

CNC'nin Temelleri (Temel Kavramlar #1)

Bu kilavuz CNC takım tezgahlarının genel sistematiğini 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 tanımasıdır. CNC tezgahların kullanılması suretiyle iş parçalarının imalatı esnasında operatörün müdahalesi en aza 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, insan hatasından kaynaklanan hataların en aza indirilmesi, işleme zamanının önceden ve tam olarak tesbit edilebilmesi gibi faydalar sağlar. Makina program kontrolü altında çalışıyor olduğundan, konvansiyonel takım tezgahında aynı parçaları imal eden bir usta ile kıyaslandığında, CNC operatörün temel işleme 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 tekrarlama ve pozisyonlama hassasiyeti değerlerine sahiptir. Bu işe program kontrol edildikten sonra, iki, on, veya bin adet iş parçasının da aynı hassasiyet ve ölçü tamlığında elde edilebilmesini sağlamaktadır.

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

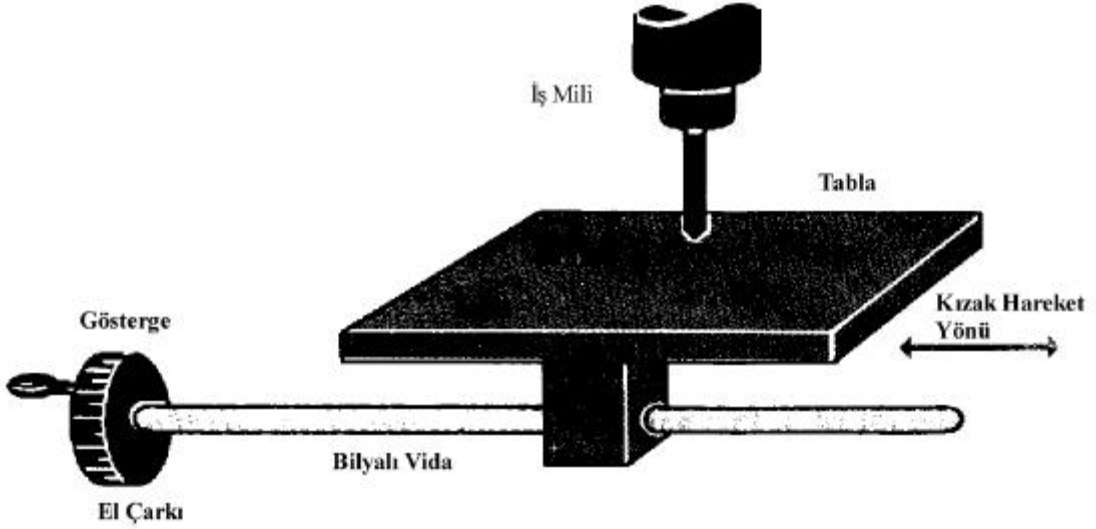
Bu makinelerde hazırlık işlemi ve işleme operasyonuna geçiş zamanı çok kolay olduğundan ve programlar kolaylıkla yüklenebildiğinden dolayı, parça işleme hazırlık zamanının çok kısa olması sağlanmaktadır.

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** (daireysel 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 bir takım tezgahında tabla hareketinin nasıl yerine getirildiği, Şekil 2 de ise; aynı hareketin CNC takım tezgahında nasıl yerine getirildiği gösterilmektedir.



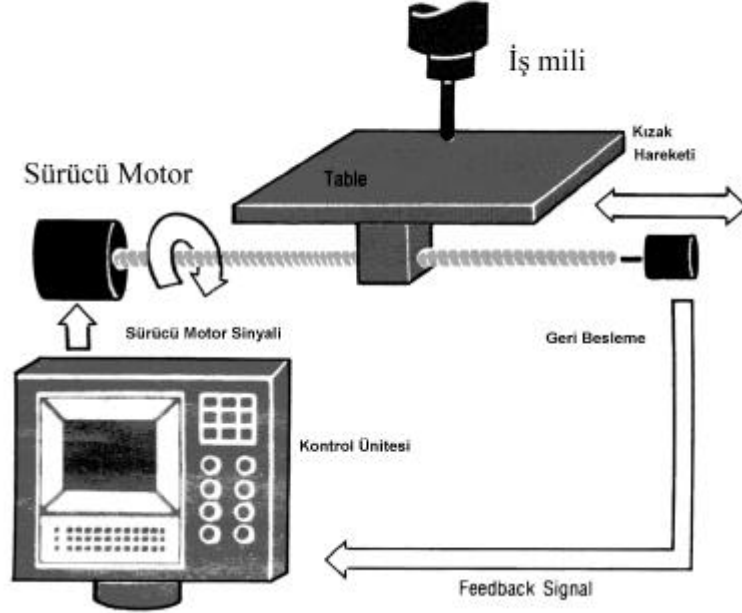
Şekil 1- Konvansiyonel bir makina kızagi, el çarkini döndüren operatör tarafından hareket ettirilir. Kızagin hassas pozisyonlandırılması operatörün tur sayısını sayması ile elde edilen değere göstergede gösterilen skalanın eklenmesi ile yerine getirilir.

Kontrol sisteminde icra edilen CNC komutu(yaygın olarak program vasıtasıyla), sürücü motora hassas 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 geri besleme cihazı (pozisyon ölçme) kontrol sistemine komut olarak verilen artım sayısına ulaşılıp ulaşılmadığını bildirir.

Eksen Hareketleri Nasıl Kontrol Edilir- Koordinat Sistemlerinin Anlaşılması

CNC kullanıcılarına 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 takım tezgahlarında kullanılan iki popüler koordinat sistemi kartezyen koordinat sistemi ile polar koordinat sistemidir. Bununla birlikte en yaygın olarak kullanılan koordinat sistemi kartezyen koordinat sistemidir ve bu konuda aksi belirtilmediği sürece kartezyen koordinat sistemi kullanılacaktır.

Kartezyen koordinat sisteminin en yaygın uygulamalarından bir tanesi, grafik çizme işlemlerinde kullanılan tipidir. Aşağı yukarı herkes bir grafik sistemini rahatlıkla yorumlama kabiliyetine sahiptir. Grafiklerin kullanımının çok yaygın olması ve CNC takım tezgahında verilen hareket komutlarının grafik sistem ile çok benzer olması sebebiyle, grafik sistemin temellerine bir göz atalım.



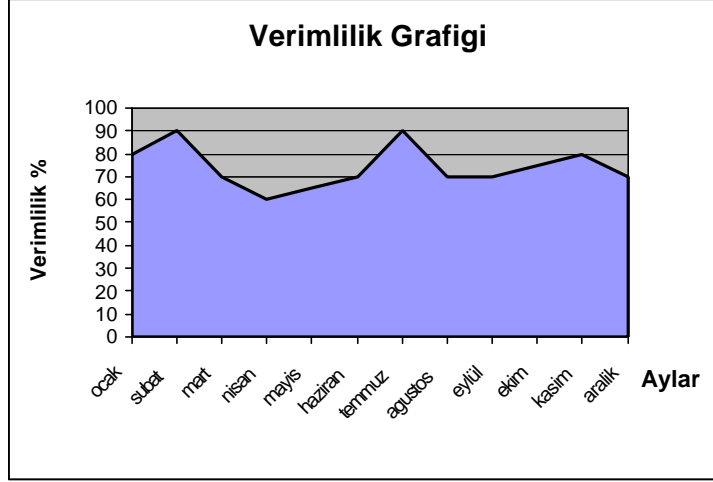
Şekil 2- CNC tezgah komut olarak verilen pozisyonları CNC programından alır. Sürücü motor uygun miktar kadar döndürülür, neticede bilyalı vidayı döndürerek eksene hareket verir. Bilyalı vidaya monte edilen geri besleme cihazı bilyalı vidanın yeterince dönüp dönmediğini kontrol eder.

Şekil 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 miktarlarına bölünmüştür. Aynı şekilde her bir temel çizginin sınırları vardır. Verdiğimiz verimlilik örneğinde, yatay temel çizgi zamanı ifade etmek için kullanılmaktadır. Bu temel çizgi için zaman artım birimi aydır. Bu temel çizginin sınırları olduğuna dikkatinizi çekerim. Ocaktan başlayıp, Aralıkta sona ermektedir. Dikey temel çizgi ise verimliliği ifade etmektedir. Verimlilik ise %10 luk artım değerlerine bölünmüştür, sıfır 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

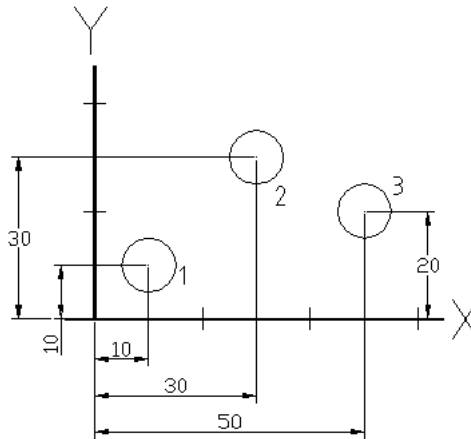
edilmesine uyarlayalım. Takım tezgahının her bir lineer ekseninde grafikte temel bir çizgi gibi düşünülebilir. Grafiğin temel çizgileri gibi, eksenler artım miktarlarına bölünür. CNC takım tezgahına ait kartezyen koordinat sistemindeki her bir lineer eksen en küçük ölçüm değeri cinsinden artımlara bölünür. Metrik sistemde en küçük artım birimi 0.001 mm dir. (Döner eksen için en küçük artım birimi 0.001 derece olduğu akıldan tutulmalıdır)



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

Grafikte olduğu gibi, CNC takım tezgahı koordinat sistemindeki her bir eksenin de bir yerde başlangıç noktası olmalıdır. Grafikte yatay temel çizgi Ocak ayından başlamakta iken dikey temel çizgi ise, sıfır verimlilikten başlamaktadır. Yatay ve dikey temel çizgilerin çakıştığı yer (her iki temel çizginin de başlangıç noktası) grafiğin orijin (temel) noktası olarak adlandırılır. Bu orijin noktası CNC'lerde yaygın olarak program sıfır noktası (aynı zamanda iş parçası sıfır noktası, iş parçası 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 değişebileceği düşünülmelidir (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 verilmektedir.

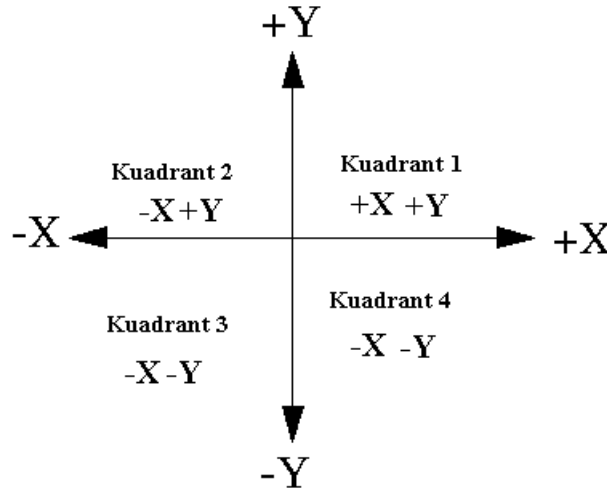


Sekil 4- CNC tezgahında eksen hareketlerinin kumanda edilmesi

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

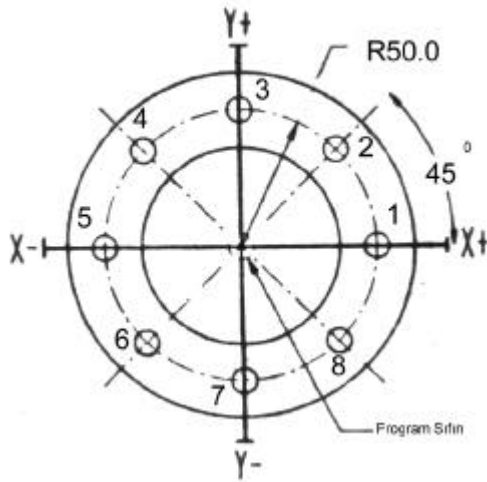
Bu teknik ile, programcı program sıfır noktasının sağ tarafındaki 10 mm lik pozisyona takimi göndermek istediği takdirde programda X10.0 kodunu kullanır. Eğer programcı takimi program sıfır noktasından 10 mm yukarıda bulunan bir pozisyona takimi göndermek ister ise Y10.0 şeklinde programda komut vermesi gerekir. Kontrol sistemi, komut olarak verilen pozisyona eksenin ulaşması için eksene hareket veren servomotorun ve buna akupile edilmiş olan bilyalı vidanın kaç artım döndürülmesi gerektiğini otomatik olarak hesaplar. Bu sayede programcıya eksen hareketlerinin çok daha basit bir yapıda verdirilmesi gibi bir yarar sağlar. Sekil 4 de verilen örnekte 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 yukarisinde kalacak şekilde verilmiştir. Program sıfır noktasının sağ ve yukarı ile oluşturulan bu alan kuadrant olarak (bizim örneğimizde 1nci kuadrant) adlandırılır. CNC tezgahlarda 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 işaretli 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 bitiş noktası koordinatlarının dört kuadrant bölgesinden dördünde de bulunduğu takdirde koordinat değerlerinin işaretlerinin ne şekilde belirtileceğine ilişkin bir örnek gösterilmektedir.



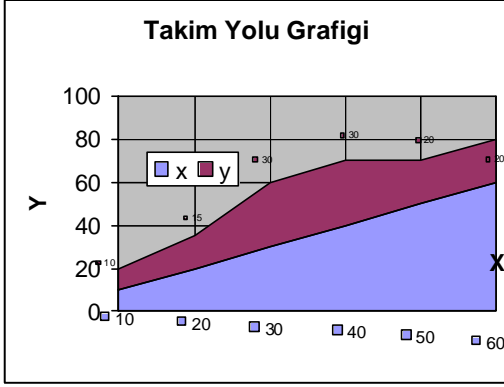
#	X	Y
1	50.0	0.
2	35.355	35.355
3	0.	50.0
4	-35.355	35.355
5	-50.0	0.
6	-35.355	-35.355
7	0.	-50.0
8	35.355	-35.355

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

Absolute (Mutlak) Ve Incremental (Artımsal) Hareket

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

Artımsal modda, hareket için gerekli olan bitiş noktaları takımın mevcut konumunun referans alınması suretiyle belirtilir. Burada program sıfır noktası baz olarak alınmamaktadır bunun yerine takımın bulunduğu konum referans alınmaktadır. Hareket komutlarının verilmesinde programcı daima “Takimi 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 “Takim hangi pozisyona hareket ettirilecek?” sorusunu kendisine sorar. Bu pozisyon değeri program sıfır noktasına göre elde edilen pozisyon değeridir. Sekil 7 de aynı hareketlerin artımsal ve mutlak modda nasıl programlandığına dair bir örnek gösterilmektedir.



#	Mutlak		Artımsal	
	X	Y	X	Y
1	10.	10.	10.	10.
2	20.	15.	10.	5.
3	30.	30.	10.	15.
4	40.	30.	10.	0.
5	50.	20.	10.	-10.
6	60.	20.	10.	0.

Sekil 7- Program koordinatlarının mutlak ve artımsal modda verilmesi

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 zorlastıracaktır.

Program Sifir Noktasının Atanması

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

Program sifir noktasının atanmasına kullanılan yeni ve oldukça pratik olan bir metod ise, program sifir noktasının offset (televi) değerleri vasıtasıyla belirtilmesidir. Çoğu kontrol sistemi imalatçisi program sifir noktalarının verilmesi amacıyla önceden tanımlanan offset bölgesinde program sifir noktaları telafi sayfaları ve bunlara uygun düşen kod değerleri atanmışlardır. Bu telafiler "fikstür telafileri" veya iş parçası sifir telafileri olarak adlandırılır. Program sifirlerinin 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 gerekli kılmaktadır. Bununla birlikte, programlama esnasında bitiş noktalarının verilmesine değinirken tezgahın yapacağı hareketin nasıl bir hareket olacağı konusuna değinmedik. Tabii ki bitiş noktaları koordinatlarını belirtirken CNC tezgahın 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, programcinin bitiş noktası koordinatlarını vermesi esnasında hareket tipinin belirtilmesine de gereksinim vardır. Bu konulara “Temel Kavramlar #3” bölümünde değinilecektir.

CNC Programı

Asağı yukarı piyasada bulunan CNC kontrol sistemlerinin tamamı programlama amacıyla kelime adres formatını kullanırlar. Kelime adres formatından farklı olarak bazı CNC kontrol sistemi imalatçıları nadiren de olsa Diyalog Sistemli Programlama vasıtasıyla programların yapılmasına imkan tanırlar. Buna karşın, bu yazıda kelime adres formatı ile programlama işleminin nasıl yapılacağı konusuna değinilecektir. Kelime adres formatında CNC tezgah programı cümle benzeri komutlardan oluşmaktadır. Cümle benzeri komutlar ise kelime olarak adlandırdığımız bileşenlerden oluşmaktadır. Bir kelime ise, harfleri ifade eden bir adres ile bunu takip eden sayısal bir ifadeden oluşmaktadır. Harfler CNC kontrol sistemine kelime tipini (X,Y,Z,R,T,S,M v.s.), bunu takibeden sayısal değer ise bu adresin alacağı sayısal değeri belirtir. Türkçede kullanılan cümlelerin kelimeler vasıtasıyla oluşturulduğu gibi, CNC tezgah programı da bir dizi CNC tezgaha özgü cümlelerin arda arda sıralanması ile oluşturulur. Asağıda verilen örneğe bakınız.

```

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

CNC tezgah programının temel olarak nasıl bir yapıda işlem gördüğünü anlatmak için, CNC tezgah programına benzer bir örnek olarak başka bir şehirden firmanızı ziyarete gelen bir müşteriye havaalanından firmanıza kadar yolu tarif etmede kullandığımız sistemi alalım. Bu müşteriye firmanızın yerini tarif edebilmek için, ilk olarak havaalanından firmanıza kadar olan yolu hafızanızda canlandırmanız gereklidir. Bu canlandırma neticesinde müşteriye yolu adım adım tarif edersiniz. İlk olarak suraya git, oraya vardikten sonra söyle yap ve suraya ulaş v.s. gibi. Tüm bu tarifleri alan müşteri sizin vermiş olduğunuz talimatları takip etmek suretiyle firmanıza ulaşır. Eğer yol tarifinde bir yanlışlık yapmış iseniz, müşterinin yolunu kaybedecektir.

Benzer şekilde CNC tezgah programının oluşturulabilmesi için CNC tezgah programcisi verilen iş parçasını işlemek için gerekli olan işlem basamaklarını ilk olarak gözünde canlandırır ve canlandığı işleme operasyon sırasına göre parça programını oluşturur. Sonuçta hafızasında canlandığı işlem operasyonlarını kademe-kademe CNC tezgaha program olarak yazar. Programcı programı yazmadan 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. Eğer 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 oluşmaktadır. Aynı şekilde CNC tezgahta parçayı işlemek için gerekli olan programda CNC tezgaha işleme operasyonunu adım adım tarif eden işleme operasyon basamaklarından (cümle) oluşmaktadır. Eğer programda bir hata yapılmış ise, işlenmek amacıyla programlanan iş parçası elde edilemeyecektir.

Aşağıda 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 S milini saatin dönüş 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 deliği 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, başa 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 satırın 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.

Programın Hazırlanması Esnasında Diğer Notlar

Su ana kadar belirttiğimiz gibi CNC program komutlarından, komutlar ise kelimelerden oluşmaktadır. Her bir kelime bir harf adresinden ve bunu takibeden sayısal bir değerden oluşmaktadır. Harf adresi kontrol sistemine kelime tipini belirtir. CNC kontrol sistemi imalatçılar harf adreslerinin ne ifade ettiğini önceden belirlemişlerdir. Her ne kadar harf adreslerinde ufak tefek farklılıklar görülsede CNC kontrol imalatçılarının hemen hemen tamamına yakınının mutabık olduğu harf adresleri ve bunların anlamları aşağıda belirtilmektedir.

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

Görüldüğü gibi çögu harf adresleri lojksel bir ifade olacak sekilde seçilmistir. (T takım, Sspindle- is mili, F feedrate-ilerleme v.b.) Bu sebeple akilda tutulmaları çok kolaydır.

Özel fonksiyonları belirtmek için G ve M den olusan iki harf adresi vardır. G hazirlik fonksiyonu yaygın olarak CNC tezgah modlarını belirtmek amacıyla kullanılır. Bundan evvelki kısımlarda mutlak ve 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 hazirlik fonksiyonlarından sadece iki tanesidir. Daha detaylı bilgi için CNC kontrol sistemi imalatçıları kataloglarının gözden geçirilmesi gerekir.

Hazirlik fonksiyonları gibi, ek fonksiyonlar (M kodları) çok çeşitli özel fonksiyonların programlanmasına imkan tanırlar. Genel olarak ek fonksiyonlar programlanabilir anahtarlar olarak kullanılır (is mili ON/OFF, soğutma suyu açma /kapama v.b. gibi). Ayriyeten bu fonksiyonlar CNC kontrol sisteminde bulunan diğer programlanabilir fonksiyonların programlanmasında da kullanılırlar (örnek takım boyu ölçme cihazı)

CNC programlamasının akilda tutulması gerekli olan çok sayıda koddan oluştuğu gibi bir yargıya başlangıçta kapılabilir. Bununla birlikte bir CNC kontrol sisteminin kodlarının tamamı 30~40 civarındadır. CNC programlama isini bir yabancı dil öğrenme ile karşılastırdığımızda sadece 40 civarındaki kelime ile CNC programının yapılacağı düşünülüğünde yabancı dil öğrenmeye oranla çok daha kolay olduğu hatırdta tutulmalıdır.

Desimal Nokta Programlama

Bazı harf adresleri sayısal değerlerin reel olarak (ondalıklı) belirtilmesine imkan tanırlar. Bunlara ilişkin örnek olarak X, Y ve R harf adresleri verilebilir. CNC kontrol sistemlerinin mevcut modellerinin hemen hemen tamamı desimal noktanın her bir harf adresinde kullanılmasına imkan tanırlar. Örneğin X3.062 değeri X ekseni üzerinde pozisyon değerini belirtmede kullanılabilir.

Diger yönden, bazi harf adresleri tam sayilari ile belirtilecek sekilde kullanilir. Bunlara örnek olarak is mili devrinin S, Takim numarasinin T, Sira numarasinin N, Hazirlik fonksiyonunun G ve ek fonksiyonların M sayisal degerlerinin tam sayi olarak belirtilmesi gösterilebilir. Daha detayli bilgi almak için CNC kontrol sistemi imalatçilari kataloglarına basvurulabilir.

Diger Programlanabilir Fonksiyonlar

CNC kontrol sisteminlerinin hemen hemen tamamın eksen hareketleri haricinde programlanabilir fonksiyonlara sahiptir. Günümüzün CNC ekipmanlarında, makina ile ilgili olan asagi yukari hersey programlanabilmektedir. Örneğin CNC isleme merkezlerinde is mili devri ve dönme yönü, sogutma suyu, takim degistirme ve makina ile ilgili çogu fonksiyonlar programlanabilir degerlerdir. Tüm CNC ekipmanlari kendilerine özgü programlanabilir fonksiyonlara sahiptir. Ek olarak prob sistemleri, takim boyu ölçme sistemleri, palet degistiriciler ve adaptif kontrol sistemleri gibi bir takim aksesuarlar CNC kontrol sistemlerinde ve bunların akuple edildiği CNC tezgahlarda bulunabilmekte ve programlanabilmektedir.

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