



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

MEKATRONİK LABORATUVARI – II

CNC Programlama ve Tornalama Uygulamaları

DENEY SORUMLUSU

Arş. Gör. Şaban ULUS

Ocak 2013

KAYSERİ

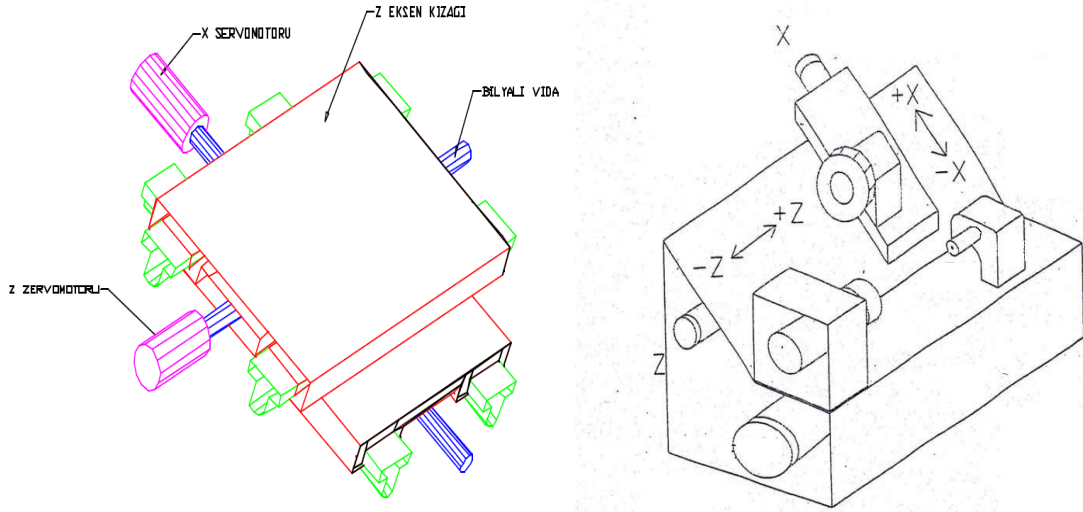
CNC TORNADA İMALAT UYGULAMALARI

1. Giriş

1.1. CNC Torna Tezgahının Yapısı

Konvansiyonel torna tezgâhındaki sportun hareketi bir bilyalı vida ve servomotor sistemi ile, araba hareketinde başka bir bilyalı vida ve servomotor sistemi ile kontrol edilmesi sonucu torna tezgâhının ana yapısı elde edilmiş olur. CNC kavramı “Computer Numeric Control” kelimelerinin kısaltılmış halidir ve bunun Türkçesi “bilgisayar ile sayısal denetim” anlamına gelmektedir.

CNC Torna Tezgâhı: Silindirik parçaları işlemek için iş parçasının döndüğü ve kesicinin ilerleyerek parçadan talaş kaldırdığı, sport ve araba hareketinin bilyalı vida ve servomotor sistemi ile kontrol edildiği, kesici ve ayna hareketlerinin bilgisayarla kontrol edilebildiği tezgâhlardır.



Şekil 1.1 X ve Z Eksen Kızakları

1.1.1. Kayıt ve Kızaklar: CNC tezgâhlarda aksenal hareketlerde yüksek hız ve ani yavaşlamalar gerekir. Bu durum hassas konumlamalar için çok önemlidir. Kayıt ve kızaklarda yüksek sertlik ve titreşimleri sönmüleme özellikleri istenir. Bu nedenle CNC tezgâhlarında düşük sürtünmeye sahip doğrusal ve bilyalı kızak sistemleri kullanılır.

1.1.2. Fener Mili ve Gezer Punta: CNC takım tezgâhlarında tezgâh mili tahriki için doğru akım ya da alternatif akım motorları kullanılır. Motor tezgâh miline irtibatlanır. CNC

tezgâhlarında işleyen iş parçası hassasiyetini etkileyen en önemli eleman tezgâh milidir. Bunlar yüksek devir sayılarında döndüklerinden, en küçük olumsuzluk tezgâhın hassasiyetini önemli ölçüde etkiler. Bu nedenle iş parçalarının bağlanmasında balans dikkate alınmalıdır.

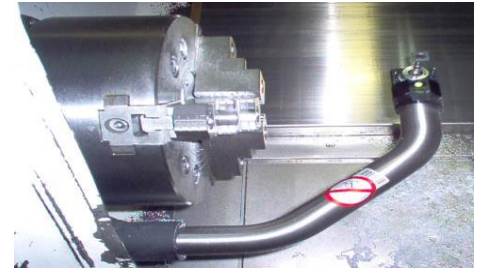
1.1.3. Taret: CNC Torna tezgâhında, takımların takım tutucular vasıtasıyla takıldığı kısma **taret** denir. Ana mili ekseninde çalışan takımlar pensler yardımıyla bağlanır. Dış çapta çalışan kesici takımlar ise takım tutucular (katerler), malafalar ve kovanlar ile bağlanır. Takımlar sağlam bağlanmalı ve taretin dönmesini engelleyecek mesafelerde takım bağlanmaması önemlidir.

1.1.4. Tezgâh Ekranı ve Kontrol Paneli:

CNC tezgâhının kontrolü bu panel aracılığıyla yapılır. CRT ekran kısmında yapılan işlemler görülür. Simülasyonlar izlenebilir. Alfabetik ve sayısal tuşlar ile veri girişi gerçekleşir. Kontrol tuşları ile manuel hareket için eksen seçimi, taret döndürme, tezgâh aynasını açma/kapama, tezgâh milini çalıştırma/durdurma, soğutma sistemi açma/kapama, acil durdurma, devir sayısı/ilerleme vb. ayar düğmeleri bulunur.



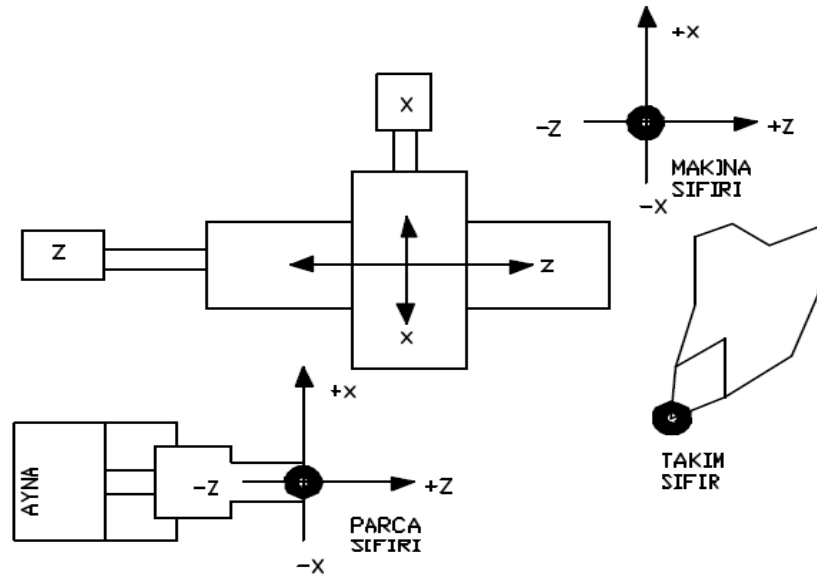
1.1.5. Sıfırlama Probu: Taretin üzerindeki kesicilerin sıfırlanması sırasında, sıfırlama probunun ucundaki kare kısma dokunur, bip sesi gelir ve hareketsiz bir şekilde geri gider. Sıfırlama manuel olarak da yapılabilir.



1.2. CNC Torna Tezgâhlarının Açılması ve Kesiciyi Tezgâh Sıfırına Gönderme

- ✓ Tezgâh ana şalteri açılır.
- ✓ Kumanda panelinde (LCD ekranın sol tarafındaki) kontrol paneli üzerindeki ışıklı "Power On" tuşuna basılır. Bu işlemle kontrol devresine enerji verilir.
- ✓ Acil stop butonu basılı ise kaldırılır. Bir müddet sonra ekrana Standart Pozisyon sayfası gelecektir.

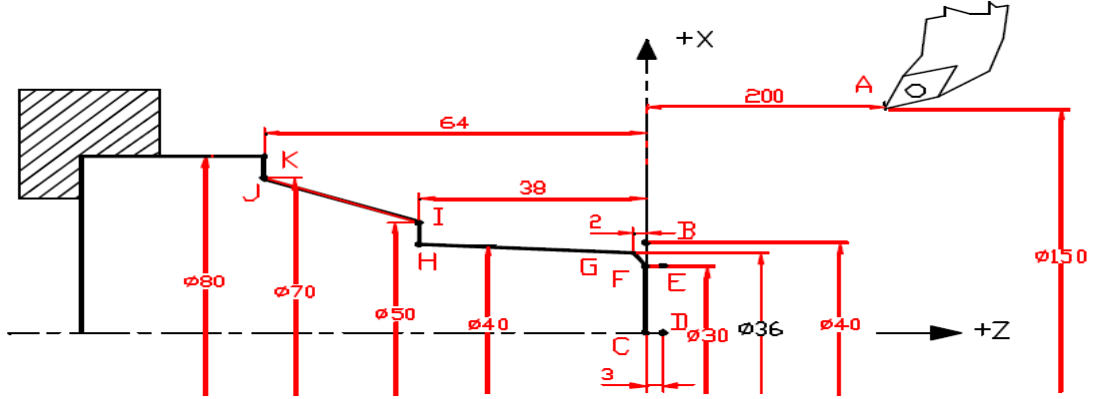
- ✓ Tezgâh sıfırlama işlemi gerçekleştirilir. (RESET tuşu, tezgâh ekranındaki uyarı ve sinyallerin giderilmesi işlemi kullanılır.)
- ✓ Herhangi bir alarm mesajı yoksa ilk yapılacak işlem kesiciyi tezgâh sıfırına göndermek olmalıdır. Bunun için:
 - JOG ve REFERANS tuşlarını aktif hale getirip, ilerleme tamburu açık konuma getirildikten sonra CYCLE START tuşuna basılırsa tezgâh taretini otomatik olarak tezgâh referans noktasına gider.
 - Referansa gönderme işlemi manuel olarak da yapılabilir. Referans tuşu aktif halde iken +X tuşu ile X ekseninde daha sonra +Z tuşu ile de Z ekseninde referans noktalarına gönderme işlemi yapılabilir.
 - Dikkat edilmesi gereken husus önce X ekseninde referans noktasına gönderilmelidir. Aksi takdirde taretin puntaya çarpma ihtimali vardır. Takım ayarları ve iş parçası referans noktası ayarları yapılır. Artık tezgâh çalışmaya hazırdır.



Şekil 1.2. Tezgahta Sıfır Noktaları

2. İŞ PARÇASINDA İŞLENECEK NOKTALARIN BELİRTİLMESİ

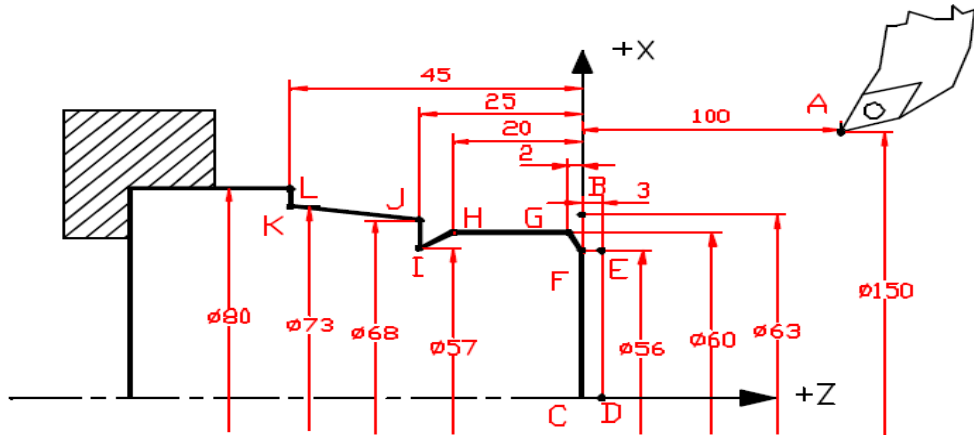
Genel olarak CNC tornada simetrik parçalar işlenmektedir. Parça üzerinde işlem noktalarının tarif edilebilmesi için belli bir referans noktası alıp diğer noktaları bu referans alınan noktaya göre ÇAP ve Referans alınan noktadan uzaklığı belirten BOY cinsinden belirtilmesi gerekmektedir. Şimdi bu işlemin nasıl yapıldığını bir örnek ile açıklayalım.



Şekil 2.2. Silindirik Parçanın Boyutları ve İlgili Noktalar

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

Benzeri bir başka örneği tekrarlarsak;



Şekil 2.3. Silindirik Parçanın Boyutları ve İlgili Noktalar

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

CNC Programlamanın Genel Yapısı:

Program Numarası	O0001;
Maksimum Ayna Devri	G50 S3000;
Suyu Açma	M8;
Takım Çağırma	T0101;
Sabit Kesme Hızı (veya sabit devir)	G96 S150; (G97 S2000);
Ayna Dönüş Yönü	M3 veya M4
Takima G kodlari (Hazirlik	...G0 X120.Z3.;
Fonksiyonlari) ile islemler yaptirma ve
islem sonrasi uygun G kodu ile takimi
diger takimin çagirilmasi esnasinda baska	...
bir takima çarpmayacak sekilde emniyetli	G0 X150. Z200.;
bir noktaya getirme	
Baska bir takım Çağırma	T0202;
Sabit kesme hizi	G96 S180;
(veya sabit devir)	(G97 S2100)
Ayna Dönüş Yönü	M4;
Takima G kodlari (Hazirlik
Fonksiyonlari) ile islemler yaptirma ve	...
islem sonrasi uygun G kodu ile takimi	...
diger takimin çagirilmasi esnasinda baska	...
bir takima çarpmayacak sekilde emniyetli	G0 X120. Z120.;
bir noktaya getirme	..
...	...
...	...
Takim çağırma ve islemler yaptirma	...
asamasi tüm takimler ile islemler yapilana	...
kadar devam eder.	
Suyu Kapama	M9;
Aynayi Durdurma	M5;
Program Sonu	M30;

Programın genel şemasında da belirtildiği gibi, başlangıç kısmında program numarası, maksimum ayna devri, su açma gibi komutlar belirtilir. Kesme aşamasında ise işlenecek parçaya uygun olan takım ile kesme işlemleri yaptırılır. Normalde kesme işlemleri;

1) **G0** komutu ile yaptırılan pozisyonlandırma (hızlı hareket ile takım parçaya yaklaştırılır veya parçadan uzaklaştırılır. Burada kızağın ilerleme hızı daha önceden tezgâhın parametre değerlerine girilmiştir. ****Bu GOODWAY CNC torna tezgâhlarında 15 m/dak şeklindedir ve bu hız yaklaşık olarak 80 km/saat hızla giden bir otomobilin hızına eşittir.****)

2) **G1** komutu ile yaptırılan Doğrusal kesme (Burada kızağın ilerleme miktarı ayna devri başına **F** ile belirtilir. Örneğin; **F0.2** ifadesi ayna bir devri döndüğünde kızağın 0.2 mm ilerleme yapacağını belirtir.

3) **G2** veya **G3** komutu ile yaptırılan dairesel kesme hareketi. (Bu harekette dairesel yüzeye sahip olan parçalarda kesme işlemi yaptırılır. Radyus işlemleri bu komut ile yaptırılır.) şeklinde üç farklı kategoride toplanır.

Bitiş aşamasında ise suyu kapama, aynayı durdurma, program sonu gibi kodlar yer alır. Suyu açma, kapama, aynayı uygun yönde döndürme vs. gibi komutlar **M** komutları vasıtasıyla yapılmaktadır. **M0**, **M1**, **M2**, **M3**, **M4**, **M5**, **M8**, **M9** ve **M30** komutları tüm CNC tezgâhlarda standarttır. Diğer **M** komutları ise tezgâhtan tezgâha farklılık gösterir.

Aşağıda CNC torna tezgâhlarında kullanılan **M** kodları listesi verilmektedir.

M Kodu	Kullanımı	Açıklama
M0	Durdurma	M0 ile aynı, aktif hale gelmesi paneldeki OPTIONAL STOP anahtarının ON konumuna alınması ile mümkündür
M1	Seçeneğe Bağlı Durdurma	
M2	Program Sonu	
M3	Aynanın Saat Yönünde (CW) Dönmesi	
M4	Aynanın Saatin Tersine (CCW) Dönmesi	
M5	Aynayı Durdurma	
M8	Suyu Açma	
M9	Suyu Kapama	
M10	Aynayı Açma	

M11	Aynayı Kapama	
M14	Puntayı Çıkarma	
M15	Puntayı geri Çekme	
M18	Ayna pozisyonlandırma iptali	C eksenli tezgâhlarda
M19	Aynayı pozisyonlandırma	C eksenli tezgâhlarda
M23	Pah kırma	
M24	Pah kırma İptali	
M27	Ana Fren	C eksenli tezgâhlarda
M28	Ana Fren İptali	C eksenli tezgâhlarda
M30	Program Sonu; basa dön	
M34	Punta pimi ileri	GCL-3 için
M35	Punta pimi geri	GCL-3 için
M37	Yardımcı fren	C eksenli tezgâhlarda
M38	Yardımcı Fren iptali	C eksenli tezgâhlarda
M41	Düşük Şanzıman	Şanzımanlı tezgâhlarda
M42	Yüksek Şanzıman	Şanzımanlı tezgâhlarda
M68	Parça Tutucu ileri	Opsiyonel
M69	Parça Tutucu geri	Opsiyonel
M73	Tahrikli takımın saat yönünde dönmesi	C eksenli tezgâhlarda
M74	tahrikli takımın saatin tersi yönde dönmesi	C eksenli tezgâhlarda
M75	Tahrikli takımın durdurulması	C eksenli tezgâhlarda
M90	İkinci Fener mili aynasını açma	opsiyonel
M91	İkinci fener mili aynasını kapama	opsiyonel
M92	İkinci fener milinin ikinci noktaya gitmesi	opsiyonel
M93	İkinci fener milinin saat yönünde dönmesi	opsiyonel
M94	İkinci fener milinin saatin tersi yönde dönmesi	opsiyonel
M95	İkinci fener milinin durdurulması	opsiyonel
M96	İkinci fener milinin birinci noktaya gitmesi	opsiyonel
M97	İkinci fener milinin temel noktaya gitmesi	opsiyonel
M98	M98 Alt program çağırma	
M99	M99 Alt program sonu	

Kesme işlemleri ise G kodları vasıtasıyla yerine getirilmektedir. G kodları kontrol sistemine özgü komutlardır ve FANUC-OTC kontrol sistemli GOODWAY CNC torna tezgâhında kullanılan G kodları aşağıdaki şekildedir. (G kodları HAZIRLIK FONKSİYONLARI olarak da adlandırılır.)

G KODU SİSTEMİ	GRUP	FONKSİYON
G00	1	Pozisyonlandırma (Hızlı Hareket)
G01	1	Lineer Interpolasyon (Doğrusal Kesme) -ilerleme
G02	1	Dairesel Interpolasyon (Saat Yönü CW)
G03	1	Dairesel Interpolasyon (Saat Yönü Tersi CCW)
G04	0	Bekleme
G20	6	İnç programlama
G21	6	Metrik programlama
G27	0	Referans noktasına dönme kontrolü
G28	0	Referans noktasına dönme
G32	1	Diş Çekme
G36	0	Otomatik takım telafisi X
G37	0	Otomatik takım telafisi Z
G40	7	Takım ucu radyus telafisi iptali
G41	7	Sol takım ucu yarıçap telafisi
G42	7	Sağ takım ucu yarıçap telafisi
G50	0	Koordinat sistemi belirleme; Maksimum Ayna Devri Girişi
G70	0	Finiş Çevrimi
G71	0	Çap düzleminde çoklu talaş kaldırma
G72	0	Alın yüzeyinde çoklu talaş kaldırma
G73	0	Çok pasolu kopyalama
G74	0	Z ekseninde kademeli delik delme
G75	0	X ekseninde kanal açma
G76	0	Çok pasolu diş çekme çevrimi
G90	1	Diş çap /İç çap kesme çevrimi
G92	1	Diş Çekme çevrimi
G94	1	Alın yüzeyi tornalama çevrimi
G96	2	Sabit kesme hızı
G97	2	Sabit devir
G98	5	Dakikadaki ilerleme
G99	5	Devir başına ilerleme

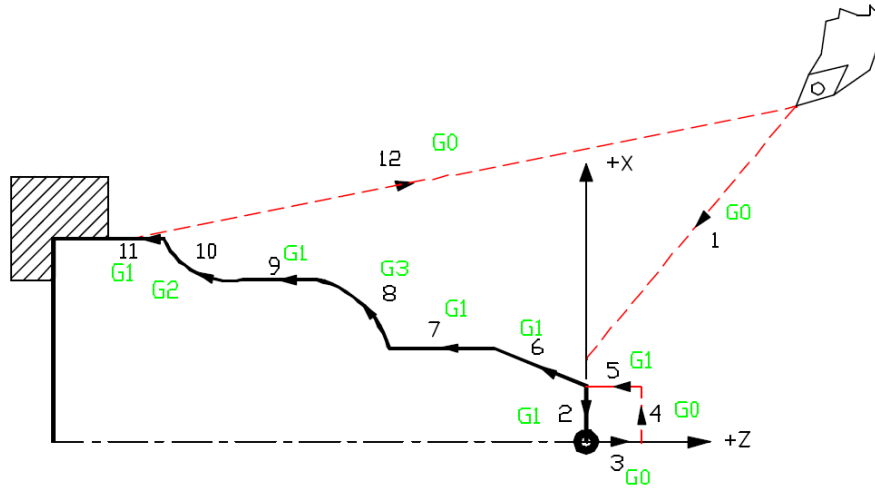
1. Tezgâh açıldığında G0, G1, G2, G3, G40, G97, G99 kodları etkin durumdadır.

2. 00 grubunda bulunan G kodları MODAL kodlar değildir. Sadece belirtildikleri satırda geçerlidirler.

3. Aynı satır içinde farklı gruplardaki G kodları belirtilebilir. Bununla birlikte aynı grupta olan iki G kodu da aynı satırda belirtilmiş ise; en son belirtilen G kodu etkin durumdadır.

4. CNC de açık bulunmayan bir fonksiyona ait G kodu girildiğinde 10 PS alarmı oluşur. Bu G kodunun geçersiz olduğunu belirtir.

Pratik bir çalışma olarak kesme işlemlerinde ne tür kodların kullanılabileceğini göstermek amacıyla aşağıda verilen parça üzerinde finiş paso alınacağı düşünülerek kesme kodlarını verelim:



Şekil 2.4 Örnek Parça Resmi

1. G0 ile pozisyonlandırma (takımı parçaya hızlı bir şekilde 15 000 mm/dak yaklaştırma)
2. G1 ile F ilerlemesi (devri başına mm cinsinden ilerleme miktarı) ile kesme hareketi
3. G0 ile parçadan uzaklaşma
4. G0 ile çapa çıkma
5. G1 ile alin yüzeyine dalma
6. G1 ile konik işleme
7. G1 ile kesme
8. G3 ile daireysel kesme (CCW)
9. G1 ile doğrusal kesme
10. G2 ile daireysel kesme (CW)
11. G1 ile doğrusal kesme
12. G0 ile uzaklaşma

Programda kullanılan herhangi bir satırdaki komut yapısı aşağıdaki şekildedir.

N ___ G ___ X ___ . ___ Z ___ . ___ M ___ S ___ T ___ ;