

## ÖNSÖZ

Günümüzde tarım ve diğer insan iş gücü gereksinimini azaltmak ve seri imalata yani fabrikasyona geçebilmek için makineler ve bu makineler için takım tezgahları tasarlanmıştır. Diğer makine sanayi ve otomotiv sanayinden sonra tarım makineleri imalatında da kullanılmaya gereksinim duyulmuştur. Bu tasarımcıların amacı başta da değindiğimiz gibi insan gücünü daha hızlı, güvenilir ve verimli aletlerle değiştirmek olmuştur. Uzun yıllar bu tezgahlarda köklü bir değişiklikler olmamıştır. Ama sürekli bir gelişme kaydedilmiştir. Çağımız bilgisayar teknolojisine bürünmesi, metal kesme işlerinde bir çağ açmış olmaktadır. Bu olay genellikle "Bilgisayar Destekli Nümerik Kontrol" olarak isimlendirilir. Kısa adlandırılması ise CNC' dir. Bu tür takım tezgahları diğer sanayi kollarından sonrada tarım makineleri sanayine sığarmış ve üreticileri bu tezgahlara yatırıma sevk etmiştir. Bu sayede tarım makineleri sanayi Avrupa standartlarına yaklaşma eğilimi göstermiş ve imalatla seri, hatasız üretime başlanmıştır.

## GİRİŞ

### CNC TEZGAHLARININ TARİHÇESİ:

Nümerik kontrol fikri II. Dünya savaşının sonlarında ABD hava kuvvetlerinin ihtiyacı olan kompleks uçak parçalarının üretimi için ortaya atılmıştır. Çünkü bu tür parçaların o günkü mevcut imalat tezgahları ile üretilmesi mümkün değildi. Bunun gerçekleştirilmesi için PARSONS CORPORATION ve MIT (Massachusetts Institute of Technology) ortak çalışmalara başladı. 1952 yılında ilk olarak bir CINCINNATI-HYDROTEL freze tezgahını Nümerik Kontrol ile teçhiz ederek bu alandaki ilk başarılı çalışmayı gerçekleştirdiler. Bu tarihten itibaren pek çok takım tezgahı imalatçısı Nümerik Kontrollü tezgah imalatına başladı. İlk önceleri NC takım tezgahlarında vakumlu tüpler, elektrik röleleri, komplike kontrol ara yüzleri kullanılıyordu. Ancak bunların sık sık tamirleri hatta yenilenmeleri gerekiyordu. Daha sonraları NC takım tezgahlarında daha kullanışlı olan minyatür elektronik tüp ve yekpare devreler kullanılmaya başlandı. Bilgisayar teknolojisinde ki hızlı gelişmeler Nümerik Kontrollü sistemleride etkilemiştir. Artık günümüzde NC tezgahlarda daha ileri düzeyde geliştirilmiş olan entegre devre elemanları, ucuz ve güvenilir olan donanımlar kullanılmıştır. ROM (Read Only Memory) teknolojisinin kullanılmaya başlanmasıyla da programların hafızada saklanması mümkün oldu. Sonuç olarak bu sistemli gelişmeler CNC' nin (Computer Numerical Control) doğmasına öncülük etmiştir. CNC daha sonra torna, matkap vb. takım tezgahlarında yaygın olarak kullanılmaya başlandı.

### CNC NEDİR?

Bilgisayarlı Nümerik Kontrol de (Computer Numerical Control) temel düşünce takım tezgahlarının sayı, harf vb. sembollerden meydana gelen ve belirli bir mantığa göre kodlanmış komutlar yardımıyla işletilmesi ve tezgah kontrol ünitesinin (MCU) parça programını edebilen sistemdir.

Bilgisayarlı Nümerik Kontrol de tezgah kontrol ünitesinin kompütürize edilmesi sonucu programların muhafaza edilebilmelerinin yanında parça üretiminin her aşamasında programı durdurma, programda gerekli olabilecek değişiklikleri yapabilme, programa kalınan yerden tekrar devam edebilmeve programı son şekliyle hafızada saklamak mümkündür. Bu nedenle programın kontrol ünitesine birkez yüklenmesi yeterlidir. Programların tezgaha transferleri delikli kağıt şeritler (Punched Tapes), Manyetik Bantlar (Magnetic Tapes) vb. veri taşıyıcılar aracılığıyla gerçekleştirilir.

**CNC TAKIM TEZGAHLARI:**

CNC takım tezgahların dan önce NC takım tezgahlarına özetleyip CNC tezgahlarını anlatmaya geçeceği Nümerik Kontrol (NC) metal ve diğer tür malzemelerin talaş kaldırmak suretiyle işlenmesinde kullanılan her türlü takım tezgahında yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu tezgahlardan bazıları şunlardır:

- Torna tezgahı (lathe machine)
- Freze tezgahı (miling machine)
- Matkap tezgahı (drilling machine)
- Delik büyütme tezgahı (boring machine)
- Taşlama tezgahı (grinding machine)

Bütün NC takım tezgahlarının kendilerine özgü kapasite, operasyon yetenekleri ve bir takım karakteristik özellikleri vardır. Bu nedenle tezgahın sahip olmadığı hiçbir işleme özelliği o tezgaha yaptırılamaz.

NC takım tezgahlarında hafıza bulunmadığından bu tür tezgahlarda blok verileri sıra ile okunur ve işleme konulur. Bir iş parçasının imalatı esnasında tezgahın kontrol ünitesi (Machine Control Unit) bir bloktaki bütün verileri okur ve tezgahta gereken işlem operasyonlarını yerine getirir. Operasyonlar tamamlandıktan sonra bir sonraki bloka geçilir. Bu işlem sırasıyla program sonuna kadar devam eder.

Parça programları standart kağıt şerit üzerindeki yer ve diziliş şekillerine göre farklı nümerik (sayısal) ve alfa nümerik (alfa sayısal) değer ve anlamları vardır.

CNC takım tezgahlarının fiziksel tasarım ve konstrüksiyonların NC tezgahların aynıdır. Ancak NC takım tezgahlarında yapımları pratikte mümkün ve ekonomik olmayan bir dizi fonksiyonel özellikler bu tür tezgahlara ilave edilmiştir.

Bu özellikler şunlardır;

- Tezgaha yüklenmiş olan parça programları kontrol ünitesi hafızasında saklanabilir, buradan çağrılarak defalarca işletilir.
- Tezgah kontrol ünitesini besleyen özel bir güç kaynağı mevcuttur. Tezgahın enerjisi kesilse bile program vb. veriler muhafaza edilir.
- Parça programı üzerinde yapılması düşünülen değişiklikler istenildiği anda ve kolaylıkla yapılır. Değiştirilmiş olan program son şekliyle hem işletilir hem de hafızada saklanır.
- Bazı rutin operasyonlar program içerisinde döngüler (Cycles) şeklinde tanımlanır ve gerekli yerlerde kullanılır. (Delik delme, delik büyütme, dikdörtgen cep frezeleme, kademeli ve konik tornalama, radyüs tornalama vb.)
- Bir iş parçası üzerinde döngüler dışındaki tekrarlanması gereken operasyonların programlama ana program (Main Program) içerisinde birkez yazılır ve Alt Program (Sub Program) adıyla isimlendirilirler. Ana programın uygulanması sırasında bu alt programlar gerekli yerlerde çağrılarak işlem tamamlanır. Buna örnek olarak ADANA yazısının programını verebiliriz. Burada A harfi için bir alt program yazılır. Ancak bu program farklı X mesafesinde sadece koordinat tanımlamaları yapılmak suretiyle uygulanır. Böylece normal program %40 daha kısaltılmış olur.
- Bir parçanın programı yazıldığında normal olarak belirli tür ve çaptaki kesicilere işlenir. Programlama esnasında kesici çapının dikkate alınarak bazı belirli ölçüsel kaydırmaların yapılması gerekir. Halbuki kesici telafisi (Cutter Compensation) kolaylığı ile bu kaydırmalar CNC kontrol ünitesi (CNC Control Unit) tarafından programın işletimi esnasında yapılır. Kullanılan kesici kırıldığında ve aynı çapta başka bir kesici bulunmadığı durumlarda farklı çaptaki kesici ile programa kalınan

yerden devam edebilme kolaylığı sağlar. Kontrol ünitesi yeni kesicinin çapına göre gerekli ölçüsel kaydırmaları yapar.

- Bilgisayar sayesinde konum değiştirmeler, devir sayısı ve ilerlemelerde optimum değerlere ulaşır. Bunun sonucu olarak CNC takım tezgahlarında ideal çalışma koşulları sağlanmış olur. Alın tornalama işleminde iş parçasının çapı sürekli olarak değiştiğinden buna bağlı olarak devir sayısının da değişmesi gerekir (Constant Surface Speed). Sonuç olarak elde edilen yüzey kalitesi ve hassasiyet konvansiyel tezgahlara (Conventional Machines) kıyaslanmayacak derecede iyidir.
- CNC kontrol ünitesinde bilgisayar kullanımı sonucu diğer pek çok bilgisayar ve sistemleriyle iletişim kurabilme avantajına sahiptir.
- Parça imalatınageçilmeden önce görüntü ünitesi (Visual Display Unit) yardımıyla grafik olarak parça programının benzetimi mümkündür.
- Kesici aletlerin değiştirilmeleri her hangi bir manuel müdahale olmaksızın yapılır. Bunun için dönerli taretler (Rotary Turrets) yada paletli kesici magazinleri kullanılır.

#### **CNC TAKIM TEZGAHLARININ AVANTAJLARI:**

- Konvansiyonel tezgahlarda kullanılan bazı bağlama kalıp, master vb. elemanlarla kıyaslandığı zaman tezgahın ayarlama zamanı çok kısadır.
- Ayarlama, ölçü, kontrolü, manuel hareket vb. nedenlerle oluşan zaman kayıpları ortadan kalkmıştır.
- İnsan faktörünün imalatla fazla etkili olmamasından dolayı seri ve hassas imalat mümkündür.
- Kalifiye insan ihtiyacına gerek yoktur.
- Tezgah operasyonları yüksek bir hassasiyete sahiptir.
- Tezgahın çalışma temposu her zaman yüksek ve aynıdır.
- Her türlü sarfiyat (elektrik, emek, malzeme vb.) asgariye indirgenmiştir.
- İmalatta operatörden kaynaklanacak her türlü kişisel hatalar ortadan kalkmıştır.
- Kalıp, master, şablon vb. pahalı elemanlardan faydalanılmadığı için sistem daha ucuzdur.
- Depolamada daha az yere gerek vardır.
- Parça imalatına geçiş daha süratlidir.
- Parça üzerinde yapılacak değişiklikler sadece programın ilgili bölümünde ve tamamı değiştirilmeden seri olarak yapılır. Bu nedenle CNC takım tezgahlarıyla yapılan imalat büyük bir esnekliğe sahiptir

#### **CNC TAKIM TEZGÂHLARININ DEZAVANTAJLARI:**

Her sistemde olduğu gibi CNC tezgah ve sistemlerinin avantajları yanında bazı dezavantajları mevcuttur. Bunlar şunlardır;

- Detaylı bir imalat planı gereklidir.
- Pahalı bir yatırımı gerektirir.
- Tezgahın saat ücreti yüksektir.
- Konvansiyonel tezgahlara kıyaslandığında daha titiz kullanım ve bakım isterler.
- Kesme hızları yüksek ve kaliteli kesicilerin kullanılması gerekir.
- Peryodik bakımları uzman ve yetkili kişiler tarafından düzenli olarak yapılmalıdır.

#### **CNC'NİN ENDÜSTRİDEKİ KULLANIM ALANLARI:**

Günümüzde endüstrinin talaşlı imalat adını verdiğimiz bölümü CNC' nin en yaygın biçimde kullanıldığı alandır. Bugünkü CNC'nin doğmasına da bu alanda karşılaşılan problemlerin sebep olduğu yukarıda açıklanmıştı. Üç eksenli bir freze tezgahı ilk kez 1952 yılında çalıştırıldığında bu tezgah o günkü bazı imalat problemlerinin çözümünü sağladığı için çok mükemmeldi. Freze tezgahlarına uygulanan bu sistemler daha sonra torna, taşlama vb.

takım tezgahlarına da uygulandı. Günümüzde imalatın yapıldığı hemen hemen her alanda CNC kullanılmaktadır.

CNC'nin kullanıldığı başlıca alanlar;

- Talaşlı imalat
- Fabrikasyon ve kaynakçılık.
- Pres ileri
- Muayene ve kontrol.
- Montaj.
- Malzemelerin taşınması.

---

## **CNC TAKIM TEZGAHLARI**

### **A- CNC TORNA TEZGAHLARI:**

Nümerik kontrollü torna tezgahlarda genelde X ve Z eksenini olmak üzere iki temel eksen vardır. Bu tür takım tezgahlarında pek çok profil tornalama işlemlerinin yapılabilmesi için doğrusal interpolasyon (Linear Interpolation) ve eğrisel interpolasyon (Circular Interpolation) işlem özelliği yeterlidir. Ayrıca devir sayısı ve kesici değiştirme, ilerleme hızının belirlenmesi vb. fonksiyonlara sahiptirler.

İşleme kapasiteleri daha geniş olan CNC torna tezgahlarında eksen sayıları 3 yada daha fazla olabilir. Üçüncü eksen tezgah taretinin eksen hareketi olabilir. Özellikle endüstriyel tip CNC torna tezgahlarında (Industrial type CNC lathes) tezgahın yapısal direncini artırmak, daha hassas imalatı gerçekleştirebilmek ve çıkan talaşları kesme bölgesinden uzaklaştırabilmek için yapısal ayrıntılarında bazı dizayn değişiklikleri yapılmıştır.

### **B-CNC FREZE TEZGAHLARI**

CNC Freze tezgahları operasyon yeteneklerinin çeşitliliği bakımından işleme merkezlerinden sonra en çok işlem kabiliyetine sahip olan tezgahlardır. Bu tür tezgahlar en az 3 olmak üzere 4-5 ve daha fazla eksenle işlem yapabilme özelliklerine sahiptir. Bu tezgahların bütün çeşitleri sürekli iz kontrol (Continuous Path Control) ile donatılmıştır. Otomatik kesici değiştirme (Automatic Tool Change) kolaylıkları bir başka özellikleridir. Kesici telafisi (Tool Compensation) özellikle eğrisel frezeleme işlemlerinde ve kalıpcılıkta büyük kolaylık sağlar.

Üç boyutlu (3 Dimension) iş parçalarının ideal profil ve optimum özellikte işlenmeleri başarıyla gerçekleştirilir. Kullanılan kesiciler, uçları radyuslu ve yüksek kesme hızına sahip sert maden ve titanyum kaplı uçlardır. (Şekil B-3)

### **C- CNC İŞLEME MERKEZLERİ:**

Bu tür CNC tezgahları noktasal hareket (Point to Point) ve sürekli iz kontrolü (CPC) ile donatılmıştır. Böyle kompleks ve çok sayıda operasyonlara sahip iş parçalarının imatları bir bağlamada gerçekleştirilir.

- a- Yatay işleme merkezi
- b- Düşey işleme merkezi

**CNC İŞLEME MERKEZLERİNİN KAREKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ:**

- Prizmatik iş parçalarının bir bağlantıda 3 hatta 4 yüzeyi aynı anda işlenebilir.
- Alın frezeleme, delme delik büyütme rayba ve kılavuz çekme, profil işleme, açılı delik delme vb. işlemler yapılabilir.
- Kullanılacak olan kesiciler tezgahın magazin kısmına yerleştirilir ve program içerisinde gerekli olan işlemlerde kullanılır. Magazinler 10-30-60-80 yada daha fazla kesici kapasitesinde sahiptir.
- İş parçalarının tezgaha bağlanma ve çözülme işlemlerinde robot kol ve ekipmanlar kullanılır. Böylece bu alandaki zaman kayıpları ortadan kaldırılır.

**D- CNC MATKAP TEZGAHLARI:**

CNC matkap tezgahları (Şekil D-1) işlem fonksiyonları bakımından konvansiyonel türlerinden çok farklı değildir. Başlı başına CNC matkap tezgahı olarak değil küçük kapasiteli düşey işleme merkezi olarak tasarlanırlar. Tezgah tablasının hareketleri X ve Y eksenleri, kesicinin hareketi ise Z eksenine doğrultusundadır.

Bu tür tezgahlarda pek çok olasılıklar söz konusudur. (Tabla sabit kesicinin bağlandığı başlık koordinat eksenlerinde hareket edebilir. Birden fazla tezgah mili ve tablası bulunabilir.) Özellikle basit frezeleme, delme ve delik büyütme işlemlerinde çok kullanılırlar.

**DELME OPERASYONLARINDA İŞLEM BASAMAKLARI:**

Kesici alet delinecek hedef noktanın X ve Y koordinatlarına gönderilir. Hedef noktaya ulaşıldığında kesici iş parçası yüzeyine emniyetli bir mesafeye (Clearance Height) kadar süratle yaklaşır. İş parçasının delinme işlemine başlanır. Eğer delik derinse kesici bir miktar geri çıkarılarak talaşlar boşaltılır ve tekrar delme işlemine devam edilir. Delme işlemi bitiminde kesici süratle parça dışına çıkarılır. Kesici bir sonraki delik için belirlenen koordinatlara gönderilir. CNC matkap tezgahlarında ayna görüntü (Mirror Image) ve tekrar (Repeat) döngüleri çok yaygın olarak kullanılır. Ayna görüntü için gerekli olan X ve Y koordinat değerleri girilir. Tekrar döngüsünde, tekrar sayısı ve işlemin uygulanacağı X ve Y koordinat tanımlamaları yapılır. Böylece program bir hayli kısaltılmış olur. Farklı kesici boyutları ile ilgili değerlerin tezgah kontrol ünitesinin ilgili birimine kesici uzunluk telafisi (Tool Length Compensation) olarak girişi yapılır. Otomatik kesici değiştirme (ATC) kolaylığı ile fazla sayıda kesici kullanımında imalata büyük bir hız kazandırılır.

**E- CNC TAŞLAMA TEZGAHLARI**

Silindirik ve düzlem taşlama işlemlerinde yüksek hassasiyet ve yüzey kalitesi elde edilmesi gerekir. Bu nedenle özellikle teknolojik bakımdan Nümerik Kontrolün temel felsefesine çok uygundur. Ne yazık ki bu alanda NC kullanımı son yıllarda olmuştur. Taşlama ile ilgili bazı özel problemlerini başarı ile çözümleyen imalatçı firmalar Nümerik Kontrolü imalatları ile bütünleştirerek kendi NC sistemlerini geliştirmişlerdir.

Torna ve freze tezgahlarında kullanılan standart kontrol tasarımları taşlama tezgahlarında kullanışlı değildir. Bu nedenle taşlama tezgahlarının kontrol sistemlerinde diğer tür tezgahlardan farklı çözümlere ihtiyaç vardır. Bunlar ;Bazan 0. 1 mikrona varan yüksek hassasiyet. Çok geniş bir ilerleme hızı alanı. İlerleme hızları 0. 02 mm/dak. İle 60 m/dak. arasında değişir. Taşlama işlemleri ile ilgili özel taşlama döngüleri (Canned Grinding Cycles) . Kademeli ilerleme artışı, bekleme, salınım, rutin, taş bileme vb. bu döngülere örnektir. Otomatik kesici telafisinin zımpara taşının bilenmesinden sonra yapılması. Doğrusal (Linear) ve eğrisel (Circular) interpolasyon hız kesilmeden yapılmalı.

Herhangi kontur sapmalarında zımpara taşının bilenmesi. Programa sonradan yapılacak veri girişleri ve düzeltme işlemlerinin kolaylıkla yapılabilmesi. Taşlama tezgahlarında kullanılan kesici miktarı fazla olmadığı için telafi işlemi daha basittir.

#### **F- CNC PRES VE ZİMBALI DELİCİLER:**

CNC Pres ve zımbalı delicilerle konum değiştirmeler iki eksenli sürekli iz kontrolü şeklinde ve yüksek değerlerde yapılır. Programlanabilen kurs ilerlemesi sac malzemelerin kalınlıklarına göre değiştirilebilir. Genelde bu tezgahlarda imal edilen parçalar benzerdir. Bu nedenle program hafızaları geniş ölçüde kombine ve tekrarlanabilir programlama yeteneklerine sahiptir. (Şekil F-1)

Zımbalı delicilerde zımba şekilleri basitten kompleks profillere kadar değişik işlem yapabilecek özelliklere sahiptir. Bunun için yaygın olarak kullanılan zımbalar standartlaştırılmış ve hazır olarak bulunabilir. Yine bu tür tezgahların zımba uçlarının otomatik olarak değiştirilme özellikleri de vardır. Zımba taretlerinin en yaygın olarak kullanılan 36 istasyonlu olanlardır. Bilgisayar yardımı ile imal edilecek parçalar ve sac plakalar üzerine yerleştirilir. Böylece en az fire verebilecek şekilde optimum parça yerleşimi sağlanır. Parçaların taşınmaları ve tezgaha sürülme işlemi, mamül ve artık parçaların uzaklaştırılmaları programlı taşıyıcılar yardımıyla yapılır.

#### **G- CNC NOKTA KAYNAK MAKİNALARI:**

Nümerik Kontrollü Nokta Kaynak Makineleri (Numerical Controlled Spot-Welding Machines) son yıllarda özellikle otomotiv endüstrisi alanında uygulamaya konulmuştur. Parçaların transfer hatları üzerinde kaynaklanması manuel kaynaklamaya göre büyük bir başarıyla gerçekleştirilir. Karmaşık geometriye sahip parçaları seri ve istenilen tamlıklarda kaynaklanır.

Program ilk parçanın yapımıyla düzenlenir ve tekrarlanır. Bu işlem 'Playback' tekniği olarak isimlendirilir. Yani kaynak yapılacak parçanın her bir kısmı manuel olarak ayarlanır ve klavye aracılığı ile hafızaya girişi yapılır. Böylece yardımcı koordinat hesaplamaları da ortadan kalkmış olur. CNC nokta kaynak makinelerinin pek çoğu CNC kaynak hattıyla şebekelendirilir. İşlem esnasında hafızadan gerekli olan kaynak programı çağrılır ve kaynak işlemi yapılır.

Bu makinelerdeki CNC temelde operasyon kontrolünden çok makine kontrolüdür. Oksiasetlenen, plazma yada lazer kesicilerde işlemi yapan başlık tezgah milidir. Eğer bu başlıklar yerine bir kaynak torku takılırsa CNC kaynak makinesi elde edilir. Kaynak işlemlerinde robot kullanımı en başarılı ve yaygın olan uygulamadır.

#### **DİĞER TÜR CNC TAKIM TEZGAHLARI:**

Yüksek verim ve hassasiyetinden dolayı CNC günümüzde her türlü imalat sisteminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Otomatik kesici değiştirme özellikleriyle de otomasyonda büyük ölçüde kolaylık ve zaman tasarrufu sağlar.

Günümüzde CNC 'nin kullanıldığı tezgah çeşitleri yalnızca yukarıda bahsedilenler değildir. Ancak bunlar en yaygın olarak kullanılanlardır. Bunların dışında CNC 'nin kullanıldığı tezgah türleri:

- Üç boyutlu ölçme ve kontrol tezgahları
- Alet bileme tezgahları
- Testere tezgahları
- Montaj sistemleri

- Erozyon tezgahları
- Kaplama tezgahları
- Malzeme taşıma sistemleri
- Lazer kesme tezgahları
- Boru bükme makineleri
- Sıvama tezgahları
- Alevle kesme makineleri

## CNC TAKIM TEZGAHLARINDA BAKIM

Belirli peryodik aralıklarla tezgah ve ekipmanlarının gözden geçirilmesi işlemine BAKIM denir. CNC takım tezgahlarında kullanılan elektronik devre elemanları konvansiyonel tezgahlarda kullanılanlarla kıyaslandığı zaman fazla sayıda oldukları görülür. Elektronik elemanlar için titiz kullanım ve sağlıklı çalışma ortamları gerekir.

Tezgah ve sistemlerinin bu kadar gelişmelerine paralel olarak bakım ve onarımları ile ilgili bazı kolaylıklar da geliştirilmiştir. Tezgahta meydana gelebilecek herhangi bir arıza (Motorun aşırı yüklenmesi, yağlamanın yetersizliği, filtrelerin pis oluşu, aşırı ısınmalar vb.) anında tezgah kontrol panelinde sinyal yada mesaj şeklinde operatöre bildirilir.

Her konuda olduğu gibi bakım konusunda da inisiyatif operatöre bırakılmıştır. En kısa zamanda bakımın yapılması ve olumsuzlukların giderilmesi gerekir. Aksi halde böyle bir tezgahta her hangi bir programı çalıştırarak parça imalatı mümkün değildir.

## CNC TAKIM TEZGAHLARINDA TEMİZLİK VE BAKIMIN ÖNEMİ:

Daha öncede belirtildiği gibi CNC sistemleri pahalı sistemler olduğu için meydana gelebilecek arızalar anında tespit edilip giderilmelidir. Aksi halde arızalar büyük boyutlara ulaştığında giderilmeleri hem masraflı olacak hem de tezgahın imalat dışı kalması sonucu üretimde önemli aksamalar meydana gelecektir.

Arızaların kısa sürede tespitinde hata teşhisi (Fault Diagnosis) yöntemi uygulanır. Bu teşhiste tezgah kontrol ünitesinin yönelteceği sorulara cevaplar verilir. Operatörün vereceği cevaplara göre arıza kontrol ünitesi tarafından belirlenir.

Genelde CNC tezgahlarında oluşan arızalar toz, aşırı yağ, rutubet ve ısı gibi basit nedenlerden kaynaklanır. Ayrıca titreşim gibi benzer nedenlerle devre elemanlarının bağlantı yerlerinde gevşemeler olabilir. Bu bağlantıların kontrol edilerek uygun konumda takılmaları çoğu kez yeterlidir.

Konum ölçme sistemlerinin hassas yüzeyleri yağlanmış yada tozlanmış olabilir. Genellikle bu kısımların temizlenmeleri arızaların giderilmesi için yeterlidir. Bu nedenle mekanik çarpma, kırma, yakma vb. zarar vermeler dışındaki arızalar çok basit olan toz alma ve temizleme işlemleri ile giderilir.

Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı CNC tezgahlarının bulundukları ortamların temizliği son derece önemlidir. Tezgahın eksen hareket bölgeleri temiz ve yeterince yağlı bulunmalıdır. Gerektiğinde açılıp temizlikleri yapılmalı aksi halde en basit nedenlerle tezgahın uzun süre hizmet dışı kalması kaçınılmazdır. Günümüzde bakım iki seviyede yapılır;

## **A-Planlı bakım, B-Koruyucu bakım**

Her iki seviyedeki bakım bu alanda uzman olan teknik elemanlar tarafından yapılmalıdır. Bu kişiler;

- Özellikle elektronik alanında yeterli teknik ve pratik bilgiye,
- Belli bir mesleki tecrübeye,
- Dijital elektronik bilgisine,
- Ölçme ve test cihazlarını kullanma becerisine,
- Mini ve mikro bilgisayarlarla ilgili yeterli teknik bilgilere,

sahip olmalıdır.

CNC tezgahlarında bakım şematik olarak aşağıdaki gibidir;

- **HAFTALIK BAKIM:**

Bu tür periyodik bakımda kısa test programları çalıştırılır. Tezgah miline verilecek devir sayısı ve ilerleme hızları minimum ve maksimum değerler arasında girilerek denenir. Bu testlerde elde edilen bulgular not edilir, nedenleri araştırılıp giderilmeye çalışılır. Tezgah ve çevre ekipmanları üzerinde bulunan bütün fanların yeterli hava sirkülasyonunu sağlayıp sağlamadıkları araştırılır. Delikli kağıt şerit sürücü ve tekerlekleri kontrol edilir. Okuyucu kafa, kanal ve tırnakları düzenler.

- **AYLIK BAKIM:**

Aylık periyodik bakımda bir iş parçası programı talaş kaldırmadan çalıştırılarak test edilir ve eksen hareketleri izlenir. Manuel olarak yağlanması gerekli olan yerler yağlanır. Bütün devre bağlantılarının uygun şekilde takılı olup olmadıkları kontrol edilir. Ölçme sistemlerinin muhafazalar çıkarılır, varsa pislik ve yağlar temizlenir.

- **ALTI AYLIK BAKIM:**

Birbirleriyle karşılıklı bağımlılığı olan hız, voltaj ve bunları izleyen hatalar ölçülür. Elde edilen veriler ilk montajda ölçülen değerlerle kıyaslanır. Hava ve yağ filtreleri vb. elemanların kontrolü yapılır, temizlenir ve gerekirse yenisi ile değiştirilir.

- **YILLIK BAKIM:**

CNC sistemlerindeki her bir devre ve devre elemanının mükemmel olup olmadığına bakılır. Kontak noktalarının temizliği gözden geçirilir. Kapılar ve sızdırmazlık elemanları, bağlantı vidalarının sıkılığı olup olmadıkları kontrol edilir. Tezgah konsolu vakumlu temizleyici veya yumuşak fırçalarla temizlenir. Delikli kağıt şerit okuyucusunun çalışma durumu, tezgahın hassasiyet değerleri kontrol edilir. Güç kaynağı (Power Supply) voltaj çıkışının uygun olup olmadığına bakılır. Bir parça programı test edilerek tüm fonksiyonların doğrulukları araştırılır.

## **CNC TAKIM TEZGAHLARINDA KORUYUCU BAKIM:**

CNC tezgahlarındaki koruyucu bakım konusunda da en a diğer tür bakımlarda olduğu kadar azami dikkat gösterilmelidir. Çünkü yapılacak olan basit ihmal ve hatalar tezgahın sağlıklı çalışan elemanlarının hizmet dışı kalmalarına sebep olur.

Koruyucu bakım konusunda aşağıdaki hususlara titizlikle uyulması gerekir;

- Sağlıklı çalışan parçalar kurcalanıp ayarları değiştirilmemelidir.
- Verilen her türlü sinyal yada mesajlara kesinlikle uyulur. Bunlar paslanma, bağlantılarda gevşeme, kirlenen kontaklarla ilgili olabilir.
- Gerekli kısımlar dikkatle yağlanır. Asla fazla yağ kullanılmaz. Fazla yağ yağsızlıktan daha zararlıdır.
- Teşhis ve testler talimatlara uygun olmalı.
- Bozuk parçaların tamiri yerine yenisi ile değiştirilmeleri tercih edilmeli.

Koruyucu bakımın üç ana fonksiyonu vardır;

- 1-Temizleme
- 2-Yağlama
- 3-Kontrol

### **CNC TAKIM TEZGAHLARINDAKİ BAŞLICA ARIZA BÖLGELERİ:**

CNC takım tezgahlarında en sık karşılaşılan arızalar ve bulundukları bölgeler şunlardır.

- Takım tezgahı eksen sürücüler
- Hidrolik ve pnömatik elemanlar
- Kontrol devreleri
- Ölçme ve transfer sistemleri
- Dijital veri işleyiciler
- Logic bağlantılar
- Giriş / Çıkış (Input / Output) üniteleri

### **CNC TAKIM TEZGAHLARI İÇİN İDEAL ÇALIŞMA ORTAMI VE KOŞULLARI:**

CNC tezgahlarının sağlıklı çalışabilmeleri için yüksek derecede temizliğe sahip çevre koşullarına ihtiyaç vardır. Tezgah imalatçısı firmalar tarafından önerilen ideal çalışma ortamı koşulları;

- Tezgah kontrol üniteleri ısı, ışık, rutubet, vibrasyon ve voltaj değişimlerinden etkilendiği için bu hususlara dikkat edilmeli.
- Çalışma ortamı sıcaklığı ve rutubet oranı tezgah imalatçısı firmanın tavsiye ettiği değerler arasında olmalı.
- Vibrasyon 0. 5 gram altında olmalı.
- Kabul edilebilir voltaj değişimleri + %10, - %10 olmalı
- Voltaj düşmeleri maksimum 2, 5 dalga (20 MS) olmalı.

Eğer tezgahın çalışma ortam koşulları bu standart değerlere uymuyorsa imalatçı firma bakımla ilgili yükümlülükleri yerine getirmeyebilir.

### **YAĞLAMA SİSTEMLERİNİN BAKIMI:**

CNC tezgahlarında bakım yapılması gereken sistemlerden bir diğeri yağlama sistemin sağlıklı çalışmasına bağlıdır.

En sık yapılan bakım işlemi periyodik süreleri dolduğunda yağların değiştirilmesi, eksilen yağların tamamlanması ve filtrelerin temizlenmesi yada değiştirilmesidir. Tezgahın kapalı iç sistemleri ile ilgili elemanların yağlama işlemleri otomatik olarak yapılır. Bazı küçük boyutlu eğitim amaçlı CNC tezgahlarında kayıt-kızak sistemlerinin yağlanması manuel olarak yapılır.

Yağlamada dikkat edilecek bir nokta da aşırı yağlamadan kaçınmaktır. CNC tezgahlarında aşırı yağlama yağ israfı ile birlikte özellikle hassas elektronik devre elemanlarının dış yüzeylerini kaplar, sağlıklı çalışmalarını engeller. Bu nedenle eksilen yağların tamamlanmasında kesinlikle seviye çizgileri aşılmamalı.

### **BİLYALI MİL VE KAYIT-KIZAK KISIMLARININ KORUNMASI:**

CNC takım tezgahlarında kullanılan hareket iletme elemanlarından olan bilyalı miller (Ball Screws) ile kayıt-kızak sistemleri kapalı muhafazalar içine alınmıştır. Bu muhafazalar vinylex yada spiral koruyuculardır. Bunlar tablanın hareketlerine göre açılıp kapanabilir özelliklere sahiptir.

### **HİDROLİK VE PNÖMATİK EKİPMANLARIN BAKIMI:**

Yukarıda belirtilen elemanlarda olduğu gibi hidrolik ve pnömatik ekipmanlarında bakımlarının periyodik aralıklarla yapılması gerekir. Genellikle bu elemanlar basınçlı kuvvet uyguladıkları için sürekli çalışma basınçlarının ideal değerlerde olup olmadığı kontrol edilmeli, varsa arızalar giderilmelidir. Aksi halde tezgah, operatör ve çevrede çalışanlar için büyük tehlike oluştururlar. Pnömatik tezgah aynasının iş parçasını yeterince sıkmadığını, kesicilerin emniyetli takılmadıklarını ve sonuçta olabilecek kazaları tahmin ediniz.

---

### **CNC TEZGAHLARI İÇİN TAKIM SEÇİMİ**

CNC tezgahlarının en önemli özelliklerinden birisi çok yüksek talaş kaldırma debilerine sahip olmalarıdır. Bu tezgahlarda, bu işlemleri yapabilecek takımların olması oldukça inanılmaz görülmektedir. Buna bir sanayiden daha az olan ayarlama süresini ve yaklaşık beş saniye süren otomatik takım değiştirme işini de eklersek, üretim mühendislerinin neden nümerik kontrollü işlemede en can alıcı konunun takımlar olduğunu düşünmelerini daha iyi anlarız.

### **TAKIM MALZEMELERİ:**

Küçük çaplı delik delme, kılavuz çekme, raybalama, punta deliği ve kama kanalı açma gibi işlemlerde yüksek-hız çeliği (HSS) takımlar kullanılmasına rağmen, CNC ile işlemede, genellikle sinter karbür (Karbit) takımlar kullanılmaktadır.

Bu tezgahlarda kullanılacak takımlarda aranan fiziksel özelliklerin başında, 600°C'ye kadar çıkabilen metal kesme sıcaklığındaki malzemenin sertliği ve tokluğu gelmektedir. Yüksek- hız çelikleri, sinter karbür'den daha tok olmasına karşın onun kadar sert değildir. Bu nedenle, bunlar yüksek hızlardaki talaş kaldırma tekniklerinin şartlarını yerine getirebilecek yeni karbür türlerinin geliştirilmesi için yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan bu araştırmaların ne kadar başarılı olduğunu anlayabilmek için, CNC tezgahlarını çalışırken izlemek yeterlidir.

### **TAKIM KONTROLÜ:**

Pahalı olan CNC tezgahlarının verimli kullanımı, oldukça metodik takım kullanımı yaklaşımını gerektirir. Tezgahtaki orijinal veya yedek takımın parça programındaki takıma karşılık gelmesi gereklidir. Bu nedenle programlamada çalışan kişiler arasında yakın bir işbirliği sağlanmalıdır.

Etkili bir takım kontrolü, aşağıdaki fonksiyonları sağlamalıdır;

- Aşınmış, hasarlı uçların değiştirilmesi, uygun olduğunda bileme yapılmasını içeren iyileştirme,
- Boyutlandırma, ön-ayarlamayı içeren hazırlık,
- Kullanıma kadar stoklama,
- Taşıma,
- Tezgahta koruma.

Bu kavram şematik olarak aşağıda verilmiştir;

Takımların bileme yöntemleriyle iyileştirilmesi oldukça fazla dikkat ister. Uzun süreli yüksek hızlarda talaş kaldırma işleminin verimi, tam bir takım geometrisini gerektirir. Takım kontrol sistemi;

- takım deposu taşımatezgahta/ depolama takım tezgahı taşıma takım odası taşıma
- temin etme ön ayar tanımlama bakım

Takımlar kullanılmadıklarında, ağır-ış çelik raflarında tanım kartlarıyla birlikte depolanmalıdır. Depolanan takımlar özel iş veya genel amaçlı olabilir. Hangisi olursa olsun, bu takımlar boyutsal özellikleri, uygulamaları vs. içeren bilgileri ile belirlenmelidir. Aynı zamanda hem parça programcısına hem de operatöre referans sağlayacak şekilde, mevcut takımların listesinin çıkarılması oldukça faydalıdır. Takım listesi genellikle takım kütüphanesi olarak adlandırılır.

---

## CNC'DE İŞ YÜKLENMESİ VE İŞ BAĞLAMA

Herhangi bir iş bağlama düzeneği aşağıdaki şartları yerine getirmelidir.

- İş sıkı olarak bağlamalı,
- Pozitif yerleştirme sağlamalı,
- Hızlı olmalı ve kolay kullanılmalı,

Geleneksel tezgahlarda denenmiş, kullanılmış bir çok iş bağlama düzeneği vardır; mengene, ayna, pens bunların en bilinen örnekleridir ve bunlar nümerik kontrollü tezgahlarda da kullanılmaktadır. Bu iş bağlama düzenekleri, mekanik, hidrolik veya pnömatik olarak çalışabilir. Mekanik olarak çalışanlar, iş parçasının yüklenmesi ve sıkılmasında el becerileri gerektirir. Bu nedenle, hidrolik ve pnömatik sıkma özellikle de ikincisi tercih edilir.

Hidrolik ve pnömatik sıkma, tezgah kontrol ünitesi tarafından elektronik olarak kolaylıkla kontrol edilir ve hızlı bir çalışma ve düzgün sıkma basıncı sağlar. Bu çeşit geleneksel iş bağlama düzenekleri;dikdörtgen, köşeli, hegzagonal gibi üniform şekilli stok malzemesi veya iş parçasının işlenmesinde daha uygundur.

Düzensiz şekiller, bazen pnömatik veya hidrolik sıkılama düzenlemeleriyle birlikte özet tasarlanmış kolaylıklar ile geleneksel işlemeye uyarlanabilir. Genel bir uygulama olarak, iş parçası işleme sırasında hareket etmeyecek şekilde pozitif olarak yerleştirilmelidir. Her iki durumda, iş parçası sabit çenelere karşı yerleştirilmiştir. Herhangi bir işleme sürecinde iş parçasının hareket olanağı, emniyetle ilgili nedenlerle istenmez.

Nümerik kontrollü işleme sürecinde de az olsa iş parçasının hareket etmesi problemi olabilir. Bunun anlamı, iş parçası boyutu işleme sırasında sürekli izlenmediğinden, iş parçasının boyutsal hassasiyetinin kaybolmasıdır.

## PROGRAMLAMA

### 1 İş Akışı

CNC tezgahı kullanarak parça işlemek için parçanın NC programını yapmak ve bu programdaki komutlara göre tezgahı çalıştırmak gereklidir.

İş Akışı:

1. Parçanın teknik resmi tezgah koordinatlarına göre hazırlanır.
2. Parçanın teknik resmine göre operasyon planı yapılır.
3. Operasyon planı ve resme göre parça programı yazılır. Program delikli şerit, kaset veya diskete kaydedilir. Bunların olmadığı durumda yazılan kağıtta kalır.
4. Program direk kablo bağlantısı ya da elle tuşlayarak tezgahın kontrol ünitesinin hafızasına aktarılır.
5. İş parçası ve takımlar tezgaha bağlanır.
6. İş parçası ve takımların ölçümleri yapılır.
7. Programdaki komutlara göre tezgah çalıştırılır ve parça işlenir.

### 2 Programların yapısı

Tezgahı çalıştırmak için CNC üniteye verilen komutlara PROGRAM denir. Programda verilen komutların sırasına göre takımlar hareket eder, yardımcı fonksiyonlar çalışır.

Bir işlemi yapmak için verilen komutlar dizisine BLOK denir.

#### 2.1 Programın yapısı

Yukarıda görüldüğü gibi programların başında PROGRAM NUMARASI bulunmaktadır. Program numarası O harfi ile birlikte 4-rakamlı bir sayıdan meydana gelmiştir ve programların birbirlerinden ayıredilmesine yarar.

Her programın sonunda ise PROGRAM SONU KOMUTU olan M30 veya M02 bulunur.

Hafızaya yüklenebilecek program sayısı kullanılan kumanda ünitesine ve hafızanın kapasitesine bağlıdır.

#### 2.2 Blok'un yapısı

N: Blok (sıra) numarası

G: G-(hazırlık) fonksiyonu

X, Z: Pozisyon komutları

M: M-(yardımcı) fonksiyonu

S: S-(hız) fonksiyonu

T: T-(takım) fonksiyonu

; : Blok sonu kodu (işareti)

Bir blok diğerlerinden BLOK SONU KODU (işareti) ile ayrılır.Blok sonu kodu için (E.O.B.=End of the block) " ; " işareti kullanılır. Ancak bu işaret bazı normlarda değişmektedir.

### 2.3 Kelime ve Adres (Word & Address)

### 2.4 Satır, Sıra veya Blok Numarası (Sequence Number)

Blok numarası, bloklar için sadece referans numaralarıdır. N harfi ve 4-rakamlı bir sayıdan meydana gelmiştir.Blok numaralarının parça işleme sırası üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Bundan dolayı blok numaraları ardışık (düzenli), karmaşık veya aynı numara birkaç kez kullanılmış olabilir. Hatta blok numarası kullanılmayabilir. Blok numarasının kullanılmasının amacı; programda komutla istenilen bloğa atlama yapılabilmesi ve bloğun aranabilmesidir.

NOT:

1. Hafızada blok numarası aratmadan önce program numarası kontrol edilmelidir.
2. Bir programda aynı blok numarasına sahip iki ya da daha fazla blok varsa sadece ilk önce bulunan bloğun işlemleri yapılır, daha sonraki bloklar işlenmez.
3. Blok numarası olmayan bloklarda da adresler arattırılabilir.

### 2.5 Ana program - Alt program

Aynı işlemler bir programın değişik yerlerinde aynen tekrarlanıyorsa ALT PROGRAMLAR (SUBPROGRAM = SUBROUTINE) kullanılır.

Alt programın başında ana programda olduğu gibi O harfi ve 4 rakamlı sayıdan meydana gelmiş bir program numarası, sonunda ise ALT PROGRAM SONU KOMUTU olan M99 bulunur. Ana programda işlemler yapılırken M98 P--ALT PROGRAM ÇAĞIRMA KOMUTU okununca, alt programların işlemleri yapılmaya başlanır. Alt program işlenip bitirilince M99 komutu ile ana programa dönülür. Ana programın işlemlerine kalındığı yerden devam edilir.

Not: I- M98 P- - Q - - L- -;

Komutunda P : Alt programın numarası

Q : Alt programın blok numarası

L : Alt programın tekrarlanma sayısı

Bu komut ile P alt program numarası çağrılır.Alt program Q numaralıbloktan itibaren işlenmeye başlanır.Alt program L defa işlendikten sonra ana programa dönülür.Burada P değerine birşey yazılmazsa, ana programdaki alt program çağırma bloğundan sonra gelen blok numarası alt program numarası olarak alınır.

Q değerine birşey yazılmazsa, alt program başından itibaren işlenir.

L değerine birşey yazılmazsa, alt program bir defa işlenir.

II - M99 P-- ;

Alt program sonunda bu komut kullanılırsa, ana programdan blok numarası P olan bloğa dönülür.

III - M-99 ;

Komutu ana programda kullanılırsa, ana programın başına dönülür.

IV - M99 P-- ;

Bu komut ana program içerisinde kullanılırsa, ana programda P numaralı bloğa dönülür.

V- Bir alt program işlenirken başka bir alt program çağrılabilir. Aşağıda görüldüğü gibi dördüncü kademeye kadar alt program çağırma mümkündür.

### 3 Koordinat Sistemleri ve ölçüler

Koordinat kelimeleri (X, Y, Z) CNC tarafından koordinat sistemlerinin tanımlanmasına yarayan ve takımların, eksenler boyunca ilerlemesini sağlayan komutlardır. Koordinat kelimeleri, eksenlerin adreslerini bildiren harfler ile ilerlemenin yön ve miktarını bildiren sayılardan meydana gelmiştir.

#### 3.1 CNC Tornalarda Koordinat Sistemleri - Referans Noktası

CNC Tornalarda İKİ çeşit koordinat sistemi vardır:

1. Tezgah koordinat sistemi
2. İş parçası koordinat sistemi
- 3.1.1 Tezgah Koordinat Sistemi - Referans Noktası

Tezgahı Mutlak Sıfır Noktası, Tezgahın üzerinde imalatçısı tarafından seçilmiş sabit bir noktadır. Tezgahın mutlak sıfır noktasını orijin (başlangıç) alan koordinat sistemine, Tezgah koordinat sistemi denir. Ayrıca CNC Tezgah üzerinde Referans Noktası denilen standart bir nokta tanımlanmıştır. Referans noktasının, mutlak sıfır noktasına göre uzaklıkları, tezgah imalatçıları tarafından her makine için ayrı ayrı Tezgah Parametreleri ile belirtilmiştir.

Tezgah Koordinat Sistemlerinin Bulunması

Tezgah, referans noktasına iki şekilde gönderilebilir:

a) Elle referans noktasına gönderme işlemi, tezgah kumanda şalteri, referansa gitme (Zero Return) modunda (konumunda) eksen tuşlarına basılarak yapılır. Genellikle tezgaha enerji verilip çalışmaya başlanacağı zaman kullanılır.

b) Otomatik referans noktasına gönderme ise G28 program koduyla yapılır.

Tezgah bir defa referans noktasına gönderildiğinde, tezgah koordinat sistemi

kumanda ünitesi tarafından tanınmış olur. Bu tanıma tezgahın enerjisi kesilinceye kadar devam eder. Yani Reset veya iş parçası koordinatlarının tanımlanması gibi işlemlerle değişmez.

Genellikle tezgahın mutlak sıfır noktası ile referans noktası farklı noktalardır.

### 3.1.2 İş Parçası Koordinat Sistemleri

Parça Teknik Resmi Koordinat Sistemi - CNC Koordinat Sistemi

Parçanın teknik resminin koordinatlarını kullanılarak hazırlanan program komutları ile kontrol ünitesi takımları hareket ettirir. Bunun sonucunda da iş parçası teknik resme göre işlenir. Ancak iş parçasının doğru işlenebilmesi için her iki koordinat sisteminin çakışması ya da arasındaki farkın tesbit edilmesi gereklidir.

CNC Tornalarda, iş parçası koordinat sistemi genellikle iki şekilde seçilebilir:

- 1) İş parçasının koordinat sisteminin sıfır noktası, tezgahın ayna yüzeyinde olabilir. Yani aynanın (iş milinin) merkezi  $x = 0.0$ , aynanın alın yüzeyi ise  $z = 0.0$  alınır
- 2) İş parçasının koordinat sistemlerinin sıfır noktası olarak parçanın alın yüzeyi alınır. Yani ayna merkezi  $X = 0.0$ , iş parçasının finiş işlenmiş alın yüzeyi  $Z = 0.0$  alınır.

### 3.1.3 Teknik Resim Hazırlama

Parçanın teknik resmi çizilirken CNC Tornaların çalışma mantığı düşünülmelidir. Programlama sırasında tüm bilgiler teknik resim üzerinden alınacağından bu çok önemlidir. Bu nedenle resim çizilirken aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

1. İş parçasının teknik resmi üzerinde, ölçme ve toleranslara uygun bir koordinat sistemi sıfır noktası belirlenmelidir. Bu nokta yukarıda anlatıldığı gibi iş parçasının alın ya da arka yüzeyinde olmalıdır. Ölçüm kolaylığı için kısıtlayıcı bir durum yok ise finiş işlenmiş alın yüzeyinin alınması uygundur.
2. İş parçası üzerindeki tüm koordinat noktaları (ölçülerin değiştiği noktalar) tesbit edilmelidir.
3. İş parçasının koordinat sistemi sıfıra göre tüm ölçüler, resim üzerinde gösterilmelidir.
4. Resim üzerinde ölçülendirme yapılırken tolerans bindirmelerinin hesaplanması gereklidir. Yani toleransı bulunan iki uzunluk ölçüsünün toplam değeri gösterildiğinde, her iki tolerans değeri göz önüne alınmalıdır.
5. CNC Tezgahın özelliklerine göre, açı ve radyüslerin (dairesel işlemlerin) başlangıç-bitiş noktalarının koordinatları hesaplanmalıdır. Tezgahların kontrol ünitesindeki isteğe bağlı ilave fonksiyonlar (daha önce incelenen) bu ihtiyacı doğurmayabilir.

A. Normal kurallara göre hazırlanmış teknik resim

B. CNC Tornada programı yapılacak parça için hazırlanan resim

### 3.1.4 Mutlak ve Artımsal Koordinat Değerleri İle Programlama

Eksenleri hareket ettirmek için ölçü komutlarında iki tip koordinat değeri kullanılmaktadır. Bunlar Mutlak ve Artımsal koordinat değerleridir.

## EN UYGUN CNC TEZGAH SEÇİMİ KONUSUNDA TAVSİYELER

CNC Tezgahların bütün bu olumlu özelliklerinin yanısıra çeşitlerinin ve özelliklerinin fazlalığı nedeniyle seçiminin yapılması ayrıca bir önem taşımaktadır.

İdeal tezgah seçiminin yapılması ile yatırımcı elindeki mali kaynakları düşündüğü üretim için en verimli şekilde kullanılmış olacaktır. Böylece yapılan yatırımlar kendisini kısa sürede amorti edecek ve yeni yatırım imkanları doğacaktır.

İdeal bir CNC Tezgah seçimi için göz önüne alınması gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır:

1- Üretilmesi düşünülen parçaların çeşitliliği, üretim sayıları, istenilen hassasiyet ve üretim zamanları dikkate alınmalıdır. CNC Tezgahlar yukarıda bahsedildiği gibi orta kapasiteli, operasyon adedi yüksek, çeşitli parçaların üretiminde verimlidir. Yani operasyon adedi az ve üretim sayısı çok fazla olan parçaların üretiminde klasik tezgahlar, özel tezgahlar ya da transfer tezgahlarla arasında imalat süresi açısından fark olmaz. Hatta bazı parçalarda CNC Tezgahlar üretim süresi bakımından daha yavaş kalabilir. CNC tezgahların en büyük özelliği, klasik tezgahlarda el yeteneği ve dikkat isteyen, ayar zamanı yüksek, operasyon adedi fazla olan parçaların imalatında kullanılmasıdır.

2- CNC tezgahlar özellikleri ve kapasiteleri bakımından çok çeşitlidirler. Bu nedenle her türlü parçanın işlenmesi için mutlaka bir CNC tezgah vardır. Ancak tezgah seçiminde önemli olan tezgaha uygun olan parçaların imalatını düşünmek, yani seçilecek tezgahta bir çok parçanın işlenebilir olmasıdır.

3- CNC tezgahların kalitesi ve bu kalitenin devamlılık süresi yani kısacası tezgahın ömrü çok önemlidir. Tezgahın ömrü içerisinde yapılan üretimlerin katkısıyla tezgah kendisini amorti ettiği gibi yeni yatırımlara da olanak sağlamalıdır.

4- Tezgahın teknolojik ömrünün uzun olması yani yüksek teknolojiyi içermesi ya da yapılacak ilavelerle bu teknolojiyi yakalaması mümkün olmalıdır.

5- Tezgah seçiminde satıcı firmanın eğitim, teknik, arıza ve bakım servisi desteği ve de yedek parça temin imkanı da dikkate alınmalıdır.

6- Tezgahta üretimi düşünülen parçaların, alımdan önce zaman etütlerinin (imalat sürelerinin tesbiti) yapılması da parça maliyet analizlerinin yatırım maliyetine oranının belirlenmesinde faydalı olacaktır.

7- Tezgah seçiminde üretimi yapılacak parçalara göre ve operasyon kolaylığı sağlayacak teçhizat ve özel aksesuarların tesbiti de çok önemlidir.

CNC Tezgahlarda standart olan ekipmanların haricinde isteğe bağlı birçok teçhizat ve aksesuarlar vardır. Bunların seçimi ancak işlevlerinin ve faydalarının bilinmesiyle ideal olarak yapılabilir. Bu ilaveler kontrol ünitesi ile ilgili fonksiyonlar ve tezgaha ait aksesuarlar olmak üzere genel olarak iki grupta toplanabilirler...