

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**MAKİNE TEKNOLOJİSİ**

**CNC FREZEDE PROGRAMLAMA**

**Ankara, 2013**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. CNC FREZEDE PROGRAMLAMA .....	3
1.1. CNC Program Yapısı .....	4
1.1.1. Giriş Bölümünün Açıklanması (% , \$ , vb.) .....	5
1.1.2. Teknolojik Bilgiler ( F, S, T, G90, G91, G17, G28, G56, G20, G21 v.b. ) .....	6
1.1.3. Geometrik Bilgiler (G0, G1, G2, G3, I, J, K...) .....	7
1.1.4. Yardımcı Kodlar ve Program Sonu Açıklaması (M02, M30 ...) .....	12
1.2. CNC Frezede Satır Yapısı .....	12
1.2.1. Satır Numarası (N01, N02 ...) .....	13
1.2.2. Adresler (G ve M Kodları) .....	13
1.2.3. Satır Sonu (;) .....	15
1.3. CNC Frezede Koordinat Sistemleri .....	15
1.3.1. İş Koordinat Sistemi .....	15
1.3.2. Tezgâh Koordinat Sistemi .....	17
UYGULAMA FAALİYETİ .....	20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	22
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	24
2. CNC FREZEDE MUTLAK PROGRAMLAMA YAPMA (G90) .....	24
2.1. Mutlak Programlama Mantiği .....	24
2.2. Elle Programlama Yapma .....	26
UYGULAMA FAALİYETİ .....	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	33
3. CNC FREZEDE ARTIŞLI PROGRAMLAMA YAPMA (G91) .....	33
3.1. Artışlı Programlama Mantiği .....	33
3.2. Elle Programlama Yapma .....	34
UYGULAMA FAALİYETİ .....	36
ÖLÇME VE DEĞERLEN .....	39
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	41
CEVAP ANAHTARLARI .....	43
KAYNAKÇA .....	48

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Makine Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Bilgisayarlı Makine İmalatı</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>CNC Frezede Programlama</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	CNC frezeleme işlemlerini yapabilme ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Alan ortak derslerini almış olmak
<b>YETERLİK</b>	CNC freze tezgâhında program yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile uygun ortam ve araç gereçler sağlandığında CNC frezede programlama yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. CNC frezede programlama yapabileceksiniz.</li><li>2. CNC freze tezgâhları için mutlak programlama yapabileceksiniz.</li><li>3. CNC freze tezgâhları için artışı programlama yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> CNC laboratuvarı <b>Donanım:</b> CNC freze, bilgisayar, ders kitabı
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Makine imalatçılığında günümüz teknolojisi baş döndürücü bir hızla ilerlemektedir. Gelişen teknolojiye yetişebilmek ve ona ayak uydurmak zorundayız. Piyasayla rekabet edebilmemizin tek şartı budur.

Onlarca yıl önce üniversal tezgâhlarda saatlerce uğraşarak ürettiğimiz bir makine parçasının üretimini artık bilgisayar destekli takım tezgâhları sayesinde dakikalara sığdırabilmekteyiz.

CNC freze tezgâhları günümüzde en çok kullanılan takım tezgâhlarıdır. Hassasiyet, ekonomiklik, güvenilirlik ve zaman bakımında üstünlükleri çok fazladır.

Sizlere bu modül içerisinde Türkiye’de en çok kullanılan FANUC ve SIEMENS kontrol sistemlerini anlatacağız. Bu modül ile CNC freze tezgâhlarında basit olarak mutlak ve artışı programlama yöntemlerini öğreneceksiniz. Bu modüllerin devamını da alarak CNC frezede en karmaşık parçaları bile programlayabileceksiniz. Böylece makine ve metal sektöründe aranılan kalifiye birer eleman olarak yerinizi alacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

CNC frezede programlama yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- “CNC freze tezgâhları üniversal freze tezgâhlarının yerini tamamen almıştır.” diyebilir miyiz? Bu konudaki görüşlerinizi arkadaşlarınızla tartışınız.
- CNC frezede kullanılan programları internet aracılığı ile araştırınız. Topladığınız bilgileri sınıfa getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Çevrenizde bulunan işletmelere giderek CNC freze tezgâhlarını inceleyiniz. Kullandıkları programlama yöntemlerini öğreniniz.
- Sınıfınızdaki arkadaşlarınızla birkaç grup oluşturarak CNC freze tezgâhları olan işletmelere gidiniz. Burada gördüklerinizi ve dikkatinizi çeken durumları rapor hâlinde sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.

## 1. CNC FREZEDE PROGRAMLAMA

Bu modülde günümüzde işletmelerde CNC tezgâhların kontrol ve kumanda edilmesinde en çok kullanılan iki işletim sistemi olan Fanuc ve Siemens işletim sistemlerine göre programlama esas alınmıştır. İlk ünite de CNC freze programlama temel komutları anlatılmıştır.

CNC programı yazılmadan önce aşağıdaki işlem sıralarına dikkat edilmesinde büyük fayda vardır.

- CNC parça programlamada işlem sırası
  - CNC tezgâhının işlem bölgesi belirlenir.
  - İş parçasının tezgâha bağlanma şekli belirlenir.
  - İşlem sıraları belirlenir (örneğin, yüzey frezeleme, pah kırma, delik delme vb.).
  - İşleme türüne göre gerekli paso derinlikleri (talaş miktarları) belirlenir.
  - Finiş talaş kaldırma için bırakılacak paso miktarları belirlenir.

- Kesme hızı, devir sayısı ve ilerleme ile ilgili değerler belirlenir.
- CNC programı önce kâğıt üzerine yazılır.
- Yazılan program CNC tezgâhı kontrol ünitesinde diyalog programlama ile yazılır.
- Yazılan programın grafik benzetimi (simülasyonu) kontrol ünitesi ekranında izlenir ve varsa hatalar düzeltilir.
- İlk iş parçası adım adım modunda (Step by Step Mode) kontrollü bir biçimde işlenir.

İlk iş parçası imalatı sonunda;

- Kesici takımların sağlıklı hareket edip etmediği,
- Herhangi bir yere çarpıp çarpmadığı,
- Verilmiş olan paso miktarlarına göre tezgâhın kesme koşulları,
- Programda girilmiş olan kesme hızı, devir sayısı ve ilerleme değerlerinin uygun olup olmadığı kontrol edilir. Bu değerlerde değişiklik yapılması gerekiyorsa CNC programından (değiştirilmektense) tezgâh kontrol ünitesi üzerindeki "Spindle Override" ve "Feed Override" düğmelerinden ayarlanması tavsiye edilir.

İşlenmiş olan iş parçasının ölçüleri imalat resmine göre kontrol edilir. Ölçüsel farklılıklar varsa ilgili kesici takımın "Offset" sayfasına girilir ve gerekli düzeltmeler (çap ve boy) yapılır.

Yapılan son düzeltmelere göre işlenen ikinci iş parçasının ölçüleri tekrar kontrol edilir. Herhangi bir olumsuzluk yoksa artık seri imalata geçilir.

## 1.1. CNC Program Yapısı

Bir makine parçasının tam olarak işlenebilmesi için gerekli olan bilgileri içeren komutlar bütününe **program** denir. Bu belge genellikle bilgisayar yardımıyla tezgâhın kontrol ünitesine gönderilir. Program, yan yana yazılan birtakım harf, rakam, matematiksel işlem ve noktalama işaretlerinden oluşur. Yan yana yazılan ve “;” işaretine kadar olan bu satıra blok denir. Aşağıdaki satır bir bloku ifade eder.

```
N01 G90 G00 X100. Y26. Z50. ;
```

Endüstride çeşitli programlama prensipleri kullanılmaktadır. Bunlar FANUC, SIEMENS, BOSCH, MAZATROL, OKUMA, HEIDENHAIN, MITSUBISHI gibi programlardır. Bu kodlamalar arasında özellikle çevrimlerde farklılıklar görebiliriz ancak temel olarak programlama mantığı aynıdır. Göreceğimiz kodlar ISO (International Standardization Organization-Uluslararası Standartlar Organizasyonu) sistemine dayanır. FANUC kontrol ünitesi ve SIEMENS kontrol sistemlerini karşılaştırarak inceleyeceğiz.



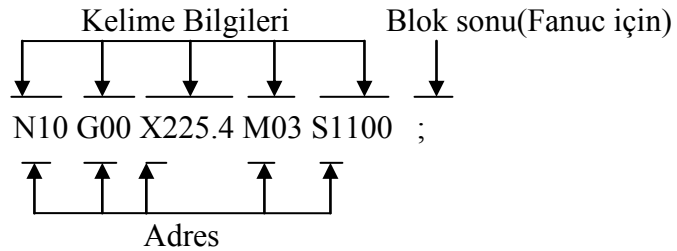
### 1.1.1. Giriş Bölümünün Açıklanması (% , \$ , vb.)

Yeryüzünde nasıl ki her insanın bir adı varsa programlara da bir ad koymak gerekir. Burada program adı bir sayıdan oluşur. Bu sayı dört rakamdan oluşur. Sayının önüne FANUC sisteminde “O” harfi konur.

Örneğin;

O1234; FANUC sisteminde program numarası (adı) 1234’tür. Program numarasının önüne “O” harfi konur. Satır sonu “;” işareti ile bitirilir.

% 1234; Siemens sisteminde ise % işareti programın önüne konur. Satır sonuna herhangi bir sembol ( “;” gibi) işareti konulmaz



**Fanuc** sistemlerinde genel olarak programların başlangıç bölümü aşağıdaki şekilde oluşturulur.

Program kodları	İçerik
%	
O9999 (YÜZEY FREZELEME);	Program numarası ve adı
N102 G21 G17 G40 G80 G90;	Başlangıç bölümü ve komutları
N104 G28 G91 X0. Y0. Z0.;	Metrik ölçü sistemi seçimi
N108 T2 M6 (PARMAK FREZE);	Takım seçimi
N110 G00 G90 G54 X30. Y40.;	Takım boyu telafi ve iş parçası yüzeyine yaklaşma
N112 G43 H2 Z20.;	
N114 M03 S800;	Devir sayısı ve ilerleme hızı
N116 G00 Z5. M08;	
N118 G01 Z-25. F800;	
N320 M30	Program sonu

**Tablo 1.1: Fanuc başlangıç bölümü**

**Sinumerik** sistemlerinde ise genel olarak programların başlangıç bölümü aşağıdaki şekilde oluşturulur.

<b>% 1234</b>	Program numarası ve adı
N10 G54	İş koordinatı seçimi
N15 T4	Takım seçimi
N20 M06	Takım değişimi
N25 G90	Mutlak programlama
N30 G00 X50. Y50. Z50.	Park konumuna gönderme
N35 S600 M03	İş mili devir sayısı ve iş mili dönüş yönü seçimi
N40 ...	

**Tablo 1.2: Sinumerik başlangıç bölümü**

### 1.1.2. Teknolojik Bilgiler ( F, S, T, G90, G91, G17, G28, G56, G20, G21 v.b. )

Kesici takım, ilerleme hızı ve kesme hızı gibi bilgileri içeren kodların yazıldığı bölümdür.

- **F- ilerleme hızı kodu:** Pozisyona hızlı ilerleme (G00) satırında F kodu kullanılmaz. G01 kodunda doğrusal ve dairesel hareketlerde istenilen ilerleme hızı F kodu ile verilir. Verilen değer mm/dk. veya mm/dev. cinsindedir.

Örneğin, ilerlemenin 50 mm/dk. olması isteniyorsa programda F50 şeklinde gösterilir.

- **S- kesme hızı/devir sayısı kodu:** Sabit kesme hızını veya iş mili devir sayısını gösterir. 5 basamağa kadar değer verilebilir. S fonksiyonu yalnız başına değil mutlaka M03 veya M04 kodları ile birlikte verilmelidir.

Örneğin, iş milinin 700 dev/dk. hızla dönmesini istiyorsak S700 şeklinde yazmamız gerekir. Ayrıca dönüş yönünü de belirlememiz gerekir. Bunlar aynı satırda olmak zorundadır. Yani;

S700 M03 iş milinin saat ibresi yönünde ve 700 dev/dk. ile döneceğini gösterir.  
S700 M04 iş milinin saat ibresi tersi yönünde ve 700 dev/dk. ile döneceğini gösterir.

- **T- takım çağırma kodu:** Takım seçme kodu dört rakamdan oluşur. İlk iki rakam magazindeki takımın yerini, diğer iki rakam takım ayar numarasını gösterir. Takım değiştirmek için ise aynı satıra FANUC sisteminde takım numarası yanına M6 kodunu (otomatik takım değiştirme) yazmak yeterlidir. SIEMENS sisteminde önce takım numarası yazılır, M6 kodu ise bir alt satırda yazmak gerekir. Ayrıca SIEMENS'in bazı sistemlerinde D kodu ile de ifade edilir (D1, D2 gibi).

Örneğin, T0202 olarak yazıldığında ilk 02 magazindeki 2 no.lu takımı, ikinci 02 ise ayar dosyasındaki ayar numarasını gösterir.

O25 (FANUC) ; N10 G00 X75. Z120. ; N20 G97 S950 ; N30 T0202 M06 ;	%25 (SIEMENS) N10 G00 X75. Z120. N20 G97 S950 N30 T0202 M6
--	--

Takım numarası verildiğinde magazin ve dosyadaki numaraların aynı olmasını sağlayınız. Böylece program düzeltmelerinde sorunla karşılaşmazsınız.

O	Program numarası
N	Satır numarası
F	İlerleme hızı (mm/dk. veya mm/dev)
S	Devir sayısı (dev/dk.) veya kesme hızı kodu (m/dk.)
T	Kesici takım
M	Yardımcı fonksiyonlar
G	Hazırlık fonksiyonları
P	Bekleme süresi (milisaniye), alt program numarası adresi
L	Tekrarlama sayısı (alt programı veya çevrimi)
Q	Kesme derinliği
X	Koordinat kodları (Takımın X eksenini yönündeki hareketini gösterir.)
Y	Koordinat kodları (Takımın Y eksenini yönündeki hareketini gösterir.)
Z	Koordinat kodları (Takımın Z eksenini yönündeki hareketini gösterir.)
I	Dairesel interpolasyonda X eksenine göre yarıçap bileşeni
J	Dairesel interpolasyonda Y eksenine göre yarıçap bileşeni
K	Dairesel interpolasyonda Z eksenine göre yarıçap bileşeni
R	Çevrimde kesmenin başlangıç noktası, dairesel interpolasyonda dairenin yarıçapını gösterir.
C	Pah kırma işlemi
H	Takım uzunluk telafisi
/	Slaç sembolü satırın başına konur ki böylece CNC o satırı okumadan geçer.

**Tablo 1.3: ISO kod sistemine göre adresleme harflerinin anlamları**

Programı yazmaya başlamadan önce mutlak ölçme (G90) ya da artışı ölçme (G91) metotlarından hangisini kullandığınızı unutmayınız.

### 1.1.3. Geometrik Bilgiler (G0, G1, G2, G3, I, J, K...)

Kesici takımın ve iş parçasının pozisyonunu, yaptığı hareketin şeklini ve yönünü belirten bilgilerin yazıldığı bölümdür.

Hazırlık fonksiyonları G kodları ile gösterilir. Komutların anlamlarını ifade eder. Her sayı kod şeklindedir. Sabit bir anlam ifade eder. Tezgâh çeşidine göre bazılarında farklılıklar olabilir. CNC tezgâhları üretici firmalarının kendi özelliklerini yansıtabilmesi için bazı kodlar boş bırakılmıştır. G kodları 0'dan 99'a kadar iki rakamdan oluşur.

G kodları iki çeşittir:

- **Geçici (one-shot) G fonksiyonları:** Sadece kullanıldığı blok içinde geçerlidir. Bir sonraki bloka etkisi yoktur. Grup 00'da gösterilmiştir.
- **Kalıcı (modal) G fonksiyonları:** Aynı gruptan bir G kodu verilinceye kadar kendisinden sonra gelen bütün bloklarda geçerliliğini korur. Grup 01'de gösterilmiştir.

G kodları yazılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Bir blokta aynı gruptan olmamak koşulu ile birçok G kodu bulunabilir.
  - Aynı gruptan yanlışlıkla G kodu yazılmışsa en son yazılan kod geçerli olur.
  - G kodlarının önündeki sıfır yazılmayabilir. Örneğin G00 kodu G0, G01 kodu ise G1 olarak yazılabilir.
  - Listede olmayan G kodu programda kullanılırsa kumanda ünitesi alarm verir.
  - Kalıcı G kodları bir bloka yazıldıktan sonra iptal edilinceye kadar geçerli olur.
- G00 - hızlı hareket kodu

Bu komutla kesici takım, bulunduğu noktadan gitmesi istenen noktaya imalatçı firmanın ayarlamış olduğu hızda ilerler. Takımın gideceği pozisyon mutlak (G90) ya da artışlı (G91) ölçü sistemi ile tanımlanmalıdır. Mutlak ölçü sistemi otomatik olarak tezgâhlarda seçili durumdadır. O yüzden satırın başına yazılmayabilir.

Mutlak ölçü sisteminde komut şekli;

G90 G00 X... Y... Z... : İş parçasının sıfırına göre X, Y ve Z yönlerinde hareket,  
G90 G00 X... : İş parçasının sıfırına göre X yönünde hareket,  
G90 G00 X... Y... : İş parçasının sıfırına göre X ve Y yönlerinde hareket,  
G90 G00 Y... : İş parçasının sıfırına göre Y yönünde hareket,  
G90 G00 Z... : İş parçasının sıfırına göre Z yönünde hareket şeklinde olabilir.

Artışlı ölçü sisteminde komut şekli;

G91 G00 X... Y... Z... : Takımın bulunduğu yere göre X, Y ve Z yönlerinde hareket,  
G91 G00 X... : Takımın bulunduğu yere göre X yönünde hareket,

G91 G00 X... Y... : Takımın bulunduğu yere göre X ve Y yönlerinde hareket,  
G91 G00 Y... : Takımın bulunduğu yere göre Y yönünde hareket,  
G91 G00 Z... : Takımın bulunduğu yere göre Z yönünde hareket şeklinde olabilir.

Bu komut, takım iş parçasına yaklaşırken veya kesme işlemi bittikten sonra takım iş parçasından uzaklaşırken kullanılır.

Bu komut ile hızlı hareket olduğundan iş parçasına yaklaşırken veya uzaklaşırken takımın takip edeceği yolda herhangi bir çarpma olmayacağından emin olmalısınız.

➤ G01-doğrusal hareket kodu

Bu komutla X, Y, Z eksenlerinde birlikte ya da ayrı ayrı doğrusal hareket yaptırılır. Parça işleme esnasında kullanılır. Ayrıca takımın parçaya yaklaşmasında da kullanılır. Takımın gideceği pozisyon mutlak (G90) ya da artışı (G91) ölçü sistemi ile tanımlanmalıdır.

G01 komutu ile birlikte X, Y, Z eksenlerinde takımın hareket edeceği koordinat değerleri ve F ilerleme hızı verilmelidir.

Mutlak ölçü sisteminde komut şekli:

G01 X... Y... Z... F... : İş parçasının sıfırına göre X, Y ve Z yönlerinde F ilerleme miktarı hızında işleme yapar.

G01 X... F... : İş parçasının sıfırına göre X yönünde F ilerleme miktarı hızında işleme yapar.

G01 X... Y... F... : İş parçasının sıfırına göre X ve Y yönlerinde F ilerleme miktarı hızında işleme yapar.

G01 Y... F... : İş parçasının sıfırına göre Y yönünde F ilerleme miktarı hızında işleme yapar.

G01 Z... F... : İş parçasının sıfırına göre Z yönünde F ilerleme miktarı hızında işleme yapar.

Artışlı ölçü sisteminde komut şekli, G00 hızlı hareket kodu başlığı altında gösterildiği gibi satır başına G91 konarak yapılır.

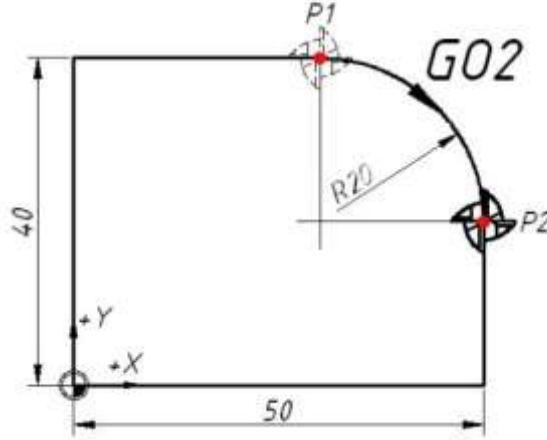
G01 komutu ile F ilerleme değeri yeni bir G komutu ve F değeri verilene kadar kalıcıdır. Aynı ilerleme hızı değeri alt satırlarda da kullanılacaksa yazılmayabilir.

➤ G02-G03 dairesel interpolasyon hareket kodu

➤ Saat ibresi yönünde (G02)

G02 komutu saat ibresi yönünde (CW-Clock Wise) hareket ile dairesel talaş alma işlemi yapar. Dairesel hareketin yapılabilmesi için yay bitiş noktasının koordinatları ve yay yarıçapının yazılması gerekir. Yay yarıçapı ile ilgili tanımlamalar R parametresi veya I, J ve K ile yapılır.

- ——— ● Maksimum hızda ilerleme
- ——— ● Belirtilen hızda ilerleme



**Şekil 1.1: Saat ibresi yönünde dairesel interpolasyon**

Komut iki şekilde yazılabilir. R (CR=) yazılırsa I, J ve K kullanılmaz. I, J ve K yazılırsa R (CR=) kullanılmaz.

- Fanuc için saat ibresi yönü (G02)

G90 G02 X50. Y20. **R20**. F50; veya  
G90 G02 X50. Y20. **I30. J20**. F50;

X, Y, Z	Gidilecek noktanın X, Y, Z koordinatı
I	Yay başlangıç noktasında kesici merkezinin, yay merkezine X ekseninde artışlı olan uzaklığı
J	Yay başlangıç noktasında kesici merkezinin, yay merkezine Y ekseninde artışlı olan uzaklığı
K	Yay başlangıç noktasında kesici merkezinin, yay merkezine Z ekseninde artışlı olan uzaklığı
R	Kavisin yarıçapı
F	İlerleme miktarı

**Tablo 1.6: Çevrim kodların açıklamaları**

- Siemens için saat ibresi yönü (G02)

G90 G02 X50. Y20. **CR=20**. F50; veya  
G90 G02 X50. Y20. **I30. J20**. F50;

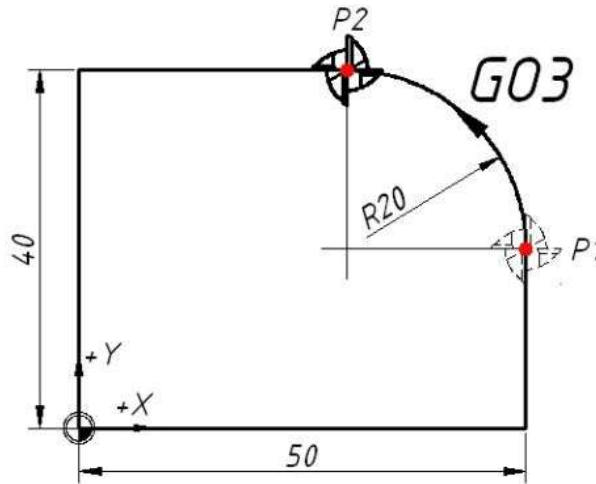
X, Y, Z	Gidilecek noktanın X, Y, Z koordinatı
I	Yay başlangıç noktasında kesici merkezinin, yay merkezine X ekseninde artışlı olan uzaklığı
J	Yay başlangıç noktasında kesici merkezinin, yay merkezine Y ekseninde artışlı olan uzaklığı
K	Yay başlangıç noktasında kesici merkezinin, yay merkezine Z ekseninde artışlı olan uzaklığı
CR=	Kavisin yarıçapı
F	İlerleme miktarı

**Tablo 1.7: Çevrim kodların açıklamaları**

- Saat ibresinin ters yönünde (G03)

G03 komutu saat ibresi tersi yönünde (CCW-Counter Clock Wise) hareket ile dairesel talaş alma işlemi yapar. Bu komuttaki işlemler G02 komutu ile aynı özelliktedir. Dairesel hareketin yapılabilmesi için gereken diğer değişkenler G02 komutu ile aynıdır.

- - - - - - • *Maksimum hızda ilerleme*
- - - - - - • *Belirtilen hızda ilerleme*



**Şekil 1.2: Saat ibresi tersi yönünde dairesel interpolasyon**

- Fanuc için saat ibresi tersi yönü (G03)

G90 G03 X50. Y20. R20. F50; veya  
G90 G03 X50. Y20. I30. J20. F50;

- Siemens için saat ibresi tersi yönü (G03)

G90 G03 X50. Y20. CR=20. F50; veya

G90 G03 X50. Y20. I30. J20. F50;

### 1.1.4. Yardımcı Kodlar ve Program Sonu Açıklaması (M02, M30 ...)

Yardımcı fonksiyonlar M kodları ile gösterilir. M kodu CNC tezgâhın çalışmasını kontrol eder. Genellikle açma kapama şeklinde bir fonksiyonu vardır. İş milini çalıştırma-durdurma, soğutma suyunu açma-kapama, programı durdurma gibi. M kodları 0'dan 99'a kadar iki rakamdan oluşur. M kodları genellikle modal (kalıcı) olup bir bloka tek bir M kodu yazılır.

M kodları yazılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- M kodları genellikle kalıcı olup bir bloka tek bir M kodu yazılır.
- Hareket komutu ile aynı anda başlar. G01 bulunan bir blokta M03 de bulunursa ilerleme ile beraber iş mili de dönmeye başlar.
- M02 ve M30 kodları parça işlendikten sonra programı sonlandıran komutlardır. M02 ile biten program otomatik olarak başa dönmez. Bunun için programı başa almak gerekir. M30 kodunda buna gerek yoktur. Program biter bitmez kendini başa alır ve başlat butonuna basılmasını bekler.

CNC sistemi aynı blokta üç adede kadar M kodlarının belirtilmesine imkân sağlar. Yalnız mekanik operasyon kısıtlamalarından dolayı aynı anda bazı M kodları belirtilmez. M00, M01, M02, M30, M98, M99 kodları başka M kodları ile aynı satırda yazılamaz. Bu kodların her birinin ayrı bloklar içinde yazılması gerekir.

## 1.2. CNC Frezede Satır Yapısı

Bu bölümde parçayı işlemek için gerekli program satırları bulunur. Her kesici hareketi için bir G kodu ve kesicinin gideceği noktanın koordinatları ve gerekli parametreler yazılır.

Program kodları	İçerik
%	
O9999 (YÜZEY FREZELEME);	Program numarası ve adı
N102 G21 G17 G40 G80;	Başlangıç bölümü ve komutları
N104 G28 G91 X0. Y0. Z0.;	
N108T2 M6 (YÜZEY FREZELEME);	
N110 G00 G90 G54 X30. Y40.;	
N112 G43 H2 Z50.;	
N114 M03 S800;	Devir sayısı ve ilerleme hızı bölümü
N116 G00 Z5. M08;	
N118 G01 Z-25. F800;	
N120 G42 D12 Y0.;	Ana program bölümü ve komutları
N122 X146. F150;	



N124 Y90;	Program sonu ve komutları
N126 X0.;	
N128 Y-20.;	
N130 G01 Y-30. G40;	
N132 G0 Z50. M09;	
N134 M05;	
N136 G28 G91 X0. Y0. Z0.;	
N138 M30;	
%	

**Tablo 1.8: CNC program yapısı**

### 1.2.1. Satır Numarası (N01, N02...)

Program içerisinde her bir blok (satır) numaralanır. Satır numarası N harfi ile gösterilir. Satır numarası N1'den başlar N9999'a kadar numaralandırılabilir. Satır numarası N1, N2, N3... şeklinde olabileceği gibi N10, N20, N30... şeklinde de artabilir ancak daima artarak devam eder. Satır numarası olarak N0 kullanılmaz. Aşağıdaki örnek SIEMENS sistemine göre verilmiştir.

```
N10 G90 G01 X125. Y190.
N20 Y280.
N30 Z100.
```

Satır numarası kullanılmak zorunda değildir. Programda değişiklik yapmak istediğimiz zaman hangi bloktan sonra değişiklik yapacağımızı kolaylıkla bulabilmemizi sağlar. Alt programlamada ve çevrimlerde ihtiyaç duyulur. Ayrıca blok numaraları arasında N1, N5, N10... gibi sayısal boşlukların olması araya yeni bloklar yazmamıza imkân sağlar.

### 1.2.2. Adresler (G ve M Kodları)

Fanuc kontrol ünitesinde kullanılan G kodları ve kodların anlamları Tablo 1.9'da gösterilmiştir. Ayrıca kodlar kendi içinde gruplandırılmıştır. Aynı grupta olan G kodları aynı blokta yer alamaz.

Standart	Grup	Fonksiyonun anlamı
G00	01	Pozisyona hızlı gitme
G01		Doğrusal hareket (verilen ilerleme hızında gitme)
G02		Dairesel interpolasyon saat ibresi yönünde
G03		Dairesel interpolasyon saat ibresi tersi yönünde
G04	00	Bekleme modu
G09		istenen noktada duruş-tam duruş
G17		X-Y çalışma düzlemi seçme
G18		X-Z çalışma düzlemi seçme
G19		Y-Z çalışma düzlemi seçme

G20	06	İnç ölçü sistemi
G21		Metrik ölçü sistemi
G28	00	Referans noktasına dönüş
G29		Referans noktasından dönüş
G30		2. referans noktasına dönüş
G40	07	Takım yarıçap telafisi iptali
G41		Takım yarıçap telafisi sola hareket hâlinde
G42		Takım yarıçap telafisi sağa hareket hâlinde
G43	08	Takım boyu düzeltme (+)
G44		Takım boyu düzeltme (-)
G49		Takım boyu düzeltme iptali
G53	00	Tezgâh koordinat sistemi seçimi
G54		1 nu.lı iş koordinat sistemi seçimi
G55		2 nu.lı iş koordinat sistemi seçimi
G56		3 nu.lı iş koordinat sistemi seçimi
G57		4 nu.lı iş koordinat sistemi seçimi
G58		5 nu.lı iş koordinat sistemi seçimi
G59		6 nu.lı iş koordinat sistemi seçimi
G73	09	Derin delik delme çevrimi
G74		Ters diş çekme çevrimi
G76		Hassas delik genişletme çevrimi
G80		Sabit çevrim kodunun iptali
G81		Punta açma ve delik delme çevrimi
G82		Delik delme–delik genişletme çevrimi
G83		Gagalı (çok pasolu) delik delme çevrimi
G84		Kılavuz çekme çevrimi
G85		Delik genişletme çevrimi
G86		Delik genişletme çevrimi
G87		Tersten delik genişletme çevrimi
G88		Delik genişletme çevrimi
G89	Delik genişletme çevrimi	
G90	03	Mutlak koordinatlarda çalışma kodu
G91		Artışlı koordinatlarda çalışma kodu
G92	00	İş parçası koordinatını kaydırma
G94	05	İlerleme hızı mm/dk.
G96		Sabit kesme hızı (m/dk.) seçilmesi
G97		Sabit devir sayısı (dev/dk.) seçilmesi
G98	04	Başlangıç noktasına dönüş kodu
G99		Çevrimde başlangıç noktasına dönüş kodu

**Tablo 1.9: ISO sistemine göre G kodları**

CNC tezgâh sistemlerinde en çok kullanılan M yardımcı kodları Tablo 1.10'da verilmiştir. Bunların dışında tezgâh üreticisi kendisi de farklı anlamlara gelen M kodları oluşturabilir.

Standart	Fonksiyonun anlamı
M00	Program durdurma
M01	İsteğe bağlı durdurma
M02	Program sonu (program başa dönmez)
M03	İş milinin (takımın) saat ibresi yönünde dönmesi
M04	İş milinin (takımın) saat ibresi tersi yönünde dönmesi
M05	İş mili durdurma
M06	Takım değiştirme kodu
M07	Püskürtmeli soğutucu veya yağ akışı açık
M08	Soğutma sıvısı açma
M09	Soğutma sıvısı kapama
M19	İş mili pozisyonlu durdurma
M30	Program sonu ve başa dönüş (program otomatik olarak başa döner)
M98	Alt program çağırma
M99	Alt program sonu

**Tablo 1.10: ISO sistemine göre M kodları**

### 1.2.3. Satır Sonu (;)

Bir program satırı belli bir sayıdaki karakteri kapsamaktadır. Her harf ve rakam bir karakteri temsil eder. Bir satır yazılımı bittiğinde bazı kontrol üniteleri için satırın kapatılması gerekir. FANUC sisteminde her satır (;) sembolü ile kapatılır. Böylece satırın, yani bloğun (cümlelerin) bittiğini ifade eder. CNC tezgâhının kontrol paneli üzerinde genellikle EOB harfleri ile gösterilir. EOB (End Of Blok-Blok sonu) anlamına gelir.

SIEMENS kontrol ünitesi için ise böyle bir işleme gerek yoktur.

## 1.3. CNC Frezede Koordinat Sistemleri

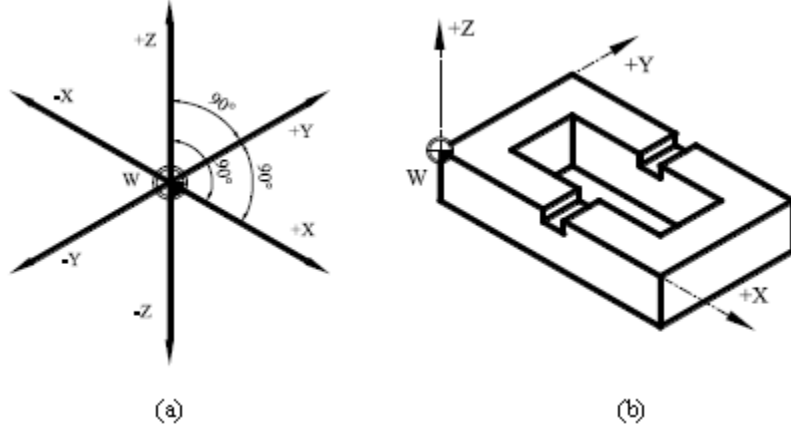
CNC tezgâh ve sistemlerinde kesici takım, iş parçası, tezgâh ve makine olmak üzere dört ayrı koordinat eksenini vardır. Tezgâh koordinat sisteminde tezgâhın referans noktası ve makine sıfır noktası tezgâh imalatçısı tarafından belirlendiğinden değişiklik yapmak mümkün değildir.

### 1.3.1. İş Koordinat Sistemi

CNC tezgâhlarına program yapılırken takım yollarının çıkarılabilmesi için bir koordinat sistemine ihtiyaç duyulur. Bu nedenle programlamada koordinat sistemi önemli yer tutar.

Eksenlerin birbirine dik olduğu durumda sisteme kartezyen koordinat sistemi denir. Koordinat sistemi iki eksenli olabildiği gibi üç eksenli de olabilir (Şekil 1.3). Koordinat merkezi W harfi ile gösterilmiştir. Bu da iş parçası sıfır noktasıdır. İki eksenli koordinat

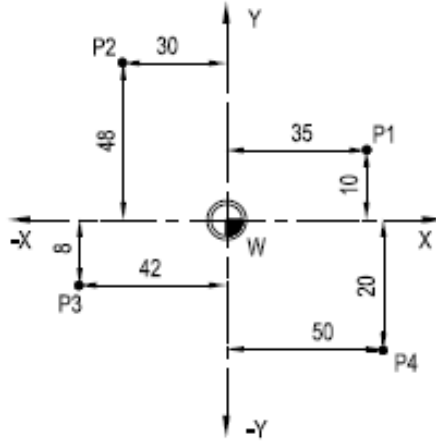
sistemleri X-Y, X-Z veya Y-Z düzlemleri olur. Üç eksenli sistemin eksenleri X, Y, Z şeklinde ifade edilir.



Şekil 1.3: (a) Üç eksenli koordinat sistemi (b) İş parçası koordinat eksenleri

Şekil 1.4'te X ve Y eksenli bir koordinat düzlemi ve bu düzlem üzerinde dört tane nokta bulunmaktadır. Bu noktaların koordinatları iş parçası sıfır noktasına (W) göre verilir.

- P1 noktası koordinatı: X35. Y10.
- P2 noktası koordinatı: X-30. Y48.
- P3 noktası koordinatı: X-42. Y-8.
- P4 noktası koordinatı: X50. Y-20.



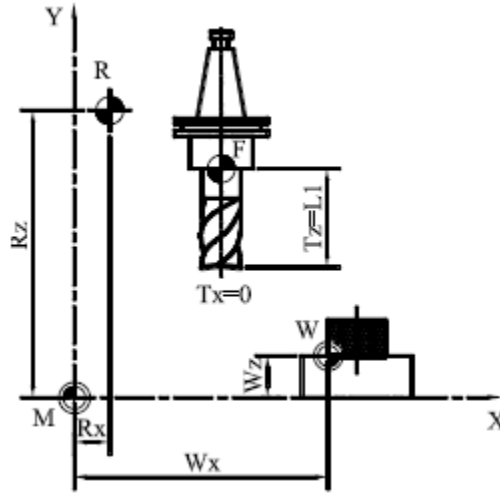
Şekil 1.4: İş parçası iki eksenli koordinat sistemi

İş parçası sıfır noktasına göre noktanın koordinatları yazılırken negatif (-) işaretli olup olmadığına dikkat ediniz.

### 1.3.2. Tezgâh Koordinat Sistemi

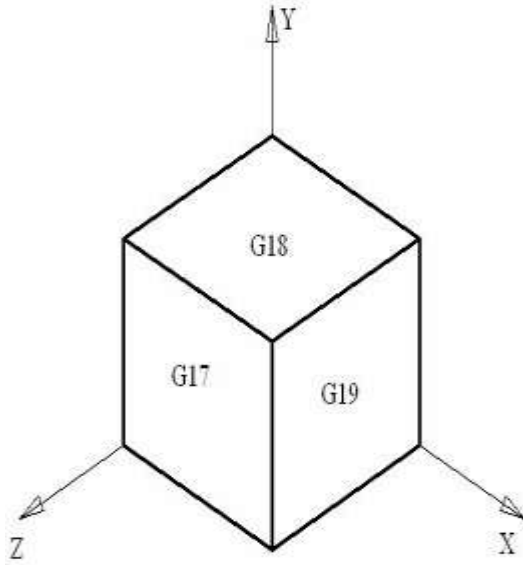
Tezgâh koordinat sistemi, tezgâh imalatçısı tarafından belirlenen ve kullanıcı tarafından değiştirilemeyen koordinat noktasıdır (Şekil 1.5). İşlem sonunda ya da takım değişimi için genellikle takımın emniyetli bir noktaya gitmesini sağlamakta kullanılır.

- M = Makinenin sıfır noktası
- W = İş parçası sıfır noktası
- F = Takım tutucunun sıfır noktası
- R = Tezgâhın sıfır noktası
- W<sub>x</sub> = İş parçası sıfır noktasının X değeri
- W<sub>z</sub> = İş parçası sıfır noktasının Z değeri
- R<sub>x</sub> = Tezgâh sıfır noktasının X değeri
- R<sub>z</sub> = Tezgâh sıfır noktasının Z değeri
- T<sub>x</sub> = Takım sıfır noktasının X değeri
- T<sub>z</sub> = Takım sıfır noktasının Z değeri

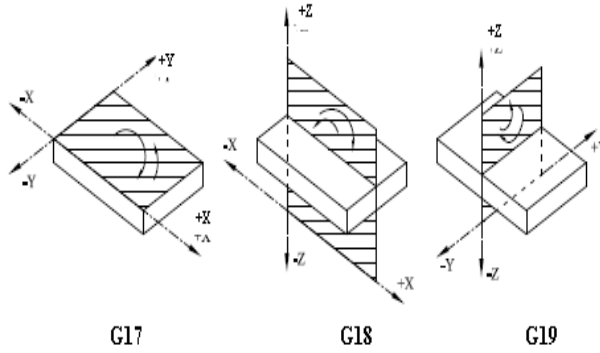


Şekil 1.5: Tezgâh koordinat sistemi

CNC işleme merkezlerinde, özellikle dairesel hareketlerde (G02, G03) ve yarıçap telafisinde çalışma düzlemi tanımlanmalıdır. Standart olarak G17 (X-Y çalışma düzlemi) geçerlidir. Eksen sayısı arttıkça yapılan programa göre çalışma düzlemlerini de değiştirmek gerekir. G17 (X-Y), G18 (Z-X) G19 (Y-Z) çalışma düzlemleri vardır. Şekil 1.6'da CNC freze tezgâhı çalışma düzlemleri gösterilmiştir.



Şekil 1.6: Koordinat düzlemleri (G17, G18 ve G19)

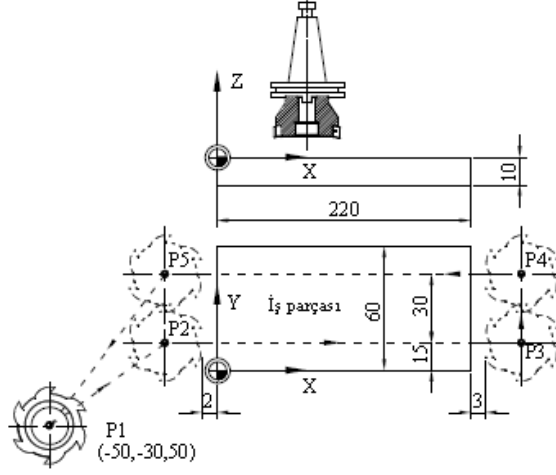


Şekil 1.7: CNC freze tezgâhı çalışma düzlemleri

### Örnek Uygulama-1

Şekil 1.8'deki uygulamada takım çapı 40 mm'dir. İş parçası ölçüleri, iş parçası referans noktası şekilde gösterilmiştir. Buna göre iş parçası yüzeyinden tek pasoda 1,5 mm talaş kaldıracak şekilde CNC programı verilmiştir. Açıklama kısmını doldurunuz.

İşlemler	Değerlendirme
Kullanılacak takım	40 mm çaplı freze çakısı
İş mili devir sayısı	500 dev/dk.
İlerleme hızı	80 mm/dk.
Talaş derinliği	1,5 mm
Hazırlık süresi	14 dk.



**Şekil 1.8: Düzlem yüzey frezeleme uygulaması**

Şekil 1.8'deki iş parçasının FANUC sistemine göre CNC programı

Satır no	Program kodları
N100	O0050 (yüzey frezeleme);
N102	G21;
N104	G28 G91 X0. Y0. Z0.;
N106	G00 G17 G40 G49 G80 G90;
N108	T1 M6 (Tarama kafası);
N110	G00 G90 G54 X-50. Y-30.;
N112	G43 H1 Z50.;
N114	M03 S500;
N116	G00 Z0. M08;
N118	G01 Z-1.5 F600;
N120	G01 X-22. Y15.;
N122	G01 X243. F80 ;
N124	Y45. ;
N126	X-22. ;
N128	G00 X-50. Y-30. Z50. ;
N130	M09;
N132	M05;
N134	G28 G91 X0. Y0. Z0.;
N136	M30;

## UYGULAMA FAALİYETİ

CNC frezede programlama yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ CNC tezgâhlarında kullanılan CNC kodlarını kullanınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İş önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Tezgâh başına geçtiğiniz zaman çevredeki ikaz levhalarını okuyunuz.</li><li>➤ G kodlarından en çok kullanılanları öğreniniz.</li><li>➤ Aynı satırda birbirine zıt kodlar kullanmamalısınız.</li><li>➤ G ve M kodlarını boş bir kâğıda yazarak anlamlarını hatırlamaya çalışınız.</li><li>➤ Fanuc ve Siemens kodlarını birbirine karıştırmamaya çalışınız.</li></ul>
<p>➤ CNC frezede basit programlama yapınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İsminizin ilk harfini büyük harf olacak şekilde ve iş referans noktasını kendiniz belirleyerek programını yapmaya çalışınız.</li><li>➤ Programda oluşan hatanın kaynağına anında müdahale ediniz.</li><li>➤ CNC programlama mantığını kavramaya çalışınız.</li><li>➤ Program satırı yapısını iyice kavramalısınız. Böylece program yaparken sıkıntı çekmezsiniz.</li><li>➤ Program yazarken sıfır rakamını (0) ve O harfini karıştırmayınız.</li></ul>



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünü giyip gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Program numarasını verdiniz mi?		
3. Tezgâh referans noktasına gönderdiniz mi?		
4. Kesici takım seçimini yaptınız mı?		
5. Uygun ilerleme hızı seçimini yaptınız mı?		
6. Uygun devir sayısı ve iş mili dönüş yönünü doğru seçtiniz mi?		
7. İş parçası referans noktasını seçtiniz mi?		
8. Programa başlamadan önce takım telafilerini iptal ettiniz mi?		
9. Talaş derinliğini verdiniz mi?		
10. Soğutma sıvısı açma ve kapama işlemini yaptınız mı?		
11. Program sonunda iş milini durdunuz mu?		
12. Kesici takımı tezgâh referans noktasına gönderdiniz mi?		
13. Programın mantık ve yazım hatalarını kontrol ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. CNC program yapısında aşağıdakilerden hangisi daima en son satırda yer alır?  
A) Program numarası  
B) Teknolojik bilgiler  
C) Geometrik bilgiler  
D) Program sonu kodu
2. Bir makine parçasının tam olarak işlenebilmesi için gerekli olan bilgileri içeren yazılıma (komutlar, koordinatlar ve işleme parametreleri) ne ad verilir?  
A) Blok  
B) Satır  
C) Adres  
D) Program
3. CNC programı yazılmaya başlandığında FANUC sisteminde ilk satırda yazılması gereken aşağıdakilerden hangisidir?  
A) % işareti  
B) Program adı  
C) Tezgâh çalışma düzlemi kodu  
D) Kesici takım numarası
4. Kesici takım, ilerleme hızı ve kesme hızı gibi bilgileri içeren kodların yazıldığı bölüm aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Giriş bölümü  
B) Teknolojik bilgiler  
C) Geometrik bilgiler  
D) Yardımcı kodlar
5. CNC programı yazarken satır numaralarını koymazsak program ne gibi bir hata verir?  
A) Start düğmesine basıldığında program çalışmaz.  
B) Program işleme sırasını karıştırır, bu da tezgâhın hasar görmesine neden olur.  
C) Herhangi bir hata vermeden program işlevini sürdürür.  
D) Program alarm verir.
6. CNC programına satır numarasını vermemiz ne gibi bir avantaj sağlar?  
A) Satır numarası, programın çalışırken kaçınıcı satırda olduğunu görmemizi sağlar. Böylece yeni bir düzeltmede işimizi kolaylaştırır.  
B) Satır numarası, programın kaç satır yazılmış olduğunu gösterir.  
C) Satır numaraları işleme sırasını gösterir.  
D) Satır numarası hiçbir avantaj sağlamaz.
7. Kesici takımın pozisyonu, iş parçasının pozisyonu, yaptığı hareketin şekli ve yönünü belirten bilgilerin yazıldığı bölüm aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Teknolojik bilgiler  
B) Geometrik bilgiler  
C) Yardımcı kodlar  
D) Giriş bölümü
8. Aşağıdakilerden hangisi dairesel interpolasyon kodlarını verir?  
A) G00-G01  
B) G41-G42  
C) G02-G03  
D) G17-G18
9. CNC freze programını yazarken kullanılan yardımcı kodlardan M02 ve M30 kodları arasındaki fark aşağıdakilerden hangisidir?  
A) M02 ve M30 kodu program sonu kodu olup aynı işlevi yerine getirir.  
B) M02 program sonu, M30 ise program sonu ve başa dönüş işlevini yerine getirir.  
C) M30 program sonu, M02 ise program sonu ve başa dönüş işlevini yerine getirir.  
D) M02 tezgâhı durdurur, M30 ise programı durdurur.
10. Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?  
A) G00 hızlı ilerleme ve G01 yavaş ilerleme kodları aynı satırda bulunur.  
B) M06 takım değiştirme kodu ve takım seçim kodu (T0101 gibi) aynı satırda olmak zorundadır.  
C) Kesme hızı (S) fonksiyonu yalnız başına değil, mutlaka M03 veya M04 kodları ile birlikte verilmelidir.  
D) Program satır numaraları daima ikişer ikişer artarak ilerler.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

CNC freze tezgâhları için mutlak programlama yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- İnternet sitelerinden CNC tezgâh programlarını inceleyiniz.
- Ders öğretmeninden aldığımız CNC tezgâh programlarını inceleyiniz ve öğrendiğiniz komutları uygulayınız.

## 2. CNC FREZEDE MUTLAK PROGRAMLAMA YAPMA (G90)

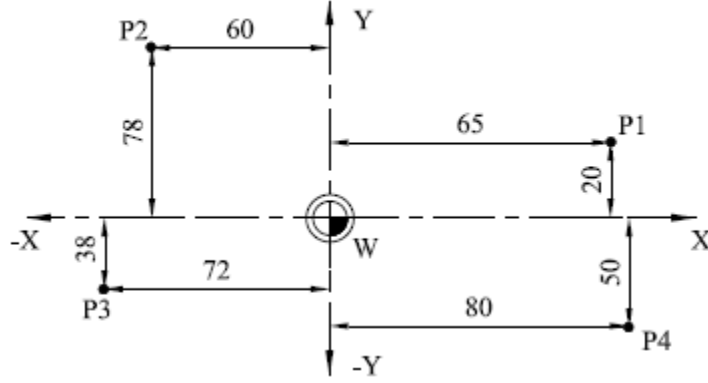
### 2.1. Mutlak Programlama Mantığı

Mutlak programlama yönteminde iş parçası üzerinde herhangi bir nokta, orijin yani referans noktası alınır. Her bir pozisyonun hareketi için bu referans noktasına göre koordinatları girilir. Şekil 2.1’de W ile gösterilen kısım referans noktası olarak kabul edilmiştir. Tüm noktaların koordinat değerleri bu noktaya göre verilir. 4 değişik noktanın koordinatları Tablo 2.1’de verilmiştir.

Noktalar	X - eksen	Y - eksen
W (Orjin)	0.0	0.0
P1	65.00	20.00
P2	-60.00	78.00
P3	-72.00	-38.00
P4	80.00	-50.00

Tablo 2.1: Mutlak koordinat değerleri

Burada dikkat etmemiz gereken kesici takımın orijin noktasına göre yönüdür. Eğer eksenlerin pozitif yönünde ise rakamın önüne (+) işareti ya da hiçbir şey konmaz. Eğer eksenlerin negatif yönünde ise rakamın önüne daima (-) işareti konmalıdır.



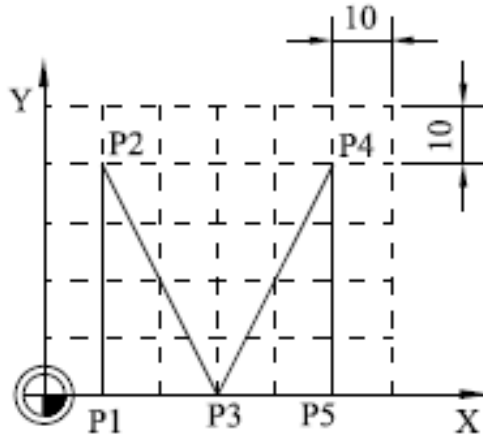
**Şekil 2.1: Mutlak programlamada koordinat değerleri**

Burada CNC programı yapılırken G90 mutlak koordinat kodunun yazılması şart değildir. Program yazarken G90 komutunu kullanmasak ta tezgâh, programın mutlak olarak yazıldığını kabul ederek işlem yapar.

Örneğin P2 noktasının koordinatını yazmak için;  
G90 X-60.00 Y78.00 veya noktadan sonra sıfır rakamları yazılmayabilir. G90 X-60.  
Y78.

Örneğin P4 noktasının koordinatını yazmak için;  
G90 X80.00 Y-50.00 veya noktadan sonra sıfır rakamları yazılmayabilir. G90 X80.  
Y50.

Şekil 2.2’de M harfi düzlem üzerinde 10 mm eşit aralıklarda çizilmiştir. Noktaların mutlak koordinatlarını yazarken bu aralıklardan faydalanmalısınız. M harfinin W orijin noktasına göre mutlak koordinatlarını yazalım (Tablo 2.2).



**Şekil 2.2: Mutlak programlamada M harfi koordinat değerleri**

<b>Noktalar</b>	<b>Mutlak Programlama</b>	<b>Açıklama</b>
W (Orijin)	G00 X0. Y0. Z50.	İş parçası sıfır noktası (W) seçilir.
P1	G00 X10. Y0. Z5.	Hızlı ilerleme ile X, Y, Z koordinat değerleri verilir (P1 noktası).
P2	G01 Y40. F100.	Takım P2 noktasına 100 mm/dk. ilerleme ile hareket ettirilir.
P3	G01 X30. Y0.	Takım P3 noktasına hareket eder.
P4	G01 X50. Y40.	Takım P4 noktasına hareket eder.
P5	G01 Y0.	Takım P5 noktasına hareket eder.
	G00 Z50.	Takım Z ekseninde parçadan 50 mm uzaklaşır.

**Tablo 2.2: Mutlak koordinat değerleri**

## 2.2. Elle Programlama Yapma

Günümüzde CAD/CAM teknolojisi hızla gelişmekte olduğundan artık elle programlama çok az yapılmaktadır. Özellikle kalıp imalatında bir programı elle yazmak saatlerimizi hatta günlerimizi bile alabilir. Öyle parçalar vardır ki eğrisel yüzeyler olduğundan yoğun matematiksel işlemlere gerek duyulacağından elle yazılması mümkün değildir. Özellikle zamandan tasarruf sağlanabilmesi ve yapılan programın simülasyonunun izlenebilmesi için CAD/CAM programları yoğun olarak kullanılmaktadır. Ancak basit programlar elle yazılmaktadır.

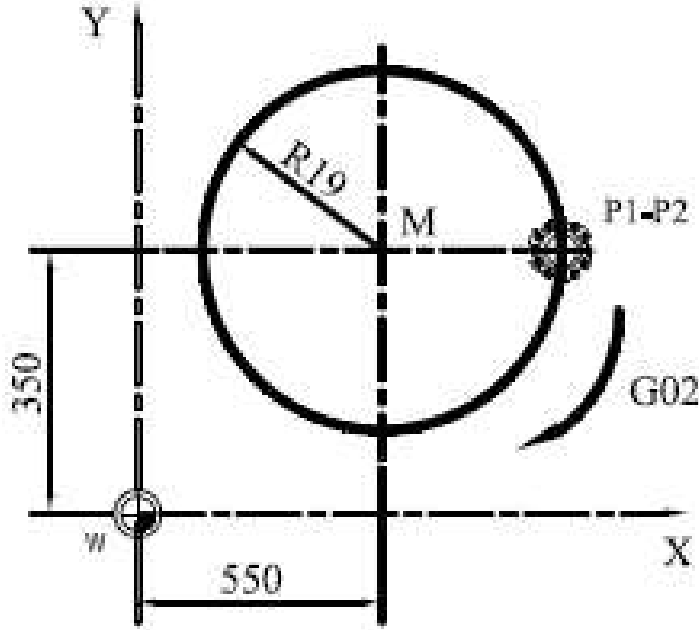
Şekil 2.2'deki M harfinin CNC programını FANUC sistemine göre elle yazalım.

<b>Noktalar</b>	<b>Mutlak Programlama</b>	<b>Açıklama</b>
W (Orjin)	N02 G54 ;	İş parçası sıfır noktası (W) seçilir.
	N04 T01 M06 G94 ;	Takım seçimi ve ilerleme mm/dk. seçilir.
	N06 S900 M03 ;	Devir sayısı 900 ve iş mili dönüş yönü saat ibresi yönünde seçilir.
P1	N08 G90 G00 X10. Y0. Z50. ;	Mutlak programlama seçilir. Hızlı ilerleme ile X, Y, Z koordinat değerleri verilir (P1 noktası).
	N10 G00 Z5. ;	Kesici takım iş parçası yüzeyine 5 mm kalacak kadar hızlı yaklaşır.
P2	N12 G01 Y40. F100. ;	Takım P2 noktasına 100 mm/dk. ilerleme ile hareket ettirilir.
P3	N14 G01 X30. Y0. ;	Takım P3 noktasına hareket eder.
P4	N16 G01 X50. Y40. ;	Takım P4 noktasına hareket eder.
P5	N18 G01 Y0. ;	Takım P5 noktasına hareket eder.
	N20 G00 Z50. ;	Takım iş parçasından 50 mm Z ekseninde uzaklaştırılır.
	N22 M30 ;	Program sonu ve program başa döner.

**Tablo 2.3: Mutlak koordinat değerleri**

Eğer Şekil 2.2'deki M harfinin CNC programını SIEMENS sistemine göre yazmak istersek G kodlarını değiştirmeden satır sonu işaretini yazmayıp, takım seçimini (T1) ardından (M6) yazarak tamamlayacaktık.

N04 satırı T01, N05 satırı M06 olarak değişecekti. Şekil 2.3'te tam daire işlenmesi ile ilgili uygulama verilmiştir. Bu uygulamanın SIEMENS sistemine göre mutlak olarak programını hazırlayalım.

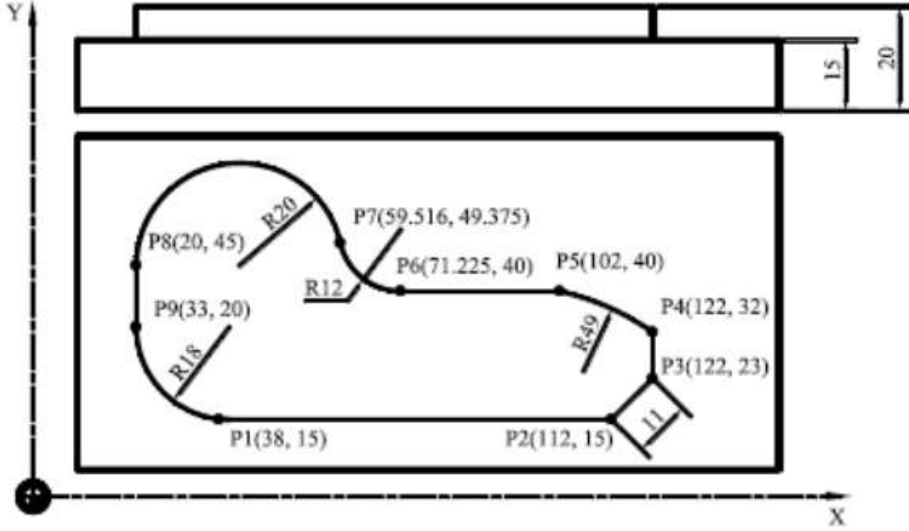


Şekil 2.3: Tam daire işleme uygulaması

Mutlak Programlama SIEMENS	Açıklama
%17	Program numarası 17'dir.
N10 G00 G90 G54 X569. Y350.	Mutlak programlamaya göre daire başlangıç noktasına (P1) hareket
N20 S600 T10 M03	Devir sayısı 600, takım numarası 10 ve iş mili dönüş yönü saat ibresi yönünde seçilir.
N30 G01 Z-5. F200.	5 mm derinliğe 200 mm/dk. hızla dalması
N40 G02 I-19.	Dairesel enterpolasyon I değeri merkeze yaklaştığından-ışareti alır.
N50 Z5. M5	Takım parça sıfır noktasından 5 mm yukarı çıkar ve iş mili durur.
N60 M9	Soğutma sıvısını kapama
N70 M30	Program sonu ve program başa döner.

Tablo 2.4: Tam daire işleminin Siemens sistemine göre programı

SIEMENS programlama sistemine göre bir uygulama yapalım. Programlama yaparken ilk önce resim üzerinde gerekli koordinat noktalarını elle yazıp hazırlamalıyız.



Şekil 2.4: Mutlak programlama uygulaması

Şekil 2.4'teki parçanın SIEMENS sistemine göre programı

Mutlak Programlama SIEMENS	Açıklama
%34	
N10 G00 G90 G54 X38. Y15. T2	P1
N20 S1200 M3	
N30 G01 Z-5. F160	
N40 X112. Y15. F100	P2
N50 X122. Y23.	P3
N60 Y32.	P4
N70 G03 X102. Y40. CR=-49.	P5
N80 G01 X71.225	P6
N90 G02 X59.516 Y49.375 CR=12	P7
N100 G03 X20. Y45. CR=-20.	P8
N110 G01 Y33.	P9
N120 G03 X38. Y15. CR=-18.	P1
N130 G00 Z5.	
N120 G00 X0. Y0.	Referans noktası
N130 M9	
N140 M5	
N150 M30	

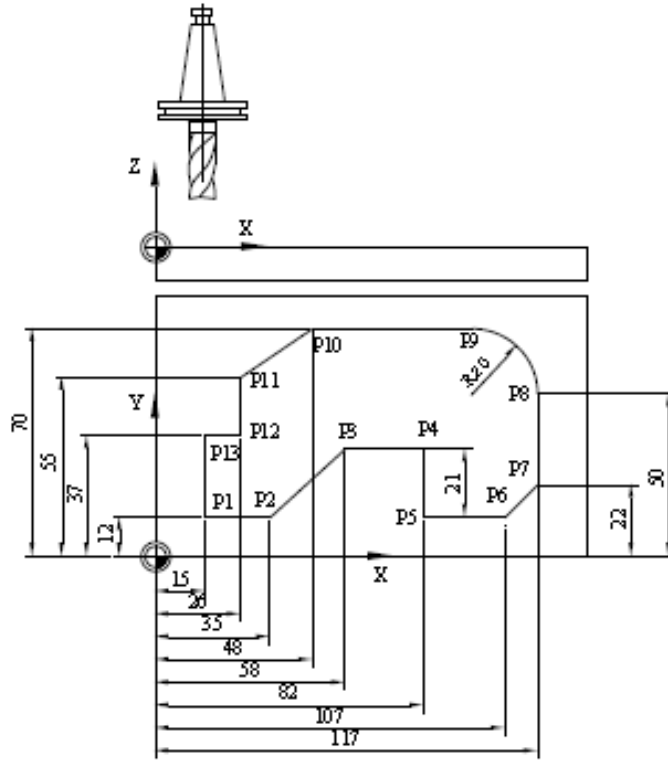
Tablo 2.4: Örnek uygulamanın Siemens sistemine göre programı



## UYGULAMA FAALİYETİ

Şekil 2.5'teki uygulamada 12 mm çapında bir parmak freze kullanılacaktır. İş parçası ölçüleri, iş parçası referans noktası şekilde gösterilmiştir. Buna göre mutlak programlama mantığı yoluyla takım yolunu çıkartınız.

İşlemler	Değerlendirme
Kullanılacak takım	12 mm çaplı parmak freze çakısı
İş mili devir sayısı	450 dev/dk.
İlerleme hızı	50 mm/dk.



Şekil 2.5: Çevresel frezeleme uygulaması

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

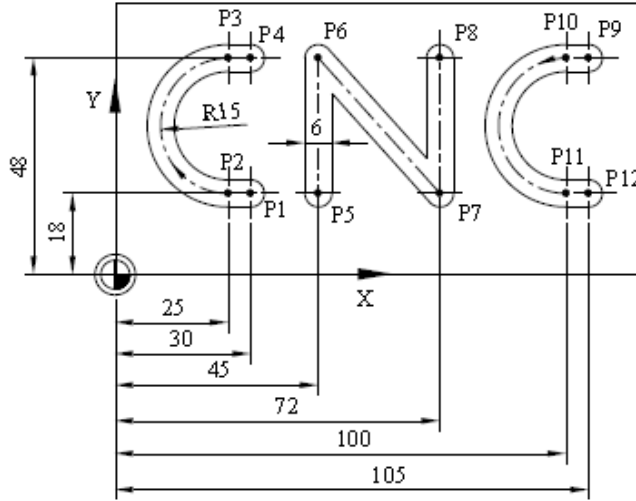
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünü giyip gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Program numarası verdiniz mi?		
3. Tezgâh referans noktasına gönderdiniz mi?		
4. Kesici takım seçimi yaptınız mı?		
5. Uygun ilerleme hızı seçimi yaptınız mı?		
6. Uygun devir sayısı ve iş mili dönüş yönünü doğru seçtiniz mi?		
7. İş parçası referans noktası seçtiniz mi?		
8. Programa başlamadan önce takım telafilerini iptal ettiniz mi?		
9. Talaş derinliğini verdiniz mi?		
10. Soğutma sıvısı açma ve kapama işlemini yaptınız mı?		
Program sonunda iş milini durdurdunuz mu?		
Kesici takım tezgâh referans noktasına gönderdiniz mi?		
Programın mantık ve yazım hatalarını kontrol ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Şekil 2.6'da CNC harflerinin koordinat noktaları verilmiştir. Buna göre mutlak programlama mantığı ile açıklama kısmı sizlere verilmiştir. Bu açıklama kısmına göre her satıra uygun gelen kodlamaları satır hizasına yazınız. Kullanılacak takım Ø6 mm çaplı parmak frezedir.



Şekil 2.5: CNC harflerinin mutlak koordinat noktaları

Soru No.	Satır No.	Prog. Kodları	Açıklama
1-	N100	O..... (CNC);	Program numarasını 9999 olarak yazınız.
2-	N102		Metrik ölçü sistemini seçiniz.
3-	N104		Takım, tezgâh referans noktasına gönderiniz.
4-	N106		XY düzlemi, takım telafilerinin iptali, sabit çevrim kodunun iptali seçimini yapınız.
5-	N108		5 numaralı takım seçimi ve değişimi yapınız.
6-	N110		İş koordinatını seçiniz. Mutlak koordinatlarda çalışma kodu seçiniz. Hızlı hareket ile P1 noktasına gidiniz.
7-	N112		Takım boyu telafi numarası 5 ve iş parçası yüzeyinden 50 mm yükseklikte emniyette durdurunuz.
8-	N114		İş mili saat ibresi yönünde ve 900 dev/dk. olarak ayarlayınız.
9-	N116		Takım iş parçasını referans yüzeyine getiriniz ve soğutma suyunu açınız.
10-	N118		Talaş derinliğini 1 mm ve ilerleme hızını

			50 mm/dk. olarak ayarlayınız.
11-	N120		Aynı ilerleme hızı ile P2 noktasına hareket ediniz.
12-	N122		35 mm/dk. ilerleme hızı ile P3 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
13-	N124		P4 noktasına doğrusal ilerleme yapınız.
14-	N126		Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninden 10 mm uzaklaştırınız.
15-	N128		P5 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
16-	N130		Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar yaklaşınız.
17-	N132		35 mm/dk. ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
18-	N134		P6 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
19-	N136		P7 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
20-	N138		P8 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
21-	N140		Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 10 mm uzaklaştırınız.
22-	N142		P9 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
23-	N144		Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar yaklaşınız.
24-	N146		35 mm/dk. ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
25-	N148		P10 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
26-	N150		P11 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
27-	N152		P12 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
28-	N154		Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 50 mm uzaklaştırınız.
29-	N156		Soğutma soyunu kapatınız.
30-	N158		İş milini durdurunuz.
31-	N160		Takımı tezgâh referans noktasına gönderiniz.
32-	N162		Program sonu ve başa dönme kodunu giriniz.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

CNC freze tezgâhları için artışı programlama yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

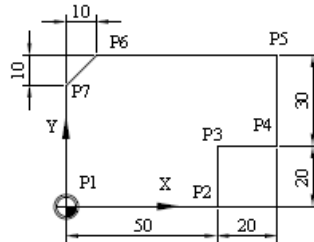
- Çevrenizdeki işletmeler ya da internet aracılığı ile piyasada kullanılan CAD/CAM programlarını öğreniniz.
- Öğrendiğiniz programların üretici firmaları hakkında bilgi toplayınız.
- Bu programları üreten ülkeler sıralamasında ilk sırayı hangi ülke alıyor? Bunun nedenini sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

## 3. CNC FREZEDE ARTIŞLI PROGRAMLAMA YAPMA (G91)

### 3.1. Artışlı Programlama Mantığı

Artışlı programlama yönteminde ise referans noktası takımın o anda bulunduğu noktadır. Yani en son bulunduğu koordinat neresi ise orası referans kabul edilir ve koordinat değerleri buna göre verilir. Böylece sabit bir orijin noktası ortadan kalkar. Kesicinin bulunduğu en son nokta orijin olarak kabul edilir. Artışlı programlama için G91 kodu kullanılır.

Şekil 3.1'de P1 noktasından X eksenini yönünde artışı programlama mantığı ile koordinatlarını çıkartalım.



Şekil 3.1: Artışlı programlama uygulaması

Noktalar	Artışlı Programlama	Açıklama
P1	N02 G00 X0. Y0. Z50.	Takım P1 noktasına hareket eder.
	N04 G91	Artışlı programlama yöntemi seçilir.
P2	N06 G01 X50. F100	Takım P2 noktasına hareket eder. 100 mm/dk. ilerleme ile hareket ettirilir.
P3	N08 Y20.	Takım P3 noktasına hareket eder.
P4	N10 X20.	Takım P4 noktasına hareket eder.
P5	N12 Y30.	Takım P5 noktasına hareket eder.
P6	N14 X-60.	Takım P6 noktasına hareket eder.
P7	N16 X-10. Y-10.	Takım P7 noktasına hareket eder.
P1	N18 Y-40.	Takım P1 noktasına hareket eder.

**Tablo 3.1: Artışlı koordinat değerleri**

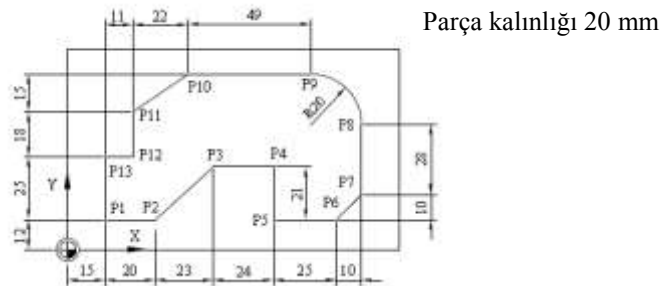
Artışlı programlama mantığında dikkat edilmesi gereken en önemli durum gidilen noktanın koordinatının, hareketin başlangıcına göre negatif yönde olup olmamasıdır. Yani koordinat değerinin negatif (-) olması gerekiyorsa işareti unutmamak gerekir.

Artışlı programa geçmeden önce mutlak programlama ile başlanmalıdır. İş parçası sıfır noktasına yaklaştıktan sonra artışlı programlamaya geçilebilir.

Eğer bir eksende hareket miktarı sıfır (0) ise o eksene ait artışlı değer kodu yazılmadan geçilebilir. Mutlak ve artışlı kodlar modal kodlardır. Yani bu iki koddan bir tanesi herhangi bir blokta belirtilmiş ise belirtilmiş olduğu bloktaki hareket kodları ve bunu takip eden hareket kodları mutlak veya artışlı olarak algılanır. Kodun zıttı belirtilene kadar böyle devam eder.

### 3.2. Elle Programlama Yapma

Dünyada CAD/CAM teknolojisi hızla gelişmekte olduğundan piyasada birçok hazır program vardır. CNC tezgâhlarına hazır programlar sayesinde kolaylıkla program yazmak mümkündür. Artışlı programlama bazı durumlarda mutlak programlamaya göre çok avantajlı olabilir. Karmaşık ölçülere sahip bir iş parçasında ölçülendirme güçlüğü olacağından artışlı ölçü verilerek programlama yapılabilir.



**Şekil 3.2: Çevresel frezelemede artışlı programlama uygulaması**

Şekil 3.2'deki parçanın CNC programını elle yazalım.

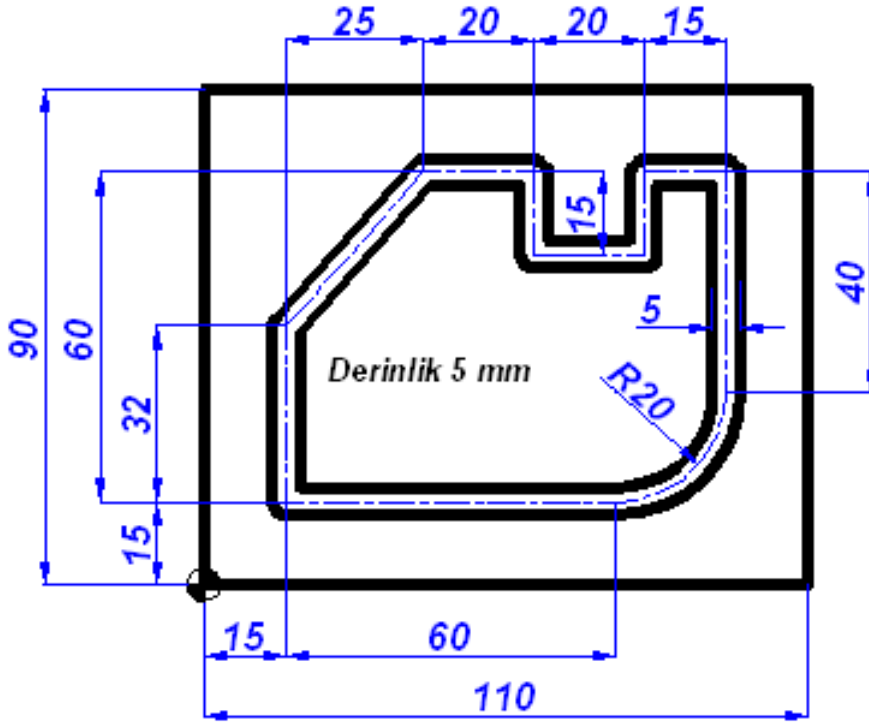
<b>Mutlak Programlama</b>	<b>Açıklama</b>
N02 G54 ;	İş parçası sıfır noktası (W) seçilir.
N04 T01 G94 ;	Takım seçimi ve ilerleme mm/dk. seçilir.
N06 S1200 M03 ;	Devir sayısı 1200 ve iş mili dönüş yönü saat ibresi yönünde seçilir.
N08 G90 G00 X0. Y0. Z50. ;	Mutlak programlama seçilir. Hızlı ilerleme ile X ve Y'de referans noktasına ve Z50'ye gidilir.
N10 G00 Z5. ;	Kesici takım iş parçası yüzeyine 5 mm kalacak kadar hızlı yaklaşır.
N12 G91 ;	Artışlı programlama kodu seçilir.
N14 G01 Z-10.	İş parçasına 5 mm Z ekseninde girer.
N16 G01 X15. Y12. F100 ;	Takım P1 noktasına 100 mm/dk. ilerleme ile hareket ettirilir.
N18 X20. ;	Takım P2 noktasına hareket eder.
N20 X23. Y21. ;	Takım P3 noktasına hareket eder.
N22 X24. ;	Takım P4 noktasına hareket eder.
N24 Y-21. ;	Takım P5 noktasına hareket eder.
N26 X25. ;	Takım P6 noktasına hareket eder.
N28 X10. Y10.	Takım P7 noktasına hareket eder.
N30 Y28. ;	Takım P8 noktasına hareket eder.
N32 G03 X-20. Y20. R20. F80 ;	Dairesel interpolasyon yaparak P9'a hareket eder.
N34 G01 X-49. F100;	Takım P10 noktasına hareket eder.
N36 X-22. Y-15. ;	Takım P11 noktasına hareket eder.
N38 Y-18. ;	Takım P12 noktasına hareket eder.
N40 X-11. ;	Takım P13 noktasına hareket eder.
N42 Y-25. ;	Takım P1 noktasına hareket eder.
N44 Z10.;	İş parçasından 5 mm yukarı hareket eder.
N46 G90 G00 X0. Y0. Z50. ;	Takım iş parçasından 50 mm Z ekseninde uzaklaştırılır.
N48 M30;	Program sona erer ve başa döner.

**Tablo 2.2: Artışlı koordinat değerleri**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Şekil 3.3'teki uygulamada 5 mm çapında bir parmak freze kullanılarak iş parçası üzerine 5 mm derinliğinde kanal açılacaktır. İş parçası ölçüleri, iş parçası referans noktası şekilde gösterilmiştir. Buna göre artışı programlama mantığı yoluyla takım yolunu çıkartınız.

İşlemler	Değerlendirme
Kullanılacak takım	Çap 5 mm parmak freze
İş mili devir sayısı	350 dev/dk.
İlerleme hızı	50 mm/dk.



Şekil 3.3: Artışı program yazma uygulaması



<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ CNC frezede artışı programlama temellerini öğreniniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İş önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Tezgâh başına geçtiğiniz zaman çevredeki ikaz levhalarını okuyunuz.</li><li>➤ CNC programlamada artışı programlama mantığını kavramaya çalışınız.</li><li>➤ Aynı satırda hangi kodların kullanıldığına dikkat ediniz.</li><li>➤ Artışlı programlamada tüm koordinatların bulunduğu noktaya göre tanımlandığını unutmayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ CNC frezede artışı programlama uygulamaları yapınız.</li><li>➤</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yazdığınız programı arkadaşınıza kontrol ettiriniz.</li><li>➤ Yazım hatalarına dikkat ediniz.</li><li>➤ Özellikle noktalama işaretleri çok önemli olduğundan iyice kontrol ediniz.</li><li>➤ Komutları doğru kullandığınızdan emin olunuz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

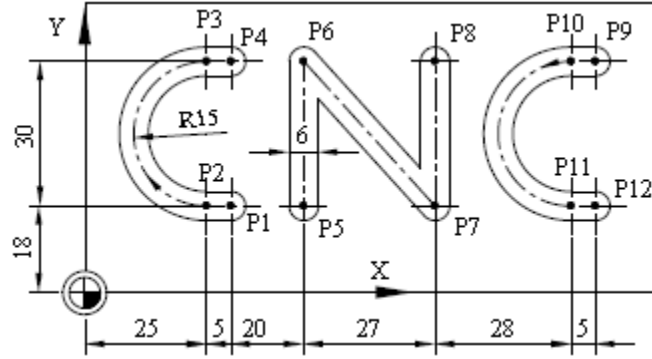
Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünü giyip gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Program numarası verdiniz mi?		
3. Tezgâh referans noktasına gönderdiniz mi?		
4. Kesici takım seçimi yaptınız mı?		
5. Uygun ilerleme hızı seçimi yaptınız mı?		
Uygun devir sayısı ve iş mili dönüş yönünü doğru seçtiniz mi?		
6. İş parçası referans noktası seçtiniz mi?		
7. Programa başlamadan önce takım telafilerini iptal ettiniz mi?		
8. Talaş derinliğini verdiniz mi?		
9. Soğutma sıvısı açma ve kapama işlemini yaptınız mı?		
10. Program sonunda iş milini durdurdunuz mu?		
11. Kesici takım tezgâh referans noktasına gönderdiniz mi?		
12. Programın mantık ve yazım hatalarını kontrol ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME



Şekil 3.4: CNC harflerinin artışı koordinat noktaları

Şekil 3.4'te CNC harflerinin koordinat noktaları verilmiştir. Buna göre artışı programlama mantığı ile açıklama kısmı sizlere verilmiştir. Bu açıklama kısmına göre her satıra uygun gelen kodlamaları satır hizasına yazınız. Kullanılacak takım 6 mm çaplı parmak frezedir.

Soru No	Satır No	Program Kodları	Açıklama
1	N100		Program numarasını 1234 olarak yazınız.
2-	N102		Metrik ölçü sistemi seçiniz.
3-	N104		Takımın tezgâh referans noktasına gönderiniz.
4-	N106		XY düzlemi, takım telafilerinin iptali, sabit çevrim kodunun iptali seçimini yapınız.
5-	N108		Dört numaralı takım seçimi ve değişimi yapınız.
6-	N110		İş koordinatını seçiniz. Mutlak koordinatlarda çalışma kodu seçiniz. Hızlı hareket ile referans noktasına gidiniz.
7-	N112		Takım boyu telafî numarası 4 ve iş parçası yüzeyinden 5 mm yükseklikte emniyette durdurunuz.
8-	N114		İş milini saat ibresi yönünde ve 1500 dev/dk. olarak ayarlayınız.
9-	N116		Takımı iş parçası referans yüzeyine getiriniz ve soğutma suyunu açınız.
10-	N118		Artışı programlama kodunu seçiniz.
11-	N120		P1 noktasına 200 mm/dk. ilerleme ile gidiniz.
12-	N122		Talaş derinliği 1 mm ve ilerleme hızı 50 mm/dk. olarak ayarlayınız.

13-	N124		Aynı ilerleme hızı ile P2 noktasına hareketle gidiniz.
14-	N126		P3 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
15-	N128		P4 noktasına doğrusal ilerleme yapınız.
16-	N130		Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 10 mm uzaklaştırınız.
17-	N132		P5 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
18-	N134		Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar hızlı yaklaşınız.
19-	N136		35 mm/dk. ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
20-	N138		P6 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
21-	N140		P7 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
22-	N142		P8 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
23-	N144		Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 10 mm uzaklaştırınız.
24-	N146		P9 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
25-	N148		Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar yaklaşınız.
26-	N150		35 mm/dk. ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
27-	N152		P10 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
28-	N154		P11 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
29-	N156		P12 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
30-	N158		Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 50 mm uzaklaştırınız.
31-	N160		Soğutma suyunu kapatınız.
32-	N162		İş milini durdurunuz.
33-	N164		Takımı tezgâh referans noktasına gönderiniz.
34-	N166		Program sonu ve başa dönme kodunu giriniz.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme” ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

Aşağıda bir parçanın CNC programından bazı satırlar verilmiştir. İlk 4 soruyu bu programa göre yanıtlayınız.

N1 G90 G00 X130. Y46. Z50.
N2 T4 M2
N3 M3 S900
N4 G00 Z5.

- Yukarıdaki CNC programında hangi programlama yöntemi kullanılmıştır?  
A) Artışlı programlama  
B) Mutlak programlama  
C) Hem artışlı hem mutlak programlama  
D) Açısal programlama
- Yukarıdaki CNC programında hangi satırda hata vardır?  
A) N1  
B) N2  
C) N3  
D) N4
- CNC programda kaç numaralı kesici takım seçilmiştir?  
A) 1  
B) 2  
C) 3  
D) 4
- Yukarıdaki CNC programı ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?  
A) Mutlak programlama yöntemi seçilmiştir.  
B) Devir sayısı 900 olarak ayarlanmıştır.  
C) Tezgâh referans noktasına gönderilmiştir.  
D) Takım G parçasına 5 mm ve hızlı ilerleme ile yaklaşmaktadır.
- Aşağıdaki G fonksiyonlarından hangisi kalıcı (modal) gruba girmez?  
A) G01  
B) G02  
C) G03  
D) G04
- Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?  
A) Bir blokta aynı gruptan yanlılıkla G kodu yazılmışsa en son yazılan kod geçerlidir.

- B) G kodlarının önündeki sıfır (0) yazılmayabilir.  
C) Listede olmayan G kodu programda kullanılırsa kumanda ünitesi alarm verir.  
D) Bir blokta aynı gruptan birçok G kodu bulunabilir.

7. SIEMENS programlama sisteminde dairesel interpolasyon hangisinde doğru olarak verilmiştir?  
A) G02 X24. Y43. R15. ;  
B) G02 X24 Y43 B15. ;  
C) G02 X24 Y43 I15. ;  
D) G02 X24 Y43 I15. J-5. ;

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

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

İş parçasının CNC programı

Satır No	Program Kodları	Açıklama
N100	O0050 (yüzey frezeleme);	Program numarası 50'dir. Parantez içinde program açıklaması yazılabilir.
N102	G21;	Metrik ölçü sistemi seçilmiştir. Bu kod tezgâhlarda otomatik olarak seçili olduğundan yazılmayabilir.
N104	G28 G91 X0 Y0 Z0;	Takımın tezgâh referans noktasına dönüşü
N106	G00 G17 G40 G49 G80 G90;	XY düzlemi seçimi, takım telafilerinin iptali, sabit çevrim kodunun iptali, mutlak koordinatlarda çalışma kodu seçimi
N108	T1 M6 (Tarama kafası);	Bir numaralı takım seçimi ve değişimi
N110	G00 G90 G54 X-50. Y-30.;	X ve Y koordinatına (P1 noktasına) hızlı hareket
N112	G43 H1 Z50.;	Takım boyu telafî numarası 1 ve iş parçası yüzeyinden 50 mm yükseklikte emniyette durma
N114	M03 S500;	İş milinin saat ibresi yönünde ve 500 dev/dk. ile dönmesi
N116	G00 Z0. M08;	Takımın iş parçası referans yüzeyine gelmesi ve soğutma suyunun açılması
N118	G01 Z-1.5 F600;	Talaş derinliği 1,5 mm ve ilerleme hızı 600 mm/dk.
N120	G01 X-22. Y15.;	Aynı ilerleme hızı ile P2 noktasına hareket.
N122	G01 X243. F80 ;	80 mm/dk. ilerleme hızı ile P3 noktasına talaş kaldırarak ilerleme
N124	Y45. ;	P4 noktasına talaş kaldırarak ilerleme

N126	X-22. ;	P5 noktasına talaş kaldırarak ilerleme
N128	G00 X-50. Y-30. Z50. ;	P1 noktasına hızlı ilerleme
N130	M09;	Soğutma suyunun kapanması
N132	M05;	İş milini durdurma
N134	G28 G91 X0 Y0 Z0;	Takımı tezgâh referans noktasına gönderme
N136	M30;	Program sonu ve başa dönme

### ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

Soru no.	Satır no.	Program kodları	Açıklama
1-	N100	<b>O9999 (CNC);</b>	Program numarasını 9999 olarak yazınız.
2-	N102	<b>G21;</b>	Metrik ölçü sistemini seçiniz.
3-	N104	<b>G28 G91 X0 Y0 Z0;</b>	Takımı, tezgâh referans noktasına gönderiniz.
4-	N106	<b>G00 G17 G40 G49 G80 ;</b>	XY düzlemi, takım telafilerinin iptali, sabit çevrim kodunun iptali seçimini yapınız.
5-	N108	<b>T5 M6 (parmak freze çap 6) ;</b>	5 numaralı takım seçimi ve değişimi yapınız.
6-	N110	<b>G54 G90 G00 X30. Y18. ;</b>	İş koordinatını seçiniz. Mutlak koordinatlarda çalışma kodu seçiniz. Hızlı hareket ile P1 noktasına gidiniz.
7-	N112	<b>G43 H5 Z50. ;</b>	Takım boyu telafi numarası 5 ve iş parçası yüzeyinden 50 mm yükseklikte emniyette durdurunuz.
8-	N114	<b>M03 S900 ;</b>	İş mili saat ibresi yönünde ve 900 dev/dk. olarak ayarlayınız.
9-	N116	<b>G00 Z0. M08 ;</b>	Takım iş parçasını referans yüzeyine getiriniz ve soğutma suyunu açınız.
10-	N118	<b>G01 Z-1. F50. ;</b>	Talaş derinliğini 1 mm ve ilerleme hızını 50 mm/dk. olarak ayarlayınız.
11-	N120	<b>G01 X25. ;</b>	Aynı ilerleme hızı ile P2 noktasına hareket ediniz.
12-	N122	<b>G03 X25. Y48. R15. F35. ;</b>	35 mm/dk. ilerleme hızı ile P3 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
13-	N124	<b>G01 X30. ;</b>	P4 noktasına doğrusal ilerleme yapınız.
14-	N126	<b>G00 Z10. ;</b>	Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninden 10 mm uzaklaştırınız.
15-	N128	<b>G00 X45. Y18. ;</b>	P5 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
16-	N130	<b>G00 Z1. ;</b>	Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar yaklaşınız.



17-	N132	<b>G01 Z-1. F35. ;</b>	35 mm/dk. ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
18-	N134	<b>G01 Y48. ;</b>	P6 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
19-	N136	<b>X72. Y100. ;</b>	P7 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
20-	N138	<b>Y48. ;</b>	P8 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
21-	N140	<b>G00 Z10. ;</b>	Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 10 mm uzaklaştırınız.
22-	N142	<b>G00 X105. Y48. ;</b>	P9 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
23-	N144	<b>G00 Z1. ;</b>	Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar yaklaşınız.
24-	N146	<b>G01 Z-1. F35 ;</b>	35 mm/dk. ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
25-	N148	<b>X100.</b>	P10 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
26-	N150	<b>G02 X100. Y18. R15 ;</b>	P11 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
27-	N152	<b>G01 X105.</b>	P12 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
28-	N154	<b>G00 Z50. ;</b>	Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 50 mm uzaklaştırınız.
29-	N156	<b>M09;</b>	Soğutma soyunu kapatınız.
30-	N158	<b>M05;</b>	İş milini durdurunuz.
31-	N160	<b>G28 G91 X0 Y0 Z0;</b>	Takımı tezgâh referans noktasına gönderiniz.
32-	N162	<b>M30;</b>	Program sonu ve başa dönme kodunu giriniz.

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

Soru no	Satır no	Program kodları	Açıklama
1-	N100	O1234 ;	Program numarasını 1234 olarak yazınız.
2-	N102	G21;	Metrik ölçü sistemi seçiniz.
3-	N104	G28 G91 X0 Y0 Z0;	Takımın tezgâh referans noktasına gönderiniz.
4-	N106	G00 G17 G40 G49 G80 ;	XY düzlemi, takım telafilerinin iptali, sabit çevrim kodunun iptali seçimini yapınız.
5-	N108	T4 M6 (parmak freze çap 6) ;	Dört numaralı takım seçimi ve değişimi yapınız.
6-	N110	G54 G90 G00 X0. Y0. ;	İş koordinatını seçiniz. Mutlak koordinatlarda çalışma kodu seçiniz. Hızlı

			hareket ile referans noktasına gidiniz.
7-	N112	G43 H4 Z5. ;	Takım boyu telafi numarası 4 ve iş parçası yüzeyinden 5 mm yükseklikte emniyette durdurunuz.
8-	N114	M03 S1500 ;	İş milini saat ibresi yönünde ve 1500 dev/dk. olarak ayarlayınız.
9-	N116	G00 Z0. M08 ;	Takımı iş parçası referans yüzeyine getiriniz ve soğutma suyunu açınız.
10-	N118	G91 ;	Artışlı programlama kodunu seçiniz.
11-	N120	G01 X30. Y18. F200 ;	P1 noktasına 200 mm/dk. ilerleme ile gidiniz.
12-	N122	Z-1. F50 ;	Talaş derinliği 1 mm ve ilerleme hızı 50 mm/dk. olarak ayarlayınız.
13-	N124	X-5. ;	Aynı ilerleme hızı ile P2 noktasına hareketle gidiniz.
14-	N126	G03 Y30. R15. ;	P3 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
15-	N128	G01 X5. ;	P4 noktasına doğrusal ilerleme yapınız.
16-	N130	G00 Z10. ;	Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 10 mm uzaklaştırınız.
17-	N132	G00 X20. Y-30. ;	P5 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
18-	N134	G00 Z1. ;	Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar hızlı yaklaşınız.
19-	N136	G01 Z-1. F35 ;	35 mm/dk. ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
20-	N138	Y30. ;	P6 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
21-	N140	X27. Y-30. ;	P7 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
22-	N142	Y30. ;	P8 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
23-	N144	G00 Z10. ;	Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 10 mm uzaklaştırınız.
24-	N146	X33. ;	P9 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
25-	N148	Z1. ;	Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar yaklaşınız.
26-	N150	G01 Z-1. F35 ;	35 mm/dk. ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
27-	N152	X-5.	P10 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
28-	N154	G02 Y-30. R15 ;	P11 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
29-	N156	G01 X5. ;	P12 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
30-	N158	G00 Z50. ;	Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 50 mm uzaklaştırınız.
31-	N160	M09;	Soğutma suyunu kapatınız.

32-	N162	M05;	İş milini durdurunuz.
33-	N164	G28 G91 X0 Y0 Z0;	Takımı tezgâh referans noktasına gönderiniz.
34-	N166	M30;	Program sonu ve başa dönme kodunu giriniz.

### **MODUL DEĞERLENDİRME'NİN CEVAP ANAHTARI**

<b>1</b>	<b>A</b>
<b>2</b>	<b>B</b>
<b>3</b>	<b>D</b>
<b>4</b>	<b>C</b>
<b>5</b>	<b>D</b>
<b>6</b>	<b>A</b>
<b>7</b>	<b>D</b>

## KAYNAKÇA

- GÜLESİN M., A. GÜLLÜ, Ö. AVCI, G. AKDOĞAN, **CNC Torna ve Freze Tezgâhlarının Programlanması**, Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 2005.
- AKKURT, Mustafa, **Bilgisayar Destekli Takım Tezgâhları (CNC) ve Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat (CAD-CAM) Sistemleri**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1996.
- CHANG, Chao-Hwa., Michel A. MELKANOFF, **NC Makine Programcılığı ve Program Tasarımı**, MEB, Evren Offset Ağ, Ankara, 1994.
- ERGÜN, Mehmet, **Sayısal Kontrollü Tezgâhlar ve Programlama Prensipleri**, Mercan Ofset Ambalaj San., İzmir, 2004.
- ETİK, Mehmet, **CNC Takım Tezgâhları ve Johnford CNC İşleme Merkezi**, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Lisans Tezi, İstanbul, 1999.
- FANUC Series O –MC, FANUC Series OO –MC, FANUC Series O –Mate MC **For Machining Center Operator's Manual**, Fanuc Ltd., 1988.
- ➤ GIBBS, David, T.Eng. MIED, **CNC ile İşlemeye Giriş**, Senior Lecturer in the Department of Technology Reading College of Technology, MEB, Etam Ağ Matbaa Tesisleri, Eskişehir, 1994. .
- İNCEOĞLU, Zülfü, **CNC Takım Tezgâhlarında Programlama Esasları**, Erkam Matbaası, İstanbul, 2005.
- LEATHAM, B., BTECH J., PGCE, **Bilgisayarlı Nümerik Kontrol Konusuna Giriş**, Head of Department of Engineering Worcester Technical College, MEB, İstanbul, 1997.