Parçayı ilk defa işleyeceğiniz için mutlaka “Single Block” modunda işleyiniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<ul style="list-style-type: none">➤ CNC tornada yapılacak işe uygun çevrim seçiniz.➤ Alın tornalama için uygun alın tornalama çevrimlerinden (G79/G94, G72) birini seçerek takım yollarını oluşturunuz.➤ Silindirik tornalama için uygun silindirik tornalama çevrimlerinden (G77/G90, G71) birini seçerek takım yollarını oluşturunuz.➤ İşlenecek parçaya kanal açılacak ise G75 kanal işleme döngüsünü kullanınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Programını yapacağınız iş parçasının imalat resmini inceleyerek, parçanın işlenmesinde kullanacağınız çevrimler belirlenmelidir.➤ İşlenecek parça tek kademede işlenecek ise G79 veya G94 çevrimlerinden birini kullanabilirsiniz. Şayet parça yüzeyinde birden fazla işlem varsa (konik, radyüs, pah vb.) G72 alın tornalama çevrimi kullanarak, parça programı kolayca hazırlanabilmeli.➤ Parça programını yaparken iş parçası referans noktası olarak parçanın alın merkezi sıfır noktası olarak alınmalıdır.➤ İş profiline uygun takım (T), işlenecek parçanın malzemesine göre uygun ilerleme (F) ve devir sayısı (S) seçilmelidir.➤ G72 alın tornalama döngüsünde mutlaka G70 finiş tornalama döngüsünü de kullanmalısınız.➤ Alın tornalamadaki diğer kurallar burada da geçerlidir.➤ İş parçası referansı olarak parçanın alın merkezi seçilmelidir. Uygun kanal klemi seçilmeli, ilerleme ve devir sayısı da verilmelidir.➤ Kesici hızlı ilerleme ile öce Z ekseninde, sonra X ekseninde döngü başlangıç noktasına emniyetli mesafe bırakılarak getirilmelidir.➤ Duruma göre G0 veya G1 ile kesici, kanal klemi genişliğini dikkate alınarak Z ekseninde ve parça çapından bir miktar büyük X ekseninde konumlandırılmalıdır.➤ Q değerini verirken kanal klemi genişliğini dikkate alınmalıdır (genellikle kalem genişliğinden 1 mm küçük).➤ P değeri, malzeme ve kesicinin özelliğine göre verilmelidir.➤ Q ve P değerlerinin mikron cinsinden de verildiğini unutmamalısınız.➤ Koniklik miktarını hesaplayınız. Diğer parametreler (T,S,M,F), silindirik ve alın tornalama çevrimlerine benzer şekilde verilmelidir.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ İşlenecek parçada sadece konik tornalama var ise G77 konik tornalama döngüsünü kullanınız. ➤ Parçada sadece radyüs verilecek ise G02 veya G03 kullanarak oluşturunuz. ➤ Pah kırmak için program yaparken G1 komutunu kullanarak kolayca program yazabilirsiniz. ➤ Döküm veya dövme gibi malzemeleri işleyecekseniz G73 çevrimini kullanarak program yazınız. ➤ Kullandığımız çevrimlerdeki değerleri kontrol ediniz. ➤ Hazırladığımız parça programlarını atölyenizde bulunan CNC torna tezgahında öğretmenleriniz gözetiminde uygulayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kesicinin yapacağı dairesel hareketin radyüs'e uygun olmasına dikkat etmelisiniz. (G02 veya G03) ➤ R radyüs yarı çapının işaretine dikkat ediniz (yay <180°+ , yay>180° olarak alabilirsiniz). ➤ G1 komutu ile pah kırarken, aynı satırda X ve Z eksenine aynı anda hareket vermelisiniz. ➤ Döküm veya dövme malzemelerin işlenmesinde çok verimli sonuçlar elde edebilirsiniz. ➤ Çevrim içinde (F, S, T) kullanmazsanız çevrimden önceki değerleri kabul etmiş olursunuz. ➤ G71, G72, G73 çevrimlerinden sonra nihai formun temiz biçimde elde edilmesi için mutlaka G70 finiş tornalama çevrimini kullanmalısınız. ➤ Modal komutların kalıcı komutlar olduğunu unutmalısınız. ➤ Hazırladığımız programın son kontrolünü yapmalısınız. ➤ Tezgahın kontrol ünitesinin özelliğine göre programınızı tezgahta yapabilirsiniz. ➤ İş parçasını bağlayıp kesicileri kurallarına uygun olarak sıfırlamalısınız. ➤ Eksen hareketlerini kilitleyip, grafik olarak veya simülasyon olarak programı kontrol etmelisiniz. ➤ Daha sonra eksen kilidini açıp, SINGLE BLOCK tuşuna basarak programı çalıştırmalı ve parçayı emniyetli bir şekilde işlemelisiniz.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen ölçme değerlendirilmede; çoktan seçmeli ölçme değerlendirme kriteri uygulanmıştır.

1. Finiş paso çevrimi hangisidir?
A) G70 B) G71 C) G72 D) G73
2. Döküm ve dövme malzemeler için en ideal tornalama çevrimi hangisidir?
A) G70 B) G71 C) G72 D) G73
3. Aşağıdaki komutlarda hangisi çevrim komut değildir?
A) G71 B) G72 C) G73 D) G96
4. G72 P... Q... U... W(2) F... S... T... satırında “Q” parametresinin anlamı nedir?
A) Her pasodan sonra kesici ucun geri çekilme miktarıdır.
B) Finiş profilinin tanımlanmaya başlandığı ilk satır numarasıdır.
C) Finiş profilinin tanımlanmasının tamamlandığı satır numarasıdır.
D) Çevrimde kullanılacak takım numarasıdır.
5. Çevrimlerde kullanılan “F” parametresinin tanımı nedir?
A) Devir sayısı
B) Kesme ilerlemesi
C) F eksen
D) Emniyet mesafesi
6. G71, G72, G73 vb. çevrimlerde, boyda bırakılacak finiş tornalama payı miktarını hangi parametreye yazılır?
A) W B) Q C) U D) P
7. G75 dış yüzeye kanal açma çevriminde hangi parametre kullanılmadığında veya değışti-rilmediğinde kesme çevrimi olur?
A) Q B) U C) W D) Z
8. Tezgaha verilecek devir sayısını hangi parametre ifade eder?
A) F B) T C) S D) M

DEĞERLENDİRME

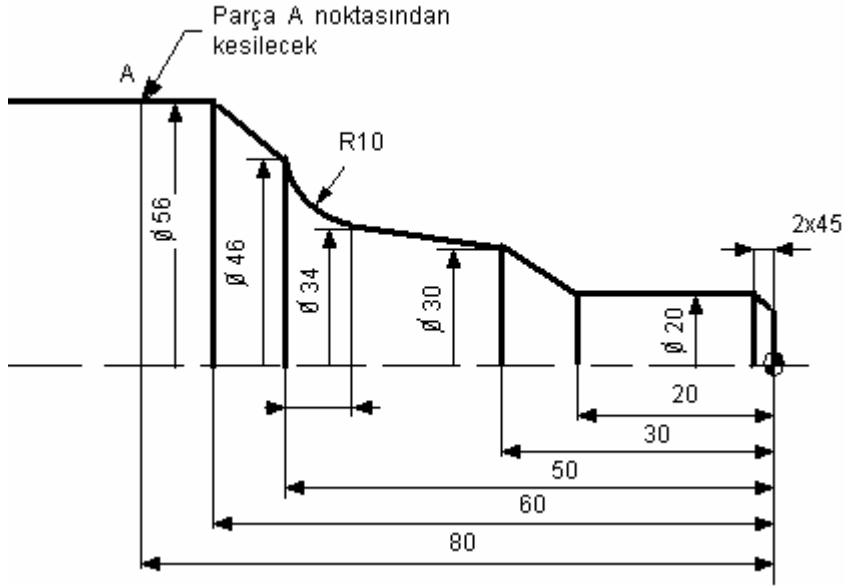
Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme ve uygulama faaliyetlerini tekrarlayınız.

PERFORMANS TESTİ

Aşağıda şekli verilen parçanın G71 dış çap kaba tornalama ve G70 finiş çevrimini kullanarak profili işledikten sonra G75 kanal açma ve kesme komutu ile parçayı A noktasından kesen parça programını yapıp tezgahta işleyiniz.

Kullanılacak Alet ve Avadanlıklar

- 1- CNC torna tezgahı
- 2- Kaba talaş kalemi
- 3- Finiş talaş kalemi
- 4- Keski kalemi (uç genişliği 4 mm)
- 5- İş önlüğü
- 6- İş parçası ve imalat resmi



İşlem basamakları ve önerilerde belirtilen hususları dikkate alarak parça programını yapınız.

AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen davranışlarını gözlediyseniz EVET, gözlemediyseniz HAYIR, sütununda bulunan kutucuğa (X) işareti koyunuz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
	Tezgahı çalıştırıp kontrol ettiniz mi?		
	Kullanacağınız kesicileri tarete doğru bağlayabildiniz mi?		
	İş parçası sıfır noktasını doğru olarak ayarlayabildiniz mi?		
	Kesicilerin sıfırlamasını yapabildiniz mi?		
	Parça programını grafik olarak ekranda görebildiniz mi?		
	Tezgâhı “Single Block” olarak çalıştırabildiniz mi?		
	İstenen profili oluşturabildiniz mi?		
	Kesme işlemi yapabildiniz mi?		
	İstenen yüzey pürüzlülük değerini elde edebildiniz mi?		
	İşlemi zamanında yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Eğer faaliyette gözlediğiniz eksiklik varsa, faaliyete dönüp öğretmeninize danışarak bunları tamamlayınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında CNC tornalarda delik ve vida çevrimlerini programlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

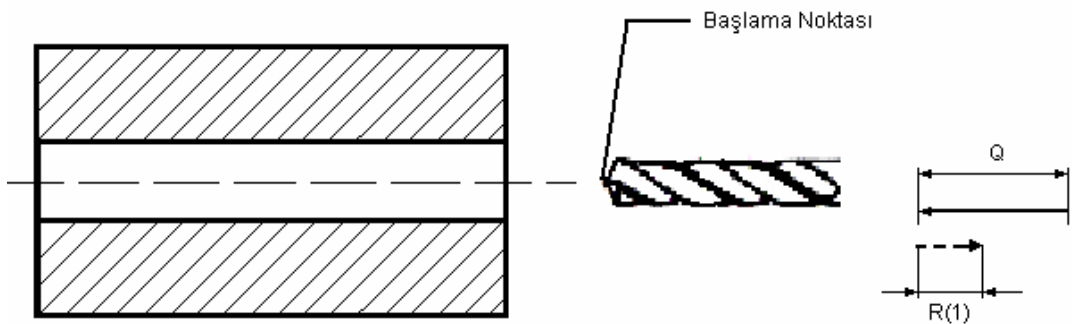
Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken önemli faaliyetler şunlardır:

- CNC torna tezgahlarında kullanılan kontrol üniteleri
- CNC torna tezgahlarında kullanılan diğer G ve M kodları
- İş parçası sıfır noktası alma

Yukarıda konular hakkındaki bilgileri; internet ortamında, CNC torna tezgahı kullanarak üretim yapan işletmelerde , atölyenizde bulunan CNC tezgahlarında ve CNC torna tezgahı bilgisine sahip operatör ve programcılara başvurarak edinebilirsiniz.

2. CNC TORNADA DELİK VE VİDA ÇEVİRİMLERİ

2.1. Delik Delme Çevrimi (G74)



Şekil 2.1: Delik delme işlemi

Bu çevrim; kısa aralıklarla (kademelerle) ilerlemeli, her kademe sonunda geri çekilmeli derin delmede “gagalama” tabir edilen tarzda takım hareketleri ile derin delik delme işlemlerinde kullanılır (Şekil 2.1).

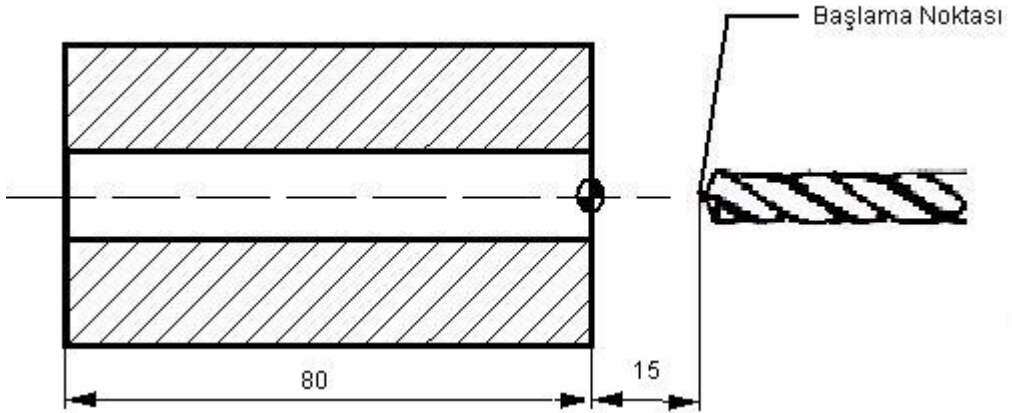
Kesici takım ana komutla verilen miktarda fasıllar ile kesme ilerlemesi yapar, seri hızda bir miktar geri çekilir, sonra yine kesme hızında aynı kademe miktarı kadar ilerleme ile operasyona devam eder.

Bu çevrim tanımlanan derinliğe ulaşına kadar devam eder. Bu çevrim ile kademeli kesme yapıldığı için, derin deliklerde ve işlenmesi zor olan malzemelere delik açılmasında verimli bir şekilde kullanılır. Komut iki satırdan oluşur ve formatı aşağıdaki gibidir.

G74 R(1)
G74 Z(W) Q... F...

G74:	Çevrimi çağırır.
R(1):	Her galamadan sonraki geri çekilme miktarıdır. (Bu değer tezgah parametrelerinde yazılı modal değer mevcuttur. Farklı bir değer istenmiyorsa, G74 R(1) satırını kullanmak gerekmez.
Z(W):	Z-ekseni yönünde, işleme nihai noktası Z koordinatıdır (Z), İşleme başlangıç noktasından bitiş noktasına olan,z- eksen doğrultusundaki mesafe ve yöndür(U)
Q :	Z-eksen doğrultusunda, her kademedeki ilerleme miktarı (mikron cinsinden, işaretsiz)
F :	Kesme ilerlemesi

Örnek 2.1:



Şekil 2.2: Delik delme işlemi uygulaması

Şekil 2.2'deki 80 mm'lik parça boydan boya delinecektir.

T0202

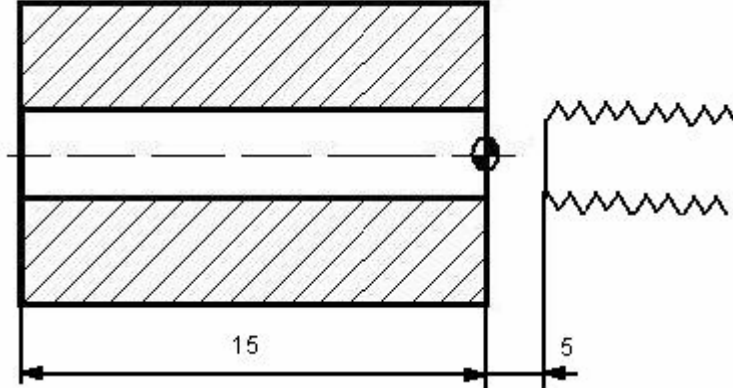
F : 100 mm/dak

S : 1200 dev/dak

```
N100 T0202;  
N110 M03 S1200;  
N120 G0 X0 Z15.;  
N130 G74 R1.;  
N140 G74 Z-85. Q10000 F100.;  
N150 G28 U0;  
N160 G28 W0;  
N170 M30;
```

2.2. Kılavuz Çekme

İki eksenli CNC torna tezgahlarında kılavuz çekmek için G32 ve G63 komutları kullanılır. C eksenli CNC torna tezgahlarında ise G84 kılavuz çekme döngüsü kullanılır (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3: Kılavuz çekme işlemi

G32 kullanarak kılavuz çekme:

```
N100 T0404;  
N110 M3 S300;  
N120 G0 X0 Z10.;  
N130 G1 Z5. F150.; ( Kılavuz çekme başlangıç noktası )  
N140 G32 Z-15.5 F150.; (S/F oranı kılavuz adımına eşit olmalı  $300/150 = 2$  mm)  
N150 M05;  
N160 G32 M04 S300 F150. Z5.; (S/F oranı kılavuz adımına eşit olmalı  $300/150 = 2$  mm)  
N170 G28 U0 W0;  
N180 M30;
```

G63 kullanarak kılavuz çekme:

```
N100 T0404;  
N110 M3 S300;  
N120 G0 X0 Z10.;  
N130 G1 Z5. F150.; ( Kılavuz çekme başlangıç noktası )
```

N140 G63 Z-15.5 F150.; (S/F oranı kılavuz adımına eşit olmalı $300/150 = 2$ mm)
N150 M05;
N160 G32 M04 S300 F150. Z5.; (S/F oranı kılavuz adımına eşit olmalı $300/150 = 2$ mm)
N170 G28 U0 W0;
N180 M30;

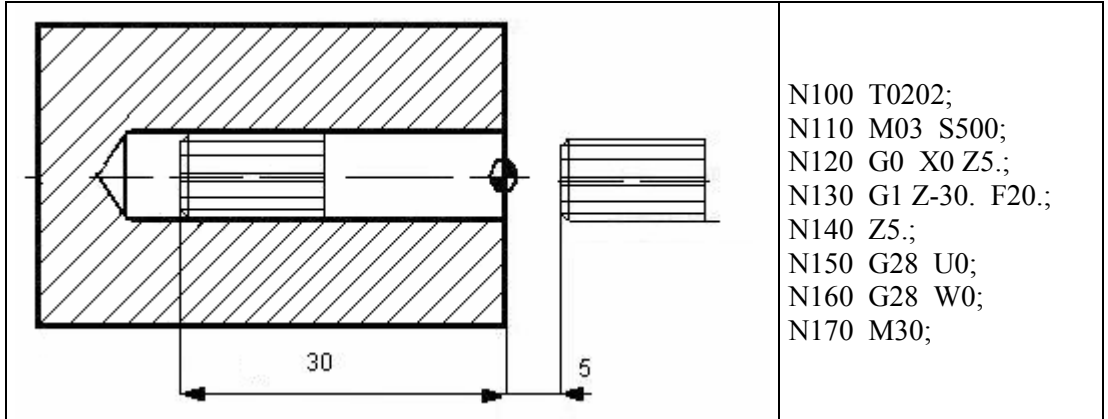
C eksenli tezgahlarda G84 komutu ile kılavuz çekme

N100 T0404;
N110 G97 G98;
N120 M200;
N130 M203 S600; (2. iş mili 600 dev/dak hızla döner)
N140 G0 X0 Z5.; (çevrim başlangıç noktasına gelişi)
N150 G84 H30 Z-15.5 R5. F300. M203;
N160 M210;
N170 M210 G80;
N180 G28 U0 W0;
M30;

2.3. Raybalama

İki eksenli CNC torna tezgahlarında rayba çekilirken, takım G01 ile ilerletilir ve G01 ile geri çıkarılır (Şekil 2.4.).

Örnek 2.2:

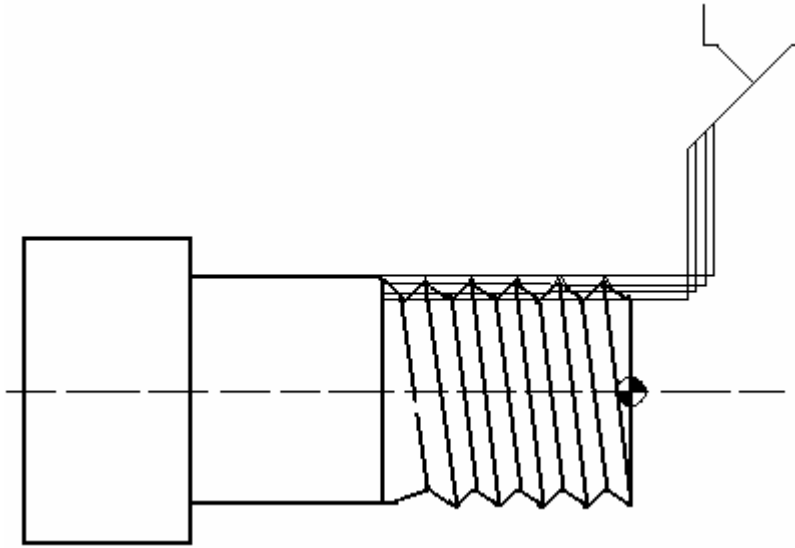


Şekil.2.4: Rayba çekme işlemi

2.4. Diş Açma Çevrimi (G76)

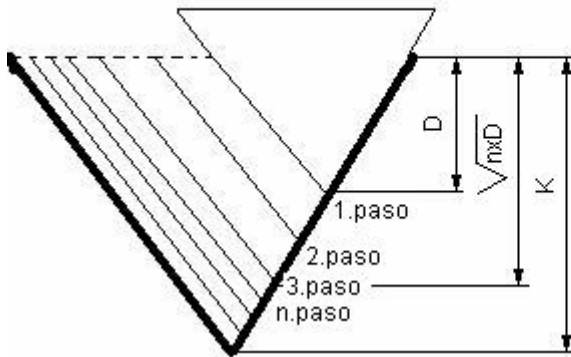
2.4.1. Tek Ağızlı Vida Açma

G76 komutu Şekil 2.5’te görüldüğü gibi diş açma çevrimini çağırır. İstenen diş derinliğine kadar çevrim otomatik olarak tekrarlanır.



Şekil 2.5: Tek ağızlı vida çekme işlemi

Talaş kaldırma şekli



G76 komutu , dişin bir yanak yüzeyi boyunca her defasında eşit miktarda talaş miktarı kaldıracak şekilde paso miktarlarını düzenler.
n. pasoda ulaşılan derinlik (yarıçapta) $D_n = \sqrt{nxD}$ formülü ile hesaplanır.
n. ve (n-1). pasolar arasındaki derinlik farkı Q(1) ile veya Fanuc kontrol ünitesinde 5140 no'lu parametre ile tanımlanmış değer altına inmez.

Şekil 2.6: Talaş kaldırma miktarı

G76 komutu 2 satırdan oluşur ve komut satırları aşağıdaki gibidir:

G76 P(a-b-c) Q(1) R(1)
G76 X(U) Z(W) R(2) P(2) Q(2) F...

G76	:	Diş açma çevrimini çağırır.
P(a-b-c)	:	P harfini takip eden 6 karakter ile dişin nasıl işleneceği bilgileri verilir.
a	:	Nihai finiş pasosunun kaç kez tekrarlanacağını bildirir.
b	:	Diş açma sonundaki pahın boyunu, hatvenin katı olarak bildirir.
c	:	Dişin profil açısını verir. (60, 55, 30, 29 ve 0 derece)
Q (1)	:	Minimum talaş derinliğidir. Mikron cinsinden de verilir (Modal değerdir.).
R(1)	:	Finiş paso payıdır.(FANUC da 5141 nolu parametrede tanımlanmıştır. verilmediğinde parametre değeri kullanılmış olur.
X, Z	:	Diş açmanın bittiği noktanın X ve Z cinsinden koordinatı
U, W	:	Diş açmanın bittiği noktanın U ve W cinsinden koordinatı
R(2)	:	Dişin X-ekseni yönünde koniklik mesafesidir.(yarı çap olarak) kullanılmazsa düz diş açılmış olur.
P(2)	:	Diş derinlik ölçüsüdür. (yarıçap olarak ve işaretli.)
Q(2)	:	İlk pasodaki dalma miktarıdır.(yarıçap olarak işaretli.)
F	:	Dişin adımı (hatvesi) (mm olarak)

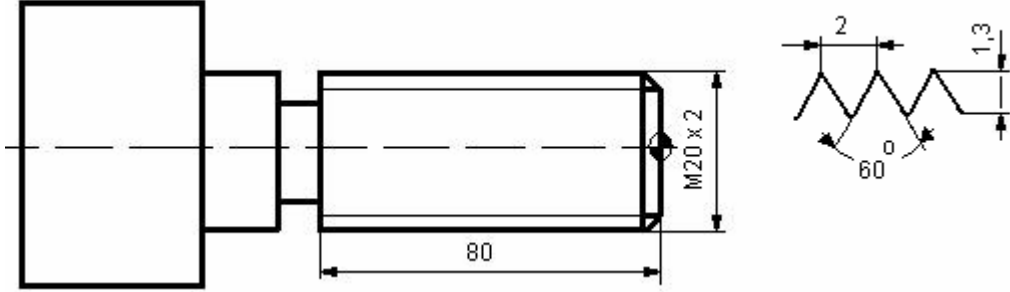
G76 Çevrimi Uygularken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- G32, G92 diş açma sırasında uyulması gereken kurallar ve alınması gereken önlemler, G76 komutu için de geçerlidir.
- Çevrim esnasında program akışı durdurulur ve manuel hareket ile müdahale yapılırsa, programa tekrar devam etmeden önce mutlaka durdurmanın yapıldığı konuma gelinerek oradan devam etme mecburiyeti vardır.
- Diş açma çevrimi asla G96 modunda uygulanmaz. Mutlaka G97 sabit iş mili devri modu seçilmiş olmalıdır.
- Tezgah açıldığı zaman, M23 diş açmada pah kırma modu devrededir. İstenmiyorsa, M24 komutu ile iptal edilmelidir.

G76 çevriminin kaç pasoda tamamlanacağı veya istenilen paso adedinde diş açmanın tamamlanması için ilk paso derinliğinin ne olması gerektiğinin hesabı;

$n = \frac{K-a}{D} + 1$	D: İlk pasodaki kesme derinliği (yarıçap olarak)
$D = \frac{K-a}{\sqrt{n-1}}$	K: Toplam diş derinliği (yarıçap olarak)
	a: Son paso (finiş paso) sayısı (yarıçap olarak)
	n: Toplam paso sayısı

Örnek 2.3:



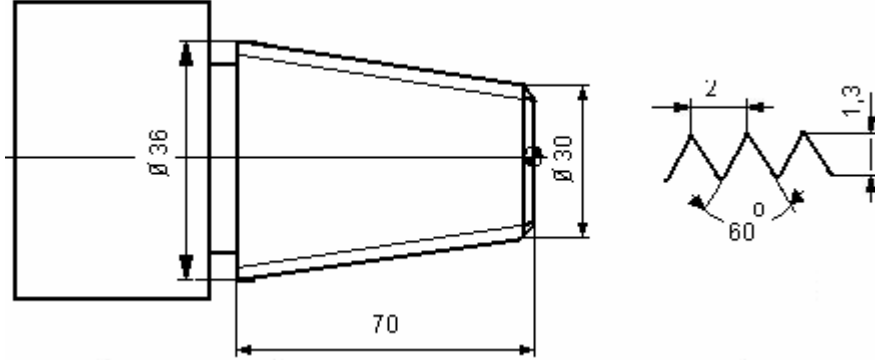
Şekil 2.7: M20x2 Vida açılacak iş parçası

Şekil 2.7’de M20 x 2 diş açılacaktır. Programı aşağıdaki gibidir:

N100 G99 G97; (Mutlaka G97 modunu seçiniz.)
N110 T0101;
N120 M03 S500 M24; (M24 komutu ile diş dibinde pah kırma iptal)
N130 G0 X22. Z10.;
N140 G1 Z5. F0.1; (Döngünün başlangıç noktasına geliş)
N150 G76 P010060 Q100 R0.1;
N160 G76 X17.56 Z-82. P1300 Q350 F2.;
N170 G1 X40.;
N180 G28 U0;
N190 G28 W0;
N200 M30;

P010060	
01	Finiş paso bir kere uygulanacak
00	Pah kırma ölçüsü 0 (yok)
60	Diş profil açısı 60°
Q100	Minimum talaş miktarı 0.1 mm (Q0.1)
R0.1	Finiş (bitirme) talaş miktarı 0.1 mm
X17.56	Son pasoda diş dibi çapı
Z-82.	Diş açmanın son bulunduğu Z-koordinatı (2 mm dahil)
P1300	Toplam diş derinliği 1,3 mm (P1.3)
Q350	İlk paso derinliği 0,35 mm (Q0.35)
F2.	Dişin adımı 2 mm

Örnek 2.4:



Şekil 2.8: Konik yüzeye vida açılacak işlem parçası

Şekil 2.8’de 70 mm boyunda 30 mm çaptan başlayıp dışın son bulduğu 36 mm çapta adımı 2 mm olan diş açmak için aşağıdaki şekilde program yapılabilir.

N100 G99 G97; (Mutlaka G97 modunu seçiniz.)
N110 T0101;
N120 M03 S500 M24; (M24 komutu ile diş dibinde pah kırma iptal)
N130 G0 X32. Z10.;
N140 G1 Z5. F0.1 (Çevrimin başlangıç noktasına geliş)
N150 G76 P010060 Q100 R100;
N160 G76 X27.56 Z-72. R3. P1300 Q350 F2.;
N170 G1 X40.;
N180 G28 U0;
N190 G28 W0;
N200 M30;

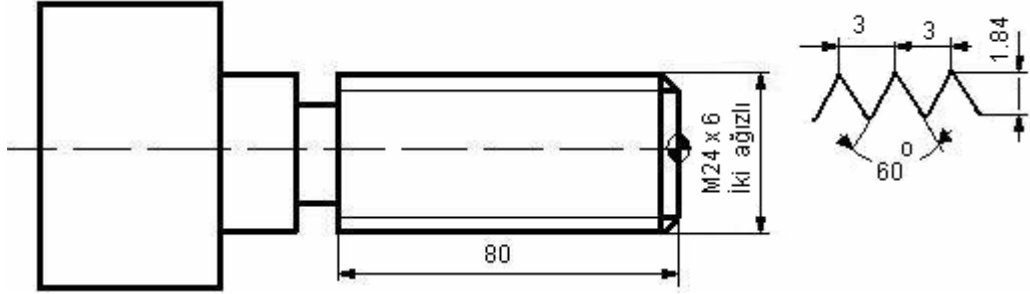
P010060	
01	Finiş paso bir kere uygulanacak
00	Pah kırma ölçüsü 0 (yok)
60	Diş profil açısı 60°
Q100	Minimum talaş miktarı 0.1 mm (Q0.1)
R100	Finiş (bitirme) talaş miktarı 0.1 mm (R0.1)
X27.56	Son pasoda diş dibi çapı
Z-72.	Diş açmanın son bulunduğu Z-koordinatı (2 mm dahil)
R3.	Dişin X-ekseninde koniklik mesafesi (yarı çap olarak) 3 mm
P1300	Toplam diş derinliği 1,3 mm (P1.3)
Q350	İlk paso derinliği 0,35 mm (Q0.35)
F2.	Dişin adımı 2 mm

2.4.2. İki Ağızlı Vida Açma

CNC torna tezgahlarında G76 çevrimi ile iki ağızlı vida açılabilir. Örnek olarak M24 adımı 6 mm , vida boyu 80 mm olan iki ağızlı vidayı açabiliriz.

Burada G76 vida açma çevrim komutunun bütün özellikleri geçerlidir. Birinci dişi açtıktan sonra kesici X ekseninde 3 mm G1 komutu ile F3 ilerleme ile ayna G99 mm/dev ile döndürülerek ikinci diş açılarak iki ağızlı vida açılmış olur.

Örnek 2.5:



Şekil 2.9: M24x6 iki ağızlı vida açılacak iş parçası

N100 G99 G97; (Mutlaka G97 modunu seçiniz.)

N110 T0101;

N120 M03 S500 M24; (M24 komutu ile diş dibinde pah kırma iptal)

N130 G0 X32. Z10.;

N140 G1 Z10. F0.3; (1. Döngünün başlangıç noktasına geliş)

N150 G76 P010060 Q100 R100;

N160 G76 X20.32 Z-82 P1300 Q350 F6.0;

N170 G1 Z7. F3.0; (2.Döngünün başlangıç noktasına geliş)

N180 G76 P010060 Q100 R100;

N190 G76 X20.32 Z-82. P1840 Q350 F6.0;

N200 G1 X40.;

N210 G28 U0;

N220 G28 W0;

N230 M30;

P010060	Finiş paso bir kere uygulanacak
01	Pah kırma ölçüsü 0 (yok)
00	Diş profil açısı 60°
60	
Q100	Minimum talaş miktarı 0.1 mm (Q0.1)
R100	Finiş (bitirme) talaş miktarı 0.1 mm (R0.1)
X20.32	Son pasoda diş dibi çapı
Z-82.	Diş açmanın son bulunduğu Z-koordinatı (2 mm dahil)
R3.	Dişin X-ekseninde koniklik mesafesi (yarı çap olarak) 3 mm
P1840	Toplam diş derinliği 1,3 mm (P1.84)
Q350	İlk paso derinliği 0,35 mm (Q0.35)
F3.	Dişin adımı 3 mm

2.5. Çevrimlerin Simülasyonu ve Tezgahta Uygulanması

Yaptığınız programları tezgahta Auto konumunda işlemeden önce mutlaka simülasyon ve grafik olarak işedikten sonra, yaptığınız program hatasız ise tezgahta işleyiniz.

Atölyenizdeki CNC torna tezgahlarının kontrol ünitesinin özelliklerine göre yaptığınız programları simülasyon veya grafik olarak izleyebilirsiniz.

Bu modülde FANUC 0-M ve Kontrol ünitesinde grafik ve simülasyon olarak parçaların işlenmesi ile ilgili açıklamalar yer almaktadır.

FANUC series 0-M Kontrol Ünitesinde Grafik Simülasyonu ve Parçaların İşlenmesi:

Atölyenizde FANUC 0-M kontrol ünitesi CNC torna tezgahı varsa, yapmış olduğunuz programı tezgahınızın kontrol ünitesine yazarak veya RS232 kablosu kullanarak bir transfer programı yardımıyla tezgaha yükledikten sonra programı grafik olarak izleyebiliriz.

Grafik olarak işlenecek programı kontrol ünitesine yazmak için:

- “EDIT” menüsü seçilir.
- Hafızada kayıtlı olmayan O ile başlayıp 4 rakamdan oluşan numara yazılır.
- “EOB” ve “INSERT” tuşlarına basarak yeni program sayfası açılır.
- Program dikkatlice yazılır.

Program yazıldıktan sonra, parçanın işlenmesi için gerekli olan takımlar tezgahın taretine yerleştirilir. Kesicilerin yerleştirilmesinde yüzey işleyen kesiciler (kaba talaş kalemi, kanal ve keski kalemi, vida kalemi vb) dış cebe yani tek sayılı ceplere, alından işlem yapan kesiciler (matkap, punta matkabı, kılavuz vb) iç cebe takılmalıdır.

Kesicilerin sıfırlaması yapılarak ofset sayfasına değerler yazılır.

Grafik olarak parçanın İşlenmesi:

- “Auto” tuşu seçilir.
- “Program Test” tuşuna basılır
- “Axis Inhibt” tuşuna basarak eksenler kilitlenir.
- Ekranın altındaki “grafik” tuşuna basılır
- “CYCL START” tuşuna basarak parça grafik olarak işlenir.

Programı grafik olarak gördükten sonra, mutlaka eksenler “HOME” referans noktasına gönderilmelidir.

Parçayı ilk defa işleyeceğiniz için mutlaka “Single Block” modun da işleyiniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<ul style="list-style-type: none">➤ CNC tornada yapılacak işe uygun çevrim seçiniz.➤ Delik delme için G74 ve G83 komutlarını kullanarak program yapabilirsiniz.➤ Delinen deliğe rayba çekerek hassas bir yüzey elde edebilirsiniz.➤ G76 komutu ile düz ve konik yüzeye diş açabilirsiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Programını yapacağınız iş parçasının imalat resmini inceleyerek parçanın işlenmesinde kullanacağınız çevrimler belirlenmelidir.➤ Delinecek delik derin ise G74 komutu ile gagalama olarak delik delme işlemi yapılabilir.➤ P ve Q değerlerini verirken mikron olarak da verileceği unutulmamalıdır.➤ Delme döngüsünden önce matkap R emniyet mesafesine kadar getirilmelidir.➤ Program tezgahın kontrol ünitesine yazılmalı veya transfer edilmelidir.➤ Kullanacağınız kesicilerin sıfırlama ve ölçme işlemleri dikkatlice yapılmalıdır.➤ Eksenleri kilitleyip (FANUC) grafik olarak parçayı izleyebilirsiniz.➤ Programda hata yoksa” Single Block” modunda parça kontrollü olarak öğretmenleriniz nezaretinde işlenmelidir.➤ Raybalama yaparken, G1 hızı ile rayba salınıp delik dibinde aynayı M03 dönme yönü ile yine G1 hızı ile raybayı çıkarmayı unutmamalısınız.➤ İstenen diş açmak için parçayı gereken ölçülerde işleyerek diş açma ölçüsünde işlenmelidir.➤ Diş açma çevrimini asla G96 modunda unutulmamalı. G97 sabit iş mili devri seçilmelidir.➤ Tezgah açıldığı zaman M23 diş açmada pah kırma modu devrededir. İstenmiyorsa, M24 komutu ile iptal edebilir.➤ Düz diş açılacak ise R(2) parametresi kullanılmamalı veya R0 yazılmalıdır.

<ul style="list-style-type: none">➤ Kullandığımız çevrimlerdeki değerleri kontrol ediniz. ➤ Hazırladığımız parça programlarını atölyenizde bulunan CNC torna tezgahında öğretmenleriniz gözetiminde uygulayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Konik diş açacaksanız, R(2) koniklik mesafesini yarıçap olarak belirtilmelidir. ➤ Çevrimde, ilerleme (F), devir sayısı(S) vermediniz ise önceki değerler kullanılabilir. ➤ Modal komutların kalıcı komutlar olduğu unutulmamalıdır. ➤ Hazırladığınız programın son kontrolünü yapılmalıdır. ➤ Tezgahın kontrol ünitesinin özelliğine göre programınızı tezgaha yazabilirsiniz. ➤ İş parçasını bağlayıp kesicileri kurallarına uygun olarak sıfırlamalısınız. ➤ Eksenleri kilitleyerek grafik olarak veya simülasyon ortamında parçayı izleyebilirsiniz/işleyebilirsiniz. ➤ SINGLE BLOCK tuşuna basarak parça emniyetli bir şekilde işlenmelidir.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen ölçme değerlendirme; çoktan seçmeli, boşluk doldurma ve doğru - yanlış kriterleri uygulanmıştır.

1. G74 komutu ile delik delerken gagalama miktarını veren parametre hangisidir?
A) P B) Q C) R D) F

2. G76 komutu ile parça işlerken, pah kırma modu iptal komutu hangisidir?
A) G21 B) G24 C) M23 D) M24

G76 komutunda finiş paso derinliği hangi parametrede belirtilir?

A) Q B) P C) R D) F

3. G76 vida açma komutunda P(1) parametresinin son iki rakamı ne ifade eder?
A) Nihai finiş paso sayısı B) Diş açma sonundaki pahın boyu
C) Dişin profil açısını D) İlk paso miktarını

4. Rayba delikten çıkarken ayna M04 ile ters dönmelidir.
(.....) Doğru (.....) Yanlış

5. Diş açma çevrimi G97 sabit iş mili devri ile açılmalıdır.
(.....) Doğru (.....) Yanlış

6. Derin delikler G74 komutu ile delinmelidir.
(.....) Doğru (.....) Yanlış

7. Konik diş açarken R(2) parametresi.....cinsinden mm olarak verilmelidir.

8. Tezgah açılırken.....diş açmada pah kırma modu devrededir.

9. Bütün çevrimlerde kesiciler R.....mesafesine getirilmelidir.

DEĞERLENDİRME

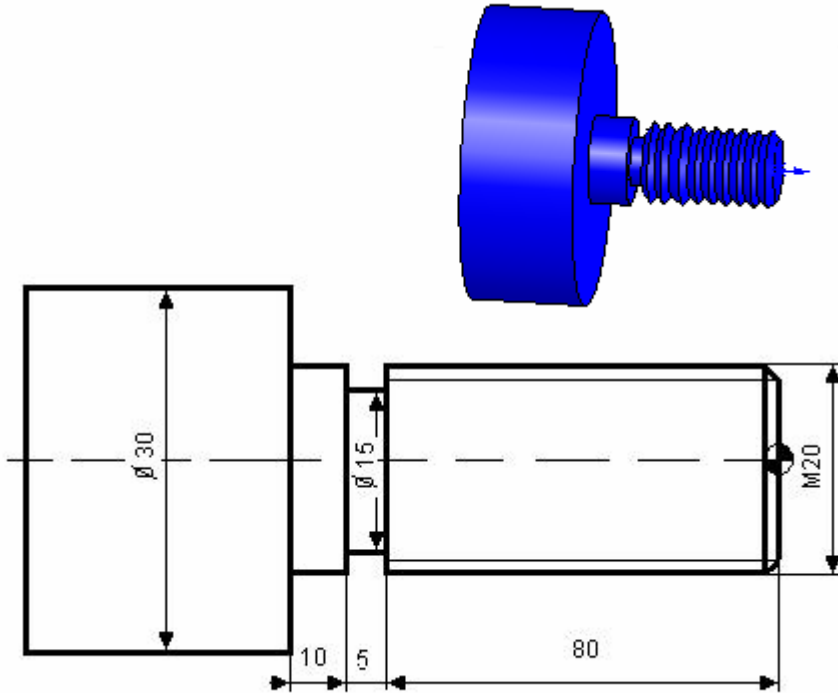
Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırmış ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme ve uygulama faaliyetlerini tekrarlayınız.

PERFORMANS TESTİ

Aşağıda imalat resmi verilen Şekil 2.10. ham malzeme çapı $\varnothing 30$ mm olan parçayı istenilen profile uygun tornaladıktan sonra, M20 diş açacak parça programını yaparak CNC torna tezgahında öğretmenleriniz nezaretinde işleyiniz. İşlemin süresi 4 ders saatidir.

Kullanılacak Alet ve Avadanlıklar

- 1- CNC torna tezgahı
- 2- Kaba talaş kalemi
- 3- Vida kalemi
- 3- İş önlüğü
- 4- İş parçası ve imalat resmi



Şekil 2.10: M20 vida açılacak iş parçası

AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen davranışları gözlediyseniz EVET, gözleyemediyseniz HAYIR sütununda bulunan kutucuğa (X) işareti koyunuz.

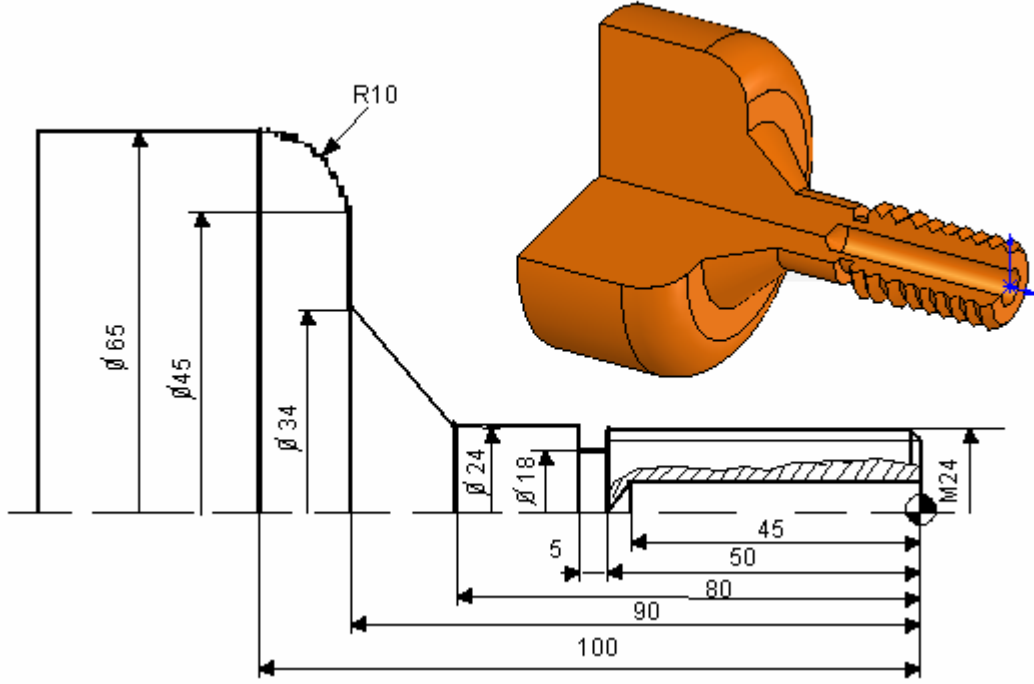
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Tezgahı çalıştırıp kontrol ettiniz mi?		
2	Kullanacağınız kesicileri tarete doğru bağlayabildiniz mi?		
3	İş parçası sıfır noktasını doğru olarak alabildiniz mi?		
4	Kesicilerin sıfırlamasını yapabildiniz mi?		
5	Parça programını grafik olarak ekranda test edebildiniz mi?		
6	Tezgahı “Single Block” olarak çalıştırabildiniz mi?		
7	İstenen profili oluşturabildiniz mi?		
8	Yüksek kalite de yüzey elde edebildiniz mi?		
9	İşlemi zamanında yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Eğer, faaliyette gözlediğiniz eksiklik varsa, faaliyete dönerek ya da öğretmeninize danışarak bunları tamamlayınız.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda belirtilen uygulama faaliyetini gözlenecek davranışları dikkate alarak gerçekleştiriniz. İşlemin süresi 4 ders saatidir.



Talimat	Kullanılacak Takım ve Avadanlıklar
1- İş parçası sıfır noktasını alından alınız.	1- İş parçası ve imalat resmi
2- G71 döngüsü ile profili oluşturunuz.	2- Kaba ve Finiş talaş kalemi
3- G75 Kanal açma döngüsü ile kanalı açınız	3- Kanal açma kalemi
4- G76 diş açma döngüsü ile dişi açınız.	4- Vida kalemi
5- G74 Delik delme döngüsü ile Ø10 deliği deliniz.	5- Ø10 mm matkap
6- Programı tezgaha yükleyiniz.	6- RS232 kablosu, disket
7- Kesicileri tezgaha bağlayarak sıfırlayınız.	7- Anahtar, tornavida
8-Programı grafik olarak işleyiniz.	8- CNC Kontrol ünitesi

AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen davranışları gözlediyseniz EVET, gözleyemediyseniz HAYIR sütununda bulunan kutucuğa (X) işareti koyunuz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Tezgahı çalıştırıp kontrol ettiniz mi?		
2	Kullanacağınız kesicileri tarete doğru bağlayabildiniz mi?		
3	İş parçası sıfır noktasını doğru olarak alabildiniz mi?		
4	Kesicilerin sıfırlamasını yapabildiniz mi?		
5	Parça programını grafik olarak ekranda test edebildiniz mi?		
6	Tezgahı “Single Block” olarak çalıştırabildiniz mi?		
7	İstenen profili oluşturabildiniz mi?		
8	Kanalı açabildiniz mi?		
9	M24 vidayı açabildiniz mi?		
10	Ø10 matkap ile deliği delebildiniz mi?		
11	Yüksek kalitede yüzey elde edebildiniz mi?		
12	İşlemi zamanında yapabildiniz mi?		

CNC Tornalama Çevrimleri modülü faaliyetlerinin ve araştırma çalışmalarının sonunda kazandığınız bilgilerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için öğretmeniniz size ölçme aracı uygulayacaktır. Bu değerlendirme sonucuna göre bir sonraki faaliyeti uygulamaya geçebilirsiniz.

CNC tornalama çevrimleri modülünü bitirme değerlendirmesi için öğretmeninizle iletişim kurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	D
4	C
5	B
6	A
7	D
8	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	A
4	C
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Yarı çap
9	M24
10	Emniyet

KAYNAKÇA

- GÜLESİN M., GÜLLÜ A., AVCI Ö., AKDOĞAN G., **CNC Torna ve Freze Tezgahlarının Programlanması**, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, 2005.
- İstanbul Makina ve Otomasyon Sistemleri San.Tic.A.Ş., **TC ve EX Serisi CNC Torna Tezgahları Kullanım Kılavuzu**
- DES Otomotiv Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti, JINN - FA, **CNC Kontrollü Torna ve İşleme Merkezi Tezgahı Kullanım Kılavuzu**
- Taksan Takım Tezgahları Sanayi ve Tic. A.Ş. **TTC630 CNC Torna Tezgahı Kullanım Kılavuzu**