

# CNC'nin Temelleri (Temel Kavramlar #1)

Bu kilavuz CNC takım tezgahlarının genel sistematığını öğretmek maksadıyla hazırlanmıştır. Herhangi bir atelye ortamında CNC takım tezgahlarının kullanılması suretiyle elde edilebilecek olan yararlar aşağıda sıralanmaktadır.

CNC takım tezgahlarının tamamının sağladığı en önemli ve birincil fayda, otomasyona imkan tanimasıdır. CNC tezgahların kullanılması suretiyle iş parçalarının imalatı esnasında operatörün müdahalesi en az indirilmekte veya tamamı ile ortadan kaldırılmaktadır. Çoğu CNC takım tezgahları parça işleme esnasında dışarıdan bir müdahale olmadan çalışabilmekte, böylece operatörün yapacağı diğer işler için zaman bulmasına imkan tanınmaktadır. Bu, CNC tezgah sahibine, operatör hatalarının azaltılması, inşa hatasından kaynaklanan hataların en aza indirilmesi, işleme zamanının önceden ve tam olarak tesbit edilebilmesi gibi faydalar sağlar. Makina program kontrolü altında çalışıyor olacağından, konvansiyonel takım tezgahında aynı parçaları imal eden bir usta ile kıyaslandığında, CNC operatörün temel işlem tecrübesi ile ilgili olan beceri seviyesi oldukça azaltılmaktadır.

CNC teknolojisinin ikinci temel faydası, iş parçalarının hassas ve devamlı aynı ölçüde çıkmasıdır. Günümüzün CNC takım tezgahları inanılması güç olan tekrarlı ve pozisyonlama hassasiyeti değerlerine sahiptir. Bu ise program kontrol edildikten sonra, iki, on, veya bin adet iş parçasının da aynı hassasiyet ve ölçü doğruluğunda elde edilebilmesini sağlamaktadır.

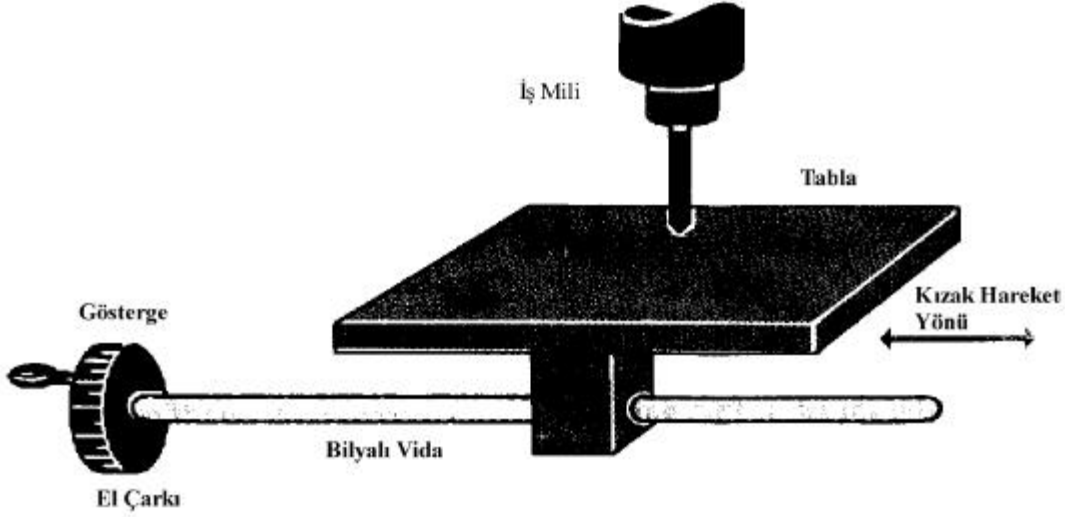
CNC takım tezgahlarının büyük bir bölümünde sunulan üçüncü önemli fayda ise, esnekliktir. B makinalar program vasıtasıyla çalıştığından dolayı, bir başka iş parçasının işlemeye alınıp elde edilme diğer makinalara oranla kıyaslanamayacak kadar bir hızla yerine getirilmektedir. Bir parça program test edilip, işlemeye geçildikten sonra başka bir program ile parça işlenip yine eski programa dönme gerektiği durumda, program kayıtlı olduğundan dolayı geçiş işlemi sadece bağlama aparatını hazırlanmasından başka bir şey olmamaktadır. Bu sonuçta parçadan-parçaya geçiş süresinin en hızlı zamanda olması gibi bir başka faydayı da temin eder.

Bu makinalarda hazırlık işlemi ve işleme operasyonuna geçiş zamanı çok kolay olduğundan ve programla kolaylıkla yüklenebildiğinden dolayı, parça işleme hazırlık zamanının çok kısa olması sağlanmaktadır.

## **Hareket Kontrolü – Cnc'nin Kalbi**

Herhangi bir CNC takım tezgahının en temel fonksiyonu otomatik, hassas, ve tam bir hareket kontrolü sağlayabilmesidir. Tüm CNC takım tezgahlarında, iki veya daha fazla hareket doğrultusu vardır ve bunlar eksen olarak adlandırılır. Bu eksenler hareket ettiği doğrultu boyunca otomatik olarak hassas bir şekilde pozisyonlandırılır (konuma getirmek). CNC tezgahlarda kullanılan en yaygın eksen tipleri **lineer** (belirli bir doğru boyunca tahrik-hareket verme- edilen) ve **döner** (dairesel bir yay boyunca tahrik edilen) eksenler şeklindedir.

Konvansiyonel takım tezgahında bir mekanizmayı elle döndürmek suretiyle kızak eksenlerine hareket vermek yerine, CNC tezgahlarda hareket, eksenlere bağlı olan bir servomotorun CNC kontrol sistemi tarafından programda belirtilen hareket miktarı kadar döndürülmesi suretiyle elde edilmektedir. Genel olarak konusursak, aşağı yukarı tüm CNC takım tezgahlarında hareket tipi (hızlı hareket, lineer hareket ve dairesel hareket), hareket ettirilecek eksen, hareket miktarı ve hareket hızı (feedrate) programlanabilir değerlerdir. (Burada programlanabilir demekle, bu terimlerin CNC tezgahlarda tek tek belirtilebileceği ifade edilmektedir). Şekil 1 de konvansiyonel takım tezgahında tabla hareketinin nasıl yerine getirildiği, Şekil 2 de ise; aynı hareketin CNC takım tezgahında nasıl yerine getirildiği gösterilmektedir.



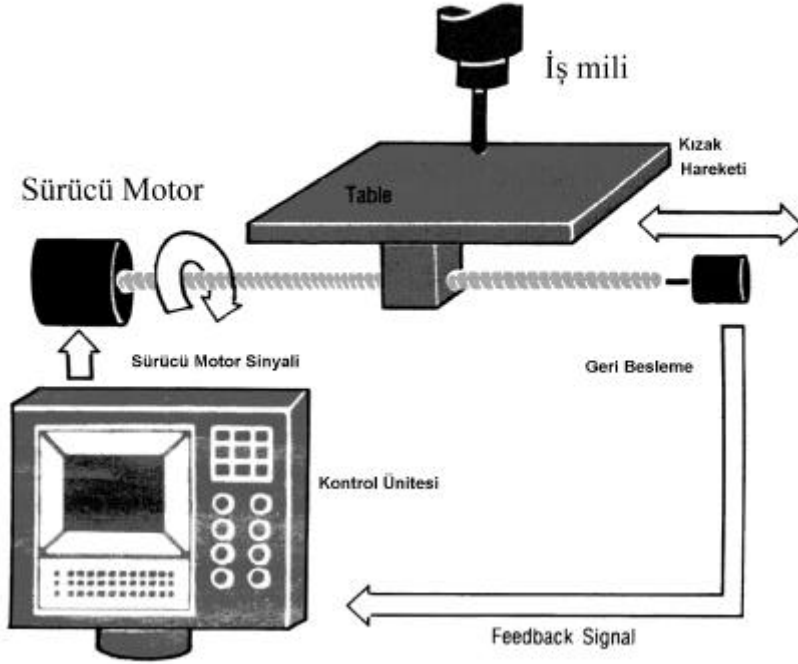
Şekil 1- Konvansiyonel bir makina kızagi, el çarkini döndüren operatör tarafından hareket ettirilir. Kızagın hassas pozisyonlandırılma operatörün tur sayısını sayması ile elde edilen değere göstergede gösterilen skalanın eklenmesi ile yerine getirilir.

**Kontrol sisteminde icra edilen CNC komutu (yaygın olarak program vasıtasıyla), sürücü motora hassa olarak kaç artım yapılacağını belirtir. Sürücü motorun dönmesi sonuçta bilyalı vidayı döndürür, bilyalı vidanın dönmesi ile lineer eksen tahrik hareket ettirilir. Bilyalı vidanın diğer ucunda bulunan bir geberleme cihazı (pozisyon ölçme) kontrol sistemine komut olarak verilen artım sayısına ulaşılıp ulaşmadığını bildirir.**

#### ***Eksen Hareketleri Nasıl Kontrol Edilir- Koordinat Sistemlerinin Anlaşılması***

CNC kullanıcısına programda verilen lineer hareket miktarını hesaplayıp sürücü motorlara kaç tur daha dönmesi gerektiğini hesaplamasını belirtmek gerçekçi olmayacaktır. Bunun yerine, tüm CNC kontrol sistemleri koordinat sistemlerinin bazı yapılarını kullanmak suretiyle eksen hareketlerinin çok daha basit ve lojikel bir yapıda komut olarak verilmesine imkan tanır. CNC tezgahlarında kullanılan iki popüler koordinat sistemi kartezyen koordinat sistemi ile polar koordinat sistemidir. Bununla birlikte yaygın olarak kullanılan koordinat sistemi kartezyen koordinat sistemidir ve bu kısımda aksi belirtilmediği sürece kartezyen koordinat sistemi kullanılacaktır.

Kartezyen koordinat sisteminin en yaygın uygulamalarından bir tanesi, grafik çizme işlemlerinde kullanılan tipidir. Asağı yukarı herkes bir grafik sistemini rahatlıkla yorumlama kabiliyetine sahiptir. Grafiklerin kullanımının çok yaygın olması ve CNC takım tezgahında verilen hareket komutlarının grafi



sistem ile çok benzer olması sebebiyle, grafik sistemin temellerine bir göz atalım.

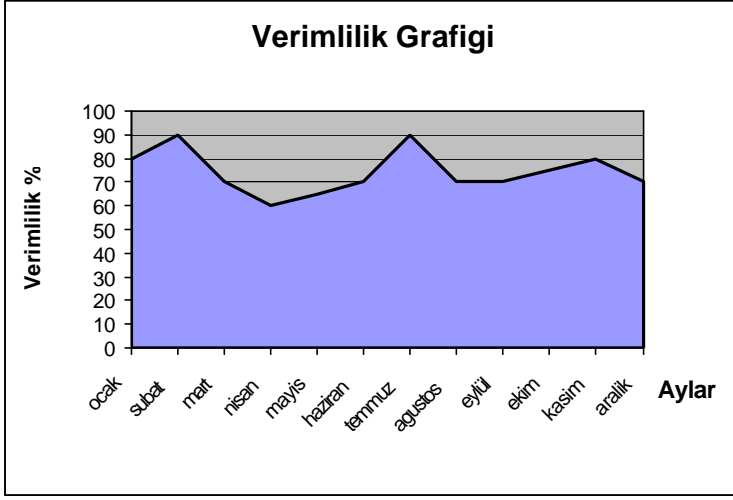
Tekil 2- CNC tezgah komut olarak verilen pozisyonları CNC programından alır. Sürücü motor uygun miktar kadar döndürülür, neticeci bilyalı vidayı döndürerek eksene hareket verir. Bilyalı vidaya monte edilen geri besleme cihazı bilyalı vidanın yeterince dönmeye başladığını kontrol eder.

Tekil 3 de bir firmanın bir önceki yıla ait verimlilik grafiği gösterilmektedir. Herhangi bir iki boyutlu grafikte olduğu gibi, bu grafikte de iki temel çizgi vardır. Her bir temel çizgi bir şeyi simgelemek için kullanılmaktadır. Temel çizgi neyi ifade ediyor ise, bu temel çizgi ifade ettiği şeye göre artım miktarlarının bölünmüştür. Aynı şekilde her bir temel çizginin sınırları vardır. Verdiğimiz verimlilik örneğinde, yata temel çizgi zamanı ifade etmek için kullanılmaktadır. Bu temel çizgi için zaman artım birimi aydır. B temel çizginin sınırları olduğuna dikkatinizi çekerim. Ocaktan başlayıp, Aralıkta sona ermektedir. Dike temel çizgi ise verimliliği ifade etmektedir. Verimlilik ise %10 luk artım değerlerine bölünmüştür, sifi verimlilikten başlayıp %100 verimlilikte sona ermektedir.

Grafiği hazırlayan kişi geçen yıla ait firmanın ocak ayındaki verimlilik grafiğine bakacak ve elde ettiği değeri verimlilik grafiğinde ocak ayına tekabül eden kısımda işaretleyecektir. Aynı şekilde diğer aylara ait olan değerleri elde edip bu değerleri de o aylara uygun düşen kısımda işaretleyecektir. Tüm noktalar işaretlendikten sonra bu işaretlenen noktalardan bir doğru veya eğri geçirilebilir.

Şimdi grafikler hakkında bildiğimiz bu bilgileri CNC lerde eksen hareketlerinin kontrol

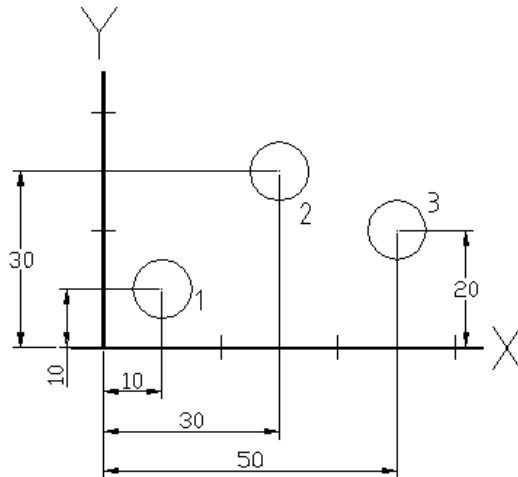
edilmesine uyarlayalım. Takım tezgahının her bir lineer eksen grafikte temel bir çizgi gibi düşünülebilir. Grafiğin temel çizgileri gibi, eksenler artım miktarlarına bölünür. CNC takım tezgahına ait kartezye koordinat sistemdeki her bir lineer eksen en küçük ölçüm değerleri cinsinden artımlara bölünür. Metri sistemde en küçük artım birimi 0.001 mm dir. (Döner eksen için en küçük artım birimi 0.001 derecedir olduğu akıld tutulmalıdır)



Sekil 3- Temel çizgiler, temel çizgilerdeki artımlar ve orijin noktasini belirten grafik

Grafikte olduğu gibi, CNC takım tezgahi koordinat sistemindeki her bir eksenin de bir yerde başlangıç noktasini olmalıdır. Grafikte yatay temel çizgi Ocak ayından başlamakta iken dikey temel çizgi ise, sıfır verimlilikten başlamaktadır. Yatay ve dikey temel çizgilerin kesiştiği yer (her iki temel çizginin de başlangıç noktasini) grafiğin orijin (temel) noktasini olarak adlandırılır. Bu orijin noktasini CNC'lerde yaygın olarak program sıfır noktasini (aynı zamanda iş parçasini sıfır noktasini, iş parçasini sıfırı, veya program orijini olarak da adlandırılır) olarak adlandırılır.

Sekil 4 eksen hareketlerinin CNC takım tezgahında yaygın olarak nasıl belirtilebileceğini göstermektedir. Bu örnekte kullandığımız iki eksen X ve Y olarak adlandırılmaktadır. CNC takım tezgahında eksen isimlerinin değişebileceğini düşünülmalıdır (eksenleri adlandırmada kullanılan yaygın isimler arasında X, Y, Z, A, B, C, U, V ve W gösterilebilir); bu örnek sadece eksen hareketlerinin nasıl kumanda edildiğini göstermek amacıyla verilmiştir.

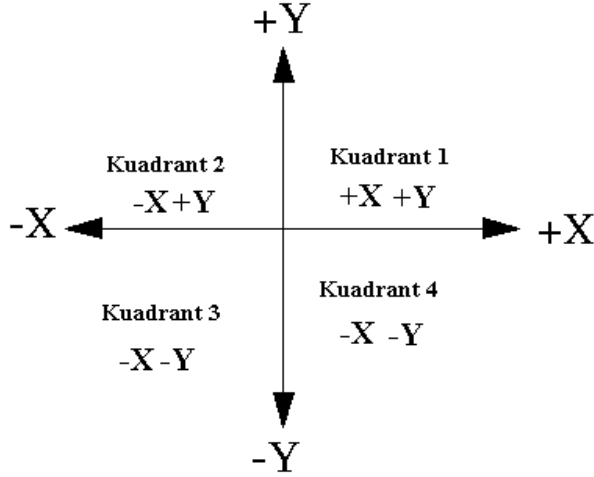


#### **Tekil 4- CNC tezgahda eksen hareketlerinin kumanda edilmesi**

Sekilde 4 de görüldüğü gibi, iş parçasının sol alt kösesi her bir eksenin sıfır noktasına uygun düşecek şekilde alınmıştır; yani iş parçasının sol alt kösesi program sıfır noktası olarak alınmaktadır. Programı yazmadan evvel, programcı ilk olarak program sıfır noktasının parça üzerinde neresi kabul edileceğini belirler. Tipik olarak program sıfır noktası tüm ölçülerin başladığı noktaya seçilir.

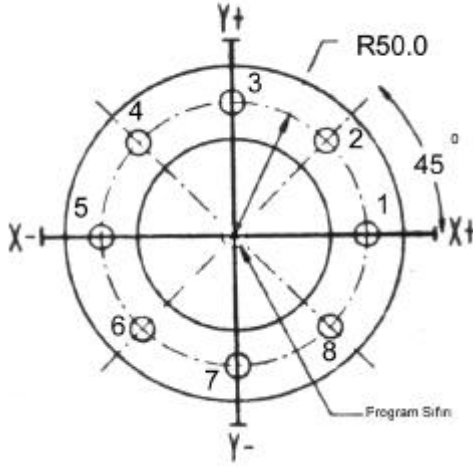
Bu teknik ile, programcı program sıfır noktasının sağ tarafındaki 10 mm lik pozisyona takımı göndermek istediği takdirde programda X10.0 kodunu kullanır. Eğer programcı takımı program sıfır noktasından 10 mm yukarıda bulunan bir pozisyona takımı göndermek istiyorsa Y10.0 şeklinde programda komut vermesi gerekir. Kontrol sistemi, komut olarak verilen pozisyona eksenin ulaşması için ekser hareket veren servomotorun ve buna akuple edilmiş olan bilyalı vidanın kaç artım döndürülmesi gerektiğini otomatik olarak hesaplar. Bu sayede programcıya eksen hareketlerinin çok daha basit bir yapıda verilmesi gibi bir yarar sağlar. Sekil 4 de verilen örnek takımın program sıfır noktasından 1 ile belirtilen pozisyona gitmesi için X10.0 Y10.0 şeklinde bir komutun verilmesi gereklidir.

Bu kısma kadarki örneklerde, tüm noktalar program sıfır noktasının ya sağında veya yukarısında kalacak şekilde verilmiştir. Program sıfır noktasının sağ ve yukarı ile oluşturulan bu alan kuadrant olarak (bizim örneğimizde 1nci kuadrant) adlandırılır. CNC tezgahlar programlama esnasında eksene hareket verdirmek için gerekli olan bitiş noktası koordinatlarının diğer kuadrantlarda verilmesi pek yaygın değildir. Bununla birlikte böyle bir durum ile karşılaşıldığı durumda en azından eksen koordinatlarından bir tanesinin eksi işaret olarak verilmesi gerekmektedir.



Sekil 5 – Programlamada kullanılan kuadrant bölgeleri

Sekil 5 de dört adet kuadrant ve bunlara uygun düşen eksen koordinat değerlerinin işaretleri gösterilmektedir. Sekil 6 da ise programlamada gerekli olan bitis noktası koordinatlarının dört kuadrant bölgesinden dördünde de bulunduğu takdirde koordinatlarının işaretlerinin ne şekilde belirtileceğine ilişkin bir örnek gösterilmektedir.



#	X	Y
1	50.0	0.
2	35.355	35.355
3	0.	50.0
4	-35.355	35.355
5	-50.0	0.
6	-35.355	-35.355
7	0.	-50.0
8	35.355	-35.355

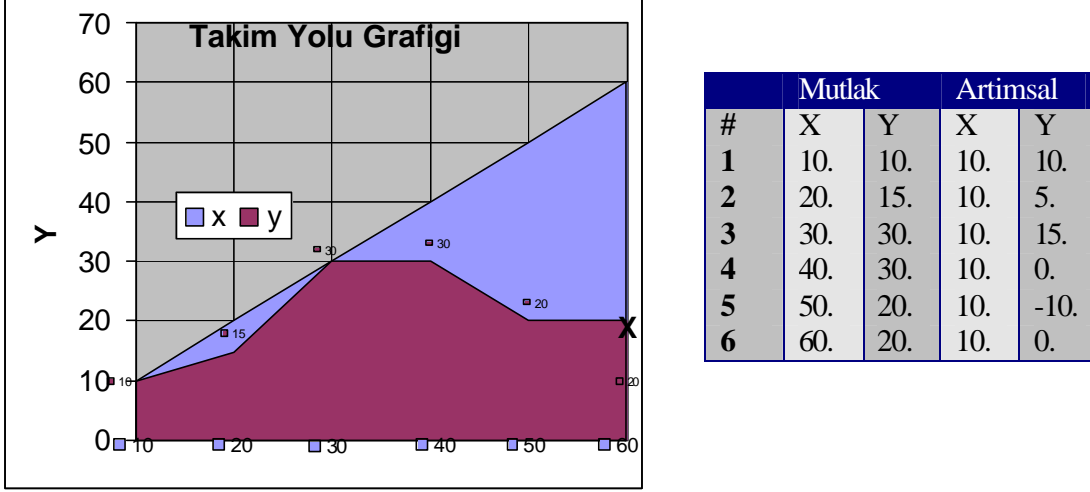
Sekil 6- Dört kuadrant bölgesinin kullanıldığı iş parçası ve program sifiri

### **Absolute (Mutlak) Ve Incremental (Artımsal) Hareket**

Bu kısım kadar bahsedilen tüm koordinat değerleri mutlak programlama modu kabul edilmek suretiyle verilmiştir. Mutlak programlama modunda, eksen hareketleri için gerekli olan koordinatların bitis noktaları program sifiri noktası baz alınmak suretiyle belirtilir. Programlamaya yeni başlayanlar için, hareket komutlarının verilmesi esnasında, bitis noktası koordinatlarının bu mod ile verilmesi kolay ve pratik olan bir yoldur. Bununla birlikte eksen hareketleri için gerekli olan bitis noktası koordinatlarının belirtilmesinde başka bir yol (artımsal) da kullanılmaktadır.

**Artımsal modda, hareket için gerekli olan bitis noktaları takımın mevcut konumunun referans alınması suretiyle belirtilir. Burada program sifiri noktası baz olarak alınmamaktadır bunun yerine takımı bulunduğu konum referans alınmaktadır. Hareket komutlarının verilmesinde programcı daima "Takım daha ne kadar hareket ettirmeliyim?" sorusunu kendisine soruyor olacaktır. Bazı durumlarda artımsal mod çok faydalı olsa da, genel olarak konusursak, bu metod ile program yazmak oldukça basit ve zor bir yoldur. Hareket komutlarını verirken dikkatli olunması gerekmektedir. Genel olarak**

programlamaya yeni başlayanlar, artımsal modda program yapma eğilimindedirler. Mutlak programlama modunda çalışma durumunda programcı daima “Takım hangi pozisyona hareket ettirilecek?” sorusunun kendisine sorar. Bu pozisyon değeri programın sıfır noktasına göre elde edilen pozisyon değeridir. Şekil 7'de aynı hareketlerin artımsal ve mutlak modda nasıl programlandığına dair bir örnek gösterilmektedir.



Şekil 7- Program koordinatlarının mutlak ve artımsal modda

Mutlak modda program yazma esnasında verilecek hareket komutu için pozisyon belirleme olayının çok kolay olmasının yanında, bu modda çalışmanın bir başka yararı da hareket komutlarının verilmesi esnasında hata yapma olayının en aza indirilmesidir. Programlama esnasında bir hareket komutunda hata yapılmış ise, sadece bu kısımdaki komut düzeltilir; diğer kısımlarda düzenleme yapılmasına gerek yoktur. Diğer taraftan artımsal modda benzeri bir hata yapıldığında ise, aynı hata hatanın yapıldığı noktadan sonraki diğer tüm kodlara yansiyacak ve bu da işi oldukça zorlaştıracaktır.

#### Program Sıfır Noktasının Atanması

CNC kontrol sistemine programın sıfır noktasının bir şekilde belirtilmesi gerekmektedir. Bu sıfır noktasının belirtilme yöntemi makinede makineye ve kontrolden kontrole farklılık gösterir. Bununla birlikte çoğu kontrol sistemi imalatçisi aşağıda bahsedilen yöntemlerde bir tanesini veya ikisini kullanmak suretiyle programın sıfır noktasının atanmasını bünyesinde barındırır. Bu yöntemlerden eski bir yöntem olan birinci yöntem de programın sıfır noktasını program içinde atanmaktadır. Bu yöntem ile programcı programın sıfır noktasının takımın bulunduğu konuma göre nerede bulunduğunu G92 kodunu kullanmak suretiyle belirtir. Genel olarak bu kod ya programın başında veya takım çağırma işlemi sonrasında belirtilir.

Programın sıfır noktasının atanmasına kullanılan yeni ve oldukça pratik olan bir yöntem ise, programın sıfır noktasının offset (televi) değerleri vasıtasıyla belirtilmesidir. Çoğu kontrol sistemi imalatçisi programın sıfır noktalarının verilmesi amacıyla önceden tanımlanan offset bölgesinde programın sıfır noktaları tela sayfaları ve bunlara uygun düşen kod değerleri atanmışlardır. Bu televiler “fikstür televileri” veya iş parçasının sıfır televileri olarak adlandırılır. Programın sıfırlarının nasıl atandığı konusuna “Temel Kavramlar #4” kısmında detaylı olarak değinilecektir.

#### Eksen Hareketlerinin Verilmesi Konusunda Diğer Noktalar

Bu kısma kadar, temel amacımız programda verilen hareket komutlarının bitiş noktalarının nasıl belirtileceği üzerinde yoğunlaşmıştık. Görüldüğü gibi, bu koordinat değerlerinin doğru olarak verilmesi kartezyen koordinat sisteminin doğru bir şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir. Bununla birlikte, programlama esnasında bitiş noktalarının verilmesine değinirken tezgahın yapacağı hareketin nasıl bir hareket olacağı konusuna değinmedik. Tabii ki bitiş noktaları koordinatlarını belirtirken CNC tezgahının bu bitiş noktalarına nasıl bir hareket ile hareket edeceği konusu da önemli bir kavramdır. CNC tezgahlarda hızlı, lineer kesme, eğrisel kesme hareketi olmak üzere üç temel hareket tipi mevcuttur, programcının bitiş noktası koordinatlarını vermesi esnasında hareket tipinin belirtilmesine de değinilmelidir. Bu konulara “Temel Kavramlar #3” bölümünde değinilecektir.

## CNC Programi

Asagi yukari piyasada bulunan CNC kontrol sistemlerinin tamamı programlama amacıyla kelime adres formatini kullanirlar. Kelime adres formatından farklı olarak bazı CNC kontrol sistemi imalatçılari nadiren de olsa Diyalog Sistemli Programlama vasitasiyl programların yapılmasına imkan tanirlar. Buna karsin, bu yazıda kelime adres formati ile programlama isleminin nasıl yapılacağı konusuna değinilecektir. Kelime adres formatında CNC tezgah programi cümle benzeri komutlardan olusmaktadır. Cümle benzeri komutlar ise kelime olarak adlandırdığımız bileşenlerden olusmaktadır. Bir kelime ise, harfleri ifade eden bir adres ile bunu takip eden sayisal bir ifadeden olusmaktadır. Harfler CNC kontrol sistemine kelime tipini (X,Y,Z,R,T,S,M v.s.), bunu takibeden sayisal deger is bu adresin alacağı sayisal degeri belirtir. Türkçede kullanılan cümlelerin kelimeler vasitasiyla olusturulduğu gibi, CNC tezgah program da bir dizi CNC tezgaha özgü cümlelerin arda arda sıralanması ile olusturulur. Asagıda verilen örnege bakiniz.

```
...  
...  
G 90 G54 G00 X100.05 Y150.3 Z40. S1200 M03 ;  
↓ ↓  
Adres Sayisal  
deger  
kelime
```

CNC tezgah programinin temel olarak nasıl bir yapıda işlem gördüğünü anlatmak için, CNC tezgah programına benzer bir örnek olarak baska bir şehirden firmanizi ziyarete gelen bir müşterinize havaalanından firmanıza kadar yolu tarif etmede kullandığımız sistem alalım. Bu müşterinize firmanızın yerini tarif edebilmek için, ilk olarak havaalanından firmanıza kadar olan yolu hafızanızı canlandırmanız gereklidir. Bu canlandırma neticesinde müşterinize yolu adım adım tarif edersiniz. İlk olarak suraya git, oraya vardıkta sonra söyle yap ve suraya ulas v.s. gibi. Tüm bu tarifleri alan müşteri sizin vermiş olduğunuz talimatları takip etmek suretiyle firmanızı ulasir. Eger yol tarifinde bir yanlışlık yapmış iseniz, müşterinizin yolunu kaybedecektir.

Benzer şekilde CNC tezgah programinin olusturulabilmesi için CNC tezgah programcisi verilen iş parçasını işlemek için gerekli olan işlemler basamaklarını ilk olarak gözünde canlandırır ve canlandığı işleme operasyon sırasına göre parça programını olusturur. Sonuç hafızasında canlandığı işlem operasyonlarını kademe-kademe CNC tezgaha program olarak yazar. Programcı programı yazmada evvel parçayı işleyebilmek için, ne tür takımlara gereksinim duyulduğunu ve bu takımların hangi sıra ile işleme operasyonunu yapacağını ve bu işleme operasyonlarının nasıl bir sıra takip edilmek suretiyle yerine getirileceğini hafızasında canlandırmalıdır. Eger bu canlandırma operasyonunu programcı yerine getiremiyor ise, programlama esnasında problemler ile karşılaşacak ve parça programını yazamayacaktır. İşte usta makina operatörlerinin neden en iyi CNC tezgah programcisi oldukları gerçeğinin ardında bu yatar. Deneyimli bir makina operatörü, yapılmakta olan herhangi bir işleme operasyonunu hafızasında rahatlıkla canlandırabilme kabiliyetine sahiptir.

Firmanıza ziyarete gelen müşterinize tarif ettiğiniz yol bir tarif programıdır. Bu programın her bir satırı sıra ile işlenen cümlelerden olusmaktadır. Aynı şekilde CNC tezgaha parçayı işlemek için gerekli olan programda CNC tezgaha işleme operasyonunu adım adım tarif eden işleme operasyon basamaklarından (cümle) olusmaktadır. Eger programda bir hata yapılmış ise, işlenmek amacıyla programlanan iş parçası elde edilemeyecektir.

Asagıda CNC işleme merkezinde iş parçası üzerinde iki adet delik delen bir program verilmektedir. Programda parantez içinde belirtilen komutlar yerine bunların CNC tezgah dilinde karşılıklarını belirtmekteyiz. Bu örnek bir CNC tezgah programının nasıl bir yapıda olduğunu belirtmesi açısından oldukça yararlı bir örnektir.

O1;	Program numarası
N005 G54 G90 S400 M03;	Koordinat sisteminin, mutlak modun seçimi ve it milini saatin dönüt yönünde 400 dev/dak da döndürme
N010 G00 X1. Y1. ;	İlk deliğin XY koordinatına pozisyonlama
N015 G43 H01 Z0.1 M08;	Takim boyu telafisinin verilmesi ve takimi 0.1 inç yukarıya pozisyonlama, suyu açma
N020 G01 Z-1.25 F3.5;	3.5 inç/mm ilerleme ile ilk deliğin delinmesi
N025 G00 Z0.1;	Delikten takimi hızlı olarak referans noktasından 0.1 inç yukarı çıkarma
N030 X2.;	İkinci deliğin hızlı olarak pozisyonlama
N035 G01 Z-1.25;	3.5 inç/mm ilerleme ile ikinci deliğin delinmesi
N040 G00 Z0.1 M09;	Delikten takimi hızlı olarak referans noktasından 0.1 inç yukarı çıkarma
N045 G91 G28 Z0.;	Z ekseninde sıfır noktasına gitme
N050 M30;	Program sonu, bata dön

Bu programdaki kelimeler ve komutlar biraz size yabancı gelse de, CNC programın yukarıda verilen zincirleme bir sıra ile icra edileceğini belirtmekteyiz. Kontrol sistemi ilk olarak programda bulunan ilk satırı (cümle) okur, yorumlar ve icra eder, bu satırı işlenmesi bittikten sonra sonraki satıra geçer ve o satırı okur, yorumlar ve icra eder. İşlem tüm satırlar sıra ile okunup, yorumlanıp icra edildikten sonra sona erer.



### **Programin Hazirlanmasi Esnasinda Diger Notlar**

Su ana kadar belirttigimiz gibi CNC program komutlardan, komutlar ise kelimelerden olusmaktadır. Her bir kelime bir harf adresinde ve bunu takibeden sayisal bir degerden olusmaktadır. Harf adresi kontrol sistemine kelime tipini belirtir. CNC kontrol sistem imalatçilari harf adreslerinin ne ifade ettigini önceden belirlemislerdir. Her ne kadar harf adreslerinde ufak tefek farklılıklar görülsec CNC kontrol imalatçilarinin hemen hemen tamamina yakininin mutabik oldugu harf edresleri ve bunlarin anlamlari asagid belirtilmektedir.

O	Program numarasi
N	Satir numarasi
G	Hazirlik fonksiyonu
X	X ekseni
Y	Y ekseni
Z	Z ekseni
R	Yarıçap
F	İllerleme
S	İs milidevri
H	Takim boyu telafisi
D	Takim yarıçap telafisi
T	Takim seçme
M	Ek fonksiyonlar

**Görüldüğü gibi çoğu harf adresleri lojikel bir ifade olacak şekilde seçilmiştir. (T takım, Sspindle- is mil F feedrate-İllerleme v.b.) Bu sebeple akilda tutulmaları çok kolaydır.**

**Özel fonksiyonları belirtmek için G ve M den olusan iki harf adresi vardır. G hazirlik fonksiyonu yaygi olarak CNC tezgah modlarını belirtmek amacıyla kullanilir. Bundan evvelki kısımlarda mutlak v artımsal moddan bahsetmiş idik. İste mutlak mod CNC tezgah programında G90 kodu ile belirtilir. Artımsal mod ise G91 kodu ile belirtilir. Bu iki kod CNC tezgahlarda kullanılan hazirli fonksiyonlarından sadece iki tanesidir. Daha detayli bilgi için CNC kontrol sistemi imalatçilar kataloglarının gözden geçirilmesi gerekir.**

**Hazirlik fonksiyonları gibi, ek fonksiyonlar (M kodları) çok çeşitli özel fonksiyonların programlanmasını imkan tanırlar. Genel olarak ek fonksiyonlar programlanabilir anahtarlar olarak kullanilir (is mi ON/OFF, sogutma suyu açma /kapama v.b. gibi). Ayriyeten bu fonksiyonlar CNC kontrol sisteminde bulunan diğer programlanabilir fonksiyonların programlanmasında da kullanilirler (örnek takım boy ölçme cihazı)**

**CNC programlamasının akilda tutulması gerekli olan çok sayıda koddan olustugu gibi bir yargiy başlangıçta kapilinabilir. Bununla birlikte bir CNC kontrol sisteminin kodlarının tamamı 30~4 civarındadır. CNC programlama isini bir yabancı dil öğrenme ile karşılastırdığımızda sadece 4 civarındaki kelime ile CNC programının yapılacağı düşünülduğünde yabancı dil öğrenmeye oranla çok daha kolay olduğu hatirda tutulmalıdır.**

### **Desimal Nokta Programlama**

**Bazı harf adresleri sayisal degerlerin reel olarak (ondalikli) belirtilmesine imkan tanırlar. Bunlara iliski örnek olarak X, Y ve R harf adresleri verilebilir. CNC kontrol sistemlerinin mevcut modellerinin heme hemen tamamı desimal noktanın her bir harf adresinde kullanılmasına imkan tanırlar. Örneğin X3.06 degeri X ekseni üzerinde pozisyon degerini belirtmede kullanilabilir.**

**Diğer yönden, bazı harf adresleri tam sayıları ile belirtilecek şekilde kullanilir. Bunlara örnek olarak i mili devrinin S, Takim numarasının T, Sira numarasının N, Hazirlik fonksiyonunun G ve e fonksiyonların M sayisal degerlerinin tam sayı olarak belirtilmesi gösterilebilir. Daha detayli bilgi alma için CNC kontrol sistemi imalatçilari kataloglarına basvurulabilir.**

### ***Diğer Programlanabilir Fonksiyonlar***

CNC kontrol sisteminlerinin hemen hemen tamamın eksen hareketleri haricinde programlanabilir fonksiyonlara sahiptir. Günümüzün CNC ekipmanlarında, makina ile ilgili olan aşağı yukarı herse programlanabilmektedir. Örneğin CNC işleme merkezlerinde iş mili devri ve dönme yönü, soğutma suyu takım değiştirme ve makina ile ilgili çoğu fonksiyonlar programlanabilir değerlerdir. Tüm CNC ekipmanları kendilerine özgü programlanabilir fonksiyonlara sahiptir. Ek olarak prob sistemleri, takım boyu ölçme sistemleri, palet değiştiriciler ve adaptif kontrol sistemleri gibi bir takım aksesuarlar CNC kontrol sistemlerinde ve bunların akupile edildiği CNC tezgahlarda bulunabilmekte ve programlanabilmektedir.

Programlanabilir fonksiyonlar listesi makinadan makinaya değişmektedir. Bu sebeple kullanıcının her bir CNC takım tezgahi modeli için bu programlanabilir fonksiyonların neler olduğunu öğrenmesi gerekmektedir. “Temel Kavramlar #2” bölümünde değişik makina modellerinin ne tür programlanabilir fonksiyonlara sahip olabileceği konusuna kısaca değinilecektir.

## **Makinanın Tanınması (Temel Kavramlar #2)**

CNC tezgah kullanıcısının öncelikli olarak kullanacağı tezgahın genel yapısını bilmesi gereklidir. Genel olarak herhangi bir CNC tezgahi iki farklı bakış açisi ile değerlendirmek gereklidir. Temel kavramlar #2 olarak adlandırılan bu kısımda, makinanın program bakış açisi ile nasıl değerlendirileceğini öğreneceğiz. Temel Kavramlar#7 bölümünde ise; CNC tezgahın operatör bakış açisi ile değerlendirilmesi ele alınacaktır.

### ***Temel İşleme Pratiği***

CNC tezgah ile çalışmaya başlamadan evvel öncelikli olarak CNC tezgahın temel işleme pratiğinin kavranması gereklidir. Herhangi bir CNC tezgahındaki işleme pratiğinin öncelikli olarak bilinmesi, bu tezgah ile ne tür işlemlerin yaptırılabilceğinin önceden tahmini edilmesini sağlar. Örneğin CNC İşleme merkezi ile çalışacak olan bir elemanın; frezeleme, bara ile delik işleme, matkap ile delik delme v.b. gibi işlemleri öncelikli olarak bilmek zorundadır. *Genel olarak CNC tezgah programlama denilen olay bu işlemlerin CNC tezgahi nasıl yaptırılabilceğinin öğrenilmesinden başka bir şey değildir.* Eğer işlenemeye amacıyla CNC tezgahta programlanacak olan parça üzerinde, yapılabilecek işleme operasyonlarını önceden zihnimizde canlandırabiliyorsak; programlama denilen olay sadece bu hareketlerin CNC tezgaha kaydedilmesinden başka bir şey olmayacaktır.

**Örneğin CNC tornalarda tezgah programlama eğitimi alan bir personelin, öncelikli olarak kaba, finis tornalama, kaba ve finis delik işleme, kanal açma, dis açma, pah kırma gibi kavramları önceden bilmesi gerekmektedir. Bahsedilen bu işlemleri, belirli bir işleme sırası takip ederek gerçekleştirme kabiliyetinin sahip olan bir CNC tornada, bütün bu operasyonların sıra ile bir programda yaptırılabilmesi gereklidir. Dolayısıyla; CNC tezgah programcisinin öncelikli olarak parça üzerinde yapılacak işlemlere ait bir işleme sırasını hafızasında canlandırması gereklidir.** Makina ile ilgili olan temel işleme pratiğini anlamaksızın CNC tezgah programlamasını öğrenmeye çalışmak, uçucu dinamiği ve uçucu temellerini anlamadan bir uçağı uçurulamaya çalışılmasına benzer.

**Programcı açısından baktığımızda, yeni bir CNC tezgahi öğrenmeye başlamadan evvel dört temel alan üzerinde yoğunlaşarak bilgi sahibi olunması gerekmektedir. İlk olarak makinanın ana bileşenleri tanınmalıdır. İkinci olarak makinada bulunan eksenlere ait hareket yönlerini çok iyi bir şekilde tasavvur edilebilmelidir. Üçüncü olarak makina üzerine monte edilmiş olan aksesuarlar hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Son olarak da makina ile sunulan programlanabilir fonksiyonların neler olduğu ve bunların nasıl programlandığı öğrenilmelidir.**

### ***Makina Aksamları-bileşenler***

CNC tezgah ile çalışmaya başlamadan evvel; her ne kadar bir CNC tezgah tasarımcısı kadar olmasa da, CNC tezgahın nasıl bir yapıya sahip olduğunun bilinmesi gerekir. Bu sayede makina ile ne çeşit işlemlerin yapılabileceğinin belirlenmesi sağlanır. Yarı arabas

kullanan bir Formula 1 pilotunun süspansiyon, frenler, içten yanmalı motorların çalışma ilkesi gibi kavramları bilmesinin gerekli olduğu gibi; CNC tezgah kullanmaya yeltenen bir kişinin de, öncelikli olarak makinanın ana bileşenlerini bilmeye gereksinimi vardır.

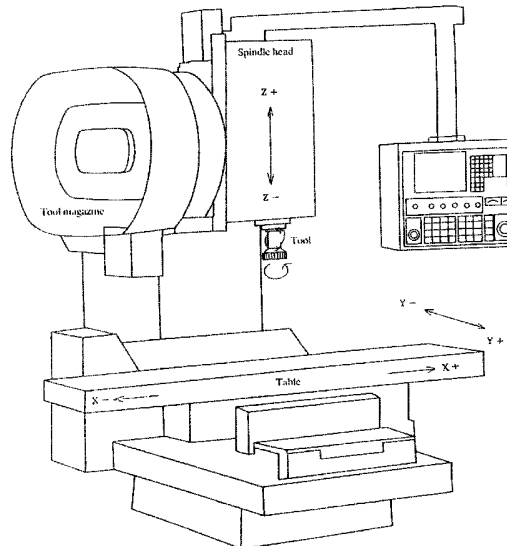
**Egik yataklı bir CNC torna tezgahını göz önüne aldığımızda; programcının yatak, kızak sistemi, fene mili, taret –otomatik takım değiştirici – (rovelver) konstrüksiyonu, punta ve ayna ve aksamının tem yapısını bilmesi gereklidir. Makinanın yapısı ile ilgili bilgiler tezgah kullanım kılavuzunun ve montaj resimlerinin incelenmesi ile elde edilebilir. Kullanım kılavuzlarının ve montaj resimlerinin incelenmesi sırasında, programcının aşağıda belirtilen noktalar üzerinde yoğunlaşması ve bunlar ile ilgili olarak bilgi toplaması gereklidir.**

1. Tezgahın azami devri nedir?
2. Tezgah sonsuz devir kontrollü mü? Belirli devri aralıkları ile devir kumandası yapılmakta ise; tezgah kaç tane devir kademesinden oluşmaktadır ve bu devir aralıklarının geçiş devirleri nelerdir?
3. İş mili ve eksen sürücü motorlarının güçleri nelerdir?
4. Her bir eksene ait azami hareket mesafesi nedir?
5. Makinaya kaç adet takım monte edilebilmektedir?
6. Monte edilen takımların tipleri nelerdir ve bağlantı sistemi nasıldır?
7. Takımların değiştirilmesi nasıl yapılmaktadır?
8. Makinanın kızak yapısı ne tiptedir(kutu kızak, kirlangıç ve/veya lineer kızak)?
9. Makinanın bosta hareket hızı nedir?
10. Makinanın azami kesme hızı nedir?

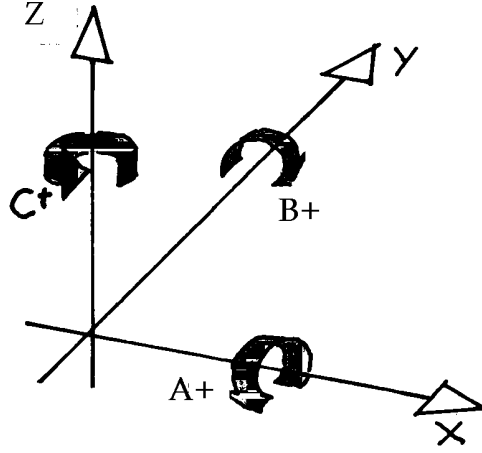
**Makina kapasitesi ve makina yapısı hakkında ne kadar fazla bilgi sahibi olunursa; makina ile olan yabancılik o kadar azalır, ve programlama sırasında kendimizi daha rahat hissederiz.**

#### *Hareket Doğrultuları (Eksenler)*

CNC tezgah programcısı, tezgah üzerindeki eksen sayısını ve bunların hareket yönlerini bilmek zorundadır. Eksen isimleri ve doğrultuları tezgah tiplerine göre değişir. CNC İşleme merkezlerindeki eksen hareket yönleri ile CNC Torna, CNC Tel Erezyon, CNC Dalma erezyon v.b. tezgahlardaki eksen hareket yönleri birbirinden farklıdır. CNC tezgahlarda her bir eksen bir harf ile belirtilir. CNC tezgahlarda kullanılan yaygın eksen isimleri lineer eksenler için X,Y,Z,U,V,W ve döner eksen için A,B,C şeklinde belirtilir. Şekil 1’de CNC Dik İşleme merkezine ait eksen hareket yönleri gösterilmektedir. CNC Takım tezgahları literatüründe, her bir tezgah tipi için eksen hareketleri, bu eksenlere ait yönler, bu eksenlerin hangi harfler ile belirtileceği standart olsa da; bunların CNC tezgah kullanım kılavuzunu incelenmek suretiyle tekrar teyid edilmesi gereklidir. Temel kavramlar #1 kısmında bahsedildiği gibi eğer programcı, herhan; bir eksene, veya aynı anda iki eksene, veya aynı anda üç eksene hareket verdirmek istediğinde; bu eksene uygun düşen harfin yanına verilecek hareket miktarının sayısal değerini yazmak zorundadır. Örneğin X ekseninin, kullanılan programlama moduna bağlı olarak (G90-mutlak-), program referans noktasından 35.535 mm uzakta olan bir konuma taşınması gerektiğinde programda (G90) X35.535 şeklinde bir kod vermesi gerekir. Benzer şekilde X ekseninin, bulunduğu noktadan (mevcut konumdan) 35.535 mm (X eksen doğrultusunda) uzakta olan noktaya hareket ettirilmesi için, (G91) X 35.535 şeklinde hareketin kodlanması gereklidir.



Sekil 1 - CNC Dik İşleme Merkezinde eksenler ve eksen hareket yönleri



Sekil 2- Kartezyen koordinat sistemi ve eksen isimleri, döner eksenler ve eksen isimleri

CNC Tezgahlarda lineer –dogrusal- hareket yapan eksenler X,Y, Z, U, V, W gibi eksen isimleri ile adlandırılırlar. Aynı şekilde döner tabla v.b. gibi ünitelerden ibaret olan döner eksenler de; A,B ve C şeklinde kendilerine özgü isimler ile anılırlar. Burada yeri gelmişse Kartezyen koordinat sisteminden ve Kartezyen koordinat sisteminde döner eksenlerin nasıl belirtileceğinden kısaca bahsedelim. Kartezyen koordinat sistemi, uzayda aralarında  $90^\circ$  (derece) açı bulunan üç düzlemin oluşturduğu koordinat eksenleri üzerinde tanımlanan sistemdir. Bu düzlemlerin kesişim noktası orijin noktası olarak adlandırılır. Kesişim noktalarında, her bir eksen doğrultusunda çizilen temel çizgiler ile oluşturulan koordinat sistemi Kartezyen koordinat sistemi adını alır. Bu eksenler üzerinde döner eksen bulunması halinde ise; bunlar sırasıyla X eksenindeki bir döner eksen A, Y eksenindeki bir döner eksen B ve Z eksenindeki döner eksen ise C şeklinde tanımlanır. Sekil-2’de Kartezyen koordinat sistemi ve bunlara ait olan döner eksenler gösterilmektedir. Şimdi bir basit test olarak burada gösterilen döner eksenlerin Sekil-1’de gösterilen döner eksenler ile uyumlu olmadığını kontrol ediniz. Görülmektedir ki yukarıda bahsedilen kurala uyarak eksen isimleri adlandırılmaktadır.

Sekil-2’de tanımlanan döner eksenlerde programlama sırasında, koordinat değerleri derece cinsinden belirtilir. Örnek olarak mutlak programlama modu kullanılmak suretiyle verilen (G90) B45.0 kodu, X ekseninde tanımlanan döner eksenin, eksen referans noktasına (iş parçası sıfır noktası) göre 45 derece dönmeye için verilen koddur.

### ***Eksnelere Ait Referans Noktaları***

CNC tezgahların çoğu; kullandığı eksenler üzerinde başlangıç veya referans pozisyonu olarak önceden tanımlanmış bir konumu **referans noktası** olarak kullanırlar. Kontrol sistemi imalatçıları bu konumu sıfıra gönderme pozisyonu, bazıları home(ev) pozisyonu bazıları ise grid zero (izgara sıfırı) olarak adlandırmaktadırlar. Her ne şekilde adlandırılırsa adlandırılınsın, çoğu kontrol sistemi imalatçıları sistemlerinde hareketleri verdirebilmek için, bu hassas referans noktasını kontrol esnasında kullanırlar. Her eksenin kendine özgü tanımlanan referans noktaları, *tezgah açıldığında tezgahın bu konumlara gönderilmesi suretiyle, tezgahın mekanik pozisyonu ile kontrol sisteminin pozisyonunun senkronize edilmesinde kullanılır.* (Senkronize kelimesi kontrol sistemindeki pozisyon değeri ile CNC tezgahındaki pozisyon değerinin çakıştırılması anlamında kullanılmıştır.) Bu sayede sistem pozisyonu ile tezgah mekanik pozisyonu bir uyumlu olur.

**Her bir eksen için tanımlanan bu spesifik referans noktaları, makinadan makinarya değişmektedir. Çoğu takım tezgahi imalatçısı firma, eksenlerin + konumlarının uç noktalarını referans noktası olarak tanımlarlar. Bununla birlikte kullanılacak olan CNC tezgah için, referans noktalarının nerelerde tanımlandığını tesbit etmek amacıyla, tezgah kullanım kılavuzuna başvurulmalıdır.**

### ***Makina Aksesuarları***

CNC tezgah programcisinin, önceden bilgi sahibi olması gerekli alanlardan üçüncüsü de; tezgaha monte edilen aksesuarlar hakkında bilgi sahibi olmasıdır. Bu aksesuarların bazıları, takım tezgahi imalatçısı tarafından yapılmış olabilir. Takım tezgahi imalatçısı tarafından yapılmış olan aksesuarların, tezgah kullanım kılavuzundan dikkatli bir şekilde incelenmesi gereklidir. Takım tezgah imalatçısı tarafından yapılmamış; buna mukabil tezgaha monte edilmiş olan aksesuarların ise, bunlara ait özel kullanım kılavuzlarında ayrıyeten dikkatli bir şekilde incelenmesi gereklidir. Bazı aksesuarlar ise makina harici aksesuarlar olabilir, bu durumda ise bunlara ait olan katalogların ve kullanım talimatlarının okunup gözden geçirilmesi gerekir.

İsleme merkezlerinde olması muhtemel olan CNC tezgah aksesuarlarına örnek olarak; prob sistemleri, takım boyu ölçme cihazlar ölçme sistemleri, otomatik palet degistiriciler, adaptif kontrol sistemleri, fener mili sogutma üniteleri, devir artiricilar v.b. gösterilebili

### ***Programlanabilir Fonksiyonlar***

CNC programcisi; aynı zamanda CNC tezgah ile birlikte gelen fonksiyonların, hangilerinin programlanabilir olduklarını ve bunlar ile ilgili olan komutları öğrenmek zorundadır. Düşük maliyetli bir CNC tezgahta çoğu makina fonksiyonları, manual olarak yapılmaktadır. Bazı CNC Freze tezgahlarında ise, programlanabilir fonksiyon olarak sadece eksen hareketleri göze çarpabilir. B CNC freze tezgahlarında, is mili devrinin ve dönme yönünün belirtilmesi, sogutma suyunun açılması ve takım degistirme işlemlerini operatör tarafından manual olarak yerine getirilmesi gerekmektedir.

**Üstün kontrol yapısına sahip kalbur üstü CNC tezgahlarda ise; aşağı yukarı herşey programlanabilir şekilde gelmekte, ve operatöre sadece iş parçalarını bağlayıp sökme gibi basit bir görev bırakılmaktadır. Program yazılıp işleme operasyonuna geçildiğinde, operatör diğer işleri yapmak için serbest kalmaktadır.**

**Kullanılacak olan CNC tezgahta hangi fonksiyonların programlanabilir, hangilerinin ise manual olarak kullanıldığını öğrenmek için, CNC tezgah kullanım kılavuzuna başvurulması gerekmektedir. CNC tezgahlarda ne çeşit programlanabilir fonksiyonlar olduğu konusunda bir fikir verebilmek amacıyla aşağıda bunlara ait kısa bir liste çıkarılmıştır.**

**İs mili Kontrolü. CNC tezgahlarda "S" is mili devrini belirtmede kullanılır. Is mili devrini belirtmek için "S" adresinden sonra sayısal bir değerin yazılması gerekmektedir. Örneğin S1500 şeklinde bir kod tezgahta programlandığında, is milinin 1500 dev/dak da döndürülmek istendiği anlaşılmaktadır. Is milini hangi tarafa döneceği M03 veya M04 kodları ile belirtilir. M03 kodu verildiğinde is mili saat ibresini dönüş yönünde, M04 kodu verildiğinde ise, saat ibresi dönüş yönünün tersi yönde döndürüleceği belirtilir. Is milinin dönmesini durdurmak için M05 kodu kullanılır.**

**Otomatik Takım Degistirici (İsleme Merkezleri).** İşleme merkezlerinde makinaya monte edilen takım degistirici (magazin) ile, takımın is miline takılacağı, T harfini takiben takım numarasının verilmesi suretiyle belirtilir. Çoğu CNC işleme merkezlerinde, takım degistirme işlemi M06 kodu ile yerine getirilir. Genel olarak işleme merkezlerinde iki tip magazin göze çarpar. Bunlardan birinci semsiye tipi (carousel- umbrella type) olarak adlandırılan magazin diğeri ise; Kol tipi –yandan - (arm type) magazin şeklindedir. Kol tipi magazin yapısında olan bir işleme merkezinde, sadece T kodu ve takım numarasının verilmesi suretiyle, takım magazinden beklenen konumuna alınır. Bunu takiben, ayrı bir program satırında M06 kodu verilmek suretiyle, takım bekleme konumundan is miline alınır. B operasyon semsiye tipi magazinlerde T kodunun yanında M06 şeklinde belirtilmesi suretiyle yerine getirilmektedir. *Buna mukab semsiye tipi magazinlerde, takım degistirme operasyonunun yerine getirilmesi için is milinin karşısında olan cepin kesinlikle boş olması gerekmektedir.* Aynı kural kol tipi magazinlerde yoktur. Bu sebeple kol tipi magazinlerde, takım degistirme operasyonu semsiye tipindeki magazinlere oranla biraz daha hızlıdır. Ve genel olarak kol tipi magazinler semsiye tiplere oranla, daha fazla takım taşıma kapasitesine sahiptir.

**Sogutma Suyunun Kontrolü.** CNC tezgahların tamamında M08 kodu sogutma suyunu açmak amacıyla kullanılmaktadır. Eğer işleme merkezine kılavuz yağı ünitesi monte edilmiş ise, kılavuz yağı ünitesinin kodu ise genelde M07 şeklinde verilir. Her iki ünitenin de kapatma kodu M09 kodudur.

**Otomatik Palet Degistirici.** Her ne kadar genel bir kural olmasa da M60 kodu palet degistirme kodu olarak kullanılır. M61, A paletinin hazırlık bölgesinden çalışma bölgesine alınması, M62 kodu, B paletinin hazırlık bölgesinden çalışma bölgesine alınması amacıyla kullanılmaktadır.

### ***Diğer Programlanabilir Fonksiyonlar***

Belirtilen gibi, programlanabilir fonksiyonlar makinadan makinaya değişmektedir. Gerçek programlama komutları da; aynı şekilde makina imalatçısından imalatçısına değişecektir. Kullanılacak olan CNC takım tezgahı ile, ne tip programlanabilir fonksiyonların tanımlandığını ve bunları kontrol eden M kodlarının neler olduğunu, kullanım kılavuzlarının incelenmesi suretiyle kontrol edilmesi gereklidir. Yaygın olarak, M kodları takım tezgahı imalatçisi tarafından, kullanıcı vasıtasıyla programlanabilen ON/OFF (aç/kapa

fonksiyon anahtarları olarak kullanılır. CNC programının hazırlanması sırasında, bu programlanabilir fonksiyonlara gereksinim duyulmaktadır, bu sebeple bunların önceden bilinmesi gerekmektedir.

**Sonuç :** Bu bölümde CNC tezgahlara ve genel olarak CNC işleme merkezlerine operatör bakış açisi ile nasıl bakılacağı değerlendirildi. Bahsedildiği gibi, CNC tezgahi programlamaya başlamadan önce tezgahın genel yapısının detaylı olarak incelenmesi, verimli olarak parça işleme programı yazabilmesini anahtarıdır. Araba kullanmayı bilmeyen bir elemanı, Formül 1 yarışlarına katılmaya zorlamanın peşin akil kari bir şey olmayacağı gibi, tornacılığı bilmeyen bir elemana CNC torna kullanmayı öğretmek frezecilikten anlamayan bir elemana da, CNC Freze veya CNC İşleme Merkezi kullanmayı öğretmek peşin akil kari değildir.

Gelecek bölümde CNC tezgahlarda kullanılan hareket tipleri ve interpolasyonlardan bahsedeceğiz.

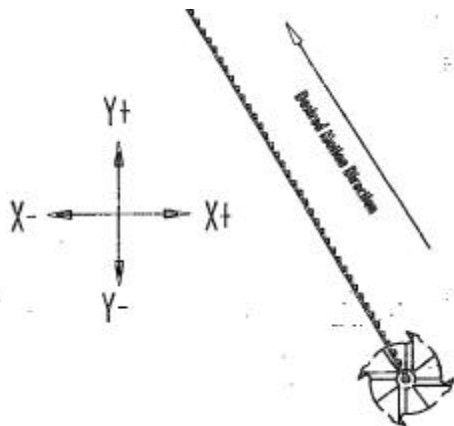
## CNC Hareket Tiplerinin Anlaşılması

Temel Kavramlar #1 bölümünde, Kartezyen koordinat sisteminin kullanılmasıyla eksen hareketlerinin bitiş noktalarının, programcının nasıl kod olarak verildiği üzerinde durulmuştur. Temel kavramlar #1 bölümünde, her bir hareket için **CNC tezgahın takım hareketinin ait bitiş noktası pozisyonlarını** nasıl belirlediği konusu üzerinde durulmuştur. *CNC takım tezgahlarında hareketi etkin bir şekilde kumanda edebilmek için, bitiş noktası pozisyonlarının haricindeki bir takım kavramlarına da gereksinim duyulmaktadır.*

CNC kontrol sistemi imalatçıları, hareket komutlarının mümkün olan en basit şekilde programcı tarafından kodlanabilmesi amacıyla oldukça büyük çaba harcamaktadırlar. CNC tezgahlardaki temel hareket tipleri yaygın olarak kullanıldıklarından dolayı; CNC kontrol sistemi imalatçılarının sunmuş olduğu interpolasyon fonksiyonları sayesinde, CNC tezgah kullanıcılarına değişik tipte interpolasyon (CNC tezgahın verilen iki nokta arasında geçiş şekli) yaptırma imkanı tanınmaktadır.

### Interpolasyonun Nedir?

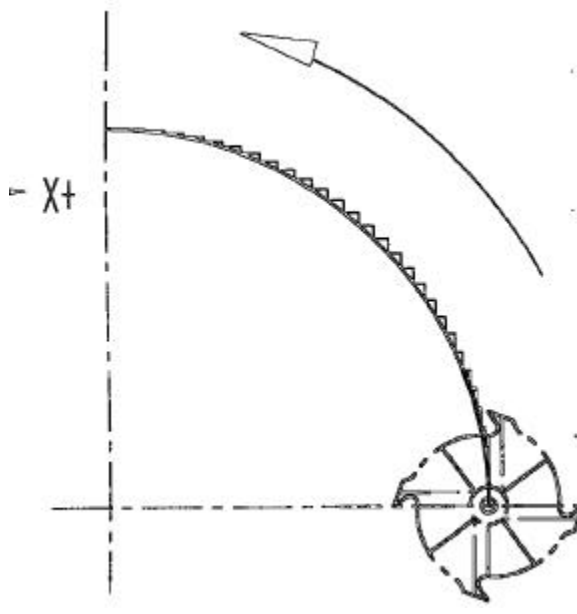
Örnek olarak, programda verilen bir komut vasıtasıyla, sadece lineer eksenlerde tezgahi hareket ettirmek istediğimizi varsayalım. X eksenini program sıfırından itibaren pozitif tarafta 10 mm olan bir konuma hareket ettirmek isteyelim. Bu takdirde, X10.0 şeklindeki bir kodun (mutlak mod kabul edilmekte) programda belirtilmesi gerekmektedir. Bu hareket esnasında, makine tamamiyle doğru bir çizgi boyunca verilen noktaya hareket edecektir (Sadece tek eksen hareketi olması sebebiyle). Şimdi program sıfır noktasından 10.0 mm yukarıda olan bir pozisyonu da hareket kodunun içinde (X hareketi ile birlikte) buldurmak istediğimizi varsayalım. Bu komut kullanılmak suretiyle konik bir hareket verme veya iş parçası üzerinde bir pah kırma işlemi yapılabilir. **Kontrol sisteminin programlanan bitiş noktasına tam-tamamıyla doğru bir çizgi boyunca gidebilmesi için, X ve Y eksen hareketlerinin mükemmel bir şekilde senkronize (es zamanlı hareket) edilmesi gerekir.** Aynı şekilde, eğer hareket esnasında bir işleme operasyonu yerin getirilecek ise, **kızak eksenlerinin ilerleme oranı (işleme hızı) da aynı şekilde belirtilmek zorundadır.** Bu ancak lineer interpolasyon vasıtasıyla yapılabilir.



Sekil 1- Lineer interpolasyonda eksen hareketleri

Lineer interpolasyon ile, takım hareket başlangıç noktasından bitiş noktasına, başlangıç noktası ile bitiş noktasını birbirine bağlayan bir doğru boyunca, mümkün olan en küçük hata ile bu doğru üzerinde kalacak şekilde, verilen eksenler boyunca küçük artım birimleriyle hareket sağlayarak, kontrol sistemi tarafından hareket ettirilir. Günümüzün CNC takım tezgahları ile, takım tezgahının hassas bir şekilde lineer hareket yapabilmesi imkan dahilindedir (0.001 mm veya 0.0001mm). Lineer interpolasyon esnasında CNC kontrol sisteminin gerçekte nasıl bir hareket ile programlanan yolu takip ettiği Şekil 1- de gösterilmektedir.

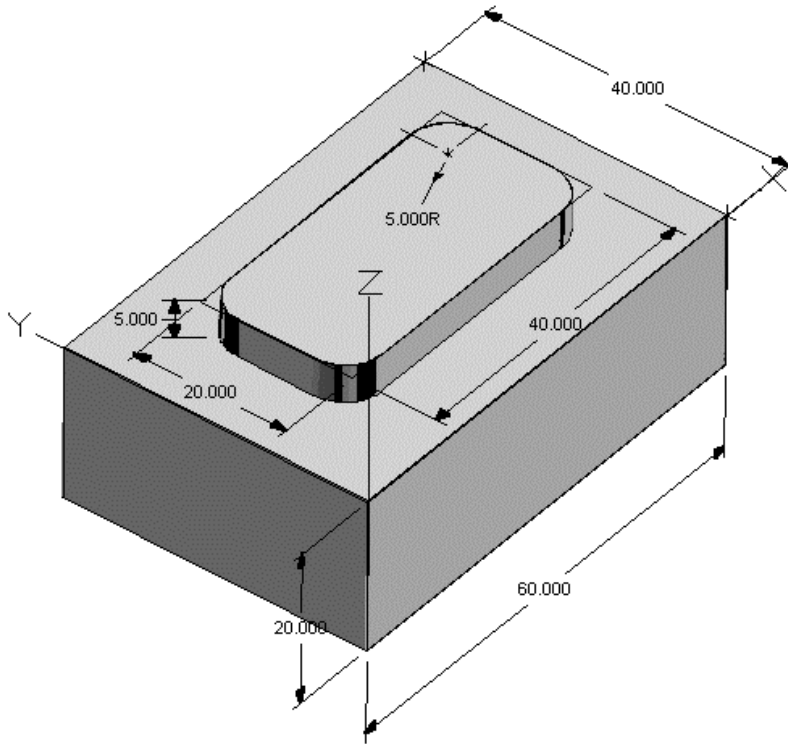
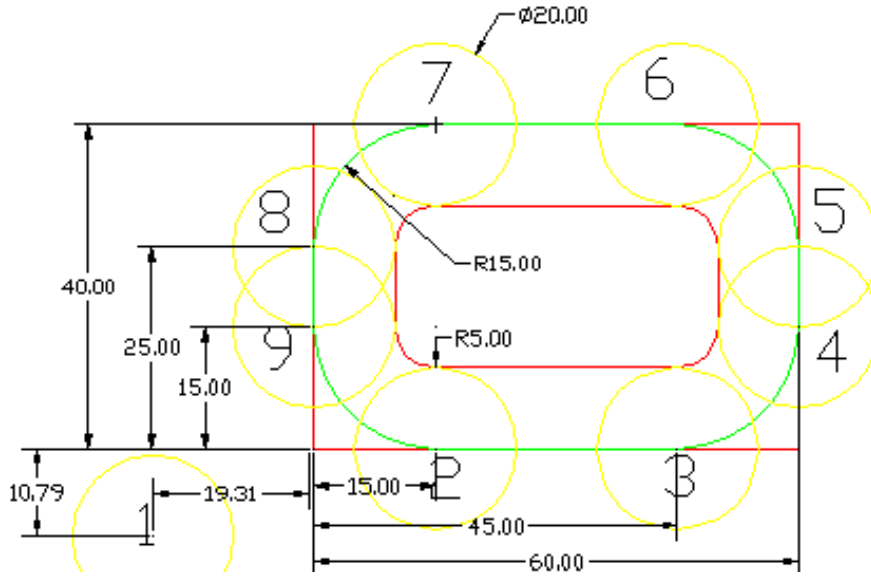
Benzer şekilde CNC takım tezgahlarındaki bir çok uygulama, takım tezgahının dairesel hareketleri yerine getirebilme kabiliyetine sahip olmasını gerekli kılmaktadır. Dairesel interpolasyon gerektiren uygulamalar arasında, tornalarda yarıçap vermek suretiyle bir eğrinin işlenmesi, radius verme; işleme merkezlerinde ise konturlar üzerinde bulunan eğrisel yüzeylerin frezelenmesi v.b. gösterilebilir. Bu türdeki bir hareket Dairesel interpolasyona gereksinim duymaktadır. Lineer interpolasyonda olduğu gibi, kontrol sistemi programlanan dairesel yol üzerinde takımın minimum hata ile gezmesini temin etmek için üzerine düşen görevi yerine getirir. Şekil 2 de CNC kontrol sisteminin dairesel interpolasyon esnasında eksenlere nasıl bir hareket verdirdiği gösterilmektedir.



Şekil 2- Dairesel Interpolasyonda eksen hareketleri

Takım tezgahının kullanım alanına bağlı olarak, takım tezgahi ile birlikte diğer interpolasyon tiplerinin de bulunabileceği şekilde tutulmalıdır. Bunlar arasında göze çarpanlar Helisel interpolasyon, spline (yıla eğri) interpolasyonu, ve dişli profili şekli olan involute (evolvent) interpolasyonu gösterilebilir. CNC kontrol sistemi imalatçıları kontrol sistemlerinin kolay programlanabilecek bir yapıya sahip olabilmesi için ellerinden geleni yapmaktadırlar. Örneğin çoğu işleme merkezi kullanıcıları, vida açma operasyonlarını sahip oldukları makina üzerinde yerine getirebilmektedirler. Vida açma esnasında (helisel interpolasyon), takım tezgahi iki eksen boyunca dairesel hareket yaparken (genel olarak X ve Y), üçüncü ekseninde de lineer hareket yapar (genellikle Z). Bu şekildeki bir interpolasyon vida helisinin işlenmesini mümkün kılabilir. CNC tezgah kullanıcılarının bu türdeki bir fonksiyona gereksinimleri olabileceği düşüncesi ile CNC kontrol sistemi imalatçıları bu özelliği ek olarak Helisel Interpolasyon adı altında sunarlar.

Torna tezgahlarında tarette monte edilen tahrikli takım kullanılması, ayna sisteminin ek bir eksen vasıtasıyla (C eksenini) kontrol edilebilmesi, polar koordinatların kullanılması suretiyle iş parçası çevre boyunca frezleme işlemi yaptırılabilir. Bu türdeki bir interpolasyon polar koordinat interpolasyonu olarak adlandırılır. Konumuz dışında olduğundan dolayı fazla değinilmeyecektir.



Sekil 3- Üç farklı hareket tipinin gösterildiği örnek parça ve programı

Bu özel örnekte, bir iş parçası etrafında frezeleme işlemi yapmaktayız. Freze olarak 20 mm çapında bir parmak freze kullanmakta ve parmak frezenin hesaplanan merkez koordinatları kullanılmak suretiyle programı oluşturmaktayız. Program takım hareketinin 1...8 sırasında olacak şekilde işleme operasyonu yapılacağına göre yazıldığında aşağıda gösterilen program kodu elde edilir. Sonradan temel kavramlar #4 kısmında iş parçası konturunun programda gerçek bir şekilde verilmesi üzerinde duracağız.

NOT: PROGRAM TAKIM MERKEZİ KOORDİNATLARINA GÖRE YAZILMIŞTIR!

%  
O2 (Program numarası)  
N005 G54 G90 S350 M3 (koordinat sisteminin, mutlak mod seçimi, iş miline devir verme ve döndürme)  
N010 G00 X-19.31 Y-10.79 (1 nolu pozisyona hızlı hareket)  
N015 G43 H01 Z-5. (takım boyu telafisini verme ve referans yüzeyden 0.25 inç aşağıya hızlı hareket)  
N020 G01 X15.00 Y0.0 F3.5 (2 noktasına doğrusal hareket ile işleme)  
N021 G01 X45.0 (3 noktasına doğrusal hareket)  
N025 G03 X60. Y15. R15.0 (4 noktasına dairesel hareket)



N030 G01 Y25.	(5 noktasına dogrusal hareketle isleme )
N035 G03 X45. Y40. R15.0	(6 noktasına dairesel hareket ile isleyerek gitme)
N040 G01 X15.0	(7 noktasına dogrusal hareketle isleme )
N045 G03 X0.0 Y25.0 R15.0	(8 noktasına dairesel hareket ile isleyerek gitme)
N050 G01 Y15.0	(9 noktasına dogrusal hareket)
N055 G03 X15. Y0.0 R15.0	(1 noktasına dairesel hareket)
N060 G00 Z5.0	(Takimi geri cikarma)
N065 G28 G91 Z0	(Takimi Z eskeninde sifira gonderme)
N070 M30	(Program sonu, basa don)
%	

Her ne kadar bu program ile verilen kodlarin tamamini anlamasaniz dahi, hareket komutlari (G00,G01,G02 ve G03) verildigi durumda ne oldugu uzerinde yogunlasmaya calisin. Parantez icinde belirtilen mesajlar her bir kod blogu ile ne ifade edildiginin anlasilmasi amaciyla yazilmistir.

### ***Yaygin Olarak Kullanilan Üç Temel Hareket Tipi***

Her ne kadar yeni kontrol sistemleri cesit olarak fazla sayida interpolasyon fonksiyonu saglasa da; CNC kontrollerin hepsinde kullanilan interpolasyon tiplerini öncelikli olarak bir gözden geçirelim. Her bir interpolasyon tipini kısa bir sekilde tanımladıktan sonra, yukarid verilen program örneğini bir daha inceleyin.

**Bu hareket tiplerinde ortak olan iki temel düşünce vardır:** İlk olarak bunlar modaldir. Modal kelimesi, ayi türden baska bir komut belirtilene kadar aktif olan kod anlamina gelir. **Örneğin, ardarda ayni tiptel hareketler verilecek ise, bu harekete uygun düşen G kodu ilk komutta belirtilir, diger kodlard belirtilmesine gerek yoktur.**

İkinci olarak, **hareketin bitis noktası her bir hareket kodunda belirtilmek zorundadır.** Bu bitis koordinatlari, tezgahin mevcut pozisyonu baslangıç pozisyonu olarak alinir.

### ***Hızlı Hareket (Ayni Zamanda Pozisyonlama Olarak da Adlandırılır)***

Bu hareket tipi ile, tezgah programda verilen hareket koduna (bitis noktası) **tezgah imalatçisi tarafından tesbit edilen hızda (bost hareket hızı) gider. İşleme çevrimi esnasında takımın kesme yapmadığı konumlarda işleme zamanının azaltmak amacıyla belirtilir.** Hızlı hareketin yaygın olarak kullanıldığı yerler takımın kesme konumuna pozisyonlandırılması, takımın kesme konumunda uzaklastirilması, sıkma aparatları ve diger engeller arasında hızlı bir sekilde takimi hareket ettirmek, ve program esnasında kesme hareketinin olmadığı diger kısımlar gösterilebilir. Tezgahin bosta hareket hızının ne olduğu takım tezgahi kullanım kılavuzu incelenme suretiyle tesbit edilebilir. Bir örnek olarak 10 000 mm/dak verilebilir. Genel olarak bu hız degeri son derece yüksektir (bazı makinalar 25 400 mm/dak). Bu sebeple programlama esnasında yapılan hızlı hareket kodlarının test edilmesi sırasında operatörün son derec dikkatli olması gerekir. Çok şükür ki; çoğu CNC takım tezgahi imalatçisi operatör paneline koyduklari bir anahtar vasitesiyle operatörün bu hız degerini azaltmasına imkan tanımaktadır. **Tüm CNC takım tezgahlarında hızlı hareketi program içind belirtmek için G00 (G0) kodu kullanılmaktadır.** Programda hızlı hareket ile pozisyonlama yapmak için G00 kodunun yanına hareket edilecek noktanın bitis noktası koordinatlari eklenir. Örneğin programda mutlak modda(G90) G00 X150. Y200. kodu verildiği takdirde tezgah program sifir noktasından X ekseninde 150 mm, Y ekseninde 200 mm uzakta olan noktaya hızlı hareket ile pozisyonlandırılır.

Hızlı hareket kodu aynı anda iki veya üç eksen de verildiği durumda eksenlerin ne tür hareket yapacağı konusunda kontrol sisten imalatçileri arasında farklılık bulunmaktadır. Çoğu kontrol sistemlerinde, makina tüm eksenlerde mümkün olan en yüksek hızda gidece sekilde, hareket eder. Bu durumda, diger eksenler verilen pozisyona ulasmadan evvel eksenlerden bir tanesi hedef pozisyona varacaktır (non-interpolation type positioning). Bu sekildeki bir hızlı hareket kodunda, hızlı hareket esnasında dogrusal bir hareketten söz edilemez ve programcinin bu hareketi vermesi halinde, eksen hareketi sırasında bir engel ile karsilasilip karsilasilmayacağına dikkat etmesi gerekir. Bazı kontrol sistemlerinde ise, aynı anda birden fazla eksen hareketinin G0 hızlı hareket kodu ile verilmesi durumunda eksenler dogrusal olarak hareket eder (interpolation type positioning). Fanuc ve Mitsubishi kontrol sistemlerinde bu hareket tipi parametre ile ayarlanabilmektedir.

### ***Dogrusal Hareket***

Linear interpolasyon konusunda önceki bahislerde belirttiğimiz gibi, bu hareket tipi, takım tezgahi eksenlerinin tamami-tamini dogrusal hareket yapacak sekilde kumanda edilmesini sağlar. Bu hareket tipi aynı zamanda hareket esnasında programciya işleme hızını (feedrate-ilerleme oranı) belirtilmesine de imkan tanır. Dogrusal hareket, delik delme, yüzey frezeleme, kanal açma, konik işleme v.b gibi dogrusal kesme işleminin gerekli olduğu her yerde kullanılabilir.

Kızak ilerleme hızının (işleme hızı) programlanması, makina tipine göre farklılık gösterir. Genel olarak işleme merkezlerinde işleme hızı mm cinsinden dakikadaki ilerleme miktarı olarak belirtilirken, CNC tornalarda bu deger devir başına mm cinsinden ilerleme miktarı olarak belirtilmektedir.

**Dogrusal hareketi belirtmek için G01 kodu kullanilir. Kodun dogru bir sekilde kullanilabilmesi için; G0 kodunu takiben bitis noktası koordinatlarının, kodun baslangicina kadar ilerleme degeri belirtilmemis ise F ile ilerleme degerinin de verilmesi gerekir. Örnek G01 X20. Y25. F200.**

### ***Dairesel Hareket***

Bu hareket tipi CNC tezgah eksenlerinin daireysel yol seklinde hareket etmesini saglar. Dairesel interpolasyonu tanitirken belirttigimi gibi, bu hareket tipi isleme operasyonu esnasında daireysel hareketlerin yaptirilmesi amacıyla kullanilir. Su ana kadar ilerleme hakkında belirttigimiz her sey bu hareketde de geçerlidir.

Dairesel hareket için iki farklı G kodu kullanılmaktadır. G02 kodu ile saat ibrelerinin dönüş yönünde bir daireysel hareket yaptirilirken G03 kodu ile saat ibrelerinin dönüş yönünün tersi yönde bir daireysel hareket yaptirilir. Hangi kodun kullanılacağını belirlemek için, takimin bulunduğu mevcut konumdan, hareket edilecek noktaya doğru yarıçapı belli olan bir yay çizilir. Dairesel interpolasyonda takir bu yay üzerinde kalacak şekilde hareket eder. Eger bu yay saat ibrelerinin dönüş yönünün tersi yönde olacak şekilde bir hareketi CNC tezgaha verdirecek ise, G03; tersi yönde yani saat ibreleri dönüş yönünde bir hareket verdirecek ise G02 kodu kullanilir.

**Ek olarak daireysel hareket, bir şekilde, takimin üzerinde hareket edeceği yay yarıçapının verilmesi gerekli kilar. Yeni CNC kontrol sistemlerinde bu “R” adresini takiben bir sayisal degerin verilmesi suretiyle belirtilmektedir. Eski kontrol sistemlerinde ise, yön vektörleri (I, J ve K olarak belirtiler kullanılmak suretiyle kontrol sistemin yay merkezinin yeri tarif edilir. Yön vektörlerinin nas programlandigina göre kontrol sistemleri farklılık arzettiginden, ve yarıçapı “R” ile belirtmek çok dah popüler olduğundan dolayı, bundan sonraki bahislerde geçecek olan daireysel interpolasyonda yay yarıçapı “R” cinsinden belirteceğiz. Yön vektörleri hakkında daha fazla bilgi almak için, kontrol sistemi kullanir kilavuzuna başvurulmalıdır.**

## **Kompansasyon (Telafi) tipleri**

CNC takım tezgahlarının tamamında, isleme programının olusturulabilmesi için, bazı durumlarda kompanzasyon (telafi) fonksiyonunu kullanılması zorunluluğu vardır. Kompanzasyon fonksiyonları tezgah tipine göre değişik şekilde tatbik edilir. Kompanzasyon fonksiyonları CNC tezgah programcisina, programlama öncesi tahmin edilemeyen takım boyu, is parçası sifir noktası, takım yarıçapı degeri v.s. gibi, bir takım degerlerin; telafi degeri olarak verilmesini ve programın direkt olarak, is parçası program degerlerine gör yazılmasını saglar.

### ***Kompanzasyon (Telafi) Nedir?***

CNC telafilerini elektronik hesap makinasındaki bellekler gibi düşünebilirsiniz. Eger hesap makinasınızda belirli hesaplama sonuçlarının önceden kaydedildiği depolama yerleri (bellek) varsa; hesaplama sırasında bu sabit bellek bölgelerine, bazı degerleri kaydedebilirsiniz. Hesap makinasında sonradan isler yaparken, daha önceden kaydedilmiş olan bir deger ihtiyacı duyulduğunda, bu deger hesap makinası belleğinden direkt olarak çağrilip, yeni islem içinde rahatlıkla kullanılabilir. Elektronik hesap makinasındaki bellekler gibi, CNC kontrol sistemindeki telafiler de sayisal degerlerin kaydedilebileceği yerlerdir.

### ***Telafi Tipleri***

Telafiler takım tezgahi tipine ve kullanım alanına bağlı olarak çok çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Aşağıda telafilerin bazıları ve yaygın uygulama alanları gösterilmektedir.

Her bir takımın boyunu belirtmek için. Isleme merkezi uygulamaları için, programda kullanılan her bir takımın boyunu önceden hassas bir şekilde kestirebilmek programci için oldukça zordur. Takım boy telafisi, program yazılırken her bir takima ait olan takım boyu degerlerinin göz ardı edilip programı yazılmasına imkan tanir. Genel olarak takım boyu telafisi şu şekilde kullanilir: Takım boy kompanzasyon fonksiyonu vasitasiyla sanki is milinde hiç bir takım yokmuş gibi, program is parçası koordinatlarına her bir takım için takım degistirme kodları v.s. gibi operasyonların da belirtilmesi suretiyle yazilir. Sonra program içine takım degistirme kodundan sonra her bir takima ait telafi numarası ve kompanzasyon kodu eklenir. Böylece her bir takım is parçası koordinatlarında belirtilen bo

değerlerinde işleme operasyonu yapar. Eğer kompanzasyon kodu ve telafi numarası belirtilmezse, takım 1 parçası koordinatlarında belirtilen boy değerlerinde işlem yapmak yerine farklı boy değerlerinde işler yapar. Takım boyu kompanzasyon fonksiyonunun kullanılabilmesi için iş parçası ayar operasyonları sırasında, her bir takım boyu ayrı ayrı ölçülür ve ölçülen boy değerleri telafi sayfasında boy kısmına karşı gelen telafi numaralarına yazılır.

Kesici takımın yarıçapını belirtmek için. Su ana kadar bahsedilen programlama kısımlarında, programı sadece takım merkezine göre nasıl yapılacağı konusunda örnekler verilmisti. Buna karşılık işlem merkezlerinde, matkap v.s. gibi delik delme takımları ile yapılan delik işlemleri dışında, her bir takımın çap değerinin programlama sırasında hesaba katılması gereklidir. Örneğin 10 mm çaplı bir parmak frez ile çevre dolanma işlemi yaptırılacağı zaman, işleme programının yazımı sırasında takım yarıçapı olan mm değerinin de hesaba katılması gereklidir. Takım yarıçapının da program yazımı sırasında hesaba katılması basit programlama işlemleri için ufak tefek hesaplama işlemleri dışında ekstra bir külfet getirmese de; parça şeklinin karmaşık olduğu işleme operasyonları ile karşılaşıldığında oldukça büyük bir hesaplama külfeti getirmektedir. Bu hesaplama külfetinden kurtulmanın bir yolu, programın direkt olarak takım merkezini hesaba katarak, iş parçası boyutlarına göre yazılması ve takım yarıçap değerini kaydedildiği telafi numarasının ve takım yarıçapını kompanze etmek için yarıçap kompanzasyon kodunun program içinde belirtilmesidir. Bu fonksiyon ek olarak kesici takım çapında bir asına olduğunda telafi değerinin değiştirilmesi suretiyle, programda herhangi bir değişiklik yapmadan parçanın hassas olarak işlenmesini sağlar.

Hazırlık işlemlerini yapan operatör, her bir kesici takımın yarıçap değerini telafi sayfasında uygun olan bölgelere (telafi numaraları) girer.

Program sıfırını atamak için. Fikstür telafilerine sahip olan işleme merkezleri (aynı zamanda koordinat sistemi kaydırma olarak da adlandırılır) kullanıcıya telafiler vasıtasıyla program sıfır noktasını atanmasına imkan tanır, böylece program sıfır değerinin program içinde atanması önlenmiş olur.

### **Telafilerin Organizasyonu**

Bazı CNC kontrol sistemlerinde, telafilerin organizasyonu çok açık bir şekilde anlaşılabilir. Bazı işleme merkezi kontrol sistem imalatçıları, takım numarasını takım telafi numarasına otomatik olarak atamaktadırlar. Bu şekildeki bir makine ile, 1 nolu takıma takım numarası programda komut olarak verildiği zaman, kontrol sistemi otomatik olarak 1 nolu telafi numarasını takıma atar. 1 nolu telafide, kullanıcı takım boyu değerine ek olarak takım yarıçap değerini de kaydedebilir. Şekil 1 de bu tip bir işleme merkezinde telafiler tablosu gösterilmektedir.

#	X	Z	R	T
1				
2				
3				
4				
5				
...				
...				
...				
99				

#	Değer
1	
2	
3	
4	
5	
...	
...	
...	
99	

#	Boy	Çap
1		
2		
3		
4		
5		
...		
...		
...		
99		

ize etmek için kullanılır. Şekil 1'deki tablodaki tablo telafi pozisyonlarında hem boy hem de çap değeri belirtilmektedir. Orta kısımda olan tablo ise, her bir telafinin de karmaşık olarak kullanıldığı tablo yapısı gösterilmektedir. CNC tornalarda kullanılan telafi tablosu ise sol kısımda gösterilmektedir.

Fakat kontrol sistemlerinin tamamı, telafileri bu kadar basit bir yapıda olacak şekilde organize etmemektedir. Bazılarında her bir telafi numarası bir değer ihtiva eder ve telafi numarasının takım istasyon numarası ile herhangi bir ilişkisi yoktur. Bu durumda, hangi telafilerin hangi takım numaraları için kullanılacağı önceden programcı tarafından belirlenmesi gerekir.

Örneğin takım boyu kompanzasyonu telafi numaraları takım istasyon numaraları ile aynı olacak şekilde seçilebilir. Kesici takım yarıçap kompanzasyonu telafi numaraları ise, takım istasyon numarası + takım tezgahında bulunan takım sayısından büyük bir sayı, toplamında elde edilen değerden başlayacak şekilde seçilebilir. Eğer takım tezgahı 25 istasyona sahip ise, 1 nolu takıma ait olan takım boy

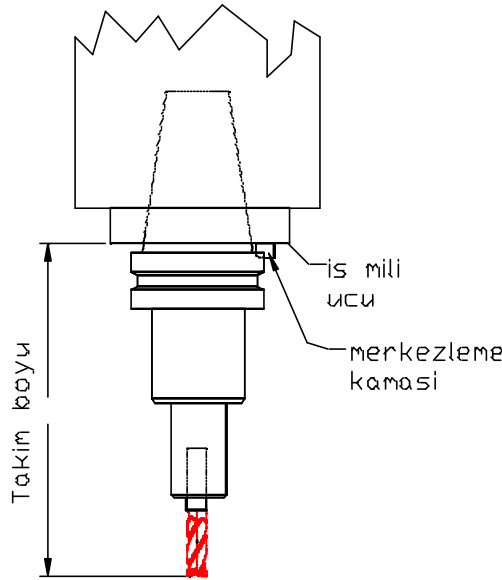
değerinin telafi sayfasında 1 nolu kısma girilmesi ve 1 nolu takıma ait olan yarıçap değerinin ise 31 nolu istasyona girilmesi sağlık olabilir. Telafilerin bu şekilde organize edilmesi suretiyle programcı ve operatör birbirleri ile daha rahat iletişim kurabileceklerdir. Sek 1 de orta kısımda gösterilen telafi tablosu bu tip bir işleme merkezine ait olan tablodur.

### **Kompanzasyon Tipleri**

Şimdi kompanzasyon tipleri hakkında biraz daha detaylı bahsedelim. Hatırda tutulması gerekir ki, b fonksiyonların gerçek kullanımı makinadan makineye dramatik bir şekilde değişirse de her bir kompanzasyon temel olarak burada bahsettiğimiz kurallara bağlı kalmaktadır. Kompanzasyon tipini niçin gerekli olduğunun ve bunların özel bir kontrol sistemine nasıl uygulandığının temel olarak anlaşılması suretiyle, bunları diğer CNC kontrol sistemlerine rahatlıkla adapte edebiliriz.

### **Takim Boyu Telafisi**

Bu işleme merkezi kompanzasyon tipi programcıya program yazımı esnasında her bir takıma ait boy değerinin göz ardı edilip programı yazılmasına imkan tanır. Her bir takıma ait gerçek takım boyunu bilmek ve can sıkıcı bir şekilde Z eskeni pozisyonunu takım boyunu d göze katmak suretiyle hesaplamak yerine, programcı sadece takımın ilk yaptığı Z eksenini hareketinde takım boyu kompanzasyonun kullanılarak programı takımın uç noktasına göre rahatlıkla yazabilir.



Sekil 2- Takim boyu

telafisini belirtmede kullanılan yöntem

Hazırlık işleminde, operatör telafi sayfasında uygun telafi numaralarına gerçek takım boyu değerini girer. Bu kuskusuz, takımın boyunun öncelikli olarak ölçülmesini ifade eder. Eğer takım boyu kompanzasyonu sık sık kullanılacak ise, takım boyu ölçme işleminin makinadan ayrı olarak bir aparat vasıtasıyla yapılması v elde edilen takım boyu değerlerinin telafi sayfasında uygun yerlere kaydedilmesi hazırlık zamanını azaltmak açısından uygun yoldur. Sekil 2 de takım boyu kompanzasyon değerinin belirlenmesinde kullanılan popüler bir metod gösterilmektedir. Bu metod ile, takım boyu kompanzasyon değeri sadece takımın gerçek boyu şeklinde verilmektedir.

Takim boyu kompanzasyonunu programda belirtmek için kullanılan kod G43 şeklindedir. G43 kodu ile birlikte programcı takım boyu kompanzasyon değerini telafi sayfasında hangi numaralı telafiye girmiş ise bu telafi numarası değeri de H kodu kullanılarak belirtilir. Aşağıda iş parçası üzerinde iki farklı delik işleme operasyonunun iki farklı takım ile yapıldığı bir işleme merkezi programı verilmektedir. Program sadece 12 mm'lik bir matkap ile iki adet delik delmektedir. N020 ile N055 satırları (cümle-blok) arasında takım boyu kompanzasyonunun kullanıldığına dikkat ediniz.

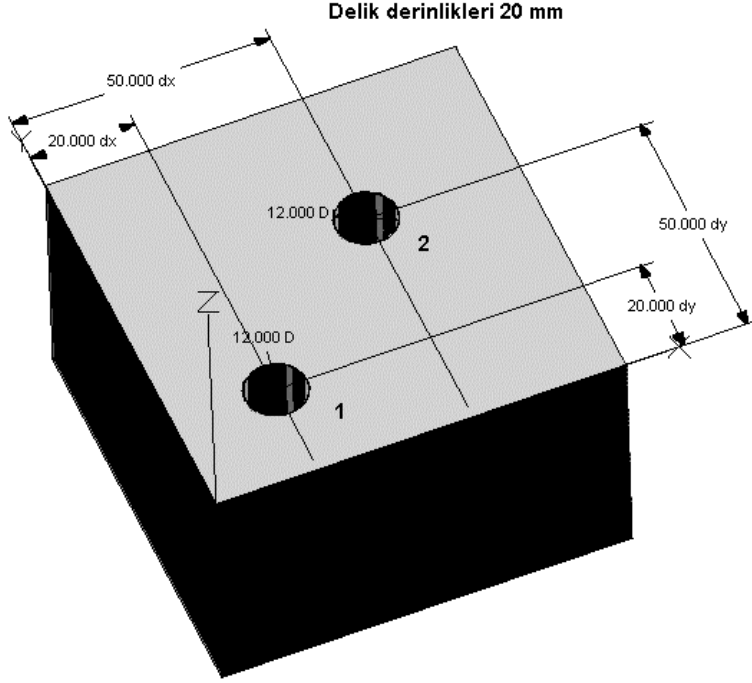
Belirtildiği gibi, kullanım açısından bu özellik dramatik bir şekilde tezgahın tezgaha değişmektedir. Bu amaçla tezgah kullanıcının kılavuzları incelenerek takım boyu kompanzasyonunun nasıl belirtildiği öğrenilmelidir.

### **Takim Boyu Kompanzasyonu ile Ölçülendirme**

Önceki kısımlarda bahsettiğimiz gibi, nisancı ilk atışını yapmadan evvel başlangıç ayarını doğru bir şekilde yaptığını önceden kestiremez. Benzer biçimde, CNC operatörü de vermiş olduğu takım boyu kompanzasyon değerinin tam tamlama doğru olduğunu ilk iş parçası işlenip bitirilene kadar bilemeyecektir.

**Farzedelim ki takım boyu ölçme işlemi doğru bir şekilde yapılmamış olsun. Ölçme işlemi esnasında operatör takımın 60.325 mm uzunluğunda olduğunu tespit etsin. Fakat takımın gerçek boyu ise 60.12 olsun. Bu durumda takım Z ekseninde istenilen boy derinlik değerinde işleme yapamayacaktır. İşlem**

operasyonu sonrası, bu boy farkından kaynaklanan son derinlik ayarı programda değeri değiştirme yerine takım boyu kompanzasyon telafi numarasında kaydedilen değerin değiştirilmesi suretiyle yapılır. Eğer istenen derinlik olması gerekli değerden az ise, takım boyu telafisi değerinden bu fark değerini çıkarılması suretiyle elde edilen değer telafi sayfasında o takıma ait olan telafi numarasına ait değer girilir. Aynı şekilde derinlik değeri istenen derinlik değerinden fazla ise telafi numarasında kayıtlı olan takım boyu telafi değeri fark değeri kadar artırılır.



O21  
N005 T01 M6  
N010 G54 G90 S400 M3

Program numarası  
1 nolu takım çağırma ve değiştirme  
Koordinat sistemi seçimi, mutlak mod, is miline devir verme ve döndürme

N015 G00 X 20. Y20.  
N020 G43 H01 Z3. M08

İlk delik pozisyonuna takimi pozisyonlama  
1 nolu takım boyu telafisi verme ve takimi 3 mm mesafede pozisyonlandırma

N025 G01 Z-20. F80  
N025 G00 Z3. M09  
N030 G91 G28 Z0 M05

Suyu açma ve delik delme  
Takimi geri çıkarma  
Takimi sifıra gönderme (takim değiştirme pozisyonu), is milini durdurma

N035 T2 M6  
N040 G54 G90 S400 M3

2 nolu takım çağırma  
Koordinat sistemi seçimi, mutlak mod, is miline devir verme ve döndürme

N050 G00 X50. Y50.  
N055 G43 Z3. H02 M08

İkinci delik pozisyonuna takimi pozisyonlama  
2 nolu takım boyu telafisi verme ve takimi 3 mm mesafede pozisyonlandırma

N060 G01 Z-20. F100.  
N065 G00 Z3. M09  
N070 G28 G91 Z0. M5

Suyu açma ve delik delme  
Takimi geri çıkarma  
Takimi sifıra gönderme (takim değiştirme pozisyonu), is milini durdurma

M30

Program sonu

**Bazı durumlarda, takım boyu değeri doğru bir şekilde ölçülse dahi, makinadan ve işleme operasyonunda kaynaklanan problemler dolayısı ile takım istenilen derinlikte işleme operasyonunu yerine getirmeyebilir. Örneğin iş parçası veya tesbit aparatı biraz zayıf ise, işleme esnasında takımdan gelen işleme kuvve dolayısı ile iş parçası deforme olabilir.**

**Kritik yüzeylerin işlenmesinde veya takımdan kaynaklanan kesme kuvvetleri önceden tahmin edilemiyorsa, operatör ilk olarak takım boyu telafisine ait değeri bir miktar artırarak son operasyon için bir miktar kalacak şekilde işleme operasyonu yerine getirir. İşleme sonrası operatör, işlenen yüzeyi hassas bir şekilde ölçmek suretiyle takıma daha ne kadar bir telafi vermesi gerektiğini tesbit eder. Bu tesbit ettiği**

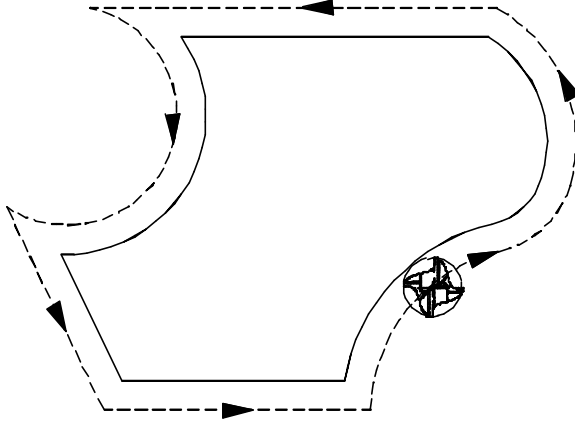
degeri telafi sayfasında duzenleyerek isleme operasyonunu tekrar yapar. Boylece is parçası istenile hassasiyet sinirlari içinde elde edilmiş olur.

### **Takim Yarıçap Kompanzasyonu**

Takim boyu kompanzasyonunda programci programi yazma esnasında kullanmakta oldugu takima a gerçek boyu ihmal ederek program yazmada oldugu gibi, takım yarıçap kompanzasyonu da is parçasında takım ile kontur isleme operasyonları yapar iken takım yarıçapını göz ardı ederek programi direkt olarak is parçasının gerçek boyutlarına göre yazmasını sağlar. Takım yarıçap kompanzasyonu sadece frezeleme işlemlerinde kullanılan takımlar için ve sadece frezenin çevresi (matkaplarda olduğu gibi merkez ile değil) ile kesme işlemleri yaparken kullanılır. Matkap, rayba, kilavuz, bara ve diğer merkezden kesme işlemleri yapan kesici takımlar için yarıçap telafisi kullanılmaz.

Şimdi takım yarıçap kompanzasyonunun kullanılma sebepleri arasında gösterilen dört temel nedene üzerinde nasıl kullanılmaktadır, neden gereklidir ve CNC kullanıcısına ne gibi faydaları vardır bunları görelim.

Program koordinatlarının hesaplanması kolaydır. Takım yarıçap kompanzasyonu kullanılmadığı zaman işleme merkezi programcileri kontur işlemede kullanılan freze takımları için programi istenilen parça ebatlarını alabilmek maksadıyla takımın merkezine göre yazmak zorundadırlar. Bu tekniğin kullanıldığı örnek bir program hareket tiplerinin bahsedildiği #3 kısmında bahsedilmiştir. Takım merkezine göre program yazma esnasında, programcinin kullanılacak olan freze takımının çapını hassas olarak bilmesi ve buna göre takım hareketlerini programda takım yarıçapını da göz önüne alarak hesaplamak suretiyle vermek gibi bir zorunluluğu vardır. Bu basit hareketler için biraz kolay gibi görünse de Şekil 3'deki gibi parça konturu komplike hale geldiğinde takım merkezine ait olan program koordinatlarının hesaplanması oldukça can sıkıcı ve uzun zaman alıcı bir yöntem olmaktadır.



**Şekil 3- Takım yarıçap telafisi kullanılmaksızın bu tipteki iş parçalarının programlanması zordur**

Takım yarıçap kompanzasyonu ile, programci iş parçası yüzeyine ait olan koordinatları kullanmak suretiyle program yazabilir, burada takım merkezine ait olan koordinatların hesaplanması gerekmez. Bu işimizi zaman alıcı hesaplamaları yapmaktan kurtarır.

Hatırlanmalıdır ki, burada manual programlama konusundan bahsetmekteyiz. Eğer bir CAD/CAM sistemine varsa, takım merkezine ait koordinatlar iş parçası yüzeyindeki kadar basit olacak şekilde bilgisayar tarafından otomatik olarak üretilebilir.

Değişen takım ölçülerine uyum. Şimdi verilen iş parçasına ait kontur işleme operasyonu için takım merkez koordinatlarını ve buna uygun düşen takım merkezi yolunu 12 mm çaplı freze kullanmak suretiyle hesapladığınızı varsayalım. Parça 12 mm çaplı freze ile işlenmekte olsun. Fakat operasyon devam ederken iş yerinde 12 mm çaplı parmak freze kalmamış olsun. Bunun yerine 10 mm parmak freze kullanma isteyelim. Bu takdirde yeni takım çapına göre programın doğru ölçüler içinde işlenebilmesi için, takım

merkezine ait koordinatların tekrar hesaplanması ve bu hesaplanan değerler ışığında programın tekrar düzenlenmesi gerekmektedir. Kesici takım yarıçap kompanzasyonu ile, bu problemin düzeltilmesi sadece telafi sayfasındaki takım çapı değerinin değiştirilmesi kadar basittir.

Hassas ölçüler. Takım boyu kompanzasyonunda olduğu gibi, ölçülendirmede yardımcı olması amacıyla takım yarıçap kompanzasyonunu operatör rahatlıkla kullanabilir. Eğer işlenen kontur istenen ölçüde elde edilemiyorsa (muhtemelen takımdan kaynaklanan basınç dolayısıyla), bu düzensizliği ortadan kaldırmak için telafi değeri değiştirilebilir.

Kaba işleme ve finis işleme. Bu sadece takım yarıçap kompanzasyonu ile ilgili olarak bir manu programlama prosedürüdür. Eğer konturlarda kaba ve finis işlem ayrı ayrı uygulanacak ise, takım yarıçap kompanzasyonu programcıya programda kullanılan aynı program koordinatlarını kullanma suretiyle her iki operasyonun da aynı program ile yerine getirilmesine imkan tanır. Bu programcıyı ayrı ayrı iki farklı işleme koordinatlarını hesaplamasından (biri kaba işleme için diğeri ise finis işleme için) kurtarır.

Kaba işleme esnasında finis işlemine paso bırakmak için, operatör takım yarıçap kompanzasyonu telafi değerini bir miktar büyük vererek basit bir şekilde halledilir. Bu sayede kaba işleme esnasında takım finis yüzeyinden bir miktar paso kalacak şekilde elde edilen kontur koordinatlarını kullanmak suretiyle işlem operasyonu yapılarak finis için bir miktar paso bırakılmış olur.

#### ***Takım Yarıçap Kompanzasyonunun Programda Belirtilmesi***

Takım yarıçap kompanzasyonunun kullanımı kontrol sisteminden sistemine farklılık gösterir. Ek olarak, takım yarıçap kompanzasyonunun nasıl belirtileceği, kullanılacağı ve iptal edileceği konusunda her bir kontrol sisteminin kendine özgü kuralları mevcuttur. Bu konuda biz sadece nasıl programlandığı konusunda duracağız ve popüler bir kontrol sistemi modelinde nasıl programlandığını göstermek amacıyla konuyu bir örnek ile pekiştireceğiz. Kompanzasyon hakkında detaylı bilgi almak için kontrol sistemi imalatçılarının kullanım kılavuzlarına başvurulması gerekir.

Çoğu kontrol sistemi imalatçıları takım yarıçap kompanzasyonunu G kodları ile belirtirler. G41 kodu takım yarıçap kompanzasyonunu belirtmede ve G42 kodu ise sağ yarıçap kompanzasyonunu belirtmede kullanılır. G40 kodu takım yarıçap kompanzasyonunun iptal edilmesinde kullanılır. Ek olarak, takım yarıçap kompanzasyonunun telafi numarası değerini belirtmek için çoğu kontrol sistemi imalatçısı H kod yerine D kodunu kullanırlar. Bazı kontrol sistemlerinde takım yarıçap kompanzasyonunun H veya D kod ile belirtilmesi parametre ile değiştirilebilmektedir (Fanuc, Mitsubishi).

Programlama esnasında G41 veya G42 kodlarından hangisinin kullanılacağını belirlemek ve takım yarıçap kompanzasyonu ile kesme işlemini yapmak için verilen hareket kodunda takımın hareket ettiği yere doğru bakılır ve kendinize takımın iş parçası yüzeyinin sağında mı yoksa solunda mı kaldığı sorulur. Eğer takım iş parçası yüzeyinin sağında kalacak şekilde kesme işlemi yapılacak ise G42, aksi takdirde solunda kalacak şekilde kesme işlemi yapılacak ise G41 kodu kullanılır. Şekil 4 de G41 veya G42 kodlarından hangisinin kullanılacağına yardımcı olması amacıyla örnek işleme parçaları verilmektedir.

Kesici takım yarıçap kompanzasyonu uygun bir şekilde belirtildikten sonra, kesici takım telafisini iptal eden kod olan G40 kodu verilene kadar takım iş parçası yüzeyine göre hep aynı taraftan kesme işlemi yapar.





F120.	noktasına gitme
N25 X68.3	3 noktasına dogrusal hareket
N30 G03 X74.3 Y16. R6.	4 noktasına dairesel hareket
N35 G1 Y37.03	5 noktasına dogrusal hareket
N40 G3 X68.3 Y43.03 R6.	6 noktasına dairesel hareket
N45 G1 X 16.	7 noktasına dogrusal hareket
N50 G3 X10. Y 37.03 R6.	8 noktasına dairesel hareket
N55 G1 Y16.	9 noktasına dogrusal hareket
N60 G3 X16. Y10. R6.	10 noktasına dairesel hareket
N65 G00 Z5. M09	Takimi is parçasından çıkarma
N70 G28 G91 Z0. M5	Takimi sifira gönderme, is milini durdurma
N75 M30	Program sonu

### ***Fikstür Telafileri***

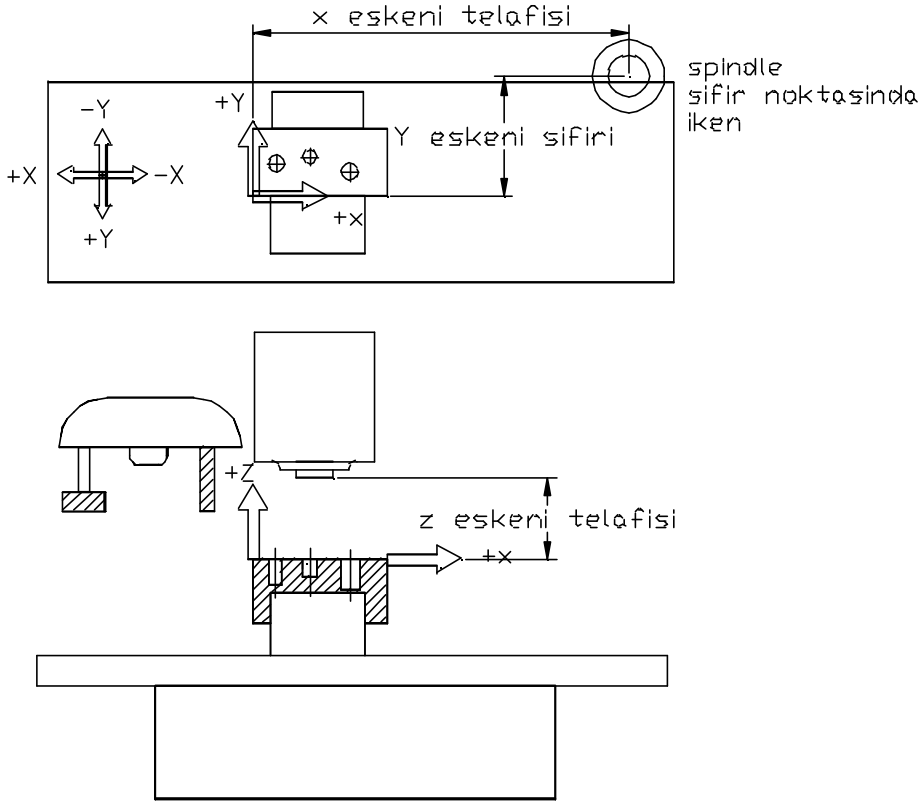
Takim boyu kompanzasyonu ve takım yarıçap kompanzasyonları programcıya sirasiyla takım boyunu ve yarıçapını göz ardı ederek program yazmasına imkan tanındığı gibi, fikstür telafileri de programcıya is parçası tutturma aksamını ihmal ederek program yazmasına imkan tanır.

**Temel kavramlar #1 bölümünde görüldüğü gibi, programcı programda vereceği parça koordinatlarını program sifir noktasını referans almak suretiyle vermektedir. Bununla birlikte program ile verile koordinat değerlerinin is parçası üzerinde hassas ve doğru bir şekilde elde edebilebilmesi için program sifir noktasının bir şekilde CNC kontrol sistemine bildirilmesi ve bu işlemin işleme operasyonunun geçilmeden evvel yapılması gerekmektedir.**

Program sifir noktasını belirtmenin en elverişli yollarından bir tanesi fikstür telafileridir. Fikstür telafilerinde, hazırlık işlemini yapan operatör makina sifir noktasından program sifir noktasına olan mesafe değerleri her bir eksen için ayrı ayrı kaydedilir. Bu işe, b mesafenin tesbit edilmesi için ölçme işlemine gereksinim duyar. Şekil 6 da program sifirinin verilmesi için gerekli olan mesafe değerleri gösterilmektedir.

**CNC kontrol sistemleri fikstür telafilerinin program içinde belirtilmesi konusunda çok farklılık gösterir. Bazı kontrol sistemleri her bir program için sadece tek bir program sifir noktasının atanmasına olana tanır ve bu kontrollerde fikstür telafilerini belirtmek için herhangi bir CNC koduna gereksinim duyulmaz.**

**Diğer kontrol sistemleri ise, çok sayıda program sifir noktasının program içinde veya başka programlarda belirtilmesine imkan tanır. Bu kontrol sistemlerinde program içinde verilen koordinat değerlerinin hangi fikstür telafisi baz alınmak suretiyle verildiğinin programcı tarafından program içinde belirtilmesini sarı kosar. Fanuc ve Mitsubishi kontrol sistemlerinde G54 den başlayıp G59'a kadar devam eden kodlarla fikstür telafilerini atamada kullanmaktadır. Örneğin G54 ile 1 nolu fikstür telafisi, G55 ile 2 nolu fikstür telafisi ve bunun gibi G59 ile 6 nolu fikstür telafisi şeklinde devam eder. Program içinde bu kodlardan bir tanesinin belirtilmesi suretiyle programda kodun belirtildiği kısımdan sonraki koordinat değerleri (Makina koordinat sistemine ait olan) bu koda uygun düşen fikstür telafisi değerlerinde tesbit edilen iş parçası koordinatlarını baz alınarak işleme operasyonu yapılır.**



**Şekil 6- Fikstür telafilerinin belirtilmesi için gerekli olan mesafeler**

### **CAM Programına ne dersiniz?**

Eğer CNC programlamaya yardımcı olan bir CAM (bilgisayar destekli imalat) programı ile işleme programı çıkarılmak istenirse, hatırlanmalıdır ki bu takım yarıçap telafisini kullanmak gereksinimini ortadan kaldırır. Belirli bir takım yarıçapı ile iş parçasını işlemek için gerekli olan program CAM sistemi ile otomatikman belirlenir. Tabii ki CAM programının sadece bu kolaylığı yoktur. İleriki kısımlarda bunlar hakkında detaylı olarak bahsedilecektir.

**Gelecek bölümde işleme merkezlerinde kullanılan program formatından bahsedeceğiz.**

## **Program Formatının Önemi**

Temel kavramlar#1 kısmında belirtildiği gibi, CNC programı hangi sırada yazılmışsa, CNC tezgah da programı programlanan sıradan işler. Bu sebeple makineye gerekli olan işlemleri yaptırmak için, tüm programlama komutlarının belirli bir sıra ile icra edilecek şekilde programlanması gerekir.

CNC programlarının çok katı bir şekilde, belirli bir forma(format) sokularak yazılmasının ana sebeplerinden bir tanesi; acemi programcıların ilk programlarını kolay bir şekilde yazabilmesini sağlamaktır. İlk programı (acemi programcıların) yazma sırasında programın yazılması ile ilgili olan kodların hafızada tutulmasına gereksinim duyulmaz. Referans olması amacıyla kullanılabilecek iyi bir örnek program formatı elimizde varsa; ilk yazılacak olan programlar daha kolay bir şekilde yazılabilir.

Bu iş arabaya kullanmaya benzer. Yollarda kullanılan tüm trafik işaretlerinin tümünü sürücünün hafızasında tutabilmesi mümkün değildir. Buna karşılık sürücü yolda bir trafik işareti gördüğünde, bunun anlamını rahatlıkla tasavvur edebilecektir. Benzer şekilde iyi bir CNC programcısı da olsa, programcının CNC programlamada kullanılan tüm kodları hafızasında tutması mümkün değildir. Buna rağmen CNC programlamasını yeni öğrenen bir kişi herhangi bir CNC kodunu gördüğü zaman, bunun anlamını çıkarma ihtimali oldukça yüksektir. Programlarda belirli bir yazım sırasını (format) takip etmenin ana sebeplerinden bir tanesi, programlamada kullanılan kodların tamamını hatırlama gereksinimini ortadan kaldırmaktır.

Programların belirli bir yazım sırası takip edilmek suretiyle düzenlenmesinin ikinci sebebi ise, uyumluluktur. Programlama işlemi daha önceden öğrenmiş kişilerin kendilerine özgü bir program formatları vardır, ve bu formatları program yazarken devamlı kullanırlar. Eğer firmada birden fazla programcı varsa; ve her programcının kendi kullandığı formatı kullanarak program yazma eğiliminde olduğun düşünülürse, bu yazılan programlarda karışıklık yaratacak ve iletişim kopukluğuna sebep olacaktır. Firmada bulunan tüm CNC tezgah programcıları, belirli bir CNC tezgah tipi için aynı formatı kullandıklarında, her bir programcı başka biri tarafından yazılan programı rahatça çalıştırabilme kabiliyetine sahip olacaktır.

Programların siki bir şekilde belirli bir yazım sırası takip edilerek yazılması gereksiniminin üçüncü ve en önemli sebebi de, programcı çok sayıda takım kullanılması ile işleme işlemlerinin yapıldığı programlar ile ilgilidir. Aşağı yukarı CNC işleme merkezleri programlarının çoğu program içinde birden fazla takım kullanmak suretiyle oluşturulmaktadır.

On tane takımın kullanıldığı bir işleme merkezi programı ile çalıştığımızı farzedelim. Programı çalıştırdıktan sonra, programda kullanılan besinci takımın gerekli derinlik mesafesinde işleme yapmadığını tespit ettiğimizi farzedelim. Bu tür bir problemi, programcı gerekli değişikliğin yapılması veya takım boyu telafisi ile bu takıma ait takım boyu telafisinin değiştirilmesi suretiyle düzelttikten sonra besinci takıma ait işleme işleminin yeniden yapılması gereklidir. Bununla birlikte, programın, başından başlayarak, besinci takıma kadar olan işlemlerin tekrarlanıp yeniden işlenmesi de istenmez. Programın baştan başlanmak suretiyle tekrar çalıştırılması

bosa zaman harcamanın yanı sıra ıs parçası hassasiyeti ve tınıs ölçülerinde istenmeyen problemler meydana getirebilir. Bunun yerini sadece besinci takima ait operasyonun tekrar işlenmesi daha uygundur.

Bu tür bir işlem, besinci takima ait operasyon kodlarının, sanki tek bir takım için yazılmış bir işleme programıymış gibi, uygun olarak kodlanması ile yapılabilir. Eğer programcı bir önceki takima ait modal bilgiler ile ilgili olarak belirli kabuller yaparsa (bir önceki takimde kullanılan modal kodların bu yeni takimde de geçerli olacağı ve herhangi bir modal kodun tekrar yazılmasına gereksinim duyulmadığı), programda düzenleme yapmaksızın besinci takımı kendi basına çalıştırabilme kabiliyetine sahip olamaz.

Operatörün programı bastan çalıştırmak yerine, takima ait olan program bölgesinden başlayarak programı çalıştırabilmesi için programcının takima ait kısımda bir takım ek CNC kodlarını vermeye gereksinimi vardır. Verdiğimiz on takımlik operasyon örneğini olduğu gibi, besinci takımın operasyonunu tekrarlatmak istediğimizi farzedelim. Dördüncü ve besinci takımın her ikisinin de 50 dev/dak'da döndüğünü ve bu devir devri ile işleme yaptığını kabul edelim. Programda kullanılan son takımın (onuncu takım), 150 dev/dak da işlem yapacak şekilde programlandığını farzedelim. İş mili devri modal (bir defa belirtildiğinde ileriki kısımlarda başka bir devir değeri belirtilinceye kadar devir aynı kalır) bir bilgidir. Programcı yazarken, programcının dördüncü takimde 500 dev/dak olan devri, besinci takimde de kullanmak istediğini varsayalım ve devir dördüncü takım devri ile aynı olduğundan dolayı besinci takima ait kısımda devir konusunda herhangi bir şey belirtilmemiş olsun.

Eğer program bastan sona kadar işlemi bitirecek şekilde çalıştırılırsa, her şey düzgün çalışacaktır. Fakat operatör, işlemi besinci takima ait olan kısımdan başlatacak şekilde devam ettirmek ister (yarıdan başlatma-restart), ve besinci takima ait kod kısmında sadece mil dönme yönü verilmiş ve devir değeri kodlanmamışsa, program komple işlendikten sonra hafızasında kalan devir değeri onuncu takım için kullanılmış olan 1500 dev/dak devir değeri olduğundan dolayı; besinci takimde 500 dev/dak yerine programda, son takime verilen en son devir olan 1500 dev/dak ile, tezgah çalışır.

Bu problemi düzeltmenin yolu, her ne kadar bazı gereksiz kodların tekrarlanması şeklinde olacaksa da, programcının takım operasyonuna sokabilmek için gerekli olan tüm bilgilerin programda takima ait olan operasyon kısmında belirtmesi şeklindedir. Esasen programın her bir takım için, programın diğer kısımlarından bağımsız olarak çalıştırabilmesi için, programcının her bir takima ait olan operasyon kısmını mini bir program gibi göreyerek yazılması gereklidir.

Bu şekilde hareket edildiğinde, çok sayıda takimden oluşan bir iş parçası programının her bir takimden oluşan küçük küçük program parçacıklarına bölünecek şekilde organize edilmesi gerçekten de programlama işlemini basitleştirecektir.

### **Dört Farklı Tip Program Formatı**

Çok sayıda takima ait operasyonu yerine getirebilme kabiliyetine sahip olan takım tezgahları için (Magazinli Tezgahlar), programlar dört farklı program formatından oluşmaktadır: Program başlangıç formatı, takım-bitis formatı, takım başlatma formatı ve program biti formatı. Programcı her tür programa program-baslatma formatı ile başlar. Sonra ilk takım ile kesme işlemlerini yerine getiren program kısmını yazar. Kesme işlemi tamamlandığında programcı takım işlemini bitirmek için gerekli olan formatı (takım-bitis formatı) takip edecek, sonra bir sonraki takımı işleme dahil edebilmek için takım başlatma formatını takip edecektir. Programcı takımlara ait işlemleri tamamı bitinceye kadar takım-baslatma, işleme operasyonu, takım-bitis formatları arasında mekik dokuyarak takımlara ait olan işlemler operasyonlarının tamamını bitirecektir. Kullanılan son takima ait olan takım-bitis formatını takiben, programcı programı sona erdirmeye amacıyla program-bitis formatı kısmını kodlayacaktır.

Program formatına örnek olarak takım boyu kompanzasyonu ile ilgili bahis konusunda geçen (temel kavramlar#4) iki takım için işlemlerin yapıldığı program örneği göz geçirilebilir. Bu program iki adet takım kullanılmaktadır ve burada bahsi geçen dört adet program formatına tamami-tamami bağlı kalmaktadır.

O21	Program numarası
N005 T01 M6	1 nolu takımı çağırma ve değiştirme
N010 G54 G90 S400 M3	Koordinat sistemi seçimi, mutlak mod, iş miline devir verme ve döndürme
N015 G00 X 20. Y20.	İlk delik pozisyonuna takımı pozisyonlama
N020 G43 H01 Z3. M08	1 nolu takım boyu telafisi verme ve takımı 3 mm mesafede pozisyonlandırma
N023 G01 Z-20. F80	Suyu açma ve delik delme
N025 G00 Z3. M09	Takımı geri çıkarma
N030 G91 G28 Z0 M05	Takımı sifıra gönderme (takım değiştirme pozisyonu), iş milini durdurma
N035 T2 M6	2 nolu takım çağırma
N040 G54 G90 S400 M3	Koordinat sistemi seçimi, mutlak mod, iş miline devir verme ve döndürme
N050 G00 X50. Y50.	İkinci delik pozisyonuna takımı pozisyonlama
N055 G43 Z3. H02 M08	2 nolu takım boyu telafisi verme ve takımı 3 mm mesafede pozisyonlandırma
N060 G01 Z-20. F100.	Suyu açma ve delik delme
N065 G00 Z3. M09	Takımı geri çıkarma
N070 G28 G91 Z0. M5	Takımı sifıra gönderme (takım değiştirme pozisyonu), iş milini

Program numarası dahil ilk beş satır, program-baslatma formatını oluştururlar. N020 satırında belirtilen operasyonu tamamlanmasından sonra, takım işleme operasyonuna hazırdır. N023 ve N025 satırlarındaki kodlar ilk takıma ait kesme işlemini yerini getiren kodlardır. N23 satırında F ile verilen ilerleme değeri program-baslatma formatına ait olarak göz önüne alınabilir. N30 ise takım bitiş formatını oluşturur. N035 ile N055 arasında belirtilen kodlar takım-baslatma formatı olarak tasavur edilebilir. N060 ve N06 satırlarında belirtilen kodlar ikinci takıma ait kesme operasyonunun yapıldığı kodlardır. N070 ve N075 satırlarında belirtilen kodlar ise program bitiş formatı şeklinde algılanabilir.

Bu programda kesme işlemi yapan sadece dört adet kod olduğuna dikkat ediniz. Programın geri kalan kısmını ise sadece format oluşturmaktadır.

Programın bu şekilde parçalara ayrılması suretiyle programın hangi kısımlarının diğer programlarda da benzer şekilde belirtilebileceği görülebilir. Dolayısıyla bu kısımlar bir programdan diğer bir programa eğer program aynı format ile yazılacak ise rahatlıkla kopyalanabilir. Kuskusuz iş mili devirleri, ilerlemeler, eksen koordinatları, takım numaraları, takım kompanzasyon telafi numaraları gibi bazı bazı kelime değerleri programdan programa değişiklik arzedecektir.

### **Makinada Kullanılan Program Format Bilgisi Nasıl Tesbit Edilir**

En iyi yol makinada problemsiz olarak çalışan örnek bir program bulup bunu yukarıda gösterildiği şekilde parçalara ayırmak olacaktır. Bu yaparken, değişik formatları tesbit edebilmek için sadece her bir takımın ne yaptığı incelenir. Her bir takımın bağımsız olarak çalışması için gerekli olan tüm bilgilerin takımın operasyonunun kodlandığı program kısmında verilip verilmediği tesbit edilir.

**Yeni bir makina ile çalışılmakta ve herhangi bir şekilde program örneği mevcut değilse, programları CNC tezgahta nasıl bir format güdülmek suretiyle yazılması gerektiğini öğrenmek için tezgah temsilcisi ile temas geçilmesi faydalı olacaktır. Aynı şekilde tezgah kullanım kılavuzlarında örnek programlar bulma ihtimali oldukça yüksektir.**

**Asağıda iki adet işleme merkezi programından alıntı yapılmıştır; programın belirli bir formatta verildiğine dikkat ediniz.**

```
Program Örneği 1
%
( G28 G91 Z0.
G0 G54 G90 S1200 M3
F G00 X-25.469 Y88.046
t G43 Z20.H1
G00 Z20.
] X-25.469 Y88.046
] N8104 G01 Z-11.6 F800
t Y70.2548Z-1.5724
] ...
] ...
] Y75.1323Z-13.6644
] Z-7.9094
...
Y70.2815Z-22.4014
Y70.224Z-23.5423
...
/ Y104.4084
G00Z9.8415
( Z9.8415
k X-3.1249
r G00Z100.00
] G00X0Y0
\ M09
] M05
] M30
] %
```

```
Program Örneği 2
%
||lar O0001(DENEME PROGRAMIDIR)
G17G80G49G40
bir sel G28G91Z0.
T1M6
G0G54G90X10.49Y2.90S1500M3
t yz G43Z50.H1
stodt G0Z3.
bu G1Z-6.F150.
t k: G42X2.90D24
rulu Y10.10
umla G2X11.49Y19.10R9.
lugu ...
...
...
G1X-4.71Y-3.
G1Y-2.63
G3X-2.9Y2.90R8.
G40G1X-10.49Y2.9
ogram G0Z50.
ar sifi G28Z50.M5
olmal M30
] p n %
kulla
arar
na is
```

iyesinde olan manual programları

kodlar üzerinde duracağız; her bir metod ile ilgilenme yapsak da; en azından bir anlamamız gerekir. Bunun üzerinde duracağız: Manual programları. Hatırla tutulması gereklidir.

gerekir ki, manual programlama için, kullansalar da kullanmasalar da

tekebiliriz. Matematik dersleri olarak elle hesaplamaları elle nasıl hesaplayacağız kullanabiliriz.

**Dogru uygulamalarda, manual programlama teknigi en iyi programlama alternatifi olabilir. Manu programlama teknigini kullanan çok sayida firma vardır. Eger sadece bir kaç tane takım tezgah kullanılmakta ve firma tarafından yapılan iş oldukça basitse, iyi bir manual programci, iyi bir CAM sistem programcisinin yapabilecegi programların hepsini rahatlıkla programlayabilecektir. Herhangi bir firmayı CNC tezgahları firmanın imal ettiği kisitli sayıdaki iş parçaları için kullandığını farzedelim. Firma için çok sayida program yazmak yerine sadece bu parçaların programlanması yeterli olacaktır. Manu programlama metodunun en iyi çözüm olarak sunulabilecegi yerlerden bir tanesi de budur.**

**CAM sistemi kullanılsa bile, programın kontrol edilmesi esnasında CAM programı ile elde edile program çıktısındaki (G-kodları seviyesi) hataların düzenlenmesi gerekli olduğu durumlar olabilir. Aynı şekilde, ilk bir kaç parça işlendikten sonra CAM programı çıktısında (G-kod seviyesi) bir takım hareketlerin ve kodların düzenlenmesi ile programın optimize edilmesi gerekebilir. Eger programci çok az olan bu hataları düzeltmek için CAM sistemini kullanırsa, parçanın CAM ile işleme programını çıkartılması için bosa zaman harcanacaktır.**

### ***Diyalog Sistemli Programlama***

**Bu tip programlama son yıllarda oldukça popüler olmuştur. Diyalog sistemli programlama ile, program CNC tezgah üzerinde oluşturulur. Genel olarak konusursak, diyalog sistemli program grafik ve menü-bazlı fonksiyonlar vasıtasıyla oluşturulur. Program oluşturulurken programci girdiği değişik değerlerin doğru olup olmadığını kontrol edebilme kabiliyetine sahip olacaktır. Programlama işlemi bittiginde, çoğu diyalog sistemli kontroller işleme operasyonu esnasında neler olacağını gösteren takım yolu grafik gösterim fonksiyonuna sahiptir.**

**Diyalog sistemli kontroller, kontrol sistemi imalatçısından imalatçısına büyük farklılıklar gösterir. Esasen çoğu durumlarda bunlar tek-amaçlı basit bir CAM sistemi gibi düşünülebilir. Diyalog sistemli programlama bu sayede, tek bir makine için parça programlarının oluşturulmasında elverişli olmaktadır. Diyalog sistemli programlama teknigini kullanan kontrol sistemlerinin bazılarında, kısmen eski modellerde, programlama işlemi sadece makinede yapılabilir. CAM sisteminde olduğu gibi başka bir programlama teknigi ile programlanma kabiliyetleri yoktur (masa başı programlama); bu özelliklik kulagina küpe olsun. Bununla birlikte çoğu yeni kontrollerde, makine hem diyalog sistemi hem de G kod sistemi ile çalışabilmektedir.**

### ***Diyalog Sistemin Uygulamaları***

**Diyalog sistemli kontrollerin kullanımı konusunda bir takım münaşahalar olmuştur. Bazı firmalar bunları hakkını verecek şekilde kullanırken, bazıları da bunların kullanımının bosa bir zaman harcamadan başka bir şey olmadığını düşünmektedirler.**

**Genel olarak konusursak, CNC tezgahlarında çok az personelle çalışan ve çok sayıda iş parçası ile program yapma gereksinimi duyan firmalar diyalog sistemli kontrolleri kullanmakta ve memnu kalmaktadırlar. Bu çeşit bir işyerinde, CNC ile ilgili tüm işler tek bir kişiye yikilabilmektedir. Çoğu imala atelyelerinde, örneğin, CNC operatöründen takımlandırma işlemini, iş parçası tesbit ayarını yapması programı hazırlaması, programı test edip optimize etmesi, ve programı çalıştırma gibi işlemlerin tamamını yapması istenmektedir. Bu tip bir atelyede, operatöre yardımcı olacak her şeyin üretim miktarını artıracığı aşıkardır. Manual programlamaya kıyasla diyalog sistemli kontroller operatörün program hazırlaması için gerekli olan zamanı kısaltır.**

**Çoğu büyük firmalarda, CNC tezgahın mümkün olan en fazla zaman süresi boyunca çalışması istenir. B çeşit bir atelyede, CNC tezgahı devamlı çalışır halde tutmak için CNC tezgahlara program hazırlama v.b gibi diğer işleri yapmada çok sayıda kisten oluşan için takım kullanılır. Bu atelyede herhangi bir sebeple CNC tezgahın yatırılması bosa zaman harcama şeklinde yorumlanır. CNC tezgahta iş devam etmekte iken**

bir kısı bir sonraki is için takımlandırma görevini yapabilir. Diğer bir kısı is parçası tutturma aparatı ılı ugrasabilir. Diğer bir kısı de programı yazıp kontrol edebilir. Bu durumda, operatöre sadece CNC tezgaha is parçalarının yüklenmesi ve alınması gibi basit bir görev kalır. Makina bosta iken, destek takım parça ayarı ile ilgili işlemleri yapmak suretiyle tezgahın bosta çalışma zamanını mümkün olan en a mertebeye indirir. Tasavvur edebileceğiniz gibi, bu çeşit bir firmada programların on-line-dogru(tezga basında) olarak gerçekleştirilmesi, yani makinanın bosta yatırılması istenmez.

Diyalog sistemli kontrollerin uygun bir yatırım olup olmayacağı konusunda faydalı olabilecek diğer il faktör daha vardır. İlki operatörün isten tatmin olmasıdır. Diyalog sistemli kontrolü kullanan kişi so derece motive edilmiş şekilde çalıştırılabilir. Bu kişinin firmanın başarısı üzerinde son derece büyük katkısı vardır. Diyalog sistemli kontrollerin küçük çaplı işyerlerinde neden bu kadar popüler olduğunu bir başka gerçeği budur. Küçük firmalarda, diyalog sistemi kullanarak program yapan kişi, firmayı basarisinde büyük bir katkıya sahiptir.

Diyalog sistemli kontrollerin uygun bir yatırım olup olmayacağını etkileyen bir başka faktör de, fark tipteki is parçalarının programlanabilmesidir. Eger kısıtlı sayıda is parçası programı yapılacak iş diyalog sistemli programlama en iyi programlama alternatifi olarak düşünülemez.

### ***CAM Sistemi Programlama***

CAM sistemleri manual programlamaya oranla, çok daha kompleks ve karmasik CNC programlarının hazırlanmasına imkan tanır v çok popülerdirler. Genel olarak konusursak, CAM sistemi programcıya üç ana alan üzerinde faydalı olur. Programcının matematiks hesaplamaları yapması gereksinimini ortadan kaldırır, aynı temel dille çok farklı tipteki is parçalarının programlanmasının kolayc programlanmasına yardımcı olur, ve bazı temel işleme pratiği fonksiyonlarına katkıda bulunur.

Cam sistemi ile, CNC programının hazırlanması için programcının bir bilgisayara sahip olması gerekli Bilgisayar manual programlamada olduğu gibi G-kodu seviyesinde programı üretir. Bitirildiğind program CNC tezgaha transfer edilecektir.

CAM sistemleri word address (kelime adresli) ve grafik bazlı olmak üzere iki temel kategoride toplanırlar Kelime adresli CAM sistemlerinde BASIC, C ve başka bir tipteki bilgisayar programlama diline benze yapıdaki bir programlama dili vasıtasıyla program hazırlanır. Bu CAM sistemleri programın G kodlarına benzer yapıda hazırlanmasını gerekli kılar. Çoğu güçlü CAM sistemleri kelime adres format olmasına karşın, kullanımları da oldukça zordur.

Grafik CAM sistemleri yaygın olarak grafik bazlı diyaloglarla programlanırlar. Programlama işlen esasında programcı her bir detayı gözle gözlemlene kabiliyetine sahiptir. Genel olarak konusursak, b grafik CAM sistemlerinde çalışmanın kelime tipi CAM sistemlerine göre daha kolay olmasına yardımcı olmaktadır.

### ***CAM Sistemi Programlamanın Adımları***

Her ne kadar CAM sistemleri dramatik bir yapıda sistemden sisteme değişime gösterebilirler de, bunların aşağı yukarı hepsinde aynı olan temel adım vardır. İlk olarak programcının bazı genel bilgileri vermesine gereksinimi vardır. İkinci olarak, iş parçası geometrisini tanımlanıp iş parçası şekliyle uyumlu olacak şekilde kırılması(Trim-kırılma) gerekir. Üçüncü olarak işleme operasyonlarını tanımlanması gerekir.

### **Genel Bilgiler**

Bu kademedeki programcıya gerekli olan bilgiler parça ismi, parça numarası, tarih, ve program parça numarası gibi dökümanları bilgilerdir. Bu konuda ayrıyeten işlenecek olan iş parçasına ait kaba malzeme boyutlarının da belirtilmesi gereklidir.

## **Is Parçasının Modelenmesi ve Kırılması**

Cam programındaki is parçası şeklinin tanımlanması için, program içine monte edilmiş olan modelleme teknikleri kullanılır.

Is parçası geometrisi tanımlandıktan sonra, is parçasının islenecek olan kısımlarının belirtilebilmesi için, isleme operasyonund kullanılmayan diğer kısımlarının kırılması gereklidir.

## **Is Parçası Modelinin Yaratılmadan Geçilmesi**

Çogu CAM programları, CAD programlarında tanımlanan geometrinin CAM sistemlerine aktarılması(Import) özelliğine sahiptir. B opsiyon, özellikle son derece komplike olan parçalarda faydalıdır. Böylece CAM programında is parçası geometrisinin tanımlanması ve islenecek olan kısımların kırılmasına gerek yoktur. Buna rağmen islenecek olan is parçası kısımları, CAD programından transfer edilmek istendiği durumlarda; aşağıda belirtilen hususlara son derece dikkat etmek gereklidir:

**İlk olarak, CAD sisteminde modellenmiş olan is parçasının bire-bir ölçekte çizilmiş olması gereklidir. CAI programı ile çalışan tasarımcıların, tasarladıkları parçaların printer çıktısını bir an önce almak için mümkün olan en kısa zamanda parçayı tasarlayıp islemi tamamlama gibi bir huyları vardır. Tabii bu tür bir acelecilik is parçası modelinin CAD programından transferi sırasında, oldukça pahalıya patlar. Örneğin; is parçasında 0.127 mm'lik bir kademe var kabul edelim. Tasarımcılar bu tür bir kademenin printer çıktısı üzerinde görülmeyeceğini bilirler. Bu durumda bu kademenin printer çıktısında görüntülenmesi için, 0.127 mm'lik kademeyi 1.270 mm şeklinde ölçülendirirler. Bu tür bir hatayla modellenmiş olan parça, CAM programına transfer edildiğinde, is parçası gerçekte istenen ölçülerde olmayacak ve CAM sistemi elde edilen program çıktısı da yanlış olacaktır.**

**İkinci olarak, CAM sistemi programcısı CAD sisteminde elde edilen parçanın belirli bir kısmını kullanarak isleme programını oluşturur. CAD programında tasarlanmış olan is parçası modelinin tamamı CAM programına transfer edilirse, CAM programında is parçasına ait islenecek kısımları belirtilebilmesi için, is parçası modelinde, kırılma, uzatma v.s. gibi oldukça zaman alıcı ek işlemlerin CAM programında yapılmasına gerek kalır. Çogu CAM programı, CAD programından transfer edilen is parçası modelinin, islemede kullanılacak olan kısımlarını seçmek için özellikler sunsa da; bunu yapma oldukça büyük zaman almaktadır.**

**Üçüncü olarak, CAD programı ile parça tasarımı yapan personel, CAM programında hayati önerilerden is parçası sıfır noktasına çok az ilgi gösterir. CAD tasarımında is parçası modelinin referans noktası olarak modelin en alt kösesi seçilmiş olabilir. Böyle bir durumda, CAD programında modellenen is parçasının ait islenecek kısımlar, CAM programına transfer edildiğinde, is parçası sıfır noktasını değiştirilmesi gerebilir.**

**Dördüncü olarak çoğu CAM programları, is parçası modeline ait geometrinin belirli bir formatta tanımlanmasını beklerler. Örneğin Torna için kullanılan CAM programlarında, vida açma işlemini CAM programında yapılabilmesi için, vida işleminin olduğu is parçası kısımlarının, CAM programını kullanacağı formatta tanımlanması gereklidir. Bu durumda bu tür özel kısımların, CAM programında tekrar tanımlanması gerekebilir.**

**Bu sebepler dolayısıyla, çoğu CAM programı kullanıcıları bazen, CAD programından is parçasını islenecek olan kısımlarına ait modelin transfer edilmesi yerine, modelin CAM programı ile tanımlanmasının daha uygun olacağını hissederler. Is parçaları komplike ve tanımlanması daha zor haldeyse, (özellikle 3 boyutlu işlemlerde) CAD programından is parçası model geometrisinin transfer edilmesi daha büyük önem arzeder.**

## **Isleme Operasyonlarını Tanımlama**

CAM sistemi programlamanın dördüncü adımında, programcı CAM sistemine iş parçasının nasıl işleneceğini bildirir. *CAM sisteme bu işlemin nasıl yapılacağı konusunda çok büyük farklılıklar gösterirler.*

**Bu kademe esnasında, genel olarak takım yolu simülasyonu ile işleme operasyonunda kullanılacak olan takımın nasıl işlemler yapacağı grafiksel olarak gözlemlenebilir. Programın takım tezgahında işlenmede evvel, ne tip operasyonların yapıldığını gösterme kabiliyeti grafik CAM sistemlerinin ana üstünlüğüdür. Tüm operasyonlar tamamlandıktan sonra, işleme programının G-kod çıktısını almak için komut verilir.**

### **Programların Kaydedilmesi ve Tekrar Yüklenmesine Ne Dersiniz?**

CNC program ne şekilde hazırlanırsa hazırlansın, tekrarlı işler ile uğrasan firmalar programların kaydedilmesi ve tekrar yüklenme gereksinimine ihtiyaç duyarlar (hatta tek bir iş ile çalışan CNC tezgahında dahi, makinede oluşacak bir takım problemlerden kaçınma için tezgah programlarının kaydedilmesi gereksinimi duyulur). Kuskusuz program CNC tezgaha kontrol edildikten sonra, kullanıcı ileri ki kullanımlar için programı bu doğru hali ile saklama gereksinimi duyar. Bu işlem çok farklı tipte yapılabilir.

**Programların kaydedilmesinde ve tekrar yüklenmesinde kullanılan cihazlar magnetik kaset teyp okuyucu kâğıt teyp okuyucular/yazıcılar, taşınabilir floppy disket sürücüler, RAM cihazları, notebook ve laptop bilgisayarlar, masa üstü bilgisayarlar gibi çok çeşitlidir. Buna rağmen, en popüler olanı personel bilgisayarlarıdır. Şimdi bunların program transferinde nasıl kullanılabileceğine kısa bir göz atalım.**

Günümüzün CNC kontrollerinin hemen hemen tamamı RS-232 seri haberleşme portuna sahiptir. Aynı şekilde personel bilgisayarların hepsi de seri haberleşme portuna sahiptir. Bilgisayar ile CNC'yi uygun bir kablo kullanarak bağlamak suretiyle, CNC programlar tezgahtan bilgisayara ve bilgisayardan tezgah aktarılabilir. Buna rağmen bu aktarım işleminin yerine getirilebilmesi için bilgisayarda bu aktarım işlemini yerine getiren bir yazılım programına gereksinim duyulur. Çoğu CAM sistemlerinin bu haberleşme programını temin ettikleri akıldan tutulmalıdır. Ek olarak bu haberleşme işlemini yerine getiren yazılım programları "DNC Programları" olarak adlandırılır.

## **Makinaya Operatör Bakış Açısı ile Bakılması**

Bu noktaya kadar, CNC takım tezgahları hakkında sadece programcı bakış açısı ile bakıldığındaki özellikler konusunda bahsettik. Şimdi ise makinenin operatör bakış açısı ile bakıldığında ne gibi özelliklere sahip olduğu konusunda üzerinde duracağız. Operatör kuskusu: tezgahın temel bileşenlerini, eksen hareket doğrultularını ve takım tezgahında bulunan tüm buton ve anahtarların fonksiyonlarını bilme zorundadır.

**Hatırdan tutulması gerekir ki, bu kısımda sadece yaygın tezgah fonksiyonları hakkında bilgi sahibi olmay hedeflemekteyiz. Takım tezgahında bulunan buton ve anahtarlar hakkında daha fazla spesifik bilgileri takım tezgahı kullanım kılavuzlarından elde edilebilir.**

CNC tezgaha çalışacak olan operatörden beklentiler firmadan firmaya değişmektedir. Bu genel ifadeye içine almayan ekstra durumlar mevcutsa da, büyük imalat atelyeleri imalat ortamı ile ilgili olan işleri dağıtma eğilimindedirler. Bir kişi takımlandırma işi ile uğraşır. Diğer CNC tezgaha iş parçasını bağlamak için gerekli olan bağlama aparatları ile uğraşır. Diğer kişi ise programı yazıp bunu kontrol eder. Programın emniyetli ve doğru bir şekilde çalışması sağlandıktan sonra, iş parçalarının tezgaha bağlanması, sökme işlemlerini yapmak için; operatöre iş aktarılır. Bu durumda, operatörün sorumluluğu sadece iş parçalarının tezgaha bağlanması ve işlenen parçalarının tezgahtan sökülmesi ve iş parçası boyutlarında bir değişim varsa, boyutlarını ölçüp gerekli telafi değerlerini vermekle sınırlıdır.



Buna ragmen çok sayıda personeli bünyesinde barındırmayan küçük ebatlı atelyeler, CNC operatorunu tezgahta parçayı işlemek için gerekli olan tüm işleri yapacak kapasitede olmasını isterler.

Operatörün sorumluluğu arttıkça, operatör için gerekli olan beceri seviyesi de artar. Herhangi bir durumda, gerekli olandan fazlasını bilmek bir zarar vermez. *Operatör kullandığı tezgah hakkında ne kadar fazla bilgi sahibi ise, iş verimi o oranda artar ve makinada operatörden kaynaklanabilecek olan hatalar en az indirilir.*

### ***En Temel İki Operatör Paneli***

Eğitim almak amacıyla görevlendirilmiş bir operatör işleme merkezi operatör panelini ilk gördüğünde, bu bir merteye gözünü korkutacaktır. Öğrenilmesi gerekli çok sayıda buton ve anahtarlar olduğu gibi bir yargıya kapılabilir.

Kontrol panelinin sizi yıldırmasına izin vermeyin. İlerledikçe, CNC tezgah kontrol panelindeki butonları ve anahtarların oldukça basit ve kolay öğrenilebilir olduğu anlaşılabilecektir. Her ne kadar bu buton ve anahtarların başlangıçta ezberlenme gereksinimi hissedilse de, tezgah düzenli olarak kullanılmaya başlandığında aslında hiç de ezberleme işlemine gerek duyulmayacağı anlaşılabilecektir.

Çoğu CNC tezgahlarda iki farklı tipte operatör paneli vardır. Kontrol sistemi imalatçisi tarafından tasarlanan ve tezgah imalatçisine temin edilen kontrol paneli, takım tezgahi imalatçisi tarafından tasarlanıp edile ve tezgaha monte edilen operatör paneli.

Her ne kadar istisnalar varsa da, kontrol paneli esas olarak gösterge ekranı vasıtasıyla verilen düzenlemede kullanılır ve personel bilgisayarda olduğu gibi klavye ve ekran olarak düşünülebilir. Operatör paneli ise, makinanın nasıl davranacağını fiziksel olarak ayarlamak amacıyla kullanılır. Kontrol paneli programları kaydetmede kullanılabilir. Her ne kadar programları kaydetmede haberleşme portları kullanılmak suretiyle daha hızlı yollar varsa da, çoğu CNC kullanıcıları programları kontrol paneli vasıtasıyla girmektedir. Programlar kaydedildikten sonra, kontrol paneli kaydedilen programda değişiklik yapmak v.b. gibi işlerde kullanılabilir. Gösterge ekranı personel bilgisayarlardaki kelime-işler programlarında ekranların kullanımında olduğu gibi yazılmakta olan programı gösterir.

Aynı şekilde takım telafileri ve fişür telafileri de kontrol paneli kullanılmak suretiyle girilebilir ve değişiklik yapılabilir. Operatör offset modunu seçtikten sonra, gösterge ekranı telafi sayfasında mevcut telafi değerlerini gösterir.

Kontrol panelinin bir başka kullanım alanı, gösterge ekranında gösterilen tüm fonksiyonlara ulaşılmasıdır. Eksen pozisyonları, kontrol sistemi arıza durumları, parametreler, ve diğer veriler bu sayede gözlemlenebilir.

Buna karşın, operatör panelinde bulunan anahtarlar ve butonlar makina fonksiyonlarını aktif hale getirmede kullanılır. Örneğin operatör paneli eksenlerin manuel olarak sabit hızda hareket ettirme amacıyla kullanılabilir. İstenen eksen hareketlerini yapmak için Jostik veya butonlar kullanılır. Aşağı yukarı CNC takım tezgahlarının tamamı, makina panelinde tambur fonksiyonunu sağlarlar ki; bu manuel tezgahlarda kullanılan el çarkının fonksiyonlarına benzer hareketleri CNC tezgaha yaptırmada kullanılır.

Çoğu takım tezgahlarının operatör panelinde iş milini manuel olarak döndürmek ve durdurmak için butonlar vardır. Bazı tezgahlarda fener mili devrini sonsuz şekilde degistirmek için sonsuz ayarlı anahtar kullanılmaktadır.

Makina panelinde aynı zamanda otomatik operasyon esnasında makinanın nasıl davranacağını belirten konumlu ayar anahtarları da bulunmaktadır. Single block (satır satır işleme), dry run (kuru çalışma optional stop (isteğe bağlı durma) bu anahtarlardan bazılarıdır.

## **Kontrol Panelinde Bulunan Buton ve Anahtarlar**

Belirtildiği gibi, tipik bir personel bilgisayarda bulunan fonksiyonların büyük bir kısmı aynı şekilde CNC tezgahın kontrol panelinde bulunur. Aşağıda bunlar hakkında kısa bir bilgi verilmektedir. Şekil 1 de Fanuc OMC kontrol sistemi standart kontrol panel gösterilmektedir.

**Tezgahı Açma Butonları.** Ani voltaj değişimlerine karşı tezgahı korumak için çoğu CNC takım tezgahları arasında iki farklı tezgah açma butonuna sahiptir. Bunlardan bir tanesi sadece kontrol sistemine güç vere diğeri ise sadece takım tezgahının kendisine güç vermede kullanılan butondur. İlk olarak kontrol paneli güç butonuna basılması gerekir Bu butona basıldığında kontrol ekranı ve kontrol panelini devreye girer. Takım tezgahı gücü ise genellikle hidroliğin devreye girmesi veya makina hazır lambası vasıtasıyla gösterilir.

**Gösterge Ekranı Kontrol Tuşları.** Bu tuşları televizyon uzaktan kumandasında kanal seçici gibi düşünebilirsiniz. Bunlar operatöre hangi fonksiyonu icra edecek ise bu fonksiyonla ilgili gösterge ekranını göstermede yardımcı olur.

**Pozisyon Tuşları.** Operatöre makina pozisyon göstergesini göstermede kullanılır. Bu modda, makina mevcut durumda hangi konumda ise bu konuma ait olan bilgiler gösterilir.

**Program Tuşu.** Kontrol sistemi belleğinde aktif olan program gösterilir. CNC programlarının yazılması, ve CNC programının otomatik operasyon esnasında gösterilmesi için bu tuşa basılır.

**Offset (Telafi) Tuşu.** Takım telafilerinin, fişür telafilerinin gösterilmesinde kullanılır. Kursor kontrol tuşları kullanılmak suretiyle, telafi belleğinde kaydedilen değerler arasında operatör istenilen değeri rahatlıkla gelebilir.

**Harf Tuşları.** Alfaniymerik karakterlerin (harf) girilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bazı CNC kontrol panelleri N, G, X v.b. gibi sadece CNC programın yazılması için gerekli olan tuşları ihtiva ederken diğersinde komple karakter seti (A,B, C, ...,Z) program yazma karakterlerinden ayrı olarak bulunmaktadır.

**Numara Tuşları.** Bu tuşlar nümerik (sayısal) değerlerin girilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Normal olarak bu tuşlar harf tuşlarına yakın yerde bulunurlar, çoğu CNC kontrollerinde elektronik hesap makinasında sayısal tuşların pozisyonlandırıldığı yapıya benzer şekilde konumlandırılırlar.

**Input (giris) tuşu.** Bu tuş verileri girmek için kullanılır. Offset (telafi) değerlerinin, fişür telafilerinin parametrelerin girilmesi esnasında kullanılmaları buna bir örnektir.

**Kursor Kontrol Tuşları.** CNC kontrol sisteminin gösterge ekranı mevcut giriş pozisyonunu prompt(komut) kursoru ile gösterirler. Genel olarak prompt (komut) kursoru yanıp sönen içi dolu kare ile veya altı çizgili ' \_' karakter ile gösterilir. Kursorun bulunduğu mevcut konumda veriler girilebilir. Kursor kontrol tuşları (genel olarak ok şeklinde) gösterge ekranında kursoru istenilen pozisyona getirmede kullanılır.

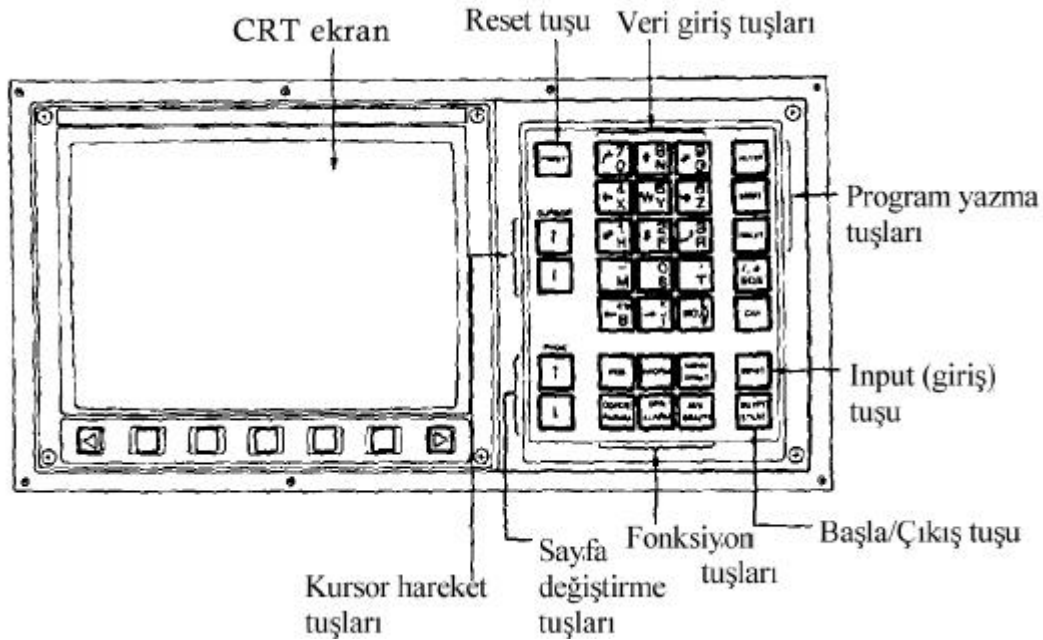
**Program Yazma Tuşları.** CNC tezgahın belleğine kaydedilen bir programda değişiklik yapılması gerektiği zamanlar olur. Buna en uygun örnek yazılan programın test edilmesi esnasında program içinde bazı yerlerin değiştirilebilmesi, yeni bir program yazma, program numarası değiştirme ve program silme gösterilebilir. Bu tuşlar programın yazılması ve değiştirilmesi aşamasında yardımcı olurlar. (Fanuc kontrol sisteminde bu tuşlar ALTER –değiştir-, INSERT –yerleştir-, DELETE –sil- şeklindedir)

**Reset Butonu.** Çoğu CNC kontrol sistemlerinde, bu tuş genellikle üç temel vazife görür. İlk olarak programların yazılması esnasında, bu tuşa basılmak suretiyle kursor programın başına getirilir.

İkinci olarak, bu tuş CNC tezgah bufferında (tampon bellek) bulunan bilgileri siler ve programın icrasını durdurur. Tezgah bufferı programın icra edilmesi esnasında halen işlenmekte olan komuttan sonraki komutun ve programdaki aktif modal kodların neler olduğunun kaydedildiği bir tampon bellektir. CNC tezgah halen icra etmekte olan komutun icrasını bitirdikten sonra bir sonraki komutu işleme sokmak için

bu bellekte kaydedilen bilgileri okumak suretiyle icra işlemine devam eder. Bu bellekteki bilgiler okunu okunmaz tampon bellek bir sonraki komuta ait bilgiler ile doldurulur. Bazi fonksiyonlarda bu tampon bellek icra edilmekte olan koddan sonraki iki kodu da kaydedebilmektedir. Örnek olarak takım yarıça kompanzasyonu gösterilebilir. Bazi kontrol sistemleri bu bufferda icra edilmekte olan koddan sonraki dördüncü komutu da gösterebilme kabiliyetine sahiptir. Reset tusuna basildiginda bu tampon bellekt kaydedilen bilgiler silinir. Programin icrasi sirasinda, programda herhangi bir yanlislik görülü programin icrasinin durdurulmasi istendiginde RESET tusuna basilir. Buna ragmen, diger durumlard (programda herhangi bir yanlislik yok ise) bu tusa basilmasi tehlikeli olabilir. Eger Reset tusun basildikten hemen sonra program icra edilmeye çalisilir ise, kontrol sistemi tampon bellekte olan bilgileri kaybedecektir. Bunun neticesinde ise çok sayida komutun atlanmasina sebep olur RESET tusun basildikten hemen sonra verilen komut vasitasiyla programin icrasina devam ettirilirse unutulanan kodla dolayisi ile bas agritici problemler olusabilir. Otomatik operasyon esnasinda RESET tusuna basildigind son derece dikkatli olunmasi gerekir.

Üçüncü olarak, alarm durumunda, problem halledildikten sonra bu tusa basilmak suretiyle alarm ortada kaldirilir.



### **Makina Panelinde Bulunan Butonlar ve Anahtarlar**

Tipik bir CNC takım tezgahında makina panelinde bulunabilecek olan buton ve anahtarlara bir göz atalım. Burada bahsedilen butonlar ve anahtarlar FANUC ve MITSUBISHI kontrol sistemi ile akupule edilen CNC işleme merkezinde bulunması muhtemel olan butonlar ve anahtarları konu almaktadır. Şekil 2 de tipik bir operatör paneli gösterilmektedir.

**Mode (Mod) Anahtarı.** Mod anahtarı CNC takım tezgahının kalbidir. CNC tezgahta herhangi bir fonksiyon yerine getirilmeden evvel operatörün ilk olarak bu anahtarın konumunu kontrol etmesi gerekir. Çoğ durumlarda yapılacak işleme göre mod anahtarının uygun bir konuma alınması gerekir. Uygun konum alınmadığı takdirde operatörün vermiş olduğu komutlara karşı tezgah herhangi bir cevap vermez.

CNC tezgahındaki Mod anahtarını müzik setindeki fonksiyon seçicisi gibi düşünebilirsiniz. Çoğu müzi setlerinde kaset çalici, CD çalici, radyo v.b. gibi konumlar mevcuttur. Uygun olan operasyonu müzi setinde kullanmadan, müzik setinden istenilen müziği dinleyemezsiniz.

Benzer şekilde, CNC tezgahta bulunan mod anahtarının herhangi bir fonksiyon işleme sokulmadan evvi uygun konuma alınması gerekir. Örneğin operatör tambur vasitasiyla manual tezgahta olduğu gibi CNC tezgaha hareket verdirmek isterse, mode anahtarının HANDLE (Tambur) konumunda olması gerekir. Eger mod anahtarı doğru konumda değilse, tezgah operatörün verdiği komutlara cevap vermez.

Şimdi mod anahtarının konumlarına ve bu konumlarda yapılabilecek işlemlere bir göz gezdirelim.

**Edit.** Yeni bir program yazılması veya eski bir programda değişiklik yapılması, programların çalışma için çağırılması, program silme, program numarası değiştirme, v.b. gibi işlemlerin yapıldığı moddur.

**Mem veya Auto.** Yazılan programın çalıştırıldığı moddur.

**DNC veya Tape.** Anahtar bu konumda olduğu durumda CNC tezgahın belleği devre dışı bırakılıp çalıştırılmak istenen program direkt olarak tezgaha bağlı bir bilgisayar vasıtasıyla yüklenir. Bu özellik kalıp programlarında, programın boyutu büyük olduğundan dolayı programın CNC tezgah belleğinin sığmadığı durumlarda kullanılır. Parçanın işlenmesi için tüm hazırlıklar yapıldıktan sonra (takimleri sıfırlanması, iş parçası sıfırının verilmesi v.s.) tezgah bu moda alınır, gönderilecek olan program özel bir aktarım programı vasıtasıyla bilgisayarda hazır hale getirilir ve sonra CNC tezgah operatör panelinde CYCLE START butonuna basılmak suretiyle CNC tezgah hazır hale getirilir ve en son olarak bilgisayardan BASLA kodu verilerek parça işlemeye geçilir.

**MDI.** Bazı durumlarda program esnasında kullanılan komutların bir kısmının program çalıştırılmadan önce kullanılması gerekebilir. Buna örnek olarak iş milinin belirli bir devir verilerek döndürülmesi, suyu açılması, belirli bir konuma pozisyonlama, T takım değiştirme kodları ve bazı özel M kodları ile yapılan işlemler verilebilir. İşte bu durumda, bu işlemleri yerine getirmenin yollarından biri de MDI modudur. Gerçi bazı işlemler MANUAL moda uygun butonlar vasıtasıyla manuel olarak yaptırılabilir gibi, bazı istisnalar hariç, çoğu kodların CNC tezgaha MDI modunda hazırlık işlemleri aşamasında girilmesi gerekebilmektedir.

**Handle.** Parçayı hazırlama işlemleri, takımların sıfırlanması, v.b. diğer manuel işlemler tezgahın manuel olarak kullanılmasını ve eksenlere manuel olarak hareket verilmesini gerektirebilir. Mode anahtarı bu konuma alınmak suretiyle tezgah panelinde bulunan eksen seçim anahtarları ve döner tambur (M.P.G) kullanılmak suretiyle tezgaha istenilen hareket verdirilebilir.

**Rapid.** Tezgaha hızlı hareket işleminin yaptırıldığı moddur. Tezgah bu moda alındığında eksen seçim anahtarı ile hareket verilmek istenilen eksen seçilir. RAPID OVERRIDE anahtarı ile hareket hızı ayarlanır ve +JOG veya -JOG butonlarından uygun olanına basılmak suretiyle tezgaha hızlı hareket yaptırılabilir. Genel olarak değerlendirmek gerekirse, bu moda RAPID OVERRIDE anahtarı %10 konumunda olduğunda tezgahın hızlı hareket hızları olan hızlar (örnek X : 15 m/dak) geçerli olduğunda dolayı bu hızda tezgaha bir hareket verilmesi bindirme v.s. gibi problemlere davetiye çıkarır. Bu sebeple bu moda yapılacak hareketlerde ilk olarak RAPID OVERRIDE anahtarının düşük (LOW) konumda olması muhtemel hasarlara karşı bir önlemdir. Operasyonu en tehlikeli olan modlardan bir tanesi budur. Bu sebeple çalışma esnasında son derece dikkatli olunması gerekir.

**Jog.** Tezgah bu moda alındığı durumda, eksen seçim anahtarı ile istenilen eksen seçilmek ve uygun konuma göre panelde bulunan +JOG ve -JOG tuşlarına basılmak suretiyle, tezgaha sabit hızda hareket verdirilebilir. Tezgahın eksen hızları bu moda JOG FEEDRATE (FEEDRATE OVERRIDE) anahtarında mm/min cinsinden istenilen hızın seçilmesi suretiyle verilebilir.

**Zero Return veya Zero Point.** Tezgahın sifıra gönderilmesi için kullanılan konumdur. Tezgah ilk açıldığı durumda veya MACHINE LOCK (makina kilitleme), Z AXIS LOCK- NEGLECT- (Z eksenini kilitleme) anahtarları ile işlemler yapıldığı durumlarda veya sifıra gidilmesi gerekli olan diğer durumlarda tezgah bu moda alınarak eksen seçim anahtarı ile sifıra gönderilmek istenilen eksen seçilir. RAPID TRAVERSE anahtarı ile tezgahın hızı ayarlanır, ve panelde bulunan +JOG tuşuna basılmak suretiyle istenilen eksen sifıra gönderilir. Buna ek olarak tüm eksenlerin sifıra gönderilmesi gerekiyorsa, tezgah bu moda alınarak panelde bulunan AUTO REF tuşuna basılmak suretiyle de eksenlerin tamamı sifıra otomatik olarak gönderilebilir. Bununla birlikte eksenleri sifıra göndermeden önce tezgahın sifır noktalarından en azında 100 mm uzakta bir mesafede bulunması gerekir. Aksi takdirde sifıra gönderme işlemi yerin getirilemeyebilir.

JOG FEEDRATE ayar anahtari. Azami degeri 1260, 2000, 3600, 5000, 4000 v.s. mm/dak olacak sekilde JOG modunda sabit hizda hareket vermede veya programda çalisma esnasinda, programda F ile verile ilerlemeyi devre disi birakan DRY RUN (kuru çalisma) anahtari ON konumuna alindiginda ilerlem degerinin bu anahtar vasitasiyla verilmesinde kullanilir.

Eksen hareket yönü butonlari (+JOG ve -JOG): JOG modunda veya RAPID (hizli hareket) veya ZERO RETURN modunda eksnelere istenilen hareket bu butonlardan uygun olanina basilmak suretiyle gerçektirilir.

## **Sekil 2- Tipik bir CNC Isleme Merkezi Operatör Paneli**

RAPID OVERRIDE( Hizli hareket ayari). Bu anahtar vasitasiyla tezgahin hizli hareketi % olarak belirtile deger kadar azaltilabilir. Bu anahtarda F0, %25, %50 ve %100 konumlari bulunmaktadir. Programd kullanılan G0 kodu tezgaha hizli hareket yaptiran koddur. Bu kod verildiginde tezgah istenilen eksend tezgah imalatçisinin daha önceden belirlediği hiz degerine uygun olarak RAPID OVERRIDE anahtarind belirtilen % miktarı hizinda tezgah hizli hareket yapar. Manual modda ise bu anahtar ZERO RETURN ve RAPID modlarinda geçerlidir.

FEEDRATE OVERRIDE (İlerleme degistirme): Programda F ile verilen ilerleme degerinin çalism esnasinda % olarak degistirilmesine imkan tanir. Parça isleme esnasinda takimin zorlanma durumun göre ilerleme degeri bu anahtar kullanilmak suretiyle operatör tarafından % ile belirtilen deger kada degistirilebilir.

CYCLE START butonu ve gösterge lambasi. Otomatik modda çalisma esnasinda bu butona basilma suretiyle operasyon baslatilir. Islem devam ettigi sürece gösterge butonu yanar.

FEED HOLD butonu ve gösterge lambasi. Otomatik operasyonda çalisma esnasinda bu butona basildig zaman tezgah eksnelerine ait olan ilerleme hareketleri durdurulur. Bununla birlikte bu butonun M, S ve T kodlari üzerinde herhangi bir etkisi yoktur.

SINGLE BLOCK anahtari ve gösterge lambasi. CNC tezgahlarda program arda arda gelen bloklarda (komut) olur. Programin deneme islemleri esnasinda bazen bu blokların teker teker icra edilip kontrol edilmesi gerekebilir. Iste bu anahtar ON konumuna alindiginda programda bulunan her bir satir teker teker icra edilmeye hazirdir. Anahtar ON konumuna alinip tezgah MEM (program isleme) modun alindiginda programi olusturan ilk blok islenir ve tezgah bizden sonraki blogin islenmesi için komu bekler. Bu komut tezgahta CYCLE START tusuna tekrar basilmasi suretiyle verilir.

DRY RUN anahtari ve gösterge lambasi. Bu anahtar ON konumuna alindiginda, AUTO modund programda F ile kesme islemlerinde verilen ilerleme ile G0 hizli hareketi ilerleme hizi degerleri devre di bırakilir, ilerleme miktarı tezgah operatör panelinde bulunan JOG FEEDRATE veya FEEDRATE OVERRIDE anahtarının mm/min kısmında gösterilen bölümlere getirilmesi ile elde edilen degerler il verilir. Bazi durumlarda programda verilen ilerleme degerlerinin göz ardı edilip bunlara disarida müdahale edilmek suretiyle kontrol edilmesi gerekebilir. Özellikle yazilmiş olan bir programın kontrol esnasında veya yarida kalan bir programın çok hizli ilerleme degerleri verilmek suretiyle kalmis oldug yere kadar getirilmesinde kullanılmaktadır.

OPTIONAL STOP anahtari ve gösterge lambasi. Makina DNC(TAPE) veya MEM modunda çalismakta iken program M01(operasyonu durdur) seklinde bir komut ile karsilastigi anda, bu anahtar ON konumund ise M01 kodu icra edilir ve programın islemesi M01'de sonraki koddaki durdurulur. Isleme devam etme için tekrar CYCLE START tusuna basilmasi gerekir. Buna pratik bir örnek olarak islenmiş olan bir parçada ölçü kontrolu yapmak amacıyla programın isleme sonrası durdurulmasi ve ölçü kontrolu tamar olduktan sonra, diger takimin yapacağı operasyon için CYCLE START tusuna basilmasi verilebilir. Bi

baska ornek ise, kilavuz çekme islemi oncesi, kilavuz takımına kilavuz yağı verilmesi için tezgah bu M01 kodu ile durdurulabilir. Tezgahın M01 kodu ile durdurulabilmesi için OPTIONAL STOP anahtarının OI konumunda olması gerekir. Anahtar OFF konumunda iken M01 koduna herhangi bir şekilde etkisi yoktu ve program M01 kodunu isledikten sonra durmaksızın bir sonraki bloğun icrasına geçer.

MACHINE LOCK anahtarı ve lambası. Anahtar ON konumuna alındığında tezgah pozisyon göstergesinde verilen ilerleme hareketleri gösterilir; fakat tezgah eksenleri hareket etmez (kilitlenir). Bazı durumlarda bu anahtarın kullanılması, özellikle programın grafikten kontrolü esnasında oldukça yarar olabilmektedir. Bununla birlikte belirtildiği gibi, tezgah pozisyon göstergesinde hareketleri gözlemlenebilmesi, sistemin hareket ettiğini buna mukabil eksenlerde gerçek hareketin olmadığını belirtir ki; neticede tezgahın gerçek konumları ile sistem tarafından algılanan konumlar arasında bir farklılık oluşmaktadır. Anahtar OFF konumuna alındıktan sonra bu farklılığı devre dışı bırakmak için tezgahı **KESİNLİKLE SIFIR NOKTALARINA GÖNDERİLMESİ** gerekmektedir.

Z FEED NEGLECT (z eksenini kilitleme) anahtarı ve gösterge lambası. Bu anahtar ON konumunda alındığında tezgah eksenlerinden sadece Z eksenine ait olan hareketler kilitlenir, diğer eksenlere ait olan hareketler rahatlıkla verilebilir. Bu anahtar genellikle programın kontrolü esnasında kullanılmaktadır. Aynı şekilde MACHINE LOCK anahtarında bahsedildiği gibi anahtar OFF konumunda alındıktan sonra tezgahın Z ekseninin kesinlikle sıfır noktasına gönderilmesi gerekir.

BLOCK DELETE anahtarı ve gösterge lambası. Bazı durumlarda programın yazılması esnasında, her durumda işlenmesi gerekli olmayan, fakat bazı durumlarda işlenmesi gerekli olan program bloklarını başlangıcına " / " işareti konulur. Bu durumlarda BLOCK DELETE anahtarı ON konumunda alındığında programda bulunan bu bloklar işlenmeden geçer. Anahtar OFF konumunda ise, bu bloklar işleme tabi tutulur. Buna pratik bir örnek olarak tezgahta bulunan takımın G37 kodu kullanılması suretiyle belirli aralıklar ile boylarının tezgaha akupile edilen otomatik takım boyu ölçme cihazı ile ölçülmesi gösterilebilir. G37 kodunun önüne "/" işareti konulduğunda tercihe göre anahtar ON konumunda alınmak suretiyle takım boyu ölçülmeyebilir veya OFF konumunda alınmak suretiyle takım boyu ölçüm işlemi de programda devreye alınabilir.

PROGRAM RESTART anahtarı ve gösterge lambası. Bu anahtar otomatik işlem esnasında program operatör tarafından veya aksi bir durum neticesinde kesildiğinde, kesilen bu noktadan tezgahın tekrar işleme devam etmesi için kullanılır. Daha fazla detaylı bilgi için FANUC kılavuzuna başvurunuz.

AUTO POWER OFF (otomatik tezgah kapama). Bu anahtar ON konumunda alındığında otomatik operasyon esnasında programın icra edilmesi safhasında program M02 (program sonu) veya M30(program sonu kodunu icra eder etmez otomatik olarak tezgah kapatılır. Genellikle bu komut program boyutunun çok büyük olduğu kalıp işleme programlarında, tezgahın operatör müdahalesine gereksinim duyulmama otomatik olarak kapatılmasına imkan tanır.

ZERO RETURN lambaları. Eksenleri sıfıra gönderme esnasında, hangi eksen sıfıra gitmiş ise bu eksene ait olan sıfır lambası yanar. Bu sıfıra gitme işleminin tamamlandığının teyidi maksadıyla kullanılır.

SPINDLE FOR lambası. Lamba ON konumunda olduğunda iş milinin FORWARD (normal) yönünde döndüğünü gösterir.

SPINDLE STOP lambası. İş milinin durdurulduğunu veya dönmediğini belirten lambadır.

SPINDLE REV lambası. İş mili REVERSE (ters) yönde döndüğü durumda bu lamba ON konumunda alınır.

PROGRAM END-program sonu- lambası. M02 veya M30 kodu icra edildikten hemen sonra otomatik operasyon durduğu konumda bu lamba yanar. Programın işlenmesinin bittiğinin gösterilmesi maksadıyla kullanılır.

SPINDLE OVERRIDE. AUTO modda S kodu ile verilen is mili devrinin %50 ıla %120 aralıgında değistirilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

EMERGENCY STOP butonu. Bu buton acil durumlarda tezgahi kapamak için kullanılmaktadır, buton basıldığında tezgahın tüm operasyonları durur. İşleme tekrar başlamak için butonun RESE' doğrultusunda çevirilmesi ve tezgah açıldıktan sonra tüm eksenlerin sifıra gönderilmesi gerekir.

DATA PROTECT anahtarı. Anahtar WRITE konumuna alındığında, programda edit(düzenleme) işlemleri mode anahtarı EDIT konumunda iken yapılabilir. Anahtar kullanılmadığı zaman YES konumunda tutulmaması gerekir.

WORK LIGHT- is lambası. Bu anahtar is lambasının açılıp kapatılması için kullanılır.

CHIP CONVEYOR. Talas konveyörünün kumandası amacıyla kullanılır.

### MPG ÜNİTESİ (TAMBUR)

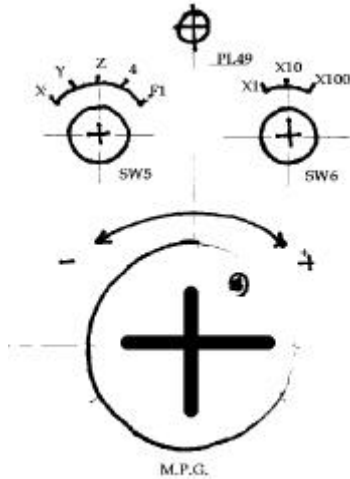
MPG de bulunan üniteler ve fonksiyonları

(1) EKSEN SEÇİM ANAHTARI (SW5): MPG'nin kullanılması, veya RAPID, JOG ve ZERO RETURN modlarının herhangi birinde tezgaha +JOG ve -JOG tuşları kullanılmak suretiyle hareket verilmesi gerektiği durumlarda, hareket verilecek olan eksen bu anahtar vasıtasıyla seçilir.

(2) MPG ON lambası (PL49): Tamburda işlem yapılmak amacıyla tezgah HANDLE moduna alındığında b lamba ON konumuna geçer.

(3) MULTIPLY(artım) ayar anahtarı: Tamburda bulunan skala üzerinde her bir skala arasındaki hareket miktarını belirler. X1 konumunda iki skala arası 0.001 mm, X10 konumunda 0.01 mm ve X100 konumunda ise 0.1 mm olarak ayarlanır.

(4) MPG -tambur-: Tezgah mode anahtarı HANDLE konumuna alındığı takdirde geçerlidir. Tamburu döndürmek suretiyle istenilen hareket verdirilebilir.



## Makina

Operatör panelinde söylemistik. Bu fonksiyona başlamadan olmadığı tesbit etmesi biri, bu mod anahtarı edilmeye

Aynı şekilde bir önceki belirtmistik. Buna olduğunu öğreneceksiniz.

## Operasyon Modları

bulunan mod anahtarı konusunda bir önceki yazımızda, bir şeyler anahtarın CNC tezgahın kalbi olduğunu ve operatörün herhangi bir evvel bu anahtarın konumunu kontrol ederek doğru konuma olduğunu belirtmistik. Operatör açısından yapılan en yaygın hatalarda yanlış konumda iken, bu konumla alakalı olmayan, fonksiyonların icra edilmesidir.

yazımızda, mod anahtarının çok sayıda konuma sahip olduğunu rağmen bu bölümde, CNC tezgahta temelde üç operasyon mod

Burada üç modu tanıtaçagız, ve bunların ne zaman kullanılacağı konusunda örnekler vereceğiz. Aynı zamanda mod anahtarının her bir konumunu, üç temel çalışma modunda sınıflamak suretiyle, mod anahtarı hakkında daha detaylı bilgi vereceğiz.

### Manual Mod

Manual modda, CNC tezgah standart veya konvansiyonel bir tezgah gibi davranır. CNC işleme merkezi manual freze tezgahi gibi davranır. CNC tezgahındaki modlardan manual mod olarak adlandırılan mod anahtarı konumları JOG (sabit hızda hareket HANDWHEEL (tambur), RAPID (hızlı hareket), ve ZERO RETURN (sifıra gönderme) şeklindedir.

Manual mod ile, CNC tezgah operatörüne butonlara basma, tamburu döndürme, istenilen makine fonksiyonunu yerine getirebilmek için anahtarları aktif hale getirme gibi operasyonları yapmasına izi

verilmektedir. Manual modda her bir butonun veya anahtarın aktif hale getirilmesi ile tezgah bu işlemi cevap verir. Örneğin, eğer mod anahtarı uygun konuma alınmış ve doğru butona basılmış ise işi döndürülebilir. Eger suyu açma anahtarı aktif hale getirilmiş ise soğutma suyu açılır. Eger tezgahta uygun mod konumu seçilmiş, uygun olan eksen seçim anahtarı ile eksen seçilmiş ise uygun yön butonlarının basılarak tezgah eksenine hareket verdirilebilir.

**Akılda tutulması gerekir ki; manual modda yapılamayan şeylerin tamamı ikinci operasyon modu olan manual data input (manual veri girişi modu – MDI) modunda yapılabilir**

### **Manual Data Input (MDI) –Manual Veri Girişi Modu**

Bu mod, mod anahtarındaki iki konumu içerir: Edit(yazma) ve MDI. Her iki durumda da, operatör verileri kontrol panelinde bulunan klavye ve ekran vasıtasıyla girer. Bu mod anahtar konumları arasında büyük bir fark olduğu düşünülse de, bunları iki temel amaç için aynı kategoride ele aldık.

İlk olarak, her iki anahtar konumu da verilerin klavye vasıtasıyla girilmesini sağlar. Mod anahtarı Edit konumunda iken, program yazılabilir veya programda değişiklik yapılabilir. Mode anahtarı MDI konumunda iken CNC komutları girilip icra edilebilir.

İkinci olarak, her ikisi de daha otomatik şekilde yapılabilen manual kabiliyetlere sahiptir. Edit modunda, operatör CNC programları kontrol belleğine girebilir. Bu işlem aynı zamanda tezgaha bağlı bir haberleşme sistemi vasıtasıyla da (bilgisayar, teyp okuyucu v.s) yapılabilir. MDI modunda, CNC programları klavye ve ekran vasıtasıyla manual olarak girilebilir ve aynı anda icra edilebilir. Eğer ikinci bir defa icra edilmek istenirse operatörün MDI kodlarını ikinci kez girmesi gerekir. Buna mukabil, aynı komutlar program içinde verildiğinde bunlar tekrar-tekrar MDI modunda girilmek yerine otomatik olarak icra edilebilir.

### **Manual Data Input –Manual Veri Girişi MDI**

CNC programı ile yapılabilen operasyonların aşağı yukarı tamamına yakını MDI modunda yapılabilir. Eğer operatör CNC komutları hakkında tecrübeli ise, diğer manual yollar ile yapılabilecek oranla MDI modu ile fonksiyonları daha hızlı bir şekilde yerine getirebilir. Örneğin, referans noktasına gönderme işlemi mod anahtarının ZERO RETURN konumuna alınıp manual olarak yapılabilirdi gibi MDI modunda uygun komutların verilmesi suretiyle de yapılabilir. İyi bir operatör bu işlemi manual moda oranla MDI modunda daha hızlı bir şekilde yerine getirebilir.

MDI modunun kullanılmasının en önemli sebebi manual modda yapılamayan bir takım işlemlerin bu mod vasıtasıyla yerine getirilebilmesidir. Örneğin, bazı işleme merkezleri, iş mili için devir değiştirme, dönme yönü belirtme, durdurma gibi fonksiyonları yerine getirebilecek olan herhangi bir buton veya anahtara sahip değildir. Bu tip bir makinede, operatörün iş milini herhangi bir sebeple dolayısıyla döndürmeye gereksinimi varsa, bunu yerine getirebilmesi için MDI modunu kullanmaya gereksinimi vardır.

MDI anahtar konumu aynı şekilde bir iş parçasında işleme operasyonları yapmak amacıyla da kullanılabilir. Aşağı yukarı MDI modu için tüm komutlar verilebileceğinden dolayı (G00, G01, G02 ve G03), operatör işleme operasyonlarını programı yazarken yapmış olduğu işleme operasyonlarına benzer yapıda yerine getirebilir. Buna rağmen, iş parçasını işlemek için MDI modunda komut verme esnasında operatörün dikkatli olması gerekir. Komut MDI modunda girilir girilmez icra edilir. Eğer operatör MDI modunda komut girmesi esnasında bir hata yapmış ise, basıncı yaratabilir. MDI modunda verilen komutların icra edilmesi esnasında programın Auto modunda icra edilmesine oranla herhangi bir kontrol sensörü yoktur.

### **Edit(Yazma) Modu**

Daha önceden kelime işlem programı ile bir personel bilgisayarda çalışmış iseniz, CNC kontrol sistemindeki edit modu ile çalışırken kendinizi oldukça konforlu hissedersiniz. Bu modda, operatöre iki temel fayda sunulur. Operatör programları CNC tezgah belleğine girilebilir ve bu programlarda değişiklik yapılabilir. Aşağı yukarı CNC kontrol sistemlerinin tamamı operatörün çok sayıda programı tezgah belleğine kaydetmesine imkan tanır. Programlar tipik olarak program numarası (O adresini takip eden sayısal değere) ile organize edilir. Operatörün çalışılmak istenilen program numarasını CNC kontrol sistemi belleğine kaydedilen programlar arasında aktif program haline getirmek için çağırmasına imkan tanınır.

**Gerçek CNC kontrollerin tamamı, edit modunda kullanıcıya üç temel şeyi yapma kabiliyeti sağlarlar: Operatör programa yeni bir bilgi yerleştirebilir, programdaki geçerli bilgiyi değiştirebilir, programda bilgi silebilir. Bazı CNC kontrol sistemleri aynı zamanda operatöre markalama, kopyalama, yapılandırma, kesme gibi global düzenleme işlemleri de sunmaktadır.**



**Bu temel özellikler arasında, operatöre program içinde mevcut bir değer araştırılması imkanı d tanınmaktadır. Bu sayede programda aranmak istenen değer daha kolay bir şekilde bulunabilmektedir.**

### **Program Çalıştırma Modu**

Üçüncü çalışma modu programın gerçekte icra edildiği (çalıştırıldığı) moddur. Bu modda mod anahtarı memory (auto) veya tape (DNC) modlarının ikisinden birinde bulunur. Operatör bu modu programların test edilmesi veya çalıştırılması amacıyla kullanır.

**Memory (Auto) modu programların kontrol sistemi belleğinden çalıştırılmasında kullanılır. CNC tezgahi kontrol sistemi belleği tüm CNC programını alabilecek kapasitede büyük olduğu sürece, program çalıştırmak amacıyla memory modu kullanılmalıdır.**

**Kontrol sistemi belleğinde çok sayıda program olmasına rağmen sadece bu programlardan bir tane aktiftir. Bu program CYCLE START (Başla) tusuna basıldığında icra edilecek olan programdır(aktif program). Çoğu CNC kontrol sistemlerinde, aktif programı seçmek amacıyla edit modu kullanılır.**

**Çoğu CNC kontrol sistemleri ile, program CNC tezgah belleğinden icra edilirken, kontrol gösterg ekranında programın tam sayfaya sığan kısmını operatörün görmesine izin verilmektedir. Program icra edildikçe, kursor aktif olan program bloğu boyunca ilerleyerek operatöre programın hangi kısmının icra edilmekte olduğunu gösterir.**

### **Tape –teyp (DNC) modu**

Bir zamanlar, programlar sadece bu mod kullanılmak suretiyle çalıştırılabilmekteydi. Fakat bilgisayarın kesfi ile, mod anahtarında Tape modunda bulunması gereksinimi azalmıştır. Günümüzün CNC kontrol sistemlerinin çoğunda teyp modu artık kullanılmamaktadır. CNC kontrol sistemleri teyp okuyucu ile akuple edilmiş iseler, bunun tek amacı sadece programların kontrol sistemi belleğin yüklenmesidir.

Programların teyp modundan çalıştırabilmesine imkan tanıyan CNC kontrollerde, bunun yararlı olabileceği iki durum vardır. Her iki de programların kontrol sistemi belleğine sığmayacak kadar büyük olduğu durumlarda geçerlidir. İlk olarak, program teyp okuyucuda direkt olarak çalıştırılabilir (eğer kontrol sistemi bu özelliği desteklemekte ise). Buna rağmen, işlenecek programın kapasitesi teyp okuyucunun serit kapasitesini aştığında teyp okuyucunun da devre dışı kalacağı unutulmamalıdır.

Son derece uzun olan bu programlar için, bazı CNC kontrol sistemleri programların personel bilgisayar gibi dış ortamdaki bir cihaz tarafından çalıştırılması desteklemektedir. Bu teknik ile, kontrol sistemi programı sanki teyp okuyucudan okuyarak çalıştıyormuş gibi uyutulur, gerçekte program kontrol sisteminin haberleşme portu vasıtasıyla aktarılmaktadır. Bunu yerine getirmek için, program çalıştırılacağı zaman mode anahtarı pozisyonu tape (teyp)-DNC moduna alınır. Fakat kontrol sistemine programın dış ortamda çalıştırıldığını belirtmek için kontrol sistemi parametrelerinin ayarlanması gerekir. Bu tekniğin ana uygulaması CAM sistemi ile elde edilen üç boyutlu oyma yüzeyi programlarıdır. Bu programlar ile, kontrol yüzeyleri alabilmek için CNC tezgaha çok küçük artış biriminde hareket yaptırılır. Personel bilgisayar vasıtasıyla programların bu şekilde çalıştırılması tekniği “DNC –Direct Numeric Control –direkt sayısal kontrol” olarak adlandırılmaktadır. Hatırlanması gerekir ki kalıp tasarımında elde edilen iş parçası programlarının işlenmesi gibi bazı uygulamalar için bu son derece önemli bir özelliktir.

Mode anahtarının tape konumu çok sayıda kısıtlamalara sahiptir. İlk olarak, CNC kontrol sistemi ekranında icra edilmekte olan programa ait sadece bir veya iki satıra ait olan kod gösterilir. Memory modunda, operatörün programın ekrana sığan kısmını görebilmesine imkan tanınmaktadır. Bu özellikle programın test edilmesi sırasında operatörün bir sonraki hareket kodunu görmeye istediği durumlarda son derece faydalıdır.

Tape modunun ikinci kısıtlaması CNC kontrol sisteminde programda değişiklik yapılmasının mümkün olmamasıdır. Bu işe programı çalıştırmadan önce tamami ile doğru bir şekilde yazıldığından emin olunması gerekliliğini ortaya koyar. Eğer programda değişiklik yapılması gerekli ise, bunların CNC kontrol sistemi dışında yapılması gerekir. Programlar kontrol sistemi belleğine kaydedildiği zaman kontrol sistemi kısmında değişiklikler kolaylıkla yapılabilir.

## **Temel Operasyon Sirası**

Herhangi bir CNC takım tezgahının çalıştırılmasının temel prosedürleri takip etmekten daha fazla şey olduğu konusunda deneyim CNC tezgah operatörleri hem fikirdirler. Tezgahın sabahleyin açılıp aksam kapatılmasına kadar, operatör bu sıraları kademe-kademe takip eder.

**Acemi operatörler açısından, CNC tezgahını nasıl çalıştıracaklarını öğrenme çabasının yarısı herhangi bir prosedüre ne zaman gereklilik duyulacağını öğrenmesinden geçer. Bunu öğrendikten sonra, sadece temel operasyon sırasını takip etmek suretiyle. Makinaya istenen fonksiyonu basitçe yaptırabilir. Örneğin, eğer operatör CNC kontrol sistemi belleğine programı yüklemek isterse, uygun sırada bir dizi anahtar ve butonun aktif hale getirilmesi gerekir. Eğer operatör offset (telafi) değerlerini değiştirmek istiyorsa; spesifik bir prosedürün takip edilmesi gerekir. Her ne kadar gerçek buton ve anahtarlar kontrol modeline bağlı olarak değişse bile, operatör en önemli sıralamayı bir döküman halinde hazırlayabilmiş ise makinaya istenilen fonksiyonu yaptırmak oldukça kolay olacaktır.**

**CNC tezgah kullanan çok sayıda firma makinayı çalıştırabilmek için gerekli olan tüm ana prosedürleri operatörlerinin aklında tutabilmesini isterler. Operatöre her bir CNC takım tezgahı ile kendini rahat hissedebilmesine yardımcı olması için CNC tezgah kullanıcısının her bir makina için ayrı bir not defteri tutmasını ısrarla öneririz. Bu, kritik makina operasyonları için adım-adım yöntemleri operatörü rahatlıkla yapabilmesine yardımcı olacaktır.**

### **En Önemli Operasyon Sıraları**

Tezgahı açma, tezgahı kapama, takımların takılması, telafilerin ayarlanması ve programların yazılması gibi işler operatörün düzen olarak yaptığı işler arasındadır ve bu sebeple bunları kesinlikle çok iyi bir şekilde öğrenip aklında tutması gerekir. Buna mukabil, daha az aralıkla kullanılan prosedürler de vardır ve bunların kesinlikle not defterinde tutulması gerekir.

Bu prosedürler ile, CNC takım tezgahını çalıştırmak çok kolaylaşır. Bunlar operasyonel prosedürler ile ilgili olarak çabuk ve kolay ulaşılabilecek referans sağlarlar. Her ne kadar takım tezgahı satıcılarının satmış oldukları her bir tezgah için bu şekilde kolay ulaşılabilecek bir dökümantasyon hazırlamaları güzel olursa da, çok azı bunu yapmaktadır. Çoğu CNC takım tezgahları için, bu tür bilgilerle kendinizin anlayacağı şekilde oluşturup kullanmanız gerekir.

Prosedürlerinizi lojikel kategorilere bölebilirsiniz. Burada bu prosedürler ile ilgili olarak tipik bir işleme merkezi için geliştirilmiş bir spesifik liste verilmektedir. Bunlara çok benzer prosedürler CNC takım tezgahının her bir formu için gerekli olacaktır. Eğer operatör CNC takım tezgahını öğrenirken eli altında bu tip bir bilgiye sahip ise, tezgahın çalıştırılması çok daha kolay olacaktır.

### **Manual Operasyon Sıraları**

- Makinayı açma
- Manual sifira gitme
- İş milini manual olarak döndürme
- Eksenlere manual olarak sabit hızda hareket verme
- Eksenleri hareket ettirmek için tamburu kullanma
- İş miline takımları manual olarak takma
- Magazine takımları manual olarak takma
- Soğutma suyunu manual olarak açma
- Eksen göstergelerinin sıfırlanması veya istenilen bir değere ayarlama
- Takım telafilerini girme (takım boyu ve takım yarıçapı)
- Ayna görüntüsünü manual olarak ON konumuna alma
- Manual olarak inç veya metrik sistemi seçme

### **Manual Data Input-Manual Veri Giriş Operasyon Sıraları**

- Takımları değiştirmek için MDI modunu kullanma
- İş milini döndürmek için MDI modunu kullanma
- MDI modunu tezgahı sıfır noktasına göndermek için kullanma
- Eksenlere hareket verdirmek için MDI modunu kullanma

### **Program Yükleme ve Kaydetme Sıraları**

- Programları seri port vasıtasıyla belleğe yükleme

- Klavyeden programların belleğe yüklenmesi
- Programların CNC den bilgisayara aktarılması

#### Program Gösterme ve Düzenleme Sıraları

- Programda kayıtlı olan programları gösterme
- Programların bellekten silinmesi
- Programdaki diğer programların araştırılması
- Program içindeki değerlerin aranması
- Programdaki kelimelerin değiştirilmesi
- Programdaki komutların ve kelimelerin silinmesi
- Programa kelime ve komutların yerleştirilmesi

#### Hazırlık Sıraları

- Program sıfır noktalarını ölçme
- Takim boyu değerlerinin tesbiti ve ölçülmesi

#### Program Çalıştırma Sıraları

- Programları test etme
- Test edilen programların çalıştırılması
- Programı yarıdan baslatma, takima işlem yaptırma

## CNC Programlarının Emniyetli Bir Şekilde Test Edilmesi

Çoğu kısımlarda, CNC kontrol sistemleri programda verilen komutları takip edecektir. Temel yazım hataları haricinde programda herhangi bir hata var ise CNC kontrol sistemi muhtemelen bu hatayı nadiren gösterecektir. Yeni bir programı test ederken, operatör herteye hazırlıklı olmalıdır. Örneğin programcı takimi hızlı hareket verdirmek suretiyle parçada kesme işlemi yapan bir kodu yanlışlıkla kullanmış olsun. Kontrol sistemi verilen komutları takip edeceğinden dolayı muhtemelen tezgah bindirecektir.

**Muhtemelen manual(elle) olarak hazırlanan programda herhangi bir şey yanlış olabilir. Programcı Z değeri yerine Z değerini yanlışlıkla yazmış olsun. Bu durumda, makina ile elde edilen hareket tamamı ile yanlış olacaktır.**

Eğer program CAM sistemi ile hazırlanmışsa programda muhtemelen sintaks (yazım) hataları bulunmaz. Aynı şekilde kontrol sistemine verilen temel hareket komutları da doğru olur. Buna mukabil, CAM ile elde edilen programlar tamamı ile doğru olacaktır şeklinde bir sonuca varılamaz. Manual olarak üretilen programlara göre bunların doğru olma olasılığı çok yüksekse de, ilerlemeler, iş mili devirleri, iş parçası fikstürü, kesme derinliği v.b. gibi problemler dolayısı ile programın işlenmesi esnasında istenmeyen durumlar olutabilir. Diyalog sistemi ile üretilen CNC programları CAM sistemi ile elde edilen programlar gibi düşünülebilir. Hatırlanmalıdır ki; eğer takim boyu ölçme, iş parçası sıfır noktasının tesbit edilmesi gibi hazırlık işlemleri aşamasında hata yapılmış ise mükemmel programlar dahi sıhatsız bir şekilde davranacaktır.

CNC ekipmanı ile çalışma esnasında emniyet prosedürlerine gereksinimi göz ardı edemeyiz. Acem programcıları korkutmak gibi bir hedefimiz olmasa da, bu güçlü ve potansiyel tehlikeli ekipman için so derece tedbirli olmayı asılamak istiyoruz.

#### Emniyet Öncelikleri

Herhangi bir takım tezgahi ile çalışma durumunda daima önem verilmesi gereken üç temel öncelik vardır.

## Operatör Emniyeti

Tezgahta yapılacak tüm işlem kademeleri için öncelikli olarak operatör emniyetini birinci planda tutacak şekilde önlem alınması gerekir. CNC programlarının test edilmesi için gerçek prosedürleri ileriki kısımlarda verdikçe, her bir prosedürün öncelikli olarak operatör emniyetini vurguladığını göreceksiniz. Acemi operatör deneyim kazandıkça, meyilim zaman kazanmak için bu prosedürle kısaltmak şeklinde olacaktır. Önerilen test prosedürleri takip edilmediği takdirde operatör tezgahın kapagini çok tehlikeli olacak şekilde açıyor demektir.

## Takim Tezgahi Emniyeti

Emniyet önceliklerinin ikinci seviyesi CNC işleme merkezinin emniyetidir. Her bir operatör takım tezgahına herhangi bir şekilde hasar vermeyecek şekilde çalışmak için elinden gelen her şeyi yapmak zorundadır. CNC takım tezgahi çalışma zamanı son derece pahalıdır. CNC tezgah herhangi bir sebep ile devre dışı kalırsa, tezgahın tamiratındaki gerçek maliyet, imalat zamanındaki kayba oranla genellikle daha azdır.

**Operatör veya programcı hatalarından dolayı takım tezgahına zarar vermenin herhangi bir özrü yoktur. Eger vermiş olduğumuz test yöntemleri takip edilirse, tezgahi tehlikeli duruma sokmadan takım daha da riskle çalıştırılabilir.**

## İs Parçası Emniyeti

CNC tezgah emniyetinin üçüncü seviyesi tüm iş parçalarının istenen ölçüler içinde alınabilmesidir. Kullanıcı uygulamalarına bağlı olarak tezgahta işlenecek olan kaba malzeme maliyeti dramatik bir şekilde değişir. Bazı durumlarda, tamamı ile kaba kütük kullanılabilecek son derece küçük parçaların işlenmesi durumunda, CNC tezgahta işlenmek amacıyla bağlanan malzeme maliyeti parça başına 10 dolar (1/10 \$) kadar az olabilir. Bu durumda, şirket program ile işlenen parçayı gerçek ölçülerinde elde edebilmek için çok sayıda parçanın iskarta çıkmasına herhangi bir şey söylemez.

**Buna rağmen CNC tezgaha bağlanan malzemenin maliyetinin son derece yüksek olduğu iş parçalarını işlenmesi gerektiği durumlar olabilmektedir. Muhtemelen malzemenin kendisi son derece pahalıdır ve/veya CNC takım tezgahına bağlanmadan iş parçası üzerinde yapılan hazırlık operasyonları veya işleme operasyonları son derece pahalı olabilir. Eger vermiş olduğumuz test prosedürleri takip edilirse alınacak olan iş parçası istenilen ölçülerde alınabilir. Verilen teknikleri takip etmek suretiyle işlenen tür kritik ölçüler operatör tarafından hassasca alınabilir.**

## Tipik Hatalar

**Programların test edilmesinde kullanılan gerçek teknikleri tartışmadan evvel programın yanlış olması sebep olan programcının yapabileceği eğiliminde olduğu tipik hataları bir görelim. Bu yaygın hataları bilinmesi suretiyle programın öncelikli olarak gözlenmesi ve hatalara önceden teşhis konulabilmesi sağlanabilir.**

## Sintaks (yazım) Hataları

Programın yazımı esnasında programcının kaynaklanan yazım hatalarını kontrol sistemi işleme sokmaz. Programcının G01 şeklinde bir kodu G101 şeklinde yazması tipik bir yazım hatasıdır.

**Bu şekildeki bir hata ile, bu hatalı hareket kodu okunduğunda kontrol sistemi alarm durumuna geçer. Eger takım tezgahi verilen hareket komutlarını takip etmek suretiyle hareket ediyor ise hareket durur ve**

program askıya alınır. Genellikle kontrol sistemi problemin sebebi ile ilgili olarak gösterge ekranında bir mesaj gösterir.

**Yazım hataları programın yazımı veya kontrol sistemine kaydedilmesi esnasında manual programcını yapmış olduğu gülünç hatalardır. Bunların teşhis edilmesi oldukça kolaydır, çünkü programcı programı test edilmesi esnasında herhangi bir alarm ile karşılaştığında, bu tip bir hatanın olduğu açıktır.**

### **Hareket Hataları**

Bu tip hatanın teşhis edilmesi biraz daha zordur. Her ne kadar hareket hataları programcından kaynaklanan gülünç hatalar olsa da genel olarak bunlar doğru olmayan koordinat hesaplamalarına sebebiyet verir. Örnek olarak programcı resim üzerindeki bir ölçüyü yanlış olarak yorumlamış olsun, ve takıma hareket verdirmek için gerekli olan komutlar bu yanlış yorumlanan ölçüden dolayı yanlış olur. Bu durumda kontrol sistemi herhangi bir alarm vermeden programcının vermiş olduğu hareket komutlarını takip eder. Fakat ele edilen takım yolu doğru olmayacaktır.

Bu kategorideki diğer hatalar takım telafilerinin aktif hale getirilmesinin ve devre dışı bırakılmasının unutulması, yanlış G kodu ile kesme işleminin yapılması (genel olarak G00), saat yönünde yay hareketi veya saatin tersi yönde yay hareketinin yanlış verilmesi ve artımsal mod ile mutlak mod arasında yanlış seçimin yapılması şeklindedir.

Bu tip bir hata işleme öncesi tesbit edilemez ise son derece zararlı olabilir. Bu tür hataların olduğu kodlar; en iyimser halde, “uygun bir şekilde itleme”; en kötümser halde, “takımı iş parçasına, iş parçası bağlama aparatına veya makineye bindir” şeklinde programın kontrol sistemine verdiği komut olarak yorumlanabilir.

### **Ön-hazırlık (Ayar) Hataları**

Eğer hazırlık işlemleri esnasında bir hata yapılmış ise, mükemmel bir şekilde yazılmış olan bir program dahi olsa CNC programı ile istenilen parça alınamaz. Çoğu durumlarda program işlenmeye geçilmeden önce, ayar ile ilgili işlemleri yapması için operatörün bu takım ölçümler yapıp bu elde etmiş olduğu ölçüm değerlerini kontrol sistemi telafi belleğine girmesi gerekir.

**Örneğin, aşağı yukarı tüm işleme merkezleri program sıfırının makinede ölçülmesini gerekli kılar. Bu ölçüm bir kez yapılırsa, ya program değiştirilmelidir, veya program sıfır değerlerinin fişür telafilerinin (program sıfırının nasıl atandığına bağlı olacak şekilde) girilmesi gerekir.**

**Eğer bu ölçümler yanlış şekilde yapılmış, veya bunların kontrol sistemi belleğine girilmesi esnasında bir hata yapılmışsa, kontrol sistemi program sıfırının nerede olduğunu doğru olarak bilmeyecek; program komutlarına bağlı olan tüm hareketler doğru olmayacaktır.**

**Benzer şekilde, takım boyları ve çapları (frezeleme takımları için)nin ölçülüp kontrol sistemi belleğine girilmesi gerekir. Eğer bu esnada bir hata yapılmış ise, kontrol sistemi her bir takıma ait olan takım boyunu veya çapını doğru bir şekilde algılamaz.**

### **Atlamadan Kaynaklanan Hatalar**

Acemi programcıların çoğu program içinde gerekli olan kodların bazılarını atlayarak kodlama eğilimindedirler. Programda ölçüleri verilmesi esnasında “.” nokta değerini veya söğütme suyunu açma kodunu unutabilirler. Aynı şekilde programda ilerleme değeri vermeyi unutabilirler. Bu gitgide uzar. Bu tip unutmaya hatalarına karşı eğilimli olunabileceğinin bilinmesi programın test edilmesinin başlandığında yardımcı olur.

### **Programın Test Edilme Yöntemleri**

**Timdiye kadar temel teyler hakkında bir fikir sahibi olduk, şimdi programların test edilmesi için gerekli olan gerçek prosedürleri tartışalım. Öncelikli olarak Feed Hold (ilerlemeyi durdurma) butonunun çok iş**

**bir şekilde kullanabilmek için alışkanlık kazanılması gerekir. Programı başlatmak için Cycle Start (Başla) butonuna her bastığınızda, diğer parmajınızın Feed Hold butonu üzerinde konumlandırılmış olma gerekir. Eğer beklenmeyen bir hızlı hareket kodu yapılmakta ise, Feed Hold butonunun nerede olduğunu tesbit edecek kadar zamanınız olmayabilir. Bu sebeple parmajınız kesinlikle bu buton üzerinde tutulma ve ani olarak basacak şekilde hazır olmalıdır. Ne yapmakta olduğunuz önemli değildir, program te edilene kadar, bu tekniği kullanmanız gerekir. Bu tekniğin herhangi bir sebeple bindirme hatalarını önüne geçeceğine garanti veririz.**

## **Machine Lock (Makina Kilitleme) ile Çalıştırma**

Makina kilitleme anahtarına sahip olan tüm CNC tezgahlar bu işleme imkan tanır. Bu prosedür programda bulunabilecek olan sintak (yazım) hatalarına karşı programın kontrol edilmesini sağlar. Hazırlık işlemi yapıldıktan ve program ile ilgili tüm bilgiler (takir tafileri, program sifiri v.s.) kontrol sistemine girildikten sonra, operatör Machine Lock (makina kilitleme) ve Dry Run (kuru çalışma) anahtarlarını ve aynı zamanda dry run ile verilen ilerleme hızını kontrol eden anahtarı (genellikle Feedrate Override veya Jog Feedrate anahtarları) en yüksek konumuna getirerek hareketlerin mümkün olan en hızlı bir şekilde işlenmesini sağlar.

İşlem başlatıldığında (cycle start butonuna basarak), kontrol sistemi programda oluşabilecek olan yazılım hatalarına karşı program tarar. Programın icrası esnasında, iş mili döner, magazinden istenilen takım alınır, kontrol sistemi programı gerçekten çalıştırmıyormu gibi görünür (Pozisyon göstergesinde kontrol sistemi eskenlerin mevcut konumunu program işlemi devam ettiği sürece gösterece şekilde değiştirir). Buna mukabil, eksenler (X,Y,Z v.b. ) fiziksel olarak hareket etmez.

Bu yöntem operatörün programı en rahat bir şekilde kontrol etmesini sağlar. Kontrol işlemi esnasında operatör kendini son derece rahat hisseder çünkü tezgah eskenleri fiziksel olarak hareket etmemektedir. Operatör eksenlerde herhangi bir hareket olmadığını gördükte sonra (makina kilitleme tusu gerçekten de aktif hale getirilmiş), kendini iki seyden bir tanesi olana kadar rahat hisseder. Ya kontrol sistemi bir alarm oluşturur veya bir alarm oluşturulmamasına rağmen program sona ermez, askıda kalır.

Eğer kontrol sistemi program içinde bir yazım hatası bulmuş ve bunun sonucu olarak bir alarm vermişse, operatör alarmı teşhis etmel problemi halletmeli ve programı tekrar işleme sokmalıdır. Bu işlem makina kilitleme anahtarı aktif halde iken, tüm program herhangi bir alarm oluşturulmayıncaya kadar tekrarlanmalıdır.

Kontrol sistemi herhangi bir alarm vermeden tüm programın icrasını tamamladığında, operatör bilecektir ki, kontrol sistemi program kabul etmektedir. Her ne kadar program içinde istenmeyen hareket hataları olsa bile, en azından program bastan sona kadar bir alarm vermeden işleme alınmıştır. İşlem bitirildikten sonra, çoğu CNC kontrol sistemlerinde kumanda yapısı gereği makina kilitleme tusunu devre dışı bırakılıp makina pozisyonu ile kontrol sistemi pozisyonlarını senkronize etmek için tüm eksenlerin kesinlikle sıfır gönderilmesi gerekir.

Eğer CNC programı bir CAM sistemi ile hazırlanmışsa, CNC programında yazım hataları olmayacağından dolayı bu yukarıda bahsedilen test prosedürünün uygulanmasına gerek yoktur.

## **Dry Run (kuru çalışma) ile Çalıştırma**

Makina kilitleme ile çalıştırma prosedürü başarılı bir şekilde tamamlanmışsa, operatör programda eksen hareketlerini vermeye hazırdir. Buna rağmen, programda oldukça vahim hareket hataları olabileceği göz ardı edilmemelidir. Gerçekten de bu bahsedilen prosedürü ana sebebi hareketden kaynaklanan problemlerin kontrol edilmesidir. Operatörün bu prosedürü yerine getirirken gerçekten de son derece dikkatli olması gerekir. Bu esnada, iş parçası sıfır ayarları yapılır fakat bağlama aparatı üzerine herhangi bir iş parçası bağlanmaz.

Bu işlemi yerine getirebilmek için, operatör makina kilitleme anahtarını devre dışı bırakır (kapat), dry run –kuru çalışma - ilerleme hızını ayarlayan anahtarı (feedrate override veya jog feedrate) en düşük konumuna alır, ve rapid traverse override –hızlı hareket ayar anahtarını en düşük konumuna alır. Program işleme operasyonu başlatıldığında (cycle start tusuna basma), operatörün bir parmajını Feed Hold –ilerlemeyi durdurma- butonunun üzerinde basmaya hazır halde tutması gerekir.

Jog feedrate-sabit hızda ilerleme hızı - en düşük konumuna alındığından dolayı eksen hareketleri son derece yavaş olacaktır. Operatör jog feedrate anahtarının ayar konumunu değiştirmek suretiyle eksen ilerleme hızını artırdıkça eskenler biraz daha hızlı hareket edecektir. Operatör bu hız değerini kendini emniyette hissettiği bir değere ayarlayabilir.

Her bir takım iş parçasına veya iş parçası tesbit aparatına yaklaştıkça, dry run-kuru çalışma- hız ayar anahtarının (jog feedrate veya feedrate override) düşük konuma ayarlanmak suretiyle eksen hızları düşürülebilir. Eğer operatör endişeli ise ve bir şeyi kontrol etme istiyorsa, işlemi geçici olarak durdurmak için Feed Hold –ilerlemeyi durdurma- butonuna basılabilir. Duraklama sonrası, cycle start (başla) butonuna basılarak esken hareketleri tekrar başlatılabilir. Eğer operatör programdaki hareket de olan bir hatadan dolayı işlem

operasyonunu iptal etmek isterse, Feed Hold-ilerlemeyi durdurma- butonuna basıldıktan sonra, RESET butonuna basılabilir, mo anahtarı manual moda zero return konumuna alınmak suretiyle makina sıfır pozisyonlarına gönderilebilir, ve problem mode anahta edit konumuna alınmak suretiyle programda degisiklik yapmak suretiyle düzeltilebilir.

Ciddi problemlerden dolayı, operatörün aynı zamanda daha az önemli problemleri de kontrol etmesi gerekir. Örneğin, operatörün her bir takım için is milinin doğru yönde dönmeye başladığını ve programın ürettiği temel hareketlerin doğru olup olmadığını kontrol etmesi gerekir.

Çoğu durumlarda, bu konuda bahsedilen prosedürü bir defa yaptıktan sonra, operatör programın doğru olup olmadığından tamamiyle emin olmayabilecektir. Bu şekilde program ilk işleme alındığı zaman, operatör makineye ciddi hasarlar verebilecek olan hatalar üzerine yoğunlaşmış olabilir, ve bu sebeple hareket ile ilgili hatalara daha az önem verebilir. Bu sebeple, operatörün tüm hareket komutlarından tamamıyla emin oluncaya kadar bu konuda bahsedilen prosedürün bir çok kez tekrarlanması gerekir.

Bazı durumlarda makina kilitleme ile çalıştırma işlemi tamamıyla bitirildikten sonra, bu konuda bahsedilen prosedürün icra edilmesi esnasında makina alarm durumuna geçebilir. Eksenlerin çalışma limitlerini geçmesi, telafiler ve diğer kompanzasyon tipleri ile ilgili problemler makineyi alarm durumuna geçiren problemler arasındadır.

## Is Parçası Bağlanmadan Programı Çalıştırma

İlk is parçasını gerçek olarak işleme geçmeden önce, yerine getirilmesi gereken önemli bir prosedür daha vardır. Operatörün Dry Run –kuru çalışma- anahtarını kapamak suretiyle (OFF) is parçasını apana bağlanmadan önce programı tamamıyla birden fazla icra etmesi gerekir. Bu operatörün bir önceki prosedürde görülmesi mümkün olmayan bir şey görmesine yardımcı olur. Bu prosedür operatörün tüm eksen ilerleme hızlarının dry run hareket hızı anahtarı (jog feedrate veya feedrate override) ile kontrolünü eline alması sağlar. Dry run (kuru çalışma) anahtarı aktif hale getirildiğinde, operatörün hızlı hareket ile kesme hızları arasındaki farkı ayırtma kabiliyeti yoktur. Bu hareketlerin hepsi aynı hareket gibi gözükür.

Bu prosedür ile operatörün düzeltilmesine imkan tanınan bir örnek verelim. Programcının delik delme işlemi kesme hareketi yerine hızlı hareket ile yapan bir kodu yanlışlıkla yazmış olduğunu kabul edelim. Fakat delik delmek için gerekli olan kodda, programcı hat ile G01 kodunu unutacaktır. Makina mevcut durumda hızlı hareket modunda olduğundan dolayı, delik hızlı hareket ile işlenmesi istenecektir ki muhtemelen matkabi kiracak ve operatörü yaralayabilecektir. Bu sebeple, parça işleniyormuş gibi fakat parça yerinde hiçbir parça bağlı olmayacak şekilde, bu prosedürün bir kaç kez tekrarlanmasını önermekteyiz. Bu prosedür vasıtasıyla operatör programı hangi kısımlarında hızlı hareket vermiş, hangi kısımlarında kesme hareketi vermiş kolaylıkla anlaşılabilir.

İşlenmesi son derece uzun zaman alan is parçaları için, operatör Dry Run anahtarını On ve OFF konumları arasında isteye göre değiştirmek suretiyle ve dry run hız ayar anahtarı ile yüksek hız vermek suretiyle işlemi hızlandırabilir. Operatör icra edilmekte olan kodun bir kesme hareketi ile verilmiş olan bir kod olduğundan emin olduktan sonra, dry run hız ayar anahtarını ayarlayarak eksen hızlarını bir miktar artırmak suretiyle işlemi hızlandırabilir. Sonra Dry run anahtarı kapatılabilir. Bu tekniğin tekrarlanması suretiyle operatörün uzun programları kısa zaman içinde kontrol etmesine imkan tanınır.

## İlk Is Parçasının Alınması

Sonunda operatör ilk is parçasını çalıştırmaya hazırdır. Hala programdaki her bir takım potansiyel olarak tehlikeli duruma sebep verebilecek en azından bir harekete sahiptir. Çoğu programcılar her bir takımı is parçası yüzeyine 3 mm kalacak şekilde hızlı bir şekilde pozisyonladırırlar. Bu son derece az olan mesafenin bir önceki kontrol prosedürlerinde kontrol edilmesi mümkün değildir. Bu sebeple operatör her bir takımın is parçasına olan yaklaşma hareketi sırasında son derece dikkatli olması gerekir. Aynı zamanda, eğer takım değişik yüzeylere programın diğer kısımlarında hızlı hareket ile yaklaşıyor ise, aynı zamanda bu hareketler esnasında da operatörü tedbirli olması gerekir.

Bu sebeple, takımların is parçasına yaklaşması esnasında Dry Run-kuru çalışma- ve Single Block –satir satir işleme- anahtarlarının aktif halde olmasını öneririz. Dry run ve single block tuşları aktif hale alınmak suretiyle, operatörün hareket hızını her bir takımın yaklaşma hareketi esnasında kontrol etme imkanı olacaktır. Takım işlenecek olan yüzeye yaklaştıkça, eksen ilerleme hızı dry run –kuru çalışma- hız ayar anahtarının (jog feedrate veya feedrate override) düşük konuma alınması suretiyle eksen hızları düşürülebilir. Ve Single block satir satir işleme- anahtarı aktif konumunda olduğundan dolayı, takımın parçaya yaklaşma hareketi bittğinde tezgah eksenlerini ilerletmesi kendiliğinden duracağından operatör kendini emniyette hisseder. Eksen ilerlemesi durduktan sonra, operatör yaklaşma miktarını (3mm) kontrol edebilir. Eğer her şey normal gözükürse ise, operatör Dry Run-kuru çalışma- anahtarını devre dışı bırakabilir (dry run anahtarı ON konumunda iken kesme işlemi yaptırmayın) ve Single Block (satir satir işleme) anahtarını aktif halde bırakabilir. Her bir komutun sonunda, eksen hareketi Single Block anahtarı ON konumunda olduğundan dolayı durur ve operatör bir sonraki harekete devam edebilmek için Cycle Start (başla) tuşuna basar. Bir sonraki komut bir başka yüzeye yaklaşma şeklinde bir komut ise eksen hızlarını kontrol altına alabilmek için operatör Dry Run (kuru çalışma) anahtarı tekrar ON (aktif hale getirme) konumuna alabilir.

Çogu kontrol sistemlerinde, takımın ilk yaklasma hareketi esnasında operatöre yardımcı olan bir pozisyon göstergesi vardır. Bu yaygi olarak “*distance to go(kalan mesafe)*” sayfasi olarak adlandırilir. Bu sayfada verilen komutun tamamlanmasi için daha eskenlerde r kadar hareket yapılmasi gerektiği gösterilir. Örneğin, mevcut durumda takım is parçasına yaklaşıyor olsun. Kesme islemi önce hareketi durdurmak için Single Block (satir satir isleme) ve eksen ilerleme hizini kontrol altına almak için Dry Run (kuru çalışma anahtarları aktif hale getirilerek esken ilerleme hizi yavaslatılmış olsun. Takimin is parçasına yaklasmasına 5 mm kaldığında, operatör bir endite hissetmit olsun. Operatörün icra edilmekte olan kod tamamlanmadan takım is parçasına çarpacak seklinde bir enditesi olmu olabilir, bu sebeple Feed Hold (ilerlemeyi durdurma) butonuna basarak eksen hareketlerinin ilerlemesini durdurur. Bu esnada, operatör aktif haldeki kodun tamamlanmasi için eksenlere daha ne kadar hareket verilmesi gerektiğini “*distance to go(kalan mesafe)*” sayfasından kontrol edebilir. Bu mesafe takımın is parçasına yaklasmak için durdurulduğu pozisyon ile kıyaslanmak suretiyle takimi çarpıp çarpmayacağı belirlenebilir.

### ***Dogru Parçaların Elde Edilmesi***

Yukarıda bahsedilen prosedürler birincil hedef olarak operatör emniyetini konu almaktadır. Aynı zamanda operatörün de dogru parçala elde etmesi gerekir. İlk is parçasının islenmesi esnasında, i t parçasının istenilen ölçülerinde alınabilmesini sağlamak için bir takım seyl gereklidir.

**Eger operatör her bir takımın isleme operasyonu esnasında ne yamakta olduğunu dikkate alırsa, islene parça yüzeyi üzerinde takımın bir miktar paso kalacak sekilde is parçasını islemesini sağlayabilir. Deneme telafisi ile isleme operasyonu sonrası, islenen yüzey ölçülebilir ve bu ölçüm sonucunda operatör gerçe olarak is parçası üzerinde ne kadar paso kaldığını bulabilir. Buna göre telafi degeri uygun sekild ayarlanarak, takım tekrar isleme sokulabilir. Bu durumda takım is parçasını istenilen hassasiyet degerinde işlemis olacaktır. Bu sira is parçasının resimde belirtilen ölçülerinde çıkması için programdaki her bir takım için tekrarlanabilir.**

Asagıda prosedürleri bir liste halinde vermekteyiz.

- **Hangi takımın itleme operasyonu yaptığına bakınız.**
- **Is parçası üzerinde bir miktar paso kalacak sekilde takım telafisi degerini ayarlayın. (ön yüzeydel delik ve frezeleme itlemleri için takım boyu degerini bırakılacak paso kadar artırın)**
- **Takımın is parçası üzerindeki operasyonunu tamamı ile tamamlamasını sağlayınız.**
- **Takımın işlemis olduğu parçadaki operasyon degerini ölçünüz.**
- **Is parçasını ölçüsünde isleyebilmek için takım telafisi degerini ayarlayınız.**
- **Takımın yapmış olduğu işlemlere ait program kısmını tekrar itleme sokunuz.**
- **Yeni telafi degerlerinin dogru olup olmadığını ölçünüz gerekli ise yeni telafi degerini ayarlama suretiyle takimi tekrar itleme sokunuz.**

### ***Is Parçasını Seri Üretime Sokma ve Optimizasyon***

İlk is parçasının islenmesi başarılı bir sekilde tamamlandıktan sonra, operatör is parçalarını gerekli olan miktar kadar makinada islemey hazirdir. İlk is parçaları için, operatör kendini tamamı ile emniyette hissedene kadar hızlı hareket ayar anahtarının (Rapid Override) düşük konumda tutulması suretiyle botta hareket hızlarını azaltması faydalı olabilir.

Eger çok sayıda is parçasının islenmesi gerekmekte ise, elde edilen ilk birkaç parçanın ölçülmesi ve gözlemlenmesi sağlıklı olu Programın bazı kısımlarının tekrar düzen-lenmesi ve it parçasının islenme zamanının azaltılması gerektiği durumlar ile operatör karşılaşabilir. Aynı zamanda, isleme zamanını artırmak için kesme şartları (devir ve ilerleme) ile oynanması gerekebilir. Buna rağmen optimizasyon esnasında programda ana değişiklikler yapılmış ise, programın tekrar bastan başlamak suretiyle yukarıda bahsettiğimi prosedürlerin takip edilerek test edilmesini öneririz.

### ***Sonuç***

Vermis olduğumuz test prosedürleri büyük is çalışması gerektirir gibi gözükmekte ise de acemilerin bu prosedürleri kullanmasında isretmekteyiz. Her ne kadar bir miktar zaman alsada muhtemel akibetler ile kıyaslandığında kolaylıkla haklı çikilabilir. Test prosedürle olmasızın, CNC isleme merkezleri ile çalışma son derece tehlikelidir. Bindirme esnasında operatörde herhangi bir yaralanma olmas bile, makinanın tamirati esnasındaki zaman ve maliyet göz önüne alındığında bu gibi durumlar yeni programlar ile çalışma durumunc son derece tedbirli olunması gerekliligini haklı çikarır.



Acemi bir operatörün yeni bir makina ile çalışma esnasında son derece tedbirli olması doğaldır. Fakat bir miktar deneyim kazandıktan sonra, operatör kendini miktar üretken hissedebilir. Sonuçta ise operatör test prosedürlerini azaltmaya başlar. İşte problemlerin başladığı yer burasıdır. Bunu herhangi bir kişinin kayak öğrenmesine benzetebiliriz. İlk olarak, acemi kayakçı kendini yaralamak konusunda son derece dikkatlidir. Herhangi bir cambazlık veya kurnazlık yapmaya teşebbüs edilmez. Fakat güven kazanıldıktan sonra, kayakçı yapamayacağı şeyleri yapma eğilimi içine girer. İşte bacakların neden kırıldığının sebebi budur. Aynı şey acemi bir CNC operatörü için de söylenebilir. Güven kazandıkça, acemi birisi olarak yapması gereken prosedürleri atlayarak geçmek eğiliminde olur. Dikkat olunuz!

