

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

CNC FREZEDE 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.

# İÇİNDEKİLER

GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. CNC FREZEDE PROGRAMLAMA .....	3
1.1. CNC Program Yapısı .....	3
1.1.1. Giriş Bölümünün Açıklanması (% , \$ , vb) .....	4
1.1.2. Teknolojik Bilgiler (F, S, T, G90, G91...) .....	4
1.1.3. Geometrik Bilgiler (G0, G1, G2, G3, I, J, K...) .....	6
1.1.4. Yardımcı Kodlar ve Program Sonu Açıklaması (M02, M30 ...).....	11
1.2. CNC Frezede Satır Yapısı .....	11
1.2.1. Satır Numarası (N01, N02...) .....	11
1.2.2. Adresler (G ve M Kodları) .....	12
1.2.3. Satır Sonu ( ; ) .....	13
1.3. CNC Frezede Koordinat Sistemleri .....	14
1.3.1. İş Koordinat Sistemi .....	14
1.2.3. Tezgâh Koordinat Sistemi .....	15
UYGULAMA FAALİYETİ .....	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	18
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	20
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ .....	22
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	23
2. CNC FREZEDE MUTLAK PROGRAMLAMA YAPMA (G90).....	23
2.1. Mutlak Programlama Mantığı .....	23
2.2. Elle Programlama Yapma .....	25
UYGULAMA FAALİYETİ .....	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	29
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	31
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ .....	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	33
3. CNC FREZEDE ARTIŞLI PROGRAMLAMA YAPMA (G91).....	33
3.1. Artışlı Programlama Mantığı .....	33
3.2. Elle Programlama Yapma .....	34
UYGULAMA FAALİYETİ .....	37
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	38
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	40
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ .....	41
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	42
CEVAP ANAHTARLARI .....	46
KAYNAKÇA .....	50

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>521MMI129</b>
<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>	Makine imalatçılığında, seri üretimde kullanılan freze tezgâhlarının, bilgisayar destekli takım tezgâhlarına program yapılabilmesini sağlayan öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖN KOŞUL</b>	İş Güvenliği, İş Kazalarına Karşı Güvenlik Önlemleri ile alan ortak modüllerini almış olmak.
<b>YETERLİK</b>	CNC frezede programlama 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> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ CNC frezede programlama yapabileceksiniz.</li><li>➤ CNC freze tezgâhları için mutlak programlama yapabileceksiniz.</li><li>➤ CNC freze tezgâhları için artışı programlama yapabileceksiniz.</li></ul>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	CNC freze, bilgisayar, ders kitabı.
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Daha sonra, modül uygulamaları ile size imalat resmi verilen parçanın CNC freze tezgahında, istenen ölçü ve standartlarda yapılabilmesini sağlayan programını yapacaksınız. Öğretmeniniz programını yaptığımız parça ile resmi karşılaştırarak, ölçme ve kontrol aletleri ile doğruluğunu kontrol edip puan ile 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 parçasını 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 tezgahlarında basit olarak programlamayı öğreneceksiniz. Mutlak ve artışı programlama yöntemlerini öğreneceksiniz. Bu modüllerin devamını da alarak CNC frezede en karmaşık parçaları bile programlayabileceksiniz. Böylece makine-metal sektöründe aranılan kalifiye birer eleman olarak yerinizi alacaksınız.

İstihdam konusunda endişe taşımayacaksınız. İşletmeler sizin gibi elemanları bünyesinde çalıştırmak için birbirleriyle yarışacaktır.

Türkiyemizde mesleki eğitime verilen önem giderek artmaya başlamıştır. Artık “ben işsizim” anlayışı bitecektir/ bitmiştir.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu modül ile uygun ortam ve araç-gereçler sağlandığında CNC frezede programlama yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

CNC freze tezgahları 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 bir kaç grup oluşturarak CNC freze tezgâhları olan işletmelere gidiniz. Burada gördüklerinizi ve dikkatinizi çeken durumları rapor halinde sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.

## 1. CNC FREZEDE PROGRAMLAMA

### 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 bir takım harf, rakam, matematiksel işleç 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 sonu ";" işareti ile bitirilir.

N10 G28 G91 X0 Y0 Z0; 1. BLOK satır numarası yazılarak program yazılmaya başlanır. Ya da ,

N10 G28 G91 X0 Y0 Z0; şeklinde başlanabilir.

N20 ... 2. BLOK

M30; şeklinde bitirilir.

### 1.1.2. Teknolojik Bilgiler (F, S, T, G90, G91...)

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

**F- İlerleme 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/dak veya mm/dev cinsindedir.

Örneğin, ilerlemenin 50 mm/dak 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/dak 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/dak ile döneceğini gösterir.

S700 M04 iş milinin saat ibresi tersi yönünde ve 700 dev/dak 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 M6 yazmak gerekir. SIEMENS sisteminde M6 yerine L6 kullanılır. Ayrıca SIEMENS'in bazı sistemlerinde D kodu ile de ifade edilir. (D1 , D2 gibi)

Örneğin, T0202 olarak yazıldığında ilk 02 magazindeki 2 nolu 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. LF N20 G97 S950 LF N30 T0202 L6 LF ....
--	--

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/dak veya mm/dev)
S	Devir sayısı (dev/dak) veya kesme hızı kodu (m/dak.)
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
/	Slaş sembolü satırın başına konur ki böylece CNC o satırı okumadan geçer.

**Tablo 1.1. ISO kod sistemine göre adresleme harflerinin anlamları**

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

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

Kesici takımın pozisyonunu, 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.

#### 1.1.3.1. 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;

G00 X... Y... Z... ; İş parçasının sıfırına göre X, Y ve Z yönlerinde hareket.  
G00 X... ; İş parçasının sıfırına göre X yönünde hareket.  
G00 X... Y... ; İş parçasının sıfırına göre X ve Y yönlerinde hareket.  
G00 Y... ; İş parçasının sıfırına göre Y yönünde hareket.  
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.

### 1.1.3.2. 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 artırlı (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:

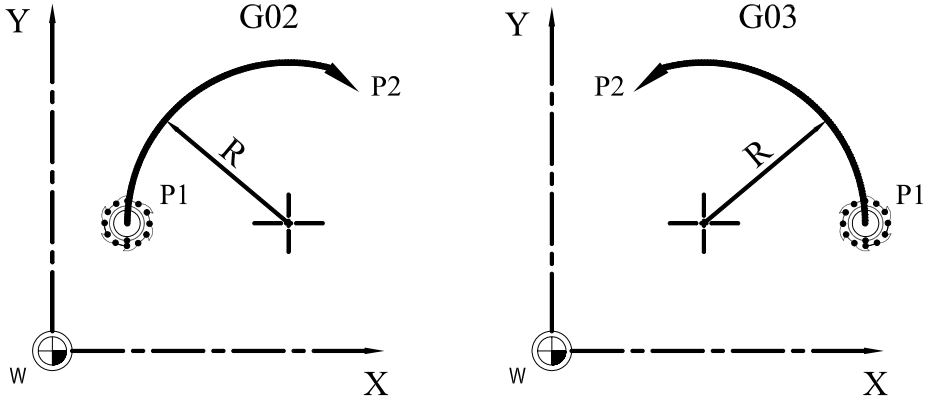
G01 X... Y... Z... F... ; İş parçasının sıfırına göre X, Y ve Z yönlerinde F ilerleme miktarı hızında işleme yapar.  
G01 X... F... ; İş parçasının sıfırına göre X yönünde F ilerleme miktarı hızında işleme yapar.  
G01 X... Y... F... ; İş parçasının sıfırına göre X ve Y yönlerinde F ilerleme miktarı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

Artırlı ölçü sisteminde komut şekli, G00'da 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.

### 1.1.3.3. G02-G03 Dairesel İnterpolasyon Hareket Kodu

Üniversal tezgâhlarda kesici takım X, Y, Z koordinat eksenlerine paralel olarak işleme yapabilmekteydi. Ancak eğik ya da dairesel bir yüzeyin işlenebilmesi için CNC tezgâhına ihtiyaç duyulmaktadır. Kesici takımın yaptığı bu tür dairesel harekete interpolasyon adı verilir. G02 takımın saat ibresi yönünde hareketini sağlar. G03 ise takımın saat ibresinin tersi yönünde hareketini sağlar (Şekil 1.1).



**Şekil 1.1 : Dairesel interpolasyonda yön tayini**

Tablo 1.2’de kesici takımın dairesel bir yol boyunca hareket edebilmesi için komut yazma sırası verilmiştir. Tabloda gösterilen sıralama takip edilerek dairesel interpolasyon kodu kolaylıkla yazılabilir. Komut sıralaması 1, 2, 3, 4 şeklini takip eder.

Komut şekli:

G02 X... Y... I... J... F... ;

G02 X... Y... R... (veya B) F;

veya

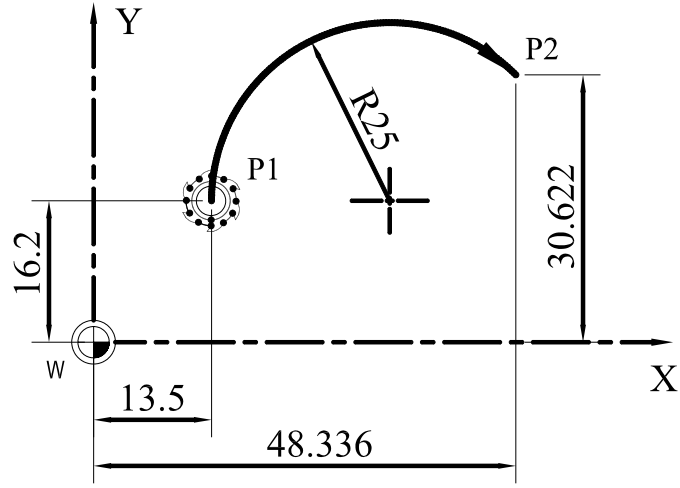
G03 X... Y... I... J... F... ;

G03 X... Y... R... (veya B) F;

şeklinde olabilir.

Hareket sırası		Komut	Açıklama
1	Takımın dönüş yönü	G02	Takımın saat ibresi yönünde hareketi
		G03	Takımın saat ibresi tersi yönünde hareketi
2	Bitiş noktası	Mutlak ölçü sistemi X, Y	İş parçası sıfırına göre bitiş noktasının koordinatları
		Artışlı ölçü sistemi X, Y	Başlangıç noktası ile bitiş noktası arasındaki uzaklık
3	Başlangıç noktası ile bitiş noktası arasındaki uzaklık	I, J	Başlangıç noktası ile daire merkezi arasındaki uzaklık
	Daire yarıçapı	R B	FANUC sisteminde daire yarıçapı, SIEMENS sisteminde daire yarıçapı
4	İlerleme hızı	F	Takımın ilerleme hızı

**Tablo 1.2. Dairesel interpolasyonda komut yazım sıralaması**



**Şekil 1.2 : Dairesel interpolasyon uygulaması**

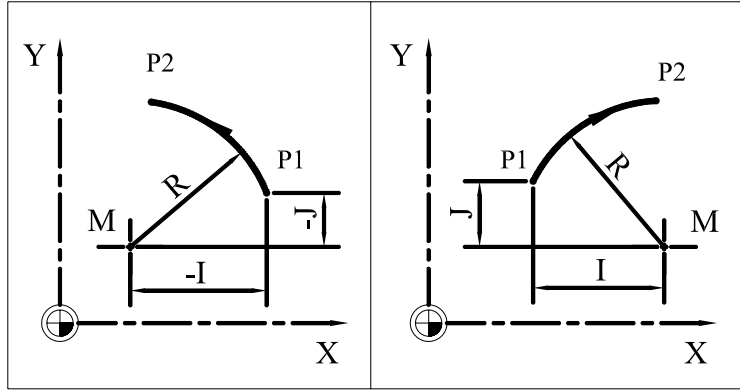
Şekil 1.2’de gösterilen ölçülere göre aşağıda hem FANUC hem de SIEMENS sistemine göre dairesele interpolasyonu verilmiştir. P1 başlangıç noktası, P2 ise yayın bittiği noktadır.

O45 (Fanuc); N10 G00 G90 G54 X13.5 Y16.2 ; N20 G43 H1 Z10. ; N30 G01 Z-5. F120 ; <b>N40 G02 X48.336 Y30.622 R25 ;</b> N50 M05 ; N60 M09 ; N70 M30 ;	%45 (Siemens) N10 G00 G90 G54 X13.5 Y16.2 ; N20 G43 H1 Z10. ; N30 G01 Z-5. F120 ; <b>N40 G02 X48.336 Y30.622 R25 ;</b> N50 M05 ; N60 M09 ; N70 M30 ;
--	---

#### 1.1.3.4. Yay Merkezinin Yarıçap Bileşenleri Cinsinden İfadesi (I, J, K)

Oluşturulacak olan yayların farklı bir şekilde programlanma biçimi olduğunu söyleyebiliriz. Yayları genelde FANUC’ta R, SIEMENS’te B harfi ile gösteriyorduk. Yarıçap bileşenleri, yarıçap doğrusuna ait X, Y, Z eksenlerine paralel vektörlerdir. Yarıçap bileşenlerinden X eksenine paralel olanına I, Y eksenine paralel olanına J, ve Z eksenine paralel olanına ise K yarıçap bileşeni denir.

CNC işleme merkezlerinde XY (G17) düzlemi çok sık kullanıldığından I ve J bileşenleri kullanılmış oluyor. K yarıçap bileşeni Z ekseninde olduğundan daha az kullanılır. Yarıçap bileşenlerinin ön işaretleri takım iş parçası merkezine yaklaştığı zaman (-), yay merkezinden uzaklaştığı zaman (+) değerini alır. Şekil 1.3’te XY düzleminde I ve J yarıçap bileşenleri görülmektedir.

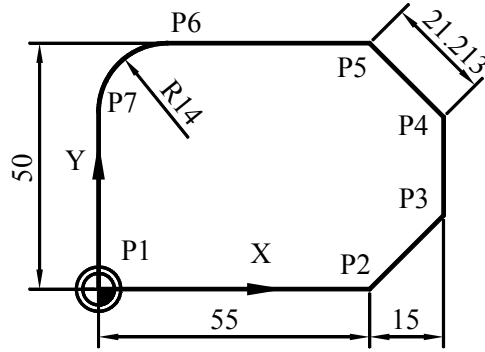


G03 X... Y... -I... -J... ; yada  
 G03 X... Y... R... ; Fanuc  
 G03 X... Y... B... ; siemens

G02 X... Y... I... J... ; yada  
 G02 X... Y... R... ; Fanuc  
 G02 X... Y... B... ; siemens

**Şekil 1.3 : XY Düzleminde I ve J yarıçap bileşenleri**

SIEMENS sistemine göre pah ve kavis ile ilgili uygulama yapalım. Şekil 1.4'teki uygulamanın programı farklı kodlar kullanılarak da yapılabilir.



**Şekil 1.4: Pah ve kavis uygulaması**

N40 X0 Y-14. R14 F100;	P5'ten P7 noktasına ve 14 mm'lik radyüs oluşturma.
------------------------	--

### 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'te 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 adete kadar M kodlarının belirtilmesine imkan 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

### 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 imkan sağlar.

### 1.2.2. Adresler (G ve M Kodları)

Fanuc kontrol ünitesinde kullanılan G kodları ve kodların anlamları Tablo 1,3'te 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		İstenen 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 halinde
G42		Takım yarıçap telafisi sağa hareket halinde
G43	08	Takım boyu düzeltme (+)
G44		Takım boyu düzeltme (-)
G49		Takım boyu düzeltme iptali
G53	00	Tezgâh koordinat sistemi seçimi
G54		1 nolu iş koordinat sistemi seçimi
G55		2 nolu iş koordinat sistemi seçimi
G56		3 nolu iş koordinat sistemi seçimi
G57		4 nolu iş koordinat sistemi seçimi
G58		5 nolu iş koordinat sistemi seçimi
G59	6 nolu 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		Klavuz 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/dak.
G96		Sabit kesme hızı (m/dak) seçilmesi
G97		Sabit devir sayısı (dev/dak) seçilmesi
G98	04	Başlangıç noktasına dönüş kodu
G99		Çevrimde başlangıç noktasına dönüş kodu

**Tablo 1.3. ISO sistemine göre G kodları**

CNC tezgâh sistemlerinde en çok kullanılan M yardımcı kodları Tablo 1,4'te verilmiştir. Bunların dışında tezgâh üreticisi kendisinde farklı anlamlara gelen M kodları da 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 1.4. 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 satırın kapatılması gerekir. FANUC ve SIEMENS sisteminde her satır (;) sembolü ile kapatılır. Böylece satırın, yani blokun (cümlelerin) bittiğini ifade eder. CNC tezgâhının kontrol paneli üzerinde genellikle EOB harfleri ile gösterilir. EOB (End Of Blok- Blok sonu) anlamına gelir.

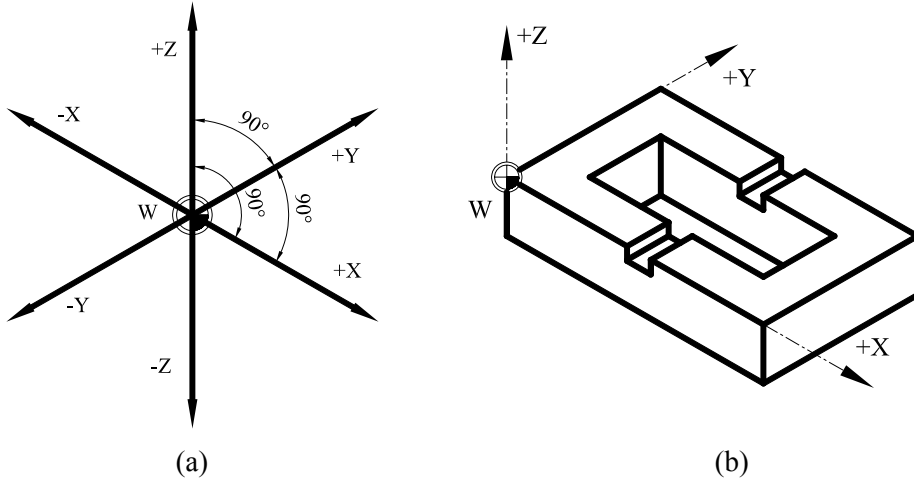
### 1.3. CNC Frezede Koordinat Sistemleri

CNC tezgâh ve sistemlerinde kesici takım, iş parçası, tezgâh ve makine olmak üzere dört ayrı koordinat eksenli 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 1.5). 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.

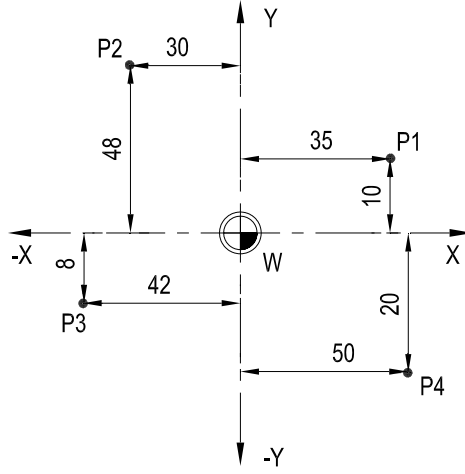


Şekil 1.5: (a) Üç eksenli koordinat sistemi

(b) İş parçası koordinat eksenleri

Şekil 1,6'da 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 1.6: İş parçası iki eksenli koordinat sistemi**

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

### 1.2.3. Tezgâh Koordinat Sistemi

Tezgâh koordinat sistemi, tezgâh imalatçısı tarafından belirlenen ve kullanıcı tarafından değiştirilemeyen koordinat noktasıdır (Şekil 1.7). İşlem sonunda ya da takım değişimi için genellikle takımın emniyetli bir noktaya gitmesini sağlamak için kullanılır.

M = Makinenin sıfır noktası

W = İşparçası sıfır noktası

F = Takımın sıfır noktası

R = Tezgâhın sıfır noktası

$W_x$  = İşparçası sıfır noktasının X değeri

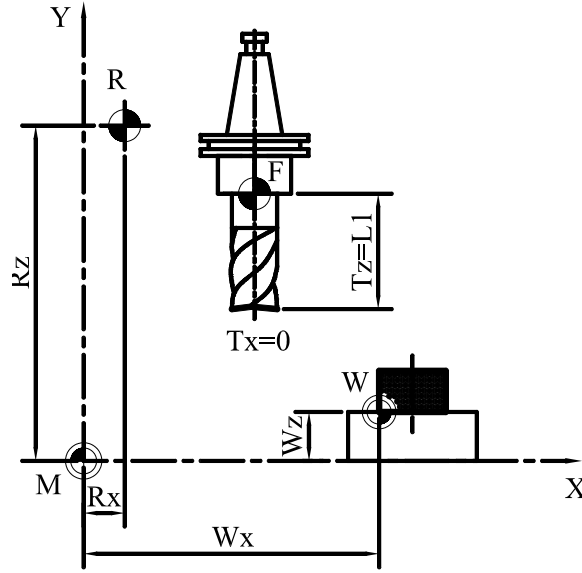
$W_z$  = İşparçası sıfır noktasının Z değeri

$R_x$  = Tezgâh sıfır noktasının X değeri

$R_z$  = Tezgâh sıfır noktasının Z değeri

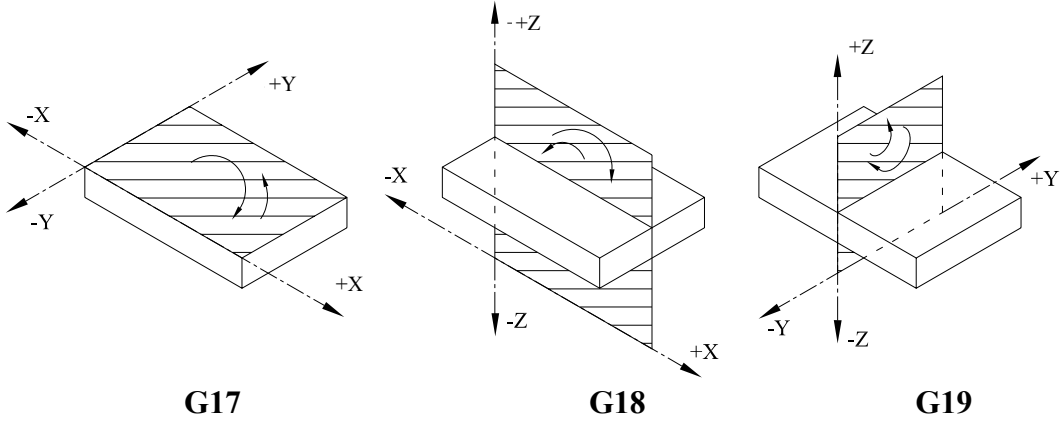
$T_x$  = Takım sıfır noktasının X değeri

$T_z$  = Takım sıfır noktasının Z değeri



**Şekil 1.7: Tezgah 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 1,8’de CNC freze tezgahı çalışma düzlemleri gösterilmiştir.



**Şekil 1.8: CNC freze tezgahı çalışma düzlemleri**

## UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<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 nokasını 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>➤ M06 kodunu kullanmadan önce M05 kodu kullanınız.</li><li>➤ Takım yarıçap telafisi (G41 veya G42) kullanımından sonra mutlaka iptal (G40) ediniz.</li><li>➤ Program yazarken sıfır rakamını (0) ve O harfini karıştırmayınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyunuz. Doğru düşündüğünüz cevabı işaretleyiniz.

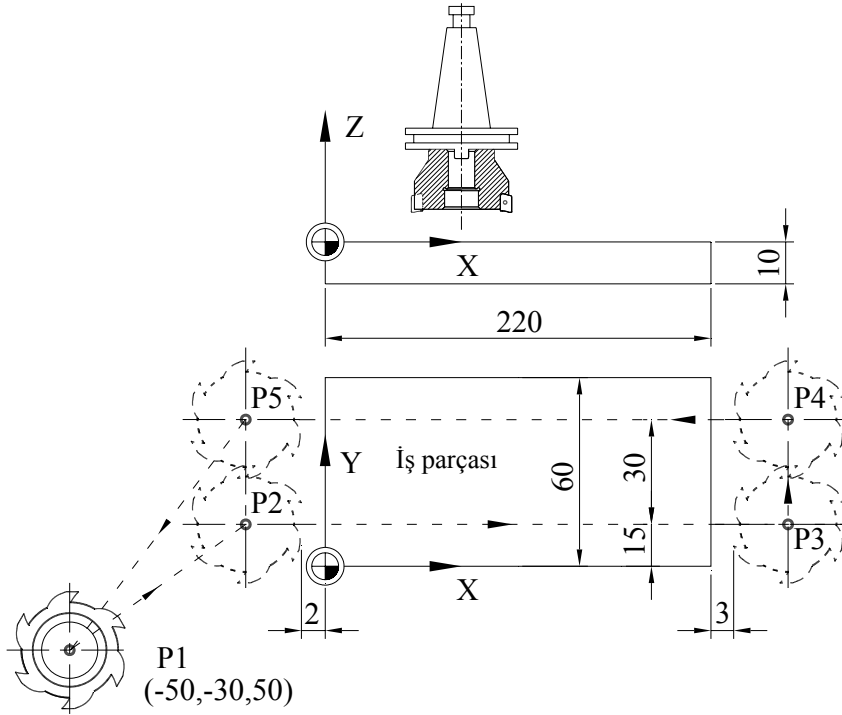
1. CNC program yapısında aşağıdakilerden hangisi daima en son satırda yer alır?
  - A.) Program numarası
  - B.) Teknolojik bilgiler
  - C.) Geometrik bilgiler
  - D.) Program sonu kodu
2. Bir makine parçasının tam olarak işlenebilmesi için gerekli olan bilgileri içeren yazılıma (komutlar, koordinatlar 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 2'şer 2'şer artarak ilerler.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Şekil 1.9'daki 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	DEĞERLENDİRME
Kullanılacak takım	40 mm çaplı freze çakısı
İş mili devir sayısı	500 dev/dak.
İlerleme hızı	80 mm/dak.
Talaş derinliği	1.5 mm
Hazırlık süresi	14 dak.



Şekil 1.9: Düzlem yüzey frezeleme uygulaması



Şekil 1.9'daki iş paçasının FANUC sistemine göre CNC programı

Satır no	Program kodları	Açıklama
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;	

## DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

Modülün Adı Konu Amaç	CNC Frezede Programlama CNC frezede programlama yapabileceksiniz.	Modül Eğitimi Alanın: Adı ve Soyadı		
Aşağıda listelenen davranışların her birinin yapılıp yapılmadığını gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa Evet kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz. Yapılmadıysa Hayır kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz.				
<b>DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ</b>			<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1	İş önlüğünü giyip, gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?			
2	Program numarasını verdiniz mi?			
3	Tezgah 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 tezgah referans noktasına gönderdiniz mi?			
13	Programın mantık ve yazım hatalarını kontrol ettiniz mi?			
DÜŞÜNCELER				

### DEĞERLENDİRME

Kontrol listesindeki davranışları sırasıyla uygulayabilmelisiniz. Uygulayamadığınız davranıştan diğer davranışa geçmek tezgah güvenliği açısından sakıncalı olacağından eksik gördüğünüz konuları tekrar etmelisiniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız faaliyeti tekrar etmelisiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bu modül ile uygun ortam ve araç-gereçler sağlandığında CNC frezede mutlak programlama yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Evinizde çay demlemek için ihtiyacınız olan malzemelerin birer listesini çıkartınız. Daha sonra çay demlemek için izlediğiniz sıralamayı satır satır yazınız. Bu işlemi yaparken hiçbir ayrıntıyı atlamadan yazmalısınız.

Yazdığınız bu liste ve sıralamayı çay demlemesini hiç bilmeyen bir arkadaşınıza vererek ondan çay demlemesini isteyiniz. Eğer arkadaşınız çayı demleyebilirse programınız hazır diyebilir miyiz?

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

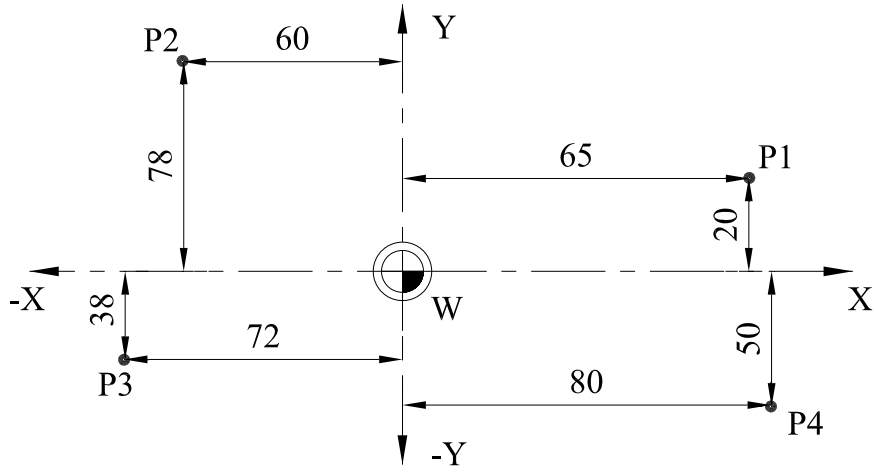
### 2.1. Mutlak Programlama Mantığı

Mutlak programlama yönteminde iş parçası üzerinde herhangi bir nokta orjin 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 (Orijin)	0.0	0.0
P1	65.00	20.00
P2	-60.00	78.00
P3	-72.00	-38.00
P4	80.00	-50.00

Tablo2.1 : 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 şarttır.

Örneğin P2 noktasının koordinatını yazmak için;

G90 X-60.00 Y78.00 veya ,

noktadan sonra sıfır rakamları yazılmayabilir.

G90 X-60. Y78.

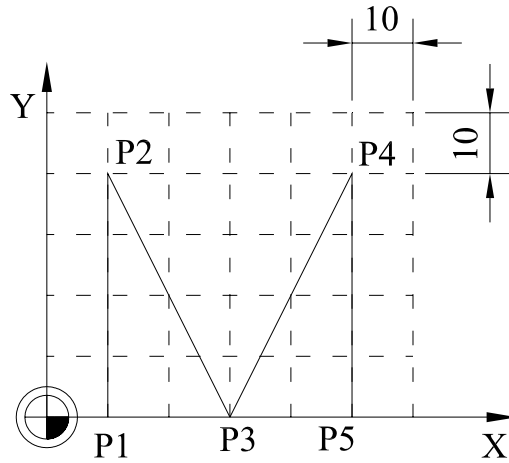
Örneğin P4 noktasının koordinatını yazmak için;

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 harfini W orijin noktasına göre mutlak koordinatlarını yazalım (Tablo 2.2).



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

Noktalar	Mutlak Programlama	Açıklama
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/dak 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 dahi yazılamazlar. Ancak kısa programlar elle yapılmaktadır. Özellikle zamandan tasarruf sağlayabilmek ve yaptığımız programın simülasyonunu izleyebilmek için CAD/CAM programları yoğun olarak kullanılmaktadır.

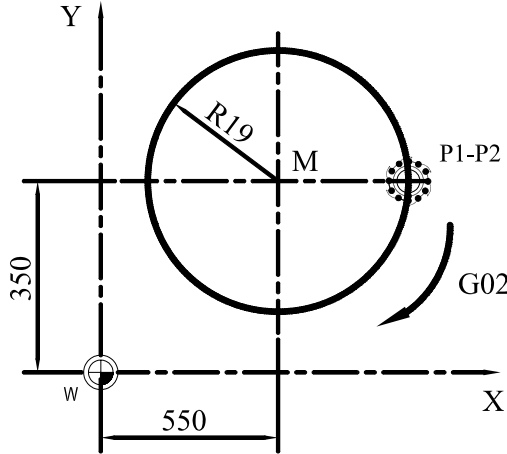
Şekil 2.2'deki M harfinin CNC programını FANUC sistemine göre elle yazalım.

Noktalar	Mutlak Programlama	Açıklama
W (Orijin)	N02 G54 ;	İş parçası sıfır noktası (W) seçilir.
	N04 T01 G94 ;	Takım seçimi ve ilerleme mm/dak. 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/dak 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.

**Tablo2.3 : Mutlak koordinat değerleri**

Eğer Şekil 2.2'deki M harfinin CNC programını SIEMENS sistemine göre yazmak istersek G kodlarını değiştirmeden satır sonu işaretini (LF), takım seçimini (T1 L6) ve takım adresini D adresinde yazacaktık.

N04 satırını T01 L6 ; olarak değiştirecekti. Alt satıra da D1 bir numaralı takım belirtilecekti. Şekil 2.3'te tam daire işlenmesi ile ilgili uygulama verilmiştir. Bu uygulamanın SIEMENS sistemine göre mutlak olarak programını hazırlayalım.

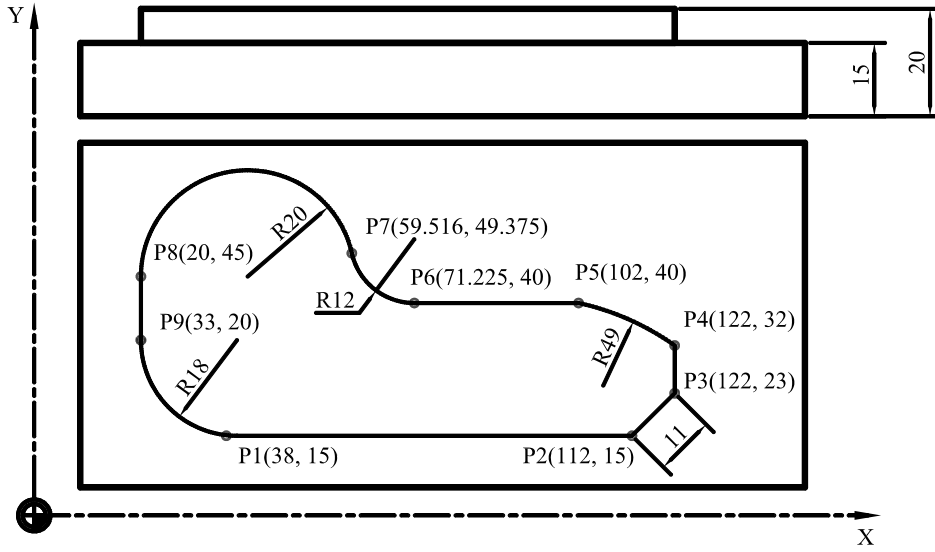


Şekil 2.3: Tam daire işleme uygulaması

Mutlak Programlama SIEMENS	Açıklama
%17	Program numarası 17'dir
N10 G00 G90 G54 X550. Y350. ;	Mutlak programlamaya göre daire merkezine hareket.
N20 S600 T10 M03 ;	Devir sayısı 600, takım numarası 10 ve iş mili dönüş yönü saat ibresi yönünde seçilir.
N30 G43 Z10. H10 ;	Takım boy telafisinin seçimi
N40 G01 Z-5. F200. ;	5 mm derinliğe 200 mm/dak hızla dalması
N50 G02 I-19. ;	Dairesel enterpolasyon. I değeri merkeze yaklaştığından - işareti alır.
N60 Z5. M5 ;	Takım parça sıfır noktasından 5 mm yukarı çıkar ve iş mili durur.
N70 M9 ;	Soğutma sıvısını kapama
N80 M30 ;	Program sonu ve program başa döner.

Tablo2.4 : 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 G43 Z50. H2 S1200 M3 G42 ;	
N30 G01 Z-5. F160. ;	
N40 X122. Y15. F100.;	P2 ve P3
N50 Y32. ;	P4
N60 G03 X102. Y40. R-49. ;	P5
N70 G01 X71.225 ;	P6
N80 G02 X59.516 Y49.375 R12. ;	P7
N90 G03 X20. Y45. R-20. ;	P8
N100 G01 Y33. ;	P9
N110 G03 X38. Y15. R18. ;	P1
N120 G00 G40 X0. Y0. ;	Referans noktası
N130 M9 ;	
N140 M5 ;	
N150 M30;	

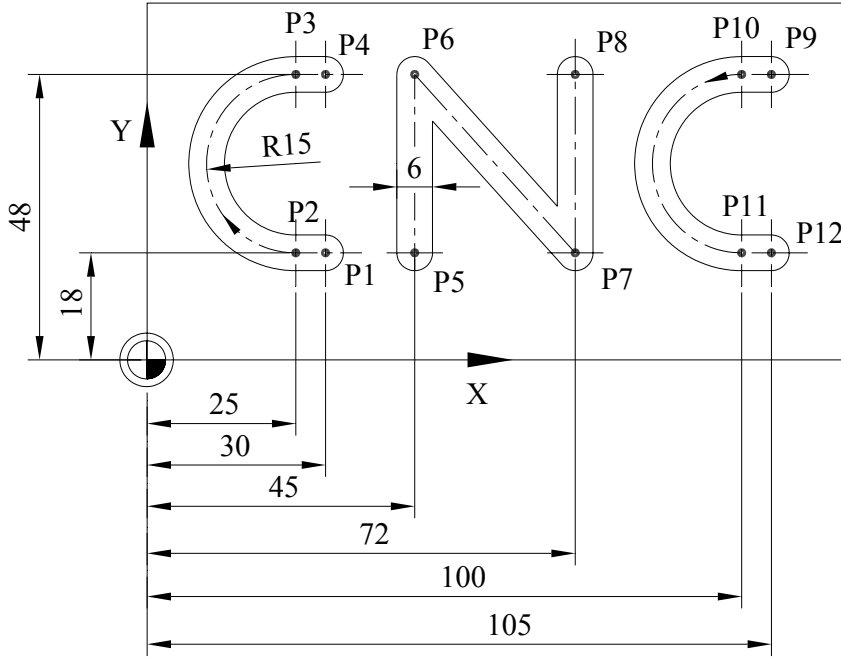
## UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ CNC frezede mutlak 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 mutlak programlama mantığını kavramaya çalışınız.</li><li>➤ Aynı satırda hangi kodların kullanıldığına dikkat ediniz.</li><li>➤ Bir dikdörtgen çizerek referans noktası belirleyiniz. Bu noktaya göre parçanın mutlak koordinatlarını çıkartınız.</li><li>➤ Mutlak programlamada tüm ölçülerin tek bir noktaya göre verildiğini unutmayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ CNC frezede mutlak programlama uygulamaları yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Birkaç değişik ölçüde dikdörtgen çizerek mutlak koordinatlarını yazınız. 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 olmalısınız.</li></ul>



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Şekil 2.5'te 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 6 mm çaplı parmak frezedir.



Şekil 2.5: CNC harflerinin mutlak koordinat noktaları

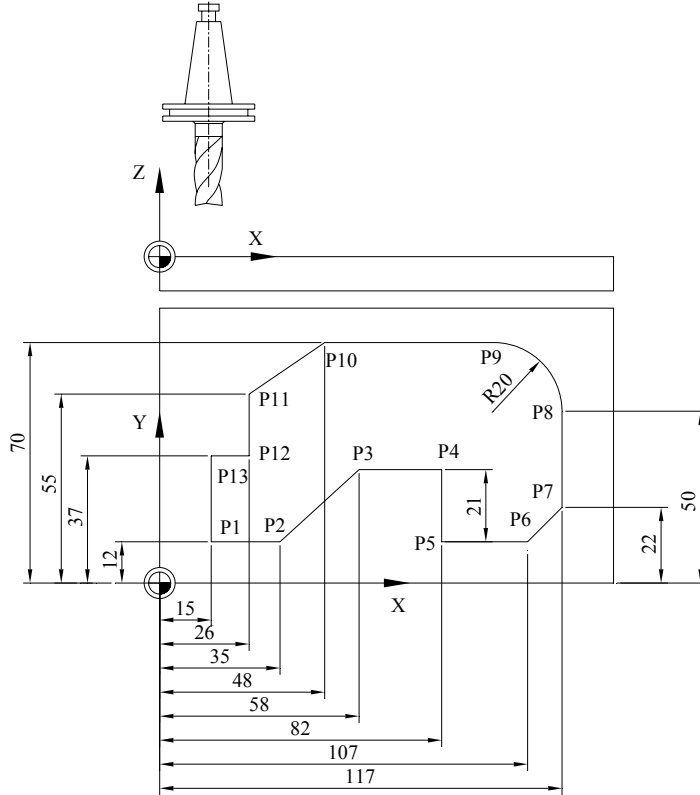
Soru no	Satır no	Program kodları	Açıklama
1-	N100	O..... (CNC);	Program numarasını 9999 olarak yazınız.
2-	N102		Metrik ölçü sistemini seçiniz.
3-	N104		Takımı, tezgah referans noktasına gönderiniz.
4-	N106		XY düzlemi, takım telafilerinin iptali, sabit çevrim kodunun iptali seçimini yapınız.
5-	N108		Beş numaralı takım seçimi ve değişimi yapınız.
6-	N110		İş koordinatını seçiniz. Mutlak koordinatlarda çalışma kodu seçiniz. Hızlı hareket ile P1 noktasına gidiniz.

7-	<b>N112</b>	Takım boyu telafi numarası 5 ve iş parçası yüzeyinden 50 mm yükseklikte emniyette durdurunuz.
8-	<b>N114</b>	İş mili saat ibresi yönünde ve 900 dev/dak olarak ayarlayınız.
9-	<b>N116</b>	Takım iş parçası referans yüzeyine getiriniz ve soğutma suyunu açınız.
10-	<b>N118</b>	Talaş derinliği 1mm ve ilerleme hızı 50 mm/dak olarak ayarlayınız.
11-	<b>N120</b>	Aynı ilerleme hızı ile P2 noktasına hareket
12-	<b>N122</b>	35mm/dak ilerleme hızı ile P3 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
13-	<b>N124</b>	P4 noktasına doğrusal ilerleme yapınız.
14-	<b>N126</b>	Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 10 mm uzaklaştırınız.
15-	<b>N128</b>	P5 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
16-	<b>N130</b>	Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar yaklaşınız.
17-	<b>N132</b>	35 mm/dak ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
18-	<b>N134</b>	P6 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
19-	<b>N136</b>	P7 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
20-	<b>N138</b>	P8 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
21-	<b>N140</b>	Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 10 mm uzaklaştırınız.
22-	<b>N142</b>	P9 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
23-	<b>N144</b>	Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar yaklaşınız.
24-	<b>N146</b>	35 mm/dak ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
25-	<b>N148</b>	P10 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
26-	<b>N150</b>	P11 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
27-	<b>N152</b>	P12 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
28-	<b>N154</b>	Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 50 mm uzaklaştırınız.
29-	<b>N156</b>	Soğutma suyunu kapatınız.
30-	<b>N158</b>	İş milini durdurunuz.
31-	<b>N160</b>	Takımı tezgah referans noktasına gönderiniz.
32-	<b>N162</b>	Program sonu ve başa dönme kodunu giriniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Şekil 2,6'daki 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	DEĞERLENDİRME
Kullanılacak takım	12 mm çaplı parmak freze çakısı
İş mili devir sayısı	450 dev/dak
İlerleme hızı	50 mm/dak



Şekil 2.6: Çevresel frezeleme uygulaması

## DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

### Kontrol Listesi

Modülün Adı Konu Amaç	CNC Frezede Programlama CNC freze tezgahları için mutlak programlama yapabileceksiniz.	Modül Eğitimini Alanın: Adı ve Soyadı		
Aşağıda listelenen davranışların her birinin yapılıp yapılmadığını gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa evet kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz. Yapılmadıysa hayır kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz.				
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ			Evete	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?			
11	Program sonunda iş milini durdurdunuz mu?			
12	Kesici takım tezgâh referans noktasına gönderdiniz mi?			
13	Programı mantık ve yazım hatalarını kontrol ettiniz mi?			
DÜŞÜNCELER				

### DEĞERLENDİRME

Kontrol listesindeki davranışları sırasıyla uygulayabilmelisiniz. Uygulayamadığınız davranıştan diğer davranışa geçmek tezgâh güvenliği açısından sakıncalı olacağından eksik gördüğünüz konuları tekrar etmelisiniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız faaliyeti tekrar etmelisiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Bu modül ile uygun ortam ve araç-gereçler sağlandığında CNC frezede artışı programlama yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

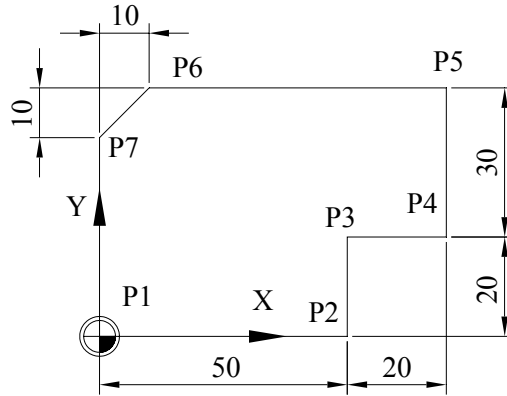
Çevrenizdeki işletmeler ya da internet aracılığı ile piyasada kullanılan CAD/CAM programlarını öğreniniz. Öğrendiğiniz programların üretici firmaları hakkında bilgi toplayınız. Bu programları üreten ülkeler sıralamasında ilk sırayı hangi ülke alıyor. Bunun nedenini sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

## 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 tek bir orijin ortadan kalkar. Orijin sürekli değişken olmuş oluyor. Artışlı programlama için G91 kodu kullanılır.

Şekil 3.1’de P1 noktasından x eksenini yönünde artışlı programlama mantığı ile koordinatlarını çıkartalım.



Şekil 3.1: Artışlı programlama uygulaması

<b>Noktalar</b>	<b>Artışlı Programlama</b>	<b>Açıklama</b>
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/dak 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**

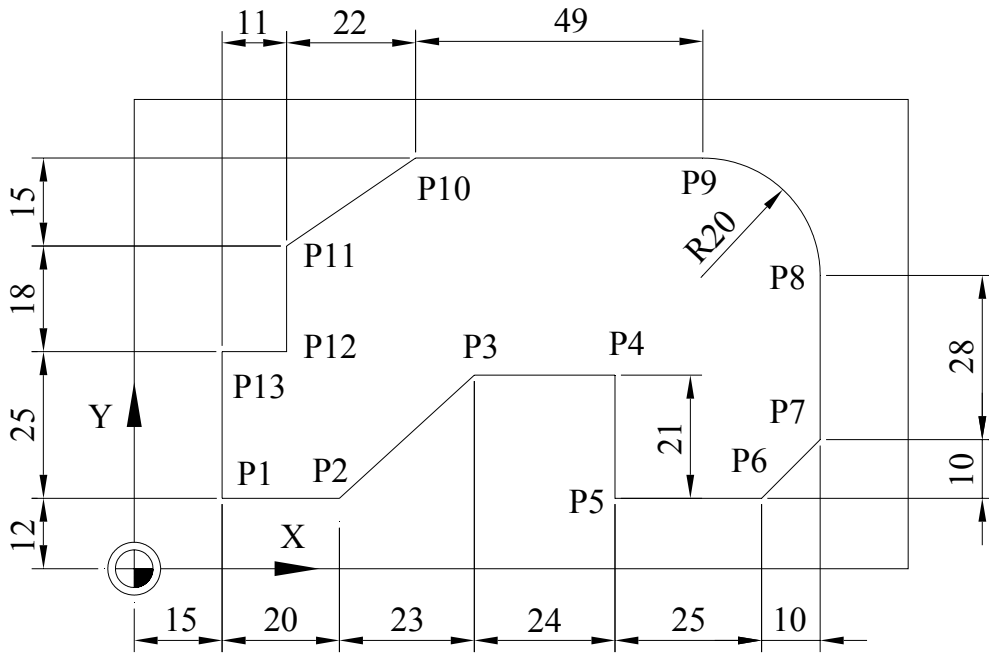
Artışlı programlama mantığında dikkat edilmesi gereken en önemli durum gidilen noktanın koordinatının, hareketin başlangıcına göre negatif yönde olup olmamasıdır. Yani koordinat değerinin negatif (-) olması gerekiyorsa işareti unutmamak gerekir.

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

Eğer bir ekseninde 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 bloкта 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 vererek 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/dak 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 X15. Y12. F100 ;	Takım P1 noktasına 100 mm/dak ilerleme ile hareket ettirilir.
N16 X20. ;	Takım P2 noktasına hareket eder.
N18 X23. Y21. ;	Takım P3 noktasına hareket eder.
N20 X24. ;	Takım P4 noktasına hareket eder.
N22 Y-21. ;	Takım P5 noktasına hareket eder.
N24 X25. ;	Takım P6 noktasına hareket eder.
N26 X10. Y10.	Takım P7 noktasına hareket eder.
N28 Y28. ;	Takım P8 noktasına hareket eder.
N30 G02 X-20. Y20. R20. ;	Dairesel interpolasyon yapar. P9
N32 G01 X-49. ;	Takım P10 noktasına hareket eder.
N34 X-22. Y-15. ;	Takım P11 noktasına hareket eder.
N36 Y-18. ;	Takım P12 noktasına hareket eder.
N38 X-11. ;	Takım P13 noktasına hareket eder.
N40 Y-25. ;	Takım P1 noktasına hareket eder.
N42 G90 G00 X0. Y0. Z50. ;	Takım iş parçasından 50mm Z ekseninde uzaklaştırılır.
N44 M30 ;	Program sona erer ve başa döner.

**Tablo2.2 : Artışlı koordinat değerleri**

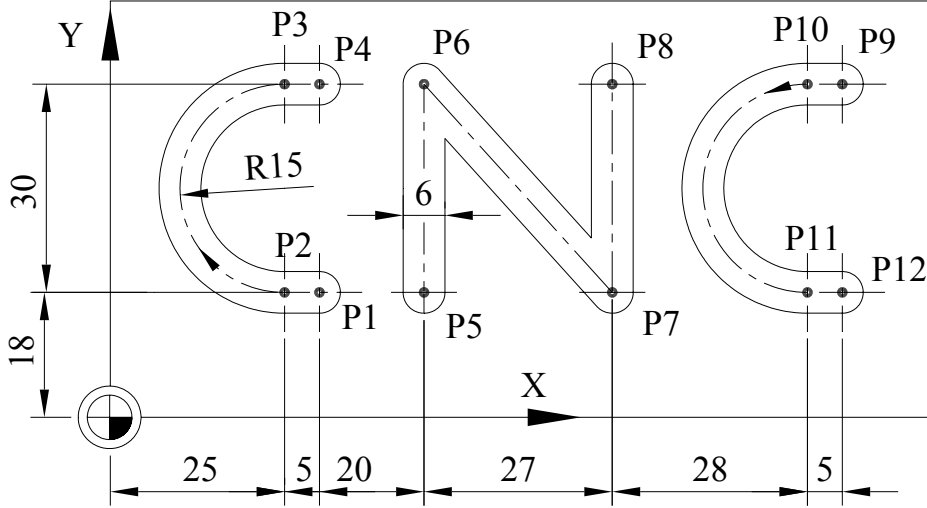


## UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<p>➤ CNC frezede artışı programlama temellerini öğreniniz.</p>	<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>➤ Bir dikdörtgen çizerek referans noktası belirleyiniz. Bu noktaya göre parçanın mutlak koordinatlarını çıkartınız.</li><li>➤ Artışı programlamada tüm koordinatların bulunduğu noktaya göre tanımlandığını unutmayınız.</li></ul>
<p>➤ CNC frezede artışı programlama uygulamaları yapınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Birkaç değişik ölçüde dikdörtgen çizerek mutlak koordinatlarını yazınız. 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>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Şekil 3.3'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.



Şekil 3.3: CNC harflerinin artışı koordinat noktaları

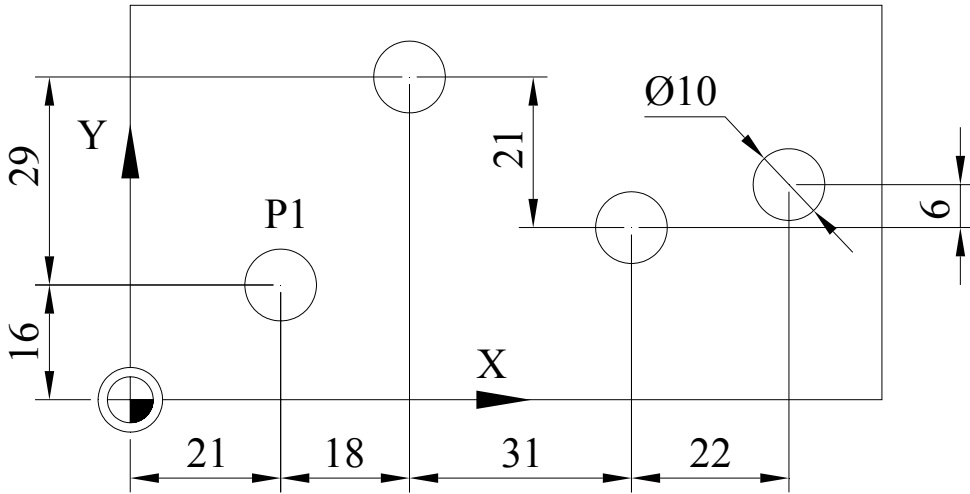
Soru no	Satır no	Program kodları	Açıklama
1-	N100		Program numarasını 1234 olarak yazınız.
2-	N102		Metrik ölçü sistemi seçiniz.
3-	N104		Takımın tezgah referans noktasına gönderiniz.
4-	N106		XY düzlemi, takım telafilerinin iptali, sabit çevrim kodunun iptali seçimini yapınız.
5-	N108		Dört numaralı takım seçimi ve değişimi yapınız.
6-	N110		İş koordinatı seçiniz. Mutlak koordinatlarda çalışma kodu seçiniz. Hızlı hareket ile referans noktasına gidiniz.
7-	N112		Takım boyu telafi numarası 4 ve iş parçası yüzeyinden 5 mm yükseklikte emniyette durdurunuz.
8-	N114		İş mili saat ibresi yönünde ve 1500 dev/dak olarak ayarlayınız.
9-	N116		Takımı iş parçası referans yüzeyine getiriniz ve soğutma suyunu açınız.

10-	N118	Artışlı programlama kodunu seçiniz.
11-	N120	P1 noktasına 200 mm/dak ilerleme ile gidiniz.
12-	N122	Talaş derinliği 1 mm ve ilerleme hızı 50 mm/dak olarak ayarlayınız.
13-	N124	Aynı ilerleme hızı ile P2 noktasına hareket
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/dak 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/dak 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 soyunu kapatınız.
32-	N162	İş milini durdurunuz.
33-	N164	Takımı tezgah referans noktasına gönderiniz.
34-	N166	Program sonu ve başa dönme kodunu giriniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Şekil 3.4'teki uygulamada 10 mm çapında bir matkap kullanılacaktır. İş parçası ölçüleri, iş parçası referans noktası şekilde gösterilmiştir. Buna göre artışlı programlama mantığı yoluyla takım yolunu çıkartınız.

İŞLEMLER	DEĞERLENDİRME
Kullanılacak takım	10 mm çaplı matkap
İş mili devir sayısı	350 dev/dak
İlerleme hızı	50 mm/dak



Şekil 3.4: Delik delme uygulaması

## DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

Modülün Adı Konu Amaç	CNC Frezede Programlama CNC freze tezgahları için mutlak programlama yapabileceksiniz.	Modül Eğitimi Alanın:  Adı ve Soyadı		
Aşağıda listelenen davranışların her birinin yapılıp yapılmadığını gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa evet kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz. Yapılmadıysa hayır kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz.				
<b>DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ</b>			<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1	Program numarası verdiniz mi?			
2	Tezgah referans noktasına gönderdiniz mi?			
3	Kesici takım seçimi yaptınız mı?			
4	Uygun devir sayısı ve iş mili dönüş yönü doğru seçtiniz mi?			
5	İş parçası referans noktası seçtiniz mi?			
6	Programa başlamadan önce takım telafilerini iptal ettiniz mi?			
7	Artışlı program kodunu yazdınız mı?			
8	Talaş derinliğini verdiniz mi?			
9	Soğutma sıvısı açma ve kapama işlemini yaptınız mı?			
10	Artışlı programlama yöntemine göre koordinatları verdiniz mi?			
11	Program sonunda iş milini durdurdunuz mu?			
12	Kesici takım tezgah referans noktasına gönderdiniz mi?			
13	Programın mantık ve yazım hatalarını kontrol ettiniz mi?			
DÜŞÜNCELER				

### DEĞERLENDİRME

Kontrol listesindeki davranışları sırasıyla uygulayabilmelisiniz. Uygulayamadığınız davranıştan diğer davranışa geçmek tezgâh güvenliği açısından sakıncalı olacağından eksik gördüğünüz konuları tekrar etmelisiniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız faaliyeti tekrar etmelisiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

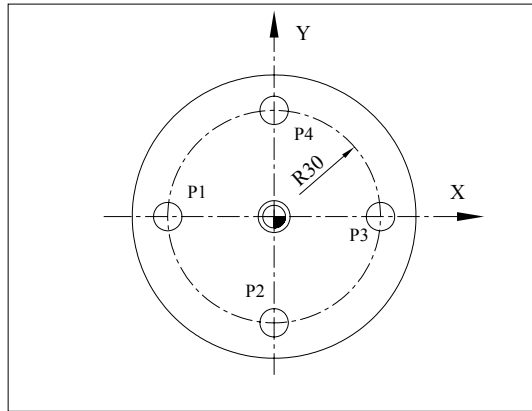
Çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyunuz. Doğru düşündüğünüz cevabı işaretleyiniz.

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?
  - Artışlı programlama
  - Mutlak programlama
  - Hem artışlı hem mutlak programlama
  - Açısal programlama
- Yukarıdaki CNC programında hangi satırda hata vardır?
  - N1
  - N2
  - N3
  - N4
- CNC programda kaç numaralı kesici takım seçilmiştir?
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
- Yukarıdaki CNC program ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?
  - Mutlak programlama yöntemi seçilmiştir.
  - Devir sayısı 900 olarak ayarlanmıştır.
  - Tezgâh referans noktasına gönderilmiştir.
  - Takım iş parçasına 5 mm ve hızlı ilerleme ile yaklaşmaktadır.

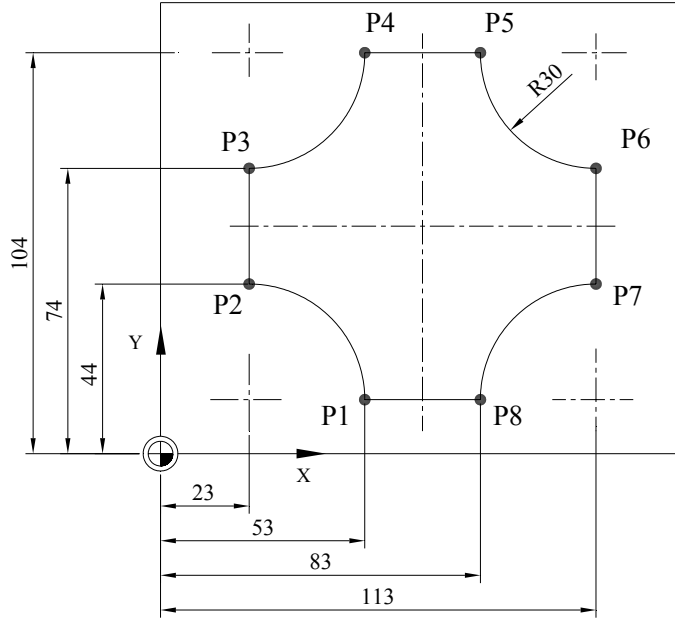
5. Aşağıdaki G fonksiyonlarından hangisi kalıcı (modal) gruba girmez?
- A.) G01  
B.) G02  
C.) G03  
D.) G04
6. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
- A.) Bir blokta aynı gruptan yanlılıkla G kodu yazılmışsa en son yazılan kod geçerlidir.  
B.) G kodlarının önündeki sıfır (0) yazılmayabilir.  
C.) Listede olmayan G kodu programda kullanılırsa, kumanda ünitesi alarm verir.  
D.) Bir blokta aynı gruptan bir çok 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 ;
8. Şekil 3.5'te görüldüğü gibi tezgah tablası üzerine iş parçası yerleştirilmiştir. Parça üzerinde çapı 8 mm olan matkap kullanılarak delik delme işlemi yapılacaktır. Buna göre CNC programını hem mutlak hem de artışı olarak yapınız.



Şekil 3.5: Delik delme uygulama parçası

## MODÜL PERFORMANS TESTİ

1. Şekil 3.6'da resmi verilen parçanın mutlak ve artışı programlama yöntemini kullanarak CNC programını hazırlayınız.
2. Artışı programlama yöntemine göre resmi tekrar çizerek ölçülendirmesini yapınız.



Şekil 3.6: Uygulama parçası



## DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

Modülün Adı	CNC Frezede Programlama	Modül Eğitimi		
Konu	CNC frezede mutlak ve artışı	Alanın:		
Amaç	programlama yapabileceksiniz.	Adı ve Soyadı		
Aşağıda listelenen davranışların her birinin yapılıp yapılmadığını gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa evet kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz. Yapılmadıysa hayır kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz.				
<b>DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ</b>			<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1	İş önlüğünü giyme alışkanlığı kazanabilme,			
2	Program numarası verme,			
3	Takımı tezgah referans noktasına gönderebilme,			
4	Kesici takım seçimi yapabilme,			
5	Uygun ilerleme hızı seçimi yapabilme,			
6	Uygun devir sayısı ve iş mili dönüş yönü seçebilme,			
7	İş parçası referans noktası seçebilme,			
8	Programa başlamadan önce takım telafilerini iptal edebilme,			
9	Mutlak ya da artışı program kodunu yazabilme,			
10	Uygun talaş derinliğini verebilme,			
11	Soğutma sıvısı açma ve kapama işlemini yapabilme,			
12	Artışı programlama yöntemine göre koordinatları yazabilme,			
13	Program sonunda iş milini durdurabilme,			
14	Kesici takım tezgâh referans noktasına gönderebilme,			
15	Programın mantık ve yazım hatalarını kontrol edebilme,			
DÜŞÜNCELER				

### DEĞERLENDİRME

Kontrol listesindeki davranışları sırasıyla uygulayabilmelisiniz. Uygulayamadığınız davranıştan diğer davranışa geçmek tezgâh güvenliği açısından sakıncalı olacağından eksik gördüğünüz konuları tekrar etmelisiniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız faaliyeti tekrar etmelisiniz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

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

Şekil 1.6'daki iş parçasının CNC programı

Satır no	Program kodları	Açıklama
N100	O0050 (düzlem yüzey frezeleme);	Program numarası 50'dir. Parantez içinde program açıklaması yazılabilir.
N102	G21;	Metrik ölçü sistemi seçilmiştir. Bu kod tezgahlarda otomatik olarak seçili olduğundan yazılmayabilir.
N104	G28 G91 X0 Y0 Z0;	Takımın tezgah 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 telafi numarası 1 ve iş parçası yüzeyinden 50 mm yükseklikte emniyette durma.
N114	M03 S500;	İş milinin saat ibresi yönünde ve 500 dev/dak 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/dak.
N120	G01 X-22. Y15.;	Aynı ilerleme hızı ile P2 noktasına hareket.
N122	G01 X243. F80 ;	80 mm/dak 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 tezgah referans noktasına gönderme.
N136	M30;	Program sonu ve başa dönme.

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

Soru no	Satır no	Program kodları	Açıklama
1-	N100	O9999 (CNC);	Program numarasını 9999 olarak yazınız.
2-	N102	G21;	Metrik ölçü sistemi seçiniz.
3-	N104	G28 G91 X0 Y0 Z0;	Takımın tezgah referans noktasına gönderiniz.
4-	N106	G00 G17 G40 G49 G80 ;	XY düzlemi, takım telafilerinin iptali, sabit çevrim kodunun iptali seçimini yapınız.
5-	N108	T5 M6 (parmak freze çap 6) ;	Beş numaralı takım seçimi ve değişimi yapınız.
6-	N110	G54 G90 G00 X30. Y18. ;	İş koordinatı seçiniz. Mutlak koordinatlarda çalışma kodu seçiniz. Hızlı hareket ile P1 noktasına gidiniz.
7-	N112	G43 H5 Z50. ;	Takım boyu telafi numarası 5 ve iş parçası yüzeyinden 50 mm yükseklikte emniyette durdurunuz.
8-	N114	M03 S900 ;	İş mili saat ibresi yönünde ve 900 dev/dak olarak ayarlayınız.
9-	N116	G00 Z0. M08 ;	Takım iş parçası referans yüzeyine getiriniz ve soğutma suyunu açınız.
10-	N118	G01 Z-1. F50. ;	Talaş derinliği 1 mm ve ilerleme hızı 50 mm/dak olarak ayarlayınız.
11-	N120	G01 X25. ;	Aynı ilerleme hızı ile P2 noktasına hareket.
12-	N122	G03 X25. Y48. R15. F35. ;	35 mm/dak ilerleme hızı ile P3 noktasına dairesel interpolasyon ile gidiniz.
13-	N124	G01 X30. ;	P4 noktasına doğrusal ilerleme yapınız.
14-	N126	G00 Z10. ;	Takımı hızlı hareket kodu ile Z ekseninde 10 mm uzaklaştırınız.
15-	N128	G00 X45. Y18. ;	P5 noktasına hızlı ilerleme ile gidiniz.
16-	N130	G00 Z1. ;	Z ekseninde parçaya 1 mm kalana kadar yaklaşınız.
17-	N132	G01 Z-1. F35. ;	35 mm/dak ilerleme hızı ile 1 mm talaş derinliği veriniz.
18-	N134	G01 Y48. ;	P6 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.
19-	N136	X72. Y100. ;	P7 noktasına doğrusal hareket ile gidiniz.

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

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3 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 tezgah 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 mili saat ibresi yönünde ve 1500 dev/dak 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/dak ilerleme ile gidiniz.

12-	N122 Z-1. F50 ;	Talaş derinliğini 1 mm ve ilerleme hızı 50 mm/dak olarak ayarlayınız.
13-	N124 X-5. ;	Aynı ilerleme hızı ile P2 noktasına hareket.
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/dak 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/dak 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 tezgah referans noktasına gönderiniz.
34-	N166 M30;	Program sonu ve başa dönme kodunu giriniz.

## KAYNAKÇA

- GÜLESİN M., GÜLLÜ A., AVCI Ö., AKDOĞAN G., **CNC Torna ve Freze Tezgahlarının Programlanması**, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, 2005.
- AKKURT Mustafa, **Bilgisayar Destekli Takım Tezgahları (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**, M.E.B., Evren Offset A.Ş., Ankara, 1994.
- ERGÜN Mehmet, **Sayısal Kontrollü Tezgahlar ve Programlama Prensipleri**, Mercan Ofset Ambalaj San.Tic., İzmir, 2004.
- ETİK Mehmet, **CNC Takım Tezgahları ve Johnford CNC İşleme Merkezi**, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Lisans Tezi, İstanbul, 1999.
- ETİK Mehmet, **Ders Notları**, (uygulama çizimleri bilgisayar destekli çizim ortamında hazırlanmıştır), 2005.
- 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 İle İşlemeye Giriş**, Senior Lecturer in the Department of Technology Readying College of Technology, M.E.B., Etam A.Ş. Matbaa Tesisleri, Eskişehir, 1994.
- GIBBS David, T.Eng. MIED, **CNC Parça Programlama**, Senior Lecturer in the Department of Technology Readying College of Technology, M.E.B., Etam A.Ş. Matbaa Tesisleri, Eskişehir, 1994.
- <http://www.ankacnc.com/> (Erişim tarihi: Haziran 2005)
- <http://www.fanuc.co.jp/en/product/cnc/30i31i32i/index.html> (Erişim tarihi: Haziran 2005)
- İNCEOĞLU Zülfü, **Cnc Takım Tezgahlarında Programlama Esasları**, Erkam Matbaası, İstanbul, 2005.
- LEATHAM B., BTECH J., PGCE, **Bilgisayarlı Nümerik Kontrol Konusuna Giriş**, Head of Department of Engineering Worcester Technical College, M.E.B., İstanbul, 1997.
- Sinumerik & simodrive Automation Systems for Machine Tools Catalog NC 60 2004 Siemens AG 2004.
- TAICHUNG Hsien, Shen Kang HSIANG, Shen Chou Rd., Johnford, **Vertical Machining Centers Instruction Manual**, Roundtop Machinery Industries Co., Ltd. 232-1, Taiwan. R.O.C.