



NÜMERİK KONTROLLÜ TEZGAHLARDA BİLGİSAYAR KONTROLÜ



2.1 Nümerik kontrol

- NC alfabedeki harfleri, noktalama işaretlerini, sayıları ve diğer sembolleri içeren kodlama şeklinde, tezgâha komut verme tekniğidir.
- Tezgah verilen komutlara cevap verir.
- İşlem sırasında;
 1. Ana milinin pozisyonunu değiştirme
 2. Ana milin dönme yönü ve hızı
 3. Takım seçimine
 4. Soğutucunun açıp kapama kontrolübenzeri fonksiyonlara karar verilir.

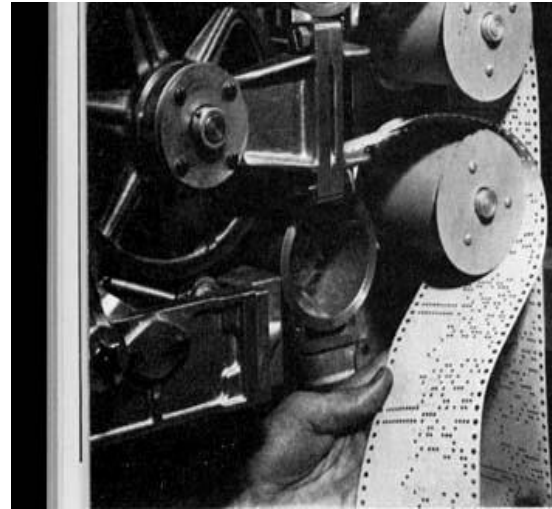
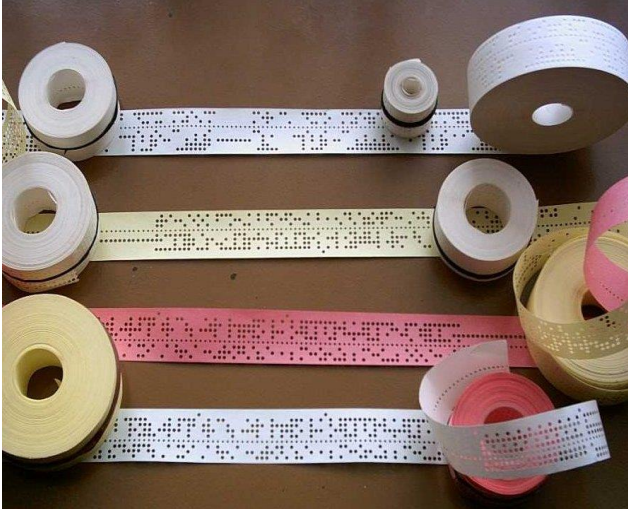
- Komutlar tezgâha bilgi blokları olarak verilir.
- Komutlar grubu NC programını oluşturur.
- Nümerik kontrol teknolojisinin gelişmesi, bilgisayar teknolojisinin gelişmesine bağlıdır.

✓ NC' de bağlı üç kontrol konusu vardır.

1. Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (CNC)
2. Doğrudan Nümerik Kontrol (DNC)
3. Uyarlamalı Kontrol (AC)

NC Takım Tezgâhları:

- NC tezgahları dahili bir belleğe sahip değildir.
- Kontrol programı dışarıdan verilir ve tek bir bilgi bloğunu çalıştırabilir.
- Bu nedenle parça programları normal olarak delikli bir şerit üzerine yazılır ve depolanır.
- Tezgâh kontrol birimi (MCU) bir bilgi bloğunu okur ve çalıştırır.
- Kontrolleri elle veri girişi (MDI) ile yönetmek de mümkündür.



NC Sistemlerinin Temel Bileşenleri:

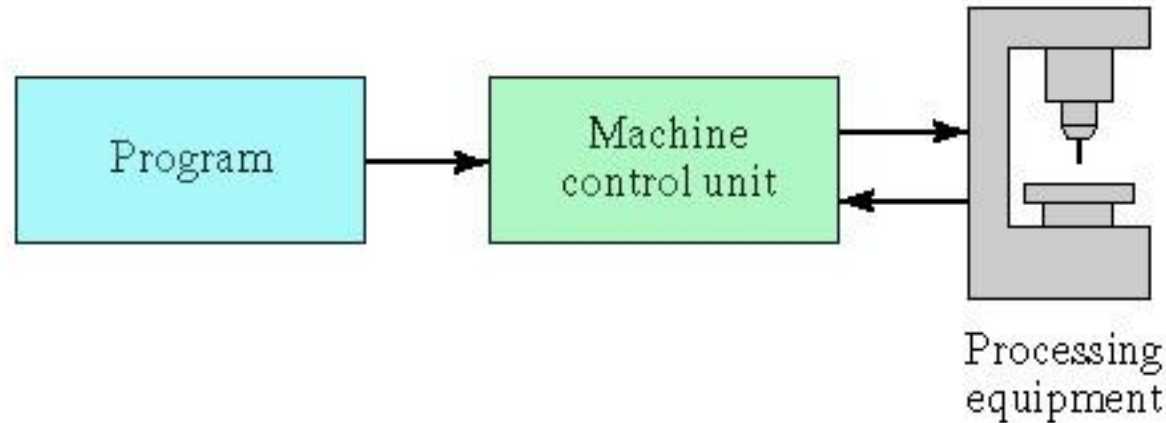
- Nümerik kontrol sistemi aşağıdaki üç temel bileşenden oluşmaktadır.
 1. Açıklamalar programı
 2. Makine kontrol ünitesi
 3. Takım tezgâhı ve diğer kontrol prosesi

1. Açıklamalar Programı:

- Makineye adım adım neler yapacağını söyler.
- Nümerik veya sembolik olarak kodlar kullanılır.
- En yaygın kullanımı 1 inç genişliğindeki delikli şerittir.

NC sistemlerde veri metodu olarak kullanılan 2 sistem mevcuttur

1. Elle veri girişi (MDI:manuel data input)
2. Bilgisayar ile direkt bağlantı. (Direkt Nümerik Kontrol - DNC)



2. Kontrol ünitesi

- Programlardaki açıklamaları okuyup, bunları tezgâhın mekanik hareketlerine çeviren elektronik parçalardan oluşur.

NC kontrol ünitesinin tipik elemanları şunlardır:

1. Şerit okuyucu
2. Veri deposu
3. Takım tezgâhına sinyal gönderen kanallar
4. Tezgâhtan geri dönen besleme kanalları
5. İşlenmekte olan elemanların tüm işlerini koordine eden bir sıralama kontrol düzeni

Günümüzde tüm elemanları içeren mikro bilgisayarlı CNC'ler kullanılmaktadır.

3. Takım Tezgâhı veya Diğer Kontrol Prosesleri

- Bir NC sisteminde faydalı işin yapıldığı kısımdır.
- Belirli işler yapmak üzere dizayn edilmiş ve kendilerini tahrik eden motor ve kontrollerin yanı sıra bir iş tablası ve iş mili içeren tezgâhlardır.
- Kesici takımları aparatları ve diğer gerekli aletleri de bulundurmaktadır.

NC' de İşlem Sırası

1) Proses planlama

- İş parçasının teknik resmine göre, yapılacak işlemler önceden düzenlenir.
- Parçanın işleneceği makine dizisi tespit edilir.

2)Parça programlama

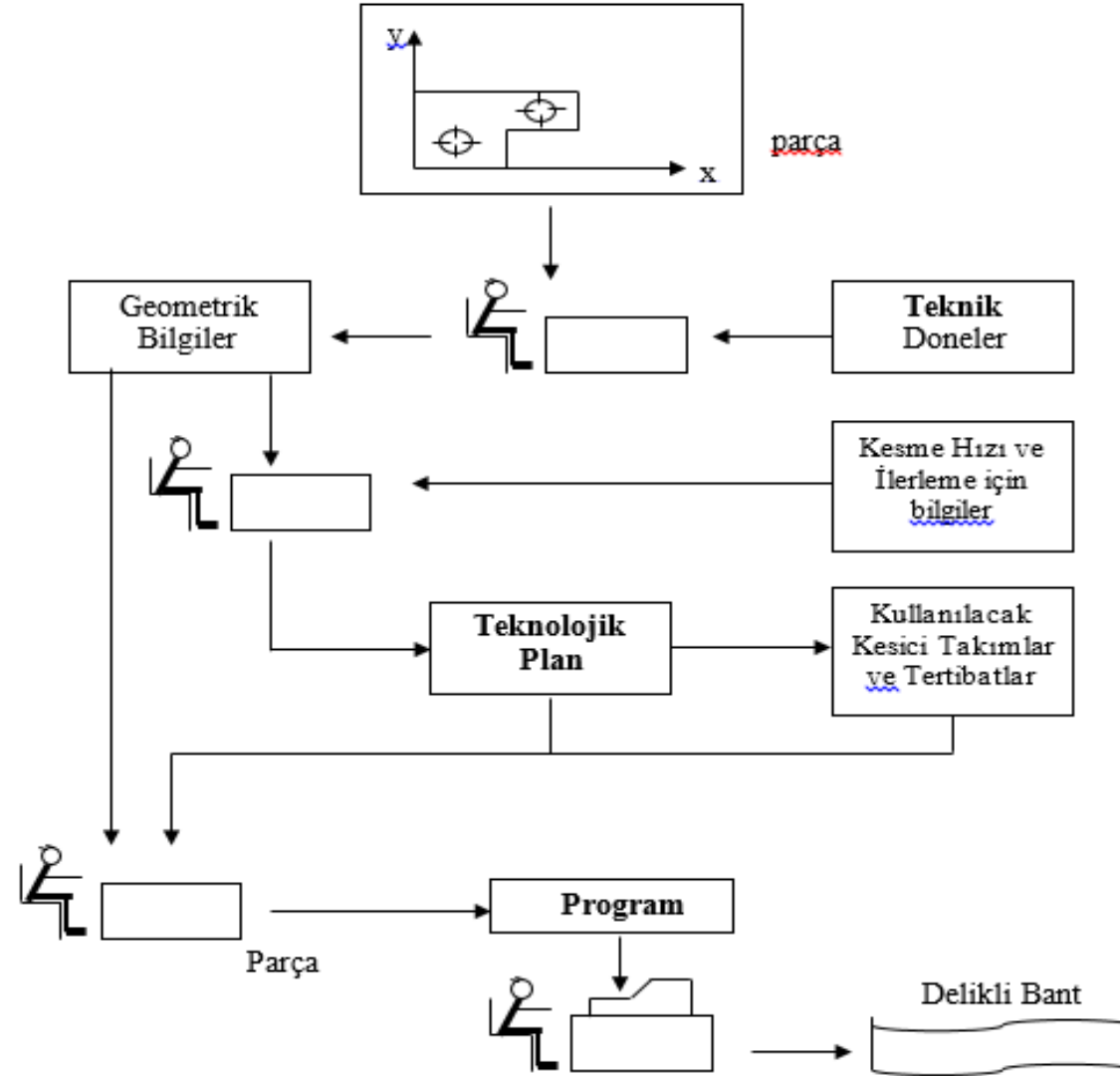
- Parça programcısı tarafından yapılır.
- NC tarafından yapılacak işlemler sıralanır ve bu işlemler özel bir formatta doküman haline getirilir.

NC programlama için 2 yol vardır.

a) Elle programlama

b) Bilgisayar yolu ile programlama

Elle Programlamada İş Akışı



3) Şerit Hazırlama

- Hazırlanan programdan sonra, delikli bir şerit hazırlanır.
- Daktilo gibi bir makine ile hazırlanır.

4)Şeridin denemesi

- Hata kontrolü için makinenin sağladığı kontrol olanaklarından biri seçilir.
- Şeridin kontrolü bir parça üretilmek suretiyle yapılabilir.
- Deneme için plastik veya köpüksü bir malzeme kullanılır.

5) Üretim

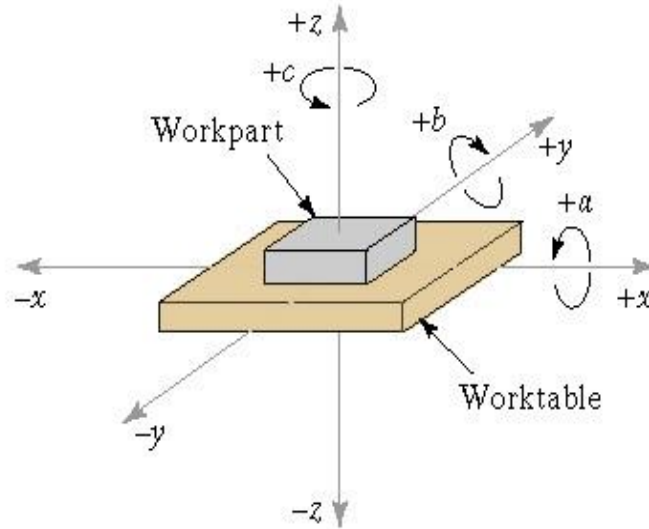
- Son aşama şeridi kullanarak üretim gerçekleştirilir.

Çalıştırıcının görevi:

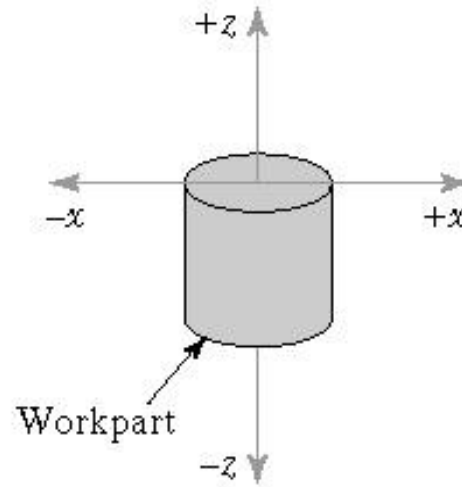
- İşlenecek malzeme yüklemesini yapmak ve iş parçasına göre kesici takımı, başlangıç konumuna getirmektir

NC Koordinat Sistemleri:

- Hareket elemanlarını kontrol eden, yani programdaki bilgilere göre gerçekleştirilen hareket yönlerine **eksen** denir.
- Kartezyen koordinat sistemi kullanılır.
- X,Y,Z ile gösterilen üç doğrusal ve A,B,C ile simgelenen üç dönme hareketi için altı eksen mevcuttur



- Nümerik kontrollü freze tezgahları ve benzer tezgahlar (delik büyütme), matkaplarınkine benzeyen bir eksen sistemi kullanırlar.
- Bu eksenler X,Y,Z eksenleri ile yaptıkları açılarla belirlenirler ve pozitif veya negatif olmaları sağ el kuralı ile bulunur.
- Bu kuralda başparmak (+) doğrusal eksen gösterir (X,Y veya Z) elin kapalı parmağının yönü pozitif dönme yönü olacaktır.



- **Sıfır noktasının sabitliği ve kaydırılabilirliği:**
- Programcı takım konumunu, koordinat sisteminin bağıl konumuna göre belirlemelidir.
- İlk olasılık “mutlak sıfırdır”.
- İkinci olasılık sıfır konumunun kaydırılmasıdır.

Mutlak konumlandırma ve artımsal konumlandırma:

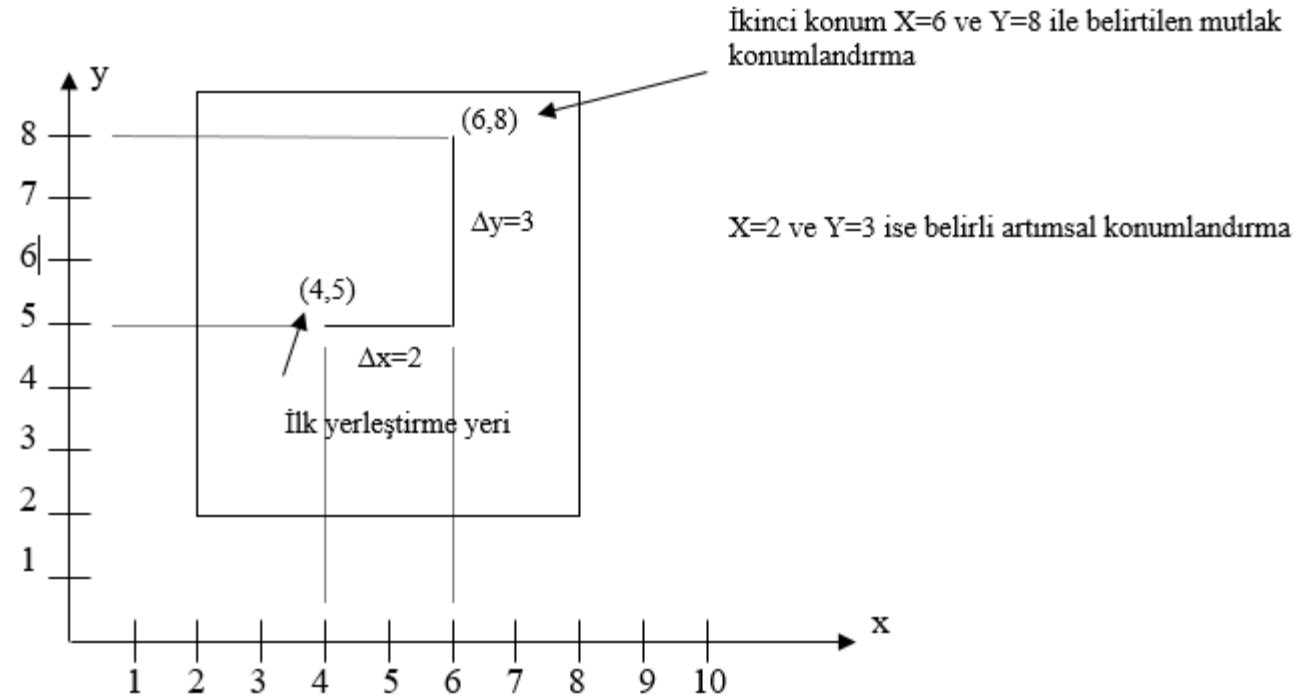
- Mutlak konumlandırma, takımın konumlarının her zaman “sıfır noktası” ile ilişkili olduğu anlamına gelir.
- Eğer delinmek istenen bir delik X ekseninin 8 inç üzerinde ve Y ekseninin 6 inç sağında ise deliğin koordinat anlatımı:

$$X = +6.000$$

$$Y = +8.000$$

Önceki örnekteki deliğin $x= +4.000$ ve $y= +5.000$ koordinatları ile delindiğini varsayalım.

Buna göre artımsal konum talimatları $x= +2.000$ ve $y= +3.000$ verilirse artımsal olarak delinecek noktanın ikinci koordinatlarına varılmış olacaktır.



Mutlak konumlandırma ve artımsal konumlandırma

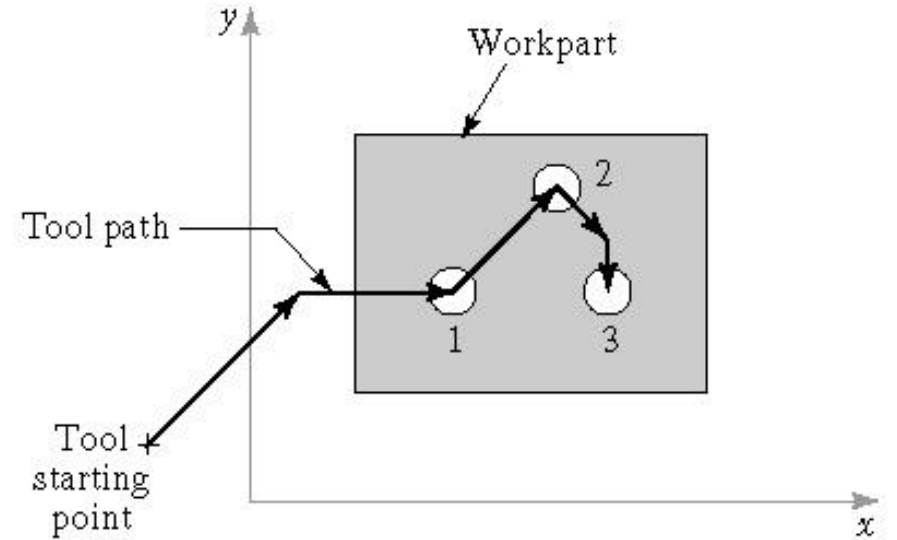
NC Hareket Kontrol Sistemleri

- NC tezgâhlarda başlıca üç tür hareket kontrol sistemi vardır.

1. Noktadan noktaya kontrol (Point to point)
2. Doğrusal hat kontrolü (Straight-cut NC)
3. Sürekli hat kontrolü (Contouring NC)

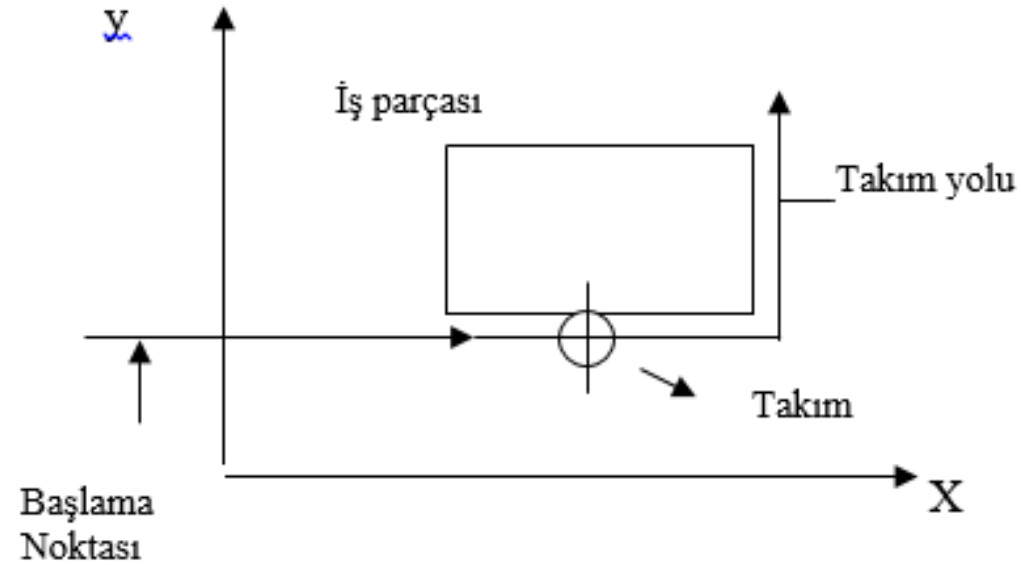
1. Noktadan noktaya kontrol:

- Konumlandırma sistemi de denir.
- Amaç takımı önceden belirlenmiş bir noktaya hareket ettirmektir.
- Hız ya da izlenecek yol önemli değildir.
- Matkaplar iyi bir örnektir.
- en basit ve en ucuz kontrol sistemleridir



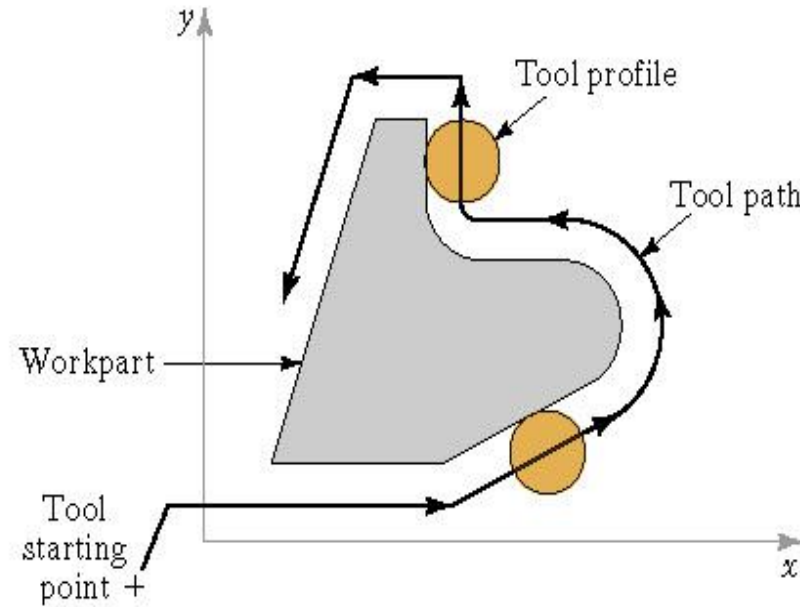
2. Doğrusal hat kontrolü:

- işleme; tablanın ana eksenlerinden birine paralel bir eksen üzerinde, takımın işe uygun bir oranda ilerlemesi ile sağlanır.
- Frezede dörtgen parçaların işlenmesi için uygun bir kontrol olmaktadır.
- Bu tür bir NC tezgâh kontrolünde hareketlerin bir tek eksen yönünden fazla yönde birleştirilmesi olanağı yoktur.
- Örneğin açısall kesme işlemi yapılamaz.

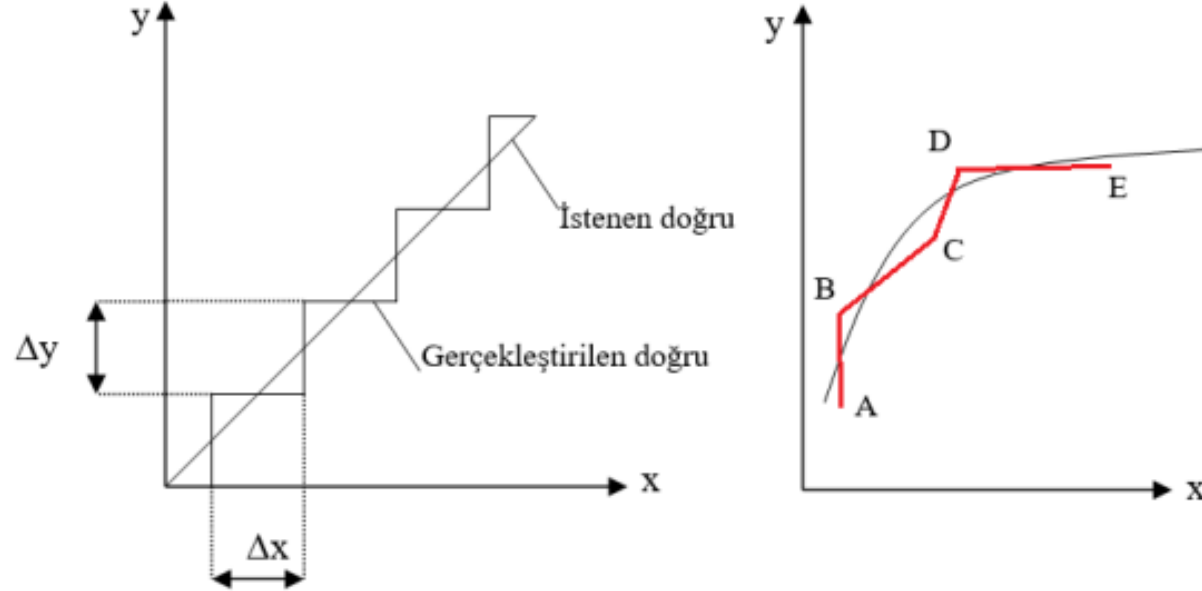


3. Sürekli hat kontrolü:

- En esnek ve en pahalı ve en karmaşık kontrol türüdür.
- Takım tezgahı birden çok eksenle aynı zamanda kontrol edilebilme yeteneğine sahiptir.
- Kesici takımın izlediği yol, istenen parça geometrisinin elde edilebilmesi için sürekli kontrol edilir.
- *Sürekli iz sistemleri* olarak da adlandırılırlar.



- NC tezgahlarda sadece X,Y yönlerinde hareketleri kontrol edilebilir.
- Dolayısıyla takım sadece X ve Y koordinat eksenlerine paralel olarak işlem yapabilir
- Yani eğik doğrusal veya eğrisel yüzey n parçaya bölünür ve her parça bir Δx ve Δy hareketleri ile meydana getirilir.
- İşlenecek yüzey ne kadar fazla parçacıklara bölünürse işlenen yüzeyin doğruluğu o kadar yüksek olur.
- Parçacık sayısı sonsuz olduğu durumlarda eğrinin ta kendisi elde edilir.



NC Takım Tezgâhlarının Kurulmasını Gerektiren Hususlar

- Üretilen parçalar farklı yapıda olmalıdır.
- Üretilen iş parçaları karmaşık konstrüksiyonları ve farklı üretim metotlarını gerektirmelidir.
- Parti miktarları 1 ila 50 civarında olmalıdır.
- Üretilecek parçalardan en az bir kısmına uygulanacak üretim metodu uzun süre gerektirmelidir.
- Üretilecek parçalar hassas tolerans sınırları gerektirmelidir.
- Üretilecek parçalar uzman operatörler gerektirecek derecede hassas olmalıdırlar.

- **NC Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar**

- Maliyet analizleri yapılmalı, üretimde maliyetin yüksek olduğu nokta tespit edilerek buralara NC tezgâhlarının yerleştirilmesi düşünülmelidir.
- İşlemler ve iş yüklemeleri analiz edilmeli ve böylece yeni takım tezgâhlarına gerek olup olmadığı anlaşılmalıdır.
- İşletmenin bütçesi incelenmelidir. Ayrıca NC alımı ile ilgili, direkt endirekt ve işçilik ve malzeme maliyetlerindeki tasarrufların hesap edilmesi gerekir.
- Daha sonra, imalat için gerekli olan NC takım tezgâhlarının seçimi mühendislerin bilgi ve tecrübelerinden yararlanılarak gerçekleştirilir.

Konvansiyonel NC 'lerle İlgili Problemler

1. Parça Programlama Hataları:

Delikli şerit hazırlamada çokça hata yapılır.

NC teybi tarafından düzeltilebilmektedir

Parça programlamada diğer bir problem, en iyi proses adım sırasını bulunmasıdır.

Elle programlamada daha çok görülür, bilgisayar destekli dillerde bilgisayar en iyi operasyon sırasını belirleyebilir.

2. Optimal Olmayan Hızlar ve İlerleme Değerleri:

- Konvansiyonel NC'de kontrol sistemi kesme işlemi esnasında hızlarda ve ilerleme değerlerinde değişikliklere izin vermez.
- Programcı hız ve ilerleme durumlarını en kötü durumlara göre ayarlar, prodüktivite düşer.

3. Delikli Şerit:

- Kağıtlı şerit, özellikle hassas ve kırılgan nitelikte olup aşınmaya meyillidir.
- Mylar gibi daha sağlam şerit malzemeleri kullanmak, bu sorunları ortadan kaldırmaktadır ama pahalıdır.

4. Şerit Okuyucu:

- Delikli şeridi açıklayan şerit okuyucular, makinenin en az güvenilir elemanı olarak bilinir.

5. Kontrol Ünitesi:

- Konvansiyonel NC kontrol ünitesi, rijit bir sistemdir.
- Yani kontrol özellikleri, bu üniteyi geliştirmek için kolaylıkla değiştirilemez

6.Yönetim Bilgileri:

• **Nümerik Kontrolün Avantajları**

1. Yan zamanlardan kazanç
2. Bağlama zamanlarının kısalması
3. Üretim zamanı kısalır
4. Daha büyük üretim esnekliği
5. Daha yüksek kalite kontrol
6. Azaltılmış envanter
7. Kesici takım maliyeti azdır
8. Tezgahtan daha fazla yararlanabilme
9. Daha az makine alanı ihtiyacı
10. Daha az muayene
11. Montaj maliyeti ve süresi azdır
12. Hasar daha az olacaktır
13. Kullanma ve işleme kolaylığı sağlar

- **NC'nin dezavantajları:**

1. Daha yüksek yatırım maliyeti
2. Yüksek bakım onarım maliyeti
3. NC personeli bulmak ya da yetiştirmek
4. Diğerleri
5. NC tezgahları voltaj dalgalanmalarına dayanmazlar
6. NC tezgahların bulunduğu ortam şartlarının sıcaklık, nem oranı ve toz bakımından kontrol altında tutulması gerekir.
7. Dizayn ve planlamacının NC konusunda eğitilmeleri

Nümerik Kontrolün Uygulamaları

- Frezeleme
- Delme ve buna bağlı işlemler
- Delik büyütme
- Tornalama
- Taşlama
- Kesme

Nümerik kontrollü tezgahların uygun olduğu işler:

1. Küçük miktarlarda ve sık üretilecek parçalar
2. Geometrisi çok karmaşık parçalar
3. Üretim sırasında çok sayıda işlemin ve uygulamanın gerektirdiği parçalar
4. Çok miktarda talaş kaldırılacak parçalar
5. Dizayn değişikliği olabilecek parçalar
6. İş parçası üzerinde duyarlı toleranslara ihtiyaç varsa
7. Hataların üretim maliyetlerini çok arttırabileceği özellikle pahalı malzemelerden oluşan parçalar
8. %100 kontrol gerektiren parçalar
9. Küçük miktarlarda ve sık üretilecek parçalar
10. Geometrisi çok karmaşık parçalar
11. Üretim sırasında çok sayıda işlemin ve uygulamanın gerektirdiği parçalar
12. Çok miktarda talaş kaldırılacak parçalar
13. Dizayn değişikliği olabilecek parçalar
14. İş parçası üzerinde duyarlı toleranslara ihtiyaç varsa
15. Hataların üretim maliyetlerini çok arttırabileceği özellikle pahalı malzemelerden oluşan parçalar
16. %100 kontrol gerektiren parçalar

NC tezgahları diğer birçok işleme de uygulanabilir

- Presleme işleri
- Kaynak makinaları
- Kontrol makinaları
- Otomatik çekme makinaları
- Montaj makinaları
- Boru bükme
- Alevle kesme
- Plazma ark kaynağı ile kesme
- Lazer ile kesme
- Kumaş kesme
- Otomatik perçinleme
- Tel bükme makinaları
- Otomatik örgü makinaları

Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (CNC)

- Bilgisayar kullanan bir NC sistemidir.
- Parça programlarının ilk girişi temelde NC ile aynıdır
- Parça programlarını sisteme girmek için delikli şerit okuyucuları kullanılmaktadır.
- Dahili bellekleri vardır.
- Şerit okuyucu sadece parça program ve datanın yüklenmesinde kullanılır.
- CNC'ler daha fazla esneklik ve hesaplama kabiliyetine sahiptir



- **CNC Tezgahlarının Özellikleri**

- Sayısal denetimli tezgahlar 4 temel bileşenden oluşur;
- Bu bileşenler ;

1. Bilgisayar
2. Kontrol ünitesi
3. Bilgileri tezgah kontrol ünitesine gönderen arabirim
4. Hız ve ilerleme kontrolleri, servo birimler ve tezgah işlemlerini (fener mili-tabla hareketleri, takım değiştiriciler) içeren fonksiyonlar.

- Bilgisayar kontrolü makineler arasında bilgi iletişiminde sistem 4 temel kısımdan oluşmaktadır:

1. Tahrik elamanlar
2. Ölçme elamanları
3. İletişimi sağlayan devreler
4. Bilgisayar programı

- Bilgileri tezgaha ulaştırmak için yapılan işlemler dış işlemler ve iç işlemler olarak ikiye ayrılmaktadır.
- İç işlemler tezgahın donanım, Dış işlemler yazılım kısmını oluşturmaktadır.

CNC Tezgahlarının Avantajları:

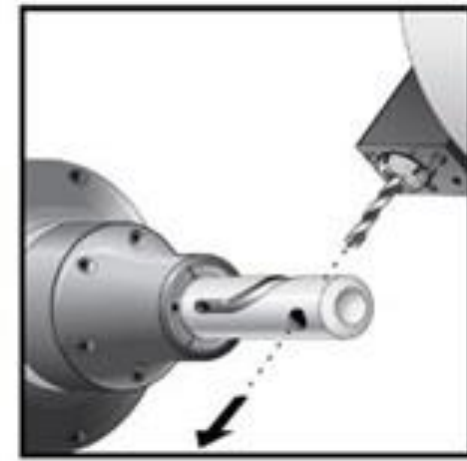
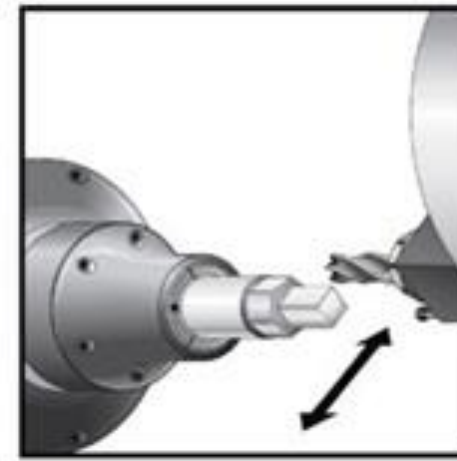
- CNC tezgahları klasik tezgahlarla karşılaştırıldığında üretimde önemli avantajlar sağlamaktadır. Bunlar şunlardır.
- Tezgahın çalışma temposu her zaman yüksek ve aynıdır.
- Tezgahta yüksek hassasiyette parça üretmek mümkündür.
- Seri ve hassas üretim insan faktörünün fazla etkili olmaması nedeniyle mümkündür.
- Üretim sırasında ayarlama, ölçü kontrolü ve elle hareket nedeniyle oluşan zaman kayıpları en aza indirilmiştir.
- Üretim sırasında operatörden kaynaklanan hatalar ortadan kaldırılmıştır.
- Parça üzerinde yapılacak değişiklikleri kısa sürede program üzerinde yapmak suretiyle uygulamak mümkündür.
- Ayar zamanının çok kısa olması
- Her türlü sarfiyat (malzeme, elektrik, emek) en aza indirgenmiştir.

CNC Tezgahlarının dezavantajları:

- Detaylı bir imalat planı gereklidir.
- İlk yatırım maliyeti çok pahalıdır.
- Klasik tezgahlara göre daha titiz bakım ve kullanım gereklidir.
- Kaliteli dolayısıyla pahalı kesici takımların kullanılması gerekir.
- Periyodik bakımları uzman kişiler tarafından düzenli olarak yapılmalıdır.
- CNC tezgahlarını kullanacak elemanların eğitim düzeyi yüksek ve nitelikli elemanlar olmasına özen gösterilmelidir.

TORNA MERKEZLERİ

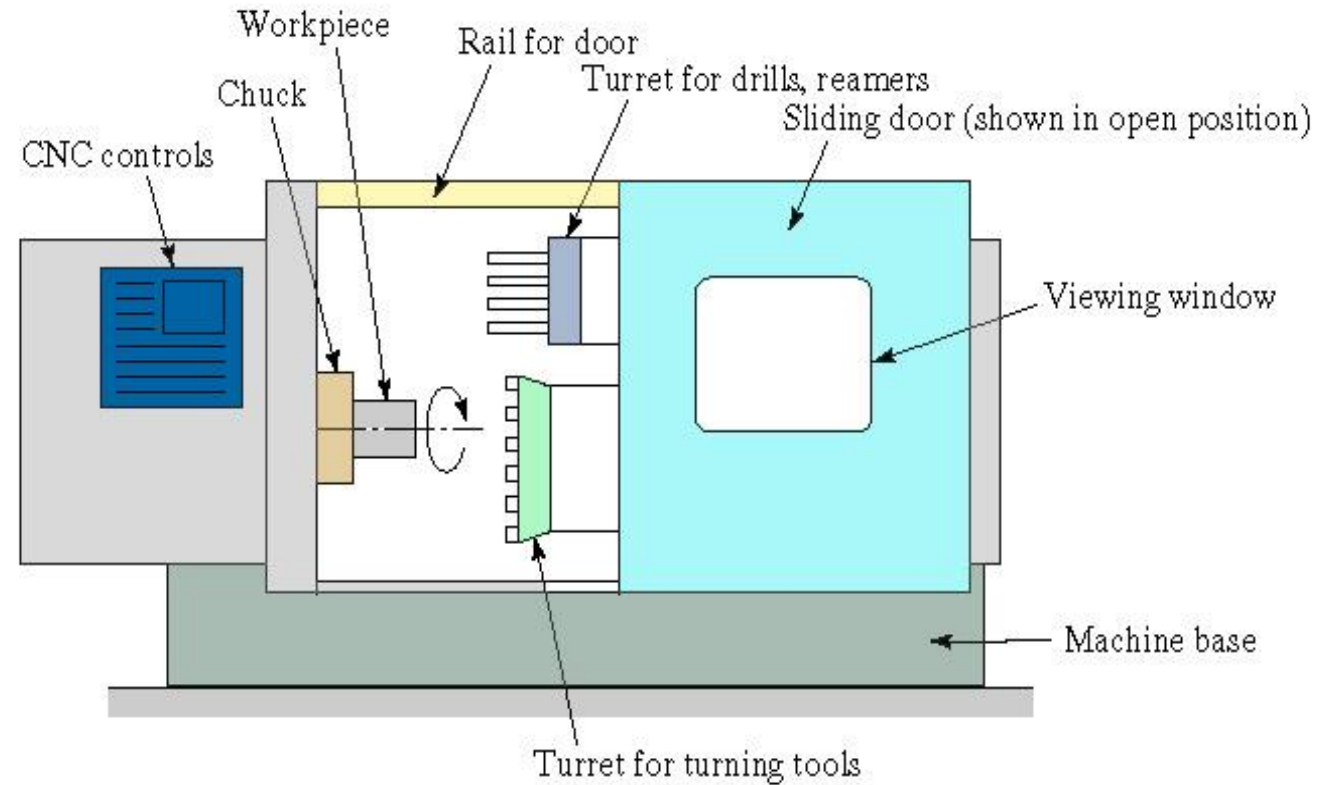
- CNC torna tezgahları döner iş parçalarının işlenmesinde kullanılır.
- Tornalama merkezlerinin normal CNC torna tezgâhlarından temel farklılıkları eksen sayısının fazla oluşu ve bu tür işlemlerde kullanılan kesicilerin tahrikli kesici (Live Tool) olmasıdır.
- İş parçası dönse de dursa da işlem yapılabilmektedir



CNC TORNA TEZGAHI KISIMLARI

• CNC torna tezgahı ve bu tezgahı oluşturan başlıca önemli parçalar şunlardır:

1. Kontrol paneli
2. Bilgisayar
3. Kontrol ünitesi
4. Punta başlığı yuvası
5. Talaş taşıyıcı
6. Koruyucu kapak
7. Taret (takım tutucu)
8. Ayna
9. Kumanda tuşları



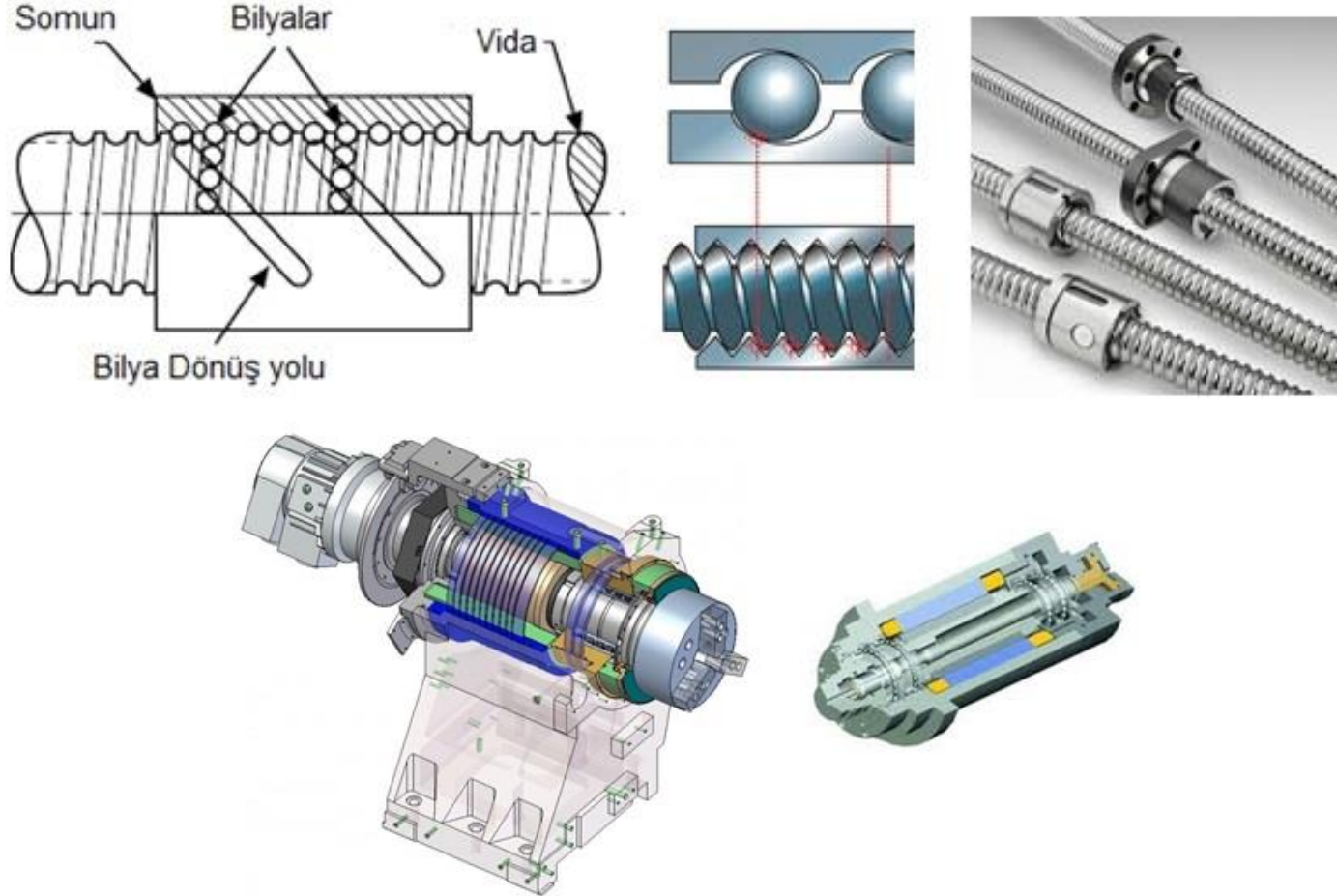
- **1- Gövde ve Kayıtlar**
- CNC torna tezgâhlarında gövdeler dökme demirden yekpare olarak imal edilirler.
- Gövdeler paralel ve eğik olmak üzere iki farklı yapıda imal edilir.
- Ucuzdur.
- Kompleks gövde yapılarının dökme demirle daha kolay şekil alır.
- Serbest grafitleri ile dökme demir kendini yağlayabilir ve vibrasyonu yutar.
- Çelik kullanımı yaygın değildir.
- Kızak ve kayıtlar yüksek hassasiyet elde etmek için sertleştirilip raspalanırlar.
- Düşük sürtünme sağlamak için yüzeyler PTFE (Polytetra Flouro Ethylene) ile kaplanır.
- CNC torna tezgâhlarında aksenal hareketler Bilyalı Vidalar (Ball Screws) yardımıyla sağlanır



2 - Tezgâh Mili

Tezgâhın hassasiyet açısından en önemli kısmıdır.

Bu kısımda oluşan en küçük sapmalar ölçüsel hatalara ve hassasiyetin kaybolmasına sebep olur.



3- Taret

- CNC torna tezgâhlarında kesici takımların bağlandığı döner ünitelere taret adı verilir.
- Farkı boyutlarda olabilirler.
- İstasyon sayısı çift (8, 10, 12) değerlerdedir.
- Taret dönme hareketleri hidrolik ya da servo kontrollüdür.
- taretin de tahrikli takımlara uygun olması gerekir.



4- Kontrol Ünitesi

- Tezgâhının kumanda edildiği, CNC programın manuel yazıldığı ve işletildiği, tezgâha ait sistem ve parametrik bilgilerin bulunduğu ünedir.
- Kontrol üniteleri 2 ana bölümden meydana gelir.
 1. Tezgâh hareketleri ile ilgili düğme, switch ya da butonların bulunduğu bölüm
 2. alfabetik ve nümerik tuşların bulunduğu bölüm
- Genel olarak kontrol ünitelerindeki düğme ve switchlere *hard keys*, alfabetik ve nümerik tuşların bulunduğu bölüme ise *soft keys* adı verilir.



5- Karşılık Puntası

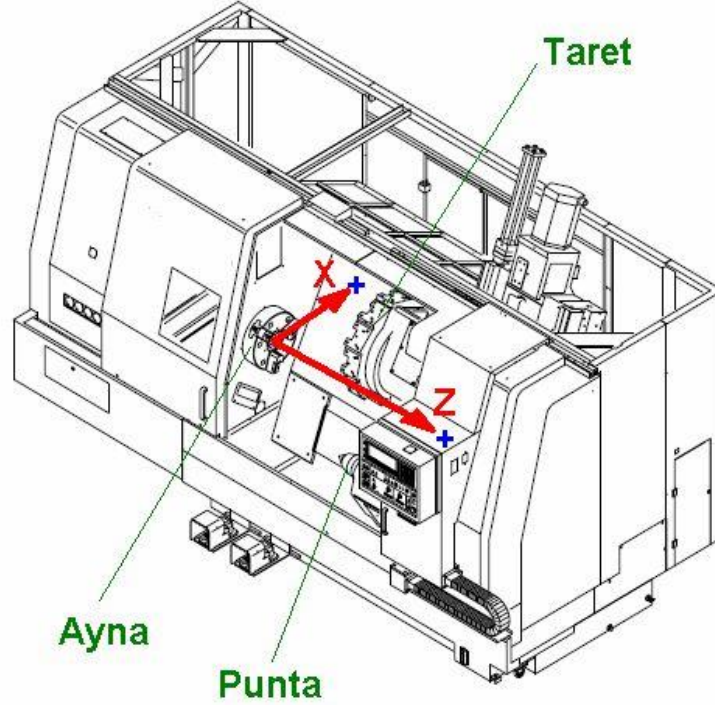
- Konvansiyonel torna tezgâhlarında Gezer Punta denir.
- Uzun iş parçalarının alından desteklenerek salgısız ve titreşimsiz tornalanmalarına olanak tanır.
- Tezgâh kayıtları üzerinde hareket edebilir.
- Önce manuel olarak iş parçasına uygun mesafede yaklaştırılıp kayıtlar üzerine tespit edilir.
- Punta ucunun ileri/geri hareketi ise buton, pedal ya da CNC komutlarıyla gerçekleştirilir.
- Punta baskı miktarı bağlamalarda önemlidir



CNC TEZGAHLARINDA EKSENLER

- İş parasının ya da kesici takımın hareketleri kartezyen koordinat sistemine göre yapılır.
- X, Y ve Z olmak üzere 3 temel eksen vardır.
- Bu eksenler CNC torna tezgâhlarında (Torna Merkezlerinde) X ve Z olmak üzere iki adet, işleme merkezlerinde ise X, Y ve Z olmak üzere üç adettir.
-

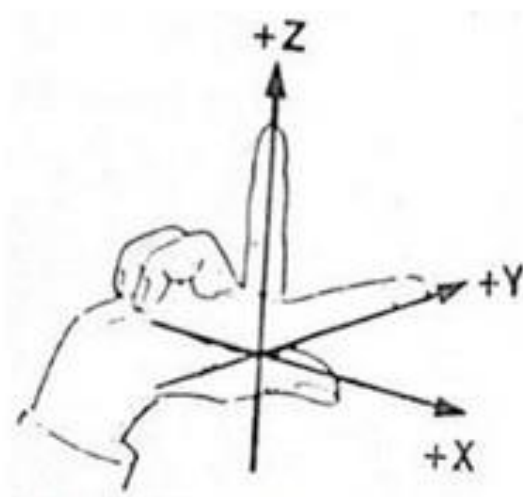
CNC Tornanın Eksenleri



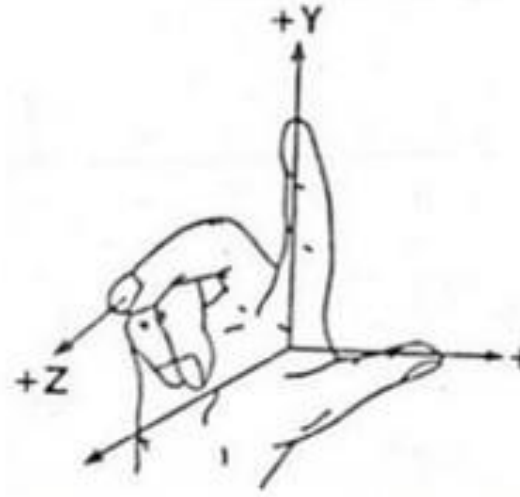
2 eksenli enine ve boyuna harekete sahiptir. CNC torna tezgahının taret **X** ve **Z** yönünde hareket eder. Boyuna hareketi Z eksen enine hareket X eksen sağlar. Referans sıfır noktasına göre; Z eksen ayna yönüne doğru eksi, punta yönüne artı değeri, benzer şekilde X eksen de taret bölgesine doğru artı iş parçasına veya puntaya doğru eksi değerini alır.

X, Z Eksenlerinin Gösterilişi

• SAĞ EL KURALI



a) Dikey işleme merkezi eksenleri



b) Yatay işleme merkezi eksenleri



c) Döner eksenler

CNC tezgâhlarında eksen tanımlamasında kullanılan Sağ El Kuralı

Temel Eksenler	Yardımcı Doğrusal Eksenler	Yardımcı Döner Eksenler
X	U	A
Y	V	B
Z	W	C

YARDIMCI EKSENLER

- Yardımcı doğrusal eksenler

1. X: U

2. Y: V

3. Z: W

- Yardımcı döner eksenler

1. X: A

2. Y: B

3. Z: C

