

Okan Üniversitesi MYO

MUTK215

HAVACILIKTA İMALAT İŞLEMLERİ

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoglu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

DERS 12

Havacılıkta İmalat İşlemleri

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

<http://okanuni.eren.xyz>

Web adresinden indirebilirsiniz.

MUTK215 – Havacılıkta İmalat İşlemleri

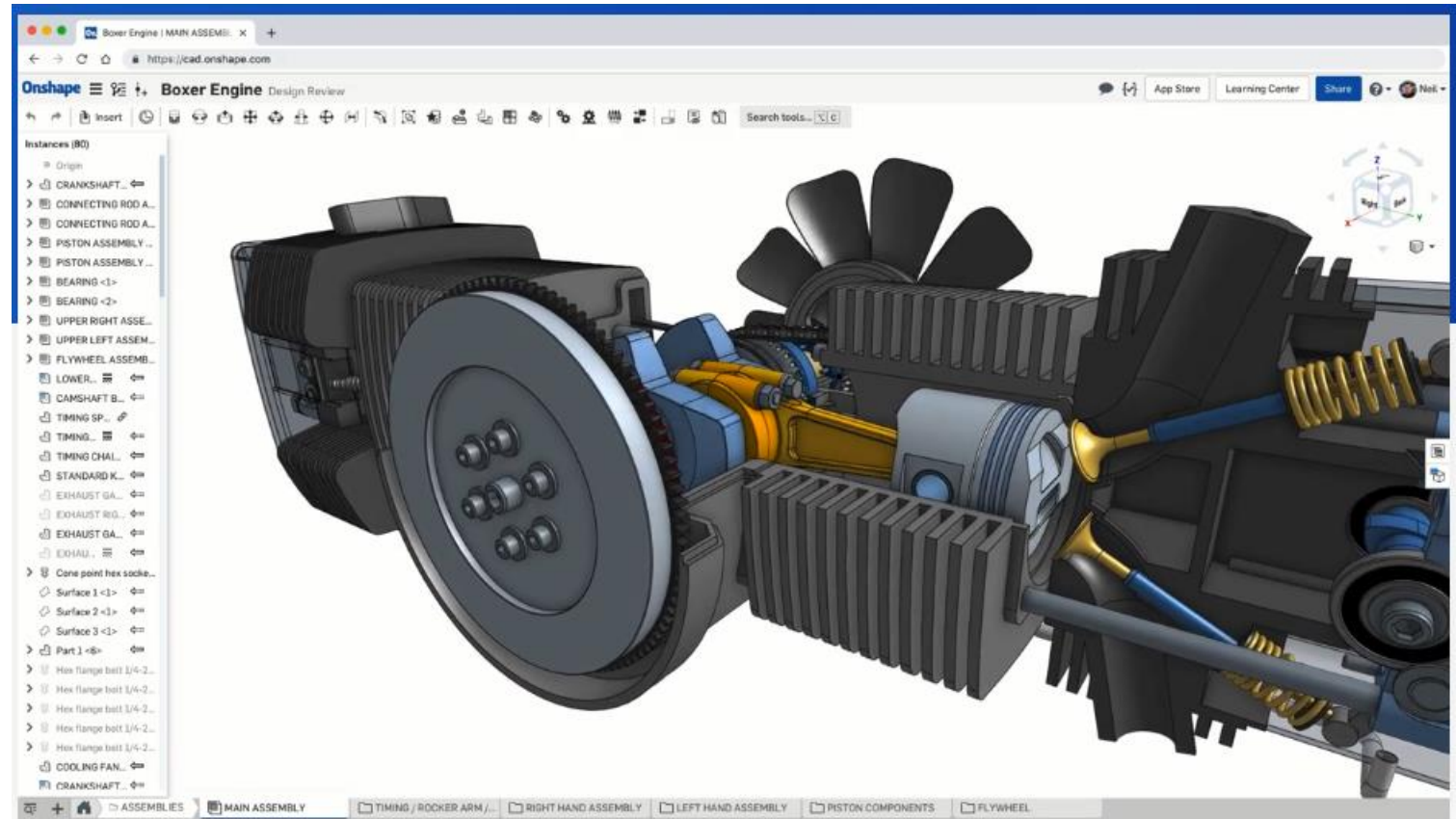
CAD / CAM / CNC

CAD / CAM

- **CAD: Computer Aided Design** kelimelerinin baş harflerinden oluşan kısaltmadır. Bilgisayar Destekli Tasarım anlamına gelmektedir.
- **CAM: Computer Aided Manufacturing** kelimelerinin baş harflerinden oluşan kısaltmadır. Bilgisayar Destekli İmalat anlamına gelmektedir.

CAD Yazılımları

- AutoCAD
- Autodesk Inventor
- SolidWorks
- FreeCAD
- Onshape
- PTC Creo
- CATIA
- Siemens NX

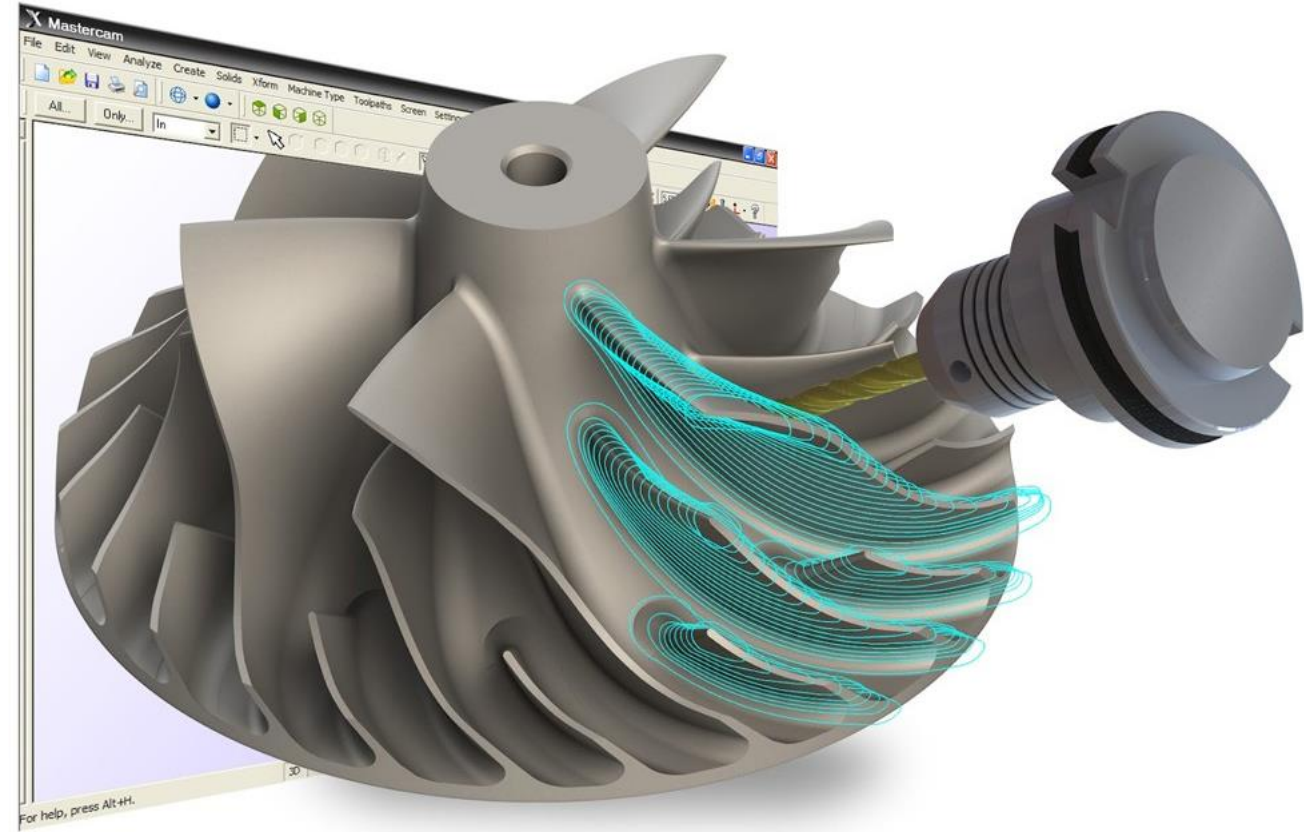


CAD Yazılımları (en yaygın)

- AutoCAD.....2 Boyutlu (2D) uygulamalarda daha çok tercih edilir
- Autodesk Inventor...3B mekanik tasarım için uygun
- SolidWorks.....kullanıcı dostu ara yüz, yaygınlık, uygun fiyat
- FreeCAD.....ücretsiz, açık kaynaklı
- **Onshape.....cloud uygulaması, kurulum gerektirmez, kolay kullanım**
- PTC Creo.....alternatif, uygun fiyat
- CATIA.....otomotiv ve havacılıkta tercih edilir, yüksek fiyat
- Siemens NX.....otomotiv ve beyaz eşya sanayi tercih, yüksek fiyat

CAD >> CAM >> CNC

- CAD ile kavramsal (geometrik) tasarımı oluşturulan model, CAM ile üretim aşamasına girer.
- Daha önce boyut ve şekil olarak CAD yazılımları ile tasarımı yapılan ürünün CNC tezgahlarda imal edilebilmesi için CAM ile programlama gerekir.



CAD >> CAM >> CNC

- CAM programları sayesinde üretilecek parçaların programı bir defa yazıldıktan sonra bilgisayar kontrollü tezgâhlar sayesinde otomatik olarak üretimleri yapılır.
- **CNC teknolojisi** sayesinde, parça işleme bilgisayar ile yapıldığından, geleneksel (manuel) torna, freze gibi teknolojilere nazaran daha hızlı, daha hatasız ve daha düşük maliyetli sonuçlar elde edilir.
- Ayrıca elle yapılamayacak kadar detaylı geometrilerin işlenmesine ve neredeyse kusursuz olarak üretilmesine olanak sağlar.

CAD >> CAM >> CNC

Stok Modelden



Hedef Modele

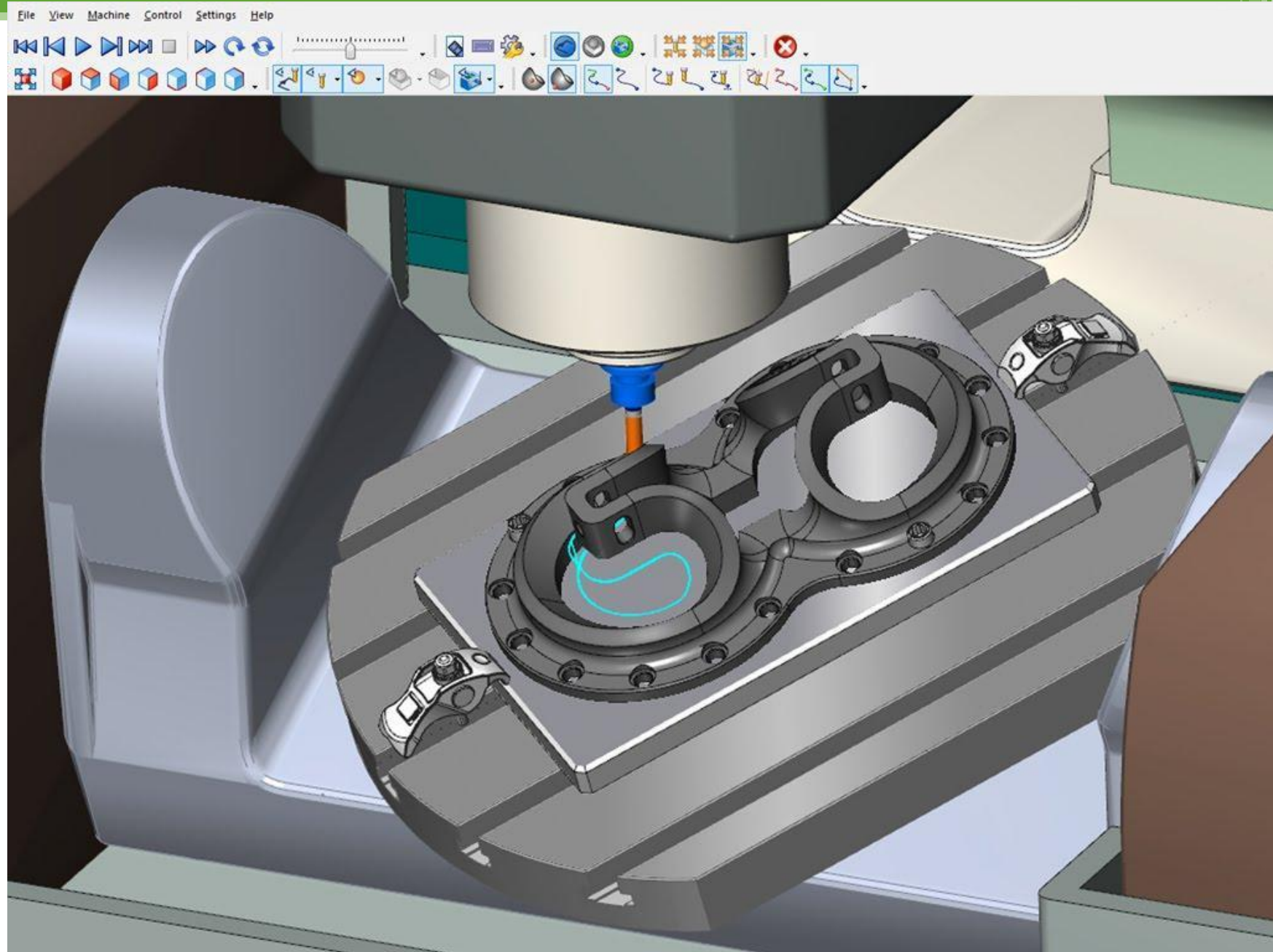
CAM'de öncelikle, CAD'den alınan tasarım modeli için ölçüler verilerek veya otomatik olarak bir stok model oluşturulur. Stok model, parçanın işlenmeden önceki yarı mamul halidir. Başka bir deyişle hedef modele ulaşmak için simülasyonda kullanılan CNC tezgahına bağlanacak parçadır. Hedef model ise parçanın CNC tezgahından çıkan işlenmiş halidir. Hedef modele ulaşmak için stok model üzerinde yapılacak işlemler, uygun takımlar ve uygun takım yolları belirlenir. CAM'de yapılan işlemlerin simülasyonu izlenir ve dalmalar varsa düzeltilerek takım yolları doğrulanır.

CAM

- ✓ Bilgisayar destekli üretim, sıklıkla parça üretimi sırasında tezgâh ve makinelerin bilgisayar programı kullanılarak kontrol edilmesi olarak tanımlanır. CAM ayrıca genel olarak planlama, yönetim, taşıma ve depolama da dahil olmak üzere bir üretim tesisinin tüm işlemlerine yardımcı olacak bir bilgisayar programının kullanılması olarak da gösterilebilir.
- ✓ CAM ile yapılan üretimlerde enerji tüketimi azalırken, daha düşük toleranslı ve kesin boyutlu parçalar elde edilir. Ayrıca kesin ve hatasız bir üretim yolu olduğundan ham madde gerektiği miktarda kullanılır ve üretim sonucunda oluşan atık parça miktarı en aza indirilir. Bunun sonucunda daha hızlı ve ekonomik bir üretim sağlanmış olur.

CAM

CAM yazılımları ile yapılacak imalat işleminin simülasyonu yapılır.



CAM

- CAM genel olarak bilgisayar destekli tasarım programları (CAD software) ile hazırlanan modellerin, o programların içerdikleri araçlar sayesinde bir otomatik nümerik kontrol (CNC) programlama aracı olarak düşünülse de; üretim mühendislerine, CNC programcılarına ve ustalara olan ihtiyacı ortadan kaldırmaz.
- CAM, kullanıcılara sunduğu simülasyon ve optimizasyon araçları ile bu alanda çalışanların üretkenliğini arttırır ve daha yaratıcı sonuçlar ortaya koymalarını sağlar.

CAM

CAM programları vasıtasıyla çıkartılan takım yolları APTSource ya CL (Cutter Location) Data Format dosya şekillerindedir. Tüm kesme bilgisi CL-Data dosyasında saklanır. Fener mili hızı, kesme, dalma ve geri çıkma ilerlemeleri, soğutma sıvısı kullanımı ve hepsinden önemlisi uygulanacak takım hareketleri CL-Data dosyasında bulunur.

APT (programming language): Automatically Programmed Tool

CL-Data: Cutter Location Data

CAM

APTSource ve CL-Data dosyası işlemi CAM programı ile yaratılır buna rağmen doğrudan takım tezgahında kullanılmak için uygun değildir. CNC tezgahlar işlem için NC kodlarını (G- kodu da denir.) algılar. Bu yüzden CL-Data “postprocess” denen operasyonla G-kodlarına dönüştürülmek zorundadır. Postprocess, CL-Data formatını G-kod formatına çevrildiği adımdır. Çıkarılan G-kod doğrudan tezgahta kullanılır. G-kod sayısal denetimli tezgahlar için Elektronik Sanayi Kurumu (EIA) tarafından önerilen standarttır (EIA RS 274 D).

CL-Data >>> *Postprocess operasyonu* >>> G-Kodu formatı

CAM

ÖNEMLİ NOT

- CL-Data formatında takım tezgahı parametreleri (özellikleri/değişkenleri) tanımlanmamaktadır.
- Tezgah parametreleri dikkate alınmadan aynı G-kodları farklı tezgahlarda kullanılmamalıdır! (Hasara ve malzeme zayiatına neden olabilir.)

CAD/CAM

- Eskiden tamamen CAD'den farklı olarak sunulan **CAM programları**, gelişen ihtiyaçlar doğrultusunda günümüzde CAD/CAM şeklinde paket programlar halinde sunulmaya başlanmıştır. Paket halinde sunulan **CAD/CAM programları**, kullanıcıya arayüz bakımından kolaylık sunar.



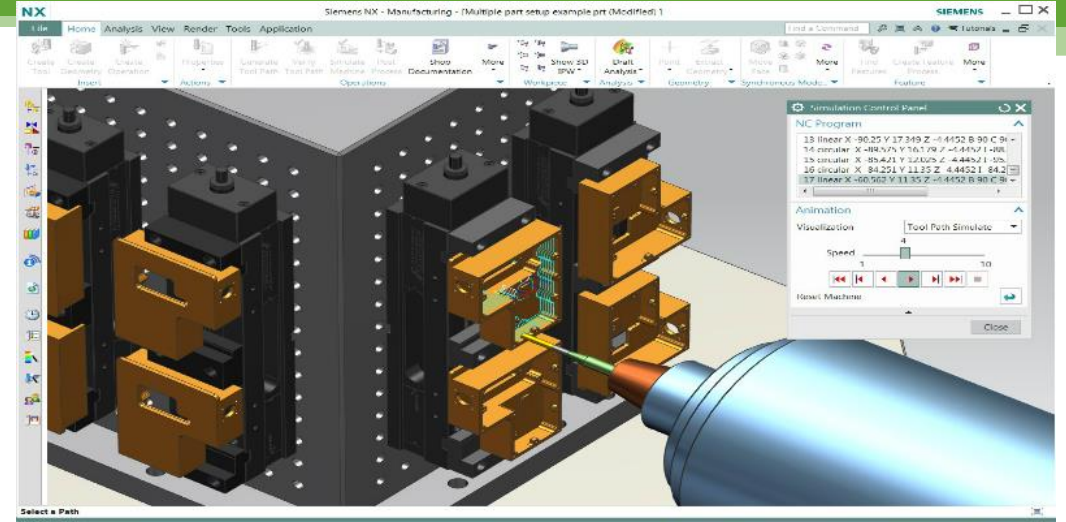
CAD/CAM Programları

- **CAD CAM programları** üretimi yapılacak ürünün özelliğine, tasarımı yapacak personelin yetkinliğine ve üretimi yapacak şirketin şartlarına göre değişiklik gösterebilir. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan CAD CAM programlarından bazıları CATIA, Siemens NX (UniGraphics), SolidCAM ve CamWorks'tür.
- Her sektörde yapılacak üretime ve her ihtiyaca yönelik CAM programı bulmak mümkündür. Örneğin otomotiv sektöründe yapılan üretimlerinde CATIA, Siemens NX gibi programlar başı çekerken, onlara nazaran daha küçük üretimlerin yapıldığı yerel sektörlerde SolidCAM kullanılabilir.

CAD/CAM Programları

- GibbsCAM, PTC Creo CAM Software, Cimatron, ColorCAM, WorkNC, Delcam, MazaCAM, **MasterCAM**, NC-CAM, PowerMILL, SmartCAM, SprutCAM, TopSolid gibi pek çok **CAD/CAM yazılımı** bulunmaktadır.
- En çok tercih edilen **CAM programları listesi** ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Örneğin resmi satış rakamlarına göre dünyada en çok satılan CAM programı olan GibbsCAM, Türkiye’de CATIA, Siemens NX, SolidCAM, MasterCAM gibi alternatiflerinin yanında oldukça az kullanılmaktadır.

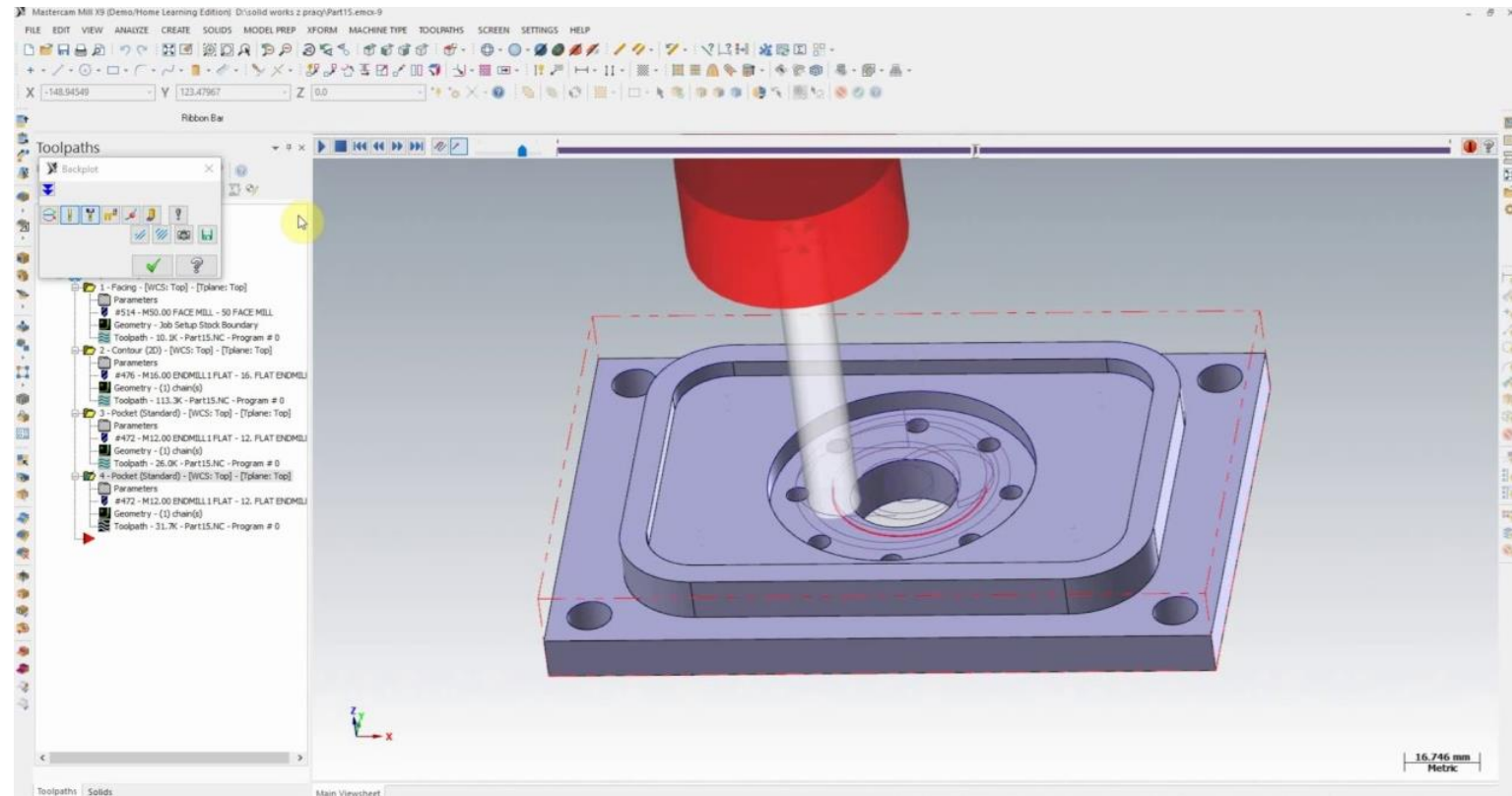
CAD/CAM Programları



- CAM yazılımı ile yapılacak üretim bilgisayar ortamında simüle edilerek, olası hatalar üretime başlanmadan görülür. Zaman ve malzemedan tasarruf edilir.
- Belli programların firmalar tarafından yaygın kullanılmasının sebebi, o programları kullanan nitelikli personel ihtiyacından doğmaktadır.
- Ülkemizde yüksek öğretimde genellikle **SolidWorks**, CATIA gibi programların eğitimi verildiği için bu kurumlardan mezun olan kişiler de bu programlara yatkın olmaktadır. Bir program ne kadar iyi, ne kadar kaliteli olursa olsun kalifiye kullanıcısı olmadığında üretimde efektif şekilde kullanılamayacaktır.

CAM Yazılımları

- Cimatron
- SolidCAM
- MasterCAM
- PowerMILL
- CATIA
- Siemens NX



CAD/CAM örnek dosya formatları

✓ *En yaygın dışa aktarma (dosya) formatları:*

- **.dxf** (çoğunlukla iki boyutlu şekiller için)
- **.STEP** (3B ürün bilgi değişimi için standart format)
- **.x_t** (3B parasolid – geometri, topoloji, renk)
- **.STL** (çoğunlukla 3B yazıcılar)

MUTK215 – Havacılıkta İmalat İşlemleri

CNC Tezgah Programlamaya Giriş

CNC Programlamaya Giriş

CNC nedir?

- **Computer Numerical Control** kelimelerinin baş harflerinden oluşan kısaltmadır. Bilgisayarlı Sayısal Kontrol anlamına gelmektedir.
- Günümüzde, torna, freze, taşlama vb. talaş kaldırma tezgahlarının yanı sıra, elektro-erozyon, tel erozyon, su jeti ile kesim, lazer kesim, büküm, punch kesim, kaynak, 3B baskı gibi pek çok işleme/imalat makinesinin kontrolünde ve programlanmasında kullanılan sistemlerdir.
- **İşleme merkezi** ismiyle de anılırlar.

CNC İşleme Merkezi

- CNC makineler, üzerine bağlı bir bilgisayar sistemi aracılığıyla programlandıktan sonra, 'otomatik', yani insan müdahalesi olmadan işlem yapan makinelerdir.
- CNC (talaşlı) işleme merkezlerinde standart 3 eksen (X, Y, Z) bulunur. Tezgah çeşidi ve amacına göre 2 eksenli tezgahlar da mevcuttur. (Örneğin 2B Lazer kesim, 2B su jeti ile kesim)



CNC Operatörü

- Metal veya metal olmayan malzemeleri istenilen biçim ve ölçülere getirmek için CNC işleme programlarını yazarak ya da yazılmış programları tezgahlara aktararak imalatları gerçekleştiren uzman personele CNC operatörü denir.



CNC Operatörü neleri bilmelidir?

- ✓ CNC tezgahın özellikleri ve kabiliyetleri
- ✓ İş parçası bağlama aparat ve sistemleri ile seçim kriterleri
- ✓ Kesici takımlar ve tutma-bağlama sistemleri
- ✓ Kesici takımların kalibrasyonlarını yapabilme
- ✓ Kesme teorisi, kesme hızı, devir sayısı, ilerleme olguları ve bunların hesaplamaları

CNC Operatörü neleri bilmelidir?

- ✓ CNC tezgahlarda güvenli çalışma kuralları
- ✓ Ölçme ve kontrol aletlerinin kullanımı
- ✓ Teknik resim okuma
- ✓ Yapılan işlerin imalat resimlerindeki ölçü ve özelliklere göre kontrolü
- ✓ Malzeme bilgisi
- ✓ Kullanılan tezgahın ve çevresinin temizlik ve bakımı

CNC İşleme Merkezi Çalışma Sistemi

- Sistem kontrol paneline girilen bilgilerin (data ve program) servo kontrol ünitelerine, oradan da servo motorlara iletilerek vidalı mil vb. tahrik elemanları ile hareket sağlanır.
- Vidalı miller, döner elemanlı yataklar (rulmanlar) ve kızaklar (doğrusal yataklar) yardımıyla çalışan makinelerdir.
- Bir tezgah, yapacağı işlemler ve bunların sırasını içeren program hafızasına girildikten (yüklenen) sonra, başlangıçtan bitişe kadar, insan müdahalesi olmadan kendi kendine çalışır.

CNC İşleme Merkezi **Bölümleri**

- **Tabla:** İş parçasının bağlandığı kısım
- **İş mili:** Kesici takımın işleme yaparken bağlandığı kısım
- **Magazin:** Kesici takımların hazır olarak bulunduğu kısım
- **X eksen:** Tablanın sağa-sola hareket ettiği eksen
- **Y eksen:** Tablanın ileri-geri hareket ettiği eksen
- **Z eksen:** İş milinin aşağı-yukarı hareket ettiği kısım

CNC İşleme Merkezi **Bölümleri**

- ***Kontrol paneli:*** Program yazmak veya yüklemek için kullanılan butonların / tuş takımlarının bulunduğu kısım
- ***Operatör paneli:*** Makineyi kullanmak için kullanılan butonların/tuşların bulunduğu kısım
- ***Kızaklar:*** Eksenlerin üzerinde hareket ettiği (doğrusal yatak/kılavuz) kısımlar
- ***Vidalı mil:*** Servo motorlardan gelen dönmeleri (tahrik) eksen hareketine (öteleme) çeviren mekanik elemanlar (aktarma milleri)

CNC Tezgâhların Avantajları

- Konvansiyonel tezgahlara göre ön hazırlık süresi daha kısadır.
- Tezgahta hafıza bulunmaktadır. Böylece program vb. her türlü veri hafızada saklanabilir ve gerektiğinde tekrar kullanılabilir.
- CNC programları esnektir ve istenildiği anda istenilen değişiklikler kolaylıkla yapılabilir.
- Bazı tekrarlı rutin operasyonlar program içerisinde çevrim (cycle) şeklinde tanımlanarak satır sayısı ve hata oranı azaltılabilir.
- Kesici takım kırıldığında, aynı çapta kesici takım bulunmadığı hallerde dahi, CNC programda değişiklik gerekmeksizin farklı bir kesici ile devam edilebilir.

CNC Tezgâhların Dezavantajları

- İlk yatırım maliyetleri yüksektir.
- Detaylı imalat planı gerektirirler.
- Tezgahın saat ücreti (çalışma maliyeti) yüksektir.
- Pahalı aparat ve kesiciler kullanılır.
- Titiz kullanım ve bakımın yanı sıra periyodik bakımları düzenli olarak uzman personel tarafından yapılmalıdır.

CNC Program Fonksiyonları

CNC işleme merkezlerinde programlama yapabilmek için 5 ana fonksiyona ihtiyaç vardır:

1. Takım fonksiyonu (T kodu)
2. Fener mili fonksiyonu (S kodu)
3. Kesme ilerlemesi fonksiyonu (F kodu)
4. Makine ve manuel fonksiyonlar (M kodları)
5. Genel fonksiyonlar / ISO kodları (G kodları)

CNC Program Takım Fonksiyonları (T Kodları)

- T harfi İngilizce 'Tool' kelimesinin baş harfinden gelmektedir.
- Takım fonksiyonu aşağıdaki örnekteki gibi 2 haneli sayı şeklinde yazılır: **T01**
- Anlamı: 1 numaralı takımı magazinde değiştirme pozisyonuna getir.

M6 kodu ise takım değiştirme kodudur. Tezgah marka, model ve çeşidine göre yan yana veya alt alta sıralanmış şekillerde yazılabilir: **T1 M6** ; veya

T1

M6

- Anlamı: 1 numaralı takımı magazinde değiştirme pozisyonuna getir ve takımı değiştir.

CNC Program Fener Mili Fonksiyonları (S Kodu)

- S harfi İngilizce 'Spindle' kelimesinin baş harfinden gelmektedir.
- S kodu fener mili devir sayısını gösterir ve dakikada kaç tur döneceğini belirtir. Tezgahın özelliğine göre 5 basamağa kadar değer verilebilir. S fonksiyonu tek başına değil, mutlaka M3 ve M4 komutlarıyla beraber kullanılır: **S1000 M3**
- Anlamı: İş milinin saat yönünde 1000 dev/dak döneceği belirtilmiştir.
- S ve M kodları, spindle hareketini gösterdiği durumlarda, kural olarak aynı satırda bulunmak zorundadır. Eğer mil dönüşü saat yönünden, saat yönü tersine değişecekse, istisnalar haricinde (kılavuz çekme) mutlaka M5 durdurma kodu kullanılmalıdır.

CNC Program Kesme İlerlemesi Fonksiyonu (F Kodu)

- F harfi İngilizce 'Feed' kelimesinin baş harfinden gelmektedir.
- F : program içerisinde kesme ilerlemesi anlamına gelir. Birim olarak milimetre bölü dakika (mm/dak) cinsinden girilir. Yazım formatı aşağıdaki gibidir:

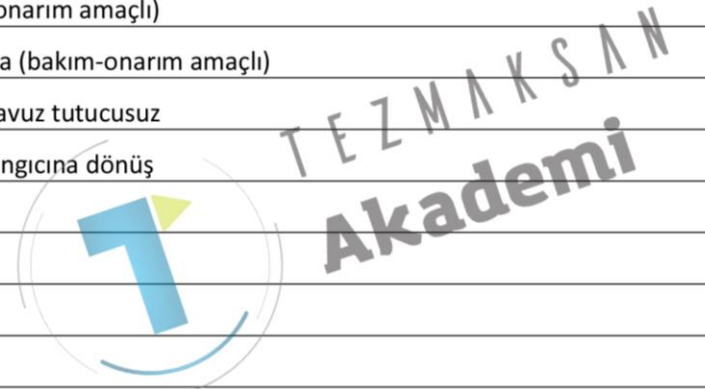
F100

- Anlamı: 1 dakikada 100 milimetre ilerleme yapılacağı belirtilmiştir.

CNC Program *Makine* *Fonksiyonları (M kodları)*

CNC işleme merkezlerinde
programlamada kullanılan makine
ve manuel fonksiyon kodları:
M00 – M99

Kod	Açıklama
M00	Programı mutlak durdurma (Tezgâh tam otomatik olsa bile programın yazılan yerinde çalışmayı durdurur ve CYCLE START ile tekrar çalıştırır)
M01	İsteğe bağlı durdurma (OPTIONS STOP düğmesi aktif ise programı durdurur ve CYCLE START ile tekrar çalıştırır)
M02	Program sonu komutu, programın başına dönmek için RESET tuşuna basılır
M03	Fener (iş) milini saat ibresi (CW) yönünde döndürme
M04	Fener (iş) milini saat ibresine ters (CCW) yönde döndürme
M05	Fener (iş) milini durdurma
M06	Takım değiştirme komutu
M08	Soğutma sıvısını açma
M09	Soğutma sıvısını ve hava üflemeği kapatma
M13	İş milini saat ibresi yönünde döndürme ve soğutma sıvısını açma
M14	İş milini saat ibresi tersi yönde döndürme ve soğutma sıvısını kapatma
M15	İş milini durdurur ve soğutma sıvısını kapatır.
M19	Fener milini takım değiştirme konumuna ayarlama (Fener milini açısız konumlandırma)
M23	Magazini (ATC) yukarı çıkarma (bakım-onarım amaçlı)
M24	Magazini aşağı indirme (bakım-onarım amaçlı)
M26	İş mili içinde hava üflemeği açma (bakım-onarım amaçlı)
M29	Kılavuz çekme (rigit tapping) Kılavuz tutucusuz
M30	Program sonu ve program başlangıcına dönüş
M50	Talaş konveyörünü durdurma
M51	Talaş konveyörünü çalıştırma
M52	Talaş temizleyicileri açık
M72	Satır atlama
M73- M74	M73 ve M74 arası kalan satırları istenen sayı kadar tekrarlanır
M98	Alt programı çağırma
M99	Alt program sonu, ana programa geri dönme



CNC Program *Makine Fonksiyonları (M kodları)*

- CNC
(Fanuc)
M kodları

M00-M17

Kod (M)	Açıklaması (CNC Freze-Torna) M Listesi	Frz	Trn
M00	Programı şartsız durdurma (Tezgah tam otomatik olsa bile programın yazılan yerinde çalışmayı durdurur ve CYCLE START ile tekrar çalıştırır)	F	<i>T</i>
M01	İsteğe bağlı durdurma (OPTIONS STOP düğmesi açıksa ise programı durdurur ve CYCLE START ile tekrar çalıştırır)	F	<i>T</i>
M02	Program sonu komutu, programın başına dönmek için RESET tuşuna basılır.	F	<i>T</i>
M03	Fener (iş) milini saat ibresi (CW) yönünde döndürme	F	<i>T</i>
M04	Fener (iş) milini saat ibresine ters (CCW) yönde döndürme	F	<i>T</i>
M05	İş (Fener) milini durdurma	F	<i>T</i>
M06	Takım değiştirme komutu	F	<i>T</i>
M08	Soğutma sıvısını açma	F	<i>T</i>
M09	Soğutma sıvısını ve hava üflemei kapatma	F	<i>T</i>
<i>M10</i>	<i>Ayna ayaklarını kapatma</i>		<i>T</i>
<i>M11</i>	<i>Ayna ayaklarını açma</i>		<i>T</i>
M13	İş milini saat ibresi yönünde döndürme ve soğutma sıvısını açma	F	
M14	İş milini saat ibresi tersi yönde döndürme ve soğutma sıvısını kapatma	F	
<i>M17</i>	<i>Alt program sonu</i>		<i>T</i>

CNC Program *Makine Fonksiyonları (M kodları)*

- CNC
(Fanuc)
M kodları

M19-M26

M19	Fener milini takım değiştirme konumuna ayarlama (Fener milini açısıl konumlandırma)	F	<i>T</i>
<i>M20</i>	<i>Hava üfleme açık</i>		<i>T</i>
M23	Magazini (ATC) yukarı çıkarma (bakım-onarım amaçlı)	F	
<i>M23</i>	<i>C eksen frezeleme milini saat ibresi yönünde döndürür (CW)</i>		<i>T</i>
M24	Magazini aşağı indirme (bakım-onarım amaçlı)	F	
<i>M24</i>	<i>C eksen frezeleme milini saat ibresi ters yönde döndürür (CCW)</i>		<i>T</i>
<i>M25</i>	<i>C eksen frezeleme milini durdurur</i>		<i>T</i>
M26	İş mili içinde hava üfleme açma (bakım-onarım amaçlı)	F	
<i>M26</i>	<i>1. C eksen frezeleme mil seçimi</i>		<i>T</i>

CNC Program *Makine Fonksiyonları (M kodları)*

- CNC
(Fanuc)
M kodları

M27-M52

M27	2. C eksenli frezeleme mil seçimi		T
M28	3. C eksenli frezeleme mil seçimi		T
M29	4. C eksenli frezeleme mil seçimi		T
M29	Kılavuz çekme (rigit tapping) Kılavuz tutucusuz		T
M30	Program sonu ve başlangıca dönüş	F	T
M34	Boşaltıcı ileri		T
M35	Boşaltıcı geri		T
M46	Otomatik kapı açık		T
M47	Otomatik kapı kapalı		T
M48	Pah kırma açık (vida çevrimi için)		T
M49	Pah kırma kapalı (vida çevrimi için)		T
M50	Talaş konveyörünü durdurma	F	
M51	Talaş konveyörünü çalıştırma	F	
M52	Talaş temizleyicileri açık	F	
M52 S	Fener milini belli bir konuma döndürür ve kilitler / C eksenini kilitler (S: döndürme açısı)		T

CNC Program *Makine Fonksiyonları (M kodları)*

- CNC
(Fanuc)
M kodları

M53-M99

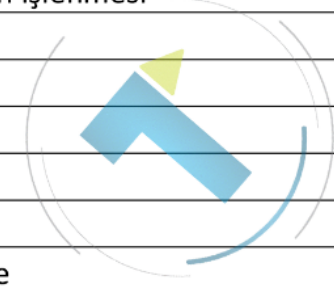
M53	Fener mili kilidini ve C eksenini kilidini açar		T
M54	C eksenini dişlisi aktif		T
M55	C eksenini dişlisi devre dışı		T
M63	Çapak alma cihazı ileri		T
M64	Çapak alma cihazı geri		T
M68	Çapak alma fener mili aynasını kapatır		T
M69	Çapak alma fener mili aynasını açar		T
M72	Satır atlama	F	
M73-M74	M73 ve M74 arası kalan satırları istenen sayı kadar tekrarlanır	F	
M90	Otomatik satır silme kontrolü (iş parçası sürücüsü kullandığında)		T
M98	Alt programı çağırma	F	T
M99	Alt program sonu, ana programa geri dönme	F	T

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

CNC işleme merkezlerinde programlamada kullanılan genel fonksiyon kodları: G00 – G28

Kod	Açıklama
G00	Pozisyona hızlı ilerleme (kesme yapmadan kesicinin boşta hızlı hareketi)
G01	F kesme hızı ile doğrusal interpolasyon (talaş alma ilerlemesi ile doğrusal hareket)
G02	Saat ibresi yönünde (CW) F kesme hızıyla dairesel işleme
G02.1	Saat ibresi yönünde spiral interpolasyon
G03	Saat ibresine ters yönde (CCW) F kesme hızıyla dairesel işleme
G03.1	Saat ibresine ters yönde spiral interpolasyon
G04	Geçici bekleme
G08	Üç nokta ile tanımlanan yay boyunca hareket etme
G15	Polar (açısal) koordinat iptali
G16	Polar (açısal) koordinata geçiş
G17	X-Y çalışma düzlemi
G18	Z-X çalışma düzlemi
G19	Y-Z çalışma düzlemi
G20	İnç ölçü sistemi
G21	Metrik ölçü sistemi
G22	Serbest profilli cebin yan yüzeylerinin işlenmesi
G23	Serbest profilli cep boşaltma çevrimi
G24	Dikdörtgen cep boşaltma çevrimi
G25	Dairesel cep boşaltma çevrimi
G26	Dışı kalıp işleme çevrimi
G27	Erkek kalıp işleme çevrimi
G28	Tezgâh referans noktasına gönderme

TEZMAKSAN
Akademi



CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

CNC işleme merkezlerinde programlamada kullanılan genel fonksiyon kodları: G28 – G74

G28	Tezgâh referans noktasına gönderme
G34	Çember etrafında çevrim tekrarlama (eşit aralıkla delik delme)
G35	Doğru boyunca çevrim tekrarlama (delik delme)
G36	Çember üzerinde belli açıda delik delme
G37	Matris formatta çevrim tekrarlama (delik delme)
G40	Takım ucu yarıçap telafisi iptali
G41	Takım ucu yarıçap telafisi - soldan
G42	Takım ucu yarıçap telafisi - sağdan
G43	Takım boyu telafisi + yönde
G44	Takım boyu telafisi - yönde
G49	Takım boy telafisi iptali
G50	Ölçek, döndürme ve aynalama çevrimi iptali
G51	Ölçeklendirme (scale)
G51.1	Aynalama (simetrik kopyalama) (mirror)
G52	Referans kaydırma ve iptali
G53	Tezgâh koordinat sistemi seçimi
G54-G59	İş parçası sıfır noktası
G68	Döndürme (rotate)
G73	Kademeli delik delme çevrimi (gagalama)
G74	Sol kılavuz (ters diş) çekme çevrimi

CNC Program Genel Fonksiyonlar (G kodları)

CNC işleme merkezlerinde programlamada kullanılan genel fonksiyon kodları:
G76 – G99

G76	İnce delik büyütme çevrimi
G80	Delik delme çevrimlerinin iptali
G81	Düz delik delme çevrimi
G82	Delik sonunda beklemeli delik delme çevrimi
G83	Derin kademeli delik delme çevrimi (gagalama)
G84	Sağ kılavuz çekme çevrimi
G85	Delik büyütme (raybalama) çevrimi
G86	Delik büyütme çevrimi (hızlı ilerleme ile uzaklaşma) deliğin sonunda durur.
G87	Alttan delik büyütme çevrimi (Delik dibi genişletme, yavaş girip delik dibinde çalışmaya başlar.)
G88	Delik büyütme çevrimi (el tamburu ile uzaklaşma) Deliğe yavaş girip delik sonunda bekler. İş mili durur. Takım elle çıkarılır.
G89	Çevreden delik sonunda beklemeli delik büyütme çevrimi (Deliğe yavaş girip delik sonunda bekler. Geriye yavaş çıkar.)
G90	Mutlak koordinat sistemine göre programlama
G91	Artımsal (eklemeli) koordinat sistemine göre programlama
G92	İş parçası koordinat (offset) kaydırma
G94	İlerleme mm/dak.
G95	İlerleme mm/dev
G98	Delik çevrimlerinde bir önceki Z noktasına gönderme (Delme çevrimi başlangıcı. Delme öncesi ve sonrası emniyet mesafesi)
G99	Delik çevrimlerinde R emniyet noktasına dönüş

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

Kod	Açıklaması	Kod	Açıklaması
O	PROGRAM NO KODU	H	TAKIM BOY OFFSET KODU
N	BLOK SATIR NUMARASI	D	TAKIM ÇAP OFFSET KODU
T	TAKIM CEP NUMARASI T01	L, K	TEKRAR SAYISI
S	DEVİR	X, Y, Z	EKSEN BELİRLEME KODLARI
F	İLERLEME	I, J, K	DAİRE MERKEZİ BELİRTME KODLARI (X,Y,Z)
/	Satır atlama işareti	;	Satır sonu işareti
Z	DELİK DERİNLİĞİ	Q	GAGALAMA MİKTARI
R	RADİUS VE PARÇAYA YAKLAŞMA EMNİYET MESAFESİ	P	BEKLEME ZAMANI (MİLİSANİYE) VE ALT PROGRAM ÇAĞIRMA KODU
R	OTOMATİK RADİUS YAPMA	C	OTOMATİK PAH KIRMA
()	Program içi açıklama yazma	#	Makro Programlamada değişkenleri ifade etmek için # sembolü kullanılır.

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

CNC (Fanuc)
G kodları:
G00-G21

Kod (G)	Açıklaması (CNC Freze-Torna) G Listesi	Frz	Trn
<u>G00</u>	Pozisyona hızlı ilerleme (talaş almaksızın kesicinin boşta hızlı hareketi)	F	T
<u>G01</u>	Doğrusal interpolasyon (talaş alma ilerlemesi ile doğrusal hareket) (Doğrusal yavaş hareket (düz ve konik işleme) F kesme hızı ile	F	T
<u>G02</u>	Saat ibresi yönünde (CW) dairesel interpolasyon	F	T
<u>G02.1</u>	Saat ibresi yönünde spiral interpolasyon	F	
<u>G03</u>	Saat ibresine ters yönde (CCW) dairesel interpolasyon	F	T
<u>G03.1</u>	Saat ibresine ters yönde spiral interpolasyon	F	
<u>G04</u>	Geçici bekleme	F	T
<u>G08</u>	Üç nokta ile tanımlanan yay boyunca hareket etme	F	
<u>G10</u>	Veri ayarlama modu		T
<u>G11</u>	Yapılan veri ayarını iptali		T
<u>G15</u>	Açısal koordinat iptali	F	
<u>G16</u>	Açısal koordinata geçiş	F	
<u>G17</u>	X-Y çalışma düzlemi	F	T
<u>G18</u>	Z-X çalışma düzlemi	F	T
<u>G19</u>	Y-Z çalışma düzlemi	F	T
<u>G20</u>	İnç (parmak) ölçü sistemi	F	T
<u>G21</u>	Metrik ölçü sistemi	F	T

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

CNC (Fanuc)
G kodları:
G22-G32

G22	Serbest profilli bir cebin yan yüzeylerinin işlenmesi	F	
<i>G22</i>	<i>Kayıtlı strok kontrol fonksiyonu açık</i>		<i>T</i>
G23	Serbest profilli bir cebin işlenmesi (boşaltma) çevrimi	F	
<i>G23</i>	<i>Kayıtlı strok kontrol fonksiyonu kapalı</i>		<i>T</i>
G24	Dikdörtgen cep frezeleme çevrimi	F	
G25	Dairesel cep frezeleme çevrimi	F	
<i>G25</i>	<i>Fener mili sapma tespiti kapalı</i>		<i>T</i>
G26	Dişi kalıp işleme çevrimi	F	
<i>G26</i>	<i>Fener mili sapma tespiti açık</i>		<i>T</i>
G27	Erkek kalıp işleme çevrimi	F	
<i>G27</i>	<i>Referans konuma dönüş kontrolü</i>		<i>T</i>
<u>G28</u>	Tezgâh referans noktasına gönderme	F	<i>T</i>
<i>G29</i>	<i>Referans noktasına gönderme öncesine dönüş</i>		<i>T</i>
<i>G30</i>	<i>İkinci referans noktasına gönderme</i>		<i>T</i>
<u>G32</u>	<i>Kılavuz Çekme (Vida Açma) Çevrimi</i>		<i>T</i>

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

CNC (Fanuc)

G kodları:

G33-G41

<u>G33</u>	Vida (diş) çekme (Sabit adımlı vida çekme)	F	T
G34	Çember etrafında çevrim (eşit aralıkla delik delme) tekrarlama	F	
<i>G34</i>	<i>Büyüyen değişken adımlı vida çekme</i>		<i>T</i>
G35	Doğru boyunca çevrim (delik delme) tekrarlama	F	
<i>G35</i>	<i>Küçülen değişken adımlı vida çekme</i>		<i>T</i>
<i>G36</i>	<i>X ekseninde otomatik takım telafisi</i>		<i>T</i>
G36	Çember üzerine belli açıda delik delme	F	
G37	Matris formatta çevrim (delik delme) tekrarlama	F	
<i>G37</i>	<i>Z ekseninde otomatik takım telafisi</i>		<i>T</i>
<u>G40</u>	Takım yarıçap telafisi iptali (<i>uç yarıçap</i>)	F	T
<u>G41</u>	Takım yarıçap telafisi - soldan (<i>uç yarıçap</i>) (Takım işin solunda izleyeceği yolun konturun solunda)	F	T

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

CNC (Fanuc)
G kodları:
G42-G71

<u>G42</u>	Takım yarıçap telafisi - sağdan (<i>uç yarıçap</i>) (Takım izleyeceği yolun sağında)	F	T
G43	Takım boyu telafisi (+)	F	
G44	Takım boyu telafisi (-)	F	
G49	Takım boyu telafisi iptal	F	
<i>G50/G92</i>	<i>Koordinat sistemi ayarı, maksimum fener mili ayarı</i>		T
G50	Ölçek, döndürme ve aynalama çevrimi iptal	F	
G51	Ölçeklendirme (Scale)	F	
G51.1	Aynalama (simetrik kopyalama) Mirror	F	
G52	Referans kaydırma ve iptali	F	
<i>G52</i>	<i>Yerel koordinat sistem ayarı</i>		T
<u>G53</u>	Tezgâh koordinat sistemi seçimi	F	T
<u>G54-G59</u>	İş parçası sıfır noktası (birden fazla sıfır noktası için 55,56,57,58,59)	F	T
<i>G65</i>	<i>İsteğe bağlı hazırlanmış makro çağırma</i>		T
G68	Döndürme (Rotate)	F	
<i>G68</i>	<i>Çift taretler için aynalama açık</i>		T
<i>G69</i>	<i>Çift taretler için aynalama kapalı</i>		T
<i>G70</i>	<i>Bitirme (ince tornalama) finiş çevrimi</i>		T
<i>G71</i>	<i>Boyuna (Silindirik) dış / iç tornalama yaparak kaba boşaltma çevrimi</i>		T

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

CNC (Fanuc)
G kodları:
G72-G85

	<i>G72</i>	<i>Alın tornalama yaparak kaba boşaltma dış / iç çevrimi</i>		<i>T</i>
G73		Derin delik delme çevrimi	F	
	<i>G73</i>	<i>Profil tekrarlayarak (Döküm veya dövme çelik) dış / iç tornalama çevrimi</i>		<i>T</i>
G74		Sol kılavuz (Ters dış) çekme çevrimi	F	
	<i>G74</i>	<i>Z ekseninde kademeli delik delme</i>		<i>T</i>
	<i>G75</i>	<i>Kanal açma ve Kesme çevrimi</i>		<i>T</i>
G76		İnce delik büyütme çevrimi	F	
	<i>G76</i>	<i>Çok pasolu vida açma çevrimi</i>		<i>T</i>
	<u>G80</u>	Delik delme çevrimlerinin iptali	F	<i>T</i>
G81		Punta açma, Delik delme ve silindirik havşa çevrimi	F	
G82		Delik sonunda beklemeli delik delme çevrimi	F	
	<u>G83</u>	Derin delik delme (kademeli delik delme) çevrimi <i>Kademeli delik delme çevrimi (Z ekseninde)</i>	F	<i>T</i>
	<u>G84</u>	Sağ kılavuz (Diş çekme) çekme çevrimi <i>Kılavuz ile sağ vida açma çevrimi (Z ekseninde) (Hassas Kılavuz Çekme)</i>	F	<i>T</i>
G85		Delik büyütme çevrimi (yavaş ilerleme ile uzaklaşma) Delme yavaş girip, yavaş çıkar. (Raybalama)	F	

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

CNC (Fanuc)

G kodları:

G85-G89

G85	Delik büyütme çevrimi (yavaş ilerleme ile uzaklaşma) Delme yavaş girip, yavaş çıkar. (Raybalama)	F	
<u>G86</u>	Delik büyütme çevrimi (hızlı ilerleme ile uzaklaşma) deliğin sonunda durur. <i>Delik büyütme çevrimi (Z ekseninde)</i>	F	<i>T</i>
G87	Alttan delik büyütme çevrimi (Delik dibi genişletme, yavaş girip delik dibinde çalışmaya başlar.)	F	
<i>G87</i>	<i>Delik delme çevrimi (çevreden)</i>		<i>T</i>
G88	Delik büyütme çevrimi (el tamburu ile uzaklaşma) Deliğe yavaş girip delik sonunda bekler. İş mili durur. Takım elle çıkarılır.	F	
<i>G88</i>	<i>Kılavuz çekme çevrimi (çevreden)</i>		<i>T</i>
<u>G89</u>	Delik büyütme çevrimi (delik sonunda beklemeli) (çevreden) Deliğe yavaş girip delik sonunda bekler. Geriye yavaş çıkar.	F	<i>T</i>

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

CNC (Fanuc)
G kodları:
G90-G99

G90	Mutlak (absolute) programlama	F	
<i>G90</i>	<i>Dış çap/İç çap konik veya düz fatura <u>tek pasoluk</u> tornalama çevrimi</i>		<i>T</i>
G91	Artışlı (incremental) programlama	F	
G92	İş parçası koordinat kaydırma	F	
<i>G92</i>	<i>Tek Pasoluk (Konik veya Silindirik) Vida açma çevrimi</i>		<i>T</i>
G94	İlerleme mm/dak.	F	
<i>G94</i>	<i>Mm/dak. Veya inch/dak. Cinsinden ilerleme miktarı (Bazı modellerde Düz alın / (Konik) yüzey boşaltma tornalama çevrimi)</i>		<i>T</i>
G95	İlerleme mm/dev (mm/dev veya inch/dev cinsinden ilerleme miktarı)	F	<i>T</i>
<i>G96</i>	<i>Sabit kesme hızı kontrolü</i>		<i>T</i>
<i>G97</i>	<i>Sabit kesme hızı kontrolü iptali ve sabit devir sayısı</i>		<i>T</i>
G98	Engeli delik çevrimlerinde bir önceki Z noktasına gönderme (Delme çevrimi başlangıcı. Delme öncesi ve sonrası emniyet mesafesi)	F	
<i>G98</i>	<i>Çevrimde ilk başlangıç noktasına dönüş</i>		<i>T</i>
G99	Engelsiz Delik çevrimlerinde hızlı gelme noktasına çekme	F	
<i>G99</i>	<i>Çevrimlerde R hızlı gelme noktasına dönüş</i>		<i>T</i>

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

RAPID komutu:

G00 koddur. Bu kod kesim işlemine başlamadan önce takımın maksimum hızları ile emniyetli noktalara gelmesi ve kesim işlemi bittikten sonra parçadan uzaklaşmalarında kullanılır.

G00 X... Y... Z... ;

X : Gitmesini istediğimiz eksen koordinat noktası

Y : Gitmesini istediğimiz eksen koordinat noktası

Z : Gitmesini istediğimiz eksen koordinat noktası

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

LINEER kesme:

G01 kodudur. Her bir ekseninde ki hız değerleri takımın düz bir hat boyunca kesmesinde kullanılan yani yukarı aşağı, sağa sola yada çapraz bir şekilde doğrusal olan bütün kesme işlemlerinde bu kod kullanılır. F kodu ile belirtilen bir ilerleme hızı ile düz bir hat boyunca ilerler.

G01 X... Y... Z... F... ;

X : Gitmesini istediğimiz eksen koordinat noktası

Y : Gitmesini istediğimiz eksen koordinat noktası

Z : Gitmesini istediğimiz eksen koordinat noktası

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

DAİRESEL kesme:

G02 : Saat yönünde dairesel kesme (CW)

G03 : Saat yönünün tersine dairesel kesme (CCW)

G02 X... Y... R... F... ;

G03 X... Y... R... F... ;

X : Radius bitiş noktasındaki eksen koordinat noktası

Y : Radius bitiş noktasındaki eksen koordinat noktası

R : Radius

F : Kesme ilerlemesi (mm / dak)

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

MUTLAK ve ARTIMSAL sistemlerde çalışma:

G90 : Mutlak Sistemde Çalışma

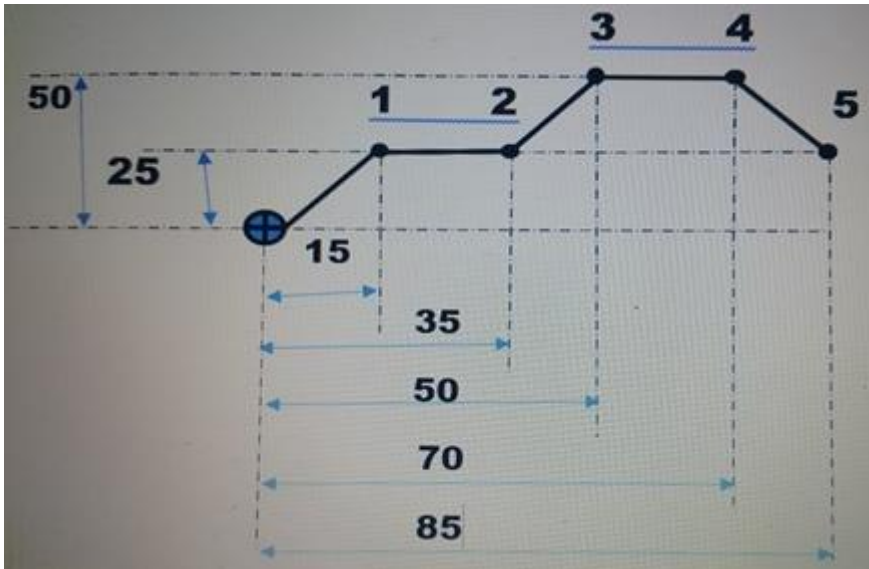
G90 komutu eksenler hangi pozisyonda olursa olsun programa yazılan x, y veya z değerleri iş parçası sıfır noktasından referans olarak hareket eder.

G91 : Artırımsal Sistemde Çalışma

G91 komutu eksenlerin en son bulunduğu pozisyonu referans olarak hareket eder.

CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

MUTLAK ve ARTIRIMSAL sistemlerde çalışma örneği:



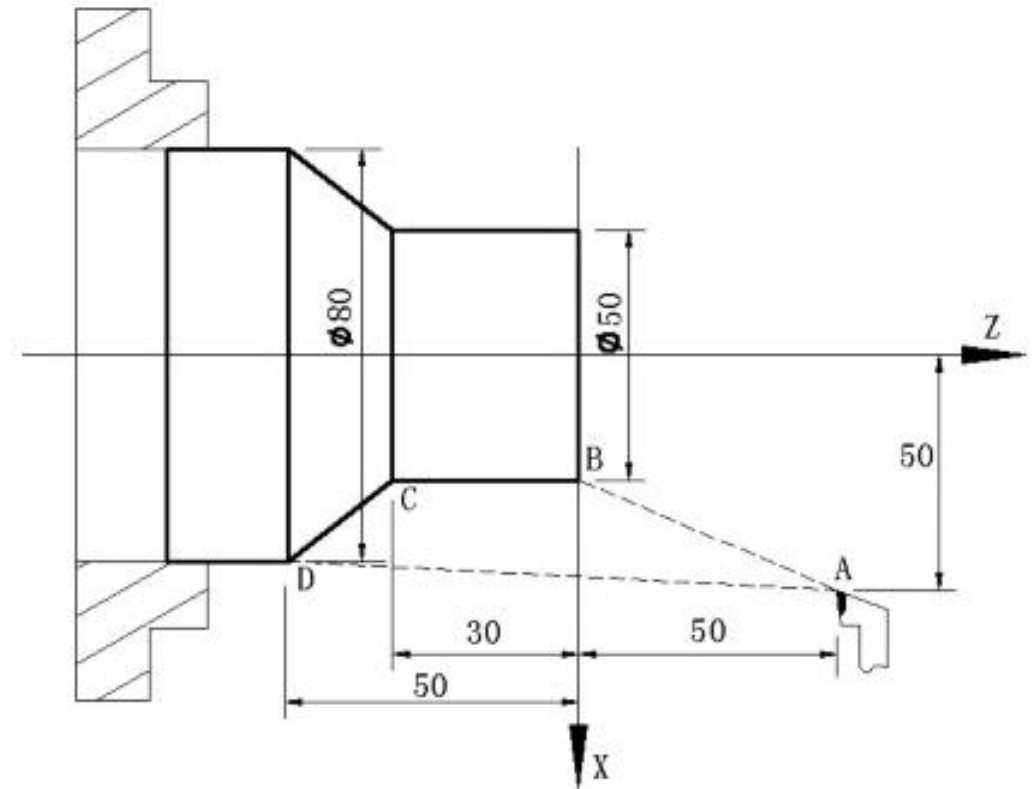
	G90 MUTLAK SİSTEM		G91 ARTIRIMSAL SİSTEM	
	X	Y	X	Y
1	15	25	15	25
2	35	25	20	0
3	50	50	15	25
4	70	50	20	0
5	85	25	15	-25

CNC Torna Basit Uygulama: 1. Örnek

- O0001
- N5 M12
- N10 T0101
- N15 G0 X100 Z50
- N20 M3 S600
- N25 M8
- N30 G1 X50 Z0 F600
- N40 W-30 F200
- N50 X80 W-20 F150
- N60 G0 X100 Z50
- N70 T0100
- N80 M5
- N90 M9
- N100 M13
- N110 M30
- N120 %

```

O0001
N5  M12
N10  T0101
N15  G0 X100 Z50
N20  M3 S600
N25  M8
N30  G1 X50 Z0 F600
N40  W-30 F200
N50  X80 W-20 F150
N60  G0 X100 Z50
N70  T0100
N80  M5
N90  M9
N100 M13
N110 M30
N120 %
  
```

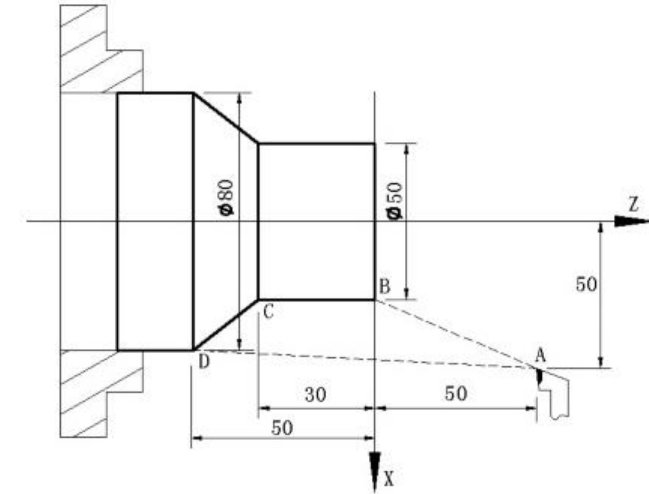


CNC Torna Basit Uygulama: 1. Örnek

- N5 Clamping work piece
- N10 Changing No.1 tool and executing its offset
- N15 Rapidly positioning to A point
- N20 Starting the spindle with 600 r/min
- N25 Cooling ON
- N30 Approaching B point with 600mm/min
- N40 Cutting from B point to C point
- N50 Cutting from C point to D point
- N60 Rapidly retracting to A point
- N70 Canceling the tool offset
- N80 Stopping the spindle
- N90 Cooling OFF
- N100 Releasing work piece
- N110 End of program, spindle stopping and Cooling OFF

```

N5 M12
N10 T0101
N15 G0 X100 Z50
N20 M3 S600
N25 M8
N30 G1 X50 Z0 F600
N40 W-30 F200
N50 X80 W-20 F150
N60 G0 X100 Z50
N70 T0100
N80 M5
N90 M9
N100 M13
N110 M30
  
```

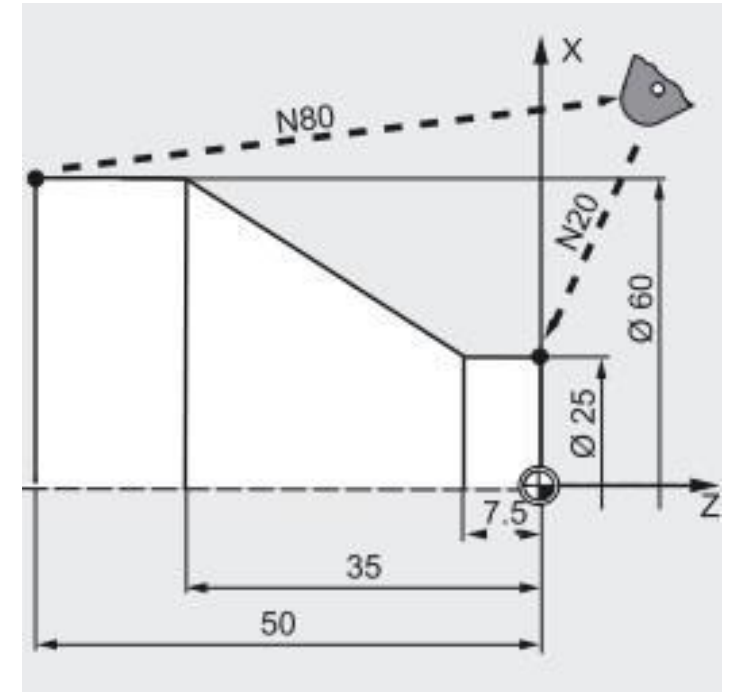


CNC Torna Basit Uygulama: 2. Örnek

CNC Program in Fanuc G Code

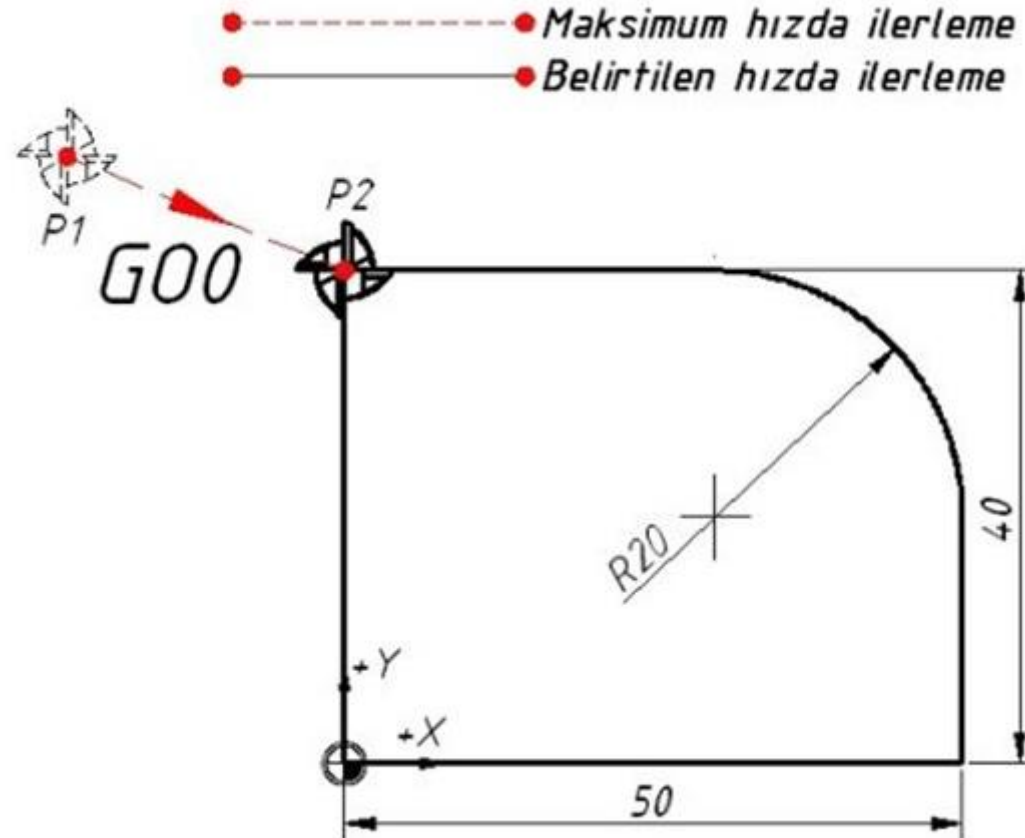
- N10 G90 S500 M03
- N20 G00 X25 Z5
- N30 G01 G95 Z0 F1
- N40 G01 Z-7.5 F0.2
- N50 G01 X60 Z-35
- N60 G01 Z-50
- N70 G00 X62
- N80 G00 X80 Z20
- N90 M30

```
N10 G90 S500 M03
N20 G00 X25 Z5
N30 G01 G95 Z0 F1
N40 G01 Z-7.5 F0.2
N50 G01 X60 Z-35
N60 G01 Z-50
N70 G00 X62
N80 G00 X80 Z20
N90 M30
```



CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

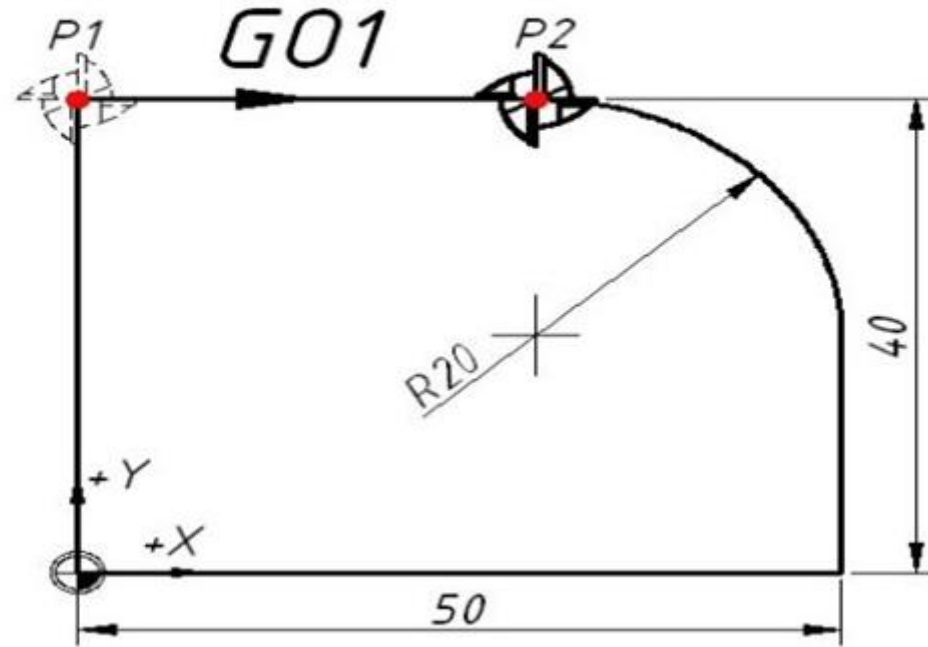
RAPID komutu:



CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

LİNEER
kesme:

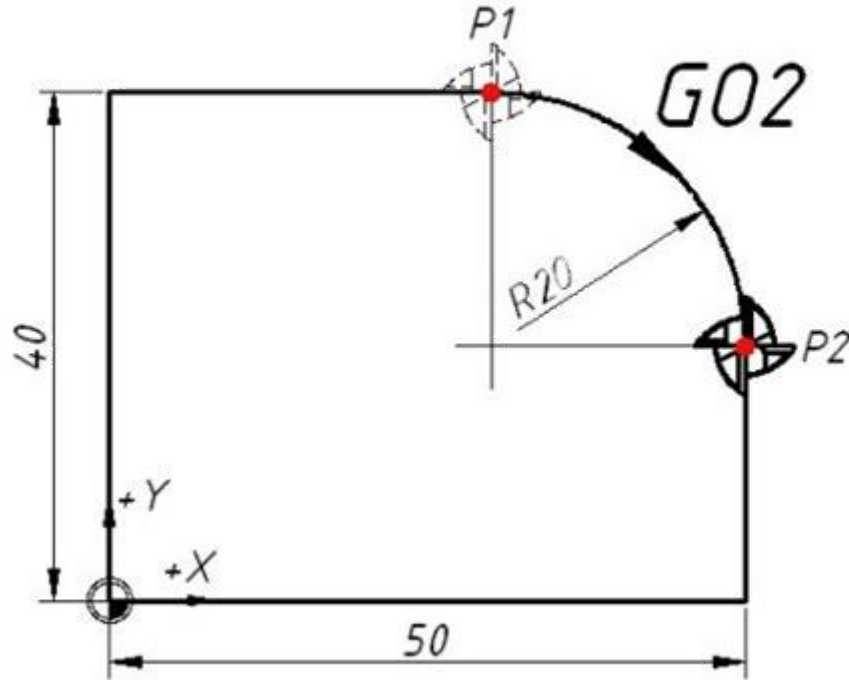
- - - - - - • *Maksimum hızda ilerleme*
- - - - - - • *Belirtilen hızda ilerleme*



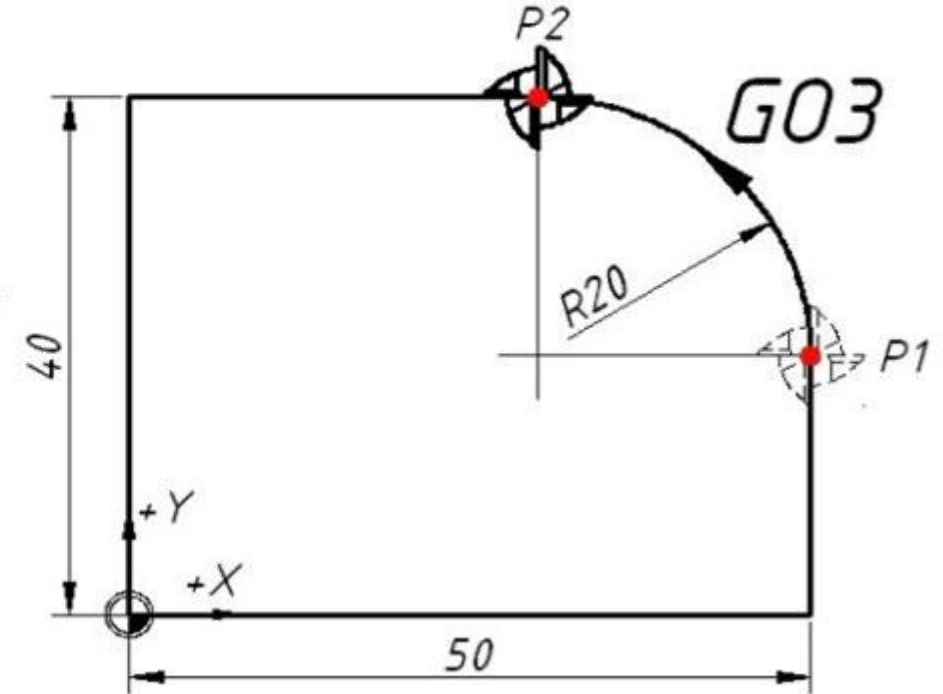
CNC Program *Genel Fonksiyonlar (G kodları)*

DAİRESEL
kesme:

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



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



CNC Program (*G kodları*) Delik Delme Çevrimi:

G73 X... Y... Z... R... Q... F... ;

Delik ortalarında talaşı kırması için yazılan çevrim kodu. Z eksenini yaklaşık 1 mm yukarı kalkar ve delme işlemine devam eder.

X – Y : Delik koordinat merkezleri

Z : Delik boyu

R : Emniyet mesafesi(delik delmeye başladığı yer)

Q : Talaş kırma aralığıdır. Bu deliklerde her 5 mm de bir talaş kırma işlemi yapılır.

F : İlerleme (mm / dak)

CNC Program (*G kodları*) *Delik Delme Çevrimi: G73*

Takımın Hareket Şekli

- Takım «R» emniyet mesafesine kadar hızlı (G00) olarak gelir.
- «Q»'da belirtilen miktar kadar «F» ilerlemesiyle delme işlemi yapar.
- Takım parçadan 1 mm. yukarı doğru «+Z» hareket eder.
- Bu noktadan itibaren «Q» da belirtilen miktar kadar «F» ilerlemesiyle delme işlemi yapar
- Bu tekrarlama işlemini «G73» komutunun genel formatında olan «Z» derinliğine gelene kadar yapar.

CNC Program (*G kodları*) *Takım Boy Telafisi: G43*

Takım (+) Yönde Boy Telafisi

CNC freze tezgahında aynı program içinde birden fazla kesici takım kullanılabilir. Ancak her takımın boyu birbirinden farklı olduğu için mutlaka boy telafisi kullanılmalıdır. Bu sayede sanki her takımın boyu eşit bağlanmış gibi program yapılır. Ölçülen boy değerleri CNC tezgah OFFSET sayfasındaki ilgili satırlara yazılır.

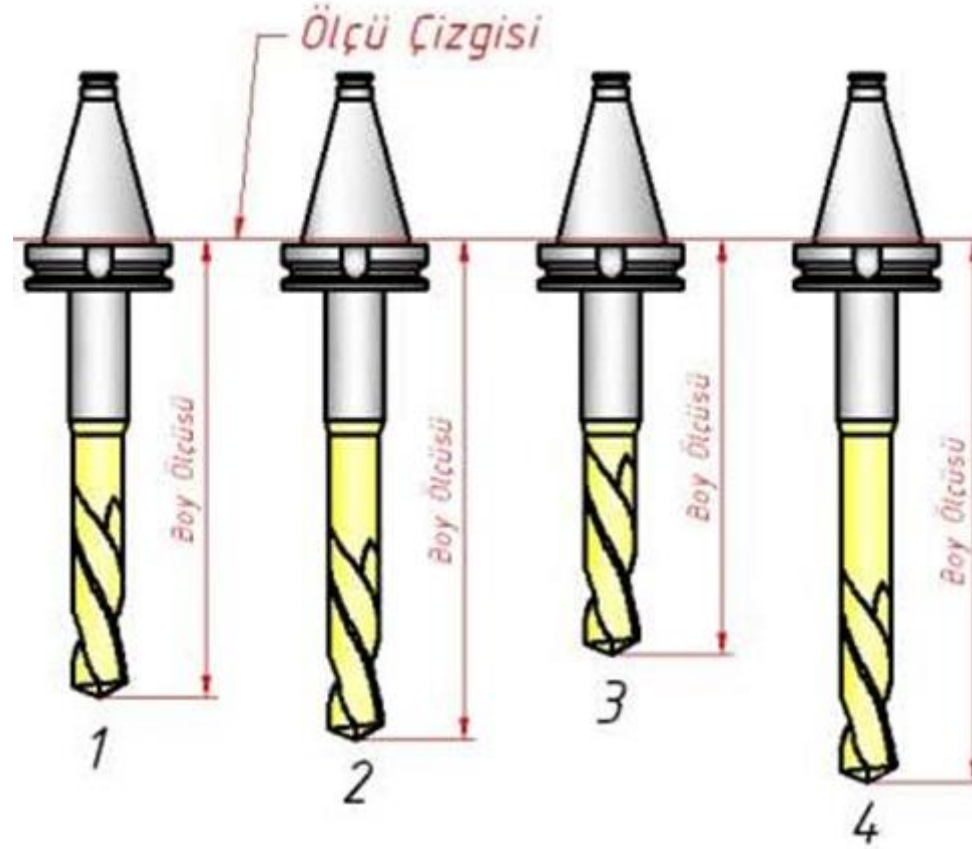
G43 Z... H... ;

Z:Kesici takım ucunun gitmesini istediğimiz Z koordinat değeri.

H:Kullanılacak kesici takımın OFFSET sayfasındaki satır numarası

CNC Program (*G kodları*) *Takım Boy Telafisi*

G43 ve G44: Takım Boyu Telafisi



CNC Program (***G kodları***) ***Takım Boy Telafisi: G44***

Takım (-) Yönde Boy Telafisi

G44 Z... H... ;

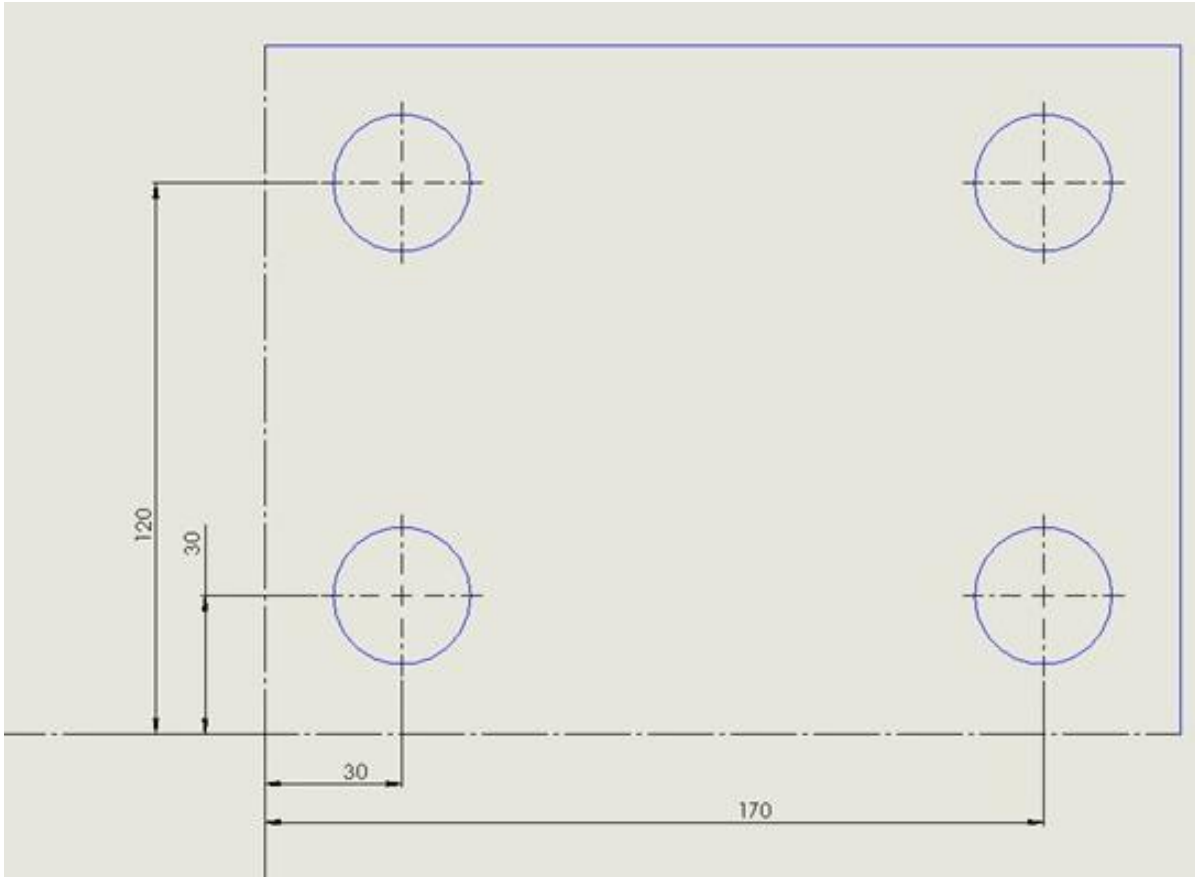
Z:Kesici takım ucunun gitmesini istediğimiz Z koordinat değeri.

H:Kullanılacak kesici takımın OFFSET sayfasındaki satır numarası

CNC Freze Delik Delme Çevrimi:

3. Örnek

- Derinlik 45 mm



O0001

G17 G40 G49 G80;

G91 G28 Z0;

T01 M6;

S1000 M3;

G00 G90 G54 X0 Y0;

G43 H1 Z40;

G73 X30 Y30 Z-45 R3 Q5 F150;

X170;

Y120;

X30;

G80;

G91 G28 Z0;

M30;

CNC Program (*G kodları*) *Polar Koordinat Sistemi:*

G16 Polar Koordinat Sistemi

G16

G81 X... Y... Z... R... F... ;

Bir daire etrafında belirli açılarla delik delme işlemidir. Delik merkezi koordinatlarını hesaplama gerek kalmadan açı verilerek deliklerin delinmesi sağlanır. Deliklerin delinmesi için önceden anlatılmış olan delik delme çevrimlerinden herhangi biri kullanılabilir.

Ayrıca G16 komutu G15 komutu ile mutlaka iptal edilmelidir. Aksi takdirde makine verilecek olan tüm X değerlerini RADYUS tüm Y değerlerini AÇI olarak değerlendirecektir.

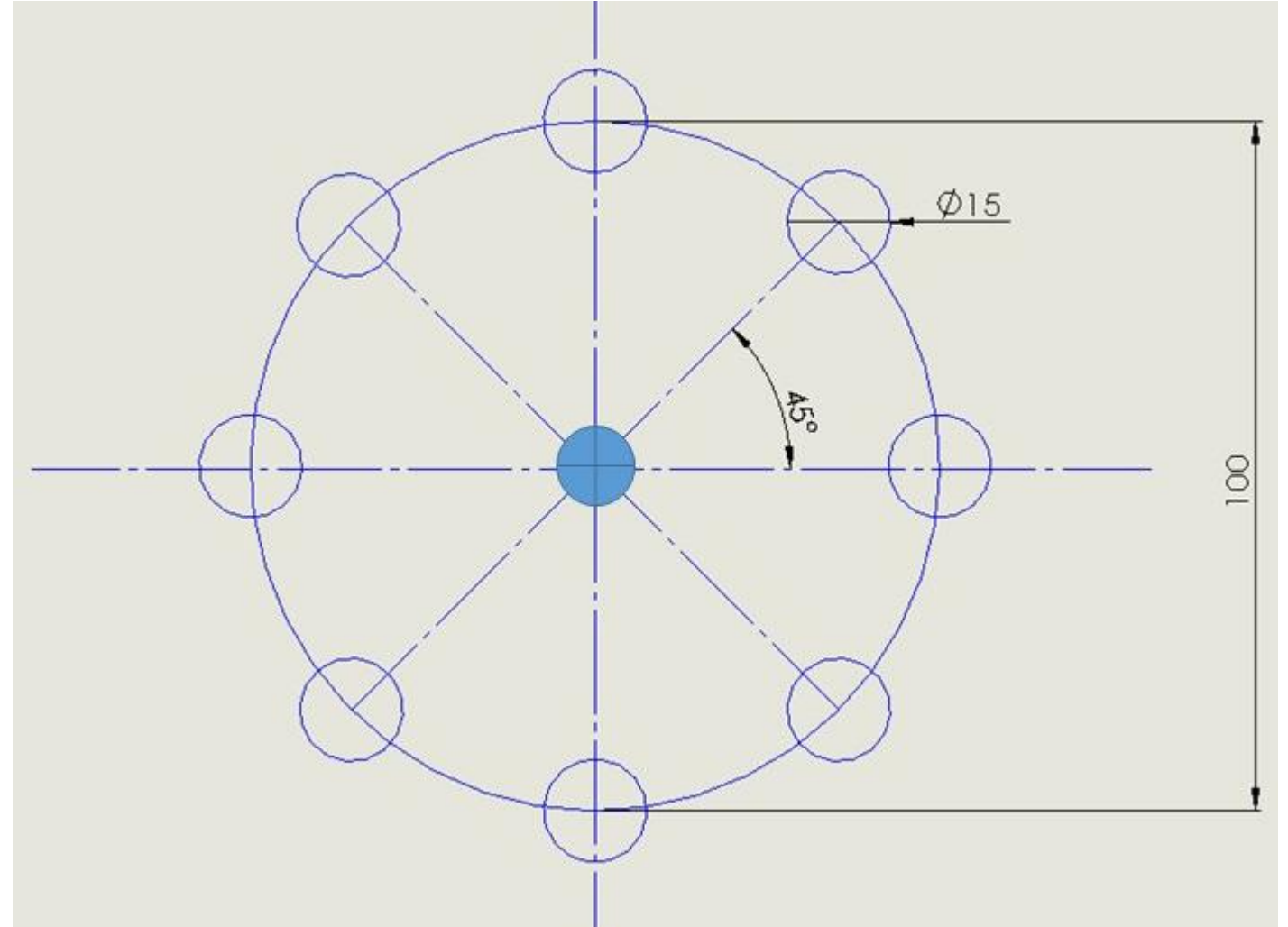
CNC Program (*G kodları*) *Polar Koordinat Sistemi:*

4. Örnek

G16 Polar Koordinat Sistemi

X = yarıçap

Y = açı



CNC Program (*G kodları*) *Polar Koordinat Sistemi:*

4. Örnek

G16 Polar Koordinat Sistemi

X = yarıçap

Y = açı

O0001

G15 G17 G40 G49 G80;

G91 G28 Z0.;

T07 M6;

S1000 M3;

G00 G90 G54 X0. Y0.;

G43 H7 Z40.;

G16;

G81 X50. Y0. Z-45. R3. F150;

G91 Y45.;

Y45.;

Y45.;

Y45.;

Y45.;

Y45.;

Y45.;

G15 G80;

G91 G28 Z0.;

M30;

Y45.;

Y90.;

Y135.;

Y180.;

Y225.;

Y270.;

Y315.;

G15 G80;

G91 G28 Z0.;

M30;

G91 Y45. K7;

G15 G80;

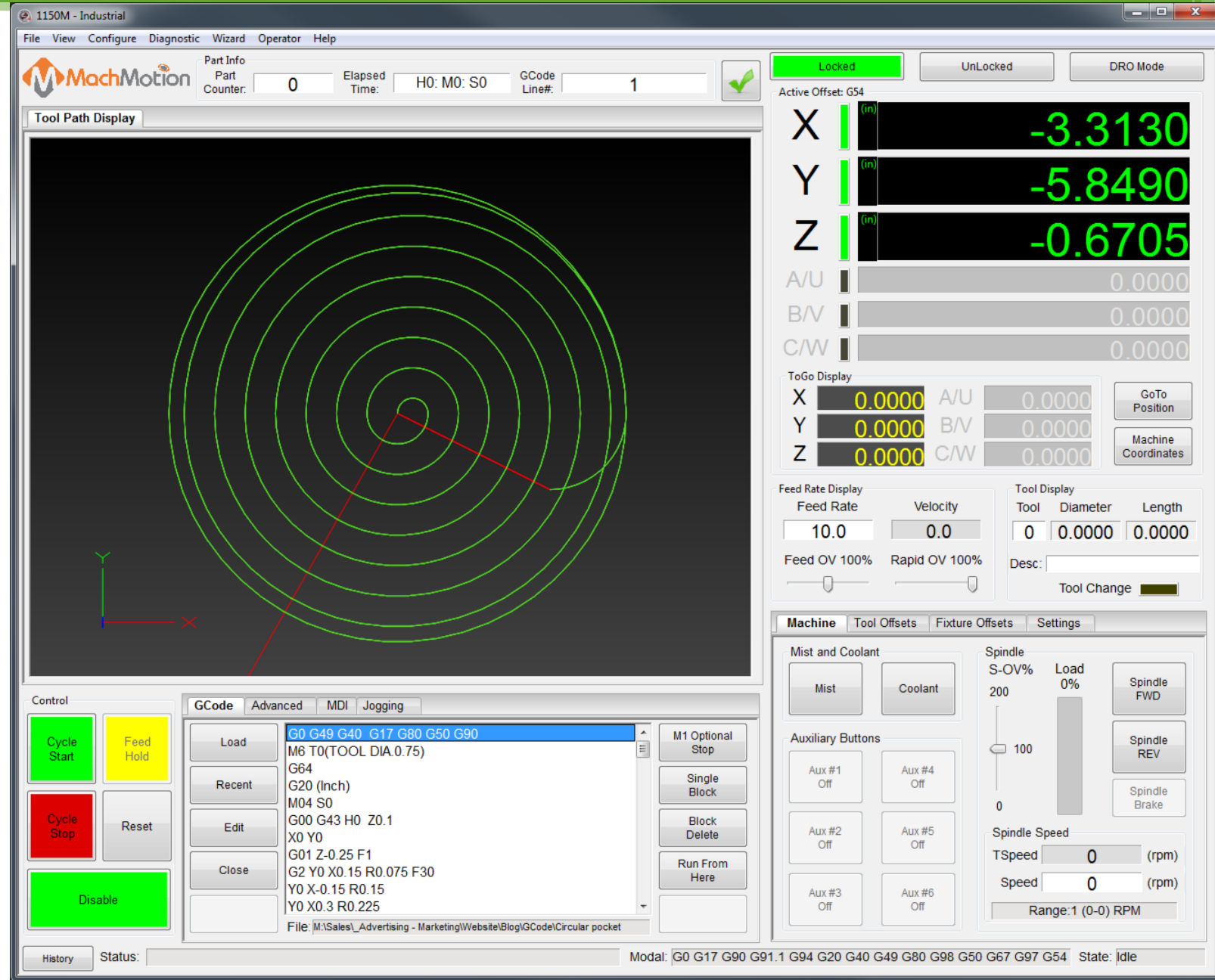
G91 G28 Z0.;

M30;

CNC Freze Uygulama:

5. Örnek

Dairesel cep
(circular pocket)



CNC Freze Uygulama:

5. Örnek

Dairesel cep (circular pocket)

G0 G49 G40 G17 G80
G50 G90
M6 T0(TOOL DIA.0.75)
G64
G20 (Inch)
M04 S0
G00 G43 H0 Z0.1
X0 Y0
G01 **Z-0.25** F1
G2 Y0 X0.15 R0.075
F30
Y0 X-0.15 R0.15
Y0 X0.3 R0.225
Y0 X-0.3 R0.3
Y0 X0.45 R0.375
Y0 X-0.45 R0.45
Y0 X0.6 R0.525
Y0 X-0.6 R0.6
Y0 X0.75 R0.675
Y0 X-0.75 R0.75
Y0 X0.9 R0.825
Y0 X-0.9 R0.9
Y0 X1.05 R0.975
Y0 X-1.05 R1.05
Y0 X1.125 R1.0875
Y0 X-1.125 R1.125
X1.125 Y0 R1.125
Y-0.375 X0.75 R0.375

G00 Z0.1
X0 Y0
G01 **Z-0.5** F1
G2 Y0 X0.15 R0.075
F30
Y0 X-0.15 R0.15
Y0 X0.3 R0.225
Y0 X-0.3 R0.3
Y0 X0.45 R0.375
Y0 X-0.45 R0.45
Y0 X0.6 R0.525
Y0 X-0.6 R0.6
Y0 X0.75 R0.675
Y0 X-0.75 R0.75
Y0 X0.9 R0.825
Y0 X-0.9 R0.9
Y0 X1.05 R0.975
Y0 X-1.05 R1.05
Y0 X1.125 R1.0875
Y0 X-1.125 R1.125
X1.125 Y0 R1.125
Y-0.375 X0.75
R0.375

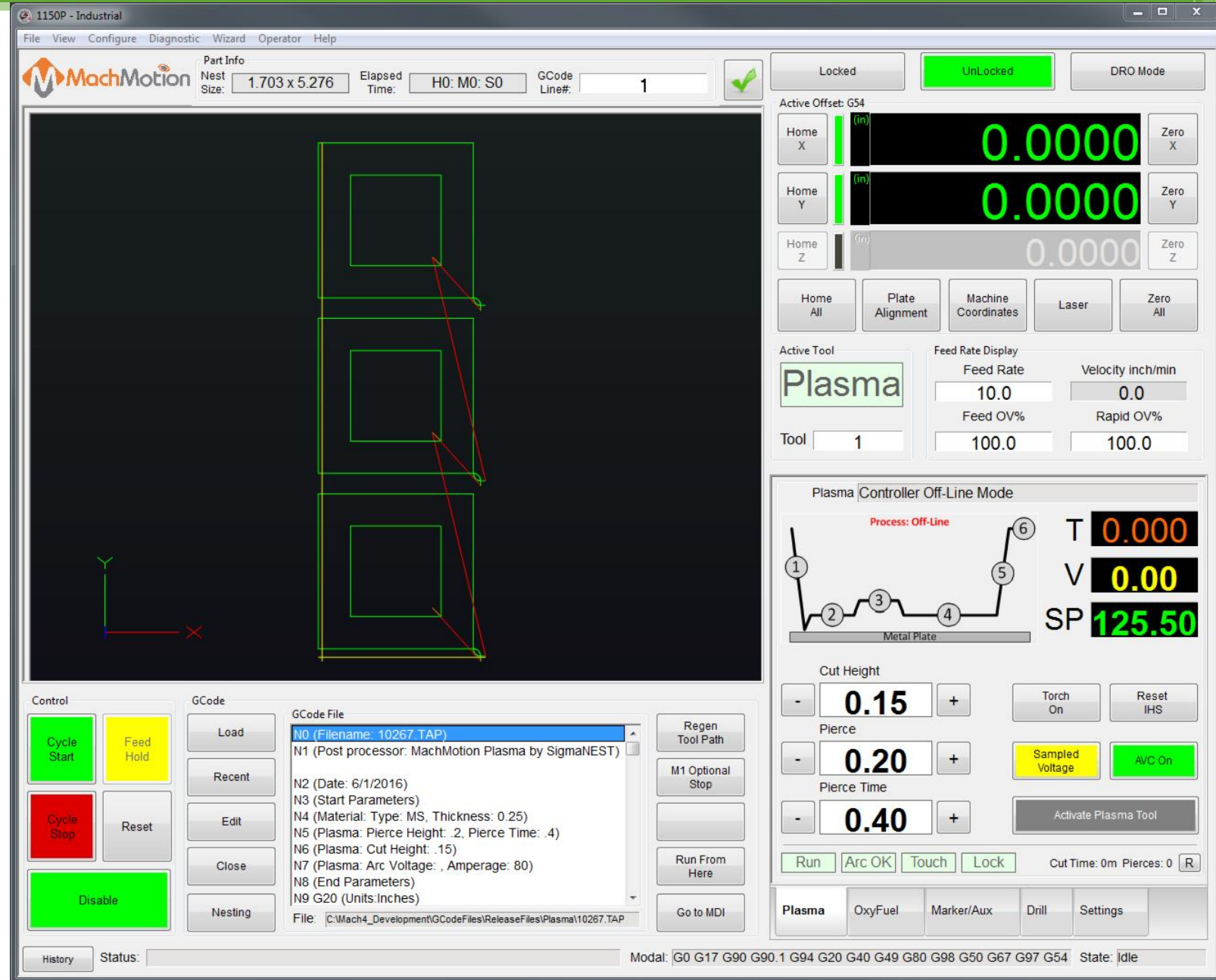
G00 Z0.1
X0 Y0
G01 **Z-0.75** F1
G2 Y0 X0.15 R0.075
F30
Y0 X-0.15 R0.15
Y0 X0.3 R0.225
Y0 X-0.3 R0.3
Y0 X0.45 R0.375
Y0 X-0.45 R0.45
Y0 X0.6 R0.525
Y0 X-0.6 R0.6
Y0 X0.75 R0.675
Y0 X-0.75 R0.75
Y0 X0.9 R0.825
Y0 X-0.9 R0.9
Y0 X1.05 R0.975
Y0 X-1.05 R1.05
Y0 X1.125 R1.0875
Y0 X-1.125 R1.125
X1.125 Y0 R1.125
Y-0.375 X0.75
R0.375

G00 Z0.1
X0 Y0
G01 **Z-0.9** F1
G2 Y0 X0.15 R0.075
F30
Y0 X-0.15 R0.15
Y0 X0.3 R0.225
Y0 X-0.3 R0.3
Y0 X0.45 R0.375
Y0 X-0.45 R0.45
Y0 X0.6 R0.525
Y0 X-0.6 R0.6
Y0 X0.75 R0.675
Y0 X-0.75 R0.75
Y0 X0.9 R0.825
Y0 X-0.9 R0.9
Y0 X1.05 R0.975
Y0 X-1.05 R1.05
Y0 X1.125 R1.0875
Y0 X-1.125 R1.125
X1.125 Y0 R1.125
Y-0.375 X0.75
R0.375
G00 Z0.1
M5 M9
M30

CNC 2B Plazma Kesme Uygulaması:

6. Örnek

Plazma ile kesme
(plasma cutting)



CNC 2B Plazma Kesme Uygulama:

6. Örnek

Plazma ile kesme (plasma cutting)

N0 (Filename: 10267.TAP)
 N1 (Post processor: MachMotion Plasma by SigmaNEST)
 N2 (Date: 6/1/2016)
 N3 (Start Parameters)
 N4 (Material: Type: MS, Thickness: 0.25)
 N5 (Plasma: Pierce Height: .2, Pierce Time: .4)
 N6 (Plasma: Cut Height: .15)
 N7 (Plasma: Arc Voltage: , Amperage: 80)
 N8 (End Parameters)
 N9 G20 (Units:Inches)
 N10 G90
 N11 (Part: P52)
 N12 M6 T1 (Plasma)
 N13 G00 X1.1232 Y0.503 F100.
 N14 M63 P60
 N15 M3
 N16 G01 X1.1585 Y0.4676 F100.
 N17 G01 X1.2116 Y0.4146 F100. G09
 N18 G01 X1.2116 Y1.3366 F100.
 N19 G01 X0.2896 Y1.3366 F100.
 N20 G01 X0.2896 Y0.4146 F100.
 N21 G01 X1.1916 Y0.4146 F100. G09
 N22 M62 P60
 N23 M63 P40
 N24 G01 X1.2116 Y0.4146 F100. G09
 N25 G01 X1.1585 Y0.4676 F100.
 N26 M62 P60
 N27 M63 P40
 N28 G01 X1.1232 Y0.503 F100.
 N29 M5
 N30 G00 X1.6146 Y-0.0384 F100.
 N31 M63 P60

N32 M3
 N33 G01 X1.6146 Y0.0116 F100.
 N34 G03 X1.5396 Y0.0866 I1.5396 J0.0116 F100.
 N35 G01 X-0.0384 Y0.0866 F100.
 N36 G01 X-0.0384 Y1.6646 F100.
 N37 G01 X1.5396 Y1.6646 F100.
 N38 G01 X1.5396 Y0.1066 F100.
 N39 M62 P60
 N40 M63 P40
 N41 G01 X1.5396 Y0.0866 F100.
 N42 G03 X1.6146 Y0.0116 I1.6146 J0.0866 F100.
 N43 M62 P60
 N44 M63 P40
 N45 G01 X1.6646 Y0.0116 F100.
 N46 M5
 N47 (Part: P52)
 N48 G00 X1.1232 Y2.2894 F100.
 N49 M63 P60
 N50 M3
 N51 G01 X1.1585 Y2.254 F100.
 N52 G01 X1.2116 Y2.201 F100. G09
 N53 G01 X1.2116 Y3.123 F100.
 N54 G01 X0.2896 Y3.123 F100.
 N55 G01 X0.2896 Y2.201 F100.
 N56 G01 X1.1916 Y2.201 F100. G09
 N57 M62 P60
 N58 M63 P40
 N59 G01 X1.2116 Y2.201 F100. G09
 N60 G01 X1.1585 Y2.254 F100.
 N61 M62 P60
 N62 M63 P40
 N63 G01 X1.1232 Y2.2894 F100.

CNC 2B Plazma Kesme Uygulama:

6. Örnek

Plazma ile kesme (plasma cutting)

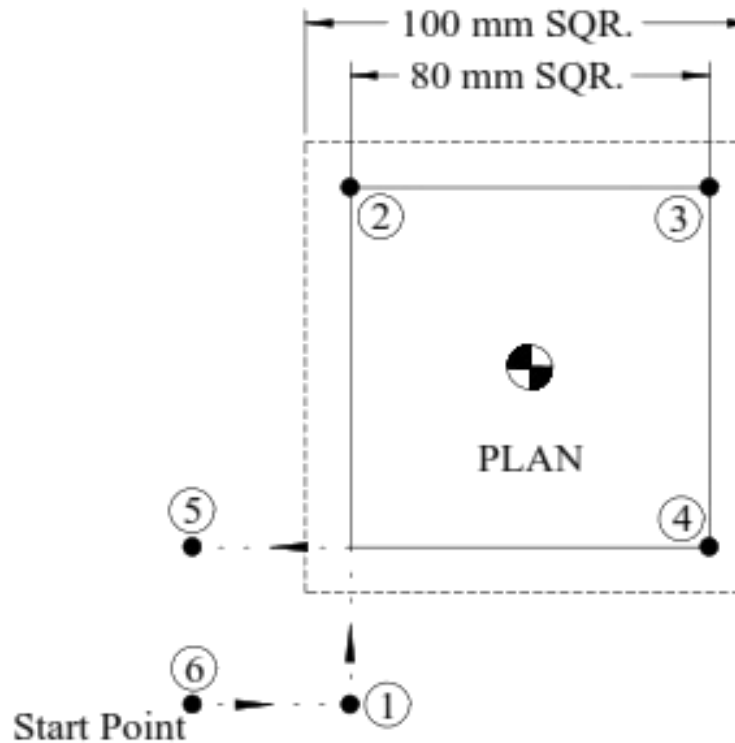
N64 M5
N65 G00 X1.6146 Y1.748 F100.
N66 M63 P60
N67 M3
N68 G01 X1.6146 Y1.798 F100.
N69 G03 X1.5396 Y1.873 I1.5396 J1.798 F100.
N70 G01 X-0.0384 Y1.873 F100.
N71 G01 X-0.0384 Y3.451 F100.
N72 G01 X1.5396 Y3.451 F100.
N73 G01 X1.5396 Y1.893 F100.
N74 M62 P60
N75 M63 P40
N76 G01 X1.5396 Y1.873 F100.
N77 G03 X1.6146 Y1.798 I1.6146 J1.873 F100.
N78 M62 P60
N79 M63 P40
N80 G01 X1.6646 Y1.798 F100.
N81 M5
N82 (Part: P52)
N83 G00 X1.1232 Y4.0758 F100.
N84 M63 P60
N85 M3
N86 G01 X1.1585 Y4.0404 F100.
N87 G01 X1.2116 Y3.9874 F100. G09
N88 G01 X1.2116 Y4.9094 F100.
N89 G01 X0.2896 Y4.9094 F100.
N90 G01 X0.2896 Y3.9874 F100.
N91 G01 X1.1916 Y3.9874 F100. G09
N92 M62 P60
N93 M63 P40
N94 G01 X1.2116 Y3.9874 F100. G09
N95 G01 X1.1585 Y4.0404 F100.
N96 M62 P60

N97 M63 P40
N98 G01 X1.1232 Y4.0758 F100.
N99 M5
N100 G00 X1.6146 Y3.5344 F100.
N101 M63 P60
N102 M3
N103 G01 X1.6146 Y3.5844 F100.
N104 G03 X1.5396 Y3.6594 I1.5396 J3.5844 F100.
N105 G01 X-0.0384 Y3.6594 F100.
N106 G01 X-0.0384 Y5.2374 F100.
N107 G01 X1.5396 Y5.2374 F100.
N108 G01 X1.5396 Y3.6794 F100.
N109 M62 P60
N110 M63 P40
N111 G01 X1.5396 Y3.6594 F100.
N112 G03 X1.6146 Y3.5844 I1.6146 J3.6594 F100.
N113 M62 P60
N114 M63 P40
N115 G01 X1.6646 Y3.5844 F100.
N116 M5
N117 M30

CNC Freze Basit Uygulama: 7. Örnek

CNC Program in Fanuc G Code

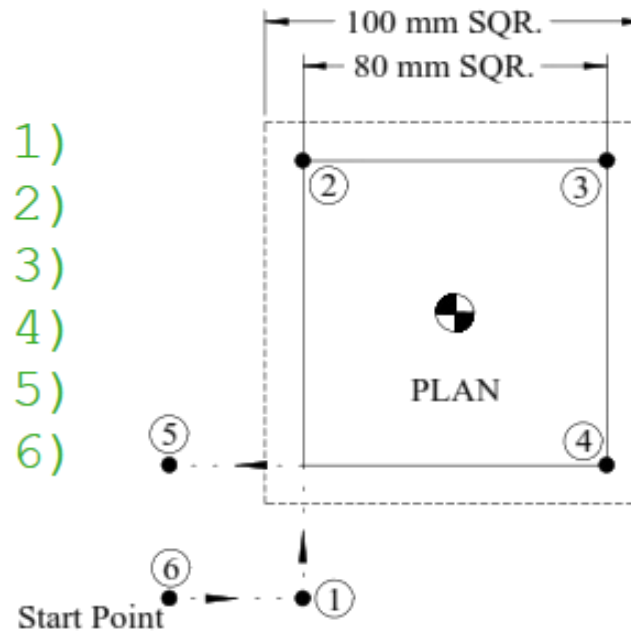
- O1000
- T1 M6
- (Linear / Feed - Absolute)
- G0 G90 G40 G21 G17 G94 G80
- G54 X-75 Y-75 S500 M3 (Position 6)
- G43 Z100 H1
- Z5
- G1 Z-20 F100
- X-40 (Position 1)
- Y40 M8 (Position 2)
- X40 (Position 3)
- Y-40 (Position 4)
- X-75 (Position 5)
- Y-75 (Position 6)
- G0 Z100
- M30



CNC Freze Basit Uygulama: 7. Örnek

```

O1000
T1 M6
  (Linear / Feed - Absolute)
G0 G90 G40 G21 G17 G94 G80
G54 X-75 Y-75 S500 M3   (Position 6)
G43 Z100 H1
Z5
G1 Z-20 F100
X-40                    (Position 1)
Y40 M8                 (Position 2)
X40                    (Position 3)
Y-40                   (Position 4)
X-75                   (Position 5)
Y-75                   (Position 6)
G0 Z100
M30
  
```



CNC Freze Basit Uygulama: 7. Örnek

```

O1000
T1 M6
  (Linear / Feed - Absolute)
G0 G90 G40 G21 G17 G94 G80
G54 X-75 Y-75 S500 M3   (Position 6)
G43 Z100 H1
Z5
G1 Z-20 F100
X-40                     (Position 1)
Y40 M8                  (Position 2)
X40                     (Position 3)
Y-40                    (Position 4)
X-75                    (Position 5)
Y-75                    (Position 6)
G0 Z100
M30

```

O1000 – hafızadaki programın numarası

T1 – takım cep numarası

M6 – takım değiştirme komutu

G0 – talaş almaksızın kesicinin boşta hızlı hareketi

G90 – mutlak (absolute) programlama

G40 – takım yarıçap telafisi iptali

G21 – metrik ölçü sistemi

G17 – X-Y çalışma düzlemi

G94 – ilerleme mm/dak

G80 – delik delme çevrimlerinin iptali

G54 – iş parçası sıfır noktası

S500 M3 – spindle 500 dev/dak ile saat yönünde

G43 – takım boyu telafisi (+)

H1 – takım boy offset kodu

G1 – doğrusal yavaş hareket F100 – 1 dak 100 mm ilerle

M8 – soğutma sıvısını aç

M30 – program sonu ve başlangıca dönüş

Kaynakça: *CNC Programlama*

- <https://tezmaksanakademi.com/cnc-isleme-merkezi>
- <http://www.helmancnc.com/cnc-g-code-introduction/>
- <http://www.helmancnc.com/simple-g-code-example-mill-g-code-programming-for-beginners/>
- <https://machmotion.com/blog/g-code-examples>
- <https://cadsay.com/cam-programlari>
- <https://www.bilkey.com.tr/online-kurs-kurtkoy/cnc/fanuc-cnc-programlama-kodlari.pdf>