

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

CNC TORNADA PROGRAMLAMA

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 PROGRAMLAMA	3
1.1. CNC Program Yapısı	3
1.1.1. Giriş Bölümünün Açıklanması	3
1.1.2. Teknolojik Bilgiler	3
1.1.3. Geometrik Bilgiler	7
1.1.4. Yardımcı Kodlar ve Program Sonu Açıklaması	14
1.2. CNC Tornada Satır Yapısı	17
1.2.1. Satır Numarası (N10, N20 vb.)	17
1.2.2. Adresler (G ve M Kodları)	17
1.2.3. Satır Sonu (;)	20
1.3. CNC Tornada Koordinat Sistemleri	21
1.3.1. İş Koordinat Sistemi	21
1.3.2. Tezgâh Koordinat Sistemi	21
UYGULAMA FAALİYETİ	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	24
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	28
2. CNC TORNADA MUTLAK (ABSOLUTE) PROGRAMLAMA YAPMA (G90)	28
2.1. Mutlak Programlama Mantığı	28
2.2. Elle Programlama Yapma	30
UYGULAMA FAALİYETİ	34
ÖLÇME DEĞERLENDİRME	36
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	37
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	39
3. CNC TORNADA ARTIŞLI (INCREMENTAL) PROGRAMLAMA YAPMA (G91)	39
3.1. Artışlı Programlama Mantığı	39
3.2. Elle Programlama	40
UYGULAMA FAALİYETİ	44
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	46
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	47
MODÜL DEĞERLENDİRME	49
CEVAP ANAHTARLARI	52
KAYNAKÇA	54

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI121
ALAN	Makine Teknolojisi
DAL/MESLEK	Bilgisayarlı Makine İmalatı
MODÜLÜN ADI	CNC Tornada Programlama
MODÜLÜN TANIMI	CNC Torna tezgâhlarını standartlaştırılmış veya tezgâhın kendisine özel “G” ve “M” kodlarıyla parça üretmek için programlamayı sağlayan materyaldir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Makine imalatçılığında gerekli olan iş güvenliği, iş kazalarına karşı güvenlik önlemleri, CNC torna tezgâhları ve ayarlamalar ile alan ortak modüllerini almış olmak.
YETERLİK	CNC tornada programlama yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç CNC tornada programlama yapabileceksiniz. Amaçlar <ul style="list-style-type: none">➤ CNC torna tezgâhları için program yapabileceksiniz.➤ CNC torna tezgâhları için mutlak programlama yapabileceksiniz.➤ CNC torna tezgâhları için artışı programlama yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	CNC torna, bilgisayar, çeşitli torna takımları, ders kitabı.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	<ul style="list-style-type: none">➤ Verilen programı doğru kodları kullanarak yapabilme yeterliği➤ Her faaliyet sonunda, faaliyetle ilgili yeterlilikleri ölçmek için test uygulamaları.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Sürekli gelişen sanayi ortamında firmaların rekabet edebilmeleri için daha kısa sürede, kaliteli ve ekonomik mal üretmeleri gerekmektedir. Ürünün kalitesinin iyi olması büyük ölçüde kullanılan makine, teçhizat ve takımlara bağlıdır. Makine parçalarının imalatında CNC tezgâhlar önemli yer tutmaktadır. CNC tezgâhlarda üretim, klasik tezgâhlara göre daha hassas, kaliteli, ekonomik ve seri olmaktadır. İmalat sektöründeki orta ve büyük ölçekli firmalarda artık CNC tezgâhlar yaygın olarak kullanılmaktadır.

CNC tezgâhlarını kullanabilmek için;

- İyi bir talaşlı üretim bilgisine sahip olmak,
- Program yazmasını bilmek gerekir.

CNC tezgâhlar “G” hazırlık ve “M” yardımcı fonksiyonlar kullanılarak programlanır. Yalnız klasik tezgâhlarda olduğu gibi CNC tezgâhlarda birçok değişik firma tarafından üretilmektedir. Bu yüzden bir kısım “G” ve “M” kodlarında farklılıklar olabilmektedir. Yalnız bilinen “G” ve “M” kodları standartlaştırılmıştır. CNC tezgâh için yazılan bazı programlar başka CNC tezgâhta çalışmamaktadır.

Bunun için program yazmadan önce CNC tezgâhın kataloğuna bakınız. Buradaki “G” ve “M” kodlarına göre programı yazınız. Bazı sistemlerde sayıların sonuna nokta konulur, bazılarında ise nokta konulmaz.

Bu modülde CNC torna için programlama yöntemleri başlangıç aşamasında anlatılmaktadır. Program yazabilmek için, kullanılan “G, M, S, T” vb. komutlara yer verilmiştir. Temel bilgiler basit örneklerle pekiştirilmiştir.

Bu modül sonucunda temel CNC torna programlamayı yapabilecek ve sırası geldiği zaman çevrim içeren programları rahatça kavrayabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

CNC torna tezgâhları için program yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgenizde bulunan sanayi kuruluşlarında kullanılan CNC tezgâhlarını araştırınız.
- İnternet sitelerinden CNC tezgâh üreten firmaları inceleyiniz.

1. CNC TORNADA PROGRAMLAMA

1.1. CNC Program Yapısı

1.1.1. Giriş Bölümünün Açıklanması

CNC tezgâhlarda program yazımı; programın kaydedilebilmesi ve sonra tekrar kullanılabilmesi için program numarası ile başlamaktadır. Bu komut tek satır halinde yazılır, satırda başka bir ifade yer almamalıdır. Program numarası başta bir karakter olmak üzere 4 haneli bir (1–9999) rakamdan meydana gelir. Bu karakter değişik standartlara göre farklılık göstermektedir.

- EIA standardına göre “O” karakteri ile,
- SINÜMERİK’E göre “%” karakteri ile ve
- ISO’ ya göre “:” karakteri ile program adı/numarası başlar.

Örneğin:

O0120; (EIA)

%0120; (SINÜMERİK)

:0120; (ISO)

1.1.2. Teknolojik Bilgiler

Bu komutlar CNC torna tezgâhında girilmesi gereken bilgilerdir. Sırasıyla aşağıdaki gibi;

➤ **F Kodu (Feed- İlerleme Hızı Oranı)**

Dakikada veya devirde kesicinin alması gereken talaş miktarıdır. Doğrusal ve dairesel hareket (interpolasyon) komutlarından (G01, G02 ve G03) sonra ilerleme komutu mutlaka belirtilmelidir. (G00) Hızlı ilerleme komutunda F ilerleme değeri verilmez.

İlerleme hızının birimi aşağıdaki gibidir:

A) (G94) mm/dak: Dakikada aldığı milimetre cinsinden ilerleme değeridir.

B) (G95) mm/dv : Bir devirde aldığı milimetre cinsinden ilerleme değeridir.

Örneğin:

G94 F100 (dakikada 100 mm ilerler)

G95 F0.3 (bir devirde 0.3 mm ilerler)

➤ **S Kodu (Speed- İş Mili Devri)**

Tezgâhın iş milinin dakikada devir olarak dönme sayısı veya sabit kesme hızı miktarıdır. Bu miktar komut satırının başındaki G koduna bağlıdır.

A) (G96) Sabit kesme hızı m/dak (metre/dakika):

Tezgâhın bilgisayar ünitesi bu kesme hızına bağlı olarak iş parçasının çapı değişikçe tezgâhın iş mili devir sayısını değiştirir.

B) (G97) Sabit devir sayısı dev/dak (devir/dakika)

Örneğin:

G96 S100 (Sabit kesme hızı 100 m/dak)

G97 S1500 (Sabit devir sayısı 1500 dev/dak)

➤ **T Kodu (Tools-Takım Numarasını ve Takım Geometri (Ofset) Numarasını Seçme)**

Kesici takım seçimini ve takım ömrünü kontrol eder. T kodu dört haneli bir sayısal değerle ifade edilir.

Program içerisinde G00 T0202; satırı okunduğu zaman tezgâhın taretı (kesici takımların bulunduğu aparat) T kodunu takip eden ilk iki karakterli istasyona en kısa yoldan gidecektir.

T harfinden sonraki ilk iki rakam, kesicinin bulunduğu istasyonu (kesicilerin takıldığı yer), son iki rakam ise kesici ile ilgili geometri (ofset) bilgisinin geometri kütüphanesinden belleğe yüklenmesini sağlar. Tezgâhın bilgisayar ünitesi bu bilgileri kullanarak gerekli hesaplamaları ve kaydırmaları yapar.

Kesici hazırlık ve ayar bilgileri						
Taret konumu	Geometri (ofset) no	İşleme şekli	Kesici tipi	Yaklaşım kodu	Uzunluk değerleri	
					X	Z
1	1	Kaba talaş	P20	3	0	0
2	2	Vida açma	P10	6	20	12
4	4	Kanal açma	P10	6	-5	6
6	6	Delme	-	5		

Tablo 1.1: Kesici hazırlık ve ayar bilgileri

Örneğin:

G00 T0202 (İstasyonda ikinci yerde ve geometri (ofset) bilgisi ikinci sırada)

➤ **G04 Kodu (Bekleme ve Hız Kontrolü)**

G04 kodu kesici takımın istenen bir noktada istenilen bir süre kadar beklemesini sağlar. Bu komut satırında P veya X kodu kullanılır. X ondalık sayı olarak girilir. P kodu ondalık sayı olarak girilmez.

Kesicinin bekleme süresi saniye cinsindedir. Bu komut uygulandığında iş mili, soğutma sıvısı ve yardımcı fonksiyonlar hariç bütün eksen hareketleri duracaktır.

Bu komut genellikle matkap ile delme işleminde delik sonunun düzgün çıkması için kullanılır. Ayrıca otomatik hızlanma veya yavaşlama neticesinde iş parçasının köşeleri istenen şekilde elde edilemez. Özellikle köşelerde geçiş problem oluşturabilir. Bunu engellemek için kullanılır. Bu komut sayfa 14'deki Örnek-6'da kullanılmıştır.



Şekil 1.1: G04 komutu ile eksendeki hareketler

Örneğin:

N10 G04 X2.5;

N10 G04 P2500; (2.5x1000)

➤ **G20 Kodu (Inch-İnç)**

G20 kodu, programda girilen değerleri inç (Inch) ölçü sistemine göre değerlendirir. (25.4 mm = 1 inç olarak çevrim sağlanır.)

Örneğin:
N10 G20;

➤ **G21 Kodu (Metrik)**

G21 kodu programda girilen değerleri metrik ölçü sistemine göre değerlendirir. Tezgâh çalıştırıldığında geçerli olan komuttur. Bu komut sayfa 13'deki Örnek-5'de kullanılmıştır.

Örneğin:
N10 G21;

G20 ve G21 komutları aşağıdaki değerleri değiştirir;

- F koduyla kontrol edilen ilerleme miktarını,
- Pozisyon (X, Z) komutlarını,
- Kaydırma (ofset) değerlerini,
- Adım ilerlemede hareket miktarını,
- Elle kontrollü pulse jeneratörü için ölçek birimini,
- Diğer parametreler.

Bu değerler inç ise G21 komutu girildiği zaman metrik olarak değerlendirilir.

➤ **G28 Kodu (Tezgâh Referans Noktasına Gönderme)**

G28 komutu kesici takımı hızlı hareketle tezgâh referans noktasına gönderir. Kesici takım önce belirtilen X ve Z koordinatlarına buradan da referans noktasına gidecektir. G29 komutu kullanılırsa kesici takım aynı yolu izleyerek bir önceki konuma geri döner.

Kesici takımın bindirme olasılığına karşı X ve Z kodlarına "0" değeri verilmez. Normal bir değer girilerek bindirme önlenemez.

Örneğin;
N_ G28 X_ Z_;

➤ **G50 Kodu (İş Mili Devrini Sınırlama)**

G50 komutu iş mili devir sayısını sınırlamamızı sağlar. Bu komuttaki S değeri için girilen değer, iş mili devrinin maksimum çıkabileceği devirdir. Bu komut tezgâhın, aynanın durumu veya iş parçasının sıkma şekli gibi durumlarda kullanılır.

Örneğin;
N10 G50 S2000; (İş mili devri maksimum 2000 dev/dak olabilir.)

1.1.3. Geometrik Bilgiler

➤ G00 Kodu (Hızlı İlerleme)

Komut satırı:

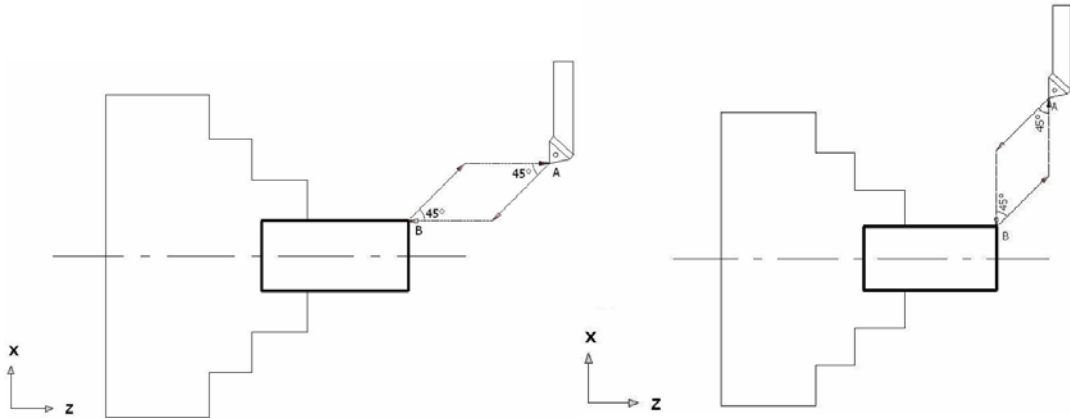
N_ G00 X_ Z_ ;

G00 komutu kesici takımın kesme işlemi yapmadan bir noktadan diğer bir noktaya doğrusal olarak hızlı hareketini sağlar.

G00 komutu genellikle G01, G02 ve G03 komutlarından önce veya sonra kesici takımın konumlanması için kullanılır.

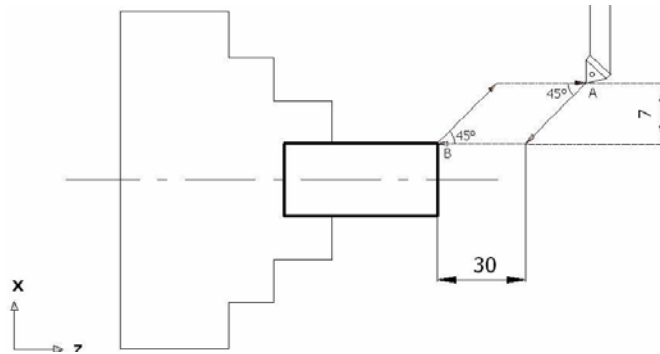
G00 komutu esnasındaki kesici takımın hızı üretici firma tarafından belirlenmiştir.

Aşağıdaki şekillerdeki gibi kesici takım iş parçası üzerinden her iki eksende 45° açılı olarak ve bir ekseninde düz hareketle işlem tamamlanacaktır.



Şekil 1.2: G00 komutunun eksenlerdeki hareketleri

ÖRNEK-1:



O0001; (Program numarası)

N10 G50 S2000; (Sınırlı devir sayısı)

N20 G00 T0101; (1 nolu kesici takım ve 1 nolu geometri (ofset) değeri)

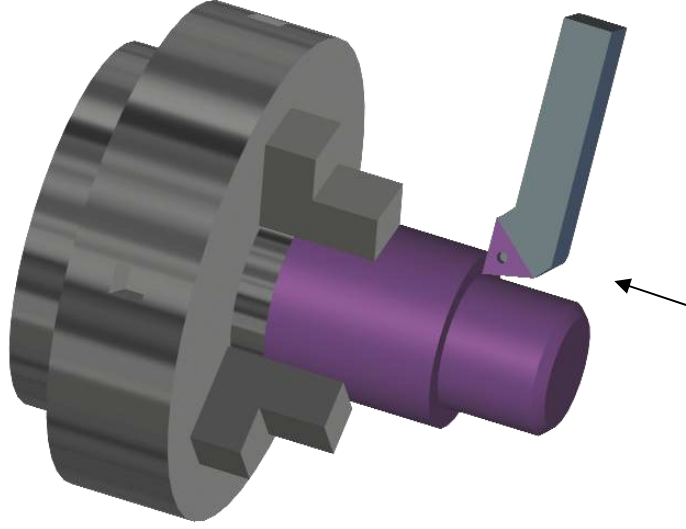
N30 G00 Z30. X7.; (Kesici hızlı ilerlemede Z ekseninde 30 mm X ekseninde 7 mm yol alır.)

➤ **G01 Kodu (Talaş Alarak İlerleme)**

Komut satırı:

N_ G01 X_ Z_ F_ ;

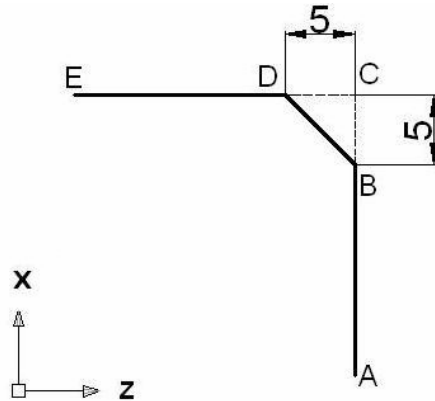
G01 komutu F ile belirtilen ilerleme değeri ile kesici takımın düz bir hat üzerinde talaş olarak hareketini sağlar. Bu komut silindirik, alın ve konik tornalamada kullanılır. Tornalama simetrik bir işlem olduğundan çizimlerde hep eksenden üst tarafı kullanılmaktadır. Genellikle örnekler böyle verilmiştir.



Şekil 1.3: G01 Komutunun uygulanması

Birbirine dik iki kenara pah kırmak veya köşeyi yuvarlatmak bu komutla mümkündür.

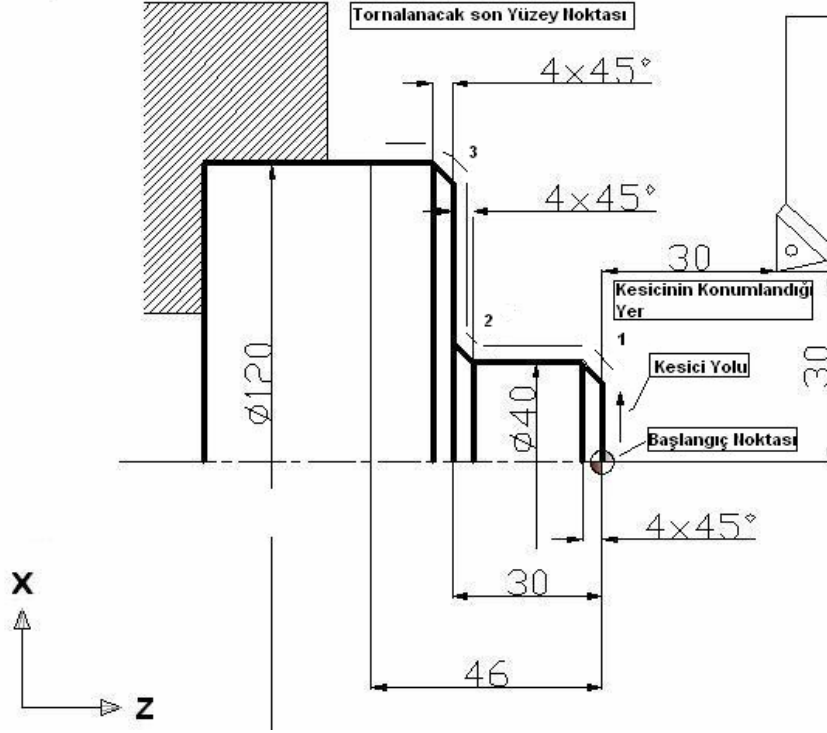
Örneğin:



Yukarıdaki şekilde 5x45° (Her iki kenarı 5 mm olan) pahı G01 komutu ile aşağıdaki komut satırında ifade ettik. Eğer pah kenarları eşit olmaz ise yine aynı yöntem uygulanır.

G01 Z-5. X5. F0.5; (F ilerleme hızı 0.5 mm' dir)

ÖRNEK-2



Şekilde ölçüleri verilen iş parçasını CNC’de işlemek için programını yazınız? (Sadece yüzeyden temizleme talaşı alınacaktır. Program mutlak olarak yazılacaktır.)

O0002;					Program numarası
N10	G50	S2000;			Maksimum devir sayısı 2000 dev/dak
N20	G95;				Bir devirde mm cinsinden yol alır. (mm/dev)
N30	G00	T0101;			1 nolu kesici ve 1 nolu geometri (ofset) bilgisi
N40	G00	X30.	Z30;		Kesicinin ilk konumu
N50	G97	S2000	M03;		Tezgâh çalıştırılır. İş mili devri dev/dak
N60	G00	X0.	Z1.;		Kesicinin alın noktasına getirilmesi
N70	G01	X0.	Z0.	F0.5;	Alın noktasına temas etme
N80	G01	X32.	Z0.	F0.5;	1 nolu paha kadar alın tornalama
N90	G01	X40.	Z-4.	F0.5;	1 nolu pahın işlenmesi
N100	G01	Z-22.	F0.5;		2 nolu paha kadar silindirik tornalama
N110	G01	X48.	Z-30.	F0.5;	2 nolu pahın işlenmesi
N120	G01	X112.	Z-30.	F0.5;	3 nolu paha kadar alın tornalama
N130	G01	X120.	Z-34.	F0.5;	3 nolu pahın işlenmesi
N140	G01	X120.	Z-46.	F0.5;	Tornalanacak son yüzey işlenir.
N150	G00	X150.	Z76.;		Kesicinin ilk konumuna gönderilmesi
N160	M02;				Tezgah durdurulur.

➤ G02 Kodu-CW (Dairesel Hareket-Saat İbresi Yönü)

Komut satırı:

N_ G02 X_ Z_ R_ F_ ;

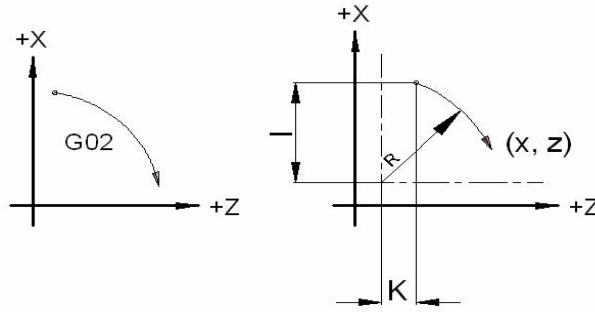
N_ G02 X_ Z_ I_ K_ F_ ;

G02 komutu saat ibresi yönünde (CW - Clock Wise) hareket ile dairesel talaş alma işlemi yapar. Dairesel hareketin yapılabilmesi için gereken diğer değişkenler şunlardır.

Değişkenler	
X ve Z:	Yayın bitiş noktasının koordinatları
R	Yayın yarıçap değeri
I	Yay başlangıç noktasının yay merkezine X ekseninde artışı olan uzaklığı
K	Yay başlangıç noktasının yay merkezine Z ekseninde artışı olan uzaklığı
F	İlerleme hızı

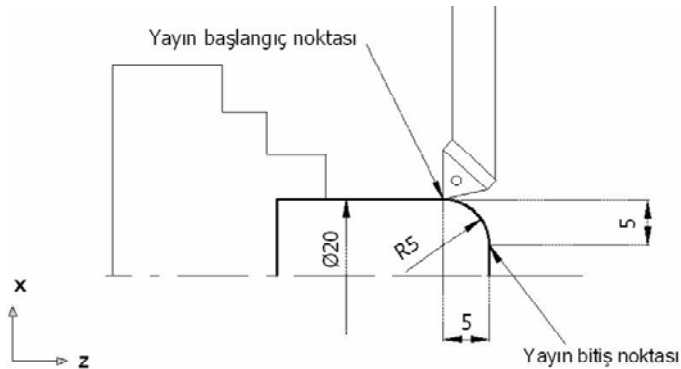
Tablo 1.2: G02 ve G03 kodu değişkenleri

I ve K değerlerinin pozitif veya negatif olması, yay başlangıç noktasına göre tespit edilir. I ve K yerine R yarıçap değeri girilebilir.



Şekil 1.4: G02 Dairesel hareket yönü ve I, K değerleri

ÖRNEK-3



N10 G02 X10. Z0 R5. F0.5; (Yayın bitiş noktaları ve yayın yarıçapı verilmiştir.) ya da
N10 G02 X10. Z0 I-5. K0 F0.5;

➤ G03 Kodu-CCW (Dairesel Hareket-Saat İbresi Tersi Yönü)

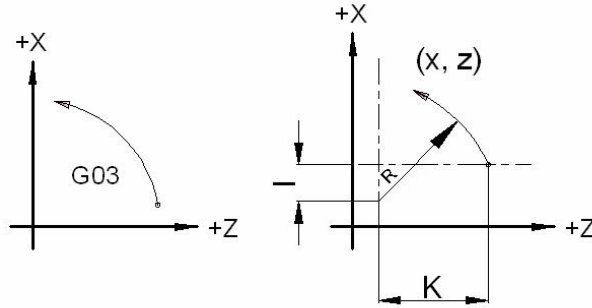
Komut satırı:

N_ G03 X_ Z_ R_ F_ ;

N_ G03 X_ Z_ I_ K_ F_ ;

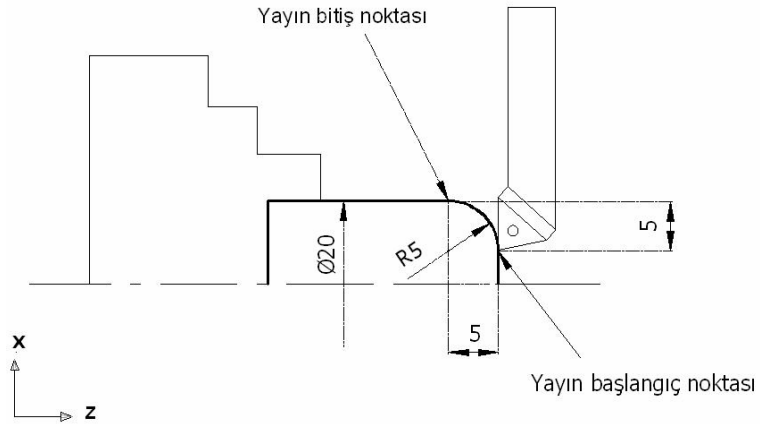
G03 komutu saat ibresi tersi yönünde (CCW - Counter Clock Wise) hareket ile daireysel talaş alma işlemi yapar.

Bu komuttaki işlemler G02 komutu ile aynı özelliktedir. Dairesel hareketin yapılabilmesi için gereken diğer değişkenler G02 komutu ile aynıdır.



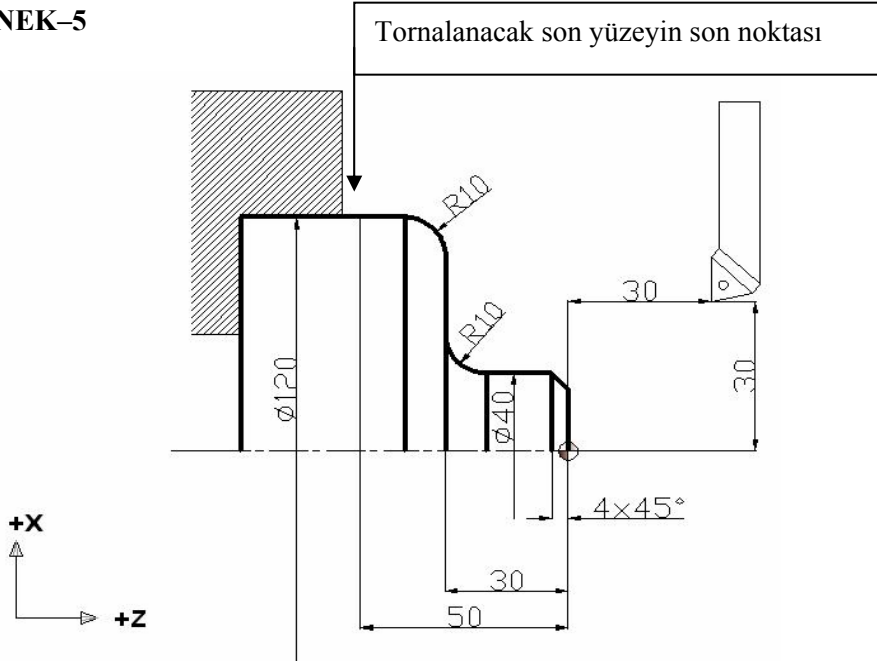
Şekil 1.5: G03 Dairesel hareket yönü ve I, K değerleri

ÖRNEK-4



N10 G03 X20. Z-5. R5. F0.5;(Yayın bitiş noktaları ve yayın yarıçapı verilmiştir.)ya da
N10 G03 X20. Z-5. I0 K-5. F0.5;

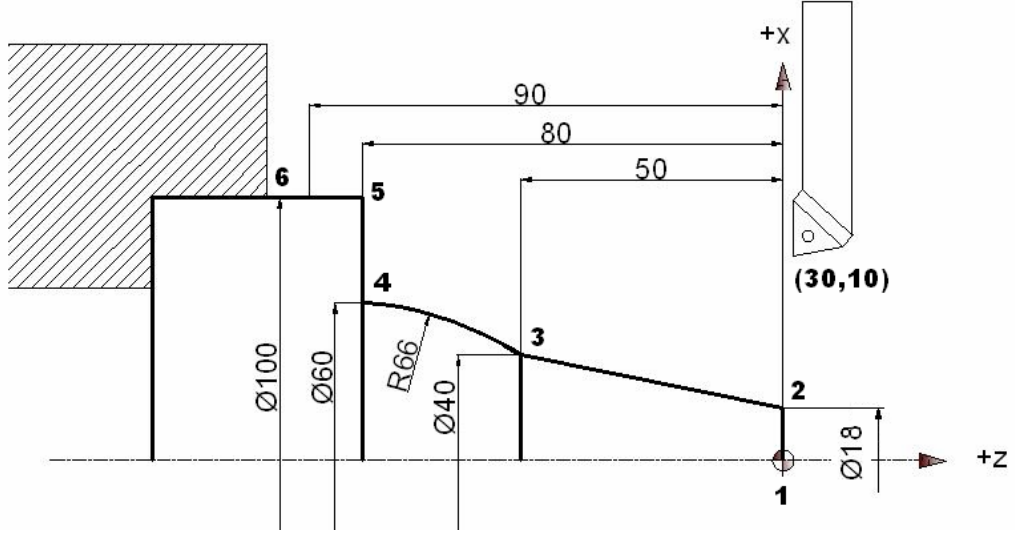
ÖRNEK-5



Şekilde ölçüleri verilen iş parçasını CNC’de işlemek için programını yazınız? (Sadece yüzeyden temizleme talaşı alınacaktır. Program mutlak olarak yazılacaktır.)

O0003;						Program numarası
N10	G21;					Ölçüler metrik olacak.
N20	G00	T0101;				1 nolu kesici ve 1 nolu geometri (ofset) bilgisi
N30	G00	X30.	Z30;			Kesicinin ilk konumu
N40	S1000	M03;				1000 dev/dak fener mili çalıştırılır.
N50	G00	X0.	Z1.;			Kesicinin alın noktasına getirilmesi
N60	G01	X0.	Z0.	F0.3;		Alın noktasına temas etme
N70	G01	X32.	Z0.	F0.3;		Paha kadar alın tornalama
N80	G01	X40.	Z-4.	F0.3;		Pahın işlenmesi
N90	G01	Z-16.	F0.3;			İlk radyüse kadar silindirik tornalama
N100	G02	X60.	Z-30.	R10.	F0.3;	İlk radyüs (yay) işlenir.
N110	G01	X100.	Z-30.	F0.3;		İkinci radyüse kadar alın tornalama
N120	G03	X120.	Z-40.	R10.	F0.3;	İkinci radyüsün işlenmesi
N130	G01	X120.	Z-50.	F0.3;		Son yüzeyin işlenmesi
N140	G00	X130.	Z100.			Kesicinin parça üzerinden uzaklaştırılması
N150	M05;					

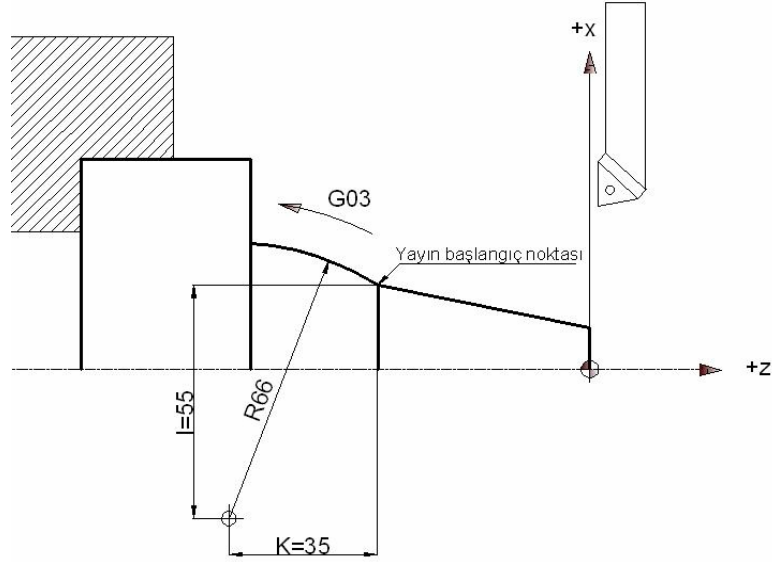
➤ **ÖRNEK-6**



Yukarıdaki şekildeki parçanın CNC programını yazınız? (Mutlak ve sadece yüzey temizlenecektir.)

O0004;						
N10	G90;					Mutlak programlama
N20	G00	T0101;				
N30	G54;					İş koordinat sistemi (Alın merkez noktası olarak seçildi.)
N40	G00	X30.	Z10.;			Kesicinin konumu
N50	S3000	M03;				İş milini saat ibresi yönünde çalıştırır 3000 dev/dak olarak.
N60	G00	X0.	Z2.			Kesicinin alın noktasına getirilmesi
N70	G01	X0.	Z0.	F0.5;		Alın noktasına temas etme (1)
N70	G01	X18.	Z0.	F0.5;		Alın tornalama (1-2 arası)
N80	G01	X40.	Z-50.	F0.5;		Konik tornalama
N90	G03	X60.	Z-80.	R66.	F0.5;	Yayın işlenmesi
N90	G03	X60.	Z-80.	I55.	K-35.	F0.5;
N90	G04	P2500;				4. nokta keskin köşe
N100	G01	X100.	Z-80.	F0.5;		Alın tornalama (4-5 arası)
N110	G01	X100.	Z-90.	F0.5;		
N120	G00	X110.	Z100.;			Kesicinin iş üzerinden ayrılması
N130	M30;	Programın sonu kursör (cursor) programın başına geri döner.				

Not: Normalde ölçüsü "0" sıfır olan değerler programda yazılmazlar.



Şekil 1.6: Önceki problemdeki I ve K değerleri

1.1.4. Yardımcı Kodlar ve Program Sonu Açıklaması

➤ M00 Kodu (Programı Geçici Durdurma)

Komut satırı:
N_ M00;

M00 komutu, çalışmakta olan programı geçici olarak durdurur. Bu komut, program içerisinde takım ya da iş parçasını değiştirme, iş parçasının ölçüsünü kontrol etme, kesici takım ucunu kontrol etme veya iş parçasına ve kesici takıma sıvanmış talaşları uzaklaştırmak için kullanılır.

Tezgâhı tekrar çalıştırmak için tezgâh kontrol ünitesindeki başlama düğmesine basmak gerekir.

➤ M01 Kodu (Programı İsteğe Bağlı Durdurma)

Komut satırı:
N_ M01;

M01 komutu, çalışmakta olan programı isteğe bağlı olarak durdurur. M00 komutundan farklı olarak seçenekler sunar. M01 komutunu programda kullanmak istediğiniz zaman, kontrol paneli üzerindeki isteğe bağlı düğmesi basılı olmalıdır. Aksi halde komut çalışmaz.

Tezgâhı tekrar çalıştırmak için tezgâh kontrol ünitesindeki başlama düğmesine basmak gerekir.

➤ **M02 Kodu (Program Sonu)**

Komut satırı:
N_ M02;

M02 komutu program sonunu belirler. Her ana programın (alt program hariç) tek satır (blok) halinde yazılır. Tezgâhın kontrol ünitesi M02 komut satırını okuduktan sonra bütün fonksiyonlarını durdurur. Kontrol ünitesi G20/G21, M kodu, S kodu, ve F kodu bilgilerini hafızasında tutar. G kodları tezgâhı ilk açtığımız andaki ayarlarına geri döner. Bu komut Örnek-2’de kullanılmıştır.

➤ **M03 kodu (Fener Milini Saat İbresi Yönünde Döndürme)**

Komut satırı:
N_ S_ M03;

M03 komutu iş milini saat ibresi yönünde döndürür. Saat ibresi yönü tezgâh aynasına karşıdan bakılarak belirlenir. Komutla beraber devir sayısı da tanımlanmalıdır.

İş mili yönünü değiştirmek için, mutlaka iş milini durdurmalısınız.

İş milini durdurmak için, M00, M01, M02, M05 veya M30 komutlarından birini kullanabilirsiniz. Komut Örnek-6’da kullanılmıştır.

➤ **M04 Kodu (Fener Milini Saat İbresine Ters Yönde Döndürme)**

Komut satırı:
N_ S_ M04;

M04 komutu iş milini saat ibresine ters yönde döndürür. Diğer özelliklerde M03 komutuna benzer.

➤ **M05 Kodu (İş Milini Durdurma)**

Komut satırı:
N_ M05;

M05 komutu iş milinin dönüşünü durdurur. M05 komutu iş milini geçici olarak değil, doğrudan kapatır. Bu komut Örnek-5’de kullanılmıştır.

➤ **M06 kodu (Kesici Takımı Değiştirme)**

Komut satırı:
N_ M06 T_;

M06 komutu kesici takımın değiştirilmesini sağlar. T kodundan sonra kesicinin bulunduğu istasyon numarası ve geometri (ofset) bilgisi yazılmalıdır.

➤ **M08 Ve M09 Kodu (Soğutma Sıvısını Açma ve Kapatma)**

Komut satırı:

N_ M08;

N_ M09;

M08 komutu soğutma sıvısının akıtılmasını sağlar. M09 komutu ise soğutma sıvısının kapatılmasını sağlar. Soğutma sıvısı iş mili dönerken açılmalıdır. Bunun sebebi soğutma sıvısı iş mili yataklarına girebilir, oksitlenmeye ve yağ filminin bozulmasına neden olabilir.

Soğutma sıvısının kontrolü kontrol panelinden de yapılabilir.

➤ **M10 ve M11 Kodu (Ayna Ayaklarını Sıkma ve Açma)**

Komut satırı:

N_ M10;

N_ M11;

M10 komutu ayna ayaklarını sıkar. M11 komutu ise ayna ayaklarını açar. Yani iş parçasını bağlar ve söker. Bu komut tek satırda yer alır ve ayna ayaklarının otomatik olarak kumanda edildiği zaman kullanılır. Ayna ayakları tezgâh pedalı ile de çalıştırılabilir.

➤ **M17 ve M18 Kodu (Taret İndekslemesi)**

Komut satırı:

N_ G00 T_ M17;

N_ G00 T_ M18;

M18 komutu taretin saat ibresi yönünde dönmesini, M17 komutu ise taretin saat ibresi tersi yönünde dönmesini sağlar. Dönme yönü taretin arkasından bakılarak belirlenir. Bazı durumlarda taretin belirtilen yönden dönmesi istenebilir. Bu durumda M17 ve M18 komutları kullanılır.

➤ **M25 ve M26 Kodu (Punta Mili Dışarı ve İçeri)**

Komut satırı:

N_ M25;

N_ M26;

M25 komutu punta milinin dışarı (ileri) hareketini sağlar. M26 komutu ise punta milinin içeri (geri) hareketini sağlar. Ayrıca bu komut kontrol panelinden de kontrol edilebilir.

Bu komutlar G04 bekleme komutu ile beraber kullanılmalıdır. Punta milinin hareketi için tezgâh milinin belirli bir süre beklemesi gerekir.

➤ **M30 Kodu (Program Sonu)**

Komut satırı:
N_ M30;

M30 komutu programı sonlandırır. M02 komutunda olduğu gibi tek satır (blok) halinde yazılır. M30 komutunda kursör (cursor) programın başına geri döner. Başka parça işlemeye imkân sağlar. Birden fazla parça için idealdir. M02 komutunda ise kursörü programın başına sizin götürmeniz gerekir. Komut Örnek-6'da kullanılmıştır.

1.2. CNC Tornada Satır Yapısı

1.2.1. Satır Numarası (N10, N20 vb.)

Herhangi bir kesici takıma ait operasyonları ayırt etmek için kullanılır. Parça işleme sırasını etkilemez.

Satır numarası bir sıra düzeninde veya karmaşık olabilir. Satır numarası “N” ile başlayıp takip eden sayısal değerlerden oluşur. Satır numarası kullanmak mecburi değildir. Ancak alt programlamada, programda istenilen bir satıra atlanması durumunda veya programda herhangi satırın aranması durumunda numara gereklidir.

1.2.2. Adresler (G ve M Kodları)

Takımın hareketlerini sağlayan harflerdir. CNC program yazılımında tüm komutlar, bir harf ve bu harfi takip eden sayısal değerlerden oluşur.

Bu harfe “adres” yanındaki sayısal değere veri (bilgi) ikisinin beraber haline “sözcük” adı verilir. Yan yana bir veya birden fazla sözcük bir satırı (bloğu) oluşturur.

Her blok “ ; ” komutu ile bitirilir.

Komut satırı:

N_	G_	X_	Y_	Z_	M_	S_	T_	F_	;
----	----	----	----	----	----	----	----	----	---

Örneğin:

G00 X150. Z100.; Satır (Blok) yazımı

N	Blok (satır) numarası
G	Hazırlık fonksiyonları
X, Y, Z	Pozisyon adresleri
M	Yardımcı fonksiyonlar
S	Devir/kesme hızı fonksiyonu
T	Kesici takım tanımlaması
F	İlerleme fonksiyonu
;	Satır (blok) sonu işareti

Tablo 1.3: Adres Bilgileri

Fonksiyon	Adres	Açıklama
Program numarası	O	Program numarası
Sıra numarası	N	Sıra numarası
Hazırlık fonksiyonu	G	Hareket tipini belirler
Boyut değeri	X, Y, Z	Ana eksen hareketi
	U, V, W	Yardımcı eksen hareketi
	A, B, C	Döner eksen hareketi
	I, J, K	Yay merkezi koordinatları
	R	Yay yarıçapı
İlerleme fonksiyonu	F	Dakikadaki ilerleme
		Devir başına ilerleme
İş mili devir fonksiyonu	S	İş mili devri
Kesme hızı fonksiyonu	S	Sabit kesme hızı
Takım fonksiyonu	T	Takım numarası
Ek fonksiyon	M	Yardımcı fonksiyonlar
	B	Tabla indeksleme
Telafi numarası	D, H	Telafi numarası
Bekleme	P, X	Bekleme zamanı
Program numarası belirtme	P	Alt program numarası
Tekrar sayısı	P	Alt program tekrar sayısı
Program parametreleri	P, Q	Çevrim parametreleri

Tablo 1.4: Fonksiyon açıklamaları

➤ G Kodları

G kodları hazırlık fonksiyonlarıdır. Bu kodlar kesici takımın doğrusal ve dairesel hareketini, çalışma düzlemi seçimini, ölçü birimi seçimini, tornalama çevrimlerini, bekleme süresini, iş mili devrini sınırlama özelliklerini vb. özellikleri içerir.

Aynı satırda (blokta) birden fazla G kodu olabilir. Fakat aynı gruba ait olan kodlar bir satırda beraber kullanılamaz. Örneğin G00, G01, G02 ve G03 kodları kesici takımın hareket kodlarıdır. Aynı grup komutlarıdır. Bir satırda bu komutlardan ikisi beraber kullanılamaz.

G kodları özellik itibarıyla ikiye ayrılırlar.

• Modal G Kodları

Başka bir G kodu kullanılmaya kadar aktif kalırlar. Yalnız bulunduğu satır (blok) için değil diğer satırlarda da aktiftirler. İptali için ise başka bir G kodu kullanılınca veya iptal işlevine sahip bir kodu varsa o kod tarafından iptal edilirler.

• Modal Olmayan G Kodları

Sadece buldukları satırda çalışırlar. Buldukları satırdan sonra iptal olurlar.

Örneğin:

N 10 G04;

Tornalama “G” Kodları	
Kod	Açıklaması
G00	Hızlı ilerleme/konumlama (Kesme yapmadan)
G01	Doğrusal hareket/interpolasyon (Talaş kaldırarak)
G02	Saat ibresi yönünde dairesel hareket/interpolasyon (Talaş kaldırarak)
G03	Saat ibresine ters yönde dairesel hareket/interpolasyon (Talaş kaldırarak)
G04	Bekleme
G20	İnç (Inch) ölçü birimi
G21	Metrik ölçü birimi
G28	Tezgâh referans noktasına gönderme
G40	Kesici Takım Telafisi İptali
G41	Kesici Takım Telafisi Yörüngenin Solunda
G42	Kesici Takım Telafisi Yörüngenin Sağında
G50	İş mili devrini sınırlama
G90	Mutlak ölçülendirme
G91	Artışlı ölçülendirme
G94	İlerleme hızı oranı (dakikada mm cinsinden ilerleme-mm/dak.)
G95	İlerleme hızı oranı (devirde mm cinsinden ilerleme-mm/dev.)
G96	Sabit kesme hızı
G97	Sabit devir sayısı

Çevrim ile ilgili G kodlarına “CNC tornalama çevrimleri” modülünde değinilecektir.

Tablo 1.5:Sık kullanılan G kodları

➤ M kodları

M kodları kesici takımın hareketleri ile ilgili değildir. İş milinin dönmesi - durması, soğutma sıvısının açılıp - kapanması, programı başlatma - durdurma ve kesici takımı değiştirme gibi işleme için gerekli olan yardımcı fonksiyonları kapsar. G kodları gibi temel CNC kodlarındandır.

Tornalama "M" kodları	
Kod	Açıklaması
M00	Programı geçici durdurma
M01	İsteğe bağlı olarak program durdurma
M02	Program sonu
M03	İş milini saat ibresi yönünde döndürme
M04	İş milini saat ibresi tersi yönünde döndürme
M05	İş milini durdurma
M08	Soğutma sıvısını akıtma
M09	Soğutma sıvısını durdurma
M10	İş parçasını sıkma
M11	İş parçasını sökme
M17	Taret diskinin saat ibresi yönünde döndürülmesi
M18	Taret diskinin saat ibresi tersi yönünde döndürülmesi
M25	Punta pinözü (mili) dışarı
M26	Punta pinözü (mili) içeri
M30	Program sonu ve tekrar başa alma

Tablo 1.6: Sık kullanılan M kodları

1.2.3. Satır Sonu (;)

CNC (Computer Numerical Kontrol – Bilgisayar destekli kontrol) tezgâhlarda program yazımında; "adres" yanındaki sayısal değere "veri", ikisinin beraber haline "sözcük" adı verilir. Yan yana bir veya birden fazla sözcük bir satırı (bloğu) oluşturur.

Her blok işareti " ; " komutu ile bitirilir.

Bu işaretle satır bitirilmez ise komut satırı işlem görmez.

Örneğin:

N01 G01 X100. Z90. F120;

Bu komut satırında;

G01 gibi harfle rakam yan yana ise sözcük,

100 gibi rakamsal ifadeler ise veri (bilgi),

F gibi harfler ise adresi ifade eder.

";" karakteri ise satır sonunu ifade eder. Hepsi yan yana yazıldığı zaman satır (blok) ortaya çıkmış olur.

1.3. CNC Tornada Koordinat Sistemleri

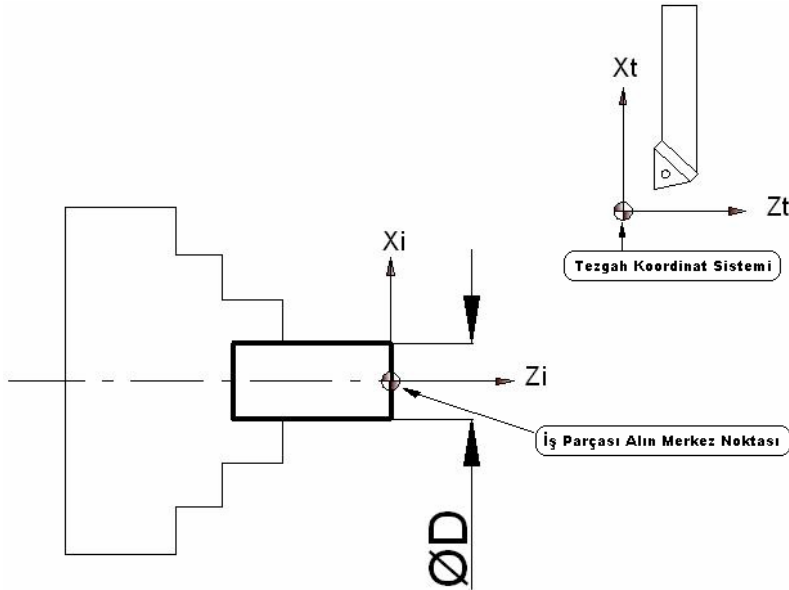
CNC torna tezgâhlarında yaygın olarak kullanılan iki koordinat sistemi vardır.

1.3.1. İş Koordinat Sistemi

Tezgâh koordinat sistemi içerisinde, programcı tarafından herhangi bir yerde tanımlanır. Genellikle iş parçası alın merkez noktasında veya ayna merkezinde tanımlanır. Torna tezgâhlarında G54 ile G59 arası 6 adet iş koordinat sistemi tanımlanabilir.

İş koordinat sistemini, iş parçasının altına taşımak için kesici takım parçasının çevresine ve altına değiştirilir. Daha sağlıklı sonuç vermesi için, kesici yerine dokunmaya duyarlı sensör (prob) kullanılabilir. O andaki X ve Z koordinatları kaydedilir. Bu X ve Z değerleri tezgâh bilgisayarına girilir. İş koordinat sistemi parçanın alın merkezine taşınmış olur. Bu değerler, G54 ile G59 kodlarından birine atanabilir. O kod yazılınca bu değerler tanımlanmış olur.

Bütün kesici takımlar için ayrı ayrı iş koordinat sistemi belirlemek gerekmez. Tezgâh bilgisayarında takım ayarları yapıldığında, kesici boyutları ve iş koordinat sistemi girilir. Diğer takımlar içinde iş koordinat sistemi hesaplanır. Sayfa 14 Örnek-6'da G54 kodu kullanıldı.

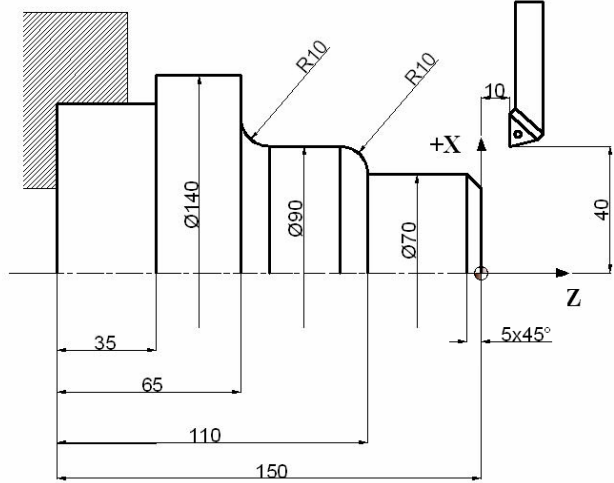
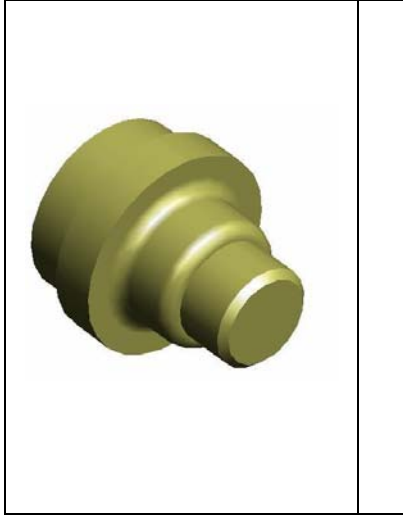


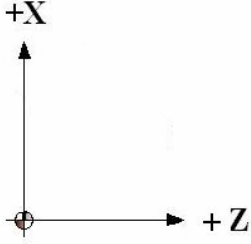
Şekil 1.7: Xi ve Zi: İş Koordinat Sistemi, Xt ve Zt: Tezgâh Koordinat Sistemi

1.3.2. Tezgâh Koordinat Sistemi

Tezgâh koordinat sistemi, tezgâh ilk açıldığında sistemin kullandığı ana koordinat sistemidir. Üretici firma tarafından belirlenmiştir. Yeri programcı tarafından değiştirilemez.

UYGULAMA FAALİYETİ



İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ CNC tezgâhlarda kullanılan CNC kodlarını kullanınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “G” ve “M” kodlarını ezberlemek gereksizdir. Doğru kodu doğru yerde kullanmalısınız. ➤ Matematik ve geometri bilginizi kontrol ediniz ➤ Yazdığımız CNC parça programını tezgâh kontrol ünitesindeki tuşlar yardımıyla tezgâha aktarınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ CNC tornada basit programlama yapınız. <div style="text-align: center;">  <p>Koordinat düzlemi</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Şekildeki parçanın CNC torna programını yazınız. Koordinat düzlemine dikkat ediniz ➤ Programın ismini belirtiniz. <p>O1000;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ G90 artışlı programlama kodunu kullanınız. (Tezgâh açıldığında aktif olan G90 kodudur.) <p>N10 G90;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ F ilerleme hızı G95 mm/dev seçiniz. <p>N20 G95;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kesici takımı seçiniz. <p>N30 G00 T0101;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Başlangıç noktası olarak alın merkez noktasını seçiniz. G54 koduna alın merkez koordinatları atanmıştır. <p>N40 G54;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ G00 hızlı ilerleme komutunu kullanarak kesiciyi konumuna getiriniz. <p>N50 G00 X40. Z10.;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Devir sayısını belirterek tezgâhı saat ibresi yönünde çalıştırınız. İş mili devrini hesaplayarak

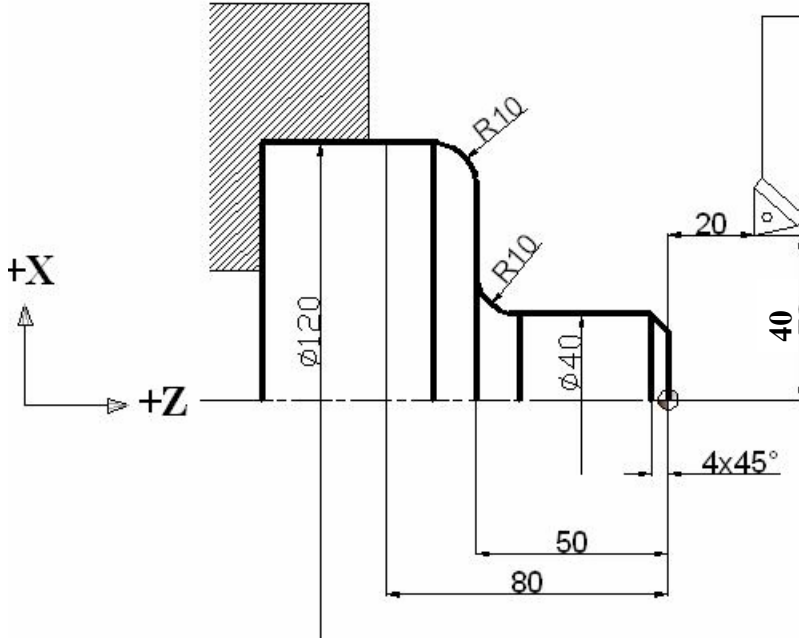
	<p>dev/dak olarak ayarlayınız.</p> <p>N60 G97 S1500 M03;</p> <p>➤ G00 hızlı ilerleme komutunu kullanarak kesiciyi iş parçasının alnını tornalamak için konumlayınız.</p> <p>N70 G00 X145. Z0.;</p> <p>➤ G01 talaş alarak ilerleme komutunu kullanarak alını tornalayınız.</p> <p>N80 G01 X0. Z0. F0.05;</p> <p>➤ İster alından uzaklaşarak,</p> <p>N85 G00 X60. Z5.;</p> <p>N90 G01 Z0. F0.05;</p> <p>➤ ya da alından uzaklaşmadan G01 ile 5x45°'lik pahın başlangıcına geliniz.</p> <p>N90 G01 X60. Z0. F0.05;</p> <p>➤ G90 ile programlamada değeri değişmeyen koordinatlar yazılmayabilir.</p> <p>➤ G01 talaş alarak ilerleme komutunu kullanarak 5x45°'lik pahi işleyiniz.</p> <p>N100 G01 X70. Z-5. F0.05;</p> <p>➤ G01 talaş alarak ilerleme komutunu kullanarak birinci radyüse kadar olan silindirik kısmı tornalayınız.</p> <p>N110 Z-40. F0.05;</p> <p>➤ G03 (Saat ibresi tersi yönü) dairesel hareket komutunu kullanarak ilk radyüsü işleyiniz.</p> <p>N120 G03 X90. Z-50. R10. F0.05;</p> <p>(X, Z) radyüsün bitiş noktası değerleridir.</p> <p>➤ X değerine radyüsün çap ölçüsünü giriniz.</p> <p>➤ G01 talaş alarak ilerleme komutunu kullanarak birinci radyüsten ikinci radyüse kadar olan kısmı işleyiniz.</p> <p>N130 Z-75. F0.05;</p> <p>➤ G02 (Saat ibresi yönü) ikinci radyüsü işleyiniz.</p> <p>N140 G02 X110. Z-85. R10 F0.05;</p> <p>➤ İkinci radyüsten sonraki alın kısmını işleyiniz.</p> <p>N150 G01 X140. Z-85. F0.05;</p> <p>➤ Köşenin keskin köşe olması için 5 saniye bekletiniz.</p> <p>N160 G04 P5000;</p> <p>➤ Ø140 mm' lik silindirik yüzey işleyiniz.</p> <p>N170 G01 Z-115. F0.05;</p> <p>➤ Kesici takımı iş parçası üzerinden uzaklaştırınız.</p> <p>N180 G00 X150. Z125;</p> <p>➤ Tezgâhı durdurunuz.</p> <p>N190 M30;</p>
--	--

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdakilerden hangisi blok numarası harfidir?
A) G
B) M
C) F
D) N
2. “M” yardımcı komutlarından hangisi programı durdurduktan sonra tekrar programın başına dönen komuttur?
A) M00
B) M01
C) M02
D) M30
3. Aşağıdaki “M” komutlarından hangisi tezgâh iş milini saat ibresi yönünde çalıştırır?
A) M03
B) M04
C) M05
D) M06
4. N10 G01 X80. Z45. F120; program satırındaki altı çizili ifadeler neyi ifade eder?
A) Kelime
B) Veri
C) Adres
D) Sıra no
5. Aşağıdaki “M” komutlarından hangisi program satırına yazıldığı zaman, program iş milini tamamen durdurur?
A) M00
B) M01
C) M02
D) M05
6. Kesicinin kesme işlemi yapmadan doğrusal ilerleme hareketini sağlayan G komutu aşağıdakilerden hangisidir?
A) G00
B) G01
C) G02
D) G03
7. Alın ve konik tornalamada kullanılan “G” kodu aşağıdakilerden hangisidir?
A) G00
B) G01
C) G02
D) G03

8. Saat ibresi tersi yönünde dairesel hareket sağlayan “G” kodu aşağıdakilerden hangisidir?
A) G00
B) G01
C) G02
D) G03
9. Aşağıdaki “M” komutlarından hangisi soğutma sıvısını açar?
A) M01
B) M02
C) M08
D) M09
10. Aşağıdakilerden hangisi programı isteğe bağlı durduran “M” komutudur?
A) M00
B) M01
C) M02
D) M05
11. 1) G00 2) G01 3) G02 4) G03 5) G04 6) G21
Yukarıda verilen “G” kodlarından hangileri aynı grupta yer alabilir?
A) 1, 2, 3, 4
B) 2, 4, 5, 6
C) 2, 4, 5, 6
D) 3, 4, 5, 6
12. “G04” bekleme komutunda kesici saniye cinsinden bekler.
A) Doğru
B) Yanlış
13. “G20” metrik, “G21” inç ölçü sistemini belirtir.
A) Doğru
B) Yanlış
14. “T0101” komutundaki ilk iki rakam takımın istasyondaki yeridir.
A) Doğru
B) Yanlış
15. “G02” ve “G03” dairesel harekette kullanılan “X” ve “Z” değerleri yayın başlangıç noktasını gösterir.
A) Doğru
B) Yanlış

PERFORMANS DEĞERLENDİRME



Yukarıda ölçüleri verilen parçanın basit olarak CNC programını yazınız?
Yukarıdaki parçanın CNC programı yazılmıştır.

O0005;				
N10	G21;			
N20	G90;			
N30	G00	T0202;		
N40	G00	X80.	Z20.;	
N50	S2000	M03;		
N60	G00	X0.	Z1.	
N70	G01	X0.	Z0.	F0.5;
N80	G01	X32.	F0.5;	
N90	G01	X40.	Z-4.	F0.5;
N100	G01	Z-40.	F0.5;	
N110	G02	X60.	Z-50.	R10. F0.5;
N120	G01	X100.	F0.5;	
N130	G03	X120.	Z-60.	R10. F0.5;
N140	G01	Z-80.	F0.5;	
N150	G00	X130.	Z100.;	
N160	M30;			

Kontrol Listesi			
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Teknolojik kuralları uygulayabildiniz mi?		
2	Geometri kurallarını kullanabildiniz mi?		
3	Matematik bilgisi		
4	“G” kodlarını kullanabildiniz mi?		
5	“M” kodlarını kullanabildiniz mi?		
6	Satır (blok) oluşturabildiniz mi?		
Toplam			

İçerikteki amaç, ölçüleri verilen parçaların basit olarak CNC programını çıkarmaktır. “G” ve “M” kodlarını kullanarak programlama yapabileceksiniz. Program yazmada sorunlarınız varsa ilgili konuya giderek tekrar okuyunuz. Örneklere bakınız. Öğretmeninizden bilgi alınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

CNC torna tezgâhları için mutlak programlama yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgenizde bulunan sanayi kuruluşlarında kullanılan CNC tezgâhlarını araştırınız.
- İnternet sitelerinden CNC tezgâh üreten firmaları inceleyiniz.

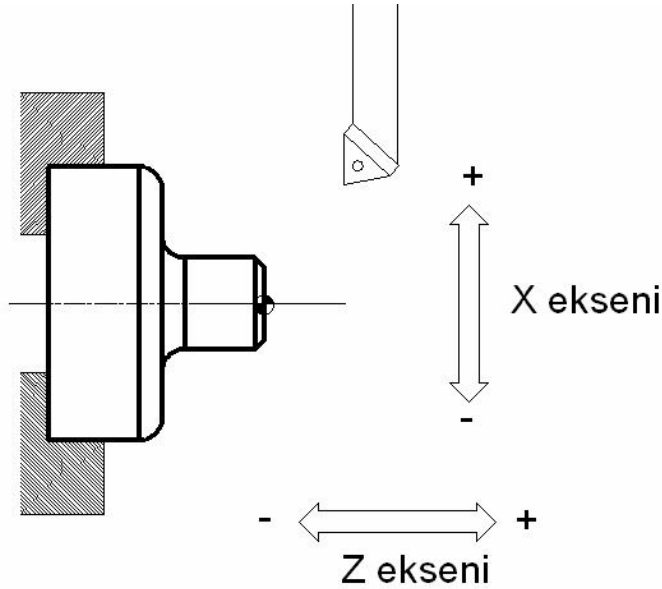
2. CNC TORNADA MUTLAK (ABSOLUTE) PROGRAMLAMA YAPMA (G90)

2.1. Mutlak Programlama Mantığı

Komut Satırı:
N_ G90;

G90 komutu, kesicinin gideceği tüm hareketleri bir referans noktasına göre hesaplar.

CNC torna tezgâhında iki eksen vardır. Birinci eksen fener mili (iş mili) ekseni olan Z eksenidir. İkinci eksen ise buna dik olan X eksenidir. Bu iki eksenin kesiştiği nokta ise orijin noktasıdır. Referans olarak bu nokta kullanılır.



Şekil 2.1: Tornada koordinat eksenleri

Bu nokta, genellikle iş parçası sıfır noktası veya tespit edilen herhangi bir noktadır. Mutlak ölçümde bütün noktalar, koordinat sisteminde belirlenmiş olan sıfır (zero) noktasına göre alınır.

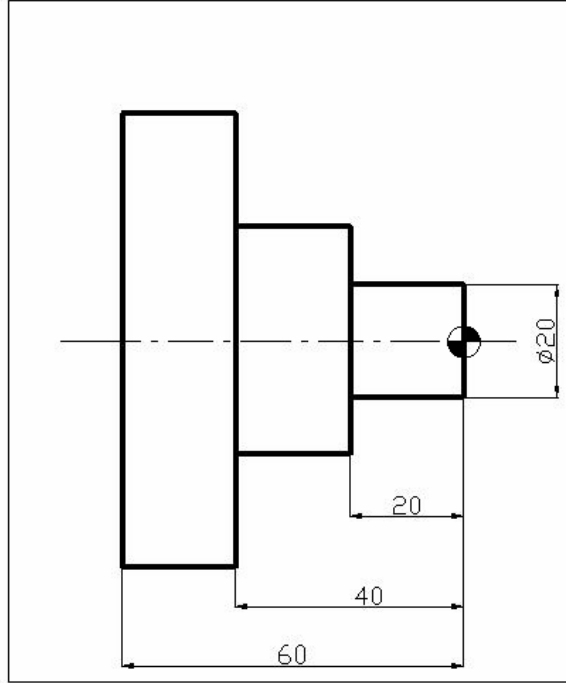
Kesicinin X ekseninde yapacağı hareket çap mesafesidir. Bu nedenle X ekseninde noktaların değerleri daima pozitiftir. Z değeri ise koordinat eksenine göre pozitif (+) veya negatif (-) olabilir.

X ekseninde değerlere mutlaka çap girilmelidir.

Örneğin;

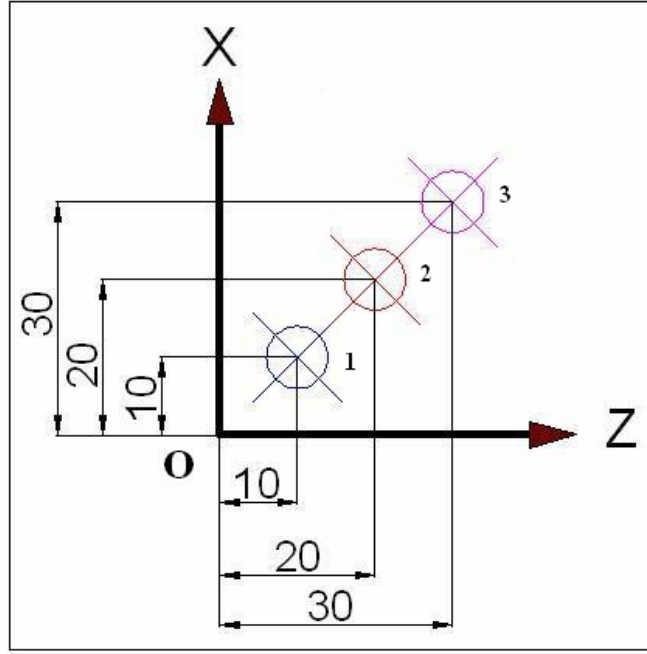
X ekseninde 20 mm değeri girilirse, kesici orijinden (merkezden) 10 mm uzaklığa gidecek yani mesafenin yarısı kadar gidecektir.

Ø20 mm'lik alın tornalaması yapmak için kesicinin X ekseninde 10 mm gitmesi gerekir. Şekil 2.2'de gösterildiği gibi.



Şekil 2.2: Mutlak programlama-1

Mutlak programlamada ölçüler bir referans noktasına göre verilir. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi ölçülendirme alın merkez noktasına göre yapılmıştır. 20 mm, 40 mm ve 60 mm ölçüleri alın merkez noktasına göre hesaplanmıştır.



Şekil 2.3: Mutlak programlama-2

Şekil 2.3’de mutlak ölçülendirme:

1 numaralı yerin koordinatı (X, Z) : (10, 10)

2 numaralı yerin koordinatı (X, Z) : (20, 20)

3 numaralı yerin koordinatı (X, Z) : (30, 30) görüldüğü gibi ölçüler “O” noktasına göre verilmiştir.

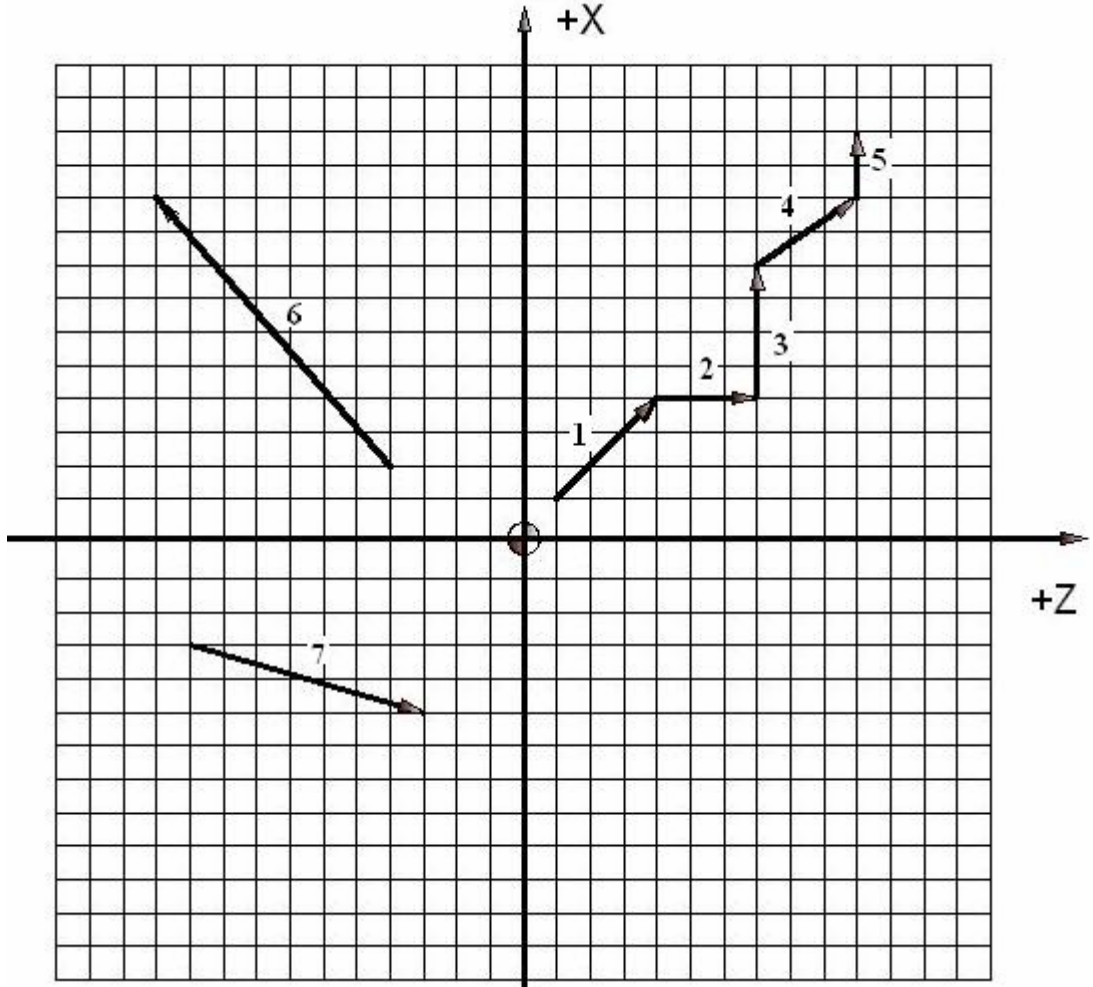
Not:

Mutlak ölçülendirme, tezgâh açıldığında geçerli olan komuttur.

2.2. Elle Programlama Yapma

Programcı teknik resmi ve teknolojik bilgileri değerlendirerek iş parçasının işlenebilmesi için kesicinin yapması gereken hareketleri hesaplar. Gerekli olan “G” ve “M” kodları yardımıyla iş parçasının programını yazar.

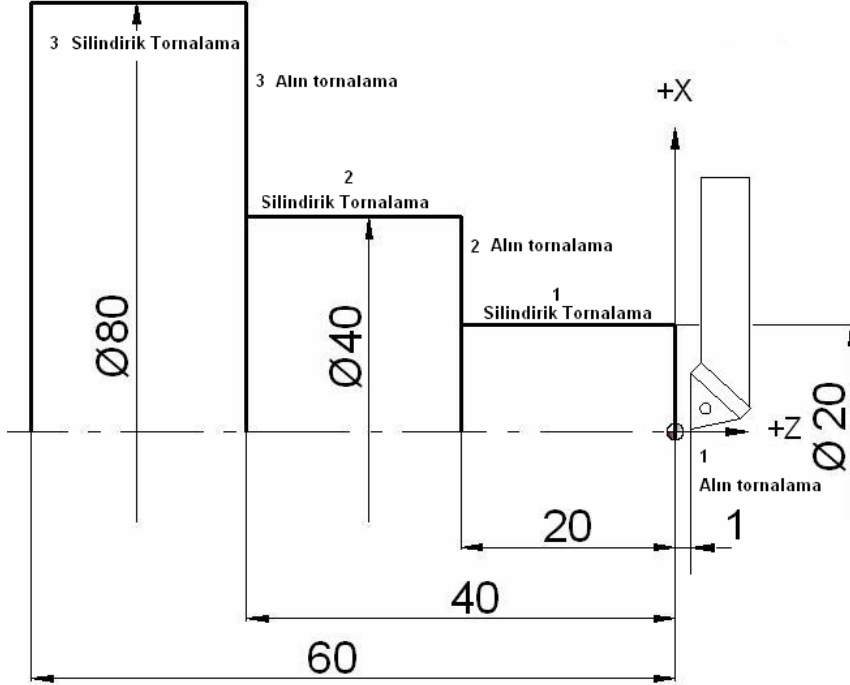
Hazırlanan bu program el ile tezgâh kontrol ünitesine girilir. Bir diğer metot ise soru-cevap metodudur. Bu metotta istenen operasyon tipi seçilir. Seçilen operasyona bağlı olarak kullanıcıya ilerleme, devir sayısı, talaş derinliği ve talaş boyu gibi sorular sorulur. Kullanıcı bu sorulara uygun cevapları vererek programı tamamlar.



Şekil 2.4: Mutlak hareketler

Torna için Mutlak Programlama			
1 nolu hareket	G00	X40	Z40
2 nolu hareket	G00	X40	Z70
3 nolu hareket	G00	X80	Z70
4 nolu hareket	G00	X100	Z100
5 nolu hareket	G00	X120	Z100
6 nolu hareket	G00	X100	Z-110
7 nolu hareket	G00	X-50	Z-30

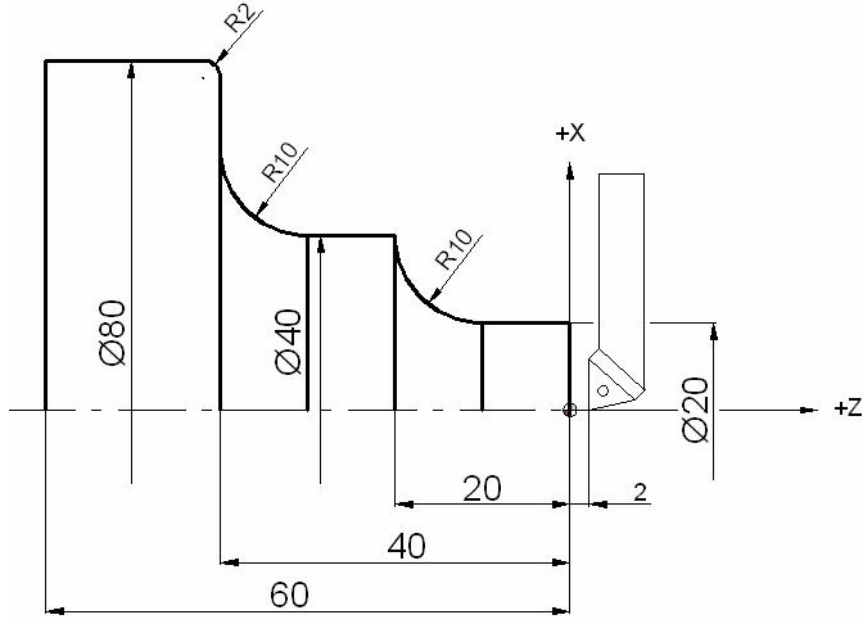
ÖRNEK-7



Yukarıdaki parçanın mutlak olarak CNC programını yazınız?

O0006;					
N10	G00	T0101;			
N20	G54;				İş koordinat sistemi (Alın merkez noktası olarak seçildi.)
N30	S3000	M03;			İş milini saat ibresi yönünde çalıştırır (3000 dev/dak olarak).
N40	G00	X 0.	Z1.	M08;	Soğutma sıvısı açılır. Kesicinin alın noktasına getirilmesi.
N50	G01	X0.	Z0.	F0.5;	Alın noktasına temas etme .
N60	G01	X20.	Z0.	F0.5;	1. Alın tornalama.
N70	G01	X20.	Z-20	F0.5;	1. Silindirik tornalama.
N80	G01	X40.	Z-20.	F0.5;	2. Alın tornalama.
N90	G01	X40.	Z-40.	F0.5;	2. Silindirik tornalama.
N100	G01	X80.	Z-40	F0.5;	3. Alın tornalama.
N110	G01	X80.	Z-60	F0.5;	3. Silindirik tornalama
N120	G00	X100.	Z70. ;		Kesici uzaklaştırılır.
N130	M09;				Soğutma sıvısı kapatılır.
N140	M30;				Program sonlandırılır.

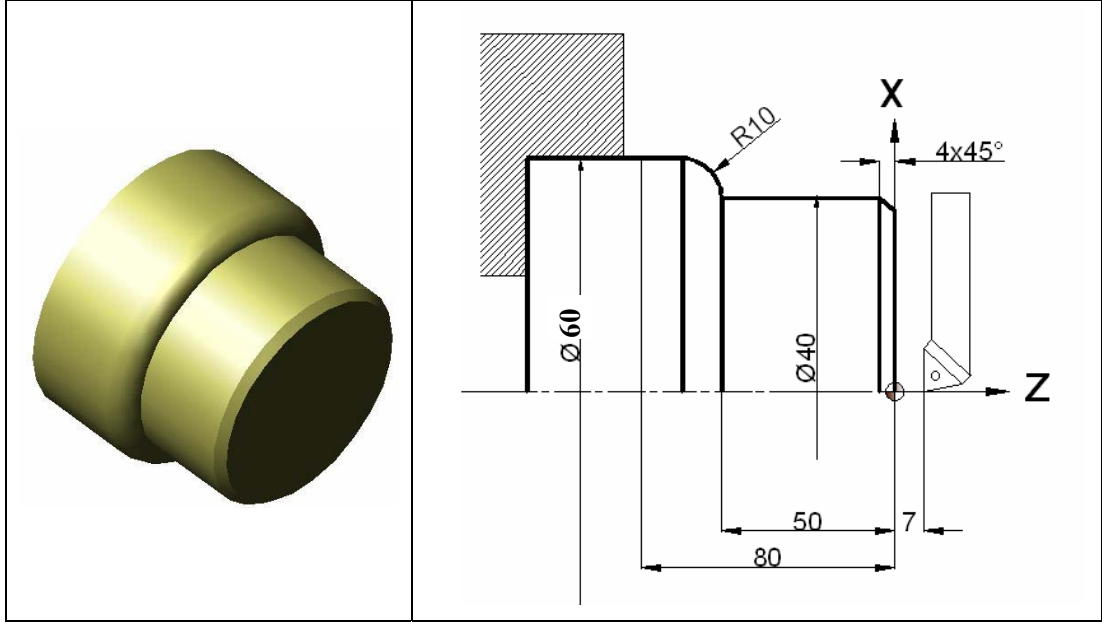
ÖRNEK-8

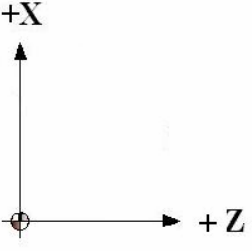


Yukarıdaki parçanın mutlak olarak CNC programını yazınız?

O0007;					
N10	G00	T0101;			
N20	G54;				İş koordinat sistemi (Alın merkez noktası olarak seçildi.)
N30	S3000	M03;			İş milini saat ibresi yönünde çalıştırır (3000 dev/dak olarak).
N40	G00	X0.	Z2.	M08;	Soğutma sıvısı açılır. Kesicinin alın noktasına getirilmesi.
N50	G01	X0.	Z0.	F0.5;	Alın noktasına temas etme.
N60	G01	X20.	Z0.	F0.5;	Alın tornalama.
N70	G01	X20.	Z-10	F0.5;	Silindirik tornalama.
N80	G02	X40.	Z-20.	R10.	F0.5; 1. yay
N90	G01	X40.	Z-30.	F0.5;	
N100	G02	X60.	Z-40.	R10.	F0.5; 2. yay
N110	G01	X76.	Z-40.	F0.5;	
N120	G03	X80.	Z-42.	R2.	F0.5; 3. yay
N130	G01	X80.	Z-60.	F0.5;	
N140	G00	X100.	Z70.;		Kesici uzaklaştırılır.
N150	M09;				Soğutma sıvısı kapatılır.
N160	M30;				Program sonlandırılır.

UYGULAMA FAALİYETİ



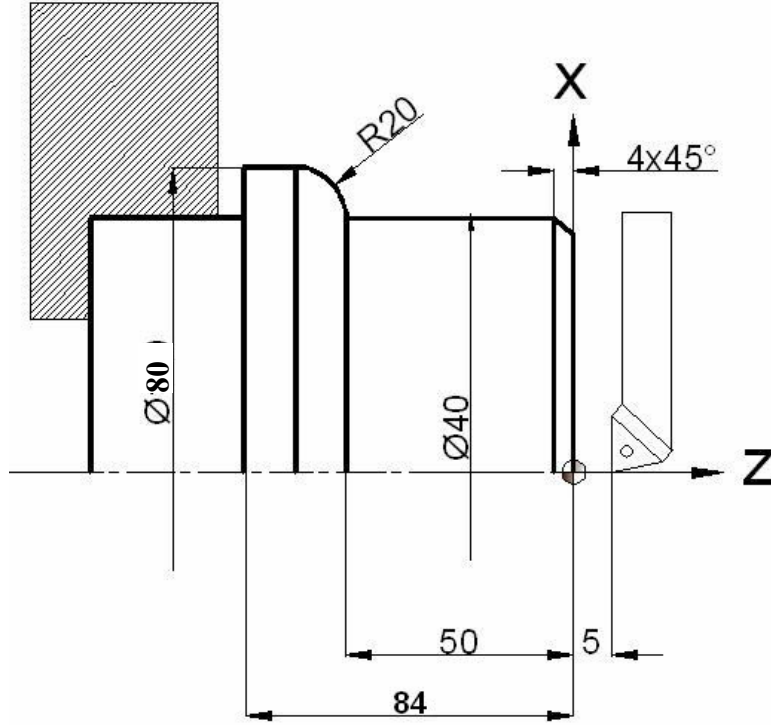
İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ CNC tornada mutlak programlama temellerini öğreniniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Matematik ve geometri bilginizi kontrol ediniz ➤ Bir referans noktasına göre programı yazacağınızı unutmayınız. ➤ Kodlamaları sık sık kontrol ediniz. ➤ Satır (blok) oluştururken komutları yerli yerince kullanınız. ➤ Yazdığınız programı tezgâh kontrol ünitesine giriniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ CNC tornada mutlak programlama uygulamaları yapınız. <div style="text-align: center;">  <p>Koordinat düzlemi</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Şekildeki parçanın CNC torna programını yazınız. ➤ Koordinat düzlemine dikkat ediniz. ➤ Programın ismini belirtiniz. <p>O1001;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ F ilerleme hızı G95 mm/dev seçiniz. <p>N10 G95;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kesici takımı seçiniz. <p>N20 G00 T0101;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Başlangıç noktası olarak alın merkez noktasını seçiniz. G54 koduna alın merkez koordinatları atanmıştır. <p>N30 G54;</p>

	<p>➤ G00 hızlı ilerleme komutunu kullanarak kesiciyi konumuna getiriniz.</p> <p>N40 G00 X0. Z7.;</p> <p>➤ İş milini saat ibresi yönünde çalıştırınız. Devir sayısını 2000 dev/dak. olarak belirtiniz.</p> <p>N50 S2000 M03;</p> <p>➤ Kesiciyi alın noktasına getiriniz. Soğutma sıvısını açınız.</p> <p>N60 G00 X0. Z7. M08;</p> <p>➤ G01 talaş alma komutu ile kesici takımı alına temas ettiriniz.</p> <p>N70 G01 X0. Z0. F0.01;</p> <p>➤ Alın kısmı tormalayınız.</p> <p>N80 G01 X32. Z0. F0.01;</p> <p>➤ Pah (4x45°) kısmını tormalayınız.</p> <p>N90 G01 X40. Z-4 F0.01;</p> <p>➤ Silindirik (50 mm'lik kısım) tormalayınız.</p> <p>N100 G01 X40. Z-50. F0.01;</p> <p>➤ R10 'luk yay parçasını tormalayınız.</p> <p>➤ Saat ibresinin tersi yönüne olduğunu unutmayınız.</p> <p>N110 G03 X60. Z-60 R10 F0.01;</p> <p>➤ Son yüzeyi tormalayınız.</p> <p>N120 G01 X60. Z-80. F0.01;</p> <p>➤ Yüzeyden kesiciyi uzaklaştırınız.</p> <p>N130 G00 X70. Z90.;</p> <p>➤ İş parçasına bindirme olmaması için değerleri ölçüsünden fazla giriniz.</p> <p>➤ Tezgâhı durdurunuz.</p> <p>N140 M30;</p>
--	---

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. CNC torna tezgâhında 2 temel eksen vardır.
A) Doğru B) Yanlış
2. “X” harfi ile ifade edilen boyuna tornalamadır.
A) Doğru B) Yanlış
3. Torna tezgâhında simetrik parçalar işlenir.
A) Doğru B) Yanlış
4. X ekseni daima pozitif değerdedir.
A) Doğru B) Yanlış
5. X eksenindeki değerler daima “ÇAP” olarak verilir.
A) Doğru B) Yanlış
6. Tezgâh ilk açıldığı zaman geçerli kod artışlı koddur.
A) Doğru B) Yanlış
7. Boyuna olan değerler negatif ve pozitif yönde olabilir.
A) Doğru B) Yanlış
8. X ekseninde 100 mm değeri girilirse kesici 100 mm olarak yol alır.
A) Doğru B) Yanlış
9. Mutlak olarak “G90” kodu kullanılır.
A) Doğru B) Yanlış
10. “X” ve “Z” torna için kullanılan iki eksendir.
A) Doğru B) Yanlış

PERFORMANS DEĞERLENDİRME



Yukarıda ölçüleri verilen parçanın basit olarak CNC programını yazınız?

Yukarıdaki parçanın CNC programı yazılmıştır.

O0008;				
N10	G21;			
N20	G90;			
N30	G00	T0101;		
N40	G00	X 0.	Z 5.;	
N50	S2000	M03;		
N60	G00	X 0.	Z 5.	
N70	G01	X 0.	Z 0.	F 0.5;
N80	G01	X 32.	F 0.5;	
N90	G01	X 40.	Z -4.	F 0.5;
N100	G01	Z -50.	F 0.5;	
N110	G03	X80.	Z -70.	R 20. F 0.5;
N120	G01	Z -84.	F 0.5;	
N130	G00	X100.	Z 90.;	
N140	M02;			

Kontrol Listesi

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Teknolojik kuralları uygulayabildiniz mi?		
2	Geometri kurallarını kullanabildiniz mi?		
3	Matematik bilgisi		
4	“G” kodlarını kullanabildiniz mi?		
5	“M” kodlarını kullanabildiniz mi?		
6	Satır (blok) oluşturabildiniz mi?		
Toplam			

İçerikteki amaç, ölçüleri verilen parçaların basit olarak CNC programını çıkarmaktır. “G” ve “M” kodlarını kullanarak programlama yapabileceksiniz. Program yazmada sorunlarınız varsa ilgili konuya giderek tekrar okuyunuz. Örneklere bakınız. Öğretmeninizden bilgi alınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

CNC torna tezgâhları için artışı programlama yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

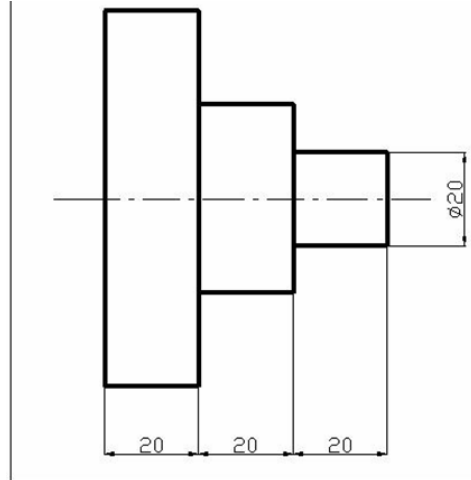
- Bölgenizde bulunan sanayi kuruluşlarında kullanılan CNC tezgâhlarını araştırınız.
- İnternet sitelerinden CNC tezgâh üreten firmaları inceleyiniz.

3. CNC TORNADA ARTIŞLI (INCREMENTAL) PROGRAMLAMA YAPMA (G91)

3.1. Artışlı Programlama Mantığı

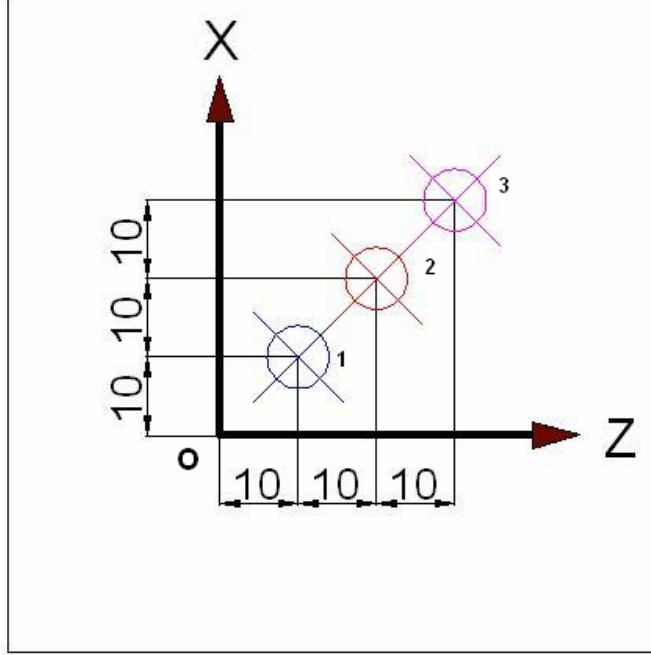
Komut Satırı:
N_ G91;

Mevcut pozisyonu referans kabul ederek bu nokta ile bir sonraki nokta arasındaki uzaklığı hesaplar. Bu koordinatta X ve Z eksenleri (+) pozitif veya (-) negatif değer alır. Artışlı ölçülendirmede nokta konumları orijine (eksenlerin kesiştiği yer) göre değil bir önceki noktaya göre değerlendirilir.



Şekil 3.1: Artışlı programlama-1

Artışlı programlamada Şekil 3.1’de görüldüğü gibi her nokta bir öncekini takip etmiştir.



Şekil 3.2: Artışlı programlama-2

Şekil 3.2’de artışlı ölçülendirme:

1 numaralı yerin koordinatı (X, Z) : (10, 10)

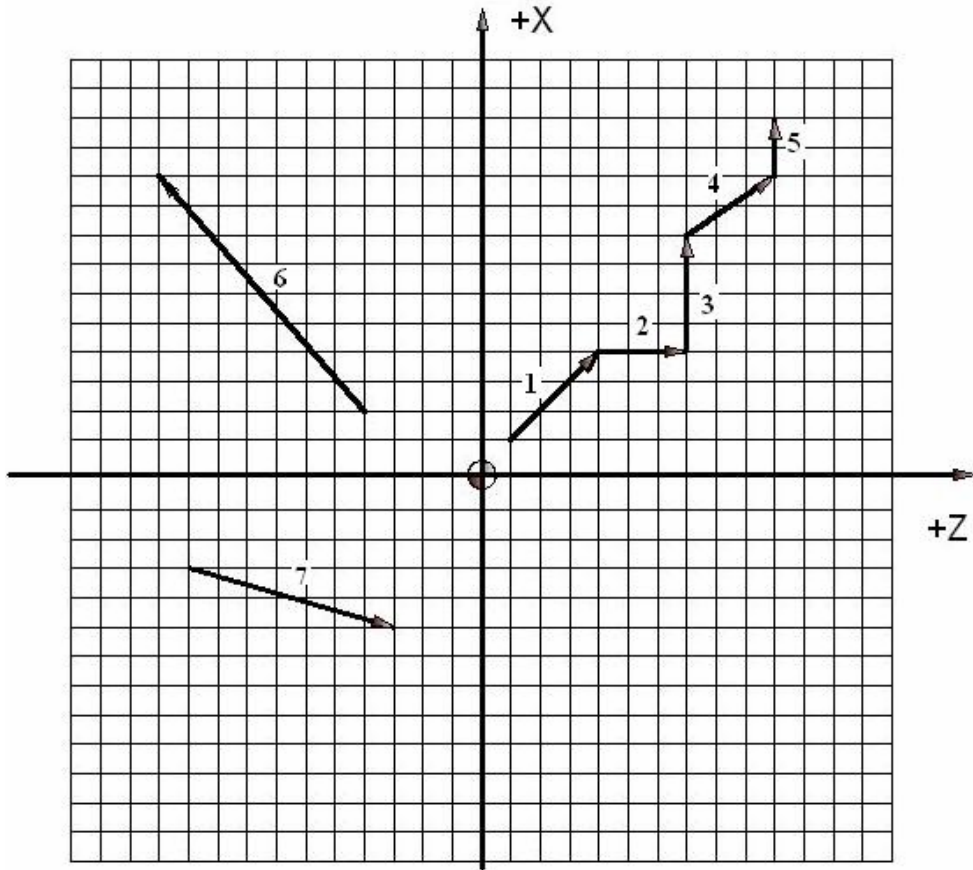
2 numaralı yerin koordinatı (X, Z) : (20, 20)

3 numaralı yerin koordinatı (X, Z) : (30, 30) görüldüğü gibi ölçüler “O” noktasına göre verilmiştir.

3.2. Elle Programlama

Programcı teknik resmi ve teknolojik bilgileri değerlendirerek iş parçasının işlenebilmesi için kesicinin yapması gereken hareketleri hesaplar. Gerekli olan “G” ve “M” kodları yardımıyla iş parçasının programını yazar.

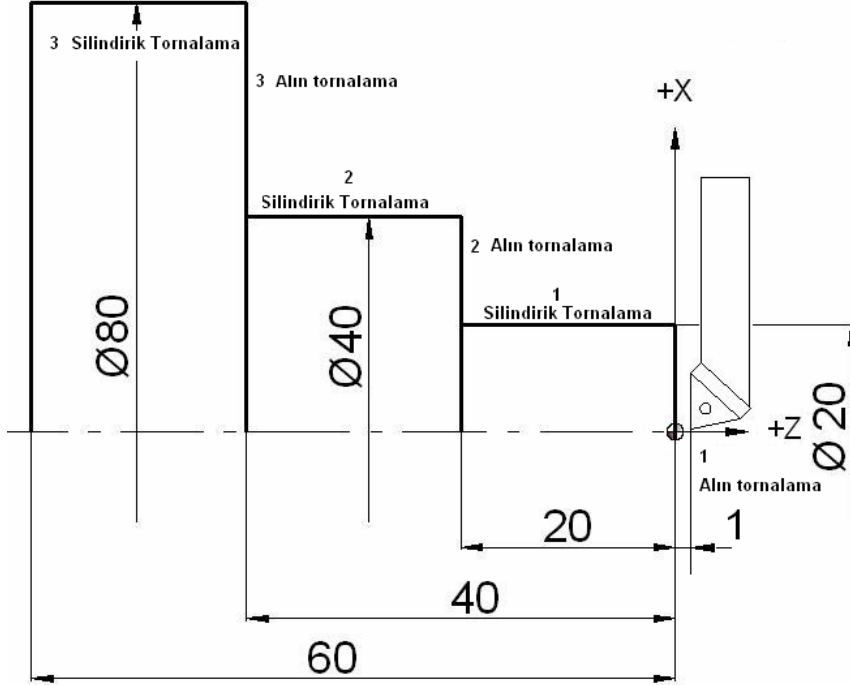
Hazırlanan bu program, el ile tezgâh kontrol ünitesine girilir. Bir diğer metot ise, soru-cevap metodudur. Bu metotta istenen operasyon tipi seçilir. Seçilen operasyona bağlı olarak kullanıcıya ilerleme, devir sayısı, talaş derinliği ve talaş boyu gibi sorular sorulur. Kullanıcı bu sorulara uygun cevapları vererek programı tamamlar.



Şekil 3.3: Artışlı hareketler

Torna için Artışlı Programlama			
1 nolu hareket	G00	X40.	Z40.
2 nolu hareket	G00	X0.	Z30
3 nolu hareket	G00	X40.	Z0.
4 nolu hareket	G00	X20.	Z30.
5 nolu hareket	G00	X20.	Z0.
6 nolu hareket	G00	X-20.	Z-210.
7 nolu hareket	G00	X-150.	Z-80.

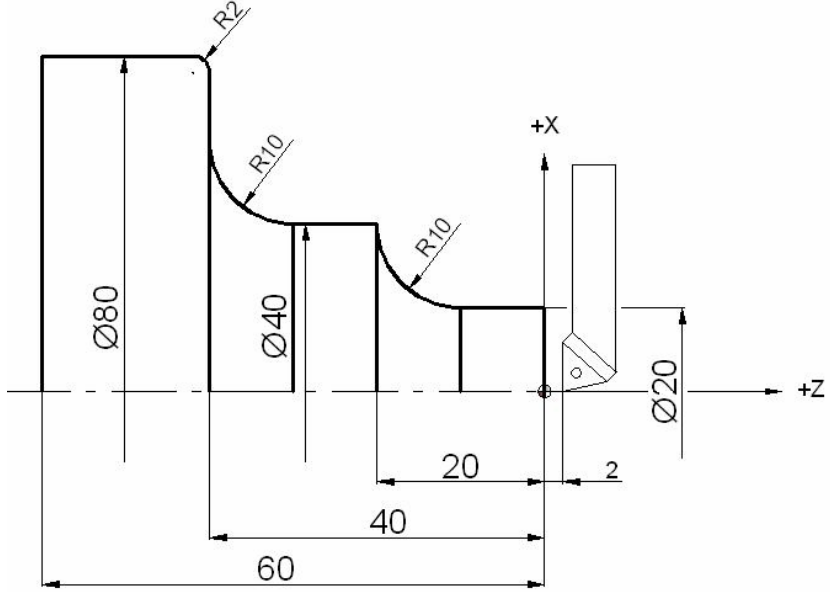
ÖRNEK-9



Yukarıdaki parçanın artışı olarak CNC programını yazınız?

O0008;					
N10	G00	T0101;			
N20	G54;				İş koordinat sistemi (Alın merkez noktası olarak seçildi.)
N30	G00	X0.	Z1.;		Kesicinin konumu
N40	S3000	M03;			İş milini saat ibresi yönünde çalıştırır (3000 dev/dak olarak).
N50	G00	X 0.	Z0.	M08;	Soğutma sıvısı açılır. Kesicinin alın noktasına getirilmesi.
N60	G91;				Artışlı ölçülendirme.
N70	G01	X20.	Z0.	F0.5;	1.Alın tornalama.
N80	G01	X0.	Z-20	F0.5;	1.Silindirik tornalama.
N90	G01	X20.	Z0.	F0.5;	2.Alın tornalama.
N100	G01	X0.	Z-20.	F0.5;	2.Silindirik tornalama.
N110	G01	X40.	Z0.	F0.5;	3.Alın tornalama.
N120	G01	X0.	Z-20.	F0.5;	3.silindirik tornalama.
N130	M09;				Soğutma sıvısı kapatılır.
N135	G90				Mutlak ölçülendirme
N140	G00	X100.	Z70.;		Kesici uzaklaştırılır.
N150	M30;				Tezgâh durdurulur.

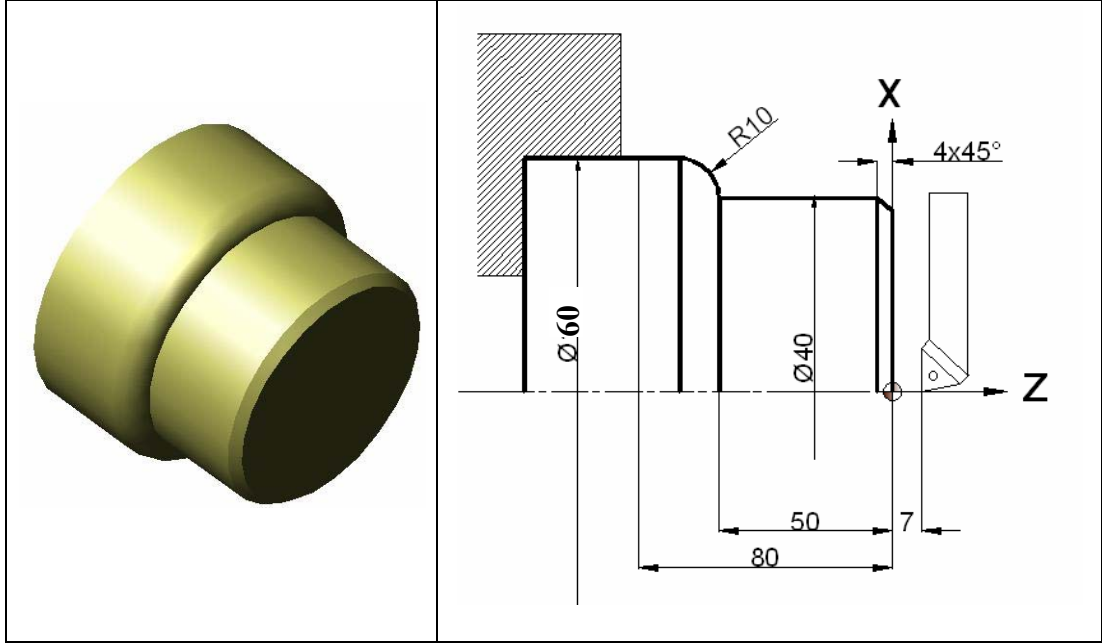
ÖRNEK-10



Yukarıdaki parçanın artışı olarak CNC programını yazınız?

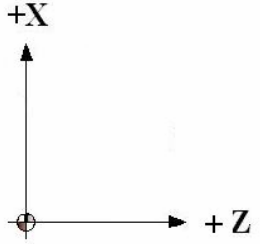
O0009;						
N10	G00	T0101;				
N20	G54;					İş koordinat sistemi (Alın merkez noktası olarak seçildi.)
N30	G00	X0.	Z2.			Kesicinin konumu
N40	S3000	M03;				İş milini saat ibresi yönünde çalıştırır 3000 dev/dak olarak.
N50	G00	X0.	Z0.	M08;		Soğutma sıvısı açılır. Kesicinin alın noktasına getirilmesi
N60	G91;					Artışı ölçülendirme
N70	G01	X20.	Z0.	F0.5;		Alın tornalama
N80	G01	X0.	Z-10.	F0.5;		Silindirik tornalama
N90	G02	X20.	Z-10.	R10	F0.5;	1. yay
N110	G01	X0.	Z-10.	F0.5;		
N120	G02	X20.	Z-10.	R10	F0.5;	2. yay
N130	G01	X16.	Z0.	F0.5;		
N140	G03	X4.	Z-2.	R2.	F0.5;	3. yay
N150	G01	X0.	Z-18.	F0.5;		
N155	G90					Mutlak ölçülendirme
N160	G00	X90.	Z70.			Kesici uzaklaştırılır.
N170	M09;					Soğutma sıvısı kapatılır.
N180	M30;					Program sonlandırılır.

UYGULAMA FAALİYETİ



İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<ul style="list-style-type: none">➤ CNC tornada artışlı programlama temellerini öğreniniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Matematik ve geometri bilginizi kontrol ediniz➤ Her bir noktayı hesaplarken bir öncekini hedef alınız. Bir önceki nokta sıfır olmalıdır.➤ Kodlamaları sık sık kontrol ediniz.➤ Satır (blok) oluştururken komutları yerli yerince kullanınız.➤ Yazdığınız programı tezgâh kontrol ünitesine giriniz.

- CNC tornada artışlı programlama uygulamaları yapınız.



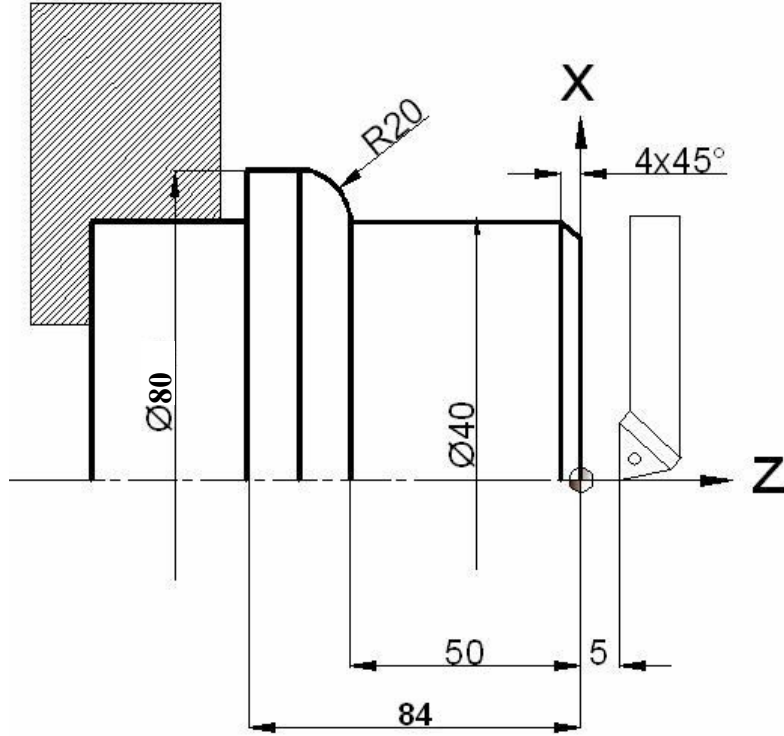
Koordinat düzlemi

- Şekildeki parçanın CNC torna programını yazınız.
- Koordinat düzlemine dikkat ediniz.
- Programın ismini belirtiniz.,
O1002;
- F ilerleme hızı G95 mm/dev seçiniz.
N10 G95;
- Kesici takımı seçiniz.
N20 G00 T0101;
- Başlangıç noktası olarak alın merkez noktasını seçiniz. G54 koduna alın merkez koordinatları atanmıştır.
N30 G54;
- G00 hızlı ilerleme komutunu kullanarak kesiciyi konumuna getiriniz.
N40 G00 X0. Z7.;
- İş milini saat ibresi yönünde çalıştırınız. Devir sayısını 2000 dev/dak olarak belirtiniz.
N50 S2000 M03;
- Kesiciyi alın noktasına getiriniz. Soğutma sıvısını açınız.
N60 G00 X0. Z0. M08;
- Artışlı kodunu giriniz.
N70 G91;
- Alın kısmı tormalayınız.
N80 G01 X32. Z0. F0.01;
- Pah (4x45°) kısmını tormalayınız.
N90 G01 X8. Z-4. F0.01;
- Silindirik (50 mm'lik kısım) tormalayınız.
N100 G01 X0. Z-46. F0.01;
- R10'luk yay parçasını tormalayınız.
- Saat ibresinin tersi yönüne olduğunu unutmayınız.
N110 G03 X20. Z-10. R10. F0.01;
- Son yüzeyi tormalayınız.
N120 G01 X0. Z-20. F0.01;
- Yüzeyden kesiciyi uzaklaştırınız.
N130 G90 G00 X90. Z90.;
- İş parçasına bindirme olmaması için değerleri ölçüsünden fazla giriniz.
- Tezgâhı durdurunuz.
N140 M30;

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. “X” harfi ile ifade edilen alın tornalamadır.
A) Doğru B) Yanlış
2. Torna tezgâhında simetrik parçalar işlenir.
A) Doğru B) Yanlış
3. X ekseni daima pozitif değerdedir.
A) Doğru B) Yanlış
4. Tezgâh ilk açıldığı zaman geçerli kod mutlak koddur.
A) Doğru B) Yanlış
5. Her gidilen nokta bir sonraki noktanın başlangıcı olur.
A) Doğru B) Yanlış
6. Artışlı olarak “G91” kodu kullanılır.
A) Doğru B) Yanlış
7. “X” ve “Z” torna için kullanılan iki eksendir.
A) Doğru B) Yanlış
8. Programlar tezgâh kontrol ünitesinden girilir.
A) Doğru B) Yanlış

PERFORMANS DEĞERLENDİRME



Yukarıda ölçüleri verilen parçanın basit olarak CNC programını yazınız?

Yukarıdaki parçanın CNC programı yazılmıştır.

O00010;					
N10	G21;				
N20	G00	T0101;			
N30	G00	X0.	Z5.;		
N40	S2000	M03;			
N50	G91;				
N60	G00	X0.	Z-5.		
N70	G01	X32.	Z0.	F 0.5;	
N80	G01	X8.	Z-4.	F 0.5;	
N90	G01	X0.	Z-46.	F 0.5;	
N100	G03	X40.	Z-20.	R 20.	F 0.5;
N110	G01	X0.	Z-14.	F 0.5;	
N120	G90 G00	X100.	Z100.;		
N130	M02;				

Kontrol Listesi

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Teknolojik kuralları uygulayabildiniz mi?		
2	Geometri kurallarını kullanabildiniz mi?		
3	Matematik bilgisi.		
4	“G” kodlarını kullanabildiniz mi?		
5	“M” kodlarını kullanabildiniz mi?		
6	Satır (blok) oluşturabildiniz mi?		
Toplam			

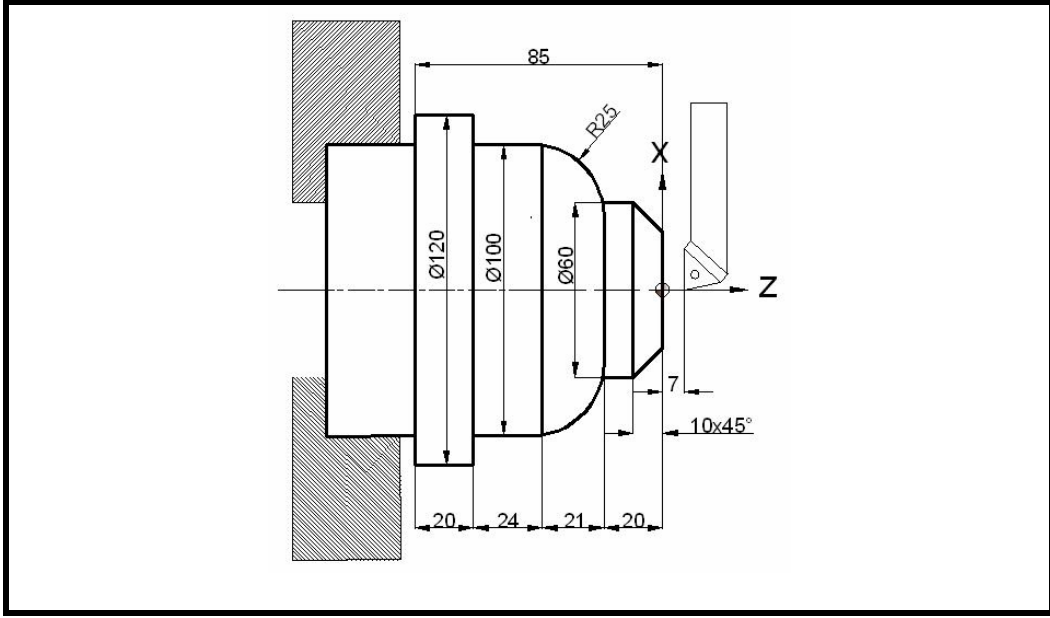
İçerikteki amaç ölçüleri verilen parçaların basit olarak CNC programını çıkarmaktır. “G” ve “M” kodlarını kullanarak programlama yapabileceksiniz. Program yazmada sorunlarınız varsa ilgili konuya giderek tekrar okuyunuz. Örneklere bakınız. Öğretmeninizden bilgi alınız.

MODÜL DEĞERLENDİRME

- Aşağıdakilerden hangisi ilerleme değerini gösteren harftir?
A) G B) M C) F D) N
- “M” yardımcı komutlarından hangisi programı durdurduktan sonra tekrar programın başına dönen komuttur?
A) M00 B) M01 C) M02 D) M30
- Aşağıdaki “M” komutlarından hangisi tezgâh iş milini saat ibresi tersi yönünde çalıştırır?
A) M03 B) M04 C) M05 D) M06
- N10 G01 X80. Z45. F120.; bu ifadelerin tamamı aşağıdakilerin hangisini gösterir?
A) Satır (blok) B) Veri C) Adres D) Sıra no
- Kesicinin kesme işlemi yaparak doğrusal ilerleme hareketini sağlayan komuttur. Aşağıdakilerden hangisi bu tanıma uyan “G” kodudur?
A) G00 B) G01 C) G02 D) G03
- Saat ibresi yönünde dairesel hareket sağlayan “G” kodu aşağıdakilerden hangisidir?
A) G00 B) G01 C) G02 D) G03
- Aşağıdaki “M” komutlarından hangisi soğutma sıvısını kapatır?
A) M01 B) M02 C) M08 D) M09
- Aşağıdakilerden hangisi programı geçici durduran “M” komutudur?
A) M00 B) M01 C) M02 D) M05
- CNC torna tezgâhında 2 temel eksen vardır.
A) Doğru B) Yanlış
- Tezgâh ilk açıldığı zaman geçerli kod artışlı koddur.
A) Doğru B) Yanlış

11. Mutlak olarak “G90” kodu kullanılır.
A) Doğru B) Yanlış
12. Programlar tezgâh kontrol ünitesinden girilir.
A) Doğru B) Yanlış
13. Torna tezgâhında dikdörtgen parçalar işlenir.
A) Doğru B) Yanlış
14. “X” ve “Z” freze için kullanılan iki eksendir.
A) Doğru B) Yanlış
15. “X” harfi ile ifade edilen alın tornalamadır.
A) Doğru B) Yanlış

PERFORMANS DEĞERLENDİRME



Yukarıda ölçüleri verilen parçanın basit olarak CNC programını yazınız?

Anlatılan “G”, “M”, mutlak ölçülendirme ve artışlı ölçülendirme kurallarına göre programı yazınız. Uygulayamadığınız kısımları tekrar inceleyiniz. Örneklere bakınız.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Değer Ölçeği	
		Evet	Hayır
1	Program ismini oluşturdu mu?		
2	Satır (blok) oluşturabildin mi?		
3	Artışlı ölçümlendirmeyi kullanabildin mi?		
4	Mutlak ölçümlendirmeyi kullanabildin mi?		
5	G00 kodunu kullanabildin mi?		
6	G01 kodunu kullanabildin mi?		
7	G03 kodunu kullanabildin mi?		
8	“M” durdurma kodlarını kullanabildin mi?		
9	Kesici takımı iş parçasından uzaklaştırdın mı?		
10	Süre		
Toplam			

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

ÇOKTAN SEÇMELİ	
1	D
2	D
3	A
4	B
5	D
6	A
7	B
8	D
9	C
10	B
11	A
DOĞRU-YANLIŞ	
12	A
13	B
14	A
15	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

DOĞRU-YANLIŞ	
1	A
2	B
3	A
4	A
5	A
6	B
7	A
8	B
9	A
10	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

DOĞRU-YANLIŞ	
1	A
2	A
3	B
4	A
5	A
6	A
7	A
8	A

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

ÇOKTAN SEÇMELİ	
1	C
2	D
3	B
4	A
5	B
6	C
7	D
8	A
DOĞRU-YANLIŞ	
9	A
10	B
11	A
12	A
13	B
14	B
15	A

KAYNAKÇA

- GÜLESİN M., GÜLLÜ A., AVCI Ö., AKDOĞAN G., **CNC Torna ve Freze Tezgahlarının Programlanması**, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, 2005.
- BAĞCI Özel, **CNC Teknik**, Melisa Matbaacılık, İstanbul,200
- AKBAŞ Ümit, **CNC Fanuc Programlama**, GÜTEF lisans bitirme tezi, Ankara, 1998.
- ASLAN Hamit, **CNC Teknik**, Saray Matbaacılık, Ankara, 2003.
- Sanitaş A.Ş., **Fronteir-L Programlama Kitabı**, Şubat 1995.
- www.ses3000.com