



## NC ,CNC ,DNC' NİN TANIMI VE ÖNEMİ

### 1-NC nin (Numerical Control) Tanımı ve Önemi :

Sayısal kontrol (NC) harflerden sayısalardan noktalama işaretlerinden ve diğer sembollerinden oluşan komutlar ile makineye talimat verme tekniğidir.Bu komutlar geometrik ve teknolojik bilgileri kapsar ve iş tablasının belirli bir koordinata hareketinden kesicinin seçimini devir sayısını ve soğutma sıvısının kontrolüne bir çok fonksiyonu tanımlar.

Komutlar tezgaha bilgi blokları olarak verilir.Her bir blok (satır) tezgahın bir fonksiyonunun yerine getirmesini sağlayacak komutlar gurubudur. NC takım tezgahında bilgisayar olmadığı için tezgahın bir benliği yoktur. Bu nedenle tezgaha verilecek bilgi blokları için delikli şeritler kullanılır.

Bir şerit okuyucu delikli şeritlerdeki her bir blok bilgiyi okuyarak kontrol ünitesine gönderir. Kontrol ünitesi bu fonksiyonun yerine getirdikten sonra bir sonraki bloğun okunması ve uygulanması olarak işlem devam eder.NC tezgahında şeridin sarımı ve şerit okuyucu tarafından okunması üretim boyunca devam eder.Paçanın üretimi tamamlandıktan sonra delikli şerit otomatik olarak başa sararak bir sonraki üretim için hazır hale gelir. NC tezgahlar bu özelliğinden dolayı şerit kontrolü

### 2-CNC'nin (Computer Numerical Control) Tanımı ve Önemi

CNC tezgahlarında NC tezgahlarından farklı olarak bir bilgisayarlı kontrol ünitesi bulunur.Bu ünite; ekran tuş takımı, ana işlem kartı (CPU), eksen kartları ve diğer bir çok elektronik devre elemanlarından oluşur.

**Kontrol ünitesi:** Belleğine yüklenmiş olan programlar doğrultusunda iş mili motoruna, eksen motoruna, takım magazine, ve yardımcı fonksiyon elamanlarına kumanda eder.Bu ünitenin programda istenilen şekilde çalışmasını, hareket etmesini ve durmasını sağlar.Kontrol ünitesi ayrıca tüm fonksiyonların ve elektronik elemanların doğru çalışıp çalışmadığını yapılması istenilen hareketlerin konumları tam olarak yerine getirip getirmediğini daima kontrol eder.Bunlara ek olarak programda istenilen matematiksel hesaplamaları yaparak bütünlük sağlar.

### DNC'NİN(Direct Numerical Control) Tanımı ve Önemi

Uzaktaki bir bilgisayar ile tezgah arasındaki iletişim sağlamayı tanımlar.CNC tezgahların da kontrol ünitesinin benliğine depolamak için kullanılır.Başlangıçta üretilen CNC tezgahlarının kontrol ünitelerinin bellek kapasiteleri günümüzdeki yüzlerce programları depolayabilen kontrol ünitelerinden farklı olarak, sınırlı sayıda parça programlamaya yeterlidir.

Özellikle düşük kapasiteli kontrol ünitelerine sahip olan ilk CNC tezgahlarında DNC sistem CNC tezgahlarında bilgi depolamayı sağlamıştır.

DNC sistemleri günümüzde önemini korumaktadır.Örneğin: bir otomasyon uygulamasında DNC sistemler ve FMC sistemler ile yer alabilir.DNC parça programların tezgaha gönderilmesini üstlenirken FMC bilgisayarda iş parçalarının yüklenip boşaltılması işlemini yerine getirir.ayrıca parça programlarının ofis ortamında kolaylık getirecektir.

## CNC TEZGAHLARIN ÇEŞİTLERİ

**A.Tezgah tipi :** Başlangıçta matkap , freze ve torna tezgahlarına uygulanan bilgisayarlı sayısal kontrol (CNC- Computer Numerical Control) daha sonra talaşlı imalatın her alanında kullanılan takım tezgahlarına uygulanmıştır.CNC' nin uygulandığı takım tezgahı türleri ve özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

**1.Torna tezgahı:** CNC torna çeşitleri universal torna tezgahlarında olduğu gibi silindirik dönel iş parçalarının imalatında kullanılır.Bu tezgahlarda X ve Z olmak üzere iki temel eksen vardır. Z eksenini tezgahın fener mili (iş parçası) , hareketinin eksenini X eksenini ise kesicinin iş parçasının eksenine dikey olarak yaptığı hareketin eksenini temsil eder.

İşleme kapasite ve yetenekleri fazla olan CNC torna tezgahlarında eksen sayısı 3 yada daha fazla olabilir.Bu tür CNC torna tezgahlarında normal tornalama işlemlerine ilaveten frezeleme vb. işlemlerde NC programı denetiminde yaptırılmaktadır. Üç eksenli torna tezgahlarına genel olarak C eksenli yada



freze fonksiyonlu CNC torna denilmektedir.Bu tür tezgahlarda tahrikli kesiciler kullanılır.Yani tarete bağlanan kesicilerde kendi eksenleri etrafında ve belirlenen devir sayısında dönmektedir.Örneğin : torna tezgahında iş parçası üzerinde frezeleme işlemi için tarete bağlı bulunan freze çakısının tahrikli olması gerekir.

**2.Freze tezgahı:** CNC freze tezgahları prizmatik iş parçalarının işlenmesi için kullanılır.Bu tezgahlarda X,Y ve Z olmak üzere üç temel eksen vardır.X eksen tezgah tablasının boyuna hareketinin eksenini , Y eksen tezgah tablasının enine hareketin eksenini, Z eksen ise tezgah milinin aşağı-yukarı hareketinin eksenini temsil eder.CNC freze tezgahlarının yatay ve dikey konumlu olanları mevcuttur.Aralarındaki fark, dikey freze tezgahlarında tezgah mili dikey konumda olup Y eksen tablanın enine hareketini temsil eder.Yatay freze tezgahlarında ise tezgah mili yatay konumda olup Y eksen düşey konumdadır.

İşleme kapasite ve yetenekleri fazla olan CNC freze tezgahlarında eksen sayısı 4-5 yada daha fazla olabilir.Eksenler , tezgaha bağlanan NC divizör ve NC döner tabla ( NC rotary table ) eksenleridir.Kesici takımların bağlandığı otomatik kesici takım magazinleri ve ATC denilen otomatik kesici takım değiştiricilerle ( ATC- Automatic Tool Changers) donatılmıştır.

**3.İşleme merkezi:** CNC freze tezgahlarında normal frezeleme operasyonlarına ilaveten delme vb. işlemlerde yapılabilir.İşte , freze tezgahlarına oranla daha geniş işleme fonksiyon ve yeteneklerine sahip CNC freze tezgahlarına,

CNC işleme merkezi ( CNC machining center) denilir. Çünkü bu tür tezgahlar , bir takım tezgahından ziyade pek çok talaş kaldırma işleminin yapıldığı ve birden fazla takım tezgahının görevini yerine getiren bir işleme merkezine benzer.Bu tezgahların yatay ve dikey olanları mevcuttur.

CNC işleme merkezlerinde kullanılan kesicilerin sayısı diğer tür tezgahlarda kullanılanlardan daha fazla olup aynı zamanda dairesel kesitlidirler.Bu nedenle bu tür tezgahlarda kesici takım uzunluk ve yarıçap telafisi programcıya özellikle kesme ve hacim kalıplarının programlanmasında (erkek ve dişi iş parçalarının ) çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır.İş parçalarının tezgaha bağlanmalarında özel iş parçası bağlama paletleri kullanılır.

**4.Taşlama tezgahı:** Silindirik ve düzlem taşlama işlemlerinde yüksek derecede hassasiyet ve yüzey kalitesi istenir.Taşlama işlemi , özellikle belirli miktarda talaş kaldırıldıktan sonra ısıl işleme tabi tutularak sertleştirilmiş olan parçaların son bitirme işlemlerinde kullanılır.Bu tezgahlarda bazen 1 mikrona varan düzeyde hassasiyetin elde edilmesi gerekir.Bunun sağlanabilmesi için de sürekli olarak zımpara taşının kontrol altında bulundurulması gerekir.Kullanılan kesici takım sayısı fazla değildir.Meydana gelecek aşınmalar sonunda zımpara taşı telafisinin otomatik olarak düzeltilmesi (kompanze edilmesi) gerekir.Taşlama tezgahları bu özelliği ile diğer tezgahlardan farklıdır.

**5.Matkap tezgahı:** CNC matkap tezgahları , işlem fonksiyonları bakımından konvansiyonel matkap tezgahlarından farklı değildir.Günümüzde bağımsız CNC matkap tezgahı olarak değil küçük boyutlu freze tezgahı ya da işleme merkezi olarak tasarlanırlar.Yukarıda vurgulandığı gibi günümüzde matkap tezgahlarının görevini CNC dik işleme merkezleri almıştır.Bu nedenle bir dik işleme merkezini CNC matkap tezgahı olarak düşünebiliriz.Çünkü bu tezgahlarda delme , delik büyütme , rayba çekme , kılavuz çekme vb. operasyonlar matkap tezgahlarından daha seri ve hassas olarak yapılmaktadır.

**6. Tel erozyon tezgahı:** CNC tel erozyon tezgahları (CNC wire cutting machines ) özellikle sac metal kesme kalıplarının imalatında kullanılır.Bu tezgahlarda işleme elektrot adı verilen ve çok küçük çaplarda olan telin iş parçası üzerinde bulunan bir delikten geçişi esnasında meydana gelen çok yüksek ısı yardımıyla iş parçasını NC programında belirlenmiş olan konturda kesmesi esasına dayanır.Elektrot teller , kesilecek olan malzemelerin cinslerine göre farklı malzemelerden ve farklı çaplarda yapılırlar.Bu tezgahların en önemli özelliği , kesilen parçaların erkek ve dişi parça olarak kullanılabilmesidir.

**7.Elektro erozyon tezgahı:**Elektro erozyon tezgahları (EDM – Electro discharge Machines) metal iş parçaları üzerinden elektrik akımı yardımıyla erozyon yöntemiyle talaş kaldırma esasına dayanır.Tel



erozyon tezgahlarından tek farkı , kesme değil aşındırma yöntemiyle talaş kaldırmasıdır.Özellikle hacim kalıplarının imalatında kullanılır.

Elektro erozyon tezgahlarında elde edilecek parça profiline uygun bakır elektrot , tezgaha bağlanır. Tezgah tablasına da erozyon edilecek olan iş parçası bağlanır. Bakır elektrot iş parçasına yaklaştırıldığında elektrot ile iş parçası arasında bir ark oluşur.Oluşan bu ark iş parçası üzerinden erozyon yöntemiyle mikron düzeyinde talaş kaldırır.Bu işlem sürekli olarak devam eder ve bunun sonucunda da elektrotun profilinin tersi(dişisi) iş parçası üzerine işlenir.Elektrotlar iletkenliği çok yüksek olan saf bakırdan ve elde edilecek parça profilinde imal edilir.Erozyon işlemi sonunda ,iş parçası üzerine ters profil işlenmiş olur.

İşlenen bu profilin hacmi sıvı bir malzeme ile doldurulduğunda ise gerçek parça profilinde ürün elde edilmiş olur.Bu tezgahlara aynı zamanda dalma erozyon tezgahları da (die sinking machines) denir.

Erozyon işlemi , konvansiyonel kesici takımlar ve yöntemlerle talaş kaldırılarak işlenemeyecek sertlikteki malzemelerin işlenmesinde kullanılır.Ayrıca , çok karmaşık profil ve yüzeylerin işlenmesinde de yaygın olarak kullanılır.

**8.Zımbalı kesiciler:** CNC zımbalı deliciler(CNC punch machines ) , sac metallere üzerine üzerindeki zımbaların profillerinde kesme işlemleri için kullanılır.Kullanılan zımbalar birden fazla sayıda ve basitten kompleks profillere doğru olur.Zımbalar tezgah üzerinde bulunan zımba magazinlerine takılır.Programın işletimi esnasında gerekli olan zımba uçları otomatik olarak değiştirilir.Son yıllarda bu tür tezgahların CNC lazer kesme tezgahları almıştır.

**9. Presler :** CNC presler sac malzemelerin kesme ve bükme işlemleri için kullanılır.Kesicilerin konum değiştirmeleri iki eksen ve sürekli iz kontrolü şeklinde yapılır.Programlanabilen kurs ilerlemesi, sac malzemelerin kalınlıklarına göre değişir.Malzemelerin taşınmaları ve tezgaha sürülmeleri , mamul ve artık malzemelerin uzaklaştırılmaları , programlı taşıyıcılar yardımıyla yapılır.

**10. Alevle kesme makineleri:** Alevle kesme makineleri (flame cutting machines ) , sac levha malzemelerin kesme işlemlerinde kullanılır.Özellikle düzgün olmayan profillerin kesilmesinde büyük serilik ve kolaylık sağlarlar.Optik özellikli olanlarında , kesilecek olan iş parçasının resmi, algılayıcı ucun bulunduğu bölüme yerleştirilir.Parça resmi üzerinde algılayıcının hareketi esnasında , kesme alevinin bulunduğu ünite bununla senkronize olarak hareket eder.Bu tür tezgahlar klasik alevli kesicilere göre daha hassas ve seridir. En büyük avantajları herhangi bir şablon yada mastara gerek kalmadan kağıt üzerinde çizilmiş olan parça resimleri yardımıyla istenilen profildeki iş parçalarının kesilmesini yapmalarıdır.

**11. Lazer kesme makineleri:** Yukarıda açıklanan alevli kesicilerin yerini günümüzde CNC lazer tezgahları ( CNC laser cutting machines ) almıştır.Bu tür tezgahlarda kesilecek iş parçası resimlerinin herhangi bir resim materyali üzerine çizilmesine gerek yoktur.İş parçası profilini CNC işleme merkezlerinde olduğu gibi programlanır.Programı yazılmış parçalar sac levhalardan yüksek hassasiyet ve serilikte kesilir.Bu tür tezgahlarda özel gazlar kullanılır.Ayrıca sac levhalar üzerinde kesilecek parçaların en az fire verecek şekilde yerleştirilmesi de tezgah bünyesinde bulunan bilgisayara yaptırılır.

Kesme işleminde iş parçası sabit, lazer ünitesi ise hareketlidir.Kesme işlemi sonucunda elde edilen parçalar erkek ve dişi parçalar olarak kullanılabilir. Kesme yüzeylerinin hassasiyetleri kesilen malzemenin kalınlığına , kesme hızına ve kullanılan gazın özelliğine göre değişir.Ayrıca tezgahların malzeme magazini denilen bölgesinde , kesilecek olan malzemeler istiflenir.Buradan malzemelerin kesme bölgesin alınmaları , kesilen parçaların ve artık malzemelerin uzaklaştırılması programlı olarak gerçekleştirilir.En büyük avantajları , kesme sayısı ne olursa olsun kesilen tüm parçaların ölçülerini aynı olmasıdır.Halbuki CNC preslerde belirli sayıdaki kesme işleminden sonra kesici zımbaların profillerinde deformasyonlar meydana gelir ve iş parçası ölçülerinde farklılıklar olur.Bu nedenle de zımbaların sık sık revize edilmesi gerekir.



## **CNC TEZGAHLARININ AVANTAJLARI**

### **1-Programların Kaydedilmesi:**

CNC tezgahlarının en önemli özelliği yapılan parça programlarının kontrol ünitesinin belleğine depolanabilmesidir. Bu program bellekten çağrılarak defalarca kullanılabilir. Parça programları elektrik kesildiğinde ya da tezgahın enerjisi kapatıldığında bellekte kalacaktır.

### **2-Düzenleme:**

Bellekteki parça programının üzerinde değişiklik yapılması bir hatanın düzeltilmesi ya da bir programda yeni eklemeler veya düzenlemeler yapılması son derece kolaydır.

### **3-Çevrim Fonksiyonu:**

Sık kullanılan çeşitli uygulamalar (silindirik ,alın, konik tornalama ,vida açma, dikdörtgen cep boşaltma )bellekte kayıtlıdır.Kontrol birimi çevrim için gireceğiniz parametrik değerleri hesaplayarak o çevrimin yapılması için gerekli hareketleri yerine getirir.Çevri(döngü)fonksiyonu parça programlarının yazılımını önemli ölçüde kısaltır.

### **4-Alt Programlar:**

Bir programın içinde iş parçasının değişik biçimde kısımlarda uygulanacak olan tekrar işlemleri olabilir.Aynı programın farklı koordinatlar için tekrar yazılması yerine bunun için bir alt program yazılırsa istenilen yerde çağrılarak uygulanır.Bu ise yazılacak parça programını kısaltacaktır.

### **5-Kesici Telafisi:**

Kesici takımların uzunluk,çap ve takım ucu yarı çapı değerleri birbirinden farklıdır.CNC tezgahlarında kesici bilgileri kontrol ünitesine girilir. Kontrol ünitesi bu bilgilere göre gerekli hesaplamaları yaparak kesici telafilerini yerine getirir.İş parçasının tam ölçüde çıkması için kesicilerin boyut farklarını matematiksel olarak ölçüleri ekler ya da çıkarır.Böylece iş parçaları programda ve teknik resimde verilen değerlerde işlenmiş olur.

### **6-İdeal İşleme Koşulu:**

Üretim anında kesme şartları sürekli olarak kontrol ünitesi tarafından izlenir ve gerekli düzenlemeler anında yapılır.ÖRNEĞİN:Torna tezgahında bir alın tornalama işleminde kesici dış çaptan merkeze doğru hareket ederken aynanın devride otomatik olarak artacaktır.

### **7-Simulasyon:**

Yazılan programın üretimini geçimle den önce bu program kontrol ünitesinde bulunana ekranda(VDU)grafik olarak işlenir.Yani simle edilir.Bu simülasyon sonucu parçanın üretimine geçimle den önce yazılan programın doğruluğu test edilmiş olur.

### **8-Diğer Üniteler İle İletişim:**

Diğer bilgisayar ile iletişim kurulabilir.Bu şekilde kontrol ünitesinin belliğinden program merkezi bir bilgisayara gönderilebilir ya da başka bir bilgisayardaki program tezgaha aktararak işlenilebilir.

### **9-Arızanın Bulunması:**

CNC tezgahında bir arıza olduğunda elektronik aksam kontrol ünitesinde test ettirile bilir.Veya tezgah alarm verir.Arızanın hangi birimde olduğu ekranda görülür ve arıza operatör tarafından giderilir.

### **10-Kesicinin Otomatik Değişimi:**

CNC tezgahlarında kesicilerin değişimi kontrol ünitesi tarafından otomatik olarak gerçekleştirilir.

### **11-Hassasiyet Ve Seri Üretim:**

CNC tezgahlarında üretim yüksek hassasiyette gerçekleştirilir ve üretilen parçaların tamamı birbirine özdeştir.Bu ise sanayinin en fazla gereksinim duyduğu aynı tolerans değerlerine sahip özdeş parçaların seri üretimini sağlar.

## **İŞ GÜVENLİĞİ**



### **Programın İşletilmesinde Dikkat Edilecek Hususlar**

CNC takım tezgahları ile sistemleri , komplike ve ileri seviyede teknolojilerle donatılmıştır.Bu nedenle imalat aşamasına geçilmeden NC programı ile gerekli kontrollerin yapılıp doğruluğundan emin olunması gerekir.Çünkü parça imalatı ile ilgili prosesler ne kadar iyi düşünülürse düşünülün , hatasız bir program yazmak son derece zordur.Programın tasarlanması ve bilgisayarda yazımı esnasında farkında olmadan hatalı veri girişleri yapılabilir.

Hatalı veri girişleri , bilgisayar tuşlarına sert , eğik yada hafif basılması vb. nedenlerden kaynaklanır. En usta programcılar bile program yazımı esnasında da hata yapabilir. İş parçasının imalatı için düşünülen fonksiyonlar , bunlalar ilgili geometrik ve teknolojik veriler yanlış tespit edilmiş olabilir. İşte yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı iş parçası imalatına geçilmeden olası hataların bulunup düzeltilmesi ve doğruluğunun teyidinin bilgisayar tarafından onaylanması gerekir.Yapılan bu kontrol işlemi tezgah , tezgah ekipmanları , iş parçası , kesici takımlar ve çalışanların güvenliği için son derece önemlidir.

### **2.) Programın Doğrulanması ve Simüle Edilmesi**

İş parçası imalatına geçilmeden yazılmış olan NC programı bilgisayarda ve tezgah kontrol ünitesinde teste tabi tutulur.Bu test sonucunda program içersinde teknolojik yada sistematik hataların olup olmadığı araştırılır. İşte NC programları için yapılan bu test işlemlerine programların doğrulanması adı verilir. Doğruluğu onaylanan NC programının grafik simülasyonu ( graphical simulation ) yapılır . Grafik simülasyon , bilgisayar ekranında , yada tezgah kontrol ünitesinin grafik ekranında yapılır. Grafik simülasyon günümüzde en popüler ve seri olarak yapılan program doğrulama yöntemlerinin başında gelir.

#### **CNC torna tezgahı için bilgisayarda yapılacak simülasyon işlem sırası aşağıdaki gibidir:**

- 1 -işlemin yapılacağı tezgah türü seçilir.(Torna yada Freze tezgahı )
- 2 -Daha sonra iş parçasının şekli ve kaba boyutları belirlenir. ( Yuvarlak , delikli kabaca işlenmiş, serbest profil vb.)
- 3-Gerekirse kesici takım iş parçası vb. elemanlar için renk düzenlenmesi yapılır.
- 4-Programda kullanılacak olan kesici takımlar belirlenir.
- 5-Kesici takımlar programda belirlenen numaralara göre tezgah taretindeki istasyonlara yerleştirilir.
- 6-Simülasyonun yapılış şekli seçilir. ( Adım adım yada seri olarak )
- 7-Sesli yada sessiz simülasyon uygulaması seçilir.
- 8-Simülasyon gerçekleştirilir.Simülasyon esnasında kesici takımların hareket ve talaş kaldırma hareketleri izlenir.Simülasyon sonunda kaba olarak boyutları girilen iş parçası işlenmiş son haliyle ekranda görünür.
- 9-Kesici takımların izlediği yollarda ve parça profilinde herhangi bir olumsuzluk yoksa NC programı teknolojik, geometri ve mantıksal yönden doğrudur denmektedir.
- 10-Program disket yada RS-232C ara yüz bağlantısıyla CNC torna tezgahlarına yüklenir.
- 11-Tezgahta bazı ön düzenlemeler yapıldıktan sonra iş parçasının imalatına geçilir.

### **3-Manuel Takım Değiştirmede Dikkat Edilecek Hususlar**

CNC tezgahlarında iş parçası imalatı esnasında yapılacak olan kesici değiştirme işlemleri genellikle otomatik olarak yapılır. Ancak küçük boyutlu ucuz ve de özellikle eğitim amaçlı CNC tezgahlarında kesici takım değiştirme işlemleri manuel olarak operatör tarafından yapılır.

CNC takım tezgahlarında manuel kesici değiştirme işleminde özellikle şunlara dikkat edilmelidir. Kullanılacak olan kesiciler NC programı içerisindeki kullanılış sırasına göre dizilmelidir. Kesici uzunlukları ofsetleri referans kesiciye göre dikkatlice yapılmalıdır.Torna tezgahlarında referans kesici sağ yan torna kalemidir ve 1 nolu kesicidir. İşleme merkezinde de 1 nolu kesicidir ancak kesici türü operatör tarafından seilir.

Kesicilerin sağlıklı ve tehlikesizce değiştirebileceği bir nokta kesici takım noktası (TC- TOOL CHANGE POSITION) olarak tanımlanmıştır.



Kesici değiştirme işlemi sırasında tezgah mili durdurulmalı ve soğutma sıvı motoru kapatılmalıdır. Kesici kesme konumuna gitmeden tezgah mili soğutma sistemi çalıştırılmalıdır.

#### **4- Otomatik takım Değiştirmede Dikkat Edilecek Noktalar**

CNC torna tezgahlarında iş parçası imalatı sırasında otomatik olarak yapılacak olan kesici değiştirme işlemleri NC programındaki sıraya göre yapılır.CNC torna tezgahlarında kesici takım değiştirilmez ,kesici takımın bağlı olduğu istasyon değiştirilir.Bu değiştirmede işlemi taretin dönmesiyle gerçekleşir.Bunun sonucunda ilgili kesici takım kesme konumuna gelir Bu nedenle CNC torna tezgâhlarındaki kesici takım değiştirme sırasında tezgâh milinin durdurulmasına gerek yoktur.Ancak kesici takımın değiştirileceği emniyetli noktanın tezgâha tanıtılması gerekir.

Gerçek kesici takım değiştirme işlemi,işleme merkezlerinde olur.Bu nedenle değiştirme işlemi sonunda tezgâh mili oryantasyonu yapılarak kesici takımın tırnakları ile ATC'nin tırnakları (ATC-Aomatik Tool Changer)aynı konuma getirilir.Bu tür tezgâhlarda genel olarak kesici takım değiştirme işleminden önce tezgâh mili otomatik olarak durdurulur.Kesici takım,kesme konumuna gitmeden tezgâh mili çalıştırılmalıdır.

#### **5-Talaş Kontrolü Ve Uzaklaştırılması**

CNC takım tezgâhlarının gövde dizaynları işleme esnasında meydana gelen talaşların kesme bölgesinden hızla uzaklaşmasına imkan tanıyacak şekilde yapılmıştır.Çünkü bu tür tezgâhlarda çıkan talaşların miktar ve hacimleri diğer tezgâhlardan çok fazladır.Bu nedenle CNC torna tezgâhlarının gövdeleri eğik gövde (slant bed)olarak dizayn edilmiştir.Düşey işleme merkezlerinde çıkan talaşlar kesme bölgesine yani tezgâh tablası üzerine düşer.Halbuki yatay işleme merkezlerinde durum farklıdır.Bu bölgeden de talaş konveyörleri yardımıyla uzaklaştırılır.

Soğutma sıvısı,ısı transferleri ve çıkan talaşların kesme bölgesinden uzaklaştırmasına yardımcı olur.Soğutma sistemleri normal ve tazyikli olmak üzere farklı kademelerdir.Kesme esnasında çıkan talaşların toplanması için normal yada vakumlu kolektörler kullanılır.Bunların çalışma sistemleri vakumlu temizleyicilerle ayırır.Talaş konveyörleri kullanılır.

Bunların çalışma sistemleri vakumlu temizleyicilerle ayırır.Talaş konveyörleri çıkan talaşları kesme bölgesinden özel talaş arabalarına yada belirli bir toplama bölgesine taşır.

CNC tezgahlarında çıkan talaşların küçük parçacıklar şeklinde çıkması istenir.. Hiçbir zaman bir ip gibi uzun talaşların çıkması istenilemez. Çünkü bu tür talaşların kesme takım ve kesici takım üzerinde uzaklaştırılmaları zordur.Ayrıca kesici takım ve iş parçası üzerinde de sarılarak hem kesmeyi olumsuz etkiler hem de işlenen yüzeyin çizilme ve bozulmasına neden olur.Bunun için kesici takım Kesici uç ve bağlama sistemleri özel olarak talaş kırıcısı görevini üstlenecek şekilde dizayn edilir .Böylece kesme anında çıkan talaşların küçük parçacıklar şeklinde kırılmasını sağlar.

#### **6-Acil Durdurma İşlemleri**

Acil durumda (emergencv stop) her türlü takım tezgahı için her zaman gerekli işlemlerin en başında gelir. Bu buton tezgah kontrol paneli üzerinde operatörün her yönden rahatlıkla ulaşabileceği konumda bulunur.Şekil ve renk olarak diğerlerinden farklıdır.Enerji kesilmesi kesici kırılması yada kesicinin iş parçasına aniden dalması vb. durumunda kullanıldığından tezgah tekrar çalıştırıldığında kesicinin başlangıç sıfır konumunda (intial position) gönderilmeden önce monüel olarak emniyetli mesafelere götürülmesi gerekir.

Herhangi bir acil durumda bu butona basıldığında tezgahın tüm sistemleri durur.Yani tezgah mili ve eksensel ilerlemeler durur, soğutma sistemleri kapanır.Bu düğmeye hızla basılacağı düşünülerek kendiliğinden açılması için otomatik olarak kitlenir ve basılı durumda kalır.

#### **7-Makinenin Çevre Düzeni**

Bütün CNC takım tezgahlarında talaş kaldırma sırasında iş parçası ile kesici takım bölgelerin özel muhafızlarla kapalı bulundurulması gerekir. Bunlar istenilen konumda kapalı bulundurulmadıkları sürece tezgahın çalıştırılması mümkün değildir. Bu kontroller switchler yardımıyla yapılır. Switchler



doğrudan kontrol ünitesiyle itibatlıdır.Basılı olmadıkları sürece de ve tamamlandığından tezgah kontrol ünitesi ilgili kısma ait mesajlar operatörü uyarır. Bu mesajlara örnek olarak <kapı açık>(door open)

İşlenecek malzemeleri tezgah yakınlarına getirilmeleri ve işlenmiş malzemelerin tezgah bölgesinden uzaklaştırmaları programlanmadan paletli taşıyıcılarla yapılır.Taşınan bu programın denetiminde yapılır.Bu tür sistemlerin kullanılmadığı durumlarda tezgahın çevresi işlenmiş ve işlenmemiş olarak düzenlenmelidir.

### **8-Yangına Karşı alınacak Önlemler**

CNC takım tezgahları 24 saatlik çalışma performansı dikkate alınarak dizayn edilir.Bazen bu tezgahlar günler ve haftalarca stop düşmesine basılmadan çalışmak durumuyla karşı karşıya kalabilirler.Bu nedenle tezgah bünyesinde meydana gelen aşırı ısı ve genleşmelerin bulunduğu bölümler özel fanlarla soğutulur.Bu fanlar bazı durumlarda yetersiz kaldığı için tezgahın bulunduğu ortamda ikimderlinme işleminin (soğutma hava sirkülasyonu ve rutubetin gönderilmesi) sağlıklı şekilde yapılması gerekir.Ayrıca elektrik bağlantı kablolarının dış kısımları ısı rutubet kesilme ve fare kemirmelerine karşı dirençli izalazyon malzemeleri ile kaplanmış olmalıdır diğer yandan açıktan geçmesi gereken kablolar ya havadan yada çelik spirial koruyucular içerisinde geçmelidir.

### **9-İşlem Bölgesine Çalışma Esnasında El Sokulmaması**

Talaş kaldırma sırasında tezgah muhafazaları olan koruyucu kapaklar kapalı durumda bulunmalıdır. Bu , durum operatörlerin kesme bölgesine el ve kollarını uzatmalarını engellemek için düşünülmüştür. Muhafazalar , kesme sırasında kesici takım hareketleri ve iş parçasının rahatlıkla izlenebilmesi için saydam fiberglas malzemelerden yapılmışlardır. Ancak endüstriyel tip tezgahlarda devir sayıları çok yüksek ve parça boyutları büyük olduğu için saydam pencerelerin iç kısımları , içten çelik tel , ağ yada parmaklıklarla takviye edilmiştir.Ağır olan iş parçalarının operatör tarafından tezgaha tek başına ve kolaylıkla bağlanabilmesi için tezgah aynası pedal kumandalıdır. Böylece operatör iki eli ile iş parçasını tutarken pedal yardımıyla da aynaya kumanda edebilmektedir. Aynı durum karşılık puntası (Gezer punta ) içinde söz konusudur. Bu operasyonlar , pedalla kumanda edebildiği gibi tezgah kontrol ünitesi üzerinde bulunan butonlar yardımıyla da yapılabilmektedir.

Son yıllar da bu saydam kısımlar kırılmaz özellikli malzemelerden yapılmaktadır.Ayrıca kesme sıvısı kesme bölgesine yüksek tazyikle gönderildiği için sağlıklı olarak kesici takım hareketleri ve iş parçası izlenememektedir.Bu nedenle yüksek kesme , soğutma yağlama özelliğine sahip saydam (transperans ) sıvılar , CNC tezgahlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylece her an kesici takım hareketleri ve iş parçası rahatlıkla izlenebilmektedir.

### **10.)Makinede Bilmeden Herhangi Bir İşin Yapılmaması**

CNC takım tezgahlarında operatörlerin yaptıkları her türlü işlem ve veri girişinden mutlaka emin olmaları gerekir. Bu nedenle her türlü veri girişleri diyalog yöntemiyle ve teyitle yapılır. Bu yöntemin en önemli özelliği , operatörün yapması gereken tüm işlemlerin sorulması ve verilen cevaplara göre bir sonraki işleme geçilmesidir.

CNC tezgahlarında değiştirilmesi çok tehlikeli olan veriler sistem parametreleridir. Parametreler , ancak ilgili firmanın o konuda tam yetkili elemanları tarafından değiştirilebilir. Genel olarak bu tür verilerin değiştirilecekleri bölümlere girmek için özel şifreler kullanılmasına rağmen yanlışlıkla değiştirilmişlerse ilgili tezgah firmasına müracat edilmelidir.

### **CNC TEZGAHLARININ KISIMLARI**

CNC tezgahlar 6 ana gruptan oluşur.

- 1-Gövde ve kızaklar
- 2-Bilgisayarlı kontrol ünitesi
- 3-İş mili motoru ve eksen motoru ünitesi
- 4-Bilyeli vida
- 5-Takım magazini
- 6-Yardımcı fonksiyon elemanları ve aksesuarlar



**1)Gövde ve Kızaklar:** Klasik tezgahlarda olduğu gibi CNC tezgahların da ana gövde malzemesi olarak dökme demir yaygın olarak kullanılmaktadır. Dökme demirin ucuz alma özelliğinin yanısıra istenilen şekilde üretilebilmesi avantajlı gözükür ayrıca iyi bir sönümleme ve kendi kendine yağlama özelliğine sahiptir.

Çelik malzemelerde en fazla kullanılan malzemeler arasındadır. Çelik yapılar dökme demirden daha hafif buna karşı yaklaşık iki kat dayanıklıdır. Bu nedenle özellikle büyük tip tezgahlarda çelik gövdeler tercih edilmelidir.

Son dönemlerde CNC tezgahlarında ağırlıklı olarak görülen kutu biçimle çelik gövde yapılar simetrisinin sağlanabilmesinde amaçlar çünkü simetri denge ve sağlamlık sağlar düşük maliyeti ve fitresini yutma özelliğinden dolayı azda olsa beton malzemeler tezgah gövdesi olarak kullanılabilir.

Düz yüzeyle kızakların yük taşıma kapasiteleri düz yüksektir. Bu nedenle CNC tezgahlarında çoğunlukla düz yatak düzeyler kullanılır. Ayrıca tezgah kızaklarını aşınmaya karşı direncinin düşük olması istenir. Bunun için kızak yüzeyleri serleştirilir ve genellikle teflon ile kaplanır. Ayrıca sürtünmeyi ve aşınmayı azaltmak için basınçlı yağlama sistemi kullanılır.

Düz kızak yüzeylerindeki sürtünmeyi azaltmak amacıyla dönme hareketi sağlayan iğne bilyeli rulmanlarda kullanılmaktadır. Ancak iğne bilyelerin tezgah kızığına oturarak yapışma sorunu yaratması nedeniyle bu sistem büyük ve ağır tezgahlar için uygun değildir.

**2)Bilgisayarlı Kontrol Ünitesi:** Bu ünite ekran tuş takımı ana işlem kartı (CPU) eksen kartları ve diğer birçok elektronik devre elemanlarında oluşur. İş mili motoru eksen motorları takım magazini ve diğer yardımcı elemanlar buradan kumanda edilir. Bu aygıtların programlanan şekilde hareket etmesi çalışması yada durması bu ünite tarafından sağlanır.

Kontrol ünitesinde yer alan aritmetik ünite programda gerekli olan tüm hesaplamaları yapar. Bu ünite ayrıca tüm fonksiyonları ve elektronik aygıtların doğru çalışıp çalışmadığına hareket konumlarını doğru olup olmadığını sürekli kontrol eder.

Bir CNC tezgahının güncelleştirilmesi belleğindeki çipin değiştirilmesiyle kolayca sağlanır. Böylece CNC tezgahları demode olmadan uzun yıllar çalışabilir.

**3)İş Mili Motoru ve Eksen Motoru Üniteleri:** İş mili motoru Torna tezgahlarında aynaya yada özel bir aparatla iş miline doğrudan bağlanan iş parçasının dönmesini sağlar freze tezgahlarında ise iş mili tezgah tablosuna bağlanmış olan iş parçasında talaş kaldıran kesici takımların dönmesini sağlar. İş mili motoru dönme hızını ve yönünü belirten komutu bilgisayarlı kontrol ünitesinden alır. Torna tezgahlarında kesme hızının sabit kalması için çap küçüldükçe devir sayısını artması gerekir. Bu işlem iş mili motorunda hareket alan en koder'in motor hızını devamlı izlemesi ve bu bilgileri yeri besleme (feedback) ile kontrol ünitesine iletilmesiyle sağlanır. Eksen motorları olarak servo motorlar kullanılır. Bu motorlar tezgahın ana ve yardımcı eksenlerdeki hareketlerini kontrol ünitesinden aldıkları komutlara göre yönetilir. Doğrusal eksen hareketleri motora bağlı olan bilyeli milin dönüşü ve bu milin üzerindeki rulmanlı yatağın hareketi ile sağlanır. Döner hareketler ise motora bağlı sonsuz vida mekanizması ile yapılır.

#### **4)Yardımcı Elemanları ve Aksesuarları**

**A)Karşı Punta:** CNC torna tezgahında iki tip karşı punta (Toilstock) kullanılır. Manuel kumandalı tornalar ve programlanabilir puntalar

Manuel kumandalı puntalar da puntanın ileri çıkması kontrol ünitesindeki tuş kontrolü hidrolik olarak sağlanır.Gövdenin hareketi ise sabitleme civataları gevşetilerek el ile yapılır.

Programlanabilir puntalar (Programmable) hydraulic tailstock),genellikle mil tornalamalarda kullanılır.Punta gövdelerinin sabitlenmesi hidrolik olarak hareketi ise taret yardımıyla sağlanır.Punta pnolünün ileri hareketi ve iş parçasının punta yuvasına girdikten sonra kilitlemesi program içerisinde yer alan komutlara bağlı olarak gerçekleşir.Kontrol ünitesinde puntalar kullanılarak ta bu fonksiyonlar çalıştırılabilir.





**B)Takım Magazini:** CNC tezgahlarında birden fazla kesici takım kullanılır.Bu kesiciler magazin olarak adlandırılan bir takımlıkta bulunur ve programda yer alan sıraya göre tezgah tarafından otomatik olarak değiştirilerek iş parçasından talaş kaldırılırlar.(torna tezgahında taret dik işlem tezgahından magazin olarak adlandırılır.)

Takım magazini tezgahın yapısına göre hidrolik, pnömatik ya da servo motor tahrikiyle çalışır.Magazin dönerek pozisyona gelmesini sağlayan komutu kontrol ünitesinden alır.Bu ünite de takımın bağlandığı istasyonun pozisyona gelip gelmediğini denetler.

**C)Talaş Konveyörü:** CNC tezgahlarında kesicinin iş parçasından çıkardığı talaşların etkili bir şekilde tezgahtan dışarı atması ve temiz bir çalışma ortamı sağlaması gerekir.Bu işlem için talaş konveyörü (chip conveyor) kullanılır.

Talaş konveyörü kontrol ünitesinde bulunan butonlar kullanılarak (talaş konveyörü ileri talaş konveyörü geri ya da program içerisinde verilecek kodlara bağlı olarak çalıştırılabilir.

En yaygın olarak yürüyen bant konveyörü ve dönen bant konveyörü sistemi kullanılır.Bazı tezgahlarda talaş konveyörü de zaman rölesi vardır.Bu zaman rölesi ayarlanan zamanda konveyörü çalıştırılarak operatörün müdahalesi olmadan dışarı atılmasını sağlar.

**D)Soğutma sıvısı:** CNC tezgahında programın içerisinde komutlara bağlı olarak çalışan soğutma sıvısı motoru bulunur.soğutma sıvısı motoru kontrol ünitesinde bulunan buton kullanılarak çalıştırılabilir.

Soğutma sıvısı (collant)kesme anında kesici takımın ısınmasını ve çıkan talaşların parçadan uzaklaşmasını sağlar.Soğutma sıvısını açma komutu tezgahın iş milini çalıştırma komutundan sonra verilmelidir.Aksi halde soğutma sıvısı iş mili yataklarına girebilir ve hasara yol neden olabilir.soğutma sıvısı tezgahın kızak gibi çalışan kısımlarında paslanmaya neden olamaması için bu kısımların koruyucu yağ ile yağlanması gerekir.

Derin delik delme gibi bazı uygulamalarda soğutma sıvısı motorunun sağladığı kesme sıvısının basıncı yeterli olmayabilir.Bu durumlarda kesicinin içinden gelen soğutma sıvısı daha sağlıklı sonuç alınmasını sağlayacaktır.

### **Takım Ve İş parçası Ölçme Tertibatı:**

CNC tezgahlarında taret üzerindeki kesici takımların uçları koordinat değerleri üretici firma tarafından tanımlanmış olan bir referans noktaya göre belirlenmesini sağlar. Takım ucu,takım ölçme tertibatının (tool seter) hassas ölçme kafasına x ve z yönlerinde dokundurulur.Kontrol ünitesi bu noktayı hafızasına kaydeder.Üretim anında bu değerleri hesaba katarak hareketleri yönlendirir.

Torna tezgahında işlenen parçanın iç ya da dış çaplarının dokunma duyarlılığı (prog) kullanılarak ölçülür.Eğer ölçülen değer olması gereken değerden farklı ise kontrol ünitesi bu farkı hesaplayarak takımların hareketlerini otomatik olarak düzeltir.

Dik işleme merkezinde ise takım ölçme tertibatı (tool seter) ile yalnız kesici takımların boyları ölçülür.kesicilerin çap bilgisi ise kontrol ünitesine elle girilir.

Eğer birden fazla kesicinin boyu ölçülecek ise bu kesicilerin magazindeki istasyon numaraları verilir ve ölçme programı çalıştırılarak işlem tanımlanır.

### **Otomatik Kapı**

CNC torna tezgahları da kapının açık ya da kapalı olduğu bir swich ile kontrol ünitesine iletir. Kapı açık olduğunda tezgahta otomatik pozisyonda çalışmaz.Eğer çalışırken kapı açılırsa tezgah durur.

Otomatik kapı (Automatic Door) standart olarak bulunmaz.Ayrıca istenilmesi gerekir.Otomatik işleme başlatma tuşuna (cycle start) tuşuna basıldığında bu kapı kendiliğinden kapanır.Parçanın işlenmesi tamamlandığında ise açılır. Çalışma anında açılmaz.

### **Çubuk Sürücü**

CNC torna tezgahında çubuktan parça işlenmesinde parçanın çubuk sürücü bir tertibatta sürülmesi kolaylık sağlar.Çubuk sürücü (barfeeder) programda yer alan çubuk sürme komutuna bağlı olarak çalışır.

### **Parça Tutucu**



CNC torna tezgahında çubuktan işleme yapılıyorsa kesilen paçalar tezgahın içine ya da konveyöre düşecektir.Bu istenilmeyen durumu ortadan kaldırmak için parça tutucu (part cartcher)kullanılır.

### **Döner Tabla**

Dik işleme merkezinde döndürücü eksen olarak ta adlandırılır.Döner tabla komutları ile kendi eksenini etrafında 360 derece dönebilir.Ve değişik açılarda işlenmesi gereken parçalar için her konumlama hassasiyeti 1 derecedir.

### **CNC'DE Kontrol Tipleri:**

İlk takım tezgahları manuel (elle) işlemeye göre tasarlanmıştır.Başlangıçta pedal ile kumanda edilen iş mili daha sonra yerini elektrik motorlarına bıraktı.Ama kızak hareketleri hala insan tarafından kontrol edilir.İnsanların göz ve kulakları sensörlerin kol ve bacakları servo motorların ve beyni merkezi kontrol biriminin işlevlerini üstlenmiştir.Mikro işlemci teknolojisindeki gelişmelerin sonucu olarak tezgah hareketleri operatörün beceresinden çıkartılarak sayısal denetimine geçirilmiştir.CNC tezgahlarında kontrol tipleri genel olarak 3 gruba ayrılır.

- 1) İş mili devir kontrolü
- 2) Kızak hareketi kontrolü
- 3) Kızak pozisyonu kontrolü

**1) İş Mili Devri Kontrolü:**İş mili tahrik mekanizması kesme işleminde gerekli gücü sağlar. NC tezgahlarında kullanılan iş mili tahrik mekanizması şu fonksiyonları yerine getirmesi gerekir.

Mekanik güç iletimi nedeniyle oluşan sürtünme kayıklarını karşılamalıdır. Özellikle düşük hızla yüksek talaş kaldırma işlemlerinde, sabit gücün sağlanması için yüksek gücün çıktısı verilmelidir. Ayrıca torna tezgahlarında işlenen parçanın çapı değiştiğinde iş mili devrini sürekli olarak değiştirerek sabit kesme hızı sağlanmalıdır.

NC tezgahlarının yukarıda belirtilen fonksiyonları yerine getirebilmesi servo motorlar ile mümkündür. Bu nedenle tezgah mili tahrik mekanizması için servo özellikte elektrik motorları kullanılır. Bu motorlar DC(Doğru Akım)elektrik motorları ya da AC(Alternatif Akım) elektrik motorları'dır. Hız ,DC motorlarında voltaj değiştirilerek AC motorlarında ise kaynak frekansı değiştirilerek sağlanır.

**2) Kızak Hareketi Kontrolü:**CNC tezgahlarında ilerleme hızı hassas olarak sürekli kontrol edilir.

Örneğin eğik bir yüzeyin işlenmesinde her iki eksenin hareket kontrol eder programlanan kesme hızı sağlanır.

Üç ekseninde ya da eğrisel hareketlerin kontrolü daha güçtür. Bu nedenle bir CNC tezgahlarının en temel fonksiyonu otomatik hassas ve tam bir hareketi sağlamaktır.

Kızak hareketleri elektrik ya da hidrolik güç kullanılarak sağlanır. Ancak en yaygın olan DC ve AC servo elektrik motorlarıdır. Ayrıca eğitim amaçlı küçük tezgahlarda kızak hareketi step modları ile hareket ettirilir.

**3) Kızak Pozisyonu Kontrolü:**Servo motorlarda giriş sinyalindeki artış artışa göre kızak hızında artış sağlanır. Ama giriş sinyalinin motor hızına yansıma miktarı tam hesaplanmaz bu nedenle servo motorlarda motorun hızını ölçen bir aygıt gereklidir. Ölçülen değer geri besleme ile komparatöre gönderilir. Böylece motor hızında gerekli olan hız artımı sağlanır.

## **KESİCİ TAKIMLAR VE BAĞLAMA SİSTEMLERİ (mak-2-İö-22/02/2013)**

### **CNC de Kesici Takımlar:**

CNC tezgahlarda işleme süresini ve işleme kalitesini en fazla etkileyen faktörlerin başında kesici takımlar ve bunların bağlama sistemleri gelir. Bu tezgahlarda kullanılacak kesici uç ve takımların şu özelliklere sahip olması gerekir.

Kesici uç yüksek sıcaklıkta sertliğini kaybetmemelidir.



- Kesici uç hassas olarak bağlanabilmelidir.
- Kesici uç kolayca değiştirilebilmelidir.
- Kesici takım sağlam ve dengeli bağlanmalıdır.
- Kesici takımların değişimi kolay ve hızlı olmalıdır.
- Etkili soğutma sıvısı kullanıma uygun olmalıdır.
- Çıkan talaşların kızarma özelliği olmalıdır.

### **Kesici Takım Ve Gereçleri:**

CNC tezgahlarda maksimum randıman alınabilmesi yüksek kesme hızı ve ilerleme değerlerinde işlem gerçekleştirilir. Bu ise kesici uçların kesme sırasında normalden fazla ısınması demektir. Bu nedenle CNC tezgahlarda kullanılacak kesici uçların yüksek sıcaklıkta sertliklerini kaybetmemesi gerekir.

CNC tezgahlarında kullanılan kesiciler HSS çelikler yüksek hız çeliği ve sert metal uç kesicilerdir. Kesiciler tek parça olarak kullanılır. Sert metal uç kesiciler ise değişik boyut ve şekillerde standart olarak üretilir. HSS (High Speed Steel – Yüksek hız çeliği) kesiciler 650 C dereceye kadar sertliğini korur bu kesiciler sinter karbür kesicilerden daha söndürdür yani yoktur. Ama sertlikleri daha düşüktür. Bu nedenle HSS kesicilerin CNC tezgahlarında kullanımı sınırlıdır. Ancak bu kesiciler titanyum nitrür gibi bileşiklerle kaplanarak sertlikleri artırılır.

**Hss Kesici Takımları:** HSS kesiciler tek parça takım olarak kullanılır. Bu kesiciler küçük çaplı deliklerin delinmesi konik açılması kılavuz çekilmesi vb. işlerde kullanılır.

Sert metal uçlar değişik boy ve biçimlerde standart olarak üretilir. Her bir uça tasarımına bağlı olarak 6,8 ya da daha fazla kesme kenarı bulunur. Bir kenar köreldiğinde diğer bir kenar kesme yapacak konuma indekslenir.

Kesici uçların en önemli avantajları standart ve hassas boyutlarda üretilmesi; doğru kesme geometrisine sahip olması, hızlı değiştirmesi ve bileme işleminin olmamasıdır. Kesici ucun bütün kenarları kullanıldıktan sonra bu uç yeni bir uç ile değiştirilerek işleme kalınan yerden devam edilebilir.

CNC tezgahlarında sinter karbür en fazla kullanılan metal uçtur. Tungsten ve tantalum karbürler toz halinde üretildikten sonra kobalt (yapının sertliğini ve karbür tanelerini sınırlamasını sağlar) ile karıştırılıp pireslerde sıkıştırılır. Bu yapı daha sonra sinterlenir.

**Sinterleme:** Toz halindeki malzemelerin sıkıştırıldıktan sonra gözeneksiz ve yoğun bir yapıya sahip olması için çok yüksek sıcaklıkta birleştirilme işlemidir. Sinter karbürlerin sertliğinin yüksek olmasına karşın sünekliğinin az olmasına karşı yeni karbür türlerinin geliştirilmesi çalışmaları hızlandırılmıştır. Karbür türleri aşınma dayanımlarına ve sürekliliğine bağlı olarak sınıflandırılır. ISO talaş kaldırmak için sert metal kesicileri üç ana grupta toplamıştır.

**P:** Uzun talaş veren malzemelerin işlenmesinde kullanılan sert metal kesiciler (çelik, çelik döküm, paslanmaz çelik, uzun talaş bırakan temper döküm vb.)

**M:** İşlenmesi güç olan malzemelerin işlenmesinde kullanılan sert metal kesiciler (manganlı sert çelik, ısıya dayanıklı çelikler, sert döküm vb.)

**K:** Uzun talaş bırakan malzemelerin işlenmesinde kullanılan sert metal çelikler, (döküm sert çelikler, demir dışı metaller, alüminyum vb.)

### **Kesicilerin Bağlanması**

CNC tezgahlarında kullanılan kesici gereçlerinin üstün özelliklerini yanı sıra bu gereçlerin kesici takımlara dengeli, sağlam ve kolay bağlanabilmesi de önemlidir. Kesici uçların takım uçları takım tutucu ya da kartuşlara bunların ise takım magazinine ya da tariete tespiti hep aynı konumda olmalıdır. Bunun için kesici takımlarda standartlaştırılmıştır. Örneğin bir kesici uç kesici takıma bağlandığında bu uç ile takımın belirli yüzeyler arasındaki mesafe belirli toleranslar içinde olabilir. Böylece bir kesici uç ya da bu ucun kesme kenarı değiştirildiğinde yeni uç ile aynı işe kalınan yerden devam edilebilir.



Kesici uç büyüklüğü; kesme derinliği kesme kenar uzunluğu ve işlemenin şekline bağlı olarak belirlenir. Örneğin; düşünülen kesme derinliği kesme kenar uzunluğunun 3'te,2'sini geçmemelidir. Aynı şekilde kaba işlemede kullanılacak kesici ucun yarı çapı ince işlemede kullanılacak kesici ucun yarı çapından daha büyük olmalıdır.

Kesici uç tipi ise işlemenin şekline ve kullanılacak takım tutucuya göre belenir. Kesici uç biçimleri dayanıklılıkla da ilgilidir. Örneğin; yuvarlak uçlar kare uçlardan daha dayanıklıdır. bununla birlikte üçgen açılarının uygulama alanları daha geniştir. Kesici ucun takım tutucuya bağlanması da işlemenin şekli belirleyicidir. Torna tezgahlarında kesici ucun takım tutucuya bağlanması vida ve pim kullanılarak yapılır. Üsten sıkmalı bağlama sistemleri kesme kuvvetlerini karşılaması ve talaş kırıcı bağlanabilmesi avantajına sahiptir.

Freze tezgahlarında standart konik saplı takım tutucular kullanılır. Bu takım tutucular takım maliyetini düşük tutmanın yanı sıra daha kolay ve sağlam bağlama avantajı sağlar. Takım tutucunun tezgah miline bağlanması ve sökülmesi hidrolik hidrolik sistemle otomatik olarak yapılır. Eğer otomatik takım değiştirme sistemi yoksa bu işlem mekanik tutucu aletler kullanılarak elle yapılır.kontrol ünitesi takım tutucunun bağlanmasını ya da sökülmesini kontrol etmek için selenait valflerden yararlanır.

### **Takım Magazinleri Ve Taretler**

İş parçalarının işlenmesinde birden fazla kesici kullanılır. Bu kesiciler freze tezgahlarında ve işleme merkezlerinde magazin, torna tezgahında ise taret olarak adlandırılan takımlar da tutulur. Kontrol ünitesi programdaki sıraya göre bu kesiciler buldukları istasyondan çağırarak kesme yapmalarını sağlar. Taretlerde kesicilerin bağlandığı istasyon sayısı sınırlıdır. Bu ise özellikle çok sayıda kesicinin kullanılacağı işlemlerde görevini tamamlayan kesicilerin sökülerek yenilerinin bağlanması gerekir.

Alternatif çözüm ise taret yerine magazin kullanılmasıdır. Bu sistemde kesici takımlar magazinde depolanır ve kullanılacak olan kesici buradan alınır. Bir torna tezgahı ve hidolik sistemle çalışan döne magazin görmektedir.

### **İş parçasının bağlanması**

CNC tezgahlarda iş parçasının ölçüsünde seri olarak üretilmesinde programın doğruluğu yanı sıra iş parçasının bağlama şeklide rol oynar. Bu nedenle klasik tezgahlarda kullanılan ayna ,mengene,pens,döner tabla gibi bağlama aygıtları CNC tezgahlarına uyarlanmıştır.

Klasik tezgahlarda mekanik olarak kumanda edilen ayna, mengene, döner tabla gibi sıkma aygıtları CNC tezgahlarında hidrolik ve pnomatik sistemde çalışır. Bu ise daha hızlı ve emniyetli sökme-bağlama olanak tanır.

CNC tezgahlarında kullanılan iş parçası bağlama aygıtlarında olması gereken özellikler şunlardır.

- 1-CNC tezgahlarda iş parçasının bir bağlantısında birden fazla yüzeyde işleme yapılabilir. Bu ise bağlama aygıtının birden fazla yönünde kesme kuvvetine maruz kalması demektir. Bu nedenle bağlama aygıtı farklı yönlerdeki kesme kuvvetine karşı rijitliğini ve sağlamlığını korumalıdır
- 2-Parçanın hareket edemeyeceği ve dönemeyeceği pozitif bir bağlama konumu sağlanmalıdır.
- 3-Seri üretimde üretilen parçanın çözülerek yeni parçanın bağlanması kısa zamanda ve hep aynı konumda doğru olarak yapılabilmelidir.
- 4-Birden fazla iş parçası bağlanmasına uygun olmalıdır.
- 5-DNC ve FMS gibi otomasyon sistemlerin de ya da robot kullanımında iş parçasının otomatik olarak sökölüp bağlanmasına uygun olmalıdır.

### **Torna Tezgahında İş Bağlama (mak-1-iö-25/02/2013)**

Torna tezgahın da iş parçasının bağlanmasında üç ayaklı aynalar, dört ayaklı aynalar ve pensler kullanılır.



Üç ayaklı aynalarda iş parçası daima iş mili ekseninde bağlanır. Dört ayaklı aynalarda ise her bir ayak birbirinden bağımsız olarak hareket eder bu nedenle dört ayaklı aynalar ile yuvarlak olmayan asimetrik parçalar farklı eksenlerde bağlanabilir.

Bağlama aygıtlarının hidrolik yada pnomatik olarak çalışması nedeniyle sökme ve bağlama işlemleri program içerisindeki komutlara göre yapılır.

Sıkma prensipleri ile özellikle küçük çaplı parçalar salgısız ve sağlam olarak bağlanabilir ayrıca uzun parçaların işlenmesinde salgının önlenmesi için karşı punta ve alın sürücüler kullanılır.

### **Freze Tezgahında İş Parçası Bağlama**

Freze tezgahlarında işleme merkezlerinde iş parçasının bağlanmasında hidrolik ve pnömatik sistemle çalışan;mengeneler,sıkma pabuçları ve döner tablalar kullanılır,ancak delik plakalar ve paletler en çok tercih edilen aygıtlardır. NC dairesel interpolasyon komutları kullanılarak dairesel profiller kolayca işlenebilir. Ayrıca birbiriyle açılı delik ve kanallar açılmal (polar) koordinata göre kolayca konumlandırılabilir. Bu nedenle döner tablalar NC tezgahlarda klasik tezgahlara göre daha az kullanılır. Bu aygıtlar genellikle yatay işleme merkezlerinde kullanılır. Döner talanın avantajlı yanı bir bağlanışta iş parçasının birden fazla yüzeyinin işlenebilmesidir.

Divizörler NC tezgahlarında ender olarak kullanılır. Bu aygıtlar yerlerini hidrolik olarak çalışan ve programlanabilen indeksleyicilere bırakmıştır. İndeksleyiciler bu özelliklerinden dolayı program içinde kontrol edilebilir.

Mengeneler prizmatik şekilli küçük parçaların bağlanmasında kullanılır. Ancak büyük parçaların bağlanması uygun değildir. Büyük parçalar tezgah tablasına bağlama takımları kullanılarak bağlanılabilir.

Freze tezgahlarında ve işleme merkezleri de en yaygın olarak kullanılan parça bağlama aygıtları ızgara plakalardır. Izgara plaka genellikle dökme demirden yada çelikten yapılmış kanal ve delikleri çok hassas olarak işlenmiş ve deliklere vida açılmıştır.

Izgara plakalar genellikle tezgah tablasına kolayca bağlanır. Bu plakalar ile 0 noktasının tanımlanması kolaydır. Ayrıca işlenecek parçalar hep aynı konumda bağlanacağı için yeni parçalar ayarlama yapılmadan kolayca bağlanabilir.

Plaka aynı anda birden fazla iş parçası bağlanabilir. Böylece kesici takım bir parçayı işler, işlenmiş olan diğer bir parça sökülerek yeni bir parça bağlanabilir. Bu ise parça söküp bağlamaktan kaynaklanan kullanış zamanını ortadan kaldırır. Palet kullanımı da aynı düşünceden dolayı tercih edilir. Birinci paletteki iş parçaları işlenirken ikinci paletle işlenecek yeni parçalar bağlanır.

### **KESME HIZI VE İLERLEME**

#### **Hesaplanması:**

Programcı programın yazılımına başlamadan önce kesme hızı ilerleme ve devir sayısı bilgilerini çıkarmalıdır. Bu bilgiler ilgili çizelgelerden alınarak ve gerekli hesaplamalar yapılarak belirlenir. Ancak çizergede yer alan yer alan değerler genel değerlerdir. Bu değerler tezgahın durumuna iş parçasının ve kesici takımın bağlanma şekline işlemenin şekline bağlı olarak değiştirilebilir. P

Programcı bu şartları kendi bilgi ve tecrübesini kullanarak değerlendirmeli ve gerekli değişikliklere gidebilmelidir. Doğru seçilmiş ve kesme hızı değerleri ideal bir kesme şartının anahtarıdır.

#### **Kesme Hızı :**

Kesme hızı kesici üzerindeki bir noktanın dakikada metre olarak aldığı yoldur. Bu hız yüzey hızı olarak ta adlandırılır. Kesme hızını etkileyen faktörler şunlardır.

- Kesici takımın gereci
- İşlenecek parçanın gereci
- Kesici takımın ve malzemenin bağlama şekli
- Tezgahın gücü ve durumu
- Kaldırılacak talaş kesiti
- Kullanılan soğutma sıvısı



kesme hızı ile devir sayısı arasında bir bağlantı vardır. Ve doğru orantılıdır. Eğer kesme hızı artarsa devir sayısı da artar. Eğer kesme hızının azalması halinde devir sayısı azalır.

CNC programlarında ya sabit kesme hızı ya da sabit devir sayısı verilir.Eğer G96 komutu girilirse bunu takip eden S kodu için girilen değer kesme hızıdır. G97 komutunu takip eden S kodu ise devir sayısını tanımlar.

Eğer G96 komutu girilirse kontrol ünitesi değişen çap değerine göre devir sayısını sürekli kontrol eder. Örneğin;iş bir alın tornalama işleminde kesici takım iş mili eksenine yaklaştıkça (çap küçüldükçe) kontrol ünitesi yeni çap değerini formüle koyarak devir sayısını sürekli arttıracaktır.

**Not:** devir sayısı ile kesici çapı ters orantılıdır.

### **Freze ve tornada kesme hızları**

İş paçasının malzemesi	Kesici malzemesi	
	HSS	Sinter karbür
Yumuşak çelik	28	170
Dökme demir	18	100
Pirinç	120	250
Alüminyum alaşımlar	75	180

### **Devir Sayısının Hesaplanması**

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000}$$

V :Kesme(mm/dak)\_

D :İş parçası çapı (mm)(frezedeki çakı veya kesicinin çapı)

N :Devir sayısı (dev/dak kesici çapı)

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000}$$

Bu formülde yer alan kesme hızı değeri kesici takım üreticisi firmalar tarafından verilir.

**ÖRNEK:**Torna tezgahında sert metal uç kesici ile 60mm çapındaki dökme demir malzemede alın tornalaması yapılacaktır.tezgahın 60mm çaptaki devir sayısını ve çap 35mm düştüğündeki devir sayısını hesaplayınız. Kesme hızı tabladan 100mm/dk olarak alınmıştır.

a)

$$\begin{aligned} D &= 60 \text{ mm} \\ V &= 100 \text{ mm/dk} \\ N &= \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} \\ &= \frac{100 \cdot 1000}{3,14 \cdot 60} \\ &= 530 \text{ dev/dk} \end{aligned}$$

b)

$$\begin{aligned} D &= 35 \text{ mm} \\ V &= 100 \text{ mm/dk} \\ N &= \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} \\ &= \frac{100 \cdot 1000}{3,14 \cdot 35} \\ &= 910 \text{ dev/dk} \end{aligned}$$

**ÖRNEK:** 16mm çapında parmak freze ile çelik malzemeden bir iş parçası işlenecektir. Tabladan seçilen kesme hızı değeri 20mm/dk dir. Buna göre tezgaha verilecek devir sayısını hesaplayınız.

$$\begin{aligned} D &= 16 \text{ mm} & N &= \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} & N &= \frac{20000}{50,24} \\ V &= 20 \text{ mm/dk} & N &= \frac{20 \cdot 1000}{3,14 \cdot 16} & N &= 398 \text{ dev/dk veya } 400 \text{ dev/dk} \\ & & N &= \frac{20000}{3,14 \cdot 16} & & \end{aligned}$$

**ÖRNEK:** Torna tezgahında sert metal kesici ile 40mm çapındaki çelik bir malzemeye alın tornalaması yapılacaktır. Kesme hızı tabladan 18mm/dk bulunduğuna göre tezgaha verilecek devir sayısını bulunuz.



$$N = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad N = \frac{18 \cdot 1000}{3,14 \cdot 40} \quad N = \frac{18000}{125,6} \quad N = 143 \text{dev/dk}$$

**İlerleme:** Kesici takımın iş parçası yüzeyindeki hareketindeki hızıdır. Çıkarılan talaşın kesiti talaş derinliği ile birlikte ilerleme değerlerine bağlıdır. İlerleme değeri programda F kodu ile verilir. Birimi ise girilen koda bağlı olarak mm/dk ya da mm/dev.' dir.

G. Kodu	Tanımı	Birimi
G 94	İlerleme Hızı	mm/dk
G 95	İlerleme Hızı	mm/dev

Eğer ilerlemenin birimi mm/dev olarak verilirse bunun mm/dk ' ya çevrilmesi aşağıdaki formül kullanılarak yapılır.

$$\text{İlerleme (mm/dev)} = \text{ilerleme (mm/dk)} \cdot \text{Devir sayısı (dev/dk)}$$

$$\text{Devir sayısı (dev/dk)} = \frac{\text{ilerleme (mm/dk)}}{\text{ilerleme (mm/dev)}}$$

**ÖRNEK:** Bir tornalama işleminde iş mili devri 1200dev/dk ilerleme hızı çizelgeden 0,2mm/dev alınmıştır. İlerleme hızını mm/dk cinsinden hesaplayınız?

$$V = 1200 \text{dev/dk}$$

$$F = 0,2 \text{mm/dev}$$

$$Mm/dk = 0,2 \cdot 1200$$

$$= 240 \text{mm/dk}$$

### **FREZE VE TORNADA İLERLEME HIZLARI**

#### **İLERLEME HIZI**

Frezeleme	HSS	Sinter Karbür
Yumuşak Çelik	0,13	0,50
Dökme Demir	0,20	0,50
Pirinç	0,18	0,30
Alüminyum Alaşımları	0,28	0,50

Tornalama	HSS	Sinter Karbür
Yumuşak Demir	0,20	0,80
Dökme Demir	0,40	1,00
Pirinç	0,80	1,50
Alüminyum Alaşımları	0,30	1,50

**Diş Başına İlerleme:** Freze tezgahında takma uçlu kesici takımlar için ilerleme hızının her diş başına ilerleme olarak verilmesi daha yaygındır. Doğal olarak diş sayısı arttıkça her bir dişe düşecek talaş kesiti azalacaktır. Aynı çaptaki iki kesicide diş sayısı fazla olan kesici takımında ne bir dişin keseceği talaş kesiti diş sayısı az olan kesiciye göre daha az olacaktır. Bu nedenle diş başına ilerleme değerinin girilmesi daha ağırlıklı bir sonuç alınmasını sağlar.

$$\text{İlerleme hızı (mm/dev)} = \text{ilerleme hızı (mm/diş)} \cdot \text{diş sayısı}$$

**ÖRNEK:** 8 dişli alın alın freze ile iş parçasının yüzeyi frezelenecektir. Dev. Sayısı 1040dev/dk ve ilerleme 0,3mm/diş olduğuna göre programda verilecek ilerleme hızını mm/dk ve mm/dev olarak hesaplayınız?

Diş sayısı=8

İlerleme hızı=0,3mm/diş

Devir sayısı=1040 dev/dk

İlerleme hızı=(mm/dk)=0,3.8

=2,4mm/dev

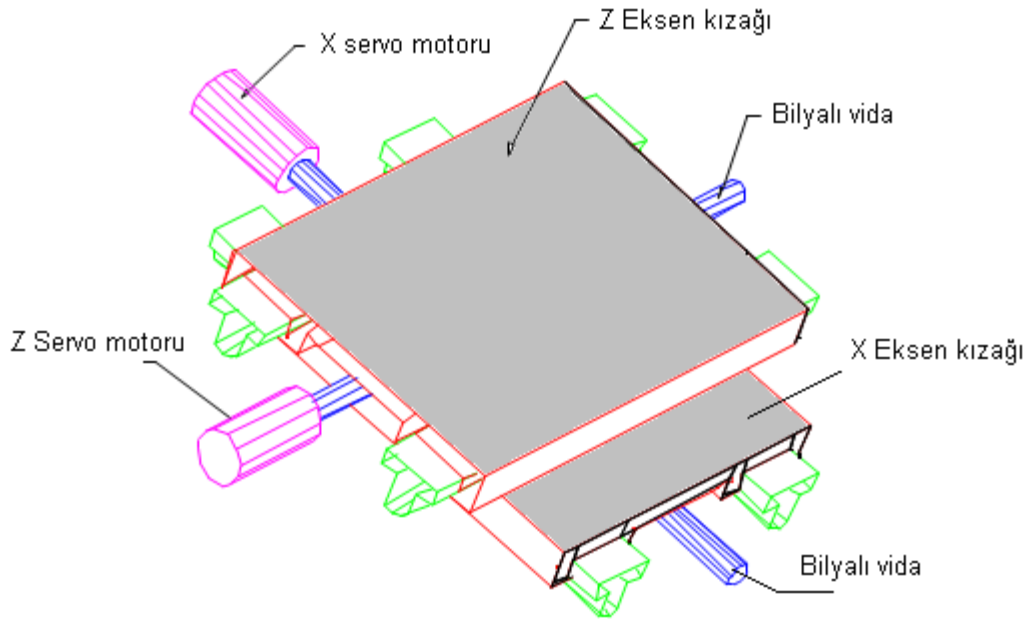
İlerleme hızı (mm/dk)=ilerleme hızı (mm/dev)x dev sayısı

=2,4x1040

=2496mm/dk

## CNC TORNA TEZGAHINDA PROGRAMLAMA

### Programlamaya giriş:



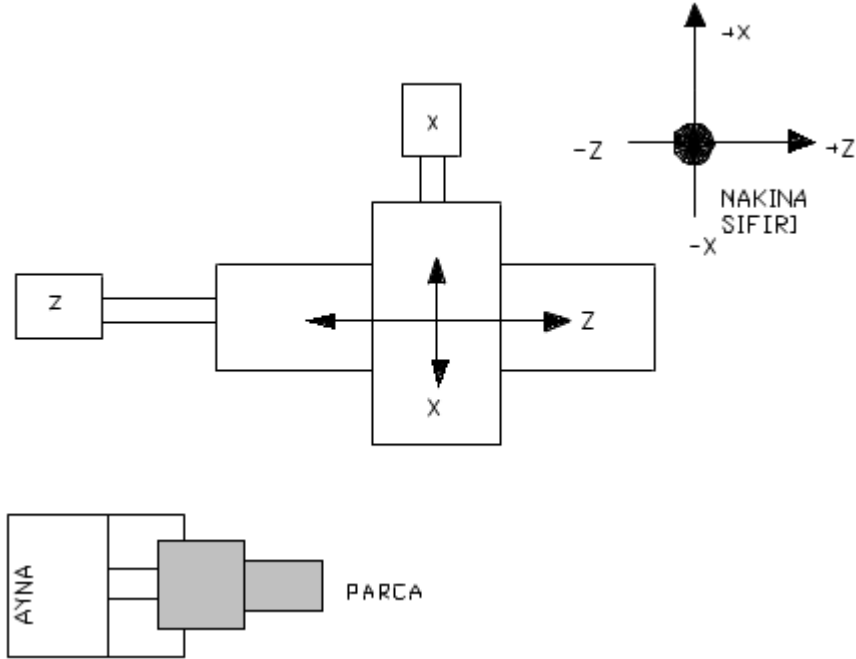
Üniversal torna tezgahındaki sportun ve arabanın hareketi bir bilyalı vida ve servomotor sistemi ile kontrol edilirse CNC torna tezgahının ana yapısı elde edilir. Aynı zamanda ayna devri kontrol edildiğinde gerçek bir CNC TORNA tezgahı yapısı elde edilmiş olur.

Tezgahta kontrol edilen her bir doğrultu bir eksen olarak kabul edilir. Dolayısıyla torna tezgahında iki adet eksen vardır. CNC TORNA tezgahında ;

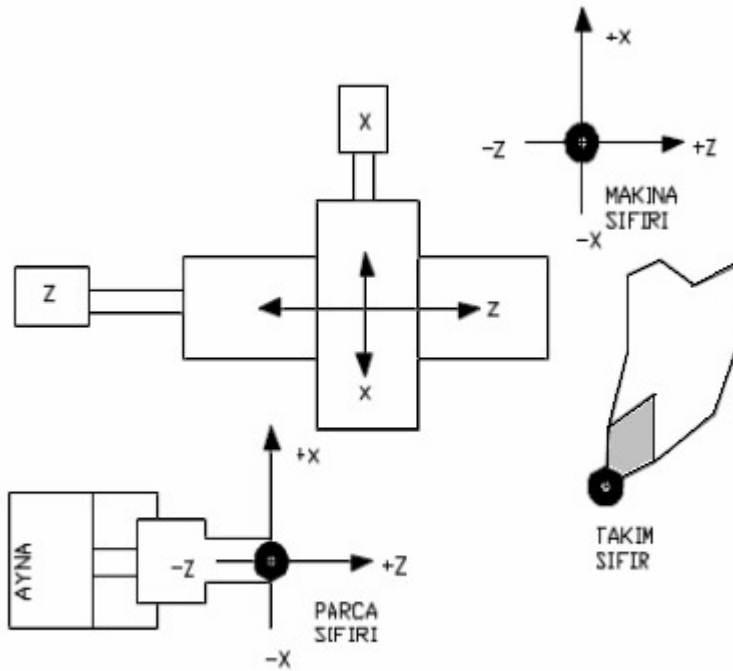
**SPORT hareketi Z -ekseni**

**ARABA hareketi X -ekseni'dir.**





### Makine Sıfır Noktası ve İş parçası Sıfır Noktası



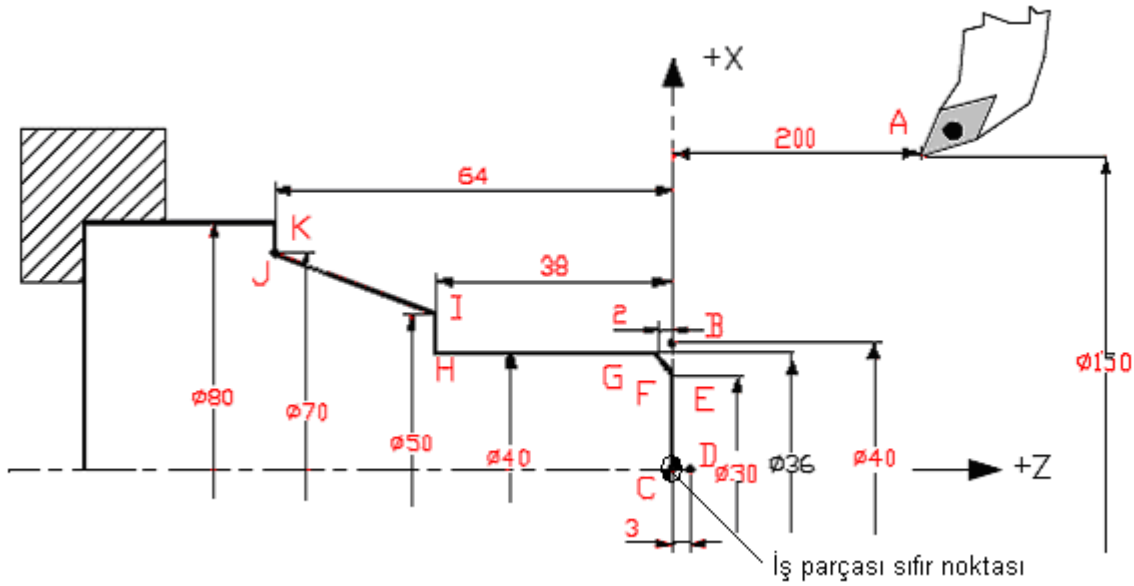
Makine sıfır noktası üretici firma tarafından belirlenen sabit bir nokta olup, bu noktaya çoğu zaman HOME NOKTASI denir. Şekilde görüldüğü gibi CNC torna makine sıfırına göre hep negatif bölgede çalışmaktadır. İş parçası sıfır noktası kesici teması ile tezgah başında ayarlanır. Burada amaç tezgah home noktası ile iş

D.Ü. DÜZCE MESLEK YÜKSEK OKULU MAKİNA BÖLÜMÜ BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM(CNC ) DERS NOTLARI Öğr.Gör.Ali Özcan  
parçası sıfır noktası arası uzaklığın tezgah hafızasına alınması ve kesiciyi iş sıfırına gönderdiğimizde bu uzaklığı hafızasındaki değerlere göre yerine getirmesinden ibarettir.

### **İş Parçasında İşlenecek Noktaların CNC Torna yapısına Uygun Olarak Belirtilmesi**

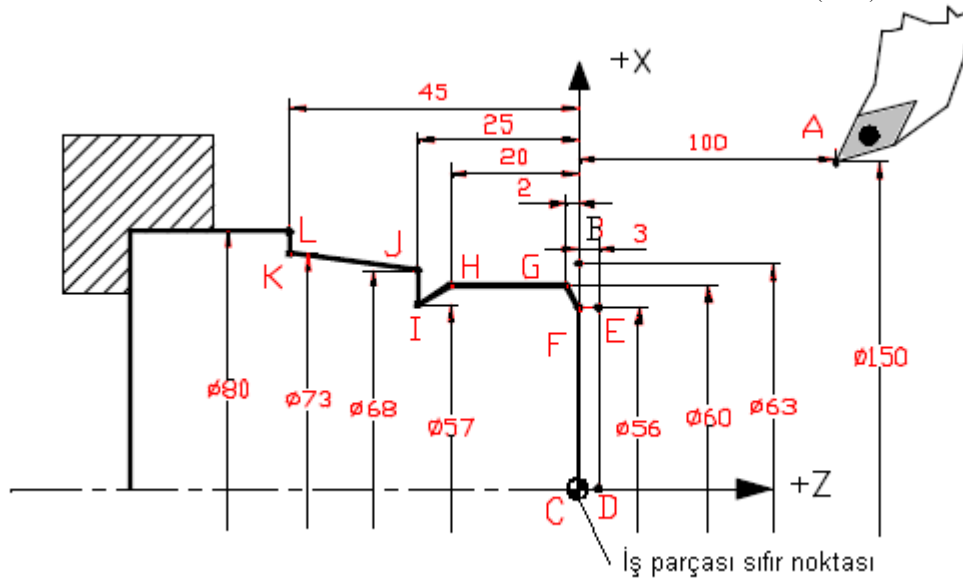
Genel olarak CNC torna tezgahlarında simetrik parçalar işlenmektedir.Parça üzerinde işlenecek noktaların belirtilebilmesi için belli bir noktanın referans alınıp diğer noktaların bu referans noktasına göre çap ve boy cinsinden belirtilmesi gerekir.Genellikle alınan bu referans noktası iş parçası altındaki merkezdir.Bu noktanın koordinatları  $X=0,Z=0$  'dır.

#### **Örnek 1:** (mak-2-nö-26/02/2013)



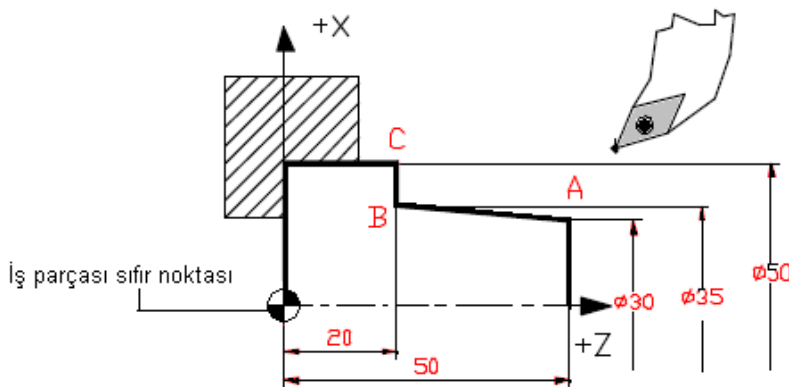
Nokta	X (Çap)	Z (Boy)	Nokta	X (Çap)	Z (Boy)
A	150.	200.	G	36.	-2.
B	40.	0.	H	40.	-38.
C	0.	0.	I	50.	-38.
D	0.	3.	J	70.	-64.
E	30.	3.	K	80.	-64.
F	30.	0.			

#### **Örnek 2:**



Nokta	X (Çap)	Z (Boy)	Nokta	X (Çap)	Z (Boy)
A	150.	100.	G	60.	-2.
B	63.	0.	H	60.	-20.
C	0.	0.	I	57.	-25.
D	0.	3.	J	68.	-25.
E	56.	3.	K	73.	-45.
F	56.	0.	L	80.	-45.

### Örnek 3:



Nokta	X (Çap)	Z (Boy)
A	30.	50.
B	35.	20.
C	50.	20.

### **FANUC Kontrol Ünitesi İçin 'M' Kodları**

Tezgahın fonksiyonları ile ilgili kodlardır.Kontrol üniteleri arasında farklılıklar gösterebilir.

M2	Program Sonu	
M3	Aynanın saat yönünde (CW) dönmesi	
M4	Aynanın saatin tersi yönde dönmesi (CCW)	
M5	Aynayı Durdurma	
M8	Suyu Açma	
M9	Suyu Kapama	
M10	Aynayı Açma	
M11	Aynayı Kapama	
M14	Puntayı Çıkarma	
M15	Puntayı geri Çekme	
M18	Ayna pozisyonlandırma iptali	C eksenli tezgahlarda
M19	Aynayı pozisyonlandırma	C eksenli tezgahlarda
M23	Pah kırma	
M24	Pah kırma İptali	
M27	Ana Fren	C eksenli tezgahlarda
M28	Ana Fren İptali	C eksenli tezgahlarda
M30	Program Sonu; basa dön	
M34	Punta pimi ileri	GCL-3 için
M35	Punta pimi geri	GCL-3 için
M37	Yardımcı fren	C eksenli tezgahlarda
M38	Yardımcı Fren iptali	C eksenli tezgahlarda
M41	Düşük Sanziman	Sanzimanli tezgahlarda
M42	Yüksek Sanziman	Sanzimanli tezgahlarda



D.Ü. DÜZCE MESLEK YÜKSEK OKULU MAKİNA BÖLÜMÜ BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM(CNC ) DERS NOTLARI Öğr.Gör.Ali Özcan

M68	Parça Tutucu ileri	Opsiyonel
M69	Parça Tutucu geri	Opsiyonel
M73	Tahrikli takımın saat yönünde dönmesi	C eksenli tezgahlarda
M74	tahrikli takımın satin tersi yönde dönmesi	C eksenli tezgahlarda
M75	Tahrikli takımın durdurulması	C eksenli tezgahlarda
M90	İkinci Fener mili aynasını açma	opsiyonel
M91	İkinci fener mili aynasını kapama	opsiyonel
M92	İkinci fener milinin ikinci noktaya gitmesi	opsiyonel
M93	İkinci fener milinin saat yönünde dönmesi	opsiyonel
M94	İkinci fener milinin saatin tersi yönde dönmesi	opsiyonel
M95	İkinci fener milinin durdurulması	opsiyonel
M96	İkinci fener milinin birinci noktaya gitmesi	opsiyonel
M97	İkinci fener milinin temel noktaya gitmesi	opsiyonel
M98	Alt program çağırma	
M99	Alt program sonu	

### **FANUC Kontrol Ünitesi İçin 'G' Kodları**

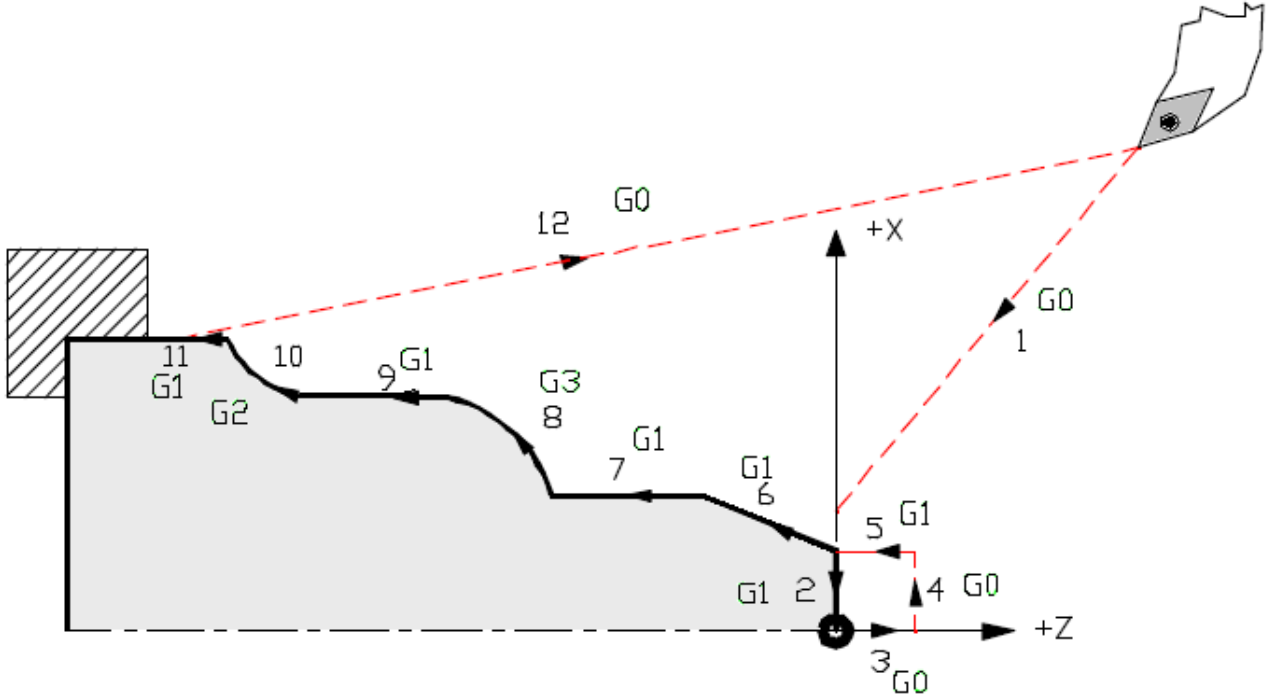
Talaş kaldırma ve yol koşullarını belirleyen kodlardır.Kontrol üniteleri arasında farklılıklar gösterebilir.



- G00 Pozisyonlandırma (Hızlı Hareket)
- G01 Lineer Interpolasyon (Doğrusal Kesme) -İlerleme
- G02 Dairesel Interpolasyon (Saat Yönü CW)
- G03 Dairesel Interpolasyon (Saat Yönü Ters CCW)
- G04 Bekleme
- G20 İç programlama
- G21 Metrik programlama
- G27 Referans noktasına dönme kontrolü
- G28 Referans noktasına dönme
- G32 Dis Çekme
- G36 Otomatik takım telafisi X
- G37 Otomatik takım telafisi Z
- G40 Takim ucu radyus telafisi iptali
- G41 Sol takım ucu yarıçap telafisi
- G42 Sağ takım ucu yarıçap telafisi
- G50 Koordinat sistemi belirleme; Maksimum Ayna Devri Girişi
- G70 Finis Çevrimi
- G71 Çap düzleminde çoklu talas kaldırma
- G72 Alın yüzeyinde çoklu talas kaldırma
- G73 Çok pasolu kopyalama
- G74 Z ekseninde kademeli delik delme
- G75 X ekseninde kanal açma
- G76 Çok pasolu dis çekme çevrimi
- G90 Dis çap /İç çap kesme çevrimi
- G92 Dis Çekme çevrimi
- G94 Alın yüzeyi tomalama çevrimi
- G96 Sabit kesme hızı
- G97 Sabit devir
- G98 Dakikadaki ilerleme
- G99 Devir başına ilerleme

**13/02/2012 makine-2 gündüz**

**'G' Kodlarının Şekil Üzerinde Gösterilmesi**



- 1- G0 ile pozisyona hızlı hareket (15 000mm/dk)
- 2- G1 ile F ilerleme hızı verilerek kesme hareketi
- 3- G0 ile geri kaçma hareketi
- 4- G0 ile çapa çıkma
- 5- G1 ile alın yüzeye yaklaşma
- 6- G1 ile konik işleme
- 7- G1 ile doğrusal kesme hareketi
- 8- G3 ile dairesel kesme (saat yönünün tersi, CCW)
- 9- G1 ile doğrusal kesme
- 10- G2 ile dairesel kesme (saat yönünde, CW)
- 11- G1 ile doğrusal kesme
- 12- G0 ile uzaklaşma

Bir program satırında kullanılan komutlar şunlardır;

**N.....G.....X.....Z.....F.....M.....S.....T.....**

**N:** Satır numarasıdır.N5..N10 şeklinde yada N10..N20 şeklinde numaralandırılarak yazılır.Bu şekilde yazılmasının nedeni program yazılıp tamamlandıktan sonra eksik bırakılan herhangi bir işlemin arada kalan satırlara eklenebilmesi olanağıdır.

**G:**Yol koşullarını ve işlemin cinsini belirler.

**X:**Takımın gideceği x koordinatı (çap olarak verilir.)

**Z:** Takımın gideceği z koordinatı (boy olarak verilir.)

**F:** İlerleme. **Genellikle torna tezgahında ilerleme mm/dev (G21 G99)olarak verilir.** Inch/dev olarak verilmek istendiğinde G20 G99 , mm/dk olarak kullanılmak istendiğinde G21 G98, Inch/dak olarak kullanılmak istendiğinde ise G20 G98 kodları kullanılmalıdır.

**M:**makinenin fonksiyonlarıyla ilgili kodlardır.M02 program sonu gibi.

**S:**Dakikadaki devir sayısı.S2000 gibi.Devir sayısı G50,G96;G97 kodlarının durumlarına göre belli olur.

G96 sabit kesme hızı (Çapa göre devir.Çap azaldıkça devir artar.)

G97 aynanın sabit devirde döneceğini belirtir.



G50 kullanıldığında aynanın çıkacağı maksimum devir belli olur.

**T:** Takım numarası.(M06 T1 “ 1 nolu takım otomatik olarak al” gibi.)

## **PROGRAMLAMA ÇEŞİTLERİ**

### **ARTIMSAL VE MUTLAK KOMUTLAR**

CNC torna tezgahlarında programda kullanılan koordinat değerlerinin (takımın gideceği noktanın çap ve boy değerinin ) belirtiminde iki farklı metot kullanılır.Bunlar Mutlak sistem ve Artımsal sistemdir.

#### **Mutlak sistemde**

Koordinatlar parça programının yazılmasında referans alınan noktaya (iş parçası sıfırı) göre belirtilir. Bunların belirtilmesinde X ve Z adresleri kullanılır.X ve Z adresleri ile koordinat değerleri belirtildiği zaman **takımın gideceği noktanın** pozisyon koordinat değerlerinin **iş parçası sıfır noktasına** göre verildiği kabul edilir.

#### **Örnek:**

G1 X100 Z-20 F0.2 (takım iş parçası sıfır noktasına göre çapta 100mm,boyda 20mm ilerler)

#### **Artımsal sistemde**

Takımın mevcut pozisyondan bir sonraki pozisyona (takımın gideceği nokta) gitmesi için çap ve boy değerinde ne kadar daha gideceği belirtilir.Kısaca bulunduğu noktayı sıfır olarak kabul eder ve mevcut pozisyondan gideceği pozisyona çap ve boy farkı olarak gider.Bu tip belirtim durumunda ise **U** ve **W** adresleri kullanılır.**U** çap farkı, **W** boy farkıdır.

#### **Örnek:**

G1 U12 W-20 F0.2 (takım mevcut pozisyondan çapta 12mm,boyda 20mm ilerideki noktaya gider.)

### **POZİSYONLANDIRMA (G00 veya G0) ( HIZLI HAREKET )**

G0 komutu ile takım iş parçası koordinat sisteminde belirtilen noktaya hızlı ilerleme ile (15000mm/dk) hareket eder.İş parçası koordinat sisteminde belirtilen nokta mutlak veya artımsal olarak belirtilebilir. G0 kodunun formatı (genel yapısı) şu şekildedir.



Format:

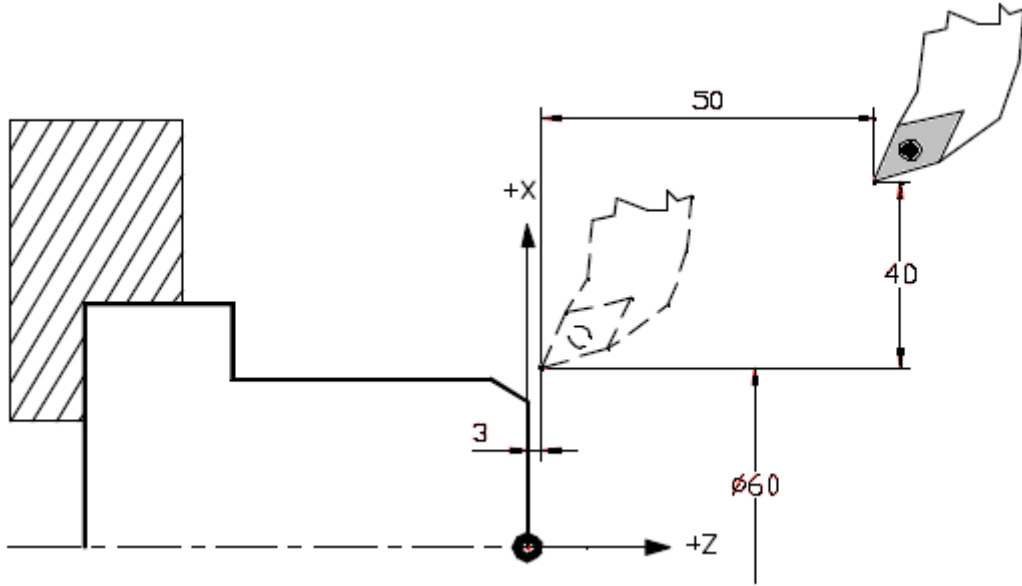
G0 X \_\_\_\_ . \_\_\_\_ Z \_\_\_\_ . \_\_\_\_ ; mutlak sistemde

G0 U \_\_\_\_ . \_\_\_\_ W \_\_\_\_ . \_\_\_\_ ; artımsal sistemde

X \_\_\_\_ . \_\_\_\_ Z \_\_\_\_ . \_\_\_\_ ile **takımın gideceği noktanın** mutlak sistemde iş parçası sıfırına göre koordinat değerleri belirtilir.

U \_\_\_\_ . \_\_\_\_ W \_\_\_\_ . \_\_\_\_ ile **takımın bulunduğu konumdan gideceği noktaya** Çap ve Boy değeri cinsinden ne kadarlık artım ile gideceği belirtilir.

### Örnek:



Yukarıdaki şekilde takımın 1 noktasından 2 noktasına hızlı bir şekilde gitmesi:

G0 X60 Z3; kodu ile mutlak sistemde

Burada X60 Z3 ile takımın gideceği noktanın ÇAP ve BOY (iş parçası sıfırına göre) değerlerini vermektedir.

G0 U-80 W-50; kodu ile artımsal sistemde

Burada U-80 W-50 ile takımın gideceği noktanın bir önceki noktaya göre ÇAP ve BOY farkı değerlerini vermektedir. Kesici boyda 50mm sola, Çapta 80mm eksene doğru yaklaşacaktır.

## DOGRUSAL INTERPOLASYON (G01 veya G1) - Doğrusal Kesme

Takım belirtilen noktaya F ile belirtilen devir başına ilerleme miktarı değeri ile doğrusal bir şekilde kesme işlemi yaparak gider.G1 ile kesme işlemi yapılırken mutlaka F değeri eklenmelidir.G1 ile yapılan kesme işlemi alt satırlarda da devam edecekse yeni bir F değeri verilmesine gerek yoktur.Ancak G1'den G0'a veya G2,G3 gibi diğer kesme işlemlerine geçildiğinde tekrar G1'e geçilmek istenirse yeniden F değeri eklenmelidir.Aksi takdirde ilerleme miktarı sıfır olarak alınır ve tezgah 11 P/S alarmı verir.

Format:

G1 X \_\_\_\_ . \_\_\_\_ Z \_\_\_\_ . \_\_\_\_ F \_\_\_\_ . \_\_\_\_ ; mutlak sistemde

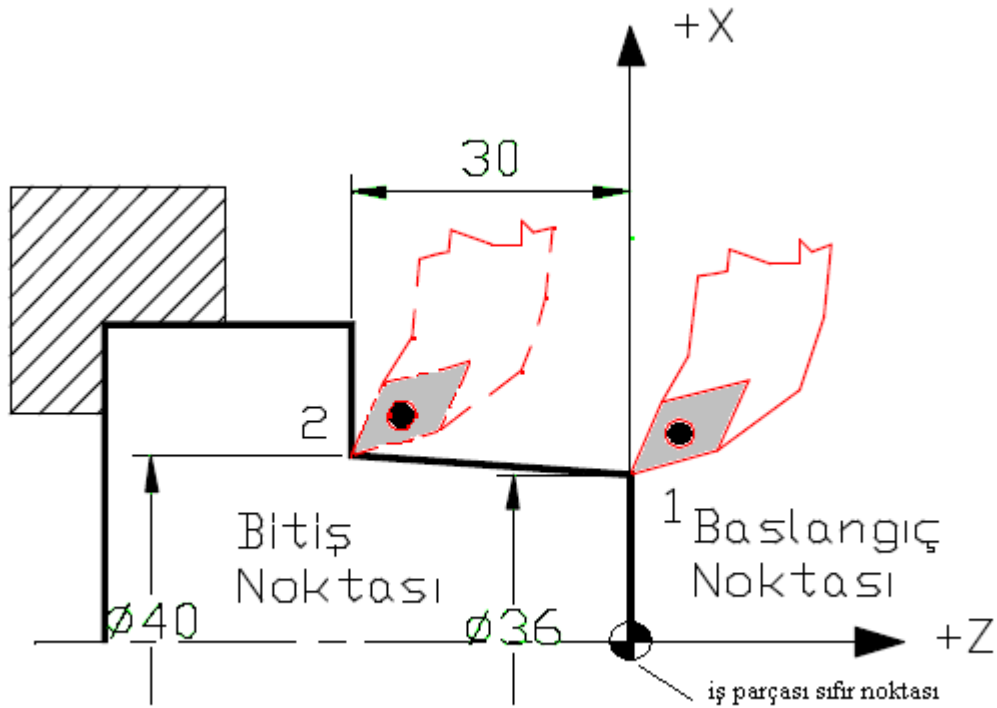
G1 U \_\_\_\_ . \_\_\_\_ W \_\_\_\_ . \_\_\_\_ F \_\_\_\_ . \_\_\_\_ ; artımsal sistemde

X \_\_\_\_ . \_\_\_\_ Z \_\_\_\_ . \_\_\_\_ ile **takimin gideceği noktanın** mutlak sistemde iş parçası sıfırına göre koordinat değerleri belirtilir.

U \_\_\_\_ . \_\_\_\_ W \_\_\_\_ . \_\_\_\_ ile **takimin bulunduğu konumdan gideceği noktaya** Çap ve Boy değeri cinsinden ne kadarlık artım ile gideceği belirtilir.

F \_\_\_\_ ile devir başına mm cinsinden kalemin ilerleme miktarı belirtilir.

**Örnek:**



Yukarıdaki şekilde verilen parçanın işlenmesi aşamasında takımın 1 noktasından 2 noktasına devir başına 0.2 mm ilerleme yaparak kesme işlemi ile doğrusal bir şekilde gitmesi için ;

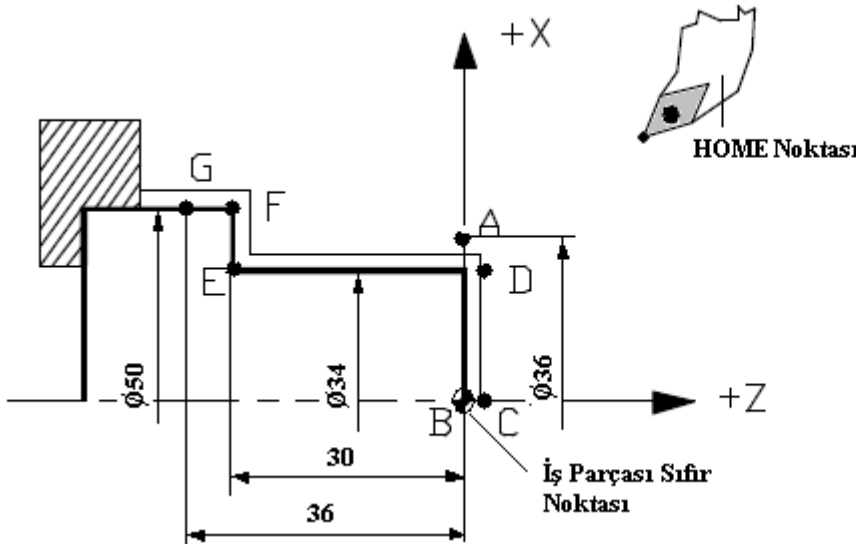
**G1 X40.0 Z-30.0 F0.2;** şeklinde mutlak sistemde programlanabilir.

Aynı hareket artımsal sistemde ;

**G1 U4.0 W-30.0 F0.2;** şeklinde kodlanabilir.

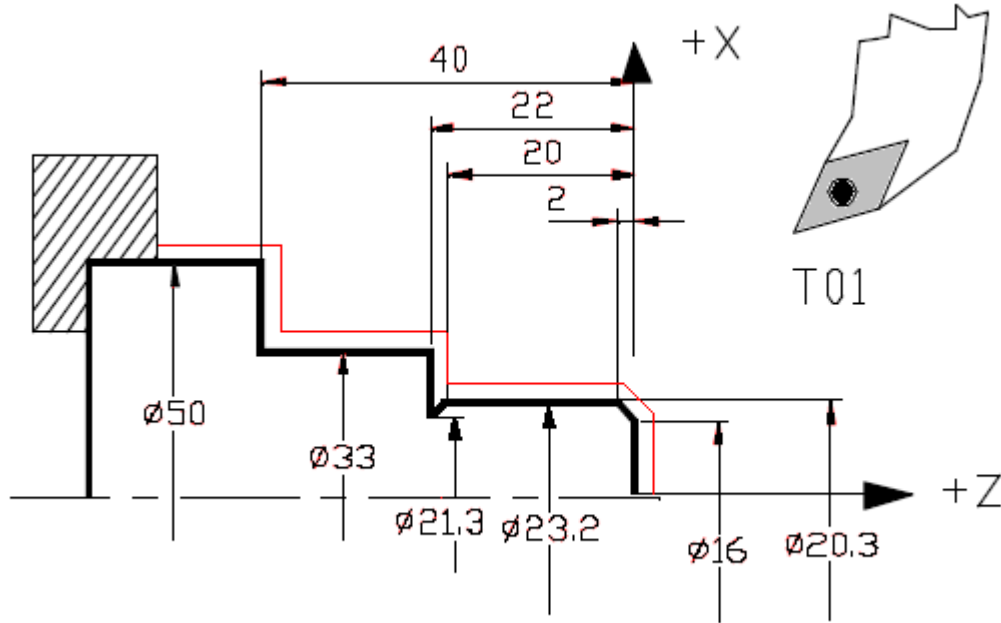
Mutlak sistemde belirtilen X40.0 Z-30.0 noktası iş parçası sıfırına göre takımın gideceği noktanın koordinat değerleri belirtilmektedir.

**Örnek:**



NOKTA	KOORDİNAT	
A	X36.0	Z0.0
B	X0.0	Z0.0
C	X0.0	Z3.0
D	X34.0	Z3.0
E	X34.0	Z-30.0
F	X50.0	Z-30.0
G	X50.0	Z-36.0

**Örnek:**



Yukarıdaki parçanın kabası işlenmiş olup son paso talaş kaldırma işlemi yapılacaktır. Sert maden uçlu kesicinin kesme hızı 180 m/dk'dır. Devir başına ilerleme miktarını 0,2mm olarak parça programını yazınız.

O5000 ;	5000 nolu program (Program O harfi ile başlar ve 4 rakamlıdır )
N5 G28 U0 W0 ;	Tezgahı referansa (home noktasına) gönderme
N10 M6 T1 ;	1 nolu takım otomatik alma işlemi
N15 G50 S3000 ;	aynanın maksimum devri
N20 G96 S180 ;	180 m/dak lik sabit kalem kesme hızı
N25 M4 ;	Aynanın saat yönünün tersinde dönmesi CCW
N30 M8 ;	suyu açma
N35 G0 X23. Z0.0 ;	23. çap 0. boy değerine hızlı hareket
N40 G1 X0. Z0.0 F0.2 ;	0. çap 0. boy değerine 0.2 mm ilerleme ile doğrusal kesme ile gitme
N45 G0 X0. Z3. ;	0. çap 3. boya hızlı hareketle çıkma
N50 G0 X16. Z3. ;	16. çap 3. boya hızlı hareketle çıkma
N55 G1 X16. Z0. F 0.2 ;	16. çap 0. boya doğrusal kesme
N60 G1 X20.3 Z-2.0 ;	20.3 çap -2.0 boya keserek gitme
N65 G1 X23.2 Z-20.0 ;	23.2 çap -20.0 boya keserek gitme
N70 G1 X21.3 Z-22. ;	21.3 çap -22.0 boya keserek gitme
N75 G1 X33.0 Z-22.0 ;	33.0 çap -22.0 boya keserek gitme
N80 G1 X33.0 Z-40.0 ;	33.0 çap -40.0 boya keserek gitme
N85 G1 X50.0 Z-40.0 ;	50.0 çap -40.0 boya keserek gitme
N90 G0 X55 ;	Çapta geri kaçma
N95 G28 U0 W0 ;	Tezgahı referans noktasına gönderme
N100 M9 ;	Soğutma suyunu kapama
N105 M02 ;	Programı bitirme

## DAİRESEL INTERPOLASYON (G02 veya G03) DAİRESEL KESME

G02 (G2) veya G03 (G2) komutu ile takım yarıçapı belirtilen yay üzerinde dairesel kesme işlemi yapar. Bununla birlikte takım başlangıç noktasından bitiş noktasına aynı yarıçapta iki farklı şekilde dairesel hareket yapılabilir.

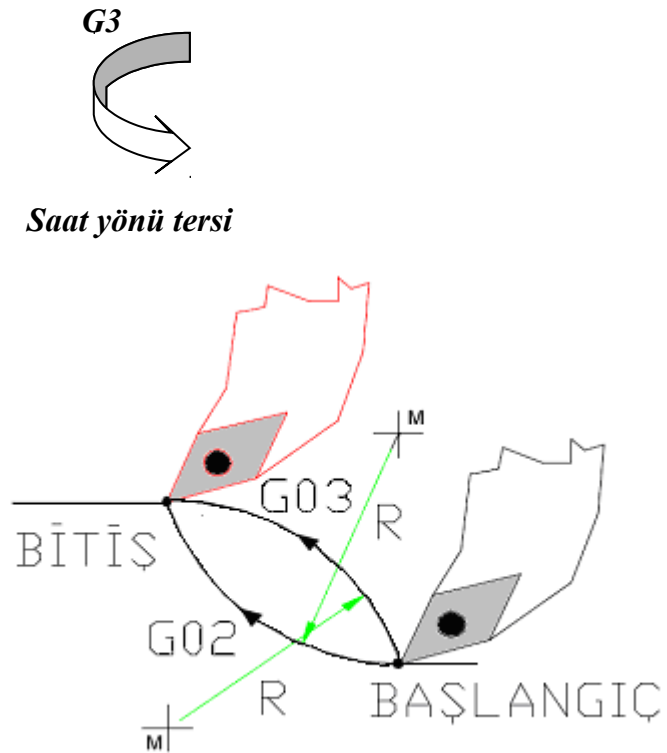
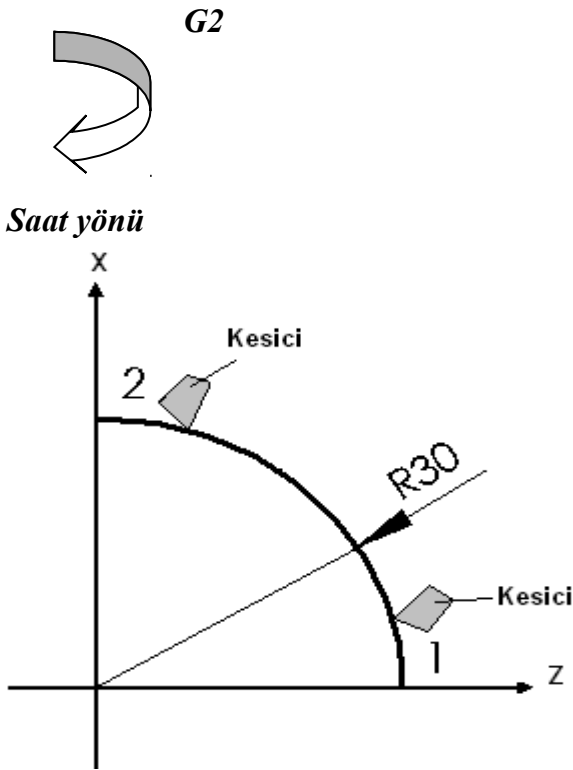
Eğer takım başlangıç noktasından bitiş noktasına saatin dönüş yönü ile aynı (CW) yönde bir yay çizecek şekilde kesme işlemi yapacak olursa **G2** komutu.

Takım başlangıç noktasından bitiş noktasına saatin dönüş yönünün tersi olan yönde bir yay çizecek şekilde (CCW) kesme işlemi yapacak ise **G3** komutu kullanılır.

Dairesel kesme işlemi durumunda izlenecek yaya ait karakteristik değerler ; yarıçap (radyüs) veya yay başlangıç noktasından yay merkezine olan uzaklıklar cinsinden verilir.

**G02(G2):Kesicinin iş yüzeyinde saat yönünde dairesel hareketi**

**G03(G3):Kesicinin iş yüzeyinde saat yönü tersinde dairesel hareketi**



Kesicinin 1'den 2'ye hareketi  
N10 G3 X...Z...R...F....

X:Kesicinin varış X koordinatı  
Z:Kesicinin varış Z koordinatı  
R:Kesicinin hareket kavis (Radyüs) yarıçapı  
F:İlerleme miktarı (mm/dv)

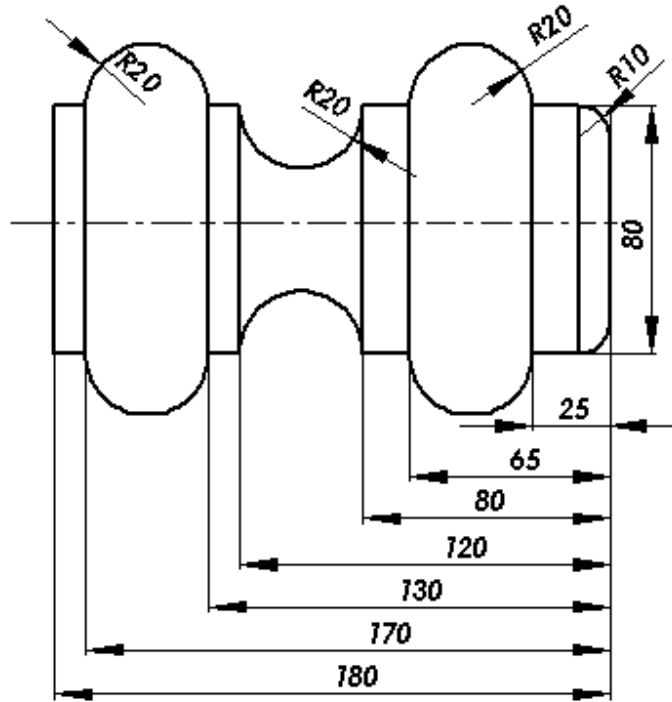
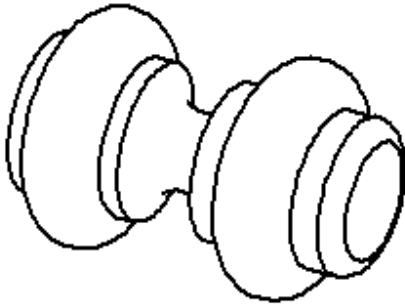
Kesicinin 2'den 1'e hareketi

N10 G2 X.....Z.....R.....F...

**NOT:RADYÜS 180°'den küçük ise R değeri (+);180°'den büyük ise R değeri (-) verilir.**

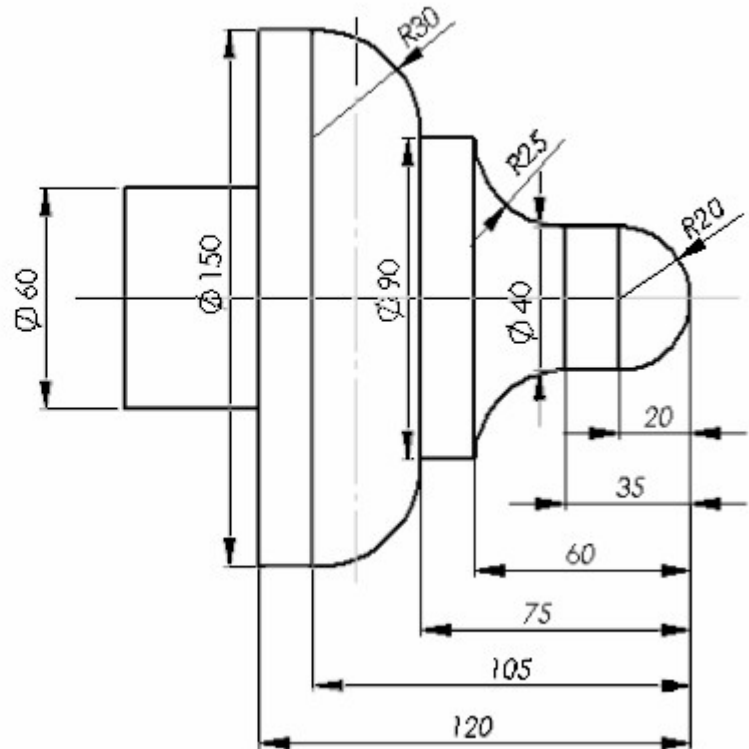
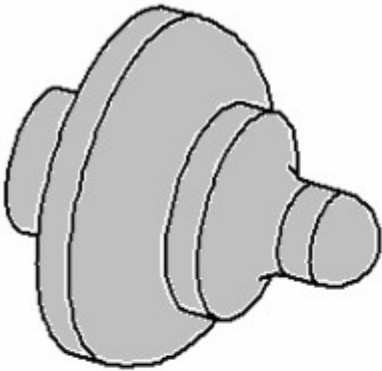
(Çalışma eksenlerinin X-Z olduğu düzlem G18 düzlemi olup TT630 CNC torna tezgahında bu düzlem kullanılır.)

**Örnek:**



**Şekildeki parçanın Kabası işlenmiş olup Sadece ince işleme yapılacaktır.Kavislerin tamamı 180°'dir.G2 ve G3 komutlarıyla CNC programını yazınız.**

**Örnek:**





D.Ü. DÜZCE MESLEK YÜKSEK OKULU MAKİNA BÖLÜMÜ BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM(CNC ) DERS NOTLARI Öğr.Gör.Ali Özcan

Şekildeki parçanın kabası işlenmiş olup son ince paso işlemi gerçekleştirilecektir.Parça Ø60'lık bölümden bağlanıp, 3 nolu ince talaş kalemi kullanılacaktır.Buna göre CNC programını yazınız.

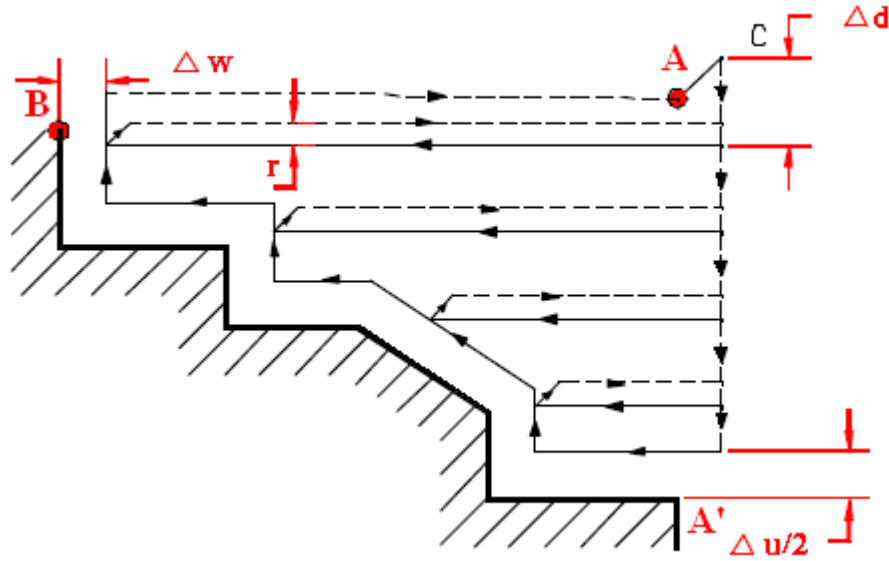
## ÇOK TEKRARLI ÇEVİRİMLER

Şu ana kadar görmüş olduğumuz komutlar programlamanın temelini teşkil etmektedir.Bununla birlikte bu komutların kullanılması suretiyle yazılan programlar oldukça uzun olmaktadır. Programlamayı kısaltan ve basitleştiren bazı komutlar vardır.Bu komutlar hazır çevrim veya hazır döngü adı altında toplanır.Şimdi sırasıyla bu komutları görelim:

## G71 TORNALAMADA STOK KALDIRMA

Bu komut dolu malzemelerde yapılacak boşaltma işlemlerinde kullanılır.İşlenecek malzemenin finiş hali (son hali) G0,G1,G2,G3 kodları ile tanımlanıp yarıçaptaki dalma (paso) miktarı verilmek suretiyle, tezgah verilen profile uygun şekilde her pasoda verilen talaş kadar dalarak boşaltma işlemine malzemeye ait profil çıkıncaya kadar devam eder.En son olarak profil malzeme üzerinde finiş paso (son paso) kalacak şekilde tornalanır.





A---A'---B şeklinde finiş malzeme şekli G0,G1,G2,G3 kodlarıyla tanımlandığı zaman belirtilen bölge  $\Delta d$  (kesme derinliği)' lik artımlar ile sonuçta  $\Delta W$  ve  $\Delta U/2$ ' lik fark kalacak şekilde malzeme boşatılır.Konunun fiziksel şekli şöyledir.Kalem ilk olarak  $\Delta d$  kadar dalar sonra, boyda finişe bırakılan miktarda kesme hareketi yapar ve sonra  $\Delta u/2$  kadar yukarı çıkar ve başlangıç boyuna hızlı olarak geri döner.Bu işlem finişe bırakılan değerlere kadar devam eder ve kalem en son finiş pasosunu bırakarak tanımlanan yolu izleyerek A noktasına geri döner.

**G71 Kaba talaş boşaltma çevrim (Dış,iç çap tornalama döngüsü) formatı şöyledir;**

G71 U( $\Delta d$ ) R(e) ;

G71 P(ns) Q(nq) U( $\Delta u$ ) W( $\Delta w$ ) F(f) S(s) ;

N(ns) ... A→A' ve B yolu sanki finis paso ile

... işlem yapıyormuş gibi G0, G1, G2 ve G3

N(nq) ... kodları ile bu kısımda tanımlanır.

$\Delta d$  : Kesme derinliği (isaretsiz olarak belirtilir.)

Kesme doğrultusu AA' doğrultusuna bağlıdır. Bu değer modal değerdir ve başka bir değer belirtilene kadar aktif olarak kalır.

e : Kaçma miktarı

ns : Finis parça şeklinde programdaki ilk hareket komutunun sıra numarası ( çevrim başlama satırı)

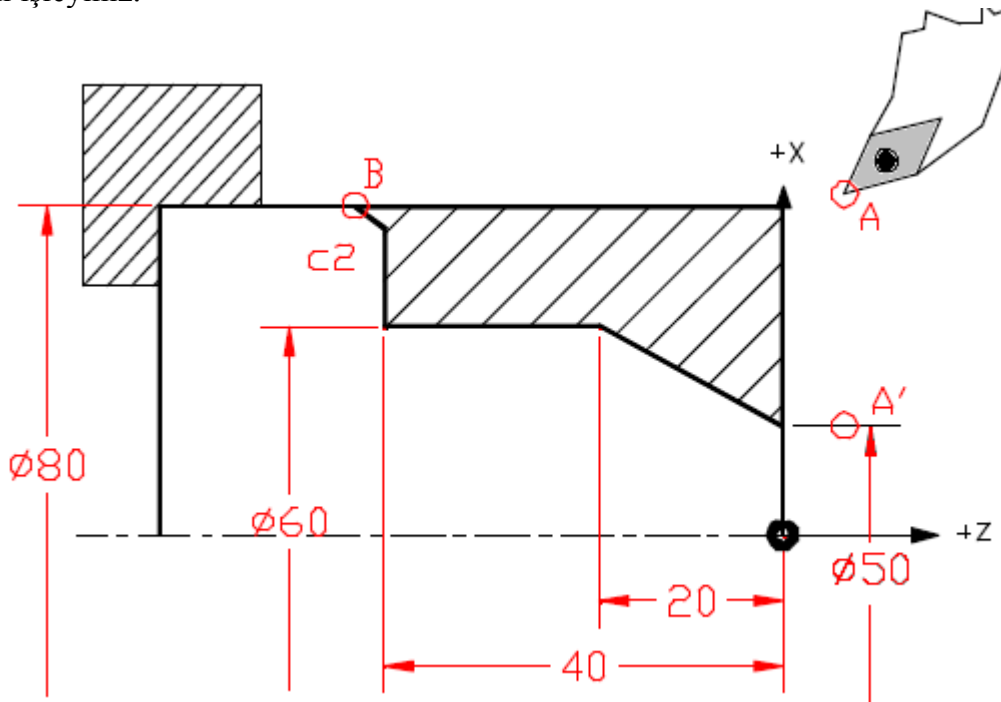
nq : Finis parça şeklinde programdaki son hareket komutunun sıra numarası ( çevrim bitiş satırı)

$\Delta u$  : Çapta finişe bırakılan miktar

$\Delta w$  : Boyda finişe bırakılan miktar

f : İlerleme miktarı (mm/dev)

**Örnek:** Aşağıdaki parçada kaba talaş miktarı 1.5mm, geri kaçma miktarı 0.5mm olduğuna göre parçanın kabasını işleyiniz.



O1234

N5 G28 U0 W0

N10 M06 T1

N15 M04 S700

N20 G0 Z5

N25 G0 X85

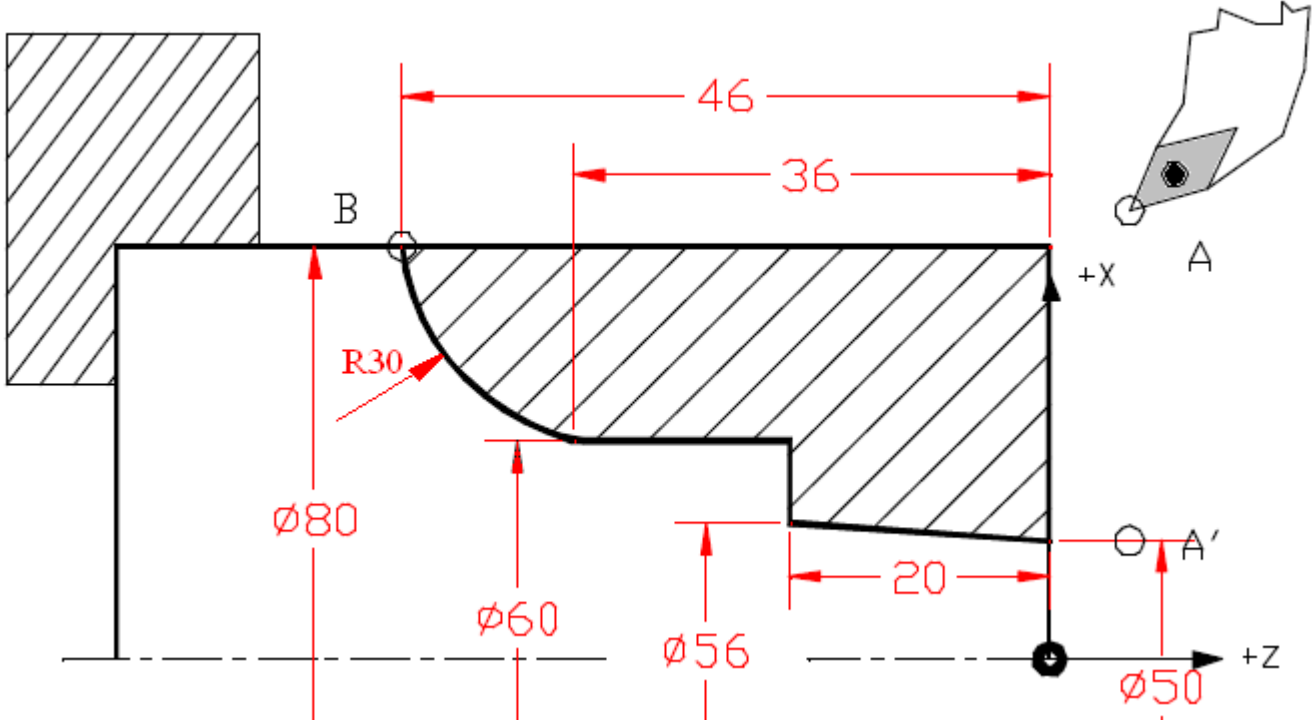
N30 G71 U1.5 R0.5

N35 G71 P40 Q65 U0.5 W0.1 F0.15

N40 G0 X50

N45 G1 Z0  
N50 G1 X60 Z-20  
N55 G1 Z-40  
N60 G1 X76  
**N65 G1 X80 Z-42**  
N70 G82 U0 W0  
N75 M02

**Örnek:** Şekildeki parçada kaba paso talaş miktarı 2mm ve geri kaçma 1mm olduğuna göre parçanın kabasını işleyiniz.



01235  
N5 G28 U0 W0  
N10 M06 T1  
N15 M04 S800  
N20 G0 Z5  
N25 G0 X85  
N30 G71 U2 R1  
N35 G71 **P40 Q65** U0.5 W0.3 F0.2  
**N40 G0 X50**  
N45 G1 Z0  
N50 G1 X56 Z-20  
N55 G1 X60  
N60 G1 Z-36  
N65 G2 X80 Z-46 R30 F0.1  
N70 G28 U0 W0  
N75 M02

## **FİNİŞ TORNALAMA ÇEVİRİMİ (G70)**

G70 komutu G71 komutunda N(ns) ve N(nq) kodları ile tanımlanmış olan ve G71 kodunda finiş miktarı olarak bırakılan tornalama işlemi yapar.

G70 N(ns) N(nq) S (s) F (f) ;

komutu verildiği takdirde bir önceki G71 veya diğer kaba tornalama işlemleri ile N(ns) ve N(nq) satırları arasında tanımlanmış olan finiş paso tanımlanan tornalama yoluna uygun olarak tornalanır.

Örneğin;G71 kodunu anlatırken verilen yukarıdaki örnekte tornalama şekli N40 ve N65 satırları arasında tanımlanmış ve finişe çapta 0.5 mm ve boyda 0.3 mm paso bırakılmıştı. Bu bırakılan pasoyu almak için G70 komutu

G70 P40 Q65 S (s) F(f);

şeklinde yazılır. Bu tanımlama ile örnekteki finiş miktarı alınmış olur.

Yukarıda verilen kodda S kullanılan G koduna (G96 veya G97) bağlı olarak sırasıyla sabit kesme hızı veya sabit devir olarak belirtilir. Belirtilmediği takdirde bir önceki S değeri ne ise o değer alınır. Aynı şekilde F ile de kesme ilerlemesi verilir.

Örnekteki N40 ve N65 satırları arasında tanımlanan torna parçasında kaba tornalama işlemi yaptırdıktan sonra finiş tornalama işlemi aynı kalem (kaba) ile veya farklı bir kalem ile yaptırılabilir.

**Aynı kalem ile finiş tornalama yaptırılmak isteniyor ise;** G71 kodunda N65 \_ ; satırından hemen sonraki satıra

G70 P40 Q65 ; yazılmalıdır.

İşlem bittiğinde kalem başlangıç noktasına X85 Z5' e geri döner.

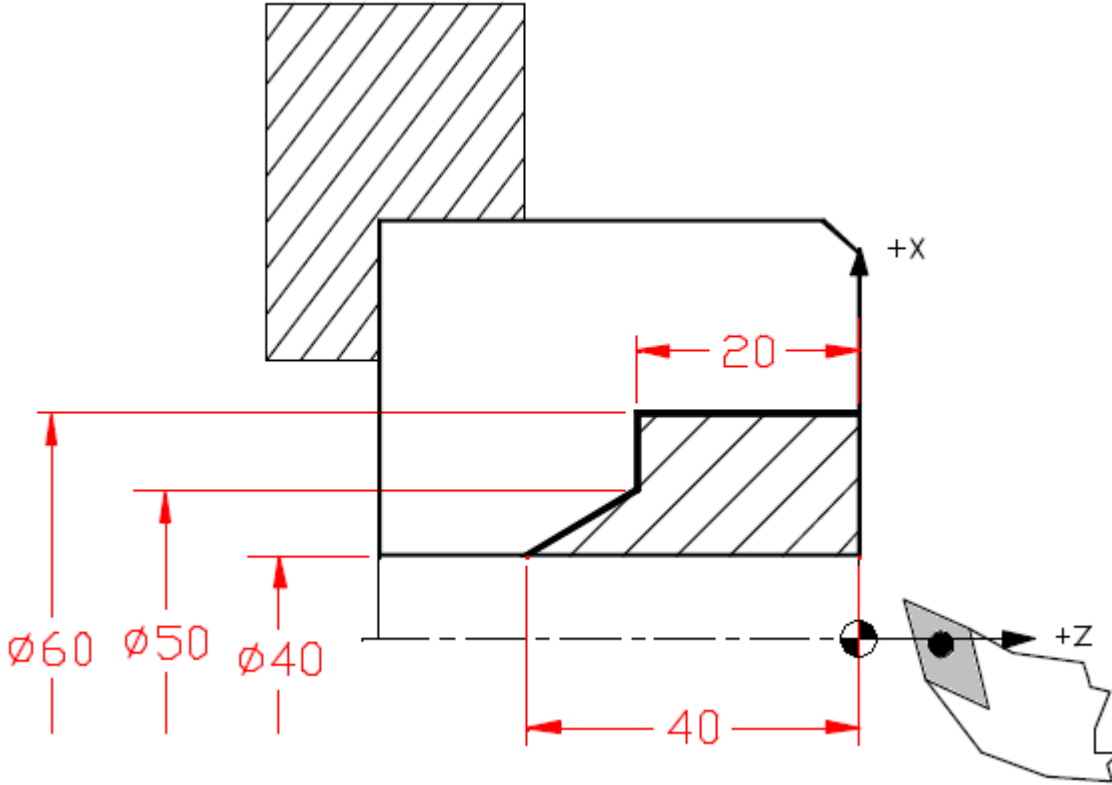
**Farklı bir kalem ile finiş tornalama yaptırılmak isteniyor ise;**

G71 kodunda N65 \_ ;

satırından hemen sonra kaba kalem emniyetli bir noktaya hızlı hareket ile gönderilir. ( G28 U0 W0 ). Bu gönderme işleminden sonra finişin aldırılması istenen kalem çağırılır. (Örnek T02 ; ), sonra finiş kalemi G71 komutunun başlangıç kısmında G0 X \_ Z \_ ; (X85 Z5) olarak belirtilen noktaya hızlı olarak yaklaştırılır.

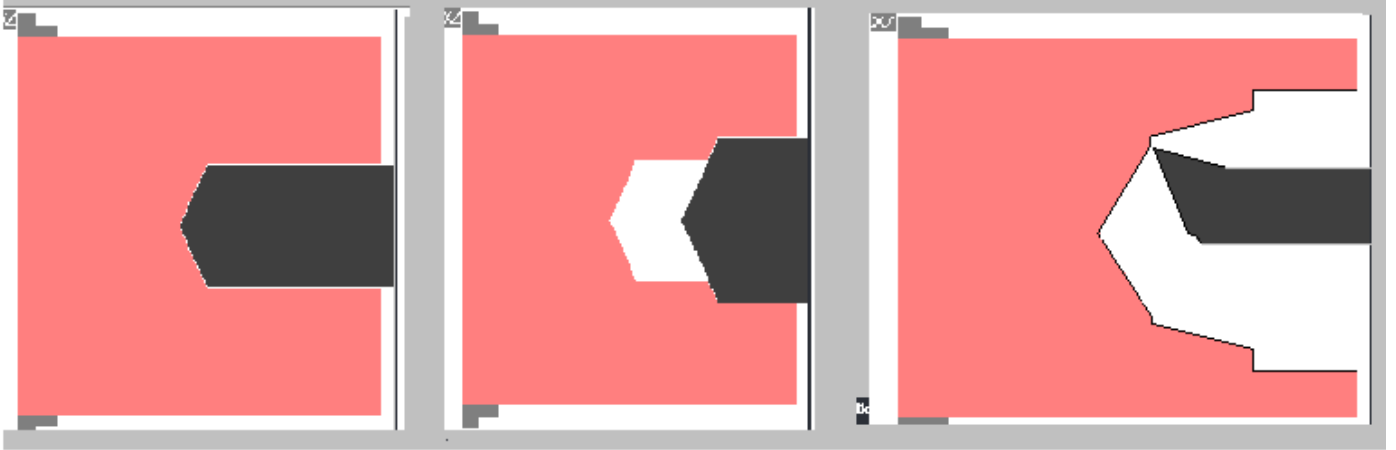
G70 P40 Q65 komutu kullanılarak finiş işlemi alınır. Finiş işleminden sonra kalem başlangıç noktasına (X85 Z5) geri geldiğinden dolayı ; G28 U0 W0 komutu ile home noktasına gönderilir.

**Örnek:** Şekildeki delik tornalama işlemini G71 ve G70 çevrimlerini kullanarak CNC programını yazınız.(Delik önceden 40mm çapında delinmiştir.)



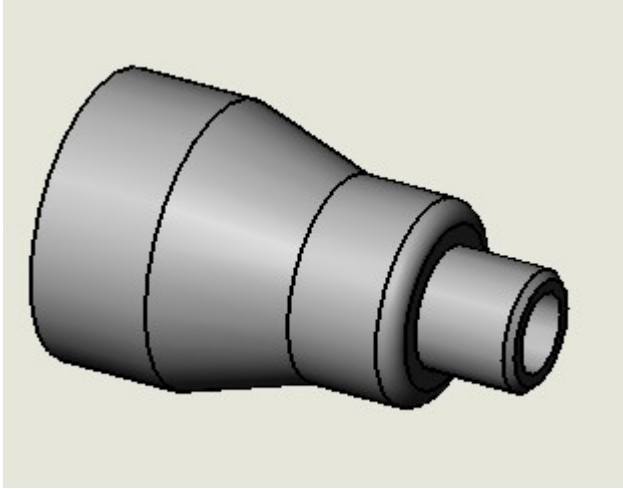
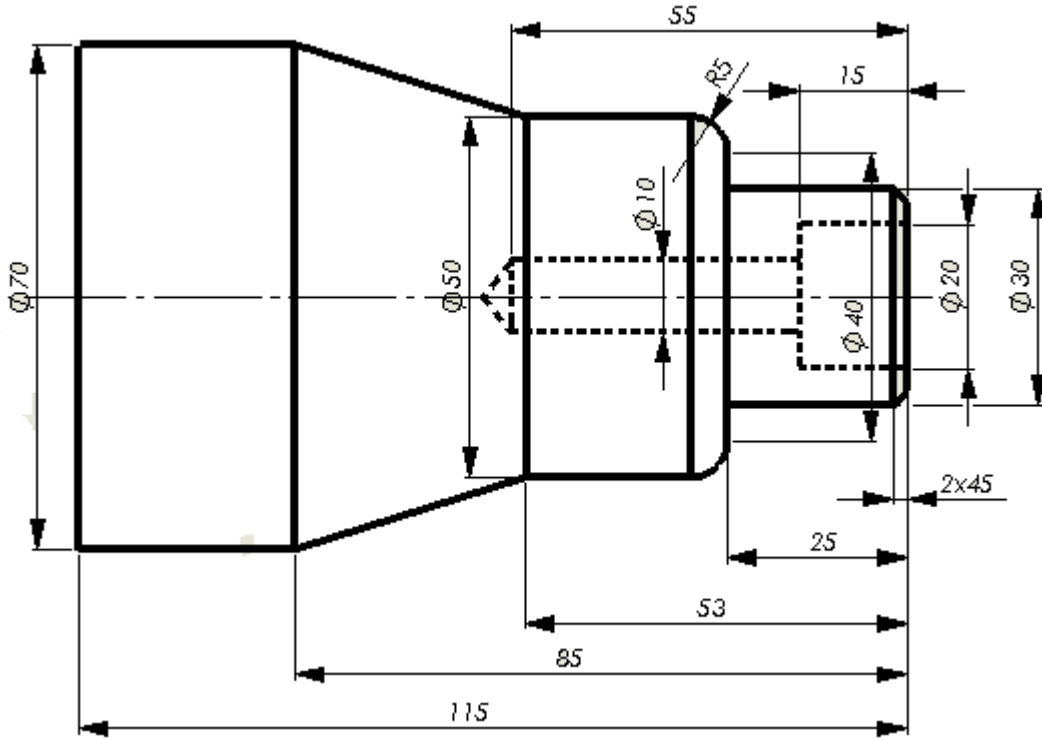
```
O1236
N5 G28 U0 W0
N10 M06 T3
N15 G50 S2000
N20 G96 S120 M03
N25 G0 Z5
N30 G0 X38 M8
N35 G71 U1.5 R0.5
N40 G71 P45 Q60 U-0.5 W0.1 F0.2
N45 G0X60
N50 G1 Z-20
N55 G1 X50
N60 G1 X40 Z-40
N65 G70 P45 Q65 F0.05
N70 M9
N75 G97
N80 G28 U0 W0
N85 M02
```

Yukarıdaki parçada delik matkapla kademeli olarak delinecektir (Ø15mm ver Ø30),daha sonra delik kateri ile işlenecektir.Buna göre parça programını yazınız.



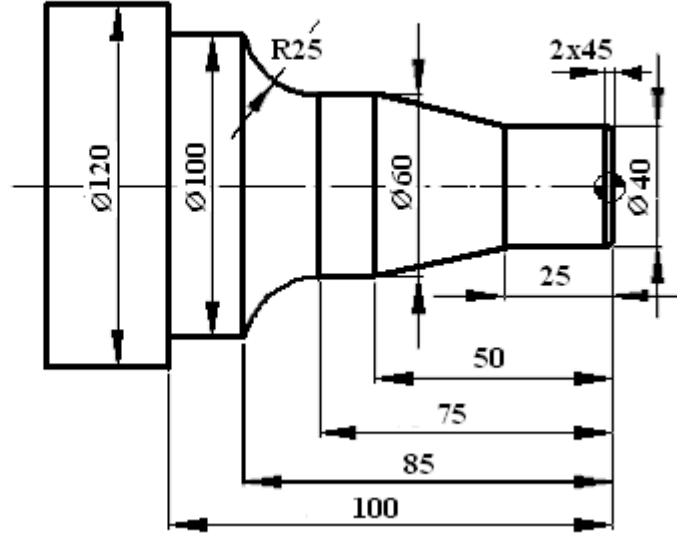
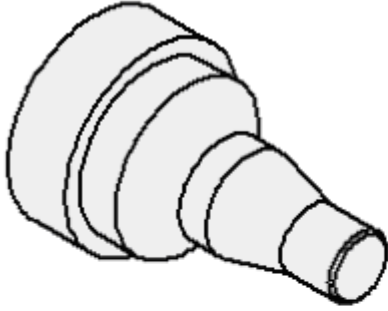
```
O1236
N5 G28 U0 W0
N10 M6T2
N15M3 S400
N20M8
N25G0 Z5
N30G0 X0
N35G1 Z-50 F0,2
N40 G1 Z20
N45 M6 T4
N50 G0 Z5
N55 G0 X0
N60 G1 Z-50 F0,2
N65 G1 Z20
N70 M06 T6
N75 G50 S2000
N80 G96 S120 M03
N85 G0 Z5
N90 G0 X38
N95 G71 U1.5 R0.5
N100 G71 P105 Q125U-0.5 W0.1 F0.2
N105 G0X60
N110 G1 Z-20
N115 G1 X50
N120 G1 X40 Z-40
N125 G1 X35
N130 G70 P105 Q125 F0.05
N135 M9
N140 G97
N145 G28 U0 W0
N150 M02
```

**Örnek:**



Yukarıdaki parçanın dışını G71 ve G70 kullanarak CNC programını yazınız.

**Örnek:** Aşağıda şekli verilen parçanın CNC programını G71 ve G70 çevrimi kullanarak yazınız. Kaba ve ince talaş kalemleri kullanılacaktır. Parça ham çapı 125mm, kaba talaş paso kalınlığı 2mm, geri kaçma

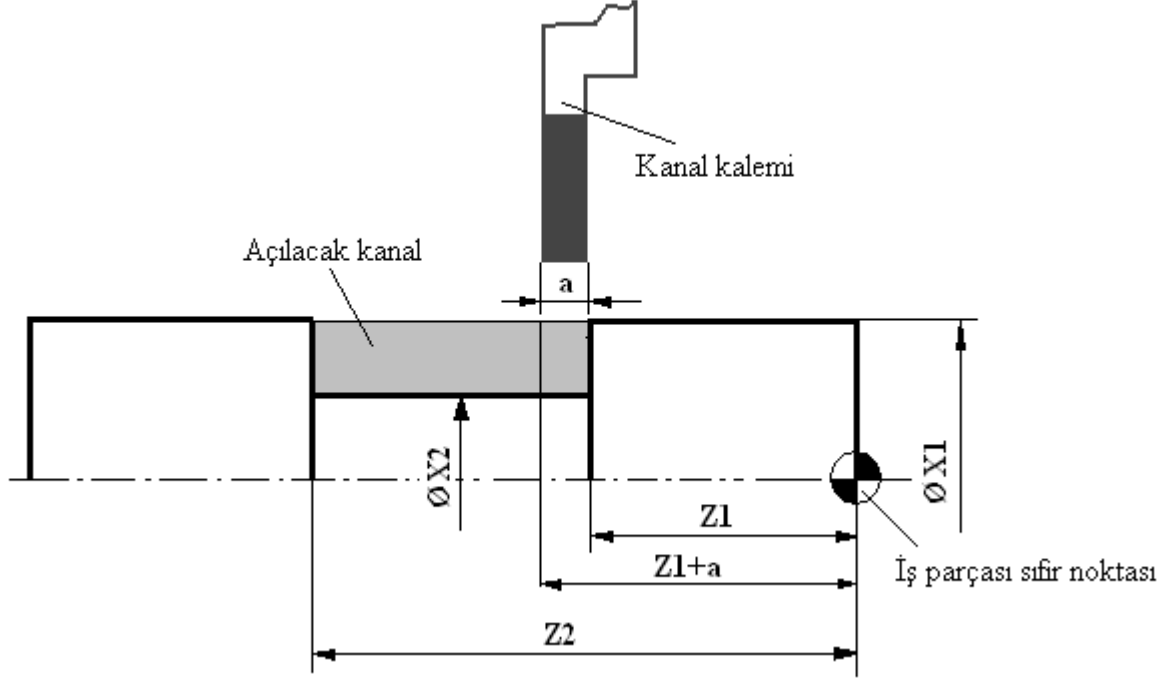


O1389  
N5 G28 U0 W0  
N10 M06 T3  
N15 G50 S2000  
N20 G96 S120  
N25 M03  
N30 G0 Z5  
N35 G0 X125  
N40 G71 U2 R1  
N45 G71 P50 Q95 U0,1 W0,1 F0,2  
N50 G0 X36  
N60 G1 Z0  
N65 G1 X40 Z-2  
N70 G1 Z-25  
N75 G1 X60 Z-50  
N80 G1 Z-75  
N85 G2 X100 Z-85 R25  
N90 G1 Z-100  
N95 G1 X120  
N100 G28 U0 W0  
N105 M06 T3  
N110 G0 Z5  
N115 G0 X125  
N120 G70 P50 Q95 F0,05  
N125 G28 U0 W0  
N130 G97  
N135 M02



## KANAL AÇMA, PARÇA KESME ÇEVİRİMİ (G75)

### KANAL AÇMA



a: Kanal kalemi genişliği

X1: Büyük çap

X2: Küçük çap

(Z2-Z1): Kanal genişliği

R : Geri kaçma miktarı

P: Mikron cinsinden her pasoda dalma miktarı (1mikron=1/1000mm)

Q: Mikron cinsinden yanıl adım (Kalemin her pasosunu yanıl ilerlemesi)

F: İlerleme

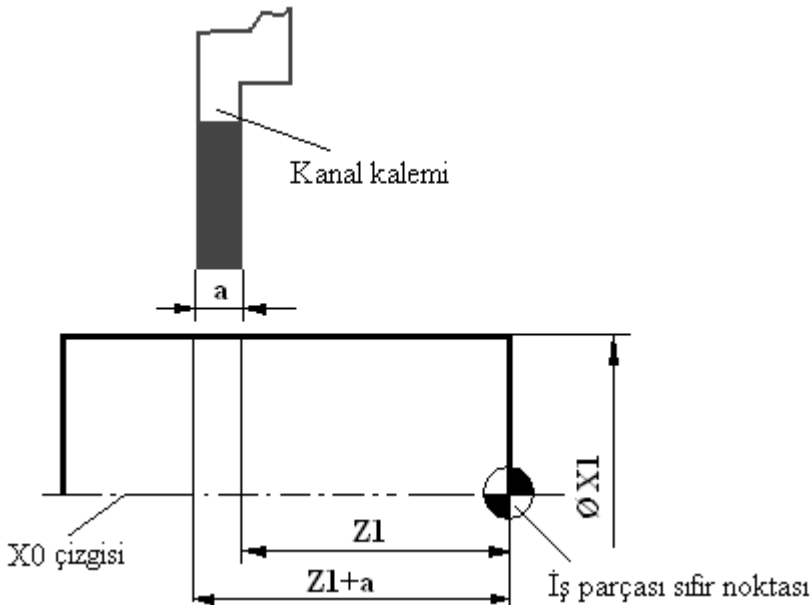
**Format: G0 -(Z1+a)**

**G0 (X1+2..3mm)**

**G75 R...**

**G75 X2 -Z2 P.....Q.....F.....**

### PARÇA KESME

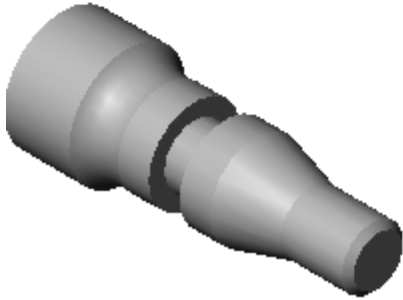
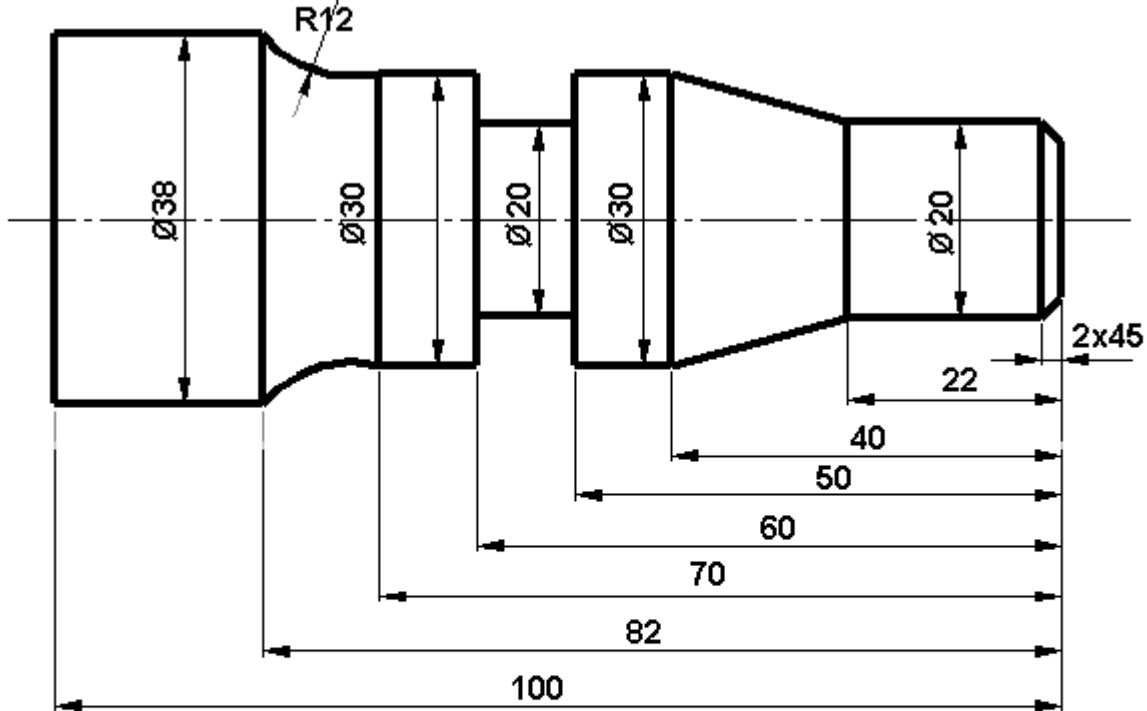


**Format: G0 -(Z1+a)**

**G0 (X1+2..3mm)**

**G75 R...**

**G75 X0 P....F**



Şekildeki parçanın ham çapı 40mm'dir.Parçanın yapımında kaba talaş,ince talaş ve kanal kalemi kullanılacaktır. G1,G70,G75 çevrimlerini kullanarak CNC programını yazınız.İkaba paso talaş kalınlığı 1mm,geri kaçma miktarı 0,5mm'dir. Kanal tomalama dalma pasosu 2mm,yanal adım 2,5mm'dir. Ayrıca kullanılan kanal kalemi 3mm genişliğe sahiptir.

O 2985

N5 G28 U0 W0

N10 M06 T1

N15 G50 S2500

N20 G96 S140

N25 M4

N30 M8

N35 G0 Z5

N40 G0 X42

N45 G71 U2 R1

N50 G71 P55 Q90 U0.1 W0.1 F0.2

N55 G0 X16

N60 G1 Z0

N65 G1 X20 Z-2

N70 G1 Z-22

N75 G1X30 Z-40

N80 G1 Z-70

N85 G2 X38 Z-82 R12

N90 G1 Z-100

N95 G28 U0 W0

N110 G0 X42

N115 G70 P55 Q90 F0.05

N120 G28 U0 W0

N125 M6 T5

N130 M5

N135 M3

N140 G0 Z-53

N145 G0 X32

N150 G75 R2

N155 G75 X20 Z-60 P2000 Q2500 F0.2

N160 G0 X40

N165 G0 Z-103

N170 G75 R2

N175 G75 X0 P2000 F0.2

N180 G28 U0 W0

N185 M9

N190 G97

N195 M02



D.Ü. DÜZCE MESLEK YÜKSEK OKULU MAKİNA BÖLÜMÜ BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM(CNC ) DERS NOTLARI Öğr.Gör.Ali özcan

N100 M6 T3

N105 G0 Z5

CNC-DİK İŞLEME MERKEZİ

## CNC'ye Giriş

CNC:Computer Numerical Control (Bilgisayar destekli kumanda)

### ➔Makine Sıfır Noktası (G28)

Üretici firma tarafından belirlenen noktadır.Bizim tezgahımızda buna HOME noktası denir.

### ➔İş Parçası Sıfır Noktası (Referans noktası) (G54)

Programcı tarafından seçilen başlangıç noktasıdır.Tezgah tüm hareketlerini bu noktaya göre yapar.Bu nokta işi kesicilere tanıtım noktasıdır.Ölçülendirme bu nokta dikkate alınarak yapılır.İş parçası köşesi veya orta noktası seçilebilir.Ancak mümkün olduğunca +(artı) değer vermelidir.

### ➔Programlama

Parça teknik Resmi → Parça programının yazılması → CNC ünitesi → Tezgah

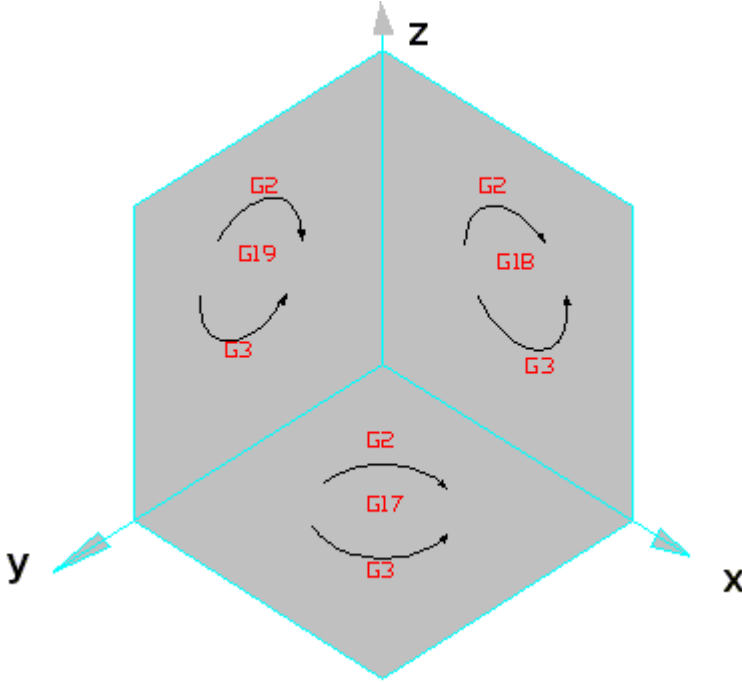
### ➔Temel Seviye Programlama

Temel seviyede yapacağımız programlar; yer düzlemi (G17) X ve Y yatay hareketler dikkate alınarak yapılacaktır.Bu işlemler Z derinliği sabit her türlü doğrusal, açısal ve dairesel hareketler, her tür delik delme, vida çekme, dikdörtgen ve dairesel cep boşaltma işlemleri olacaktır.Üç eksenin aynı anda hareket ile oluşan küresel dişi ve erkek parçalar, kalıplar vb... İşlemler manuel olarak mümkün değil yada çok zor olmaktadır.Bu tür işlemler CAM programları ile yapılmaktadır.

## PROGRAM İÇİNDEKİ HARF VE SEMBOLLER

<b>O</b>	Program başlangıç harfi. O Ø Ø Ø 5 gibi
<b>N</b>	Program satır numarası.N5 N10 gibi.
<b>G</b>	Yol koşulları.G0 (hızlı ilerleme)gibi.
<b>X</b>	Koordinat.G04 ile yazılırsa bekleme zamanı(sn).G16 ile yazılırsa yarıçapı ifade eder.
<b>Y</b>	Koordinat.G16 ile yazılırsa açığı ifade eder.
<b>Z</b>	Düşey eksen koordinatı.
<b>R</b>	Radyüs.G02 ve G03 radyüsü.G81 ve G89 ile yazıldığı zaman emniyetli durma mesafesi
<b>H</b>	Takım boyu
<b>D</b>	Takım yarı çapı(Bizim tezgahımızda H21...)
<b>M</b>	Makina fonksiyonlarını harekete geçirme (M06 Takım değiştir.)
<b>S</b>	Devir sayısı.S1000 gibi.
<b>T</b>	Takım cep numarası.T1(bir nolu takım)
<b>I</b>	X ekseninde başlayıp biten tam dairesel hareket.
<b>J</b>	Y ekseninde başlayıp biten tam dairesel hareket.
<b>K</b>	Z ekseninde başlayıp biten tam dairesel hareket.
<b>Q</b>	G83te (derin delik delme) her defada delme miktarı.
<b>P</b>	Alt program tekrar sayısı.
<b>F</b>	İlerleme miktarı.

X,Y,Z eksenleri olan koordinat sistemi,  
İş parçasına bağlıdır. Programlama, sanki sadece takım Hareket ediyormuş gibi yapılır.



Kesici Hareketleri;

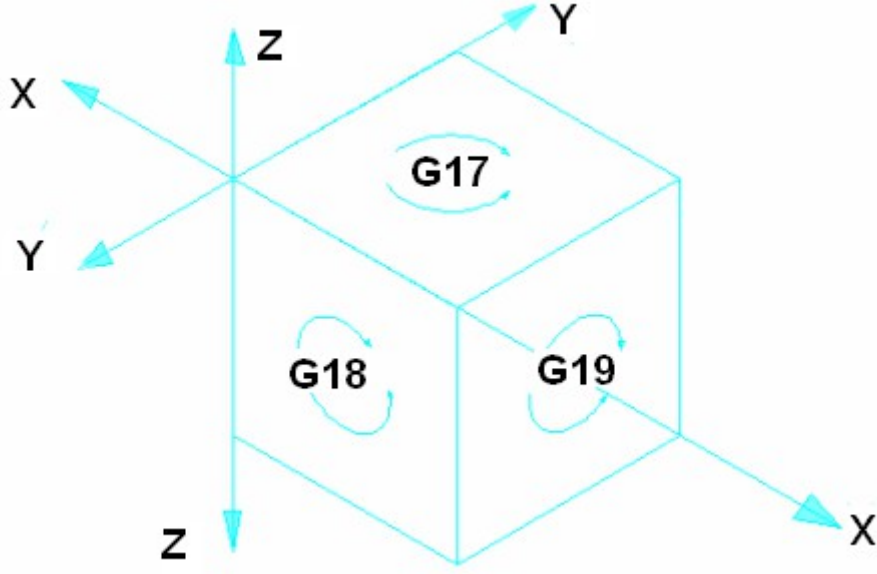
X- Y (yer düzlemi) düzlemi için G17

X- Z düzlemi için G18

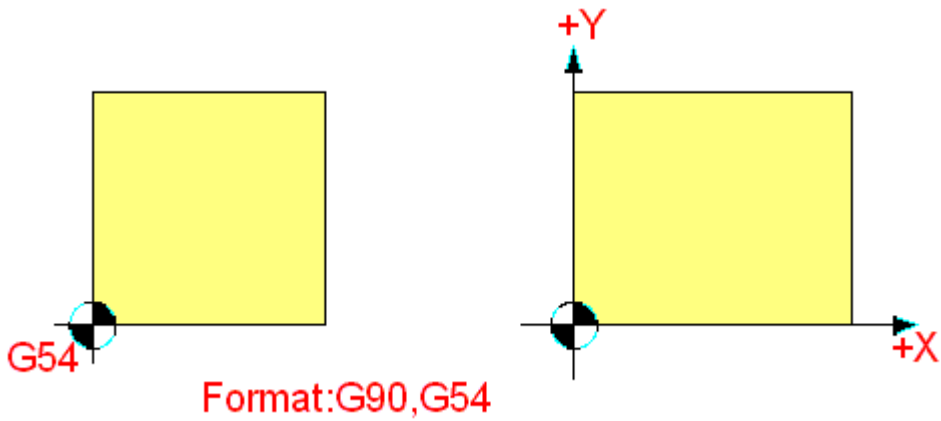
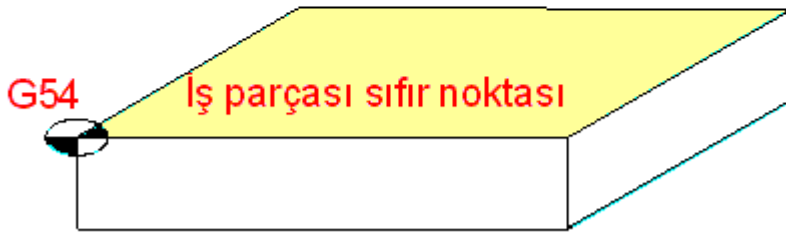
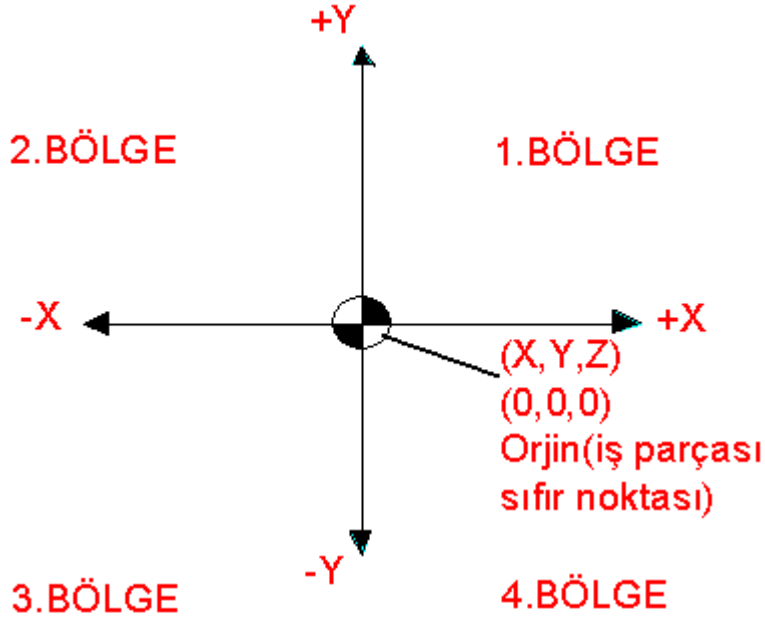
Z- Y düzlemi için G19

Kesicilerin;

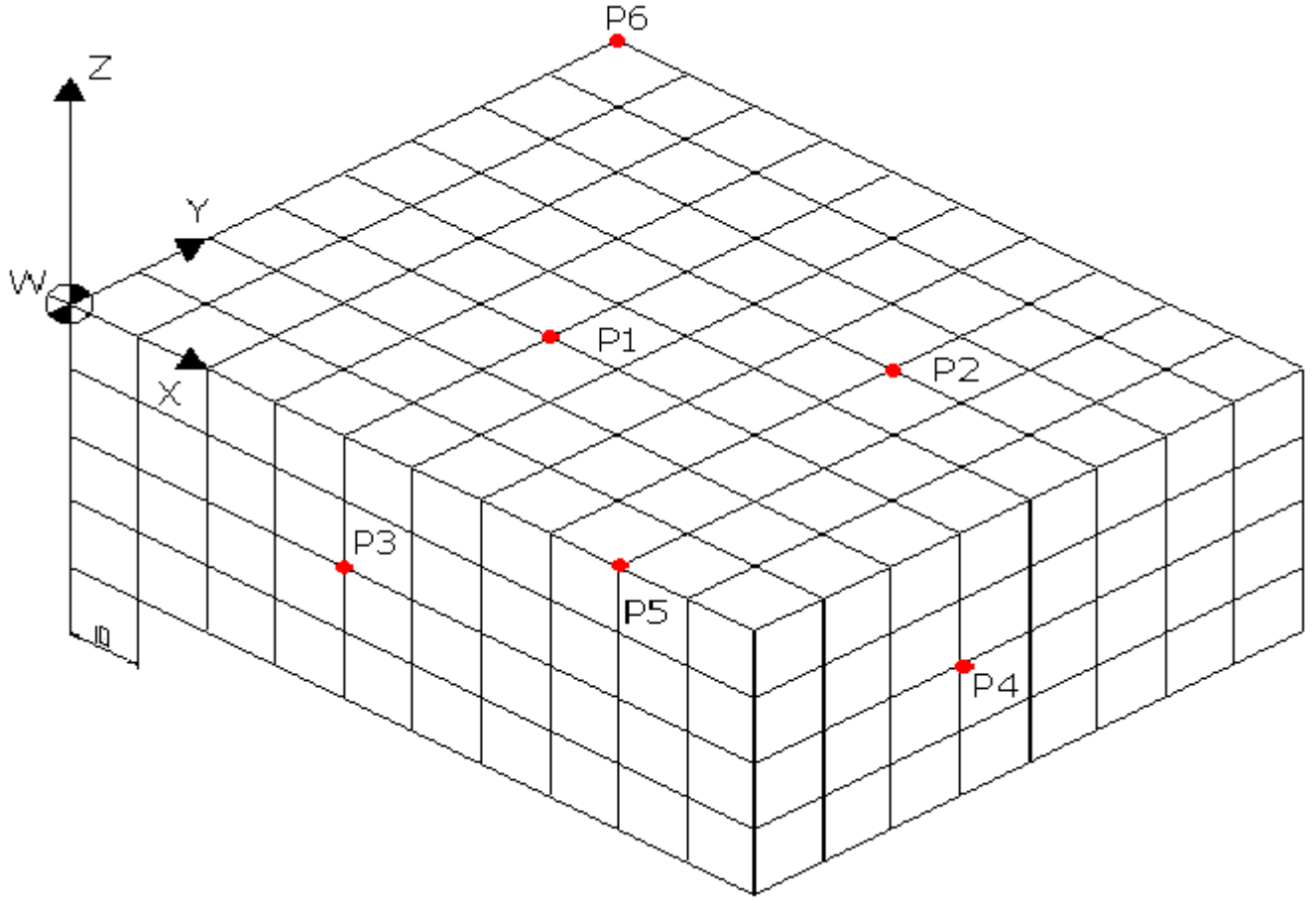
Düzlemlerdeki saat yönündeki hareketleri G2 saat yönü tersindeki hareketi G3 kodlarıyla sağlanır.(Standart olarak G17 (X-Y Çalışma yüzeyi ) geçerlidir.



## KOORDİNAT SİSTEMİ VE BÖLGELER



### **KORDİNATLARIN BELİRLENMESİ**



W=İş parçası sıfır noktası

NOKTA	X	Y	Z
P1	40	30	0
P2	70	50	0
P3	40	0	-20
P4	100	30	-20
P5	80	0	0
P6	0	80	0

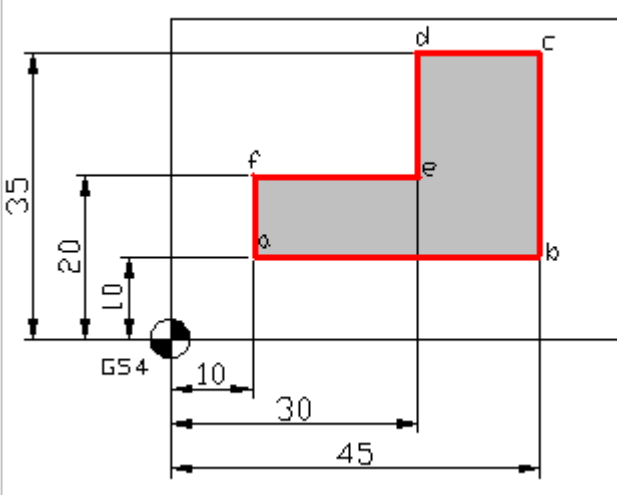


özcan

## İŞ RESMİNİN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ

### HAREKET KOORDİNATLARI İÇİN RESİM ÖLÇÜLENDİRİLMESİ

#### 1-Absolit (MUTLAK) Ölçüleme (G90)

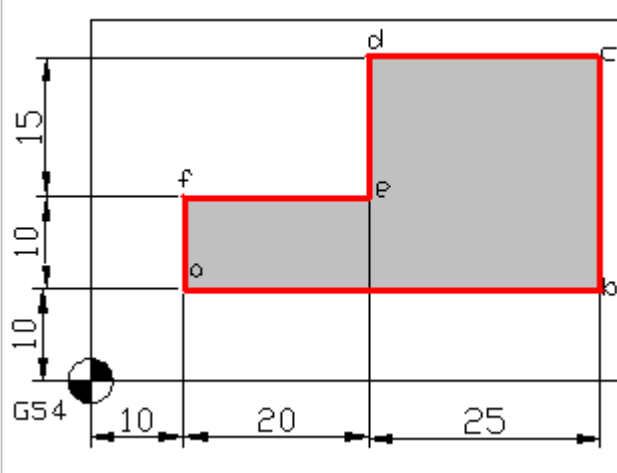


G17 düzlemi

NOKTA	X	Y	Z
a	10	10	-
b	45	10	-
c	45	35	-
d	30	35	-
e	30	20	-
f	10	20	-

(Tüm hareketler iş parçası sıfır noktasına göre algılanır .)

#### 2-ARTIMSAL ÖLÇÜLENDİRME (G91)



G17 düzlemi

NOKTA	X	Y	Z
a	10	10	-
b	45	0	-
c	0	25	
d	-25	0	
e	0	-15	
f	-20	0	

(Kesici her gittiği noktayı başlama noktası olarak algılar ve bu noktayı sıfır kabul ederek istenilen

koordinatlara gider.)

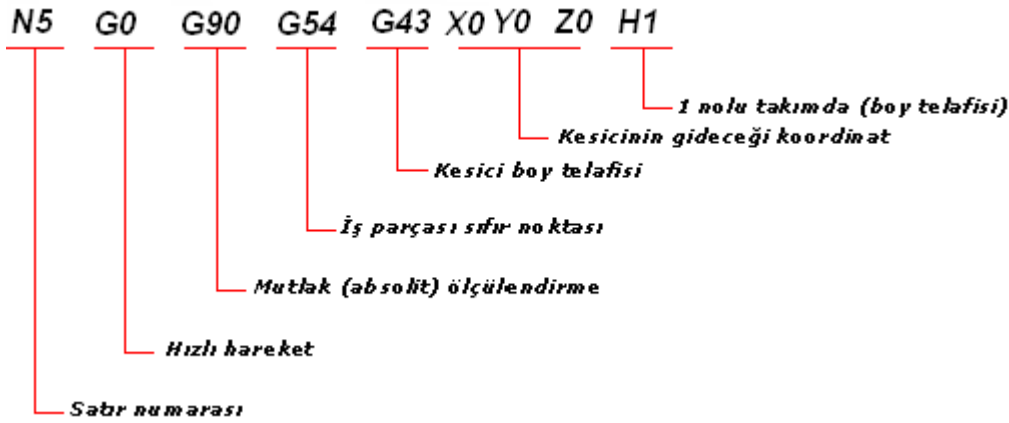
### DOĞRUSAL HIZLI HAREKET (G0)

G0 komutunu alan kesici hızlı bir şekilde hedef noktaya ulaşır.

Format: G0 IP...

(IP:takımın gideceği koordinat)

### Örnek:



### DOĞRUSAL KONTROLLÜ HAREKET (F kesme hızı ile) (G01)

Kesme hızı mm/dk verilecekse komut: G21 G94

Kesme hızı inch/dk verilecekse komut: G20 G94

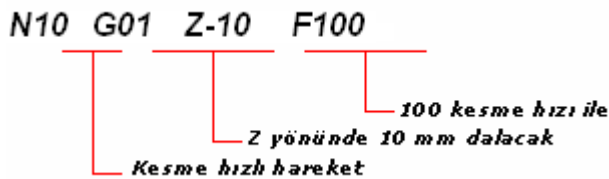
Kesme hızı mm/devir verilecekse komut: G21 G95

Kesme hızı inch/devir verilecekse komut: G20 G95

Not:Freze tezgahında talaş kaldırma işlemlerinde genellikle mm/dk kullanılır.Ancak vida çekme işlemlerinde değişir.

Format: G01 IP... F...

### Örnek:



Not:İlk satırda kullanılacak ilerleme seçilir. (N5 satırına eklenir)

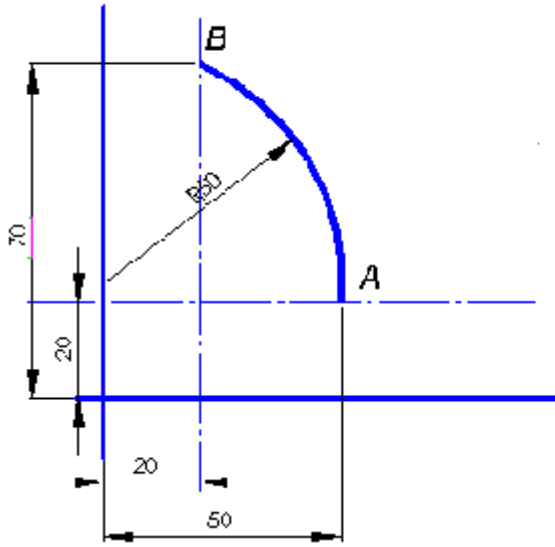
Örnek : N15 G17 G80 G40 G21 G94 İlerleme mm/dev olacak.

özcan

## KESİCİNİN İŞ YÜZEYİNDE DAİRESEL HAREKETİ

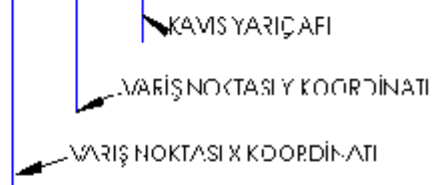
G02- SAAT YÖNÜNDE DAİRESEL HAREKET

G03-SAAAT YÖNÜNÜN TERSİNDE DAİRESEL HAREKET



B'den A'ya hareket (G90'a göre)  
G02 X50 Y20 R50 F100

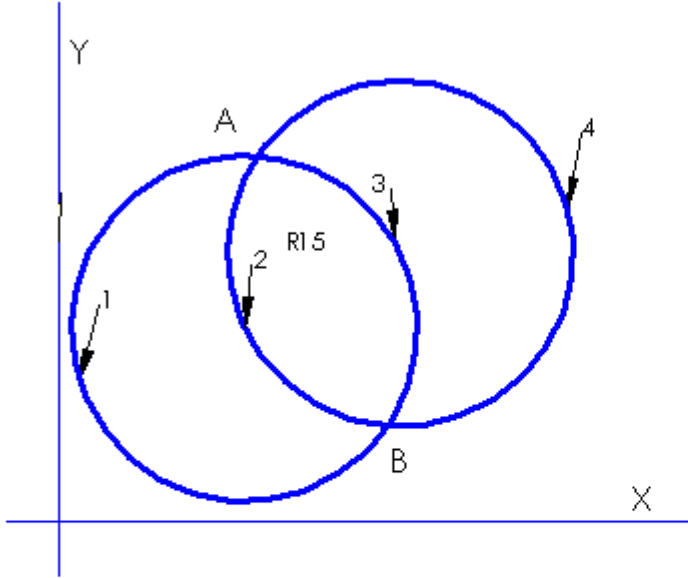
A'dan B'ye hareket (G90'a göre)  
G03 X20 Y70 R50 F100



NOT: Yay açısı 180'den küçükse +,  
yay açısı 180'den büyükse - alınır.

özcan

## ÖRNEK

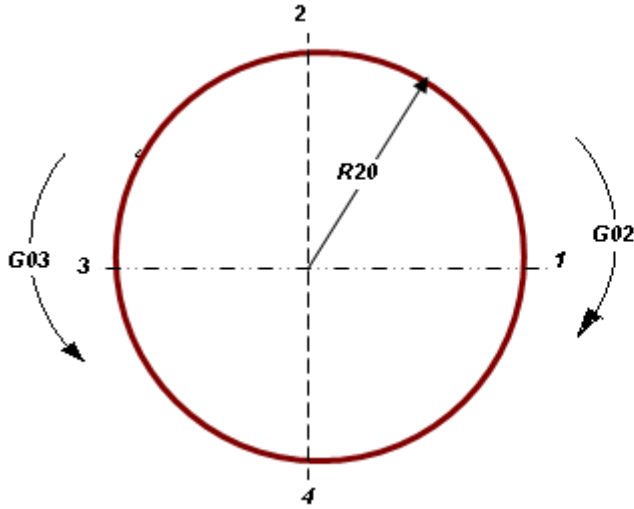


*A'dan B'ye hareket*

- 1.yol: G3 X...Y....R-15 F.....
- 2.Yol: G3 X... Y.... R15 F.....
- 3.Yol: G2 X... Y.... R15 F....
- 4.Yol: G2 X... Y.... R-15 F....

**NOT:** X ve Y koordinatları varsış noktalarına göre verilir. Bazı tezgahlarda R yerine I ve J komutları kullanılır. Burada ;  
I: Daire merkezi X eksen koordinatı  
J: Daire merkezi Y eksen koordinatı  
Örnek: G3 X... Y....I.....J.....F.....

ÖRNEK: Şekildeki dairesel kontürü G91 ölçülendirme ile işleyin.



(NOT: Bazı tezgahlarda G2 ve G3 dairesel hareketlerde R kavis yarıçapı yerine I ve J komutları kullanılır. Burada;  
I:Daire merkezinin X eksen koordinatı  
J:Daire merkezinin Y eksen koordinatıdır.

G91 ile G03	G90 ile G03
1'den 2'ye hareket	1'den 2'ye hareket
G91 G03 X-20 Y20 R20	G90 G03 X0 Y20 R20
1'den 3'e hareket	1'den 3'e hareket
G91 G03 X-40 Y0 R20	G90 G03 X-20 Y0 R20
1'den 4'e hareket	1'den 4'e hareket
G91 G03 X-20 Y-20 R-20	G90 G03 X0 Y-20 R-20
1'den 1'e hareket	1'den 1'e hareket
G91 G03 I 20	G90 G03 I 20
G91 ile G02	G90 ile G02
1'den 4'e hareket	1'den 4'e hareket
G91 G02 X-20 Y-20 R20	G90 G02 X0 Y-20 R20
1'den 3'e hareket	1'den 3'e hareket
G91 G02 X-40 Y0 R20	G90 G02 X-20 Y0 R20
1'den 2'ye hareket	1'den 2'ye hareket
G91 G02 X-20 Y20 R-20	G90 G02 X0 Y20 R-20
1'den 1'e hareket	1'den 1'e hareket
G91 G02 I-20	G90 G02 I-20

**Not:**

I- Hareketin X'de başlayıp X'de bitmesi

J- Hareketin Y'de başlayıp Y'de bitmesi

1'den 1'e hareket

G90 G02 I-20

G90 G03 I 20

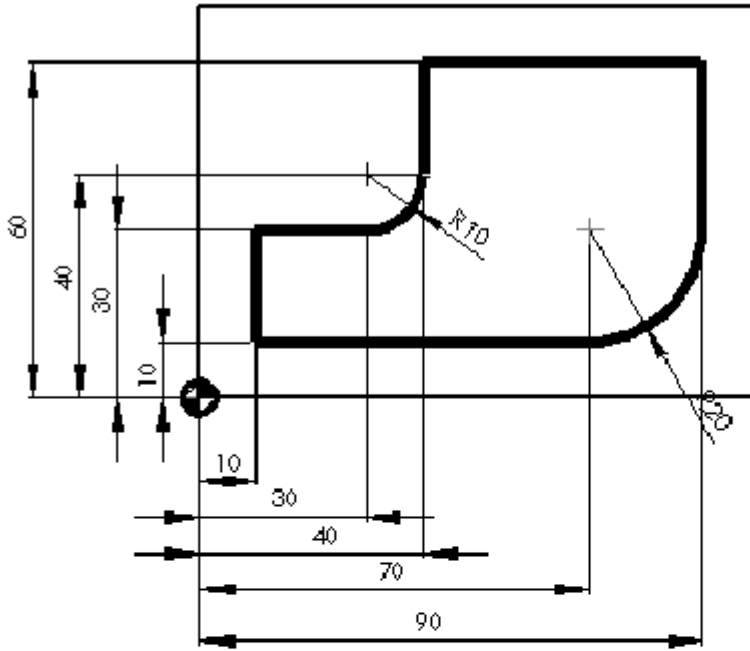
2'den 2'ye hareket

özcan

G90 G03 J+20

G90 G02 J-20

## ÖRNEK:



Şekildeki kontürü 5mm  
çapındaki parmak freze  
çakısı ile işleyiniz.

Program No: Ø0007

N5 G15 G17 G80 G40 G21 G94

N10 G91 G28 X0 Y0 Z0

N15 M06 T1

N20 M03 S1000

N25 G0 G90 G54 G43 X0 Y0 Z50 H1

N30 X10 Y10 F200

N35 G1 Z-5

N40 X70

N45 G3 X90 Y30 R20

N50 G1 Y60

N55 X40

N60 Y40

N65 G2 X30 Y30 R10

N70 G1 X10

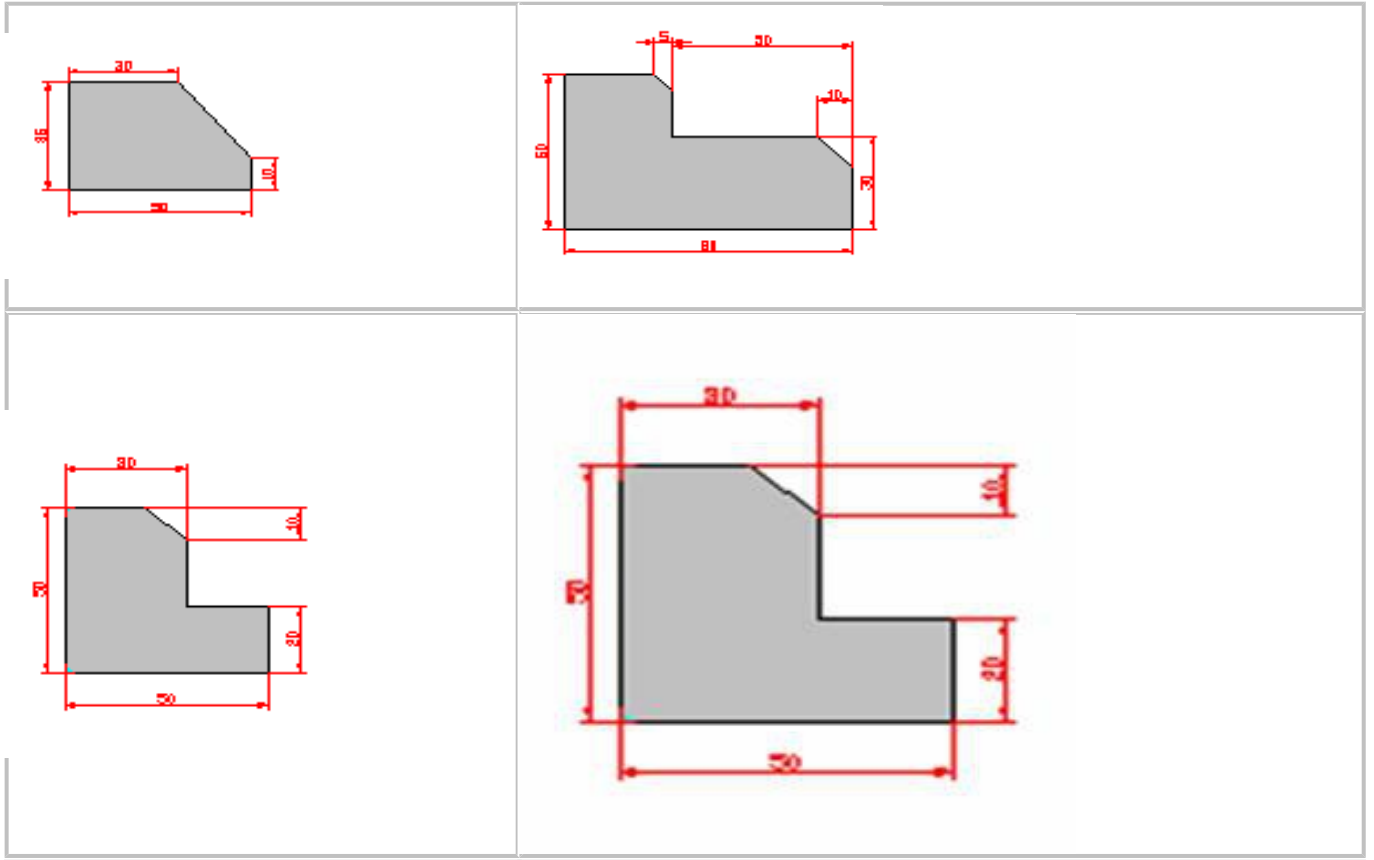
N75 Y10

N80 G1 Z20

N85 G91 Z0 X0 Y0

N90 M02

**SORU:**Aşağıda resmi verilen parçaların **CNC** programını yazınız.



## DELİK DELME

**G81** ile **G89** arası kodlar delik delme kodlarıdır

**G81** Direkt delme.Verilen delik derinliğini kesici bir defada deler.

**G98** Delme işleminde kesici verilen değer kadar iş yüzeyine,delme öncesi ve sonrası emniyetli mesafeye geri çıkar.

Format:G98 G81 X..... Y..... Z..... R..... F.....

**G81** Delik delme komutu

**G98** R emniyet mesafesini aktif hale getirir.

**X** Delinecek deliğin X koordinatı

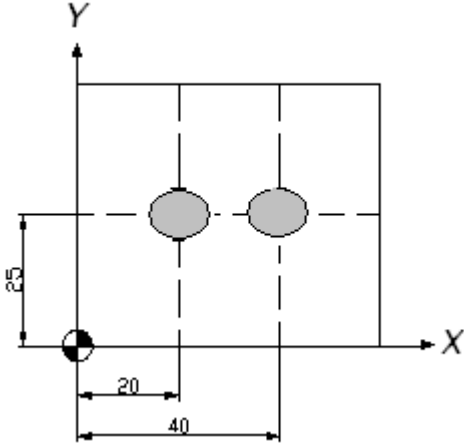
**Y** Delinecek deliğin Y koordinatı

**Z** Delinecek deliğin derinliği

özcan

<b>R</b>	Delme öncesi ve sonrası emniyet mesafesi
<b>F</b>	İlerleme mm/dk veya inch/dk
<b>G80</b>	G81 ile G89 arası delik delme döngülerinin iptali
<b>G99</b>	Delme öncesi ve sonrası R parametresi iptali (G98 in iptali)

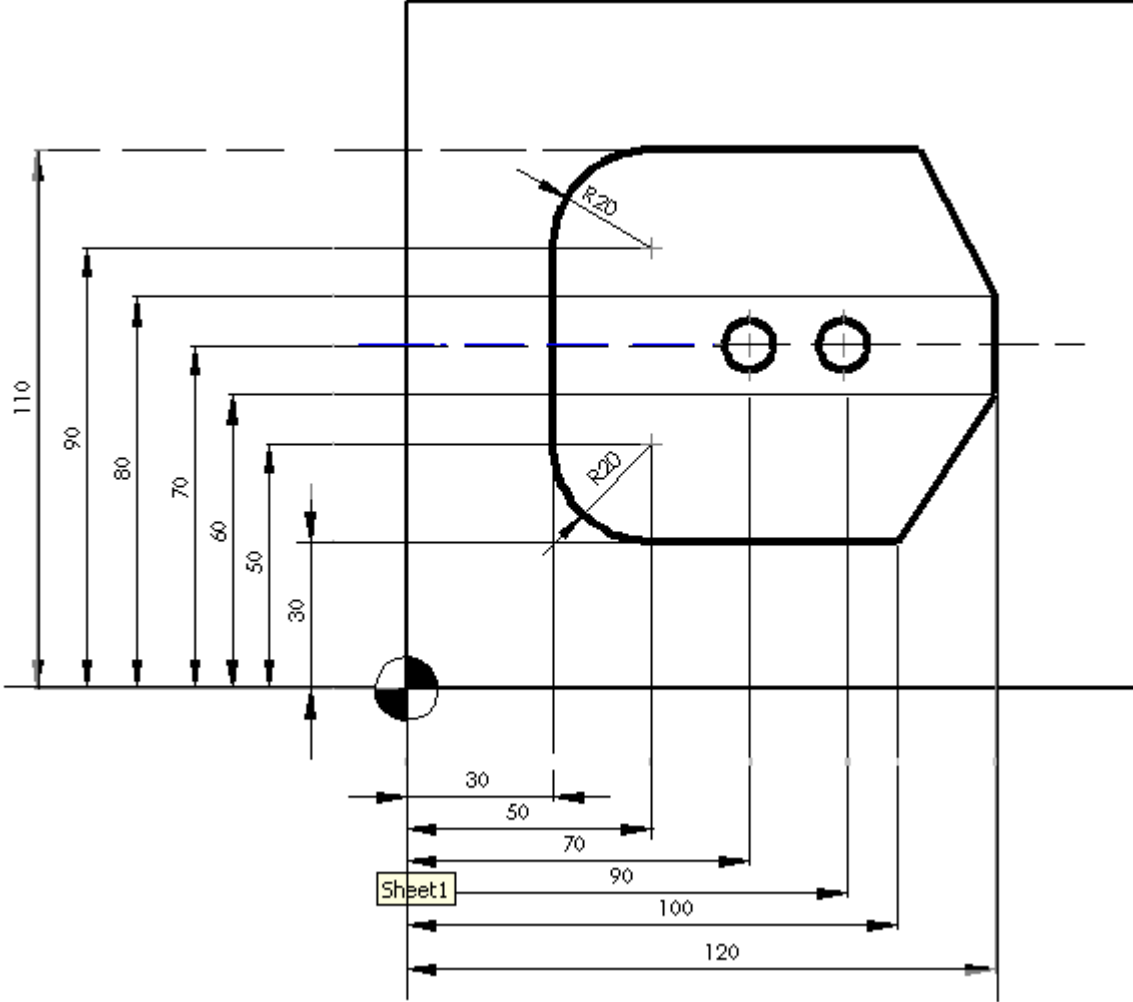
**Örnek:** Şekildeki delme işlemi için CNC programını yazınız.



<b>00002</b>		
<b>N5</b>	G15	G17 G80 G40 G21G94
<b>N10</b>	G91	G28 Z0
<b>N15</b>	G28	X0 Y0
<b>N20</b>	M06	T1
<b>N25</b>	M03	S 1000
<b>N30</b>	G0	G90 G54 G43 X0 Y0
<b>N35</b>	Z50	H1
<b>N40</b>	X20	Y25
<b>N45</b>	G81	G98 Z-10 R5 F120
<b>N50</b>	X40	Y25
<b>N55</b>	G91	G28 G80 G99
<b>N60</b>	G28	X0 Y0 Z0
<b>N65</b>	M02	



**ÖRNEK:** Şekildeki parçada çizgisel hareketleri ve delikleri delmek için CNC programını yazınız.  
(T1 ?4 parmak freze,T2 ?10 matkap)



**PRORAM N0:01001**

<b>N5</b>	G40 G80 G15 G17 G21 G94
<b>N10</b>	G91 G28 Z0 X0 Y0
<b>N15</b>	M06 T1
<b>N20</b>	M03 S1000
<b>N25</b>	G0 G90 G54 G43 X50 Y30 Z30 H1
<b>N30</b>	G1 Z-5 F200
<b>N35</b>	X100
<b>N40</b>	X120 Y60
<b>N45</b>	Y90
<b>N50</b>	X100 Y110



özcan

<b>N55</b>	X50
<b>N60</b>	G3 X30 R20
<b>N65</b>	G1 Y50
<b>N70</b>	G3 X50 R20
<b>N75</b>	G91 G28 Z0
<b>N80</b>	G28 X0 Y0
<b>N85</b>	M06 T2
<b>N90</b>	M03 S700
<b>N95</b>	G0 G90 G54 G43 X70 Y70 Z30 H2
<b>N100</b>	G81 G98 Z-10 R3 F300
<b>N105</b>	X90
<b>N110</b>	G80 G91 G28 Z0
<b>N115</b>	G28 X0 Y0
<b>N120</b>	M02

**G82:** Geçici bekleme zamanlı delme programı

**Format:** G82 G98 X... Y... Z... P... R... F...

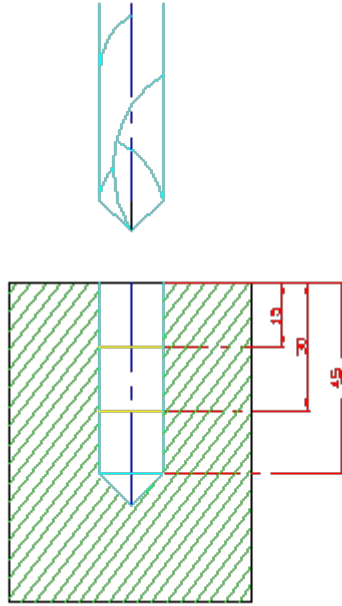
**ÖRNEK:** G82 G98 X20 Y25 Z-10 P5000 R5 F100

P5000: 5 sn delik içinde bekler. Milisaniye cinsinden bekleme sn. ( 1 milisaniye=1/1000 sn)

**G83:**Uzun delik delme ve boşaltmalı çevrim programı

**Format:** G83 G98 X... Y... Z...Q... R... F...

**ÖRNEK:**G83 G98 X20 Y25 Z-45 Q15 R5 F80



**Q:** Matkap her defasında 15 mm delerek 5 mm Z mesafesine çıkar. Talaş boşaltarak ikincide 30, üçüncüde 45 mm derinliğe girer.

**G84= Kılavuz çekme programı**

**Format=** G84 X... Y... Z... R...

**F=** Vida adımı G84 komutuna geçmeden önce tezgaha verilen ilerlemenin devir sayısına bölünmesiyle elde edilir.

**ÖRNEK:** Adımı 1,5 mm olan M10 vidanın çekilebilmesi için ilerleme ve devir sayısını hesaplayınız.

**ÇÖZÜM:** F:300 mm/dk

S:200 dev/dk

ADIM:  $F/S = 300/200 = 1,5\text{mm}$

Program: N.. M03 S200

N.. G1 X.. Y.. F300

N.. G84 Z... R...(İstenilen koordinatlara gönderilen kılavuz G84 omutuyla verilen Z derinliği kadar adımı 1,5 mm olan vidayı çekecektir.)

NOT:Vida çekme işleminden önce seçilen ilerleme devir sayısına bölündüğünde vida adımını vermelidir.

**G85=** Rayba çekme döngüsü. Rayba yavaş ilerleme hızıyla aynı yönde girer ve çıkar

**Format=**G85 G98 X... Y... Z... R... F...



**G86**= Kesici emniyetli R mesafesine kadar hızlı gelir.Normal deler.Delme işleminden sonra delik tabanında iş mili durur ve kesici hızla geri çıkar.

**Format**= G86 G98 X... Y... Z... R... F...

Bu programda iş mili delik sonunda stop ediyor ve hızlı olarak R değerine geliyor.

**G87**= Delik dibi genişletme fonksiyonu.

**G88**= Tabana kadar deldikten sonra iş mili durur. Yukarı çıkma işlemi el ile yapılır.

**G89**= Yavaş inip yavaş çıkar ve delik tabanında bekler.Bu programda takım delik sonunda bekler ve F hızı ile emniyetli R noktasına geri döner.

**Format**= G89 G98 X25 Y35 Z-25 R5 F100

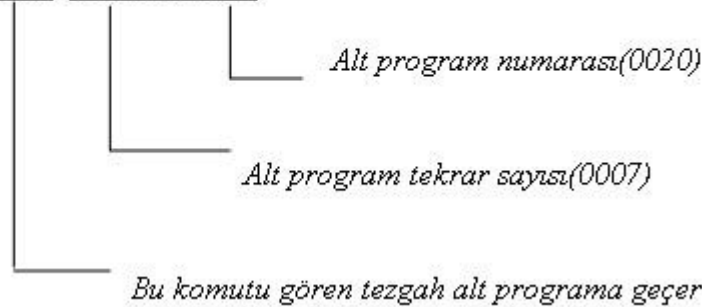
### ALT PROGRAM ÇAĞIRMA

İş parçasının değişik bölgelerinde tamamı aynı olan işlemler yapılacaksa , bu işlemlerden bir tanesi için bir alt program yazılır ve kesici işlemin başlangıç noktasına gönderilerek alt program çağırılır.Böylelikle daha kısa bir programla işlem gerçekleştirilmiş olur.

**M98**= Alt program çağırma.

**M99**= Alt program sonu,ana programa dönüş.

**Format**= M98 P00070020



### ÖRNEK:

N.. G1 X.. Y.. F..

N.. M98 P00010005(Kesici gittiği noktadan itibaren 5 nolu alt programı 1 kez uygulayacaktır.)

N.. G1 X.. Y..

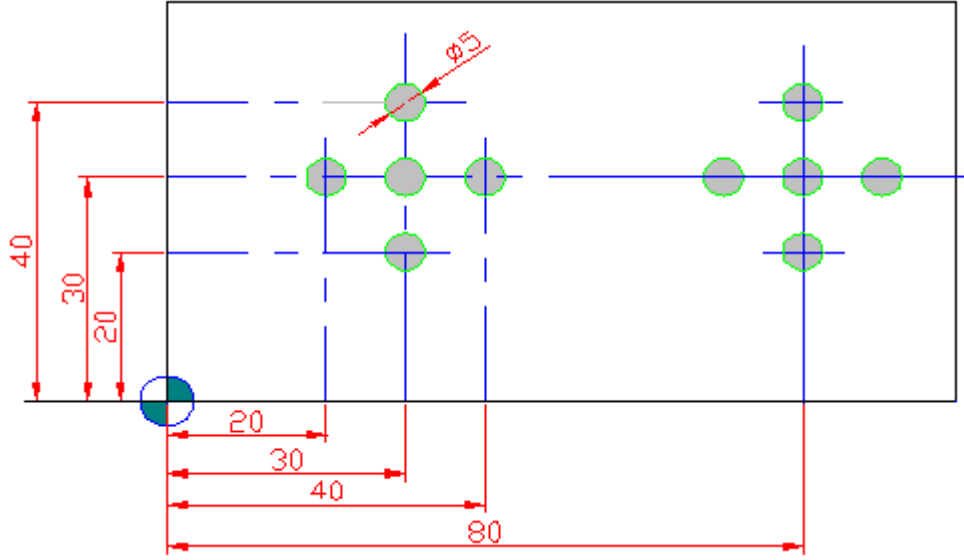
N.. M98 P00010005(Kesici gittiği noktadan itibaren 5 nolu alt proramı 1 kez uygulayacaktır.)

N.. G91 G28 Z0

N.. G28 X0 Y0

N.. M02

**ÖRNEK:** Şekildeki delme işlemleri için alt program kullanarak CNC programını yazınız.



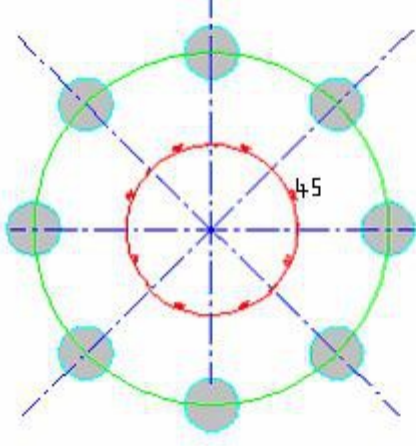
O00020 Ana program	O0009 Alt Program
N5 G15 G17 G80 G90 G40 G21 G94;	N5 G91 G98 G81 Z-10 R5 F100
N10 G91 G28 Z0 X0 Y0;	N10 G1 X10;
N15 M06 T1;	N15 X-10 Y10;
N20 M03 S1200;	N20 X-10 Y-10;
N25 G0 G90 G54 G43 X0 Y0 Z10 H1;	N25 X10 Y-10;
N30 X30 Y30;	N30 G80;
N35 M98 P 00010009;	N35 M99;
N40 G90 G54 X80 Y30 Z30;	
N45 M98 P 00010009;	
N50 G91 G28 Z0	
N55 G28 X0 Y0;	
N60 M02;	

### AÇISAL HAREKET ( G 16 )

**Format:**G17 G90 G16 X... Y...

**X:**Yarı çapı ifade eder.

**Y:** açığı ifade eder.

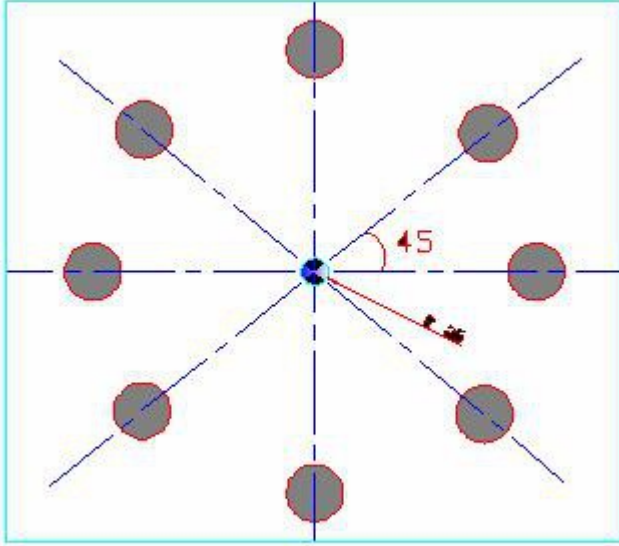


*Kesici Ø 8 matkap.*

**PROGRAM NO: 0 0005**

```
N5 G15 G17 G80 G40 G21 G94  
N10 G91 G28 Z0  
N15 G28 X0 Y0  
N20 M06 T1  
N25 M03 S 800  
N30 G0 G90 G54 G43 X0 Y0  
N35 Z50 H1  
N40 X50 Y0  
N50 G81 G98 R5 Z-10 F100  
N55 G16 X50 Y45  
N60 Y90  
N65 Y135  
N70 Y180  
N75 Y225  
N80 Y270  
N85 Y315  
N90 G91 G28 Z0 G80 G15  
N95 G28 X0 Y0  
N100 M02
```

**ÖRNEK:** Şekildeki açıl delme işlemini alt program kullanarak yapınız.



Ana program no:0 ØØØ8	Alt program no:0 ØØ20
N5 G15 G17 G90 G40 G21 G94	N5 G91 Y45
N10 G91 G28 Z0 X0 Y0	N10 M99
N15 M06 T1	
N20 M03 S8000	
N25 G0 G90 G54 X0 Y0	
N30 G43 Z50 H1	
N35 G16 X25 Y0	
N40 G98 G81 Z-5 R5 F200	
N45 M98 PØØØ7ØØ20	
N50 G80 G15 G40	
N55 G91 G28 Z0	
N60 G28 X0 Y0	
N65 M02	

### TAKIM YOLU OLUŞTURMA

Freze çakılarının yan yüzeyleri ile yapılan işlemlerde G41 ve G42 kullanıldığında takım yarıçap kadar yana kayarak operasyonu yapar. Bu sayede parça istenilen ölçüde işlenmiş olur. Çap tafisi kul-

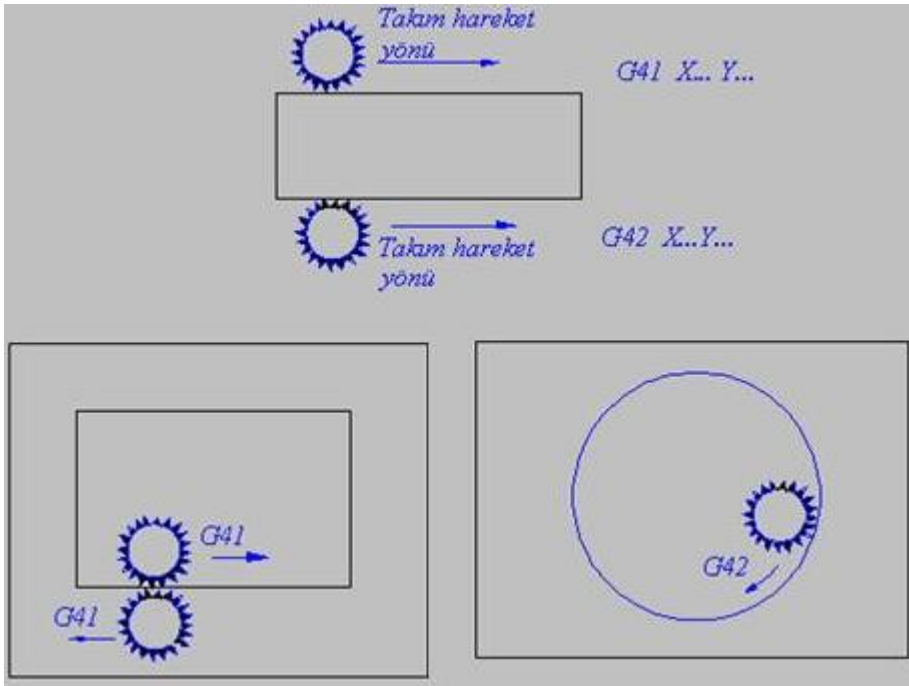
lanılmadığında kesici gönderildiği koordinatın tam ortasından hareketini sürdürecektir ve parça ölçüleri

kesici çapı kadar azalacaktır.

**G41:** Çap telafisi (Takım işin solunda ise bu komut kullanılır.)

**G42:** Çap telafisi (Takım işin sağında ise bu komut kullanılır.)

**G40:** Çap telafisinin iptali



Boy telafisi: G43 X... Y... ( H1 ile H20 arası )

Çap telafisi: G41 X... Y...( H21 ile H40 arası )

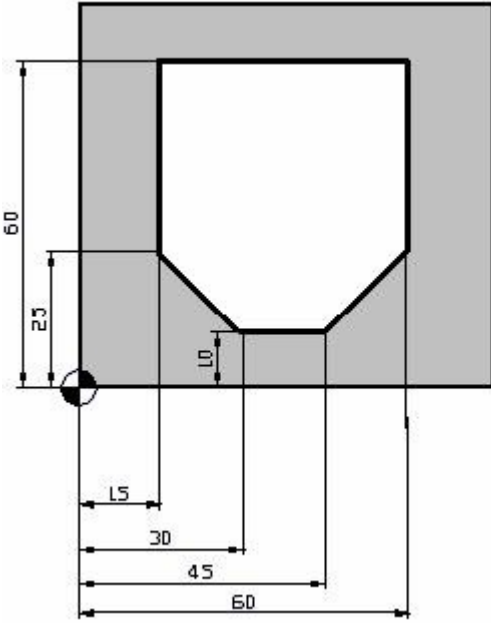
G42 X... Y... ( H21 ile H40 arası )

Not: Bazı tezgahlarda çap telafisi D sembolü ile gösterilir.

Örnek: G41 X... Y... D1



ÖRNEK: Şekildeki parçanın CNC programını G42 ile işleyerek yazınız.. (kullanılan parmak freze çapı 10 mm'dir.)

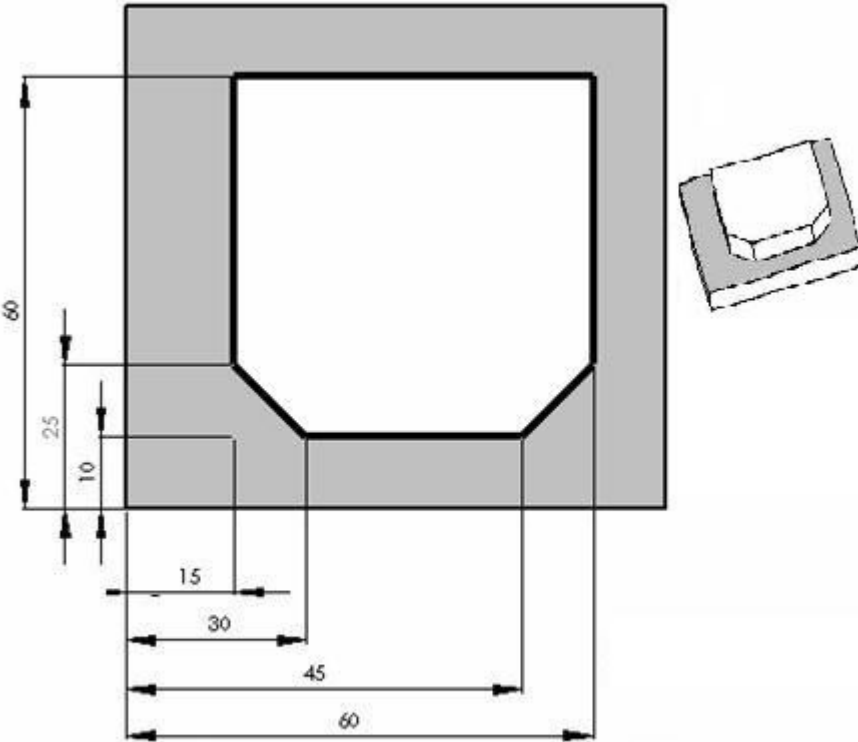


<b>PROGRAM NO:00021</b>
N5 G15 G17 G80 G40 G21 G94
N10 G91 G28 X0 Y0 Z0
N15 M06 T1
N20 M03 S800
N25 G0 G90 G54 G43 X-10 Y-10 Z50 H1
N30 G1 X0 Y0 F300
N35 Z-5
N40 G42 X30 Y10 H21

özcan

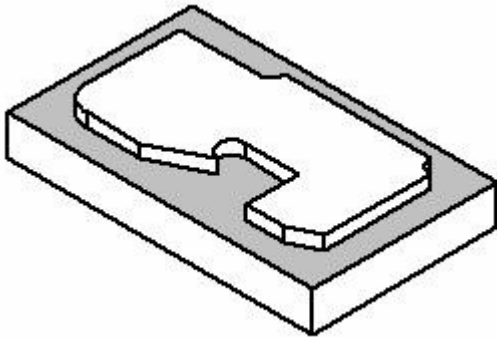
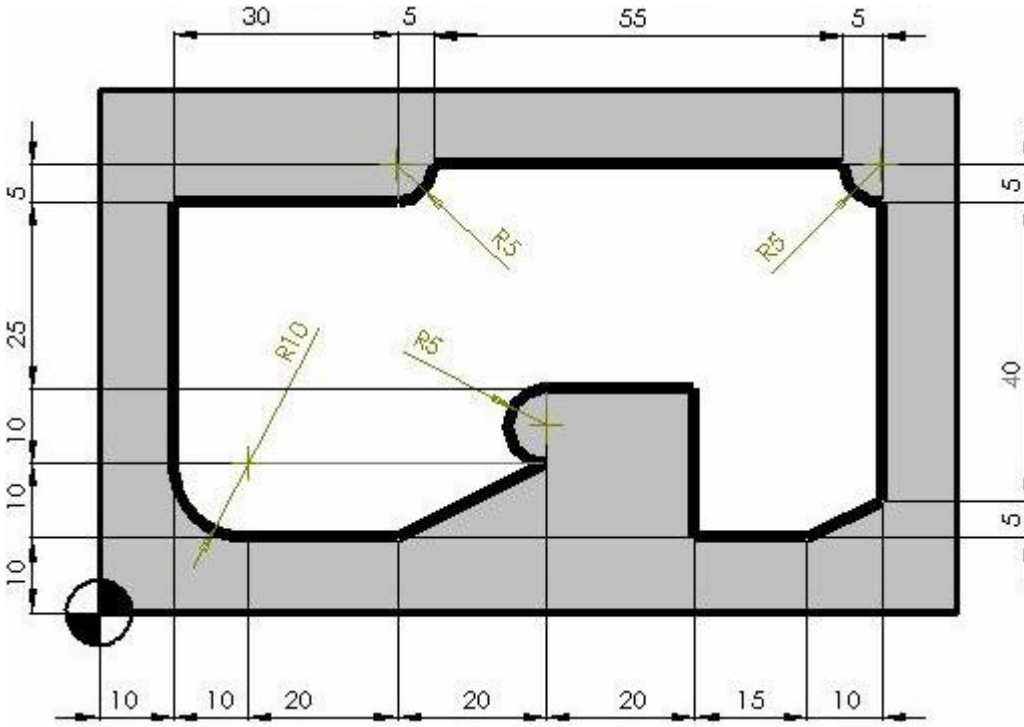
N45 X45
N50 X60 Y25
N55 Y60
N60 X15
N65 Y25
N70 X30 Y10
N75 X40
N80 Z10
N85 G40
N90 G91 G28 Z0
N95 G28 X0 Y0
N100 M02

**SORU:**



Şekildeki iş parçasını 20mm çapındaki parmak freze çakısı ile G41 (kesici kontürün solunda) ile işleyiniz.

özcan





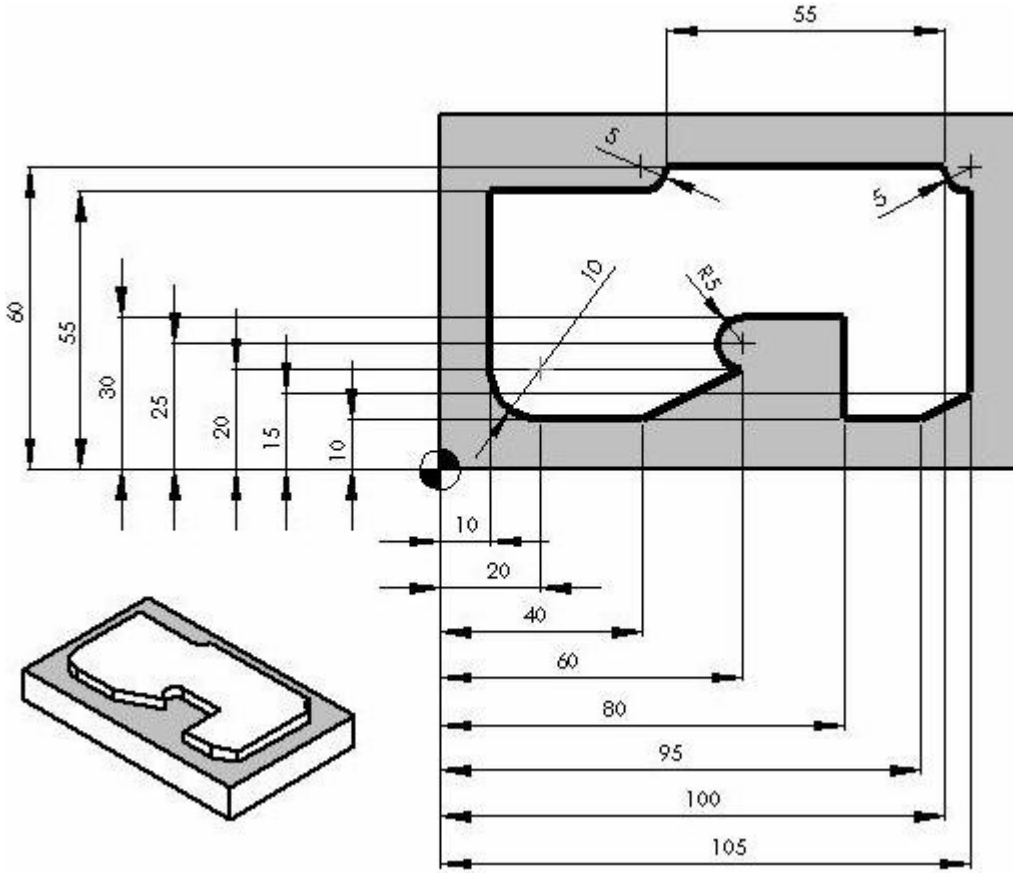
*G91 ve G42 kullanarak şekildeki parçayı işleyiniz  
(parmak freze çapı 3mm'dir.*

*Program No: O Ø Ø 88*

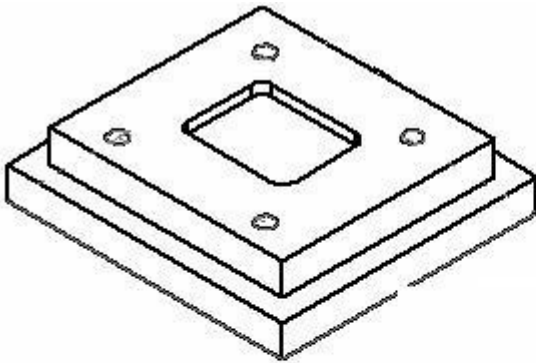
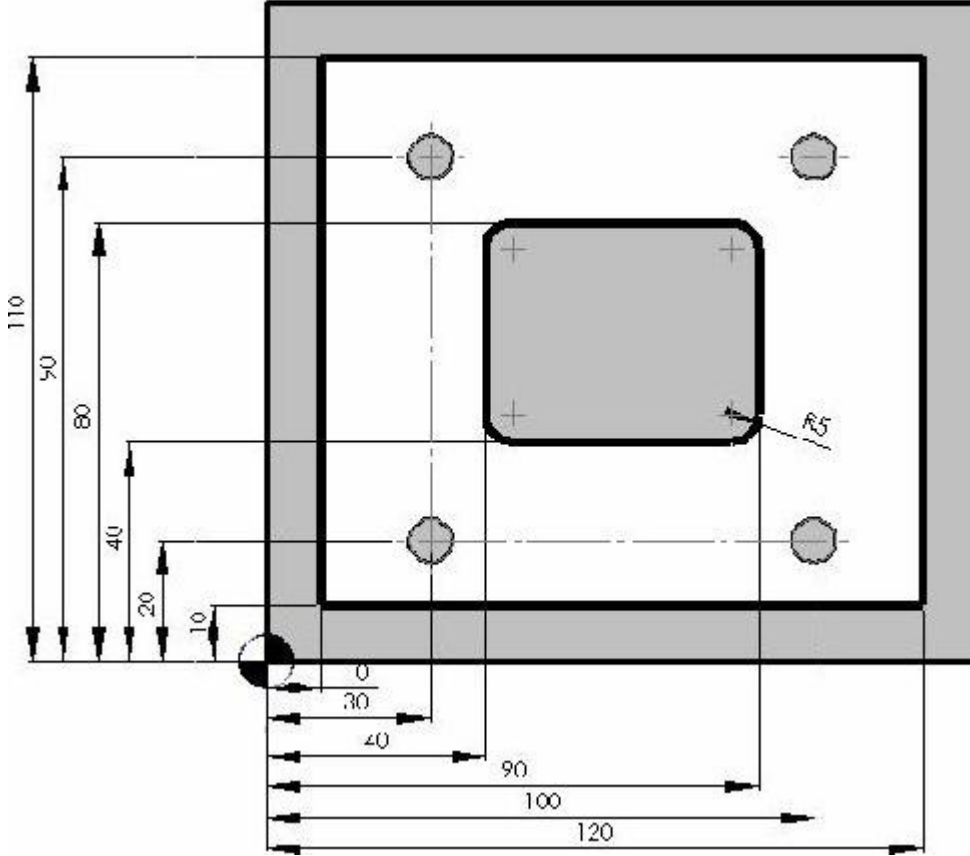
```
N5 G15 G17 G40 G80 G21 G94
N10 G91 G28 Z0 X0 Y0
N15 M06 T1
N20 M03 S1000
N25 G90 G0 G43 G54 X-10 Y-10 Z50 H1
N30 G1 X0 Y0 F300
N45 G42 X10 Y10 H21
N50 G1 Z-3
N55 G91 X10
N60 X20
N65 X20 Y10
N70 G2 X0 Y10 R5
N75 G1 X20
N80 Y-20
N85 X15
N90 X10 Y5
N95 Y40
N100 G2 X-5 Y5 R5
N105 G1 X-55
N110 G2 X-5 Y-5 R5
N115 G1 X-30
N120 Y-35
N125 G3 X10 Y-10 R10
N130 G1 X10
N135 G40 Z10
N140 G28 Z0
N145 G28 X0 Y0
N150 M02
```

**ÖRNEK:**G91 ve G41 kullanarak şekildeki parçayı işleyiniz.(T1 Ø 3 parmak freze)

özcan



**ÖRNEK:** Şekli verilen parçanın CNC programını yazınız.(T1 Ø10 parmak freze,T2 Ø8 matkap)

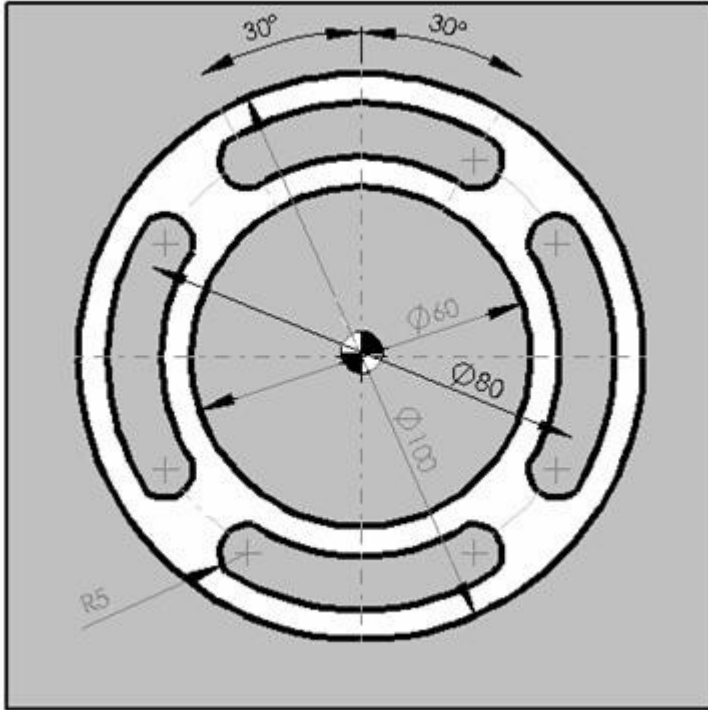


Program No: 00 Ø55  
 N6 G15 G17 G40 G80 G21 G94  
 N10 G91 G28 Z0 X0 Y0  
 N15 M06 T1  
 N20 M03 S800  
 N25 G90 G0 G54 G43 X-10 Y-10 Z50 H1  
 N30 G1 Z-5 F200  
 N35 G42 X10 Y10 H21  
 N40 G1 X120  
 N45 Y110  
 N50 X10  
 N55 Y10

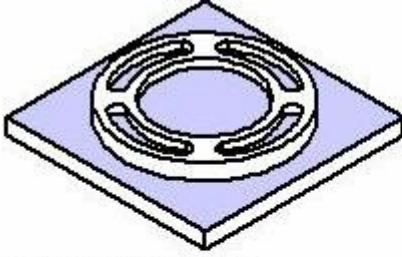
N60 X20  
 N65 G1 Z10  
 N70 G40  
 N75 G1 X0 Y0  
 N80 G41 X50 Y40  
 N85 G1 Z-2  
 N90 X90  
 N95 Y80  
 N100 X40  
 N105 Y50  
 N110 X80

N115 Y70  
 N120 X50  
 N125 Z10 G40  
 N130 G91 G28 Z0 X0 Y0  
 N135 M06 T2  
 N140 M03 S500  
 N145 G90 G0 G54 G43 X30 Y20 H2  
 N150 G98 G81 Z-8 R5  
 N155 X100  
 N160 Y90  
 N165 X30  
 N170 G80  
 N175 G91 G28 Z0 X0 Y0  
 N180 M02

**ÖRNEK:**



özcan



Program No:  $\Phi \Phi 66$

N5 G15 G17 G80 G40 G21 G94

N10 G91 G28 Z0 X0 Y0

N15 M06 T1

N20 M03 S800

N25 G90 G0 G43 G54 X-10 Y-10 Z50 H1

N30 G1 Z-5 F200

N35 G42 X0 Y-50 H21

N40 G3 J50

N45 G1 Z20

N50 G40 X0 Y0

N55 G42 X30 Y0 H21

N60 Z-2

N65 G2 I-30

N70 G1 X20

N75 G2 I-30

N80 G1 X10

N85 G2 I-30

N90 G1 G40 Z20

N95 X0 Y0

N100 G16 X40 Y30

N105 G1 Z-3

N110 G15 G2 Y-20 R40

N115 G1 Z5

N120 G16 X40 Y120

N125 G1 Z-3

N130 G15 G2 X20 R40

N135 G1 Z5

N140 G16 X40 Y210

N145 G1 Z-3

N150 G15 G2 Y20 R40

N155 G1 Z5

N160 G16 X40 Y240

N165 G1 Z-3

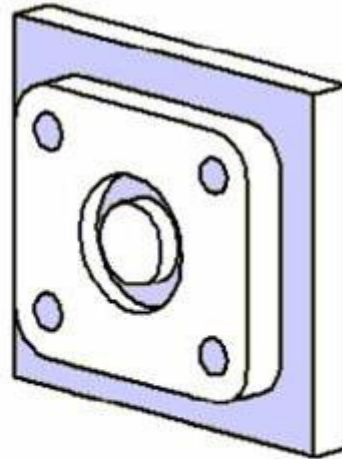
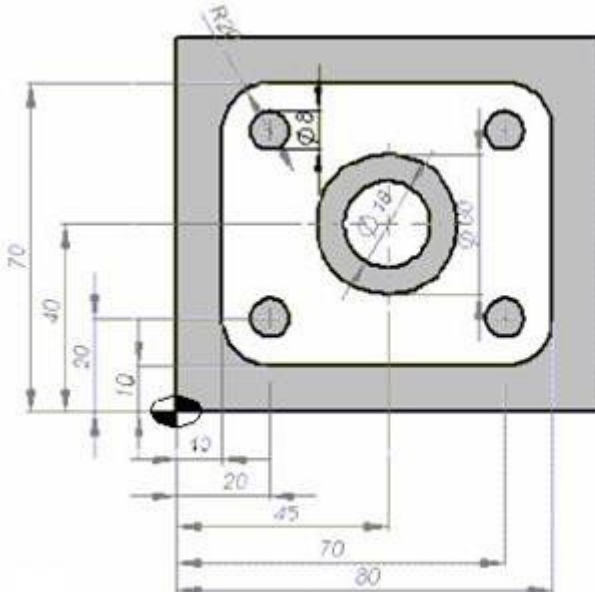
N170 G15 G3 X20 R40

N175 G1 Z5

N180 G91 G28 Z0

N185 G28 X0 Y0

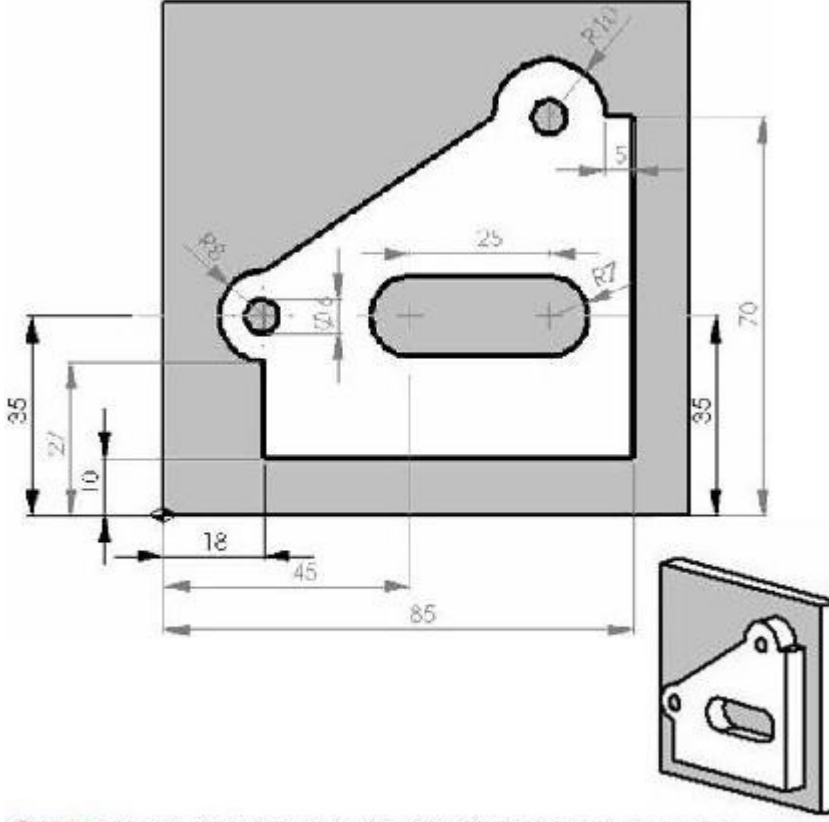
N190 M02



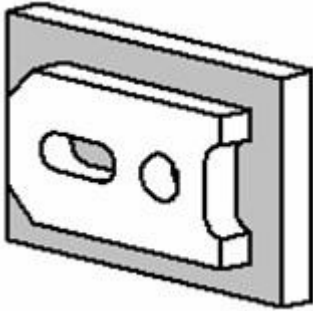
Şekli verilen parçanın CNC programını yazınız. (T1  $\Phi 6$  parmak freze,  $\Phi 8$  matkap)



özcan

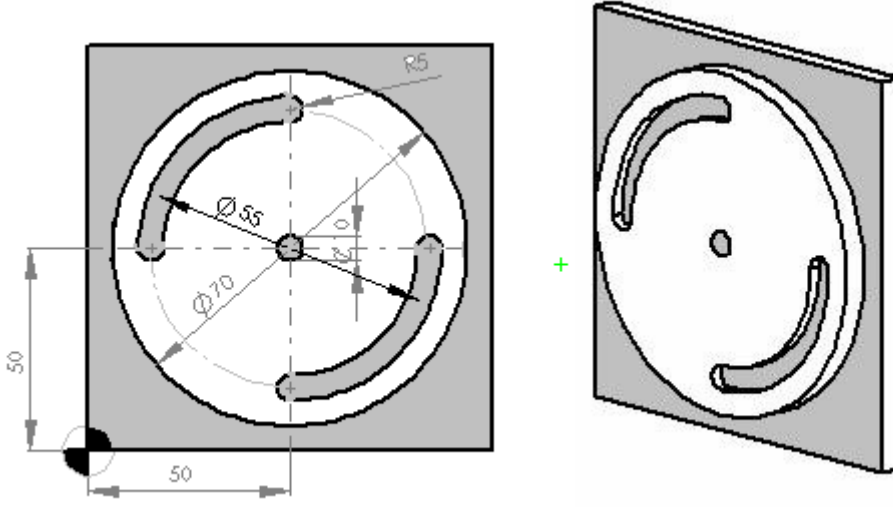


**ÖRNEK:** Şekli verilen parçanın CNC programını yazınız.  
(T1  $\varnothing 6$  parmak freze. T2  $\varnothing 5$  matkap)



d

**ÖRNEK:** Şekli verilen parçanın CNC programını yazınız. ( $\varnothing 6$  parmak freze,  $\varnothing 12$  matkap)



**ÖRNEK:**Şekli verilen parçanın CNC programını yazınız.(Ø10 parmak freze,Ø10 matkap)